Hansestadt Stendal

Integriertes Energie-versorgungs- und Klimaschutzkonzept



Innovations- und Gründerzentrum IGZ BIC Altmark

Zentrum für Energie- Umwelt- und Stadtentwicklung ZEUS Berlin

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. Finsterwalde

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Unterstützt durch die Stadtwerke Stendal GmbH

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal

Auftraggeber: Hansestadt Stendal

Auftragnehmer und Verfasser der Studie:

- Innovations- und Gründerzentrum IGZ BIC Altmark, Stendal
  Arneburger Straße 24, 39576 Stendal
  Heiko Böker, Thomas Barniske
- Zentrum für Energie-, Umwelt- und Stadtentwicklung, ZEUS GbR Berlin
  Baderseestraße 6, 12527 Berlin
  Ulrich Peickert, Dr. Wolfgang Gerber
- Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V., Finsterwalde
  Brauhausweg 2, 03238 Finsterwalde
  Dr. Christian Hildmann, Manja Walko

Stand: 31.10.2012

Gesetzt mit LaTeX2e DD130418

Inhaltsverzeichnis

1 Rahmenbedingungen für das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal 7

1.1 Einführung in das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept . . . 7
1.1.1 Aufgabenstellung . . . 7
1.1.2 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes . . . 7
1.1.3 Zeitrahmen der Betrachtung . . . 7
1.1.4 Geltungsbereich . . . 7
1.1.5 Hauptziele . . . 8
1.1.6 Methoden . . . 9
1.2 Regionale und überregionale Entwicklungs-, Energie- und Klimaschutzkonzepte . . . 10
1.2.1 Energetische Stadterneuerung und kommunaler Klimaschutz als Bestandteil einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung . . . 10
1.2.2 Region Altmark . . . 12
1.2.3 Landesentwicklung . . . 13
1.2.4 Nationale Ebene . . . 15
1.3 Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen . . . 43
1.3.1 Energierecht – nationale Gesetze und Verordnungen . . . 43
1.3.2 Energierecht – Rechtsakte des Europäischen Parlaments und des Rates . . . 45
1.3.3 Klimaschutzrecht . . . 46
1.3.4 Auswertung der rechtlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen . . . 46

2 Ist-Zustand und Basisdaten 47

2.1 Strukturdaten und Flächennutzung . . . 47
2.1.1 Raumstruktur und Flächennutzung . . . 47
2.1.2 Strukturdaten . . . 47
2.2 Demographische Entwicklung . . . 49
2.3 Energieverbrauch und Energieerzeugung . . . 51
2.3.1 Top-down-Ableitung des Energieverbrauchs . . . 51
2.3.2 Ist-Analyse des Energieverbrauchs in den Sektoren Strom und Wärme . . . 53
2.3.3 Energieverbrauch im Gebäudebestand . . . 56
2.3.4 Energetische Infrastruktur . . . 69
2.3.5 Anbieter- und Abnahmestruktur . . . 69
2.4 Verkehr . . . 72
2.4.1 Verkehr im ländlichen Raum . . . 72
2.4.2 Personenverkehr . . . 72
2.4.3 Güterverkehr . . . 73
2.4.4 Verkehr und Demographie . . . 74
2.5 Energiekosten und Wertschöpfung . . . 79
2.6 Bisherige Entwicklung der CO_2-Emissionen . . . 85

3 Regionale Energiepotentiale 89

3.1 Naturräumliche Ausstattung . . . 89
3.2 Die Ressourcenregion als zusätzliche Betrachtungsebene . . . 89
3.3 Brachflächen als Potential . . . 91
3.4 Landwirtschaftliche Potentiale . . . 93
3.4.1 Bodenfruchtbarkeit und Ertragspotential . . . 93
3.4.2 Der Anbau von Mais zur Biogasgewinnung . . . 93
3.4.3 Stroh . . . 98
3.4.4 Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung . . . 98
3.4.5 Potential auf Grünlandstandorten . . . 100
3.5 Biomasse aus der Landschaftspflege: Randstreifen . . . 103
3.5.1 Zielsetzung . . . 103

3.5.2 Methodik . . . 103
3.5.3 Ergebnisse . . . 105
3.6 Potential der Waldflächen . . . 108
3.6.1 Waldflächen im Untersuchungsgebiet . . . 108
3.6.2 Nachhaltiger Hiebsatz und Gesamtpotential . . . 108
3.6.3 Verfügbarkeit des Holzes . . . 108
3.6.4 Waldrestholz . . . 109
3.7 Biomasse aus Energieholzplantagen . . . 110
3.7.1 Kurzumtrieb im Energieversorgungsystem . . . 110
3.7.2 Gehölzarten und Anbauvoraussetzungen . . . 111
3.7.3 Rechtliche Aspekte der Bereitstellung von Flächen für Kurzumtrieb . . . 112
3.7.4 Ertragserwartungen . . . 113
3.7.5 Flächen für Kurzumtriebsplantagen in Stendal . . . 113
3.8 Windkraft . . . 118
3.8.1 Einleitung . . . 118
3.8.2 Bisherige Nutzung der Windkraft in der Region . . . 118
3.8.3 Windgeschwindigkeiten und mögliche Erträge . . . 118
3.8.4 Flächen für die Nutzung der Windkraft und mögliche Erträge . . . 119
3.8.5 Perspektive und Bedeutung der Windkraft . . . 119
3.9 Photovolatik . . . 123
3.9.1 Einleitung . . . 123
3.9.2 Solare Einstrahlung . . . 123
3.9.3 Dachflächen . . . 123
3.9.4 Freiflächenanlagen . . . 125
3.9.5 Gesamtpotential Photovoltaik . . . 125
3.10 Geothermie . . . 125
3.11 Energie aus Abfällen . . . 128
3.11.1 Einleitung . . . 128
3.11.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Abfall- und Abwasserwirtschaft . . . 128
3.11.3 Statistiken zum Abfallaufkommen in der BRD und Stendal . . . 128
3.11.4 Organisation der Abfallwirtschaft in der Hansestadt Stendal . . . 129
3.11.5 Analyse zu den Abfallmengen im Landkreis Stendal . . . 129
3.11.6 Prognose zu Abfallpotentialen in Stendal bis 2050 . . . 133
3.12 Zusammenfassende Übersicht über die regionalen Energieerzeugungspotentiale . . . 141

4 Entwicklungsszenarien zukünftiger Energieversorgungs- und nutzungsstrukturen 143
4.1 Einflussfaktoren . . . 143
4.1.1 Demographische und territoriale Veränderungen . . . 143
4.1.2 Technologieentwicklung . . . 144
4.1.3 Energieeinsparung und Energieeffizienz . . . 149
4.1.4 Entwicklung der Abnahmestruktur für die Bereiche Wärme und Strom . . . 150
4.1.5 Rahmenbedingungen im Gebäudebestand . . . 150
4.2 Sicherung der Nachhaltigkeit . . . 154
4.3 Prognose des Energiebedarfs . . . 156
4.3.1 Bedarfsprognose nach dem Top-Down-Ansatz . . . 156
4.3.2 Bedarfsprognose nach Ist-Werten für Strom und Wärme . . . 157
4.3.3 Entwicklung des Verkehrs . . . 159
4.3.4 Bedarfsprognose – Zusammenfassung . . . 161
4.3.5 Bedarfsprognose im Gebäudebestand der Hansestadt Stendal . . . 161
4.4 Prognose der CO_2-Emissionen . . . 164
4.5 Szenario der Energieversorgung der Hansestadt Stendal für den Zeitraum bis 2050 . . . 166
4.5.1 Überblick . . . 166
4.5.2 Rahmenentwurf . . . 167
4.5.3 Werkzeug zur Strategie- und Szenarienentwicklung . . . 173
4.6 Anpassung der energetischen Infrastruktur . . . 185
4.7 Alternative Verkehrs- und Mobilitätskonzepte . . . 186
4.8 Wirtschaftliche Umsetzung . . . 187
4.8.1 Allgemeine Ausführungen . . . 187
4.8.2 Investitionen und Wirtschaftlichkeit . . . 189

4.9 Good Practice . . . 194
4.9.1 Einleitung . . . 194
4.9.2 Energetische Stadterneuerung und regionale Wertschöpfung: Das Beispiel Güssing . . . 194
4.9.3 Power to Gas . . . 195
4.9.4 Verwertung von Holz . . . 196
4.9.5 Vergärbare Biomasse . . . 198
4.9.6 Pyrolyse . . . 200

5 Kommunale Liegenschaften 203
5.1 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen . . . 203
5.1.1 Gebäudebestand und sonstige Liegenschaften . . . 203
5.1.2 Straßenbeleuchtung . . . 203
5.1.3 Zusammenfassung . . . 204
5.2 Solarpotenziale kommunaler Liegenschaften . . . 204
5.3 Handlungsoptionen . . . 206
5.3.1 Anschluss geeigneter Liegenschaften an das Fernwärme- und Erdgasnetz . . . 206
5.3.2 Energiecontracting/ Energieeinsparcontracting . . . 206
5.4 Energiebericht der Stadtverwaltung . . . 208

6 Empfehlungen und Maßnahmen für die Umsetzung des integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes 211
6.1 Vorzugsszenario der Strom- und Wärmeversorgung . . . 211
6.1.1 Zeitpunkt 2025 . . . 211
6.1.2 Zeitpunkt 2035 . . . 212
6.1.3 Zeitpunkt 2050 . . . 213
6.2 Vorzugsszenario Verkehr . . . 214
6.3 Organisation und Management . . . 215
6.3.1 Akteure und deren Beteiligung . . . 215
6.3.2 Managementstrukturen . . . 217
6.3.3 Öffentlichkeitsarbeit . . . 218
6.3.4 Controlling . . . 219
6.4 Energie- und klimarelevante Maßnahmen . . . 221
6.4.1 Realisierte Maßnahmen der Energieversorgung und des Klimaschutzes . . . 221
6.4.2 Aktuelle und künftige Maßnahmen der Energieversorgung und des Klimaschutzes . . . 224
6.4.3 Mögliche Teilkonzepte . . . 231

7 Zusammenfassung 239
7.1 Aufgabenstellung und Aufgabenverständnis . . . 239
7.2 Ausgangssituation und Prognosen . . . 239
7.3 Handlungsoptionen und Empfehlungen . . . 241
7.4 Inhaltliche Anforderungen des Stadtrates an das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept 242

8 Anhang 255
8.1 Städtische Liegenschaften . . . 256
8.2 Bestand von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal . . . 264
8.3 Anhang zum Abfallbereich . . . 269
8.3.1 Ergänzungen zu Abfallmengen . . . 269
8.3.2 Glossar Abfallwirtschaft . . . 269
8.4 Anhang zum Gebäudebereich . . . 274
8.4.1 Kurzdarstellung der Methodik zur Berechnung der energetischen Potentiale im Gebäudebereich . 274
8.4.2 Gebäudetypologie . . . 275
8.5 Energiebericht der Hansestadt Stendal 2011 . . . 294
8.6 Voruntersuchungen der Hansestadt Stendal zu ausgewählten PV-Standorten . . . 317

1 Rahmenbedingungen für das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal

1.1 Einführung in das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept

1.1.1 Aufgabenstellung

Die Sicherstellung einer bedarfsgerechten Versorgung mit thermischer und elektrischer Energie ist ein wesentlicher Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge. Zur Daseinsvorsorge gehört auch, die Mobilität der Bevölkerung zu sichern. Energie in ihren verschiedenen Formen ist eine essentielle Grundlage des gesellschaftlichen Lebens und muss daher nachhaltig und mit hoher Versorgungssicherheit bereit gestellt werden. Gleichzeitig stellt die Bereitstellung von Energie einen beachtlichen Wirtschaftsfaktor aber auch eine erhebliche Belastung für das Gemeinwesen dar.

Die Notwendigkeit des Umbaus der derzeitigen Energiewirtschaft zu einer nachhaltigen Energieversorgung ist sowohl auf globaler, nationaler als auch die regionaler Ebene eine erhebliche Herausforderung. Diese kann nur durch komplexe und langfristige Strategien gemeistert werden.

Vergleichbares gilt für einen effizienten Klimaschutz. Insbesondere im Gebäude- und Verkehrsbereich, aber auch in der industriellen Produktion sind die energieverbrauchsbedingten Treibhausgasemissionen um ein Vielfaches zu hoch. Nur über die drastische Senkung des Energieverbrauchs und den schrittweisen Umstieg auf emissionsneutrale, besser emissionsfreie Energieversorgungs-, Mobilitäts- und Produktionstechnologien vor allem in den Industriestaaten wird sich das Weltklima vermutlich noch stabilisieren lassen.

Um diesem Erfordernis Rechnung zu tragen, wurde ein integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept für die Hansestadt Stendal erarbeitet, das den Nachweis antreten will, dass bis Mitte des 21. Jahrhunderts eine zumindest emissionsneutrale, weitgehend aber emissionsfreie Energieversorgungsstruktur technisch und wirtschaftlich darstellbar ist. Im Ergebnis dieses Konzeptes sollen Handlungsoptionen verfügbar sein, auf deren Grundlage eine preisgünstige, ökologische und möglichst regionale Energieversorgung dauerhaft gesichert werden kann. Im Ergebnis soll die Kohlendioxidemission im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal bis zum Jahr 2035 um 75 % bezogen auf das Jahr 1990 reduziert werden. Inhaltlich sind eine Status Quo-Analyse in Bezug auf alle erforderlichen Basisdaten und Einflussfaktoren vorzunehmen, geeignete regionale Energiepotenziale zu identifizieren, Möglichkeiten der Einbindung dieser Potenziale in die Energieversorgungsstrukturen der Stadt zu beschreiben, praxisnahe Lösungsvorschläge zu erarbeiten sowie die Auswirkungen auf den Wohn- und Wirtschaftsstandort Stendal darzustellen.

1.1.2 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im südlichen Teil des Landkreises Stendal. Untersucht wurden sowohl das Stadtgebiet von Stendal in den engeren Gebietsgrenzen vom 31.12.2009 (siehe 2.1 auf S. 49) als auch in den deutlich erweiterten Gebietsgrenzen vom 01.01.2011. Der Untersuchungsraum von 2009 umfasst neben der Kernstadt Stendal die Ortsteile Wahrburg, Borstel, Staffelde/Arnim, Bindfelde und Jarchau. Die Fläche dieses Untersuchungsraumes betrug 82,73 km^2. Der Untersuchungsraum von 2011 umfasst darüber hinaus die Ortschaften Buchholz, Dahlen, Gohre, Welle, Dahrenstedt, Groß Schwechten, Neuendorf a.Sp., Peulingen, Heeren, Insel, Tornau, Döbbelin, Möringen, Nahrstedt, Staats, Uchtspringe, Börgitz, Wilhelmshof, Uenglingen, Vinzelberg, Volgfelde und Wittenmoor. Die Fläche des Untersuchungsraumes betrug zum 01.01.2011 268 km^2, nahezu das Dreifache des Untersuchungsraumes von 2009.

1.1.3 Zeitrahmen der Betrachtung

Eine nachhaltige Energieversorgung, die die Belange des Klimaschutzes quasi als „Rückseite der Medaille" versteht und einbezieht, erfordert die Entwicklung äußerst komplexer und langfristig angelegter Strategien. Um wesentliche Einflussfaktoren wie die demographische Entwicklung, den technologischen Fortschritt im Bereich der Energieerzeugung und -speicherung oder die Nutzungszeiträume der energetischen Infrastruktur hinreichend berücksichtigen zu können, wurde der Zeitrahmen der Untersuchung bis zum Jahr 2050 angesetzt. Da davon auszugehen ist, dass Aussagen für einen derart langen Zeitraum an Genauigkeit verlieren, je weiter sie vom Zeitpunkt der Bearbeitung entfernt sind, wurden Zwischenszenarien für die Jahre 2025 und 2035 erstellt.

1.1.4 Geltungsbereich

Der inhaltliche Geltungsbereich des integrierten Energieversorgungskonzeptes für die Hansestadt Stendal zielt ent-

sprechend der komplexen Problemlage in der Rand gelegenen Landwirtschaftsregion Altmark über die kommunale Energieeffizienz und die Nutzung Erneuerbarer Energien hinaus: Es verknüpft diese mit einer regional basierten Ressourcenwirtschaft und mit einem funktionalen Natur-, Umwelt- und Klimaschutzkonzept, der Stärkung der lokalen/ regionalen Wirtschaftskraft und des Arbeitsmarktes sowie der sozio-kulturellen Stabilisierung der Stadt und ihres Umlandes.

Erst durch diese Kopplungen wird es unserer Ansicht nach möglich, das Ziel einer möglichst weitgehend energieautonomen und klimafreundlichen StadtRegion Stendal öffentlichkeitswirksam zu etablieren und langfristig aufrecht zu erhalten. So eröffnet z.B. die verstärkte Nutzung von kommunalen und gewerblichen Abfällen zusätzliche Energiequellen und vermindert unnötige Treibhausgasemissionen, ebenso wie die energetische Nutzung biogener Rest- und Wertstoffe (BioRW) von Verkehrsbegleitflächen, Gewässerrandstreifen und Stadt- aber auch Landschaftsbrachen. Ein angepasster Klimaschutz trägt durch die Stärkung kleinräumiger Wasserkreisläufe zum Halten des Wassers in der Landschaft und damit zu ausgeglicheneren Temperaturen im Landschaftsraum bei. Dies wiederum steigert die Produktivität der Fläche, nicht zuletzt im Sionne der Produktion energetisch nutzbarer Biomasse. Der unumgänglich notwendige Rückgriff auf lokale und regionale Energieressourcen wiederum kann (nahezu zwangsläufig) mit regional wirksamen Wertschöpfungsprozessen und ggf. mit der Ansiedlung entsprechend profilierter Unternehmen verbunden werden, die die ökonomische Entwicklung der Stadt stärken und die Lebensbedingungen für ihre Bürger verbessern helfen.

Räumlich bezieht sich das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept somit nicht allein auf den Stadtkörper oder sein hoheitliches Gebiet selbst, sondern greift auch auf das Stadtumland (die so genannte Ressourcenregion) zurück, um auf Basis entwickelbarer Synergien den Gesamtwirkungsgrad der anzugehenden Projekte und damit die kommunale Energieeffizienz zu steigern, die komplexe Nutzung/ Speicherung Erneuerbarer Energien und einen funktional basierten Klimaschutz schrittweise durchzusetzen.

Für den Übergang zu einer energieeffizienten und emissionsarmen Stadtregion und zu einer weitgehend autarken, regenerativen Energieversorgung - also für den Prozess der Energetischen Stadterneuerung und eines wirksamen Klimaschutzes in Stendal - veranschlagen wir einen Zeitraum von etwa 20 - 25 Jahren.

1.1.5 Hauptziele

Aufbauend auf der verfügbaren Energieversorgungsstruktur bestehen die Hauptziele der Energetischen Stadterneuerung darin, eine hocheffiziente Energieerzeugungs- und -verteilungsstruktur zu entwickeln, die Stadt auf Basis lokal und regional verfügbarer Energieressourcen zu versorgen und sie etappenweise zu weitgehender energetischer Autonomie zu führen. Eine durchaus realistische Vision, wie vermehrt nationale und internationale Beispiele zeigen und die Bundesregierung in ihrem Energiekonzept 2050 voraussetzt. Erreichbar sind diese Ziele durch drastische Energieeinsparungen vor allem im Gebäudebereich, aber auch im Verkehrsaufkommen, durch eine grundlegend gesteigerte Energieeffizienz vor allem in der stadttechnischen Versorgungsstruktur, durch die Nutzung der Potentiale an Erneuerbaren Energien, duch den Aufbau intelligenter Netzstrukturen und durch eine bedarfsgerechte Energiespeicherung in Stadt und Region.

Erst im Zusammenspiel dieser fünf Komponenten kann unserer Auffassung nach die langfristige energetische Versorgbarkeit einer Stadt gewährleistet werden. Dieses Ziel ist vor dem Hintergrund absehbar (weiter dramatisch) steigender Preise bei fossilen Energieträgern und Kraftstoffen für die Stadt Stendal und ihre Ortsteile unverzichtbar: Je schneller also eine Annäherung an das Ziel erfolgt, desto eher ist eine Entlastung der Bürger und damit eine Verbesserung der ökonomischen Situation in der Kommune möglich. Als „Kehrseite der Medaille" aus Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz und der schrittweisen Umstellung auf eine regenerative Energieversorgung treten die beabsichtigten Klimaschutzeffekte durch Reduzierung der Treibhausgasemissionen praktisch umgehend ein.

Die Stadt Stendal muss dabei zwangsläufig eng in ihr landwirtschaftlich geprägtes Umland eingebunden werden, um sowohl wirtschaftlich, sozial und ökologisch bestehen zu können: Hier können die Ressourcen genutzt und erwirtschaftet werden, die man künftig benötigt, um die Großstädte und Ballungsräume mit Energie, Nahrungsgütern und nachwachsenden Rohstoffen zu versorgen. Wenn wie z.B. in Neustrelitz die für fossile Energien abfließenden Mittel innerhalb der StadtRegion wirksam werden, können zusätzlich lokal wie regional neue Arbeitsplätze im Bereich der Energieeffizienzsteigerung sowie der Nutzung Erneuerbarer Energien (und des funktionalen Klimaschutzes) geschaffen werden. Dies ist gerade in einer StadtRegion wie Stendal mit ihrer deutlich zu geringen Wirtschaftskraft und ihrem hohen Arbeitslosenanteil von Bedeutung. Wenn es gelingt, die Energiekosten über den „5 mal E"-Ansatz (siehe Kap. 1.2.4.1.2) stabil zu halten, ist dies für die Unternehmen und Bürger ein wichtiger wirtschaftlicher und sozialer Beitrag, der wiederum „Neue Energien" in der Stadt freisetzten wird. So wird dann auch die erforderliche Akzeptanz bei den Einwohnern hergestellt und die notwendige Richtungssicherheit in der Energetischen Stadterneuerung und für einen funktional basierten Natur-, Umwelt- und Klimaschutz gewonnen.

Die ökologisch verantwortliche Einbindung von kommunaler Energieeinsparung/ Energieeffizienz und der Nutzung Erneuerbarer Energien in den Stadt- und Landschaftsraum der Altmark (auch als sich entwickelnde Tourismusregion) soll durch eine weitgehend landschaftsangepasste, integrierte Ressourcenwirtschaft und einen funktionalen Natur-, Umwelt- und Klimaschutz erfolgen, der über die Inwertsetzung der Fläche als zentralem Produktionsmittel für eine zukunftsfähige Energieträger-, Rohstoff- und Nahrungsgüterbereitstellung die „verordneten" Schutzziele auf nachhaltiger Basis ablösen kann.

Dies betrifft insbesondere die Regenerierung des klimatisch und landwirtschaftlich bedingt stark gestörten Landschaftswasserhaushaltes.

Ein derartiger Handlungsansatz setzt zwangsläufig weitestgehend geschlossene Stoff- und Wasserkreisläufe zwischen der Stadt und ihrem Umland voraus: Was die Stadt ihrer Ressourcenregion an daseinsnotwendigen Gütern entnimmt (Energieträger, Nahrungsmittel, Rohstoffe, Trinkwasser) muss sie im Interesse einer stabilen Bewirtschaftung der verfügbaren Flächen in geeigneter Form zurückgeben. Die vorhandenen Ressourcen der StadtRegion Stendal müssen also nachhaltig und künftig ebenfalls hoch effizient bewirtschaftet werden, zumal aufgrund von Flächenkonkurrenzen die Verfügbarkeit der Fläche zunehmend eingeschränkt ist.

Die höherwertige Nutzung von organischen Abfällen z. B. birgt (im Vergleich zur Kompostierung) auch ein energetisches Potential zur Versorgung der Stadt in sich, ohne dabei deren stoffliche Rückführung in die Fläche in Frage stellen zu müssen. Für die Reinigung des Abwassers wird (immer noch) unmaßstäblich viel fossile Energie eingesetzt, anstatt dessen Energie, Nährstoffe und Rückstände (Klärschlamm) noch intensiver zu nutzen. Die Stabilisierung des kleinräumigen Wasserkreislaufes wird sich (gemeinsam mit der Elblandschaft) über geringere Extremtemperaturen positiv auf den Energiebedarf der Stadt und auf den Schutz des Klimas auswirken.

Richtig angegangen soll die energetische Erneuerung der StadtRegion aber vor allem zur Erhöhung der Lebensqualität für Mensch und Natur, zur Milderung des demographischen und klimatischen Wandels und damit zur Daseinsvorsorge für die Bevölkerung beitragen.

1.1.6 Methoden

Bei der Bearbeitung des integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Stendal steht ein systemischer Ansatz im Vordergrund, der die kommunale/ regionale Problemsituation komplex abbildet und integrative Lösungswege für den Prozess der Energetischen Stadterneuerung und des funktionalen Klimaschutzes in Stendal aufzeigt. Erst durch diesen Systemansatz ist es möglich, die zahlreichen dynamischen Wechselwirkungen zwischen den Energie- und Stoffflüssen auf der einen sowie den Akteuren und der Stadtstruktur auf der anderen Seite hinreichend genau zu verstehen, um in der Folge zu richtungssicheren, also langfristig tragfähigen Entscheidungen, Planungen und Projektumsetzungen zu gelangen.

Dies ist auch der Erkenntnis geschuldet, dass sich sehr spezifische, sektorale Ansätze häufig nicht dauerhaft in das Gesamtsystem einpassen lassen und z. T. sogar kontraproduktiv wirken. An sich energieeffiziente Fernwärmesysteme z. B. können bei Unterlastung etwa infolge der Aufgabe von Wohngebietsteilen zumindest partiell völlig ineffizient werden. Der Mix in der Versorgung mit Erneuerbaren Energien muss standortkonkret aufeinander und mit den möglichen/ erforderlichen Maßnahmen der Energieeinsparung/ der Energieeffizienz/ der Energiespeicherung sowie mit der verfügbaren stadtechnisch-energetischen Infrastruktur abgestimmt sein, soll der Entwicklungsprozess zu einem intelligenten Optimum geführt werden. Auch der Abbruch ggf. energetisch bereits sanierter Plattenbauten aufgrund von drastischen Schrumpfungsprozessen steht für derartige Gefahren nicht perspektivisch angelegter Entscheidungen.

Mithilfe des Systemansatzes sollen die verschiedenen Systemelemente charakterisiert, deren Verflechtungen aufgezeigt und bewertet sowie konkrete Lösungen für den anzugehenden Prozess abgeleitet werden - ein Verfahren, das erst über die praktischen Erfahrungen der nächsten Jahre genauer zu beschreiben ist.

Als Basis für alle weiteren Entwicklungen wurde eine (so weit als z. Zt. möglich) genaue Erfassung des Ist-Zustandes und eine Abschätzung der entwickelbaren Potentiale vorgenommen, bei der z. B. auch demographische und sozioökonomische Parameter berücksichtigt sind. Die gesamte städtische Energie- und Ressourcenwirtschaft, so auch der Umgang mit Wasser, Abwasser und mit (organischen) Abfällen, aber auch die hoch entwickelte Wohnungswirtschaft war einzubeziehen, um in den Folgejahren die erforderlichen Energieeffizienzeffekte und die Nutzung Erneuerbarer Energien mobilisieren und infolge einen nachweisbaren Beitrag zum Kommunalen Klimaschutz leisten zu können.

Im Prozess der Bearbeitung des integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes war die frühzeitige Einbeziehung der unterschiedlichen Akteure von großer Bedeutung, sowohl innerhalb der Stadtpolitik und -verwaltung von Stendal, in der Kreisverwaltung als auch in den Stadtwerken und den Wohnungsunternehmen, der Abfallwirtschaft bis hin zur freien Wirtschaft -vor allem aber der Bürger der StadtRegion, was in den Folgejahren konsequent weiter auszubauen ist. Dadurch können erfahrungsgemäß frühzeitig Einwände aber auch zusätzliche Ideen und Vorschläge aufgegriffen und berücksichtigt sowie das lokal verfügbare Wissen nutzbar gemacht werden. Im weiteren Verlauf des Entwicklungsprozesses der Energetischen Stadterneuerung als wesentlichstem Bestandteil des kommunalen Klimaschutzes sollen daher innovative Beteiligungsverfahren zum Einsatz kommen.

Das vorliegende integrierte Energieversorgungskonzept für Stendal begreift sich somit keinesfalls als abgeschlossene (und damit bis ins Detail erledigte Grundlagen-) Arbeit sondern soll den zwei (bis drei) Jahrzehnte erfordernden Prozess der Energetischen Stadterneuerung in der Hansestadt als Entwicklungsinstrumentarium zuverlässig begleiten können. Es stellt daher auch keine Vorleistung für einen nach seiner Fertigstellung ab dem Herbst 2012 nur noch abzuarbeitenden Planungs- und Umsetzungsprozess dar, sondern ist Ideen-, Konzept-, Planungs-, Umsetzungs- und Rückkopplungsmodell gleichermaßen, das einer hochkomplexen und dynamischen Gesamtentwicklung dauerhaft und flexibel gerecht werden muss. Noch vorhandene Lücken in dem Gesamtmodell liegen daher in der Natur der Sache und sind als in den Folgejahren zu schließen anzusehen.

1.2 Regionale und überregionale Entwicklungs-, Energie- und Klimaschutzkonzepte

1.2.1 Energetische Stadterneuerung und kommunaler Klimaschutz als Bestandteil einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung

Der Entwurf des Stadtentwicklungskonzeptes der Hansestadt Stendal – Fortschreibung 2009/ 20010 – Stand Juli 2010 fordert u. a. resultierend aus der schrumpfenden Einwohnerzahl der Stadt unter Tz. „7.1 Ansätze einer zukunftsfähigen Stadtplanung" einen Paradigmenwechsel im Umgang mit den verfügbaren Ressourcen und in der Planung der stadttechnischen Infrastruktursysteme. In diesem Zusammenhang wird die Notwendigkeit eines zu erstellenden Fachkonzeptes Stadttechnische Infrastruktur ausgeführt.

Über die Rückkopplung der energetischen Stadterneuerung auf die künftige Stadtentwicklung sollten die folgenden entwicklungspolitischen Grundsätze einen diesbezüglichen Beitrag leisten.

12 Grundsätze für die Erarbeitung eines Integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes als Bestandteil einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung bis 2050

1. Die Aufgabe: Die grundlegende Steigerung der kommunalen Energieeffizienz sowie die Sicherung der Subsistenzgüter Klima, Wasser, Nahrungsmittel, Energie/ Kraftstoffe und nachwachsende Rohstoffe auf Basis regional/ lokal verfügbarer Flächen, natürlicher/ solarer Ressourcen und kommunaler Sekundärrohstoffe werden zu den zentralen Aufgaben zukunftsfähiger Stadt- und Regionalentwicklung, der Energie- und Ressourcenversorgung und damit der Daseinsvorsorge in StadtRegionen. Absehbar gilt dies aber auch für die in großen Teilen durch den Landschaftsraum zu übernehmende Versorgung großer Ballungsräume mit regenerativen Ressourcen. Hierfür bieten die in der Bioenergie-Region Altmark verfügbaren Potentiale eine vergleichsweise hervorragende Entwicklungsbasis, auf der die Etablierung nachhaltig wirksamer Wertschöpfungsprozesse stattfinden kann. Als Entwicklungszeitraum sind bei konsequent zielgerichteter Aufgabenbewältigung etwa 20-25 Jahre zu veranschlagen.

2. Der Prozess: wird auf den Ebenen grundlegende Energie-/ Ressourceneinsparung, deutliche Erhöhung der Energie-/ Ressourceneffizienz, komplexe Nutzung Erneuerbarer Energien und Ressourcen, Ertüchtigung der Energienetze, Energie- und Ressourcenspeicherung/ („5 mal E") sowie über die Umstellung der bisherigen Denkweise und Lebensstile in der StadtRegion stattfinden müssen und setzt weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe zwischen der Stadt und ihrem Umland als unabdinglich voraus. Den Kommunen als den in Summe größten Energieverbrauchern und Klimagasemittenten, aber auch als dem (Binnen-) Markt für dezentrale Energie- und Ressourcentechnologien und größten Nutznießern regional basierter Wertschöpfungen fällt bei der Bewältigung des Prozesses eine (bislang weitestgehend ungewohnte, aber) zentrale Rolle zu. Um die deutlichsten Entwicklungsvorteile - wie sie z.B. mit der erfolgreichen Ansiedlung möglichst komplex tätiger EE- Technologieanbieter verbunden sind - stehen die Kommunen in einem bereits ablesbaren Wettbewerb.

3. Das Ziel: dieser Entwicklung ist eine energieeffiziente StadtRegion mit weitgehender Energie- und Ressourcenautonomie, die in gesamtgesellschaftlicher Kooperation die schrittweise Ablösung der fossilen Energieträger und Ressourcen sowie den Übergang auf eine regenerativ basierte Energie- und Ressourcenwirtschaft und einen funktional bestimmten Natur-, Umwelt- und Klimaschutz gestattet. Damit (fast zwangsläufig) verbunden ist ein nachhaltiges Wachstum der regionalen Wirtschafts- und Innovationskraft und die Verbesserung der Lebensqualität für die Bevölkerung, die dem demographischen Wandel und der Abwanderung der Jugend entgegenwirken können. Diese Entwicklung steht an vielen Orten noch ganz an ihrem Anfang, ist jedoch zusehends ohne realistische Alternative.

4. Die Energie: Entsprechend der Maßgabe von „5 mal E" und bei (sowohl möglicher wie notwendiger) Verwendung zumeist ausreichend verfügbarer, aber weiterzuentwickelnder energetischer Netze/ Verbrauchsstrukturen (Smart Grids/ Smart Meters) und nicht zwangsläufig fossil basierter Energieerzeugungsanlagen (z.B. durch Verwendung von Biogas/ gespeichertem synthetischen Methan aus Überschuss- Windkraft/ PV- Strom in Erdgas-BHKWen) wird sich die Energieträgerbereitstellung (auf Basis von Wind- und Solarenergie sowie verfügbarer Biomasse für die Grundlast) regionalisieren, die Energieerzeugung selbst (möglicherweise erst längerfristig) in Kraft- Wärme- Kälte- Kopplungen auf Stadtteil- und Gebäudeebene verlagern und in einem (bisher noch kaum quantifizierbaren und standortabhängigen) Mix von zum Teil erst in systemischer Entwicklung bzw. stadtregionaler Anpassung befindlichen regenerativen Energie-, Energiespeicher- und Energieträger- Technologien erfolgen müssen. Hierzu kann ein integratives Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept, dem weitere, möglichst geförderte Konzepte, Teilkonzepte und Modellprojekte folgen müssten, einen ersten wesentlichen Beitrag leisten.

5. Die Häuser: Die Städtebau- und Baukörperstrukturen (vor allem in den sehr alten Gebäudebeständen) stehen vor einem energetisch bestimmten Umstrukturierungsprozess und werden schrittweise ihren Jahresheizwärmebedarf auf maximal 10-20 Prozent des aktuell Üblichen reduzieren müssen (Passivhausstandard), ihren Endenergiebedarf so

weit als möglich selbst decken, ggf. sogar Energieüberschüsse produzieren (solare Baukörperstrategien, energieaktive Oberflächen, Plus-Energiehäuser), Träger von Energieerzeugungsanlagen sein (Photovoltaik, Solarthermie, kleine Windkraft) und absehbar Energie in tatsächlich nennenswertem Umfang herstellen und speichern können (Mikro-/ Mini-KWKK: Strom, Wärme, Kühlung). Die Energieverteilungstechniken in den Gebäuden werden sich dabei schrittweise, aber ebenfalls grundlegend wandeln und anpassen (z. B. als Infrarotstrahlungs- oder Lüftungsheizungen/-kühlungen, einfache (!) Anlagen zur Lüftungswärmerückgewinnung, Gleichstromnetze, LED- Beleuchtung). Insbesondere für die Vielzahl überdurchschnittlich alter, kulturhistorisch aber wertvoller Bauten, deren originärer Erhalt nicht in jedem Fall möglich sein wird, müssen entsprechend angepasste energetische Sanierungsstrategien entwickelt werden.

6. Der Verkehr: Der grundlegenden Neustrukturierung des Fern-, Regional- und Stadtverkehrs (als einem der Haupt- Energieverbraucher und - Klimagasemittenten) kommt in einer Energie effizienten StadtRegion, in der integrativen Ressourcenwirtschaft sowie im funktionalen Natur-, Umwelt- und Klimaschutz, aber auch angesichts absehbar stark steigender Kraftstoffpreise eine Schlüsselrolle zu. Diese betrifft sowohl die Reduzierung des Verkehrsaufkommens auf das tatsächlich Notwendige, die Optimierung der Verkehrsorganisation, den Ausbau und gegebenenfalls die Wiederinbetriebnahme umweltfreundlicher Verkehrsmittel und -netze (Rad- und Fußwege), die Entwicklung verbrauchsarmer alternativer Antriebstechniken, die Verwendung von Kraftstoffen aus regenerativen Energieträgern/ gespeicherter Elektroenergie und die prioritäre Sicherung der regionalen Mobilität/ Transporte sowie die Anlage von energetischen Infrastruktur- und Ressourcentrassen entlang bestehender Verkehrswege. Der Betrieb von Kraftfahrzeugen mit Druck- Erdgas, das absehbar durch regeneratives Methan abgelöst werden kann, ist bereits heute wirtschaftlich. Für die Zukunft immer wahrscheinlicher wird eine bidirektionale Kopplung der kommunalen Stromversorgung mit elektrisch/ hybrid betriebenen Kraftfahrzeugen, aber auch Pedelecs als Kurzzeit- Stromspeicher.

7. Kommunale Ressourcen: Auf Grund wachsender Flächenkonkurrenzen in der Nahrungsgüter-, Rohstoff-, und Energieträgerproduktion (auch) in der Altmark werden sich die bisher weitgehend ungenutzten, weil „entsorgten" Potenziale kommunaler/ regionaler Nebenprodukte, Reststoffe, Abfälle und Abwässer als Sekundärrohstoffe (Biogene Rest- und Wertstoffe) zu einem unverzichtbaren Baustein in der Energie- und Ressourcensicherstellung für die StadtRegion entwickeln müssen und können. Gleichzeitig werden sie die stoffliche Basis für den Aufbau einer stadtregionalen Kreislaufwirtschaft bilden, in die auch die (noch) in großer Zahl verfügbaren Stadt- und Infrastrukturbrachen hocheffizient einzubinden sind (intensive urbane Landnutzung, aber auch stadtintegrierte Solarparks auf ruinösen Gewerbestandorten ggf. als Zwischennutzung). Die Gebäudeoberflächen von Städten und Ortsteilen bergen ein gewaltiges Potential für die kommunale Eigenversorgung mit Strom und Wärme (Photovoltaik/ ggf. in Kombination mit Luft- Wasser- Wärmepumpen/ ggf. kleiner Windkraft).

8. Die Fläche: Die Inwertsetzung der regional wie lokal verfügbaren Fläche und deren dauerhafte Ertüchtigung auf Basis gezielter Stoffrückführung/ Bodenverbesserung (Terra Preta) zu dem Nahrungsgüter-, Energie- und Ressourcenproduzenten im Umfeld/ in der Stadt selbst bedingt zwangsläufig grundlegende Änderungen in der Art ihrer Bewirtschaftung, erfordert die generelle Verbesserung des z. T. stark gestörten Wasserhaushaltes sowie den Wechsel von einem Schaden begrenzenden zu einem funktionalen Natur-, Umwelt- und Klimaschutz in einem kommunal wie regional getragenen win-win-System. Dabei kommt den bisher weitgehend ungenutzten, aber oft kostenaufwendig entsorgten „linearen Strukturen" (z.B. Straßen- und Gewässerbegleitflächen) für die künftige Energieträgerversorgung (Energetische Landschaftsnetzwerke) eine besondere Bedeutung zu, wie entsprechende Erhebungen für die Altmark nachweisen. Die wenig flächenaufwendige Windkraftnutzung (quasi „in der zweiten Etage" und künftig) möglichst in kommunal zugeordneter, bürgernaher Trägerschaft wird u.a. im Repowering und / in der Bidirektionalität von Strom- und Gasnetz (Überschusswindkraft- Reformern/ Synthesemethanspeichern/ dezentralen Rückverstromungs-BHKWen) weiter an Bedeutung gewinnen.

9. Regionale Wertschöpfung: Die zu entwickelnden partnerschaftlichen Beziehungen und Netzwerkstrukturen zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Akteuren (public-private-partnership) bergen ein enormes Potenzial an regionaler Wertschöpfung (die in Ostdeutschland gegenwärtig nur etwa 20% an der Gesamtwertschöpfung beträgt). Eine regenerativ und regional basierte Energie- und Ressourcenproduktion löst innerregionale Wertschöpfungskreisläufe aus, vermindert die Abhängigkeit von ständig teurer/ unsicherer werdenden Importen (Versorgungssicherheit) und ermöglicht die lokale und regionale Abschöpfung eines ökonomischen, ökologischen und sozialen Mehrwertes. In wirtschaftlicher Perspektive sind somit deutlich positive Effekte u. a. für die ansässigen Landwirtschafts-, Forstwirtschafts-, Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe, die Investitionstätigkeit, die Erwerbstätigenquote und den Arbeitsmarkt, aber auch für die Innovationsfähigkeit, die Standortattraktivität sowie für die kommunalen

und privaten Haushalte zu erwarten (vgl. das Modell Güssing/ Österreich). Besondere Bedeutung kommt der Ansiedlung von Unternehmen der energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse nach einem komplexen Systemansatz zu, wobei z.B. (nur) etwa 30% der Wertschöpfung in der Produktion und 70% im Betrieb regenerativer Energieanlagen entstehen (gerechnet über eine Laufzeit von 20 Jahren). Als besonders hoch sind die regionalen Wertschöpfungseffekte in der energetischen Gebäudesanierung anzusetzen.

10. Die Gesellschaft: Mit der Stabilisierung der ökonomischen, ökologischen und sozio-kulturellen Prozesse insbesondere in strukturschwachen Regionen wie der Altmark wird eine wieder stärkere Bindung der Bewohner aller Altersgruppen an ihre Heimat einhergehen können, die der akuten demographischen Problemlage und eines partiell wachsenden Arbeitskräftebedarfs vieler Städte und ihres Umlandes auf der einen und der strukturell bedingten Arbeitslosigkeit auf der anderen Seite schrittweise entgegenwirkt. Durch die breite Partizipation der Kommunen, der klein- und mittelständischen Unternehmen, insbesondere aber möglichst vieler Bürger kann sich das Demokratieverständnis „vor Ort" spürbar weiterentwickeln. Oder verallgemeinert: In einer ganzheitlich-systemischen Regionalisierung erwächst der wirtschaftlich-finanziellen Globalisierung (mit ihren zunehmend unkalkulierbaren Auswirkungen) das stabilisierende Äquivalent für eine zukunftsfähige lokale und regionale Wirtschafts-, Arbeits- und Lebenskultur der nachindustriellen Bürgergesellschaft - die ökologisch-soziale Moderne (Hermann Scheer).

11. Der Weg: Für die Bewältigung des in der Breite noch weitgehend unbekannten, vermutlich etwa zwei bis drei Jahrzehnte in Anspruch nehmenden Prozesses der Energetischen Stadterneuerung, der Etablierung eines funktionalen Natur-, Umwelt- und Klimaschutzes sowie des Aufbaus integrativer Wirtschafts- und Stoffkreisläufe sind grundsätzlich neue und jederzeit handlungsfähige Kooperations-, Planungs- und Umsetzungsstrukturen erforderlich, die sich sowohl vertikal (EU, Bund, Land, Landkreis, Kommunen, Bürger) als auch horizontal (Politik, Verwaltung, Unternehmen, Wissenschaft, Medien, Verbände, Bürger) hocheffizient organisieren müssen. Dem Aufbau einer derartigen Entwicklungsstruktur werden sich die Stadtpolitik und -verwaltung (in Kooperation mit dem Land, dem Landkreis und den anderen Trägern der Energetischen Stadterneuerung) künftig prioritär zuwenden müssen. Sowohl systemisch als auch umsetzungsorientiert angelegte, durch Stadtratsbeschlüsse gesicherte kommunale/ regionale Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzepte mit kurz- und längerfristigem Zeithorizont (jeweils pro kommendes Jahr, bis 2025, 2035, 2050) und entsprechende Handlungsverpflichtungen bilden dafür eine unabdingliche Voraussetzung.

12. Das Ergebnis: Zielgerichtet und zeitnah angegangen führt der Übergang zu einer effizienten, regenerativen und regional basierten Energie- und Ressourcenwirtschaft zu einem wissenschaftlichen, technologischen und logistischen Vorsprung/ regionalen Wettbewerbsvorteil, stellt die wirtschaftliche und soziale Prosperität der Stadt und ihres Umlandes langfristig sicher und ist ein entscheidender lokaler Beitrag zu einem global wirksamen Natur-, Umwelt- und Klimaschutz. Langzeiterfahrungen dazu liegen in Kommunen wie Güssing, Hartberg/ Österreich, La Muela/ Spanien oder seit kürzerem Neustrelitz, Morbach/ Hunsrück und Dardesheim/ Nordharz bereits nachvollziehbar vor und sind selbst für die Erneuerung von Großstadtquartieren, wie in den Speicherstädten Hamburgs/ Potsdams oder bereits ganzer Bundesländer wie dem Südburgenland/ Österreich inzwischen als realistisch anzusetzen. Verspätet oder nicht angegangen, dürfte eine tief greifende ökonomische, ökologische, soziale und schließlich kulturelle Krise lokal wie global unvermeidlich sein.

1.2.2 Region Altmark

Die Betrachtung der künftigen Energieversorgung im Untersuchungsgebiet kann nur im Kontext mit anderen, für die Region bedeutsamen Konzepten und Planungen erfolgen. Anders als bei überregionalen Strategien muss auf dieser Ebene mit konkreten Kennziffern gearbeitet werden, um Überlappungen zu vermeiden bzw. zu berücksichtigen. Inhaltlich sind neben direkten energetischen Betrachtungen tangierende Themenbereiche von Bedeutung. Als räumliche Bezugsebene wird hierbei die Planungsregion Altmark gewählt. Ausschlaggebendes Kriterium bei der Auswahl der zu betrachtenden Unterlagen ist der Einfluss auf die Gestaltung der künftigen Energieversorgung und des regionalen/ kommunalen Klimaschutzes.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass zur Zeit auf der regionalen Betrachtungsebene keine verbindlichen Strategiepapiere zur Sicherung des künftigen Energiebedarfs, zur Reduzierung des Energieverbrauchs oder zum Klimaschutz existieren. Dieses betrifft sowohl den Untersuchungsraum als auch die Planungsregion Altmark. In Auswertung verschiedener, unterschiedlich motivierter Betrachtungen/ Studien für die Altmark kann jedoch auf ein deutliches Interesse an der verstärkten Nutzung von regionalen Energiequellen geschlossen werden. Diese Einschätzung wird durch konkrete regionale Aktivitäten bestätigt.

Folgende Dokumente und konkrete Aktivitäten werden für das Vorhaben als bedeutsam eingeschätzt:

- Stadtentwicklungskonzept der Hansestadt Stendal

  Das Stadtentwicklungskonzept der Hansestadt Stendal befindet sich in der Fortschreibung. Weder das aktuell gültige Stadtentwicklungskonzept noch die zur Kenntnisnahme vorgelegte Entwurfsfassung beinhaltet Planungen zur Energieversorgung.

- Internationale Bauausstellung 2010 Stadtumbau Ost - „Zentraler Ort im ländlichen Raum"

  Der Masterplan IBA 2010 beinhaltet eine Vielzahl zukunftsrelevanter Themen u. a. auch den Bereich der Daseinsvorsorge. Im Rahmen der Untersuchungen wurden verschiedene Bereiche der Infrastrukturentwicklung wie z. B. die Wasserver- und Abwasserentsorgung behandelt, die Bereiche der Energieversorgung und des Klimaschutzes wurden jedoch ausgeklammert.

- Energieversorgungskonzept der Stadt Stendal aus dem Jahr 1990

  Im Energieversorgungskonzept von 1990 wurden die Grundlagen für die heutige energetische Infrastruktur gelegt. Auch wenn die hier getroffenen Annahmen (z. B. Bevölkerungsentwicklung, alternative Versorgungsoptionen aus dem Umland, etc.) nicht eingetreten sind, wurden in dessen Ergebnis eine Ertüchtigung des Erdgasnetzes und die Zentralisierung sowie der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorgenommen. Heute im Fokus stehende Prämissen der Energieversorgung konnten zum damaligen Zeitpunkt nicht berücksichtigt werden, da ihre Bedeutung noch nicht erkennbar war und andere Probleme im Vordergrund standen.

- Regionaler Entwicklungsplan Altmark 2005 / Teilplan Wind

  Der sachliche Teilplan Wind befindet sich zur Zeit in der 3. Entwurfsphase. Aktuell findet hierzu die öffentliche Diskussion statt. Eine Beschlussfassung bzw. das Inkrafttreten wird für das erste Halbjahr 2013 erwartet. Inwieweit dieser Teil der Regionalplanung wirksam wird, bleibt abzuwarten, da schon gegen vorhergehende Planungen Rechtsmittel eingelegt wurden.

- Studie „Energieausblick Altmark" – veröffentlicht im März 2009

  In der durch „enerpolis Berlin" erstellten Studie wurden alle Energiepotenziale der Altmark und die Wirkung der Nutzung dieser Potenziale analysiert. Hierauf aufbauend wurden Empfehlungen abgeleitet, welche als Schwerpunkte in der Region gesetzt werden sollten. Gleichzeitig wurden Vorschläge zur Hebung der Potenziale unterbreitet. Eine der wesentlichen Fragen, nämlich die praktische Verknüpfung der Energiepotenziale mit den regionalen Verbrauchsstrukturen blieb unbeantwortet.

- Bioenergie-Region Altmark

  Aus regionaler Sicht werden die Potenziale der Energie aus Biomasse als besonders bedeutsam eingeschätzt. Ausdruck dessen ist der Status der Altmark als Bioenergie-Region (Bundeswettbewerb des BMELV). Durch das in Stendal ansässige Projektbüro werden thematische Schwerpunkte für die Region aufbereitet und ausgewählte Einzelvorhaben befördert. Prinzipiell sind diese Aktivitäten zu begrüßen, da Grundlagen für regionale Energie- und Wertschöpfungskreisläufe gelegt werden. Die limitierten Ressourcen und die kurzfristig angelegten Betrachtungsräume lassen langfristig jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung für ein nac hhaltiges Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept erwarten.

- Aktivitäten kommunaler Verbände/ Vereinigungen

  Im Bearbeitungszeitraum wurde durch das „Verbundnetz für kommunale Energie" eine Landesveranstaltung zum Thema „Kommunalwirtschaft 2025" durchgeführt. Hier wurden Ergebnisse einer Untersuchung zu ausgewählten Bereichen der Daseinsvorsorge am Beispiel der Hansestadt Stendal vorgestellt. Ein Schwerpunkt der Veranstaltung lag im Bereich der Entwicklung der leitungsgebundenen Energieversorgung unter Berücksichtigung der Erfordernisse des kommunalen Klimaschutzes. Organisiert durch die Friedrich-Ebert-Stiftung, Landesbüro Sachsen-Anhalt fand am 30.05.2012 eine hochkarätig besetzte Tagesveranstaltung zur Vorstellung, Diskussion und Weiterentwicklung des Energieversorgungskonzeptes der Hansestadt Stendal statt.

1.2.3 Landesentwicklung

Der Leitfaden der energiepolitischen Zukunftsperspektiven des Landes Sachsen-Anhalt ist das Energiekonzept für den Zeitraum 2007 bis 2020. Es stellt die entscheidende Planungsgrundlage für die Gestaltung einer leistungsfähigen Energieversorgung sowie für die Zusammenarbeit zwischen Landesregierung und energiepolitischen Akteuren des Landes dar. Es beinhaltet folgende Zielstellungen und damit verbundene Handlungsschwerpunkte:

- Versorgungssicherheit.

  Die Sicherung der Versorgungssicherheit ist auf vier wesentliche Aspekte ausgerichtet:

  - ▷ Nutzung aller inländischen Energieressourcen, wobei die Kernenergie (!) einen wichtigen Beitrag leisten soll
  - ▷ Kombination aller Energieoptionen zur Erreichung einer ausgewogenen Balance
  - ▷ Einbindung großer, wirtschaftlich starker Energiekonzerne
  - ▷ Aufbau von Versorgungsalternativen für Sektoren, die besonders von Energieimporten abhängig sind (Wärme, Verkehr)

- Umweltverträglichkeit
  - ▷ Orientierung der Zielparameter zur Reduzierung der CO_2-Emissionen auf nationale Aufgabenstellungen
  - ▷ Ausbau von Technologieexporten auf der Grundlage von gesamtgesellschaftlich finanzierter Technologieentwicklung in Kombination mit nationalen Umweltstandards

- ▷ Entwicklung technologischer Lösungsansätze für alle Energieträger und für längerfristige Zeithorizonte
- ▷ Schaffung von Akzeptanz für alle Energietechnologien (Kernenergie, erneuerbare Energien etc.) durch politisches Engagement

- Wirtschaftlichkeit
  - ▷ Sicherstellung, dass die Energiekosten – im Kontext mit anderen Standortfaktoren – nicht die internationale Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen
  - ▷ Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit durch weitgehende Umlegung von staatlich induzierten Zusatzkosten bei den Energiepreisen auf den Endverbraucher (Konsumenten)
  - ▷ Vorrang für die Nutzung inländischer Energieressourcen, die preisgünstig sind in Kombination mit der (verlängerten) Nutzung preiswerter Kernenergie

Die vorgenannten Zielstellungen sollen wie folgt erreicht werden:

- Energiebereitstellung
  - ▷ Schaffung der notwendigen Voraussetzungen für eine langfristige energetische Nutzung der Braunkohle durch die Anpassung raumordnerischer Rahmenbedingungen
  - ▷ Erweitung der Einsatzmöglichkeiten für Braunkohle im Verkehrssektor mittels Kohleverflüssigung
  - ▷ Schaffung raumplanerischer Voraussetzungen und die damit verbundene Flächensicherung für die Nutzung erneuerbarer Energien (mit Ausnahme der Bioenergie)

- Energieumwandlung
  - ▷ Beschränkung der Impulse für die Nutzung erneuerbarer Energien auf ausgewählte Pilot- und Demonstrationsprojekte
  - ▷ Aufbau von „Energie-Clustern" zur Bündelung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs sowie zur gezielten Beratung und Hilfestellung für Unternehmen

- Energieverteilung und -vertrieb
  - ▷ Moderation des Planungs- und Genehmigungsprozesses im Rahmen des notwendigen Leitungsnetzausbaus durch das Land
  - ▷ Begleitung des erwarteten Strukturwandels bei kleinen und mittleren lokalen Energieversorgern

- Energienutzung
  - ▷ Unterstützung des Sektors Industrie/ Gewerbe durch die Bereitstellung eines branchenspezifischen Energiekennzahlenkatalogs sowie durch die Durchführung von „flächendeckenden" branchespezifischen und gleichzeitig verallgemeinerbaren Demonstrationsmaßnahmen
  - ▷ Beschränkung der Aktivitäten im Sektor Haushalte/ Kleinverbraucher/ Gebäude auf Beratung und Information sowie auf die Vorbildwirkung im eigenen Gebäudebestand

- Akteure und Dialogprozess
  - ▷ Einrichtung von Akteursgruppen/ Netzwerken in abgegrenzten Wertschöpfungsbereichen und auf thematischer Ebene
  - ▷ Festlegung von Verantwortlichkeiten sowohl auf institutionaler Ebene als auch bei den einzubeziehenden externen Akteuren
  - ▷ Durchführung eines regelmäßigen Monitorings

Die vorstehend aufgeführten Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen des Landesenergiekonzeptes können für die Erarbeitung des Energieversorgungskonzeptes der Hansestadt Stendal nur sehr bedingt heran gezogen werden. Dies begründet sich in der Tatsache, dass eine Vielzahl von Entwicklungen zum Zeitpunkt der Erstellung nicht bekannt waren bzw. bekannt sein konnten. Gleichzeitig wird eine Reihe von wichtigen Themenbereichen nicht in der notwendigen Tiefe betrachtet (z. B. Bedeutung von Speichertechnologien). Die hieraus resultierenden Empfehlungen würden zu fehlerhaften Orientierungen führen.

Im Ergebnis von Recherchen zu möglichen Änderungen bzw. Anpassungen des Landesenergiekonzeptes, wird eingeschätzt, dass eine zeitnahe Überarbeitung bei gleichzeitiger Errichtung einer Errichtung einer Landesenergieagentur erfolgen wird.

Ergänzend zum Landesenergiekonzept werden energiepolitische Aussagen im Landesentwicklungsplan 2010 des Landes Sachsen-Anhalt getroffen. Diese umfassen aktualisierte Zielstellung und konkrete raumordnerische Vorgaben bzw. Planungsgrundlagen.

Das Energiekonzept des Landes wird flankiert durch das Klimaschutzprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. Das 76 Seiten umfassende Strategiepapier beschreibt ausgehend von europäischen und nationalen Zielen die Zielstellungen des Landes. Hiernach wird die für 2020 vorgesehene Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 % bereits in 2010 erreicht, d. h. der Rückgang der CO_2-Emissionen in Höhe von ca. 7,6 Mio. t/a wird deutlich überschritten. Im Klimaschutzprogramm des Landes werden alle für den Klimaschutz relevanten Teilbereiche wie bspw. Energiepolitik, Mobilitätsentwicklung, Raumordnung und Landesplanung, Wirtschaftsbereiche, Bildung und Öffentlichkeitsarbeit, Forschung und Entwicklung sowie der kommunale Klimaschutz betrachtet. Aufbauend auf umfängliche Analysen der Rahmenbedingungen und des Status Quo erfolgt eine Darstellung von Maßnahmen. Das Klimaschutzprogramm des Landes Sachsen-Anhalt sollte als Leitfaden

für das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal genutzt werden.

1.2.4 Nationale Ebene

1.2.4.1 Übergreifende Entwicklungen

1.2.4.1.1 Energetischer Strukturumbruch Die Erarbeitung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Hansestadt Stendal fällt zusammen mit dem Beginn eines grundlegenden Umbruchs in den Energieversorgungsstrukturen Deutschlands. Der Beschluss des Deutschen Bundestages zum endgültigen Ausstieg aus der energetischen Nutzung der Atomkraft markiert gleichzeitig den Einstieg in eine schrittweise, aber vollständige regenerative Energieversorgung der Bundesrepublik, die belegbar bis 2050 weitgehend abgeschlossen sein kann.

Die wesentlichen Ursachen für den Zeitpunkt der „Energiewende" liegen in

- den steigenden Importkosten für Erdöl, Erdgas (Abb. 1.1) und Steinkohle bei gleichzeitig sinkender Versorgungssicherheit,
- der überdurchschnittlich hohen Klimabelastung/ den CO_2-Risiken als Folge der Verstromung heimischer Braunkohle,
- der wachsenden ökonomischen und technischen Konkurrenzfähigkeit der Erneuerbaren Energien, die bis 2025 weitgehend hergestellt sein dürfte (Abb. 1.2) sowie deren zwischenzeitlich gesamtwirtschaftlicher Bedeutung,
- den nicht mehr verantwortbaren Betriebsrisiken, Folgerisiken und -kosten der Atomenergienutzung.

Die Deutsche Energieagentur hält bereits 2020 einen Anteil von mehr als 50% Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung Deutschlands vor allem infolge eines absehbar massiven Windkraftausbaus „onshore" für möglich.

1.2.4.1.2 Energetische Strukturentwicklung Eine auch ökonomisch erfolgreiche regional basierte Energieversorgungsstruktur dürfte sich auf fünf miteinander verflochtenen Ebenen, den „5 x E", entwickeln:

- der komplexen Nutzung aller Formen der Erneuerbarer Energien (Abb. 1.3), vorrangig aber der Windkraft, wobei der Ausbau der erneuerbaren Energien sehr viel schneller voran kommt, als in allen diesbezüglichen Prognosen erwartet,
- der Senkung des Energieverbrauchs durch Energieeinsparung um etwa 50% im Vergleich zu heute, insbesondere von Gebäuden, Produktionsprozessen und des Verkehrs,
- der Steigerung der Energieeffizienz um etwa 50% im Vergleich zu heute, vor allem durch die Dezentralisierung der Energieversorgung, die Erhöhung der Wirkungsgrade/ Baugrößen der regenerativen Energietechnologien und der Effizienz der heizungs-/ klimatechnischen Gebäudeausrüstung sowie durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung,
- dem Aufbau intelligenter, miteinander korrespondierender Energienetze sowie deren gezielter Ausbau,
- der parallelen Bereitstellung noch in großem Umfang benötigter oder technisch bereits verfügbarer Energiespeicherkapazitäten.

Als Brückentechnologie kann die energetische Wandlung von Erdgas zu Strom, Wärme und Kälte in Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung die erforderliche Versorgungssicherheit für einen nahtlosen Übergang in eine regenerative Energiewirtschaft gewährleisten.

1.2.4.1.3 Dezentralisierung der Energieversorgung Bei zügiger Sicherstellung der Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Länderebene wird der Prozess der Energiewende vorrangig in den Regionen und Kommunen stattfinden müssen und können, da

- die Potentiale der Erneuerbaren Energien überwiegend in der Fläche, d.h. auf regionaler/ lokaler Ebene verortet sind,
- daher die ländlichen Regionen einen erheblichen Beitrag zur Versorgung der Großstädte und Ballungsräume leisten müssen,
- die mit Abstand größten Energieeinsparpotentiale in den Städten und Gemeinden zu erschließen sind,
- die räumliche Nähe von Energieerzeugung und Energieverbrauch eine entscheidende Voraussetzung für eine effiziente Energienutzung ist,
- ein wesentlicher Effekt intelligenter Energienetze (Abb. 1.4) in der Optimierung der regionalen/ lokalen Energieverbräuche, einer entsprechend angepassten Energieerzeugung, Energieverteilung und Energiespeicherung besteht.

1.2.4.1.4 Sicherung der Klimaschutzziele der Bundesregierung Regenerative Energieversorgungsanlagen vermeiden weit über hundert Millionen Tonnen an Treibhausgasemissionen wie Kohlendioxid, Methan oder FCKWs im Jahr. Allein 2011 haben Windenergie, Wasserkraft, Solarenergie, die energetische Nutzung von Biomasse und die Geothermie insgesamt für die Reduzierung von rund 129 Millionen Tonnen CO_2- Äquivalenten gesorgt. Die Nutzung Erneuerbarer Energien anstelle von Erdöl, Kohle und Erdgas ist damit der wichtigste Weg zur Erreichung der Reduktionsziele der Bundesregierung für klimaschädliche Treibhausgase. Im Jahr 2010 wurden etwa zwei Drittel der bundesweiten Klimagas- Reduktionen allein im Stromsektor und damit vorrangig durch das EEG erbracht (Abb. 1.5).

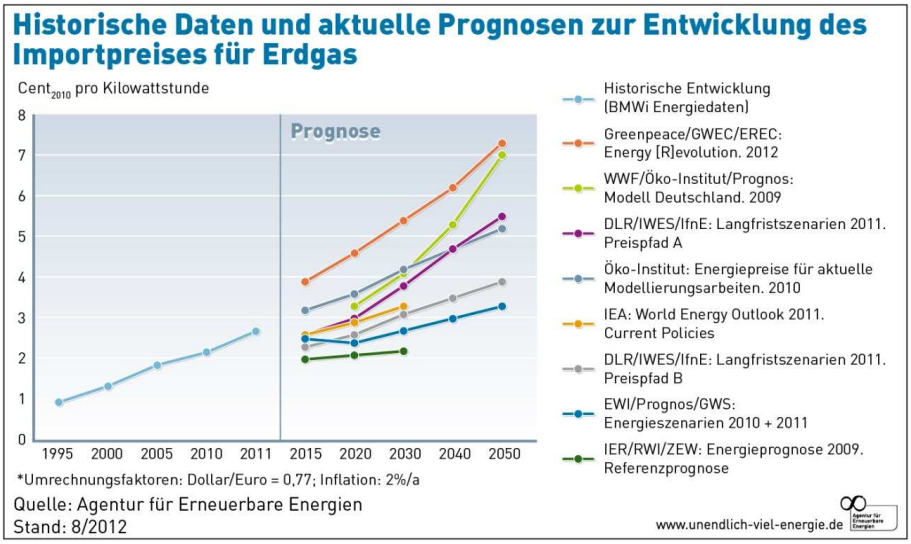


Abbildung 1.1: Daten und Prognosen zur Entwicklung des Importpreises für Erdgas.



Abbildung 1.2: Erzeugungskosten für Photovoltaikstrom im Vergleich zum Haushaltsstrompreis.

1.2.4.1.5 Regionale/ kommunale Wertschöpfung Deutschland verausgabte 2009 für den Einkauf der benötigten Energieträger (73 % des Gesamtenergieträgeraufkommens) ca. 80 Mrd. € nach außen. Erneuerbare Energien sind dem gegenüber regional verwurzelt und leisteten 2008 bereits einen Anteil von 7,8 Mrd. €. Derzeit sind etwa 380.000 Beschäftigte im Bereich der Erneuerbaren Energien tätig, 2020 vermutlich etwa 500.000, 2030 etwa 700.000. Dies entspricht dann der Beschäftigtenzahl in der heutigen Automobilindustrie (Abb. 1.6).

Die regional/ kommunal entstehende Wertschöpfung vereint den (möglichst vor Ort zu haltenden) privatwirtschaftlichen und den kommunalpolitischen Nutzen aus dem Umstieg auf regionale Energiequellen: je größer die privatwirtschaftliche Wertschöpfung ist, desto mehr nehmen die kommunalen Gebietskörperschaften über Steuern und Abgaben ein. Über 20 Jahre gerechnet entstehen dabei nur etwa 20- 30% der Wertschöpfung in der Investition/ Produktion von Erneuerbare Energieanlagen, hingegen 70-80% im nachfolgenden Betrieb, in der Regel also vor Ort (Abb. 1.7).

Eine durchschnittliche Modellkommune von 75.000 EW mit landesüblichem Erneuerbare Energien- Ausbaugrad erzielte im Jahr 2009 aus Pacht, Gewinnen nach Steuern, Steuern und zusätzlichen Nettoeinkommen von 50 Vollbeschäftigten etwa 3 Mio. € und vermeidet etwa 2,9 Mio. € für Energieträgerimporte. Beides wird sich bis 2020 vermutlich fast verdoppeln. Bei einer 2,5 MW/ 2,5 Mio.

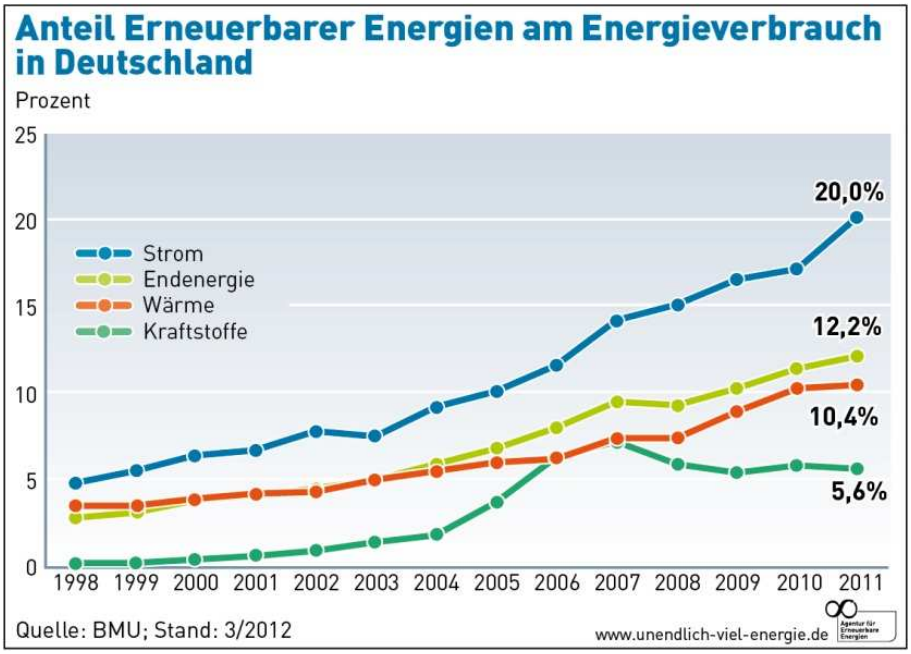


Abbildung 1.3: Anteil Erneuerbarer Energien am Energieverbrauch 2011.

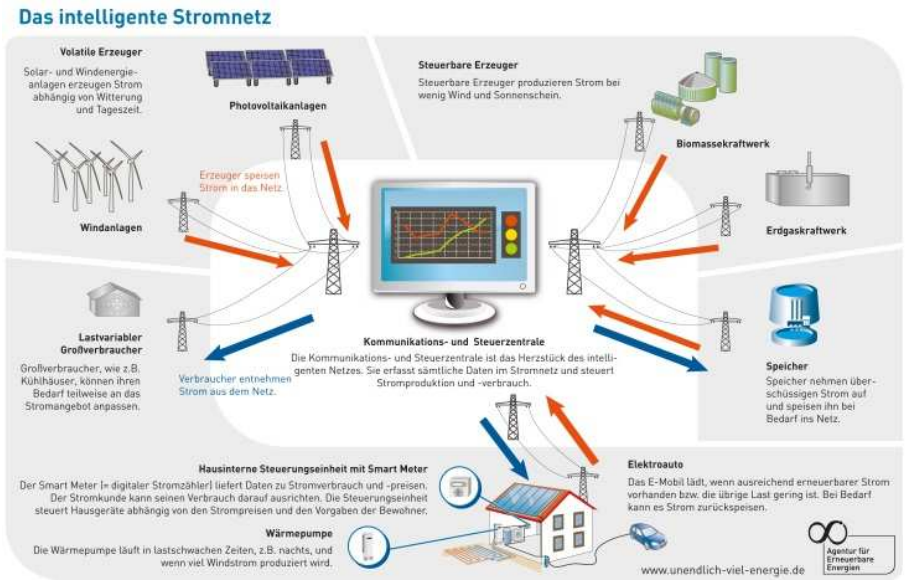


Abbildung 1.4: Funktionsweise intelligenter Stromnetze.

€ Windkraftanlage fallen bis zu 320.000 €/ a aus dem Stromverkauf an, bei durchschnittlich etwa 5% Grundstückspacht (ca. 15.000 €)und 3,5 % Gewerbesteuer (ca. 11.000 €) in der jeweiligen Kommune.

Der aktuellen Diskussion um die enormen Umlagekosten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes folgend, ist ein anderer Wertschöpfungspfad jedoch noch weit Erfolg versprechender: die, die diese Umlagekosten maßgeblich zu tragen haben - die Privathaushalte, die klein- und mittelständischen Unternehmen und die öffentlichen Körperschaften in den Kommunen und Regionen - werden selbst zu lokalen/ regionalen Energieerzeugern, wodurch deren Umlagekosten weitgehend durch Erzeugererlöse gedeckt würden. Die absehbare Markfähigkeit der Erneuerbaren Energien vorausgesetzt, würde dem Ërzeugergleich-Nutzer-Modellßchon sehr bald deutliche finanzielle Vorteile gegenüber den Nutzern vorwiegend fossiler Energien verschaffen und dem kommunalen/ regionalen Wertschöpfungsprozess auf Basis Erneuerbarer Energien eine neue Qualität verleihen. Mittelständische Unternehmen die diese Entwicklung bereits seit Jahren zielgerichtet vorantreiben, wie die Glas- und Vitrinenbau Reier GmbH, Lauta/SN leiden nicht unter der EEG-Umlage, sondern profitieren davon in ihrem betrieblichen Ergebnis. Besonders

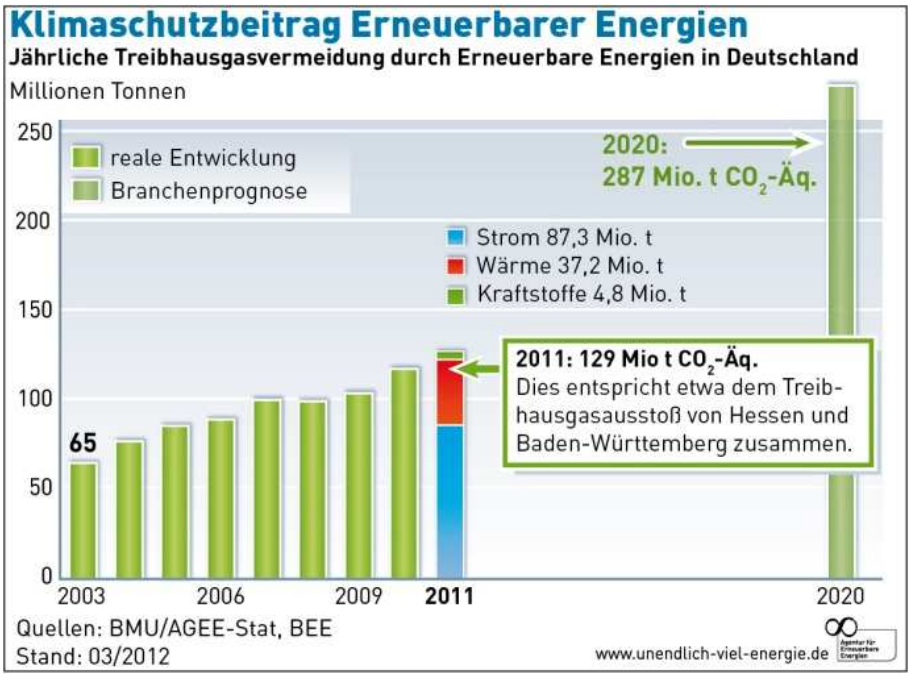


Abbildung 1.5: Beitrag der Erneuerbaren Energien zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung.

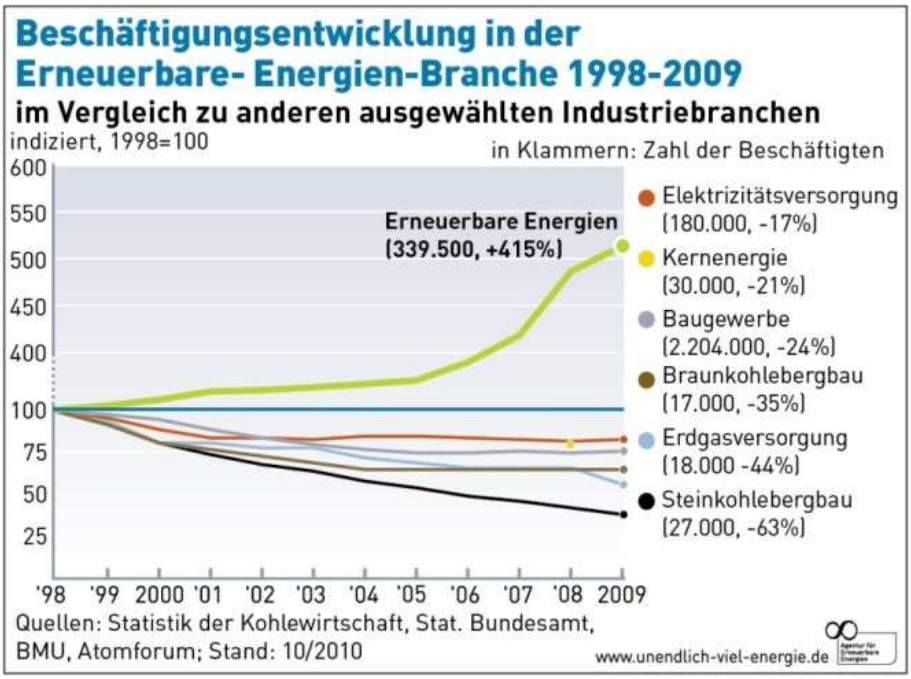


Abbildung 1.6: Branchenvergleich in der Beschäftigtenentwicklung 1998 bis 2009.

effiziente Wertschöpfungsprozesse können aus der synergetischen Kopplung von Energieerzeugung und stofflichen Nutzungen erneuerbarer regionaler Ressourcen erwachsen, wie in der Energielandschaft Morbach.

1.2.4.1.6 Energiepreise und Versorgungssicherheit
Die EEG- Umlage am Strompreis wird mit etwa 3,5 ct/ kWh im Wesentlichen von den Haushaltskunden getragen, befindet sich aber nach wie vor im übersichtlichen Bereich, während die Industrie nicht oder nur geringfügig an den EEG- verursachten Mehrkosten beteiligt ist (Abb. 1.8).

Mit der Dezentralisierung der Energieversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien ergibt sich für die Städte und Gemeinden (im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge) die vermutlich einmalige Chance, die gesamte Wertschöpfungskette (von der Initiierung/ Planung bis zu Be-



Abbildung 1.7: Regionale Wertschöpfungskette der regenerativen Energieversorgung.



Abbildung 1.8: Strompreise nach Verbrauchssektoren im Vergleich.

trieb und Wartung von regenerativen Energieanlagen) in die eigene Hand zu bekommen und damit (vermutlich erstmalig in ihrer Geschichte) im Interesse ihrer Bürger maßgeblichen Einfluss auf Energiepreise und Versorgungssicherheit zu gewinnen (Abb. 1.9).

Wird diese Chance (wie bisher zumeist) nicht in aller Konsequenz ergriffen und damit vertan, verstetigt sich die Fremdbestimmung von Energiepreisen und Versorgungssicherheit (vermutlich für immer): die Gewinne werden wie in der fossilen Energieversorgung mit Erdöl, Erdgas, Kohle und Atomstrom externalisiert, die Rechnung dafür begleichen (wie bisher) die Bürger.

Mit der Kommunalisierung von Investitionen in regenerative Energieanlagen (und damit in die künftige Energieversorgung) kann – wie eindrucksvolle Beispiele bereits erfolgreich belegen – überall sofort begonnen werden: Das Erneuerbare Energien Gesetz schadet immer nur dem, der es nicht nutzt!

1.2.4.1.7 Akzeptanz Während die Akzeptanz der Bevölkerung für die Nutzung Erneuerbarer Energien im Bundesdurchschnitt relativ hoch ist, sind konkrete Projektplanungen/ –umsetzungen in den Kommunen - insbesondere im Windkraft- und im Biogasbereich - teils massiven Einsprüchen zumeist der betroffenen Einwohner ausgesetzt. Durchaus verständlich: Während die beklagten Beeinträchtigungen wie Rotationsschattenwürfe oder Geruchsbelästigungen die Allgemeinheit betreffen, entfallen die Erträge/ Gewinne häufig nur auf wenige und oft nicht ortsansässige Firmen oder Personen.

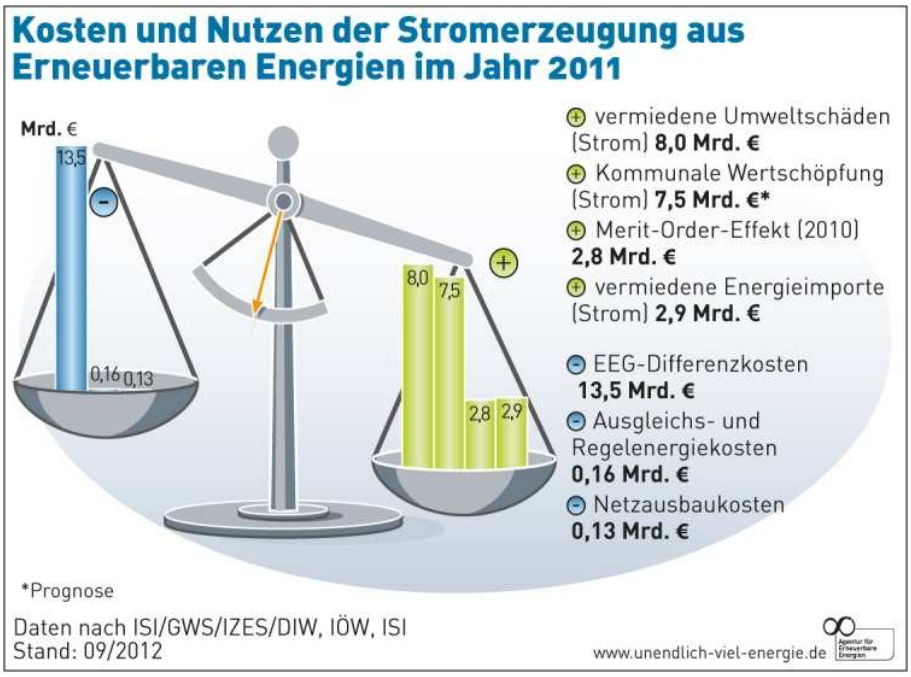


Abbildung 1.9: Kosten und Nutzen der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2011.

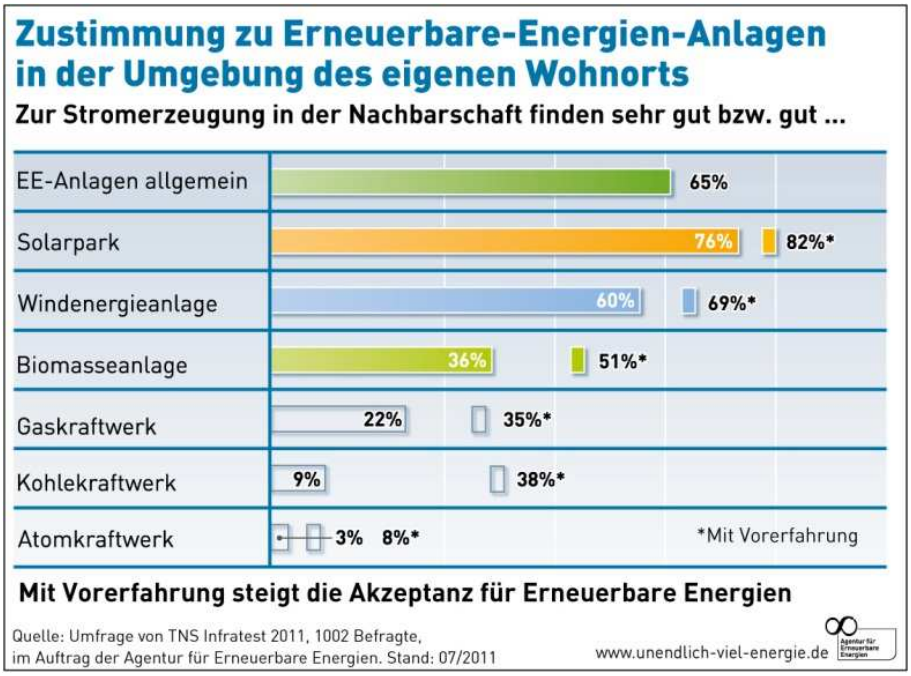


Abbildung 1.10: Beurteilung der Erneuerbaren Energien in Wohnortnähe.

In Kommunen, in denen die Einwohner direkt (über Bürgeranlagen) und/ oder indirekt (über kommunale Pacht-/ Gewerbesteuereinnahmen) von der Nutzung Erneuerbarer Energien partizipieren wie in z. B. Dardesheim, ist die Zustimmung hingegen ungleich höher: Teilhabe schafft Akzeptanz (Abb. 1.10). Deshalb und aufgrund begrenzter regionaler/ lokaler Ressourcen werden z. B. in der nordfriesischen Stadt Niebüll überhaupt nur noch Wind- und Solarparks zugelassen, die sich in Bürgerhand befinden. Ein Großteil der Wertschöpfung bleibt so in der Gemeinde.

1.2.4.1.8 Good practice Mit dem schrittweisen Übergang zu einer dezentralen Eigenversorgung wären die Energieträgerimporte und die zentralisierte Energieerzeugung großenteils und effizient abzulösen, die damit verbundenen Wertschöpfungsprozesse dauerhaft in die Bun-

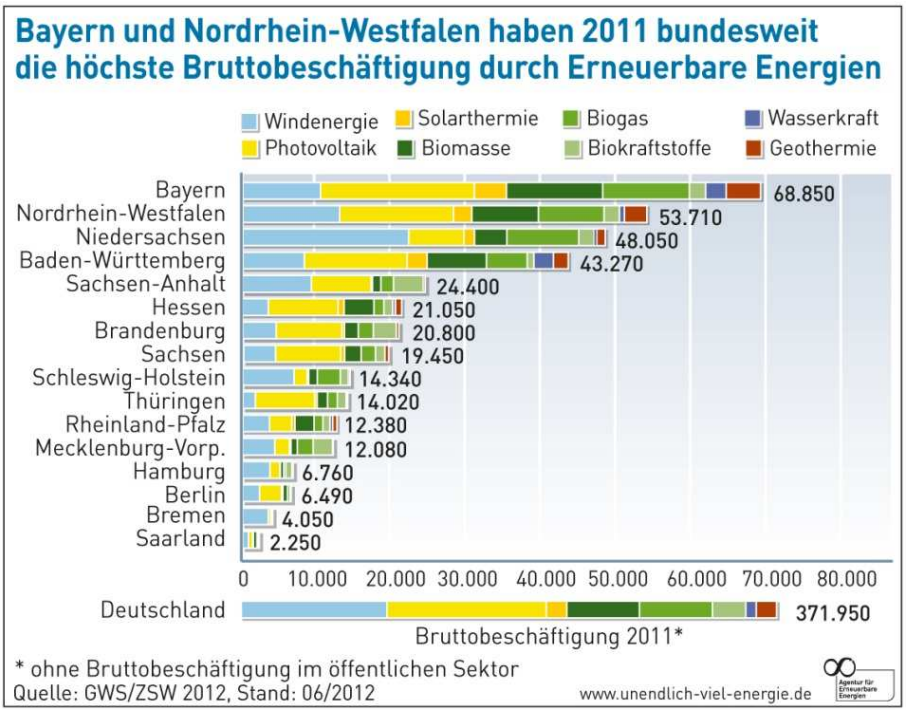


Abbildung 1.11: Bruttobeschäftigung durch Erneuerbare Energien in den Bundesländern.

desländer (Abb. 1.11)/ Regionen/ Kommunen zu verlagern und nachhaltige Wirtschafts- und Arbeitsmarktentwicklungen anzuschieben. Entsprechende Weichenstellungen werden auf Bundes-/ Landesebene zur Zeit nur sehr zögerlich getroffen. Voraussetzung für eine erfolgreiche regionale/ kommunale Energiewende ist jedoch eine leistungsfähige Trägerstruktur vor Ort, da ansonsten ein Großteil der Wertschöpfungseffekte/ Gewinne (wie bisher) „exportiert" wird.

In der Bundesrepublik ist bereits ein umfangreicher Erfahrungsschatz in der energetischen Eigenversorgung von Regionen/ Kommunen verfügbar, z. B. in der

- Kreisstadt Prenzlau/ Bbg. (20.000 EW): Bioenergie, Geothermie, Windkraft, Kombikraftwerk, Energiespeicherung: Eigenversorgung 100% Gesamtstrom-/ 100% Wärmebedarf Innenstadt, Herstellung regenerativen Wasserstoffs,
- Kreisstadt Neustrelitz/ MVP (22.000 EW): Bioenergie, Photovoltaik: Eigenversorgung 90% Strom-/ 70% Wärmebedarf; Ansiedlungen von Unternehmen; Landeszentrum Erneuerbare Energien MVP LEEA (2012)
- Stadt Lemgo (41.400 EW): Windenergie, Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft: Stadtwerke Lemgo Windkraftanlagen GmbH (Bürgerbeteiligungsgesellschaft), Energie- und Umweltzentrum, Lemgoer Klimaschutzpreis, Europäischer Forschungspreis Klima + Energie
- Stadt Niebüll/ SH (9.300 EW): Windenergie: Anteil der Bürgerwindparks in der Region 90%; Windpark Niebüll- 47 Mio. kWh/ a, GmbH & Co. KG mit 500 € Anteilsscheinen und fast 900 Anteilszeichnern
- Stadt Havelberg (7.000 EW): 2011/ 2012 Umstellung der Fernwärme- und Stromerzeuger von Erdgas auf Biomethan
- ehemalige Stadt Dardesheim/ ST (900 EW): 62 MW Windkraft, Photovoltaik: Stromerzeugung- bilanziell das 40-fache des Eigenverbrauchs, jährliche Gewerbesteuereinnahmen 310.000 € (20 Jahre 6,2 Mio. €).

1.2.4.2 Das Energiekonzept der Bundesregierung

Anmerkung: Der folgende Text ist ein bearbeiteter, auf die Belange des Integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Hansestadt Stendal abgestimmter Auszug aus dem Energiekonzept der Bundesregierung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung vom 28. September 2010 (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umweltschutz, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

Politisches Ziel der Bundesregierung ist: Deutschland soll in Zukunft bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden. Ein hohes Maß an Versorgungssicherheit, ein wirksamer Klima- und Umweltschutz sowie eine wirtschaftlich tragfähige Energieversorgung sind zugleich zentrale Voraussetzungen, dass Deutschland auch langfristig ein wettbewerbsfähiger Industriestandort bleibt.

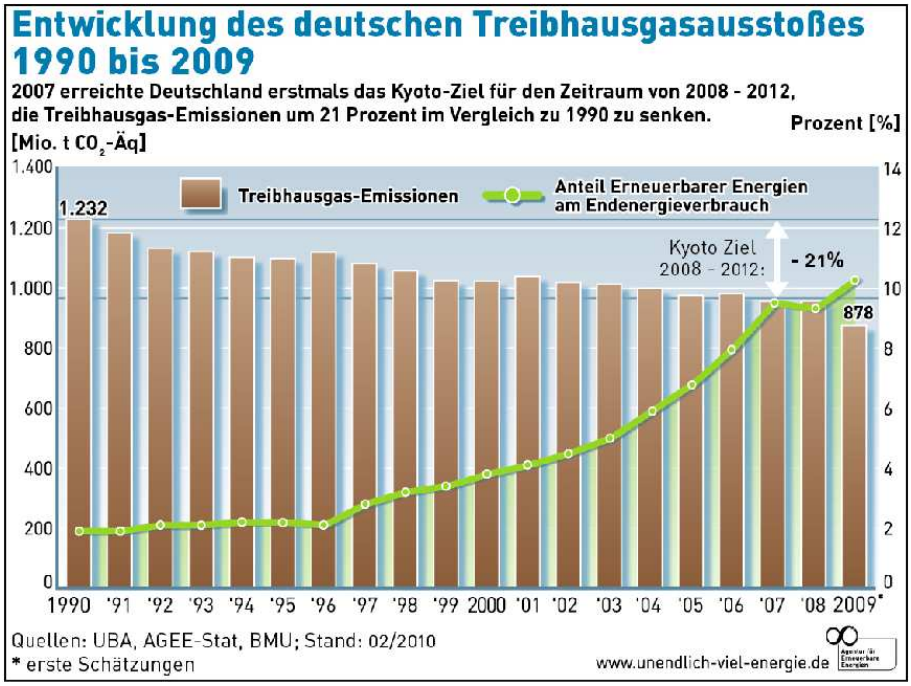


Abbildung 1.12: Reduzierung des deutschen Treibhausgasausstoßes durch Erneuerbare Energien 1990 bis 2009.

Die weltweit steigende Energienachfrage wird langfristig zu deutlich steigenden Energiepreisen führen. Zudem würde die Abhängigkeit unseres Landes von Energieimporten kontinuierlich steigen. Derzeit verursacht der Energieverbrauch 80 % der Treibhausgasemissionen. Die heutigen Energieversorgungsstrukturen müssen deshalb mittel- bis langfristig grundlegend umgebaut werden.

Die Bundesregierung wird in einer bis 2050 reichenden Gesamtstrategie die Weichen so stellen, dass die großen Potentiale für Innovation, Wachstum und Beschäftigung beim Umbau des Energiesystems erschlossen werden. Dies umfasst alle Nutzungspfade Strom, Wärme und Verkehr. Beim Energiemix der Zukunft sollen die erneuerbaren Energien den Hauptanteil übernehmen, bei denen wiederum die Windenergie im Jahr 2050 eine entscheidende Rolle bei der Stromerzeugung spielen wird.

Entscheidend kommt es darauf an, eine integrierte Gesamtstrategie zu formulieren. So muss beispielsweise im Strombereich der Ausbau der erneuerbaren Energien zusammen mit der Steigerung der Energieeffizienz, dem Ausbau der Stromnetze und dem Bau neuer Speicher angegangen werden. Auch im Gebäudebereich hat insbesondere der Einsatz von Effizienzmaßnahmen ein enormes Potential. Erst wenn das ausgeschöpft wird, kann der Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung seine volle Wirkung entfalten.

Entsprechend der Koalitionsvereinbarung sollen bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40% und entsprechend der Zielformulierung der Industriestaaten bis 2050 um mindestens 80% – jeweils gegenüber 1990 – reduziert werden. Dies bedeutet folgenden Entwicklungspfad bei der Minderung der Treibhausgasemissionen: minus 55 % bis 2030, minus 70 % bis 2040, minus 80 % bis 2050. Dazu im Vergleich die Reduzierung des Treibhausgasausstoßes 1990 bis 2009 (Abb. reffig:Treibhausgasentwicklung).

Bis 2020 soll der Anteil der erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch 18 % betragen. Danach strebt die Bundesregierung folgende Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch an: 30 % bis 2030, 45 % bis 2040, 60 % bis 2050. Bis 2020 soll der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 35 % betragen, 50 % bis 2030, 65 % bis 2040, 80 % bis 2050. Für eine erfolgreiche Integration des wachsenden Anteils erneuerbarer Energien ist der zeitnahe Ausbau der Stromnetze in Deutschland und Europa von zentraler Bedeutung.

Bis 2020 soll der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 um 20 % und bis 2050 um 50 % sinken. Das erfordert pro Jahr eine Steigerung der Energieproduktivität um durchschnittlich 2,1 %. Bis 2020 soll der Stromverbrauch gegenüber 2008 in einer Größenordnung von 10 % und bis 2050 von 25 % vermindert werden. Die Sanierungsrate für Gebäude soll von derzeit jährlich weniger als 1 % auf 2 % des gesamten Gebäudebestands verdoppelt werden. Im Verkehrsbereich soll der Endenergieverbrauch bis 2020 um rund 10 % und bis 2050 um rund 40 % gegenüber 2005 zurückgehen.

Das zu erwartende Investitionsvolumen liegt in einer Größenordnung von rund 20 Mrd. Euro jährlich. Mit diesen Investitionen sind allerdings auch eine Verminderung der Energieimporte und die Einsparung von Energiekosten sowie erhebliche Positivauswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung verbunden.

1.2.4.2.1 Erneuerbare Energien als tragende Säule zukünftiger Energieversorgung Mit dem Ausbau der er-

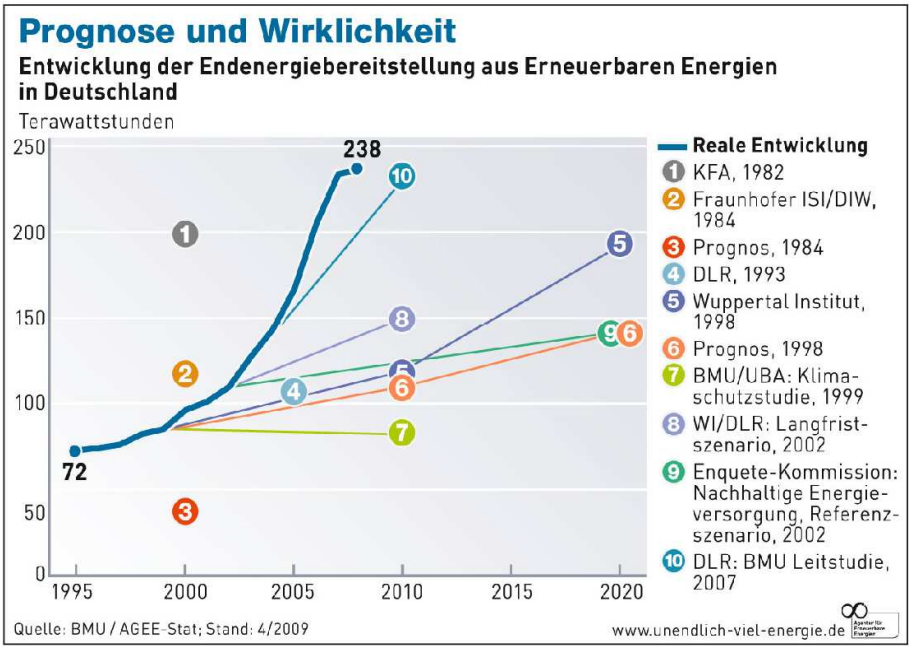


Abbildung 1.13: Tatsächliche Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland.

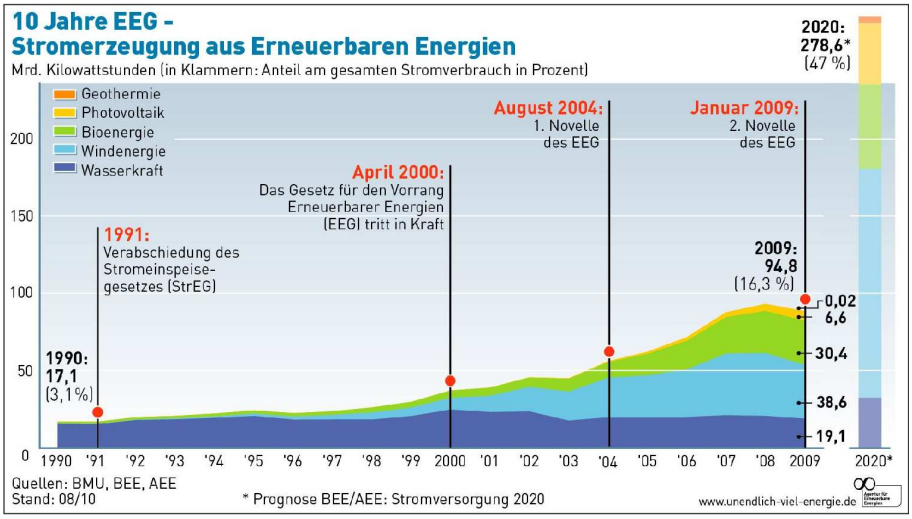


Abbildung 1.14: Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020.

neuerbaren Energien hat Deutschland europäisch wie international eine Vorreiterrolle für die Energie-, Klima- und Innovationspolitik eingenommen. Die durch diese Bedingungen erzielte Investitionssicherheit hat ein massives Wachstum in allen Bereichen der erneuerbaren Energien erzeugt (Abb. 1.13). Erneuerbare Energien entwickeln sich dadurch zunehmend zu einer immer wichtiger werdenden Säule der Energieversorgung und zu einem Treiber für Innovation und die Modernisierung der Energieinfrastruktur (Speicher, intelligente Netze, flexible Kraftwerke, neue Technologien).

Auf der Basis der Ausbauziele bestehen die größten Herausforderungen

- im Ausbau der Windenergie (offshore und onshore),
- in der nachhaltigen Nutzung und Erzeugung von Bioenergie,
- in einer stärkeren Nutzung der erneuerbaren Energien für die Erzeugung von Wärme und Kälte,
- in der Sicherstellung eines kosteneffizienten Ausbaus,
- in der stärker bedarfsgerechten Erzeugung und Nutzung der erneuerbaren Energien,
- in einer besseren Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung.

Mit dem stetig wachsenden Anteil erneuerbarer Energien (Abb. 1.14) muss allerdings das gesamte Energieversor-

gungssystem - konventionelle, erneuerbare Energien, Netze, Speicher und deren Zusammenspiel - optimiert werden. Ziel ist es, die Transformation der Energieversorgung für Wirtschaft und Verbraucher wirtschaftlich vernünftig zu gestalten.

Ziel im Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) ist die Verdoppelung des Stromanteils aus erneuerbaren Energien auf mindestens 35 Prozent bis spätestens 2020. Die Konditionen für Windparks auf hoher See werden verbessert. Die Windenergie an Land und die Solarenergie muss keine Förderkürzungen hinnehmen. Bei Biomasse- und Biogasanlagen werden dagegen Fördersätze gekappt. Von der Finanzierung des regenerativen Stroms werden Industrie und Gewerbe in größerem Stil befreit.

1.2.4.2.2 Schlüsselfrage Energieeffizienz In Deutschland bestehen weiterhin ganz erhebliche Potentiale zur Energie- und Stromeinsparung. Diese Potentiale sollen im Rahmen der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten noch stärker genutzt werden. Dabei setzt die Bundesregierung auf Vernunft und Eigenverantwortung von Wirtschaft und Bürgern (Abb. 1.15) und nicht auf mehr Bürokratie. Ökonomische Anreize sowie verbesserte Information und Beratung sollen dazu beitragen, Unternehmen und private Verbraucher in die Lage zu versetzen, bisher ungenutzte Potentiale im Bereich Energieeffizienz aus eigenem Antrieb zu erschließen und dadurch Energiekosten zu sparen und die Umwelt zu entlasten.

In Zukunft wird die Energieeffizienz ein noch wichtigerer Maßstab für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und auch ihrer Innovationskraft sein. Deshalb ist die Steigerung der Energieeffizienz für die Industrie eine Schlüsselfrage. In der deutschen Industrie besteht nach wissenschaftlichen Studien ein wirtschaftliches Einsparpotential von jährlich 10 Mrd. €.

Vor diesem Hintergrund wird die Bundesregierung beim BMWi einen Energieeffizienzfonds (500 Mio. € jährlich) auflegen, aus dem in Abstimmung mit dem BMU insbesondere folgende Maßnahmen finanziert werden:

Verbraucher: verständliche und umsetzbare Verbraucherinformationen, Energie- und Stromsparchecks für private Haushalte, aussagekräftige Energieausweise für Gebäude, anwendungsorientierte Handlungsempfehlungen.

Mittelstand und Industrie: Unterstützung der Markteinführung hoch effizienter Querschnittstechnologien (z.B. Motoren, Pumpen, Kälteanlagen), an betriebliche Erfordernisse angepasste Energiemanagementsysteme, insbesondere für KMU, Optimierung energieintensiver Prozesse im produzierenden Gewerbe, Verbreiterung und Verstärkung der Exportinitiative der Bundesregierung im Bereich Energieeffizienz, Schaffung von Netzwerken innerhalb von Industrie und Wirtschaft gemeinsam mit den Einrichtungen der Wirtschaft, Verstärkung der Förderung für besonders innovative Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz.

Kommunen: Unterstützung und Entwicklung kommunaler Effizienzmaßnahmen z.B. in Querschnittstechnologien, wie Straßenbeleuchtung, Energieeinsatz in Krankenhäusern und Wasserwerken, Unterstützung bei der Entwicklung von Modellprojekten, Förderung von Information und Bildung in allen relevanten Bereichen. Nationale Klimaschutzinitiative: Die erfolgreiche Nationale Klimaschutzinitiative des BMU wird ab 2011 mit zusätzlich 200 Mio. € pro Jahr ausgestattet. Die Maßnahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative werden in Abstimmung mit dem BMWi festgelegt.

1.2.4.2.3 Kernenergie und fossile Kraftwerke Derzeit sichern die fossilen Energieträger, insbesondere die Kohle zusammen mit der Kernenergie den Großteil der Stromerzeugung in Deutschland. Der notwendige Umbau der Stromversorgung hin zum erneuerbaren Zeitalter mit der Perspektive 2050 wird diesen traditionellen Energiemix deutlich verändern. Im Hinblick auf den Ausbau der erneuerbaren Energien brauchen wir einen deutlich flexibleren Kraftwerkspark.

Das Strommarktdesign der Zukunft, also das Zusammenspiel zwischen einem wachsenden Anteil der erneuerbaren Energien, der neuen Rolle konventioneller Energieträger, den Regel- und Ausgleichsenergiemärkten sowie der Einbindung in den europäischen und außereuropäischen Verbund, muss im Kern marktwirtschaftlich ausgerichtet sein.

Kernenergie als Brückentechnologie

- Atomausstieg: Die acht nach der Fukushima-Katastrophe im März bereits stillgelegten Atomkraftwerke gehen nicht wieder ans Netz, das gilt auch für das neuere AKW Krümmel. Bis September 2011 soll die Bundesnetzagentur entscheiden, ob ein Meiler davon für den Fall von Stromengpässen bis 2013 in Bereitschaft bleibt. Die Reihenfolge der Abschaltungen der neun verbleibenden AKW: 2015 Grafenrheinfeld; 2017 Gundremmingen B; 2019 Philippsburg II; 2021 Grohnde, Brokdorf und Gundremmingen C; 2022 Isar II, Neckarwestheim II und Emsland.

- Atommüll-Endlager: Das mögliche Endlager für hochradioaktiven Atommüll in Gorleben soll weiter erkundet werden. Darüber hinaus soll bis Ende des Jahres ein neues Verfahren verankert werden, das auch die Suche nach Endlagern in allen anderen Bundesländern ermöglichen könnte.

- Atomsteuer: Die Steuer auf neue Brennelemente bleibt bis 2016. Sie bringt allerdings bei neun AKW nur noch 1,3 statt 2,3 Milliarden Euro jährlich. Pro AKW und Jahr müssen die Betreiber etwa 150 Millionen Euro zahlen.)

Weiterentwicklung zu einem flexiblen Kraftwerkspark: Für ein hohes Maß an Versorgungssicherheit sind ausreichende Investitionen in die Reserve- und Ausgleichskapazitäten, insbesondere in flexible Kohle- und Gaskraftwerke, aber auch im Bereich der erneuerbaren Energien notwendig. Die kommunalen Unternehmen in

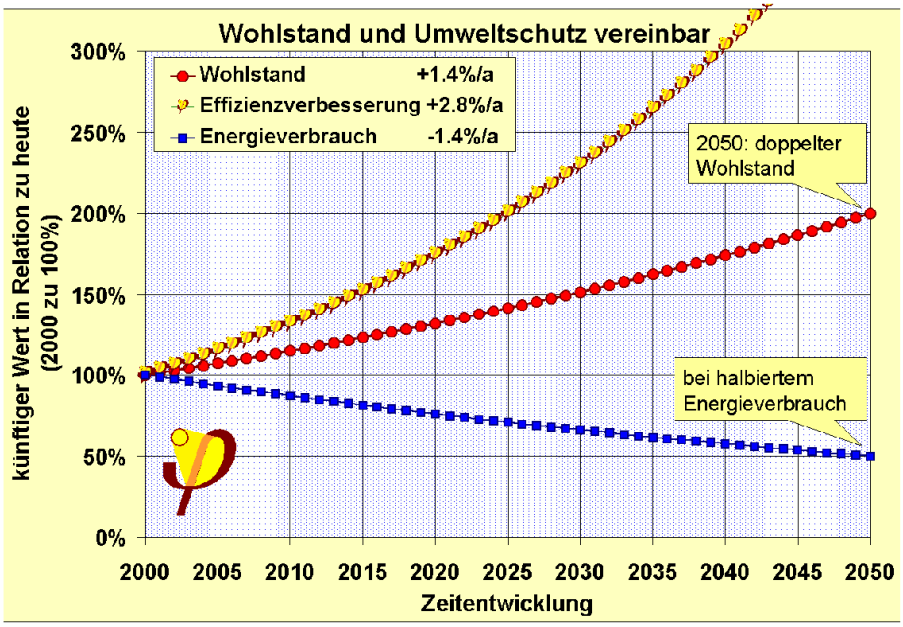


Abbildung 1.15: Gelingt es, eine Effizienzsteigerung von + 2,8% im Jahr aufrecht zu erhalten, kann die Energiedienstleistung in 50 Jahren verdoppelt werden, wobei zugleich der Energieverbrauch halbiert wird (IG Passivhaus).

Deutschland investieren schon heute in erheblichem Ausmaß in die Nutzung erneuerbarer Energien und in neue hocheffiziente Kraftwerke. Um den ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien durch hoch effiziente und flexibel einsetzbare fossile Kraftwerke zu flankieren, wird die Bundesregierung den Neubau solcher Kraftwerke, die CCS-fähig sind, fördern. Mit einem Beschleunigungsprogramm für den Kraftwerksneubau sollen Kapazitäten von bis zu zehn Gigawatt gebaut werden, um den Kernenergiewegfall aufzufangen. Das entspricht der Leistung von etwa zehn Atomkraftwerken.

Bedeutung von CCS: Für das Ziel einer Minderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 80 % bis 2050 soll die Abscheidung und Speicherung von CO_2 (CCS) als Option erprobt werden. Dies ist vor allem für energieintensive Industriezweige mit hohen prozessbedingten CO_2-Emissionen (z. B. Stahl, Kalk, Zement, Chemische Industrie, Raffinerien) sowie für fossile Kraftwerke langfristig von Bedeutung. Viele Staaten werden auch in Zukunft bei ihrer Energieversorgung auf Kohle setzen. Vor diesem Hintergrund bieten sich im Bereich der CCS-Technologie für die deutsche Wirtschaft zukunftsträchtige Exportchancen. Des Weiteren wird die Bundesregierung wird bis 2012 eine fundierte Analyse der Speicherpotentiale in Deutschland vorlegen. Auf dieser Basis wird ein Speicherregister erarbeitet. Darüber hinaus wird der zukünftige Bedarf für alternative bzw. konkurrierende Nutzungen – z.B. CO_2-Speicher, Erdgasspeicher, Geothermie, Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher, Abfälle – wissenschaftlich untersucht, um eine fundierte energiepolitische Gesamtplanung zu ermöglichen.

Darüber hinaus wird die Bundesregierung gemeinsam mit der Industrie die Nutzung von CO2 als Rohstoff, möglichst in Verbindung mit erneuerbaren Energien (z. B. synthetisches Methan, Algenreaktoren) untersuchen. Hierzu werden in 2011 Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen eingeleitet.

Auslaufen der Steinkohleförderung: Die subventionierte Förderung heimischer Steinkohle wird in Übereinstimmung mit den nationalen und europäischen Regelungen beendet.

1.2.4.2.4 Leistungsfähige Netzinfrastruktur für Strom und Integration erneuerbarer Energien Der kontinuierliche Ausbau der Erneuerbaren erfordert die ständige Optimierung des Zusammenspiels mit den konventionellen Energien. Dabei spielen die Netzinfrastruktur und Speichertechnologien eine Schlüsselrolle. Zur Integration gehört auch, die Erneuerbaren schrittweise an das Marktgeschehen heranzuführen und zunehmend Anreize zur bedarfsgerechten Stromerzeugung zu schaffen.

Netzausbau Der massive Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich (insbesondere offshore) macht die Planung eines deutschen Overlay-Netzes erforderlich, das in einen europäischen Verbund integriert wird. Besonders dringlich ist der Bau von Nord-Süd Trassen, die den Strom aus den Windparks im Norden in die Verbrauchszentren im Westen und Süden leiten. Zudem wird die Bundesregierung ein Konzept für die bundesweite strategische Planung eines Zielnetzes 2050 entwickeln. Die Bundesregierung schafft somit die Rahmenbedingungen für einen zügigen Ausbau der Netzinfrastruktur, der zur Integration

der erneuerbaren Energien erforderlich ist. Der Ausbau der Stromnetze soll beschleunigt werden. Bis 2020 müssen bis zu 4450 Kilometer neue „Stromautobahnen" gebaut werden. Der Bund will die Bau- und Planungszeiten von gut zehn auf vier Jahre verkürzen und die bisherigen Kompetenzen der Länder an sich ziehen.

Intelligente Netze Über nachfrageseitiges Lastmanagement soll sich in Zukunft die Energienachfrage stärker an das Angebot anpassen. Dafür werden moderne, intelligente Netze und geeignete Anreize in den Stromtarifen benötigt. Diese so genannten „Smart Grids" werden zukünftig Stromerzeuger, Speicher, Verbraucher und das Stromnetz mit moderner Informationstechnik steuern. Für den Aufbau intelligenter Stromnetze wird die Bundesregierung die rechtlichen Grundlagen zur Einführung von intelligenten Zählern („Smart Metern") sowie für die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Speichern, Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln schaffen. Lastvariable Tarife müssen ab 2011 angeboten werden. Diese sind so auszugestalten, dass sie von den Stromabnehmern auch angenommen werden.

Ausbau der Speicherkapazitäten Langfristig ist der Ausbau von Speicherkapazitäten wichtig und geboten. Angesichts der deutlich zunehmenden fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind richtungssichere Wege zu beschreiten, um jederzeit die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Daraus ergeben sich vier zentrale Handlungsfelder: Erschließung der verfügbaren deutschen Potentiale für Pumpspeicherkraftwerke, Nutzung ausländischer Pumpspeicher für Deutschland von großer Bedeutung (Norwegen, Alpen), Investitionsanreize für die Erzeugung und Einspeisung von Strom aus Biomasse gezielt zum Ausgleich der Fluktuationen von Wind und Sonne, Erforschung/ Herstellung der Marktreife für neue Speichertechnologien (z. B. Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher und aus Wasserstoff hergestelltes Methan, Batterien für Elektrofahrzeuge)

1.2.4.2.5 Energetische Gebäudesanierung und energieeffizientes Bauen Auf den Gebäudebereich entfallen rund 40 % des deutschen Endenergieverbrauchs und etwa ein Drittel der CO_2-Emissionen. Gleichzeitig sind die Potentiale zur Energie- und CO_2- Einsparung gewaltig. Drei Viertel des Altbaubestandes wurde noch vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 errichtet. Diese Gebäude sind oft gar nicht oder kaum energetisch saniert. Die überwiegende Mehrheit der Heizungssysteme entspricht nicht dem Stand der Technik (Abb. 1.16).

Damit ist die energetische Sanierung des Gebäudebestands der zentrale Schlüssel zur Modernisierung der Energieversorgung und zum Erreichen der Klimaschutz- ziele, mit dem Ziel, bis 2050 nahezu einen klimaneutralen Gebäudebestand zu haben. Dafür ist die Verdopplung der energetischen Sanierungsrate von jährlich etwa 1 % auf 2 % erforderlich. Bis 2020 soll eine Reduzierung des Wärmebedarfs um 20 % erreicht werden und bis 2050 eine Minderung in der Größenordnung von 80 %. Dabei soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmebedarf deutlich erhöht werden.

Die bisherigen Instrumente werden nicht ausreichen, um diese Ziele umzusetzen: Die Energieeinsparverordnung (EnEV) definiert Anforderungen an Neubauten und bei Sanierungen im Bestand. Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zielt ebenfalls auf Neubauten. Diese Instrumente müssen weiterentwickelt werden, um die Sanierungsziele zu erreichen. In Zukunft kommt es darauf an, dass im Interesse der Eigentümer der geforderte Sanierungsbedarf langfristig definiert wird, damit er diesen bei seinen Plänen für Investitionen berücksichtigen kann. Vor diesem Hintergrund wird die Bundesregierung einen langfristigen Sanierungsfahrplan entwickeln.

Kernelemente einer solchen „Modernisierungsoffensive für Gebäude" sind:

- Mit der Novelle der EnEV 2012 wird der Standard „Nullemission" bis 2050 für alle Gebäude auf der Basis von Kennwerten für den Primärenergieverbrauch eingeführt. Der Sanierungsfahrplan beginnt 2020.
- Bei der Sanierung haben die Eigentümer die Wahl zwischen Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Verbesserung der Anlagentechnik oder dem Einsatz erneuerbarer Energien. Sie können auch selbst entscheiden, in welcher zeitlichen Reihenfolge Einzelmaßnahmen durchgeführt werden oder ob einmalig vollständig saniert wird.
- Sofern der Eigentümer die Zielwerte vorzeitig erfüllt oder übererfüllt, erhält er dafür eine staatliche Förderung. In diesem Sinne werden beispielsweise das bewährte CO2-Gebäudesanierungsprogramm deutlich besser ausgestattet und steuerliche Anreize für die Förderung der Sanierung neu eingeführt.
- Für die Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien im Gebäudebestand wird das Marktanreizprogramm zur Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien auf hohem Niveau mit zusätzlichen Mitteln von 200 Mio. € pro Jahr fortgeführt. Steuerliche Anreize für die Sanierung im Gebäudebestand waren in der Vergangenheit besonders wirksam. Die Bundesregierung wird deshalb die Wiedereinführung einer Sonderabschreibung nach dem Muster des alten § 82a Einkommensteuer-Durchführungsverordnung prüfen.
- Darüber hinaus wird die Bundesregierung ein kommunales Förderprogramm „Energetische Städtebausanierung" bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) auflegen. Ziel dieses Programms ist es, unbürokratisch umfassende und lokal angepasste Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien auf kommunaler Ebene anzustoßen und damit vielfältige Synergieeffekte zu nutzen.
- Mit dem Ziel, verstärkt Energieeffizienzpotentiale im Gebäudebereich zu heben, wird die Bundesregierung das Mietrecht ausgewogen novellieren und

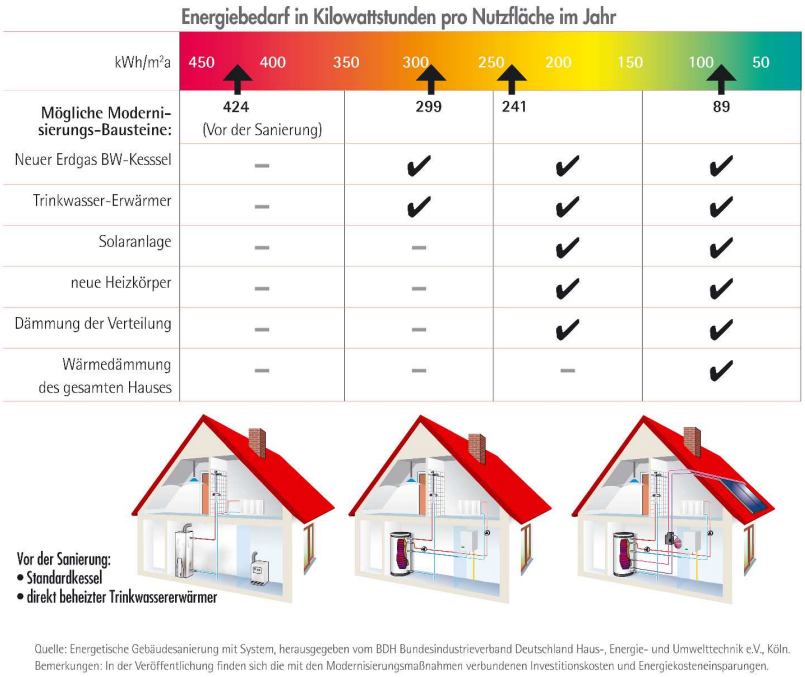


Abbildung 1.16: Der Energiebedarf von Gebäuden in Abhängigkeit von der Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen.

für energetische Sanierungen investitionsfreundlicher gestalten. Um Fehlanreize zu vermeiden, ist dabei auch die Vergleichsmietenregelung zu überprüfen.

- Die Möglichkeiten des Energie-Contracting werden erweitert, damit vor allem auch im Mietwohnungsbereich bestehende Einsparpotentiale effizient realisiert werden können. Die Bundesregierung wird deshalb einen einheitlichen Rahmen für ein Wärmeliefer-Contracting schaffen.

- Die Bundesregierung wird prüfen, ob in dem EE-WärmeG die bestehenden Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energieträger stärker Technologie offen gestaltet werden können.

- Die Energiesteuern im Wärmemarkt werden stärker nach den CO2-Emissionen der fossilen Energieträger ausgerichtet.

- Die Bundesregierung wird für ihre künftigen Neubauten und bei bestehenden Liegenschaften eine Vorbildfunktion bei der Reduzierung des Energieverbrauchs einnehmen.

Die Regierung will das KfW- Förderprogramm mit zinsgünstigen Krediten auf 1,5 Milliarden Euro ab 2012 aufstocken. Zusätzlich sollen Dämmung und energetische Modernisierung der Gebäude steuerlich besser abgeschrieben werden können. Dies kostet den Staat insgesamt weitere rund 1,5 Milliarden Euro. Dem muss der Bundesrat jedoch zustimmen.

1.2.4.2.6 Herausforderung Mobilität Die Strategie zur Elektromobilität wird auf Grundlage der gemeinsamen Erklärung von Industrie und Bundesregierung vom 3. Mai 2010 konsequent weiterverfolgt. Ziel ist, 1 Million Elektrofahrzeuge bis 2020 und etwa 5 Millionen bis 2030 auf die Straße zu bringen. Elektrofahrzeuge reduzieren die Abhängigkeit vom Öl und werden durch die Kopplung der Elektromobilität an erneuerbaren Strom praktisch zu Nullemissionsfahrzeugen. Darüber hinaus sollen sie bei entsprechender technologischer Innovation langfristig als Stromspeicher zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage beitragen, zum Beispiel indem sie in Starkwindzeiten geladen werden.

Im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans werden der Ausbau der Elektromobilität konsequent vorangetrieben und die Voraussetzungen für eine schnelle Marktdurchdringung geschaffen. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellen- Technologie wird fortgeführt.

Die Bundesregierung fördert zudem einen steigenden Anteil von Erdgasfahrzeugen (Abb. 1.17). Sie wird die Anreize zur Verwendung von Biogas u.a. dadurch verstärken, dass bei der Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz die steuerliche Begünstigung erhalten bleibt.

Die Einbeziehung des Flugverkehrs in das europäische Emissionshandelssystem zum Jahr 2012 wird zudem verstärkte Anreize für mehr Energieeffizienz sowie den Einsatz von erneuerbaren Energien (Biokraftstoffe) in diesem Sektor schaffen.

Die Bundesregierung wird prüfen, die LKW-Maut zu erweitern und beispielsweise auf den Bereich von Bundesstraßen auszudehnen. Dies setzt Anreize für einen effizi-

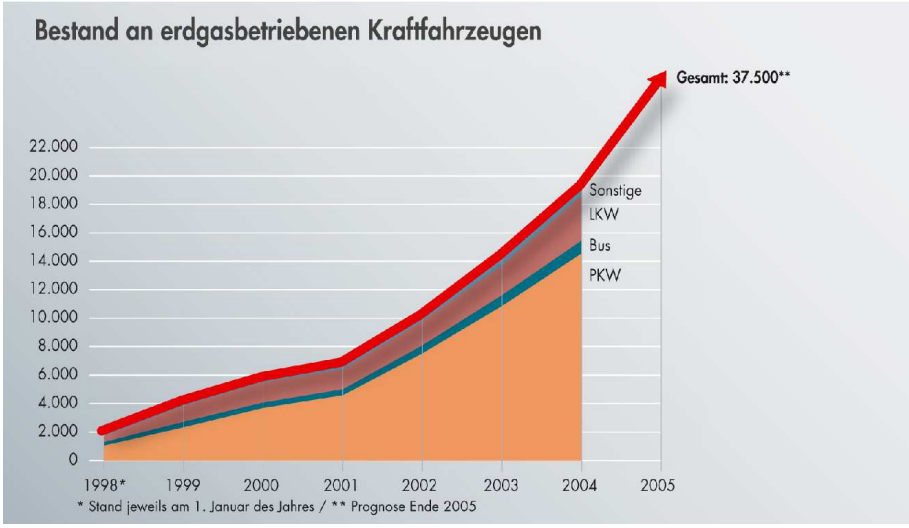


Abbildung 1.17: Die Entwicklung der Erdgas betriebenen Fahrzeuge bis 2005.

enten und umweltverträglichen Güterverkehr.

In diesem Zusammenhang sollen auch die Investitionen in die Schieneninfrastruktur ausgebaut und auf die Knotenpunkte und Engpässe konzentriert werden, die für das Netz von zentraler Bedeutung sind.

Die Bundesregierung wird für alle fossilen Kraftstoffe eine einheitliche Bemessungsgrundlage der Energiesteuer einführen, hierbei auch die jeweiligen Treibhausgasemissionen berücksichtigen und durch eine stärkere Spreizung der emissionsbasierten Kfz-Steuer die Anreize zum umweltfreundlichen Individualverkehr verbessern.

1.2.4.2.7 Energieforschung für Innovationen und neue Technologien Der Übergang in das Zeitalter der erneuerbaren Energien verlangt eine tief greifende Modernisierung der Energiewirtschaft. Zukunftsweisende Innovationen sind entscheidend, um den Strukturwandel hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung voranzutreiben. Neben der Grundlagenforschung geht es vor allem darum, bei erneuerbaren Energien und effizienten Technologien insgesamt durch anwendungsorientierte Forschungsförderung den Weg zur Marktdurchdringung zu ebnen. Ziel ist es, einerseits die Technologien kostengünstiger zu machen, andererseits in die weitere Erforschung und Entwicklung von Technologien zu investieren, die in der Zukunft einen wesentlichen Anteil an der Energieversorgung haben können. Damit wird auch die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands auf wichtigen Zukunftsmärkten gesichert.

Die Bundesregierung wird im Jahr 2011 ein umfassendes Energie- Forschungsprogramm für die Zeit bis 2020 und in Eckpunkten darüber hinaus, vorlegen. Schwerpunkte des Energieforschungsprogramms werden sein: Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Energiespeichertechnologien und Netztechnik, Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung. In einem ersten Schritt wird die Bundesregierung eine gemeinsame Förderinitiative „Netze und Energiespeicher" und eine gemeinsame Förderinitiative „Solares Bauen" entwickeln und umsetzen.

Das Budget des Bundes für die Energieforschung wird um 300 Mio. € pro Jahr erhöht und die Förderpolitik in den zentralen Schlüsselbereichen deutlich verstärkt.

1.2.4.2.8 Energieversorgung im europäischen und internationalen Kontext Der Übergang zu einer modernen, CO_2-armen und sicheren Energieversorgung lässt sich nur gemeinsam im europäischen und internationalen Kontext lösen. Schrittweise müssen internationale Klimaschutzvereinbarungen erreicht werden, damit der globale Klimaschutz wirksam wird und Wettbewerbsverzerrungen für die Länder vermieden werden, die im Klimaschutz eine Vorreiterrolle haben.

Für deutsche Unternehmen können sich aber auch ohne internationale Verpflichtungen aus höherer Effizienz und einem technologischen Vorsprung Wettbewerbsvorteile ergeben. Allerdings zeigen sich hier Grenzen, etwa bei Anforderungen an energieintensive Branchen, die in einem besonders intensiven internationalen Wettbewerb stehen.

Mit der Novelle des EnWG werden 2011 die Vorschriften des Dritten EU-Binnenmarktpakets umgesetzt. Damit werden die Wettbewerbsbedingungen auf dem deutschen Strommarkt und die Integration der nationalen Märkte weiter verbessert und die Liberalisierung des Binnenmarkts forciert. Die Integration der Strom- und Gasmärkte in der EU ist ein wichtiger Erfolgsfaktor, um Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit in Deutschland und der EU langfristig zu gewährleisten.

Der Emissionshandel ist das vorrangige Klimaschutzinstrument. Durch die Festlegungen des Klima- und Energiepakets der EU wird er ab 2013 zum europaweiten Mechanismus weiterentwickelt, d.h. er basiert auf einer europäischen Emissionsobergrenze (Cap), europaweiten Allokationsregelungen und der zunehmenden Versteigerung der Zertifikate. Ab 2013 werden die Mehrerlöse aus der Versteigerung der Emissionszertifikate für die Finanzierung von Maßnahmen in den Bereichen der erneuerbaren Ener-

gien, der Energieeffizienz, der Forschung in diesen Bereichen, des nationalen Klimaschutzes sowie internationalem Klima- und Umweltschutz eingesetzt.

Ab 2012 fließen sämtliche Einnahmen aus dem Verkauf von CO_2-Zertifikaten in den dafür eingerichteten Fonds. Die Regierung rechnet nach Ausweitung des Handels mit Verschmutzungsrechten ab 2013 im Schnitt mit jährlich rund drei Milliarden Euro. Ab übernächstem Jahr sollen Zuschüsse in Höhe von bis zu 500 Millionen Euro jährlich an stromintensive Unternehmen zur Abfederung der Folgen durch die Energiewende gezahlt werden.

Ambitionierte Regelungen zur Einsparung von Energie sind zentral, um die EU zum innovativsten und effizientesten Wirtschaftsraum weltweit zu entwickeln. Die Festlegungen in der EU-2020-Strategie, bis 2020 die Energieeffizienz um 20 % zu steigern, werden durch die Bundesregierung unterstützt. Der Import von Solarstrom aus Nordafrika kann bis 2050 einen Beitrag für die zukünftige Energieversorgung in Europa leisten

1.2.4.2.9 Transparenz und Akzeptanz Der Umbau zu einer nachhaltigen Energieversorgung sowie die dafür erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen, z. B. der notwendige Ausbau der Stromnetze, können nur gelingen, wenn die künftige Energiepolitik für die Bürgerinnen und Bürger verständlich und nachvollziehbar ist (Abb. 1.18). Für diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe sind Wirtschaft und Politik gleichermaßen gefordert.

Im einem Dialogforum für eine „nachhaltige Energieversorgung" soll ein offener Dialog über die die Bürgerinnen und Bürger interessierenden Fragen geführt werden, beispielsweise über Chancen und Risiken neuer Technologien, Wege für eine umweltschonende Energieversorgung, Vorgehensweisen zum Ausbau der Strom- und Gasnetze, Strategien zum Ausbau der erneuerbaren Energien, die Notwendigkeit neuer Kraftwerke oder die Zusammensetzung des Energiemix.

Trotz der kontroversen Debatten um energiepolitische Themen wird die Bundesregierung mit den Wirtschafts- und Umweltverbänden und mit allen interessierten gesellschaftlichen Gruppen nach Wegen suchen, wie der energiepolitische Konsens über die zukünftige Energiepolitik verbreitert werden kann.

1.2.4.3 Bausteine für eine nachhaltiges nationales Energiekonzept 2050: Energieeffizienz und 100% Erneuerbare Energien

*Anmerkung:*Der folgende Text ist ein bearbeiteter, auf die Belange des Integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Hansestadt Stendal abgestimmter Auszug aus dem Energiekonzept 2050 des Forschungsverbundes Erneuerbare Energien (FVEE), erstellt von dessen Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050" (2010) als Beitrag für das Energiekonzept der Bundesregierung. Beteiligte: Fraunhofer IBP, Fraunhofer ISE, Fraunhofer IWES; ISHF, IZES g GmbH, ZAE Bayern und ZSW.

1.2.4.3.1 Voraussetzungen und Überblick

- Optionenvielfalt als Garant für Versorgungszuverlässigkeit: Die Palette der erneuerbaren Energien, deren Potenziale sehr viel höher sind als der Gesamtenergiebedarf, gewährleistet auch bei geringerem Beitrag oder zeitlichem Ausfall einer Technologie die Bereitstellung von Alternativen, so dass in jedem Fall eine zuverlässige, sichere, kostengünstige und robuste 100 %-Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien sichergestellt ist.
- Energieeffizienz prioritär: Die Erhöhung der Energieeffizienz muss als strategische Aufgabe höchster Priorität behandelt werden: erforderlich ist ein durchgreifender Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), um die Energienutzungseffizienz der erneuerbaren Energie- Konversionstechniken zu erhöhen. Die energetische Sanierung des heutigen Gebäudebestandes muss bis 2050 im Wesentlichen abgeschlossen sein.
- Strom als Hauptstandbein: Die Stromgewinnung und -nutzung aus erneuerbaren Energien hat in der Energieversorgung 2050 eine dominante Stellung erreicht.
- Chemische Energieträger: Erneuerbarer Strom wird somit zur Primärenergie, aus dem auch chemische Energieträger (Wasserstoff, Methan) gewonnen werden, die besonders für eine Langzeitspeicherung erneuerbarer Energien und für den Verkehrssektor notwendig sind. Die Herstellung von „erneuerbarem Methan" bedeutet einen Paradigmenwechsel für die Energiespeicherung.
- Regeneratives Kombikraftwerk: Das Prinzip „Regeneratives Kombikraftwerk" wird in einem systemisch-technischen Zusammenspiel der erneuerbaren Energien und der Energiespeicherung auf ganz Deutschland ausgedehnt. Europäischer Stromverbund: Der verlustarme Stromtransport über weite Strecken und der Energieausgleich auf europäischer Ebene spielen für die Nutzung der fluktuierenden Energiequellen eine Schlüsselrolle.
- Rolle der Biomasse: Biomasse wird als eine beschränkte Ressource behandelt. Energiepflanzen werden mittel- bis langfristig vor allem zur Herstellung von Synthesekraftstoffen wie Kerosin für Flugzeuge und Schiffe sowie zur Produktion von Rohstoffen für die chemische Industrie verwendet werden. Die energetische Verwertung von Biomasse-Reststoffen wird ausbebaut.
- Solare Wärme: Solarthermische Kollektoren leisten einen wichtigen Beitrag zur Trinkwassererwärmung, Raumheizung, Prozesswärme- und Kälteversorgung in einzelnen Gebäuden und für die Nah-/Fernwärme- und -kältesysteme.
- Hoher Nutzen bei ungefähr gleichbleibenden Kosten: Das Energiesystem 2050 wird volkswirtschaftlich bei optimaler Auslegung nicht teurer als das



Abbildung 1.18: Akzeptanz der Erneuerbaren Energien bei den Bürgern in Deutschland.

gegenwärtige. Dies ermöglicht sich aus der Verbindung der im Folgenden beschriebenen technologischen Komponenten mit ihren jeweiligen Lern- und Erfahrungseffekten.

1.2.4.3.2 Die technologischen Komponenten des Energiesystems 2050 / ihre Energiepotenziale

Energieeffizienztechnologien Der Steigerung der Energieeffizienz bei der Primärenergienutzung kommt eine entscheidende Rolle zu, weil auf diese Weise der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden kann, ohne industrielle Aktivitäten zu reduzieren oder auf Komfort etwa im Wohnbereich verzichten zu müssen (z. B. Wärmepumpen in Verbindung mit erneuerbarem Strom; Elektromobilität als effiziente und emissionsfreie Alternative für den Individualverkehr). Auch wenn die technischen Energiepotenziale der erneuerbaren Energien ein Vielfaches des Energiebedarfs betragen und daher ein sparsamer Verbrauch nicht erforderlich zu sein scheint, sind doch die Konversionstechnologien mit erheblichen Kosten verbunden (z. B. im Gebäudebereich).

Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien Dem heutigen Primärenergiebedarf stehen mit den erneuerbaren Energien auch in Deutschland ausreichende Potenziale gegenüber (Abb. 1.19). Rein mengenmäßig könnten Sonne und Wind den Bedarf sogar jeweils allen decken, sie fluktuieren aber lokal teilweise stark und stehen geographisch nicht überall ausreichend zur Verfügung.

Aufgabe ist die technische und ökonomische Wegbereitung zur Erschließung aller erneuerbaren Energiequellen, vor allem mit dem Ziel der Kostensenkung, sowie deren Integration in die Energieversorgungsstrukturen und die Transformation der Energiesysteme. Ein robustes Energiesystem 2050 soll eine weitgehende Deckungsfähigkeit der einzelnen erneuerbaren Energiepotenziale untereinander gewährleisten. Daher ist es erforderlich, dass die Summe der einzelnen Anteile des erneuerbaren Energiemix mehr als 100 % beträgt.

Energiespeichertechnologien Während fossile und nukleare Energien in gespeicherter Form vorliegen und somit im Rahmen der bereitgestellten Kapazitäten jederzeit zeitlich flexibel zur Deckung des schwankenden Energiebedarfs zur Verfügung stehen, ist ein erneuerbares Energiesystem (bis auf Biomasse und Geothermie) weitgehend von den meteorologischen und geografischen Gegebenheiten abhängig.

Ein weiträumiger Ausgleich von erneuerbarer Energieerzeugung durch eine Vernetzung verstetigt das Angebot an erneuerbarer Energie und durch Lastmanagement können die Zeiten des Energiebedarfs mit den Zeiten des Energieangebots überein gebracht werden. Jedoch besteht beispielsweise im Stromsektor selbst bei idealem Ausgleich durch Stromübertragung in ganz Europa und durch Lastmanagement noch ein erheblicher Restbedarf an Speichern

Speichertechnologien für Strom Der Bedarf an Stromspeichern für eine 100 % erneuerbare Energieversorgung liegt deutlich über der heute verfügbaren Speicherkapazität. In Deutschland kann es in den Wintermonaten zu Zeiten mit sehr geringem Angebot an erneuerbaren Energien kommen (wenig Solarenergie, Windflauten durch ein europaweites sibirisches Hoch).

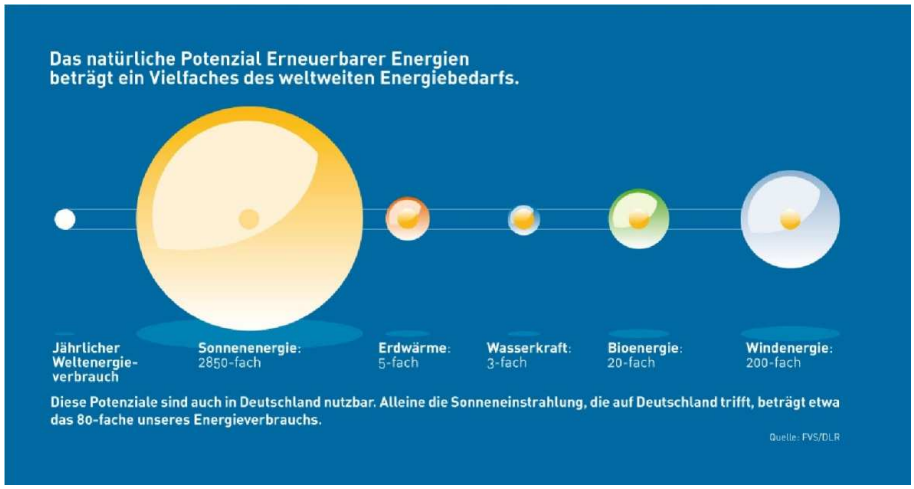


Abbildung 1.19: Deckung des weltweiten Energiebedarfes aus natürlichen Quellen um ein Vielfaches.

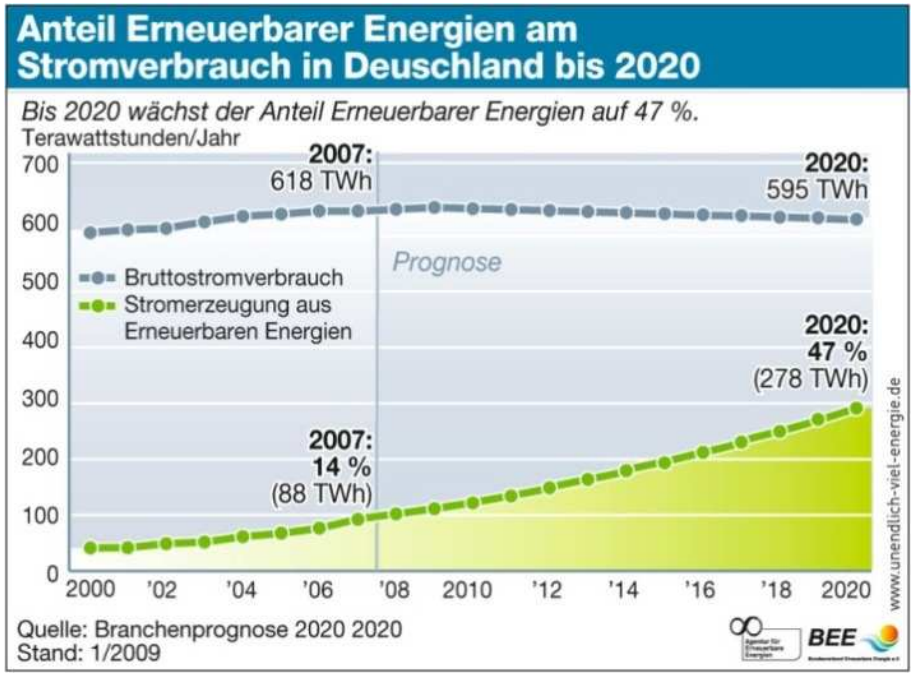


Abbildung 1.20: Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 2020.

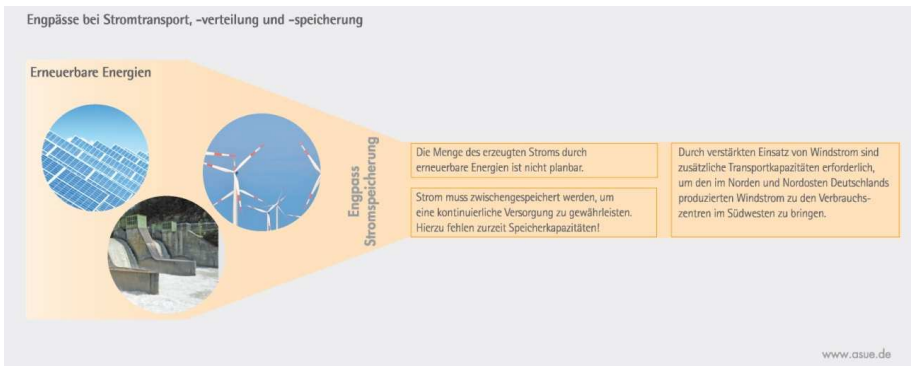


Abbildung 1.21: Engpässe bei Transport, Verteilung und Speicherung von Strom aus Erneuerbaren Energien.

Auch die Elektromobilität übernimmt in einem 100%-Erneuerbare-Szenario eine Speicherfunktion, aber sie kann den Bedarf selbst theoretisch nur zu einem kleinen Teil erbringen: Würden alle 45 Mio. PKW über eine nutzbare Speicherleistung von 10 kWh verfügen, stünden dennoch nur 0,45 TWh zu Verfügung.

Die einzigen vorhandenen Speicher in der notwendigen Größenordnung sind Erdgasspeicher mit einer bestehenden thermischen Kapazität von 217 TWh (Untertage-Gasspeicher) und einem geplanten Ausbau um 79 TWh in den nächsten Jahren. Diese Technik der Langzeitspeicherung ist erprobt, sicher und bewährt und kann für chemische Energieträger aus erneuerbarem Strom auf zwei Arten verwendet werden: entweder direkt durch die Speicherung von Erdgas-Substitut in Form von erneuerbarem Methan oder durch Anpassung der Infrastruktur mit Wasserstoff oder einer Mischung (Hythane).

Elektrochemische Energiespeicher: Elektrochemische Energiespeicher erhalten eine zunehmende Bedeutung bei der Nutzung regenerativer Energiequellen, da sie aufgrund ihres hohen Energiewirkungsgrades optimal zur Pufferung von fluktuierenden regenerativen Stromquellen wie Photovoltaik oder Windenergie geeignet sind. Sie fangen Spannungsschwankungen ab, glätten Lastgang- und Bedarfsprofile, erlauben die Nutzung kabelloser oder netzunabhängiger Bauelemente und erlauben Mobilität auf der Basis elektrischer Energie. In diesem Zusammenhang können zukünftig stationäre Großbatterien wie zum Beispiel Redox-Flow-Batterien eine bedeutende Rolle einnehmen.

Chemische Energiespeicher Für die Überbrückung längerer Phasen mit zu hohem oder zu geringem Angebot an Wind- bzw. Solarenergie sind Langzeitspeicher mit chemischen Energieträgern wie Wasserstoff oder Methan erforderlich.

Wasserstoff: Für die Speicherung von großen Überschüssen sind Technologien zur Langzeitspeicherung (mehrere Tage bis Wochen) erforderlich. Großmaßstäblich wird die elektrische Pufferung über die Elektrolyse und Wasserstoffspeicherung in Kavernen mit einer nachgeschalteten Verstromung in Gasturbinen entwickelt. Durch die Elektrolyse kann „überschüssiger" Strom aus erneuerbaren Energien als chemische Energie gespeichert werden. Zentraler Punkt einer Wasserstoffwirtschaft ist die ökologisch und wirtschaftlich vertretbare -Erzeugung des Wasserstoffs mit Hilfe verschiedener Verfahren:

- Elektrolyse aus erneuerbarem Strom
- thermische Wasserspaltung
- Reformierung von Kohlenwasserstoffen (erneuerbares Methan)

Erneuerbarer Strom kann in transportablen chemischen Energieträgern gespeichert werden, um ihn zeitlich oder räumlich versetzt zu nutzen. Der hergestellte und gespeicherte Wasserstoff kann so zur netzunterstützenden Rückverstromung eingesetzt werden sowie als Kraftstoff für den mobilen Sektor. Für die gesamte Verfahrenskette (Herstellung, Speicherung und Rückverstromung) werden Wirkungsgrade von bis zu 45% angegeben.

Wasserstoff kann als sauberer Energieträger in Zukunft eine wichtige Rolle für die Kraftstoff und Energieversorgung übernehmen, weil er sehr vielfältig einsetzbar ist und Vorteile bietet: Wasserstoff kann in Brennstoffzellen, Gasturbinen (Erzeugung elektrischer Energie), Verbrennungsmotoren (Erzeugung mechanischer Energie) oder katalytischen Brennern (Wärmeerzeugung) genutzt werden und er ist nicht zuletzt ein Zwischenprodukt zur Erzeugung erneuerbaren Methans oder anderer Kohlenwasserstoffe.

Erneuerbares Methan: Das Energiekonzept 2050 sieht neben der direkten Wasserstofferzeugung und -verwendung in der Herstellung von erneuerbarem Methan ein besonders interessantes Verfahren zur Speicherung größerer Mengen erneuerbarer Energien (Abb. 1.22). Der Vorteil gegenüber einer Wasserstoff-Welt liegt darin, dass die bestehende Erdgas Infrastruktur einschließlich der Kraftwerke, der Gasnetze und auch der Erdgasspeicher dafür genutzt werden kann.

Über die Reaktion des Wasserstoffs mit CO_2 lässt sich über den sog. Sabatier-Prozess direkt Methan herstellen, das über bestehende Erdgasnetzte und -speicher den Stromerzeugern zugeführt werden kann. Der energetische Wirkungsgrad beläuft sich hierbei auf > 60 % (kWErn.Methan/kWStrom). Zusätzliche Attraktivität gewinnt dieses, bisher in einer 30 kW-Technologie demonstrierte Verfahren durch Verwendung von CO_2 als Rohstoff. So ist bei Kraftwerken, Biogasanlagen, der Synthesegasherstellung oder auch bei der Zementherstellung durch die Kopplung mit der Methanherstellung die CO_2-Bilanz neutral.

Das vorhandene Erdgasnetz bildet einen virtuellen saisonalen Speicher sowohl für die Wärme- als auch für die Stromerzeugung und für die Versorgung des Verkehrssektors mit regenerativem Kraftstoff: Während sich die Speicherkapazität des Stromnetzes heute auf nur ca. 0,04 TWh beläuft – mit einer Speicherreichweite von unter einer Stunde –, beträgt die Speicherkapazität des heute schon vorhandenen Gasnetzes in Deutschland über 200 TWh mit Speicherreichweiten im Bereich von Monaten.

Thermische Energiespeicher Bei der Integration erneuerbarer Energiequellen mit fluktuierendem Angebot sollen die Energiespeicher helfen, Energie gleichmäßig bereit zu stellen. Die möglichen Einsatzbereich thermischer Energiespeicher reichen von der saisonalen Speicherung in der Solarthermie bis zu Hochtemperaturspeichern bei der solarthermischen Elektrizitätserzeugung (Concentrated Solar Power). Selbst erneuerbar erzeugte Elektrizität kann, wenn kurzzeitig nicht ins Netz einspeisbar, nach der Umwandlung in Wärme oder Kälte kostengünstig und effizient gespeichert werden.

Einen großen Beitrag zur Steigerung der Energienutzungseffizienz kann die Nutzung der Wärme bei der KWK und insbesondere bei der Abwärme erwartet werden. Durch den Einsatz thermischer Energiespeicher können

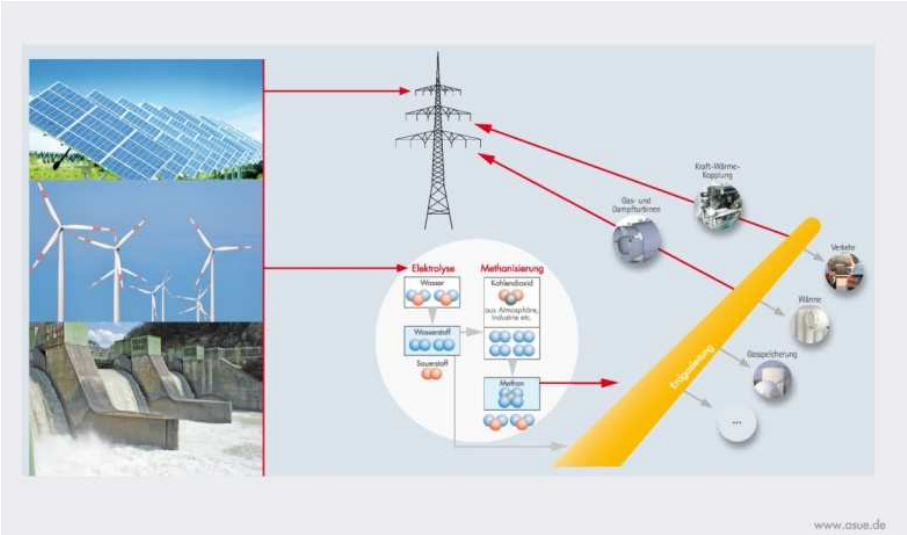


Abbildung 1.22: Wandlung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien in regeneratives Methan und dessen Nutzung über das Erdgasnetz.

in industriellen Bereichen mit hohem Energieverbrauch, z. B. in Gießereien, Zementwerken oder bei der Glasherstellung, große Wärmemengen zum Teil wieder nutzbar gemacht werden, in Form von Prozesswärme oder für Nahwärmenetze zur Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung. Solarthermische Wärme kann sowohl für Kraft-werke bei Temperaturen über 400 °C als auch für die häusliche Warmwasserbereitung dezentral gespeichert und zum gegebenen Zeitpunkt abgegeben werden. Grundsätzlich kann thermische Energie in Form von sensibler oder latenter Wärme oder in thermochemischen Prozessen gespeichert werden:

- Sensible Speicherung sensibler thermischer Energie: Kleinere Speicher werden als Pufferspeicher in thermischen Solaranlagen (Warmwasserbereitung) für eine Speicherung über Tage oder Wochen eingesetzt. Große Wasserspeicher (bis zu mehreren tausend m3) werden zur saisonalen Speicherung solarer Wärme zum Heizen im Gebäudebereich meist in Verbindung mit einem Nahwärmenetz gebaut. Mit großen saisonalen Wärmespeichern kann in Deutschland etwa die Hälfte des Gesamtwärmebedarfs von größeren Gebäudeeinheiten solar gedeckt werden. Wärme und Kälte werden auch im Erdreich gespeichert. Hier kann beispielsweise thermische Energie mit einem Temperaturniveau von ca. 10 °C im Winter von einer Wärmepumpe genutzt und im Sommer direkt zur Gebäudekühlung eingesetzt werden.
- Latentwärmespeicher: Latentwärmespeicher nutzen zusätzlich zur Temperaturerhöhung (oder -absenkung) einen Phasenwechsel des Speichermediums (Phase Change Materials = PCM). Dadurch kann bei kleineren Temperaturunterschieden deutlich mehr thermische Energie gespeichert werden. Dies ist vor allem bei der Kältespeicherung von Vorteil. In die Gebäudestruktur integrierte PCM können z. B. mit Schmelztemperaturen um 25° die Raumtemperatur bei komfortablen Werten halten: Bei Umgebungstemperaturen über 25° nehmen diese Materialien die überschüssige Energie auf und schützen so vor Überhitzung, bei niedriger Umgebungstemperatur geben sie die gespeicherte Energie wieder ab. PCM stehen mit verschiedenen Schmelztemperaturen zur Verfügung. Momentan wird verstärkt an neuen Materialien mit hohen Speicherkapazitäten und günstigen ökonomischen Randbedingungen geforscht. Bei Kraft-Wärme-Kältekopplungsanlagen ermöglichen Latentwärmespeicher einen stromgeführten Betrieb. Die hohe spezifische Speicherkapazität trägt zu einer kompakten Speichergeometrie bei. Auch die Nutzung industrieller Abwärme hoher Temperaturen kann durch Latentwärmespeicher erfolgen bzw. erleichtert werden.
- Thermochemische Speicherprozesse: Zur Speicherung thermischer Energie können auch reversible chemische Reaktionen genutzt werden. Solche Systeme verfügen über hohe Energiespeicherdichten, die bis zum Faktor 10 höher liegen als in Wasser. Sie sind in der Lage, die Temperaturniveaus beim Laden und Entladen den aktuellen Bedürfnissen anzupassen. Am meisten untersucht sind Ad- und Absorptionsprozesse. Hierbei wird in der Regel Wasserdampf an festen, mikroporösen Adsorbentien (z. B. Zeolith oder Silicagel) oder an wässrigen Salzlösungen (z. B. Lithiumchlorid) sorbiert. Dabei wird Wärme freigesetzt. Zum Laden des Speichers muss durch Wärme der Wasserdampf wieder desorbiert werden. Offene Sorptionsspeicher werden für ihren Einsatz bei der Nutzung industrieller Abwärme untersucht. Vor allem im Bereich industrieller Trocknungsprozesse können hier effiziente und wirtschaftlich interessante Systeme entstehen. Neben der Speicherung bieten

offene Sorptionsspeicher auch die Möglichkeit, Wärme in Kälte zu transformieren, was z. B. für die solare Gebäudeklimatisierung genutzt wird.

- Notwendige Speicher bei stromgeführtem KWK-Betrieb: Speicher für hohe Temperaturen für kleine Kraft-Wärme-Kältekopplungsanlagen, ermöglichen einen stromgeführten Betrieb, wobei die anfallende Wärme gegebenenfalls bis zu einigen Tagen gespeichert werden kann. Dies ist auch für eine bessere Nutzung industrieller Prozesswärme interessant.

Übertragungs- und Verteilungsnetze Multi-Terminal-HGÜ-Leitungen ermöglichen die Integration erneuerbar hergestellten Stroms aus Wüstenregionen (solarthermische Kraftwerke wie im DESERTEC-Projekt und Photovoltaik) und Stroms aus europäischen On- und Offshore-Windparks im Verbund mit skandinavischen Pump- und Schwallwasserkraftwerken in ein europäisches Superstromnetz. HGÜ-Leitungen weisen keine elektromagnetischen Felder auf und können daher Strom weitgehend verlustfrei über große Entfernungen transportieren. Sie eigenen sich auch für die unterirdische Verlegung, was optische Beeinträchtigung vermeidet und die Akzeptanz erhöht.

Übertragungs- und Verteilungsnetze stehen sowohl von der Nutzung des energetischen Erzeugungspotenzials her als auch aus ökonomischen Überlegungen in Wechselwirkung und erhöhen die Versorgungssicherheit. Je mehr die Kosten für erneuerbare Energietechnologien und smart grids in Deutschland sinken, desto wirtschaftlicher wird der Einsatz dezentraler Energieerzeugungs- und Verteiltechnologien vor Ort. Stromimporte aus Südeuropa, Afrika und Norwegen sind dann nicht unbedingt kostengünstiger, sondern bieten vor allem ein zusätzliches energetisches und technisches Potenzial.

Die Leistungselektronik spielt eine zentrale Rolle bei der Netzregelung, da die rotierenden Generatoren aus Kohle- und Kernkraftwerken entfallen und die Wechselrichter in Wind- und PV-Kraftwerken die Netzbildung übernehmen. Sie regeln die Spannung und Frequenz des Netzes durch die geregelte Bereitstellung von Wirk- und Blindleistung. Im Falle eines Netzfehlers liefern sie große Kurzschlussströme zur Auslösung von Sicherheitsorganen und beteiligen sich aktiv am Wiederaufbau des Netzes.

Dezentrale und zentrale Strom- und Gasverteilnetze Das Netzkonzept für den Zeitraum bis 2015 zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Überwinden von Systemgrenzen: Die verschiedenen Methoden der Methan-Herstellung aus erneuerbaren Energien und die Nutzungsoptionen in unterschiedlichen Verbrauchsektoren bieten die Chance für ein Zusammenwachsen der Energiesektoren Stromnetz, Gasnetz und Mobilität. Strom und erneuerbares Methangas sind bidirektional ineinander umwandelbar und verfügen schon heute über eine gut ausgebaute Infrastruktur mit saisonaler Gasspeicherkapazität. Zudem lässt sich aus beiden Energieträgern dezentral Wasserstoff erzeugen ohne auf ein großflächiges H2-Verteilsystem mit hohen Infrastrukturkosten angewiesen zu sein.

- Speicherung und Verteilung von temporären Überangeboten: Durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien werden zukünftig immer häufiger hohe Wind- und Solarkraftleistungen zur Verfügung stehen, die nicht vollständig vom Stromnetz, dafür aber in Form von erneuerbarem Wasserstoff oder Methan in entsprechenden Verteilnetzen aufgenommen werden können.

- Erdgasverteilnetz: In der vorhandenen Erdgas-Infrastruktur (Abb. 1.23) wird der erneuerbar hergestellte, chemische Energieträger Methan effizient gespeichert, verteilt und zur bedarfsgerechten Nutzung bereitgestellt (Abb. 1.24). Etwa 50 - 60 % des Stromes können in Methan gewandelt werden, das in bestehen-den Gas- und Dampf-Kraftwerken (GuD) oder dezentralen Blockheizkraftwerken (BHKW) wieder zu Strom und Wärme gewandelt werden kann.

- Stabilisierung des Stromnetzes: Durch das Konzept „Wind-/ Solarenergie-zu-erneuerbarem-Energiegas" kann positive und negative Regelenergie bereitgestellt werden: Bei Stromüberschuss wird erneuerbares Methan produziert (negative Regelenergie), bei Strombedarf wird das erneuerbare Methan rückverstromt (positive Regelenergie).

Dieses Konzept könnte auch auf Wasserstoffbasis realisiert werden, allerdings wäre dafür eine neue Infrastruktur zu installieren. Dezentrale Wärmenetze:

Trotz des abnehmenden flächenbezogenen Wärmebedarfs in Gebäuden können in verdichteten Räumen Wärmenetze ausgebaut werden, um auch dort einen hohen Anteil erneuerbarer Wärme, sowie den Ausbau der KWK zu ermöglichen. In Skandinavien werden Wärmenetze mit niedrigen Netztemperaturen in mittleren und größeren Städten als zentrale Wärmeversorgungstruktur genutzt. Dadurch ergeben sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung und der Einspeisung von Wärme aus erneuerbaren Energien, insbesondere Solarthermie, sowie Abwärme aus der Industrie. Die Installation von Wärmenetzen bietet einen neuen Freiheitsgrad im zeitlichen und räumlichen Management von Wärmeströmen und damit auch dem Betrieb von Anlagen der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme. In Verbindung mit zukünftigen mit Niedertemperaturwärme angetriebenen thermisch angetriebenen Kältemaschinen kann Wärme auch zur Klimatisierung verwendet werden und somit den Strombedarf reduzieren.

Komponenten für solares, energieeffizientes Bauen Die einzelnen technologischen Komponenten, die für die Funktionsweise des Energieversorgungssystems 2050

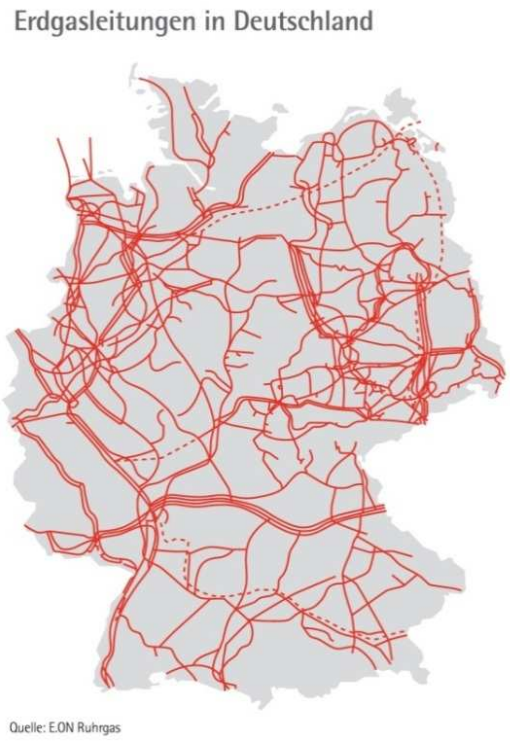


Abbildung 1.23: Die Verteilung des Erdgasnetzes in Deutschland.

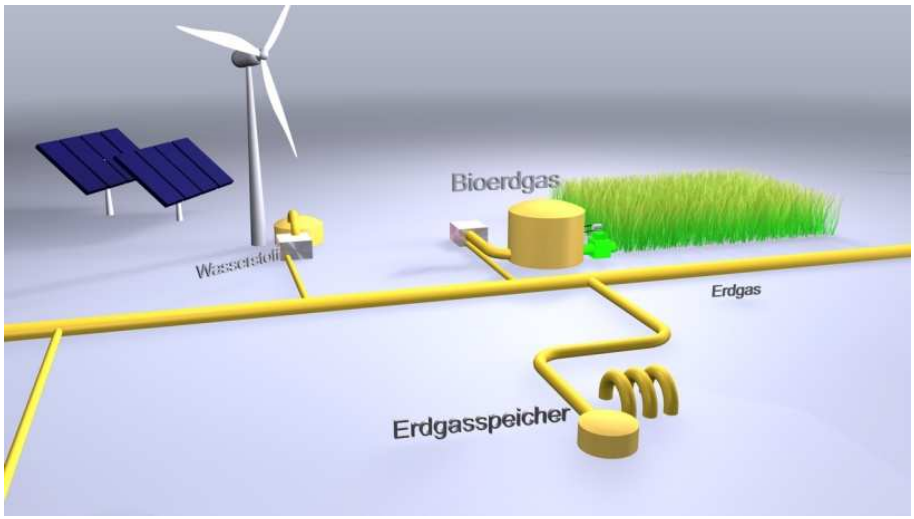


Abbildung 1.24: Die Einspeisung von regenerativem Wasserstoff/ Methan und Biogas in das Erdgasnetz.

(Kap. 1.2.4.3.2) notwendig sind, bilden auch die Grundbausteine für das solare und energieeffiziente Bauen. Das Zusammenspiel der einzelnen Erzeugungs- und Wandlungstechnologien führt dabei zu ganz neuen Systemlösungen, die an den Energiebedarf des Gebäudes, an regionale Besonderheiten und Klimata angepasst werden können. Das Passivhaus, das Solaraktivhaus und das Plus-Energiehaus sind jeweils Bauweisen, die aus der Palette der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz- Technologien sich diejenigen Komponenten zunutze machen, die für eine bestimmte Gebäudenutzung oder Region optimal ist.

1.2.4.3.3 Funktionsweise des Energieversorgungssystems 2050

Stromerzeugung als Hauptstandbein der Energieversorgung Im Jahr 2050 werden Wind- und Solarenergie die beiden Hauptquellen der Stromversorgung sein, da sie das größte Potenzial aufweisen und zu den kostengünstigsten Stromquellen zählen werden (Abb.). Die Nutzung von Primärenergie aus reinen Verbrennungsvorgängen (Kohle-Kraftwerke, Gebäudeheizung, Prozesswärmebereitstellung, Verbrennungsmotoren) wird ersetzt durch

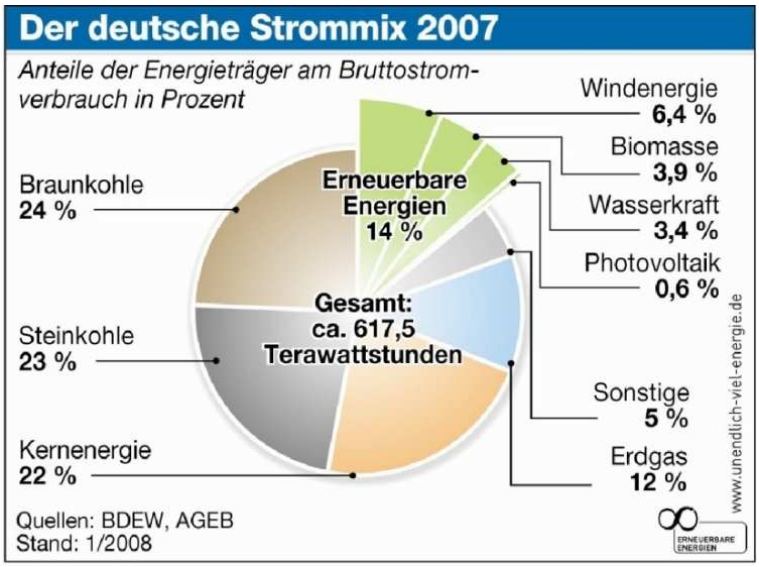


Abbildung 1.25: Der deutsche Strommix 2007.

rein regenerative elektrische Systeme und regenerativ erzeugte Wärme.

Durch direkt erzeugende Stromgeneratoren der Wind-, Wasser- und Photovoltaikanlagen ohne begleitende Abwärmeverluste ergibt sich eine deutliche Reduktion des Primärenergiebedarfs: jede Kilowattstunde Strom aus Wind-, Solar- oder Wasserkraftwerken vermindert den Bedarf an fossiler oder nuklearer Primärenergie um etwa 2,5 kWh.

Solarwärme- und Geothermieanlagen ersetzen die fossile Wärmeerzeugung. Die direkte erneuerbare Stromerzeugung wird ergänzt durch schnell reagierende Gaskraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung, wobei das eingesetzte Energiegas (Methan) aus „überschüssigem" erneuerbar erzeugtem Strom bzw. aus nachhaltiger Biomassenutzung gewonnen wird.

Zum Ausgleich der bei der Direkterzeugung von Wind- und Solarstrom entstehenden Fluktuationen und für die Verteilung der Energie von den Standorten mit optimalem Erzeugungspotenzial in die Verbrauchs-Regionen stehen die beiden Hochleistungsnetze für Strom (mit HGÜ-Anteilen) und Gas (Erdgas- und/ oder Wasserstoffnetz) zur Verfügung.

In einem nach wirtschaftlichen Kriterien optimierten Gesamtsystem stammt der größte Anteil der elektrischen Energie in 2050 aus Windkraftanlagen, die an windreichen Standorten platziert wurden. In Deutschland sind das Standorte onshore entlang der Küsten, in windreichen Regionen im Inland und im Offshore-Bereich. Die kurz- bis mittelfristigen Fluktuationen bei der Windenergie werden durch ein europäisches Hochleistungs-Stromnetz ausgeglichen. Saisonale Fluktuationen werden durch Langzeitspeicher (Wasserstoff, Methan) in der bestehenden Gasinfrastruktur ausgeglichen.

Die Windenergie wird ergänzt durch Photovoltaik, solarthermische Kraftwerke, größtenteils schon heute bestehende Wasserkraftwerke, geothermische Stromerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

Thermisch arbeitende Solarkraftwerke mit Wärmespeichern oder eine Hybrid-Versorgung mit Hilfe chemischer Energiespeicher im Süden Europas oder in Nordafrika tragen zum Ausgleich der aus der Windstromerzeugung entstehenden Fluktuationen bei.

Meeresenergie (Strömung und Wellen), Geothermie-Kraftwerke an dafür geeigneten Standorten sowie gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen ergänzen das Erzeugungs-Portfolio. Photovoltaik-Anlagen übernehmen in Verbindung mit der Kraft-Wärme-Kopplung und der Elektromobilität weitere Aufgaben zur Verbesserung der Versorgungssicherheit: Bei Ausfall großer elektrischer Netze können sie einen Weiterbetrieb lokaler Netze ermöglichen. Für Entwicklungs- und Schwellenländer erlauben sie den Aufbau dezentraler Versorgungsnetze.

Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-Kopplung Die Kraft-Wärme-Kopplung erhöht den Gesamtwirkungsgrad der Konversionstechniken und damit die Energienutzungseffizienz der erneuerbaren Energien. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden vor allem bei der dezentralen Energieerzeugung eine tragende Rolle spielen wie bei kleineren Gaskraftwerken, Mikroturbinen, Brennstoffzellen und Blockheizkraftwerken/ Mikrogasturbinen, deren Leistung dem lokalen Wärmebedarf angepasst ist. Sie können jedoch auch über den Strombedarf gesteuert werden. Durch einen drehzahl-variablen Betrieb kann der Systemwirkungsgrad verbessert und die Lebensdauer erhöht werden. Die dafür eingesetzten Energieträger kommen aus der Biomassenutzung, der Wasserstoff- oder Methangaserzeugung aus erneuerbaren Energien, der Solarthermie und der Geothermie.

In der Kombination von KWK mit solarer Stromerzeugung ergänzen sich beide Komponenten hervorragend: während im Winter die KWK Wärme und Strom erzeugt, reduziert sich im Sommer der Bedarf an KWK-Strom durch

die solare Stromerzeugung.

Der konsequente Einsatz von KWK, Wärmepumpen und elektrischen Antriebssystemen für Fahrzeuge erlaubt es, den globalen Primärenergiebedarf allein durch diese drei Maßnahmen um mehr als 50 % zu reduzieren. Sie stellen sich damit als wichtigste Maßnahmen zur Steigerung des Effizienzgewinns im Energiesystem dar. Die Umweltverträglichkeit der elektrischen Wärmepumpen verbessert sich mit zunehmendem Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix.

Wärmeerzeugung: direkt/ sekundär erzeugte Wärme Die Bereitstellung von Wärmeenergie ist heute mit einem sehr großen Anteil an CO_2-Emissionen verbunden. Der Transformation der Systeme zur Wärmebereitstellung kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu. Solarwärme- und Geothermieanlagen ersetzen die fossile Wärmeerzeugung direkt und vermeiden so die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehenden Emissionen.

Die Wärmeversorgung zur Gebäudeheizung ergibt sich aus dem Zusammenspiel von deutlich verbesserter Wärmedämmung und Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien, wie über solarthermische Kollektoren, Geothermie- und Biomasseanlagen, die Abwärme aus Industrieprozessen, aus der Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW, Brennstoffzellen) und über die Kombination von Wärmepumpen mit erneuerbaren Energien.

Die Bereitstellung von industrieller Prozesswärme erfolgt primär aus Hochtemperatur-Solarthermie, sowie mit Strom aus erneuerbaren Energien bzw. erneuerbarem Methan. Der Prozesswärmebedarf für Industrie und Gewerbe im Temperaturbereich zwischen 80 und 250 °C lässt sich erneuerbar erzeugen. Er verläuft in einigen Branchen parallel zum Strahlungsangebot und kann mit Prozesswärmekollektoren oder KWK-Anlagen gedeckt werden. Die im Sommer erhöhten Produktionszahlen z. B. der Getränkeindustrie und der erhöhte Kühlbedarf in Lebensmittelproduktion und -handel bieten Chancen, hier nennenswerte Anteile solar zu decken.

Das BMU-Leitszenario 2009 zeigt eine sinkende Nachfrage nach Wärme bis 2020 auf 85 % und bis 2050 etwa auf die Hälfte des heutigen Wertes.

Energieversorgung des Verkehrs Die Mobilität wird zunehmend auf elektrischer Basis erfolgen und damit um den Faktor 2 bis 3 effizienter sein als unsere heutigen Kraftfahrzeuge. Hierzu zählen rein elektrisch betriebene Fahrzeuge auf Batteriebasis mit und ohne Reichweitenverlängerer, wobei letzterer sowohl aus kleinen Verbrennungsmotoren als auch aus Brennstoffzellen bestehen kann. Im Güterverkehr werden zum einen ebenfalls Hybridtechnologien eingesetzt, wobei so viel Güterverkehr wie möglich auf die Schiene verlagert werden sollte. Für den Güter- und Langstreckenverkehr, für Flugzeuge und Schiffe werden erneuerbare Kraftstoffe (erneuerbares Methan, Wasserstoff, Diesel) aus Biomasse, bzw. mittels Strom aus Windenergie, Solarenergie und Wasserkraft hergestellt.

PKW, Bahn und Bus beziehen ihre Energie über Oberleitungen, Akkumulatoren oder Brennstoffzellen, wobei sich ihre Umweltverträglichkeit mit zunehmendem Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix verbessert. Die Akkumulatoren werden durch bidirektionale Ladegeräte an Ladestationen geladen. Zusätzlich können durch kontaktloses Laden beim Fahren (induktive Übertragung) die Speicherbatterien nachgeladen werden.

Flugzeuge und Schiffe werden erneuerbare Kraftstoffe aus Biomasse, Wasserkraft, Solar- und Windenergie benutzen. Dabei besteht die Möglichkeit, erneuerbares Kerosin als Treibstoff aus Überschuss-Strom nach den vorgenannten Verfahren zu erzeugen (erneuerbares Methan).

Information und Kommunikation in der Energieversorgung Eine Einbindung des deutschen Energiekonzepts bis 2050 in einen gesamteuropäischen Kontext schafft eine Verstetigung der erneuerbaren Einspeisung und reduziert den Energiespeicherbedarf. Eine enge Abstimmung zwischen allen europäischen Mitgliedsländern und die Koordination z. B. durch die Europäische Kommission ist daher Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung.

Der Übergang von einer zentralen Energieversorgung zu einer dezentralen Struktur mit vielen kleinen fluktuierenden stromeinspeisenden Anlagen erfordert eine technische Kommunikationsanbindung von elektrischen Verbrauchern und dezentralen Erzeugern im Netzbetrieb. Nur durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien kann der Strom optimal verteilt oder zwischen-gespeichert werden: Die Stromnetze werden „intelligent", man nennt sie „smart grids", weil sie über das Internet ein bidirektionales Energiemanagement erlauben.

Breitband-Kommunikationssysteme zwischen Erzeugern, Netzbetreibern und Verbrauchern erlauben die Realisierung eines Online-Energiemarktes, der über zeitvariable Stromtarife eine flexible Anpassung zwischen Erzeugung und Verbrauch ermöglicht. So können kundenorientierte Anreizsysteme entwickelt werden, um z. B. bei Starkwind die Batterien der Elektrofahrzeuge aufzuladen oder Kältemaschinen bzw. Wärmepumpen bevorzugt zu betreiben.

Für den Ausgleich der in Zukunft stark steigenden Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Sonne und Wind können dann folgende Elemente in den Online-Markt eingebunden werden:

- Schnell reagierende, dezentrale Kraftwerke – vorzugsweise Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen bzw. Gas- und GuD-Kraftwerke, die über Erdgasnetze aus Biogasanlagen oder mit aus Stromüberschüssen erzeugtem Methan versorgt werden,

- Interaktive Netze für Strom, Gas und auch für Wärme/Kälte (smart grids) in Verbindung mit smart metering für das Last- und Einspeisemanagement (regenerative Kombikraftwerke),

- Regenerative Kombikraftwerke für eine bedarfsgerechte Erzeugung aus verschiedenen erneuerbaren Energiequellen und für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen für die Spannungs- und Frequenzregelung.



Abbildung 1.26: Prinzipaufbau eines Regenerativen Kombikraftwerkes.

Das Regenerative Kombikraftwerk Das im Rahmen des Energiegipfels am 3. Juli 2007 vorgestellte „Regenerative Kombikraftwerk (RKKW)" hat gezeigt, dass eine bedarfsgerechte Stromversorgung aus erneuerbaren Energien möglich ist durch eine intelligente Kopplung von Dargebots abhängigen, bedingt regelbaren Erzeugern (Wind, PV) mit regelbaren Erzeugern (Biogas betriebene Blockheizkraftwerke, Mikrogasturbinen) und Pumpspeichern (Abb. 1.26). Eine sichere Energieversorgung durch erneuerbare Energien ist dadurch immer und überall möglich, insbesondere wenn in Zukunft zusätzlich erneuerbares Methan im Erdgasnetz verfügbar ist.

Das vorgenannte Kombikraftwerk verknüpft und steuert 28 über ganz Deutschland verteilte Wind-, Solar- und Biomasseanlagen mit einer Leistung von zusammen 23,2 MW. Die intelligente Verknüpfung der einzelnen Erzeuger, gekoppelt mit leistungsfähigen Vorhersageverfahren und kombiniert mit Speichern und flexiblen Verbrauchern ermöglicht eine Leistungsverfügbarkeit, die den Anforderungen an die Versorgungssicherheit gerecht wird. Das Kombikraftwerk hat in Echtzeit den Strombedarf Deutschlands im Verhältnis von 1:10.000 sekundengenau abgedeckt und demonstriert, dass die erneuerbaren Energien in der Lage sind, die Stromversorgung Deutschlands sicher zu stellen.

Das Projekt hat aber auch gezeigt, dass für eine zukünftige, auf regenerativen Quellen basierte Energieversorgung die Installation von mehrfachen Überkapazitäten unbedingt erforderlich ist, damit Erzeugungsüberschüsse generiert werden, die temporäre Erzeugungsdefizite decken können.

Gebäude, Städte und Gemeinden als energetische Systemkomponenten Bis zum Jahr 2050 sollen das Passivhaus, das Plusenergiehaus und das Solaraktivhaus jeweils wahlweise zum Neubaustandard werden. Langfristig muss eine Entkopplung des Heizenergiebedarfs von der Pro-Kopf-Wohnfläche erreicht werden.

- Passivhäuser: werden im Wesentlichen mit Strom betrieben, der zum Teil von einer Photovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt wird und besitzen eine thermische Solaranlage zur Trinkwassererwärmung. Der Restenergiebedarf kann im Wesentlichen hocheffizient über mit regenerativem Strom versorgten Wärmepumpen abgedeckt werden, die im Bedarfsfall im Sommer in Kombination mit der PV-Anlage auch zur Kühlung des Hauses eingesetzt werden können. Der Heizenergiebedarf eines Passivhauses liegt bei bis zu 15 kWh pro m^2 und Jahr, der Gesamtenergiebedarf beträgt bis zu 30 kWh/(m^2 ·a).

- Plusenergiehäuser: können im Jahresdurchschnitt sogar mehr Endenergie erzeugen, als sie selbst verbrauchen.

- Solaraktivhäuser: weisen, ebenso wie Passiv-und Plusenergiegebäude, eine sehr gute Wärmedämmung auf und decken ihren verbleibenden Wärmebedarf zu 100 % mit Solarwärme, wobei mit einem saisonalen Wärmespeicher ein Teil der Solarwärme aus dem Sommer bis zum Winter gespeichert wird.

Um das Gesamtniveau des Energiebedarfs im Wohnbereich zu senken, muss aber vor allem der Altbaubestand energetisch saniert werden, was bis 2050 im Wesentlichen abgeschlossen sein sollte. Bei einer Sanierungsrate von 2 bis 3 % pro Jahr wäre dieses Ziel erreichbar.

Energetisch sanierte Altbauten haben einen um bis zu 90 % reduzierten Energiebedarf im Vergleich zum Vorzustand. Dieser kann dann mit erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Darüber hinaus kommen in Städten bzw. verdichteten Zonen, Netz- und Verbundlösungen zur sinnvollen Verknüpfung von Wärmequellen und Wärmesenken zum Einsatz. Quartierslösungen werden insbesondere bei baukulturell wertvoller Substanz als Lösungsansatz dienen.

Der Technologie der Nah- und Fernwärmenutzung – gegebenenfalls gekoppelt mit transportablen Wärmespeichern – fällt in Ballungsgebieten eine Schlüsselrolle für die effiziente Nutzung von Abwärme aus Industrie und KWK zu. Weiterhin können Synergien durch einen gemeinsamen Anschluss von Alt- und Neubauten entstehen: höhere Vorlauftemperaturen werden zunächst im Altbestand für Heizzwecke verwendet, Neubauten können dann z. B. aus dem Rücklauf dieser Systeme immer noch ausreichend versorgt werden (Kaskadennutzung der Wärme).

Dynamisches Zusammenwirken der Technologiekomponenten Für die Integration sehr großer Anteile an erneuerbaren Energien sind außer den beschriebenen Hochleistungstransportnetzen auch flexible und interaktive Verteilungs- und Niederspannungsnetze erforderlich. Diese sogenannten „Smart Grids" erlauben erstmalig das Zusammenspiel zwischen Erzeugung und Verbrauch und eröffnen damit auch für Verbraucher die Möglichkeit, sich dem aktuellen Angebot, z. B. über variable Tarife, anzupassen.

Für die Bereitstellung von Regel- und Ausgleichsenergie in elektrischen Netzen werden in Zukunft sogenannte Residuallast-Kraftwerke benötigt, die den Differenzbedarf zwischen den fluktuierenden Stromquellen und der aktuellen Last abdecken. Im Gegensatz zu Grundlastkraftwerken sind ihre Laufzeiten kurz (z. B. 1000 Volllast-Betriebsstunden/ a). Die Anforderungen an die zeitliche Dynamik der Leistungsbereitstellung sind jedoch sehr hoch. Dafür eignen sich z. B. Gasturbinen-Spitzenlastkraftwerke.

Völlig neue Perspektiven ergeben sich über die koordinierte Erzeugung verteilter KWK-Anlagen als sogenannte virtuelle Kraftwerke. Dabei wird auf der Basis geeigneter Kommunikationseinrichtungen eine Vielzahl kleiner KWK-Anlagen dann aktiviert, wenn der entsprechende Leistungsbedarf im elektrischen Netz besteht. Die Entkopplung zum zeitlich unterschiedlichen Wärmebedarf lässt sich durch thermische Speicher realisieren.

1.2.4.3.4 Transformation des heutigen Energiesystems zu einem nachhaltigen Energiesystem 2050

Der Umbau des Energiesystems in Deutschland hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung bedeutet eine tiefgreifende Veränderung der gegenwärtigen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft, die sich evolutionär über vier Jahrzehnte erstrecken wird. Dabei muss der Übergang vom heutigen Energiesystem zu einem nachhaltigen und weitgehend emissionsfreien System so gestaltet werden, dass technologische Fehlentwicklungen vermieden und die Versorgungssicherheit auch während der Transformationsphase gewährleistet ist.

Der Primärenergiebedarf ohne den nicht energetischen Anteil (wie Erdöl für die chemische Industrie) belief sich in Deutschland 2005 auf 13,4 EJ, wovon 34% auf den Stromsektor, 43% auf den Wärmesektor und 23% auf den Verkehr entfielen. Wird der Endenergiebereich betrachtet, ergeben sich andere Verhältnisse: der Stromanteil wird kleiner (18 %) und die beiden anderen Bereiche entsprechend größer (Wärme 54 %, Verkehr 28 %). Im Verkehr wird zwar auch heute schon Strom eingesetzt, der derzeit jedoch nur einen Anteil von 2 % im Verkehrssektor ausmacht.

Zukünftig soll die Direktverbrennung für die Wärmenutzung durch Wärme aus KWK, aus Solarthermie und aus mit regenerativem Strom versorgten Elektro-Wärmepumpen ersetzt werden. Strom soll hauptsächlich aus der Direkterzeugung durch Solar-, Wasser- und Windenergie gewonnen werden.

Für das Lastmanagement der fluktuierenden Energiequellen sollen neben einem entsprechend ausgebauten Stromtransport- und -verteilungsnetz und der Anbindung von Speicherkraftwerken (Pumpspeicher, Druckluft, Wasserstoff oder erneuerbares Methan im Erdgasnetz) sowohl der Verkehrssektor (elektrisch angetriebene Fahrzeuge) als auch die Wärmenutzung über Wärmepumpen zur Verfügung stehen, welche über ein breit ausgebautes Informationsnetz angebunden sind („Smart Grid"). Zusammen soll die Stromnutzung im Wärme- und Verkehrssektor 25 % der elektrischen Energieversorgung betragen. Bis 2050 ist eine solche Transformation vorstellbar.

Strukturwandel im Raumwärmesektor Auf den Betrieb von Gebäuden entfallen rund 40 % des Endenergieverbrauchs Das macht sie zu einem der wesentlichen Sektoren, die zum Energieverbrauch Deutschlands beitragen. Um das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung und die notwendigen klimapolitischen Ziele zu erreichen, besteht deshalb die Notwendigkeit einer Reduzierung des Energiebedarfs für Heizung und Klimatisierung von Gebäuden sowie einer zunehmenden Deckung ihres verbleibenden Energiebedarfs mit erneuerbaren Energien (Abb. 1.28).

Da im Gebäudebereich besonders viel Energie eingespart werden kann, folgt, dass die Ziele der Bundesregierung zur Energieeffizienz vor allem im Gebäudebereich

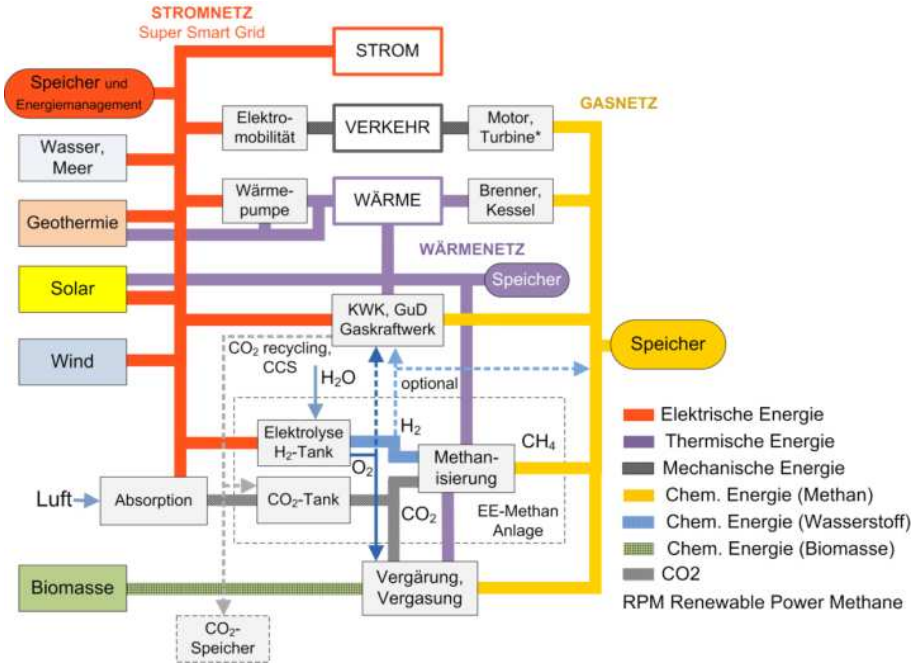


Abbildung 1.27: Entwurf einer 100 % regenerativen Energieversorgungsstruktur für Strom, Wärme und Verkehr mit Speichern und Netzen für Strom, Wärme und Gas. GuD = Gas- und Dampfkraftwerke; KWK = Kraft-Wärme-Kopplung. Quelle: Sterner, 2009.



Abbildung 1.28: Heizungsanlagen in deutschen Wohnhäusern 2008.

bzw. im Raumwärmebereich erreicht oder verloren werden. Neubauten müssen kurzfristig als Plusenergiehäuser umgesetzt und der Gebäudebestand auf ein Niedrigenergiehausniveau gebracht werden. Hierdurch lassen sich in Deutschland Verbrauchsminderungen herbeiführen, die die 2008 erzielten Beiträge aus erneuerbaren Energien um den Faktor 3 bis 4 übersteigen.

Von der Erdgasversorgung zum erneuerbaren Methan Wie bereits ausgeführt, kann aus den erneuerbaren Energieüberschüssen neben Wasserstoff auch erneuerbares Methan erzeugt werden. Darin ist ein Paradigmenwechsel in der Philosophie der Energiespeicherung zu sehen, denn so kann erneuerbarer Strom in großer Menge chemisch gespeichert, im vorhandenen Erdgas-

netz gespeichert und je nach Bedarfsanforderung wieder zu Strom, Wärme oder Kraftstoff umgewandelt werden. Für die Rückverstromung bieten sich GuD-Kraftwerke mit elektrischen Wirkungsgraden von bis zu 60 % an.

Mit dem Ausbau der zunächst erdgasbasierten Kraftwerke und der Kraft-Wärme-Kopplung kann sofort begonnen werden. Der zunächst anzunehmende Bedarf an fossilem Erdgas wird mittelfristig kompensiert durch die Reduktion der gasverbrauchenden Gebäudeheizungen und deren Substitution durch Kraft-Wärme-Kopplung und elektrische Wärmepumpen.

Dabei geht das Energiekonzept 2050 davon aus, dass die Gesamtnachfrage nach Erdgas bereits bis 2020 um 10 % sinkt. Langfristig wird der Erdgasbedarf durch dessen zunehmende Substitution mit nachhaltig erzeugtem Biomethan und mit erneuerbarem Methan aus elektrischen Überschüssen gegen Null gehen.

Dies bedeutet, dass auch das bestehende Erdgasnetz an die sich ändernden Standorte zukünftiger Quellen angepasst werden muss. Wie beim elektrischen Netz wird auch das Gasnetz – im Gegensatz zu heute – wechselnde Durchflussrichtungen verarbeiten können. Dafür sind neue Management-Strategien notwendig („Smart Grids").

Der zurzeit stattfindende Ausbau von Flüssiggas-Terminals sollte weiterhin forciert werden, um die Aufnahmefähigkeit von aus Wind- und Solarstrom-Überschüssen an besonders günstigen Standorten erzeugtem Wasserstoff oder Methan zu ermöglichen.

Flexible energetische und stoffstromorientierte Nutzungsstrategien für Biomasse Biomasse kann für die Energieversorgung der Zukunft einen wichtigen Beitrag leisten (Abb. 1.29). Sie gehört zu den heimischen Ressourcen und sie steht der energetischen Nutzung – im Rahmen definierter Potenziale – bedarfsgerecht zur Verfügung. Damit zählt sie zu den Energieträgern, die in vielfältiger Weise fluktuierende erneuerbare Energieströmen ausgleichen und so als Regelenergie zwischen Angebot und Nachfrage eingesetzt werden können.

Besonders aussichtsreich sind hierbei neuartige Konversionstechnologien, mit denen Strom und Wärme (durch Co-Generation) sowie zusätzlich Kraftstoffe (durch Poly-Generation) erzeugt werden. Eine energetische Nutzung von Biomasse mit einer Bereitstellungseffizienz von mehr als 70 % ist vor diesem Hintergrund möglich. Diese Technologien sind somit für den Übergang von der Versorgung mit fossilen Energien in eine Zukunft mit Erneuerbaren unverzichtbar.

Während die Biomasse-Reststoffe – allerdings mit einem limitierten Potenzial – weitestgehend unkritisch zur Verfügung stehen und im Rahmen effizienter Nutzungsketten auch langfristig energetisch verwertet werden können, stehen Anbau-Biomassen (Abb. 1.30) in Form von Energiepflanzen zukünftig – sowohl im nationalen als auch im globalen Kontext – verstärkt in Konkurrenz zu alternativen Nutzungen (Nahrungsmittel, Ausgangsmaterialien für Bioraffinerien, etc.). Zukünftig sind somit im Bereich der Biomasse differenzierte, stoffstromorientierte Strategien zu verfolgen, welche stringent an Effizienzkriterien, Ausbauerfolgen anderer erneuerbarer Energieträger sowie an der spezifischen Ressourcennachfrage auszurichten sind.

Das BMU-Leitszenario 2009 diagnostiziert vor diesem Hintergrund, dass unter der Voraussetzung einer wesentlich effizienteren Nutzung von Kraftstoffen die Einführung biogener Kraftstoffe dann eine empfehlenswerte Übergangsstrategie ist, wenn die Nachhaltigkeitskriterien eingehalten werden, die u. a. in der Biomassestrategie des BMU definiert sind. Aus „ökologischen" inländischen Potenzialen steht in der vorgenommenen Nutzungsaufteilung für den Verkehrssektor eine verfügbare Anbaufläche für Biokraftstoffe von maximal 2,35 Mio. ha zur Verfügung. Vor dem Hintergrund der aktuellen Rahmenbedingungen hinsichtlich Biokraftstoffquote und Besteuerung wird bis 2020 ein Anteil von Biokraftstoffen am gesamten Kraftstoffverbrauch von knapp 10 % angesetzt.

Biogas kann bis 2050 zunehmend ersetzt werden durch erneuerbares Methan, das seinerseits in einer vergleichbaren flexiblen Weise eingesetzt werden kann. Langfristig sollte die Biomasse auch aus Gründen der CO_2-Bindung in Kaskadennutzungssysteme überführt werden, bei denen erst nach Ausschöpfung der stofflichen Nutzungsoptionen eine energetische Verwertung erfolgt.

Balance zentraler und dezentralen Energieversorgung Die rasche Entwicklung dezentraler regionaler Energieversorgungskonzepte in Deutschland mobilisiert auch regionale Wirtschaftsstrukturen. Diese Umstrukturierung ist ein Motor des Wandels. Um die notwendigen energiepolitischen Impulse zu geben, muss auf die Balance zwischen Zentralität und Dezentralität in der Energieversorgung geachtet werden. Diese Balance wird wesentlich durch die zukünftigen Kostenstrukturen geprägt sein. Je kostengünstiger die Komponenten und Systeme zur Nutzung von erneuerbaren Energien sind, desto dezentraler wird ihr Einsatz ausfallen.

Netzmanagement von dezentralen Strom- und Wärmenetzen im Verbund mit landesweiten und europäischen Netzen Für die Nachhaltigkeit eines solchen Netzausbaus ist es notwendig, die künftige Entwicklung der erneuerbaren Energien und des gesamten europäischen Kraftwerksparks so genau wie möglich zu simulieren und zu analysieren. Weiter ist es erforderlich, dass neben dem Netzausbau ein leistungsfähiges, europaweites Monitoring den sicheren Netzbetrieb gewährleistet.

Schon 2020 trägt Strom aus dem sich etablierenden europäischen erneuerbaren Energie- Stromverbund mit knapp 5 TWh/a bereits substantiell zur erneuerbaren Energie- Stromerzeugung Deutschlands bei. Wegen günstiger Stromgestehungskosten um 6,5 - 7 ct2005/-kWh wächst die Stromlieferung aus dem europäischen Stromverbund (Windenergie und solarthermische Kraftwerke) nach 2020 deutlich, beläuft sich in 2030 bereits auf 41 TWh/a und steigt bis 2050 auf 123 TWh/a. Dies entspricht 20 % der gesamten Bruttostromerzeugung.

Gelingt der Ausbau dieses transeuropäischen Supernetzes nicht rechtzeitig oder nicht vollständig, müssen im



Abbildung 1.29: Leistungspotenzial der Bioenergie im Vergleich zum Gesamtenergiebedarf.

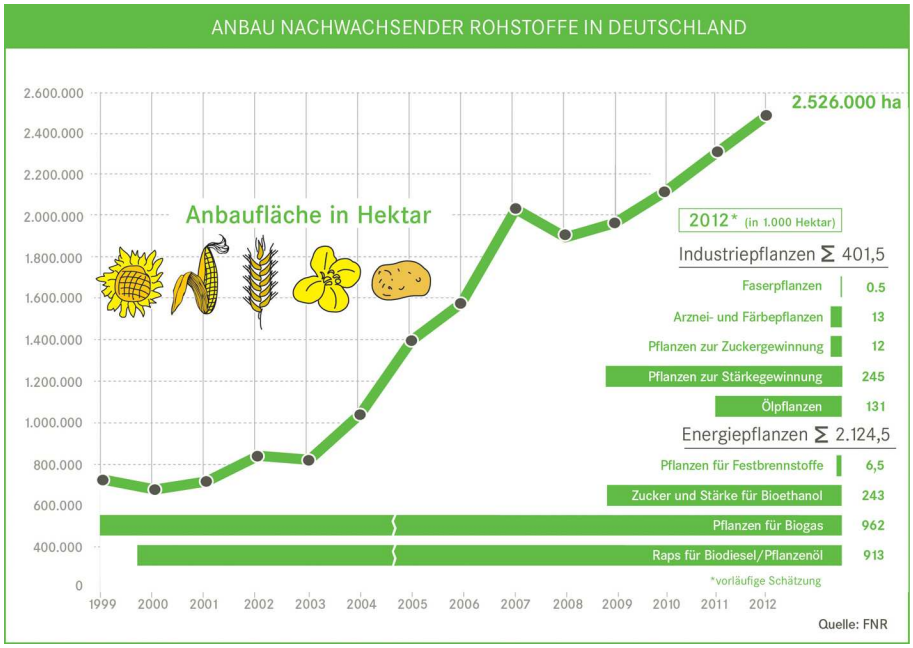


Abbildung 1.30: Anbaustruktur nachwachsender Rohstoffe und deren anteilige energetische Nutzung 2012.

nationalen Rahmen einerseits Stromüberschüsse aus erneuerbaren Energien gespeichert werden und andererseits Stromlücken durch Residuallast-Kraftwerke aufgefangen werden. Im Gegensatz zu bisher eingesetzten Grund- bzw. Mittellastkraftwerken sind das schnell reagierende Gaskraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung und virtuell vernetzbare Kleinstsysteme wie Blockheizkraftwerke, Mikroturbinen und Brennstoffzellen.

Wie können Systemkonflikte vermieden werden? Die heutigen Großkraftwerke sind ungeeignet, fluktuierende Ströme aus erneuerbaren Energien auszugleichen, denn sie können die dafür erforderlichen großen Leistungsänderungen nicht abbilden. Häufige und große Laständerungen reduzieren bei Großkraftwerken wegen der dabei auftretenden zusätzlichen Materialspannungen die Lebensdauer und damit auch deren Wirtschaftlichkeit.

Geeignete Kraftwerkstypen für die Aufbringung der Residuallast sind Gaskraftwerke und Kraft-Wärmekopplungsanlagen (Motor-Generatoren, Mikroturbinen, Brennstoffzellen), die über Kommunikationseinrichtungen gesteuert werden können.

Die Konsequenzen, die sich aus der Forderung nach schnell reagierenden Kraftwerken ergeben, sind gravierend: Sie bedeuten, dass Großkraftwerke jeder Art für die zukünftigen Versorgungsstrukturen ungeeignet sind, wenn die fluktuierenden erneuerbaren Energien den Hauptanteil der Versorgung übernehmen sollen. Das be-

deutet nicht nur, dass dann weder Kernkraftwerke, noch Fusionskraftwerke, noch Kohlekraftwerke eingesetzt werden können, sondern auch, dass die gegenwärtigen Ansätze der CO2-Abscheidung und Speicherung bei der Kohleverstromung (CCS) nicht nur aus rein wirtschaftlichen sondern auch aus systemischen Gründen in eine verkehrte Richtung führen.

1.2.4.4 Kommunale Entwicklungen in nationalem Kontext: Der Stand der energetischen Stadterneuerung am Beispiel von Neustrelitz/ MVP

Die energetisch-konzeptionellen Zielsetzungen auf der Ebene des Bundes und der Länder sind maßgeblich davon abhängig, wie sich die Städte und Gemeinden in ihren konzeptionellen Absichten, vor allem aber in der Umsetzung der energetischen Stadterneuerung engagieren. Den Kommunen sind dabei viele der eigentlichen Handlungsfelder direkt zugeordnet, aber auch die Möglichkeiten von der energetischen Erneuerung ihrer Stadtregion maßgeblich zu partizipieren. Die Vorreiter der Energiewende sind somit gleichzeitig Beleg für den Nationalen Entwicklungsstand als auch Vergleichsmaßstab auf kommunaler Ebene.

Entsprechend der energiepolitischen Zielstellung der Bundesregierung für 2050 wird für den ländlich geprägten Raum mittelfristig (2025- 30) die vollständige Eigenversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien, langfristig (2045- 50) die regionale Energie- Exportfähigkeit zur Versorgung der Großstädte und Ballungszentren als erforderlich und realistisch angesehen. In Sachsen-Anhalt kann z. B. die ehemalige Stadt Dardesheim vor allem auf Basis der Windkraftnutzung bereits heute auf ein deutliches bilanzielles Plus in der energetischen Eigenversorgung verweisen.

In möglichen Zielstellungen und von den Ausgangsbedingungen her (allerdings nicht im Technologieansatz) am ehesten mit der Hansestadt Stendal vergleichbar ist die stattfindende Entwicklung der Energieversorgung in der mecklenburgischen Kreisstadt Neustrelitz (ca.22.000 EW). Die Energetische Erneuerung der Stadt Neustrelitz in Regie der Stadtwerke Neustrelitz GmbH ist charakterisiert durch:

- Leitbild: „Neustrelitz auf energetischem Erfolgskurs".
- Energiepolitisches Zieldreieck: Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit, Klimaschutz.
- Erneuerbare Energien (2010): ca. 50% am Gesamtumsatz; Energieautonomie Neustrelitz 70% bei Wärme, 90% bei Strom aus EE.
- Holzhackschnitzel-Heizkraftwerk (2006): 17,6 Mio. €, dav. 2 Mio. € Förderung, Amortisation 8 Jahre; 7,5 MWel, 17 MWth; -14.500 t CO2/ a; 85.000 t Holzhackschnitzel/ a, 50 Lieferanten bis 150 km; Fernwärmepreis vorher 7,9 Ct/ KWh, nachher 6,2 Ct/ KWh.
- Biogasanlage Rechlin (2008): 2,39 Mio.€; 4,2 Mio. KWh/ a Strom Stadtwerke, 2,2 Mio KWh Wärme Nahwärmenetz Rechlin; -490t CO2/ a; Betriebsführung Wärmversorgung 2010.
- Freiflächen- Photovoltaikanlage „Am Kamp" (2008): 2,7 Mio. €; 7.150 m^2 PV; 1.005 MWp, 940.000 KWh/ a.
- „Sonnendach für unser Klima"(2010): 1,2 Mio. €; 45 Dächer, 2.700m^2 PV; 380 KWp; Bürgersolaranlage Integrierte Gesamtschule.
- Unternehmensansiedlung (2011): Restwärme beheizte Gewächshausanlage zur Gemüseproduktion 30 Beschäftigte; Hersteller von PV- Modulen.
- Ressourcensicherung (2010): Erwerb von 1000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche für Kurzumtriebs-Energieholzplantagen.
- Sonstiges: Erdgastankstelle, Eingliederung Tierpark, Bioenergie-Region Mecklenburgische Seenplatte.

Aktueller Höhepunkt und beredte Anerkennung dieser Entwicklung ist das in unmittelbarer Nähe des Holzhackschnitzel- Heizkraftwerkes entstandene Landeszentrum für Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern LEEA, das im September 2012 fertig gestellt wurde.

1.3 Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen

Die große Bedeutung der Energieversorgung und -nutzung spiegelt sich in dem umfangreichen Gesetzeswerk und in der Vielzahl von einschlägigen Verordnungen wieder. Folgende Aufstellung gibt einen Überblick:

1.3.1 Energierecht – nationale Gesetze und Verordnungen

1. Verordnung über die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze *(Anreizregulierungsverordnung - ARegV)* vom 29. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2529), zuletzt geändert durch Artikel 7 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S. 1261),
2. Novelliertes Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen die Gefahren *(Atomgesetz – AtG)* in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 08. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1817),
3. Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen *(EDL-G)* vom 4. November 2010 (BGBl. I S. 1483),
4. Verordnung über die Versteigerung von Emissionsberechtigungen nach dem Zuteilungsgesetz 2012 *(Emissionshandels-Versteigerungsverordnung 2012 – EHVV 2012)* vom 17. Juli 2009 (BGBl. I S. 2048),

5. Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden *(Energieeinsparungsgesetz - EnEG)* vom 1.September 2005 (BGBl. I S. 2684), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28.März 2009 (BGBl. I S. 643),

6. Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden *(Energieeinsparverordnung - EnEV)* vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I S. 954),

7. Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen *(Energieleitungsausbaugesetz – EnLAG)* vom 21.August 2009 (BGBl. I S. 2870),

8. Gesetz zur Sicherung der Energieversorgung *(Energiesicherungsgesetz 1975 – EnSiG 1975)* vom 20. Dezember 1974 (BGBl. I S. 3681), zuletzt geändert durch Artikel 164 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407),

9. Gesetz über Energiestatistik *(Energiestatistikgesetz – EnStatG)* vom 26. Juli 2002 (BGBl. I . 2867), zuletzt geändert durch Art. 5 des Gesetzes vom 17. März 2009 (BGBL. I S. 550),

10. Verordnung zur Durchführung des Energiesteuergesetzes *(Energiesteuer- Durchführungsverordnung - EnergieStV)* vom 31. Juli 2006 (BGBl. I S. 1753), zuletzt geändert durch Artikel 6 der Verordnung vom 5. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3262),

11. Energiesteuergesetz *(EnergieStG)* vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534; 2008, 660; 2008, 1007), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 09. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1885),

12. Bekanntmachung nach § 55 Absatz 1a des Energiesteuergesetzes *(EnergieStG §55Abs1aBek)* vom 19. November 2010 (BGBl. I S. 1739),

13. Verordnung über Energieverbrauchshöchstwerte von Geräten *(Energieverbrauchshöchstwerteverordnung – EnVHV)* in der Fassung vom 6. Dezember 002 BGBl. I S. 4517), zuletzt geändert durch Art. 399 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 BGBl. I S. 2407),

14. Gesetz zur Umsetzung von Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaften auf dem Gebiet der Energieeinsparung bei Geräten und Kraftfahrzeugen *(Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz - EnVKG)* vom 30. Januar 2002 (BGBl. I S. 570), das zuletzt geändert durch Artikel 169 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407),

15. Verordnung über die Kennzeichnung von Haushaltsgeräten mit Angaben über den Verbrauch an Energie und anderen wichtigen Ressourcen *(Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung – EnVKV)* in der Fassung vom 30. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2616), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 19. Februar 2004 (BGBl. I S. 311),

16. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung *(Energiewirtschaftsgesetz - EnWG)* vom 07. Juli 2005 (BGBl I S. 1970), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetz vom 04. November 2010 (BGBl I S. 1483),

17. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien *(Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG)* vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), zuletzt geändert durch das Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1170),

18. Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich *(Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz – EEWärmeG)* vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 15. Juli 2009 (BGBl. I S. 1804),

19. Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Grundversorgung von Haushaltskunden und die Ersatzversorgung mit Gas aus dem Niederdrucknetz *(Gasgrundversorgungsverordnung - GasGVV)* vom 26. Oktober 2006 (BGBl. IS. 2396), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 04. November 2010 (BGBl. I S. 1483),

20. Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu den Gasversorgungsnetzen *(Gasnetzentgeltverordnung - GasNEV)* vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2197), zuletzt geändert durch Artikel 5 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S. 1261),

21. Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen *(Gasnetzzugangsverordnung –GasNZV)* vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2210), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S. 1261),

22. Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen *(GWB)* in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 2005 (BGBl. I S. 2114;2009 S. 3850), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. Dezember 2010 (BGBl. I S. 2262),

23. Gesetz über die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen *(BEGTPG)* vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 2009), das zuletzt geändert durch Artikel 15 Absatz 12 des Gesetzes vom 5. Februar 2009 (BGBl. I S. 160),

24. Gesetz zur Beschleunigung von Planungsverfahren für Infrastrukturvorhaben *(InfraStrPlanVBeschlG – IPBeschlG)* vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2833), Berichtigung (IPBeschlGBer)vom 9. Mai 2007 (BGBl. I S. 691)

25. Verordnung über die Konzessionsabgaben für Strom und Gas *(Konzessionsabgabenverordnung - KAV)* vom 9. Januar 1992 (BGBl. I S. 12, 407), zuletzt geändert durch Artikel 3 Abs. 4 der Verordnung vom 1. November 2006 (BGBl. I S.2477),

26. Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung *(Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz- KWKG)* vom 19. März 2002

(BGBl I S. 1092), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870),

27. Verordnung zur Regelung des Netzanschlusses von Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie *(Kraftwerks-Netzanschlussverordnung - KraftNAV)* vom 26. Juni 2007 (BGBl.I S. 1187),

28. Verordnung über Rahmenbedingungen für den Messstellenbetrieb und die Messung im Bereich der leitungsgebundenen Elektrizitäts- und Gasversorgung *(Messzugangsverordnung – MessZV)* vom 17. Oktober 2008 (BGBl. I . S. 2006), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S.1261),

29. Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Gasversorgung in Niederdruck *(Niederdruckanschlussverordnung - NDAV)* vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477, 2485), geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S. 1261),

30. Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung *(Niederspannungsanschlussverordnung - NAV)* vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477), geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 03. September 2010 (BGBl. I S. 1261),

31. Verordnung über Verbraucherinformationen zu Kraftstoffverbrauch und CO2-Emissionen neuer Personenkraftwagen *(PKW-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung –Pkw-EnVKV)* vom 28. Mai 2004 (BGBl. I S. 1037), zuletzt geändert durch Art. 400 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407),

32. Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Grundversorgung von Haushaltskunden und die Ersatzversorgung mit Elektrizität aus dem Niederspannungsnetz *(Stromgrundversorgungsverordnung - StromGVV)* vom 26. Oktober 2006 (BGBl I S. 2391), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 04. November 2010 (BGBl. I S. 1483),

33. Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu den Elektrizitätsversorgungsnetzen *(Stromnetzentgeltverordnung - StromNEV)* vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2225), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 03. September 2010 (BGBl. I S.1261),

34. Verordnung über den Zugang zu den Elektrizitätsversorgungsnetzen *(Stromnetzzugangsverordnung – StromNZV)* vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2243), zuletzt geändert durch Artikel 2 Abs. 1 der Verordnung vom 17. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2006),

35. *Stromsteuer-Durchführungsverordnung- StromStV* vom 31. Mai 2000 (BGBl. I S. 794), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 09. Dezember 2010 (BGBl. I S.1885),

36. *Stromsteuergesetz- StromStG* vom 24. März 1999 (BGBl. I S. 378, 2000 I S. 147), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 09. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1885),

37. Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten *(Verordnung über Heizkostenabrechnung – HeizkostenV)* in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3250),

38. Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 *(Zuteilungsgesetz 2012 - ZuG 2012)* vom 7.August 2007 (BGBl. I S. 1788),

39. Verordnung über die Zuteilung von Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 *(Zuteilungsverordnung 2012 – ZuV 2012)* vom 13. August 2007 (BGBl. I S. 1941).

1.3.2 Energierecht – Rechtsakte des Europäischen Parlaments und des Rates

1. *Richtlinie 2003/54/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2003 über gemeinsame *Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt* und zur Aufhebung der Richtlinie 96/92/EG (Amtsblatt EU Nr. L 176 S. 37),

2. *Richtlinie 2003/55/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2003 über gemeinsame *Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt* und zur Aufhebung der Richtlinie 98/30/EG (Amtsblatt EU Nr. L 176 S. 57),

3. *Richtlinie 2003/87/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den *Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten* in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates (Amtsblatt EU Nr. L 275 S. 32),

4. *Richtlinie 2003/96/EG* des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur *Besteuerung von Energieerzeugnissen* und elektrischem Strom (Amtsblatt EU Nr. L 283 S. 51), zuletzt geändert mit Richtlinie 2004/74/EG (Amtsblatt EU Nr. L 157 S. 87),

5. *Richtlinie 2005/89/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über Maßnahmen zur Gewährleistung der *Sicherheit der Elektrizitätsversorgung* und von Infrastrukturinvestitionen (Amtsblatt EU Nr. L 33 S. 22),

6. *Richtlinie 2006/32/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über *Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen* und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates (Amtsblatt EU Nr. L 114 S. 64),

7. *Entscheidung Nr. 1364/2006/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 zur Festlegung von *Leitlinien für die transeuropäischen Energienetze* und zur Aufhebung der Entscheidung 96/391/EG und der Entscheidung Nr. 1229/2003/EG (Amtsblatt EU Nr. L 262 S. 1),
8. *Verordnung (EG) Nr. 713/2009* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 zur Gründung einer Agentur für die *Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden* (Amtsblatt EU Nr. L 211 S. 1),
9. *Verordnung (EG) Nr. 714/2009* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die *Netzzugangsbedingungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel* und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1228/2003 (Amtsblatt EU Nr. L 211 S. 15),
10. *Verordnung (EG) Nr. 715/2009* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Bedingungen für den *Zugang zu den Erdgasfernleitungsnetzen* und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1775/2005 (Amtsblatt EU Nr. L 211 S. 36),
11. *Richtlinie 2009/72/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame *Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt* und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG zum 3. März 2011 (Amtsblatt EU Nr. L 211 S. 55),
12. *Richtlinie 2009/73/EG* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame *Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt* und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/55/EG zum 3. März 2011 (Amtsblatt EU Nr. L 211 S. 94),
13. *Verordnung (EG) Nr. 994/2010* des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über Maßnahmen zur *Gewährleistung der sicheren Erdgasversorgung* und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/67/EG des Rates (Amtsblatt EU Nr. L 295 S. 1).

1.3.3 Klimaschutzrecht

Im Gegensatz zum Energierecht ist das Klimaschutzrecht ein eher junges Rechtsgebiet. Hieraus erklärt sich auch der Umstand, dass es bislang kein „Hauptgesetz" gibt. Weiterhin ist zu beachten, dass die Reduzierung von Treibhausgasemissionen rechtlich nicht fixiert ist, d.h. es existieren lediglich Selbstverpflichtungen. Diese politischen Absichtserklärungen bleiben bei Nichteinhaltung ohne rechtliche Konsequenzen.

Bislang gibt es kein eigenständiges Klimaschutzrecht in Deutschland. Die vorhandenen allgemeinen Regelungen sind in verschiedenen Fachgesetzen enthalten; auch im BauGB oder im ROG wird der Klimaschutz berücksichtigt. Die Pläne, die zersplitterte Rechtsmaterie zu Umweltfragen einschließlich des Klimaschutzes in einem Umweltgesetzbuch (UGB) zusammen zu fassen, konnten bislang nicht verwirklicht werden. Ziel war es, über einen integrativen Ansatz alle Umweltgüter (z. B. Luft, Boden, Wasser, Natur) einschließlich ihrer Wechselwirkungen zu betrachten. Nach der erfolgten Novellierung wesentlicher Umweltgesetze ist derzeit nicht mit einem neuen Anlauf zur Realisierung eines UGB zu rechnen.

Um die Energie- und Klimaschutzziele der Bundesrepublik Deutschland zu realisieren, stehen 29 Gesetze und Verordnungen und diverse Förderinstrumente zur Verfügung. Hinzu kommen Regelungen in einer Vielzahl von klimarelevanten deutschen Normen, in denen Klimaschutz nur eine punktuelle Rolle spielt. Auf eine Einzeldarstellung wird an dieser Stelle verzichtet.

1.3.4 Auswertung der rechtlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen

Die vorstehend aufgeführten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien haben für das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept unterschiedliche Relevanz. Einige dieser gesetzlichen Grundlagen haben nur indirekte Wirkung, ein großer Teil muss jedoch unbedingt berücksichtigt werden. Besonders bedeutsam für die strategische Ausrichtung sind u. a. das Energiewirtschaftsgesetz, das Erneuerbare-Energien-Gesetz, das Energieeinsparungsgesetz/ die Energieeinsparverordnung, die Gasnetzzugangsverordnung, das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz und die Konzessionsabgabeverordnung.

Auf eine inhaltliche Abbildung der einzelnen Gesetzestexte wird an dieser Stelle verzichtet. Im Hinblick auf die angestrebte Vollversorgung des Untersuchungsgebietes aus regionalen Quellen muss jedoch auf die besondere Wirkung des Energiewirtschaftsgesetzes hingewiesen werden. Hier ist geregelt, dass wesentliche Einrichtungen der leitungsgebundenen Energieversorgung Dritten gegen Entgelt zur Mitbenutzung zu überlassen sind (Liberalisierung der Märkte). Im Ergebnis bedeutet das, dass jeder Verbraucher einen beliebigen Versorger wählen kann und somit der „Import" von Energie/ Energieträgern, die außerhalb des Untersuchungsgebietes produziert worden sind, in das Stadtgebiet hinein möglich ist. Gleiches gilt in umgekehrter Richtung. Die Analysen zur regionalen Deckung des Energiebedarfs haben daher lediglich bilanziellen Charakter.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen werden durch eine Vielzahl von Förderrichtlinien bzw. -programmen ergänzt. Je nach Zielstellung kann in Förderung von Forschung und Entwicklung sowie Anwendung und Investition unterschieden werden. Eine pauschale Auflistung aller Fördermöglichkeiten ist weder möglich noch sinnvoll. Dieses begründet sich zum einen in der unübersichtlichen Informationsaufbereitung und fehlenden Gesamtübersicht zu bestehenden Fördermöglichkeiten, zum anderen in den schwer nachvollziehbaren Fördermittelquellen. Weiterhin ist der Bestand an Fördermöglichkeiten i.d.R. von den Zuweisungen der EU sowie der Haushaltslage des Bundes, der Länder und Kommunen abhängig, was eine mittel- und langfristige Planung unmöglich macht.

Die Einbindung von Fördermitteln zur Realisierung konkreter Einzelvorhaben kann daher nur im Rahmen der unmittelbaren Vorbereitung mittels einer gezielten Recherche in entsprechenden Datenbanken vorgenommen werden.

2 Ist-Zustand und Basisdaten

2.1 Strukturdaten und Flächennutzung

2.1.1 Raumstruktur und Flächennutzung

Der Landkreis Stendal zählt entsprechend der Zuordnung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) als dünn besiedelter ländlicher Kreis (BBSR-Raumbeobachtungs-Kategorie: „Ländliche Kreise"). Die Hansestadt Stendal ist mit derzeit etwa 42.000 Einwohnern eine „kleinere Mittelstadt" und stellt mit etwa 156 Einwohnern/km^2 einen gering verdichteten Raum dar.

2.1.1.1 Methodik

Zur Ermittlung der Flächennutzung wurde in erster Linie die Biotoptypenkartierung des Landes Sachsen-Anhalt verwendet. Diese wurde vom Landesumweltamt bereit gestellt und basiert auf der Auswertung von CIR-Luftbildern aus dem Jahr 2005 mit einzelnen Ergänzungen (Stand 2011, LAU (2005)). Auch wenn die Biotoptypenkartierung auf die Bereitstellung aktueller Biotopdaten für den Naturschutz ausgerichtet ist, so lassen sich diese Daten in teils generalisierter Form für das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal verwenden. Ein Vorteil der Daten liegt darin, dass diese auf dem tatsächlich in der Landschaft sichtbaren Zustand basieren, unabhängig von etwa rechtlich anders lautenden Festlegungen.

Parallel dazu wurde seitens der Stadt Stendal auch Einsicht in die digitale Karte der Flächennutzung sowie das digitale Landschaftsmodell (DLM) gewährt. Die in diesen beiden Kartenwerken verwendeten Definitionen und Flächen stimmen im Detail nicht überein. Auch zwischen der städtischen Nutzungskarte und dem DLM gibt es Unterschiede (s. u.).

2.1.1.2 Ergebnisse

Das Untersuchungsgebiet der Stadt Stendal/2011 umfasst insgesamt rund 269,5 km^2 Fläche. Die stärker verdichtete Kernstadt befindet sich im östlichen Teil des Stadtgebietes, während die Besiedlung des westlichen Teiles durch kleinere Ortschaften geprägt ist. Die Fläche für Siedlung und Verkehr macht etwa 6,2 % aus, zuzüglich der Grünflächen, Kleingärten und Friedhöfe (in Summe etwa 8,5 %). Die Kernstadt von Stendal wird von Grünflächen wie Kleingartenanlagen umgeben. Hier befinden sich auch Gewerbegebiete wie im Süden und Norden des Zentrums.

Der überwiegende Teil des Stadtgebietes ist landwirtschaftlich geprägt (Abb. 2.2). So nehmen Ackerflächen fast die Hälfte der Gesamtfläche ein (49 %), Grünland macht weitere 15 % der Fläche aus (Tab. 2.2). Der Anteil der Waldflächen ist mit knapp 16 % eher gering, die durch Nadel- und Mischwälder dominiert werden. Der Anteil an Wasserflächen ist mit 0,2 % sehr gering.

Bei der Betrachtung der Flächennutzung sind zwei Aspekte auffällig:

- Zahlreiche Stauden- und Wildgrasfluren vor allem am Rand der Siedlungskerne ergeben insgesamt etwa 5 % der Gesamtfläche. Diese weisen auf einen höheren Anteil an Brachflächen im Stadtgebiet hin, die bereits länger nicht mehr genutzt werden, auch wenn nicht alle Stauden- und Wildgrasfluren in diese Kategorie fallen.
- Der Anteil der Randstreifen ist bereits im Stadtgebiet von Stendal/2009 mit 6,2% relativ hoch und vor allem den vielen Verkehrswegen (Straßen, Schienenwege) geschuldet. Diese sind hier nicht den Verkehrsflächen direkt zugeordnet, sondern einzeln ausgewiesen worden, da hier potentiell nutzbare Biomasse anfällt. Im Untersuchungsgebiet befinden sich insgesamt 133 km Gewässer und 579 km Verkehrswege (Tab. 2.3). Diese sind in Kap. 3.5, S. 103 näher beschrieben.

In der Tab. 2.1 sind zusätzlich die Flächensummen angegeben, wie sie sich aus der städtischen Nutzungskartierung für das Gebiet von Stendal/2009 ergeben. Die Aussagen zu den Flächen der Landwirtschaft und des Waldes unterscheiden sich lediglich geringfügig. Bei den anderen Kategorien werden die unterschiedlichen Ziele und Methoden der Datenerfassung sichtbar. Die verbreiteten Gras- und Staudenfluren in der Stadt finden hier keine Entsprechung; offenbar werden längst brach gefallene Flächen in der amtlichen Statistik noch längere Zeit als bebaute Fläche fortgeführt. Für das Energie- und Klimaschutzkonzept werden die auf der Grundlage der Biotoptypenkartierung vorgenommenen Klassen als am besten geeignet eingeschätzt und im folgenden verwendet.

Das Stadtgebiet von Stendal/2011 wird von der Ressourcenregion der Stadft umgeben (dazu siehe Kap. 3.2, S. 89). Der Anteil an landwirtschaftlicher Fläche ist hier nochmal erhöht; Ackerflächen nehmen bereits über 55 % der Fläche ein.

2.1.2 Strukturdaten

Anhand statistischer Kennwerte kann das Untersuchungsgebiet noch weiter charakterisiert werden. Dafür liegen jedoch teilweise nur Daten auf Landkreisebene vor.

Wirtschaftlich gesehen ist das Gebiet eher strukturschwach. Die Landnutzung ist durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt.

Tabelle 2.1: Übersicht über die Flächennutzung im Stadtgebiet von Stendal/2009. Eigene Auswertung auf Grundlage der Biotoptypenkartierung sowie der GIS-Daten der Stadt Stendal 2011.

Biotoptypendaten			Stadtverwaltung		
Flächenutzung	ha	%		ha	%
Acker	2324,1	28,0	} Landwirtschaft	4095,1	49,7
Grünland	1482,8	17,9			
Wald	1461,6	17,6		1448,8	17,6
Gehölze	132,6	1,6		157,1	1,9
Streuobst	19,1	0,2			
Bebauung	781,4	9,4		891,8	10,8
Verkehrsfläche	406,3	4,9		717,9	8,7
Grünflächen	56,6	0,7	}		
Kleingärten	367,0	4,4		742,2	9,0
Friedhöfe	17,1	0,2		19,1	0,2
Gewässer	43,8	0,5		121,1	1,5
Stauden-, Wildgrasflur	607,0	7,3			
weitere Biotopflächen	85,7	1,0	Sumpf	1,0	0,0
vegetationsfrei	62,3	0,8		0,2	0,0
Gewässerrandstreifen, krautig	33,1	0,4			
Gewässerrandstreifen mit Gehölzen	21,1	0,3			
Randstreifen an Verkehrswegen, krautig	307,8	3,7			
Randstreifen an Verkehrswegen mit Gehölzen	87,7	1,1			
Summe	8297,1				

Tabelle 2.2: Flächennutzung absolut und relativ für die verschiedenen Bezugsräume der Studie.

	Stendal/2009			Stendal/2011			Ressourcenregion		
Beschreibung	ha	km^2	%	ha	km^2	%	ha	km^2	%
Acker	2411,4	24,11	29,2	13255,7	132,56	49,2	29916,0	299,16	55,3
Grünland	1583,2	15,83	19,2	4059,3	40,59	15,1	8522,0	85,22	15,7
Wald	1501,4	15,01	18,2	4278,6	42,79	15,9	8524,5	85,25	15,8
Gehölze	137,8	1,38	1,7	284,7	2,85	1,1	453,3	4,53	0,8
Streuobst	21,6	0,22	0,3	39,2	0,39	0,1	54,8	0,55	0,1
Bebauung	969,0	9,69	11,7	1485,2	14,85	5,5	2230,5	22,31	4,1
Verkehrsfläche	118,6	1,19	1,4	180,8	1,81	0,7	196,1	1,96	0,4
Grünflächen	68,6	0,69	0,8	91,7	0,92	0,3	129,3	1,29	0,2
Kleingärten	432,1	4,32	5,2	525,5	5,26	1,9	719,0	7,19	1,3
Friedhöfe	21,9	0,22	0,3	30,6	0,31	0,1	43,1	0,43	0,1
Gewässer	30,1	0,30	0,4	52,6	0,53	0,2	150,8	1,51	0,3
Sukzessionsflächen	794,0	7,94	9,6	1338,1	13,38	5,0	1726,5	17,26	3,2
Weitere Biotopflächen	95,9	0,96	1,2	1221,7	12,22	4,5	1302,9	13,03	2,4
vegetationsfrei	72,2	0,72	0,9	107,0	1,07	0,4	145,5	1,45	0,3
Summe	8257,8	82,58	100,0	26950,6	269,51	100,0	54114,3	541,14	100,0

Tabelle 2.3: Länge der linearen Elemente im Stadtgebiet Stendal. Auswertung auf Grundlage der Biotoptypenkartierung.

Elemente	Stendal/2009	Stendal/2011
	km	km
Bach	122,3	346,6
Fluss	11,2	11,4
Baumreihe, Hecke	44,1	110,0
Eisenbahnlinie	43,7	57,2
unbefestigter Weg	273,5	808,1
befestigter Weg	123,8	290,4
Straße zweispurig	138,4	221,8

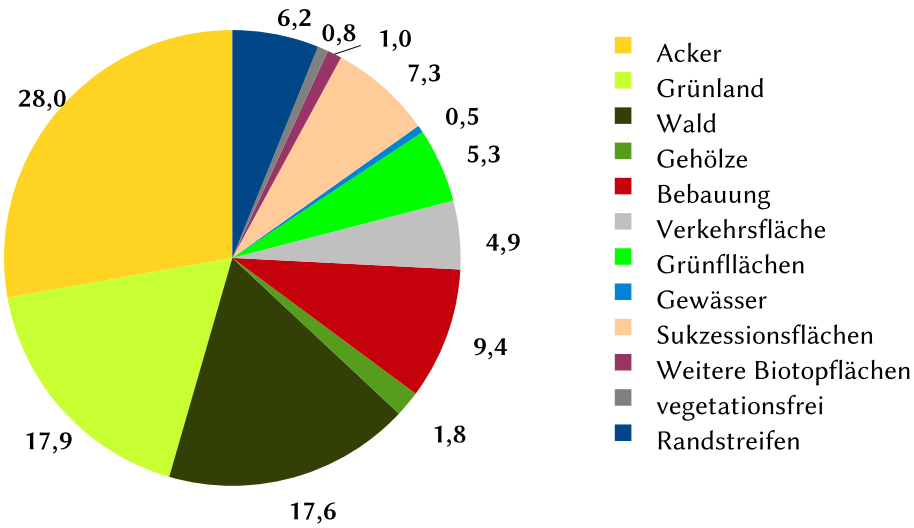


Abbildung 2.1: Flächennutzung im Stadtgebiet Stendal/2009.

Mit 344 Betrieben auf 10.000 Einwohnern entspricht der Landkreis etwa dem Durchschnitt des Landes. Die Anzahl der Arbeitsplätze liegt bei etwa 600 je 1000 Personen im erwerbsfähigen Alter; das entspricht etwa 93% des Landesdurchschnittes (2008) (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2011b). Die Arbeitnehmerentgelte erreichen mit etwa 97% fast den Landesdurchschnitt. Der Anteil der Arbeitsplätze in der Industrie liegt mit rund 45 Beschäftigten auf 1000 Einwohnern bei etwa 77,6% des Landesdurschnittes (2010) (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2011b). Auch die Industrieinvestitionen sind mit etwa 70-80% unterdurchschnittlich (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2011b). Die in den technologieorientierten Branchen des verarbeitenden Gewerbes arbeitenden Bürger entsprechen nur etwa der Hälfte des Landesdurchschnittes (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2011b). Im Dienstleistungssektor arbeiten etwa 195 Beschäftigte je 1000 Einwohnern, das sind etwa 88% des Landesdurchschnittes.

Für den Energiebedarf von Bedeutung ist der Gebäudebestand. Für das Gebiet der Stadt Stendal/2011 mit Stand 2009 werden dazu folgende Daten angegeben (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2011c): Es sind 7.839 Wohngebäude mit 23.467 Wohnungen vorhanden, das sind etwa 3 Wohnungen/Gebäude. Diese bieten eine Gesamtwohnfläche von 171,17 ha, im Durchschnitt also 72,94 m^2 pro Wohnung. Dechent et al. (2008) zeigen für die neuen Länder 2006, dass die mittlere Größe der Wohnungen zwar bei 77 m^2 liegt, dieser Wert jedoch nach Mietwohnungen mit 64 m^2 und Eigentumswohnungen mit 105 m^2 eine große Spannweite aufweist. Allerdings sind nicht alle Wohnungen in Stendal genutzt, sondern etwa 1.600 Wohnungen stehen 2009 leer.

Dies ergibt sich aus der Anzahl der Einwohner und Haushalte. Über die Anzahl der Haushalte und der Einwohner zum Stand 31.12.2009 im Untersuchungsgebiet gibt es unterschiedliche Angaben. Ausgehend von 35.521 Einwohnern und einer durchschnittlichen Haushaltsgröße von 1,95 Personen (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2010b) ist mit 18.216 Haushalten zu rechnen. Für das Stadtgebiet Stendal/2011 wären es bei 42.628 Einwohnern 21.860 Haushalte. Zukünftig wird die Haushaltsgröße weiter abnehmen; für die neuen Länder werden 2030 1,84 bis 1,88 Personen je Haushalt erwartet (Trend und Status-Quo-Szenario) (Statistisches Bundesamt, 2011).

2.2 Demographische Entwicklung

Historisch ist die Entwicklung Stendals vergleichbar mit vielen anderen Städten im ländlichen Umfeld. Die Einwohnerzahlen sind noch 1830 mit 6.125 recht überschaubar. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit fossiler Energieträger und der resultierenden technischen Entwicklung steigen die Einwohnerzahlen erheblich. Mit dem begonnenen Bau des Kernkraftwerkes bei Stendal wurde noch kurz vor der Wende über die Errichtung vorwiegend von Plattenbauwohnungen auch die Einwohnerzahl Stendals bis auf über 51.000 erhöht. Seitdem ist die Bevölkerungszahl rückläufig und wurde nur durch die Eingemeindungen 2010 zeitweilig erhöht. 2011 leben in Stendal 34.657 Einwohner.

Die demographische Problemlage Ostdeutschlands (und damit Sachsen-Anhalts, der Altmark und Stendals) ist gravierend: Das Bundesamt für Statistik nimmt für 2060 in Sachsen-Anhalt einen Rückgang der Bevölkerungszahl auf 1,5 Mio. Einwohner an (von heute 2,3 Mio. EW). Die Bevölkerungszahl in der Altmark und in der Stadt Stendal wird dabei vermutlich stärker rückläufig sein, als im Landesdurchschnitt.

Für die Abschätzung des Energiebedarfes ist es notwendig, die Anzahl der Verbraucher zu kennen. Das statistische Landesamt Sachsen-Anhalt hat eine Bevölkerungsprogno-

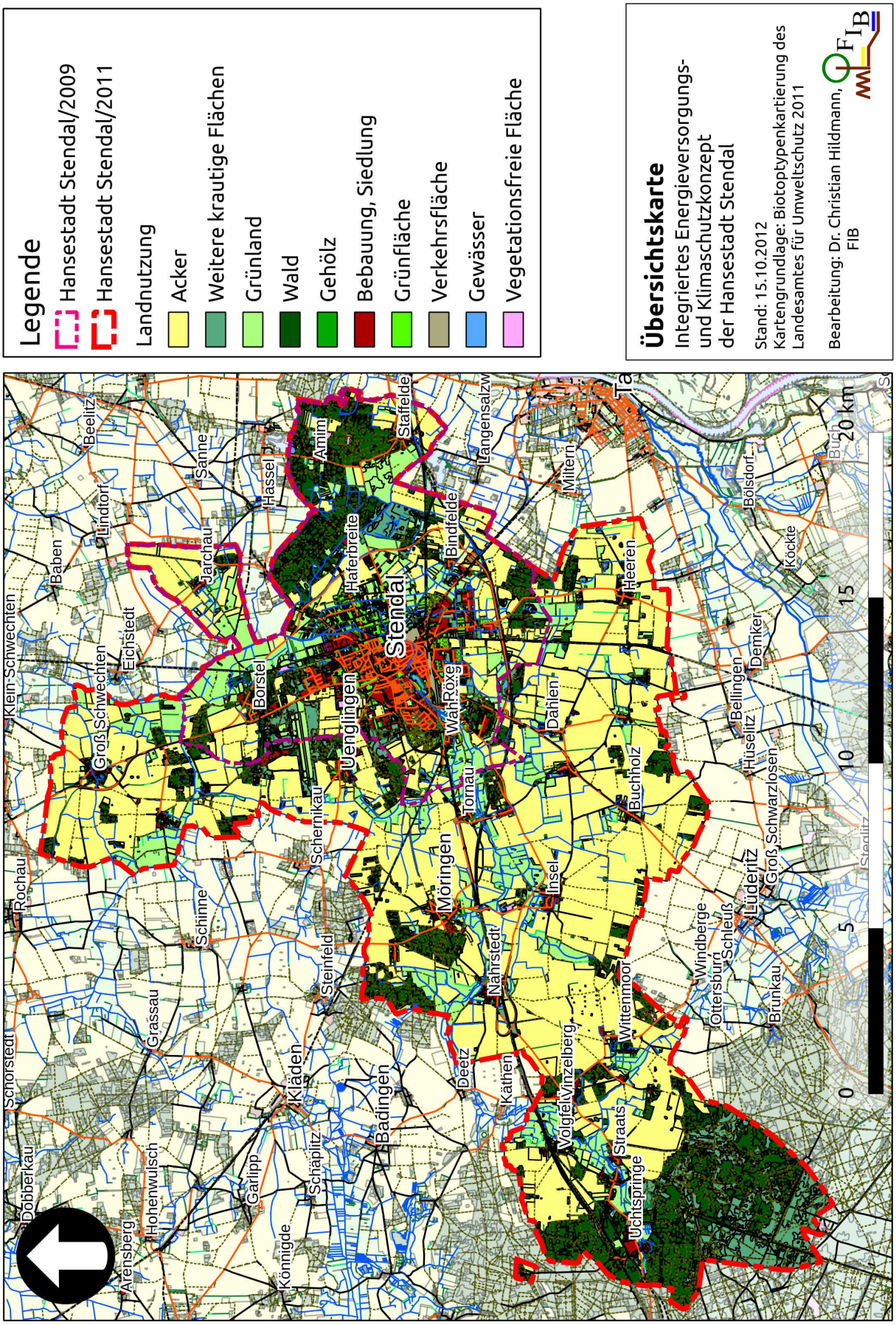


Abbildung 2.2: Karte der Flächennutzung im Stadtgebiet Stendal/2011.

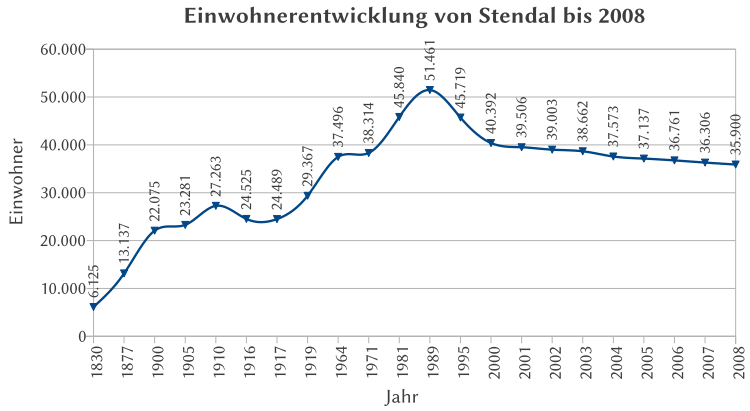


Abbildung 2.3: Einwohnerentwicklung von Stendal bis 2008 nach Daten der statistischen Jahrbücher.

se bis 2025 auf der Basis der Zahlen von 2008 erstellt. Diese liegt sowohl für das Land als auch für Landkreise und Gemeinden vor. Da das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept jedoch einen Ausblick bis 2050 vornimmt, reichen diese Werte nicht aus. Das statistische Bundesamt hat mit der 12. Bevölkerungsvorausberechnung eine Prognose bis 2012 vorgelegt. In dem sich überschneidenden Zeitraum beider Prognosen fällt auf, dass das Landesamt von einem deutlicheren Rückgang als das Bundesamt in den Szenarien 1W1 und 1W2 ausgeht (untere/ obere mittlerer Bevölkerungsentwicklung). Für die Abschätzung der Entwicklung wird deshalb im weiteren das Szenario 1W1 herangezogen, welches im Vergleich zur Landesprognose von einem geringeren Bevölkerungsrückgang ausgeht. Die Prognosedaten 1W2 sind ebenfalls dargestellt worden. Die Bevölkerungsentwicklung für die Stadt Stendal (aber auch für den Landkreis) ist stärker rückläufig als im Land; der Rückgang in Stendal wird mit 19,7% im Vergleich der Jahre 2025 und 2009 angenommen, während der Rückgang im Landesdurchschnitt etwa 18,6% beträgt. Damit sind die Entwicklungen zwar prinzipiell vergleichbar, aber etwas stärker in der peripheren Altmark ausgebildet. Gemeinden in der Umgebung wie Goldbeck oder Arneburg weisen noch deutlichere Bevölkerungsrückgänge auf. Anhand dieser Differenzen kann auch für die Stadt Stendal/2011 in die Kernstadt Stendal/2009 (31.12.2009: 35.521 Einwohner, Deutscher Städtetag (2010)) und die danach hinzugekommenen Ortsteile unterschieden werden. Für die Ortsteile außerhalb von Stendal/2009 wird dabei eine Entwicklung angenommen, wie sie im Durchschnitt der Gemeinden Goldbeck, Rochau, Hohenberg-Krusemark und Eichstedt prognostiziert wird. Daraus ergibt sich ein Rückgang der Bevölkerung bis 2025 im Vergleich zu 2009 um 18,5% für die Kernstadt und um 23,3% für die neuen Ortsteile.

Um die Entwicklung in Stendal anhand des Szenarios 1W1 prognostizieren zu können wird zunächst im überlappenden Bereich der Prognosen der Unterschied in den jährlichen Bevölkerungsabnahmen betrachtet. Ein eindeutiger Trend ist nicht erkennbar, so dass im folgenden mit dem Mittelwert gearbeitet wird. Es wird die Annahme getroffen, dass sich in der Folgezeit die Bevölkerung wie das Szenario 1W1 entwickele, allerdings mit der höheren Rückgangsquote wie sie in den Jahren 2009-2025 angenommen wird. Analog wird dies für das Szenario 1W2 berechnet (1W1: 0,234%, 1W2: 0,299% zusätzlicher Rückgang).

Im Ergebnis kann von einer Bevölkerungszahl in Stendal/2011 für 2050 zwischen 24.882 und 25.563 Einwohnern ausgegangen werden (Tab. 2.4). Das entspricht einem Rückgang von über 40% im Vergleich zu 2009. Für die Kernstadt Stendal/2009 wird für 2050 noch mit einer Bevölkerungszahl zwischen 21.295 und 21.878 Einwohnern gerechnet. Letzteres wäre weniger als der Bevölkerungsstand von Stendal am 31.12.1900 mit 22.075 Einwohnern (Statistisches Reichsamt, 1901).

Zugleich ändert sich auch die Verteilung der Altersklassen. Damit könnte auch ein unterschiedliches Nutzerverhalten und somit ein geänderter Energiebedarf verbunden sein. Die Zahl der Schulpflichtigen wird stark sinken und die der Hochbetagten massiv steigen: die Anzahl der unter 20 jährigen Einwohner im Landkreis Stendal nimmt bis zum Jahr 2025 um 33 % ab (Land Sachsen-Anhalt: 18 %), wohingegen bei den über 65 jährigen mit einer Zunahme von 14 % (Land Sachsen-Anhalt: 7 %) gerechnet wird (StaLA, 2009). Aufgrund seines städtischen Charakters und seiner zentralörtlichen Funktion ist diese negative Entwicklung innerhalb der Hansestadt Stendal in etwas abgeschwächter Form wahrscheinlich.

2.3 Energieverbrauch und Energieerzeugung

2.3.1 Top-down-Ableitung des Energieverbrauchs

Alternativ zur Ermittlung des aktuellen Verbrauchs aus lokalen Daten kann der Verbrauch auch über übergeordnete statistische Werte abgeschätzt bzw. eingegrenzt werden. Dies ist zumindest zur Überprüfung der lokalen Daten sinnvoll bzw. muss diese ersetzen, soweit sie nicht plausibel sind.

Der Energieverbrauch steht statistisch nicht auf der

Tabelle 2.4: Prognose der demographischen Entwicklung für die Stadt Stendal/2011. Dargestellt sind bis 2025 die Prognosedaten des Statistischen Landesamtes, ab 2026 basieren die Werte auf der 12. Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes für Sachsen-Anhalt (siehe Text).

Jahr	Einwohner	Jahr	Einwohner (von … bis)		Jahr	Einwohner (von … bis)	
2009	42628	2026	34050	34083	2043	27422	27893
2010	42075	2027	33604	33654	2044	27056	27565
2011	41544	2028	33178	33244	2045	26693	27221
2012	41042	2029	32754	32853	2046	26331	26880
2013	40573	2030	32349	32465	2047	25954	26556
2014	40113	2031	31946	32079	2048	25595	26218
2015	39650	2032	31544	31711	2049	25237	25882
2016	39180	2033	31144	31346	**2050**	**24882**	**25563**
2017	38703	2034	30763	30982	2051	24527	25231
2018	38217	2035	30366	30621	2052	24174	24916
2019	37723	2036	29988	30278	2053	23823	24602
2020	37197	2037	29629	29920	2054	23490	24291
2021	36665	2038	29254	29580	2055	23158	23997
2022	36102	2039	28881	29243	2056	22827	23704
2023	35519	2040	28527	28907	2057	22515	23413
2024	34926	2041	28157	28573	2058	22203	23139
2025	34497	2042	27788	28224	2059	21909	22867
					2060	21632	22611

Tabelle 2.5: Prognose der demographischen Entwicklung für die Stadt Stendal/2009. Dargestellt sind bis 2025 die Prognosedaten des Statistischen Landesamtes, ab 2026 basieren die Werte auf der 12. Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes für Sachsen-Anhalt (siehe Text).

Jahr	Einwohner	Jahr	Einwohner (von … bis)		Jahr	Einwohner (von … bis)	
2009	35521	2026	28689	28717	2043	23362	23764
2010	35079	2027	28332	28374	2044	23066	23499
2011	34657	2028	27991	28047	2045	22771	23221
2012	34259	2029	27652	27735	2046	22476	22945
2013	33898	2030	27327	27425	2047	22169	22683
2014	33538	2031	27004	27117	2048	21877	22409
2015	33178	2032	26682	26823	2049	21585	22136
2016	32808	2033	26361	26532	**2050**	**21295**	**21878**
2017	32436	2034	26055	26241	2051	21005	21607
2018	32051	2035	25736	25951	2052	20717	21352
2019	31658	2036	25432	25677	2053	20429	21097
2020	31236	2037	25144	25390	2054	20156	20843
2021	30810	2038	24842	25119	2055	19884	20604
2022	30354	2039	24541	24848	2056	19613	20366
2023	29881	2040	24256	24579	2057	19357	20129
2024	29397	2041	23957	24311	2058	19102	19907
2025	29047	2042	23659	24029	2059	18861	19685
					2060	18635	19478

Ebene der Stadt Stendal oder des Landkreises Stendal zur Verfügung. Für das gesamte Bundesgebiet werden hingegen detaillierte Energiebilanzen veröffentlicht (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2011), die eine Differenzierung sowohl hinsichtlich von Verbrauchergruppen (Industrie, GHD[1], Haushalte und Verkehr) als auch hinsichtlich der Energieträger ermöglichen. Durch das Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2011a) sind aktuelle Energieverbrauchswerte für Sachsen-Anhalt publiziert worden, die jedoch keine Differenzierung nach

[1]Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Tabelle 2.6: Hochgerechneter Endenergieverbrauch im Untersuchungsgebiet Stendal für das Jahr 2009. Dargestellt ist sowohl der Verbrauch für das Gebiet der Hansestadt Stendal/2009 als auch für Stendal/2011. Zur Berechnung siehe Text. Elektrizität wurde gesondert berechnet und ist deshalb in den Anwendungskategorien mit enthalten. IKT: Informations- und Kommunikationstechnologie.

Energie in GWh	Gesamt	Industrie	GHD	Haushalte	Verkehr
Stendal/2009					
Endenergieverbrauch	1098,643	413,918	151,405	294,337	238,983
davon Elektrizität	249,807	129,137	55,700	59,580	5,390
davon Raumwärme	320,180	31,380	76,679	210,688	1,433
davon Warmwasser	49,510	3,634	6,875	39,000	0,000
davon Prozesswärme	293,412	264,694	12,334	16,385	0,000
davon Prozesskälte	22,169	5,991	4,493	11,657	0,028
davon mechanische Energie	354,244	96,138	22,201	1,397	234,508
davon Beleuchtung	34,162	6,531	21,046	5,124	1,461
davon IKT	24,966	5,549	7,778	10,085	1,554
Stendal/2011					
Endenergieverbrauch	1318,458	496,734	181,698	353,228	286,799
davon Elektrizität	299,788	154,974	66,845	71,500	6,469
davon Raumwärme	384,241	37,659	92,020	252,843	1,719
davon Warmwasser	59,416	4,361	8,251	46,804	0,000
davon Prozesswärme	352,118	317,653	14,801	19,663	0,000
davon Prozesskälte	26,604	7,190	5,391	13,989	0,033
davon mechanische Energie	425,121	115,373	26,642	1,677	281,428
davon Beleuchtung	40,997	7,838	25,257	6,149	1,753
davon IKT	29,961	6,660	9,334	12,103	1,865

Landkreisen enthalten und auch den Stromverbrauch nicht gesondert ausweisen.

Um diese Datengrundlage auf die Situation im Untersuchungsgebiet anpassen zu können, wurde zunächst der vorliegende Energieverbrauch pro Kopf aus den Daten nach Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2011a) berechnet. Der Stromverbrauch wurde anteilig über die in Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2011) wiedergegebenen Werte ermittelt. Da sich die Situation in Stendal von der des Landesdurchschnittes unterscheidet, wurden mehrere Indikatoren nach Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2011b) betrachtet (Kap. 2.1.2 auf S. 47). Da die wirtschaftliche Entwicklung unterhalb der des Landesdurchschnittes bleibt, kann davon ausgegangen werden, dass auch der Energieverbrauch unterdurchschnittlich ist. Schließlich ist im Untersuchungsgebiet auch kein außergewöhnlich energieintensives Gewerbe bekannt. Dementsprechend wurden der Energieverbrauch für die Industrie um den Faktor 0,8, der von GHD um den Faktor 0,9 und für die Haushalte um den Faktor 0,97 reduziert.

Für die Situation im Untersuchungsgebiet spielt der Wärmebedarf eine besondere Rolle, da dieser zumindest teilweise über das bestehende Fernwärmenetz befriedigt wird. Anhand der von Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2011) ermittelten Verbrauchswerte werden Kennwerte bestimmt, mit denen für die Sektoren auch der Wärmebedarf und andere Energieanwendungen herausgerechnet werden können (Tab. 2.6).

2.3.2 Ist-Analyse des Energieverbrauchs in den Sektoren Strom und Wärme

Wesentliche Voraussetzung für die Konzipierung einer tragfähigen Energiestrategie ist die Kenntnis der im Untersuchungsgebiet benötigten Energiemengen sowie deren Herkunft. Die hierzu durchgeführte Erhebung der Primärdaten basiert im Wesentlichen auf Angaben des lokalen Energieversorgers sowie ausgewählter Energieverbraucher mit besonderer Bedeutung.

Eine exakte Bestimmung des absoluten Endenergieverbrauchs war auf der Grundlage der vorhandenen Basisdaten nicht möglich. Die Ursachen liegen insbesondere darin, dass nur für leitungsgebundene Energie-/ Energieträgermengen Messwerte vorlagen. Für den Bereich der nicht leitungsbasierten, dezentralen Wärmeversorgung wurde daher eine Einschätzung der Energiemengen vorgenommen. Zur Berechnung der Werte wurden Erhebungen des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt, des Statistischen Bundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. sowie die Richtlinie VDI 3807 herangezogen.

Die Ausgangsdaten sind in Tab. 2.7 dargestellt.

Der Gesamtbedarf an Endenergie im Untersuchungsgebiet beträgt für die Sektoren Strom und Wärme im Betrachtungszeitraum 907,981 GWh. Dieser reduziert sich um 25,564 GWh Strom, die im Stadtgebiet erzeugt, jedoch dann „exportiert" werden. Hieraus leitet sich ein Endenergieverbrauch in Höhe von 882,417 GWh ab, der sich in 155,561 GWh Strom sowie 752,420 GWh Wärme und Erdgas gliedert. Diese Energiemenge müsste zum jetzigen Zeitpunkt aus regionalen Quellen gedeckt werden, um dem Anspruch

Tabelle 2.7: Ausgangsdaten der Ist-Analyse des Energieverbrauches

Position	Datenquelle	Energiemenge (GWh)
Strom „Netz Stendal”	gemessen	134,783
Strom „Ortsteile 2009”	Hochrechnung [statistisch]	1,375
Strom „Ortsteile 2011”	gemessen	19,403
Erdgas „Netz Stendal”	gemessen	639,486
Heizölmenge „Netz Stendal”	gemessen	6,992
Biogas „Netz Stendal”	gemessen	2,085
Wärme „Ortsteile”	Hochrechnung [statistisch]	11,000
Wärme „Netz Stendal” „sonstige Energieträger” (Heizöl, Flüssiggas, Kohle, Holz, etc.)	Hochrechnung [geschätzt]	110,872
Erdgas „Ortsteile 2011”	gemessen	45,968
Wärme „Ortsteile 2011” sonstige Energieträger	Hochrechnung (geschätzt)	31,532

einer eigenständigen „Vollversorgung” in den Bereichen Strom und Wärme/ Erdgas zu entsprechen.

Der vorstehend genannte Endenergieverbrauch kann unterschiedlichen Verbrauchergruppen zugeordnet werden. Aufgrund der fehlenden regionalen Datenbasis wurde die Zuordnung auf der Grundlage statistischer Vergleichswerte (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) vorgenommen.

Um die benötigen Energiemengen in diesen Segmenten für die einzelnen Verbrauchergruppen korrekt abbilden zu können, ist der Gesamtverbrauch im Untersuchungsgebiet vorher um die Wandlungs- und Übertragungsverluste in Höhe von 100,855 GWh zu reduzieren. Dieser scheinbar hohe Wert entspricht 11,43 % des Endenergieverbrauchs, was etwa der Hälfte des prozentualen Energieverlustes für Wandlung und Übertragung der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2008 in Höhe von 23,7 % entspricht (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen – Energieflussbild 2008).

Eine ausführliche Übersicht über die Herkunft, die Erzeugung und den Verbrauch der Energie gibt Tab. 2.8 auf der nächsten Seite.

Erdgas ist mit ca. 750 GWh (der dem UG zugeführten Gasmenge) die Hauptenergiequelle im Untersuchungsgebiet. Dieses entspricht ca. 85 % des gesamten Energieverbrauchs. Der Anteil erhöht sich um die aus Erdgas erzeugte Strommenge überregionaler Versorger. Eine weitere Differenzierung der Herkunftsquellen ist nur eingeschränkt möglich. In Abhängigkeit von dem nicht bekannten Umfang der Nutzung von Solarthermie und Holz in Kleinfeuerungsanlagen kann von einem Anteil regenerativer Energien zwischen 1 % und 2 % ausgegangen werden. Da die Wärmeerzeugung mittels Kohle nur noch eine untergeordnete Rolle spielt, verbleiben für Heizöl und Flüssiggas ca. 13 % des Endenergieverbrauchs.

Tabelle 2.8: Endenergieverbrauch, -erzeugung und -herkunft im Untersuchungsgebiet Stendal/2011 (Status quo).

Angaben in MWh	Herkunft	Erzeugung Gesamt	Verbrauch Gesamt	Industrie	GHD	Haushalte	Verlust und Export
Strom		155.561	155.561	69.691	47.135	38.735	0
SW Stendal		83.347					
davon	fossile Quellen (Erdgas + Öl)	83.347					
	regenerative Quellen						
Fremde Versorger		29.596					
	fossile Quellen	22.324					
	regenerative Quellen	2.420					
	AKW	4.852					
Eigene Versorgung im Stadtgebiet		21.840					
elbe-milch	fossile Quellen	21.840					
	regenerative Quellen						
Ortsteile Stadtgebiet 2009 (Strommix)		1.375					
neue Ortsteile (Strommix)		19.403					
Wärme und Erdgas		752.420	752.420	232.872	119.566	273.562	126.419
SW Stendal		410.263					
Fernwärme	Erdöl / Heizöl	6.992					
	Erdgas	121.448					
	Biogas (einschl. Deponiegas)	2.085					
Energieträger	Erdgas / Netzeinspeisung	163.009					
	Erdgas Vasa / Stromexport	25.564					
	Erdgas Vasa / Verluste	91.165					
	Sonstige Energieträger ohne Zuordnung						
Fremdversorger		243.967					
elbe-milch	Erdgas (Wärme)	128.501					
Sonstige Fremdversorgung							
davon	Erdgas	4.594					
	Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	110.872					
	(Heizöl, Kohle, Biomasse, Flüssiggas, …)						
Ortsteile Stadtgebiet 2009		11.000					
davon	Erdgas	5.450					
	Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	5.550					
neue Ortsteile		77.500					
davon	Erdgas	45.968					
	Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	31.532					
sonstige Netz- und Wandlungsverluste		9.690					
Energiebedarf gesamt		907.981	907.981	302.563	166.701	312.297	126.419
Stromexport		25.564					25.564
Endenergiebedarf Untersuchungsgebiet		882.417	781.562	302.563	166.701	312.297	100.855

2.3.3 Energieverbrauch im Gebäudebestand

2.3.3.1 Energiewende im Gebäudebereich

Im Zuge der Energiewende wurden seitens der Bundesregierung anspruchsvolle Ziele auch für den Gebäudebereich gesetzt: Nahezu Klimaneutralität des bundesdeutschen Gebäudebestandes bis 2050 und eine drastische Senkung des Energiebedarfs um 20 % bis 2020. Es geht im Wesentlichen darum, den Gebäudebestand innerhalb von weniger als 40 Jahren auf Klimaneutralität umzustellen. Die Tragweite dieser Version wird aber kaum öffentlich diskutiert. Dabei gab es auch in der Vergangenheit nur wenige politische Vorhaben mit einer vergleichbaren Eingriffstiefe.

Dazu ist eine breite Akzeptanz und Partizipation der Bevölkerung für das Gelingen der Energiewende im Gebäudebereich unverzichtbar. Die Aufgabe – Klimaneutralität des deutschen Gebäudebestandes bis 2050 in konkret politische Fahrpläne gießen – ist sicherlich nicht eine, die zum politischen Routine- und Alltagsgeschäft gehört.

Dies bedeutet im ersten Schritt einen deutlich breiteren, öffentlichen Diskurs. Und dazu gilt es, neue Informations- und Kommunikationsinstrumente zu entwickeln. Ansonsten wird es weiter passieren, dass die „Motivationsarbeit" zur Energiewende auch im Gebäudebereich skandalierenden Massenmedien überlassen wird, die mit Fantasieinvestitionssummen, Enteignungsszenarien und anderen die breite Masse von Immobilieneigentümern und Mietern verschrecken. Denn dann ist die Energiewende abgesagt, bevor sie überhaupt eine Chance hatte, Dynamik zu entfalten.

2.3.3.2 Klimaschutzziele der Bundesregierung im Gebäudebereich

Fragen der Energieeffizienz und des Klimaschutzes gehören zweifellos zu den größten Herausforderungen der Wohnungspolitik. Viele der Gebäude Deutschlands sind in einer Zeit errichtet werden, in der Umwelt- und Klimafragen eine vergleichsweise geringe Rolle spielten, energetische Standards kaum existent waren und Energie noch vergleichsweise preiswert war. Dies hat sich in den letzten Jahrzehnten entscheidend verändert. Heute verbrauchen die Gebäude der Bundesrepublik rund 40 % der Endenergie. Insbesondere bei der Wärmeversorgung der Gebäude gibt es dabei enorme Einsparpotentiale. Hinzukommt, dass auch ein Fünftel aller CO_2-Emissionen im Gebäudebereich verursacht werden. Somit sind mehr Energieeffizienz sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien speziell auch im Baubereich wichtige Schlüsselthemen unserer Zeit.

2.3.3.3 Gebäudebestand

2.3.3.3.1 Gebäude - Datenbasis für Energie-Management Eine Teilaufgabe des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes (EKSK) besteht in der Analyse des aktuellen Energieverbrauchs sowie in der Erstellung von Prognosen zum Energiebedarf der Hansestadt Stendal bis zum Jahre 2050. Dazu werden die genannten Nutzungssektoren PHH, GHD, IND und Verkehr (VER) anhand der erwarteten demografischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung sowie auf Basis der Preisentwicklung der fossilen Rohstoffe und einer Reihe förderpolitischer Optionen untersucht und Szenarien zur Gestaltung von Prognosen entwickelt.

Gebäuden kommt bei der Energieversorgung wie beim Klimaschutz ein wichtige Bedeutung zu:

- Gebäude spielen in den entwickelten Industrieländern eine „gewichtige" Rolle, was den Gesamt-Endenergieverbrauch betrifft.

  Der Endenergieverbrauch der BRD erfolgte 2011 zu ca. 38 % unmittelbar durch direkte Gebäudenutzungen - mit dem Schwerpunkt Heizenergie und Warmwasser. Bei Wohngebäuden (mit einer Raumtemperatur von mindestens 19°C) entspricht das ca. 71 % des Gesamtenergieverbrauchs des Nutzungssektors PHH. Zugeordnet zu nahezu 100 % wird der Gesamtenergieverbrauch des Sektors PHH (Strom, Heizenergie abgerechnet über Zähler) über die Wohnfläche in den Wohngebäuden, welche in der BRD mehr als 54 % der Gesamt-Nutzfläche aller Gebäude ausmacht.

- Angaben zum Gebäudebestand bieten bei der Datenerfassung zusätzliche Analysemöglichkeiten

  Die Erlangung von Informationen zum Energieverbrauch aus direkten Quellen bietet den Analysten eine Vielzahl zusätzlicher Faktenmaterialien und weiterer Ansatzpunkte für tiefere Untersuchungen, die insbesondere sehr nützlich bei der Erarbeitung von Handlungsstrategien für Entscheidungsträger sein können (z. B. Spezifikation von Aussagen zu Ortsgebieten, Ortschaften, etc.).

  Hinzu kommen Möglichkeiten der Verarbeitung ergänzender Informationen aus Datenmaterial, was Stendal betreffend insbesondere Informationen zum Sanierungs- bzw. Belegungsstand der Wohngebäude und Wohnungseinheiten betrifft. Solche Angaben erhöhen die Komplexität, Transparenz und den Genauigkeitswert der Analyse.

- Amtlich erfasste Daten aus dem Gebäudebereich der Kommunen (vor Ort) haben eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit

  In Vorbereitung von Investitionsentscheidungen wird konkretes und belastbares Datenmaterial speziell im Energieverbrauch benötigt, das als Grundlage für die Gestaltung von Szenarien und die Berechnung von Prognosen dient. Dazu liegen belastbare statistische Gebäudedaten in den Amtsbereichen der Kommunen bzw. bei zentralen Ministeriumsstellen vor, die teilweise aber grobe Schätzdaten bzw. gemittelte Werte – das ganze Bundesgebiet betreffend – sind, die in der Regel nicht flächendeckend (d. h. für die neuen Bundesländer repräsentativ genug) ermittelt wurden. Deshalb entstehen bei Adaptionen/ Interpolationen „von oben nach unten" auf

die Kommunen oft Fehlertoleranzen von teilweise mehr als 25 % auf. So ist es einleuchtend, dass z. B. im Nutzungssektor PHH (zu 71 % energetisch repräsentiert bzw. zu fast 100 % erfasst über Gebäude) die untersuchten Energie-Szenarien im Buttom-up-Prinzip („von Unten nach Oben") für Prognosen realere und genauere Ergebnisse liefern als nach der Top-down-Methode. Auf diese Weise aufgebaute kommunale Energiesystem-Modelle versprechen eine hohe Qualität, insbesondere bei der Vorausberechnung von Energiebedarfsdaten in der Zukunft.

- Gebäude stehen im Mittelpunkt eines schon heute brisanten Gesellschaftsproblems

  Energieverbrauch und Energiepreise im Gebäudebereich entwickeln sich zu einem ernsthaften wirtschaftlichen Problem für die Bevölkerung. So stiegen die (gewichteten) gemittelten Verbraucherpreise von 1995 bis 2012 der Energieträger auf 273 %, was sich insbesondere auf die Mieten von Mehrfamilienhäusern (MFH) auswirkt.

  Obwohl der Heizenergieverbrauch in der BRD tendenziell sinkt (der Stromverbrauch ist weiter gestiegen), wächst das Erfordernis nach einem wirkungsvollen und nachhaltigen Gegensteuern. Neben der Substitution fossiler Energieträger durch die Nutzung Erneuerbarer Energien oder durch Reststoffe aus der Abfallwirtschaft betrifft dies vor allem Energieeinsparung und Energieeffizienz im Gebäudebereich.

- Best-Practice-Beispiele aus dem Gebäudebereich demonstrieren erfolgreiche Energieeinspar-Maßnahmen anderer Kommunen.

  Die technischen Möglichkeiten, den Energieverbrauch von Gebäuden drastisch zu senken, sind seit langem verfügbar und in der Praxis erprobt. In der EnEv 2009 wurde im Neubaubereich z. B. das „Niedrigenergiehaus" zum Standard (Richtwert) festgelegt. Schon in einigen Jahren könnte der Richtwert für den Energiebedarf neuer Gebäude für Heizung und Warmwasseraufbereitung nahe Null liegen. Auch im Gebäudebestand lassen sich Niedrigenergie-Häuser verwirklichen und dies verbunden mit nachhaltig wirtschaftlichem Gewinn, auch an Komfort und Lebensqualität.

2.3.3.3.2 Klassifizierungen im Gebäudebereich
Man kann nach verschiedenen Gesichtspunkten Gebäude differenzieren und klassifizieren, z.B. nach Konstruktion und Material, Funktion oder Gestalt. Zur Berechnung des Energieverbrauchs benötigt man eine Klassifizierung nach flächenbezogenen spezifischem Energieverbrauch: (pro m^2) nach Gebäudetyp, Baujahr, Baumaterial, Standort, Klimaeinfluss, dazu auch nach Funktionstyp und Sanierungsstand. Für die Berechnung sind gemäß EnEV 2009 (Energieeinsparverordnung 2009) die Gebäude in folgende Funktionstypen in 9 Gruppen unterteilt:

- Einfamilienhäuser verschiedener Bauarten,
- Mehrfamilienhäuser,
- Bürogebäude,
- Unterrichtsgebäude,
- Krankenhäuser,
- Hotels und Gaststätten,
- Sportanlagen,
- Gebäude des Groß- und Einzelhandels,
- sonstige Arten Energie verbrauchender Gebäude.

Lange Zeit gab es für Gebäude keine einheitlichen bzw. keine verbindlichen Kategorien, die für energetische Berechnungen (z. B. zum Energieverbrauch) erforderlich und zu Vergleichen nutzbar waren. Noch heute gelten für Gebäudeklassifikationen die Anfangs der 90-er Jahre durch die ARGE BAU geschaffene Klassifizierung im Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK), die Sammlung von Energieverbrauchs-kennwerten für Gebäude des VDI (VDI 3807) sowie die Wohngebäude-Typologie der BRD des IWU (Darmstadt, 2003) und deren „energetische" Ereiterungen und Fortschreibungen im Rahmen bundesweiter Forschungsprojekte u. a. durch die Ruhruniversität (LEE, Bochum, 2007) und das Energieinstitut (BEI, Bremen, 2009).

2.3.3.4 Gebäudebestand Deutschlands

Etwa 80 % der Gebäude in der Bundesrepublik sind älter als 25 Jahre. Somit existiert ein hohes Instandsetzungs- und Energieeinsparpotential im Gebäudebereich. Die anstehenden Maßnahmen müssen den vielfältigen Anforderungen modernen Bauens entsprechen. Dies führt vor allem unter dem Aspekt, den Energiebedarf für die Beheizung der Gebäude drastisch zu senken, zu einer erheblichen Veränderung in der vorhandenen Bausubstanz. Andererseits muss die Bausubstanz den geänderten Bedürfnissen der Menschen und den heutigen Arbeitsbedingungen angepasst werden.

2.3.3.4.1 Einteilung des Gebäudebestands der BRD

- Nach Baualtersklassen

  Die Einteilung in Baualtersklassen ist in Deutschland nicht genormt. Daher wurden verschiedene Quellen verglichen und ergänzt. In der folgenden Tabelle wurde versucht (DBU 2005), die konstruktiven, baugeschichtlichen, normativen und sozial- sowie kulturhistorische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die quantitative Verteilung von Baualters- und Nutzungsklassen im Gebäudebestand ist das Ergebnis einer Enquete-Studie. Im Rahmen der Enquete-Studie wurde der Gebäudebestand Deutschlands bis Dezember 1991 beschrieben. Kriterien der Erfassung waren u .a. die Verteilung der

Tabelle 2.9: Baualtersklasseneinteilung in Baualtersklassen.

Baualtersklasse (AK=Altersklasse)	Periode	Baukonstruktive, soziale, politische und ökonomische Besonderheiten
AK 1	Vor 1835	vorindustrielle Bauweise mit handwerklich geprägten Konstruktionen; energieintensive Baustoffe selten verwendet
AK 2	1835-1870	Etablierung des Bauens mit industrialisierten Elementen der Eisenerzeugung
AK 3	1871-1918	Industrie, insbesondere Eisenindustrie gewinnt beherrschende Stellung in dt. Volkswirtschaft; Stahl vorherrschendes Material weit gespannter Konstruktionen; Beginn des Eisenbetonbaus ab 1900; beginnende Normierung; rasche Verdichtung und Verstädterung (Gründerzeit)
AK 4	1919-1933	Kriegs- und Nachkriegsjahre: Verwendung von Ersatzrohstoffen; „Goldene Zwanziger" mit hohen Wachstumsraten, Investitionen und Auslandsverschuldung; 1929-1932: Weltwirtschaftskrise mit rückläufiger Produktion u. hoher Arbeitslosigkeit
AK 5	1934-1949	Mangelwirtschaft mit Ersatzrohstoffen der Vorkriegs- und Kriegsjahre, „Blut-und-Boden-Politik"; wachsende Kriegs-industrie: Autobahnbau, chem. Industrie, Fahrzeugbau u. Rüstung als gleichzeitige Arbeitsbeschaffungspolitik; 1945-1949: Zeit der Not und Unsicherheit; 1948 Housing Order Nr. 8 der Besatzungsmacht zur Beseitigung des Wohnungsmangels
AK 6	1950-1964	1950-1956: Nachkriegsjahre mit Materialmangel, Konstruktion + Bauweise ähnlich der Zwischenkriegsphase; bautechnische Veränderung durch Stahlbetondecken; 1951: DIN 18011 1957: DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau - wird wirksam
AK 7	1965-1976	Wiederaufbau mit Wirtschaftswunder und Vollbeschäftigung DDR: Plattenbauweise (ab 1965); Fertigteilbauweise, neue Materialien aus der Chemieindustrie, vermehrt Ingenieur- und Verkehrsbauten; seit 1971 wieder mehr Umbau
AK 8	1977-1994	1973: erste Ölkrise WSchVO wird wirksam WSchVO wird wirksam 1985: starke Konjunkturschwankungen 1989: Wiedervereinigung DDR + BRD
AK 9	1995-2001	III. WSchVO wird wirksam (WSchVO 95)
AK 10	2002-heute	01.01.2002 … 2009 : EnEV treten in Kraft

Tabelle 2.10: Übersicht des Gebäudebestands nach Nutzflächen und Funktionsklassen bis 1948. Quelle: Statistisches Bundesamt 2006.

Nutzflächen/ Funktionsklassen	Mio. m^2 bis 1870	Mio. m^2 bis 1918	Mio. m^2 bis 1948	Anteil an Nutzfläche gesamt (%)
EFH	104,9	167,8	158,58	22
RH	12,6	20,2	49,78	6
kleine MFH	74,3	118,8	124,39	17
große MFH	16,8	26,9	11,96	5
HH				1
Summe Wohngebäude	208,6	333,8	344,7	50,5
Büro-und Verwaltungsgebäude	20,5	51,2	30,76	4
Anstaltsgebäude	25,6	63,9	38,29	4
Hotels und Gaststätten	4,4	11,1	6,63	1
Handels-und Lagergebäude	61,1	152,8	91,65	12
Fabrik-und Werkstattgebäude	58,8	134,6	80,75	10
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	52,5	131,1	78,69	7
Sonstige Nichtwohngebäude	65,5	163,7	98,07	11
Summe Nichtwohngebäude	288,4	708,4	424,8	49,5
Gesamtnutzfläche	497	1042,2	769,6	100

Tabelle 2.11: Übersicht des Gebäudebestands nach Nutzflächen und Funktionsklassen bis 1990. Quelle: Statistisches Bundesamt 2006.

Nutzflächen/ Funktionsklassen	Mio. m^2 bis 1965	Mio. m^2 bis 1978	Mio. m^2 bis 1990	Summe m^2 NF/Klasse	Anteil an Nutzfläche gesamt (%)
EFH	275,29	252,29	195,5	1154,4	22
RH	87,10	108,32	55,97	334	6
kleine MFH	259,68	194,29	115,6	887	17
große MFH	47,09	92,32	45,31	240,4	5
HH	10,14	35,99	5,62	51,8	1
Summe WohnGebäude	679,30	683,2	418	2667,7	50,5
Büro-und Verwaltungsgebäude	43,83	36,03	35,42	217,7	4
Anstaltsgebäude	54,55	25,55	11,34	219,2	4
Hotels und Gaststätten	9,43	7,22	6,29	45	1
Handels-und Lagergebäude	130,61	99,93	87,28	623,4	12
Fabrik-und Werkstattgebäude	115,07	88,02	76,78	554	10
lLndwirtschaftliche Betriebsgebäude	11,81	53,24	44,85	372,2	7
Sonstige Nichtwohngebäude	137,32	85,87	36,32	586,8	11
Summe Nichtwohngebäude	502,60	395,9	298,3	2618,3	49,5
Gesamtnutzfläche	1181,90	1079,1	716,3	5286	100

Gesamtnutzfläche (NF) bezogen auf Nutzungsklassen und Baualtersklassen. Mit ca. 51 % haben Wohngebäude und Nichtwohngebäude (ca. 49 %) einen annähernd gleich großen Anteil an der Nutzfläche (NF) im Gebäudebestand.

- Nach Funktion (Nutzung)

  Als wichtige Gebäudefunktionen wurden klassifiziert:

  - ▷ Wohnen: Wohngebäude, Wohnhaus,
  - ▷ Arbeiten: z. B. Bürogebäude, Fabrik, Werkstatt
  - ▷ Handel, Lagerung, Warenumschlag: Speicher, Kaufhaus
  - ▷ Gesellschaftliches Leben: z. B. Öffentliche Gebäude wie Rathäuser,
  - ▷ Gesundheit und Fürsorge: z. B. Krankenhäuser, Heime,
  - ▷ Kultur: z. B. Versammlungsgebäude, Bibliotheken, Konzerthäuser,
  - ▷ Religion: z. B. Sakralgebäude wie Tempel, Kirchengebäude
  - ▷ Freizeit: z. B. Sporthallen, Schwimmbäder
  - ▷ Verkehr: z. B. Parkhäuser, Bahnhöfe, Busbahnhöfe,

Im Rahmen des EKSK-SDL wurde die Klassifizierung nach Gebäudenutzungen in der BRD aktualisiert (bis Stand 2010) und speziell für energetischen Berechnungen – angepasst an die „EnEV 2007/09" Methodik der Referenz-Gebäude – neu berechnet. Dazu wurde für die Entwicklung einer erweiterten Gebäudetypologie (für alle Gebäude) eine Zuordnung der gemäß BWZK (1991) eingeordneten Gebäude zu den Nutzungssektoren PHH, IND und GHD gefunden.

2.3.3.4.2 Gebäude im Sektor PHH (Wohngebäude und Nicht- Wohngebäude) Zu Wohnflächen in Nichtwohngebäuden liegen für die BRD keine belastbaren Angaben vor. Vereinzelte Daten differieren zwischen anteiligen 0,5 % und 14,5 % am Gesamtbestand an Wohnungseinheiten Die Ermittlung der Wohnflächenanteile aus Nicht-Wohngebäuden (außer Wohnflächen in Wohnheimen oder Herbergen) war bisher offensichtlich nicht Gegenstand statistischer Erfassungen. Für die aktuelle Analysen wird daher in dieser Position mit Schätzwerten gearbeitet.

Da die EnEV 07-Methodik (Referenzgebäude-Methode) als aktuelle Grundlage für die energetische Berechnung der Wohnflächen in Wohngebäuden im Vergleich zu der differenzierteren Gebäude-Typologie-Methode (IWU/ LEE, 2003/ 2007) zu ungenauen in der Praxis nicht verifizierbaren Ergebnissen führt, werden in dieser Studie die Ergebnisse zu Wohngebäuden auf Basis der Methodik des IWU-Institutes übernommen (adaptiert), d. h. auf herkömmliche Weise berechnet.

Den Wohnflächen aus Wohngebäuden der BRD werden in der Schätzung für das Jahr 2010 zusätzlich 1,6 % Nutzfläche (von der gesamten Nutzfläche der Wohn- und Nicht-Wohngebäude) i. d. R. aus Büro- oder Verwaltungsgebäuden (nach Definition: gemischte Nutzung mit weniger als 50 % Wohnfläche in der Gebäude-Nutzfläche) zugeordnet.

2.3.3.4.3 Gebäude im Sektor IND (Nicht- Wohngebäude) Rund 20 bis 40 Prozent des Energieverbrauchs der Industrie könnten zu wirtschaftlich vernünftigen Bedingungen bis 2020 eingespart werden. Dazu tragen Einsparungen durch energetische Gebäudesanierung anteilig zu weniger als 10 % des Gesamtenergieeinspar- Potentials der Industrie bei. Als typisches Beispiel zur Erschließung energetischer Potentiale in der BRD gilt heute die Gebäudedämmung von Industrieanlagenmit ca. 15,9 % der Gebäudenutzfläche (Fabriken, Lager, Verwaltung; 2009).

Tabelle 2.12: Wohnflächen aus Wohn- und Nicht-Wohngebäuden (gebaut bis 1990). EFZH = Ein- und Zweifamilienhäuser, RH=Reihenäuser, KMFH = Kleine Mehrfamilienhäuser (auch MFH), GMFH = Große Mehrfamilienhäuser, HH = Hochhäuser (einteilung nach IWU-Standard, siehe Glossar); NichtWohnG WE = Wohneinheiten in Gewerbe-Immobilien

Nutzungssektor/ Altersklasse	bis 1870	1871 -1918	1919 -1948	1949 -1965	1966 -1978	1979 -1990	Summe bis 1991	Anteil NF gesamt
Wohnfläche	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	%
Nutzfläche PHH- WG und Nicht-WG								
EZFH	81,5	148,9	168,8	303,8	318,2	222,6	1243,9	23,98%
RH	0	14,5	31,5	43,1	77,1	41,4	207,6	4,00%
KMFH	32	109,3	135,9	247,1	200,5	123,8	848,4	16,35%
GMFH	0	31,5	10,2	60,3	90,5	28,9	221,3	4,27%
HH	0	0	0	6,4	37,8	4,2	48,4	0,93%
Σ WF-WohnG	113,5	304,2	346,3	660,7	724,1	420,8	2569,6	49,53%
Σ WF-Nicht-WohnG	4,7	10,1	14,9	19,5	20,5	20	89,8	1,73%
NichtWohnG WE	2,4	6,1	10,5	16,1	17,5	18,3	70,9	1,37%
NichtWohnG sonst.	2,3	4,1	4,4	3,4	3	1,6	18,9	0,36%
Σ Wohnfläche (PHH)	118,2	314,4	361,2	680,2	744,6	440,8	2659,4	51,26%

Tabelle 2.13: Wohnflächen aus Wohn- und Nicht-Wohngebäuden bis 2009. EFZH = Ein- und Zweifamilienhäuser, RH=Reihenäuser, KMFH = Kleine Mehrfamilienhäuser (auch MFH), GMFH = Große Mehrfamilienhäuser, HH = Hochhäuser (einteilung nach IWU-Standard, siehe Glossar); NichtWohnG WE = Wohneinheiten in Gewerbe-Immobilien

Nutzungssektor/ Altzersklasse	Δ-Saldo 1991-2005	Summe NF< 2001	Anteil gesamt	Δ-Saldo 2001-2010	Summe bis 2011	Anteil gesamt
Wohnfläche	Mio m^2	Mio m^2	%	Mio m^2	Mio m^2	%
Nutzfläche PHH						
EZFH	211	1454,9	23,87	152,3	1607,2	24,20
RH	111,6	319,2	5,24	112	431,2	6,50
KMFH	207,8	1056,3	17,33	127,2	1183,4	17,80
GMFH	12,7	234	3,84	6,3	240,3	3,60
HH	2,2	50,6	0,83	1,1	51,7	0,80
ΣWF-WohnG	818	3114,9	51,10	398,9	3513,8	52,90
Σ WF-Nicht-WohnG	9	98,8	1,62	22,6	106,3	1,60
NichtWohnG WE	8,3	79,2	1,30	21,3	86,4	1,30
NichtWohnG sonst.	0,6	19,5	0,32	1,3	19,9	0,30
Σ Wohnfläche (PHH)	826,9	3213,7	52,72	421,5	3620,1	54,50

2.3.3.4.4 Gebäude im Sektor GHD (Nicht- Wohngebäude)

Gebäude der öffentlichen Hand (BRD) Entsprechend einer Forschungsstudie Energie Institutes Bremen (BEI) beläuft sich die Zahl der Nicht- Wohngebäude in der kommunalen/ sozialen Infrastruktur derzeit auf ca. 300.000 Bauten mit einer Gesamtbruttogrundfläche von rund 313 Mio. m^2. Dies sind Schulen (53.500), gefolgt von Kindertagesstätten (35.000), Sporthallen (33.000), Umkleidegebäuden (28.500) und Verwaltungsgebäuden (25.350). Gut die Hälfte der Bestandsfläche entfällt auf die drei Gebäudetypen Schulen (34 %), Sporthallen (12 %) und Pflegeeinrichtungen (11 %).

Zu den öffentlichen Gebäuden (öffentliche Liegenschaften) zählen:

- Gesellschaftliches Leben: z. B. Öffentliche Gebäude wie Rathäuser,
- Gesundheit und Fürsorge: z. B. Krankenhäuser, Heime,
- Kultur: z. B. Versammlungsgebäude, Bibliotheken, Konzerthäuser,
- Religion: z. B. Sakralgebäude wie Tempel, Kirchengebäude
- Freizeit: z. B. Sporthallen, Schwimmbäder
- Verkehr: z. B. Parkhäuser, Bahnhöfe, Busbahnhöfe.

Ein Großteil der öffentlichen Gebäude ist energetisch sanierungsbedürftig. Das heißt, sie verbrauchen bei ihrer Bewirtschaftung mehr Energie als ein nach zeitgemäßen Standards gebautes Haus. Das belastet nicht nur das Klima, sondern auch die öffentlichen Haushalte. Eine energetische Sanierung reduziert die Nebenkosten langfristig und entlastet die Haushalte (siehe dazu: STARK III- Programm

Tabelle 2.14: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor IND (BRD, gebaut bis 1990)

Nutzungssektor/ Altersklasse	bis 1870	1871 -1918	1919 -1948	1949 -1965	1966 -1978	1979 -1990	Summe bis 1991	Anteil NF gesamt
Nutzfläche	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	%
Nutzfläche								
Fabrik-/ Produktionsgebäude	44,1	101	60,6	86,3	66	57,6	415,5	8,01
Lagergebäude	15,3	38,2	22,9	32,7	25	21,8	155,8	3,00
Büro-/Verwaltungsgebäude	4,1	10,2	6,2	8,8	7,2	7,1	43,5	0,84
andere NWG-IND	22,9	73,7	44,1	44,6	27,9	5,8	219,1	4,22
Σ NWG IND (Sektor IND)	86,4	223,1	133,8	172,4	126,1	92,3	834	16,07

Tabelle 2.15: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor IND (BRD, gebaut bis 2010)

Nutzungssektor/ Altzersklasse	Δ-Saldo 1991-2005	Summe NF< 2001	Anteil gesamt	Δ-Saldo 2001-2010	Summe bis 2011	Anteil gesamt
NichtWohnG - IND	Mio m^2	Mio m^2	%	Mio m^2	Mio m^2	%
Nutzfläche						
Fabrik-/ Produktionsgebäude	81	496,5	8,14	14,3	510,8	7,69
Lagergebäude	64,2	220	3,61	5	225	3,39
Büro-/Verwaltungsgebäude	1	44,5	0,73	0,7	45,2	0,68
andere NWG-IND	0,9	220	3,61	55	275	4,14
Σ NWG IND (Sektor IND)	147	981	16,09	75	1056	15,90

zur energetischen Sanierung aller Kindertagesstätten und Schulen in Sachsen-Anhalt).

Öffentliche Gebäude privater Hand (anteilig ca. 1,5 %, 2009) werden vernachlässigt.

Gewerbe- Immobilien (BRD)

2.3.3.4.5 Gebäude in Nutzungssektoren der BRD (Zusammenfassung) Die Nutzfläche in Nicht- Wohngebäuden der BRD umfasste im Jahre 2010 ca. 3.159 Mio m^2, was im Verhältnis zu den Wohnflächen in Wohngebäuden 47,56 % ausmacht. Davon konnten 15,9 % der Nutzfläche von Industriegebäuden zugeordnet werden, 23,55 % Gebäuden des Sektors GHD, davon ca. 5 % der Öffentlichen Hand, sowie zusätzlich ca. 1,6 % Wohnfläche i.d.R. aus Büro- oder Verwaltungsgebäuden (gemischte Nutzungen).

2.3.3.5 Wohngebäude in der Hansestadt Stendal und Ortschaften

2.3.3.5.1 Datenlage Bei der Umsetzung der gesetzten Energiesparziele im Gebäudebereich ist die Phase gekommen, in der es auf eine genaue Datenlage ankommt, um letztlich erfolgreiche Handlungskonzepte für private und kommunale Entscheidungsträger auf stabiler, sicherer und wirtschaftlicher Grundlage entwickeln, d.h. quantifizieren zu können. Eine Schwachstelle war in diesem Zusammenhang stets die Feststellung der Größe der energetisch relevanten Nutzflächen - eine wichtige Ausgangsbasis für weiteren (energetische) Analysen und Handlungsszenarien.

An zentraler Stellen der Bundesrepublik (Ministerien, Energie-Agenturen, Statistischen Ämtern) wird seit einigen Jahren konsequent an dieser Thematik gearbeitet. Es wurden und werden bundesweite Zählungen initiiert, dazu Datenabgleiche und -anpassungen realisiert (z. B. zwischen Liegenschafts- und Landschaftskatastern sowie den unterschiedlichen GIS-Systemen, etc.). So ist zu erwarten, dass es in der BRD in wenigen Jahren belastbare und zuverlässige Datenbasen geben wird, auf denen mit geeigneten Systemmodellen ein EDV-gestütztes Entscheidungsmanagement im Energie- und Klimaschutzbereich bereichsübergreifend und in den unterschiedlichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Ebenen gegeben sein wird. Eine solche Datenlage gibt es heute in der Bundesrepublik noch nicht.

Aktuell lag den Verfassern der Studie für Stendal zwar keine vollständige, aber den Bereich Wohngebäude betreffend, doch recht umfassende und für die analytische Arbeit sehr nützliche Datenbasis vor, wenn oft auch nur in grober Strukturierung (Gesamtdarstellung über Wohneinheiten in 1-2-Personen-Haushalten und Haushalte ab 3 Personen). Die Stendaler Datenbasis für Wohngebäude wurde im Rahmen einer Gebäudezählung durch das Hochbauamt Stendal im Rahmen einer Zuarbeit für das KommStat-Analyse-Programm des Landes Sachsen-Anhalt realisiert. Zu den nach dem Stichtag eingegliederten Ortschaften standen keine vollständigen Gebäudedaten per Stichtag 1.1.2010 zur Verfügung, lediglich zu Gesamtwohnflächen und Energieverbrauch. Zur Zeit läuft eine Erfassung der Gebäudedaten der in das Stadtgebiet von Stendal neu eingegliederten Ortschaften erneut unter Federführung des Hochbauamtes.

Ziel der Autoren dieser Studie war es, aus den vorliegenden Daten eine Gebäude-Typologie für Stendal und neue Ortschaften zu entwickeln, d.h. mit einer Differenzierung aller Wohngebäude in 5 Standardtypen mit Angabe der Bauepochen und der mittleren Wohnflächenangaben. Die

Tabelle 2.16: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Öffentliche Hand (gebaut bis 1990)

Nutzungssektor/ Altersklasse	bis 1870	1871 -1918	1919 -1948	1949 -1965	1966 -1978	1979 -1990	Summe bis 1991	Anteil NF gesamt
Nutzfläche	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	%
Parlaments-/ Gerichtsgebäude	0,5	1,3	0,8	1,1	0,9	0,9	5,4	0,10
Lagergebäude (Regierung)	2,1	5,3	3,2	4,6	3,5	3,1	21,8	0,42
Bauhöfe, Werkstätten	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,01
Öffentliche Bereitschaft	0,8	1	2,5	3	5	6	18,3	0,35
Büro-/Verwaltungsgebäude	5,6	14,1	8,5	12,1	9,9	9,7	59,9	1,15
Lehre und Forschung	2,6	6,4	3,8	5,5	2,6	1,1	21,9	0,42
Schulen	13,3	33,2	19,9	28,4	10,7	4,8	110,3	2,13
Sportbauten	3,2	8	4,8	6,8	3,2	1,4	27,4	0,53
Gesundheitswesen	1,5	3,8	2,3	3,3	1,5	1,8	14,3	0,27
Alters-/Jugendzentren	0	0	0,3	0,5	0,8	1,2	2,8	0,05
Kirchen, Kulturstätten etc.	4,9	8,2	9,8	6,9	6	1,2	37	0,71
andere NWG - G-ÖH	1,3	4,1	2,5	3,4	2,1	0,9	14,3	0,28
ΣNWG-Öffentliche Hand	36	85,5	58,4	75,5	46,3	32,2	333,9	6,44

Tabelle 2.17: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Öffentliche Hand (gebaut bis 2009)

Nutzungssektor/ Altzersklasse	Δ-Saldo 1991-2005	Summe NF< 2001	Anteil gesamt	Δ-Saldo 2001-2010	Summe bis 2011	Anteil gesamt
NichtWohnG - ÖH-K	Mio m^2	Mio m^2	%	Mio m^2	Mio m^2	%
Parlaments-/ Gerichtsgebäude	1,9	7,3	0,12	1	8,3	0,13
Lagergebäude (Regierung)	0,2	22	0,36	0	22	0,33
Bauhöfe, Werkstätten	0	0,5	0,01	0	0,5	0,01
Öffentliche Bereitschaft	1,2	19,5	0,32	-0,9	18,6	0,28
Büro-/ Verwaltungsgebäude	-0,4	59,5	0,98	-0,7	58,8	0,89
Lehre und Forschung	-3,4	18,5	0,30	-1,7	16,8	0,25
Schulen	-1,8	108,5	1,78	-1	107,5	1,62
Sportbauten	0,4	27,8	0,46	0,2	28	0,42
Gesundheitswesen	0,1	14,4	0,24	0,2	14,6	0,22
Alters-/Jugendzentren	-0,2	2,6	0,04	-0,2	2,4	0,04
Kirchen,Kulturstätten etc.	1,5	38,5	0,63	2	40,5	0,61
andere NWG - G-ÖH	0,7	15	0,25	0	15	0,23
ΣNWG-Öffentliche Hand	0,2	334,1	5,48	-1,1	333	5,01

Tabelle 2.18: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Gewerbe (gebaut bis 1990)

Nutzungssektor/ Altersklasse	bis 1870	1871 -1918	1919 -1948	1949 -1965	1966 -1978	1979 -1990	Summe bis 1991	Anteil NF gesamt
Nutzfläche	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	%
Produktions-/Werkstätten	14,7	33,5	20,1	28,7	21,9	19,1	138,1	2,66
Lawi/Fowi Betriebsgebäude	52,5	131,1	78,7	11,8	53,2	44,9	372,2	7,17
Hotels/ Gaststätten	4,4	11,1	6,6	9,4	7,2	6,3	45,1	0,87
Handels- und Lagergebäude	43,7	109,3	65,5	93,4	71,4	62,4	445,7	8,59
Büro-/Verwaltungsgebäude	8,7	21,8	13,1	18,6	15,3	15,1	92,5	1,78
Andere NWG-GHD	30,1	65,4	22,5	58,4	22,6	1	200	3,86
ΣNichtWohnG (öffentlich/ GHD)	154,1	372,2	206,5	220,3	191,8	148,8	1293,6	24,93
ΣNichtWohnG (nicht öffentlich/ GHD, sonst.)							(ca. 3,4)	
ΣNutzfläche NichtWohnG - GHD	201,9	485	290,9	330	269,6	207	1784,5	34,40

Tabelle 2.19: Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Gewerbe (gebaut bis 2009)

Nutzungssektor/ Altzersklasse	Δ-Saldo 1991-2005	Summe NF< 2001	Anteil gesamt	Δ-Saldo 2001-2010	Summe bis 2011	Anteil gesamt
NichtWohnG - ÖH-K	Mio m^2	Mio m^2	%	Mio m^2	Mio m^2	%
Produktions-/Werkstätten	24,4	162,5	2,67	2	164,5	2,48
Lawi/Fowi Betriebsgebäude	2,8	375	6,15	0	375	5,65
Hotels/ Gaststätten	30,3	75,4	1,24	5,4	80,8	1,22
Handels- und Lagergebäude	77,3	523	8,58	69,5	592,5	8,92
Büro-/Verwaltungsgebäude	20,4	112,9	1,85	12,3	125,2	1,88
Andere NWG-GHD	50	250	4,10	-24	226	3,40
ΣNichtWohnG (nicht öffentlich/ GHD)	205,2	1498,8	24,59	65,2	1564	23,55
ΣNichtWohnG (nicht öffentlich/ GHD, sonst.)						(ca. 1,5)
ΣNutzfläche NichtWohnG - GHD	225,8	2016,5	33,08	67,5	2103	31,66

Tabelle 2.20: Zusammenfassung Gebäude-Nutzflächen BRD aus den Sektoren PPH/ IND /GHD (gebaut bis 1990)

Nutzungssektor/ Altersklasse	bis 1870	1871 -1918	1919 -1948	1949 -1965	1966 -1978	1979 -1990	Summe bis 1991	Anteil NF gesamt
Nutzfläche	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	Mio m^2	%
ΣNutzfläche IND + GHD (ohne WohnFläche)	283,6	698	409,7	482,9	375,2	279,3	2528,7	48,74
ΣNutzfläche IND + GHD (mit WohnFläche in NWG)	288,3	708,1	424,6	502,4	395,8	299,3	2618,4	50,47
ΣNutzfläche-gesamt PHH + IND + GHD	401,8	1012,3	771	1163,1	1119,8	720,1	5188,1	100,00

Vorlage dazu bildete die Gebäude-Typologie für die BRD durch das IWU-Institut (Darmstadt, 2003), deren explizit ausgewiesene Flächen (m^2) im Rahmen von Forschungsarbeiten (Ruhruniversität, Energetischs Institut Bremen) energetisch bewertet wurden (Abb. 8.1 auf S. 276, Tab. 8.5 auf S. 277).

2.3.3.5.2 Analyse der Wohngebäudestrukturen in der Hansestadt Stendal und Ortschaften

Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Berechnungsteilschritten

1. Datenzusammenstellung der Stadtgebiete 1-16 gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2008/09) (siehe Tab. 8.6 auf S. 278 ff).

2. Datenzusammenstellung der Ortschaften 17 - 29.

   Als Ausgangsdaten waren verfügbar (einzig) die Einwohnerzahl, die Anzahl der Wohngebäudegesamtfläche und der Energieverbrauch (über Hochbauamt, 2012). Schätzung der Gebäudestrukturen erfolgten mit der ZEUS-Methodik auf Grundlage einer Referenzmatrix mit vergleichbaren Daten zu Ortschaften der Region.

3. Zusammenführung der Gebäudestrukturdaten der Stadtgebiete/ Ortschaften 1 – 16 (Realwerte) und der Ortschaften 17 – 29 (Schätzwerte) mit den Elementen Wohneinheit (WE) nach Sanierungs- und Belegungsstand sowie der relevanten Bauepochen (Extrapolationsmatrix).

2.3.3.5.3 Wohngebäude-Typologie-Matrix für Stendal Aus den Daten in Tab. 2.24 auf S. 65 erhält man unter Anwendung der ZEUS Prozedur (Kap. 8.4.1 auf S. 274) durch Übertragung der Strukturen der Gebäudetypologie BRD-NBL (Tab. 8.5 auf S. 277) eine Gebäude-Typologie für Wohngebäude von Stendal.

Anmerkung: Die Gebäudetypologie mit den „geschätzten" Ortschaften 17 - 29 ergibt mit den Ortsteilen 1-16 in der Zusammenfassung dennoch eine Schätzung. Eine Gebäudetypologie per 31.12.2009 mit den Ortsteilen 1 - 16 wäre dagegen (entstanden durch Zählung und Bearbeitung von Ist-Werten im Bottum-up-Prinzip) keine Schätzung.

Der hier mit der ZEUS-Methodik berechnete Gesamtwert an (beheizter) Wohnfläche von Stendal-29 (per Eingemeindungs- und Gebäude-Stand vom 31.12.2010) auf Basis der aktualisierten Angaben zur EnEV 2009 liegt bei 1.707.534 m^2 und 69,7 m^2/ WE . Der vom Hochbauamt Stendal ermittelte Gesamtwert beträgt 1.711.700 m^2. (d.h. 69,8 m^2/WE). Das ist eine Übereinstimmung beider Berechnungsmethoden von 99,76%.

2.3.3.5.4 Energieverbrauch in Wohngebäuden

Spezifische Energieverbrauchskoeffizienten für Wohngebäude Die Erfassung und Zusammenstellung der Spezifischen Energieverbrauchskoeffizienten

Tabelle 2.21: Zusammenfassung Gebäude-Nutzflächen BRD aus den Sektoren PPH/ IND /GHD (gebaut bis 2009)

Nutzungssektor/ Altzersklasse	Δ-Saldo 1991-2005	Summe NF< 2001	Anteil gesamt	Δ-Saldo 2001-2010	Summe bis 2011	Anteil gesamt
NichtWohnG - ÖH-K	Mio m^2	Mio m^2	%	Mio m^2	Mio m^2	%
ΣNutzfläche IND + GHD (ohne WohnFläche)	363,9	2898,7	47,55	142,5	3052,7	45,96
ΣNutzfläche IND + GHD (mit WohnFläche in NWG)	372,9	2997,5	49,17	150	3159	47,56
ΣNutzfläche-gesamt PHH + IND + GHD	1190,8	6095,8	100,00	548,9	6642,4	100,00

Tabelle 2.22: Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (Ist-Stand per 31.12.2009)

Ortsteile 1- 16	WE gesamt		voll-saniert		teil-saniert		unsaniert	
Stand: 31.12.2009	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	Leer	gesamt	leer
Stendal-16	21427	3595	12561	1436	5773	1093	3093	1066
	100,0%	16,8%	58,6%	6,7%	26,9%	5,1%	14,4%	5,0%
Errichtet bis 1948	8350	1511	5795	754	1847	318	708	439
	39,0%	42,0%	46,1%	52,5%	32,0%	29,1%	22,9%	41,2%
Errichtet 1948-1989	11152	1875	4924	478	3848	771	2380	626
	52,0%	52,2%	39,2%	33,3%	66,7%	70,5%	76,9%	58,7%
- darunter Plattenbau	8459	1726	2733	377	3429	744	2297	605
	39,5%	48,0%	21,8%	26,3%	59,4%	68,1%	74,3%	56,8%
Errichtet ab 1990	1924	209	1842	204	78	4	4	1
	9,0%	5,8%	14,7%	14,2%	1,4%	0,4%	0,1%	0,1%

für Wohngebäude erfolgt gemäß der energetischen Bewertung der Nutzflächen der Typengebäude nach IWU-Typologie/2007 durch Berechnungen des Energie-Instituts Bremen (BEI, 2007) für Gebäude-Baugruppen sowie aktualisierter Richtlinien der EnEV 2009 (Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V., veröffentlicht in „Energieeinsparung im Gebäudebereich/Ausgabe 2010"). Im Ergebnis sind in Anlage3-EKSK in 5 Tabellen nach vorgegebenen Gebäudetypen (EFH/ZFH/RH, MFH-NBL, GMFH-NBL, HH-NBL) die berechneten spezifischen Mittelwerte des End- und Primärenergieverbrauchs der NBL/ Stendal zusammengestellt. In der energetischen Bewertung der Wohnflächen sind Kennwerte der DDR-Plattenbauten von Stendal berücksichtigt.

In dieser Darstellung differenzieren die Autoren den Endenergiebedarf für beheizte und bewohnte Wohnflächen in Nutzwärme pro m^2 und $Endenergie_{th+el}$ pro m^2 (thermisch, elektrisch, gesamt) pro Jahr, woraus sich durch Multiplikation mit den Flächenangaben der WG-Typologie-Matrix (m^2 pro Typ und Jahr) die Wohngebäude-Energie-Verbrauchsmatrix für Stendal definieren lässt.

In diesen Tabellen sind die energetischen Bewertungen für Sanierungsmassnahmen bereits berücksichtigt, auf welche im Rahmen der Energieeinsparmassnahmen bei Gebäuden (unter Kap. 4.1.5 auf S. 150) zurückgegriffen wird.

2.3.3.5.5 Zusammenfassung: Berechneter Energieverbrauch Auf Grundlage der Wohngebäude-Typologie wurden die energetischen Verbrauchs-werte der Wohnflächen insgesamt per 31.12.2010 berechnet und differenziert. Auf die Wohnflächen insgesamt bezogen beträgt der Endenergieverbrauch (für elektrische und thermische Energie) 325,444 GWh, für die bewohnten Wohnflächen 283,999 GWh. Am Gesamtverbrauch (bezogen auf Wohnflächen aus Wohngebäuden) haben davon die Einfamilienhäuser mit 132,595 GWh in Stendal einen Anteil von 40,7%, die Reihenhäuser mit 15,530 GWh von 4,8%, die Mehrfamilienhäuser (bis 12 Wohneinheiten) mit 104,810 GWh von 32,2%, die großen Mehrfamilienhäuser (bis 12 Etagen) mit 55,082 GWh von 16,9% sowie die Hochhäuser mit 17,428 GWh einen Anteil von 5,4%. Mit 148,312 GWh betrug der berechnete Energieanteil der bis 1949 errichteten Gebäudesubstanz (unter Berücksichtigung von Rückbauten und Sanierungsmaßnahmen) 45,6%, mit 120,307 GWh umfasst der zwischen 1949 und 1989 errichten Wohngebäude (unter Berücksichtigung der Plattenbauweise und energetischen Kennwerte aus der DDR-Zeit) 37,0%, in den nach 1989 gebauten Wohnungen beträgt der Endenergieverbrauch 56,825 GWh, das sind 17,5% vom aktuellen Gesamtverbrauch.

Fazit: Der in TTab. 2.28 auf S. 68 berechnete Energiebedarf „Wohnungen-Gesamt" liegt um ca. 52 GWh höher als der Verbrauch „bewohnter Wohnungen" von 273,593 GWh (SW, 2009, für PHH), was einen Unterschied von ca. 16% ausmacht. Der in Tab. 2.28 berechnete Endenergiebedarf für „bewohnte Wohneinheiten" liegt ca. 3,7% über den per Zähler abgelesenen Verbrauch (gemäß Angabe SW). Das führt zur Schlussfolgerung, dass zusätzliche energetische

Tabelle 2.23: Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Gebäudegruppe und Belegungsstand

Ortsteile 1- 16	Wohneinheiten (WE) nach Gebäudetyp nach Gebäudegruppe und Belegungsgrad					
Stand: 31.12.2009	gesamt	Bewohnt	leer	gesamt	bewohnt	leer
	in Gebäuden mit 1-2 WE			in Gebäuden mit > 2 WE		
Stendal-16	4714	4334	380	16722	13507	3215
	22,0%	20,2%	1,8%	78,0%	63,0%	15,0%
Errichtet bis 1948	2566	2277	289	5784	4562	1222
	30,7%	27,3%	3,5%	69,3%	54,6%	14,6%
Errichtet 1948-1989	945	912	33	10207	8365	1842
	8,5%	8,2%	0,3%	91,5%	75,0%	16,5%
- darunter Plattenbau	14	11	3	8445	8444	1
	0,2%	0,1%	0,0%	99,8%	99,8%	0,0%
Errichtet ab 1990	1202	1144	58	722	571	151
	62,5%	59,5%	3,0%	37,5%	29,7%	7,9%

Tabelle 2.24: Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Sanierungs- und Belegungsstand (Ergebnis: Extrapolationsmatrix) gem. Vorlage

Extrapolationsmatrix (Schätzung)	Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand in 3 Bauepochen							
Zusammenfassung	WE gesamt		voll-saniert		teil-saniert		unsaniert	
Eingemeindung 17 – 29	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	Leer	gesamt	leer
Stand: 31.12.2010	3083	162	2072	94	980	63	31	4
	100,0%	5,2%	67,2%	3,1%	31,8%	2,0%	1,0%	0,1%
Errichtet bis 1948	1795	125	936	53	840	68	19	4
	58,2%	77,2%	45,2%	56,2%	85,7%	107,4%	61,4%	95,5%
Errichtet 1948-1989	125	0	87	0	39	0	0	0
	4,1%	0,0%	4,2%	0,0%	3,9%	0,0%	0,0%	0,0%
Errichtet ab 1990	1390	48	1201	48	174	0	14	0
	45,1%	29,8%	58,0%	51,1%	17,7%	0,0%	46,0%	0,0%

Potentiale im Rückbau bzw. Beheizung unbewohnter Wohnungseinheiten liegen, die es zu erschließen gilt.

2.3.3.6 Nichtwohngebäude in der Hansestadt Stendal und Ortschaften

Für den Bereich Nicht-Wohngebäude standen den Verfassern der Studie nur wenige bzw. nur lückenhafte Daten zur Verfügung, was auch für Analysen und Prognosen kaum belastbare Zeitreihen ergab. Einzige Ausnahme bildete dabei eine umfassende Aufstellung der Energiebeauftragten der Stadt zum energetischen Sanierungsstand der Gebäude der Öffentlichen Hand (innerhalb des Sektors GHD). Dazu wird gesondert im Kap. 5 Stellung genommen.

Eine Untersuchung zu Gewerbeimmobilien des Einzelhandels konnte hingegen noch nicht verfügbar gemacht werden. Zu Gebäuden aus dem Gewerbesektor (GHD) ist durch das Hochbauamt/ Bereich Statistik eine Gebäudezählung in Vorbereitung. Seitens des Nutzungssektors Industrie waren den Autoren zu Gebäuden keine und zum Energieverbrauch nur wenige Einzelangaben verfügbar.

Eine unvollständige Datenbasis wiederum impliziert eine schwer herzustellenden Datensicherheit, -genauigkeit und -vergleichbarkeit von Berechnungen und Ergebnissen. Um künftig mit einem komplexen Energie- und Klima-Management in Stendal arbeiten zu können, sollten alle Gebäude erfasst werden. Dies sollte durch eine weitere statistische Gebäude-Zählung im Bereich der Industrie- und Gewerbe- Immobilien zeitnah auf den Weg gebracht werden.

Im Unterschied zur „Gebäude-Typologie-Methodik" (erfolgreich in Anwendung speziell für Wohngebäude-Immibilien) wird empfohlen, mit Berechnungsverfahren zur Ermittlung nationaler energetischer Richtwerte auf Basis von Referenzgebäuden gemäß BauWerksZuordnungs-Katalog (BWZK,1991) als ganzheitlichen Ansatz als standardisierte Entscheidungshilfe zu arbeiten (siehe Kap. 4.1.5).

Seit 2007 werden in diese Methodik auch Wohngebäude einbezogen. Die bewährte Gebäude-Typologie-Methode (IWU/LEE, 2003) erfordert zwar eine größere Flächen- und Bauteildifferenzierung mit weitaus größerem Aufwand, liefert aber letztlich genauere Werte. Aktuell gelten beide Methodiken nebeneinander, sie werden gegenwärtig in einer Reihe zentraler Forschungsprojekten untereinander angeglichen, optimiert und im Rahmen weiterer Novellierungen der EnEV durch aktuelle energetische Richtwerte fortgeschrieben.

Tabelle 2.25: Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Gebäude(typ)gruppe und Belegungsstand (Schätzung)

Extrapolationsmatrix (Schätzung)	Wohneinheiten (WE) nach Gebäudetyp nach Gebäudegruppe und Belegungsgrad					
Zusammenfassung Eingemeindung 17 - 29	gesamt	Bewohnt	leer	gesamt	bewohnt	Leer
	in Gebäuden mit 1-2 WE			in Gebäuden mit > 2 WE		
Stand: 31.12.2010	2724	2593	130	359	328	31
	88,3%	84,1%	4,2%	11,7%	10,6%	1,0%
Errichtet bis 1948	1471	1379	92	201	176	25
	82,0%	76,8%	5,1%	11,2%	9,8%	1,4%
Errichtet 1948-1989	106	106	0	11	11	0
	84,7%	84,7%	0,0%	8,5%	8,5%	0,0%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Errichtet ab 1990	1146	1108	39	148	142	6
	82,5%	79,7%	2,8%	10,7%	10,2%	0,5%

Tabelle 2.26: Gesamt-Erfassungsmatrix – Grobe Gebäudestruktur Stendal/ 1

Zusammenfassung (Teil-Schätzung. 1.9.2012)	WE gesamt		voll-saniert		teil-saniert		unsaniert	
Stand: 31.12.2010	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer
Stendal 29 WE	24510	3757	14633	1530	6753	1156	3124	1070
	100,0%	15,3%	59,7%	6,2%	27,6%	4,7%	12,7%	4,4%
Errichtet bis 1948	10145	1636	6731	807	2687	386	727	443
	41,4%	6,7%	66,3%	49,3%	26,5%	23,6%	7,2%	27,1%
Errichtet 1948-1989	11277	1875	5011	478	3887	771	2380	626
	46,0%	7,6%	44,4%	25,5%	34,5%	41,1%	21,1%	33,4%
- darunter Plattenbau	8459	1726	2733	377	3429	744	2297	605
	34,5%	7,0%	32,3%	21,8%	40,5%	43,1%	27,2%	35,1%
Errichtet ab 1990	3314	257	3043	252	252	4	18	1
	13,5%	1,0%	91,8%	98,1%	7,6%	1,6%	0,6%	0,4%

Die Entwicklung einer Gesamtgebäudetypologie für Nichtwohn- und Wohngebäude verbunden mit einer größeren Differenzierung bei der energetischen Bewertung mithilfe über Referenzgebäude wäre eine qualitative Datenbasis für ein Energie-Management-Instrumentarium im Gebäudebereich Stendals geschaffen.

Tabelle 2.27: Gesamt-Erfassungsmatrix – Grobe Gebäudestruktur Stendal/ 2

Zusammenfassung (Teil-Schätzung)	Wohneinheiten (WE) nach Gebäudetyp nach Gebäudegruppe und Belegungsgrad							
Stand: 31.12.2010	gesamt	Bewohnt	leer	gesamt	bewohnt	Leer	∅ Anteil Gebäude gesamt	
	in Gebäuden mit 1-2 WE			in Gebäuden mit > 2 WE			1-2 WE	>2 WE
Stendal 29 WE	7437	6926	510	17072	13835	3246	7437	17072
	30,3%	28,3%	2,1%	69,7%	56,4%	13,2%	30,3%	69,7%
Errichtet bis 1948	4037	3656	381	5985	4738	1247	4037	5985
	54,3%	90,6%	9,4%	35,1%	79,2%	20,8%	54,3%	35,1%
Errichtet 1948-1989	1051	1018	33	10217	8376	1842	1051	10217
	14,1%	96,9%	3,1%	59,8%	82,0%	18,0%	14,1%	59,8%
- darunter Plattenbau	14	11	3	8445	8444	1	14	8445
	0,2%	76,8%	23,2%	49,5%	100,0%	0,0%	0,2%	49,5%
Errichtet ab 1990	2348	2252	96	870	713	158	2348	870
	31,6%	95,9%	4,1%	5,1%	81,9%	18,1%	31,6%	5,1%

Tabelle 2.28: Zusammenfassung des aktuellen Energieverbrauchs pro Jahr für Wohngebäude in Stendal, oben: bewohnte und unbewohnte Gebäude zusammen, unten: nur bewohnte Wohneinheiten. Berechnet nach den Angaben der Ruhruniversität Bochum und der IWU-Gebäudetypologie (BRD/Stendal) und unter Berücksichtigung von Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen.

	Wohneinheiten errichtet bis 1948					Wohneinheiten errichtet 1948 - 1989							Wohneinheiten errichtet nach 1989						
	bis 1870	70-1918	1919-48	< 1949	Fläche gesamt	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-89	Fläche gesamt	1989-94	1995-01	> 2001	> 1989	Fläche gesamt	Endenergie	Primärenergie
	MWh	MWh	MWh	Σ	%	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Σ	%	MWh	MWh	MWh	Σ	%	ΣΣ	ΣΣ
EFH	14.679	27.304	30.955	72.937	100,0%	5.211	6.370	2.987	1.497	1.542	17.607	100,0%	11.117	23.857	7.075	42.050	100,0%	132.594	149.168
RH	0	2.366	5.157	7.523	100,0%	964	1.452	1.165	455	312	4.349	100,0%	1.167	1.978	513	3.659	100,0%	15.530	17.471
MFH_NBL	7.828	23.429	28.581	59.838	100,0%	13.341	20.918	0	0	0	34.259	100,0%	3.104	6.963	645	10.713	100,0%	104.810	117.911
GMFH_NBL	0	4.323	3.691	8.014	100,0%	0	0	20.899	18.006	7.760	46.665	100,0%	404	0	0	404	100,0%	55.082	61.968
HH_NBL	0	0	0	0	100,0%	0	0	14.331	3.097	0	17.428	100,0%	0	0	0	0	100,0%	17.428	19.607
Summe	22.507	57.422	68.383	148.312	45,6%	19.515	28.740	39.383	23.056	9.614	120.307	37,0%	15.793	32.799	8.233	56.825	17,5%	325.444	366.125

	Wohneinheiten errichtet bis 1948					Wohneinheiten errichtet 1948 - 1989							Wohneinheiten errichtet nach 1989						
	bis 1870	70-1918	1919-48	< 1949	Bewohnte Fläche	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-89	Bewohnte Fläche	1989-94	1995-01	> 2001	> 1989	Bewohnte Fläche	Endenergie	Primärenergie
	MWh	MWh	MWh	Σ	%	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Σ	%	MWh	MWh	MWh	Σ	%	ΣΣ	ΣΣ
EFH	13.530	25.167	28.533	67.230	92,2%	5.070	6.198	2.906	1.457	1.500	17.131	97,3%	10.903	23.398	6.939	41.240	98,1%	125.602	142.325
RH	0	2.181	4.753	6.934	92,2%	938	1.413	1.134	443	304	4.231	97,3%	1.144	1.940	503	3.588	98,1%	14.753	16.718
MFH_NBL	6.209	18.584	22.670	47.464	79,3%	10.937	17.148	0	0	0	28.085	82,0%	2.568	5.761	534	8.863	82,7%	84.411	95.650
GMFH_NBL	0	3.429	2.927	6.357	79,3%	0	0	17.133	14.761	6.361	38.255	82,0%	334	0	0	334	82,7%	44.945	50.930
HH_NBL	0	0	0	0	79,3%	0	0	11.748	2.539	0	14.287	82,0%	0	0	0	0	82,7%	14.287	16.190
Summe	19.739	49.361	58.884	127.984	45,1%	16.944	24.759	32.921	19.200	8.165	101.989	35,9%	14.950	31.099	7.976	54.025	19,0%	283.999	321.812

2.3.4 Energetische Infrastruktur

Bei der Betrachtung der energetischen Infrastruktur muss in zwei Versorgungsgebiete untergliedert werden. Die Leitungsrechte in der Kernstadt befinden sich bei der Stadtwerke Stendal GmbH. Die umliegenden Ortschaften werden leitungsseitig durch die E.ON Avacon AG versorgt.

Im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Stendal GmbH dient die energetische Infrastruktur der Verteilung von Strom, Gas und Wärme. Der Ausbaugrad der Leitungsnetze ist unterschiedlich entwickelt. Das Stromnetz erreicht eine 100%-ige Versorgungsdichte. Das Gasnetz ist in ca. 85 % (geschätzter Wert) des Versorgungsgebietes verfügbar. Der Anschlussgrad an die Fernwärme deckt ca. 22 % des Wärmebedarfs. Gas- und Fernwärmenetz sind teilweise parallel verlegt. Eine Übersicht über die Kennwerte des Strom-, Gas- und Fernwärmenetzes geben die Tab. 2.29,2.30,2.31.

Die Energieerzeugung erfolgt im Strombereich bilanziell vollständig im Blockheizkraftwerk (BHKW) Schillerstraße. Die „Abwärme" der Stromerzeugung wird zur Grundlastsicherung in das Fernwärmenetz eingespeist. Das Blockheizkraftwerk wird in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wärmegeführt betrieben und garantiert so eine hohe Energieeffizienz, welche sich in einem KWK-Anteil der Fernwärme von 84 % in Verbindung mit einer hohen Stromkennzahl von 1,01 widerspiegelt. Technisch ist das BHKW als Motorheizkraftwerk mit drei Erdgas-/ HEL[2]-befeuerten Zündstrahlmotoren ausgeführt. Die Leistung beträgt 23 MW_{el} und 24 MW_{th}. Das BHKW befindet sich zur Zeit - im Gegensatz zu den anderen Bestandteilen der leitungsgebundenen Infrastruktur - im Eigentum eines externen Investors (VASA Kraftwerke-Pool GmbH & Co. KG Staßfurt).

Die Deckung der Spitzenlasten im Fernwärmebereich erfolgt über drei bivalente Heißwassererzeuger am selben Standort (Schillerstraße). Diese gleichzeitig zur Reservebesicherung genutzte Anlage hat eine Gesamtfeuerungsleistung von 46 MW_{th}. Das Fernwärmenetz wird durch einen Wärmespeicher für Fernheizwärme ergänzt. Der 5.000 m^3 fassende Warmwasserspeicher ermöglicht eine teilweise Entkoppelung der Erzeugung von der Lastkurve des Verbrauchs. Die Sicherung der Energieträgerverfügbarkeit erfolgt über Heizölvorratstanks mit einem Fassungsvermögen von 4.000 m^3. Hierdurch können mögliche Engpässe bei der Gasversorgung kompensiert werden. Laufende Modernisierungen und Anpassungen an neueste technische Standards im Bereich der Energieerzeugung garantieren auch künftig eine hohe Einsatzbereitschaft verbunden mit einer effizienten Erzeugung. Insgesamt befindet sich die leitungsgebundene energetische Infrastruktur in technisch sehr gutem Zustand und auf einem hohen sowie werthaltigen Niveau, was deren Erhalt und langfristige Nutzung als sinnvoll erscheinen lässt.

Neben den zentralen Energieerzeugungsanlagen werden im Untersuchungsgebiet dezentrale Energieerzeugungsanlagen betrieben. Im Wesentlichen handelt es sich hier um Kleinfeuerungsanlagen zur Wärmeversorgung. Aufgrund seiner Größe hat das Blockheizkraftwerk der Milchwerk Mittelelbe GmbH besondere Bedeutung. Auch diese Anlage wird im KWK-Betrieb geführt.

Die Konzessionsrechte (Strom, Gas, Wärme) liegen bei der Stadtwerke Stendal GmbH. Hierzu wurden am 02.08.2001 Verträge mit einer 20-jährigen Laufzeit abgeschlossen(Konzessionsvertrag, Gestattungsvertrag Wärme). Seit dem 04.10.1993 gilt eine unbefristete Fernwärmesatzung.

Die Versorgung der im Umland der Kernstadt befindlichen Ortsteile mit leitungsgebundener Energie beschränkt sich weitgehend auf Strom und Erdgas. Netzbetreiber ist hier die E.ON Avacon AG. Es bestehen diverse Konzessionsverträge für die jeweiligen Ortschaften, in denen die Netznutzung für den Zeitraum der nächsten zehn Jahre (Durchschnitt) geregelt ist. Danach wird eine einheitliche Regelung für das gesamte Stadtgebiet angestrebt.

Eine detaillierte Darstellung der energetischen Infrastruktur kann für das Versorgungsgebiet der E.ON Avacon AG nicht vorgenommen werden. Die vorliegende Informationsdichte ist hierfür nicht ausreichend. Die Ausführungen beschränken sich daher auf eine allgemeine Bewertung.

Das Stromnetz im Niederspannungsbereich ist flächendeckend ausgebaut. Ergänzt wird dieses durch Hoch- und Mittelspannungsleitungen, die einen geordneten Netzbetrieb sicherstellen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei das im Stadtgebiet befindliche „380/110 kV-Umspannwerk Stendal-West".

Alle Ortschaften mit Ausnahme des Ortsteils Wilhelmshof (Uchtspringe) sind an das Erdgasnetz angeschlossen. Der Ausbaugrad in den einzelen Orten ist unterschiedlich. Eine 100 %-ige Versorgungsdichte wird in keinem Ort erreicht.

In den Ortschaften Buchholz und Uchtspringe befinden sich Nahwärmenetze. Diese versorgen Teile der jeweiligen Orte. Das im Jahr 2011 in Betrieb gegangene Nahwärmenetz Buchholz wird durch eine Biogasanlage gespeist. In der Ortschaft Uchtspringe versorgen zwei voneinander getrennte Nahwärmenetze jeweils Teile des Ortes. Als Energieträger wird in beiden Fällen Erdgas genutzt. Da hier kurz- bzw. mittelfristig Handlungsbedarf besteht, sollte die Möglichkeit der Zusammenlegung der Netze und der Errichtung einer zentralen Energieerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung geprüft werden.

2.3.5 Anbieter- und Abnahmestruktur

Die Anbieter- und Abnahmestrukturen sind abhängig von der Energieform/ dem Energieträger und der Verteilungsinfrastruktur. Der Untersuchungsraum stellt insofern kein einheitliches Versorgungsgebiet dar.

Zur Beschreibung der Angebotsstruktur der leitungsgebundenen Energieversorgung (Strom, Erdgas) sind die Konzessions- und Gestattungsrechte sowie die Regelungen zur Liberalisierung der Energiemärkte zu berücksichtigen. Die Konzessionsrechte werden zur Zeit von zwei Energieversorgern gehalten. Für die „Kernstadt Stendal" ist dies die Stadtwerke Stendal GmbH. In den außerhalb gelegenen Ortsteilen liegen die Konzessionsrechte bei der E.ON

[2]HEL: leichtes Heizöl

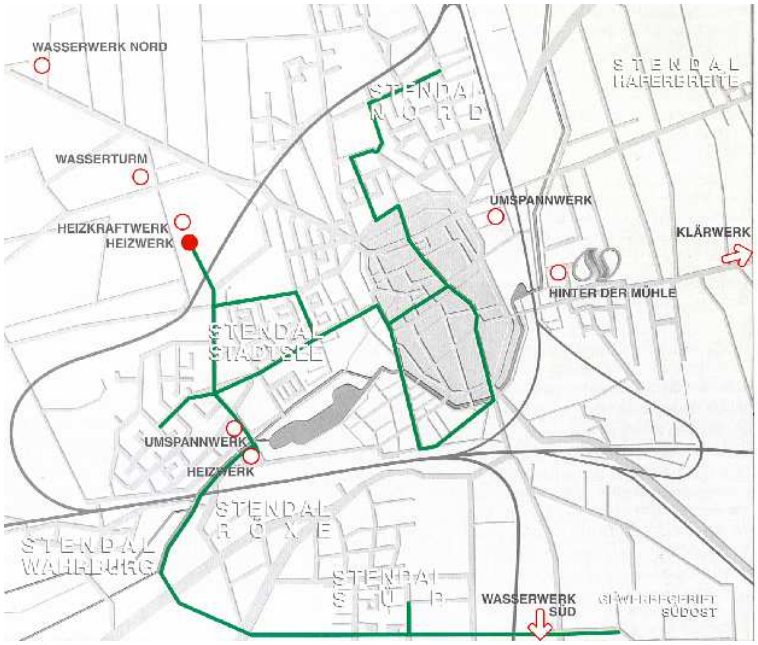


Abbildung 2.4: Fernwärmenetz in der Hansestadt Stendal. Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH

Tabelle 2.29: Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Stromnetz

Stromkreislängen	Freileitungen	Kabelleitungen
Mittelspannung	6,11 km	134,86 km
Niederspannung	23,29 km	185,49 km
Installierte Leistung der Umspannebene		
Mittelspannung / Niederspannung		167 MW
Hochspannung / Mittelspannung		78 MW
Anzahl der Entnahmestellen		
Mittelspannung		37 Stück
Niederspannung		29.539 Stück
Jahreshöchstlast		
Hochspannung/ Mittelspannung		24.515 kW
Mittelspannung		24.179 kW
Mittelspannung/ Niederspannung		19.913 kW
Niederspannung		19.364 kW
Versorgte Fläche		19,9 km^2
Netzlänge je Einwohner		10,09 m/EW

Avacon AG.

Aus dem direkten Zugriff auf die Leitungsnetze resultiert ein Marktvorteil für die Konzessionsinhaber, da diese der primäre Anbieter sind. Aufgrund der Liberalisierung der leitungsgebundenen Energiemärkte hat jedoch jeder Verbraucher das Recht, den jeweiligen Versorger frei zu wählen. Diese Aussage gilt nicht für die Fernwärmeversorgung.

Da der Angebotsmarkt für Strom und Erdgas durch Anbieterwechsel zunehmend in Bewegung ist, würde eine detaillierte Einzelaufstellung der aktuellen Energielieferanten nicht zur Problemlösung beitragen und wird daher nicht erstellt. Im Bedarfsfall könnte eine derartige Auflistung jedoch über die o. g. Konzessionsinhaber vorgelegt werden, da die „Fremdversorger" Netzentgelte für die Netznutzung an diese bezahlen müssen.

Die für die „Kernstadt Stendal" teilweise vorhandene Fernwärmeversorgung liegt ausschließlich in der Versorgungshoheit der Stadtwerke Stendal GmbH. Dieses ist über den bereits erwähnten Gestattungsvertrag geregelt. In den mit Fernwärme versorgten Stadtgebieten besteht auf der Grundlage der Fernwärmesatzung Anschlusszwang.

Tabelle 2.30: Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Gasnetz

Druckstufen	
Hochdrucknetz	8,0 bis 14,5 bar
Mitteldrucknetz	0,6 bar
Niederdrucknetz	22,6 bis 25,0 mbar
Länge des Gasnetzes	
Hochdrucknetz	29,49 km
Mitteldrucknetz	45,76 km
Niederdrucknetz	185,94 km
Einspeisepunkte	2 Stück
Ausspeisepunkte	
Mitteldruck	12 Stück
Niederdruck	4.257 Stück
Jahreshöchstlast	153,7 MW
Netzlänge je Einwohner	5,38 m/EW

Tabelle 2.31: Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Fernwärmenetz.

Länge der Fernwärmetrasse	ca. 41 km
Anzahl der Hausanschluss-Stationen/ -anschlüsse	ca. 500 Stück
Netzlänge je Einwohner	1,21 m/EW

Nicht leitungsgebundene Energieträger für die Wärmeversorgung wie Heizöl, Flüssiggas, Holz oder Kohle werden durch verschiedene regionale und überregionale Brennstoffhändler angeboten. In diesem Marktsegment sind weder die Stadtwerke Stendal GmbH noch die E.ON Avacon AG tätig. Erwähnenswerte Marktanteile dürften die Raiffeisen Warengenossenschaft Stendal eG, die W. Hoyer KG/ Energieservice Altmark in Kleinau, die TOTAL Mineralöl GmbH Magdeburg, die VEBA Oel-Vertrieb GmbH Hämerten, die Jorczyk GmbH Erxleben, die Tyczka Total Gas GmbH Gardelegen, die WESTFA Flüssiggas und Umwelttechnik Stendal, die Westfalen Gas AG/ NL Magdeburg oder die Raiffeisen Osterburg-Lüchow-Dannenberg haben. Die vorstehende Aufstellung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und gibt keine Wertung ab. Die sich fortlaufend verändernden Marktanteile der einzelnen Anbieter können nicht im Detail benannt werden.

Die Versorgung mit flüssigen Treibstoffen erfolgt über neun Tankstellen. Auf eine Aufzählung der einzelnen Anbieter wird an dieser Stelle verzichtet. Die Stadtwerke Stendal GmbH betreibt im Stadtgebiet eine Erdgastankstelle.

Über den größten Marktanteil im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung verfügt der regionale Energieversorger Stadtwerke Stendal GmbH. Zur Zeit bedient diese ca. 60% des Energiebedarfs in diesen Segmenten.

Die Betrachtung der Verbrauchsstruktur beschränkt sich auf die Sektoren Strom und Wärme. Eine Zuordnung des Energieverbrauchs im Sektor Verkehr zu den Verbrauchergruppen (IND., GHD, PHH) wurde nicht vorgenommen.

Die Abnahmestruktur in den Sektoren Strom und Wärme wird insbesondere vom Verwendungszweck und von den Verbrauchsmengen geprägt. Verbraucher der Bedarfsgruppen Industrie und Gewerbe mit relativ hohem Energiebedarf haben andere Anforderungsprofile und agieren anders am Markt als Privathaushalte mit relativ geringen Einzelabnahmen. Weiterhin hat der Zugang/ Anschluss an die Versorgungsnetze Einfluss auf die Abnahmestruktur.

Größte Verbrauchergruppe ist mit 40,0 % der Bereich Privathaushalte. Die Industrie hat mit 38,7 % einen ähnlichen Gesamtbedarf, unterscheidet sich jedoch im Verhältnis von Strom zu Wärme. Der Bereich Handel/ Gewerbe/ Dienstleistungen (GHD) verbraucht 21,3 % der Endenergiemenge im Untersuchungsgebiet und ist damit die kleinste Verbrauchergruppe. Das Gesamtverhältnis zwischen elektrischer und thermischer Energie beträgt etwa 20 % Strom zu 80 % Wärme.

Insgesamt kann die Abnahmestruktur als eher kleinteilig beschrieben werden. Eine Ausnahme bildet hier die Elbe-Milch GmbH. Der sehr hohe Energieverbrauch – vor allem im Bereich Prozesswärme – wird durch ein eigenes erdgasbasiertes BHKW im KWK-Betrieb abgesichert. Andere Endverbraucher mit relativ hohen Abnahmemengen sind u.a. die ALSTOM Lokomotiven Service GmbH, das Freizeitbad „AltOa", die Altmärker Fleisch- und Wurstwaren GmbH, das Johanniter Krankenhaus, die Stendaler Landbäckerei GmbH oder die SALUS gGmbH Fachkrankenhaus Uchtspringe. Hinzu kommen Verbraucher, deren Bedarf auf verschiedene Abnahmestellen verteilt ist. Hierzu zählen die Stendaler Wohnungsbaugesellschaft mbH, die Wohnungsbau-Genossenschaft ÄltmarkëG Stendal, der Landkreis und die Hansestadt Stendal.

2.4 Verkehr

Für das Verkehrsaufkommen wird eine erhebliche Energiemenge für die verschiedenen Verkehrsträgern benötigt. Da keine detaillierte Verkehrsanalyse der Stadt Stendal vorlag, wird im folgenden der aktuelle Energiebedarf im Verkehrsbereich eingegrenzt und abgeschätzt.

Eine besondere Bedeutung haben die mit den Berufspendlern verbundenen Verkehrsströme. So pendeln rund 9.100 sozialversicherungspflichtig Beschäftige nach Stendal ein, während rund 5.960 Stendaler Bürgerinnen und Bürger die Stadt für ihre Arbeit verlassen (Stand 30.06.2011).

2.4.1 Verkehr im ländlichen Raum

Das Grundbedürfnis nach Mobilität ist in allen siedlungsstrukturellen Räumen gleichermaßen vorhanden, der Anteil mobiler Personen fällt mit jeweils etwa 90 % identisch aus (Follmer et al., 2010). Die Bewohner der ländlichen Räume sind gleich häufig unterwegs wie die Bewohner der verdichteten Kreise oder Kernstädte (3,4 Wege/Person·d). Dabei legen sie längere Strecken zurück, sind aber weniger lange unterwegs (Kernstädte: 36 km/d in 84 min; Ländliche Kreise: 42 km/d (15% längere Strecke) in 75 min (10 % schneller) (Follmer et al., 2010). Auch der Anteil der Wegezwecke und damit die Gründe, warum Personen das Haus verlassen, sind zu großen Teilen identisch.

Das Auto stellt im ländlichen, wie auch im verdichteten Raum, nach wie vor das meist genutzte Verkehrsmittel dar. Das Wachstum im motorisierten Individualverkehr (MIV) ist gegenüber 2002 jedoch deutlich abgeschwächt (Follmer et al., 2010). Demgegenüber nehmen öffentlicher Personenverkehr (ÖPV) und nicht-motorisierter Individualverkehr (Fahrrad, Fußweg) in Gesamtdeutschland leicht an Bedeutung zu. In den ländlichen Räumen ist diese Entwicklung nicht so stark sichtbar, da deren Bewohner wesentlich seltener mit öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs sind als die Bewohner der Kernstädte. Das Auto wird signifikant häufiger in verdichteten und ländlichen Räumen genutzt. Dies spricht für die unzureichende Qualität des ÖPV im ländlichen Raum; möglicherweise spiegelt sich darin aber auch teilweise die vielerorts schwierige Parkplatzsituation in Kernstädten wider. Dafür fällt in ländlichen Kreisen die Nutzung der Kombinationsmöglichkeiten ÖPV + Pkw/Fahrrad höher aus. Sie hat sich seit 2002 verdreifacht. Ebenfalls leicht angestiegen ist die Kombination ÖPV + Pkw-Mitfahrer. Ein sichtbares Wachstum gibt es generell überall für die Kombination ÖPV + Fahrrad. Fuß und Fahrrad werden immer mehr interessant für Strecken bis zu fünf Kilometern; bezüglich des Fahrrads gilt dies insbesondere in den verdichteten und ländlichen Kreisen (Follmer et al., 2010).

Wege zu Arbeit und Ausbildung sind für den ÖPV die höchste relative Bedeutung im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln, dies gilt ganz besonders in den verdichteten (53 %) und ländlichen Kreisen (54 %; Kernstädte nur 34 %). Für Fahrten zum Einkaufen und für Erledigungen spielt der ÖPV eine eher untergeordnete Rolle (14 %; Kernstädte 28 %) (Follmer et al., 2010).

Es ist davon auszugehen, dass die Angaben für den ländlichen Raum näherungsweise auf die Stadt Stendal übertragen werden können. Im Folgenden wird versucht, anhand spezifischer Daten für Stendal das Verkehrsaufkommen möglichst treffend zu beschreiben.

2.4.2 Personenverkehr

2.4.2.1 Modal split

Mit dem Modal split wird die Aufteilung des Verkehr in verschiedene Verkehrsträger beschrieben (Tab. 2.33). Spezifische Werte für Stendal waren nicht verfügbar. Nach der Anzahl der Wege liegt Sachsen-Anhalt über dem Bundesdurchschnitt für zu Fuß, mit dem Rad und dem öffentlichen Verkehr zurückgelegten Wege. Das Land selbst geht von etwas abweichenden Werten aus (Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr Sachsen-Anhalt, 2011). Betrachtet man jedoch die nur für Deutschland vorliegenden Angaben nicht nach dem Verkehrsaufkommen, sondern nach der Verkehrsleistung (Pkm), so zeigt sich, dass die nicht motorisierte Fortbewegung nur eine sehr geringe Rolle spielt. Auch der öffentliche Verkehr nimmt mit 16% nur einen geringen Anteil ein.

2.4.2.2 Öffentlicher Personenverkehr

Stendal ist der Eisenbahnknotenpunkt für die Altmark. Von hier aus bestehen Anschlüsse in alle Richtungen; Berlin und Magdeburg sind zügig zu erreichen. Innerhalb des Stadtgebietes verkehren mehrere Buslinien; die Kernstadt wird mit sechs Buslinien durch die Firma Stendalbus versorgt. Verwertbare spezifische Daten zur Nutzung dieser Verkehrsmittel lagen nicht vor.

Die Entwicklung des Nahrverkehrs in Sachsen-Anhalt zeigt die Abb. 2.6. Demnach fährt jeder Einwohner 672 km/a mit dem ÖPNV, davon 383 km/a mit Omnibussen und 287 km/a mit Straßen- bzw. Eisenbahnen (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2012). Je Tag sind dies lediglich 1,84 km/Einwohner (Bus 1,05 km, Bahn: 0,79 km). Diese Zahlen bleiben deutlich hinter den Angaben der Studie Mobilität in Deutschland 2008 zurück. Zudem ist anzunehmen, dass die Mittelwerte aus Sachsen-Anhalt aufgrund des Einflusses der größeren Städte (Halle (Saale), Magdeburg und Dessau) für Stendal nochmals geringer ausfallen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der ÖPNV in Stendal derzeit nur einen verschwindend geringen Beitrag zum Klimaschutz leistet.

Zum Fernverkehr liegen keine belastbaren Zahlen für Stendal vor. Zur Abschätzung des Energiebedarfes für den ÖPV wird deshalb auf die Basiszahlen der Leitstudie 2011 (Nitsch et al., 2012) zurückgegriffen und diese entsprechend den Werten für den ländlichen Raum (Follmer et al., 2010) und dem Verhältnis von Bus- zu Schienenverkehr (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2012) modifiziert. Für den Fernverkehr mit der Bahn wird von einer durchschnittlichen Nutzung ausgegangen. Insgesamt werden damit rund 2075 Pkm/EW für den ÖPV veranschlagt (Nah- und Fernverkehr). Damit hat Stendal zum

Tabelle 2.32: Verkehrswerte unterschiedlicher Räume (Quelle: Follmer et al. (2010)).

		Kernstädte	Verdichtete Kreise	Ländlicher Raum
Bevölkerungsanteil	(D 2008: 82.002.000)	28 %	48 %	25 %
MIV	Wegeanzahl	49 %	61 %	62 %
	Wegestrecke (km)	71 %	82 %	82 %
	Pers.-km/d - absolut	582 Mio.	1.265 Mio.	686 Mio.
	km/Pers.·d	25	32	33
ÖPV	Wegeanzahl	15 %	5 %	6 %
	Wegestrecke (km)	22 %	13 %	13 %
	Pers.-km/d - absolut	182 Mio.	204 Mio.	111 Mio.
	km/Pers.·d (1)	7,9	5,2	5,4
Fußwege	Wegeanzahl (2)	27 %	22 %	23 %
	Wegestrecke (km)	4 %	3 %	3 %
	Pers.-km/d - absolut	29 Mio.	43 Mio.	22 Mio.
	km/Pers.·d	1,3	1,1	1,1
Fahrrad	Wegeanzahl	10 %	10 %	10 % (3)
	Wegestrecke (km)	3 %	3 %	3 %
	Pers.-km/d - absolut	27 Mio.	41 Mio.	21 Mio.
	km/Pers.·d	1,2	1,1	1,1
Gesamt Dtl.	Pers.-km/d - absolut	820 Mio.	1.553 Mio.	841 Mio.
	km/Pers.·d	36	39	41

Anmerkungen: (1) ÖSPV Sachsen-Anhalt 2001 - 2003: 5,1 - 4,9; (2) Sachsen-Anhalt: 27 %; (3) der Anteil an Personen, die das Fahrrad regelmäßig nutzen ist in den ländlichen Kreisen am höchsten.

Tabelle 2.33: Anteil des Verkehrs nach Verkehrsträgern (modal split) (Quelle: Follmer et al. (2010), LSAoepnv2011).

	zu Fuß	Fahrrad	MIV (Mitfahrer)	MIV	ÖPV
Deutschland 2008, Anteil Wege (%)	24	10	15	43	9
Sachsen-Anhalt 2008, Anteil Wege (%)	27	13	12	32	16
Sachsen-Anhalt 2011, Anteil Wege (%)	40		55		5
Deutschland 2008, Anteil Pkm (%)	3	3	20	58	16

Stand 2010 für den *Bahnverkehr 6,207 GWh* und für den *Omnibusverkehr 5,239 GWh* in Anspruch genommen.

2.4.2.3 Fahrradverkehr

Stendal besitzt aufgrund der flachen Topographie gute Voraussetzungen für den Radverkehr; einige Radwege sind vorhanden. Über den Fahrradverkehr liegen keine belastbaren Angaben vor. Die Landesregierung geht aktuell (2012) von 10% der Erwerbstätigen aus, die mit dem Fahrrad zur Arbeit fahren; 80% der Privathaushalt besäßen mindestens ein funktionstüchtiges Fahrrad. Nach einer Befragung (Follmer et al., 2010) wird in Sachsen-Anhalt mehr Fahrrad gefahren als im deutschen Durchschnitt . 28,3% der Befragten gaben an, täglich oder fast täglich mit dem Rad unterwegs zu sein, 22% an bis zu drei Tagen/ Woche. Diese Zahlen sind im dünn besiedelten ländlichen Raum geringer; aber auch dort sind 23% der Befragten täglich oder fast täglich mit dem Rad unterwegs.

2.4.2.4 Personenkraftwagen

In Stendal sind 19.167 PKW zugelassen (Stand 2012, Angaben der Stadt Stendal). Das entspricht etwa 0,65 PKW/Einwohner. Für das Land Sachsen-Anhalt werden für 2009 0,5 PKW/EW angegeben (Deutschland 2010: 0,52 PKW/EW), d. h. dass in Stendal mehr PKW zur Verfügung stehen. Eine direkte Angabe zur tatsächlichen Fahrleistung ist nicht vorhanden; im ländlichen Raum sind die benötigen Personenkilometer je Einwohner aber höher als in den Kernstädten (Tab. 2.32).

Die PKW werden fast ausschließlich mit fossilen Treibstoffen angetrieben. Benzinmotoren überwiegen mit 75,9% deutlich, 22,8% werden mit Diesel angetrieben. Nur 1,2% sind Gasmotoren und lediglich 0,14% werden als „Sonstige" wie Elektrofahrzeuge geführt. Die Fahrzeuge sind zu etwa einem Drittel bis zu 5 Jahre als (31,5%), ein weiteres Drittel zwischen 5 und 10 Jahren sowie der verbleibende Anteil über 10 Jahre alt (37%).

Ausgehend von 33 km/Pers·d (Follmer et al., 2010) ergeben sich 12067 Pkm/EW·a. Der Energiebedarf berechnet sich nun anhand der oben angegebenen Anteile der Kraftstoffarten mit insgesamt 225,356 GWh.

2.4.3 Güterverkehr

Der Güterverkehr hat in Deutschland generell eine große Bedeutung, wobei der größte Anteil über die Straße trans-

portiert wird. Nach wie vor steigen die Transportleistungen an; von 1991 nahm die Transportleistung von 4.337 auf 6.204 tkm/EW zu (Abb. 2.7). Den größten Anteil macht dabei der Straßengüterverkehr aus. Dabei ist die beförderte Gütermenge in Deutschland in den letzten 15 Jahren in etwa gleich geblieben bzw. sogar leicht gesunken, während die Beförderungsleistung weiter gestiegen ist. Während also im Verhältnis von Beförderungsleistung zu beförderter Gütermenge 1995 noch 75 km anzugeben sind, sind dies 2010 bereits 114 km (2011: 108 km) (berechnet nach Daten aus Statistisches Bundesamt (2012)). Offenbar hat die Effizienz der Beförderung zugunsten von Just-in-time Lieferungen und Zunahmen im Versandhandel abgenommen.

In Sachsen-Anhalt sind die Bedingungen vergleichbar. 2010 wurden Güter anteilig auf der Straße zu 76 %, auf der Schiene zu 22 % und mit Binnenschiffen zu 3 % befördert. Die Verkehre greifen überwiegend weit über lokale und regionale Einbindungen hinaus, selbst klassische Agrarprodukte werden oftmals nicht innerhalb einer Region gehandelt (Hildmann & Casper, 2004). Deshalb ist der anteilige Güterverkehr zu Stendal auch nur schwer aus den Statistiken heraus lösbar. Für die Versorgung der Einwohner in Stendal werden zudem nicht nur die in Stendal gemeldeten LKW eingesetzt.

In Stendal sind 2012 insgesamt 2.337 Nutzfahrzeuge gemeldet, davon sind 1.721 LKW. Der Anteil neuer Nutzfahrzeuge (bis zu 5 Jahren) ist mit 40,4 % relativ hoch, 26,0 % sind zwischen 5 und 10 Jahren alt und ein Drittel (33,7 %) sind älter als 10 Jahre.

Für die Abschätzung des Energieverbrauches des Güterverkehrs in Stendal wurden deshalb die bundesdeutschen pro Kopf-werte herangezogen. Daraus ergibt sich ein Verbrauch von 85,7 GWh Energie für den Güterverkehr.

2.4.4 Verkehr und Demographie

In den ländlichen Kreisen nehmen Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Gegensatz zu den verdichteten Räumen ab.

Mit dem Rückgang der Einwohnerzahlen (Kap. 2.2) verändert sich auch die Altersstruktur. Nach den Hochrechnungen wird insbesondere die Zahl der Schulpflichtigen weiter sinken und die der Hochbetagten deutlich steigen. Nach Hochrechnungen des Statistischen Landesamtes sinkt der Anteil der unter 20-Jährigen im Landkreis Stendal von 16,2 bis zum Jahr 2025 auf 14,1 % (Abb. 2.8), wohingegen bei den über 65-Jährigen mit einer Zunahme von 22,0 % 2008 auf 32,2 % 2025 gerechnet wird Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2010a). Die Entwicklung ist im Landkreis Stendal deutlich ausgeprägter als im Landesdurchschnitt. Aufgrund seines städtischen Charakters ist diese negative Entwicklung innerhalb der Hansestadt Stendal in etwas abgeschwächter Form wahrscheinlich.

Die Pkw-Nutzung ist überdurchschnittlich hoch in der mittleren Altersphase (30 bis 59 Jahre) mit hohen Anteilen an Erwerbstätigkeit und dann, wenn Kinder im Haushalt leben (Abb. 2.9). Für das in Follmer et al. (2010) ausgewiesene Plus bei Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung ist jedoch vor allem die gegenüber früher wachsende Mobilität heutiger Seniorinnen und Senioren verantwortlich. Senioren heutzutage bleiben länger bei guter Gesundheit und sind aktiver als noch vor 10 Jahren, sie sind insbesondere mit dem eigenen Auto unterwegs. Dies schlägt sich besonders in den ländlichen Regionen nieder. Jüngere Menschen fahren mehr im ÖPNV, ihre Zahl nimmt allerdings immer weiter ab. Fußwege haben die größte Bedeutung für die Gruppe der Altersgruppe 75+.

Trotz Bevölkerungsrückgang wird vorrübergehend etwa bis zum Jahr 2030 von steigenden Pkw-Zahlen in Deutschland ausgegangen, der ländliche Raum dominiert dabei (BMU-Leitstudie 2010). Danach soll sich die Anzahl der Autos stark rückläufig entwickeln. Für die durchschnittlich zurückgelegten Wegstrecken (Pro-Kopf-Personenkilometer) wird bis 2040 ein leichter, aber stetiger Zuwachs prognostiziert, d. h. die Menschen fahren etwas mehr bzw. weiter. Trotz sinkender Bevölkerungszahlen wird der Gesamt-Personenverkehr somit vorerst eher gleich bleiben.

Bei Betrachtung der täglichen CO_2-Emissionswerte ausschließlich nach Altersklassen, ergibt sich eine altersspezifische Spreizung. Junge und alte Menschen, die weniger eigenständig mit dem Auto unterwegs sind, sondern häufiger MIV-Mitfahrer sind oder ÖPV benutzen, haben einen kleineren CO_2-Fußabdruck. Die Altersgruppen von 18 bis 59 Jahren, die oftmals über einen Pkw verfügen, weisen erwartungsgemäß die höchsten täglichen Emissionen auf. In der Altersgruppe der 60 bis 64-Jährigen macht sich bemerkbar, dass sich bereits ein Teil der Gruppe im Ruhestand befindet. Für diese Altersgruppe werden deutlich geringere Emissionswerte als für die jüngeren Altersgruppen ermittelt. Gleichzeitig ist festzustellen, dass mit zunehmendem Alter die täglichen CO_2-Pro-Kopf-Emissionen weiter abnehmen.

Tabelle 2.34: Verkehr in Stendal 2010 - Verkehrsleistung, Energiebedarf und CO_2-Ausstoß, zur Berechnung siehe Text.

	Verkehrsleistung pro Kopf SDL Pkm bzw. tkm	Verkehrsleistung SDL/2011 Mio Pkm bzw. Mio tkm	Energiebedarf Äquivalente GWh	CO_2 kt
Motorisierter Personenverkehr	14890	626,5	285,0	88,8
PKW/Zweiräder	12067	507,7	225,4	69,0
Bahnen (nah und fern)	1213	51,0	6,2	3,2
ÖPNV Straße	862	36,3	5,2	1,5
Flugzeug	748	31,5	48,2	15,0
Güterverkehr	7638	321,4	85,7	24,0
LKW (einschl. LNF)	5625	236,7	75,7	22,1
Bahn	1311	55,2	2,4	1,2
Schiff	686	28,9	1,5	0,4
Flugzeug	16	0,7	6,0	0,2
Summe	22529	947,9	370,7	112,8

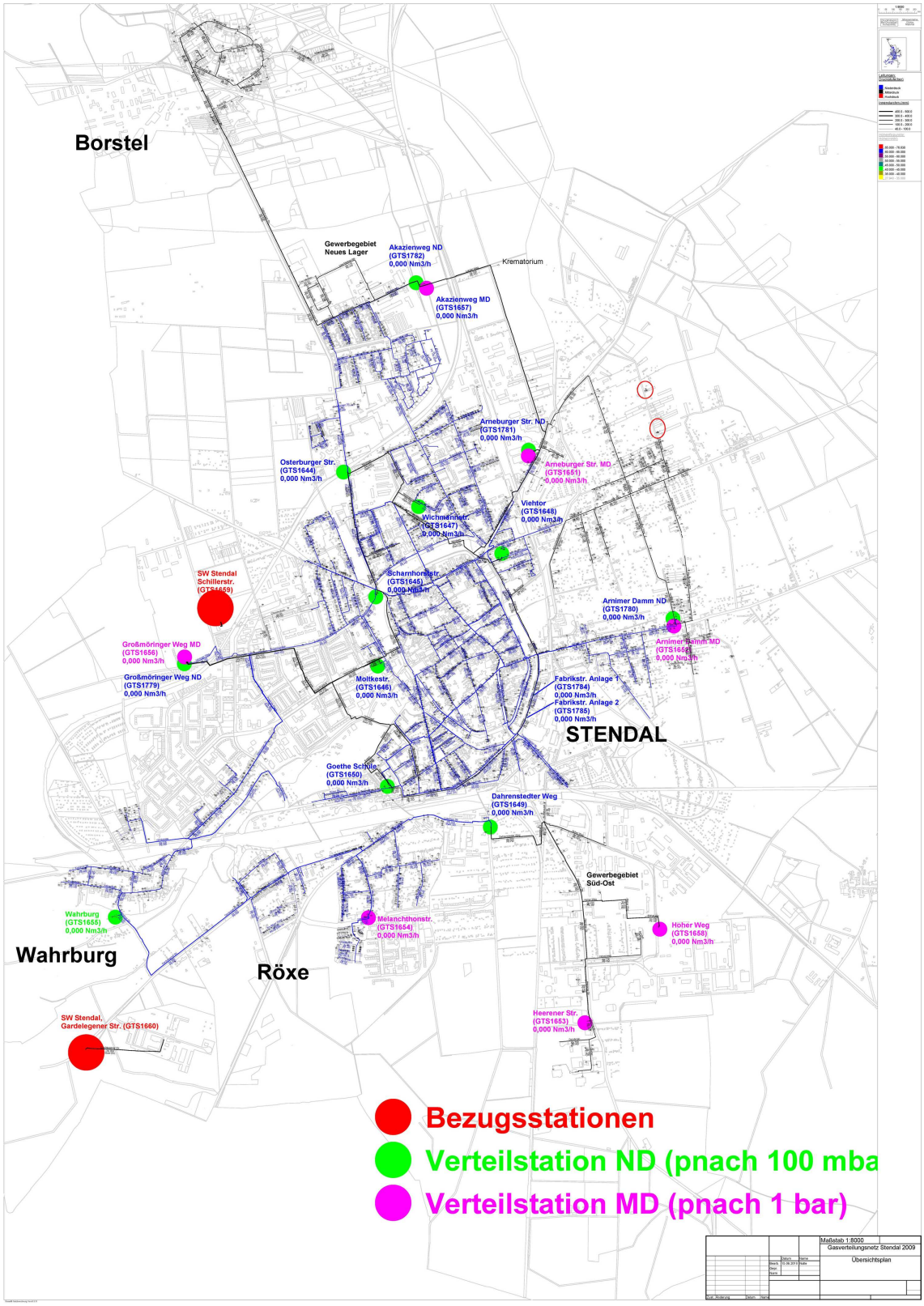


Abbildung 2.5: Gasnetz in der Hansestadt Stendal. Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH

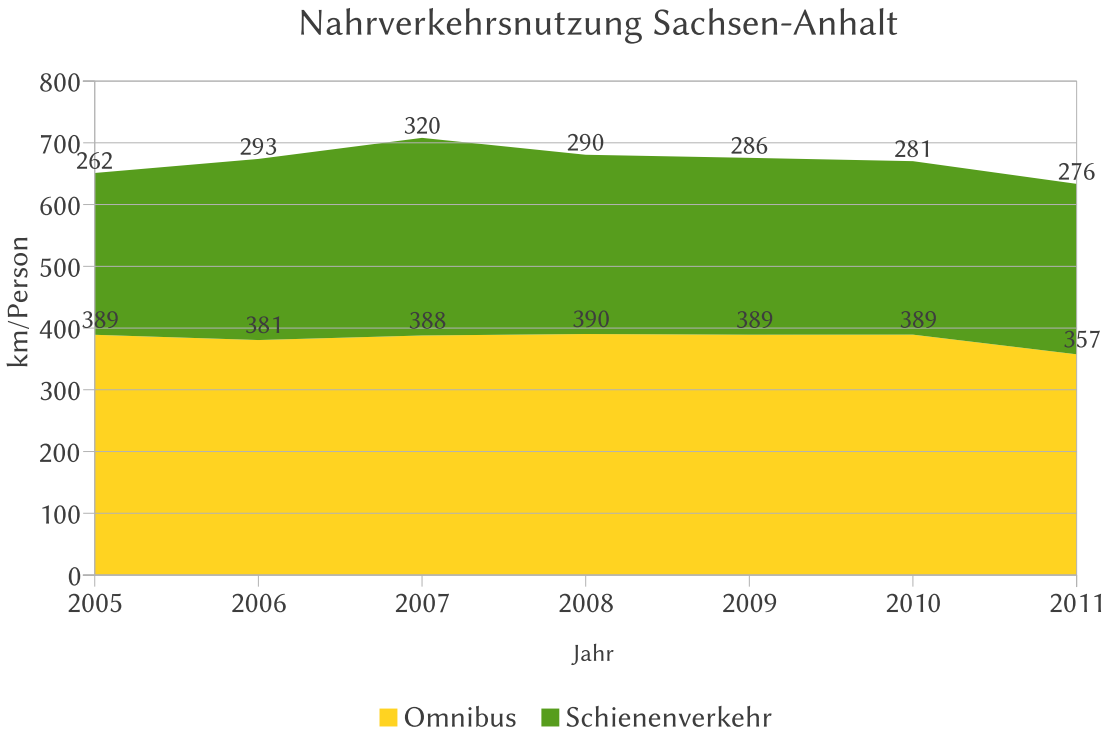


Abbildung 2.6: Durchschnittlich pro Kopf genutzter ÖPNV in Sachsen-Anhalt. Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2012).

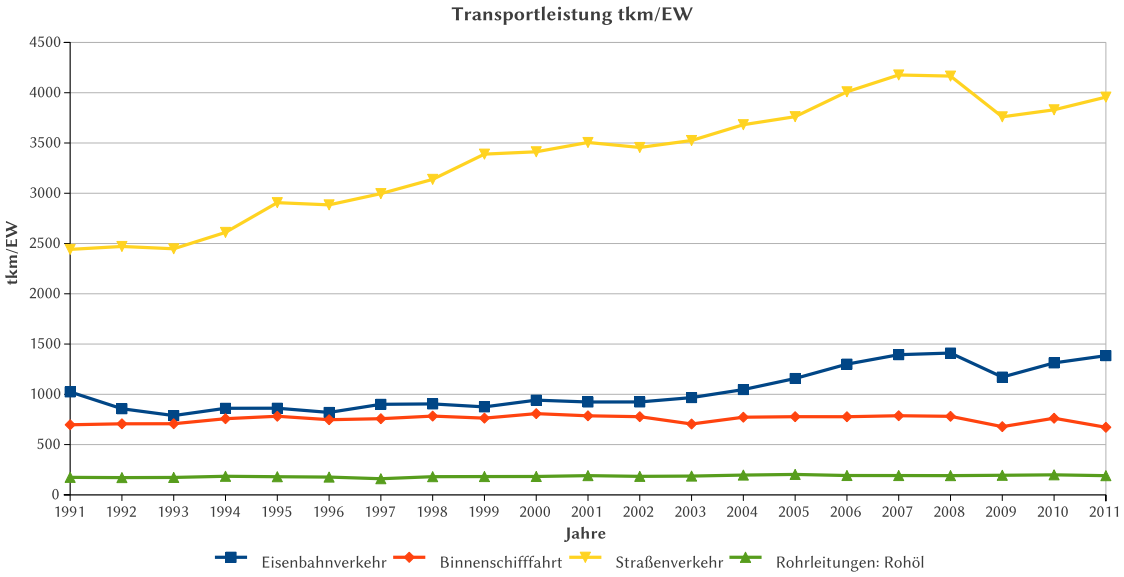


Abbildung 2.7: Güterverkehrsleistung pro Kopf in Deutschland nach Verkehrsträgern, nach Daten von Statistisches Bundesamt (2012).

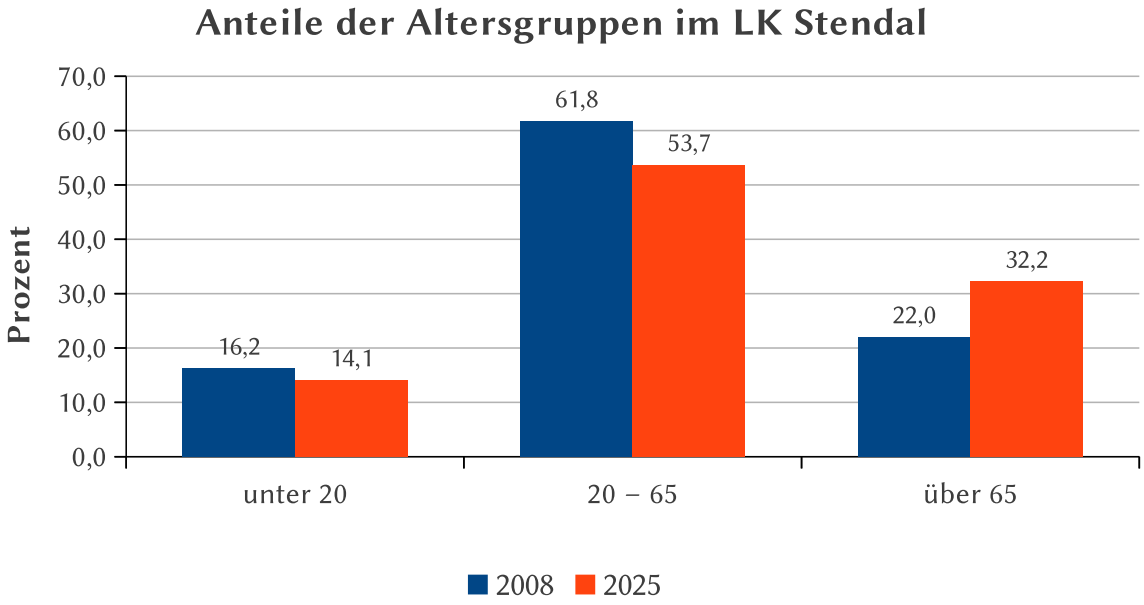


Abbildung 2.8: Altersverteilung im LK Stendal 2008 und prognostiziert für 2025, nach Daten von Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2010a).

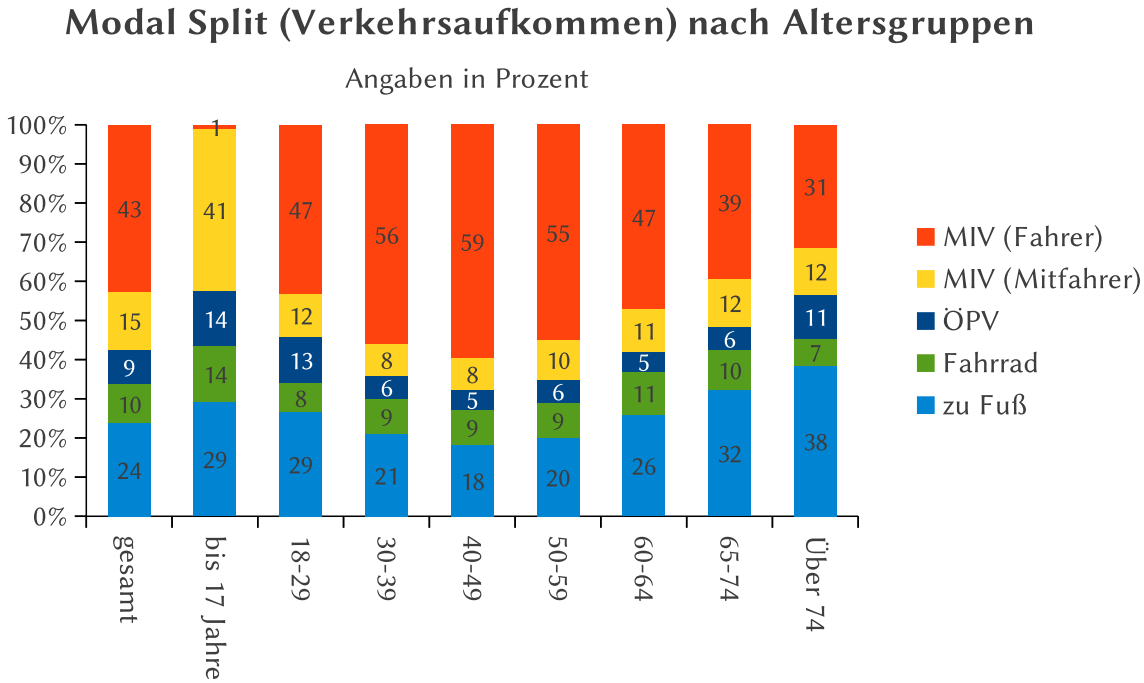


Abbildung 2.9: Modal split in Abhängigkeit vom Alter der Bevölkerung. Quelle: Follmer et al. (2010).

2.5 Energiekosten und Wertschöpfung

Die Aufwendungen für Energie sind ein wesentlicher volkswirtschaftlicher Kostenfaktor und stellen eine wirtschaftliche Belastung aller Verbraucher dar. Als Gradmesser hierfür kann die Preisentwicklung in diesem Bereich gesehen werden. So sind bspw. der Grenzübergangspreis für Erdgas im Zeitraum von 1992 bis 2011 auf 352 % und der Preis für Rohölimporte im gleichen Zeitraum auf 346 % gestiegen. Eine ähnliche Entwicklung ist für die Verkaufspreise im Kraftstoffsektor zu verzeichnen. Hier beläuft sich die Steigerung von 1990 bis 2011 auf 251 % (Dieselkraftstoff) bzw. 271 % (Superbenzin). Diese Feststellung wiederholt sich bei den Verbraucherpreisen im Wärmebereich. Der Preisindex für Fernwärme, Erdgas und Heizöl ist im Zeitraum 2000 bis 2012 auf 189 %, 195 % bzw. 258 % gestiegen. Eine detaillierte Darstellung erfolgt in den Abbildungen 2.10 bis 2.15.

Der stetige Anstieg der Energiepreise bewirkt eine Veränderung der Kostenstruktur und zieht verändertes Konsumtionsverhalten nach sich. Finanzielle Mittel, die zur Deckung des Energiebedarfs aufgewendet werden müssen, stehen für andere Zwecke nicht mehr zur Verfügung.

Dieses soll am Beispiel der Verbrauchergruppe „Privathaushalte" verdeutlicht werden. Hierzu wurde die Entwicklung des Energiekostenanteils am ausgabefähigen Einkommen eines Durchschnittshaushaltes in Sachsen-Anhalt für die Jahre 1993, 2008 und 2020 analysiert. Die Ausgaben für Energie steigen danach von ca. 7 % im Jahr 1993 auf ca.16 % im Jahr 2020 (Tab. 2.35).

Schon aufgrund des unterschiedlichen Preisniveaus ist eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Energiearten notwendig. Ausgangspunkt ist hierbei die Zusammensetzung der jeweiligen Preise.

Der Strompreis wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Die wesentlichen Elemente sind Erzeugung und Vertrieb, Verteilung sowie Abgaben und Steuern. Die Höhe der einzelnen Preissegmente ist für die verschiedenen Verbrauchergruppen sehr unterschiedlich, was sich in den erheblichen Preisdifferenzen zwischen Sonderkunden, Industrie und Privatverbraucher widerspiegelt.

Abb. 2.16, S. 83 dokumentiert die Zusammensetzung des Strompreises im Jahr 2012 für Privathaushalte in Deutschland. Die vorgenannten Faktoren gliedern sich hier in etwa 37 % für Erzeugung/ Vertrieb, etwa 24 % für Verteilung und etwa 39 % für Abgaben/ Steuern.

Die Entwicklung der Strompreise für verschiedene Kundengruppen unterscheidet sich deutlich voneinander. Während der Strom für Privathaushalte vom Jahr 2000 bis 2012 von etwa 13,94 auf 25,74 Cent/kWh gestiegen ist, zahlten Industriebetriebe lediglich Preise zwischen 6,05 Cent/kWh (2000) und 13,87 Cent/kWh (2012), stromintensive Betriebe sogar nur gut 2 Cent/kWh (2000) und etwa 5,5 Cent/kWh (2012) (Agentur für Erneuerbare Energien, 2012, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft 2012). Abb. 1.8 auf S. 19 zeigt die sehr deutlichen Preisunterschiede und deren Entwicklung für einzelne Kundengruppen im Strombereich. Die Einkaufspreise stromintensiver Industriebetriebe entsprechen etwa dem Niveau des Handelspreises an der Strombörse. Dieses lässt den Schluss zu, dass hier eine Quersubventionierung bspw. über die Preise der Privathaushalte erfolgt.

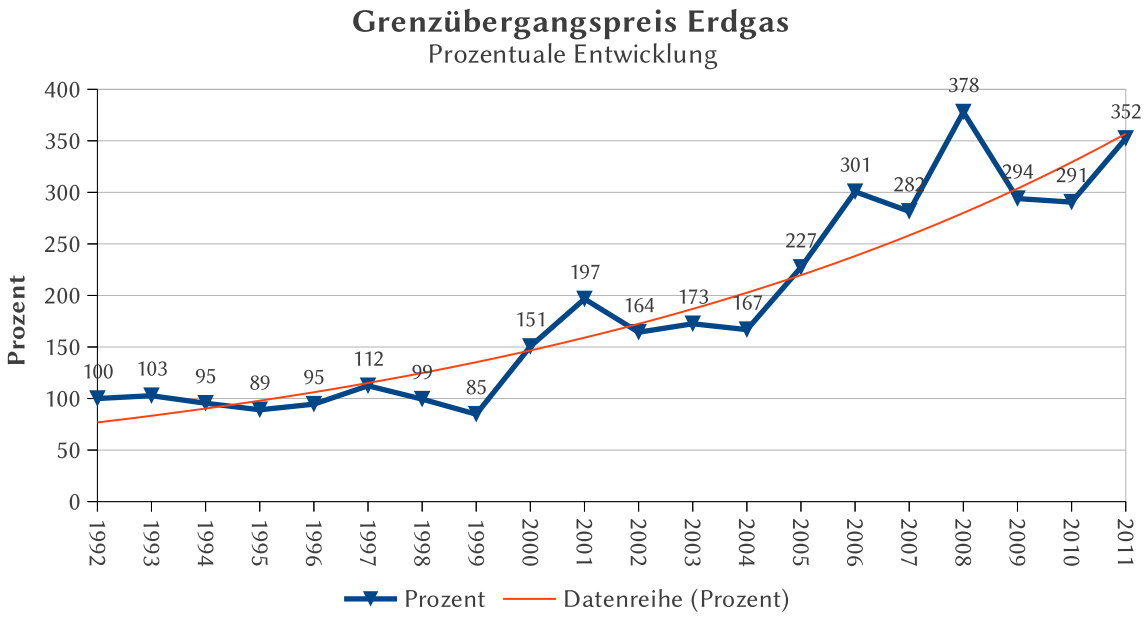


Abbildung 2.10: Prozentuale Entwicklung des Grenzübergangspreises für Erdgas (Quelle der Daten: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2012). Die rote Datenreihe zeigt die exponentielle Regression.

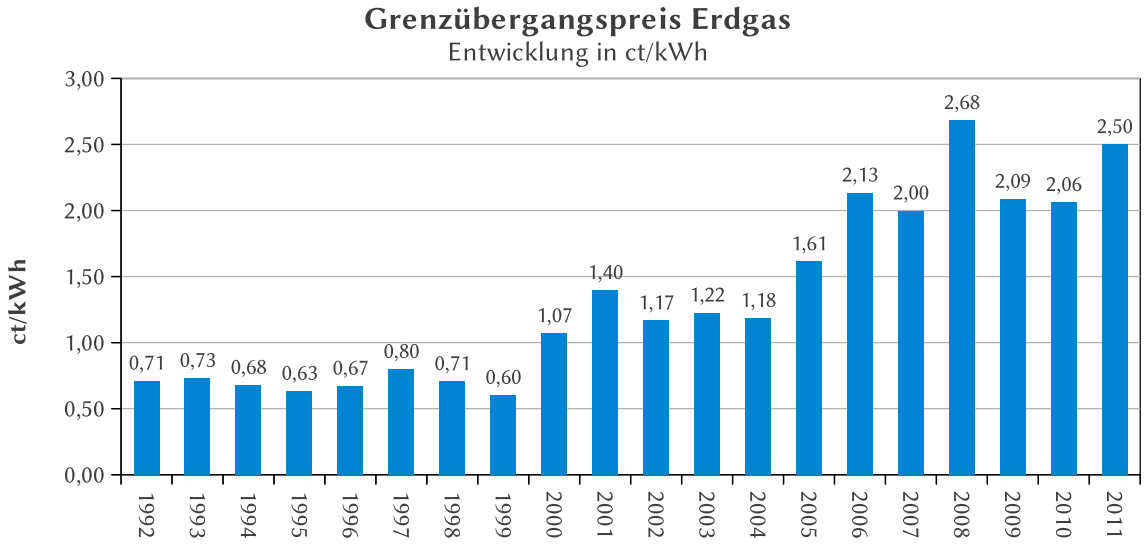


Abbildung 2.11: Entwicklung des Grenzübergangspreises für Erdgas (Quelle der Daten: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2012).

Tabelle 2.35: Anteil der Energiekosten an der Konsumtion eines Privathaushaltes. Quellen: Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt; eigene Berechnungen.

	1993	2008	2020
ausgabefähiges Einkommen /HH	20.940 €	26.170 €	31.400 €
Aufwand Wärme /HH	340 €	1.520 €	2.800 €
Aufwand Strom /HH	510 €	645 €	915 €
Aufwand Mobilität /HH	605 €	1.135 €	1.405 €
Gesamt	1.455 €	3.300 €	5.120 €
Prozent vom Einkommen	6,9%	12,6%	16,3%

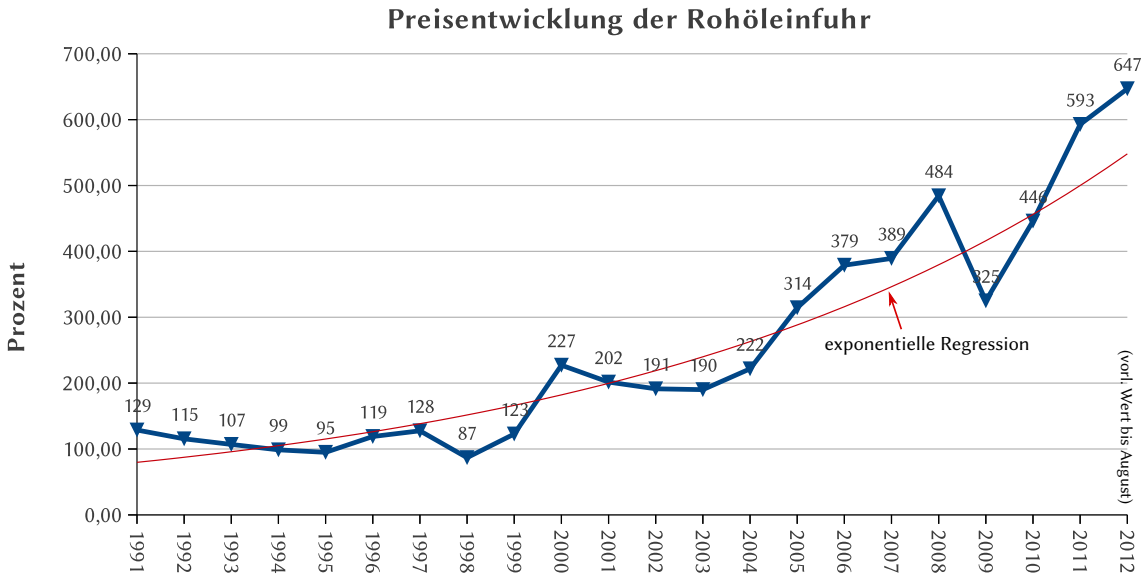


Abbildung 2.12: Prozentuale Entwicklung des Rohölpreises (Quelle der Daten: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2012).

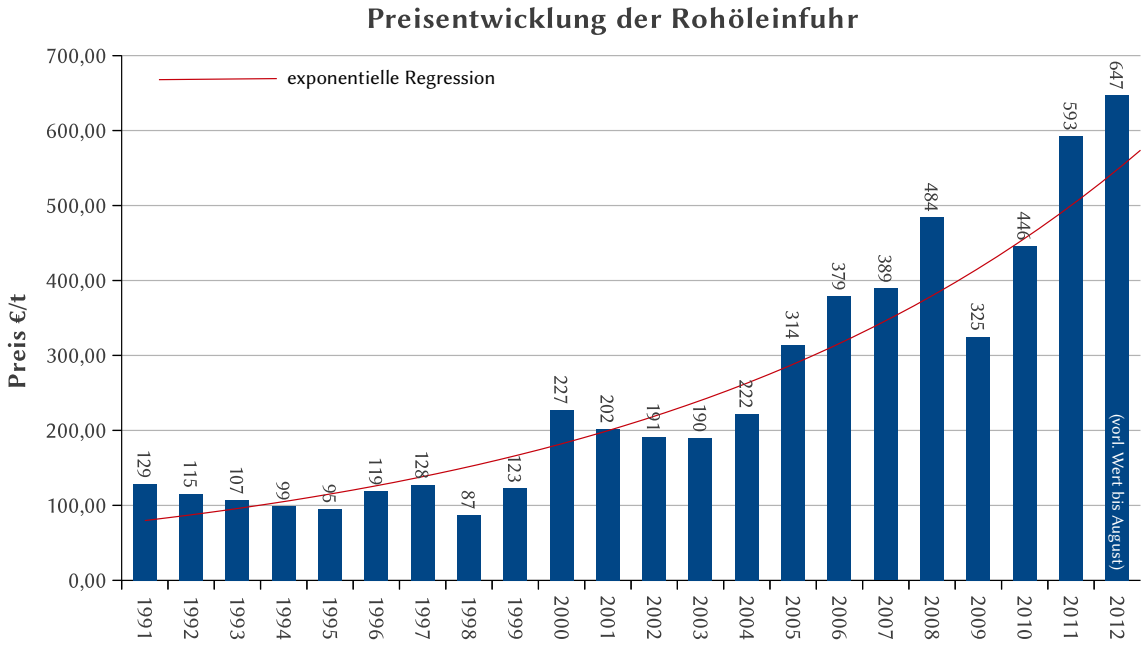


Abbildung 2.13: Absolute Entwicklung des Rohölpreises (Quelle der Daten: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2012).

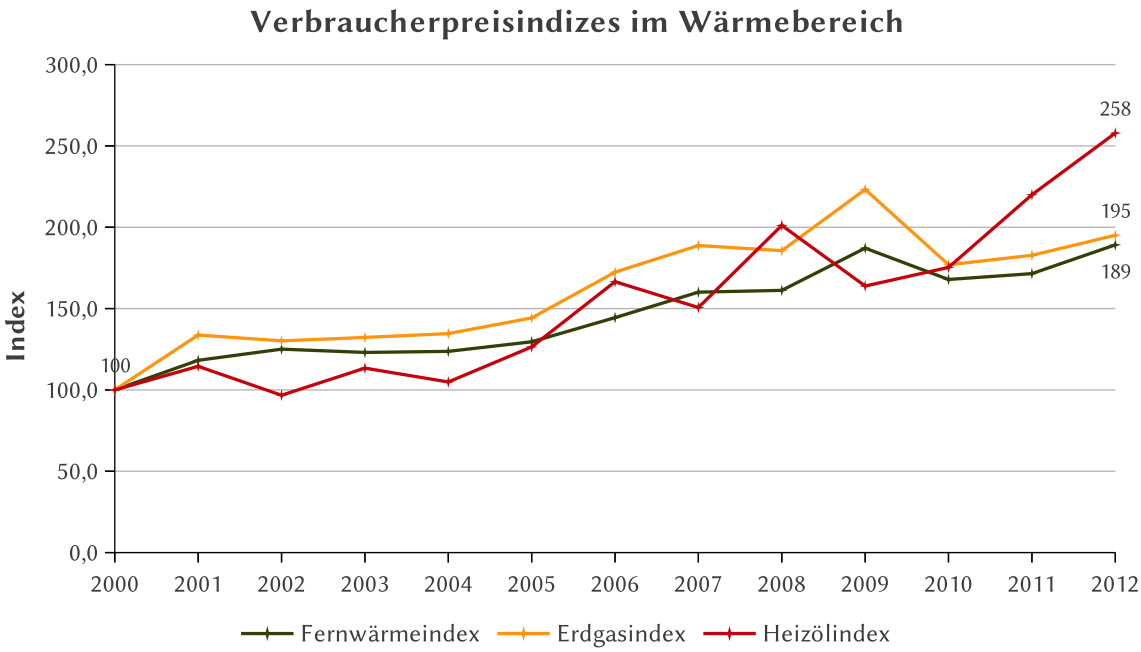


Abbildung 2.14: Entwicklung der Verbraucherpreise im Wärmebereich (Quelle der Daten: Statistisches Bundesamt 2012).

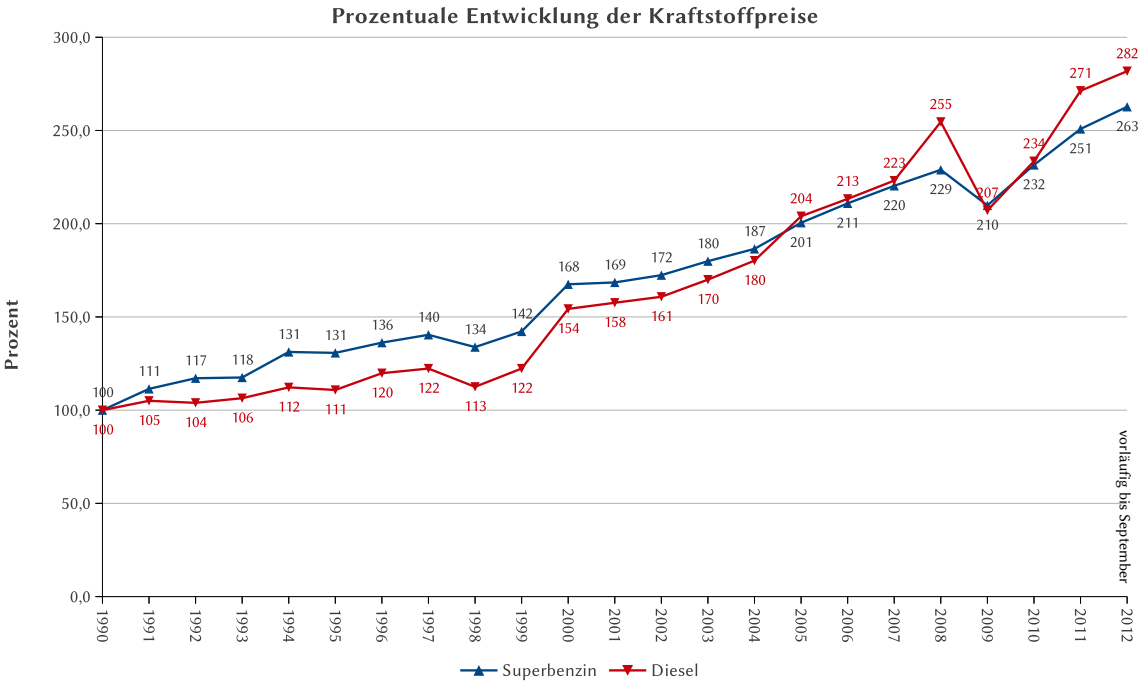


Abbildung 2.15: Prozentuale Entwicklung des Kraftstoffpreises (Quelle der Daten: ADAC 2012).

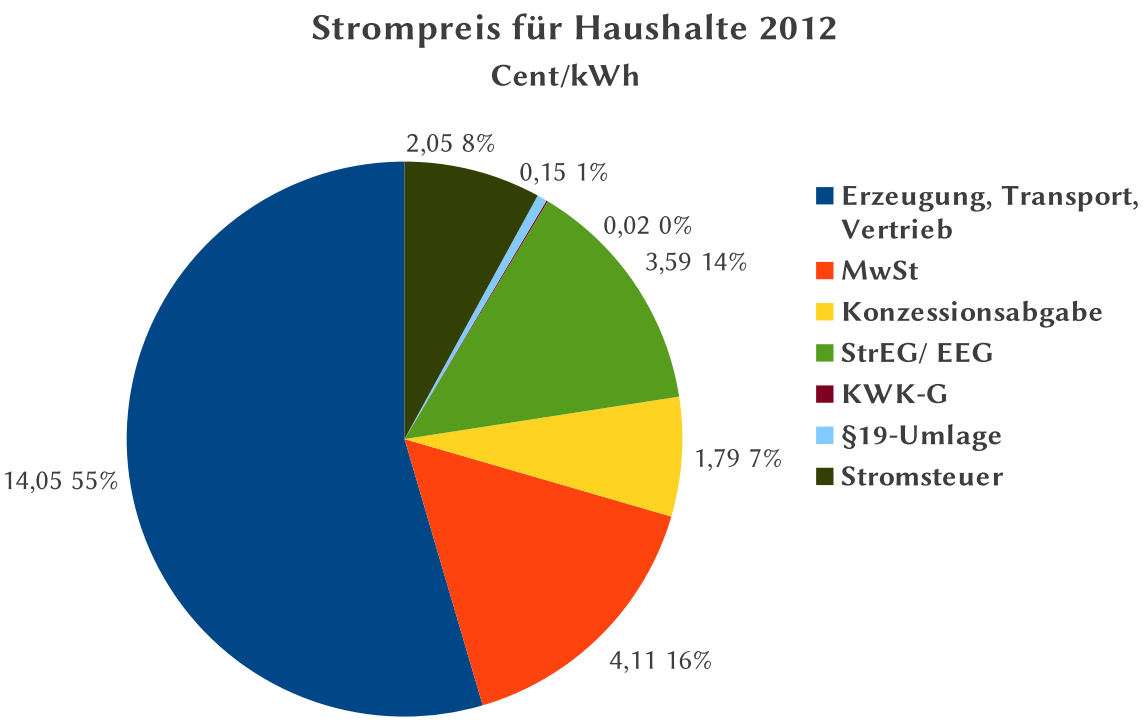


Abbildung 2.16: Zusammensetzung des Strompreises für Privathaushalte 2012. KWK-G: Umlage der Vegütung für Kraft-Wärme-Kopplung; §19-Umlage beinhaltet anteilige Kosten des Stromtransportes nach StromNEV (Quelle der Daten: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft 2012).

Tabelle 2.36: Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme, Beispielrechnung inklusive aktueller MwSt, Stand Juli 2012. Quelle: CARMEN 2012

	Einheit	Scheitholz	Pellets	Hackschnitzel	Heizöl	Erdgas	WP Luft	WP Sole
Ausgangsdaten								
Kesselnennleistung	kW	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Jahreswärmebedarf	MWh/a	20	20	20	20	20	20	20
Jahresnutzungsgrad	%	75	85	80	85	90	185	220
Energieeinsatz	MWh/a	26,7	23,5	25,0	23,5	22,2	10,8	9,1
Heizwert	kWh/ℓ				9,97			
	kWh/m³					10		
	MWh/t	4,0	4,9	4,0				
Jahresbrennstoffbedarf	ℓ/a				2.361			
	m³/a					2.222		
	kWh_{el}/a						10.811	9.091
	t/a	6,7	4,8	6,3				
Brennstoffpreis	€/MWh	56,3	48,0	33,8	80,3	68,0		
	€/ℓ				0,80			
	€/kWh_{el}						0,180	0,180
	€/t	225	235	135				
Strompreis	€/MWh	200	200	200	200	200	180	180
Investition Anlage	€	9.550	14.150	20.200	9.100	8.450	11.580	20.975
Investitionsförderung	€	1.125	2.000	1.000	0	0	0	0
kapitalgebundene Kosten	€/a	830	1.371	1.957	791	734	1.006	1.822
verbrauchsgebundene Kosten	€/a	1.505	1.188	904	1.929	1.516	1.946	1.636
davon Brennstoffkosten	€/a	1.500	1.128	844	1.889	1.511	1.946	1.636
davon Kosten für Hilfsenergie	€/a	5	60	60	40	5	0	
betriebsgebundene sonstige Kosten	€/a	68	128	128	47	57	0	50
davon Emissionsmessung	€/a	8	98	98	32	42	0	
davon Kaminkehren	€/a	60	30	30	15	15	0	
Jahresgesamtkosten ohne Förderung	€/a	2.403	2.687	2.989	2.766	2.307	2.952	3.509
verm. Kapitalkosten durch Förderung	€/a	86	154	77	0	0	1	0
Jahresgesamtkosten mit Förderung	€/a	2.316	2.533	2.912	2.766	2.307	2.951	3.509
Wärmegestehungskosten	€/MWh	116	127	146	138	115	148	175

Die Kosten der Wärmeversorgung sind ebenfalls von verschiedenen Faktoren abhängig. Diese sind jedoch regional leichter zu beeinflussen.

Die verwendete Technologie entscheidet über die Effizienz und den energetischen Wirkungsgrad. Die investiven Aufwendungen sind über den gesamten Nutzungszeitraum auf die erzeugte Wärmemenge zu verteilen. Aufgrund der Langfristigkeit ist dieser Preisfaktor – zu dem auch der technische Erhaltungsaufwand und die Bewirtschaftung gehören – relativ konstant. Der jeweilige Preisanteil kann durch hohe Auslastungsraten positiv beeinflusst werden. Dieses ist insbesondere für die Fernwärmeversorgung im Untersuchungsgebiet von Bedeutung.

Geringere Einflussmöglichkeiten bestehen in Bezug auf den Energieträger. Grundsätzlich wird der Energieträger durch die genutzte Technologie bestimmt und so prinzipiell durch den Verbraucher ausgewählt. Die Kosten für den Energieträger unterliegen jedoch der Entwicklung des Marktes, so dass Preissteigerung sich direkt auf den Wärmepreis auswirken. Besonders auffällig sind die Konsequenzen derartiger Entwicklungen zur Zeit im Bereich Heizöl/ Flüssiggas zu erkennen.

Um den tatsächlichen Wärmepreis zu ermitteln und somit eine Vergleichbarkeit verschiedener Systeme zu erreichen, ist unbedingt eine Vollkostenrechnung vorzunehmen. In Tab. 2.36 werden auf den Bereich Privathaushalte bezogenen unterschiedliche Heizsysteme verglichen. Die unter „Wärmegestehungskosten" ausgewiesenen Preise können als Referenzwerte für vergleichende Betrachtungen der Heizkosten im Untersuchungsgebiet verwendet werden.

Speziell die Kosten der Mobilität haben in jüngster Vergangenheit erheblich zugenommen. Dieses ist insbesondere steigenden Kraftstoffpreisen geschuldet. Gerade in ländlichen Strukturen wie dem Untersuchungsgebiet mit einem hohen Anteil Auspendlern hat dieses erhebliche Auswirkungen. Die vorstehenden Tabellen und Abbildungen belegen dieses.

Energieversorgung ist nicht nur ein Kostenfaktor sondern stellt auch gleichzeitig einen Wertschöpfungsprozess dar. Da ein „natürlicher" Bedarf an Energie besteht, findet Wertschöpfung in jedem Fall statt. Die entscheidende Frage ist, wer hiervon profitiert.

Stark vereinfacht besteht die Wertschöpfungskette (WSK) Energie aus vier Elementen. Dieses sind der Aufwand für den Energieträger, die Energieerzeugung/ -wandlung, die Energieverteilung sowie die Abgaben und Steuern. Letztere Position wird weitgehend durch gesetzliche Rahmenbedingungen bestimmt und ist somit nur bedingt als regionaler Wertschöpfungsfaktor zu werten. Ungeachtet dessen ist die hier enthaltene Konzessionsabgabe eine durchaus nennenswerte Position in den kommunalen Haushalten.

Die Positionen Energieerzeugung/ -wandlung und Energieverteilung werden im Strombereich im allgemeinen von großen Energieversorgern dominiert. Die im Untersuchungsgebiet vorhandene energetische Infrastruktur in Kombination mit lokalen wirtschaftlichen Trägern ermöglicht jedoch einen hohen Anteil regionaler Wertschöpfung. Im Wärmebereich ist die Wertschöpfung aufgrund der dezentralen Erzeugungs- und Verteilungsstruktur wesentlich breiter verteilt und verbleibt entsprechend weitgehend im Untersuchungsraum.

Da die Energieversorgung im Untersuchungsgebiet fast vollständig auf fossilen Energieträgern beruht, ist der regionale Wertschöpfungsanteil in diesem Segment gering. Unterstellt man regionale Einkaufspreise für Erdgas in Höhe von 4 ct/kWh (netto) und für HEL von 6 ct/kWh (netto) wurden im Berichtsjahr ca. 31 Mio. € für die Beschaffung von nicht regional vorhandenen Energieträgern aufgewendet und somit dem lokalen Wertschöpfungskreislauf entzogen.

Eine mögliche Kompensation dieser Ausgaben könnte – zumindest teilweise – durch die Realisierung von Einnahmen aus der regenerativen Stromerzeugung über das EEG erfolgen. Zurzeit werden im Stadtgebiet eine landwirtschaftliche und zwei nicht landwirtschaftliche Biogasanlagen sowie ca. 175 Photovoltaikanlagen hierfür genutzt. Windkaftanlagen existieren nicht.

Im Unterschied zum Untersuchungsgebiet befindet sich im umgebenden Landkreis Stendal eine erhebliche Anzahl von Anlagen zur Gewinnung regenerativer Energie. In 52 Biogasanlagen, 211 Windkraftanlagen und 870 Photovoltaikanlagen werden jährlich ca. 860.000 MWh Strom und ca. 200.000 MWh Wärme (teilweise ungenutzt) erzeugt. Diese Energiemenge entspricht etwa dem 1,2- fachen des Bedarfs an Strom und Wärme im Untersuchungsgebiet.

Die jährlichen Erlöse aus der Einspeisung der vorgenannten Strommenge betragen ca. 100 Mio. €. Leider profitiert die Region nur in begrenztem Umfang hiervon. Da ca. 60 % der Biogasanlagen, mindestens 90 % der Windkraftanlagen und einige große Photovoltaikanlagen sich nicht im Eigentum regionaler Akteure befinden, reduziert sich der im Landkreis Stendal verbleibende Anteil an der EEG-Vergütung auf ca. 27 Mio. €. Für die künftige Entwicklung ist von einer Verschärfung dieses Trends auszugehen. Sowohl bereits in Vorbereitung befindliche Projekte als auch allgemeine Aktivitäten überregionaler Akteure lassen erwarten, dass der Zubau von Biogasanlagen, Windkraftanlagen und erdgebundener Solarparks hauptsächlich durch Fremdinvestoren erfolgen wird. Dieses hat zur Folge, dass regionalen Akteuren die notwendigen Flächen- und Standortgrundlage für künftige Vorhaben entzogen wird.

2.6 Bisherige Entwicklung der CO_2-Emissionen

Die bisherige Entwicklung der CO_2-Emissonen wird für die Zeitpunkte 1990 und 2010 dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage werden für die jeweiligen Betrachtungszeiträume verschiedene Methoden der Bilanzierung angewendet.

Ausgangspunkt der Betrachtung für das Jahr 1990 sind die CO_2-Emission je Einwohner. Hierfür wurde der Durchschnittswert für das Bundesland Sachsen-Anhalt ermittelt. Entsprechend der Angaben des Statistischen Landesamtes betrugen die CO_2-Emissionen aus dem Endener-

Tabelle 2.37: Durchschnittliche CO_2-Emissionen je Einwohner im Jahr 1990 in den neuen Bundesländern (einschließlich Verkehr), berechnet aus dem Endenergieverbrauch nach Angaben der statistischen Landesämter.

Land	CO_2 gesamt [kt]	Einwohner [EW]	CO_2/EW [t]
Sachsen-Anhalt	57408	2890474	19,86
Brandenburg	41171	2589400	15,90
Sachsen	77058	4775914	16,13
Thüringen	34024	2599747	13,09
Mecklenburg-Vorpommern	19571	1923959	10,17
Summe	229232	14779494	15,51

Tabelle 2.38: Gesamtenergieverbrauch in Stendal nach Sektoren 2010.

Stendal gesamt 2010	Gesamt		$Endenergie_{el}$		$Endenergie_{th}$		$Endenergie_{mech}$	
Stand: 31.12.2010	GWh	%	Gwh_{el}	Sektor%	Gwh_{th}	Sektor%	Gwh_{mech}	Sektor%
Sektoren PHH, GHD, IND, VER	1152,290	100,0	161,876	14,0	626,001	54,3	364,413	31,6
PHH	312,297	27,1	38,735	12,4	273,562	87,6	0,000	0,0
IND	302,563	26,3	69,691	23,0	232,872	77,0	0,000	0,0
GHD	166,701	14,5	47,135	28,3	119,566	71,7	0,000	0,0
VER	370,728	32,2	6,315	1,7	0,000	0,0	364,413	98,3
SDL/2011 + 5 Ortschaften	684,659	100,0	136,158	19,9	548,501	80,1	0,000	0,0
SDL-Ortschaften 17 - 29 (PHH)	96,903	100,0	19,403	20,0	77,500	80,0	0,000	0,0
Verkehr SDL gesamt	370,728	100,0	6,315	1,7	0,000	0,0	364,413	98,3
Wandlungsverluste ges.	100,855	8,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0
Primärenergiebedarf	1253,145	100,0	161,876	12,9	626,001	50,0	364,413	29,1

gieverbrauch in Sachsen-Anhalt im Jahr 1990 insgesamt 57.408.000 t. Bei einer Gesamtbevölkerung von 2.980.474 Einwohnern kann hieraus eine durchschnittliche CO_2-Emission von 19,86 t je Einwohner abgeleitet werden.

Um die spezifischen Bedingungen der Hansestadt Stendal ausreichend zu berücksichtigen, wurde die potenzielle Verteilung der Emissionsquellen in Sachsen-Anhalt analysiert. Hieraus ergibt sich, dass im Süden des Bundeslandes – insbesondere bedingt durch die chemische Industrie und die Braunkohlenkraftwerke - eine deutlich höhere Emissionsintensität zu verzeichnen war. Daher wurde für die weitere Berechnung der Emissionswert auf 15,5 t/EW reduziert. Dieses entspricht einem Abschlag von ca. 22 % und orientiert sich an der durchschnittlichen CO_2-Emission je Einwohner in den Neuen Bundesländern im Jahr 1990. Eine detaillierte Aufstellung ist Tab. 2.37 zu entnehmen.

Im Gebiet der Hansestadt Stendal lebten am 03.10.1990 57.035 Einwohner. Nach Multiplikation der Einwohnerzahl mit dem für Stendal definierten Emissionswert ergibt sich für die Hansestadt Stendal im Jahr 1990 eine CO_2-Emission von insgesamt 884.650 t.

Basis der Berechnungen für das Jahr 2010 ist der ermittelte Endenergieverbrauch. Dieser beträgt insgesamt ca. 1.253 GWh. Die Verteilung auf die einzelnen Sektoren und Verbrauchsgruppen ist in Tab. 2.38 dargestellt. Mit ca. 54,3 % ist die thermische Energie der größte Energiesektor. Für den Verkehr werden ca. 31,6 % des Gesamtverbrauchs benötigt. Für Strom besteht mit ca. 14,1 % der geringste Bedarf.

Bei der Berechnung der CO_2-Emissionen sind jeweils die CO_2-Äquivalente angegeben, d. h. weitere in den einzelnen Prozessen entstehende Treibhausgase sind bereits mit verrechnet worden. Zudem wurden bei der Bilanzierung notwendige Vorketten berücksichtigt, d. h. die z. B. bei der Bereitstellung der Produktionsmittel entstehenden CO_2-Emissionen sind ebenfalls eingerechnet. Als Datengrundlage wurde im wesentlichen auf die Probas-Datenbank des Umweltbundesamtes zurückgegriffen[3], die teilweise auf die Bedingungen in Stendal anzupassen waren (z. B. zur Beschreibung des Heizkraftwerkes in der Schillerstraße).

Ausgehend von den in Kap. 2.3 dargestellten Daten über die Herkunft der verbrauchten Energie werden für den Bereich „Strom und Wärme" CO_2-Emissionen in Höhe von 195.112 t ausgewiesen. Die Einzelpositionen werden in Tab. 2.39 dargestellt. Im Sektor Verkehr entstanden im Jahr 2010 112.754 t CO_2. Im Saldo ergeben sich für das Jahr 2010 307.866 t CO_2.

Die Hansestadt Stendal kann somit bereits auf eine durchaus positive Bilanz im Bereich des Klimaschutzes verweisen. Auch wenn es nicht primäre Zielstellung war, haben sich die CO_2-Emissionen im Stadtgebiet seit 1990 um 576.784 t/a auf etwa 34,8 % verringert. Ursachen sind insbesondere das in Kraft-Wärme-Kopplung betriebene Blockheizkraftwerk der Stadtwerke Stendal, die bereits erfolgte umfängliche Sanierung im Gebäudebestand und die Umstellung der Heizsysteme sowohl bei der Fernwärme als auch im Kleinfeuerungsbereich. Hinzu kommen die rückläufige Bevölkerungsentwicklung und der damit verbundene Rückbau von Wohnungen.

[3]Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas), verfügbar unter http://www.probas.umweltbundesamt.de

Tabelle 2.39: CO_2-Emissionen der Hansestadt Stendal zum Status quo.

		Herkunft	Erzeugung [GWh]	CO_2-Äquival. [t]
Strom			155,561	69405
SW Stendal			83,347	31867
	davon	fossile Quellen (Erdgas + Öl)	83,347	31867
		regenerative Quellen	0,000	
Fremde Versorger			29,596	16739
Eigene Versorgung			21,840	9048
elbe-milch		fossile Quellen	21,840	9048
		regenerative Quellen	0,000	0
Ortsteile SDL/2009 (Strommix)			1,375	778
neue Ortsteile (Strommix)			19,403	10974
Wärme und Erdgas			691,229	125707
SW Stendal			358,762	47604
Fernwärme		Erdöl / Heizöl	6,992	1811
		Erdgas	121,448	10954
		Biogas (einschl. Deponiegas)	2,085	3
Energieträger		Erdgas / Netzeinspeisung	163,009	41034
		Erdgas Vasa / Stromexport	25,564	-9774
		Erdgas Vasa / Verluste Fernwärmenetz	39,664	3577
Fremdversorger			243,967	55943
elbe-milch		Erdgas (Wärme)	128,501	27231
Sonstige Fremdversorgung				
	davon	Erdgas	4,594	1156
		Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	110,872	27556
	davon	Öl	77,685	24576
		Kohle	6,170	2515
		Holz (Scheite, Pellets, Hackschnitzel)	27,017	465
Ortsteile Stadtgebiet 2009			11,000	2751
	davon	Erdgas	5,450	1372
		Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	5,550	1379
	davon	Öl	3,889	1230
		Kohle	0,309	126
		Holz (Scheite, Pellets, Hackschnitzel)	1,352	23
neue Ortsteile			77,500	19408
	davon	Erdgas	45,968	11572
		Sonstige Energieträger ohne Zuordnung	31,532	7837
	davon	Öl	22,094	6989
		Kohle	1,755	715
		Holz (Scheite, Pellets, Hackschnitzel)	7,684	132
Energiebedarf gesamt			846,790	204886
Stromexport			25,564	-9774
Endenergiebedarf Untersuchungsgebiet			821,226	195112
Verkehr		(siehe Tab. 2.34, S. 75)	370,7	112754
Endenergiebedarf mit Verkehr			1191,926	307866

3 Regionale Energiepotentiale

3.1 Naturräumliche Ausstattung

Das Untersuchungsgebiet ist dem Naturraum „Östliche Altmarkplatten" zugeordnet (Reichhoff et al., 2001). Die Grundmoränenplatten sind während der Saalekaltzeit entstanden. Sie sind aus Lehm, Mergel, Sanden und Kiesen aufgebaut. Während der Weichselkaltzeit wurden viele Vertiefungen mit Talsanden aufgefüllt, verbreitet finden sich auch Treibsanddecken von 30 bis 60 cm Mächtigkeit (Reichhoff et al., 2001). Insgesamt ist die Morphologie eher flach ausgebildet mit Moränenrücken im Nordwesten und Nordosten der Stadt. Das Gelände fällt sanft zur Uchte im Süden hin ab, die ihrerseits nach Norden über Biese und Aland zur Elbe hin entwässert.

Im Nordwesten des Untersuchungsgebietes (vom Stadtkern ausgehend in Richtung Borstel und Uenglingen) sowie östlich von Arnim finden sich Braunerden, Parabraunerden und Pseudogleye (LAGB, 2011b). Im Großteil des Untersuchungsgebietes befinden sich Humusgleye und Gleye, in die teilweise Anmoorgleye eingestreut sind. Im Süden in den Nähe des Lindenhofes ist auch eine Niedermoorfläche vorhanden.

Zur Einschätzung der Bodenfruchtbarkeit sind für Sachsen-Anhalt vom Landesamt für Bergbau und Geologie die Erträge für Wintergerste in Anlehnung an ein Verfahren aus Niedersachsen ermittelt worden (LAGB, 2011a). Danach fallen die Böden des Untersuchungsgebietes fast ausschließlich in die mittlere Ertragsklasse 3 (von 5), mit einem erwarteten Ertrag von 75 bis 84 dt/ha. Im Bereich der Braunerden sind die Ertragserwartungen deutlich geringer (Klasse 1, 33 - 63 dt/ha), und nur auf wenigen Flächen sind höhere Erträge zu erwarten. Die Böden wurden bereits in historischer Zeit degradiert und sind heute im Bereich der Ackerschläge oft überdüngt, verdichtet und durch Erosion und Deflation geschädigt (Reichhoff et al., 2001).

Durch das geringe Relief ist das Wasser ursprünglich länger in den Bach- und Flussauen verblieben, wo sich teilweise Niedermoore bilden konnten. Noch heute findet sich in Gewässernähe ein relativ hoher Grünlandanteil, der auf diesen höheren Wasserrückhalt Bezug nimmt. Allerdings ist die Landschaft heute durch ein Netz von Entwässerungsgräben durchzogen, so dass Niedermoorstandorte nur noch als Relikte vorhanden sind. Viele der Fließgewässer sind zudem streckenweise begradigt worden und haben sich eingetieft (Reichhoff et al., 2001).

Klimatisch ist das Untersuchungsgebiet durch die relativ niedrigen Niederschläge von im Mittel 485,2 mm/Jahr gekennzeichnet (Abb. 3.1). Anhand der zur Verfügung stehenden Niederschlagsmessungen (DWD 2011) konnte eine räumliche Interpolation der mittleren jährlichen Niederschläge vorgenommen werden (Abb. 3.2). Diese zeigt, dass die Niederschläge zwar auch in der Umgebung gering, aber keineswegs homogen verteilt sind. Vielmehr gibt es Bereiche im Osten und im Südwesten mit spürbar höheren Jahresniederschlägen. Im Jahresverlauf fällt das Maximum der Niederschläge im Juni mit 56 mm. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,6°C.

Mit der potentiell natürlichen Vegetation wird beschrieben, welche Vegetation sich ohne den Einfluss des Menschen einstellte. Für das Gebiet werden sowohl Flattergras-Buchenwälder als auch Linden-Eichen-Hainbuchenwälder angegeben (Reichhoff et al., 2001). Die feuchteren, vom Grundwasser beeinflussten Standorte wären durch verschiedene Stieleichen-Hainbuchenwälder bedeckt, die Niederungen mit Versumpfungsmooren von Moorbirken-Erlenbruchwäldern und Traubenkirschen-Erlen-Eschenwäldern bestanden (Reichhoff et al., 2001). Auf den trockenen Sanddünen kann mit Straußgras-Eichenwäldern gerechnet werden.

Historisch gesehen hat es nach der Landnahme zwischen dem 8. und 14. Jahrhundert mehrere Wüstungsperioden gegeben, in denen die Waldfläche jeweils wieder zunahm. Ab 1817 wurden die Hochflächen in dem Naturraum vermehrt mit Kiefern aufgeforstet (Reichhoff et al., 2001). Die feuchten Niederungen mit Brüchen wurden im Rahmen der Meliorationsmaßnahmen schon zum Ende des 18. Jahrhunderts trocken gelegt und als Grünland genutzt (Reichhoff et al., 2001). Restwälder und naturnähere Wiesenbereiche wurden dann durch spätere Meliorationen weitgehend beseitigt bzw. intensiviert.

Die Landschaft ist heute überwiegend intensiv genutzt und weist nur noch wenige naturnahe Bereiche auf. Im Untersuchungsgebiet finden sich dennoch FFH-Gebiete im Stendaler Stadtforst sowie daran benachbart der Schießplatz Bindfelde. Im Süden des Untersuchungsgebietes liegen die Stendaler Rohrwiesen. Im Rahmen des Biotopverbundes wird angestrebt, sowohl Flächen entlang der Uchte als auch im Stendaler Stadtforst einzubinden.

3.2 Die Ressourcenregion als zusätzliche Betrachtungsebene

Für die Versorgung der Hansestadt Stendal mit Ressourcen – sowohl für die Energiebereitstellung als auch für Lebensmittel, nachwachsende Rohstoffe und Wasser – ist zunächst das Stadtgebiet heranzuziehen. Aufgrund der höheren Siedlungsdichte der Kernstadt und der sehr geringen Siedlungsdichte des Umlandes ist es aber naheliegend, fehlende Ressourcen aus dem direkten Umland zu importieren. Für diese Austauschbeziehungen sind die erforderlichen Transportaufwendungen ein wesentliches Kriterium: Da jeder Transport Energie benötigt, sollten die Transporte gering gehalten werden. Dies trifft insbesondere auf Mas-

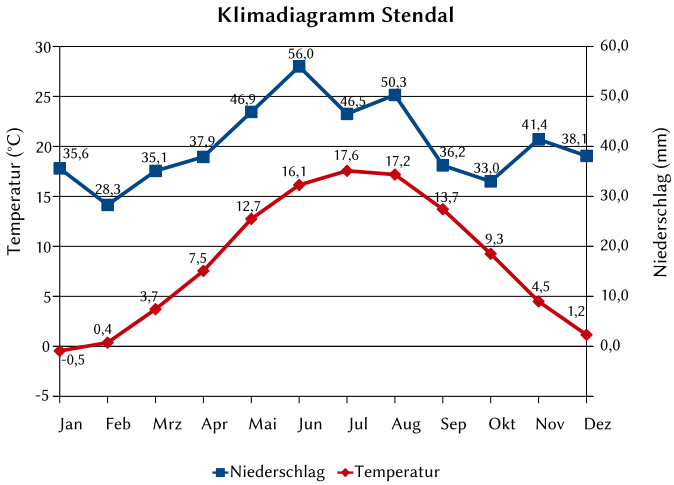


Abbildung 3.1: Klimadiagramm für Stendal der Zeitreihe 1961 bis 1990 nach Daten des DWD (2011). Die Niederschlagswerte beruhen auf der Niederschlagsstation Stendal, die Temperaturen sind aus den umliegenden Stationen interpoliert worden.

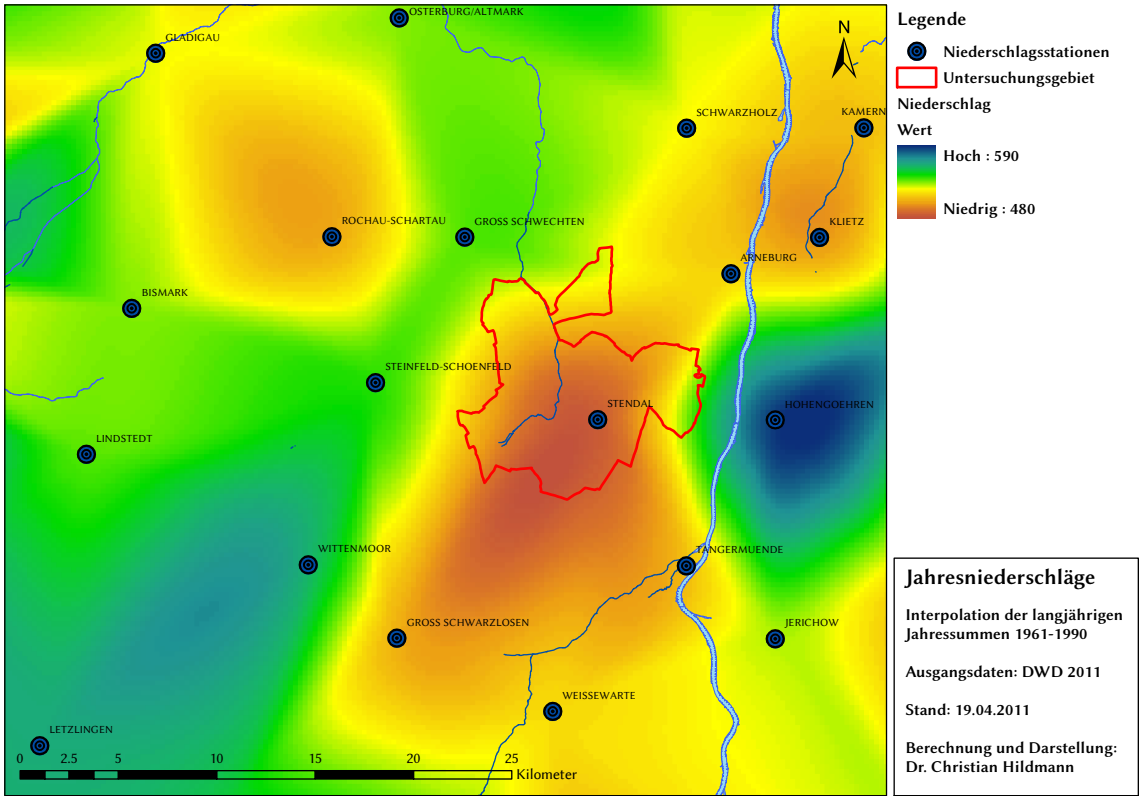


Abbildung 3.2: Karte des mittleren Jahresniederschlages der Region nach Messwerten des DWD (2011) für die Jahre 1961 bis 1990.

sengüter zu, zumal solche mit einem geringen Energiegehalt bzw. Wert. Der Transport z. B. von Biomasse zur Energiegewinnung sollten auf einen überschaubaren Umkreis von max. etwa 15 km beschränkt bleiben.

Bei der Bereitstellung anderer Ressourcen, insbesondere von Lebensmitteln, werden bislang die in Größenordnungen benötigten Waren des täglichen Bedarfs über weite Strecken transportiert, selbst wenn diese in der Region verfügbar sind. Aufgrund steigender Energiekosten (und aus Gründen des Klimaschutzes) sollten perspektivisch auch solche Transporte verringert werden und die in der Region produzierten Güter auch überwiegend dort konsumiert werden. Sie sollten im Ansatz mit berücksichtigt werden.

Für die Ermittlung der Energiepotentiale ist es naheliegen-

gend, über das Stadtgebiet hinaus die engere Ressourcenregion von Anfang an mit zu betrachten. Die Ressourcenregion ist im GIS explizit abgegrenzt worden, um darüber eine Übersicht über das in der Region verfügbare Flächenpotential zu erhalten. Die Abgrenzung dient dabei allein diesem Zweck. Die Abgrenzung erfolgte so, dass einerseits der Radius von 15 km um die Stadt nicht wesentlich überschritten wurde, andererseits die möglichen Ressourcenregionen der angrenzenden Gemeinden nicht über Gebühr beansprucht wurde. D. h. dass z. B. nach Westen und Nordwesten hin ausreichend Distanz nach Tangermünde und Arneburg verbleibt. Die in der Ressourcenregion, aber außerhalb der Hansestadt Stendal lebenden Einwohner sind in den Betrachtungen zur Ressourcenversorgung jeweils mit zu berücksichtigen.

Die *Ressourcenregion schließt das Stadtgebiet von Stendal mit ein.* Werden in diesem Kapitel Potentiale für die Hansestadt Stendal einzeln ausgewiesen, so sind diese in den Werten für die Ressourcenregion bereits enthalten.

3.3 Brachflächen als Potential

Erneuerbare Energien weisen immer einen Flächenbezug auf. Fläche ist jedoch aufgrund der zunehmenden Flächenkonkurrenz ein knappes Gut. Die Flächennutzung von Stendal weist einen relativ hohen Anteil von potentiellen Brachflächen auf (2.1.1 auf S. 47). Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien können diese möglicherweise wieder einer Nutzung zugeführt werden und zur Sicherung der lokalen Energieversorgung beitragen. Deshalb werden die Brachflächen hier genauer betrachtet.

Für das Energiekonzept Stendal lag keine dezidierte Kartierung der Brachflächen vor. Als erster Hinweis wurden Stauden- und Wildgrasfluren der Biotopkartierung genutzt, da diese Biotoptypen häufig als zeitweise Sukzessionsstadien nach fehlender Nutzung auftreten, natürlich im Untersuchungsgebiet aber kaum zu erwarten sind. Welchen Wert diese über eine gewisse zeit ungestörten Flächen für den Naturschutz haben ist bei Bedarf im Einzelfall zu ermitteln und ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Ausgeschlossen von der Betrachtung wurden aber die in den FFH-Gebieten Schießplatz Bindfelde und Stendaler Rohrwiesen liegenden Flächen. Wildgras- und Staudenfluren bilden sich jedoch auch auf brach liegenden landwirtschaftlichen Flächen aus, wie sie zum Zeitpunkt der Luftbildbefliegung 2005 durchaus noch in der Landschaft zu finden waren. Einige der potentiellen Brachflächen sind mittlerweile in Stendal bereits für Bauprojekte in Anspruch genommen worden. Deshalb erfolgte ein überschlägiger visueller Abgleich mit einem aktuelleren Luftbild (Stand 2009), bei dem offenbar nicht zur Verfügung stehende Flächen ausgeschlossen wurden. Für die hier vorgestellte Betrachtung wurden lediglich Flächen mit einer Mindestgröße von 1 ha (10.000 m^2) betrachtet, die ggf. aus mehreren Teilflächen der Biotopkartierung zusammengefasst wurden. Im Ergebnis ergaben sich im Stadtgebiet von Stendal/2011 94 Teilflächen mit insgesamt 673,5 ha Fläche, in der Ressourcenregion sind es insgesamt 758,2 ha in 115 Teilflächen (Abb. 3.3).

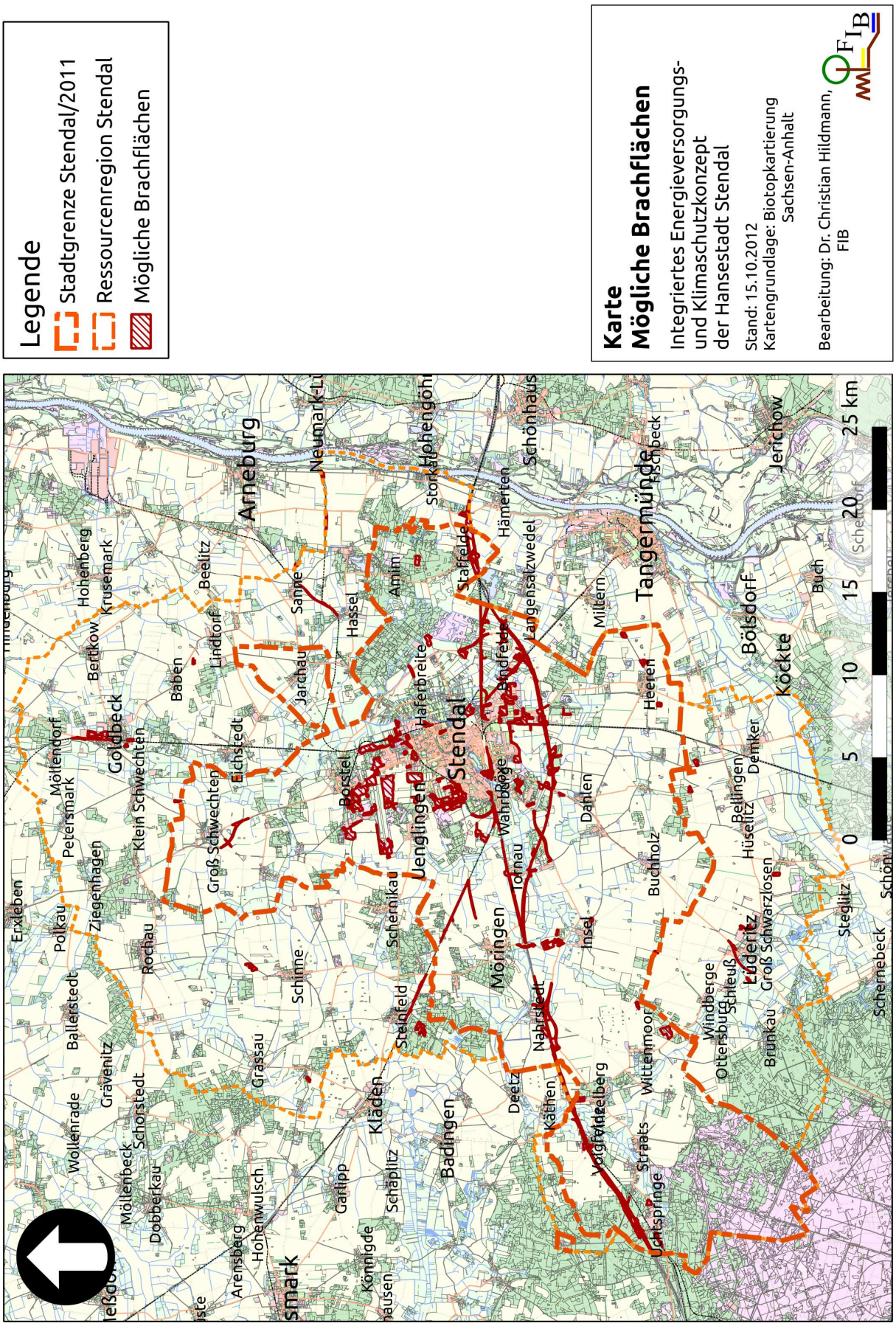


Abbildung 3.3: Karte möglicher Brachflächen im Untersuchungsgebiet mit einer Größe von mindestens 1 ha.

3.4 Landwirtschaftliche Potentiale

3.4.1 Bodenfruchtbarkeit und Ertragspotential

Über die Erträge der landwirtschaftlichen Kulturen im Untersuchungsgebiet lagen keine aktuellen, flächendeckenden Daten vor. Anders als in der Biomassepotentialstudie des Landes (MLU LSA, 2007) konnte nicht auf die internen Daten der Agrarverwaltung zugegriffen werden. Es wurde deshalb ein alternativer Ansatz gesucht, der eine hinreichend genaue und flächenbezogene Abschätzung der Erträge zulässt. Aufgrund der jährlichen Schwankungen der realen Erträge, die vor allem durch die unterschiedliche zeitliche Verteilung der Niederschläge ausgelöst werden, ist die erzielbare Genauigkeit ohnehin eingeschränkt. Das Ertragspotential orientiert sich deshalb an den mehrjährigen Mittelwerten. Die zugrunde liegende Landnutzung ist im Kap. 2.1.1 auf S. 47 beschrieben.

Zur Abschätzung der ackerbaulichen Erträge wurden Daten zum aktuellen standortbezogenen ackerbaulichen Ertragspotential aus dem Jahr 2011 vom Landesamt für Geologie und Bergwesen herangezogen. Die Daten wurden nach der Methode „Aktuelles standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotential" nach Müller (2004) erhoben. Diese berücksichtigt bei der Ertragseinschätzung die aktuellen Bodenwasserverhältnisse, den Tongehalt im effektiven Wurzelraum sowie die effektive Durchwurzelungstiefe der Böden. Die berechnete Ertragszahl basiert auf den langjährigen Durchschnittserträgen von Wintergerste (in dt/ha), die in Niedersachsen bei einer ortsüblichen Bewirtschaftung erzielt werden (LAGB, 2006). Anders als bei den oftmals historischen Ackerzahlen werden bei diesem Verfahren die durch Drainagen veränderten Standortbedingungen mit einbezogen.

Darüber hinaus stehen digitale Daten der vorläufigen Bodenkarte Sachsen-Anhalts (1:50.000) zur Verfügung. Die Bodendaten werden mittels AKTIS-Daten abgebildet (Helbig, 2009).

Um das Ertragspotential für das Untersuchungsgebiet zu ermitteln, wurde die bodenkundliche Themenkarte mit den in der Biotop- und Nutzungstypenkartierung ausgewiesenen Ackerflächen verschnitten.

Für die weitere Bearbeitung erwiesen sich die Fehlstellen in den Aussagen zum Ertragspotential sowie zur sommerlichen Bodenfeuchte als unbefriedigend. Die im Raum verteilten Fehlstellen ließen keine singulären Extremwerte erwarten, sondern sind eher einer fehlenden Vollständigkeit in den Ausgangsdaten geschuldet. Deshalb wurden die fehlenden Bereiche durch die Werte der jeweils angrenzenden Flächen ersetzt[1].

Über die Grundlagenkarte zum Ertragspotential hinaus wurde auch die aktuelle bodenkundliche Feuchtestufe zur Eignung für Kulturen wie Mais herangezogen (siehe Kap. 3.4.2).

Alternativ zu dem beschriebenen Verfahren hätte auch die Einschätzung nach Marks et al. (1989, 143f) erfolgen können. Dieses wäre jedoch ungleich aufwendiger durchzuführen gewesen und hätte auch keine qualitativ besseren Ergebnisse erwarten lassen.

3.4.2 Der Anbau von Mais zur Biogasgewinnung

3.4.2.1 Einführung

In vielen Biogasanlagen wird Mais bereits erfolgreich als Koferment zur Gülle eingesetzt. Die Vorteile dieser Kultur liegen im hohen Massenwachstum, der gut entwickelten Produktionstechnik und ihrer Silierfähigkeit (Karpenstein-Machan, 2005, 95). Nach Abschluss der Silierphase (4-6 Wochen) kann die Maissilage, die auch als Viehfutter verwendet wird, bis zu ihrer direkten Verwendung in der Biogasanlage unproblematisch gelagert werden (FNR, 2005, 89f).

Für den Maisanbau sind leichte bis mittlere, sich schnell erwärmende Böden mit einem pH-Wert von 5,5-6,2 geeignet. Staunasse und verdichtete Böden kommen nicht in Betracht, da diese eine tiefe Durchwurzelung sowie die rasche Erwärmung behindern (Agrarportal MV, o. J., 1). Die beste Ertragssicherheit weisen lehmige, grundwasserbeeinflusste Standorte auf (TLL, 2007, 4).

Hinsichtlich der Klimaverhältnisse bevorzugt Mais feuchtwarme Bedingungen. Die Durchschnittslufttemperatur sollte von Mai bis September über 13°C liegen. Im Untersuchungsgebiet liegt diese lediglich im Mai knapp darunter (Abb. 3.1 auf S. 90). Ein optimaler Massenzuwachs erfolgt bei 20°C. Bei Temperaturen unter 9°C stagniert das Wachstum. Daneben ist eine kontinuierliche Wasserversorgung unerlässlich für die Ertragsbildung (TLL, 2007, 4; Agrarportal MV, o. J., 1). Um diese zu gewährleisten, sollte Mais nur auf Standorten mit einem Jahresniederschlag von mindestens 500 mm kultiviert werden (i.m.a, o. J.). Der jährliche Niederschlag liegt im Projektgebiet zumindest im langjährigen Mittel knapp darüber (Abb. 3.1 auf S. 90). TLL (2007) nennen ein Minimum von 200 mm Niederschlag während der Vegetationsperiode als Voraussetzung; im Untersuchungsgebiet sind es etwa 236 mm. Damit sind die Anbaubedingungen im Untersuchungsgebiet zwar nicht optimal, ein Anbau ist aber möglich.

3.4.2.2 Die Ermittlung der potentiellen Maisanbauflächen

Um die Anbaueignung der Ackerflächen im Untersuchungsgebiet zu ermitteln, wurde auf die Daten zur Bodenfruchtbarkeit des LAGB (2011) zurückgegriffen (Kap. 3.4.1). Die dort angegebenen Ertragserwartungen für Wintergerste mussten für die Abschätzung der Maiserträge entsprechend modifiziert werden. Mais gedeiht wie auch Wintergerste besonders gut auf tiefgründigen, gut durchfeuchteten Böden (TLL, 2007, 4; TLL, 2008, 7). Staunässe wird von beiden Kulturen nicht vertragen (i.m.a, o. J., Agrarportal MV, o. J.;). Aufgrund dieser gleichartigen Anforderungen

[1] Dazu wurden die Karten in ein rasterbasiertes Datenformat konvertiert, die Fehlbereiche mittels des Befehls „Periphyte" des eigenen GIS-Programmes Aeshna ersetzt und anschließend wieder in ein vektorbasiertes Shape-File umgewandelt.

der Kulturen an den Boden, wird zunächst der potentielle Kornertrag der Wintergerste auf die im Untersuchungsgebiet erzielbaren Frischmasseerträge von Silomais übertragen.

Die Ernteerträge für Mais liegen im Mittel bei 450 dt Frischmasse pro Hektar (FNR, 2005, 87). Die Agrarstatistik für den Landkreis Stendal zeigt jedoch, dass die Hektarerträge von Silomais im Untersuchungsgebiet deutlich hinter den potentiellen Erträgen zurückbleiben. So konnte in dieser Region in den Jahren 1999 bis 2009 lediglich ein mittlerer Ertrag von 336,4 dt/ha erzielt werden. Der höchste Ertrag wurde mit 422,0 dt/ha im Jahr 2007 erreicht (StaLA, 1999-2008). Die ausgiebigen Niederschläge ab dem Monat Mai haben die Entwicklung der Kultur Mais stark begünstigt (Landesbauernverband, 2007, 4). Im Trockenjahr 2003 wurde lediglich ein Ertrag von 213,2 dt/ha erwirtschaftet (StaLA, 1999-2008). Demgemäß wird in der Tab. 3.1 auf der nächsten Seite angenommen, dass Mais, entsprechend dem Kornertragsniveau von Wintergerste, im Untersuchungsgebiet eine Spannweite von unter 220 bis über 420 dt Frischmasse pro Hektar erzielt.

Allerdings werden im Frühjahr und Sommer auftretende Trockenphasen von der Wintergerste durch die starke Entwicklung im Herbst und die frühe Abreife viel besser toleriert als von der Sommerkultur Mais (TLL, 2008, 6). Um diese Anbaueinschränkung gegenüber der Wintergerste zu berücksichtigen, wurden Daten zur aktuellen bodenkundlichen Feuchtestufe (BKF) vom LAGB (2005) herangezogen. Diese stellen die langjährige mittlere Bodenfeuchte bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraums unter Berücksichtigung wahrscheinlich vorhandener Entwässerungsmaßnahmen dar (Tab. 3.2 auf der nächsten Seite).

Der Wert für die Bodenfeuchte wird jeweils für das Frühjahr und bei Abweichungen auch für die Sommermonate angegeben. Mais weist zurzeit der Blüte (Juli - September) den höchsten Wasserbedarf auf, so dass insbesondere die langjährige mittlere Bodenfeuchte im Sommer Einfluss auf die Bestandsentwicklung nimmt (TLL, 2007, 4).

Die Flächen mit einer bodenkundlichen Feuchtestufe (BKF) von 7, 8, 9 und 10 gelten als zu feucht für den Anbau. Die stark frischen Flächen (BKF = 6) kommen eventuell für den Maisanbau in Betracht. Voraussetzung zur Nutzung dieser ist die Befahrbarkeit zur Aussaat im April/Mai. Optimal für den Anbau sind die mittel frischen Standorte (BKF = 5). Solange auf den schwach frischen Anbauflächen (BKF = 4) in den Sommermonaten keine Verringerung der Bodenfeuchte eintritt, können auch diese zum Maisanbau genutzt werden. Auf diesen Standorten muss die Ertragserwartung entsprechend zurückgenommen werden. Beim Vorliegen der bodenkundlichen Feuchtestufen 1, 2 sowie 3 sollte vom Maisanbau abgesehen werden (Müller, 1997, 202).

Es wird davon ausgegangen, dass die gut geeigneten Standorte das angegebene ackerbauliche Ertragspotential sicher erreichen. Auch infolge einer starken Vernässung im Frühjahr nur bedingt geeignete Ackerflächen können nach erfolgreicher Bestandsetablierung die ausgewiesenen Erträge erzielen. Dagegen wird bei den aufgrund von sommerlicher Trockenheit nur bedingt geeigneten Standorten die Ertragserwartung um eine Klasse reduziert. Zur Berechnung des potentiell erzielbaren Frischmasseertrags von Silomais wurde der mittlere Ertragswert der jeweils den Flächen zugewiesenen Klassen herangezogen.

Beim Mais muss jedoch berücksichtigt werden, dass infolge der späten Aussaat und der geringen Durchwurzelung der Boden insbesondere auf geneigten Flächen stark erosionsgefährdet ist. Um den Schutz des Ressource Boden zu gewährleisten, sollte der Maisanbau nur auf Flächen mit keiner bzw. sehr geringer potentieller Erosionsgefahr durch Wind und/oder Wasser erfolgen.

Daneben ist der einseitige großflächige Maisanbau zu vermeiden. Damit wird neben ökologischen Nachteilen auch einer Verödung der Landschaft durch Monokulturen sowie ökonomischen Risiken durch Ertragseinbußen (Witterung, Krankheit) vorgebeugt. Zwischenfrüchte können die Erosionsgefahr vermindern (LfL, 2007). Als Voraussetzung für eine hohe Produktivität bei gleichzeitig hoher Ertragsstabilität ist eine standortangepasste Fruchtfolge mit mehreren Pflanzenarten und Sorten anzustreben. So bietet sich an, den Mais als Sommerhauptkultur zusammen mit Winterzwischenkulturen wie früh reifender Wintergerste, Grünroggen, Winterraps, Winterrübsen oder Getreide in Mischungen mit Winterleguminosen anzubauen (Karpenstein-Machan, 2005, 72,104f). In Zweikultur-Nutzungssysteme (Scheffer, 2003) bleibt der Boden wesentlich länger bedeckt. Diese Zweikultur-Nutzung weist dabei auch ertragliche und ökonomische Vorteile auf (Vetter, 2008). Über den Anbau von Mais als Monokultur können auch Saatgemenge verwendet werden, etwa Mais gemeinsam mit Sonnenblumen (Vetter, 2008). Allerdings ist der erhöhte Wasserbedarf bei diesen Anbausystemen und den im Untersuchungsgebiet relativ geringen Niederschlagshöhen zu berücksichtigen. Auf Standorten mit hohen Grundwasserständen, die nicht allein auf die Niederschläge angewiesen sind, bieten sich hier besondere Möglichkeiten.

3.4.2.3 Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet Stendal 2009

Im Untersuchungsgebiet sind 2324 ha landwirtschaftlicher Fläche vorhanden. Der Großteil der Flächen ist jedoch zu feucht oder zu trocken, so dass nur 422 ha davon für den Maisanbau grundsätzlich geeignet sind. Es überwiegen dabei Flächen mit mittlerer Bodenfruchtbarkeit, deren Erträge durch eine geringere Bodenfeuchte im Sommer eingeschränkt sind. Hier könnten 12 375 t Silomais produziert werden. Allerdings sind die meisten der Flächen durch Deflation bedroht und deshalb für den Maisanbau ohne zusätzliche Bodenschutzmaßnahmen nicht zu empfehlen. Lediglich 1 ha ist von der Deflationsgefahr nicht betroffen. Der Anbau von Silomais im Untersuchungsgebiet kann deshalb keinen Beitrag zur Energieversorgung der Stadt leisten.

Tabelle 3.1: Die Ertragsklassen der Wintergerste im Untersuchungsgebiet (UG) und die daraus ableiteten Ganzpflanzenerträge von Silomais.

Kornertrag der Wintergerste im UG dt/ha	Entsprechung Ganzpflanzenertrag Mais dt/ha
≥ 33 bis < 63	≥ 200 bis < 260
≥ 63 bis < 75	≥ 260 bis < 320
≥ 75 bis < 84	≥ 320 bis < 360
≥ 84 bis < 90	≥ 360 bis < 380
≥ 90	≥ 380

Tabelle 3.2: Bewertung der bodenkundlichen Feuchtestufe hinsichtlich ihrer Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung nach Müller (1997, 202)

Bodenkundl. Feuchtestufe (BKF)	Bezeichnung	Eignung für landwirtschaftliche Nutzung unter den derzeiten Wasserverhältnissen
10	nass	für landwirtschaftliche Nutzung zu nass (Kleinseggenriede)
9	stark feucht	für Wiese bedingt geeignet, da häufig zu feucht (Streuwiesen)
8	mittel feucht	für Wiese geeignet, für Weide bedingt geeignet, für Intensivweide und Acker zu feucht
7	schwach feucht	für Wiese und Weide geeignet, für Intensivweide und Acker bedingt geeignet (im Frühjahr zu feucht)
6	stark frisch	für Grünland und Acker geeignet, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht
5	mittel frisch	für Acker und Grünland geeignet
4	schwach frisch	für Acker und Grünland geeignet, für intensive Grünlandnutzung im Sommer gelegentlich zu trocken
3	schwach trocken	für Acker geeignet, für intensive Ackernutzung im Sommer zu trocken, für intensive Grünlandnutzung zu trocken
2	mittel trocken	für Acker und extensive Grünlandnutzung häufig zu trocken
1	stark trocken	für landwirtschaftliche Nutzung zu trocken (Trockenrasen)

3.4.2.4 Erweiterung des Untersuchungsgebietes

Auch die an das Stadtgebiet von Stendal/2009 angrenzende Region ist durch einen hohen Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche gekennzeichnet. Die Auswertung der Ackerflächen in Hinblick auf Flächen mit für den Maisanbau geeigneter Bodenfeuchte zeigt Tab. 3.4.2.4. Nur ein Teil der Flächen erscheint demnach überhaupt geeignet (25% im Stadtgebiet, 33% in der Ressourcenregion). Nicht nur in der Kernstadt, sondern auch in dem erweiterten Stadtgebiet (2011) überwiegend Böden mit hoher Anfälligkeit für Deflation, während Erosion aufgrund der geringen Neigung keine wesentliche Rolle spielt. Im Stadtgebiet Stendal/2011 sind deshalb nur 106 ha für den Maisanbau zu empfehlen. In der Ressourcenregion hingegen ist der Anteil durch Deflation gefährdeten Böden deutlich geringer; insgesamt 28% der Ackerfläche könnte hier mit Mais bestellt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass damit der bisherige Trend zur Entwicklung großflächiger Monokulturen und zur Verschärfung der Flächenkonkurrenz weiter verstärkt würde. So nahm im Landkreis Stendal der Maisanbau bereits 2010 über 14 % der Ackerfläche in Anspruch. Zu prüfen wären Anbaualternativen wie z. B. Mehrfruchtgemische oder Sorghumhirsen.

Tabelle 3.3: Auswertung der für den Maisanbau geeigneten Flächen.

	Stadtgebiet 2009	Stadtgebiet 2011	Ressourcenregion
Ackerfläche [ha]	2.324	12.827	28.932
Gebiete mit geeigneter Bodenfeuchte [ha]	422	3.247	9.587
Prozent der Ackerfläche	18	25	33
möglicher Maisertrag [t]	12.375	99.849	292.985
davon nicht durch Deflation gefährdet [ha]	1	106	8.145
Prozent der Ackerfläche	0	1	28
möglicher Maisertrag [t]	25	3.677	239.744

Tabelle 3.4: Abschätzung der Erträge von Ackerfrüchten und Stroh im Untersuchungsgebiet entsprechend der durchschnittlichen Erträge für den Kreis Stendal 2006-2010.

Ackerfrüchte		% Fläche Kr. Stendal	Ertrag dt/ha	SDL/2011 ha	Ertrag ges. t	Stroh t	Stroh TS t	Res.region ha	Ertrag ges. t	Stroh t	Stroh TS t
Getreide		44,4	52,4	5.879	30.787	27.039	23.253	13.268	69.480	61.022	52.479
	Winterweizen	20,2	61,8	2.675	16.545	13.236	11.383	6.038	37.339	29.871	25.689
	Winterroggen	10,2	47,6	1.349	6.424	5.782	4.972	3.043	14.499	13.049	11.222
	Wintergerste	8,5	57,3	1.131	6.483	4.538	3.903	2.552	14.631	10.242	8.808
	Triticale	3,3	51,0	438	2.235	2.012	1.730	989	5.044	4.540	3.904
	Sommergerste	0,4	37,4	49	181	145	125	110	409	328	282
	Hafer	0,7	31,9	96	305	335	288	216	687	756	650
	Körnermais	0,9	79,5	116	922	922	793	262	2.081	2.081	1.790
	sonst. Getreide	0,2	37,4	26	98	69	59	59	222	155	134
Raps		12,6	36,2	1.674	6.062	10.306	8.863	3.777	13.682	23.259	20.003
Silomais		16,1	325,2	2.135	69.425			4.819	156.681		
Zuckerrüben		1,4	492,6	188	9.238	6.466	1.164	423	20.848	14.593	2.627
Kartoffeln		0,4	297,9	47	1.391	278	42	105	3.140	628	94
Hülsenfrüchte		1,2	25,6	160	409	409	352	361	924	924	794
Sonstige		0,7		94				212			
davon	Hackfrüchte	0,0		2				4			
	Ölsaaten	0,4		56				126			
	Gartengewächse	0,3		36				81			
Pflanzen zur Grünernte einschl. Feldgras		20,4		2.708				6.112			
Andere Nutzung (Stillegung, Sonderkulturen)		2,8		371				838			
Summe		100,0		13.256	119.720	44.499	33.674	29.916	270.188	100.427	75.997

3.4.3 Stroh

Stroh fällt in der Landwirtschaft als ein vor allem auch quantitativ wichtiges Nebenprodukt an. Der Anteil des Strohs hängt von der Art der Hauptfrucht ab; Tab. 3.5 auf der nächsten Seite gibt dazu detailliert Auskunft. Traditionell dient vor allem Getreidestroh als Einstreu in der Viehhaltung und wird, vermengt mit den Ausscheidungen der Tiere, als Festmist wieder zurück auf die Felder gebracht. Tatsächlich wird jedoch nur ein Teil zu diesem Zweck benötigt.

Mit der Verwendung des Strohs werden dem Feld zugleich Nährstoffe als auch Kohlenstoff entzogen. Die Ernterreste sind vor allem für die Humusbilanz der Böden von Bedeutung, um nach Möglichkeit die Humuszehrung der angebauten Ackerfrüchte (z. B. Kartoffeln, Getreide, Rüben) wieder auszugleichen. Deshalb ist es notwendig, Ernterereste auf dem Feld zu belassen. Über die Cross-Compliance-Regelungen ist zudem die Humusbilanzierung für die einzelnen Felder festgeschrieben. Der Anteil des Strohs, der ohne Beeinträchtigung der Humusbilanz entnommen werden kann, ist abhängig von den konkreten Standortbedingungen und den angebauten Feldfrüchten. Münch (2008) wertet dazu die aktuelle Literatur aus und schlussfolgert, dass etwa $\frac{1}{3}$ des Strohs im Durchschnitt (nicht von der konkreten Einzelfläche) entnommen werden kann. Kaltschmitt et al. (2009) gehen von einem Anteil zwischen 25 und 30% der aufgewachsenen Biomasse aus, die auf dem Standort verbleiben sollte.

Um den Gesamtanfall des Strohs abschätzen zu können, wird die vereinfachende Annahme getroffen, dass die Verteilung der verschiedenen angebauten Feldfrüchte im Untersuchungsgebiet der im Landkreis Stendal 2010 entspricht, und dass auch die flächenbezogenen Erträge identisch sind. Die Angaben zur Fruchtartverteilung werden nur alle vier Jahre auf Landkreisebene heruntergebrochen vom statistischen Landesamt publiziert, so dass keine neueren Daten herangezogen werden können. Daraus ergibt sich für Stendal/2011 eine Getreidestrohmenge von rund 27.039 t und eine Gesamtstrohmenge von rund 44.499 t. Davon könnten immerhin 14.833 t ($\hat{=}$ 11.225 t TS) energetisch genutzt werden, davon 9.013 t Getreidestroh ($\hat{=}$ 7.751 t TS). Die Werte für die Ressourcenregion sind noch höher (Tab. 3.4).

Ein Teil des Strohs wird auch als Einstreu verwendet, etwa für Pferde, Rinder oder Schweine. Abgesehen von der Pferdehaltung, wo größere Mengen verwendet werden, hängt der Bedarf auch von den zum Einsatz kommenden Haltungsformen ab. Bei ganzjährigem Einsatz kann im Gebiet von Stendal/2009 für Pferde, Rinder und Schweine ein Gesamtbedarf von maximal 743 t angenommen werden, davon allein 522 t Stroh für die Pferdehaltung (zum Tierbestand im Untersuchungsgebiet siehe Tab. 3.6 auf der nächsten Seite). Im Stadtgebiet Stendal/2011 sind dies aufgrund des wesentlich größeren Viehbestandes 12.910 t, davon 850 t Stroh für die Pferdehaltung. Ob diese Strohmenge von dem Potential für die energetische Nutzung abzuziehen ist oder nicht, hängt von dem weiteren Verbleib ab. Wird dieser zusammen mit den Exkrementen auf die Felder aufgebracht, so schmälerte dieser Teil das Potential nicht. Bei einer energetischen Nutzung zusammen mit den Exkrementen (Kap. 3.4.4) würde jedoch der Kohlenstoff weiter abgebaut, so dass auch eine spätere Rückführung auf die Landwirtschaftsflächen nicht in ausreichendem Maße zum Humusaufbau beitrüge. In diesem Sinne ist ein integratives Stoffstrommanagement erforderlich, das sowohl den Humuserhalt bzw. -aufbau als auch die energetische Nutzung zugleich berücksichtigt.

Für die energetische Nutzung kommt vor allem die Verbrennung in entsprechenden Halmgutheizwerken in Frage. Die verfügbaren Strohmengen entsprechen nach ihrem Heizwert einer Energiemenge von 54,1 GWh, davon 37,3 GWh aus dem Getreidestroh für das Stadtgebiet Stendal/2011 (analog für die Ressourcenregion 122,1 GWh insgesamt, davon 84,3 GWh aus Getreidestroh). Perspektivisch ist alternativ eine stoffliche Nutzung des Strohs denkbar, da es ein relativ homogener Rohstoff ist. Dieser könnte z. B. in Lignocellulose-Feedstock-Bioraffinerien verarbeitet werden. Technisch könnte das Stroh auch vergast werden; die Firma Herlt bietet einen Stroh-Vergaser an, in den die kompletten Strohballen eingebracht werden können. Allerdings sind diese nach Auskunft des Herstellers für die direkte Nutzung des Gases vor Ort und nicht für die Auskopplung des Gases konstruiert.

3.4.4 Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung

Die bei der Tierhaltung in den landwirtschaftlichen Betrieben anfallenden Reststoffe wie Mist und Gülle dienen aufgrund ihrer hohen Nährstoffgehalte als Wirtschaftsdünger, um die Bodenfruchtbarkeit der bewirtschafteten Flächen aufrecht zu erhalten bzw. zu verbessern. Der Kohlenstoff im Wirtschaftsdünger kann dabei zum Humusaufbau beitragen, er kann jedoch auch energetisch über die Vergärung in Biogasanlagen genutzt werden. Deshalb wird auch der Wirtschaftsdünger als Potential mit betrachtet.

Grundlage für die zu erwartende Menge an Wirtschaftsdünger (Mist, Gülle) ist der Tierbestand im Untersuchungsgebiet, der in Tab. 3.6 auf der nächsten Seite wiedergegeben ist. Dabei handelt es sich um eine Momentaufnahme, da der Viehbestand entsprechend den Erfordernissen des Marktes schwankt.

Anhand des Tierbestandes kann der Anfall an Wirtschaftsdünger abgeschätzt werden und damit die anfallende Biogasmenge. In der Summe ergibt sich für Stendal/2009 ein Wert von rund 490 t oTM Wirtschaftsdünger, entsprechend 1,247 GWh Biogas. Für Stendal/2011 sind dies bereits 7.953 t oTM Wirtschaftsdünger, aus denen 19,755 GWh Biogas gewonnen werden könnten. Die tatsächliche Verfügbarkeit von Mist und Gülle dürfte aber erheblich geringer sein, als es die Tierbestände im ersten Ansatz nahelegen. Werden die Tiere draußen auf Weideflächen gehalten, so wird der anfallende Mist sogleich dem natürlichen Kreislauf wieder zugeführt und kann deshalb nicht verwertet werden. Dies trifft auch auf die im Gebiet gehaltenen *Pferde* zu. Von den zu erwartenden rund 110 t oTM im Pferdemist von Stendal/2009 (entsprechend 251 MWh Bruttoenergie)

Tabelle 3.5: Verhältnis von Korn zu Stroh. Angegeben ist die Strohmenge in Relation zu den Kornerträgen. Nach Daten aus LfL (2009).

Hauptfrucht	Anteil Stroh
Winter- und Sommerweizen	0,8
Wintergerste, Braugerste	0,7
Sommerfuttergerste	0,8
Roggen	0,9
Hafer	1,1
Triticale	0,9
Dinkel (ohne Spelzen)	0,8
Körnermais	1,0
Raps	1,7
Sonnenblumen	2,0
Kartoffel	0,2
Zuckerrübe	0,7
Massenrübe	0,4
Ackerbohne, Erbse, Lupine	1,0
Sojabohne	1,0

Tabelle 3.6: Tierbestand im Untersuchungsgebiet im Mai 2011 (Quelle: Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt 2011). Da über das Alter der Tiere etc. keine weiteren Angaben vorliegen, stellt die Umrechnung in Großvieheinheiten (GVE) eine Näherung dar.

	SDL/2009		SDL/2011	
Tierart	Anzahl Tiere	GVE	Anzahl Tiere	GVE
Pferde	143	100,1	233	163,1
Rinder	112	72,8	5831	3790,15
Schweine	39	5,1	4526	588,38
Schafe	165	16,5	300	30
Ziegen	31	3,1	46	4,6
Hühner	2569	8,7	5645	19,193
Masthähnchen	127550	191,3	326631	489,9465
Gänse	41	0,2	65	0,247
Enten	180	0,9	666	3,33
Summe	130830	398,7	343943	5088,9

fällt nur ein Teil in den Stallungen an. Darüber hinaus ist die Anzahl der jeweils zusammen gehaltenen Pferde gering, so dass die Mengen wenig konzentriert anfallen. Ein Nutzung erscheint nur dort möglich und sinnvoll, wo ohnehin andere Wirtschaftsdünger erfasst werden und diese nicht als Dünger benötigt werden.

Rinder hingegen werden in deutlich größeren Gruppen gehalten. Gerade aufgrund des hohen Grünlandanteils im Untersuchungsgebiet dürfte dies die vorherrschende Haltungsform sein. Bei Milchkühen hingegen ist mit einem größeren Anteil an aufgestallten Tieren zu rechnen. Das maximale Potential lässt sich in Stendal/2009 mit 128 t oTM/a bzw. 0,316 GWh beziffern; in Stendal/2011 sind dies 6.670 t oTM bzw. 16,4 GWh.

Schweine werden fast vollständig in Ställen gehalten. Die Menge der in Stendal/2009 gehaltenen Tiere lässt jedoch für eine Nutzung zu gering. Im Gebiet von Stendal/2011 kämen rechnerisch immerhin 494 t oTM zusammen mit einer zu erwartenden Biogasausbeute von 1,242 GWh.

Die Haltung der *Schafe und Ziegen* findet überwiegend im Freiland statt. Eine Sammlung und wirtschaftliche Verwertung des Dungs käme nur dann in Frage, wenn die Tiere zeitweise im Stall stünden, etwa im Winter. Auch ist das maximale Potential mit 79 MWh überschaubar (Stendal/2011 140 MWh).

Anders sieht es mit der Haltung von *Hühnern bzw. Masthähnchen* aus. Berücksichtigt wurden nur Haltungen im Untersuchungsgebiet mit mehr als 100 Tieren. Vor allem durch einen großen Betrieb in Wahrburg fallen erhebliche Mengen Hühnermist an. Insgesamt sind dies 214 t, aus denen 0,587 GWh Biogas pro Jahr erzeugt werden könnten. Im Gebiet von Stendal/2011 fallen rund 530 t Mist an, entsprechend rund 1,4 GWh Biogas. Das Potential aus der *Gänse- und Entenhaltung* ist hingegen zu gering für eine energetische Nutzung.



Abbildung 3.4: Knapp 18% des Untersuchungsgebietes wird als Grünland genutzt. Die Beweidung und Heuwerbung als klassische Nutzungen gehen jedoch zurück (Photo: Christian Hildmann, 2011).

3.4.5 Potential auf Grünlandstandorten

Etwa 19,2% der Stadt Stendal/2009 bzw. 15,1 % der Stadt Stendal/2011 werden als Grünland genutzt. Grünland findet sich meist auf Standorten, die für eine Ackernutzung nicht oder weniger geeignet sind. Im Untersuchungsgebiet trifft dies vor allem auf die gewässernahen Standorte entlang der Uchte zu. Grünland wird traditionell entweder als Weideland genutzt oder gemäht (Mähwiesen); teilweise wird auf einer Fläche nacheinander gemäht und beweidet (Mähweiden). Darüber hinaus findet sich Grünland unter Obstbäumen (Streuobstwiesen) und wird zum Schutz von Dämmen und Deichen angelegt.

Nach den vorliegenden Daten zur Biotoptypenkartierung sind im Untersuchungsgebiet vor allem drei Grünlandtypen verbreitet:

- Mesophiles Grünland umfasst mehr oder weniger artenreiche, vergleichsweise extensiv genutzte Wiesen und Weiden. Die Standorte sind mäßig trockenen bis mäßig feucht sowie mäßig bis gut mit Nährstoffen versorgt. Die Arten weisen ein ausgewogenen Verhältnis zahlreicher Unter- und Obergräser sowie charakteristischer Kräuter auf, vielfach sind bunte Blühaspekte zu finden. Genutzt wird das mesophile Grünland als als 2-, seltener auch 1- oder 3-schürige Wiese, als Weide oder Mähweide. Die Düngergaben sind relativ gering (Drachenfels, 2004). Im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 machen sie nur 12,4% des Grünlandes aus (183,6 ha), im Untersuchungsgebiet Stendal/2011 sind es 33,1 % (1.264 ha).

- Artenarmes Intensivgrünland: Die Artenzusammensetzung wird meist von wenigen Süßgräsern dominiert. Die Flächen werden intensiv genutzt und meist stark gedüngt. Mit 82,6% (bzw. 63,9 % in Stendal/2011) ist es der dominierende Grünlandtyp (1.225 ha bzw. 2.438 ha). Die Flächen befinden sich auch in direkter Nachbarschaft zur Uchte, was darauf hinweist, dass die Flächen entsprechend drainiert sind.

- Feucht-/Nassgrünland ist auf nassen bis wechselfeuchten Standorten zu finden, die durch hochanstehendes Grund-, Stau- oder Quellwasser, z. T. auch durch zeitweilige Überflutung geprägt sind (Drachenfels, 2004). Anders als feuchtes Intensivgrünland sind die Flächen relativ artenreich. Sie machen 4,5% des Grünlandes in Stendal/2009 aus (66 ha); in Stendal/2011 sind nur 2,1 % (96 ha).

3.4.5.1 Abschätzung des Ertragspotentials

Über die tatsächlichen Grünlanderträge im Untersuchungsgebiet gibt es relativ wenig Angaben (Zusammenstellung in Böker et al. (2009)). Die Agrarstatistik des Landes Sachsen-Anhalt berichtet lediglich über die landesweiten Erträge von Grünland. Die Daten zeigen deutliche Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren, die vor allem durch die unterschiedliche Wasserversorgung ausgelöst werden. Sie machen zugleich deutlich, dass aufgrund des nur im Nachhinein bekannten Witterungsverlaufes die Genauigkeit der Ermittlung des Ertragspotential nur eingeschränkt möglich ist.

Der Grünlandertrag hängt maßgeblich sowohl von der Wasserversorgung der Pflanzen als auch von der Nährstoffversorgung ab (z. B. Trnka et al. 2006, Käding et al. o.J.), während die Bodeneigenschaften im Vergleich zur Ackernutzung weniger stark ins Gewicht fallen. Allerdings gehen Käding et al. (o.J.) von deutlich reduzierten Erträgen auf den Sandstandorten außerhalb der Aue aus.

Anhand der vorliegenden Datengrundlagen wird das zu erwartende Aufkommen an Grasschnitt abgeschätzt. Die *Wasserversorgung* wird durch die bodenkundlichen Angaben unter Berücksichtigung der sommerlichen Bodenfeuchte (siehe Kap. 3.4.2.2 auf S. 93 und Tab. 3.2, 95) berücksichtigt. Anders als bei bestimmten Ackerkulturen weist Grünland hinsichtlich der Artenzusammensetzung einen

größeren Reichtum auf. Vor allem sind durch die verschiedenen Pflanzengesellschaften Anpassungen an sehr unterschiedliche Standorte vorhanden. Auch sehr nasse Standorte bringen, wie das Beispiel von Schilfflächen (*Phragmites australis*) eindrucksvoll belegt, sehr hohe Biomasseerträge. Auch wenn aus landwirtschaftlicher Sicht diese Erträge hinsichtlich des Futterwertes teilweise als problematisch betrachtet werden, so weisen auch Gräser wie Schilf einen hohen Energiegehalt auf. Der für Streuwiesen angegebene geringere Ertrag (40 dt TM/ha) spiegelt eher die derzeitige tatsächliche Nutzung wider, als die maximal mögliche Biomassebereitstellung mit über 100 dt TM/ha für Nasswiesen.

Das Ergebnis der Abschätzung ist in Tab. 3.7 auf der nächsten Seite zusammengefasst. Für jeden Grünlandtyp ist eine Ertragserwartung hinsichtlich der Bodenfeuchte aus den oben angeführten Daten abgeleitet worden, die dann mit den entsprechenden Flächen zu dem Gesamtpotential verrechnet worden ist. Demnach ergibt sich insgesamt ein Potential von 13 432 t TM/a im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 und 32 133 t TM/a im Untersuchungsgebiet Stendal/2011; erwartungsgemäß stammt der größte Anteil von Flächen des Intensivgrünlandes.

Der ermittelte Grünlandaufwuchs wird heute zu einem bestimmten Anteil durch das Vieh abgeweidet oder als Heu und Silage gefressen. Dieser kann anhand der benötigten Futtereinheiten (Würfl & Halama, 2008) und des derzeitigen Tierbestandes (Schaffer, 2009, siehe auch Kap. 3.4.4 auf S. 98) abgeschätzt werden (Tab 3.8 auf der nächsten Seite). Insgesamt werden pro Jahr rund 859 t TM (Stendal/2009) bzw. 26.170 t TM (Stendal/2011) benötigt. Tatsächlich werden die Tiere jedoch nicht allein mit Raufutter versorgt; v. a. Hochleistungsmilchkühe benötigen einen großen Anteil an Kraftfutter. Zudem wurden alle Rinder in der Berechnung wie Milchkühe versorgt, die einen erheblich höheren Futterbedarf haben. Dennoch soll zunächst von diesem Wert ausgegangen werden, weil damit zugleich eine Reserve für trockene Jahre mit geringeren Aufwüchsen enthalten ist. Franke (2003, 116) weist darauf hin, dass unter extensiver Beweidung oft Weidereste verbleiben und so ein erheblicher Anteil des Aufwuchses nicht genutzt wird.

Im Vergleich zum Potential an Grünlandaufwuchs von gut 13 432 t (Stendal/2009) bzw. 26.170 t (Stendal/2011) (Tab. 3.7 auf der nächsten Seite) wird also nur ein Teil als Viehfutter benötigt. Sichtbar wird auch, dass zumindest rechnerisch ein großer Teil des Grünlandüberschusses aus Stendal/2009 in Stendal/2011 benötigt wird. Es verbleibt in Stendal/2011 ein bisher ungenutztes Potential von rund 5 963 t TM, entsprechend einer Energiemenge von 27,9 GWh. Selbst wenn ein Teil davon nicht geworben werden kann, so wird doch deutlich, dass hier ein großes Potential für die energetische, aber auch die stoffliche, Nutzung vorhanden ist. Das Heu kann z. B. über Halmgutheizwerke verwertet werden.

Tabelle 3.7: Abschätzung des Grünlandertrages in dt TM/ha im Untersuchungsgebiet anhand der Bodenfeuchte und Intensität der Nutzung

Stendal/2009										
Bodenfeuchte	Intensivgrünland			Mesophiles Grünland			Feucht- und Nassgrünland			Summe
BKF Sommer	dt TM/ha	ha	t TM	dt TM/ha	ha	t TM	dt TM/ha	ha	t TM	t TM
stark - mittel trocken	55	10	57	35	15	53	30	0	0	111
schwach trocken - schwach frisch	70	7	50	55	43	235	50	0	0	285
mittel frisch - mittel feucht	100	1020	10197	75	106	795	70	38	264	11256
stark feucht - nass	80	188	1502	55	20	108	60	28	170	1780
Summe		1225	11806		184	1192		66	435	13432
Stendal/2011										
stark - mittel trocken	55	35	195	35	74	260	30	0	0	454
schwach trocken - schwach frisch	70	107	750	55	176	966	50	4	18	1735
mittel frisch - mittel feucht	100	1838	18377	75	859	6443	70	59	412	25232
stark feucht - nass	80	458	3661	55	155	850	60	33	200	4711
Summe		2438	22983		1264	8519		96	631	32133

Tabelle 3.8: Abschätzung des Futterbedarfes der Raufutterfresser im Untersuchungsgebiet. TS: Trockensubstanz. 1 Futtereinheit $\hat{=}$ 10 kg TS. Daten zum Futterbedarf nach Würfl & Halama (2008), Angaben zum Tierbestand nach Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt (2011).

	Futtereinheiten	SDL/2009		SDL/2011	
Tierart	/Tier/Tag	Anzahl Tiere	t TS/a	Anzahl Tiere	t TS/a
Pferde	0,50	143	261	233	425
Rinder	1,20	112	491	5.831	25540
Schafe	0,12	165	72	300	131
Ziegen	0,12	31	14	46	20
Hirschartige in Gehegen	0,12	50	22	122	53
Summe		501	859	6.532	26170

3.5 Biomasse aus der Landschaftspflege: Randstreifen

3.5.1 Zielsetzung

Aufgrund der zunehmenden Flächenkonkurrenz ist nicht davon auszugehen, dass die energetische Nutzung von Anbaubiomasse erheblich ausgebaut werden kann. Viel mehr ist in erster Priorität die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln sicherzustellen. Perspektivisch wird auch die stoffliche Nutzung dieser Biomasse an Bedeutung gewinnen, ob für längst etablierte Verwertungspfade oder für die Nutzung in Bioraffinerien. Auch dadurch werden fossile Rohstoffe ersetzt und ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Für die energetische Nutzung erhalten deshalb sowohl biogene Rest- und Wertstoffe als auch bislang nicht oder nur untergenutzte Flächen einen neuen Wert.

Die Randstreifen von Gewässern und Straßen werden beide mit einem erheblichen Energie- und Kostenaufwand unterhalten. Da die Unterhaltungsmaßnahmen auch der Verkehrssicherung bzw. der Sicherung des schadlosen Abflusses des Wassers dienen, ist derzeit davon auszugehen, dass diese Unterhaltungsmaßnahmen auch zukünftig durchgeführt werden. Bei den Pflegemaßnahmen wird bislang die Biomasse zwar geerntet, dann aber nicht weiter genutzt. Entweder das Material verrottet vor Ort oder muss, mit weiterem Kostenaufwand, kompostiert werden. Da die Biomassen bei der Ernte ohnehin bewegt werden, bietet sich deren Bergung mit einer nachgeschalteten Logistik an. In der hier vorliegenden Untersuchung wird das Potential dieser Biomassen genauer analysiert.

Die für die Unterhaltung der Gewässer anfallenden Kosten sind je nach Unterhaltungsverband unterschiedlich festgesetzt. Sie betragen z. B. im Unterhaltungsverband (UHV) Uchte 9 €/ha/a (Stand 2005), im UHV Milde-Biese 7,41 € (Stand 2009), im UHV Tanger 10,88 € (Stand 2009), im UHV Untere Ohre 5,63 € (Stand 2009). Darüber hinaus kann das Land entsprechend §57 Wassergesetz LSA einen Zuschuss von bis zu 50% bei der Unterhaltung der Gewässer 2. Ordnung gewähren. Damit werden für die Unterhaltung der Gewässer erhebliche private und öffentliche Mittel eingesetzt; unter Annahme des Landeszuschusses sind dies im Untersuchungsgebiet über 110.000 €. Die energetische Verwertung könnte zu einer Entlastung der Kosten beitragen.

3.5.2 Methodik

Im Rahmen der Biotoptypenkartierung wurden neben den flächenhaften Biotopen auch linienartige Elemente mit erfasst und in einer Karte digitalisiert (LAU, 2005). Darunter sind nicht nur die Gewässer, sondern auch Straßen und Wege mit dargestellt. Teilweise wird durch entsprechende Zusatzcodes auf benachbarte, linienartige Strukturen aufmerksam gemacht, etwa auf Hecken oder Gehölzreihen neben einem Bachlauf. Diese Ausgangsdaten wurden für die Potentialerhebung ausgewertet. Dazu wurden die Linienstrukturen zuerst in flächenhafte Elemente überführt. Diese wurden dann um weitere Randstreifen ergänzt, um z. B. die Straßenbankette mit abbilden zu können. Die Breite der einzelnen Strukturen ist abhängig von der Art der Elemente. Diese flächenhaften Streifen konnten dann sowohl mit der Karte der Landnutzung als auch mit bodenkundlichen Parametern verschnitten[2] werden.

3.5.2.1 Aufbau der Gewässerrandstreifen

- Den Kern der Gewässer bildet die Gewässersohle. Die Breite der Gewässersohle kann aus den Angaben in Röder et al. (2010) zurückgerechnet werden. Für den Unterhaltungsverband der Uchte ergibt sich bei Bächen eine Breite von 0,80 m. Im Vergleich zu anderen Unterhaltungsverbänden in der Altmark ist die Gewässersohle damit eher schmal bemessen. Für die Flüsse wurde ein Wert von 4 m Breite angenommen, der im Vergleich zum Unterlauf der Uchte (mit 5-10 m) eher schmal angesetzt ist.

- An die Gewässersohle schließt sich die Böschung und ggf. ein schmaler ungenutzter Streifen an, der als Gewässerrandstreifen bei der Pflege gemäht wird. Hier wird die Breite ebenfalls aus den Angaben des Unterhaltungsverbandes Uchte zu Gewässern 2. Ordnung in Röder et al. (2010) zurück gerechnet. Für Bäche ergibt sich eine Breite von jeweils 2 m auf jeder Seite des Gewässers (insgesamt 4 m). Bei Flüssen wird ein doppelt so breiter Randstreifen angenommen (insgesamt 8 m).

- Davon abweichend wird bei Bächen ein etwas breiterer Randstreifen dort angenommen, wo das Gewässer durch Hecken oder andere Gehölze begleitet wird. Hier werden 5 m insgesamt angesetzt. Die etwas größere Breite ergibt sich aus der exemplarischen Auswertung von Luftbildern.

- Das Wassergesetz Sachsen-Anhalt (WG, vom 12.04.2006) sieht vor, für Gewässer 1. Ordnung[3] Gewässerschonstreifen von 10 m Breite, für alle Gewässer 2. Ordnung Gewässerschonstreifen von 5 m Breite auszuweisen. Die Gewässerschonstreifen nach §94 WG LSA generell mit einem Verbot des Grünlandumbruches versehen. Die Wasserbehörde kann weitergehende Auflagen erlassen und z. B. entsprechende Bepflanzungen anordnen. Generell dürfen keine nicht einheimischen Gehölze angepflanzt werden.

  Perspektivisch könnten diese Gewässerschonstreifen unter Einhaltung der Auflagen zum Gewässerschutz zum Anbau von Biomasse mit Gehölzen genutzt werden.

[2] Bei dem Verschneiden von Karten werden diese digital über einander gelegt, so dass z. B. eine neue Karte mit dem gemeinsamen Informationsgehalt der beiden Ausgangkarten erzeugt wird.

[3] Die Unterteilung in Gewässer 1. und 2. Ordnung wird im WG LSA vorgenommen und orientiert sich dabei nicht allein an der Ausprägung des Gewässers. Die Uchte wird unterhalb dder Querung der Straße Tornau-Döbbelin als Gewässer 1. Ordnung geführt. Die Biotoptypenkartierung nimmt diese Einteilung nicht exakt auf und führt z. B. den Unterlauf des Tanger als Fluß, obwohl dieser kein Gewässer 1. Ordnung ist.

3.5.2.2 Aufbau der Randstreifen bei Verkehrswegen

Bei den Verkehrswegen sind mehrere unterschiedliche Typen zu unterscheiden:

- Eisenbahnstrecken
- unbefestigte Wege
- befestigte Wege
- zweispurige Straßen

Breitere Verkehrswege wie Autobahnen sind im Landkreis Stendal nicht vorhanden. Jeder dieser Typen hat seinen eigenen Aufbau der Randstreifen.

3.5.2.2.1 Eisenbahnstrecken werden pauschal mit einer Breite von 12 m nach Luftbildauswertungen angesetzt. Sie besitzen ein breiteren Streifen, der sich an das Gleisbett anschließt und bei dem zumindest die Gehölzvegetation regelmäßig zurückgeschnitten wird. Dieser wird mit insgesamt 10 m Breite (beidseitig 5 m) angenommen. Abweichungen von den tatsächlichen Gegebenheiten ergeben sich etwa daraus, dass sehr breite Trassenbereiche wie am Bahnhof von Stendal nicht als Linie, sondern als Verkehrsfläche erfasst worden sind.

3.5.2.2.2 Unbefestigte Wege machen einen Großteil des Wegenetzes in der Region aus. Dazu zählen auch land- und forstwirtschaftliche Wege, die nicht alle von der öffentlichen Hand unterhalten werden. Dennoch findet auch hier eine Pflege durch die Eigentümer oder Nutzer statt. Aufgrund ihrer großen Länge erscheint es sinnvoll, diese mit zu erfassen. Eine entsprechende Logistik vorausgesetzt, könnte deren Pflege als Ernte auch entsprechend organisiert werden.

Für sie wird die Breite des Fahrweges mit 3 m nach Luftbildauswertungen angenommen. Die Breite der sich daran anschließenden Randstreifen wird außerhalb von Siedlungsflächen mit 7 m (beiderseitig 3,50 m) angenommen (Wegener in Vorbereitung). Innerhalb von Siedlungsflächen wird die Breite auf 2 m (beiderseits 1 m) beschränkt.

3.5.2.2.3 Befestigte Wege und zweispurige Straßen werden nach der Richtlinie für die Anlage von Straßen - Querschnitt (RAS-Q) betrachtet. Befestigte Wege werden als Ortsverbindungen und Erschließungsstraßen als Straßen mit einem Regelquerschnitt RQ7,5 interpretiert, d.h. der Straßenkörper hat eine Breite von 5,50 m. Zweispurige Straßen entsprechen dem RQ10,5 mit einem Straßenkörper von 7,50 m Breite. An den Straßenkörper schließt sich generell ein intensiv gepflegter Randstreifen von jederseits 1,50 m Breite an. Die Gesamtbreite der Randstreifen wird sowohl bei befestigten Wegen als auch bei zweispurigen Straßen mit 10 m außerhalb von Siedlungsflächen angenommen, innerhalb von 5 m. Diese schließen den intensiv gepflegten Teil mit ein, werden außerhalb dessen aber nur noch extensiv gepflegt.

3.5.2.2.4 Korrekturen und mögliche Fehlerquellen. Besonders im besiedelten Bereich sind die Randstreifen nicht vollständig beerntbar bzw. teilweise versiegelt. Deshalb soll in Anlehnung an Röder et al. (2010) ein entsprechender Abschlag vorgenommen werden. Dieser beträgt 60% im Siedlungsbereich und 5% außerhalb.

Generell dürfte der Anteil der gehölzbestandenen Gewässer- und Straßenbereiche etwas überschätzt sein. Das liegt daran, dass die Biotoptypenkartierung zwar auf diese Gehölze hinweist, aber nicht, ob diese einseitig oder zweiseitig ausgebildet sind. Zudem könnte der Gehölzbestand aufgenommen worden sein, obwohl dieser relativ lückig ausgeprägt ist.

3.5.2.3 Erwartete Erträge

Um die erwarteten Erträge ermitteln zu können, sind die Ertragserwartungen entsprechend herzuleiten. Bei den *Fließgewässern* kann aufgrund der guten Wasserversorgung vor allem auf der Gewässersohle mit hohen Erträgen gerechnet werden. Röder et al. (2010) gibt hier 1010 g TM/m^2 an. Schilf und Röhricht kann dabei durchaus noch höhere Erträge bringen (Björk, 1967). Für Flüsse wird dieser Wert jedoch für zu hoch erachtet, da diese meist nicht vollständig mit Röhricht oder Vegetation bedeckt sind. Deshalb wird pauschal mit dem halben Wert gerechnet. Für Bäche, die schnell verkrauten, wird der Ansatz von Röder et al. (2010) übernommen, 70% mit dem hohen Wert anzusetzen und 30%, die im Sommer zeitweilig trockenfallen, mit dem geringeren Wert für die angrenzenden Gewässerränder anzusetzen. Die angrenzenden Randstreifen werden pauschal mit 560 g TM/m^2 angesetzt, entsprechend 1600 g FM/m^2. Dieser Wert liegt etwas unterhalb von dem von Röder et al. (2010) angegebenen Wert von 1682 g FM/m^2, da dieser Wert zum einen nur auf wenigen Stichproben beruht und zum anderen neue Stichproben aus dem Gebiet (Wegener, in Vorbereitung) auf geringere Erträge hinweisen. Gehölzbestände werden wie bei Röder et al. (2010) mit 375 g TM/m^2 angesetzt. Im Vergleich mit Kurzumtriebsgehölzen ist dieser Wert ausgesprochen gering und dürfte den Ertrag eher unterschätzen.

Entlang der *Verkehrswege* ist der krautige Aufwuchs abhängig von der Art der Bewirtschaftung und der Wasserversorgung. Verschattete Bereiche werden nicht weiter betrachtet, da in den Waldbereichen davon ausgegangen wird, dass die Randstreifen keinen nennenswerten Ertrag liefern. Sind andere Gehölze vorhanden, wird ausschließlich der Gehölzaufwuchs betrachtet. Damit kann die Abschätzung der krautigen Erträge entlang der Verkehrswege analog zur Ertragsschätzung des Grünlandes erfolgen. Es gibt zwei Intensitätsstufen der Bewirtschaftung und für den Wasserhaushalt kann die bodenkundliche Feuchtestufe für den Sommer herangezogen werden. Aufgrund der fehlenden Düngung ist allerdings mit geringeren Erträgen als im Grünland zu rechnen. Die verwendeten Maximalwerte orientieren sich dabei an den von Rommeiss et al. (2006) angegeben Erträgen für intensiv bzw. extensiv gepflegte Straßenränder (Tab. 3.9). Es wird angenommen, dass aufgrund der leichten Böden in der Region eher

Tabelle 3.9: Angenommene Erträge für intensiv und extensiv gepflegte krautige Straßenränder.

bodenkundliche Feuchtestufe im Sommer	Intensiv dt/ha		Extensiv dt/ha	
	Grünland	Straßenrand	Grünland	Straßenrand
stark-mittel trocken	55	42,9	35	22,4
schwach trocken- schwach frisch	70	54,6	55	35,2
mittel frisch- mittel feucht	100	78,0	75	48,0
stark feucht-nass	80	62,4	55	35,2

mit geringeren Erträgen zu rechnen ist. Bei Gehölzflächen wird ein Ertrag von 2,5 t TM/ha angenommen, wie bei Rommeiss et al. (2006) angegeben.

Für die Randstreifen der *Eisenbahnstrecken* ist mit den selben Ertragserwartungen wie an den Straßenrändern gerechnet worden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Randstreifen der Eisenbahn erheblich extensiver gepflegt werden. Oftmals beschränkt sich die Pflege auf ein Zurückschneiden der Gehölzvegetation mit einem längeren zeitlichen Abstand.

3.5.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in den Tab. 3.10 bis 3.12 dargestellt. Insgesamt sind im Stadtgebiet Stendal/2009 knapp 390 ha Fläche in Randstreifen zu erwarten. Auf diesen Flächen könnten insgesamt 1 445 t krautiges und 258 t holzartiges Material pro Jahr geerntet werden. Im Stadtgebiet Stendal/2011 ist mit etwa 927 ha Randstreifen zu rechnen. Hier könnten 3.049 t krautiges Material und 764 t holziges Material aufwachsen. In der Ressourcenregion sind sogar 1.690 ha Fläche zu erwarten, mit einem Potential an krautiger Biomasse von 5.250 t und an holziger Biomasse von 1.540 t.

Es ist davon auszugehen, dass heute nur ein Teil dieser Flächen auch tatsächlich gepflegt wird, schätzungsweise etwa 60%. Mit der Inwertsetzung über eine entsprechende Logistik könnte relativ rasch das gesamte Potential erschlossen werden.

Aus den ermittelten Biomassepotentialen können auch biogene Gase gewonnen werden. Das krautige Material kann in darauf ausgelegten Biogasanlagen wie z. B. der Firma Gicon verwertet werden. Bei 10% Ernteverlusten und 15% Silierverlusten könnte von den Flächen in Stendal/2009 Biogas mit einem Heizwert von 2,140 GWh erzeugt werden. Das holzartige Material könnte vergast werden, z. B. mit Hilfe des Agnion-Heatpipe-Reformers. Bei Ernteverlusten in Höhe von 7,5% und einem Gasertrag von 70% könnten daraus 0,772 GWh Gas produziert werden. Insgesamt sind dies 2,911 GWh Potential aus den Randstreifen. Für die erweiterten Gebiete sind die möglichen Gaserträge in GWh entsprechend höher:

Gebiet	krautig	holzig	Summe
Stendal/2009	2,140	0,772	2,911
Stendal/2011	4,513	2,283	6,796
Ressourcenregion	7,773	4,604	12,377

3.5.3.1 Steigerung der Erträge

Die bisherige Anlage und Bewirtschaftung vor allem der Straßenränder zielt darauf ab, möglichst den Aufwuchs von Biomasse zu vermeiden. Dazu werden etwa bei der Ansaat nach Baumaßnahmen Grassorten ausgewählt, die zwar eine dichte Grasnarbe zur Vermeidung von Erosion bilden, aber möglichst geringe Biomasseerträge aufweisen. Zumindest in den bislang extensiv genutzten Bereichen könnte anstelle der Vermeidungs- eine Anbaustrategie verfolgt werden, in dem gezielt ertragreiche Arten dort angebaut werden. Die jährliche Ernte ist dann nur unwesentlich mehr Aufwand als die bisherige Pflege, bietet jedoch einen deutlich höheren Biomasseertrag. Dazu wären alle extensiv gepflegten, krautigen Randbereiche außerhalb der Siedlungsflächen grundsätzlich geeignet.

Ein grober Überschlag allein für die entsprechenden Randstreifen entlang der Gewässer, Straßen und Eisenbahnstrecken, die im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 zusammen 293,4 ha ausmachen, zeigt das Potential einer Anbaustrategie auf. Würde an den Gewässerrandstreifen Rohrglanzgras mit einem Ertrag von 10 t TM/ha angebaut und bei den Verkehrsrandstreifen die Durchwachsene Silphie mit 15 t TM/ha etabliert, so könnte ein Mehrertrag von 3,027 GWh erzielt werden. Damit würden die Gesamterträge um den Faktor 2 gesteigert.

Eine weitere Steigerung der Erträge wäre möglich, in dem die linearen Strukturen der Gewässer und Verkehrswege in ein *energetisches Landschaftsnetzwerk* eingebunden würden. So könnten sich an die vorhandenen Randstreifen ein weiterer Streifen anschließen, der der Bereitstellung von Biomasse dient. Damit sollte

- zunächst die Bereitstellung von Biomasse verstetigt werden und so die Sicherheit der Versorgung mit erneuerbarer Energie gesteigert werden. Diese Ausweitung der Produktion ginge zwar auf Kosten landwirtschaftlicher Fläche, könnte aber womöglich gemeinsam mit der Pflege der anderen Randstreifen von den Landwirten mit übernommen werden. Zudem wäre nur ein relativ kleiner Teil der Fläche betroffen.

- Darüber hinaus könnten mit den zusätzlichen Vegetationsstrukturen ökologische Vorteile erzielt werden. Die Vegetationsbänder trügen zu einer höheren Diversität bei, könnten zugleich dem Wasserrückhalt dienen und damit auf das Kleinklima ausgleichend wirken. Bei Einsatz von Gehölzen im Kurzumtrieb könnte zudem ein Beitrag zum Deflations-

Tabelle 3.10: Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in ihrer derzeitigen Ausprägung für das Untersuchungsgebiet Stendal/2009.

	Fläche ha	krautige Biomasse t TM	holzartige Biomasse t TM
Sohle Bach	9,8	86	
Sohle Fluss	4,5	20	
Gewässerrand, krautig	33,1	186	
Gewässerrand, gehölzbestanden	21,1		79
Summe Gewässerränder	*68,5*	*291*	*79*
Eisenbahn, krautig	30,3	127	
Eisenbahn, gehölzbestanden	10,7		27
Summe Eisenbahn	*41,0*	*127*	*27*
Straßenrand intensiv außerorts	43,7	299	
Straßenrand intensiv innerorts	12,3	77	
Straßenrand krautig außerorts	143,3	578	
Straßenrand gehölzbestanden außerorts	52,2		130
Straßenrand krautig innerorts	20,0	75	
Straßenrand gehölzbestanden innerorts	8,9		22
Summe Straßen und Wege	*280,3*	*1.028*	*153*
Gesamtsumme	***389,7***	***1.445***	***258***

Tabelle 3.11: Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in ihrer derzeitigen Ausprägung für das Untersuchungsgebiet Stendal/2011.

	Fläche ha	krautige Biomasse t TM	holzige Biomasse t TM
Sohle Bach	27,8	243	0
Sohle Fluss	4,6	20	0
Gewässerrand, krautig	79,3	444	0
Gewässerrand, gehölzbestanden	69,2	0	260
Summe Gewässerränder	180,9	707	260
Eisenbahn, krautig	37,9	158	0
Eisenbahn, gehölzbestanden	16,2	0	40
Summe Eisenbahn	54,1	158	40
Straßenrand intensiv außerorts	100,9	656	0
Straßenrand intensiv innerorts	17,9	98	0
Straßenrand krautig außerorts	356,6	1313	0
Straßenrand gehölzbestanden außerorts	174,1	0	435
Straßenrand krautig innerorts	31,0	116	0
Straßenrand gehölzbestanden innerorts	11,5	0	29
Summe Straßen und Wege	692,1	2184	464
Gesamtsumme	927,0	3049	764

schutz geleistet werden, der bei den in der Region zahlreichen davon betroffenen Flächen vorteilhaft wäre. Zugleich könnte damit im Winter verwehter Schnee aufgehalten werden, so dass in diesen Bereichen keine Schneefangzäune erforderlich sind. Zudem bereicherten die Vegetationsstreifen das Landschaftsbild als strukturierende Elemente.

Wenngleich solche Elemente auch über das vorhandene Netz von Straßen- und Gewässern hinaus anhand ökologischer Kriterien verortet werden sollten, so bieten die vorhandenen Strukturen doch überwiegend eine Infrastruktur zur Abfuhr des Erntegutes.

Das Potential soll anhand der Gewässerschonstreifen aufgezeigt werden. Bislang werden diese nicht hinreichend durchgesetzt, d. h. sie werden unverändert als landwirtschaftliche Nutzfläche genutzt, oft auch beackert. In der Kombination von Gewässerschutz und Biomasseproduktion könnte hier eine Form des Kurzumtriebes etabliert werden, der bei der Gehölzauswahl auf eine Mischung gebietstypischer Weiden und Pappeln setzt. Damit läge der spezifische Ertrag zwar unter dem spezialisierter Züchtungen, könnte aber auch ohne Düngung aufgrund der guten Wasserversorgung 8 t TM/ha erwarten lassen. Bei einer Fläche von 82 ha, die die Gewässerschonstreifen im Unter-

Tabelle 3.12: Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in ihrer derzeitigen Ausprägung in der Ressourcenregion.

	Fläche ha	krautige Biomasse t TM	holzige Biomasse t TM
Sohle Bach	54,9	480	0
Sohle Fluss	74,6	326	0
Gewässerrand, krautig	149,4	837	0
Gewässerrand, gehölzbestanden	144,5	0	542
Summe Gewässerränder	423,4	1643	542
Eisenbahn, krautig	58,2	248	0
Eisenbahn, gehölzbestanden	25,7	0	64
Summe Eisenbahn	83,9	248	64
Straßenrand intensiv außerorts	173,5	1116	0
Straßenrand intensiv innerorts	25,4	133	0
Straßenrand krautig außerorts	564,7	2111	0
Straßenrand gehölzbestanden außerorts	343,7	0	859
Straßenrand krautig innerorts	45,7	0	0
Straßenrand gehölzbestanden innerorts	30,1	0	75
Summe Straßen und Wege	1183,2	3360	935
Gesamtsumme	1690,5	5251	1541

suchungsgebiet Stendal/2009 auf landwirtschaftlichen Flächen ausmachen, käme so ein Ertrag von 656 t TM zusammen. Dies entspricht einem energetischen Potential von 1,960 GWh. Dabei ist zu bedenken, dass das Straßennetz deutlich länger ist und sich damit ein noch größeres Ausbaupotential abzeichnet. Voraussetzung dafür wäre eine Kooperation, etwa zwischen Stadtwerken und Landwirten, die für beide Seiten Vorteile böten.

3.5.3.2 Kurzumtrieb als zusätzlicher Streifen

Ein darüber hinaus gehender Streifen mit z. B. Weiden oder Pappeln im Kurzumtrieb steigerte Erträge und Schutzwirkung. Anders als die zuvor beschriebene Randstreifennutzung, einschließlich der gesetzlich festgelegten Gewässerschonstreifen, beanspruchten diese zusätzliche landwirtschaftliche Fläche. Deshalb sind diese im Kap. 3.7.5.3 auf S. 115 näher beschrieben.

3.6 Potential der Waldflächen

3.6.1 Waldflächen im Untersuchungsgebiet

Für die Ermittlung des forstlichen Potentials wurden die Angaben der Biotoptypenkartierung herangezogen, die bereits eine kleinteilige Aufschlüsselung nach den Hauptbaumarten ermöglicht. Im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 sind 17,6% der Flächen mit Wald bestockt, das sind 1461,6 ha. Dabei überwiegen Mischwälder mit 55%, gefolgt von Nadelwäldern (überwiegend Kiefern) mit 38%. Laubwald macht 3,9% aus und Feucht- bzw. Auwald 2,4%. Die Verteilung der Baumarten ist in dem 4.278 ha großen Waldbestand von Stendal/2011 vergleichbar (Abb. 3.5). Eine genauere Analyse der verschiedenen Waldarten zeigt, dass die Laubbaumarten als Hauptbaumarten der einzelnen Waldstücke mit 47,9% gegenüber dem Nadelwald mit 45,0% leicht dominieren; die restlichen Flächen sind nicht zuzuordnen. Eine Differenzierung nach Hauptbaumarten zeigt Abb. 3.7. Demnach ist die Kiefer mit Abstand die häufigste Baumart mit 40,8% der Fläche, gefolgt von der Eiche (26,3%) und der Birke (12,2%). In der Ressourcenregion stocken 8.524 ha Wald, die einen höheren Anteil Nadelforste aufweisen 3.6.

3.6.2 Nachhaltiger Hiebsatz und Gesamtpotential

Dem Wald kann langfristig nur die Holzmenge entnommen werden, die in derselben Zeit auch wieder nachwächst. Landesweit wird in Sachsen-Anhalt mit einem Zuwachs von 6,5 Vfm/ha/a für Kiefernbestände gerechnet (Tab. 3.14 auf S. 111). Im Vergleich dazu gehen Kaltschmitt et al. (2009) von einem Zuwachs von 9,3 Vfm/ha/a bei Kiefer (Nutzung: 5,8 Vfm/ha/a) aus. Die Waldbestände im Untersuchungsgebiet stocken auf eher armen Standorten, so dass von geringeren Zuwächsen auszugehen ist. Vergleichbar der Situation in Havelberg (Böker et al., 2009) erscheint ein Hiebsatz von 4 fm/ha/a als realistisch. Für den Stadtwald von Stendal ist von einem noch geringeren Hiebsatz auszugehen, da der Waldbestand relativ jung ist (Granitzki, 2011).

Basierend auf der Annahme eines Hiebsatzes von 4 fm/ha/a lässt sich der Zuwachs unter Berücksichtigung für die Baumarten spezifischer Kennwerte für das Untersuchungsgebiet Stendal/2009 abschätzen. Demnach könnten 5 846 fm Holz pro Jahr eingeschlagen werden, dies entspricht etwa 5 082 fm atro bzw. 2 860 t Holz. Der Energiegehalt des Holzes liegt bei 14,507 GWh; bei einer Gasausbeute von 70%[4] entspräche dies 10,155 GWh Gas. Dabei kann nicht davon ausgegangen werden, dieses Potential auch tatsächlich in ganzer Höhe nutzen zu können (Kap. 3.6.3). Nimmt man an, dass die Energieerträge in den größeren räumlichen Bezugseinheiten mit der Fläche in gleicher Weise ansteigen, so kann im Gebiet Stendal/2011 mit 28,9 GWh/a und in der Ressourcenregion mit 57,6 GWh/a gerechnet werden.

3.6.3 Verfügbarkeit des Holzes

Das oben dargestellte Potential beschreibt zunächst allein den zu erwartenden jährlichen Anfall an Holz, dessen vollumfängliche Nutzung nicht sinnvoll ist. Bundesweit ist der Anteil des energetisch genutzten Holzes in den letzten Jahren eher gestiegen; Mantau (2009) gibt hierfür für 2008 bereits einen Anteil von 41,8% an. Die tatsächliche Verfügbarkeit ist jedoch durch mehrere Faktoren eingeschränkt bzw. zu überdenken:

- Die Nachfrage nach Holz ist generell in der Region sehr hoch, vor allem durch das Zellstoffwerk in Arneburg. Das Holz kann nur dann energetisch genutzt werden, wenn damit höhere Erlöse als mit konkurrierenden Nutzungen erzielt werden können (s. u.). Deshalb ist nicht damit zu rechnen, dass Holz in relevanten Größenordnungen für die Energieversorgung der Region bereitgestellt werden wird. Die Insolvenz des Herstellers von Faserplatten Varioboard GmbH Magdeburg im Mai 2011 wird u. a. auf die gestiegenen Holzpreise zurückgeführt und belegt so die zunehmende Ressourcenkonkurrenz.

  Der Stadt Stendal steht es frei, das in ihren Waldbeständen geerntete Holz einer bestimmten Nutzung zuzuführen, also auch einer energetischen. Wenn damit jedoch Mindererlöse verbunden sind, müssten damit andere Vorteile verbunden sein, die so bislang nicht erkennbar sind.

  Generell erscheint es zudem sinnvoll, das höherwertige Holz nach Möglichkeit auch einer möglichst hochwertigen Nutzung zuzuführen, etwa in der Möbelindustrie oder in Tischlereien. Auch wenn heute teilweise solche höherwertigen Hölzer verheizt werden, sollte die Energieversorgung von Stendal auch aus Gründen der Versorgungssicherheit nicht darauf basieren.

- Viele Waldbesitzer mit kleineren Waldflächen nutzen ihr Holz mittlerweile wieder selbst (Granitzki, 2011). Dies kann durchaus auch eine energetische Nutzung innerhalb des Untersuchungsgebietes sein. Das Holz steht damit jedoch nicht für eine zentrale Nutzung durch z. B. die Stadtwerke zur Verfügung.

Aufgrund der hohen Heizölpreise kann im Einzelfall die energetische Nutzung durchaus mit der stofflichen Nutzung durch das Zellstoffwerk konkurrieren. Den Preisen von 51,57 €/fm ab Wegrand, die das Zellstoffwerk zahlt, steht der Energiegehalt von etwa 2,548 MWh/fm entgegen, bei einem Heizölpreis von 85 €/100 ℓ entsprechend 202 €/fm abzüglich Transport, Lagerung (Trocknung) und Aufbereitung[5].

[4] Referenzwert Agnion, siehe S. 105

[5] Zum Vergleich: Die Firma Vattenfall plant derzeit den Holzimport aus Liberia für Kraftwerke in Berlin. Dabei wird ein Holzpreis von 42 €/t angesetzt.

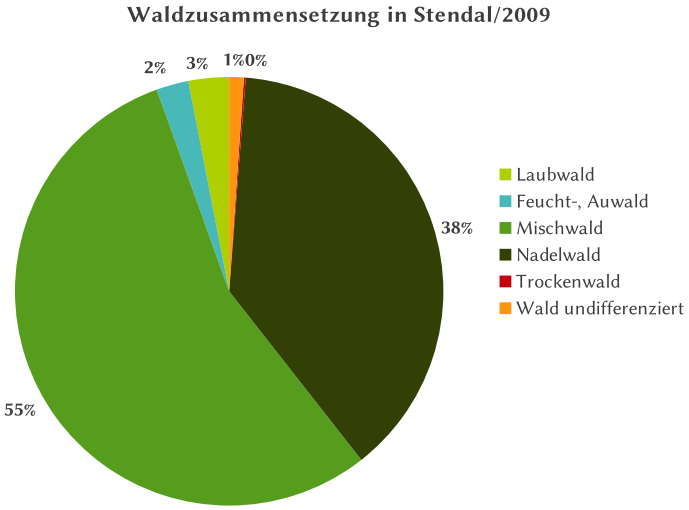


Abbildung 3.5: Verteilung der Waldarten im Stadtgebiet Stendal/2011. Die prozentuale Verteilung ist fast identisch mit der des Gebietsbezuges Stendal/2009.

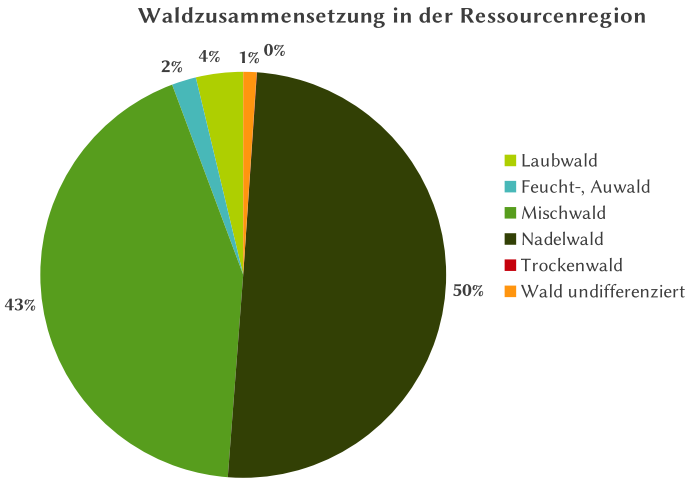


Abbildung 3.6: Verteilung der Waldarten in der Ressourcenregion.

3.6.4 Waldrestholz

Resthölzer mit größeren Durchmessern werden bereits heute teilweise von Privatleuten aus dem Wald entnommen. Insgesamt jedoch ist der bislang genutzte Anteil des Waldrestholzes beschränkt. Waldrestholz fällt erst bei der Durchforstung/ Ernte ab einem Bestandesalter von etwa 40 Jahren an. Je 100 fm Nutzholz ist nach Angaben der Forstleute mit einem Restholzaufkommen (Schlagreisig) von 15 fm bei Kiefer und von bis zu 30 fm bei Laubwald zu rechnen. Betrachtet man die bei Kaltschmitt et al. (2009, S. 87) angegebenen bislang nicht verwertbaren Derbholzmengen in Relation zu den geernteten Holzmengen, so erhält man je nach Baumart ein wenig vorsichtigere Werte (etwa 12,5% bei Kiefer und 20,3% bei Eiche). Ausgehend von diesen Werten und unter der Annahme eines nachhaltigen Holzeinschlages von 4 fm/ha/a (Kap. 3.6.2 auf der vorherigen Seite) sowie den entsprechenden Schwindmaßen erhält man im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 ein Potential von knapp 890 fm atro/a. Dies entspricht 514 t Holz atro mit einem Energiegehalt von etwa 2,597 GWh. Analog sind dies für Stendal/2011 2.536 fm bzw. 7,4 GWh/a und für die Ressourcenregion 5.053 fm bzw. 14,7 GWh/a.

Das tatsächlich nutzbare Waldrestholzpotenzial liegt jedoch deutlich unter diesen Mengen. Der Umfang ist von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig und kann daher nur geschätzt werden. Wesentliche Faktoren sind u. a. die Verteilung der Restmengen in der Fläche (Aufwand bei der Bergung), das Mengenaufkommen nach Intensität der Ernte (Durchforstung oder Kahlschlag) oder die Größe der abgeernteten Fläche (Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der notwendigen Erntemaschinen). Der begrenzende Faktor ist in erster Linie das Verhältnis des Aufwandes der Bergung in Relation zur verfügbaren Menge je Flächeneinheit.

Auf der Grundlage praktischer Erfahrungen im Forstdienstleistungsbereich kann bei Einsatz professioneller Erntetechnik von einer wirtschaftlichen Erfassung von ca. 20 % der vorhandenen Restholzmenge ausgegangen wer-

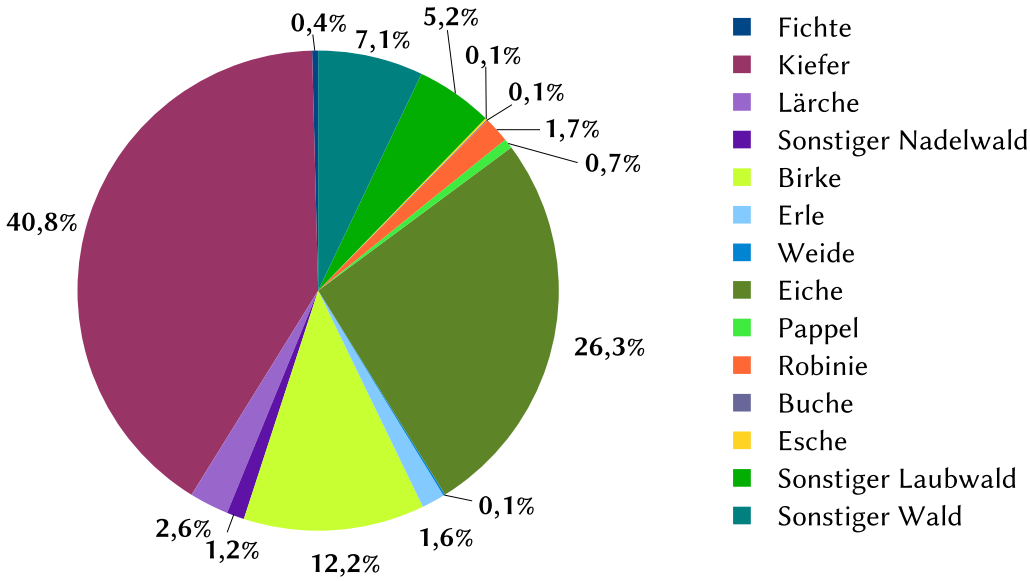


Abbildung 3.7: Verteilung der Hauptbaumarten in Prozent im Stadtgebiet Stendal/2009.

Tabelle 3.13: Potenzialangaben der Forstbetriebe des Landesforstes. Vorrat, Zuwachs und Hiebsatz = gewogene Mittelwerte. Quelle: MLU LSA (2007).

Forstbetrieb	Waldfläche in ha	Vorrat in Efm/ha	Zuwachs in Efm/ha	Hiebsatz in Efm/ha
Altmark	33000	203	6,70	4,20
Ostharz	19000	216	7,70	5,50
Oberharz	19700	232	7,70	6,00
Anhalt	36000	184	6,40	4,20
Süd	22000	216	7,00	5,50
Insgesamt	129700	206	7,00	4,90

den. Diese kann entsprechend der lokalen Gegebenheiten variieren. Im Rahmen der Potenzialbestimmung leitet sich in diesem Segment somit eine verfügbare Menge pro Jahr von ca. 178 fm atro bzw. 103 t atro und 0,364 GWh ab. Für Stendal/2011 berechnen sich dann 507 fm bzw. 1,48 GWh, für die Ressourcenregion 1010 fm und 2,95 GWh/a.

Neben dieser Holzmenge wird in zunehmendem Maße Restholz in Eigenwerbung für den Hausbrandbereich gewonnen. Dadurch erhöht sich der Anteil des energetisch nutzbaren Potenzials deutlich. Konkrete Zahlenangaben sind hier jedoch nicht möglich. Befragungen in verschiedenen Forstrevieren des Untersuchungsgebietes ergaben erhebliche Unterschiede im Nutzungsgrad vor allem in Abhängigkeit von den Eigentumsverhältnissen. Dieser wurde zwischen 20 und 60 % des Restholzes angegeben.

Vergleichbar der Diskussion um die zulässige Entnahme von Stroh zur energetischen Verwertung (Kap. 3.4.3 auf S. 98) ist auch im Forst grundsätzlich darauf zu achten, dass der Humusanteil im Waldboden sowie der Vorrat an Nähr- und Basenstoffen erhalten bleibt. Gerade auf sehr armen, sandigen Böden kann auch die forstliche Entnahme für die Nährstoffbilanz problematisch sein. Auch sollte das feine Reisig mit seinen hohen Rindenanteilen im Wald verbleiben. Wird Holz für die energetische Nutzung entnommen, sollte auch über eine Rückführung der Aschen im Sinne geschlossenerer Kreisläufe nachgedacht werden.

3.7 Biomasse aus Energieholzplantagen

3.7.1 Kurzumtrieb im Energieversorgungsystem

Kurzumtriebsplantagen (KUP), auch „Energiewald" bzw. Feldholzplantagen" oder „short rotation plantation" (SRP), stellen eine Übergangsform zwischen der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung dar (Liebhard, 2007, 14; Landgraf & Böckner, 2007, 60). Nach einmaliger Bestandsetablierung werden schnellwachsende Baumarten für einen Zeitraum von 20-30 Jahren genutzt, indem in regelmäßigen Abständen[6] das aufgewachsene Holz geerntet wird

[6] Abhängig davon, ob der Anbau zur energetischen oder stofflichen Verwertung erfolgt, stehen den Bäumen Umtriebszeiten von 3-5 bzw. von 8-15 Jahren zur Ertragsbildung zur Verfügung (Hofmann, 1998, 9; Boelcke, 2006, 1).

Tabelle 3.14: Holzvorrat und Zuwuchs der Hauptbaumarten über alle Eigentumsarten in Sachsen-Anhalt. Quelle: MLU LSA (2008).

Baumart	Vorrat Vfm/ha	Zuwachs Vfm/ha	Hiebsatz Vfm/ha
Kiefer	242	6,5	4,8
Fichte	348	8,7	7,8
Eiche	259	4,2	5,8
Buche	304	7,9	7,4
sonstige Laubbäume	184	5,5	4,9
sonstige Nadelbäume	210	7,3	5,8

(Boelcke, 2006, 1).

Kurzumtrieb wird vor allem genutzt, energetisch gut verwertbares Holz als Hackschnitzel zur Verfügung zu stellen. Nach der Anlage kann die weitere Bewirtschaftung relativ extensiv erfolgen. Eine ausreichende Kurzumtriebsfläche kann bei einer über mehrere Jahre versetzten Anlage und vor allem Ernte zu einer kontinuierlichen Versorgung mit Hackschnitzeln genutzt werden. Lufttrockene Hackschnitzel sind unproblematisch lagerbar und können so zeitlich flexibel eingesetzt werden. Damit kann z. B. der erhöhte Wärmebedarf im Winter gut kalkulierbar erzeugt werden. Kurzumtriebsholz kann in verschiedensten Anlagengrößen verwertet werden.

Auch in ökologischer Hinsicht kann Kurzumtrieb bei entsprechender Anlage zahlreiche Vorteile aufweisen. Die Anlage größerer Kurzumtriebsplantagen trägt jedoch ebenso zur Flächenkonkurrenz wie der Anbau anderer Biomasse bei. Kurzumtrieb kann dennoch sinnvoll sein, wenn es sich um Flächen handelt,

- die landwirtschaftlich schwer nutzbar sind, etwa feuchte Grenzertragsböden,
- die als Brachflächen über einen längeren Zeitraum (25-30 Jahre) zur Verfügung stehen,
- die als lineare Strukturen zur Gliederung der Landschaft und zur Verbesserung des Landschaftshaushaltes beitragen.

Deshalb ist auch für Stendal zu prüfen, ob Flächen für Kurzumtrieb zur Verfügung stehen. In der Bioenergie-Region Altmark wird das Thema Kurzumtrieb bereits seit einigen Jahren diskutiert und erste Anpflanzungen sind erfolgt. Von der Fläche her spielen Kurzumtriebsplantagen bislang jedoch keine Rolle. Als Gründe werden u. a. die für die Landwirtschaft unüblich lange Zeit der Festlegung auf eine Kultur, der hohe Anteil an kurzzeitiger gepachteten Flächen in den Betrieben und der im Einzelfall höhere wirtschaftliche Ertrag anderer Kulturen genannt.

Zukünftig wird die stoffliche Nutzung auch des Kurzumtriebsholzes eines größere Bedeutung erlangen. Als Abnehmer käme z. B. die Glunz AG mit dem Standort Nettgau im Altmarkkreis Salzwedel in Frage, die Span- und Faserplatten sowie Holzwerkstoffe etc. herstellt.

3.7.2 Gehölzarten und Anbauvoraussetzungen

Als schnellwachsende Baumarten gelten alle Gehölze, die an gut versorgten Standorten in einem mittleren Pflanzverband innerhalb von 3-4 Jahren einen jährlichen Holzzuwachs von mindestens 6 t TM/ha aufweisen. In unseren Breiten wurden bisher vorrangig Weiden, Pappeln und Robinien eingesetzt. Vor allem für Weiden und Pappeln stehen züchterisch bearbeitete Klone mit einer höheren Ertragserwartung zur Verfügung. Daneben kommen jedoch weitere Baumarten wie Moor- und Weißbirke, Grau- und Schwarzerle, Haselnuss, Eichen oder die Gemeine Esche in Frage. Aufgrund ihres Zuwachses könnten auch Eberesche, Eschenblättriger Ahorn, Faulbaum, Götterbaum, Ulme, Feldulme, Platane, Blauglockenbaum sowie die Spätblühende Traubenkirsche für die Bewirtschaftung im Kurzumtrieb verwendet werden (Liebhard, 2007, 32f; Landgraf & Böckner, 2007, 60; Reinhardt et al., 2003, 39). Die zuletzt genannten Arten sind aber in der Liste der nach EG-Verordnung 1120/2009 zugelassenen Pflanzenarten für Kurzumtrieb nicht mehr enthalten[7]. Allen genutzten Baumarten sind ein sicheres Anwuchsverhalten, ein rasches Jugendwachstum sowie ein hohes und sicheres Stockausschlagsvermögen gemein. Vorteilhaft sind zudem die Vermehrbarkeit über Stecklinge, die Konkurrenzverträglichkeit im Dichtstand, die Widerstandsfähigkeit gegenüber Früh- und Spätfrösten sowie die Resistenz gegenüber biotischen Schäden (Boelcke, 2006, 1).

Die bisherigen Versuche zum Anbau von Kurzumtriebsholz zeigen, dass auf gut versorgen Standorten im 4-5 jährigen Umtrieb 10 t TM/ha/a sicher erreicht werden (Stahl et al., 2005, 99). Günstige Standorte für Kurzumtriebsplantagen erfüllen folgende Eigenschaften:

- Jahresdurchschnittstemperatur von mindestens 6,5-7,5 °C
- Jahresniederschlag von 500 mm, davon $>$ 300 mm in der Vegetationsperiode
- Bodenwertzahl $>$ 30
- schwach saure bis neutrale Bodenreaktion (pH-Optimum 5,5-6,5)

[7] Elektronischer Bundesanzeiger, Bekanntmachung 15/10/31 vom 12.05.2010, ergänzt am 17.12.2010



Abbildung 3.8: Beispiel für eine Kurzumtriebsplantage, die Versuchsfläche Krummenhennersdorf der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr vor der Ernte (Photo: Christian Hildmann, 2007).

- gute Durchwurzelbarkeit des Oberbodens (> 30 cm) (TLL, 2000, 4; Boelcke, 2006, 4;Raschka, 1997, 23)

Grundsätzlich ist der Anbau schnellwachsender Bäume auch auf Grenzertragsböden möglich. Allerdings muss auf diesen Standorten die Ertragserwartung entsprechend zurückgenommen werden (Boelcke, 2006, 4). Für den Anbau von Kurzumtriebsholz in Stendal ist vor allem der Wasserhaushalt mit einem mittleren Jahresniederschlag von nur 485 mm kritisch, wovon nur 273,8 mm während der Vegetationsperiode (April-September) fallen (Kap. 3.1 auf S. 89). Deshalb ist eine sorgfältige Auswahl der Standorte und ggf. eine Bewässerung der jungen Stecklinge erforderlich, z. B. mit Tröpfchenbewässerung (von Engelbrechten, 2011).

Mit Kurzumtriebsplantagen sind eine Reihe von ökologischen Wirkungen verbunden. Vorteilhaft sind die lange Bodenruhe, die Ansammlung von Humus, Schutz des Bodens vor Erosion und Deflation sowie mögliche kleinklimatische Ausgleichseffekte. Vor allem die Randbereiche werden als Lebensraum von verschiedenen Tieren und als Bruthabitat von Vögeln angenommen. Große, einheitlich strukturierte und nur durch eine Art/ einen Klon aufgebaute Plantagen werden im Naturschutz hingegen kritisch gesehen (Hildmann et al., 2010).

Für die Ernte der Flächen sind mittlerweile entsprechende Maschinen verfügbar, da die motormanuelle Ernte mit Kettensägen meistens unwirtschaftlich ist. Alternativ gibt es Mähhacker, einen Vorsatz für den Maisernter Claas Jaguar („Salix-Gebiss") sowie einen modifizierten Zuckerrohrernter (Boelcke, 2006). Anders als bei der motormanuellen Ernte müssen diese Gerätschaften eine gewisse Auslastung aufweisen, damit sie sich rentieren. Hier bietet sich die gemeinsame Nutzung, etwa über einen Maschinenring an.

3.7.3 Rechtliche Aspekte der Bereitstellung von Flächen für Kurzumtrieb

Kurzumtriebsplantagen sind seit der letzten Novellierung des Bundeswaldgesetzes 2010 (BWaldG, §2 (2) 1) eindeutig kein Wald. Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen im *Wald* kommt damit einer genehmigungspflichtigen Waldumwandlung gleich und dürfte damit i. d. R. nicht zulässig sein.

Zu den rechtlichen Bedingungen der Anlage von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen gibt Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2010) Auskunft. Kurzumtrieb ist eine landwirtschaftliche Dauerkultur, die auf *Ackerflächen* angelegt werden kann. Die Umtriebszeit darf dabei höchstens 20 Jahre betragen, damit die Fläche auch weiterhin beihilfefähig bleibt. Für die Beantragung von Prämien ist eine Mindestgröße von 0,3 ha zu berücksichtigen.

Die Nutzung von *Grünland* für Kurzumtrieb ist derzeit stark eingeschränkt. Dies hängt vor allem mit einer in den letzten Jahren deutlich gewachsenen Wertschätzung des Grünlandes durch den Naturschutz zusammen. Auch in der Biodiversitätsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt wird der Naturschutzwert vor allem des extensiven Grünlandes betont (Landesregierung Sachsen-Anhalt, 2010). Durch die fortgesetzte Intensivierung der Milchwirtschaft und deren starker Rückgang im Untersuchungsgebiet aufgrund der ökonomischen Rahmenbedingungen ist die extensive Grünlandnutzung für die landwirtschaftlichen Betriebe oftmals wenig interessant. Um Grünland dennoch zu erhalten sind durch die EG-Verordnung 73/2009 Instrumente entwickelt worden, um einen Rückgang des Grünlandes über 5% hinaus bezogen auf das Referenzjahr 2003 auf Basis der einzelnen Bundesländer zu verhindern. In der Verordnung zur Erhaltung von Dauergrünland (DGL-VO LSA vom 5. November 2009) ist dies für Sachsen-Anhalt detailliert geregelt. In §3 wird das Umbruchverbot genauer ausgeführt. Im Absatz 3 wird klargestellt, dass darunter

auch der Umbruch für Kurzumtriebsplantagen fällt. Nach §4 (1) kann der Umbruch jedoch entgegen §3 im Einzelfall genehmigt werden.

3.7.4 Ertragserwartungen

Die Erträge der verschiedenen Gehölzarten schwankt erheblich je nach den Standortbedingungen, besonders der Wasserversorgung, und den verschiedenen Klonen. Während bei Pappeln und Weiden bereits züchterisch bearbeitete Hochleistungssorten zur Verfügung stehen, ist dies bei anderen Arten wie Robinien oder Erlen noch nicht der Fall. Eine erste Orientierung auch über die Spannweiten der Erträge anhand von Literaturwerten gibt Tab. 3.15 auf der nächsten Seite.

Grundlage für die Abschätzung der Erträge im Untersuchungsgebiet sind die vorliegenden Bodendaten. Bei guter Wasserversorgung ohne Staunässe sind die höchsten Erträge mit Pappeln und Weiden zu erzielen. Anhand der sommerlichen Bodenfeuchte (vgl. Tab. 3.2 auf S. 95) können für die verschiedenen Standorte die am ehesten passenden Gehölzarten ausgewählt werden:

- *Bodenfeuchte stark bis mittel trocken (1-2):* Die Produktion von Kurzumtriebsholz erscheint hier kaum wirtschaftlich realisierbar. Sollen hier Gehölzbestände aufgebaut werden, so kommen auf diesen Standorten eher naturnähere Hecken in Betracht.

- *Bodenfeuchte schwach trocken bis schwach frisch (3-4):* Diese Standorte sind für die Anpflanzung von Weiden und Pappeln zu trocken. Hier können jedoch Robinien und Sandbirken zum Einsatz kommen.

- *Bodenfeuchte mittel frisch bis mittel feucht (5-8):* Diese Standorte sind nicht nur für die landwirtschaftliche Nutzung besonders geeignet, sondern auch für den Anbau von Weiden und Pappeln.

- *Bodenfeuchte stark feucht bis nass (9-10):* Die an diesen Standorten zu erwartende Staunässe wird auch von Weiden und Pappeln nicht gut vertragen. Die Schwarzerle kommt hingegen mit diesen Standortbedingungen zurecht und könnte hier im Kurzumtrieb angebaut werden.

Für die Differenzierung wird die *sommerliche* Bodenfeuchte herangezogen, da diese den Zuwachs deutlicher bestimmt als ein Jahresmittelwert. Für die Schätzung der zu erwartenden Erträge wird über den Wasserhaushalt hinaus die Bodenfruchtbarkeit der Standorte verwendet (Kap. 3.4.1 auf S. 93). Die erwarteten Erträge sind in Tab. 3.16 dargestellt, jedoch ohne die Birke, da für diese zu wenig Ertragswerte vorlagen. Zwar liegen mittlerweile erste Modellierungen der Erträge von z. B. Pappeln vor (Murach et al., 2009; Röhle et al., 2009), die aber nicht ohne weiteres für das Untersuchungsgebiet anwendbar sind.

3.7.5 Flächen für Kurzumtriebsplantagen in Stendal

In diesem Kapitel sollen die prinzipiellen Möglichkeiten, Kurzumtriebsholz in Stendal zu erzeugen, genauer untersucht werden. Dazu werden sowohl Chancen als auch mögliche Hemmnisse dargestellt.

3.7.5.1 Anbau auf Stadtbrachen

In Stendal/2011 sind rund 1.300 ha Gras- und Staudenfluren vorhanden, die zu einem erheblichen Anteil auf innerstädtische Brachflächen bzw. Brachflächen an den Stadträndern hinweisen. Da nicht absehbar ist, dass diese Flächen für die Stadtentwicklung in naher Zukunft benötigt werden, könnten diese auch zur Energieerzeugung genutzt werden. Eine Möglichkeit ist dabei der Bau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen (Kap. 3.9.4 auf S. 125). Kurzumtriebsplantagen kommen als Alternative grundsätzlich in Betracht. So wurden z. B. in Halle a. d. Saale in den letzten Jahren durch die Energieversorgung Halle auf mehreren Rückbauflächen kleinere Kurzumtriebsplantagen angelegt.

Handelt es sich eher um kleinere Teilflächen, so ist der Aufwand für die Ernte relativ groß, v. a. wenn keine spezialisierten Maschinen eingesetzt werden können. Bei größeren Flächen sollte hier aber eine Lösung gefunden werden. Problematisch kann hingegen der Wasserhaushalt der Brachflächen sein, da hier i. d. R. keine gewachsenen Böden, sondern mit Schutt vermengte technogene Substrate vorherrschen, die eine deutlich geringere Wasserhaltekapazität aufweisen. In Verbindung mit den ohnehin geringen Niederschlagshöhen in Stendal sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Dies betrifft

- die Auswahl der Pflanzen: Es sind Pflanzenarten und -sorten zu verwenden, die mit den besonderen Standorteigenschaften zurecht kommen, auch wenn diese eine deutlich geringere Ertragserwartung besitzen. Mit z. B. Pappel-Hochleistungsklone geht hier das Risiko größerer Ausfälle sowie höherer Empfindlichkeit gegenüber Schädlingen einher. Geeignet könnte hier die Nutzung von Sandbirken oder Robinien sein.

- die Bewässerung des Standortes: Vor allem in der Aufwuchsphase ist über die Bewässerung in Betracht zu ziehen, wie sie mit Tröpfchenbewässerung an anderen Standorten bereits erfolgreich durchgeführt wird (von Engelbrechten, 2011). Denkbar wäre in der Stadt auch, Niederschlagswasser der umliegenden Dächer und Flächen zu sammeln und hier gezielt zu versickern, anstelle dieses dem Abwasser zuzuführen.

- die Bodenvorbereitung: Für die Verbesserung derartiger Böden gibt es unterschiedliche Ansätze, die auch nach den konkreten Bedingungen der Teilflächen und deren pH-Wert und Nährstoffversorgung auszuwählen sind. Dabei kommt neben mehr technischen Bodenhilfsmitteln und Mykorrhiza auch der

Tabelle 3.15: Literaturangaben zum Ertragsvermögen ausgewählter schnellwachsender Baumarten.

Baumart	Ertragsangaben [t TM/ha/a]	Quelle
Pappeln	7,2 - 11,5	Hofmann (2010), 1. Rotation
	4,7 - 19,9	Hofmann (2010), 2. Rotation
	6 - 14 (20)	Röhle et al. (2009), 1. Rotation, danach bis 26
	10 - 15	Murach et al. (2009)
	7 - 15	Karopka (2008), Balsampappeln
	6 - 10	Karopka (2008), Espen
	9 - 20,5	European Biomass Industry Association (2010)
Weiden	2,8 - 6,1 - 8	Bielefeldt et al. (2008)
	4 - 15	Röhle et al. (2009)
	8 - 10	Murach et al. (2009)
	4 - 15	Karopka (2008)
	13,5 - 27	European Biomass Industry Association (2010)
Robinie	7,1	Böhm (2008)
	6 - 8	Grünewald & Schneider (2008, 246)
	6,5	Schneider et al. (2005)
	6 - 11	Bielefeldt et al. (2008)
	1,7 - 14,2	Schneck (2010)
	2 - 6	Röhle et al. (2009), Karopka (2008)
	9 - 24	European Biomass Industry Association (2010)
Sandbirke	5,9 - 6,7	Bielefeldt et al. (2008)
Schwarzerle	3 - 10	Burger (2004, 40)
	5 - 10	Wichtmann (o.J., 28)
	bis 7	Bemmann (2006, 4)
	15 - 20	Splechtna & Glatzel (2005, 30)
	6 - 8	Bielefeldt et al. (2008)

Tabelle 3.16: Die Ertragsklassen der Wintergerste im Untersuchungsgebiet nach LAGB (2011a) und die daraus abgeleiteten Gehölzerträge. Unter Verwendung von Böker et al. (2009) und Wegener (2011), ergänzt und geändert.

Klasse	Kornertrag Wintergerste dt/ha	Robinie t_{atro}/ha	Weide t_{atro}/ha	Pappel t_{atro}/ha	Erle t_{atro}/ha
1	≥ 33 bis < 63	≥ 3 bis < 6	≥ 6 bis < 7	≥ 6 bis < 7	≥ 3 bis < 6
2	≥ 63 bis < 75	≥ 6 bis < 7	≥ 7 bis < 9	≥ 7 bis < 9	≥ 6 bis < 7
3	≥ 75 bis < 84	≥ 7 bis < 8	≥ 9 bis < 11	≥ 9 bis < 11	≥ 7 bis < 9
4	≥ 84 bis < 90	≥ 8 bis < 10	≥ 11 bis < 12	≥ 11 bis < 13	≥ 9 bis < 11
5	≥ 90	≥ 10 bis < 11	≥ 12 bis < 15	≥ 13 bis < 16	≥ 11 bis < 15

Einsatz von Terra preta in Betracht, die vor Ort aus Biokohle und Kompost hergestellt werden könnte. Dabei sind die Kosten in Relation zu den langfristig erwarteten Erträgen zu sehen.

Die möglichen Aufwendungen müssten im Rahmen einer Vorstudie für eine konkrete Teilfläche weiter spezifiziert werden. Im Vergleich zum Bau einer Freiflächen-Photovoltaikanlage dürfte der monetäre Gewinn der Kurzumtriebsplantage an diesem Standort geringer ausfallen. Er kann dennoch gerechtfertigt sein, wenn mit der Kurzumtriebsplantage zugleich weitere Effekte erzielt werden können, wie die gestalterische Einbindung einer Fläche einschließlich gewisser Naherholungsqualitäten sowie die kleinklimatischen Vorteile durch Verdunstung und Temperaturausgleich sowie das Ausfiltern von Stäuben.

3.7.5.2 Verwertung von Klarwasser

In der Kläranlage im Osten Stendals wird das Abwasser zentral aufbereitet. Dabei ist zu gewährleisten, dass das Ablaufwasser eine den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechender Qualität besitzt. Grundsätzlich enthält das überwiegend aus den Haushalten der Stadt stammende Abwasser eine Menge wertvoller Nährstoffe. Sowohl das Wasser als auch die Nährstoffe könnten mit Hilfe einer Kurzumtriebsplantage genutzt werden. Nach diesem Ansatz arbeitet in Schweden die Gemeinde Enköping bereits seit dem Jahr 2000 erfolgreich (zu Details siehe Kap. 4.9.4.3 auf S. 198).

Das schwedische Beispiel ließe sich durchaus auf Stendal übertragen. Bereits früher wurde das Abwasser von

Stendal in die Fläche verbracht, nämlich von 1924 bis 1956 auf 24 ha Rieselfelder nördlich der Stadt. Anders als damals würden jedoch die vorgeklärten Abwässer verwendet. 2006 wies die Kläranlage ein Aufkommen von 1,6 Mio m^3 Abwasser auf, das sind je Einwohner etwa 119 ℓ/d. Anhand der Klimastationen Magdeburg und Potsdam und der Referenzjahre 2002 bis 2006 kann die durchschnittliche tägliche Verdunstung einer Kurzumtriebsplantage während der Vegetationsperiode[8] auf höchstens 5 mm/d geschätzt werden. Unter der Annahme eines bis 2050 auf 90 ℓ/d reduzierten Abwasseraufkommens und 21.295 Einwohner (Stendal/2009) könnten während der Vegetationsperiode mindestens 38 ha Fläche beregnet werden. Wird das im Winterhalbjahr anfallende Wasser wie in Enköping in Teichen zwischengespeichert, so könnte die Fläche auf etwa 76 ha ausgeweitet werden. Bei einem Ertrag von 12 t/ha (atro), was aufgrund der guten Wasserversorgung eine deutliche Unterschätzung darstellen dürfte, ließen sich so 2,1 GWh/a bzw. 4,2 GWh/a an Energie bereitstellen. Zugleich würde die Nährstoffbelastung der Uchte aus dem Klärwerk deutlich zurückgehen. Womöglich sind auch innerhalb des Klärwerkes durch die Nachklärung in der Fläche Einsparungen möglich. Damit stellt die Verwertung von Klarwasser mit Kurzumtriebsplantagen einen lohnenswerten Baustein zur Energieversorgung der Stadt dar.

Eine Alternative zur Nutzung des Klarwassers ist der Anbau von Schilf (*Phragmites australis*), das dazu direkt im Wasser stehen sollte. Mit Schilf sind ähnliche Mengen an Biomasse zu erzeugen.

3.7.5.3 Kurzumtrieb auf erweiterten Randstreifen

In Ergänzung zu den ohnehin bestehenden Randstreifen (Kap. 3.5.3.2 auf S. 107) könnten entlang der Straßen und Gewässer zusätzliche Streifen zur Erzeugung von Biomasse, etwa mit Weiden oder Pappeln, angelegt werden. Dadurch wird jedoch, anders als bei den bereits heute bestehenden Randstreifen, zusätzliche land- und forstwirtschaftliche Fläche in Anspruch genommen. Dies kann im Einzelfall dennoch sinnvoll sein:

- Die zusätzlichen Streifen können in der ausgeräumten Agrarlandschaft zur weiteren Strukturierung beitragen. Damit übernehmen sie sowohl ökologische als auch landschaftsgestalterische Funktionen. Dazu gehört die Abbremsung des Windes, positive kleinklimatische Wirkungen durch höhere Verdunstung („Kühlrippen"), die Schaffung zusätzlicher Grenzlinien (Ökotone) sowie ein Beitrag zum Biotopverbund.
- Zudem bremsen sie den Wind ab und halten so verwehten Boden, Staub und Schnee zurück. Entlang der Gewässer kann der Rückhalt von Nährstoffen weiter verbessert und damit ein Beitrag zum Gewässerschutz geleistet werden.
- Landwirtschaftliche Flächen werden vor Belastungen aus dem Verkehr wie Stäube abgeschirmt.
- Die Bearbeitung der Gehölzstreifen sollte in der Hand der Landwirte bleiben, die so ihre Betriebe diversifizieren können und einen Teil der Arbeit in den Winter verlagern können (Erntearbeiten).

Die Streifen sollten so aufgebaut sein, dass einerseits eine maschinelle Ernte möglich ist. Dazu werden in Abhängigkeit von der verfügbaren bzw. geplanten Erntetechnik, dem Pflanzmaterial und der Umtriebszeiten verschiedene Pflanzabstände empfohlen. Ein möglicher Aufbau der Gehölzstreifen ist in Abb. 3.9 dargestellt. Dabei sollten die vier Doppelreihen zeitlich so versetzt angelegt und später auch beerntet werden, dass jeweils die Hälfte der Doppelreihen stehen bleibt. Nur so können die Funktionen der Gehölzstreifen kontinuierlich bereit gestellt werden. Die vier Doppelreihen benötigen eine Breite von 10,50 m, könnten bei Bedarf und verfügbaren Flächen aber auch breiter realisiert werden. Werden die Reihen ohnehin unterschiedlich beerntet, so bietet sich hier auch die Verwendung unterschiedlicher Sorten bzw. Arten an, um damit mögliche Probleme mit Schädlingen etc. zu reduzieren.

Für die Wirtschaftlichkeit von Kurzumtrieb spielt die verfügbare Flächengröße eine Rolle, da eine gewisse Menge an Biomasse für die Verwertung benötigt wird und speziellere Betriebsmittel wie für die maschinelle Ernte erst ab einer gewissen Auslastung wirtschaftlich sind. Diese Menge wird im Beispiel der Kurzumtriebsstreifen über die Gesamtlänge erreicht, für die die Kooperation mehrerer Landwirte und Flächenbesitzer erforderlich ist. Anders als bei flächigen Kurzumtriebsplantagen sind bei Gehölzstreifen insgesamt stärkere positive ökologische Wirkungen zu erwarten.

Die Anlage dieser Streifen kommt prinzipiell auf landwirtschaftlichen Flächen (Acker, Grünland) sowie auf Stauden- und Wildgrasfluren (überwiegend Brachflächen) in Frage. Im Einzelfall ist freilich eine Überprüfung der rechtlichen und standörtlichen Gegebenheiten erforderlich.

Mit Hilfe des GIS können die oben beschriebenen Annahmen berechnet werden. Im der Summe ergeben sich im Untersuchungsgebiet Stendal/2009 940 ha Fläche, von denen rund 858 ha mit Kurzumtriebsgehölzen bepflanzt werden könnten, die Werte für Stendal/2011 und die Ressourcenregion sind entsprechend höher (Tab. 3.17). Damit könnten beachtliche 8.180 t_{atro} pro Jahr erzeugt werden, entsprechend 37,7 GWh/a Energie bzw. 26,4 GWh/a als Gas. Im Gebiet Stendal/2011 wären dies 97,1 GWh/a bzw, 67,9 GWh/a als Gas und für die Ressourcenregion sogar 179,9 GWh/a bzw. 125,9 GWh/a als Gas. Entsprechend der Länge der verschiedenen linearen Strukturen wäre der größte Ertrag entlang der unbefestigten Wege, gefolgt von den Bächen zu erwarten (Tab. 3.18). Nach Auswertung der aktuellen Nutzung entfiele ein gutes Drittel der Fläche auf heutige Ackerflächen. Ein weiteres Drittel sind überraschend Stauden- und Wildgrasfluren, die zu einem großen Teil Brachflächen sind (siehe Kap. 2.1.1 auf S. 47). Das letzte knappe Drittel entfiele auf verschiedene Ausprägungen des Grünlandes.

[8] 01.04. bis 30.09.

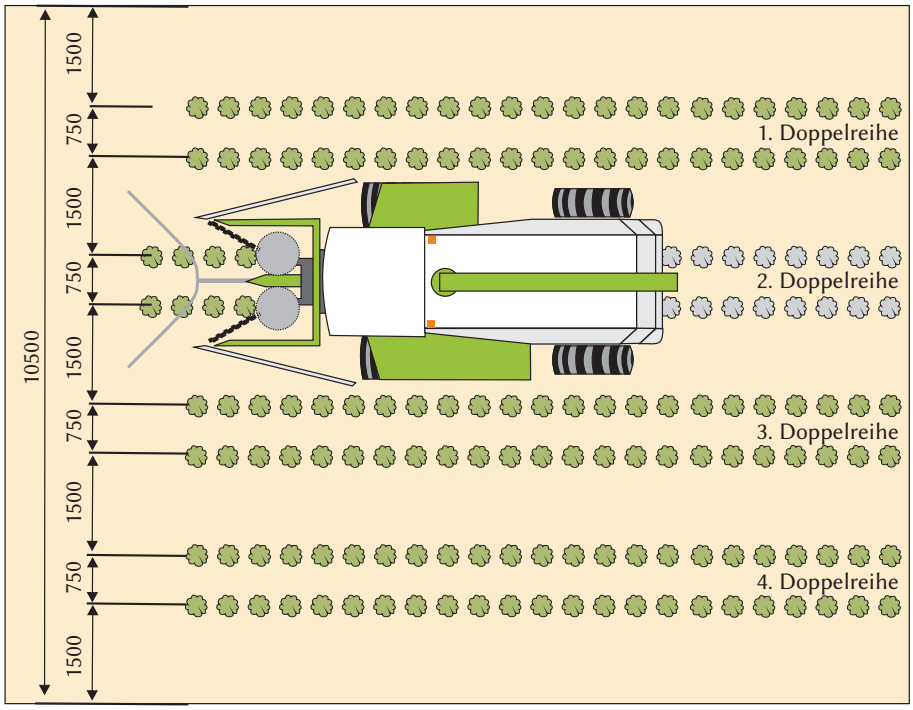


Abbildung 3.9: Möglicher Aufbau zusätzlicher Gehölzstreifen, die maschinell geerntet werden können. Dabei sollten jeweils zwei Doppelreihen stehen bleiben (siehe Text).

Tabelle 3.17: Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Gehölzarten.

Gehölzart	Stendal/2009		Stendal/2011		Ressourcenregion	
	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)
Ungeeignet	81,5	0,0	211,5	0,0	388,1	0,0
Robinie, Birke	117,7	952,2	807,3	6161,2	1734,5	13184,9
Pappel, Weide	676,9	6772,5	1406,3	14207,6	2459,2	24986,0
Erle	64,0	456,1	103,2	674,6	127,5	817,9
Summe	940,1	8180,7	2528,4	21043,4	4709,3	38988,8

Bei den vorgestellten Flächen und Erträgen ist zu betonen, dass es sich um ein mögliches Potential handelt, dessen Realisierung einer genaueren Planung und Abwägung bedarf. Immerhin machen die 858,6 ha einen Anteil von 10,3% des Untersuchungsgebietes Stendal/2009 aus, was auch durch die hohe Dichte des Wegenetzes bedingt ist. Damit wirkten sich diese Gehölzstreifen auch verschärfend auf die Flächenkonkurrenz aus. Dies trifft jedoch nicht auf Stauden- und Wildgrasfluren zu, die entlang des Wegenetzes wohl auch nur ausnahmsweise einen besonderen naturschutzfachlichen Wert ausmachen dürften. Im Bereich des Grünlandes, für dessen Nutzung besondere Restriktionen bestehen (Kap. 3.7.3), könnte aufgrund vorhandener Grünlandüberschüsse (3.4.5 auf S. 100) und der Vorteile des Streifenanbaus im Einzelfall eine Genehmigung erwirkt werden. Unabhängig davon erschiene es sinnvoll, das Strukturelement der Kurzumtriebsstreifen auch an anderen Standorten in der Feldflur einzusetzen, wo ein besonders hoher ökologischer Nutzen zu erwarten ist. Hierzu wären vertiefte Untersuchungen erforderlich. Dafür könnten im Ausgleich die oft bereits besser eingegrünten Eisenbahnlinien und die unbefestigten Wege weniger oft von zusätzlichen Kurzumtriebsstreifen begleitet werden. Daraus ergibt sich eine Optimierung sowohl hinsichtlich einer kontinuierlichen und berechenbaren Energiequelle als auch hinsichtlich möglicher ökologischer Leistungen.

Tabelle 3.18: Mögliche Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Art der linearen Strukturen.

Lineare Struktur	Stendal/2009		Stendal/2011		Ressourcenregion	
	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)
Bach	221,9	2123,7	672,4	6278,0	1242,5	11540,3
Fluss	13,8	134,9	18,1	176,3	29,2	292,1
Eisenbahn	81,4	765,2	110,0	1018,2	168,1	1597,8
unbefestigter Weg	329,9	3113,9	941,0	8332,9	1780,6	15667,8
befestigter Weg	106,2	1028,2	336,9	3037,0	640,0	5731,3
zweispurige Straße	105,3	1014,8	248,1	2200,9	457,8	3983,4
Summe	858,6	8180,7	2326,6	21043,4	4318,1	38812,7

Tabelle 3.19: Mögliche Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Vornutzung.

Derzeitige Landnutzung	Stendal/2009		Stendal/2011		Ressourcenregion	
	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)	Fläche (ha)	Ertrag (t atro)
Acker	298,4	2792,4	1191,5	10405,4	2495,9	21738,9
Grünland (mesophil)	49,4	475,8	256,4	2415,1	443,1	4119,2
Grünland (intensiv)	206,9	1976,8	356,6	3412,7	687,9	6625,3
Grünland (feucht)	10,1	89,2	16,7	153,9	33,6	332,0
Trittrasen	3,5	34,5	8,7	71,3	14,3	117,4
Stauden-, Wildgrasflur	290,3	2812,0	496,7	4585,0	662,0	6056,0
Summe	858,6	8180,7	2326,6	21043,4	4336,9	38988,8

3.8 Windkraft

3.8.1 Einleitung

Die Windkraft hat ein enormes Potential für die Deckung des zukünftigen Energiebedarfs. Die Technologie hat sich dabei in den vergangenen Jahren erheblich weiter entwickelt. Zählten lange Zeit Anlagen mit 1 MW Leistung zu den sehr leistungsstarken, so bietet mittlerweile die Firma Enercon serienmäßig das Modell E126 mit 7,5 MW Leistung an; noch größere Anlagen sind in Planung. Die Nabenhöhe der 7,5 MW-Anlage beträgt 135 m, der Rotordurchmesser 127 m. Mit der zunehmenden Rotorhöhe reichen die Anlagen in die Bereiche mit höheren Windgeschwindigkeiten hinein und werden unabhängiger von Verwirbelungen an der Landoberfläche. Die Windkraft weist dabei mehrere Vorteile auf:

- Auf geringer Fläche können erhebliche Energiemengen „geerntet" werden. Damit ist der Beitrag zur Flächenkonkurrenz kleiner als bei anderen erneuerbaren Energien (Kap. 3.13 auf S. 142).
- Windkraftanlagen (WKA) weisen eine vergleichsweise kurze Energierücklaufzeit auf, d. h. innerhalb von etwa 2-6 Monaten kann die für die Herstellung der Anlage benötigte Primärenergie gewonnen werden.
- Die Produktion von Windstrom ist bislang wesentlich preiswerter möglich als etwa bei der Photovoltaik. Teilweise ist Windstrom bereits jetzt auf dem freien Markt konkurrenzfähig.
- Windkraftanlagen sind während des Betriebes frei von Emissionen. Auch die Herstellung gilt nicht als besonders problematisch.

Dennoch ist die Windkraft keineswegs unumstritten. Insbesondere wird die Veränderung des Landschaftsbildes häufig als nachteilig empfunden. Die häufig befürchteten Auswirkungen auf die Vogelwelt und auf Fledermäuse lassen sich in der Summe und mit Ausnahme bestimmter Situationen nicht bestätigen. Andere nachteilige Effekte wie der Schattenwurf oder die Schallemissionen sind mittlerweile einerseits technisch reduziert, andererseits durch die üblichen Abstandsregelungen hinreichend berücksichtigt.

3.8.2 Bisherige Nutzung der Windkraft in der Region

Für die Errichtung von WKA sind entsprechende Genehmigungen erforderlich. Im Regionalen Entwicklungsplan für die Planungsregion Altmark (REP Altmark) sind auch zur Nutzung der Windkraft entsprechende Aussagen zu treffen. Derzeit wird die textliche Fassung zum Teilbereich Windenergie überarbeitet. Im REP Altmark werden mehrere Vorranggebiete ausgewiesen, während auf Vorbehalts- und Eignungsgebiete verzichtet wird. Grundlage für die Ausweisung der Vorranggebiete sind u. a. zahlreiche Abstandskriterien (Tab. 3.20).

Im Untersuchungsgebiet selbst befinden sich bislang weder Vorranggebiete noch WKA, während mit entsprechenden Abstand vom Untersuchungsgebiet mehrere Vorranggebiete und bereits errichtete WKA zu finden sind (Abb. 3.10). Bei Buchholz sollen zwischen 2012 und 2013 55 WKA (Typ GE 2.75-103) errichtet werden, davon 8 Anlagen auf dem Stadtgebiet von Stendal.

Die bislang errichteten WKA befinden sich nicht alle in den Vorranggebieten, da diese zum Zeitpunkt des Baues noch nicht ausgewiesen waren. In den bereits ausgewiesenen Vorranggebieten könnten noch einige weitere Anlagen errichtet werden.

3.8.3 Windgeschwindigkeiten und mögliche Erträge

Die mittleren Windgeschwindigkeiten in der Region werden vom DWD (2004a) in 10 m Höhe mit 3,4 bis unter 4 m/s angegeben, basierend auf den Jahresmitteln von 1981 bis 2000. Während dieser Wert für den Betrieb von WKA eher gering ist, betragen die Windgeschwindigkeiten in 80 m Höhe bereits etwa akzeptable 5,2 m/s (DWD, 2004b), so dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Wird dieser Wert auf die Höhe aktueller WKA-Modelle von z. B. 135 m auf der Grundlage des logarithmischen Grenzschichtprofiles hochgerechnet, so ergeben sich bereits 5,65 m/s.

Auf dieser Grundlage lässt sich auch der mögliche Energieertrag einer WKA im Untersuchungsgebiet abschätzen. Die Leistung einer WKA berechnet sich nach (Kaltschmitt et al., 2006)

$$P = c_p \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot v^3 \tag{3.1}$$

P	Leistung, W
c_p	Leistungsbeiwert bzw. Wirkungsgrad
A	vom Rotor überstrichene Fläche m^2
v	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, m/s

Die in der dritten Potenz eingehende Windgeschwindigkeit ist dabei nicht allein als Mittelwert, sondern in ihrer zeitlichen Verteilung zu betrachten. Da dazu keine Daten vorliegen, wird auf die Weibull-Verteilung zurückgegriffen. Bei der Berechnung de Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe ist zudem die Rauhigkeit des Geländes zu berücksichtigen, die hier eher vorsichtig mit 0,2 m angenommen wird, um auch bei der Einfügung zusätzlicher Landschaftselemente keine Änderung der Ertragsprognose vornehmen zu müssen. Seitens der Hersteller der WKA werden Kennlinien mit den Leistungsbeiwerten zur Verfügung gestellt, die von der Windgeschwindigkeit abhängig sind.

Exemplarisch kann damit der Ertrag einer WKA der Firma Enercon abgeschätzt werden. Für das Modell E82 mit einer Nennleistung von 3 MW könnten in der Region Stendal 3085 MWh/a unter Berücksichtigung typischer Ausfallzeiten erwartet werden. Dies unterstreicht das enorme Potential der Windkraft in der Region.

Auch der mögliche Windertrag ist eine Flächenfunktion, die sich mit der Weiterentwicklung der WKA nur bedingt steigern lässt. Die einzelnen WKA benötigen untereinander einen entsprechenden Abstand, damit sie sich nicht ge-

genseitig stören. Schmidt (2010) gibt für 2008 einen Wert von 7 ha pro installiertem MW an, für 2020 nimmt sie 6 ha/MW an, d. h. der tatsächliche Leistungszuwachs verläuft eher moderat. Ein Blick auf die Anlagentechnik bestätigt dies: die 7,5 MW-Anlage von Enercon weist keine höhere Nabenhöhe auf und sie läuft erst bei etwas höheren Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur 2,3 MW-Anlage an. Auf windschwächeren Standorten wie Stendal lässt sich damit vor allem die Anzahl der Anlagen verringern. Dennoch ist mit der weiteren Entwicklung auch mit tatsächlichen Ertragssteigerungen zu rechnen.

3.8.4 Flächen für die Nutzung der Windkraft und mögliche Erträge

Die Eignung von Flächen für die Windkraft ergibt sich zum einen aus dem Winddargebot und zum anderen aus den planerischen Festlegungen und Einschränkungen. Die naturräumlichen Voraussetzungen für den Betrieb sind gegeben (Kap. 3.8.3). Im Rahmen der Regionalplanung sind mehrere Gebiete im direkten Umfeld des Untersuchungsgebietes als Vorranggebiete für die Windkraftnutzung festgesetzt worden:

1. XVI Hüselitz
2. XVII Fischbeck
3. XVIII Arneburg, Sanne
4. XIX Baben, Bertkow, Hohenberg-Krusemark
5. XXI Grassau/ Schinne

Der tatsächlichen Nutzung außerhalb der Vorranggebiete stehen zahlreiche Restriktionen gegenüber, die in einem 39 Kriterien umfassenden Katalog der regionalen Planungsgemeinschaft zusammengefasst sind (Tab. 3.20). Darin werden sowohl Gebiete benannt, in denen keine Windkraftnutzung erfolgen kann als auch einzuhaltende Mindestabstände definiert. Viele der genannten Ausschlussgebiete überlagern sich dabei gegenseitig. Ein Überblick kann dabei nur durch die Zusammenführung der Daten im GIS gewonnen werden.

Die Auswertung zeigt, dass aufgrund der vielen Ausschlusskriterien über die Vorrangflächen hinaus die Anzahl möglicher weiterer Flächen begrenzt ist. Diese wurden in der Karte Abb. 3.10 als *Windprüfflächen* vermerkt, um deutlich zu machen, dass der Ausbau der Windkraft bei entsprechendem politischen Willen auch in der Region um Stendal noch möglich ist. Dennoch wird die weitere Entwicklung zunächst den Vorgaben des in der Aufstellung befindlichen Regionalplanes folgen. Während im Stadtgebiet von Stendal/2009 kaum Fläche verfügbar ist, sind im Gebiet von Stendal/2011 rund 9 km^2 denkbar, in der Ressourcenregion etwa 19 km^2 und unter Einschluss der angrenzenden Bereiche etwa 30 km^2. Würden diese Fläche z. B. für Anlagen Enercon E82 2,3 MW genutzt, so könnten in Stendal/2011 etwa 200 GWh/a erzeugt werden, in der Ressourcenregion 420 GWh/a und in der Region darüber hinaus 665 GWh/a. Auch wenn ein Teil der Flächen bereits genutzt wird, zeigt dies doch das erhebliche Potential der Windkraft für den Stendaler Raum.

3.8.5 Perspektive und Bedeutung der Windkraft

Aufgrund des mehr als beträchtlichen physischen Potentials der Windkraft wird eine Ausweitung des Untersuchungsgebietes dringendst empfohlen. In Verbindung mit den sich entwickelnden Speichertechnologien wie der Methanisierung (Kap. 4.1.2.3 auf S. 148) können die Lastspitzen abgefangen und unter Inkaufnahme von Wirkungsgradverlusten später wieder in das Netz eingespeist werden. Mit der Verfügbarkeit der Technologie im industriellen Maßstab in absehbarer Zeit zu rechnen. Auch wird bis dahin bereits über die Einspeisung von 5 Vol% Wasserstoff (entsprechend 1,5% der Energie) nachgedacht (Sterner et al., 2011). Über die Methanisierung können Wirkungsgrade von etwa 50-65% erreicht werden (Sterner et al., 2011). Bei Rückverstromung liegen diese Werte darunter, bei Nutzung von KWK bei 45-54%. Auch bei anderen Speichertechnologien, wie etwa der Speicherung in skandinavischen Pumpspeichern, gehen erhebliche Energiemengen durch Übertragunsverluste verloren. Die Methanisierung bietet die große Chance, die regionalen Windpotentiale und Windüberschüsse auch in der Region zu verwerten und damit einen erheblichen Beitrag zu den regionalen Wirtschaftskreisläufen zu leisten.

Das erhebliche Potential der Windkraft soll anhand des ausgewiesenen Windvorranggebietes XVI, Hüselitz, das südlich von Buchholz gelegen ist, verdeutlicht werden. Das Windvorranggebiet besteht aus zwei Teilflächen und besitzt insgesamt eine Fläche von rund 591 ha. Bislang ist das Gebiet ausweislich der Daten der regionalen Planungsgemeinschaft mit lediglich einer WKA mit 0,6 MW Leistung nicht annähernd genutzt. Bei einem angenommenen Vollausbau mit Enercon 2,3 MW-Anlagen könnten hier 131 GWh/a an Elektrizität erzeugt werden. Die regionale Nutzung dieses Potentials für die Versorgung von Stendal drängt sich deshalb auf.

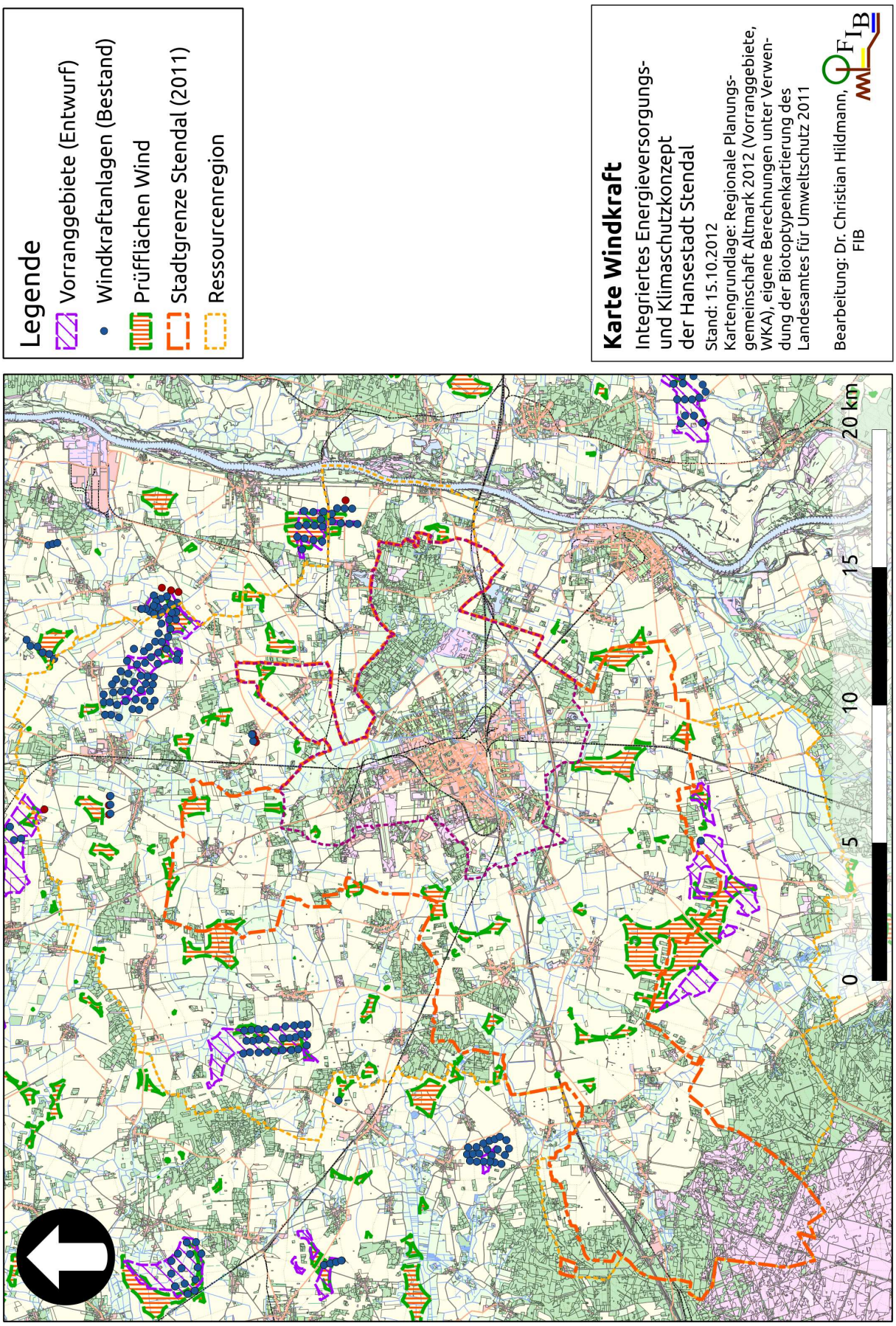


Abbildung 3.10: Flächen für Windkraft in Stendal.

Tabelle 3.20: Kriterien und Abstände für die Errichtung von Windkraftanlagen, wie sie von der Regionalversammlung der Regionalen Planungsgemeinschaft Altmark am 06.02.2002 beschlossen wurden. Bei Einzelfallprüfungen können die Abstände auf Grund fachspezifischer Vorgaben größer sein.

Nr.	Kriterium	Festlegung
1	dörfliche Siedlungen, fremdenverkehrsbetonte Siedlungsgebiete, Campingplätze	10-fache der Gesamthöhe, mindestens 1000 m
2	Wohnbebauung im Außenbereich	10-fache der Gesamthöhe, mindestens 1000 m
3	städtische Wohnsiedlungen	10-fache der Gesamthöhe, mindestens 1000 m
4	Bundes-, Landes- und Kreisstraße	100 m
5	Haupt-Bahnlinie	100 m
6	Neben-Bahnlinie	100 m
7	Hochspannungsfreileitung ab 110 kV	100 m
8	Hochwasserschutz/ Deichvorland	Tabu und 100 m Pufferzone im Deichhinterland
9	Fließgewässer 1. Ordnung, Talsperren	500 m
10	Standgewässer über 0,5 ha Fläche	100 m, Einzelfallprüfung
11	Flughafen, Landeplatz, Segelflughafen	Bauschutzbereich
12	militärische Anlage	Tabu
13	Naturschutzgebiet (festgesetzt, im Verfahren oder einstweilig gesichert)	Tabu, 1000 m Abstand, Einzelfallprüfung
14	Kernzonen und Totalreservate von Nationalpark, Biosphärenreservat, Naturpark	Tabu, 1000 m Abstand, Einzelfallprüfung
15	Naturdenkmale gemäß § 22 NatSchG	Tabu, 500 m Abstand, Einzelfallprüfung
16	Landschaftsschutzgebiet (LSG)	Tabu, Einzelfallprüfung
17	geschützte Landschaftsbestandteile	Tabu und 200 m Abstand, Einzelfallprüfung
18	Biotope gemäß § 30 NatSchG	Tabu, 500 m Abstand sofern sie dem Schutz bedrohter Vogelarten dienen, ansonsten 300 m, Einzelfallprüfung
19	Feuchtgebiet internationaler Bedeutung	Tabu und Abstand 1000 m, Einzelfallprüfung
20	Schutzgebiet nach FFH-Richtlinie	Tabu und Abstand 1000 m, Einzelfallprüfung (Verträglichkeitsprüpfung nach FFH-Richtlinie)
21	EC SPA (EG-Vogelschutzgebiet)	Tabu und Abstand 1000 m
22	IBA (Europäisches Vogelschutzgebiet)	Tabu und Abstand 1000 m
23	Großtappenschon- und einstandsgebiet	Tabu und Abstand 1000 m
24	Waldgebiete	200 m, Einzelfallprüfung bezogen auf Avifauna (Bsp. bedeutende Graueiherkolonien etc.)
25	einstweilig sichergestellte Gebiete nach §25 NatSchG	Tabu, Einzelfallprüfung
26	für den Naturschutz besonders wertvolle Bereiche - 1 ha und größer (Fachkarte vom LAU)	Tabu, Einzelfallprüfung
27	Brut-, Rast- und Nahrungsflächen der Avifauna mit regionaler und überregionaler Bedeutung und Zugkorridore	Tabu und Abstand 1000 m, Einzelfallprüfung
28	Brut-, Rast- und Nahrungsflächen der Avifauna mit intenationaler Bedeutung und Zugkorridore	Tabu und Abstand 1000 m, Einzelfallprüfung
29	Bereiche mit hohem Wert für das Landschaftsbild, z.B. wertvolle Sichtachsen, historisch gewachsene Landschaften, bedeutsame Niederungsbereiche	Tabu

Tabelle 3.21: Kriterien und Abstände für die Errichtung von Windkraftanlagen, Fortsetzung

30	Abstände der einzelnen Eignungsgebiete untereinander	1. Abstand der Eignungsgebiete untereinander grundsätzlich 5 km bei einer Bauhöhe (Bauhöhe = Nabenhöhe einschließlich der des Rotorhalbmesses) kleiner gleich 100 m; 2. Anlagen mit einer Bauhöhe von mehr als 100 m, die sich in einem Windpark befinden, gilt das 100fache der Bauhöhe als Abstand (Windpark ab 3 Anlagen, Windfarm ab 6 Anlagen); 3. bei Einzelanlagen wird sich an die beschlossene Abstandsregelung angelehnt
31	Vorranggebiet für Hochwasserschutz	Tabu
32	Vorranggebiet Natur und Landschaft	Tabu (äußerer Schutzbereich)
33	Vorranggebiet Wassergewinnung	keine Nutzungskonflikte
34	Vorranggebiet Rohstoffgewinnung	Tabu, Einzelfallprüfung
35	Vorranggebiet militärische Nutzung	Tabu
36	Vorranggebiete Tourismus und Erholung	Tabu und Abstand 1000 m
37	Vorbehaltsgebiet Aufbau eines ökologischen Verbundsystems	Tabu
38	Vorbehaltsgebiet Kultur und Denkmalpflege	Tabu und abstand 100 m
39	regional bedeutsame Standorte für Kultur und Denkmalpflege	Tabu und Abstand 1000 m

3.9 Photovolatik

3.9.1 Einleitung

Die Photovoltaik ermöglicht die direkte Wandlung der eintreffenden Sonnenstrahlung in Elektrizität. In den letzten Jahren ist diese Technologie beständig weiter entwickelt worden. Mittlerweile kann bei polykristallinen Modulen mit einem Wirkungsgrad von 13-18% gerechnet werden, bei monokristallinen Zellen sind es 14-24% (Q-Cells Q6LMX3 mit 17,4% Wirkungsgrad verfügbar). Deutlich geringer sind die Wirkungsgrade bei Dünnschichtzellen (mit amorphem Silizium 5-13 %). Weitere Technologien, wie Farbstoffzellen, werden zwar entwickelt, sind aber noch nicht marktreif und weisen bislang eher bescheidene Wirkungsgrade auf. Kollektorzellen unter Laborbedingungen hingegen erreichen bereits einen Wirkungsgrad von 40%. Für die Abschätzung der Erträge ist jedoch zum einen zu beachten, dass die tatsächlichen Wirkungsgrade unter denen der Standardtestbedingungen bleiben (Kaltschmitt et al., 2006). Zum anderen liegt der Systemwirkungsgrad einer PV-Anlage durch die benötigten Wechselrichter etc. unter diesen Werten und kann im Jahresmittel mit 10-12% angesetzt werden (Kaltschmitt et al., 2006).

Für den Einsatz der Photovoltaik sind unverschattete Flächen mit einer Ausrichtung in südliche Richtungen zu bevorzugen, wenngleich durch die gesunkenen Modulpreise und den gestiegenen Wirkungsgrad keine reine Südausrichtung für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb erforderlich ist. Drei unterschiedliche Standorttypen kommen für die Solarnutzung in Frage:

- Dachflächen auf Gebäuden haben den Vorteil, dass diese Flächen bislang keiner weiteren Nutzung unterliegen und die Stromproduktion in direkter Verbrauchernähe erfolgt. Durch den erhöhten Standort ist auch die Verschattung reduziert. Die Produktion erfolgt hier oft in sehr kleinen Einheiten. Für die Realisierung größerer Anlagen bieten sich großflächigere Dächer an, wie sie etwa bei Industrie- und Gewerbegebäuden zu finden sind. In jedem Falle ist zu prüfen, ob die Statik der Gebäude so beschaffen ist, dass die zusätzliche Gewichtsbelastung getragen werden kann.

- Außer den Dachflächen eignen sich auch bestimmte Teile der Fassaden von Gebäuden, vor allem wenig verschattete und nach Süden exponierte Gebäudeseiten. Durch die preiswertere Fertigung von Dünnschichtsolarzellen werden aber auch mehr nach Westen oder Osten ausgerichtete Fassaden interessant.

- Auf Freiflächen ist die Aufstellung einfacher und es können oft auch größere Anlagenleistungen erzielt werden. Allerdings sind diese Flächen prinzipiell auch anders nutzbar. Insbesondere die Flächenkonkurrenz zur Bereitstellung von Nahrungsmitteln sollte durch großflächige PV-Anlagen nicht weiter verschärft werden. Für Freiflächenanlagen sollen deshalb nur vorrangig anders nicht oder nur sehr eingeschränkt nutzbare Flächen in Betracht gezogen werden, wie etwa mit Schadstoffen belastete Flächen oder innerstädtische Brachflächen.

3.9.2 Solare Einstrahlung

Die Sonnenstrahlung, die tatsächlich auf der Erdoberfläche ankommt, wird als Globalstrahlung an ausgewählten Orten gemessen. An den meisten Klimastationen wird jedoch nur die Sonnenscheindauer registriert. Deshalb existieren Näherungsverfahren, um anhand der Sonnenscheindauer die Globalstrahlung abzuschätzen. Für Stendal lagen weder Globalstrahlungswerte noch Messwerte zur Sonnenscheindauer vor. Deshalb wurde die Globalstrahlung anhand der Mittelwerte der monatlichen Sonnenscheindauer der dreißigjährigen Reihe 1960 bis 1990 abgeschätzt, wie sie der Deutsche Wetterdienst zur Verfügung stellt (DWD, 2011).

Das Untersuchungsgebiet wird großräumig von den Stationen Genthin, Theeßen, Magdeburg, Klein Wanzleben, Gardelegen, Salzwedel, Seehausen, Weisen bei Wittenberge, Kyritz, Neuruppin, Berge, Potsdam, Wiesenburg, Ummendorf, Helmstedt und Lüchow umschlossen. Für alle Stationen wurde die jährliche Globalstrahlung nach der Formel von Wendling (1992, zit. in DVWK 1996) berechnet. Die Lage der Stationen ist bekannt, so dass diese in das GIS übernommen werden konnten und eine auf einem unregelmäßigen Dreiecksnetz beruhende kubische Interpolation durchgeführt wurde.

Im Ergebnis nimmt die Globalstahlung im Untersuchungsgebiet von West nach Ost geringfügig zu. Der Mittelwert beträgt 963,5 kWh/m^2/a (Schwankungsbreite von 956 bis 971 kWh/m^2/a). Der Wert für das gesamte Stadtgebiet von Stendal (2011) weicht davon nur unerheblich ab (960,0 kWh/m^2/a).

3.9.3 Dachflächen

3.9.3.1 Flächenpotential

Für die tatsächliche Eignung eines Daches sind zahlreiche Parameter zu berücksichtigen. Dazu gehört die Exposition und Neigung des Daches, die Dachform, mögliche Verschattungen durch Bäume oder andere Gebäude sowie die Statik für die zusätzliche Auflast. Diese Parameter können im Rahmen der Erstellung des Energiekonzeptes für Stendal jedoch nicht erhoben werden. Anstelle dessen erfolgt eine pauschale Abschätzung auf der Grundlage des insgesamt vorhandenen Dachfläche. Um die Realisierung von mehr Photovoltaik voran zu treiben, könnte die Erstellung eines gesonderten Solarkatasters für die Stadt Stendal oder auch schon eine Öffentlichkeitskampagne mit Beratung vor Ort hilfreich sein.

Die Dachflächen selbst können aus den Gebäudegrundrissen abgeschätzt werden, die durch die Stadt Stendal zur Verfügung gestellt wurden. Dabei werden die Dachflächen in drei Klassen eingeteilt:

1. Sehr kleine Dachflächen mit weniger als 20 m^2. Dabei handelt es sich meistens um Nebengebäude, die

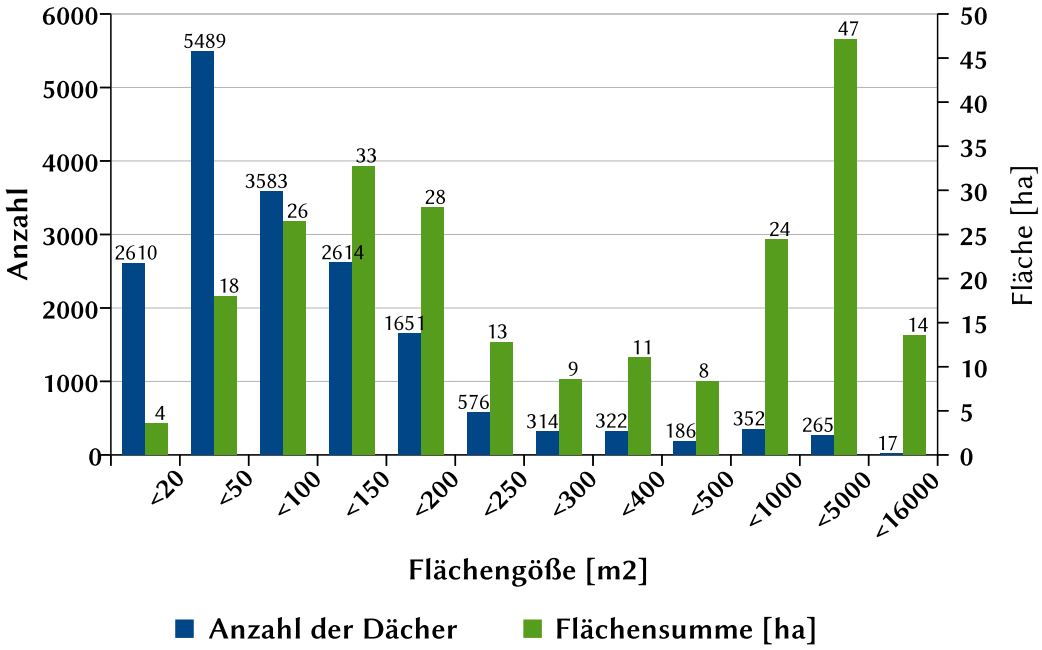


Abbildung 3.11: Verteilung der Dachflächen nach Flächengröße im Stadtgebiet Stendal/2009.

zudem oft niedriger sind und für eine Photovoltaik-Nutzung nicht in Frage kommen.

2. Flächen über 20 m^2 bis unter 500 m^2. Darunter fallen die meisten Wohngebäude. In dieser Gebäudekategorie finden sich relativ häufig Satteldächer, deren südexponierte Flächen meist bereits eine gute Neigung aufweisen.

3. Große Dachflächen mit mehr als 500 m^2, die für die Entwicklung größerer Solarstromprojekte von besonderem Interesse sind. Dabei handelt es sich vor allem um Gebäude aus dem industriellen Wohnungsbau sowie um Industrie- und Gewerbegebäude. Gebäude dieser Größenordnung sind sehr häufig mit Flachdächern ausgeführt, so dass die PV-Module meist aufgeständert werden, um eine optimale Neigung und Ausrichtung zur Sonne zu erhalten.

Die Auswertung der Gebäudegrundrisse unterschätzt zuweilen die tatsächlich nutzbare Dachfläche für größere Projekte, weil teilweise zusammenhängende Gebäude als einzelne Teilflächen erfasst sind. Gebäudezeilen wie z. B. in der Hans-Schomburgk-Straße oder der Carl-Hagenbeck-Staße böten in der Summe durchaus Platz für größere Photovoltaik-Anlagen, sind jedoch nach Hausnummern einzeln geführt.

Die insgesamt im Untersuchungsgebiet vorhandenen Dachflächen sind in Abb. 3.11 und in Tab. 3.22 dargestellt. Entsprechend der Grundrisse sind 234,7 ha tatsächlich überbauter Grundfläche vorhanden. Die durchschnittliche Gebäudefläche beträgt 131 m^2.

3.9.3.2 Nutzung für Photovoltaik

Der für die Photovoltaik nutzbare Anteil der Dächer kann ohne weiter gehende Analyse nur geschätzt werden. Das Solarkataster Marburg kommt nach eingehender Analyse zu dem Ergebnis, dass 60% der Dachfläche ungeeignet sind, 25% aber sehr gut geeignet. Für die Abschätzung des Potentials wird davon ausgegangen, dass 20% der Dachflächen für die PV-Nutzung sehr gut geeignet sind. Damit ist das dargestellte Potential eher eine Unterschätzung, da mit fortschreitender Kostendegression auch ein Teil der nicht sehr gut geeigneten Flächen für die Photovoltaik genutzt werden könnte.

Unter der Annahme eines zukünftig eher vorsichtigen Systemwirkungsgrades von 12% und des oben dargestellten Flächenanteils von 20% der Gebäudegrundrissflächen ergibt sich ein Potential von 33,638 GWh/a auf Dachflächen von 20 - 500 m^2, bei denen eine Aufständerung in der Regel nicht erforderlich sein wird. Auf den großen Flachdächern kann die Fläche nicht vollständig mit Modulen belegt werden, um Verschattungen zu vermeiden. Geht man von einer tatsächlichen Modulfläche von 40% aus, so ergeben sich weitere 7,847 GWh/a auf größeren Dachflächen. In der Summe macht dies 41,485 GWh/a aus.

Damit weist die Photovoltaik ein erhebliches Potential auf, das zudem direkt bei den Verbrauchern erzeugt wird. Selbst eine zunächst nur teilweise Realisierung könnte einen nennenswerten Beitrag zur Elektrizitätsversorgung von Stendal beitragen.

Für die Abschätzung geeigneter *Fassadenflächen* lagen keine Daten vor. Kaltschmitt et al. (2006) gehen in einer Betrachtung für ganz Deutschland von einem Flächenpotential für Fassadenanlagen aus, das in etwa $\frac{1}{4}$ der Dachflächen ausmacht. Selbst wenn hier mit Solarmodulen mit

Tabelle 3.22: Dachflächen im Untersuchungsgebiet Stendal/2009.

Größe (m^2)	Anzahl	Fläche (ha)	durchschnittliche Fläche	PV-Fläche (ha)
<20	2610	3,6	14	–
>=20 bis < 500	14735	146,0	99	29,2
> 500	634	85,1	1343	17,0
Summe	17979	234,7	131	46,2

einem sehr geringen Systemwirkungsgrad von nur 6% gearbeitet würde, könnten so in Stendal weitere 5,186 GWh gewonnen werden.

3.9.4 Freiflächenanlagen

3.9.4.1 Potential

Neben der Nutzung der Dachflächen kommt prinzipiell auch die Nutzung von Freiflächen für die Photovoltaik in Betracht. Aufgrund der Flächenkonkurrenz erscheint es jedoch nicht sinnvoll, für die Produktion von Nahrungsmitteln benötigte Flächen zu beanspruchen. Derzeit brach liegende Flächen könnten hingegen genutzt werden. In Stendal besteht ein erhebliches Potential an Brachflächen, die derzeit vor allem durch Gras- und Staudenfluren bedeckt sind (Kap. 2.1.1). Wenn von den in dieser Kategorie für Stendal/2011 genannten 673 ha weniger als $\frac{1}{3}$ für Photovoltaik-Projekte genutzt würde, stünden dafür rund 200 ha zur Verfügung. Ob diese auch tatsächlich nutzbar sind, oder ob andere Nutzungsoptionen dieser Flächen nicht in der Abwägung vorzuziehen wären, konnte im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden.

Bei der Berechnung des möglichen Ertrages ist davon auszugehen, dass nur etwa 30% der Fläche tatsächlich mit PV-Modulen bedeckt sind, damit sich die Module nicht gegenseitig verschatten. Die bisherige Vegetationsstruktur kann dabei, wo dies aus Gründen des Biotopschutzes erstrebenswert erscheint, möglicherweise erhalten werden. Für die naturschutzgerechte Ausgestaltung sei auch auf den Leitfaden des Nabu (Naturschutzbund, 2005) verwiesen.

Bei einem angenommenen Systemwirkungsgrad von 12% ergibt sich dann auf der Fläche ein möglicher Ertrag von 69,120 GWh/a.

Im Rahmen des Regionalprojektes „Brachflächenkataster Altmark" werden durch die IGZ BIC Altmark GmbH alle Industrie- und Gewerbebrachen mit einer Größe ab 2.000 m^2 in der Planungsregion erfasst und die Daten zur Auswertung aufbereitet. Hierüber lassen sich bereits jetzt geeignete brachgefallene Flächen, die sich im Eigentum der Stadt Stendal befinden, identifizieren. Für eine photovoltaische Nutzung sind u. a. kommunale Flächen des Verkehrslandeplatzes Stendal-Borstel, die nicht für flugplatzrelevante Nutzungen notwendig sind, gut geeignet. Neben der Möglichkeit regionale Energieressourcen zu aktivieren, würden sich der Kommune neue, langfristige Einnahmequellen erschließen.

3.9.4.2 Voruntersuchungen der Stadt Stendal

Durch das Planungsamt der Hansestadt Stendal sind bereits potenzielle Standorte für Anlagen nach dem EEG einer planerischen Voruntersuchung unterzogen worden.

Dabei wurden sowohl grundstücksrelevante Aspekte als auch planungs- und naturschutzrechtliche Belange betrachtet sowie eine erste Stellungnahme der Verwaltung zu den einzelnen Standorten formuliert. Abschließende Aussagen sind nur auf Basis einer standortbezogenen bau- und planungsrechtlichen Beurteilung möglich. Die Standorte sind in Tab. 3.23 auf der nächsten Seite aufgelistet. Die Einzeldarstellungen sind als Anlage beigefügt (Kap. 8.6 auf S. 317).

3.9.4.3 Bisherige Aktivitäten

Auf den Stadtbrachen am Ziegeleiweg (ehemalige Vorbereitungsfläche für ein Fußballstadion von ca. 13 ha) ist eine Freiflächen- Photovoltaikanlage mit 4,5 MW_p (Größe ca. 10 ha, Baukosten 10 Mio. €, Versorgungsäquivalent 1500 Haushalte, Investor: Spot Energy GmbH, Demmin), an der Tangermünder Chaussee (ehemaliges Heizhausgelände) eine Freiflächen- Photovoltaikanlage von 1,75 MW_p (Baukosten 4,8 Mio. €, Investor: energy4ever GmbH, Paderborn) in Bauvorbereitung. Derzeit (August 2012) wird südlich von Börgitz (Uchtspringe) auf 27 ha eine Freiflächenanlage mit 13,6 MW_p errichtet (Baukosten 13,6 Mio. €).

3.9.5 Gesamtpotential Photovoltaik

Addiert man das Potential der Dachflächenanlagen, der Fassadenanlagen und der Freiflächenanlagen, so ergibt dies rund 115,791 GWh/a. Damit besitzt die Photovoltaik insgesamt ein beachtliches Potential, um zumindest bilanziell zur Elektrizitätsversorgung der Stadt Stendal beizutragen.

Bei einer Ausdehnung der Betrachtung auf das gesamte Stadtgebiet sind aufgrund der geringeren Siedlungsflächen eher überschaubare zusätzliche Potentiale zu erwarten, es sei denn, es lassen sich weitere Brachflächen für Freiflächenanlagen finden.

3.10 Geothermie

Die geothermischen Verhältnisse im Raum Stendal, aber insbesondere im Norden der Altmark, Höhe Arendsee bzw. Sandau sind für Wärmenutzungen gut geeignet. Der für Stendal in Frage kommende geothermische Strömungsraum Salzstock Groß Schwechten im Norden, Salzstock

Tabelle 3.23: Durch die Hansestadt Stendal für Photovoltaik-Freiflächenanlagen vorgeprüfte Standorte. Zu Details siehe auch Kap. 8.6 auf S. 317.

Nr.	Standort	mögliche Nutzung	Status (per 01.07.12)
1	Solarpark Staats	Photovoltaikanlage	Anlage im Bau
2	Heizkraftwerk Bindfelde	Photovoltaikanlage	Anlage ist am Netz
3	Schwellentränke	Photovoltaikanlage	Nutzung offen
4	Schillerstraße	Photovoltaikanlage	Nutzung offen
5	Flugplatze Borstel	Photovoltaikanlage	Nutzung offen
6	Solarpark Ziegeleiweg	Photovoltaikanlage	Nutzung offen
7	Stendal Süd	Photovoltaikanlage	Nutzung offen

Mahlitz im Nordosten, Salzkissen Kabelitz im Südosten und Störungszone Altmersleben-Demker im Süden umfasst eine flache Mulde mit einer Fläche von mindestens 100 km^2 und stellt damit ein strömungstechnisch unbegrenztes thermisches Reservoire dar. Da im vermuteten Nutzhorizont von etwa 1.700 m Tiefe jedoch nur eine Temperatur von ca. 70°C erwartet wird, sollte sich eine Stromerzeugung schwierig gestalten. Eine mit großer Wahrscheinlichkeit gut mögliche Wärmeerzeugung ist noch mit erheblichem Kostenaufwand verbunden und passt nicht in die Energieversorgungsstruktur der Stadt Stendal (verfügbare Wärmeauskopplung aus einem BHKW-Prozess). Inwieweit die Verwendung des Hot-Dry-Rock-Verfahrens mit Bohrungen von bis zu 4.000 m Tiefe im Raum Stendal technisch-ökonomischen Sinn machen könnte, kann in diesem Zusammenhang nicht beurteilt werden.

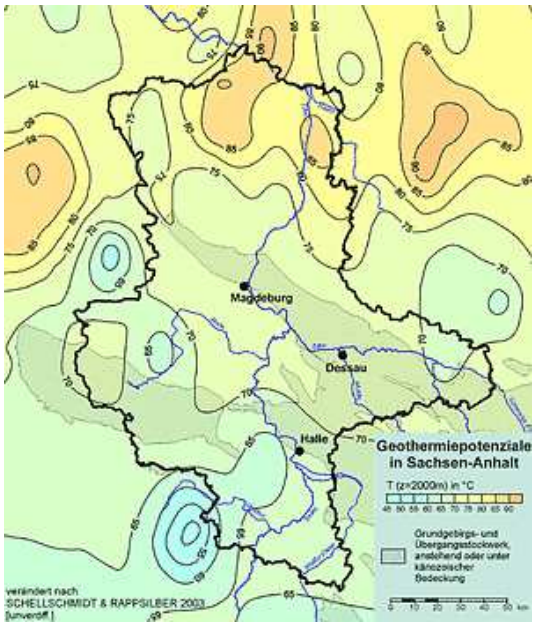


Abbildung 3.12: Temperaturverteilung im Untergrund Sachsen-Anhalts bei 2.000 Meter Tiefe (LAGB 2008).

3.11 Energie aus Abfällen

3.11.1 Einleitung

Abfälle können zumindest teilweise auch einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Im Rahmen des Integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Hansestadt Stendal sollen die biogenen Abfälle (Biogene Rest- und Wertstoffe, BioRW) als mögliche Energieträger und als Klimaschutzpotential näher betrachtet werden, deren Verwertung zudem technologisch in die Nutzung anderer biogener Rest- und Wertstoffe eingebunden werden könnte. Andere Abfälle werden hier nicht weiter betrachtet, da diese langfristig eher stofflich verwertet werden sollten oder für die Energieerzeugung uninteressant sind.

3.11.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Abfall- und Abwasserwirtschaft

Der Umgang mit Abfällen ist in der Europäischen Gemeinschaft durch die Richtlinie 2008/98/EG vom 19. November 2008 über Abfälle (Abfallrahmenrichtlinie) übergreifend geregelt. Diese wurde am 1. Juni 2012 in bundesdeutsches Recht durch die Novellierung des geltenden Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) umgesetzt und so bundeseinheitlich geregelt. Zentral geregelt im KrWG vom 24.02.2012 ist die Hierarchie des Umgangs mit Abfällen, wobei Vermeidung vor Vorbereitung zur Wiederverwendung steht, diese vor Recycling und sonstiger – wie energetischer – Verwertung. Zugleich wird die Getrenntsammlung von Bioabfällen (Artikel 22) und Recyclingquoten für bestimmte Stoffe bis 2020 (Artikel 11) festgeschrieben. Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz wird durch mehrere Verordnungen weiter untersetzt, z. B. in § 11 durch eine Ermächtigung für die Bereiche der Bioabfälle und des Klärschlamms entsprechend der Bioabfallverordnung (BioAbfV) und der Klärschlammverordnung (AbfKlärV).

Gemäß § 21 des aktuellen KrWG haben öffentlichrechtliche Entsorgungsträger Abfallwirtschaftskonzepte über die Verwertung und die Beseitigung der in ihrem Gebiet anfallenden und ihnen zu überlassenden Abfälle zu erstellen und fortzuschreiben. Das aktuelle Abfallwirtschaftskonzept des LK Stendal gilt für die Jahre 2009 bis 2013 (Landkreis Stendal et al., 2009).

3.11.3 Statistiken zum Abfallaufkommen in der BRD und Stendal

Aus den Angaben über die Anlieferung von Abfall an Behandlungsanlagen sowie weiterer Informationen unterschiedlicher Datenquellen wird im Statistischen Bundesamt jährlich eine Abfallgesamtrechnung erstellt. Die Ergebnisse der Abfallbilanz der letzten 8 - 10 Jahre weisen aus, dass sich das Abfallaufkommen in Deutschland im Mittel der letzten Jahre aus 56 % Bau-und Abbruchabfall, 16 % Bergematerial aus dem Bergbau, 14 % Abfällen aus Produktion und Gewerbe und 14 % Siedlungsabfällen zusammensetzt. Im Landkreis Stendal wird unter Berücksichtigung des fehlenden Bergbaus sowie eines relativ schwach entwickelten Industriesektors das Gesamtabfallaufkommen anteilig auf 55 % Bau- und Abbruchabfall (inklusive Straßenbau), 30 % Siedlungsabfall und 15 % aus Gewerbe-/ Industrieabfall geschätzt. Aufgrund der konjunkturell bedingten Abnahme der Bau- und Abbruchabfälle sank zwischen 2000 und 2008 das Netto-Abfallaufkommen (d. h. das Aufkommen ohne Abfall aus Aufbereitungsanlagen) um ca. 15 %. Die Abfälle aus den privaten Haushalten nahmen zu. Über Abfälle aus Produktion und Gewerbe liegen keine belastbaren Daten aus dem Landkreis bzw. Stendal vor, da für diese keine Abgabepflicht an Entsorgungsunternehmen besteht . Ein großer Teil des anfallenden/ gesammelten Abfalls wird entweder im Landkreis verwertet (z. B. zur Kompostierung) oder zur Verwertung aus dem LK „exportiert" (u. a. zur Verstromung).

Siedlungs- und Gewerbe-/Industrie-Abfälle werden neben der stofflichen auch der energetischen Nutzung zugeführt. Im Rahmen des Integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes Stendal sollen die biogenen Abfälle als mögliche Energieträger und damit Klimaschutzpotentiale näher betrachtet werden, deren Verwertung technologisch in die Nutzung anderer biogener Rest-und Wertstoffe eingebunden werden kann. Unter diesem Aspekt wird die Entwicklung der Erfassungsquoten von Bioabfall (Lebensmittel, Grünschnitt) näher beleuchtet, was in den Haushalten insbesondere zu einer Reduzierung der Restabfallmenge (Graue Tonne) führen sollte.

Gleichermaßen spielen Lebensmittelabfälle eine besondere und brisante Rolle . In Deutschland landen jährlich etwa 11 Millionen Tonnen Lebensmittel auf dem Müll, die meisten Abfälle wären vermeidbar. Die meisten Lebensmittel wandern von privaten Haushalten aus in den Müll (61 %). Kantinen, Restaurants und Klinikküchen tragen 17 Prozent zum deutschen Lebensmittel-Müllberg bei. Ebenso viel Abfall entsteht in der Lebensmittelindustrie. Für etwa fünf Prozent oder 550 000 Tonnen ist der Handel verantwortlich. Im Durchschnitt wirft jeder Bundesbürger pro Jahr 81,6 Kilogramm Lebensmittel weg. Pro Verbraucher und Tag lässt sich eine Menge von 225 Gramm Lebensmittel errechnen, die in der Tonne landen. Das entspricht ungefähr dem Volumen eines durchschnittlichen Frühstücks. 65 Prozent dieser Lebensmittelabfälle wären völlig oder zumindest teilweise vermeidbar. Der Wert der vermeidbaren Lebensmittelabfälle wird pro Kopf auf jährlich 235 € geschätzt. In einem Vier-Personen-Haushalt summiert sich der Betrag im Schnitt pro Jahr auf rund 940 €, auf Deutschland hochgerechnet sind es bis zu 21,6 Milliarden € pro Jahr, die diese Verschwendung kostet. Als Restabfall (graue Tonne) werden im bundesdeutschen Mittel von den 81,6 kg/EW·a Lebensmittelabfällen (zusammen mit Grünschnitt) durchschnittlich 29,1 kg/ EW·a entsorgt. Es muss eine vordringliche Aufgabe sein, das Konsumverhalten der Bürger speziell bei den Lebensmitteln so zu verändern, damit es mittelfristig zu einer drastischen Reduzierung des Lebensmittelabfalls führt.

Die Zusammensetzung und Menge des Restabfalls im Siedlungsbereich kann dabei als Gradmesser zur Umset-

zung von Maßnahmen für den rationellen Umgang mit stofflichen Ressourcen sowie zur Entwicklung stabiler Stoffkreisläufe in der Region dienen. Als Grundlage für Quantifizierungen bzw. Vergleichswerte können Ergebnisse einer 10-jährigen Analyse in 4 unterschiedlichen Strukturregionen in Bayern auf Basis eines Forschungsauftrages des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) von 1998-2007 genutzt werden.

Wertstoffe (Abfälle) wie Papier, Metalle, etc. werden nicht untersucht bzw. lediglich nachrichtlich erwähnt, da diese entweder unzureichend quantifiziert wurden sind bzw. für die Energieerzeugung nicht in Frage kommen oder langfristig eher stofflich zu verwerten sind. Zum Markt von Altholz im LK Stendal standen den Autoren keine belastbare Daten zur Verfügung.

3.11.4 Organisation der Abfallwirtschaft in der Hansestadt Stendal

Die kommunale Abfallwirtschaft der Hansestadt Stendal ist organisatorisch in die des Landkreises Stendal eingeordnet. Als öffentlich rechtlicher Entsorgungsträger fungiert die landkreiseigene Dienstleistungsgesellschaft mbH ALS.

Der Vollzug der in die Zuständigkeit des Landkreises fallenden abfallrechtlichen EU-, bundes- und landesgesetzlichen Regelungen wird im Umweltamt (Untere Abfallbehörde) wahrgenommen. Die Verantwortung für Aufgaben der im Rahmen der Daseinsvorsorge wahrzunehmenden Abfallentsorgung obliegt ebenfalls dem Landkreis.

Der gesamte Restabfall des Landkreises Stendal wird seit dem 01.06.2005 durch die ALS „vermarktet" und über die Abfallannahme- und Umladestation Stendal der Müllverbrennungsanlage in Magdeburg-Rothensee zugeführt (aus dem UG exportiert). Die sich im Restabfall befindlichen BioRW sind vom nicht-organischen Teil nicht trennbar und werden in der MVA Rothensee mit verbrannt.

In der Abfall-Statistik des Landkreises Stendal wird neben dem Restabfall der Sperrmüll gesondert geführt, der sich anteilig aus Holz und holzartigen Bestandteilen zusammensetzt. Der Markt für Altholz gilt jedoch im Landkreis Stendal als ‚geschlossen'. Den Autoren der Studie waren dazu keine belastbaren Daten verfügbar.

Biogene Rest- und Wertstoffe (BioRW) aus dem *Siedlungsabfall* (Biotonne, Gärten, Märkte, etc.) werden von der ALS- Sammelstelle in Stendal über mehr als 30 km in den südlichen Teil des Landkreises auf die Kompostieranlage Polte verbracht und dort stofflich verarbeitet (Kompost u.a.). Der verbleibende Teil des Bioabfalls aus Haushalten (kraut- /grasartige Biomasse), Laub, Grünschnitt aus der kommunalen Pflege sowie die unbehandelten holzartigen Abfälle werden auf Privatflächen zur Eigenkompostierung benutzt, gemulcht, verbrannt oder über den Restabfall (Graue Tonne) entsorgt. Der Umgang mit den BioRW aus der Bewirtschaftung von Kleingartenanlagen, Privatgärten und Eigenheimgrundstücken bleibt weitgehend den Pächtern/ Eigentümern überlassen, in der Regel nach eigenem Ermessen. Insbesondere die offene Verbrennung und teils wilde Deponierung von BioRW weisen auf weiteren Handlungsbedarf hin.

Eine Analyse zum *Gewerbeabfall* (Produktionsbezogene Substrate) konnte nicht erstellt werden, da keine belastbaren Daten für Stendal dazu vorlagen. Die von der ALS in der Abfallstudie 2009 gemachten Angaben zum Gewerbeabfall beziehen sich auf „hausmüllähnlichen Siedlungsabfall", der zum großen Teil aus Verwaltungsinstitutionen, von kommunalen Einrichtungen und Gewerbe- bzw. Industriebetrieben stammt und unter „Restabfall aus Gewerbe" (doppelt) erfasst wurde (Landkreis Stendal et al., 2009).

Für die Entsorgung des Abwassers sowie die Verwertung des anfallenden Klärschlamms im LK ist die Abwassergesellschaft Stendal GmbH (AGS) zuständig. Im Zuge der Teilprivatisierung der Stadtwerke Stendal im Jahre 2002 wurde der Bereich der Abwasserbeseitigung als AGS GmbH abgespalten. Die Betriebsführung der AGS obliegt weiterhin den Stadtwerken Stendal.

Der anfallende Klärschlamm der Kläranlage Stendal wird vererdet und zur Zeit auf landwirtschaftlich genutzte Flächen verbracht. Eine energetische Nutzung findet über die Klärgasnutzung hinaus nicht statt. Allerdings liegt sein energetischer Anteil unter 1 % des gesamten energetischen Potentials der BioRW des Untersuchungsgebietes.

3.11.5 Analyse zu den Abfallmengen im Landkreis Stendal

3.11.5.1 Differenzierung und Klassifizierung

Die Analyse basiert auf dem Abfallwirtschaftskonzept für den LK Stendal (Landkreis Stendal et al., 2009), ergänzt durch eigene Berechnungen auf Grundlage von Befragungen und vorliegender Teilstudien. Die von der ALS erfassten Abfallfraktionen im Zeitraum 2000 - 2009 werden als Zeitreihen repräsentiert. Dabei wurden die in der Machbarkeitsstudie zur Bioabfallverwertung im Landkreis Stendal (Kern & Sprick, 2010) zugrunde gelegten Angaben als Basisdaten übernommen.

Im Abfallwirtschaftskonzept des LK Stendal wird für die Erfassung und Folgebehandlung von Abfällen ein Klassifizierungssystem für den Siedlungsabfall nach Abfallfraktionen gemäß Anforderung des ALS-internen Rechnungswesens benutzt.

Für die Analyse benutzen die Autoren dieser Studie das Klassifizierungssystem der Abfallfraktionen des Statistischen Bundesamtes mithilfe von Angaben über Abfallquellen und deren Einordnung in Substrat-Ober- und Untergruppen. Als Herkunftsquellen der untersuchten Siedlungsabfälle wurden identifiziert:

1. Haushalte, Hausmüll (Haushaltsabfall)
2. Schulen, Institutionen, Verwaltungen, Gaststätten, etc. (hausmüllartiger Siedlungsabfall)
3. Abfall anderer Herkunft (Klärwerk/-anlagen)

Die Siedlungsabfälle wurden wegen ihrer Substrateigenschaften (gemäß avisierter Verwertungstechnologie) in folgende Ober- und Untergruppen aufgeteilt:

- *Obergruppe 1: Hausmüll* – fester Siedlungsabfall; Altholz wird aus Gründen der energetischen Nutzung gesondert geführt, d.h. hier unter Sperrmüll oder Wertstoffen nicht doppelt erfasst. Untergruppen:
  - ▷ Biogener Abfall
  - ▷ Wertstoffe
  - ▷ Altholz
  - ▷ Restabfall / Sperrmüll
- *Obergruppe 2: Hausmüllartiger Siedlungsabfall* – fester Siedlungsabfall; Altholz wird wie beim Hausmüll gesondert geführt. Die Komponenten der Untergruppen weichen vor allem in den Mengenanteilen von den Substraten der Untergruppen des Hausmüll ab. Inwieweit diese weiter untergliedert werden sollten, z. B. durch Sammelgruppen wie Straßenabfall oder Marktabfall oder in die Obergruppe „Siedlungsabfall anderer Herkunft" eingegliedert werden sollten, bleibt Gegenstand weiterer Überlegungen.
  - ▷ Biogener Abfall
  - ▷ Wertstoffe
  - ▷ Altholz
  - ▷ Restabfall / Sperrmüll
- *Obergruppe 3: Siedlungsabfall anderer Herkunft* – sonstiger Siedlungsabfall ohne gefährliche Abfälle, Elektroschrott, u. ä.; Altholz wird gesondert erfasst. An dieser Stelle wird Klärschlamm als einziges Substrat separat geführt. Aufgrund der unterschiedlichen Komponenten- bzw. morphologischen Strukturen weiterer zu identifizierenden „Siedlungsabfälle anderer Herkunft" können die dafür relevanten Sammelgruppen ggf. methodisch als Bestandteil eingegliedert werden.
  - ▷ Biogener Abfall (Klärschlamm, TM)

  Inert- und Störstoffe bleiben an dieser Stelle unberücksichtigt und werden erst im Rahmen der technologischen Konversion quantifiziert bzw. separiert.

3.11.5.2 Spezifische Abfall-Potentiale

Bei der Erfassung, Analyse oder Darstellung von Abfalldaten (Mengen und Tonnagen) mit direkter Zuordnung zum Verursacher „Subjekt" (Mensch oder Tier/Vieheinheit) ist es hilfreich mit „spezifischen Abfall-Potentialen" gemessen in Gewicht oder Menge pro Einwohner (kg/EW, m^3/EW) bzw. Großvieheinheit (kg/GVE) zu arbeiten. Diese Größe ist flächenneutral, mit der Kennziffer „Ertrag pro m^2" vergleichbar und bleibt trotz veränderlicher demographischer Strukturen oder von Viehbeständen relativ konstant. Eine Ausnahme bilden dabei der dem Hausabfall zugerechnete Rasen- und Gehölzschnitt (Garten). Bei diesem ist der absolute Wert der jährlichen Substratmenge in einem Untersuchungsgebiet unabhängig von der Einwohnerzahl und bleibt deshalb auch bei abnehmender Einwohnerzahl über einen bestimmten Zeitraum relativ konstant . In diesem Falle werden für ganzheitliche Berechnungen die spezifischen Werte proportional angepasst.

Um die vorliegenden ALS-Werte der letzten 10 Jahre in Fraktionen aufgliedern und als methodischen Schlüssel für die nachfolgenden Berechnungen nutzen zu können, werden den die in Landkreis Stendal et al. (2009) dargestellten Abfallmengen des LK Stendal entsprechend ihrer stofflichen Zusammensetzung folgenden Abfallgruppen nach Obergruppen differenziert:

- Hausabfall (Hausmüll) (100 %)
  - ▷ Restabfall („Graue Tonne") und Sperrmüll: 28,6 %
  - ▷ biogener Abfall („Braune Tonne" = „Biotonne"): 32 % - als Mix (Speisereste, dabei anteilig)
    - → 22,5 % Grünabfall aus Gärten (geschätztes Mittel zwischen 15 und 30 % im LK).
    - → etwa 3 % des gesamten Grünabfalls aus Gärten werden direkt vom Erzeuger zur Sammelstelle (Recyclinghof) verbracht.
  - ▷ Altholz: 9,6 %
  - ▷ Wertstoffe (ohne Altholz): 29,8 %.
- Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall (100 %)
  - ▷ Restabfall und Sperrmüll: 40 %
  - ▷ biogener Abfall: 30 %
  - ▷ Altholz: 5 %
  - ▷ Wertstoffe (ohne Altholz): 25 %.
- Abfall anderer Herkunft
  - ▷ biogener Abfall - Klärschlamm (100 %)

Die spezifischen Abfall-Potentiale auf Grundlage der im LK berechneten Abfallmengen (Landkreis Stendal et al., 2009) und der demografischen Entwicklung im LK Stendal im Zeitraum 2000 bis 2009 sind in Tab. 3.24 wiedergegeben.

Die Symbolik „AP < 100 %" beschreibt das aktuell realisierbare Abfallpotential bei einer Erschließungsquote von weniger als 100 % des gesamten Mengenpotentials. Die Symbolik „AP = 100 %" bezeichnet dagegen das wirtschaftlich maximal erschließbare Abfallpotential eines Untersuchungsgebiets in einem bestimmten Zeitraum.

Aufgrund der unterschiedlichen Siedlungsstruktur liegen die spezifischen Potentiale der meisten Fraktionen des Hausmülls bzw. hausmüllähnlichen Siedlungsabfalls im Stadtgebiet Stendal um ca.15 % höher als im LK, beim Bioabfall wegen des (potentiell geringeren) Gartenabfallaufkommens dagegen 10 % niedriger.

Der statistische Durchschnittswert an spezifischem Siedlungsabfall im Landkreises Stendal hat sich in den letzten 5 Jahren pro Jahr um ca. 5 kg/ EW·a erhöht (2005: 430,1 kg/EW). Im Jahre 2009 liegt der Wert bei 455,8 kg/EW. Eine analoge Entwicklung ist beim Hausmüll erkennbar, d. h. eine leichte Zunahme der spezifischen Potenziale. Die

Tabelle 3.24: Spezifisches Abfallpotential im LK Stendal im Zustand „AP < 100 %"

Landkreis Stendal	Spezifisches Abfallpotenzial im LK Stendal (kg/EW·a)					
AP < 100 %	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Einwohner	140606	131267	129481	127464	125429	123798
Siedlungsabfall gesamt	469,7	430,1	425,9	435,4	445,7	455,8
Hausabfall (Hausmüll)	393,4	364,1	360,0	380,0	379,8	384,6
Restabfall/ Hausmüll	106,3	87,6	87,3	84,2	81,5	80,5
Sperrmüll	51,4	29,3	23,0	28,4	29,0	29,8
BioRW – Biotonne (mit 22,5 % Garten, Laub)	60,1	90,6	100,5	119,5	121,4	123,0
BioRW – Recyclinghof	7,7	6,1	8,0	9,9	10,1	10,0
Wertstoffe	168,0	150,5	141,1	138,0	137,8	141,3
- Altholz	25,7	12,0	7,8	15,3	13,2	13,5
- PPK (Blaue Tonne)	76,8	68,1	60,3	45,2	45,2	46,0
- LVP (Leichtverpackung)	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0
- sonstige Wertstoffe	24,5	29,5	32,0	36,5	38,4	40,8
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	48,8	33,0	28,7	20,6	28,6	33,4
Restabfall/ Gewerbe (+ Sperrmüll)	19,5	13,2	11,5	8,2	11,4	13,4
BioRW – Biotonne (ohne Grünabfall)	14,6	9,9	8,6	6,2	8,6	10,0
Wertstoffe (getrennt, mit Altholz)	14,6	9,9	8,6	6,2	8,6	10,0
- Altholz	2,4	1,7	1,4	1,0	1,4	1,7
Klärschlamm	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5

Tabelle 3.25: Spezifisches Abfallpotential der Stadt Stendal im Zustand „AP < 100 %"

Stadt Stendal	Spezifisches Abfallpotenzial in Stendal Stadt (kg/ EW·a)					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Einwohner	39791	37137	36761	36306	35900	42629
Siedlungsabfall gesamt (AP < 100 %)	577,3	518,3	507,1	500,5	523,5	507,7
Hausabfall (Hausmüll)	486,3	447,9	442,3	446,2	458,8	444
Restabfall/ Hausmüll	122,2	100,7	100,4	96,8	93,7	88,5
Sperrmüll	59,1	33,7	26,4	32,7	33,4	32,8
BioRW – Biotonne (mit Garten, Laub)	69,1	104,2	115,6	137,4	139,6	135,2
BioRW – Recyclinghof	8,8	7	9,3	11,4	11,6	11
Wertstoffe (mit Altholz)	227,1	202,2	190,6	167,9	180,5	176,6
- Altholz	29,5	13,8	9	17,6	15,1	14,8
- PPK (Blaue Tonne)	88,3	78,3	69,3	52	52	50,6
- LVP (Leichtverpackungen)	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	45,1
- sonstige Wertstoffe	28,2	33,9	36,8	42	44,2	44,8
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	63,4	42,9	37,3	26,8	37,2	36,1
Restabfall/ Gewerbe	25,4	17,2	14,9	10,7	14,9	14,4
BioRW – Biotonne	19	12,9	11,2	8	11,2	10,8
Wertstoffe	19	12,9	11,2	8	11,2	10,8
- Altholz	3,2	2,1	1,9	1,3	1,9	1,8
Klärschlamm (TM)	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5

Durchschnittswerte von Stendal Stadt liegen um 15 % höher als die des Landkreises (nach Schätzung gemäß EFRE-Analyse). Im Ergebnis wurden 507,7 kg/EW·a bei Siedlungsabfall und 444,0 kg/ EW für Hausmüll für das Jahr 2009 ermittelt, wobei sich diese Werte seit 2005 auf einem relativ gleichbleibenden Niveau bewegen, was auf eine Stabilisierung im Konsumverhalten der Verbraucher im Stadtgebiet Stendal schließen lässt.

Innerhalb der Obergruppe Hausmüll ist mit Einführung der Biotonne der Anteil der gesammelten Biogenen Rest- und Wertstoffe (BioRW) im LK von 60,1 kg/EW seit dem Jahre 2000 auf 123,0 kg/EW (2009) zu Lasten des Restabfalls angestiegen. Im LK sind aktuell ca. 62 % der Bevölkerung an die Biotonne angeschlossen. Der Anschlussgrad der Einwohner von Stendal Stadt beträgt 67 %, was zu einer höheren Sammelquote als im LK geführt hat. Laut Statistik wurden in Stendal Stadt im Jahre 2009 durchschnittlich 135,2 kg/EW·a an biogenen Reststoffen über die Biotonne gesammelt, das sind 12,2 kg/ EW·a mehr als im LK.

Der Anteil von Grünabfall in der Biotonne entwickelte sich im LK Stendal von etwa 40 % (vom LK geschätzter Wert aus dem Jahre 2003/4) auf etwa 22,5 % (von den Autoren geschätzter Wert im Jahre 2009). In Stendal Stadt wird ein mittlerer Anteil von 20 % Grünabfall in der Biotonne geschätzt. Nach Angaben von ALS wurden ca. 10 kg/EW (das sind 3,2 % aller Grünabfälle) 2007/8 durch die Eigentümer direkt auf den Recyclinghof (ALS) verbracht. Von den insgesamt potenziell vorhandenen Grünabfällen (verwertbarer Restabfall aus Ernte und Pflege) aus den Gärten des LK (130 kg/EW) bzw. der Stadt Stendal (117 kg/EW) wurden somit insgesamt 30 % (=38 kg/ EW·a) im LK bzw. 32,0% (39 kg/EW) in Stendal Stadt von ALS eingesammelt.

Im Unterschied zum Bioabfall ist laut Statistik das spezifische Potential der Vergleichsgröße Restabfall (= „Reststoff-Mix" inkl. Sperrmüll) im LK seit dem Jahr 2000 von 37,7 % (157,7 kg/EW·a) auf 28,0 % (110,3 kg/ EW·a) im Jahre 2009 gesunken. Im Stadtgebiet Stendal sank der spezifische Restabfall von 181,3 kg/ EW·a (37,3 %, 2000) auf 111,3,9 kg/EW·a (25 %, 2009). Die sich im Restabfall befindlichen BioRW – durchschnittlich 32,0 kg/EW in Stendal Stadt – (deutscher Durchschnitt = 29,1 kg/EW·a) sind nach der erfolgten Sammlung i. d. R. schwer vom nichtorganischen Teil trennbar und werden in der MVA Rothensee mit verbrannt.

Innerhalb der Wertstoff-Fraktionen des Siedlungsabfalls haben sich die Anteile der Wertstoffe insgesamt (Papier, Pappe, Karton, Glas, LVP, Metalle, etc.) im LK um den Wert 140 kg/EW·a, bei Altholz auf 13,5 kg/EW sowie bei Klärschlamm (Trockensubstanz) auf ca. 27,5 kg/EW·a (Durchschnitt innerhalb der letzten 10 Jahre) als statistische Wertgrößen eingepegelt und stabilisiert. Im Stadtgebiet Stendal liegen die permanent abnehmenden spezifischen Abfallpotentiale der Wertstoffe im Jahre 2009 bei ca.75,5 kg/EW·a, bei Altholz schwanken die Werte um 15,0 kg/EW·a .

3.11.5.3 Abfallaufkommen in Stendal von 2000 bis 2009

Bei der Analyse der Zeitreihen zur Abfallsammlung (absolute Werte) in Stendal (LK, Stadt) von 2000 - 2009 (Landkreis Stendal et al., 2009) zeichnet sich beim Gesamtaufkommen (Tab. 3.26) eine relative Mengenkonstanz bei den Fraktionen der Wertstoffe/Altholz (bei Vernachlässigung des Klärschlamms) ab, so dass man sich beim Monitoring und der Entwicklung von Handlungsempfehlungen auf die Abfallfraktionen biogener Abfall (Biotonne, Grünabfall) und Restabfall („Bioabfälle im Restmüll") konzentrieren kann.

In den ermittelten Zeitreihen ist eine Entwicklungsdynamik der spezifischen Potentiale bei den Obergruppen der Fraktionen biogene Rest- und Wertstoffe (zunehmend) und Restabfall (abnehmend) zu erkennen, während sich die Wertstoffe (einschließlich Altholz) auf ein konstantes Niveau stabilisiert haben. Da gleichzeitig die Abfall-Gesamtmenge (Siedlungsabfall) nur leicht ansteigend bis konstant ist, besteht lediglich zwischen den Fraktionen Restabfall und biogener Abfall eine Dynamik in der Mengenveränderung. Gleichzeitig kann auf eine Korrelation zwischen diesen Fraktionen geschlossen werden, dessen Grad es zu untersuchen gilt.

Bei der Analyse der Ergebnisse im Rahmen der vorliegenden ALS-Abfallkonzeptes 2000-2009 gehen die Autoren von einem Nutzungspotenzial von AP < 100 % aus. Die berechneten Angaben erfolgten auf Grundlage vergleichbarer spezifischer Abfallpotenziale bzw. von Befragungen bei den Verantwortlichen und Mengenschätzungen (u. a. Anteil von Gras- und Baumschnitt bei den BioRW aus Gärten durch Eigenentsorgung, Anteil der Selbstlieferung an BioRW-Garten etc.). Das führte zur Annahme, dass von den bei den Eigentümern noch verbleibenden Mengen an Grünschnitt (Gras, Gehölzschnitt) etwa 40-50 % der aktuell selbst verwerteten (als Kompost verbliebenen) Menge energetisch noch erschließbar ist.

3.11.5.4 Aktuelle Situation der Abfallwirtschaft im Landkreis Stendal

Der Anteil vom (gesammelten) Hausmüll am gesamten Siedlungsabfall beträgt sowohl im LK als auch in Stendal Stadt durchschnittlich 86,3 %, der vom ALS gesammelten hausmüll-ähnlichen Siedlungsabfall 7,5 %. In der Abfall-Statistik des Landkreises Stendal wird innerhalb des Siedlungsabfalls neben dem Restabfall der Sperrmüll gesondert geführt, der sich anteilig aus 54 % Holz und holzartigen Bestandteilen zusammensetzt. Der erfasste Sperrmüll im UG beträgt ca. 387 t/a. Bei einem Bundesdurchschnittswert von 146 kg/EW und Jahr sollte die entstehende Tonnage für Alt- und Gebrauchtholz bei ca. 2.387 t/a liegen.

Küchenabfälle aus Haushalten sowie Grünschnitt aus Gärten (krautartig, holzartig) werden im Rahmen der Identifikationssysteme mittels Biotonne gesammelt. Für die Nutzung der Biotonne werden satzungsgemäß keine separaten Gebühren erhoben, die Entsorgung der biogenen Abfälle wird über die Restabfallgebühr quer-finanziert.

Als Ergebnis einer Analyse ergab sich, dass im Jahre

2008/9 knapp Dreiviertel der Biomasse aus den Gärten von den Eigentümern selbst kompostiert, gemulcht, verbrannt oder auf andere Weise entsorgt werden. Diese ca. 70 % aller Grünabfälle standen als energetisch oder stofflich nutzbares Potential nicht zur Verfügung. Ziel sollte es sein, die bisherige Sammelmenge auf mindestens 50 % im LK bzw. bis mindestens auf 75 % in Stendal Stadt zu erhöhen. Befragungen durch die Verfasser der Studie im LK (Stendal, Havelberg) ergaben, dass mindestens 50 % der Grünabfall-Potentiale aus den Gärten und Gartenanlagen bei Schaffung geeigneter „Anreize" für die Eigentümer im Laufe der Jahre noch erschließbar wären.

BioRW aus dem Siedlungsabfall (Biotonne, Gärten, Märkte, etc.) werden von der ALS- Sammelstelle in Stendal über mehr als 60 km in den südlichen Teil des Landkreises auf die Kompostieranlage Polte verbracht und dort stofflich verarbeitet (Kompost u. a.). Der verbleibende Teil des Bioabfalls aus Haushalten (kraut- /grasartige Biomasse), Laub, Grünschnitt aus der kommunalen Pflege sowie die unbehandelten holzartigen Abfälle wurden auf Privatflächen zur Eigenkompostierung benutzt, gemulcht, verbrannt oder über den Restabfall (Graue Tonne) entsorgt. Der anfallende Klärschlamm der Kläranlage Stendal wird vererdet und zur Zeit auf landwirtschaftlich genutzte Flächen verbracht. Eine energetische Nutzung findet nicht statt.

Der vom Klärwerk gesammelte von Klärschlamm hat einen Anteil von ca. 6,2 % (TM). Sein energetischer Anteil liegt unter 1% vom gesamten energetischen Potential der BioRW des Untersuchungsgebietes.

3.11.5.5 Erschließung weiterer Abfallpotentiale

Im Rahmen der Erschließung weiterer biogener Ressourcen speziell aus dem Restmüll und dem Bestreben, die Nutzung des Potential-Niveaus von „AP < 100 %" auf „AP = 100 %" zu erhöhen, ist nach Einschätzung der Autoren eine Sättigung, d. h. Stabilisierung in den Wertgrößen des Abfallpotentials innerhalb des regionalen Stoffkreislaufprozesses zu erwarten. Dabei spielt neben der Maximierung der Erfassungsmenge auch das ökologisch-ökonomische Erfordernis zur Abfallvermeidung eine gewichtige Rolle.

Die Nutzung der BioRW aus der Bewirtschaftung von Kleingartenanlagen, Privatgärten und Eigenheimgrundstücken bleibt weitgehend den Pächtern/ Eigentümern überlassen, in der Regel nach eigenem Ermessen. Insbesondere die offene Verbrennung und teilweise noch wilde Deponierung von BioRW weisen auf weiteren Handlungsbedarf hin.

Avisiert man den Anschluss weiterer privater Nutzer an das System Biotonne im LK Stendal, so sollten aus den Erfahrungen anderer Bundesländer weitere Potentiale erschließbar sein. ALS schätzt jedoch ein, dass mit dem Anschluss von ca. 70 % der Haushalte das Maximum erreicht sein wird. Die Verfasser der Studie gehen davon aus, dass mittelfristig die obere Anschlussgrenze von 100 % der Bürger an das System Biotonne angestrebt werden müsste. Dabei sollte über die Biotonne kein Grünabfall aus den privaten Gärten (i. d. R. 85 % krautartige Biomasse, 15 % Gehölzschnitt) gesammelt und mit den anderen Substraten vermischt werden, sondern vorwiegend Bioabfälle aus dem Haushalt (Speisereste, überalterte Nahrungsmittel, etc.).

Durch die Verfasser der Studie wird nach Analyse vorliegender Statistiken eingeschätzt, dass im Durchschnitt mehr als 40 % der hausmüllähnlichen Siedlungsabfälle (diese sind nicht überlassungspflichtig, so auch aus Verwaltungen von Gewerbe und Industrie) sowie aus Abfallpotentiale anderer Herkunft nicht zu 100 % erschlossen sind. Hier sind Mengensteigerungen (nach Identifikation) mittelfristig realisierbar.

3.11.6 Prognose zu Abfallpotentialen in Stendal bis 2050

Berechnung des optimal erschließbaren Abfallpotentials in der Situation „AP = 100 %"

Bei der Analyse der Ergebnisse im Rahmen des vorliegenden Abfall-Konzepts 2000-2009 von SDL gehen die Autoren von einem nicht 100 %-ig erschlossenen Nutzungspotential aus (AP < 100 %). Für die Darstellung von Entwicklungsszenarien und Handlungsstrategien bis 2050 ist die Angabe eines „optimal erschließbaren Potentials" (AP =100 $\%_{opt}$) erforderlich, d. h. die Fixierung einer Obergrenze, die es prognostisch zu erreichen gilt.

Wie bei herkömmlichen Stoffstromanalysen wird das (theoretische) Maximum einer verfügbaren Menge an Abfallpotential in dem Untersuchungsgebiet bestimmt. Danach wird die maximal berechnete Menge unter bestimmten Restriktionen (Erschließbarkeit/ Realisierbarkeit) optimiert, falls die (Randbedingungen) mathematisch messbar sind. I. d. R. liegt diese Möglichkeit in der Praxis nicht bzw. nur unscharf vor. In diesem Falle kann mithilfe eines Expertenkreises auf Basis vorhandener Daten und Insider-Wissens die Zielwerte abgeschätzt werden. So wurde auch im Falle der Zielwert-Prognose von Stendal vorgegangen.

Die Entwicklung eines Leitszenario zum Erreichen der Status-Quo-Situation „AP =100 $\%_{opt}$" für die Untersuchungsgebiete (UG) LK Stendal und Stadt Stendal wurde dazu auf Grundlage der geschätzten maximal erschließbaren Abfallpotenziale (in den Einzelfraktionen) sowie bekannter lokaler objektiver und subjektiver Einflussgrößen mithilfe eines von den Autoren entwickelten Entscheidungsschema für die Untersuchungsgebiete geschätzt und die Szenarien kommentiert. Siehe dazu Tabellen 3.10-4 und 3.10-5.

3.11.6.0.1 Prognose zur Entwicklung der Abfallmengen und Energiepotentiale auf Basis des Leitszenario im Landkreis Stendal (inkl. Stadt Stendal) und Stendal separat Die Abfall-Entwicklung für die Stendal Stadt und des LK wird mithilfe der oben beschriebenen Leitszenarien zur Erreichung der Zielstellung „AP =100 $\%_{opt}$") beschrieben. Dabei spielen sowohl geplante Maßnahmen (Handlungsaktionen) sowie ein erwartetes Abfallverhaltens (Konsumverhalten) der Einwohner eine entscheidende Rolle Im Rahmen des vorgegeben Zeitrahmens (2010-2050) wird die Entwicklung der Abfallmengen (Tonnagen) und Energiepotentiale in Etappen fixiert.

Im Leitszenario für den LK und die Stadt Stendal wird das Zwischenziel 2020/22 als „Energiewende-Jahr" vorgesehen, in welchem sich die Abfallpotentiale der einzelnen Fraktionen konsolidiert (stabilisiert) haben. In der Prognose wird ab 2010 bis zum Jahre 2020/22 auf Basis der demografischen Entwicklung der Abfallmengen (Tonnagen der Frischmasse und der organischen Trockenmasse) sowie der entsprechenden Energiepotentiale (thermische Energie) über eine jährlich gleichmäßige Änderung berechnet Für die Berechnung der Ausgangswerte im Jahre 2010 wurde der Trend der Jahre 2005-2009 fortgeschrieben.

3.11.6.1 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für Verwertungsszenarien der energetisch nutzbaren Substrate aus Abfall

Insgesamt konnte im UG LK Stendal ein (energetisches) Abfall-Potential mit derzeit (2010) ca. 75 GWh_{th} geschätzt werden, das sich 2020/22 auf 57,08 GWh_{th} bzw. 2050 auf 45,0 GWh_{th} stabilisiert (Status-Quo) haben wird. Unter der Einschränkung, dass der Restabfall-Mix nicht im UG verwertet, sondern aus dem UG exportiert wird (Verbrennung im HKW Magdeburg), sind in Stendal heute real energetisches Potential für Bioabfall mit ca. 24,2,0 GWh_{th} nutzbar, was sich 2020/22 auf 26,4 GWhth bzw. 2050 auf 22,6 GWh_{th} „stabilisieren" könnte, wenn man die oben genannten offenen Potentiale identifiziert und aktiviert. In die Gesamtkalkulation muss dabei auch die Abfallvermeidung durch das Konsumverhalten der Einwohner einbezogen werden.

Tabelle 3.26: Entwicklung des verfügbaren Abfallaufkommen in t Frischmasse (AP < 100 %) nach Sammlung durch ALS

Land/ Region/ Jahr	Bevölkerungsentwicklung					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Landkreis (LK)	140606	131267	129481	127464	125429	123798
Stendal Stadt	39791	37137	36761	36306	35900	42629
	Erfasste Abfallmengen (t Frischmasse)					
Siedlungsabfall LK (AP < 100 %)	66041,8	55735,0	53890,6	54567,3	54675,4	55153,9
Hausabfall (Hausmüll)	55313,6	47793,3	46613,8	48436,3	47638,8	47614,6
Restabfall/ Hausmüll	14946,4	11499,0	11303,7	10732,5	10222,5	9965,7
Sperrmüll	7230,0	3846,0	2977,0	3620,0	3637,4	3689,2
BioRW – Biotonne (mit Garten, Laub)	8444,0	11891,0	13019,0	15230,0	15230,0	15230,0
BioRW – Recyclinghof	1078,0	800,0	1042,0	1263,0	1266,8	1238,0
Wertstoffe (mit Altholz)	23615,2	19757,3	18272,1	17590,8	17282,1	17491,7
- Altholz	3607,5	1570,0	1012,0	1950,0	1650,0	1671,3
- PPK (Blaue Tonne)	10798,0	8933,0	7808,0	5764,8	5669,4	5694,7
- LVP (Leichtverpackung)	5764,8	5381,9	5308,7	5226,0	5142,6	5075,7
- sonstige Wertstoffe (Metalle, Glas, Elektroschrott)	3444,8	3872,4	4143,4	4650,0	4820,1	5050,0
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	6861,6	4331,8	3716,1	2625,8	3587,3	4134,9
Restabfall/ Gewerbe	2744,6	1732,7	1486,4	1050,3	1434,9	1653,9
(+ Sperrmüll)	343,1	216,6	185,8	131,3	179,4	206,7
BioRW – Biotonne	3866,7	3609,8	3560,7	3505,3	3449,3	3404,4
Wertstoffe (mit Altholz)	2058,5	1299,5	1114,8	787,7	1076,2	1240,5
- Althol	343,1	216,6	185,8	131,3	179,4	206,7
Klärschlamm (FM)	3866,7	3609,8	3560,7	3505,3	3449,3	3404,4
Siedlungsabfall SDLStadt (AP < 100 %)	21620,5	18163,9	17601,7	17836,4	18002,3	20735,9
Hausabfall (Hausmüll)	18001,8	15549,5	15219,3	15865,7	15680,3	18023,2
Restabfall/ Hausmüll	4864,3	3741,2	3690,6	3515,5	3364,7	3772,3
Sperrmüll	2353,0	1251,3	972,0	1185,8	1197,3	1396,4
BioRW – Biotonne (mit Garten, Laub)	2748,1	3868,7	4250,7	4988,7	5013,0	5764,9
BioRW – Recyclinghof	350,8	260,3	340,2	413,7	417,0	468,6
Wertstoffe (mit Altholz)	7685,6	6428,0	5965,8	5762,0	5688,4	6621,0
- Altholz	1174,1	510,8	330,4	638,7	543,1	632,6
- PPK (Blaue Tonne)	3514,2	2906,3	2549,3	1888,3	1866,1	2155,6
- LVP (Leichtverpackung)	1876,2	1751,0	1733,3	1711,8	1692,7	1921,3
- sonstige Wertstoffe	1121,1	1259,9	1352,8	1523,1	1586,5	1911,5
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	2524,4	1593,2	1371,6	972,3	1334,8	1538,5
Restabfall/ Gewerbe	1009,7	637,3	548,6	388,9	533,9	615,4
BioRW – Biotonne	757,3	478,0	411,5	291,7	400,4	461,6
Wertstoffe	757,3	478,0	411,5	291,7	400,4	461,6
- Altholz	126,2	79,7	68,6	48,6	66,7	76,9
Klärschlamm (TM)	1094,3	1021,3	1010,9	998,4	987,3	1174,2

Tabelle 3.27: Leitszenario für den LK Stendal in Etappen von 2010 bis 2050

LK Stendal	Optimierung des spezifischen Abfallpotenzials (kg FM/EW)						Prognose
AP<100 %	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050	AP=100 %
Landkreis (LK)	122189	127329	119770	108344	90936	68089	kg/ EW·a
Siedlungsabfall gesamt	447,4	Abfallmenge im Saldo nahezu konstant ! Entwicklung geprägt durch weitere Quellenerschließung (Biotonne, Gewerbe) und neues Konsumverhalten.					449,5
Hausabfall gesamt	386,5	Erhöhung des Erfassungsgrades (Biotonne) bei gleichzeitiger Reduzierung der Lebensmittelabfälle; weiterer Zugang durch Grünabfall (Rasen- und Gehölzschnitt) aus Gärten.					372,5
BioRW gesamt	146,8	Minimierung der Speiseabfälle und nicht genutzten Nahrungsmittel bei gleichzeitiger maximaler Verwertung zur Verwertung freien BioRW.					182,5
- Bioabfall (Biotonne)	112	Anschluss bis 85 % der EW im LK an das System Biotonne bis 2020/22 sowie 100 % bis 2025 (Ausgangswert 2010: 62 %) bei gleichzeitiger Reduzierung des Lebensmittelabfalls um 20 kg/EW.					117
- Grünabfall (Garten)	34,8	Aktivierung des Grünabfalls aus Gärten (Gras- und Gehölzschnitt) bis zu 50 % des vorhandenen Potenzials, was 65 kg/EW·a impliziert.					65,5
Altholz gesamt*)	13,5	Fortsetzung der bisherigen Erfassung und weitere Akquise bis Sättigung des Marktes im UG.					15
Wertstoffe gesamt**)	119,4	Fortsetzung der bisherigen Erfassung und weitere Akquise bis zur Sättigung des Marktes im UG.					125
Restabfall gesamt***)	106,8	Reduzierung der Lebensmittelabfälle (Biotonne, Konsumverhalten) um 25 kg/EW und der Wertstoffe um 5 kg/EW					50
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	33,4	Identifikation der (stofflichen und energetischen) Potenziale; Erschließung neuer Kunden und Geschäftsfelder (Marktsättigung bis 2020/22 realisierbar)					49,5
BioRW gesamt	10	Identifikation und Gewinnung weiterer Reststoffe z.B. aus Strassen- und Marktabfällen (auch in Abhängigkeit zur Entwicklung neuer Wirtschaftsstrukturen.)					15
Altholz gesamt	1,7	In Abhängigkeit zur Entwicklung von Handel und Gewerbe (Baugewerbe u.a.).					5
Wertstoffe gesamt	8,4	In Abhängigkeit zur Entwicklung von Handel und Gewerbe (Baugewerbe u.a.).					12
Restabfall gesamt	13,4	Erschließung weiterer Abfall-Quellen bei gleichzeitiger Wertstoffeffizienz					17,5
Klärschlamm	27,5	Sättigungsgrenze bleibt nahezu gleich, gemäß den biologischen Gegebenheiten.					27,5

*) mit sperrigem Holzabfall, **) ohne Altholz, ***) ohne sperrigem Holzabfall

Tabelle 3.28: Leitszenario für die Stadt Stendal in Etappen von 2010 bis 2050

Stendal Stadt	Optimierung des spezifischen Abfallpotenzials (kg FM/EW)						Prognose
AP < 100 %	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050	AP=100 %
Stendal Stadt	42075	41042	39650	37197	32465	25563	kg/ EW*a
Siedlungsabfall	489,0	Abfallmenge vermehrt sich im Saldo. Entwicklung (Energiewende) geprägt durch weitere Quellenerschließung (Biotonne, Grünabfall, Gewerbe) und neues Konsumverhalten.					534,5
Hausabfall gesamt	425,7	Erhöhung des Erfassungsgrades (Biotonne) bei gleichzeitiger Reduzierung der Lebensmittelabfälle; weiterer Zugang durch Grünabfall (Rasen- und Gehölzschnitt) aus Gärten.					452,5
BioRW gesamt	158,8	Minmierung der Speiseabfälle und nicht genutzten Nahrungsmittel bei gleichzeitiger maximaler Verwertung zur Verwertung freien BioRW.					227,5
- Bioabfall (Tonne)	120,6	Anschluss bis 100 % der EW im LK an das System Biotonne bis 2020/22 (Ausgangswert 2010: 67 %) bei gleichzeitiger Reduzierung des Lebensmittelabfalls um 20 kg/EW.					130,0
- Grünabfall (Garten)	38,2	Aktivierung des Grünabfalls aus Gärten (Gras- und Gehölzschnitt) bis zu 75 % des vorhandenen Potenzials, was 97,5 kg/EW/·a impliziert.					97,5
Altholz gesamt*)	14,8	Uneingeschränkte Fortsetzung der Akquise und bisherigen Sammlung bis zur Sättigung des Marktes im UG.					15,0
Wertstoffe gesamt**)	138,7	Uneingeschränkte Fortsetzung der Akquise und bisherigen Sammlung bis zur Sättigung des Marktes im UG.					140,0
Restabfall gesamt***)	113,3	Reduzierung der Lebensmittelabfälle (Biotonne, Konsumverhalten) um 30 kg/EW und der Wertstoffe um 5 kg/EW					70,0
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	35,8	Identifikation der (stofflichen und energetischen) Potenziale; Erschliessung neuer Kunden und Geschäftsfelder (Marktsättigung bis 2020/22 realisierbar)					54,5
BioRW gesamt	10,7	Identifikation und Gewinnung weiterer Reststoffe z.B. aus Strassen- und Marktabfällen (auch in Abhängigkeit zur Entwicklung neuer Wirtschaftsstrukturen)					20,0
Altholz gesamt	1,8	In Abhängigkeit zur Entwicklung von Handel und Gewerbe (Baugewerbe u. a.).					5,0
Wertstoffe gesamt	8,9	In Abhängigkeit zur Entwicklung von Handel und Gewerbe (Baugewerbe u. a.).					12,0
Restabfall gesamt	14,4	Erschließung weiterer Abfall-Quellen bei gleichzeitiger Wertstoffeffizienz (auch in Abhängigkeit zur Entwicklung neuer Wirtschaftsstrukturen)					17,5
Klärschlamm	27,5	Sättigungsgrenze bleibt nahezu gleich.					27,5

*) mit sperrigem Holzabfall, **) ohne Altholz, ***) ohne sperrigem Holzabfall

Tabelle 3.29: Prognose der Entwicklung der Abfallmengen in Frischmasse im Landkreis Stendal, Leitszenario „Abfallwirtschaft Landkreis Stendal 2020/22"

LK Stendal	Abfallaudfkommen im LK Stendal (kg FM)					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Frischmasse kg/ a						
Siedlungsabfall (<100						
Hausabfall gesamt	30989	48856	45453	39294	35014	28000
BioRW gesamt	17937	19600	19720	18708	17736	15063
- Bioabfall (Tonne)	13689	14392	13716	12676	10640	7966
- Grünabfall (Garten)	4247	5209	6004	6032	7097	7097
- Rasenschnitt (85%)	3610	4427	5103	5127	6032	6032
- Gehölzschnitt (15%)	637	781	901	905	1064	1064
Altholz gesamt	1651	1758	1707	1625	1364	1021
Wertstoffe gesamt	14586	15343	14634	13543	11367	8511
Restabfall gesamt	13052	12154	9391	5417	4547	3404
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	4083	4665	4965	5363	5363	5363
BioRW gesamt	1226	1404	1499	1625	1625	1625
Altholz gesamt	204	297	399	542	542	542
Wertstoffe gesamt	1021	1157	1219	1300	1300	1300
Restabfall gesamt	1633	1807	1848	1896	1896	1896
Klärschlamm (FM)	3.360.198	3.501.548	3.293.675	2.979.460	2.500.740	1.872.448

Tabelle 3.30: Prognose der Entwicklung der Abfallmengen als Trockenmasse im Landkreis Stendal, Leitszenario „Abfallwirtschaft Landkreis Stendal 2020/22"

LK Stendal	Abfallaufkommen im Landkreis Stendal (kg TM)					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK, EW)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Trockenmasse kg/ a						
Siedlungsabfall (kg)	495571	516329	485552	438623	369261	277677
Hausabfall (kg TM))	13719	14034	12831	10629	9724	7985
BioRW gesamt	6195	6807	6898	6566	6314	5432
- Bioabfall ($kg_{org\ TS}$)	4517	4749	4526	4183	3511	2629
- Grünabfall	1678	2057	2372	2383	2803	2803
- Rasenschnitt (kg $TM_{15\%}$)	1372	1682	1939	1948	2292	2292
Gehölzschnitt (kg TM_{atro})	306	375	432	434	511	511
- Altholz (kg TM_{atro})	1651	1758	1707	1625	1364	1021
- Restabfall (kg$TM_{\varnothing}$)	5874	5469	4226	2438	2046	1532
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	1343	1574	1726	1931	1931	1931
BioRW gesamt	404	463	495	536	536	536
Altholz gesamt	204	297	399	542	542	542
Restabfall gesamt	735	813	832	853	853	853
Klärschlamm (kgTS)	480508	500721	470996	426063	357606	267760

Tabelle 3.31: Prognose der Entwicklung der zu den Abfallmengen äquivalenten thermischen Energie-Potentiale in MWh_{th} im Landkreis Stendal gesamt, Leitszenario „Abfallwirtschaft Landkreis Stendal 2020/22"

LK Stendal	Abfallaufkommen (energetisches Potential) Landkreis Stendal					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK, EW)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Energiemenge MWh_{th}						
Siedlungsabfall (MWhth)	74799	76153	69102	56998	52657	44732
Hausabfall (MWh_{th})	67107	67316	59632	46686	42427	34610
BioRW gesamt	22583	24927	25415	24259	23603	20516
- Bioabfall (MWh_{th})	15811	16622	15842	14641	12289	9201
- Grünabfall (MWh_{th})	6772	8305	9573	9618	11315	11315
- Rasenschnitt (85%)	5488	6730	7757	7793	9169	9169
- Gehölzschnitt (15%)	1284	1575	1816	1824	2146	2146
- Altholz (MWh_{th})	6933	7384	7170	6826	5729	4290
- Restabfall (MWh_{th})	37591	35005	27047	15602	13095	9805
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	7116	8236	8905	9801	9801	9801
BioRW gesamt	1557	1783	1904	2065	2065	2065
Altholz gesamt	857	1249	1678	2275	2275	2275
Restabfall gesamt	4702	5203	5323	5461	5461	5461
Klärschlamm (MWh_{th})	577	601	565	511	429	321

Tabelle 3.32: Prognose der Entwicklung der Abfallmengen in Frischmasse in Stendal Stadt

LK Stendal	Abfallaufkommen im LK Stendal (kg FM)					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Frischmasse kg/ a						
Siedlungsabfall (<100%)	1.178.325	1.149.769	1.111.314	1.041.776	909709	717606
Hausabfall gesamt	17909	17690	17409	16832	15152	13230
BioRW gesamt	6683	7082	7659	8462	7847	7479
- Bioabfall (Tonne)	5076	5028	4969	4836	4220	3323
- Grünabfall (Garten)	1607	2054	2690	3627	3627	4155
- Rasenschnitt (85%)	1366	1746	2286	3083	3083	3532
- Gehölzschnitt (15%)	241	308	403	544	544	623
Altholz gesamt	625	611	592	558	487	383
Wertstoffe gesamt	5836	5703	5525	5208	4545	3579
Restabfall gesamt	4766	4294	3633	2604	2273	1789
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	1508	1624	1791	2027	1769	1393
BioRW gesamt	449	515	608	744	649	511
Altholz gesamt	76	100	135	186	162	128
Wertstoffe gesamt	376	392	415	446	390	307
Restabfall gesamt	606	617	632	651	568	447
Klärschlamm (FM)	1.158.908	1.130.455	1.092.114	1.022.918	892788	702983

Tabelle 3.33: Prognose der Entwicklung der Abfallmengen als Trockenmasse in Stendal Stadt

LK Stendal	Abfallaudfkommen im LK Stendal (kg TM)					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK, EW)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Trockenmasse						
Siedlungsabfall	171300	167216	161722	151760	132636	104951
Hausabfall (kg TM))	5079	5014	4929	4758	4335	3927
BioRW gesamt	2310	2471	2702	3028	2825	2738
- Bioabfall (kgorgTS)	1675	1659	1640	1596	1393	1097
- Grünabfall	635	811	1063	1433	1433	1641
Rasenschnitt (kg TM 15%)	519	663	869	1171	1171	1342
Gehölzschnitt (kg TM_{atro})	116	148	194	261	261	299
- Altholz (kg TM_{atro})	625	611	592	558	487	383
- Restabfall (kg $TM_{\varnothing}$)	2145	1932	1635	1172	1023	805
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	497	548	620	724	632	498
BioRW gesamt	148	170	201	246	214	169
Altholz gesamt	76	100	135	186	162	128
Restabfall gesamt	273	277	285	293	256	201
Klärschlamm (kg TS)	165724	161655	156172	146277	127669	100526

Tabelle 3.34: Prognose der Entwicklung der zu den Abfallmengen äquivalenten thermischen Energie-Potentiale in MWh_{th} in Stendal Stadt gesamt. Tlw. berechnet auf Grundlage der GICON-Konversionstechnologie für Vergärung von Grünabfall und Substraten aus der Biotonne.

LK Stendal	Abfallaufkommen (energetisches Potential) Landkreis Stendal					
	2010	2012	2015	2020/22	2030	2050
Landkreis (LK, EW)	122189	127329	119770	108344	90936	68089
Energiemenge MWh_{th}						
Siedlungsabfall (MWh_{th})	27608	27058	26326	24986	22543	19823
Hausabfall (MWh_{th})	24775	24014	22978	21210	19247	17228
BioRW gesamt	8425	9083	10028	11368	10657	10464
- Bioabfall (MWh_{th})	5863	5808	5739	5585	4875	3838
- Grünabfall (MWh_{th})	2562	3275	4289	5782	5782	6625
- Rasenschnitt (85%)	2076	2654	3475	4686	4686	5369
- Gehölzschnitt(15%)	486	621	813	1097	1097	1257
- Altholz (MWh_{th})	2624	2564	2485	2343	2045	1610
- Restabfall (MWh_{th})	13727	12367	10464	7499	6545	5154
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	2635	2851	3161	3601	3143	2475
BioRW gesamt	571	654	773	945	825	650
Altholz gesamt	318	421	566	781	682	537
Restabfall gesamt	1745	1776	1822	1875	1636	1288
Klärschlamm (MWh_{th})	199	194	187	176	153	121

3.12 Zusammenfassende Übersicht über die regionalen Energieerzeugungspotentiale

Einen Überblick über die Potentiale erneuerbarer Energieträger im Untersuchungsgebiet Stendal/2011 gibt Tab. 3.35. Auch wenn nicht auf alle Potentiale gleichermaßen sicher zugegriffen werden kann, so zeigt sich mit rund 588 GWh/a doch ein erhebliches Potential. Die größte Position macht dabei die Windkraft aus. Das energetische Potential biogener Abfälle ist für 2050 angegeben, für die Jahre zuvor ist noch mit höheren Werten zu rechnen, so dass die Nutzung dieser Reststoffe dringend zu empfehlen ist. Die Potentiale von Stroh, Holz (einschließlich Waldrestholz) und Windkraft sind ebenfalls lohnend, wenngleich hier mögliche Konkurrenzen mit der zukünftig bedeutsameren stofflichen Nutzung berücksichtigt werden müssen. Das Gesamtpotential reicht demnach nicht aus, um den gesamten aktuellen Energiebedarf von Stendal/2011 zu decken. Perspektivisch, d. h. im Jahr 2050, wäre dies voraussichtlich möglich, ohne alle Potentiale vollständig nutzen zu müssen.

Unter Berücksichtigung der Ressourcenregion ist jedoch eine regenerative Versorgung bereits heute denkbar, da die Region eher dünn besiedelt ist, d. h. mit der Erweiterung des Betrachtungsraumes die benötigte Energiemenge nicht proportional steigt. In etwa dürften in der Ressourcenregion 1.600 GWh/a benötigt werden. In der Ressourcenregion insgesamt (einschließlich des Gebietes von Stendal) sind deutlich größere Potentiale vorhanden. So könnten über den Anbau von Mais oder Ersatzkulturen über 600 GWh/a gewonnen werden; Stroh trüge rund 120 GWh/a bei und die Windkraft 420 GWh/a. Summiert sind dies etwa 1.600 GWh/a, so dass der Bedarf gedeckt werden könnte. Unter Berücksichtigung der prognostizierten Verringerung des Energiebedarfes wäre demnach bereits in absehbarer Zeit eine nachhaltige energetische Eigenversorgung möglich, die die regionalen Potentiale erhält und nicht übernutzt.

Anhand der verwendeten Berechnungsansätze ist die Flächeneffizienz verschiedener erneuerbarer Energieträger in der Region abgeschätzt worden (Abb. 3.13). Diese ist vor dem Hintergrund der sich verschärfenden Flächenkonkurrenz von großer Bedeutung. Sie macht deutlich, dass die landwirtschaftlichen Biogasanlagen erhebliche Flächen in Anspruch nehmen müssen, während insbesondere WKA auf sehr geringer Grundfläche enorme Energieausbeuten ermöglichen. Zukünftig wird deshalb der Windkraft eine wachsende Bedeutung zukommen müssen.

Tabelle 3.35: Übersicht über die regenerativen Potentiale des Untersuchungsgebietes Stendal/2011.

Potential	Energie/a [GWh]	Bemerkungen
Biogene Abfälle	22,6	Gwh_{th}, Wert für 2050
Maisanbau	9,5	Anbau auf 106 ha
Stroh	54,1	dv. Getreidestroh: 37,3 GWh
Wirtschaftsdünger	19,8	nicht vollständig zu bergen
Grünlandüberschüsse	27,9	
Randstreifen (Straßen, Gewässer)	6,8	krautiges und holziges Material zusammen
Waldholz	28,9	
Waldrestholz	1,5	
Kurzumtrieb mit Klarwasser	4,2	
Kurzumtrieb zusätzliche Randstreifen	97,1	Inanspruchnahme bisher genutzter Flächen
Windkraft	200,0	einschließlich Prüfflächen
Photovoltaik Dachflächen	41,5	
Photovoltaik Fassaden	5,2	
Photovoltaik Freiflächen	69,1	tatsächliche Verfügbarkeit der Flächen unsicher
Summe	588,2	

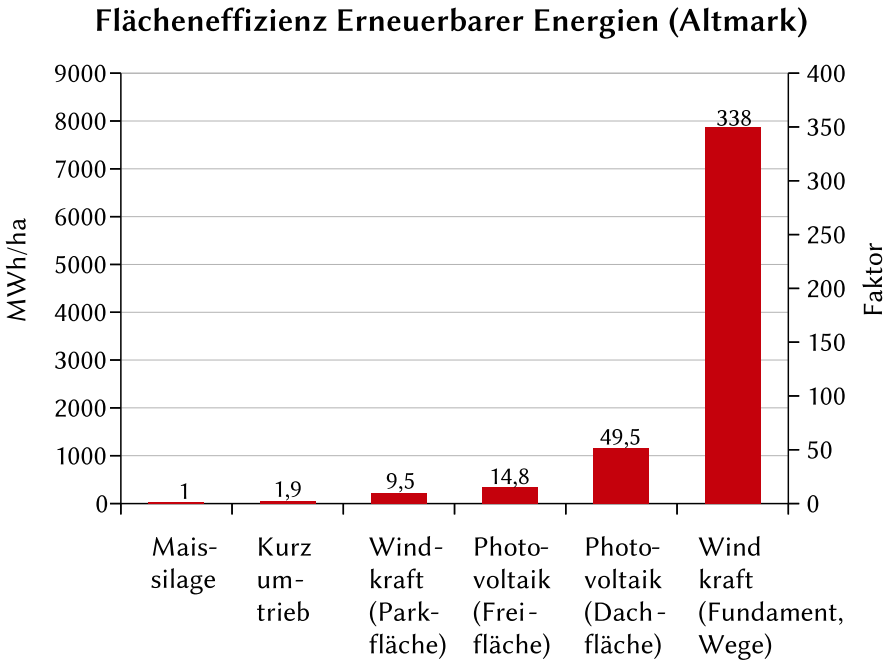


Abbildung 3.13: Flächeneffizienz verschiedener regenerativer Energien mit für die Altmark spezifischen Ertragsgrößen.

4 Entwicklungsszenarien zukünftiger Energieversorgungs- und nutzungsstrukturen

4.1 Einflussfaktoren

4.1.1 Demographische und territoriale Veränderungen

Der zu beobachtende drastische Bevölkerungsrückgang ist für den Entwurf der zukünftigen Energieversorgung eine wesentliche Bestimmungsgröße. Die Bevölkerungsprognose ist im Kap. 2.2 auf S. 49 ausführlich abgeleitet und dargestellt. Im folgenden wird die Entwicklung in Hinsicht auf das Energiekonzept kommentiert:

- Für Stendal im Stadtgebiet von 2009 stehen 2050 noch etwa 21- 22 Tausend Einwohner (bzw. 12.000 zu versorgende Haushalte) in Aussicht, bei etwa 35,5 Tausend Einwohnern (und 17.800 Haushalten) 2009 (Tab. 2.4 auf S. 52, Abb. 4.1),
- für Stendal im Stadtgebiet von 2011 noch etwa 25-26 Tausend Einwohner, bei etwa 42,6 Tausend Einwohner 2009 – jeweils ein Einwohnerverlust von ca. 40%.
- Bezogen auf die Einwohnerzahl von 1989, in dem das ggf. in Frage stehende Fernwärmenetz (bis auf den Anschluss des Wohngebietes Stendal-Nord) bereits weitgehend ausgebaut war - nach 1990 aber grundlegend modernisiert wurde, könnten die Einwohnerverluste im Jahr 2050 etwa 60% betragen.
- Dem zumindest partiell entgegen wirken könnten ein noch stärkerer örtlicher Zentralisierungsprozess in der Altmark, ein bisher so nicht absehbares Wirtschaftswachstum (u.a. infolge der energetischen Umgestaltung) oder nationale Erfordernisse deutlich verstärkter Zuwanderung.

Die für den Untersuchungsraum Stadtgebiet von Stendal 2009 (8.297 ha/ 0,23 ha pro EW) ermittelten regionalregenerativen Energiepotentiale betragen theoretisch etwa 265 GWh/ a. Dem gegenüber steht ein aktueller Energiebedarf von etwa 775 GWh/a, was einem theoretischen Deckungsgrad aus regionalen/ regenerativen Energiepotentialen von etwa 34% entspricht. Dazu könnten die Biomasse ca. 53%, die Photovoltaik 43,5% und die Windkraft 3,5% beitragen. Bezogen auf die deutlich sinkenden Energiebedarfe 2025 (570 GWh/a) bzw. 2035 (465 GWh/ a) bzw. 2050 (345 GWh/ a) betrügen die theoretischen Deckungsgrade 46%, 57% bzw. 77%.

Da sich das Stadtgebiet ab 2010 auf 26.802 ha vergrößert (42.717 EW/ 0,63 ha pro EW) und sich der Flächenanteil pro Einwohner etwa verdreifacht hat (und 2025/ 2035/ 2050 bereits etwa 0,78/ 0,88/ 1,06 ha pro EW betragen könnte), wäre bereits heute ein vollständiger theoretischer Deckungsgrad aus regionalen/ regenerativen Energiepotentialen anzunehmen.

Auch die Art der regionalen Energiepotentiale wird sich im Vergleich zu den Potentialen aus dem Stadtgebiet von 2009 gravierend in Richtung Windkraft verschieben und sich dem Landesdurchschnitt in Sachsen-Anhalt angleichen (Anteil der Windkraft an den erneuerbaren Energien aktuell etwa 73%).

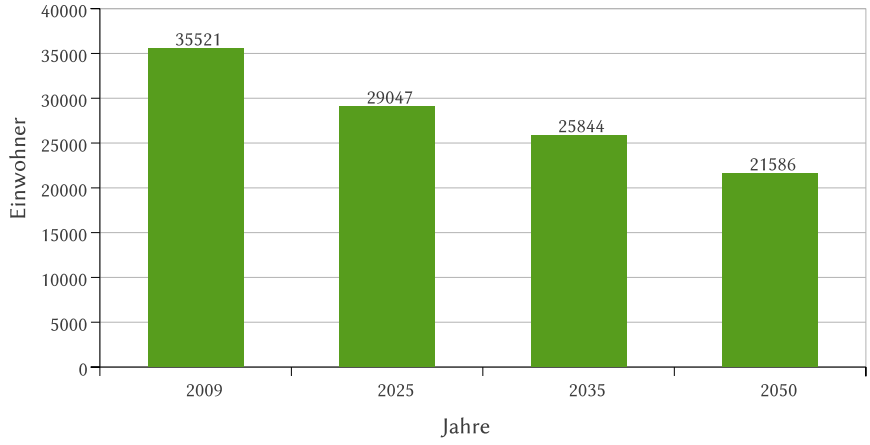


Abbildung 4.1: Bevölkerungsprognose 2009 bis 2050 (zur Herleitung siehe Kap. 2.2).

4.1.2 Technologieentwicklung

4.1.2.1 Einleitung

Nach dem desaströsen Atomenergieunglück in Japan und den Geschehnissen im arabischen Raum dürfte die Technologieentwicklung auf den Gebieten der Energieeinsparung, der Erhöhung der Energieeffizienz (jeweils um etwa 50% bis 2050), der Dezentralisierung der Energieversorgung und der Nutzung Erneuerbarer Energien weltweit sprunghaft voran getrieben werden. Dies geschieht auch vor dem Hintergrund, dass die Kosten für die Nutzung endlicher, klimaschädlicher fossiler Energieträger deutlich steigen, während die Kosten für erneuerbare Energien weiter erheblich sinken werden. Da ein Großteil der regenerativen Energieerzeugungstechnologien und sowohl die Strom- als auch die Wärmespeicherung sich noch in der Entwicklung befinden und ständig innovative Technologieansätze hinzukommen ist eine Prognose für den mittelfristigen Zeitraum nur begrenzt, für den Zeitraum bis 2050 nur in groben Zügen möglich. Die größten Energieeinsparungs- und –effizienzpotentiale liegen bei Gebäuden, im Verkehr und in industriellen Produktionsprozessen.

Ein Passivhaus kommt bei einem Jahresheizwärmebedarf von maximal 15 kWh/ m^2 ·a mit etwa 1/10 des Heizenergiebedarfes des Gebäudedurchschnitts aus, wird ab 2020 in leicht modifizierte Form europäischer Standard und ist in einigen österreichischen Bundesländern (z.B. im Vorarlberg) bereits seit mehreren Jahren Bauvorschrift für Wohnhäuser. Plusenergiehäuser (wie die Freiburger oder die Plusenergiegrundschule in Hohen Neuendorf bei Berlin) produzieren über energieaktive Gebäudeoberflächen mehr Energie als sie verbrauchen. Die aufwandsbedingten Mehrkosten haben sich in der Regel über minimale Heizkosten in weniger als 10 Jahren amortisiert.

Für die bereits bis 2035 erreichbare vollständige regionale Energieversorgung der Hansestadt Stendal dürfte von folgenden generellen Entwicklungen in Deutschland auszugehen sein:

- die Optionenvielfalt regenerativer Energieerzeugungstechnologien, intelligenter Verteilnetze/ -anlagen und flexibler Speichertechnologien ermöglicht künftig eine sichere, zuverlässige und kostengünstige Energieversorgung in regenerativen Kombikraftwerken,
- die Potentiale der Energieeinsparung und der Erhöhung der Energieeffizienz werden in beträchtlichem Umfang erschlossen, die an sich erforderlichen energetischen Gebäudesanierungen aber noch nicht abgeschlossen sein,
- die Energiesparten Strom, Wärme und Kraftstoffe werden ihre technologischen Grenzen auch wirtschaftlich überschreiten können, so dass z.B. aus Strom Wärme oder Kraftstoff oder aus Kraftstoff Strom und Wärme erzeugt werden kann,
- die regenerative Stromerzeugung vorwiegend aus der Windkraft (60- 80%), der Photovoltaik und der Biomasse (je 10- 20%) sowie die Wandlung von Strom in chemische Energieträger - wie regeneratives Methan – entwickelt sich zum Hauptstandbein der Energieversorgung: Strom wird zunehmend zur Primärenergie,
- die verschiedenen regenerativen Energieerzeugungstechnologien und die umfänglich verfügbaren Speichertechnologien werden zu regionalen/ überregionalen Kombikraftwerken vernetzt; der Dezentralisierungsprozess in der Strom-, Wärme- und Gasversorgung dürfte weitgehend abgeschlossen sein,
- die verschiedenen Formen der solaren Wärmegewinnung werden in der Gebäudeversorgung einen maßgeblichen Beitrag leisten; Häuser, die mehr Energie erzeugen als sie verbrauchen, könnten im Neubau bereits die Regel sein,
- der Schwerpunkt der technischen Biomassenutzung wird sich auf die Herstellung u.a. von biochemischen Rohstoffen/ Produkten und ggf. Kraftstoffen verlagern (GreenTech-Gewerbe), wobei die energetische Reststoffnutzung ausgebaut werden wird.

Für die Energieversorgung der Hansestadt Stendal im Zeitraum bis 2035 dürften aufbauend auf der verfügbaren Versorgungsstruktur im Wesentlichen folgende energetische Technologiebausteine marktfähig verfügbar werden, die sich zu großen Teilen aber bereits heute über das Erneuerbare-Energien-Gesetz „rechnen" lassen:

- Energieträgererzeugungsanlagen
  - ▷ Anlagen für die Herstellung von regenerativen Energieträgern aus Überschussstrom vorwiegend der Windkraft und der Photovoltaik (Wasserstoff, Methan, Dimethylether, Kerosin),
  - ▷ Bio- Kombinationsanlagen für die Herstellung von regenerativen Energieträgern durch Vergärung, Vergasung und Pyrolyse biogener Rest- und Wertstoffe (Methan, Synthesegas).
- Energieerzeugungsanlagen
  - ▷ „onshore"- Windkraftanlagen großer Leistung von vermutlich mehr als 10 MW,
  - ▷ frei aufgestellte und gebäudeintegrierte (Hybrid-) Photovoltaikanlagen mit einem Wirkungsgrad von vermutlich deutlich mehr als 25%,
  - ▷ zentrale/ dezentrale Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen auf Basis regenerativer Energiegase,
  - ▷ in Einzelfällen: größere heizungsstützende Solarthermieanlagen, größere elektrische Umweltwärmepumpenanlagen, Biomasseverbrennungs-/ -vergasungsanlagen, kleine Windkraftanlagen.
- Energiespeicherung

  - ausreichende Verfügbarkeit von Langzeit-Speicherkapazitäten für regenerative Energiegase im Erdgasnetz, diverse Kurzzeit- Speicherkapazitäten für Strom und Wärme und Latentwärmespeicher für die Gebäudeklimatisierung.

- Energieversorgungsnetze
  - Verfügbarkeit der Bidirektionalität von Strom- und Gasnetz (Wandlung von Überschussstrom in Energiegase und deren Re-Verstromung) und generell intelligenter Netze (smart grids).

Der Leistungsanteil der jeweiligen erneuerbaren Energien an dem Gesamtaufkommen einer 100%igen regenerativen Energieversorgung wird sich maßgeblich an deren Leistungsentwicklung und den spezifischen Gestehungskosten bemessen. Im Strombereich weisen die Photovoltaik und die Windkraft die größten Kostensenkungspotentiale auf, während sowohl die Biomasse als auch das Biogas nur noch über geringe Spielräume verfügen (Tab. 4.1). Unabhängig von den aktivierbaren Aufkommen dürften letztere etwa nach Auslaufen des EEG Strom stark an Bedeutung verlieren.

4.1.2.2 Energieerzeugung

4.1.2.2.1 Windkraftanlagen großer Leistung Im Mix der Erneuerbaren Energien werden die Windkraftanlagen großer Leistung den mit Abstand größten Beitrag einbringen. Jeweils auf einen ha Fläche gerechnet kann sie z. Zt. etwa das 80- 120 fache von energetischer Biomasse leisten. Die Entwicklung der jeweils leistungsstärksten Windkraftanlagen in den letzten 2 Jahrzenten war enorm: Von 0,5 MW zu Beginn der 1990er Jahre zu einer heute seriell verfügbaren Baugröße von 7,5 MW, also dem Fünfzehnfachen.

Baugrößen von 10 MW befinden sich bereits in der Entwicklung (beides Enercon), wobei sich die leichter anlaufenden getriebelosen Windkraftanlagen vermutlich längerfristig durchsetzen werden. Parallel dazu sanken die spezifischen Gestehungskosten pro kWh deutlich unter den fossil-atomaren Strompreis.

Die Ausweisung weiterer Windvorranggebiete (vor allem in den bisher restriktiv verfahrenden Bundesländern/ Planungsregionen), das Repowering nahezu aller veralteten Windräder und die Übergabe von Entscheidungskompetenzen an die jeweiligen Kommunen sind Rahmenbedingungen für eine 100%ige Versorgung der Bundesrepublik mit Strom aus Erneuerbaren Energien in der Fläche.

Offshoreanlagen werden an besonders geeigneten Standorten der Nord- und Ostsee verstärkt gebaut, wobei führende Windkraftanlagenhersteller (wie Enercon) sich nicht daran beteiligen wollen. Als limitierender Faktor einer Konzentration der Windkraftanlagen im Norden Deutschlands wird der nur begrenzt sinnvolle/ leistbare Netzausbau (nach Süden) wirken. Zudem wird der Offshore-Windstrom noch lange sehr viel teurer sein als der zu Land erzeugte Windstrom.

U. a. aufgrund von Stromspeichererfordernissen (Tz. 4.1.2.3.1) wird sich bei Onshoreanlagen das Dezentralitätsprinzip bedarfsabhängig/ in kommunaler Zuordnung verstärken.

Unabhängig von der aktuellen Entscheidungslage wird die Nutzung der Windkraft großer Leistung auf dem Stadtgebiet von Stendal 2011 (mit geschätzten 30- 40 MW) absehbar zu einem wirtschaftlichen Muss für die Marktfähigkeit des Strompreises der Stadtwerke. Hierfür hätte sich beispielsweise die Sicherung des Windvorranggebietes bei Buchholz angeboten.

4.1.2.2.2 Kleinwindkraftanlagen Kleinwindräder (bis etwa 5, maximal 10 kW elektrischer Leistung) sind physikalisch bedingt und aufgrund bisher zu geringer Produktions-Stückzahlen (und zuweilen mangelnder Qualität) z. Z. nicht in der Lage, marktfähigen Strom zu erzeugen, zumal dieser über das EEG nicht entsprechend vergütet wird. Für die Eigenversorgung von Gebäuden mit Strom werden sie (gemeinsam mit PV-Anlagen) jedoch schon bald größere Verbreitung finden (FuSystems).

4.1.2.2.3 Photovoltaikanlagen Da die Photovoltaik ohne bewegliche Teile auskommt ist sie die eleganteste, obwohl in unseren Breiten nicht die ertragreichste Art der regenerativen Stromerzeugung. Die mit Abstand größten Investitionen innerhalb der erneuerbaren Energien zwischen 2000 und 2010 wurden in die Solarenergie und dort wiederum in die Photovoltaik getätigt. Dabei haben sich die Kosten pro Kilowatt (peak) photovoltaisch erzeugten Stroms innerhalb der letzten 20 Jahre auf etwa 15% reduziert.

Innerhalb der letzten 15 Jahre hat sich der elektrische Wirkungsgrad von seriell verfügbaren PV- Anlagen auf inzwischen 22- 24% der einfallenden Sonnenstrahlung nahezu verdreifacht und wird bis etwa 2025 vermutlich auf 30% ansteigen. Für Spezialanwendungen (wie für die PV-Stromversorgung von Funkgeräten der US- Armee) sind bereits Wirkungsgrade von über 40% erreicht worden. Soll die Stromversorgung Deutschlands bis 2050 zu 100% aus erneuerbaren Energien bestritten werden, wird die Photovoltaik (10-20%) nach der Windkraft (60- 80%) und noch vor der Bioenergie den größten Beitrag leisten können.

Große Freiflächenanlagen haben angesichts schrumpfender Einwohnerzahlen vieler Kommunen auf einer Vielzahl anderweitig kaum nutzbarer Stadtbrachen künftig vermehrt ihre Berechtigung, zumal die Jahresstromernte etwa das 20-fache von energetischer Biomasse auf gleicher Fläche beträgt und sich die Stromgestehungskosten sich bis 2020 noch einmal mehr als halbieren werden. Mit der Marktfähigkeit von PV- Strom (ohne EEG- Vergütung) wird um 2017 gerechnet.

Der Ersatz der Dachhaut von Gebäuden durch photovoltaische Deckungen in Dünnschicht ist bereits heute sowohl auf Süd- als auch auf Nordseiten Stand der Technik und in Kombination mit Luftwärmepumpen für die Warmwassererzeugung (und die leistungsverbessernde Kühlung der PV – NEF/Calyxo) besonders effizient. Auch mit der Breitenanwendung der photovoltaischen Bekleidung von Außenwänden, photovoltaischen Anstrichsystemen und Fensterlösungen sowie der 3. Generation von Solarmodulen,

Tabelle 4.1: Übersicht über die angenommene Leistungsentwicklung erneuerbarer Energien und deren spezifischer Kosten. Quelle: Leitstudie 2010 (Nitsch et al., 2010), Werte für 2025 und 2035 interpoliert.

Photovoltaik		2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Performance Ratio	%	0,81	0,81	0,815	0,819	0,824	0,828	0,833	0,837	0,847
spezifischer Ertrag	kWh/kW_p,a	909	908	912	916	921	925	930	935	946
Kosten (Abschreibungsdauer 20 Jahre)										
spezifische Investition	€/kW_p	3151	2729	1903	1203	1099	994	966	937	903
fixe Betriebskosten (1 % Invest./a)	€/kW_p,a	31,5	27,3	19	12	11,0	9,9	9,7	9,4	9
Stromgestehungskosten	ct/kWh	33,7	29,2	20,3	12,8	11,6	10,4	10,1	9,7	9,3

Windkraft Onshore		2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
mittlere Leistung Anlage	kW_{el}	1900	1950	2650	3400	3900	4400	4700	5000	5500
mittlere Ausnutzung	h/a	2050	2050	2100	2200	2275	2350	2400	2450	2550
Kosten (Abschreibungsdauer 18 Jahre)										
spezifische Investition	€/kW_{el}	1320	1320	1180	1030	1005	980	960	940	900
fixe Betriebskosten (4 % Invest./a)	€/kW_{el},a	52,8	52,8	47,2	41,2	40,2	39,2	38,4	37,6	36
Stromgestehungskosten	ct/kWh	8,5	8,5	7,4	6,2	5,9	5,5	5,3	5,1	4,7

Biomasse fest (500 kW bis 20 MW)		2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Wirkungsgrad elektrisch	%	23	22,9	23,8	24,5	25,5	26,4	27,1	27,7	28,8
mittlere Ausnutzung elektr.	h/a	7030	7020	6980	6950	6890	6830	6798	6765	6725
Kosten (Abschreibungsdauer 20 Jahre)										
spezifische Investition	€/kW_{el}	3405	3408	3377	3327	3330	3333	3307	3281	3196
Brennstoffkosten	€/GJ	5,6	5,8	6,1	6,4	6,6	6,7	7,0	7,2	7,8
fixe Betriebskosten (6,2-6,5 % Invest./a)	€/kW_{el},a	224	226	224	221	223	224	223	221	216
Stromgestehungskosten	ct/kWh	11,4	11,8	11,8	11,9	11,7	11,5	11,5	11,5	11,1

Biogas (15 kW bis 5 MW)		2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Wirkungsgrad elektrisch	%	37,5	37,5	38,1	39,3	39,7	40	40,2	40,3	40,5
mittlere Ausnutzung elektr.	h/a	7655	7655	7631	7610	7579	7548	7518	7487	7430
Kosten (Abschreibungsdauer 20 Jahre)										
spezifische Investition	€/kW_{el}	3616	3584	3404	3211	3146	3080	3015	2950	2858
Brennstoffkosten	€/GJ	6	6	6,6	7,1	7,2	7,3	7,4	7,4	7,5
fixe Betriebskosten (6,5 % Invest./a)	€/kW_{el},a	235	233	220	206	200	194	189	183	175
Stromgestehungskosten	ct/kWh	11,4	11,3	11,4	11,2	11,1	10,9	10,7	10,5	10,1

der organischen PV (Heliatek), ist absehbar zu rechnen.

4.1.2.2.4 Solarthermieanlagen Die kostengünstige Deckung des Heizwärme-, Warmwasser- und Kältebedarfes von Gebäuden durch erneuerbare Energien wird für die Gewährleistung einer 100%igen regenerativen Wärme- und Kälteversorgung von entscheidender Bedeutung.

Hierfür bietet die solarthermische Wärme- und Kälteerzeugung als im Betrieb weitestgehend emissionsfreie Technologie wesentliche und weiterentwickelbare technische Möglichkeiten, insbesondere für den Niedrigenergiehausbereich.

Zur Deckung des Warmwasserbedarfes vor allem von Wohngebäuden und zur Heizungsunterstützung insbesondere für Passivhäuser werden kleinere/ mittlere solarthermische Kollektoranlagen ihre Bedeutung ausbauen. Auch offene Kollektoren (Absorber) in Verbindung mit Wärmepumpen sind technisch seit längerem gelöst, die Effizienz von größer flächigen PV- Luftwärmepumpenanlagen ist jedoch deutlich höher. Die wärmepumpengestützten Hybridkollektoren als Kombination von PV und Flüssigkeits-ST dürften sich absehbar ebenfalls duchsetzen (GeoClima-Design).

Im Zusammenhang mit Wärmedämmverbundsystemen insbesondere an Südfassaden hat sich die Integration solarthermischen Vertikal-Luftkollektoren zur Einzelraumbeheizung, -kühlung, -lüftung, -trocknung und Wärmespeicherung sowohl bei Sanierungs- als auch bei Neubauvorhaben bewährt (Enersearch).

Solarthermische Großanlagen machen vor allem in der Abdeckung der sommerlichen Grundlast von Fernwärmesystemen (Warmwasser) über die Anhebung der Rücklauf-

temperatur/ deren Nutzung als Speicher Sinn (Stadtwerke Wanzleben). Die Beschickung von Saisonalspeichern mit solarthermischer Sommerenergie/ deren Nutzung im Winter hat sich hingegen wirtschaftlich bisher nicht durchsetzen können.

4.1.2.2.5 Umweltwärmeanlagen Zumeist elektrisch betriebene Wärmpumpen, die der Erdoberfläche über Sonden oder Kollektoren, dem Oberflächen- oder Grundwasser bzw. der Luft (Acalor) Wärme entziehen und diese auf Nutzwärmeniveau anheben, können in der Regel zur Beheizung ggf. aber auch zur Kühlung einzelner Gebäude oder Gebäudegruppen seit längerem wirtschaftlich eingesetzt werden.

Besonders effizient arbeiten Wärmepumpen, die über einen Kanal verlegten Wärmetauscher dem Abwasser (als ansonsten verlorene Gebäudewärme) Energie entziehen, dessen Temperatur auch im Winter nur selten 12-15 Grad Celsius unterschreitet. Im Vergleich zu einer Gasheizung beläuft sich die CO_2-Einsparung auf bis zu 70%, Amortisationszeiträume von unter 5 Jahren sind bereits erreicht worden. Mit realisierten Baugrößen von bis zu 6 MW sind sogar größere Wohngebiete oder Gewerbeparks thermisch monovalent über die Abwasserwärmenutzung versorgbar (RABTHERM). Negative Auswirkungen auf den Kläranlagenprozess sind nicht zu befürchten, da sich die Abwassertemperatur nur geringfügig absenkt (0,5- 2,0 Grad Celsius). Umweltwärmeanlagen können wie die meisten regenerativen Wärmeanlagen im Betrieb bereits deutlich kostengünstiger arbeiten als konventionelle Heizungsanlagen.

Eine bisher kaum genutzte Energiequelle ist die Nutzung von ansonsten in riesigen Mengen in die Umwelt entlassener Abwärme zumeist aus industriellen Prozessen. Je nach Temparatur, Wärmemegen und Stetigkeit des Wärmeanfalls lassen sich z.B. in die Abwärme von Gießereien oder Glaswerken, aber auch in das Abgas von Blockheizkraftwerken Nutzungskaskaden schalten, an deren Beginn die Wandlung von Wärme in Strom z. B. über Sterling-Maschinen, spezielle Turbinen oder den ORC-Prozess stehen. Nachfolgend wird die Restwärme auf verschiedenen Temparaturebenen genutzt bis hin zu deren physikalisch-chemischer Speicherung, der Wandlung von Wärme in Kälte über Sorptionskälteanlagen oder als Prozesswärme z.B. in Wäschreien, Prozesswärme/-kälte z.B. in der Nahrungsgüterwirschaft oder als „Containerwärme" für die Gebäudeversorgung.

4.1.2.2.6 Bioenergieanlagen Die Entwicklung der Bioenergietechnologien ist mittel- bis langfristig nur schwer vorhersehbar. Ihre Potentiale zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland sind zweifelsohne hoch, jedoch sprechen aufkommende Nutzungskonkurrenzen in der Fläche, der hohe technologischer Gesamtaufwand vom Energiepflanzenanbau ggf. bis zur Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz, der demzufolge geringe Systemwirkungsgrad und somit die geringen Kostensenkungspotentiale gegen die Inanspruchnahme aller theoretisch verfügbaren Bioenergiepotentiiale.

Trotz aktuell gegenteiliger Entwicklungen dürften die Biokraftstoffe insbesondere für den Flugverkehr in absehbarer Zeit noch an Bedeutung gewinnen.

Mit Sicherheit werden nur die biogenen Rest- und Wertstoffe (BioRW) am Ende der stofflich-energetischen Nutzungskaskade von Biomasse dauerhaft und preiswert verfügbar sein und verstärkt genutzt werden, weshalb im Folgenden technologieseitig vor allem auf diese eingegangen wird.

Verbrennungsanlagen Biomasseverbrennungsanlagen z. B. als Holzhackschnitzel- Heizkraftwerke sind in den für den Strom- und Wärmebedarf der Stadt Stendal adäquaten Baugrößen (Stadtwerke Neustrelitz 17 MW_{th}, 7,5 MW_{el}) verfügbar. Sie passen jedoch nicht in die energetische Versorgungsstruktur der BHKW- motorischen Nutzung von Erdgas durch die Stadtwerke Stendal und dürften daher auf kleinere Anlagen in Privathaushalten, Gewerbebetrieben oder Infrastruktureinrichtungen begrenzt bleiben, für die ein Fernwärmeanschluss nicht in Frage kommt (Scheitholz-, Holzhackschnitzel-, Brikett- oder Pelletheizungen ggf. sogar in Kraft- Wärme- Kopplung; in Ausnahmefällen Heu-/ Strohballen Vergasungs-/ Heizungen). Über die Kennwerte der weiteren Entwicklung gibt Tab. 4.1 Auskunft.

Vergasungsanlagen Technisch erst seit kurzem sicher beherrscht ist 2012 bei den Stadtwerken Ulm in Senden eine kommerzielle Holzvergasungsanlage (Synthesegas) mit einem BHKW der Baugröße 6,4 MWth/ 5 MWel und einem Gesamtwirkungsgrad (bezogen auf den Energieinhalt der vergasten Holzhackschnitzel) von 80% in Betrieb gegangen. Im Vergleich zu einem Erdgas befeuerten BHKW beträgt die CO_2-Einsparung 40.000 t/a. Auch kleinere Baugrößen im 0,1- 0,5 MW-Bereich befinden sich auf dem Weg in die kommerzielle Nutzung (Kuntschar- Stadtwerke Wolfhagen: 250 kW_{th}, 120 kW_{el}; agnion- Grassau/ Bioenergiehof Achenthal: 2520 MWh Jahreserzeugung von elektrischem Strom, 3920 MWh Jahreserzeugung von verwertbarer Wärme)

Pyrolyseanlagen Auch Anlagen zur Herstellung von Synthesegas und Biokohle über die Pyrolyse sind erst seit kurzem seriell verfügbar (Pyreg-AVUS Ingelheim) und sollen ebenfalls in Baugrößen von 0,1- 0,5 MW produziert werden. Ihr Vorteil: Die Pyreg-Anlage verarbeitet nahezu jede Form von Biomasse bis hin zu Klärschlamm weitest gehend schadstofffrei. Eine motorische Nutzung/ Stromerzeugung über das Synthesegas (Dampfschraubenmotor) befindet sich in der Entwicklung. Die entstehende Biokohle (etwa 65% der eingesetzten Biomasse) ist gleichzeitig eine sichere Form der CO_2- Sequestrierung (Klimaschutz) und kann zu einem hochwirksamen Bodenverbesserer weiterverarbeitet werden (Terra preta, Vertrieb unter dem Handelsnamen Palaterra).

Vergärungsanlagen Speziell für den energetischen Aufschluss eines großen Spektrums an vergärbarer Bio-

masse (vom Gras- und Heckenschnitt bis zur Biotonne) wurde die zweistufige (Hydrolyse, Methanisierung) GICON-Trocken-Nass-Vergärung entwickelt, die (verglichen mit Landwirtschaftsanlagen) ein hochwertiges Energiegas mit bis zu 70% Methangehalt erzeugt und gleichfalls für Baugrößen von 0,1- 0,5 MW ausgelegt ist (250kW- kommerzielle Anlage in Schöllnitz). Die festen Hydrolysereste wären in der Pyrolyse weiterzuverarbeiten, die flüssigen Methanisierungsreste als Dünger ggf. im Zusammenspiel mit der Pyrolysekohle zu verwerten.

Bio-Kombikraftwerke Alle drei Verfahren in Anlagen zusammengeschaltet und bei Bedarf modular erweitert ergeben ein Bio- Kombikraftwerk, das mit Ausnahme hochtoxischen Inputs nahezu alle biogenen Rest- und Wertstoffe einer Stadtregion energetisch und/ oder stofflich aufschließen kann. Über die in diesem Kombikraftwerk erzeugten Energiegase (Synthesegas, Methan) und deren Zuleitung/ Verstromung im BHKW Schillerstraße könnte die schrittweise Ablösung eines Teils des Erdgases für die Strom- und Wärmeversorgung in der Stadt Stendal erfolgen.

Ein weiterer (vermutlich noch deutlich größerer) Teil könnte über die Methanisierung überschüssigen Wind-/ Solarstroms substituiert und ggf. zu einer vollständigen Eigenversorgung mit regenerativen Energiegasen ausgebaut werden (vgl. Kap. 4.1.2.3)

4.1.2.2.7 Gebäudeenergieversorgung Neben der kleinteiligen Nutzung vor allem der unter 4.1.1.2.2- 5 genannten Technologien befinden sich noch eine Reihe weiterer Strom- und Wärmeversorgungstechnologien in der Markteinführung oder schon im Vertrieb. Kleine und kleinere Blockheizkraftwerke (WhisperGen, intelli) beginnen sich im Wohnungsbau bis hin zum Eigenheim durchzusetzen, im „Callux" genannten Feldtest stehen mehrere kleine Brennstofzellen (u.a. von Vaillant) auf dem Prüfstand und könnten absehbar seriell verfügbar werden.

Auch in der Gebäudekühlung sind effiziente Technologien auf dem Vormarsch (SorTech), gegen sommerliche Überhitzung dimmbare Sonnenschutzverglasungen auf Basis elektrochromer Gläser auf dem Markt (Econtrol-Glas).

Im Bereich der in energetischen Hochleistungsgebäuden unverzichtbaren Lüftungswärme-Rückgewinnungsanlagen ist der Dezentralisierungsgrad bereits bis zu hocheffizienten und vergleichsweise kostengünstigen Einzelraumgeräten fortgeschritten (InVenter, Stiebel-Eltron).

4.1.2.3 Energiespeicherung

4.1.2.3.1 Strom Das Hauptproblem des über Windkraft-/ Photovoltaikanlagen erzeugten Stroms ist, dass er nur sehr unregelmäßig anfällt. Das betrifft sowohl das Netz überlastende Erzeugungsspitzen als auch weitgehende Ausfälle über mehrere Tage bis zu mehr als 2 Wochen. Zur Gewährleistung einer sicheren Versorgung muss Strom also so gespeichert werden, dass er im Bedarfsfall kurzfristig und zu vertretbaren Kosten abrufbar ist. Dabei sind sowohl kurzfristige Schwankungen (Stunden, Tage – Pump- Speicherkraftwerke, künftig Druckluftspeicher, E-Mobilität, Wärmepumpen) als auch langfristige Schwankungen (Wochen, Monate) auszugleichen, für die es noch keine kapazitiv auch nur annähernd adäquaten Lösungen gibt, u.a. weil das Stromnetz nur eine sehr geringe Speicherfähigkeit aufweist: Die Gesamtkapazität der Pumpspeicherkraftwerke könnte die Bundesrepublik rechnerisch kaum mehr als eine halbe Stunde mit Strom versorgen (0,04 TWh_{el}). Um die vor allem stündlich/ täglich anfallenden Leistungsüberschüsse der Erneuerbaren Energien zur Abdeckung des Spitzenlastbedarfes aufgrund wöchentlicher/ monatlicher Schwankungen heranziehen zu können, wäre eine Speicherkapazität im zweistelligen TWh_{el}-Bereich erforderlich.

Die größten Aussichten auf Erfolg hat ein Verfahren, das den Überschussstrom vorwiegend aus Wind und Sonne über die Elektrolyse von Wasser zunächst in Wasserstoff und dann in thermochemischer Synthese zu Methan (mit dreifach höherer Energiedichte) konvertiert (solar fuel) und dieses im Erdgasnetz (mit einer Speicherkapazität von 200 TWhel) vorhält. Zur Abdeckung der Spitzenlast wird das EE-Methan dann als Regel- und Reserveenergie rückverstromt, von Gaskraftwerken bis hinunter auf Haushaltsebene in wärmegeführter KWK (Schwarmstromprinzip). Zudem kann EE-Methan im Verkehrs- und Wärmesektor eingesetzt werden und selbst Flüssigkraftstoffe (Kerosin) lassen sich daraus herstellen. Die Kosten werden auf 8-10 Cent/ KWh_{th} angegeben und entsprechen damit denen von Biogas. Die erste 6,3 MW_{el}-Anlage soll 2013 in Werlte (Emsland) für den Automobilhersteller AUDI und dessen e-Gasflotte in Betrieb gehen.

Die Bidirektionalität von Erdgas- und Stromnetz bietet darüber hinaus die äußerst praktikable Voraussetzung für eine 100%ige Versorgung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr mit Erneuerbaren Energien und entspricht aufgrund einer großen Anzahl verfügbarer Schnittstellen zwischen Strom- und Gasnetz vermutlich weitgehend problemlos den energetischen Dezentralisierungserfordernissen.

4.1.2.3.2 Wärmespeicherung Für die Wärmespeicherung sind eine Reihe unterschiedlichster Technologien teils seit längerem bekannt, teils erst in der Entwicklung. Ein Verfahren, Wärme zu vertretbaren Kosten und in wirklich industriellem Maßstab zu speichern gibt es bisher nicht, obwohl in der Industrie und in der Stromwirtschaft gigantische Mengen an Abwärme anfallen (Schätzwert 25 Mrd. €/ a). Bereits ab 2012 marktfähig sein soll eine Technologie, in der 20 t Natriumacetat (Pökelsalz) in einem 20-Fuß- Container unter Ab- Wärmezufuhr innerhalb von wenigen Stunden verflüssigt werden und beim Erstarren die Wärme mit einem Verlust von nur 0,5% vor allem an größere Wärmeabnehmer wie Schwimmbäder und Krankenhäuser wieder abgeben (Latherm).

4.1.3 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Da detaillierte Ausführungen zu den Energieeinspar- und Energieeffizienzpotentialen und entsprechende Untersuchungen im Nachfolgenden gesondert behandelt werden, beschränken sich die diesbezüglichen Angaben hier auf generelle, z.T. im Vergleich mit bundesweit erhobenen Aussagen und Richtwerten.

- Energieerzeuger

  Bei der Nutzung fossiler sowie auch Erneuerbarer Energieträger (Primärenergie) und bei der Transformation zu Sekundär- und Endenergie fällt einerseits Eigenbedarf an Energie an, andererseits verbleibt oft ungenutzte energiereiche Abwärme von ca. 30-40% durch Konversion bei den Erzeugern zurück. Bei den Stadtwerken Stendal werden die Wärmeverluste durch den vorrangig wärmegeführten Betrieb des BHKW Schillerstraße bereits heute mit 12-15% relativ gering gehalten.

- Private Haushalte (PHH)

  In Stendal verbraucht ein durchschnittlicher Haushalt ca. 15.380 kWh Endenergie pro Jahr. Die Raumwärme stellt mit 78% den Anwendungsbereich mit dem höchsten Energieverbrauch dar. Neben der Gebäudehülle (Fenster, oberste Geschossdecke, Kellerdecke, Außenwände) bietet die technische Gebäudeausrüstung, insbesondere die Erneuerung und die Optimierung der Wärmeerzeugung und -verteilung erhebliche Energieeinsparpotentiale. Über weitere Energieeinsparpotentiale verfügen die Elektrogeräte (Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik, IKT) und Beleuchtung, die durch den schrittweisen Ersatz veralteter Technik zu geringeren Betriebs- und Leerlaufverlusten geführt werden können.

- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

  Die Raumwärme stellt hier mit annähernd 46% den Anwendungsbereich mit dem höchsten Energieverbrauch dar. Die Wirtschaftsgruppe mit dem höchsten Endenergieverbrauch ist der Handel. Neben der Gebäudehülle bietet die technische Gebäudeausrüstung, insbesondere die Erneuerung und die Optimierung der Wärmeerzeugung und -verteilung erhebliche Energieeinsparpotentiale. In vielen Büro- und Dienstleistungsgebäuden spielt dabei die Ausstattung mit RLT- Anlagen eine wichtige Rolle. Darüber hinaus sind die Beleuchtung, die im Handel verwendeten Kühl- und Tiefkühlgeräte und die weiterhin zunehmende IuK- Technik von Bedeutung. Mehr als 80% des technischen Energieeinsparpotentials ist bereits heute wirtschaftlich erschließbar.

- Produzierendes Gewerbe (IND)

  Die Energiekosten im Produzierenden Gewerbe machen (mit Ausnahme der energieintensiven Branchen) im Durchschnitt nur etwa 2% des Bruttoproduktionswertes aus und sind damit kein großer Treiber bei der Reduzierung des Endenergieverbrauchs. In einer konservativen Einschätzung beträgt das technische Energieeinsparpotential rund 25%, was von Unternehmen zu Unternehmen aber sehr unterschiedlich sein kann.

  Eine besondere Position nimmt das Unternehmen elbe-milch GmbH ein. Es erzeugt über ein eigenes gasbefeuertes BHKW den gesamten Wärmebedarf und (bilanziell) den Strombedarf selbst.

4.1.4 Entwicklung der Abnahmestruktur für die Bereiche Wärme und Strom

Die Kenntnis über die künftige Abnahmestruktur ist eine wesentliche Voraussetzung zur Gestaltung von Handlungsoptionen der Energieversorgung. Hierzu müssen Betrachtungen zur Entwicklung des Last- und Abnahmeverhaltens, der Zusammensetzung des Energieverbrauchs, der Verbraucherstruktur sowie die mögliche Entwicklung der energetischen Infrastruktur erfolgen.

Das Last- und Abnahmeverhalten wird vorrangig durch den diskontinuierlichen Energiebedarf bestimmt. Abzudeckende Spitzenlasten sind sowohl jahreszeitlich bedingt als auch abhängig vom Verbraucherverhalten. Versorgungsrelevante Veränderungen der Einflussfaktoren sind nur im Bereich des Abnahmeverhaltens möglich. Witterungsbedingte Versorgungsspitzen werden auch künftig zu decken sein. Ausgehend davon, dass sich der Gesamtenergieverbrauch perspektivisch deutlich reduzieren wird, werden diese Verbrauchsspitzen in ihrer absoluten Höhe geringer ausfallen. In Kombination mit intelligenten Netzen und Verbrauchszählern (z. B. Smart Grids, Smart Meter) ist eine weitere Abflachung der Leistungsamplitude möglich. Dieses hat Auswirkungen auf die vorzuhaltenden Anlagen zur Spitzenlasterzeugung und das Lastmanagement.

Die Abnahmestruktur definiert sich weiterhin über die benötigten Energieformen. Im Basisjahr 2010 verteilt sich der Endenergieverbrauch in ca. 20 % elektrische Energie und ca. 80 % thermische Energie. Letztere wird direkt als Wärme sowie als Energieträger in das System eingespeist. Der Wärmeverbrauch wird perspektivisch stärker abnehmen als der der Stromverbrauch. Dieses begründet sich vor allem im erheblichen Einsparungspotenzial in Folge energetischer Gebäudesanierungsmaßnahmen (z. B. Wärmedämmung). Wie sich das Verhältnis von Strom und Wärme künftig genau entwickelt, hängt von verschiedenen Faktoren ab und kann ohne detaillierte Untersuchungen nicht eindeutig prognostiziert werden. Es wird eingeschätzt, dass bezogen auf die Gesamtenergiemenge in 2050 etwa 35 % Strom und 65 % Wärme verbraucht werden.

Die Struktur des Energieverbrauchs wird im Rahmen der Untersuchung in drei Verbrauchergruppen untergliedert. Die Privathaushalte verbrauchen etwa 40 % der benötigen Energiemenge im Untersuchungsgebiet. Der Anteil der Industrie beträgt 39 %. Auf den Bereich Handel/Gewerbe/Dienstleistung (GHD) entfallen ca. 21 %. Auch hier kann keine fundierte Prognose abgegeben werden. Setzt man voraus, dass alle Verbrauchergruppen gleichermaßen Aktivitäten im Rahmen von Energieeffizienz und Energieeinsparung entwickeln, bleibt dieses Verhältnis grundsätzlich erhalten. Treten derzeit nicht gesichert vorhersehbare Ereignisse wie bspw. eine vollständige Belegung des im Zusammenhang mit dem Bau der A14 geplanten Industriegebietes ein, kommt es zu deutlichen Verschiebungen mit verschiedensten Konsequenzen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Einsparungen im Bereich Industrie wahrscheinlich etwas geringer ausfallen werden, da der Bedarf an Prozessenergie anderen Einflussfaktoren unterliegt.

Die erdgasbasierte energetische Infrastruktur ist für die Erzeugung und Verteilung von Strom, die Erzeugung und Verteilung von Wärme sowie auf die Verteilung von Erdgas ausgelegt. Die hierfür benötigten Anlagen sind weder technisch noch moralisch verschlissen und ermöglichen einen relativ langen Restnutzungszeitraum. Da die energetische Infrastruktur erhebliche Vermögenswerte darstellt, besteht der Zwang einer weiteren, langfristigen Nutzung. Veränderungen der Infrastruktur sind davon abhängig inwieweit die Funktionalität der Netze und Erzeugungsanlagen gegeben ist. Voraussetzung ist die Sicherung einer hohen Versorgungsdichte in Kombination mit einer hohen Auslastung (Volllaststunden) der Erzeugungsanlagen. Kann dieser Anforderung insbesondere aus wirtschaftlicher Sicht nicht mehr entsprochen werden, sollte eine Dezentralisierung der Versorgung oder eine Reduzierung des Leistungsspektrums auf die Bereitstellung eines Energieträgers erfolgen.

4.1.5 Rahmenbedingungen im Gebäudebestand

4.1.5.1 Einleitung

4.1.5.1.1 EU-Gebäuderichtlinie Da in Westeuropa der Energieverbrauch im Gebäudebereich zu den Hauptursachen der Treibhausgas-Emissionen gehört, legte die EU-Kommission im Jahre 1990 den Entwurf einer umfassenden Gebäuderichtlinie vor, um die Anforderungen in den EU- Ländern zu harmonisieren. Im November 2002 wurde die Richtlinie unter der Bezeichnung „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden" durch das EU-Parlament verabschiedet und im Jahre 2009 durch eine Neufassung ersetzt. Mit Hilfe dieser Richtlinie sollen erhebliche Einsparungspotenziale erschlossen werden, sowohl im Bereich der Wohngebäude als auch der Nichtwohngebäude.

Es kann davon ausgegangen werden, dass es in den kommenden Jahren zu weiteren Orientierungen in den europäischen und nationalen Förderprogrammen kommen wird, Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Verbrauchssektor „Gebäude" nachhaltig zu unterstützen.

Die EU- Gebäuderichtlinie legt den Grundstein für nationale Mindeststandards (Richtwerte) im Energieverbrauch für Neubauten und den Gebäudebestand. In der Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie 2012/13 (Entwurf) soll von allen EU-Ländern gefordert werden, Neubauten im Öffentlichen Bereich ab 2020 nur noch im Passivhaus- und Fast-Nullenergiehaus- Niveau zu realisieren.

4.1.5.1.2 EnergieEinsparVerordnung (EnEV) Mit der Einführung der europäischen Gebäuderichtlinie wurden Kriterien zur ganzheitlichen Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden festgelegt. Die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie erfolgt in Deutschland über die Energieeinsparverordnung (EnEV). Diese bildet die gesetzliche Grundlage für die Umsetzung der EU-Vorgaben für Wohn- und Nichtwohngebäude, die es dezentral, d. h. in allen Kommunen unseres Landes anzuwenden gilt. In der EnEV

werden Bilanzierungsmodelle zur Berechnung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden benannt und unter DIN V 18599 zusammengefasst. Sie gelten sowohl für zu errichtende Neubauten, als auch für den Gebäudebestand.

Der integrale Ansatz der DIN V 18599 berücksichtigt den Baukörper (Gebäudehülle, Ausrichtung, Wärmespeicherfähigkeit), die Nutzung (Betriebszeiten, Temperaturen, Luftwechsel) sowie die Anlagentechnik (Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung) eines Gebäudes und ermöglicht insbesondere die Erfassung der vielfachen Wechselwirkungen und gegenseitigen Beeinflussungen zwischen den verschiedenen Energieströmen. Die EnEV stellt Anforderungen an die Qualität neu zu errichtender Gebäude, indem sie einen Richtwert für den maximalen Energieverbrauch vorgibt. Für den Gebäudebestand erhebt die EnEV neben unbedingten nachrüstpflichtigen Anforderungen im Falle baulicher Veränderungen neue energetische Qualitäten bei Erweiterungen von Gebäuden.

In der EnEV 2009 fanden die verschärften Forderungen der EU-Gebäuderichtlinie zum Klimaschutz ihre gesetzliche Grundlage (Senkung des Energieverbrauchs um weitere 30 % im Vergleich zur EnEV 2007), auf deren Basis sowie der aktuell diskutierten Vorlage zur EnEV 2013 die Energiewende im Gebäudebereich zielorientiert angegangen werden soll.

4.1.5.2 Zielstellung

Aufgabe der speziellen Untersuchung („Exkurs Gebäude") im Rahmen des Energie- und Klimaschutzkonzepts (EKSK) von Stendal ist es, für den Zeitraum bis 2050 das energetische Sanierungspotential in den Wohngebäuden (WG) bzw. Wohneinheiten (WE) und den Nichtwohngebäuden (NWG) mit Schwerpunkt der kommunalen und sozialen Infrastruktur der Kommune, der kommunalen und privaten Eigenbetriebe und der gemeinnützigen Organisationen sowie den Neubaubedarf abzuschätzen und dafür Handlungsszenarien für die Hauptentscheidungsträger zu entwickeln. Hierfür wird ein Energie-Einsparungs-Modell (Energie-Matrix) im Gebäudebereich entwickelt. Auf dessen Grundlage werden Mengengerüste für den zu erwartenden Energie-, Sanierungs-/Modernisierungs- und Neubaubedarf erstellt sowie erforderliche Investitionsvolumina ermittelt und deren Wirtschaftlichkeit abgeschätzt.

Mithilfe der Identifikation energetischer Potentiale im Gebäudebereich im Bottum-up-Prinzip - jeweils bezogen auf die Nutzersektoren Privathaushalte (PHH), Industrie (IND) und Gastronomie, Handel, Dienstleistungen (GHD) - werden konkrete Ansatzpunkte für die Ableitung sofortiger energetischer Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und zur Umsetzung der EU-Einsparverordnung 2010 sowie die Vorgaben der EnEV 2009 in Stendal vorgeschlagen. Im Rahmen der Gesamtermittlung der Einsparpotentiale in den genannten Nutzungssektoren wird auf die Ergebnisse im Gebäudebereich verwiesen.

4.1.5.3 Methoden der energetischen Effizienzanalyse von Gebäuden

4.1.5.3.1 Allgemeine Rahmenbedingungen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nach EnEV Auszug aus EnEV 2009 und Neufassung 2012/13 (Entwurf) in Diskussion

Die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ist anhand der Energiemenge zu bestimmen, die rechnerisch oder tatsächlich verbraucht wird, um den unterschiedlichen Erfordernissen im Rahmen der üblichen Nutzung des Gebäudes gerecht zu werden und wird durch den Energiebedarf für Heizung und Kühlung (Vermeidung von übermäßiger Erwärmung) zur Aufrechterhaltung der gewünschten Gebäudetemperatur dargestellt.

Die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ist auf transparente Weise darzustellen und muss zudem einen Indikator für die Gesamtenergieeffizienz und einen numerischen Indikator für den Primärenergieverbrauch auf der Grundlage von Primärenergiefaktoren je Energieträger enthalten, die auf gewichtete nationale oder regionale Jahresdurchschnittswerte oder einen spezifischen Wert für die Erzeugung am Standort gestützt werden können. Bei der Methode zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist auf europäische Normen zurückzugreifen, und die Berechnung muss mit den einschlägigen Vorschriften des Gemeinschaftsrechts einschließlich der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Einklang stehen.

Bei der Festlegung der Berechnungsmethode sind mindestens folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. die nachstehenden tatsächlichen thermischen Eigenschaften des Gebäudes, einschließlich der Innenwände:
   a) Wärmekapazität
   b) Isolierung
   c) passive Heizung
   d) Kühlelemente
   e) Wärmebrücken,
2. Heizungsanlage und Warmwasserversorgung, einschließlich ihrer Dämmcharakteristik,
3. Klimaanlagen,
4. natürliche oder mechanische Belüftung, die auch die Luftdichtheit umfassen kann,
5. eingebaute Beleuchtung (hauptsächlich bei Nichtwohngebäuden),
6. Gestaltung, Lage und Ausrichtung des Gebäudes, einschließlich des Außenklimas,
7. passive Solarsysteme und Sonnenschutz,
8. Innenraumklimabedingungen, einschließlich des Innenraum- Sollklimas.

Bei der Berechnung wird, soweit relevant, der positive Einfluss folgender Aspekte berücksichtigt:

1. lokale Sonnenexposition, aktive Solarsysteme und andere Systeme zur Erzeugung von Wärme und Elektrizität auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger,
2. Elektrizitätsgewinnung durch Kraft-Wärme-Kopplung,
3. Fern-/Blockheizung und Fern-/Blockkühlung,
4. natürliche Beleuchtung.

4.1.5.3.2 Best-Practice-Beispiele für erfolgreiche energetische Sanierung Best-Practice-Beispiele aus dem Gebäudebereich demonstrieren erfolgreiche Maßnahmen anderer Kommunen in Deutschland. Diese sollten auch die Stendaler Protagonisten und Bürger zum Handeln und Aktivität ermutigen.

Die technischen Möglichkeiten, den Energieverbrauch von Gebäuden drastisch zu senken, sind seit langem verfügbar und in der Praxis in Einzelfällen erprobt. In der EnEv 2009 wurde im Neubaubereich z. B. das Niedrigenergiehaus zum Standard (Richtwert) festgelegt. Schon in einigen Jahren könnte der Richtwert für den Energiebedarf neuer Gebäude für Heizung und Warmwasseraufbereitung nahe Null liegen. Auch im Gebäudebestand lassen sich Niedrigenergie-Häuser verwirklichen und dies verbunden mit nachhaltig wirtschaftlichem Gewinn, auch an Komfort und Lebensqualität. Den Möglichkeiten der technischen Realisierung Energiesparmaßnahmen stehen kurzfristig vor allem Beschränkungen in den Investitionsmöglichkeiten entgegen.

4.1.5.4 Anmerkungen zur Gestaltung der Energiewende im Gebäudebereich

4.1.5.4.1 Anstoß für die Sanierungsentwicklung im Gebäudebereich Seit der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 konnte die Energieeffizienz im Gebäudesektor mit den derzeit geltenden Gesetzen und Verordnungen wie die Energieeinsparverordnung (EnEV) oder dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) gesteigert werden. Mit dem Energiekonzept vom 28.09.2010 hat die Bundesregierung jedoch deutlich höhere Ziele formuliert. So wurde beschlossen, die Treibhausgas-Emissionen innerhalb der nächsten 40 Jahre um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu verringern. Im Gebäudesektor soll der Wärmebedarf bis 2020 um 20 % gegenüber 2008 gesenkt werden sowie die Sanierungsrate von einem auf zwei Prozent pro Jahr erhöht werden. Neubauten müssen bereits ab 2020 „klimaneutral" auf Basis von primärenergetischen Kennwerten sein. Dies deckt sich mit der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD), die vorsieht, dass ab Ende 2020 alle Neubauten „Niedrigenergiegebäude" sein müssen. Für öffentliche Gebäude gilt dies bereits ab Ende 2008.

Um die Ziele der Bundesregierung zu erreichen, bedarf es der Neuausrichtung vor allem des ordnungsrechtlichen und förderrechtlichen Rahmens. Das ungenügende Vorankommen bei der energetischen Gebäudesanierung ist ein Hemmnis, dass auch damit etwas zu tun hat, dass die bisherigen gesetzlichen Vorgaben von den Hauseigentümern nur wenige Maßnahmen unbedingt erfordern. Meist müssen Gebäudeeigentümer nur dann Klimaschutz-Maßnahmen ergreifen, wenn sie ohnehin die entsprechenden Bauteile sanieren. Das führte dazu, dass die Sanierungsrate zu gering ist.

Es fehlt den Gebäudeeigentümern, dem Handwerk und der Wirtschaft eine dringend benötigte Planungs- und Handlungssicherheit, wenn fortwährend politische Debatten über die Novellierung der EnEV geführt werden und jedes Jahr das Marktanreizprogramm und die Förderprogramme der KfW-Bankengruppe bei den Haushaltsverhandlungen zur Disposition stehen. Um die Sanierungsentwicklung anzustoßen und zu forcieren, bedarf es eines „Sanierungsfahrplans" (bundesweit und kommunal) der den Protagonisten vor Ort langfristige Klarheit über staatliche Vorgaben und Förderangebote (Planungs- und Investitionssicherheit) verschafft. Gleichzeitig müssen Information und Beratung gestärkt werden.

4.1.5.4.2 Niedrigstenergiegebäude als Taktgeber Schon 2021 müssen alle neu errichteten Gebäude einen gegen Null gehenden Energieverbrauch aufweisen und mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Grundlage für dieses ehrgeizige, verbindliche Ziel ist die Richtlinie 2010/31/EU, im englischen Original „European Performance of Buildings Directive" genannt. In ihr sind Anforderungen für „nearly zero energy buildings (NZEB)". Die deutsche Übersetzung machte daraus offiziell „Niedrigstenergiegebäude", in der Diskussion tauchen aber auch Begriffe wie „Nahezu-Nullenergiegebäude" oder „Fast-Nullenergiegebäude" auf.

Ein Niedrigstenergiegebäude ist laut Gebäuderichtlinie „ein Gebäude, das eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich aus Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden." Diese Definition bietet jedoch einen beträchtlichen Interpretationsspielraum.

Vom Beratungsunternehmen Ecofys sowie dem Dänischen Gebäudeforschungsinstitut (SBi) wurden drei Grundsätze für eine anwendungsorientierte konkretere NZEB-Definition formuliert. Darin sollten festgelegt sein:

1. die erforderlichen Grenzwerte für den Energiebedarf
2. der Anteil erneuerbarer Energien
3. ein Schwellenwert für maximale CO_2-Emissionen während der Nutzungsdauer des Gebäude.

Die wirtschaftliche und ökonomische Implikation von NZEB zu aktuellen EnEV-Standards bei Ein-und Zweifamilienhäusern lassen zum jetzigen Zeitpunkt die Anforderungen für NZEBs in der Regel ohne Förderung (noch) nicht wirtschaftlich erreichen. Bei Mehrkosten von zwei bis fünf Euro pro Quadratmeter und Jahr (hier liegt die Mehrzahl der Lösungen) würde dies für ein Haus mit 140 m^2 Wohnfläche demnach eine Mehrinvestition von

280 bis 700 Euro pro Jahr bedeuten. Für Wohnheinheiten aus Mehrfamilienhäusern, Büro- und anderen Nicht-Wohngebäuden lassen sich viele Lösungen zur Bereicherung des Niedrigenergieniveaus schon heute (2012) wirtschaftlich umsetzen. Dies liegt unter anderem an der höheren Kompaktheit der Gebäude.

Von den genannten Instituten wird eingeschätzt, dass es für die Einführung von NZEB in Europa auch deutliche Produktionskapazitäten für NZEB-Komponeten bedarf und eine Strategie des kontinuierlichen Wachstums erfordern. Für Dämmmaterialien wird der benötigte Wachstumsfaktor von 2 bis 3 geschätzt, für Lüftungssysteme (mit Wärmerückgewinnung) von 8 bis 10, für Fenster mit Dreifachverglasung von mehr als dem 10-fachen, von Wärmpumpen von 2 bis 3.

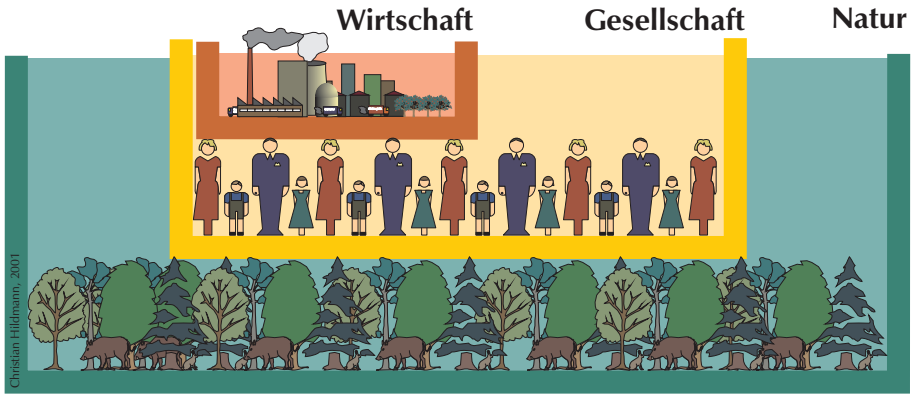


Abbildung 4.2: Tragwerk der Nachhaltigkeit (Hildmann, 2003).

4.2 Sicherung der Nachhaltigkeit

An die zukünftige Energieversorgung von Stendal ist der Anspruch zu stellen, dass diese *nachhaltig* ist. Der Begriff, dessen Ursprünge von der Forstwirtschaft reklamiert werden, dem seit dem Erdgipfel in Rio 1992 große Aufmerksamkeit zuteil wurde und es bis zur „Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung" gebracht hat (Bundesregierung Deutschland, 2002), ist auch auf die Energieversorgung von Stendal anwendbar. Der Kerngedanke ist, dass die Inanspruchnahme von Ressourcen nur in dem Ausmaß erfolgt, dass diese zeitlich unbefristet fortgesetzt werden könnte. Dadurch soll auch nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Umwelt zur Verfügung stehen. So darf z. B. aus dem Wald nicht mehr Holz entnommen werden, als wieder nachwachsen kann. Die Verwendung fossiler Rohstoffe ist in diesem Sinne nicht nachhaltig, da sich diese innerhalb der menschlichen Gesellschaft zugänglicher Zeiträume nicht wieder regenerieren. Ihre Nutzung ist deshalb nicht nachhaltig und sollte so erfolgen, dass negative Folgen, wie der Klimawandel, ausgeglichen werden, etwa durch die erneute Integration des freigesetzten Kohlenstoffes in die natürlichen Kreisläufe. Wenn die natürlichen Senken die Emissionen wie das CO_2 nicht mehr aufnehmen können, wird dadurch der bereits durch viele Prozesse beobachtbare Klimawandel weiter angetrieben. Das Ziel einer zukünftigen Energieversorgung von Stendal sollte es deshalb sein, möglichst rasch nachhaltig zu werden.

Seit dem Erdgipfel von Rio wird nachhaltige Entwicklung in (mindestens) drei Dimensionen diskutiert: der ökologischen, der sozialen und der ökonomischen. Dies ist der Erkenntnis geschuldet, dass diese drei Bereiche sehr eng miteinander verwoben sind und z. B. auch Maßnahmen zum Schutz der Natur einer ökonomischen Grundlage bedürfen. Das Ziel ist es deshalb, in allen drei Dimensionen Nachhaltigkeit zu erreichen. Die Vorstellung dreier gleichwertiger Säulen hingegen verkennt, dass ohne die natürlichen Grundlagen weder die Gesellschaft noch die Wirtschaft existieren kann. Deshalb erscheint die Darstellung im Sinne eines Tragwerks der Nachhaltigkeit zutreffender (Abb. 4.2, Hildmann (2003)).

Die Nutzung unterschiedlicher Energieträger bleibt nicht ohne Folgen für die Umwelt. Dies gilt auch für erneuerbare Energieträger, obwohl deren Anteil zu recht als ein Indikator für nachhaltige Entwicklung gilt (Bundesregierung Deutschland, 2002). Dabei ist jeweils der gesamte Lebenszyklus des Energieträgers und der zu seiner Nutzung erforderlichen Anlagen zu betrachten. Folgende Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Bei der Nutzung von *Erdgas* ist dieses zunächst aus unterirdischen Lagerstätten zu extrahieren. Teilweise wird Erdgas im Rahmen der Ölförderung mit gewonnen. Besonders die Erschließung unkonventionellen Erdgases aus porösem Gestein wird aufgrund der Umweltfolgen kritisiert. Durch Undichtigkeiten bei Förderung und Transport emittiertes Methan trägt deutlich stärker als CO_2 zum Treibhauseffekt bei. Bei der Verbrennung des Erdgas in Kraftwerken wird zudem CO_2 frei.

- Die Verwendung von *Biogas* ist ebenfalls mit Folgen für die Umwelt verbunden. Werden als Substrat anstelle von Reststoffen entsprechende Pflanzen wie vor allem Mais angebaut, so wirkt sich der Anbau (Einsatz fossiler Brennstoffe, Agrarchemikalien) auf die Umwelt aus. Die Inanspruchnahme von Flächen hat aufgrund der Flächenkonkurrenz zur Folge, dass mehr Agrarprodukte unter Energieeinsatz importiert werden müssen. Auch bei Herstellung, Lagerung und Transport von Biogas kann Methan emittiert werden.

- Der Einsatz der *Photovoltaik* nimmt zunächst bei der Herstellung der Solarzellen und Module umfangreiche Ressourcen in Anspruch. Neben dem in den meisten Zellen verwendeten (unproblematischen) Silizium sind vor allem die Chemikalien und die Energie für die Prozesse der Aufreinigung und Dotierung mit zu betrachten. Mit dem Betrieb auf einem Hausdach sind keine negativen Umweltfolgen verbunden.

- Die Produktion von *Windkraftanlagen* benötigt ebenfalls viele Ressourcen, etwa Stahl für die Turmkonstruktion. Die energetische Rücklaufzeit von Windkraftanlagen ist mit etwa 5 Monaten deutlich

kürzer als bei Photovoltaikanlagen. Während des Betriebes benötigt die Anlage eine (relativ geringe) Fläche in der Landschaft. Sie wirkt sich auf das Landschaftsbild aus und kann, ja nach Standort und Höhe, auf Vogelwelt und Fledermäuse einwirken.

Das Ziel nachhaltiger Entwicklung besteht darin, die Umweltfolgen auf ein Maß zu beschränken, so dass diese wieder ausgeglichen werden. Dazu einige Beispiele: Die Entnahme von Biomasse wie Holz wächst in einer bestimmten Zeit wieder nach; die dazu benötigten Nährstoffe können über die Reststoffe wie Aschen oder Gülle zurückgeführt werden. Freigesetztes CO_2 kann durch Biomasse (z. B. Wald, Algen) wieder gebunden werden. Windkraftanlagen sparen mehr CO_2 ein, als für deren Bau und Montage erforderlich ist.

Im Folgenden wird näher ausgeführt, welchen Kriterien eine nachhaltige Energieversorgung für Stendal genügen sollte.

Die *ökologische Sichtweise* zielt besonders auf die Generationengerechtigkeit ab und betrachtet dabei auch langfristige Prozesse. Im Rahmen von Ökobilanzen bzw. Lebenszyklusanalysen[1] sind mittlerweile umfangreiche Daten zum Vergleich verschiedener Energiesysteme verfügbar (z. B. über GEMIS[2] oder ProBas[3]). Damit werden z. B. Aussagen zur Emission von Treibhausgasen, zur Versauerung oder zur Eutrophierung getroffen (z. B. Hennings et al., 2006). Weitere Aspekte können je nach Art der Energieerzeugung von Belang sein.

- CO_2/ Treibhausgase aufgrund ihrer Klimawirksamkeit. Diese werden im Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept für die Hansesradt Stendal unter den Überschriften „CO_2-Emissionen/-Minderungspotentiale" genauer untersucht.

- Flächeninanspruchnahme vor dem Hintergrund einer zunehmenden Flächenkonkurrenz in Deutschland (vgl. auch Kap. 3.5 auf S. 103). Dabei spielt auch die Qualität der genutzten Flächen eine Rolle; so ist ein fruchtbarer Ackerboden anders als eine Stadtbrache zu bewerten.

- Einwirkungen auf den Landschaftshaushalt, abhängig von den Energiesystemen. Während bei Windkraft v. a. Landschaftsbild und mögliche Nachteile für Vögel und Fledermäuse zu diskutieren sind, sind beim Anbau von Energiemais der Einsatz von Agrarchemikalien, der Einfluss auf die Landschaftsstruktur (Schlaggröße, Landschaftselemente) und Stoffverluste aus der Landschaft zu thematisieren.

Die Nachhaltigkeit der Energieversorgung aus *sozialer Sicht* könnte anhand folgender Kriterien diskutiert werden:

- Bereitstellung von Arbeitsplätzen. Damit sind nicht allein Arbeitsplätze direkt bei den Stadtwerken gemeint. Auch die Bereitstellung der Ressourcen (etwa bei der Bewirtschaftung der Randstreifen) oder die Wartung der Anlagen (etwa von WKA) führt zu Beschäftigung. Dabei spielt auch die Qualität der Arbeitsplätze eine Rolle mitsamt der Frage, ob auch weniger qualifizierte Menschen eine Chance erhalten (etwa auf einem Bioenergiehof).

- Energiekosten für den Verbraucher sollten sozial verträglich gestaltet sein, ohne dass die Energiekosten dabei eine durchaus erwünschte Steuerungswirkung (Anreiz zum Energiesparen) verlieren. Dies kann auch mit Beratung zur Energieeinsparung und Energieeffizienz für die Verbraucher verbunden sein.

- Mitwirkungsmöglichkeiten an der Energiewende. Bürger sollten an dem Umbau des Energiesystems teilhaben können, etwa durch Beteiligungen an lokalen Windkraft- oder Photovoltaikanlagen.

Die *wirtschaftliche Nachhaltigkeit* liegt im besonderen Interesse der Verantwortlichen. Kriterien, die über die betriebswirtschaftliche Sicht hinausgehen können, sind:

- Auch langfristig sind mit dem Absatz von Energie Erlöse zu erzielen, die nicht nur die Instandhaltung von Netz und Anlagen, sondern auch Zukunftsinvestitionen ermöglicht, etwa in neue Technologien.

- Die Verwendung von lokalen/ regionalen Ressourcen zum Aufbau von lokalen/ regionalen Wertschöpfungsketten. Da die Energiewirtschaft ein Schlüsselsektor ist, wie Güssing eindrucksvoll gezeigt hat, kann damit ein erheblicher Beitrag zu regionalen Wirtschaftskreisläufen geleistet werden.

[1] LCA, life cycle assessment
[2] Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), derzeit Version 4.6 vom Öko-Institut, http://www.oeko.de/service/gemis/de/start.htm
[3] Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas), Umweltbundesamt und Öko-Institut, siehe http://www.probas.umweltbundesamt.de/

4.3 Prognose des Energiebedarfs

4.3.1 Bedarfsprognose nach dem Top-Down-Ansatz

Für die Prognose des zukünftigen Energiebedarfs sind, ausgehend von den aktuellen Verbräuchen, zahlreiche Grundlagendaten und Annahmen erforderlich, wie sie im Kap. 4.1 auf S. 143 dargestellt sind. Dazu gehören insbesondere

- die weitere demographische Entwicklung (Kap. 2.2 auf S. 49),
- Annahmen über die Entwicklung der Energieeffizienz,
- die zukünftige Entwicklung der Endenergieverbräuche.

In der „Leitstudie 2010" des Bundesumweltministerium (Nitsch et al., 2010) werden mehrere Szenarien zur Entwicklung der bundesweiten Energieversorgung bis 2050 berechnet. Teilweise werden Grundannahmen dieser Studie für die Szenarienentwicklung für Stendal herangezogen.

Für die Prognose des Energiebedarfs ist generell zwischen dem Primärenergieverbrauch und dem Endenergieverbrauch zu unterscheiden. Bei der Nutzung fossiler Energieträger verbleibt oft ungenutzte Abwärme. Durch den wärmegeführten Betrieb des Erdgas-Kraftwerkes in Stendal werden diese Verluste bereits heute gering gehalten. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Endenergieverbräuchen, die dem tatsächlichen Bedarf der Bevölkerung und der Wirtschaft entsprechen. Entsprechend dem jeweiligen Energiemix ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch dann der höhere Primärenergieverbrauch.

Prinzipiell ergibt sich der zukünftige Energiebedarf wie folgt

	aktueller Energiebedarf
+	zusätzliche Verbräuche
-	Energieeinsparungen
-	höhere Energieeffizienz
=	zukünftiger Energiebedarf

Die verschiedenen Änderungen können grundsätzlich nur mit einer gewissen Unschärfe abgeschätzt werden, da z. B. die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen auch von dem veränderlichen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängt.

Das Sofortprogramm der DENEFF (2011) basiert auf Untersuchungen zur Steigerung der Energieeffizienz in Industrie und GHD. Danach könnten in diesen Bereichen im Jahr 2020 etwa 20% der Elektrizität (68,3 TWh/a) und 21,8% Wärme (155 TWh/a) eingespart werden. In dem Programm wird zudem dargelegt, dass die Investitionskosten für die erforderlichen Maßnahmen deutlich unter den dadurch ausgelösten Kosteneinsparungen liegen. Ferner wird von der Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze in erheblicher Größenordnung (260.000 bis 500.000; auf Stendal/2009 übertragen 112 bis 217) ausgegangen. Dazu wären auf der politischen Ebene lediglich die Rahmenbedingungen richtig zu setzen (DENEFF, 2011). Die energetischen Werte entsprechen einer jährlichen Effizienzsteigerung nach Zinseszinsrechnung von über 2,5% pro Jahr.

Weitere Angaben über den zukünftigen Endenergieverbrauch werden in der Studie zum Stromverbrauch des Umweltbundesamtes vorgestellt (Klaus et al., 2010). Diese beruhen weitgehend auf der von Prognos und dem Öko-Institut erstellten Studie im Auftrag des WWF (Kirchner et al., 2009) (Referenzszenario) und wurden vom UBA als plausibel eingeschätzt. Dabei wird auch zwischen dem Bedarf der Haushalte, GHD und Industrie differenziert, allerdings nicht in vollem Umfange wie bei den vorgestellten Verbrauchswerten (Kap. 2.3.1, basierend auf Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2011)). Aus diesen Angaben können nun die erwarteten Pro-Kopf-Verbräuche für das Jahr 2050 berechnet werden sowie die Veränderung des Endenergieverbrauchs für verschiedene Anwendungsfelder innerhalb der Sektoren. Soweit für bestimmte Anwendungsfelder (vgl. auch Tab. 2.6) keine Angaben vorlagen, wurden diese aus vergleichbaren Anwendungsfeldern übertragen. Die fehlende Angabe für den Verkehrsverbrauch wurden dem Referenzszenario nach Kirchner et al. (2009) entnommen.

Als Ausgangswerte wurde auf die in Tab. 2.6 auf S. 53 vorgestellten Werte zurückgegriffen. Da jedoch die Ermittlung der Ist-Daten des Energieverbrauches (Kap. 2.3.2) zu etwas geringeren Werten für den Energieverbrauch führte, sind die Ausgangswerte modifiziert worden, in dem die Anpassungsfaktoren aus der übergeordneten Statistik abgesenkt wurden (Industrie 60 %, Gewerbe 75 % und Verdienst 85 %).

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Verbrauchswerte für Stendal im Jahr 2050 dem bundesweiten Verbrauch angeglichen haben. Zum einen sind die Abweichungen bereits heute begrenzt, zum anderen ist die weitere Entwicklung in dieser Detaillierung nicht absehbar. Für die Zwischenschritte zwischen 2009 und 2050 wurden die Werte nicht einfach interpoliert, sondern eine zunächst pauschale Annahme über die Veränderung des Endenergieverbrauches getroffen, bei der nach anfänglichen Hemmnissen die Einsparungs- und Effizienzpotentiale verstärkt genutzt werden. Für den Verkehrsbereich wurden die gesondert ermittelten Werte hier übernommen (Kap. 4.3.3). Damit kann eine Abschätzung des Endenergiebedarfs für für Stendal/2011 vorgelegt werden (Abb. 4.3 sowie Tab. 4.2).

4.3.1.1 Entwicklung des Heizwärmebedarfes

Die benötigte Raumwärme macht einen erheblichen Anteil an dem Gesamtenergieverbrauch aus. Zugleich gibt es hier ein erhebliches Einsparpotential durch bessere Dämmung der Gebäude. Bei einem unsanierten Plattenbau werden etwa 225 kWh/m^2/a genötigt, saniert sind es 70 kWh/m^2/a, teils auch deutlich weniger. Im Vergleich dazu sind Niedrigenergiehäuser mit 50 kWh/m^2/a und Passivhäuser mit 15 kWh/m^2/a anzusetzen. Auf der Grundlage von Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2011) lässt sich für Deutschland ein mittlerer Verbrauchswert von 145 kWh/m^2/a berechnen. Dies zeigt das große Potential für

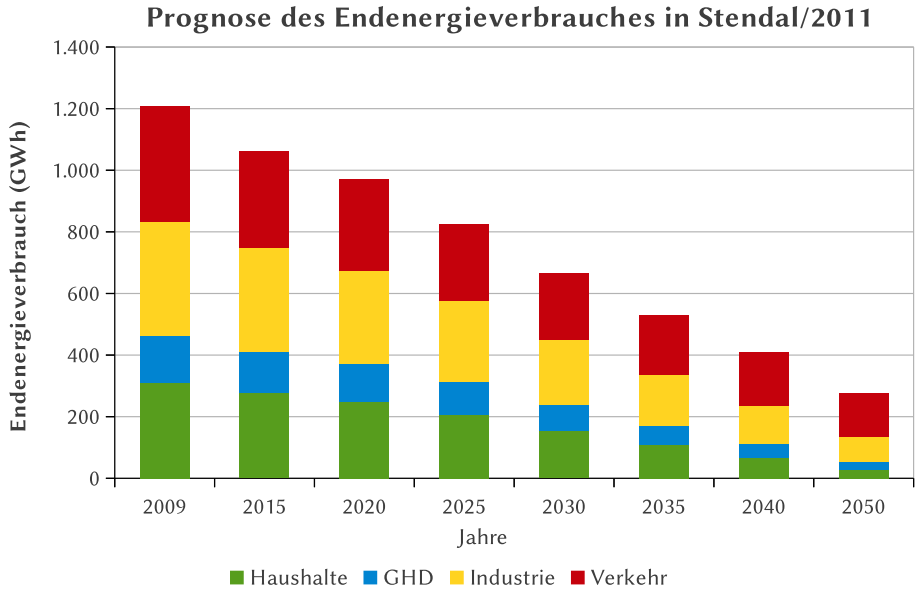


Abbildung 4.3: Prognose des Endenergieverbrauches für Stendal/2011 für die Jahre bis 2050.

energetische Sanierungen auf.

Klaus et al. (2010) gehen davon aus, dass eine vollständige Sanierung des Gebäudebestandes bis 2050 möglich ist. Dazu müsse die jährliche Sanierungsrate von gut 1% auf 3,3% steigen. Ein durchschnittlicher Raumwärmebedarf im Bestand von 30 kWh/m^2/a ab 2020 wird als erreichbar gesehen (Abschläge vom Passivhausstandard aufgrund Denkmalschutz etc.). Im Neubau (Neubaurate 0,6%) wird von 10 kWh/m^2/a ausgegangen (ab 2020) Klaus et al. (2010). Daraus ergibt sich für das Jahr 2050 im Durchschnitt ein Raumwärmebedarf von 26,4 kWh/m^2/a.

4.3.2 Bedarfsprognose nach Ist-Werten für Strom und Wärme

Wie bereits bei der Ermittlung der Energieverbräuche in Kap. 2.3 wird auch bei der Prognose der Energieverbräuche der theoretischen Ableitung eine Ist-Wert-Betrachtung gegenüber gestellt.

Analog zum top-down-Ansatz wird die Entwicklung verschiedener Einflussfaktoren wie bspw. die demographische Entwicklung oder mögliche Effekte von Energieeinsparungen und Energieeffizienz zugrunde gelegt. Die wesentlichen Unterschiede bestehen zum einen in den Ausgangsdaten (Energieverbrauch) und zum anderen in der Herangehensweise bei der Beurteilung der Entwicklung der Einflussfaktoren. Im top-down-Ansatz wird auf Werte aus Untersuchungen bekannter Institute und Einrichtungen abgestellt, die auf der Basis von Bundesdurchschnittswerten und mit vorgegebenen Zielparametern ermittelt wurden. Diese Herangehensweise ist prinzipiell richtig, berücksichtigt jedoch regionale Besonderheiten unzureichend.

Ausgangspunkt dieser Bedarfsprognose ist der Energieverbrauch, der im Rahmen der Ist-Wert-Analyse ermittelt wurde. Der Basiswert ist somit deutlich geringer als im theoretischen Ansatz. Gleichzeitig weicht die Verteilung innerhalb der Verbrauchergruppen ab. Die Differenzierung innerhalb der Berechnung ist deutlich geringer. Dieses betrifft sowohl die zeitliche Untergliederung als auch die Unterscheidung der verschiedenen Nutzungsarten. In der „Ist-Wert-Prognose" wird lediglich in die Bereiche Strom und Wärme unterschieden und die Bedarfsentwicklung für die Jahre 2025, 2035 und 2050 ausgewiesen.

Zur Berechnung werden zwei Faktoren herangezogen. Dieses sind die demographische Entwicklung und die realisierbaren Einsparpotenziale.

Der Einfluss der Bevölkerungsentwicklung wird nicht direkt über die Bevölkerungszahl, sondern über die Anzahl der Haushalte berücksichtigt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass Energie vorrangig von Gebäuden und nicht von Personen verbraucht wird. Über unterschiedliche Belegungsdichten je Haushalt wird den sich ändernden Ansprüchen und Rahmenbedingungen Rechnung getragen.

Die realisierbaren Energieeinsparpotenziale lassen sich sehr schwer prognostizieren, da sie von vielen, derzeit kaum abschätzbaren Entwicklungen und Rahmenparametern abhängen. Für die konkreten Bedingungen im Untersuchungsgebiet wird jedoch davon ausgegangen, dass die durch die Bundesregierung unterstellte Energieeinsparungen in Höhe von 2,5 % bis 3 % jährlich nicht zu leisten ist. Diese Überlegung basiert im Wesentlichen darauf, dass Energieeinsparungen vorrangig durch Wärmedämmmaßnahmen und den Ersatz von elektrischen Anlage/ Geräten generiert werden kann. Beides ist mit investivem Aufwand verbunden, der in dem Umfang nicht gesichert durch die Region leistbar ist. Daher wird bei der Prognose von einer jährlichen Reduzierung des Energieverbrauchs um 1 % (nach Zinseszinsrechnung) ausgegangen.

Abweichend zur Verringerung des direkten Verbrauchs durch die Verbrauchergruppen um 1 % wird für die Entwicklung der Wandlungs- und Übertragungsverluste eine

Tabelle 4.2: Prognose des Endenergieverbrauches für Stendal/2011 bis 2050 nach Sektoren und Anwendungsfeldern differenziert (Top-down-Ansatz).

Jahr	2009	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Einwohner	42628	39650	37197	34497	32407	30493	28717	25222
Haushalte (GWh)								
Raumwärme	221,563	196,371	175,110	145,497	104,926	68,848	36,698	7,516
Warmwasser	41,013	36,401	32,509	27,108	19,752	13,209	7,377	2,032
Prozesswärme	17,231	15,852	14,708	13,336	11,958	10,714	9,584	7,973
Prozesskälte	12,259	11,278	10,464	9,488	8,507	7,623	6,819	5,673
Mechanische Energie	1,470	1,352	1,254	1,137	1,020	0,914	0,817	0,680
Beleuchtung	5,388	4,803	4,309	3,632	2,727	1,921	1,202	0,523
IKT	10,605	9,625	8,806	7,750	6,499	5,379	4,373	3,233
Insgesamt	309,530	275,682	247,160	207,949	155,388	108,608	66,871	27,630
GHD (GWh)								
Raumwärme	76,684	67,798	60,293	49,776	35,224	22,289	10,768	0,479
Warmwasser	6,876	6,102	5,450	4,545	3,311	2,215	1,237	0,341
Prozesswärme	12,334	11,451	10,722	9,905	9,233	8,619	8,053	7,017
Prozesskälte	4,493	4,171	3,905	3,608	3,363	3,140	2,933	2,556
Mechanische Energie	22,202	20,214	18,553	16,446	14,021	11,848	9,892	7,576
Beleuchtung	21,047	19,044	17,367	15,179	12,518	10,141	8,007	5,678
IKT	7,779	7,060	6,458	5,684	4,767	3,946	3,208	2,371
Insgesamt	151,415	135,840	122,748	105,144	82,437	62,197	44,098	26,017
Industrie (GWh)								
Raumwärme	28,244	25,014	22,287	18,481	13,251	8,601	4,458	0,717
Warmwasser	3,271	2,897	2,582	2,142	1,537	1,000	0,521	0,089
Prozesswärme	238,240	214,783	195,102	169,084	136,563	107,536	81,532	54,271
Prozesskälte	5,392	4,861	4,416	3,827	3,091	2,434	1,845	1,228
Mechanische Energie	86,530	78,263	71,336	62,291	51,253	41,390	32,542	22,927
Beleuchtung	5,879	5,298	4,811	4,166	3,357	2,636	1,990	1,315
IKT	4,995	4,493	4,072	3,512	2,801	2,167	1,599	1,017
Insgesamt	372,550	335,609	304,606	263,503	211,854	165,764	124,488	81,564
Verkehr (GWh)								
Raumwärme	2,252	1,879	1,779	1,493	1,285	1,154	1,034	0,839
Warmwasser	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Prozesswärme	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Prozesskälte	0,044	0,037	0,035	0,029	0,025	0,022	0,020	0,016
Mechanische Energie	368,568	307,523	291,170	244,320	210,311	188,907	169,193	137,366
Beleuchtung	2,296	1,915	1,814	1,522	1,310	1,177	1,054	0,856
IKT	2,442	2,037	1,929	1,619	1,393	1,252	1,121	0,910
Insgesamt	375,601	313,392	296,726	248,982	214,325	192,512	172,421	139,987
Summe (GWh)	1209,095	1060,523	971,240	825,578	664,004	529,081	407,878	275,198

Reduzierung von durchschnittlich 2 % pro Jahr angenommen.

Nachfolgend wird ausgehend von den Energieverbräuchen im Basisjahr 2010 die Höhe des Energieverbrauchs für die Jahre 2025, 2035 und 2050 dargestellt (Abb. 4.4 auf S. 160). Die Berechnung erfolgt in einer aktiven Kalkulationstabelle, in der die Einflussgrößen „Bevölkerungszahl", „Belegungsschlüssel" (Einwohner je Haushalt), „Strom-Wärme-Verhältnis", „Reduzierung des Energieverbrauchs durch Einsparung und Effizienzsteigerung" sowie „Reduzierung der Wandlungs- und Übertragungsverluste" änderbar sind. Hierdurch ist eine Anpassung der Verbrauchskennwerte an eine anders verlaufende Entwicklung möglich. Auf der Grundlage vorstehend beschriebener Berechnungen wird eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs in den Sektoren Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 auf etwa 44 % prognostiziert.

Tabelle 4.3: Prognose des Endenergiebedarfes für das Stadtgebiet von Stendal/2011 für die Jahre 2025/ 2035/ 2050.

Reduzierung des Energiebedarfs aufgrund demographischer Veränderung						
Einwohner im UG 2009:		42.628	Haushalte:	21.421		
Belegungsschlüssel E./HH		1,99				
Einwohner im UG 2025:		34.497	Haushalte:	18.156		
Belegungsschlüssel E./HH		1,90				
Einwohner im UG 2035:		30.494	Haushalte:	16.483		
Belegungsschlüssel E./HH		1,85				
Einwohner im UG 2050:		25.222	Haushalte:	14.012		
Belegungsschlüssel E./HH		1,80				
Einsparung durch Energieeinsparung und Effizienzsteigerung						
Reduzierung um %/a:		1,00	Faktor	0,990		
Entwicklung Energieverbrauch (Strom und Wärme)				2010	2025	2035	2050
		%		MWh	MWh	MWh	MWh
Strom	Industrie	44,80		69.691	63.811	62.870	53.627
	GHD	30,30		47.135	43.158	42.521	36.270
	Privathaushalte	24,90		38.735	35.467	34.944	29.806
	Gesamt	100,00		155.561	142.435	140.335	119.703
	Anteil am Gesamtverbrauch [%]			19,9	25,0	30,0	35,0
Wärme/ Gas	Industrie	37,20		232.872	158.958	121.811	82.698
	GHD	19,10		119.566	81.615	62.543	42.460
	Privathaushalte	43,70		273.562	186.732	143.095	97.147
	Gesamt	100,00		626.001	427.305	327.448	222.305
	Anteil am Gesamtverbrauch [%]			80,1	75,0	70,0	65,0
		2010					
Energie ges.	Industrie	38,71		302.563	222.768	184.680	136.324
	GHD	21,33		166.701	124.773	105.064	78.730
	Privathaushalte	39,96		312.297	222.199	178.038	126.954
Gesamt - Verbrauch				781.562	569.741	467.783	342.008
		[%]		100,0	72,9	59,9	43,8
Übertragungs- und Wandlungsverluste				100.855	74.489	55.015	40.632
Reduzierung in %/a:	2,0			11,43%	11,56%	10,52%	10,62%
Faktor	0,980						
Gesamt - Bedarf im UG				882.417	644.229	522.798	382.640

4.3.3 Entwicklung des Verkehrs

Die bisherige Entwicklung des Personenverkehrs zeigt Abb. 4.5. Die BBSR prognostiziert für Deutschland ein steigendes Verkehrsaufkommen im Personenverkehr bis 2025, jedoch mit deutlichen regionalen Unterschieden. Der motorisierte Individualverkehr (MIV) ist in den Regionen mit überdurchschnittlichem Verkehrswachstum der Hauptträger der Entwicklung. Demgegenüber wird der Bahnverkehr fast in allen peripheren, ländlichen Regionen rückläufig sein. Auch der Personennahverkehr mit Bussen und Bahnen soll flächendeckend mit Ausnahme einiger Großstadtregionen zurückgehen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Nitsch et al. (2010) . Trotz Bevölkerungsrückgang wird vorrübergehend etwa bis zum Jahr 2030 von steigenden Pkw-Zahlen in Deutschland ausgegangen, der ländliche Raum dominiert dabei. Danach soll sich die Anzahl der Autos stark rückläufig entwickeln. Für die durchschnittlich zurückgelegten Wegstrecken (Pro-Kopf-Personenkilometer) wird bis 2040 ein leichter, aber stetiger Zuwachs prognostiziert, d.h. die Menschen fahren etwas mehr bzw. weiter. Der Gesamt-Personenverkehr wird so langsamer als die Bevölkerungszahl abnehmen.

Basierend auf den Ergebnissen des aktuellen Verkehrsaufkommens (Kap. 2.4, S. 72) wird das zukünftige Verkehrsaufkommen abgeschätzt. Dazu werden die umfangreichen Ergebnisse von Nitsch et al. (2012) verwendet, die in ihrem Szenario sowohl Annahmen treffen über die Verkehrsleistungen der verschiedenen Verkehrsträger, als auch über die eingesetzten Antriebe und Effizienzgewinne. Dieser Werte wurden an die Situation in Stendal analog Kap. 2.4 angepasst, so dass die Verkehrsleistungen pro Kopf prognostiziert werden können (Tab. 4.4). Bei der Berechnung wurden alle Verkehrsträger zu Grunde gelegt, d. h. auch der Flugverkehr. Auch wenn in Stendal kein Passagierflughafen betrieben wird, werden diese Verkehrsleistungen doch durch Stendaler Bürgerinnen und Bürger in Anspruch genommen. Anhand der angenommenen Einwohnerentwicklung kann die Verkehrsleistung für Sten-

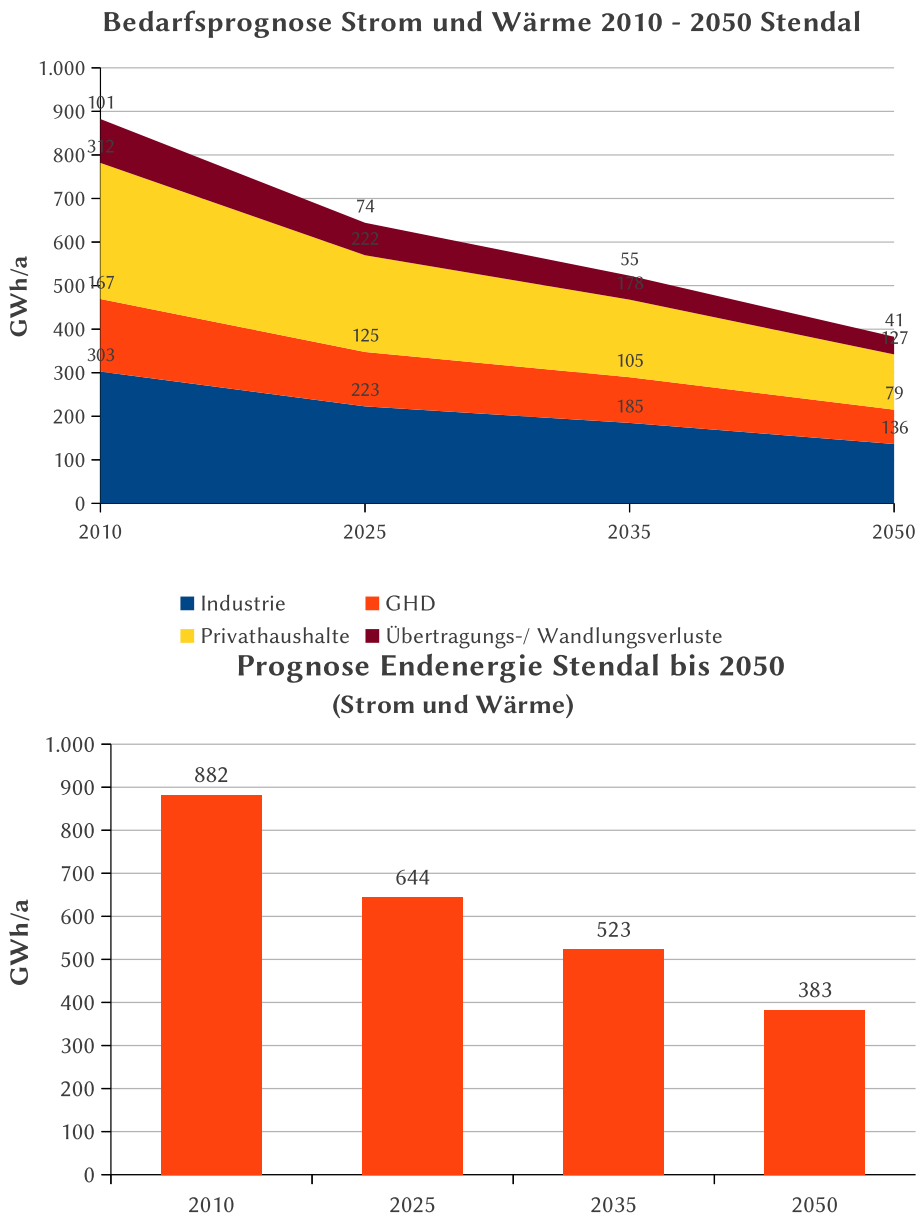


Abbildung 4.4: Endenergiebedarfs- und -verbrauchsprognose für die Hansestadt Stendal 2009 bis 2050 in GWh ausgehend von Ist-Werten.

Tabelle 4.4: Prognostizierte Entwicklung der Pro-Kopf-Verkehrsleistung bis 2050. Berechnet nach Nitsch et al. (2012), angepasst für Stendal.

Verkehrsart	Einheit	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Motorisierter Personenverkehr	Pkm	14890	15167	15422	15559	15758	15695	15669	15800
PKW/Zweiräder	Pkm	12067	12208	12328	12425	12572	12482	12420	12457
Bahnen (nah und fern)	Pkm	1213	1238	1260	1261	1267	1283	1302	1344
ÖPNV Straße	Pkm	862	911	960	939	921	921	924	950
Flugzeug	Pkm	748	811	873	933	998	1009	1023	1050
Güterverkehr	tkm	7638	8801	9970	10640	11368	11830	12339	12771
LKW (einschl. LNF)	tkm	5625	6473	7324	7718	8151	8380	8638	8481
Bahn	tkm	1311	1516	1722	1948	2188	2357	2538	2995
Schiff	tkm	686	792	898	946	998	1061	1130	1260
Flugzeug	tkm	16	20	25	28	31	32	33	35

Tabelle 4.5: Prognostizierte Entwicklung der Verkehrsleistung für Stendal bis 2050. Berechnet nach Nitsch et al. (2012), angepasst für Stendal.

Verkehrsart	Einheit	2010	2025	2030	2035	2040	2050
Motorisierter Personenverkehr	Mio Pkm	626,499	536,733	510,657	478,607	449,973	398,517
PKW/Zweiräder	Mio Pkm	507,735	428,637	407,409	380,628	356,667	314,206
Bahnen (nah und fern)	Mio Pkm	51,047	43,505	41,053	39,113	37,398	33,887
ÖPNV Straße	Mio Pkm	36,264	32,397	29,850	28,091	26,523	23,950
Flugzeug	Mio Pkm	31,453	32,194	32,345	30,774	29,384	26,474
Güterverkehr	Mio tkm	321,389	367,053	368,399	360,734	354,328	322,105
LKW (einschl. LNF)	Mio tkm	236,672	266,252	264,149	255,525	248,049	213,913
Bahn	Mio tkm	55,172	67,216	70,910	71,873	72,888	75,540
Schiff	Mio tkm	28,875	32,629	32,345	32,363	32,437	31,769
Flugzeug	Mio tkm	0,670	0,957	0,995	0,973	0,954	0,882

Tabelle 4.6: Prognostizierter Energieverbrauch für den Verkehrssektor für Stendal bis 2050 in GWh. Berechnet nach Nitsch et al. (2012), angepasst für Stendal.

Verkehrsart	Einheit	2010	2025	2030	2035	2040	2050
Motorisierter Personenverkehr	GWh	285,033	169,522	142,353	125,187	109,316	83,627
PKW/Zweiräder	GWh	225,356	120,283	97,525	84,055	71,527	50,811
Bahnen (nah und fern)	GWh	6,207	4,399	3,954	3,690	3,455	3,040
ÖPNV Straße	GWh	5,239	3,903	3,287	2,973	2,681	2,309
Flugzeug	GWh	48,232	40,937	37,588	34,470	31,653	27,467
Güterverkehr	GWh	85,695	79,460	71,972	67,328	63,106	56,363
LKW (einschl. LNF)	GWh	75,747	68,036	60,906	56,713	52,906	46,861
Bahn	GWh	2,382	2,398	2,467	2,438	2,412	2,455
Schiff	GWh	1,533	1,674	1,632	1,612	1,596	1,530
Flugzeug	GWh	6,033	7,352	6,967	6,564	6,193	5,515
Summe	GWh	370,728	248,982	214,325	192,515	172,421	139,990

dal/2011 abgeleitet werden (Tab. 4.5) und schließlich der Energiebedarf ermittelt werden (Tab. 4.6). Im Ergebnis ist mit einem Rückgang des Energiebedarfes für den Verkehr von heute etwa 370,7 GWh auf etwa 140 GWh im Jahre 2050 zu rechnen.

4.3.4 Bedarfsprognose – Zusammenfassung

Aufbauend auf den vorstehenden Berechnungen in Kap. 4.3 erfolgt eine Saldierung der einzelnen Energiesektoren für die zeitlichen Betrachtungsebenen 2010, 2025, 2035 und 2050. Die Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs in der Hansestadt Stendal sind in Tab. 4.7 und in Abb. 4.6 dargestellt.

Der Gesamtenergieverbrauch reduziert sich von 1.256 GWh im Jahr 2010 auf 524 GWh im Jahr 2050. Die einzelnen Energiesektoren verhalten sich hierbei unterschiedlich. So wird bspw. eingeschätzt, dass die Reduzierung des Stromverbrauchs auf 76,9 % deutlich geringer ausfällt als der Rückgang des Verbrauchs in den Bereichen Verkehr und Wärme. Hier werden Reduzierungen auf 37,8 % bzw. 35,5 % erwartet.

4.3.5 Bedarfsprognose im Gebäudebestand der Hansestadt Stendal

4.3.5.1 Praktische Herangehensweise und Berechnung der energetischen Energieeinsparpotentiale durch Sanierung der Wohngebäude

In Anlage3-EKSK sind die aktuellen Richtwerte der BRD/NBL gemäß IWU-Gebäudetypologie für den Bedarf an Nutzwärme für Wohnflächen (mit Berücksichtigung bereits erfolgter energetischer Sanierung sowie von Rückbaumaßnahmen im Altbestand) erfasst und den EnEV-Richtwerten (Zielwerte für Einsparungen, BRD) für Bestandssanierungen in den komplexen Baugruppen Gebäudehülle, Heizungsanlage, Belüftungssystem zugeordnet.

Auf eine verfeinerte Untergliederung der Baugruppen (z. B. Gebäudehülle in Dach, Außenwand, Fenster, etc.) wird an dieser Stelle verzichtet. Diese könnte Bestandteil für eine vertiefende und genauere Analyse der Energie-Potentiale für Stendal sein. Durch Multiplikation der jeweiligen Sanierungsflächen der Gebäude-Typologie-Matrix von Stendal mit den berechneten thermischen Einsparpotentialen ergibt sich das thermische Einsparpotential bei vollständiger Sanierung der Wohnflächen von Stendal dargestellt in Tabelle 4.3.5.1(a+b).

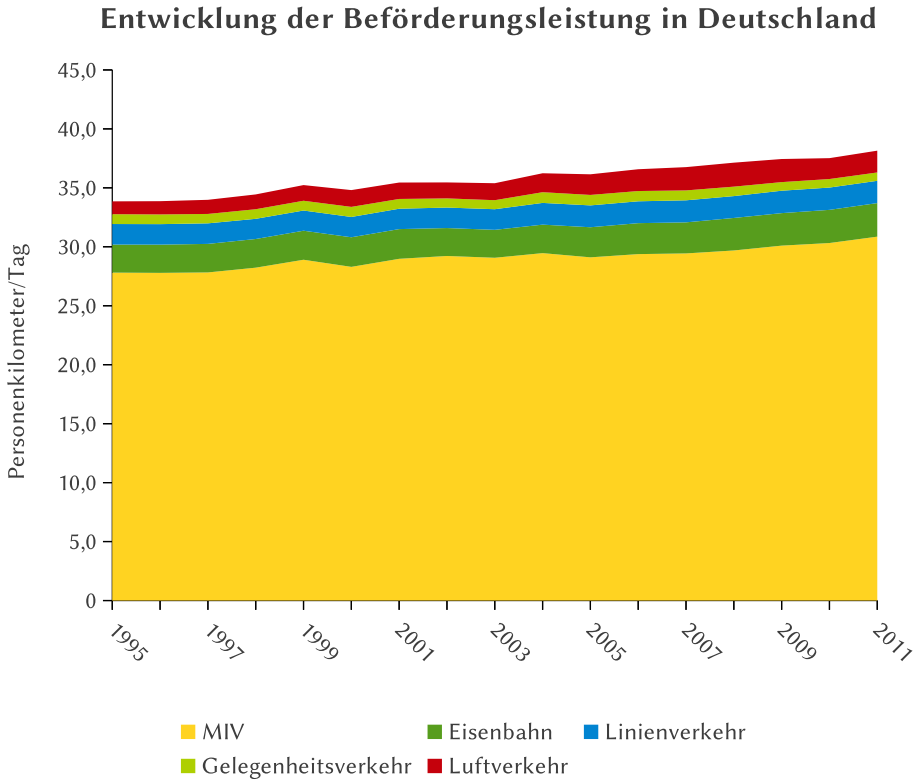


Abbildung 4.5: Entwicklung des Personenverkehrs seit 1995 in Deutschland. Datengrundlage: Statistisches Bundesamt, 2012.

Tabelle 4.7: Entwicklung des Gesamtenergiebedarfes der Hansestadt Stendal.

	2010 [GWh]	2025 [GWh]	2035 [GWh]	2050 [GWh]
Strom	155,6	142,4	140,3	119,7
	100,0 %	91,6 %	90,2 %	76,9 %
Wärme/ Gas	626,0	427,3	327,4	222,3
	100,0 %	68,3 %	52,3 %	35,5 %
Zwischensumme I	782,6	570,7	468,7	342,8
	100,0 %	72,9 %	59,9 %	43,8 %
Übertragungs-/ Wandlungsverluste	100,9	74,5	55,0	40,6
	100,0 %	73,9 %	54,5 %	40,3 %
Zwischensumme II	884,4	645,9	524,3	383,8
	100,0 %	73,0 %	59,3 %	43,4 %
Verkehr	370,7	249,0	192,5	140,0
	100,0 %	67,2 %	51,9 %	37,8 %
Bedarf gesamt	1.256,1	895,6	717,4	524,3
	100,0 %	71,3 %	57,1 %	41,7 %

Fazit: Das größte Potential in Stendal könnte durch energetische Sanierung des Gesamtgebäudebestandes mit 112,654 GWh erzielt werden, der vor 1949 errichtet wurde. Geht man davon aus, dass bei etwa 12,5 % der vor 1949 errichteten Gebäude bereits Teilsanierungen im Laufe der Jahre erfolgt sind, wäre gemäß EnEV-Standard von 2009 – (KfW100) eine energetische Einsparung von 75 bis 80 % bei Vollkostensanierung zu erzielen. Nach 1989 errichtete Wohngebäude haben erwartungsgemäß mit 15,320 GWh ein geringeres, aber dennoch nicht zu vernachlässigendes Einsparpotential mit etwa 28,4 % (gegenüber KfW100).

Bei einer Vollsanierung (inklusive energetische) aller bewohnter Stendaler Wohngebäude zum aktuellen EnEV-Standard von 2009 würde sich heute eine Reduzierung der Endenergie von Wärmeenergie in Höhe von 55-61 % berechnen lassen. Bei den Einfamilienhäusern und kleinen Mehrfamilienhäusern wäre mit 80,835 GWh bzw. 55,274 GWh das größte Potential erschließbar.

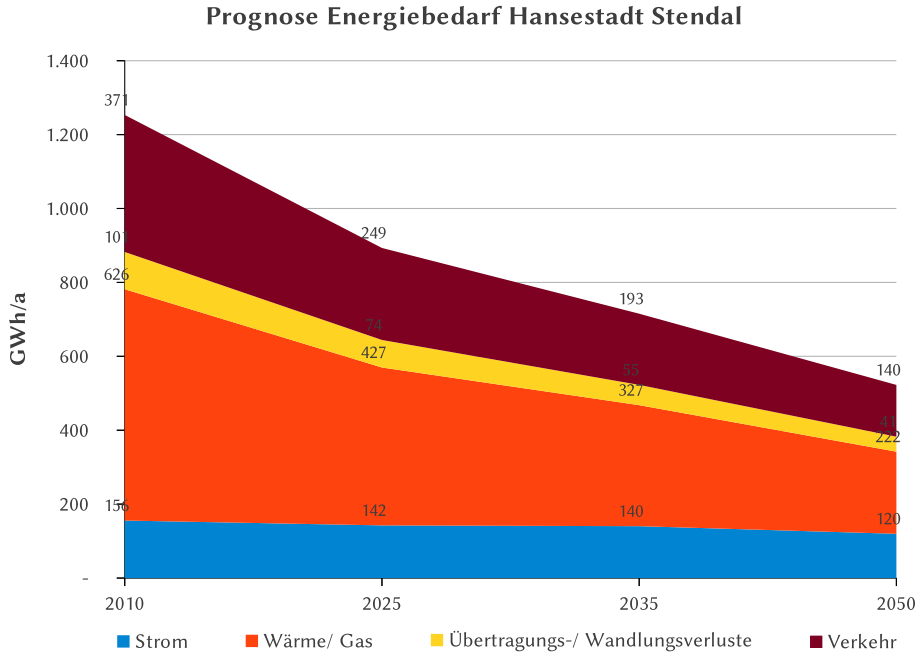


Abbildung 4.6: Entwicklung des Gesamtenergiebedarfes der Hansestadt Stendal bis 2050 in GWh.

Tabelle 4.8: Energetische Einsparpotentiale in der Hansestadt Stendal durch vollständige Sanierung (Gebäudehülle, Heizungsanlage, Belüftungsanlage). Die Gebäudetypologie folgt der Ruhruniversität Bochum und IWU (BRD/SDL), die Daten sind vom Stichtag: 31.12.2010.

Energie-	Wohneinheiten errichtet bis 1948				Wohneinheiten errichtet 1948 - 1989					
Einsparpotential	bis 1870	70-1918	1919-48	< 1949	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-89
	MWh	MWh	MWh	Σ	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Σ
EFH	11721	21803	24718	58241	3361	4109	1927	966	904	11267
RH	0	1737	13595	15332	567	855	686	268	163	2540
MFH-NBL	4043	13829	16870	34742	6796	10656	0	0	0	17452
MFH-NBL	0	2340	1998	4338	0	0	7554	6508	2805	16867
HH-NBL	0	0	0	0	0	0	5728	1238	0	6966
Summe	15764	39710	57181	112654	10725	15620	15895	8980	3872	55092

Insgesamt wäre für den Gesamtbestand der Wohngebäude ein Einsparpotential von 183,066 GWh_{th} durch energetische Sanierung zu erschließen. Für die bewohnten Gebäude beträgt die Einsparung 173,258 GWh_{th}. Unter Berücksichtigung des gemittelten CO_2-Emissionsfaktors zur Heizenergieerzeugung der SWS von 264 g/ kWh und einem Primärenergiefaktor für die Stadtwerk von 1,12 könnten durch energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand 54.109 t CO_2-Emissionen gespart werden (183,066 GWh x 1,12 x 264 g/ kWh). Bei einer jährlichen Sanierungsrate mit anteilig 2,5 % energetischer Sanierung wären das ab 2012 bis zum Jahre 2020 etwa 110.000 t CO_2-Emissionen.

4.3.5.2 Berechnung der energetischen Potentiale der Energieeinsparung für Wohngebäude (bewohnt) aufgegliedert nach Stadtteilen

Mithilfe der ZEUS-Methodik konnten aufgrund der Datenlage die thermischen Einsparpotentiale (Heizung und Warmwasser) bei energetischer Sanierung der Stendaler Ortsteile 1 – 16 sowie für die Ortschaft Uchtspringe differenziert berechnet werden. Darauf basierend wurde eine „Rangfolge" bezüglich der jährlichen energetischen Einsparpotentiale und dazu äquivalenter CO_2-Emissionen für strategische Handlungsentscheidungen abgeleitet. Diese ist in Tabelle 4.3.5-2 dargestellt.

Das Gesamteinsparpotential in der energetischen Sanierung der bewohnten Wohngebäude beträgt per 31.12.2010 für die Hansestadt Stendal 173,258 GWh.

Das größte Potential wurde in Stadtsee mit 31,750 GWh (18,3 %) identifiziert, gefolgt von der Altstadt mit 21,075 GWh (12,2 %), der Bahnhofsvorstadt mit 18,567 GWh (10,7 %) und von Stendal-Nord mit 18,286 GWh (10,6 %). Das energetische Sanierungspotential für die Ortschaft Uchtspringe ist das größte aller eingegliederten Ortschaften und beträgt 3,785 GWh (2,2 %).

Die Realisierung der identifizierten Einsparpotentiale durch energetische (thermische) Teil-/Voll-Sanierung ist

aus Kostengründen nur in Jahres-Etappen realisierbar. D.h. sowohl bei den Wohnungsvermieter, aber auch bei den Besitzern von Einfamilienhäusern. Dabei werden i. d. R. fällige Gebäudesanierungen mit energetischen Sanierungsmaßnahmen synergetisch kombiniert.

Um die angestrebte Energieeinsparung zu erreichen, müsste die jährliche energetische Sanierungs-/ Modernisierungsquote im Wohngebäudebestand von aktuell etwa 1 % auf 2-2,5 % angehoben werden.

4.3.5.3 Kosten und Wirtschaftlichkeit der Sanierung der Wohngebäude

Energieeffizienz im Gebäudesektor spielt bei der Reduzierung des Energieverbrauchs eine zentrale Rolle. Allein 35 % der Endenergie werden in Deutschland zur Beheizung, Warmwasserversorgung und Beleuchtung von Gebäuden benötigt. Zudem wurde ein Großteil der rund 18 Millionen Wohngebäude in Deutschland vor 1978 und damit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet. Gleichzeitig liegt der Anteil der Neubauten bei unter einem Prozent. Zur Erreichung der Klimaschutzziele ist im Gebäudebereich demnach die energetische Modernisierung der bestehenden Gebäude entscheidend.

In kaum einem anderen Bereich schaffen Investitionen einen so vielfachen Nutzen: Vermietbarkeit und Betrieb der Immobilie sind langfristig gesichert und der Wert des Gebäudes steigt. Für den Nutzer bewirkt die Steigerung der Energieeffizienz einen höheren Wohnstandard, eine größere Unabhängigkeit von Energiepreissteigerungen und langfristig eine Erhöhung des frei verfügbaren Einkommens.

Die Einsparpotenziale sind – insbesondere bei Bestandsbauten – enorm. Häuser, die mit marktgängigen Techniken energetisch modernisiert werden, können ihren Energiebedarf um bis zu 85 % senken und weit besser als ein Standard-Neubau sein. Trotzdem gibt es noch Vorbehalte gegenüber energieeffizientem Bauen und Sanieren. Dies ist auf die hohe Komplexität der Bauvorhaben, auf mangelndes Vertrauen in ein hochwertiges Ergebnis, die notwendigen Investitionskosten und auf die Intransparenz des Marktes zurückzuführen. Für die Zukunft gilt es, die Markthemmnisse gezielt abzubauen und die Chancen energieeffizienter Sanierungen zu nutzen, denn immerhin stehen in den nächsten Jahren bei fast der Hälfte aller Wohnhäuser in Deutschland Sanierungen an. Die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen ist modellhaft in den Tabellen 4.3.5-3a und 4.3.5-3b jeweils als mögliches Szenario dargestellt.

Berechnungsgrundlage: Einsparungspotential für die energetische Gebäudesanierung von Stendal (Stand 2010) mit einem thermischen Einsparpotential von insgesamt 173,258 GWh_{th} bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2,0 % (EFH) und 2,2 % (MFH, angenommenes Szenario) sowie einem gemittelten Energiepreisanstieg von 7,5 % pro Jahr bis 2030 nach genutztem Energiemix (Fernwärme, Strom, Gas, Öl) von 6,5 Cent/ kWh (2010). Es wurden den jährlichen Bau- und Zinskosten für den energetischen Sanierungsanteil (geschätzt 4,5 %) die Einsparung durch Energiekosten gegenübergestellt, ohne Berücksichtigung der Kredittilgung. Dabei lag der Break-Even bei den EFH/ZFH nach dem 12.Jahr (als Gesamt- und Einzelmaßnahme betrachtet), bei den Mietshäusern (Kredit-Refinanzierung kann hier über gesteuerte Mieterhöhung der Kaltmiete von etwa 0,77 €/ m^2 im Jahr erfolgen) zwischen dem … Jahr.

Als energetischer Standard wurde für beide Gebäudegruppen ein Referenzgebäude der Kategorie KfW100 festgelegt, wie in der EnEV2009 definiert (gemäß Stendaler Klima- und Witterungsverhältnissen). Im Ergebnis sollten bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2,0 bzw. 2,5 % in Stendal bei den Eigentümern der EFH/ZFH etwa 5,4 Mio. € für Sanierung, davon anteilig knapp 30 % für energetische Sanierung investiert werden. Bei den Eigentümern der Mietshäuser (MFH) beträgt die im Szenario angenommene jährliche Investitionssumme etwa 5,5 Mio. € für Sanierung, davon mehr als 70 % für den energetischen Anteil.

4.4 Prognose der CO_2-Emissionen

Aus der Prognose des Energieverbrauches (Top-Down-Ansatz, Kap. 4.3.1) werden die damit verbundenen CO_2-Emissionen abgeschätzt. Grundlage dafür sind Angaben zu den CO_2-Äquivalenten in der Leitstudie des BMU (Nitsch et al., 2010). Der Verkehrsbereich wurde gesondert berechnet (s. u.). Im Vergleich zu den für Stendal berechneten aktuellen Werten (Kap. 2.6) liegen die spezifischen Werte der Leitstudie jedoch höher, was durch den großen Anteil an KWK sowie die Dominanz des Erdgases gegenüber anderen fossilen Quellen erklärt werden kann. Deshalb werden die Werte modifiziert unter der Annahme, dass sich die spezifischen Emissionen (t/GWh) bis 2030 an den bundesdeutschen Durchschnitt angleichen. Abb. 4.7 und Tab. 4.9 zeigen, wie sich die Emissionen an CO_2-Äquivalenten von aktuell 307 866 t bis auf 54 193 t im Jahr 2050 voraussichtlich reduzieren.

Für den Verkehrsbereich wurden den berechneten Energiebedarfen (Tab. 4.6, Kap. 4.3.3) entsprechend den in Nitsch et al. (2012) angenommenen Antrieben Werte für die CO_2-Emissionen zugeordnet. Die Ergebnisse sind in Tab. 4.10 dargestellt.

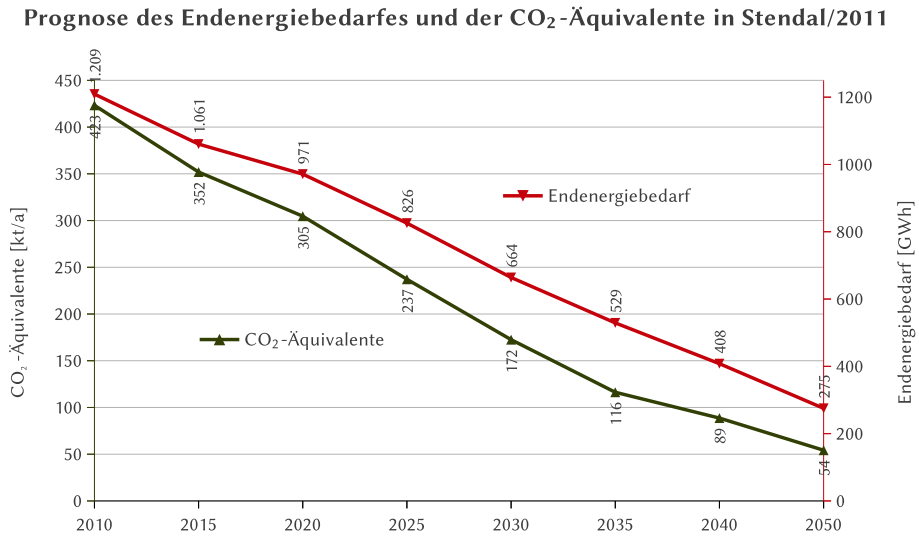


Abbildung 4.7: Angepasste Prognose des Endenergieverbrauches und der CO_2-Äquivalente für Stendal/2011 für die Jahre bis 2050 (angepasster Top-Down-Ansatz).

Tabelle 4.9: Prognostizierter Energiebedarf und CO_2-Emissionen für Stendal bis 2050.

		2009	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Haushalte	GWh	309,5	275,7	247,2	207,9	155,4	66,9	27,6
GHD	GWh	151,4	135,8	122,7	105,1	82,4	44,1	26,0
Industrie	GWh	372,6	335,6	304,6	263,5	211,9	124,5	81,6
Zwischensumme	GWh	833,5	747,1	674,5	576,6	449,7	235,5	135,2
CO_2-Äquivalente	kt	195,1	189,5	180,4	154,3	115,9	76,6	45,7
Verkehr	GWh	375,6	313,4	296,7	249,0	214,3	192,5	172,4
CO_2-Äquivalente	kt	112,8	89,2	83,1	67,1	56,6	39,6	42,9
Summe Energie	GWh	1209,1	1060,5	971,2	825,6	664,0	428,0	307,6
Summe CO_2-Äquivalente	kt	307,9	278,7	263,5	221,4	172,5	116,2	88,6

Tabelle 4.10: Prognostizierte CO_2-Emissionen für den Verkehrssektor für Stendal bis 2050, angegeben in kt CO_2-Äquivalenten. Berechnet nach Nitsch et al. (2012), angepasst für Stendal.

Verkehrsart	2010	2025	2030	2035	2040	2050
Motorisierter Personenverkehr	88,756	47,470	39,292	23,704	28,670	22,290
PKW/Zweiräder	69,011	32,401	26,394	22,424	18,792	14,523
Bahnen (nah und fern)	3,198	2,253	2,013	1,235	1,756	1,548
ÖPNV Straße	1,528	1,032	0,830	0,046	0,611	0,487
Flugzeug	15,019	11,785	10,055	0,000	7,511	5,732
Güterverkehr	23,999	19,586	17,326	15,901	14,236	11,226
LKW (einschl. LNF)	22,108	17,624	15,398	14,031	12,418	9,469
Bahn	1,236	1,254	1,291	1,276	1,261	1,284
Schiff	0,446	0,433	0,375	0,348	0,325	0,289
Flugzeug	0,209	0,274	0,263	0,246	0,232	0,184
Summe	112,754	67,056	56,619	39,605	42,906	33,516

4.5 Szenario der Energieversorgung der Hansestadt Stendal für den Zeitraum bis 2050

4.5.1 Überblick

Da die verfügbare Energieversorgungsstruktur Stendals technisch noch über einen längeren Zeitraum als zukunftsfähig anzusehen ist, waren für das Energieversorgungskonzept bis 2050 vor allem folgende generelle Fragestellungen zu analysieren und einer Lösung zuzuführen:

- Auftreten nicht technischer Probleme in der Energieversorgungsstruktur – wie das Wegbrechen der wirtschaftlichen Versorgungsdichte infolge gravierender Einwohnerverluste,
- Verfügbarkeit/ Einbindung möglicher Optimierungsreserven in die bestehende energetische Netz- und Erzeugerstruktur,
- Verfügbarkeit/ Einbindung regionaler/ lokaler Potentiale an Erneuerbaren Energien und lokaler Potentiale der Energieeinsparung und der Erhöhung der Energieeffizienz,
- Entwickelbarkeit korrespondierender Netze und notwendiger Energiespeicher,
- Entwickelbarkeit einer die energetische Umgestaltung (etappenweise, aber spätestens bis 2050) technisch/ ökonomisch möglichst problemlos verkraftenden Energieversorgungsstruktur unter der Vorgabe einer Stromversorgung aus 100% regionalen Energiequellen und der schrittweisen Substitution der fossilen Energieträger Erdgas und Erdöl durch regenerative Energiegase.

Trotz des möglicherweise drastisch sinkenden Energieverbrauches in Stendal auf Grund stark schrumpfender Einwohnerzahlen und (bei weitem nicht so stark) rückgängiger Verbraucheranschlüsse sowie für diesen Zeitraum in Deutschland vermutlich voll wirksam werdender Maßnahmen grundlegender Energieeinsparung und der Erhöhung der Energieeffizienz dürfte die Grundstruktur der heutigen Energieversorgung der Stadt

- in der Erzeugung von Strom und Wärme sowie
- in der Verteilung von Strom, Gas und Wärme

jedenfalls für den Zeitraum bis 2035 Bestand haben. Ob das BHKW Schillerstraße und das Fernwärmenetz auch danach noch konkurrenzfähig sind oder sich dezentrale KWKK- Strukturen als wirtschaftlicher erweisen, hängt von einer Vielzahl, aus heutiger Sicht nicht realistisch zu beurteilender Faktoren ab.

4.5.1.1 Stadtentwicklung

Da mit sinkender Versorgungsdichte auch die Wirtschaftlichkeit eines Energieversorgungssystems deutlich zurückgeht (ggf. sogar grundlegend in Frage gerät) und möglicherweise bis zu $\frac{1}{3}$ des Stadtgebietes von Stendal bis 2050 funktional nicht mehr benötigt werden könnte, sollte die Aufgabe städtischer Funktionsflächen stadtplanerisch (aber auch real) von außen nach innen erfolgen. Gleichzeitig wäre auf eine angemessene Kompaktierung aller langfristig zu erhaltenden Stadtgebiete hinzuwirken. Dies erscheint insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung des Plattenbaugebietes Stadtsee und der Altstadt von vorrangiger Bedeutung.

Würde die Stadt trotz absehbar drastischer Einwohner- und damit einhergehender Wohn- und GHD- Baukörperverluste weiter an Funktionsfläche zulegen und/ oder der (sich partiell bereits abzeichnende) Dispersionsprozess im Sinne von Zersiedelung fortsetzen, gerät unweigerlich ihre „Ökonomie" infrage. Als dessen Folge dürften die strukturellen Aufwendungen für die Verkehrsanlagen, die stadttechnischen Medien und damit die Energieversorgung (unabhängig von den Erzeugungskosten) so steigen, dass insbesondere die Fernwärmepreise ein zumutbares Maß überschreiten würden. Ein direkter Abgleich von Stadtentwicklung und Energie-/ Medienversorgung z.B. innerhalb des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes ist daher dringend angeraten.

Insbesondere wäre ein zielgerichteter Umgang mit der Vielzahl bereits bestehender (oft Kriegsruinen erinnernder) und (infolge weiterer Stadtschrumpfung) hinzukommender Stadtbrachen und deren urbane Aktivierung (im Sinne von Potentialerschließung) allein schon aus stadtgestalterischer, vielmehr aber aus stadtökonomischer Sicht unbedingt von Nöten: Mit Stendal-Süd ist bereits ein ganzer Stadtteil betroffen, große Teile von „Stadtsee" werden folgen, aufgegebene Gewerbe- und Industriestanorte sind weit über das Stadtgebiet verteilt. Zu deren Reaktivierung können energetisch-stadtklimatisch wirkende Zwischennutzungen als unter- und eingegrünte Freiflächen-PV-Anlagen (Sangerhausen) oder Energieholzplantagen (Halle-Neustadt), aber auch das „urban farming" (Berliner Prinzessinnengarten) einen sowohl wirtschaftlich wie stadtgestalterisch überzeugenden Hintergrund bieten.

4.5.1.2 Energieversorgungsnetze

Hier gilt ebenfalls das generelle Gebot „Rückbau von außen nach innen" - insbesondere für das betriebsaufwändige Fernwärmenetz, wobei ggf. entstehende „Exklaven" durch den Ausbau des Gasnetzes/ dezentrale KWK- Kopplungsanlagen zu versorgen wären. Sowohl das Fernwärmenetz als auch das Gasnetz verfügen über erhebliche Ausbaureserven zur Erschließung neuer Verbraucher. Mit der umfänglichen Erschließung neuer Abnehmer und einer entsprechenden Netzanpassung sollte das Fernwärmenetz eine längerfristige Zukunft haben.

Über die absehbar wirtschaftliche Erzeugung von regenerativem Wasserstoff/ Methan in großem Stil wird die schrittweise Substitution von Erdgas bei weitgehend pro-

blemlosem Weiterbetrieb auch des lokalen Erdgasnetzes möglich.

4.5.1.3 Energieerzeugungsanlagen

In einem ebenfalls schrittweise aufzubauenden „virtuellen" Kombinations- Heizkraftwerk könnte das BHKW Schillerstraße technisch wie systemisch die Funktion eines Spitzenlastkraftwerkes zum Abgleich der prinzipiell fluktuierenden regenerativen Stromzeugungsanlagen und eines Grund- und Spitzenlastheizwerkes für die Fernwärmeversorgung übernehmen. Dessen Ablösung und eine weitgehende Dezentralisierung der Strom- und Wärmeerzeugung in die Stadtteile erscheinen aus heutiger Sicht, unter der Voraussetzung gleichbleibender Wärmeabsatzmengen bis 2035, nicht erforderlich.

4.5.1.4 Regenerative Stromerzeugung

Mit der Planung und Errichtung regenerativer Stromerzeugungsanlagen insbesondere im Windkraft- aber auch im Photovoltaikbereich könnte auf der wirtschaftlichen Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und entsprechend der regional- und stadtplanerischen Genehmigungslage jederzeit begonnen werden. Das Potential von Land-/ Forstwirtschaftsprodukten für die Erzeugung/ Verstromung von Bio-Methan/ -Synthesegas könnte möglicherweise sogar regional bereits weitgehend ausgereizt sein. Dagegen befindet sich die Verstromung von Energiegasen aus biogenen Rest-und Wertstoffen regional zwar noch in der Konzeptphase, sollte aber bis 2020 wirtschaftlich verfügbar sein. Die Nutzung der Geothermie für die Stromerzeugung dürfte vor allem in der nördlichen Altmark möglich werden, passt aber systemisch nicht in die Energieversorgungsstruktur Stendals.

4.5.1.5 Erzeugung regenerativer Energiegase/ Energiespeicher

Mit der Verfügbarkeit wirtschaftlich arbeitender Anlagen zur Erzeugung regenerativen Wasserstoffs/ Methans vorwiegend aus Überschüssen der Windkraft und der Photovoltaik etwa um 2020 wird die weitgehende energetische Eigenversorgung der Stadt auf Basis regionaler und regenerativer Ressourcen möglich, wobei das Gasnetz zusätzlich die Funktion des Haupt- und Langzeit- Energiespeichers übernimmt.

4.5.1.6 Energieeinsparung/ Energieeffizienz

Für die Entwicklung des Strom- und Wärmebedarfes in Stendal ist für den Zeitraum bis 2050 damit zu rechnen, dass der Eigenversorgungsgrad der Gebäude (bei sinkendem Verbrauch durch Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz) sowohl im Strombereich über die Integration von PV (-Hybrid)- und ggf. kleinen Windkraftanlagen als auch im Wärmebereich über Solarthermieanlagen/ Umweltwärmepumpen/ Verbrennungs-/ KWK- Kopplungsanlagen für energetische Biomasse/ Energiegase mit fortschreitender Technik (bis hin zum „+ Energiehaus") anwächst.

4.5.1.7 Energieexport

Aufgrund der verfügbaren Potentiale und des sinkenden Energieverbrauches in der Energieversorgungsstruktur Stendals sollte zwischen 2035 und 2050 ein erheblicher und marktfähiger Energieüberschuss an Strom und regenerativem Methan zur Versorgung der Region/ von Ballungsräumen exportiert werden können (Anhang - Berechnungstool 4). In diesem Zusammenhang wäre zu prüfen, inwieweit die Stadtwerke Stendal GmbH (etwa in Anlehnung an die Badenova im Südwesten Baden-Württembergs) die Rolle eines regionalen Energieversorgers für die Altmark übernehmen könnte.

4.5.2 Rahmenentwurf

4.5.2.1 Entwicklungsziele

- Aufbau eines systemisch angelegten, ökonomisch wie ökologisch dauerhaft tragfähigen, weitgehend eigenständigen und fest in die Stadt- und Regionalentwicklung eingebundenen Energieversorgungssystems (IEVS) zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit sowie unter Nutzung der verfügbaren Förderinstrumentarien/ Fördereinrichtungen in Energie und Klimaschutz (Land, Bund, EU).

- Schrittweise Substituierung des Erdgases durch geeignete regenerative Energiegase entsprechend des jeweiligen Standes der Wirtschaftlichkeit, ggf. teilweise Umstrukturierung der Energieerzeugungs-/ Energieverteilungs- Strukturen in Richtung dezentraler Kraft- Wärme- Kälte- Kopplung (KWKK) unter weitgehender Nutzung/ dem Ausbau der bestehenden/ geeigneter Netze und Anlagen (Strom, Gas, Wärme/ Kälte).

- Entwicklung einer nachhaltig nutzbaren, lokal/ regional basierten Energie- und Ressourcengrundlage auf Basis der entwickelten gesetzlichen Regelungen (EEG Strom/ Wärme, KWK u. a.) und deren Einbindung in die Versorgungs- und Entsorgungspotentiale der Stadtregion.

- Gleichrangige Sicherung der „5 mal E": grundlegende Energieeinsparung, deutliche Steigerung der Energieeffizienz, komplexe Nutzung Erneuerbarer Energien, leistungsfähige Energiespeicherung, intelligente Energienetze sowie einer nachhaltigen Verkehrsinfrastruktur

- Integration der Ressourcen-, Erzeugungs-, Verteilungs- und Verbrauchs- Strategien des IEVS in einen funktional begründeten Klima-, Natur- und Umweltschutz und eine recyclingfähige Kreislaufwirtschaft.

- Synergetische Verknüpfung des IEVS mit regionaler Wertschöpfung, zielgerichteter Unternehmens- und Arbeitsplatzansiedlung, stofflicher Ressourcennutzung, Nahrungsgüterproduktion u.ä.; Ausbau der bisherigen Geschäftsfelder.

- Nutzung nationaler/ internationaler Erfahrungen sowie lokalen und externen Fachwissens, gezielte Einbindung von universitären Einrichtungen/ Fachverbänden, breite Beteiligung der Öffentlichkeit, der Unternehmen und Bürger/ der Energieverbraucher.

4.5.2.2 Fernwärme

Die Fernwärmeversorgung der Stadt Stendal ist zumindest bis zum Jahr 2035 sowohl wärmeerzeuger- als auch -netzseitig als gesichert anzusehen. Lediglich „davon laufende" Preise für den Energieträger Erdgas (im Vergleich zu anderen Energieträgern)/ eine wirtschaftlich nicht darstellbare Substitution von Erdgas durch regenerative Energiegase könnte einen höheren Grad von Dezentralisierung sinnvoll erscheinen lassen (z. B. Baukörper/ Baugruppen bezogene Biomasseheizwerke).

Für den Zeitraum nach 2035 und ggf. mit der Aufgabe des dann technisch verschlissenen BHKWs kommt aufgrund einer sich ausdifferenzierenden Stadtstruktur (zu erwartender starker Bevölkerungsrückgang) eine gezielte Dezentralisierung der Erzeugerstruktur und des Netzes vermutlich auf Basis der Verstromung von regenerativen Energiegasen – KWKK-Kopplung – Nahwärmeversorgung in Frage, deren technische Auslegung zur Zeit noch nicht hinreichend beurteilt werden kann (wie eine dann ggf. serielle Verfügbarkeit der Brennstoffzelle).

Inwieweit die Einspeisung einer solarthermischen Großanlage in den Rücklauf des Fernwärmenetzes und als deren Speicher (Stadtwerke Wanzleben 2007) bereits heute wirtschaftlich darstellbar ist, wäre gesondert zu untersuchen.

4.5.2.3 Strom

Mit Beibehaltung des KWKK- Kopplungsprinzips auf einer wirtschaftlich darstellbaren Energiegasbasis ist die Stromversorgung der Stadt Stendal sowohl erzeuger- als auch netz- und anlagenseitig bis zum Jahr 2035 als gesichert anzusehen.

Vor allem im Hinblick auf die in der Altmark besonders nahe liegende Bidirektionalität zwischen Strom- und Gasnetz (vormalige Erdgaslagerstätte Altmark als Energiegas, keinesfalls als CO_2-Speicher!) und z. T. guter Windverhältnisse ist die umfassende Nutzung der Windkraft durch die Stadtwerke Stendal bereits heute und insbesondere aus wirtschaftlicher Sicht ein Gebot der Stunde. Mittelfristig dürfte „kein Weg mehr daran vorbeiführen". Entsprechende Eignungsgebiete sollten unabhängig von den jedenfalls zu nutzenden Windvorranggebieten wie bei Buchholz bereits zeitnah ausgewiesen und in ein (zwar möglicherweise langwieriges) Genehmigungsverfahren geführt werden. Hierzu sind ggf. auch Kooperationen mit Nachbarkommunen aufzunehmen. Dass Windkraftanlagen- Parks auch hohen landschaftsästhetischen Ansprüchen genügen und keinerlei Beeinträchtigungen für nahegelegene Kommunen verursachen können, zeigt der Windenergiepark Zitz Nord 1 östlich von Karow bei Genthin.

Die erforderliche Einbeziehung von großflächigen PV-Freianlagen in die Stromerzeugung sollte in jedem Fall durch die Ausweisung z.B. versiegelter Stadtbrachen (und mit den Stadtwerken und Bürgern der Stadt) gewährleistet werden. Darüber hinaus sollte die Modernisierung/ der Ausbau der BHKW- Kapazitäten sowie der gezielte Ausbau der Gebäude gestützten PV-Stromerzeugung zu einem noch näher zu untersetzenden Zeitpunkt (optimal in Wirtschaftlichkeit und Wirkungsgrad) und dito die Nutzung der gebäudegestützten Windkraft/ ggf. der Laufwasserkraft der Elbe (Warnow- Laufwasserkraftanlage bei Sternberg im EU-„Hylow"-Forschungsprojekt!) als Kommunen übergreifende Entwicklungsaufgabe ggf. mit Unterstützung der Energieagentur (LENA) des Landes Sachsen-Anhalt Berücksichtigung finden.

4.5.2.4 Gas

Entsprechend der entwickelbaren regionalen Biomassepotentiale/ der wirtschaftlichen Herstellung BHKW- tauglicher biogener Gase (Biomethan/ Synthesegas)/ synthetischen Methans sowie der netztechnischen Möglichkeiten könnte prognostisch die schrittweise Umstellung des lokalen Erdgasnetzes auf regenerative Energiegase zur Versorgung der BHKW- Motoren in der Schillerstraße sowie perspektivisch dezentraler, mit regenerativen Energiegasen betriebener KWKK- Anlagen erfolgen. Über das Gasnetz wären gleichzeitig die erforderlichen Speicherkapazitäten abzudecken.

Die Herstellung biogener Gase wird dabei vermutlich in den Technologien Trocken- Nass- Fermentation („grüne" Biomasse/ Abfälle - Biomethan) und thermochemische Vergasung (Synthesegas) stattfinden. Für den Zeitraum um 2020 dürfte der Erzeugung von synthetischem Methan (Elektrolyse- Wasserstoff/ CO_2 (!)- Methanisierung) vornehmlich aus Windkraft-, PV-, und Stromnetzüberschüssen erhebliche technische und wirtschaftliche Bedeutung zukommen

Nach 2025 sollte die Verwendung von Erdgas/ regenerativen Energiegasen ggf. über das lokale Gasnetz dann ausschließlich in KWKK und im Betrieb von Kraftfahrzeugen erfolgen.

4.5.2.5 KWKK

Technisch ist bereits heute die Ablösung aller Gasheizsysteme durch KWKK- Kopplungsanlagen bis hinunter zu Mikro- BHKW möglich, wirtschaftlich jedoch nur bei Vorliegen entsprechender Wärmesenken möglichst über das ganze Jahr. Mit einem deutlichen Zubau von KWKK- Anlagen einer Vielzahl von Baugrößen und in wärmegeführtem Betrieb ist jedoch absehbar zu rechnen, häufig in separaten Nahwärmenetzen für Wärme-/ Kälte intensives Gewerbe. Ab 2025 sollte die Grundlast geeignete regionale Stromproduktion in der Stadtregion Stendal überwiegend regenerativ oder in KWKK erfolgen.

4.5.2.6 Nahwärme/ Warmwasser

Entsprechend der jeweiligen Standortvoraussetzungen kommen für die Wärme-/ Warmwasser- Versorgung von Quartieren, Baugruppen und Gebäuden folgende Technologien in Abhängigkeit von den jeweiligen Standortbedingungen und z. T. in Kombination in Frage: KWKK- gestützte Nahwärmenetze, Mikro- KWKK-Anlagen, energetische Biomasse-Verbrennungs-/ Vergasungs-Anlagen, auf Basis von Umweltwärme/ Abwasserwärme arbeitende Wärmepumpen, thermische und PV-thermische Solaranlagen sowie ggf. ergänzende Großwärmespeicher. Nach 2025 ist die reine Verbrennung von gasförmigen Energieträgern oder die Nutzung von Strom für die Erzeugung von Wärme und Warmwasser aus Effizienz-, Ressourcen- und Klimaschutzgründen nur noch in Ausnahmefällen (Passivhaus-Klimageräte, Niedertemperatur-Infrarotheizungen geringer Leistung) anzunehmen.

4.5.2.7 Übergeordnete Netze

Mit fortschreitender Dezentralisierung der Energieerzeugung, der komplexen Nutzung Erneuerbarer Energien und der regionalen Verfügbarkeit von leistungsfähigen Energiespeichern vermindert sich das Zugriffserfordernis auf übergeordnete Netze, ggf. mit Ausnahme des Gasnetzes. In Abhängigkeit von dem regionalen Aufkommen an wirtschaftlich verfügbaren regenerativen Energiegasen könnte das Erdgasnetz entsprechend der technischen Möglichkeiten längerfristig lokal/ ggf. regional auf ein regeneratives Energiegasnetz mit ausreichender Speicherkapazität umgestellt werden (vergleichbar dem Verteilnetz der Stadtgasversorgung im 20. Jahrhundert). Zum Abgleich tageszeitlich/ jahreszeitlich schwankender Energiebedarfe/ -angebote bleibt der Anschluss an das übergeordnete Strom- und Gasnetz für ein IEVS in Stendal dauerhaft unverzichtbar.

4.5.2.8 Verkehr

Neben den ÖPNV- Bussen könnten alle betrieblichen Fahrzeuge der Stadtwerke Stendal/ der Stadt und der weiteren Träger der Energetischen Stadterneuerung werden nach Möglichkeit auf die Nutzung (biogener Kraftstoffe) von Energiegasen umgestellt werden (Vorbildwirkung), die ausdrücklich auch für den MIV der Stadtregion verfügbar sind. Mit der Etablierung von synthetischem Methan und in Ergänzung durch biogene Energiegase wird der Druckgasbetrieb von Kraftfahrzeugen aller Baugrößen mittelfristig als wirtschaftlichste und umweltfreundlichste konventionelle Antriebstechnologie immer wahrscheinlicher (Audi-e-Gasflotte 2013). Die Nutzung von verdichtetem Erdgas als preisgünstigstem Kraftstoff ist bereits heute wirtschaftlich gut darstellbar, nur ist die erforderliche Tankstellen- Infrastruktur aufgrund erheblicher Aufwendungen für eine sichere Kompression noch bei Weitem zu schwach entwickelt.

Parallel können mittelfristig und im Abgleich mit der kommunalen Stromversorgung die Voraussetzung für den (allerdings weder zeitlich, technisch noch wirtschaftlich tatsächlich absehbaren) Umstieg auf Elektromobilität im ÖPNV/ MIV geschaffen werden, deren Kurzzeit-Speicherfunktion (Akkumulatoren) für das IEVS von besonderem Interesse ist. Besonderes Augenmerk kommt dem bevorzugten Ausbau des lokalen/ regionalen Fußgänger- und Radwegenetzes gelegt, zumal das „Pedelec" (ein elektrisch betreibbares Fahrrad) inzwischen bereits marktfähig ist.

4.5.2.9 Energiespeicher

Die großenteils noch in der Entwicklung befindlichen mobilen und stationären Strom- und Wärme- Speichertechnologien größerer Kapazität dürften technisch auch künftig schnell an ihre kapazitiven Grenzen stoßen (wie Druckluftspeicher, aber auch die Elektromobilität).

Hingegen stellt das Fernwärmenetz, insbesondere aber das Erdgasnetz ein riesiges Speichermedium dar, das dem Stromnetz kapazitiv unvergleichlich überlegen ist. Durch die chemische Wandlung von Überschussstrom in netztaugliches Methan, dessen Einspeisung in das Gasnetz und spätere Wiederverstromung über KWKK in stromschwachen Phasen wird zudem die Bidirektionalität zweier hochgradig ausgebauter Energieversorgungsstrukturen möglich. Die bereits im Beta- Stadium befindliche (durch die Verfügbarkeit von erschöpften Erdgaslagerstätten kapazitiv praktisch nahezu unbegrenzte Speichertechnologie) dürfte spätestens 2020 wirtschaftlich einsetzbar sein. Diese Möglichkeit ist bei der Auslegung des künftigen IEVS von Stendal frühzeitig zu berücksichtigen. Theoretisch (praktisch aber eher unwahrscheinlich) könnten auch kleinere Pumpspeicherkraftwerke die Höhenzüge des Elbufers nutzen.

4.5.2.10 Energieeinsparung/ Energieeffizienz

Die bisher eher bescheidenen Energieeinsparmaßnahmen müssen im gesamten Gebäudebereich (Einrichtungen der öffentlichen Hand, Wohn-, Gewerbe- und Infrastrukturbauten) möglichst mit direkter Unterstützung der Stadtwerke und ggf. unter finanzieller Mitwirkung der Kreissparkasse/ der Genossenschaftsbank Stendal als regionalem Finanzdienstleister forciert und z.B. im Energieeinspar-Contracting vorangetrieben werden. Einer grundlegenden energetischen Gebäudesanierung in einem vergleichsweise extrem kurzen Zeitraum und einem Sanierungsanteil von mehr als 2%/a kommt die Schlüsselfunktion für eine Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien zu.

Erklärtes langfristiges Ziel ist ein durchschnittlicher Primärenergieverbrauch für Wohnbauten im Neubau/ in der Komplexsanierung von 40 kWh/m^2 ·a, im normal sanierten Alt- und Altneubau von 60 kWh/m^2 ·a. Vergleichbares soll auch für alle Nichtwohngebäude gelten. Bei Verkäufen von städtischen Baugrundstücken könnte der Passivhausstandard/ ggf. sogar der Plus-Energiehausstandard ab 2015 zur Auflage gemacht werden (der ab 2020 i. W. ohnehin EU-Standard wird).

Parallel dazu werden die energie-, stadt- und verkehrstechnischen Anlagen und Netze auf den wirtschaftlich

darstellbaren Stand der Energieeffizienztechnik anzuheben sein (Kläranlage, Straßenbeleuchtung u. a. m.).

4.5.2.11 Biogene Abfälle/ Rest-/ Wertstoffe (BioRW)

Während der landwirtschaftliche Anbau von energetischer Biomasse aus Nachhaltigkeitsgründen bei weitem ausgereizt (oder schon überreizt) und auch das forstwirtschaftliche Energieholzpotential nur noch begrenzt verfügbar sein dürfte, stellen die Biogenen Rest- und Wertstoffe (BioRW) eine bedeutende energetische Ressource dar: land- und forstwirtschaftliche Nebenprodukte, der Grün- und Baumschnitt entlang von Gewässern und Straßen, aber auch von kommunalen und privaten Freiflächen sowie begrenzt die Bioabfälle und der Klärschlamm, deren Entsorgung als hoheitlich- pflichtige Aufgabe zudem häufig mit erheblichen Kosten verbunden ist.

Etwa um 2015 werden marktfähige Technologien zur Erzeugung von hochwertigem Biomethan/ Biosynthesegas aus inhomogener Biomasse in Baugrößen von wenigen hundert KW bis in den MW-Bereich verfügbar sein. Um den erforderlichen Vorlauf zu schaffen, sollte daher bereits zeitnah mit der Konzipierung/ Planung eines Bioenergiehofes (als das Kernstück eines Bio-Kombikraftwerkes- Bioenergiehof Achental) begonnen werden, für den auch stoffliche Nutzungen im Sinne eines GreenTech-Gewerbeparks nahe liegend wären.

Ab 2015 sollte die schrittweise energetische Zwischennutzung aller biogenen/ kohlenstoffhaltigen kommunalen und gewerblichen Abfälle/ Reststoffe, der Grünflächen- und Straßenbegleitschnitte, der Gewässerunterhaltung sowie des Tierparks-, Friedhofs-, Kleingarten-/ Eigenheimaufkommens u. ä. in einem logistischen Gesamtsystem erfolgen. Die Verbrennung und Kompostierung größerer Mengen von biogenen Abfällen und Reststoffen ohne energische Zwischennutzung erfolgt vermutlich spätestens ab 2020 nicht mehr. Im Anschluss an die energetische Zwischennutzung der Abfälle/ Reststoffe findet eine gezielte Stoffrückführung zur Sicherung der Ressourcengrundlage der StadtRegion statt.

4.5.2.12 Energetische Ressourcenbasis/ Erneuerbare Energien bis 2050

Die energetische Ressourcenbasis, die Energieerzeugung, die Energieverteilung und der Energieverbrauch der Stadtregion Stendal können so entwickelt werden, dass bis 2035, spätestens bis 2050 eine weitgehende energetische Eigenversorgung im Strom-, Wärme-/ Kälte- und im Kraftstoffmarkt auf Basis Erneuerbarer Ressourcen/ Energien bei bezahlbaren Preisen und maximaler Versorgungssicherheit gewährleistet wird und entsprechende Überschüsse marktfähig geworden sind. Die energetische Ressourcenbasis besteht in der Nutzung von:

- Bioenergie (grundlastgeeignet): Biogene Rest- und Wertstoffe (BioRW), Energiepflanzenanbau vorwiegend auf Stadt- und Landschaftsbrachen/ in Energetischen Landschaftsnetzwerken. Insbesondere sind Synergien zwischen energetischer, stofflicher und Nahrungsgüterproduktion zu mobilisieren sowie Flächen-/ Nutzungskonkurrenzen zu vermeiden und Stoffkreisläufe nachhaltig zu sichern. Energieformen: über Energiegase/ ggf. -flüssigkeiten Strom, Wärme, Kälte, Kraftstoffe.

- Solarenergie: passive Nutzung in solaren Gebäudeprojekten; aktive Nutzung vorrangig für den gebäudegestützten oder autarken Einsatz in Photovoltaik und Solarthermie, aber auch auf versiegelten Freiflächen- letzteres ggf. in Verbindung mit Nahwärmenetzen. Energieformen: direkt Strom, Wärme, indirekt Kälte.

- Windenergie: große Windkraft in eigenem Windenergiepark; kleine Windkraft vorrangig gebäudegestützt, ggf. für den autarken Einsatz. Energieform: direkt Strom, Energiegas Wasserstoff > synthetisches Methan, eher selten Wärme.

- Wasserkraft (grundlastgeeignet): in der aktuellen Stadtregion vermutlich vernachlässigbar (kleine Fließgewässer), ggf. aber in externen Projekten mit Partnern an der Elbe möglich (z. B. in der Laufwasserkraftnutzung als Entwicklungsaufgabe). Energieform: direkt Strom.

- Umwelt- und Restenergie (Nutzung in der Regel mit Hilfe von elektrischen Wärmepumpen- ggf. grundlastgeeignet): Prozessabwärme, Luft, Erdreich, fließende und stehende Gewässer; Abwasserkanäle. Energieformen: indirekt Wärme, Kälte.

- Geothermie (grundlastgeeignet): sinnvoll vermutlich aber nicht verfügbar (geologisch, systemisch, wirtschaftlich). Energieformen: indirekt Strom, Wärme/ Kälte.

- Energiespeicherung (ggf. spitzenlastgeeignet): sinnvoll zur Zeit vermutlich nicht oder nur begrenzt (solare Wärme im Fernwärmenetz) möglich, künftig durch Erzeugung/ Gasnetzspeicherung/ KWKK- Rückverstromung von synthetischem Methan möglich (Überschussstrom), ggf. als kleinere Pumpspeicher- Wasserkraftwerke an der Elbe. Energieformen: indirekt Strom, Wärme, Kälte.

4.5.2.13 Funktionaler Klima-, Natur- und Umweltschutz

In der Planung und Umsetzung des IEVS stellen die für die Versorgung der Stadtregion benötigten Flächen/ Strukturen und ihre dauerhafte Leistungsfähigkeit, möglichst stabile lokale Klimaverhältnisse, ein intakter Naturraum und eine gesunde Umwelt elementare und unverzichtbare Nutzungsvoraussetzungen dar. Demzufolge hat die Wahrung und Inwertsetzung der Flächen- und Strukturfunktionen sowie die Stabilisierung des vorgeschädigten regionalen Landschaftswasserhaushaltes in allen energetischen Nutzungskonzepten oberste Priorität.

Die konsequente Minderung von Schadstoffemissionen und Klimagasen, eine bis ins Detail durchdachte Stoffkreislaufwirtschaft, der höchstmögliche Rückhalt von Wasser im Stadt- und Landschaftsraum, die Wahrung und gezielte Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit (insbesondere auf den Stadt- und Landschaftsbrachen/ den Grenzertragsflächen), die generelle Steigerung der Biodiversität/ der Vegetationsdichte sowie der Schutz von Biotopen und Gewässern sind somit zwangsläufig zu bewältigende Grundsatzaufgaben, die gleichzeitig der Verbesserung der menschlichen Lebensbedingungen in der Stendaler Stadtregion dienen.

4.5.2.14 Unternehmens- und Arbeitsplatzansiedlung

Auf Basis verfügbarer Förder- und Finanzierungsprogramme (Land, Bund, EU) lassen sich die grundlegende Energieeinsparung (vor allem im Versorgungs-/ Gebäudebereich), die deutliche Erhöhung der Energieeffizienz (u.a. durch Anpassung/ Verbesserung der Anlagentechnik, ggf. Dezentralisierung) und der komplexe Einsatz Erneuerbarer Energien (bis hin zur schrittweisen energetischen Eigenversorgung/ zum „Energieexport" für die Versorgung von Ballungsräumen) zu lokal/ regional wirksamen Wertschöpfungen nutzen (wie eine Vielzahl national und international umgesetzter Einzelbeispiele bereits eindrucksvoll belegen).

In ein Gesamtsystem gesetzt mit einer integrierten Ressourcen- und Stoffkreislaufwirtschaft, einem funktionalen Klima-, Natur- und Umweltschutz und jeweils tangierter Produktionsstrukturen (wie der Land- und Forstwirtschaft und ihren stofflich-energetischen Folgeverarbeitungen, dem Bau von regenerativen Energie- und Bioraffinerieanlagen, der Gewässer- und Landschaftspflege, des Öko- Energie- Tourismus usw.) sowie der Projekt bezogenen Forschung und Entwicklung und der Aus- und Weiterbildung sind in lokal/ regional agierenden Netzwerken nachhaltige Wertschöpfungen/ Wirtschaftskreisläufe zu etablieren, die nahezu zwangsläufig die dauerhafte Ansiedlung von zukunftsfähigen Unternehmen und Arbeitsplätzen in bemerkenswerter Größenordnung bewirken können.

Hier wäre mit der Nachnutzung des aufgelassenen Wohngebietes Stendal-Süd zu einem GreenTech-Gewerbepark und der inclusiven Nutzung der verfügbaren stadttechnischen/ ggf. auch hochbauseitigen Infrastruktur ein viel versprechender Ansatz gegeben.

4.5.2.15 Stadt- und Regionalentwicklung/ Sozio-kulturelle Wirkungen

Als Motor einer praktisch wirksamen Stadt- und Regionalentwicklung begriffen und zielgerichtet eingesetzt ist die Energetische Stadterneuerung/ die Umsetzung eines Integrativen Energieversorgungssystems (im europäischen/ nationalen Raum bereits mehrfach nachweislich) eine der (vermutlich wenigen) Optionen, die Situation der Stadtregion Stendal und damit die mittelfristigen Ziele des Regionalplanes und des Stadtentwicklungskonzeptes zeitnah und aus eigener Kraft Erfolg versprechend anzugehen. Mit der ökonomisch- ökologischen Stabilisierung der Stadtregion wäre möglicherweise auch der demographischen Problemlage in Stendal schrittweise beizukommen und im Hinblick auf die urbane und landschaftsräumliche Lebensqualität für ihre Bürger jedenfalls eine positive Wirkung zu erzielen.

Ebenfalls national/ international belegt ist die Wirksamkeit energetisch basierter öko- sozialer Projekte zur dauerhaften Bekämpfung der Arbeitslosigkeit, zur Umschulung und Qualifizierung (Holzenergiehof Wuppertal).

4.5.2.16 Kooperation, Kommunikation und Beteiligung der Öffentlichkeit

Eine erfolgreiche Umsetzung der vorgenannten Projektziele/ des Rahmenentwurfes des IEVS und damit der Energetischen Stadterneuerung in Stendal ist in hierarchisch (EU, Bund, Land, Landkreis, Kommune, Bürger) und/ oder sektoral agierenden Strukturen (Politik, Verwaltung, Unternehmen, Wissenschaft, Verbände, Medien, Bürger) vermutlich auszuschließen.

Der Komplexität und Dynamik des anstehenden Entwicklungsprozesses entsprechend, sind schrittweise interdisziplinär agierende und hochgradig vernetzte Bearbeitungsstrukturen aufzubauen und langfristig zu sicherzustellen, die den systemisch übergreifenden Entwicklungszielen und der praktischen Umsetzung daraus abgeleiteter Projekte sowie deren gegenseitiger Optimierung verpflichtet sind. Hierfür und für eine breite Beteiligung der Öffentlichkeit an dem Prozess der Energetischen Stadterneuerung ist ein geeignetes Informations- und Kommunikationssystem zu etablieren: der interessierte Energieverbraucher muss sich (der Logik der Projektziele folgend) zu einem lokalen Energie-, Klima- und Umweltakteur entwickeln können.

4.5.2.17 Nationaler und internationaler Erfahrungsaustausch/ Kooperationen

Sowohl auf nationaler, vor allem aber auf europäischer Ebene (Kommunen, Stadtwerke, Technologiezentren, F+E-Träger) liegen eine Vielzahl wegweisender und nachvollziehbarer Projekte vor, die sich bisher aber nur begrenzt in themenübergreifenden Zusammenhängen etablieren konnten (jedoch in Ansätzen wie Klimaschutz- Region, 100% Erneuerbare- Energien- Kommune, Energieeffiziente Stadt/ Stadtregion, Lokale Solare Bauausstellung, Öko- Gewerbe-, Forschungs- und Erlebnispark u. ä. erstaunliches leisten).

Und genau hier liegt die Chance der Stadtregion der Hansestadt Stendal: Durch die synergetische Überlagerung erkundeter Einzelprojekte und übertragbarer Erfahrungen aus der Energetischen Stadterneuerung/ der integrativen Ressourcenwirtschaft und des funktionalen Klima-, Natur- und Umweltschutzes zu einer Gesamtstrategie den notwendigen Schub für eine zukunftsfähige sozioökonomische Entwicklung der Stadtregion der Hansestadt Stendal auszulösen. Ein breit angelegter Erfahrungsaustausch kann zudem sicherstellen, dass die jeweils fortgeschrittensten Technologieentwicklungen vor Ort verfügbar ge-

macht und ggf. effektiv Einflüsse auf die Setzung der erforderlichen entwicklungspolitischen Rahmenbedingungen genommen werden können (Stadt, Landkreis, Land, Bund).

Darüber hinaus bergen nationale/ transnationale Kooperationen mit innovativen Kommunen/ Stadtwerken wie in Neustrelitz, Prenzlau, Güssing/A, Hartberg/A u.a. sowie mit deren Partnern in der angewandten Forschung, der Projekt- und Produktentwicklung dringend benötigte und vergleichsweise unkompliziert aktivierbare Effizienzschübe.

4.5.2.18 Einbindung lokaler/ externer Wissensträger, Universitärer Einrichtungen

Für einen zukunftsfähigen Umbau der Energieversorgung und eine nachhaltige Nutzung der verfügbaren Ressourcen in der Stadtregion sind zahlreiche Planungs- und Entwicklungsleistungen erforderlich. Dazu müssen vor allem enge und Langzeit stabile Partnerschaften mit lokalen Partnern (Projekt- und Unternehmensnetzwerk) und externen Wissensträgern (Fachverbände – wie Eurosolar, FEE, DGS, FNR, DUH; Unternehmens- und Kommunalvereinigungen – wie VKU, GdW, DStGB, BVSW; Technologiezentren – wie EEE Güssing, TZ Riesa- Glaubitz, Lautech Hoyerswerda) als auch universitären Einrichtungen (OvGU Magdeburg, HS Magdeburg- Stendal, MLU Halle- Wittenberg) eingegangen werden, deren klare Ausrichtung auf die systemkompatible Umsetzung von Projekten in der Stadtregion Stendal (als einer Art Großlaboratorium in Theorie und Praxis) gesichert wird.

Kurzfristiges Ziel sollte zudem die lokale Einbindung eines überregional agierenden Entwicklungsträgers auf allen Gebieten der Energetischen Stadterneuerung sein, (dem strategischen Entwicklungsansatz folgend) als kooperierendes Unternehmen ggf. mit Forschungs-, Planungs- und Weiterbildungsansprüchen (ABO-Wind, Morbacher Energielandschaft – juwi Gruppe u. a. m.).

4.5.2.19 Förderung und Finanzierung/ Rechtliche Sicherstellung

Eine Reihe von dezentralen Energietechnologien/ -projekten sind über das EEG Strom/ Wärme bereits wirtschaftlich darstellbar und marktüblich zu finanzieren. Für die Bewältigung des Prozesses der Energetischen Stadterneuerung/ des Aufbaus eines IEVS, die Integration des Klima- und Ressourcenschutzes und für noch nicht „rechenbare" Entwicklungen und Projekte sowie für diesbezügliche Forschungsvorhaben bestehen auf Landes-, Bundes- und EU- Ebene seit geraumer Zeit umfangreiche Förderprogramme, deren Inanspruchnahme (großenteils noch) zielgerichtet möglich ist und die auf Ebene des Landes vergleichsweise unkompliziert anzusprechen sind.

Auf Bundesebene (und weit mehr noch für die EU) sind stabile inhaltliche und persönliche Kontakte zu den jeweiligen Ministerien/ ihren Projektträgern in Berlin, Jülich, Köln u. a. O. herzustellen und zu pflegen, ebenso wie in der institutionellen Förderung z. B. durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück. Die daraus zu erwirtschaftenden Fördermittel betragen (eine überzeugende Programmatik vorausgesetzt) in der Regel ein Vielfaches der für ihre Akquisition eingesetzten Vorleistungen. Die einzuwerbenden Fördergelder sind jedoch immer nur Mittel zum Zweck, sich selbst tragende Energie- und Ressourcenstrukturen zu etablieren, in deren Aufbau somit sinnfälliger weise ein örtliches Finanzinstitut (wie die Kreissparkasse Stendal) von Beginn an einzubinden wäre.

Dem wiederum liegt das Modell „Unternehmen Stadt" zu Grunde, das sich auf klare, systemkompatible gesellschaftsrechtliche Strukturen stützen muss, die durch einen frühzeitig zu entwickelnden Rechtskorpus (zu dem auch das Kommunal-, Vertrags-, Steuer-, Urheberrecht u. a. zählt) zu sichern sind.

4.5.2.20 Arbeits- und Organisationsstrukturen

Da die eigentliche Handlungsebene durch die Stadt und ihre (funktionale, nicht politische) Region beschrieben wird, sind im Interesse einer effizienten Bewältigung der Prozess- und Projektentwicklung in der Energetische Stadterneuerung/ im IEVS kooperative, Interessen übergreifende und interdisziplinär agierende Arbeits- und Organisationsstrukturen von Beginn an unabdingbar. Mit der Implementierung eines jederzeit handlungsfähigen Trägers entscheiden sich Erfolg oder Misserfolg der Energetischen Stadterneuerung auch in Stendal (siehe Erneuerbare Energien Hoyerswerda GmbH 5/ 2011 als Tochter der Städtischen Wirtschaftsbetriebe GmbH).

Darüber hinaus zählt das win-win-Prinzip für alle an Prozess, Planungen und Projekten direkt und indirekt Beteiligten als vermutlich dauerhaft effizienteste Wahrung eigener Unternehmens- und Körperschaftsinteressen. Dieses Verfahren setzt auch den bewussten Abgleich ökonomischer Erfordernisse mit ökologischen und soziokulturellen Zielvorgaben voraus, die richtungssicher nur aus den Leitbildern nachhaltiger Stadt- und Regionalentwicklung abzuleiten sind. Der inhaltliche und organisatorische Rahmen ist somit (anders als in einem statischen Planungs- und Entwicklungsverständnis) ebenfalls ständig anzupassen und weiter zu entwickeln.

4.5.2.21 Exkurs: Neue Geschäftsfelder für die Stadtwerke Stendal GmbH

Die Überführung der bestehenden Energieversorgungsstruktur in ein sich in übergreifende stadtregionale Entwicklungserfordernisse/ -möglichkeiten einbettendes Integratives Energieversorgungssystem (IEVS) eröffnet den Stadtwerken Stendal bzw. auszugründenden Töchtern vermutlich bereits kurz- und mittelfristig überlebenswichtige Geschäftsfelder, die allerdings weit über das Repertoire von klassischen Stadtwerken hinaus reichen, von den einige aber bereits erkennbar sind:

- Dezentrale Energieerzeugung in Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie, Kraft- Wärme- Kälte- Kopplung (vorerst vorrangig auf bioenergetischer Basis),

Umweltwärme/ Abwasserwärmenutzung über Wärmepumpen und bis auf Gebäudeebene / Dezentrale Energiespeicherung in Bidirektionalität von Strom- und Gasnetz

- Energie- und Energieeinspar-Contracting beginnend mit öffentlichen Bauten bis hin zu Wohn-, Gewerbe- und Infrastrukturgebäuden und -anlagen (Entwicklungsbedarf)
- Betrieb von Anlagen zur Herstellung biogener Energiegase/ ggf. flüssiger und fester Bioenergieträger; energetische Zwischennutzung/ Stoffrückführung kommunaler/ gewerblicher/ landschaftspflegerischer Abfälle und Reststoffe
- Betrieb von Plantagen für Energiepflanzen/ Energiehölzer; Energetische Nutzung von Durchforstungsholz/ Stoffrückführung; ggf. Gewässer-, Landschafts- und Stadtgrünpflege
- Entwicklung/ Bau/ Betrieb von regenerativen Energieanlagen und Anlagen der kombinierten energetisch-stofflichen Nutzung von Biorohstoffen (Bioraffinerie)/ der energieintensiven Gartenbau- und Nahrungsgüterproduktion/ gewerblichen Veredelung von biogenen Rohstoffen bei energetischer Rest- Stoffnutzung/ Stoffrückführung
- Projektentwickler/ Träger/ Komplettservice-Dienstleister für Energie optimierte Städte-, Gewerbe-, Wohn- und Infrastrukturbau- und –sanierungsvorhaben (Hertener Siedlungen)
- Träger von F+E- Vorhaben der Energetischen Stadterneuerung, der Integrativen Ressourcenwirtschaft und des funktionalen Klima-, Natur- und Umweltschutzes/ System- und Projektplanung/ Fördermittelbeantragung und- bewirtschaftung/ rechtliche und steuerliche Sicherstellung/ Marketing
- Träger von energetisch basierten öko- sozialen Projekten, der Aus- und Weiterbildung

In Anlehnung an die Erfahrungen der badenova AG & Co.KG ist die Entwicklung der Stadtwerke Stendal GmbH zu einem regionalen Energieversorger unter Einbindung der jeweiligen Kommunen ausgesprochen naheliegend (siehe Tz. 6.3.1.1).

4.5.2.22 Energieversorgung der Ortsteile

Da sämtliche Eingemeindungen/ Ortsteile der Hansestadt Stendal an das Erdgasnetz angeschlossen sind , gelten für diese die gleichen Grund- und Technologieansätze wie für die energetische Versorgung der Kernstadt: Das gesamte Spektrum von Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien kann sich auf ein Energiegasnetz stützen, das bedarfsentsprechend schrittweise vom Erdgas zum synthetischen Methan-Wasserstoff-Gemisch wechseln kann.

4.5.3 Werkzeug zur Strategie- und Szenarienentwicklung für die Zeiträume 2025, 2035 und 2050: Die „Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur"

Die Abhängigkeit künftig möglicher Energieversorgungsszenarien von einer erheblichen Anzahl verschiedener Faktoren lässt die Orientierung auf einen Rahmenentwurf (Tz. 4.4.2) und ein Vorzugsszenario (Tz. 6.1) zwar zu, setzt aber einen strategisch angelegten Optimierungsprozess voraus. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde ein vergleichsweise einfaches, künftig weiter auszubauendes Hilfsmittel entwickelt, dass verschiedene Entwicklungsoptionen abbilden und bewertbar machen kann.

Somit stellt die „Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur" – ausgehend von einer Statusdarstellung für 2010 (Berechnungstool 1) – ein auf die Entwicklungszeiträume 2025 (Berechnungstool 2), 2035 (Berechnungstool 3) und 2050 (Berechnungstool 4) ausgerichtetes Prognoseinstrument dar, mit dem durch die Veränderung der maßgeblichen Einflussfaktoren unterschiedliche Strategien simuliert werden können, die die Grundlage eines in sich schlüssigen, optimierten Rahmenentwurfes für ein Integratives Energieversorgungssystem und ein entsprechendes Vorzugszenario bis 2050 bilden.

Die Simulation unterschiedlicher Szenarien der Nutzung regionaler Energiequellen wird beispielhaft für die ausschließliche Versorgung der Bereiche Strom und Wärme sowie für eine vollständige Deckung des Energiebedarfs (bilanzielle Betrachtung) dargestellt. Darüber hinaus können die Auswirkungen eigenbestimmter Ressourcenorientierungen in der Region sichtbar gemacht werden, hier am Beispiel des Entwicklungszeitraumes bis 2035 für die untersuchten Leitenergien Windkraft, Photovoltaik und Biogas (Berechnungstool 3; Wind, Solar, Biogas).

Die „Berechnungsmatrix" bietet die Möglichkeit weiterführender Betrachtungen. Hierzu ist die Matrix in zwei Datenblätter gegliedert. Aufbauend auf Datenblatt 1 „Erzeugungsstruktur" wird in Datenblatt 2 die Simulation finanzieller Kennziffern durchgeführt. Dieses ist am Beispiel des Versorgungsszenarios „2035 Strom und Wärme" dargestellt (Berechnungstool 3).

4.5.3.1 Datenblatt 1

In der Tabelle „Berechnungsgrundlagen" werden die anzunehmenden Ausgangsbedingungen definiert und angegeben. Diese sind änderbar (gelb unterlegte Felder) und können an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepasst werden.

In der Tabelle „Energieerzeugungsstruktur" werden auf der Grundlage der Annahmen aus der Tabelle „Berechnungsgrundlagen" Vorschläge für die 100%ige Energieversorgung aus regional-regenerativen Quellen errechnet. Auch hier sind gelb gekennzeichnete Felder entsprechend der jeweils beabsichtigten strategischen Ausrichtung änderbar.

In Anlehnung an die errechneten Vorschläge aus dieser

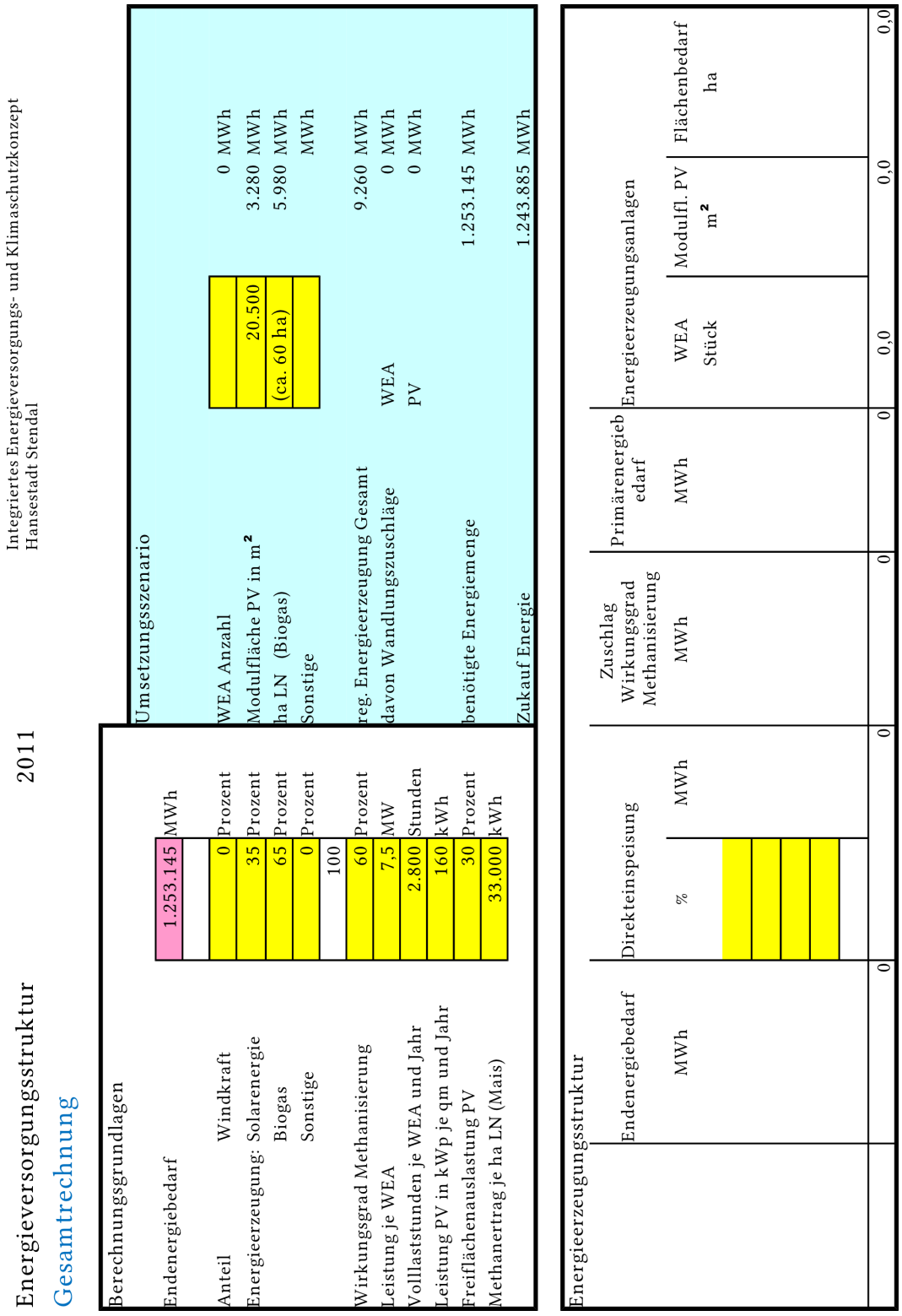


Abbildung 4.8: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2009.

Tabelle werden in der Tabelle „Umsetzungsszenario" die tatsächlich angesetzten regionalen Energieerzeugungskapazitäten eingegeben (gelbe Felder), aus denen die in dieser Konstellation insgesamt zu erzeugende Energiemenge und der ggf. notwendige Energieimport (in Form von Erdgas) berechnet werden.

4.5.3.2 Datenblatt 2

Datenblatt 2 dient der Berechnung finanzieller Kennziffern. Im Mittelpunkt steht hierbei die Abbildung möglicher Preisentwicklungen in den Bereichen Strom und Wärme sowie der daraus resultierende Kostenaufwand (bezo-

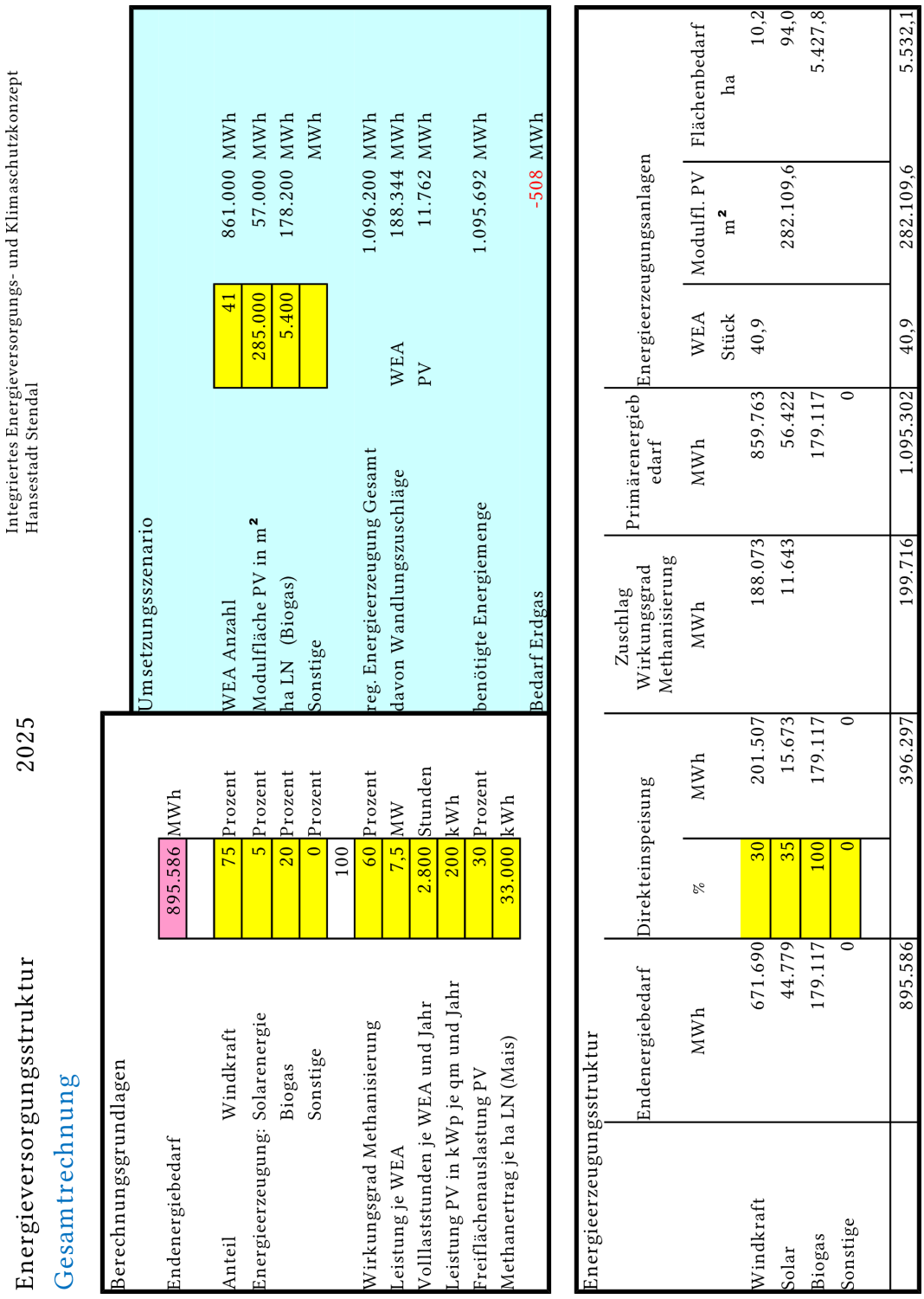


Abbildung 4.9: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2025.

gen auf Einwohner und Privathaushalte). Weiterhin werden Berechnungen zur Verteilung der Wertschöpfung vorgenommen. Generell ist dabei zu beachten, dass die ausgewiesenen Werte Mischpreise ohne Eingang der Mehrwertsteuer darstellen.

Zur Preisfindung werden vier Einflussfaktoren herangezogen:

- Kosten für die Energieträger
- Kosten der Energieerzeugung
- Kosten der Energieverteilung
- Abgaben und Steuern (ohne Mehrwertsteuer)

Durch den Eintrag unterschiedlicher Annahmewerte für die vorgenannten Faktoren in die gelben Eingabefelder sind verschiedene Szenarien zu erzeugen, die strategisch nutzbare Rückschlüsse auf die Gestaltung künftiger Entwicklungen ermöglichen.

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Energieversorgungsstruktur 2025

Strom und Wärme/ Gas

Berechnungsgrundlagen

Endenergiebedarf		644.229	MWh	
Anteil Windkraft		75	Prozent	
Energieerzeugung: Solarenergie		5	Prozent	
Biogas		20	Prozent	
Sonstige		0	Prozent	
		100		
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent	
Leistung je WEA		7,5	MW	
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden	
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh	
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent	
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh	

Umsetzungsszenario

WEA Anzahl		10		210.000 MWh
Modulfläche PV in m²		200.000		40.000 MWh
ha LN (Biogas)		1.000		33.000 MWh
Sonstige				MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt				283.000 MWh
davon Wandlungszuschläge			WEA	45.938 MWh
			PV	8.254 MWh
benötigte Energiemenge				698.420 MWh
Bedarf Erdgas				415.420 MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	483.172	30	144.952	135.288	618.460	29,5		7,4
Solar	32.211	35	11.274	8.375	40.586		202.932,1	67,6
Biogas	128.846	100	128.846		128.846			3.904,4
Sonstige	0	0	0		0			
	644.229		285.071	143.663	787.892	29,5	202.932,1	3.979,4

Abbildung 4.10: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2025 für Strom und Wärme.

Energieversorgungsstruktur 2035

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Gesamtrechnung

Berechnungsgrundlagen			
Endenergiebedarf		717.407	MWh
Anteil	Windkraft	85	Prozent
Energieerzeugung:	Solarenergie	10	Prozent
	Biogas	5	Prozent
	Sonstige	0	Prozent
		100	
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent
Leistung je WEA		7,5	MW
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh

Umsetzungsszenario			
WEA Anzahl	38	798.000	MWh
Modulfläche PV in m²	450.000	90.000	MWh
ha LN (Biogas)	700	23.100	MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt		911.100	MWh
davon Wandlungszuschläge	WEA	174.563	MWh
	PV	18.571	MWh
benötigte Energiemenge		910.541	MWh
Bedarf Erdgas		-559	MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	609.796	30	182.939	170.743	780.539	37,2		9,3
Solar	71.741	35	25.109	18.653	90.393		451.966,4	150,7
Biogas	35.870	100	35.870		35.870			1.087,0
Sonstige	0	0	0		0			
	717.407		243.918	189.395	906.802	37,2	451.966,4	1.246,9

Abbildung 4.11: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035.

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Energieversorgungsstruktur 2035

Strom und Wärme/ Gas

Berechnungsgrundlagen

Endenergiebedarf		522.798	MWh	
Anteil	Windkraft	85	Prozent	
Energieerzeugung:	Solarenergie	10	Prozent	
	Biogas	5	Prozent	
	Sonstige	0	Prozent	
		100		
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent	
Leistung je WEA		7,5	MW	
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden	
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh	
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent	
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh	

Umsetzungsszenario

WEA Anzahl		28	588.000	MWh
Modulfläche PV in m²		275.000	55.000	MWh
ha LN (Biogas)		600	19.800	MWh
Sonstige				MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt			662.800	MWh
davon Wandlungszuschläge		WEA	128.625	MWh
		PV	11.349	MWh
benötigte Energiemenge			662.772	MWh
Bedarf Erdgas			-28	MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	444.378	30	133.313	124.426	568.804	27,1		6,8
Solar	52.280	35	18.298	13.593	65.873		329.362,7	109,8
Biogas	26.140	100	26.140		26.140			792,1
Sonstige	0	0	0		0			
	522.798		177.751	138.019	660.817	27,1	329.362,7	908,7

Abbildung 4.12: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035 für Strom und Wärme.

Energieversorgungsstruktur 2035 — Strom und Wärme/ Gas — Blatt 2

reg. Energie einschl. Methanisierung:	662.800	MWh
Anteil reg. "Strom direkt" lt. Szenario:	153.090	MWh
Zukauf Erdgas:	-28	MWh

Endenergiebedarf gesamt		%	MWh
	Strom	30,0	156.839
	Wärme/ Gas	70,0	365.959
	Gesamt	100,0	522.798

Einkaufspreise Energieträger			
	Erdgas	80,00	€/MWh
	Methan	90,00	€/MWh

Abgaben/ Steuern				
	Strom	80,00	€/MWh	12.547.152 €
	Wärme	5,00	€/MWh	1.829.793 €

regionale Wertschöpfung				Basiswert	Preisanteil
Strom "direkt"	Erzeugung	60	€/MWh	9.185.417 €	9.185.417
	Verteilung	35	€/MWh	5.358.160 €	5.358.160
Strom "BHKW"	Erzeugung	30	€/MWh	112.474 €	112.474
	Verteilung	20	€/MWh	74.982 €	74.982
Wärme	Erzeugung	10	€/MWh	3.659.586 €	3.659.586
	Verteilung	20	€/MWh	7.319.172 €	7.319.172
Erzeugung reg. Methan		90	€/MWh	47.054.321 €	33.273.695

Einwohner im UG	30.494
Endenergiebedarf gesamt [MWh]	522.798
Personen pro Haushalt	1,85
Anzahl Haushalte	16.483
Endenergiebedarf Haushalte gesamt [MWh]	178.038

Jahresbedarf "Endenergie gesamt" pro EW und Jahr		
Energiemenge	[kWh]	17.144
Wert	"V.-Wert 100 %" [€]	2460
	"lt. Szenario" [€]	2406
Differenzwert [€]:		-54
Regionale Wertschöpfung pro EW und Jahr		
Wert	"V.-Wert 100 %" [€]	617
	"lt. Szenario" [€]	1934
Differenzwert [€]:		1317
Regionale Wertschöpfung pro Haushalt und Jahr		
Wert	"V.-Wert 100 %" [€]	1142
	"lt. Szenario" [€]	3578
Differenzwert Wertschöpfung [€]:		2437

Jahresbedarf Energie pro Haushalt und Jahr		
Menge	[kWh]	10.801
davon	Strom [kWh]	10.801
	Wärme [kWh]	-
Wert	"V.-Wert 100 %" [€]	2268
	"lt. Szenario" [€]	1902
Differenzwert [€]:		-366

Energiepreis-vergleich (Näherungsrechnung)

		Energieimport		regionale Wertschöpfung		Abgaben/ Steuern		Gesamt	
Vergleichwert		€	%	€	%			€	%
"100 % Erdgas"	Gesamt	41.823.840	55,7	18.820.728	25,1	14.376.945	19,2	75.021.513	100,0
	Strom	12.547.152	16,7	7.841.970	10,5	12.547.152	16,7	32.936.274	43,9
	Wärme	29.276.688	39,0	10.978.758	14,6	1.829.793	2,4	42.085.239	56,1

Abgabepreis	Strom	210,00	€/MWh	= 21,00 ct/kWh
	Wärme	115,00	€/MWh	= 11,50 ct/kWh

		Energieimport		regionale Wertschöpfung		Abgaben/ Steuern		Gesamt	
Energiemix		€	%	€	%	€	%	€	%
lt. Szenario	Gesamt	0	0,0	58.983.486	80,4	14.376.945	19,6	73.360.431	100,0
	Strom	0	0,0	15.068.454	20,5	12.547.152	17,1	27.615.606	37,6
	Wärme	0	0,0	43.915.032	59,9	1.829.793	2,5	45.744.825	62,4

Abgabepreis	Strom	27.615.606	176,08	€/MWh = 17,61 ct/kWh
	Wärme	45.744.825	125,00	€/MWh = 12,50 ct/kWh

Abbildung 4.13: Angenommene Preise für die Energieversorgungsstruktur 2035.

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Energieversorgungsstruktur 2035

Strom und Wärme/ Gas

Hauptenergiequelle: Solar

Berechnungsgrundlagen

Endenergiebedarf		522.798	MWh
Anteil Windkraft		0	Prozent
Energieerzeugung: Solarenergie		95	Prozent
Biogas		5	Prozent
Sonstige		0	Prozent
		100	
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent
Leistung je WEA		7,5	MW
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh

Umsetzungsszenario

WEA Anzahl		28	0 MWh
Modulfläche PV in m²		3.130.000	626.000 MWh
ha LN (Biogas)		790	26.070 MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt			652.070 MWh
davon Wandlungszuschläge		WEA	0 MWh
		PV	129.175 MWh
benötigte Energiemenge			651.973 MWh
Bedarf Erdgas			-97 MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	0	30	0	0	0	0,0		0,0
Solar	496.658	35	173.830	129.131	625.789		3.128.946,0	1.043,0
Biogas	26.140	100	26.140		26.140			792,1
Sonstige	0	0	0		0			
	522.798		199.970	129.131	651.929	0,0	3.128.946,0	1.835,1

Abbildung 4.14: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035 auf solarer Basis.

Energieversorgungsstruktur 2035

Strom und Wärme/ Gas

Hauptenergiequelle: Biogas

Berechnungsgrundlagen			
Endenergiebedarf		522.798	MWh
Anteil	Windkraft	0	Prozent
Energieerzeugung:	Solarenergie	5	Prozent
	Biogas	95	Prozent
	Sonstige	0	Prozent
		100	
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent
Leistung je WEA		7,5	MW
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh

Umsetzungsszenario			
WEA Anzahl	0	0	MWh
Modulfläche PV in m²	165.000	33.000	MWh
ha LN (Biogas)	15.050	496.650	MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt		529.650	MWh
davon Wandlungszuschläge	WEA	0	MWh
	PV	6.810	MWh
benötigte Energiemenge		529.608	MWh
Bedarf Erdgas		-42	MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	0	30	0	0	0	0,0		0,0
Solar	26.140	35	9.149	6.796	32.936		164.681,4	54,9
Biogas	496.658	100	496.658		496.658			15.050,2
Sonstige	0	0	0		0			
	522.798		505.807	6.796	529.594	0,0	164.681,4	15.105,1

Abbildung 4.15: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 20035 mit Biogas.

Energieversorgungsstruktur 2035

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept Hansestadt Stendal

Strom und Wärme/Gas

Hauptenergiequelle: Wind

Berechnungsgrundlagen

Endenergiebedarf		522.798	MWh		
Anteil	Windkraft	95	Prozent		
Energieerzeugung:	Solarenergie	5	Prozent		
	Biogas	0	Prozent		
	Sonstige	0	Prozent		
		100			
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent		
Leistung je WEA		7,5	MW		
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden		
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWp		
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent		
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh		

Umsetzungsszenario

WEA Anzahl	31		651.000 MWh
Modulfläche PV in m²	90.000		18.000 MWh
ha LN (Biogas)	0		0 MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt			669.000 MWh
davon Wandlungszuschläge		WEA	142.406 MWh
		PV	3.714 MWh
benötigte Energiemenge			668.919 MWh
Bedarf Erdgas			-81 MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	496.658	30	148.997	139.064	635.722	30,3		7,6
Solar	26.140	35	9.149	6.796	32.936		164.681,4	54,9
Biogas	0	100	0		0			0,0
Sonstige	0	0	0		0			
	522.798		158.146	145.861	668.659	30,3	164.681,4	62,5

Abbildung 4.16: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 20035 mit Windkraft.

Energieversorgungsstruktur 2050

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Gesamtrechnung

Berechnungsgrundlagen			
Endenergiebedarf		524.272	MWh
Anteil	Windkraft	85	Prozent
Energieerzeugung:	Solarenergie	10	Prozent
	Biogas	5	Prozent
	Sonstige	0	Prozent
		100	
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent
Leistung je WEA		7,5	MW
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh

Umsetzungsszenario			
WEA Anzahl	38	798.000	MWh
Modulfläche PV in m²	450.000	90.000	MWh
ha LN (Biogas)	700	23.100	MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt		911.100	MWh
davon Wandlungszuschläge	WEA	174.563	MWh
	PV	18.571	MWh
benötigte Energiemenge		717.406	MWh
Bedarf Erdgas		-193.694	MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	445.631	30	133.689	124.777	570.408	27,2		6,8
Solar	52.427	35	18.350	13.631	66.058		330.291,4	110,1
Biogas	26.214	100	26.214		26.214			794,4
Sonstige	0	0	0		0			
	524.272		178.252	138.408	662.680	27,2	330.291,4	911,2

Abbildung 4.17: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2050.

Integriertes Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept
Hansestadt Stendal

Energieversorgungsstruktur 2050

Strom und Wärme/ Gas

Berechnungsgrundlagen

Endenergiebedarf		382.640	MWh	
Anteil Windkraft		85	Prozent	
Energieerzeugung: Solarenergie		10	Prozent	
Biogas		5	Prozent	
Sonstige		0	Prozent	
		100		
Wirkungsgrad Methanisierung		60	Prozent	
Leistung je WEA		7,5	MW	
Volllaststunden je WEA und Jahr		2.800	Stunden	
Leistung PV in kWp je qm und Jahr		200	kWh	
Freiflächenauslastung PV		30	Prozent	
Methanertrag je ha LN (Mais)		33.000	kWh	

Umsetzungsszenario

WEA Anzahl	28		588.000 MWh
Modulfläche PV in m²	275.000		55.000 MWh
ha LN (Biogas)	600		19.800 MWh
Sonstige			MWh
reg. Energieerzeugung Gesamt			662.800 MWh
davon Wandlungszuschläge		WEA	128.625 MWh
		PV	11.349 MWh
benötigte Energiemenge			522.614 MWh
Bedarf Erdgas			-140.186 MWh

Energieerzeugungsstruktur

	Endenergiebedarf	Direkteinspeisung		Zuschlag Wirkungsgrad Methanisierung	Primärenergiebedarf	Energieerzeugungsanlagen		
	MWh	%	MWh	MWh	MWh	WEA Stück	Modulfl. PV m²	Flächenbedarf ha
Windkraft	325.244	30	97.573	91.068	416.312	19,8		5,0
Solar	38.264	35	13.392	9.949	48.213		241.063,2	80,4
Biogas	19.132	100	19.132		19.132			579,8
Sonstige	0	0	0		0			
	382.640		130.098	101.017	483.657	19,8	241.063,2	665,1

Abbildung 4.18: Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2050 für Strom und Wärme.

4.6 Anpassung der energetischen Infrastruktur

Änderungen im Versorgungsregime führen i. d. R. zu Anpassungsnotwendigkeiten der energetischen Infrastruktur. Hierbei müssen der technische und moralische Abnutzungsgrad der vorhandenen Energieanlagen, deren Anlagewert, die Versorgungsdichte und die Funktionalität sowie die künftig genutzten Medien berücksichtigt werden.

Unter Beachtung vorstehender Faktoren ist die Regionalisierung der Energieversorgung auf der Basis des vorgeschlagenen Strategieansatzes ohne nennenswerte Veränderungen der energetischen Infrastruktur möglich. Ein akuter Handlungsbedarf besteht nicht.

Aufgrund der geteilten Versorgungsgebiete und der unterschiedlichen Strukturen werden die Kernstadt und die im Umland gelegenen Ortschaften getrennt bewertet.

Wie bereits in Kap. 2.3.3 ausgeführt, befindet sich die energetische Infrastruktur der Kernstadt in ihrer Gesamtheit in einem guten technischen Zustand und wurde ständig modernisiert. Aufgrund dieser Tatsache und des damit verbundenen hohen Anlagewertes ist eine grundlegende Umgestaltung weder erforderlich noch sinnvoll. Um die Einflussnahme Dritter künftig zu verringern bzw. zu vermeiden, empfiehlt sich jedoch der Erwerb des Heizkraftwerkes in der Schillerstraße.

Da auch künftig Strom, Wärme und Gas erzeugt, gewandelt und verteilt werden müssen und somit keine grundlegende Änderung zum jetzigen Status Quo eintritt, besteht auch aus Sicht der eingesetzten Energieform und Energieträger kein Anpassungserfordernis. Die bisher erdgasbasierte Energieversorgung nutzt auch künftig Gas, so dass weder die zentralen und dezentralen bislang mit Erdgas betriebenen Feuerungsanlagen noch die dazu gehörigen Leitungssysteme umgerüstet werden müssen.

Um Verbraucher, die ihren Wärmebedarf bislang über Heizöl, Flüssiggas, Kohle und Holz decken, in das Versorgungssystem integrieren zu können, sollte zumindest das Gasnetz im gesamten Stadtgebiet verfügbar sein. Hierüber und über das Stromnetz ist der Zugang zu den regionalen Energiequellen für alle Verbraucher möglich. Laut den vorliegenden Unterlagen sind lediglich kleine Teilflächen im Bereich „Gewerbegebiet Uenglinger Straße" und im „Hohen Weg" nicht an das Gasnetz angeschlossen. Eine intensive Prüfung des gesamten Netzgebietes sollte jedoch trotzdem erfolgen.

Handlungsbedarf kann sich perspektivisch aus Gründen zu geringer Anschlussdichten insbesondere für das Wärmenetz ergeben. Die sich im Einzelpreis niederschlagenden Infrastrukturkosten können bei weiteren Ausdünnungen zu erheblichen Preissteigerungen im Fernwärmebereich führen. Konkreter Handlungsbedarf ist bereits für das Wärmetrassenteilstück, welches das ehemalige Wohngebiet „Süd" und das Gewerbegebiet „Südost I" versorgt, zu erkennen. Die erforderliche Anschlussdichte von mindestens 1,2 MWh/m·a (Abnahmemenge von ca. 8,5 GWh/a) wird in diesem Bereich wahrscheinlich nicht mehr erreicht. Hier sollte eine Dezentralisierung der Wärmeerzeugung und ein Rückbau des „Südbogens" in Erwägung gezogen werden. Dieses wird allerdings Auswirkungen auf das Lastmanagement des wärmegeführten BHKWs Schillerstraße haben.

Da die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auch vom sinkenden Wärmeverbrauch infolge der energetischen Gebäudesanierung beeinflusst wird, wird das Wärmenetz in Zukunft zunehmend unattraktiv. Alternativen werden in einer vollständigen Dezentralisierung und der Errichtung von kleinteiligen, gasbetriebenen Heizzentralen im KWK-Betrieb unter Nutzung der vorhandenen Netzstrukturen gesehen. Weitere Möglichkeiten der Kompensierung könnten sich über die Erschließung zusätzlicher Wärmeabnehmer ergeben. Dieses sollte jedoch nicht zu Lasten des Gasnetzes sondern durch Ansiedlung neuer Wärmesenken geschehen.

Die Errichtung von regenerativen Stromerzeugungsanlagen im Stadtgebiet wird perspektivisch zu erhöhten Anforderungen an das Stromnetz führen (Lastumkehr). Um zu verhindern, dass die erzeugten Strommengen das Netz leistungsmäßig überlasten, sollte bei der Errichtung derartiger Anlagen das nötige Augenmaß gewahrt werden. Der Focus liegt hierbei insbesondere auf gebäudegebundenen Photovoltaikanlagen. Gelingt es nicht den lokalen Eigenverbrauch in ein ausgewogenes Verhältnis zu den erzeugten Strommengen zu bringen, müsste ggf. das Stromnetz ausgebaut werden. Unabhängig hiervon sollte das Stromnetz durch intelligente Steuerungen ertüchtigt werden.

Mittelfristig muss die energetische Infrastruktur an ein sich änderndes Lastverhalten angepasst werden. Die Lastkurven der Erzeugung und des Verbrauchs werden mit steigender Regionalisierung zunehmend disharmonisch. Daher sollten geeignete Speichermöglichkeiten in die energetische Infrastruktur eingefügt werden. Diese Funktion könnten sowohl Wärme- als auch Gasspeicher erfüllen. Da die Speicherung des Energieträgers (Methan) effizienter und verbrauchsorientierter erfolgen kann, ist dieser Variante der Vorzug zu geben. Da die Speicherkapazität des Gasnetzes nicht ausreichen wird, sollte die Möglichkeit der Nutzung ausgebeuteter Erdgaslagerstätten im Altmarkkreis Salzwedel in Erwägung gezogen und geprüft werden.

Das bislang nicht abschließend beschiedene Vorhaben, in der Nachbargemeinde Arneburg ein Großkraftwerk zu errichten, könnte eine grundlegende Neuorientierung erforderlich machen. Dieses gilt prinzipiell für das gesamte Energieversorgungskonzept, würde aber insbesondere auch die Netz- und Medienstruktur stark beeinflussen. So würde bspw. die mögliche Nutzung der Abwärme des Großkraftwerkes das eigenständig Kraftwerk der Stadtwerke in Frage stellen und die vollständige Erschließung des gesamten Stadtgebietes mit einem Fernwärmenetz erforderlich machen.

Der Handlungsbedarf für die energetische Infrastruktur in dem flächenmäßig deutlich größeren Gebiet der Ortschaften wird ähnlich bewertet wie der der Kernstadt. Im Stromsektor ist die Erhaltung des vorhandenen Netzes erforderlich. Parallel dazu muss auf die Ansprüche des Ausbaus regenerativer Stromerzeugung reagiert werden. Nach abschließender Überplanung des Gebietes bezüglich mög-

licher Erzeugungsstandorte könnte der Ausbau des Netzes vorbereitet werden. Um den Anschluss aller Verbraucher an das Gasnetz zu ermöglichen, sollte dieses soweit wirtschaftlich sinnvoll in den einzelnen Ortschaften ergänzt werden. Der verstärkte Zubau von Nahwärmenetzen in den Ortschaften wird nicht empfohlen. Geringe Belegungsdichten in Verbindung mit einer rückläufigen Bevölkerungsentwicklung machen Nahwärmenetze in dörflichen Strukturen schnell unwirtschaftlich. Außerdem stehen sie im Wettbewerb mit dem Gasnetz.

Im gesamten Untersuchungsgebiet müssen perspektivisch angepasste Voraussetzungen für die Sicherung der Mobilität geschaffen werden. Davon ausgehend, dass künftig verschiedenartige Antriebssysteme zum Einsatz kommen, sollten unterschiedliche Tanksysteme vorgehalten werden. Im Einzelnen bedeutet das, dass die energetische Infrastruktur um Elektro- und Gastankstellen ergänzt werden muss. Im Bereich der Flüssigtreibstoffe ist ggf. eine Umrüstung der Anlagen auf alternative Treibstoffe (Methanol, Ethanol) notwendig. Da bislang nicht klar abgeschätzt werden kann, welches die bevorzugten Antriebssysteme sein werden, ist eine detailliertere Aussage zur Zeit nicht möglich.

4.7 Alternative Verkehrs- und Mobilitätskonzepte

Die derzeitige Realisierung des Grundbedürfnisses nach Mobilität ist in Kap. 2.4 dargestellt. Abgesehen von der Mobilität zu Fuß und mit dem Fahrrad sind die Verkehre sowohl mit Energieverbrauch als auch CO_2-Emissionen sowie Lärm-Emissionen verbunden. Deshalb wird bereits seit langem nach Alternativen gesucht, um die nachteiligen Effekte zu verringern. Diskutiert werden dabei unterschiedliche Ansätze (Abb. 4.19):

- *Reduzierung des absoluten Verkehrs durch Vermeidung.* Es liegt nahe, vor allem Verkehre zu vermeiden, deren Nutzen eher gering ist. Die Zunahme der Verkehrsleistung im Güterverkehr ohne entsprechende Steigerung der transportierten Gütermenge (Kap. 2.4.3) weist darauf hin, dass hier Einsparmöglichkeiten vorhanden sind. Besonders bei der Versorgung mit Waren des täglichen Bedarfs sind Reduktionspotentiale offensichtlich. So ist der Ferntransport von Lebensmitteln, die ohnehin im Umland von Stendal produziert werden, aus anderen Regionen nach Stendal nicht unbedingt mit einem Gewinn an Lebensqualität verbunden. Wie u. a. das Beispiel der Region Magdeburg zeigt (Hildmann & Casper, 2004), sind derartige überregionalen Transporte jedoch eher die Regel als die Ausnahme.

  Auch im Personenverkehr gibt es Einsparpotentiale, die sowohl in der täglichen Organisation (z. B. Strecken für Einkäufe), in der räumlichen Verteilung bestimmter Angebote und Dienstleistungen (z. B. Standorte des Einzelhandels, Dienstleistungen der Stadtverwaltung und anderer öffentlicher Einrichtungen) als auch in den persönlichen Lebensstilen (z. B. Häufigkeit und Länge von Urlaubsreisen) begründet sind. Von besonderer Bedeutung sind die Verkehrsströme der Berufspendler (Kap. 2.4).

  Unter der Überschrift „Stadt (bzw. Region) der kurzen Wege" werden seit vielen Jahren Lösungsmöglichkeiten gesucht (Beckmann et al., 2011). Hierbei kommt den Aspekten der Bebauungsdichte, der Nutzungsmischung und der Qualität der öffentlichen Räume besondere Bedeutung zu. Die Stadt Stendal kann über die Verkehrs- und Bauleitplanung hierauf einwirken.

- *Verschiebung innerhalb der verschiedenen Verkehrsträger.* Mit einer Veränderung des Modal split verändern sich auch die mit dem Verkehr verbundenen Energieverbräuche und Emissionen (Tab. 4.11). Deshalb wird vielfach gefordert, sowohl den Personen- als auch den Güterverkehr auf die Verkehrsträger mit dem geringsten Energiebedarf bzw. Emissionen zu verlagern. Dazu sind die entsprechenden Alternativen attraktiv auszugestalten, etwa durch entsprechende Verbindungen und Anschlüsse im ÖPV oder durch ein gutes Radwegenetz. Teilweise finden sich hierfür bereits Ansätze in Stendal (z. B. zum Parken von Fahrrädern am Bahnhof). Car-Sharing kann ebenfalls einen Beitrag bringen, da durch einen bewußteren Umgang mit Mobilität die Anzahl der tatsächlich gefahrenen Kilometer reduziert werden kann. Perspektivisch könnten durch eine stärkere Gewichtung der Funktion Mobilität gegenüber dem Besitz eines eigenen KFZ sich auch energetisch effizientere Lösungen durchsetzen. Diese Lösungsansätze dürften sich jedoch zunächst in größeren Städten entwickeln.

- *Alternative Antriebssysteme.* Schließlich können über die Fortentwicklung der bisherigen Verkehrsträger auch die Antriebssysteme geändert werden und damit Energie und/ oder Emissionen vermieden werden. Dazu gehört etwa die Diskussion um Elektromobilität oder um Gasfahrzeuge. Eine vollständige Umstellung der bisherigen Automobilflotte auf regenerative Energien, d. h. auf Biodiesel bzw. Bioethanol, wäre aufgrund der damit verbundenen Flächeninanspruchnahme nicht nachhaltig möglich (Leipprand et al., 2011), wie bereits die Diskussion um die Beimischungsquoten der EU zeigt. Eine Alternative aus dem Bereich der Biomasse ist die BTL-Technologie (biomass to liquid), bei der z. B. auch Reststoffe wie Gehölzschnitt oder Stroh zum Einsatz kommen können (Ramesoh et al., 2006). Aufgrund der begrenzten verfügbaren Ressourcen sowie anderer Verwertungswege (z. B. Kap. 4.9.4 auf S. 196) wird diesem Entwicklungspfad nur geringe Bedeutung beigemessen, zumal eine stoffliche Verwertung zur Substitution des Erdöls für die Petrolchemie eine höhere Wertschöpfung verspricht als die Verbrennung in Motoren.

Tabelle 4.11: Vergleich der Emissionen einzelner Verkehrsträger im Personenverkehr, Bezugsjahr 2010. Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel und Kerosin sind berücksichtigt. Quelle: Umweltbundesamt 2012, nach Daten von Tremod 5.25.

		Pkw	Reise-bus	Eisenbahn Fernverk.	Flug-zeug	Linien-bus	Eisenbahn Nahverk.	Straßen-, S- u. U-Bahn
CO_2-Äquivalente	g/Pkm	142	30	45	228	75	78	78
Kohlenmonoxid	g/Pkm	1,00	0,05	0,01	0,15	0,09	0,03	0,02
Flücht. Kohlenwasserst.	g/Pkm	0,18	0,02	0,00	0,06	0,03	0,01	0,01
Stickoxide	g/Pkm	0,31	0,25	0,06	0,45	0,55	0,24	0,08
Feinstaub	g/Pkm	0,009	0,005	0,000	0,006	0,007	0,003	0,000
Verbrauch Benzinäqu.	l/100 Pkm	6,2	1,3	2,3	4,8	3,2	3,9	4,1
Auslastung		1,5 Pers.	60%	48%	74%	21%	26%	19%

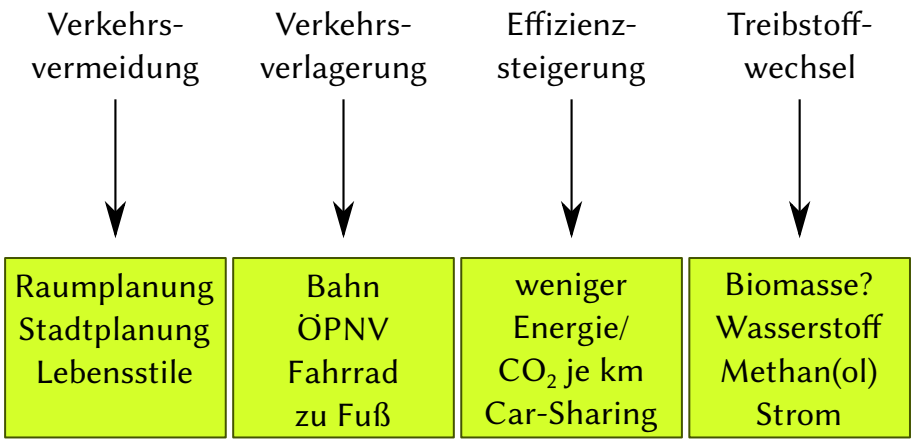


Abbildung 4.19: Aspekte nachhaltigerer Mobilität. Quelle: nach Leipprand et al. (2011), verändert.

Als Alternative bietet sich hier eine auf regenerativem Strom beruhende Versorgung an. Die bisherigen Konzepte der Elektromobilität besitzen den Vorteil, den Strom direkt speichern zu können, d. h. geringere Wirkungsgradverluste aufzuweisen. Nachteilig ist jedoch die bislang begrenzte Reichweite der Fahrzeuge, die sich gerade außerhalb urbaner Agglomerationen, also im eher ländlich geprägten Raum wie in Stendal, auswirkt. Zudem ist die Rohstoffversorgung für die Produktion der bevorzugten Lithiumakkumulatoren in den benötigten Quantitäten nicht unproblematisch. Deshalb bietet sich der Weg über die Methanisierung (Kap. 4.9.3 auf S. 195, Sterner et al. (2010)) des Wind- bzw. Photovoltaikstroms v. a. aus Zeiten von Elektrizitätsüberschüssen an. Das über den Zwischenschritt Wasserstoff gewonnene Methan könnte direkt in bereits heute verfügbaren Erdgasautomobilen eingesetzt werden. Alternativ dazu bietet sich die Herstellung von Methanol anstelle des Methans an (Mittelbach (2005), Olah (2005)). Damit stünde ein flüssiger Kraftstoff zur Verfügung, der wesentlich einfacher als Gas zu handhaben wäre. Zugleich eröffnet sich damit eine noch weiter reichende Option: die Verwendung der Brennstoffzelle mit Hilfe des Methanols, so dass der Wirkungsgrad höher als bei der direkten Methanolverbrennung wäre und zudem die Geräuschemissionen vermindert wären.

4.8 Wirtschaftliche Umsetzung

4.8.1 Allgemeine Ausführungen

Der konzeptionelle Ansatz der künftigen Energieversorgung und der Klimaschutzaktivitäten im Untersuchungsgebiet wird nur dann aus der theoretischen in die praktische Ebene gelangen, wenn eine wirtschaftliche Umsetzung initiiert werden kann. Die wirtschaftliche Umsetzung wird dadurch geprägt sein, inwieweit einzelne Marktbeteiligte/ Anbieter in der Lage sind, die verschiedenen Elemente der neuen Wertschöpfungskette mit hinreichender Rentabilität abzubilden.

Wie bereits in Kap. 2.3.4 ausgeführt, ist Energieversorgung ein werthaltiger Vorgang an dessen Umsetzung eine Vielzahl von Unternehmen wirtschaftlich interessiert ist. Mit Ausnahme der Stadtwerke Stendal GmbH beschränkt sich das Leistungsspektrum jedoch weitgehend auf Teilbereiche wie den Handel mit Energie bzw. einzelnen Energieträgern. Lediglich die Stadtwerke Stendal verfügen über ein breites Portfolio, welches die Energieerzeugung und –verteilung (auf der Basis fossiler Energieträger), den Netzbetrieb sowie den Handel mit Energie und Energieträgern

umfasst.

Die veränderten Versorgungsstrukturen der Zukunft werden dazu führen, dass die Wertschöpfungskette deutlich umfangreicher wird. Wichtige Elemente sind:

- Erzeugung von Strom und Methan aus erneuerbaren, regionalen Energiequellen,
- Wandlung und Speicherung von „Überschussstrom",
- Wandlung von Gas in Strom und Wärme,
- Verteilung von Strom, Wärme und Gas,
- Handelstätigkeit.

Dieses ist mit einer deutlichen Erweiterung des Investitions- und Kapitalbedarfs verbunden. Weitere zu berücksichtigende Aspekte der künftigen Energieversorgung sind die Sicherung der kommunalen Einflussnahme im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge und die Regionalisierung der Wertschöpfung.

Da Energieversorgung Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge ist, muss ein direktes Engagement der Kommune als Option für die wirtschaftliche Umsetzung geprüft werden. Aufgrund verschiedener Aspekte sollte von einer Neugründung eines kommunalen Unternehmens mit dem Geschäftsgegenstand Energiegewinnung und -versorgung abgesehen werden. Dagegen sprechen u. a. die fragwürdige Genehmigungsfähigkeit nach §123 der Gemeindeordnung des Landes Sachsen-Anhalt, der Liquiditätsbedarf in Kombination mit der Haushaltslage der Stadt oder das wirtschaftliche Risiko für die Kommune. Des Weiteren würde ein Wettbewerber zu den Stadtwerken Stendal etabliert, an denen die Hansestadt Stendal beteiligt ist. Es besteht jedoch die Möglichkeit, Tochtergesellschaften in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Stendal oder deren Gesellschaftern zu gründen.

Im Ergebnis einer Abschätzung der Potenziale der derzeitigen Marktbeteiligten wird festgestellt, dass die Stadtwerke Stendal GmbH dem Anforderungsprofil für die wirtschaftliche Umsetzung am weitesten entspricht. Neben dem Umstand, dass die kommunale Einflussnahme über die Beteiligung der Hansestadt Stendal gesichert ist, sind sowohl die technische als auch die fachliche Kompetenz bei den Stadtwerken vorhanden, die gleichzeitig in der Kernstadt und perspektivisch im Umland Träger der energetischen Infrastruktur sind bzw. werden sollten.

Es empfiehlt sich daher vorrangig die Stadtwerke Stendal GmbH mit der wirtschaftlichen Umsetzung wesentlicher Bereiche der Versorgung mit Strom und Wärme/Gas zu betrauen. Erforderliche Anpassungen im Leistungsspektrum und eine territoriale Ausweitung des Versorgungsgebietes müssten, über einen angemessenen Zeitraum verteilt, vorgenommen werden. Die wirtschaftliche Umsetzung der Maßnahmen zur Umgestaltungen in Bereich Verkehr sind abhängig von der tatsächlichen Entwicklung der Mobilitätsstruktur und kann daher zzt. nicht eindeutig beschrieben werden.

Der Schwerpunkt der Aktivitäten sollte auf eine Sicherung der regionalen Energiequellen ausgerichtet sein. Da geeignete Standorte/ Flächen zur Erzeugung von regionaler Energie nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen, bereits ein hoher Auslastungsgrad erreicht ist und der Nutzungszeitraum für derartige Anlagen mindestens 20 Jahre beträgt, ist hier zeitnahes Handeln erforderlich. Eine durchgängige direkte Verknüpfung der regionalen Energiequellen mit dem Bedarf ist aus technischen sowie ökonomischen/ preislichen Gründen zur Zeit nicht möglich. Um trotzdem die erforderlichen Standorte/ Flächen zu sichern, sollten die Anlagen zur Erzeugung von Solar-, Wind- und Bioenergie unter Nutzung des EEG errichtet werden, welches in der Übergangsphase bis zur Direktversorgung die Rentabilität und eine angemessene Kapitalverzinsung der Investition sichert.

Die maßgeblichen Akteure (Stadtrat und Stadtverwaltung der Hansestadt Stendal, Stadtwerke Stendal GmbH, Fachberater, Unternehmen, interessierte Bürger, etc.) sollten gemeinsam eine Umsetzungsstrategie erarbeiten. Hier sind wesentliche Handlungsfelder zu definieren und zeitlich sowie inhaltlich zu untersetzen. Besonders bedeutsam sind hierbei:

- Bildung einer Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Vertretern der o. g. Akteursgruppen,
- Einrichtung einer Managementstruktur („Energie - und Klimaschutzagentur") bei oder im Umfeld der Stadtverwaltung,
- Entwicklung von Investitionsmodellen und Einbindung lokalen Kapitals,
- Beteiligung der Bürger/ Einwohner der Hansestadt Stendal (Akzeptanz durch Beteiligung),
- Entwicklung von Kooperationsmodellen mit angrenzenden Kommunen und der Gesamtregion Altmark,
- Aufbau strategischer Partnerschaften mit überregionalen Akteuren/ Unternehmen für Umsetzungsvorhaben, die durch regionale/ lokale Potenziale und Kompetenzen nicht leistbar sind.

Die Zielstellung muss letztlich darin bestehen, die „Wertschöpfungskette Energieversorgung" mit Schwerpunkt auf den Stadtwerken Stendal zu regionalisieren und gleichzeitig über den Zugriff auf die Energiequellen die Preishoheit bei der Strom- und Wärmeversorgung sowie die Versorgungssicherheit zu erlangen. Hiermit verbunden steht die Option das Leistungsspektrum der Stadtwerke den sich ändernden Rahmenbedingungen anzupassen und somit zukunftsfähig zu machen.

Die wirtschaftliche Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs müssen durch die jeweiligen Energieverbraucher realisiert werden. Der finanzielle Aufwand wird sich über die Energieeinsparung amortisieren. Problematisch könnten jedoch die teilweise langen Rücklaufzeiten sein. Um dieses Handlungsfeld zu unterstützen, sollten zielorientierte Rahmenbedingungen geschaffen werden. Hier sind u.a. die Verfügbarkeit von liqui-

den Mitteln, die Nutzbarmachung von Fördermöglichkeiten oder ein umfassendes Informationsangebot zu energiesparenden Maßnahmen zu nennen. Ansässige Handwerksbetriebe und andere Unternehmen sollten wenn nötig qualifiziert werden die Leistungen auszuführen.

4.8.2 Investitionen und Wirtschaftlichkeit

Die Umsetzung der wesentlichen Handlungsfelder „Schaffung einer regionalen Energieerzeugungsstruktur" und „Verringerung des Energieverbrauchs" bedarf in ihrer Gesamtheit erheblicher Investitionen. Diese sind nur durch eine hinreichende Rentabilität bzw. durch eine nachhaltige Reduzierung der Kosten darstellbar.

Eine exakte Berechnung der tatsächlichen Investitionen im Erzeugungsbereich ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Dieses begründet sich einerseits darin, dass der Zeitpunkt der Errichtung der Erzeugungskapazitäten nicht definiert ist. Andererseits können für noch zu entwickelnde Technologien keine Marktpreise existieren. Dieses soll am Beispiel der Windkraftanlagen und der Photovoltaiktechnik dargestellt werden.

Für die im Konzept angesetzte Windanlagenleistung von 7,5 MW je Anlage existieren bislang nur wenige Prototypen. Der spätere Marktpreis ist nicht identisch mit den derzeitigen Herstellungskosten und wird sich erst im Laufe der nächsten Jahre herausbilden. Für die Ermittlung des Investitionsbedarf wird daher von einem Preis in Höhe von 10 Mio. € ausgegangen. Dieser Preis liegt deutlich über dem Preisniveau heute verwendeter Anlagentypen.

Der Investitionsaufwand für Photovoltaikanlagen ist stark abhängig vom Modulpreis und orientiert sich am Aufwand je kW_p installierte Leistung. Hier sind die Preise in den letzten Jahren rasant gesunken. Die weitere Entwicklung ist offen. Für die Berechnung wird ein Preis in Höhe von 1.500 €/kW_p angesetzt. Mögliche technologische Entwicklungen sind nicht berücksichtigt.

Da die Technologie der Methanisierung noch nicht als praxisfähige Technik verfügbar ist und noch ca. 10 Jahre bis zur Marktreife vergehen werden, kann für diesen Teil der technologischen Kette kein Preis angesetzt werden.

Überträgt man diese Werte auf den im Konzept für das Jahr 2035 ausgewiesen Anlagenbestand, ergibt sich die in Tab. 4.12 ausgewiesene Rechnung. Im Saldo ergibt sich für die Variante „Strom + Wärme" ein Investitionsvolumen in Höhe von etwa 362 Mio. €. Die Variante „Gesamt" weist einen Investitionsbedarf von 515 Mio. €. Diese Investitionsvolumina sind um den eher geringen Teil für die Biogaserzeugung und vor allem durch den Investitionsaufwand für die Methanisierung zu erhöhen.

Da es nicht möglich ist, den Investitionsbedarf zu bestimmen und auch künftige Bewirtschaftungskosten nicht bekannt sind, ist es schwierig eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit der Erzeugungsstruktur zu machen. Letztlich kann nur über den Abgabepreis für den erzeugten Strom bzw. das erzeugte Methan Rentabilität erreicht werden. Dieser Preis steht jedoch im Wettbewerb zu den Preisen der klassischen Versorgung. Eine Finanzierung über das EEG kann im Jahr 2035 nicht mehr vorausgesetzt werden.

Auch für das Handlungsfeld „Verringerung des Energieverbrauchs" sind verlässliche Berechnungen nur bedingt möglich. Auch hier wirken Einflussfaktoren, die nicht oder nicht eindeutig vorher bestimmbar sind. Weiterhin ist die vorhandene Datenbasis teilweise unzureichend.

Die Wirtschaftlichkeit leitet sich im Wesentlichen aus der Wechselbeziehung zwischen Energiepreisentwicklung, Einspareffekt (Energiemenge), finanziellem Aufwand für die Einsparung, nutzbaren Förderinstrumenten und Restnutzungsdauer ab. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Amortisationszeit des eingesetzten Kapitals über die Wirtschaftlichkeit entscheidet.

Besondere Bedeutung für Umfang und Reihenfolge energetischer Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand hat der tatsächliche Aufwand bezogen auf das Einsparpotenzial. So hat bspw. die Dämmung der obersten Geschossdecke ein wesentlich besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis als die Außenwanddämmung und sollte somit immer am Beginn der energetischen Sanierung von Gebäuden stehen. Dieses trifft für die Gebäude aller Nutzungsarten zu.

Die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen in anderen Verbrauchsbereichen (z. B. Prozessenergie) kann nur im Einzelfall bewertet werden. Eine Verallgemeinerung ist kaum möglich. Ausschlaggebendes Entscheidungskriterium wird hier eher der technische und moralische Verschleiß von Anlagen und Ausrüstungen sein. Werden diese ersetzt, hat Energieeffizienz zunehmend Einfluss auf die Investitionsentscheidung.

Ergänzend zu den Ausführungen in Kap. 4.3.5 soll am Beispiel des Wärmebedarfs der Wohngebäude das Zusammenspiel einzelner Einflusskriterien dargestellt werden. Mittels einer Kalkulationsmatrix werden die Amortisationszeit und das Investitionsvolumen in Abhängigkeit von Kosten der energetischen Sanierung je Quadratmeter, dem Wirkungsgrad (Energieeinsparung), der Energiepreisentwicklung, der durchschnittlichen Wohnungsgröße, der Kapitalverzinsung und der Rückflussdauer des eingesetzten Kapitals abgebildet. Zu beachten ist, dass ausschließlich die Kosten der energetischen Sanierung in Ansatz gebracht werden. In der Regel können energetische Sanierungsmaßnahmen nur im Rahmen einer baulichen Sanierung durchgeführt werden, so dass sich das Investitionsvolumen dadurch deutlich erhöhen kann.

In den Tab. 4.13, 4.14 und Tab. 4.15 werden beispielhaft drei verschiedene Szenarien für das Investitionsvolumen und die finanziellen Effekte aus der energetischen Sanierung für die Privathaushalte im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal dargestellt. Als Gradmesser wird ein Vergleich der Energiekosten ohne und mit Sanierung genutzt.

In allen drei Tabellen wird von einem einheitlichen Basispreis für Wärme in Höhe von 8,5 ct/kWh, einem Wärmebedarf je WE von 12.770 kWh/a, insgesamt 21.400 Haushalten, einer durchschnittlichen Wohnungsgröße von 70 m^2, einer Einsparung von 50 % des Energieverbrauchs, einer Kapitalverzinsung von 4 % und einer Rückflussdauer für das eingesetzte Kapital von 15 Jahren ausgegangen. In „Basisszenario" fließen weiterhin eine moderate Preissteigerung (nicht linear zur Entwicklung der letzten 12 Jahre) und

Tabelle 4.12: Berechnung des Investitionsbedarfes

Strom + Wärme:	28 WEA (Typ E126)	·	10.000 k€/Anl.	=	280.000 k€
Gesamt:	38 WEA (Typ E126)	·	10.000 k€/Anl.	=	380.000 k€
Strom + Wärme:	55 MW_p	·	1.500 k€/MW_p	=	82.500 k€
Gesamt:	90 MW_p	·	1.500 k€ /MW_p	=	135.000 k€

ein Investitionsaufwand für die energetische Sanierung in Höhe von 150,00 €/m^2 ein. Diese beiden Faktoren werden im „Investszenario" und im „Preisszenario" jeweils geändert. Die Wirkung der Veränderung einer einzigen Position ist deutlich erkennbar. So wird im „Basisszenario" nach ca. 16 Jahren ein Kapitalüberschuss aus der energetischen Sanierung erreicht. Dieses ändert sich bei einer Erhöhung der Investitionskosten um 100,00 €/m^2 auf 21 Jahre. Verläuft der Preisanstieg etwas steiler (noch nicht linear) verkürzt sich die Dauer bis zum Erreichen eines Kapitalüberschusses auf ca. 13 Jahre.

Die vorstehenden Ausführungen machen deutlich, dass eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf Investitionshöhe und Wirtschaftlichkeit Einfluss haben und die Veränderung nur einer Position ein völlig neues Bild ergibt. Daher wird an dieser Stelle keine konkrete Investitionssumme genannt. Auch wird keine abschließende Bewertung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen. Vielmehr wird empfohlen, die in diesem Kapitel vorgestellte Berechnungsmatrix zu nutzen. Die Berechnungsmatrix ist ein einfaches Hilfsmittel, welches durch die handelnden Akteure an veränderte Rahmenbedingungen (z. B. die Ausweitung auf andere Gebäudebereiche) und somit an die Entwicklung angepasst werden kann.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass allein im Bereich „Strom und Wärme" ein Investitionsvolumen für die Errichtung der Erzeugungsstruktur und die Maßnahmen zu Energieeinsparung im Stadtgebiet von Stendal in Höhe von etwa 750 Mio. € angesetzt werden sollte. Dieser Werte ist jedoch nur als Orientierungswerte zu verstehen.

Tabelle 4.13: Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Basisszenario

Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: "Basisszenario"

Wärmepreis 2012: *8,50* ct/kWh | Durchschnitt Preissteigerung [% *8,50* | Fläche / WE [qm]: *70,00*

Verbraucher	Maßnahme	Wärmebedarf [kWh]	Anzahl WE	Kosten ohne Zins Einzel [€]	Summe [€]	Kosten mit Zins Zinssatz [%]	Jahre	Summe [€]
PHH	Gesamt	12.770	21.400	10.500	224.700.000	4,00	15	292.110.000

Eingabefeld	
Wärmepreis [ct]:	8,50
Faktor Preis:	-2,00
Invest. /qm [€]:	150,00
Investition [€]:	10.500,00
Einsparung %	50,00

Einsparung pro Jahr: % 50 | kWh je Einheit 6.385 | Gesamt 136.639.000

Faktor Preisentwicklung: -2,00

Energiekosten	nach 10 Jahren	nach 20 Jahren	nach 30 Jahren
Aufwand ohne energetische Sanierung:	365.092.844 €	886.738.310 €	1.534.804.222 €
Kapitalüberschuss aus energetischer Sanierung:	-31.667.578 €	151.259.155 €	475.292.111 €

	Jahr	Preissteigerung pro Jahr [%]	Wärmepreis ct/kWh	Einsparung je Einheit [€]	Gesamt [€]	Summe [€]	Liquidität [€]	Jahresaufwand Wärme [%]	je Einheit [€]	Gesamt [€]	Aufwand Wärme + Kapitaldienst pro Jahr [€]	kummulativ [€]
	2012		8,50	543	11.614.315		-292.110.000	100,00%	542,73	11.614.315	31.088.315	
1.	2013	9	9,22	589	12.601.532	24.215.847	-272.636.000	108,50%	588,86	12.601.532	32.075.532	63.163.847
2.	2014	8	9,95	636	13.601.253	37.817.100	-253.162.000	117,11%	635,57	13.601.253	33.075.253	96.239.100
3.	2015	7	10,69	683	14.608.351	52.425.451	-233.688.000	125,78%	682,63	14.608.351	34.082.351	130.321.451
4.	2016	7	11,43	730	15.617.907	68.043.357	-214.214.000	134,47%	729,81	15.617.907	35.091.907	165.413.357
5.	2017	6	12,17	777	16.625.276	84.668.633	-194.740.000	143,14%	776,88	16.625.276	36.099.276	201.512.633
6.	2018	6	12,90	824	17.626.132	102.294.766	-175.266.000	151,76%	823,65	17.626.132	37.100.132	238.612.766
7.	2019	6	13,62	870	18.616.500	120.911.266	-155.792.000	160,29%	869,93	18.616.500	38.090.500	276.703.266
8.	2020	5	14,34	916	19.592.780	140.504.047	-136.318.000	168,70%	915,55	19.592.780	39.066.780	315.770.047
9.	2021	5	15,04	960	20.551.760	161.055.806	-116.844.000	176,95%	960,36	20.551.760	40.025.760	355.795.806
10.	2022	5	15,73	1.004	21.490.616	182.546.422	-97.370.000	185,04%	1.004,23	21.490.616	40.964.616	396.760.422
11.	2023	4	16,40	1.047	22.406.911	204.953.333	-77.896.000	192,92%	1.047,05	22.406.911	41.880.911	438.641.333
12.	2024	4	17,05	1.089	23.298.584	228.251.917	-58.422.000	200,60%	1.088,72	23.298.584	42.772.584	481.413.917
13.	2025	4	17,68	1.129	24.163.930	252.415.847	-38.948.000	208,05%	1.129,16	24.163.930	43.637.930	525.051.847
14.	2026	3	18,30	1.168	25.001.584	277.417.430	-19.474.000	215,27%	1.168,30	25.001.584	44.475.584	569.527.430
15.	2027	3	18,89	1.206	25.810.496	303.227.926	0	222,23%	1.206,10	25.810.496	25.810.496	595.337.926
16.	2028	3	19,46	1.243	26.589.907	329.817.833	0	228,94%	1.242,52	26.589.907	26.589.907	621.927.833
17.	2029	3	20,01	1.278	27.339.325	357.157.159	0	235,39%	1.277,54	27.339.325	27.339.325	649.267.159
18.	2030	3	20,53	1.311	28.058.496	385.215.655	0	241,59%	1.311,14	28.058.496	28.058.496	677.325.655
19.	2031	2	21,04	1.343	28.747.379	413.963.033	0	247,52%	1.343,34	28.747.379	28.747.379	706.073.033
20.	2032	2	21,52	1.374	29.406.122	443.369.155	0	253,19%	1.374,12	29.406.122	29.406.122	735.479.155
21.	2033	2	21,98	1.404	30.035.037	473.404.192	0	258,60%	1.403,51	30.035.037	30.035.037	765.514.192
22.	2034	2	22,42	1.432	30.634.579	504.038.771	0	263,77%	1.431,52	30.634.579	30.634.579	796.148.771
23.	2035	2	22,84	1.458	31.205.321	535.244.092	0	268,68%	1.458,19	31.205.321	31.205.321	827.354.092
24.	2036	2	23,23	1.484	31.747.938	566.992.030	0	273,35%	1.483,55	31.747.938	31.747.938	859.102.030
25.	2037	2	23,61	1.508	32.263.187	599.255.216	0	277,79%	1.507,63	32.263.187	32.263.187	891.365.216
26.	2038	2	23,97	1.530	32.751.890	632.007.107	0	282,00%	1.530,46	32.751.890	32.751.890	924.117.107
27.	2039	1	24,31	1.552	33.214.923	665.222.030	0	285,98%	1.552,10	33.214.923	33.214.923	957.332.030
28.	2040	1	24,63	1.573	33.653.196	698.875.226	0	289,76%	1.572,58	33.653.196	33.653.196	990.985.226
29.	2041	1	24,93	1.592	34.067.649	732.942.875	0	293,32%	1.591,95	34.067.649	34.067.649	1.025.052.875
30.	2042	1	25,22	1.610	34.459.236	767.402.111	0	296,70%	1.610,24	34.459.236	34.459.236	1.059.512.111

Tabelle 4.14: Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Preiszenario

Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: "Preisszenario"

Wärmepreis 2012: *8,50* ct/kWh | Durchschnitt Preissteigerung [%/a]: *8,50* | Fläche / WE [qm]: *70,00*

Eingabefeld	
Wärmepreis [ct]:	8,50
Faktor Preis:	-1,00
Invest. /qm [€]:	150,00
Investition [€]:	10.500,00
Einsparung %	50,00

Verbraucher	Maßnahme	Wärmebedarf [kWh]	Anzahl WE	Kosten ohne Zins Einzel [€]	Summe [€]	Kosten mit Zins Zinssatz [%]	Jahre	Summe [€]
PHH	Gesamt	12.770	21.400	10.500	224.700.000	4,00	15	292.110.000

Einsparung pro Jahr: % 50 | kWh je Einheit 6.385 | Gesamt 136.639.000

Faktor Preisentwicklung: -1,00

Energiekosten	nach 10 Jahren	nach 20 Jahren	nach 30 Jahren
Aufwand ohne energetische Sanierung:	379.534.165 €	1.018.219.086 €	1.991.476.233 €
Kapitalüberschuss aus energetischer Sanierung:	-24.446.918 €	216.999.543 €	703.628.116 €

	Jahr	Preissteigerung pro Jahr [%]	Wärmepreis ct/kWh	Einsparung je Einheit [€]	Einsparung Gesamt [€]	Einsparung Summe [€]	Liquidität [€]	Jahresaufwand Wärme [%]	Jahresaufwand Wärme je Einheit [€]	Jahresaufwand Wärme Gesamt [€]	Aufwand Wärme + Kapitaldienst pro Jahr [€]	Aufwand Wärme + Kapitaldienst kummulativ [€]
	2012		8,50	543	11.614.315		-292.110.000	100,00%	542,73	11.614.315	31.088.315	
1.	2013	9	9,22	589	12.601.532	24.215.847	-272.636.000	108,50%	588,86	12.601.532	32.075.532	63.163.847
2.	2014	8	9,98	637	13.636.958	37.852.804	-253.162.000	117,42%	637,24	13.636.958	33.110.958	96.274.804
3.	2015	8	10,77	688	14.720.111	52.572.915	-233.688.000	126,74%	687,86	14.720.111	34.194.111	130.468.915
4.	2016	8	11,60	741	15.850.324	68.423.239	-214.214.000	136,47%	740,67	15.850.324	35.324.324	165.793.239
5.	2017	7	12,46	796	17.026.748	85.449.987	-194.740.000	146,60%	795,64	17.026.748	36.500.748	202.293.987
6.	2018	7	13,36	853	18.248.363	103.698.350	-175.266.000	157,12%	852,73	18.248.363	37.722.363	240.016.350
7.	2019	7	14,28	912	19.513.983	123.212.333	-155.792.000	168,02%	911,87	19.513.983	38.987.983	279.004.333
8.	2020	7	15,24	973	20.822.267	144.034.600	-136.318.000	179,28%	973,00	20.822.267	40.296.267	319.300.600
9.	2021	6	16,23	1.036	22.171.730	166.206.330	-116.844.000	190,90%	1.036,06	22.171.730	41.645.730	360.946.330
10.	2022	6	17,24	1.101	23.560.752	189.767.082	-97.370.000	202,86%	1.100,97	23.560.752	43.034.752	403.981.082
11.	2023	6	18,29	1.168	24.987.593	214.754.675	-77.896.000	215,14%	1.167,64	24.987.593	44.461.593	448.442.675
12.	2024	6	19,36	1.236	26.450.401	241.205.077	-58.422.000	227,74%	1.236,00	26.450.401	45.924.401	494.367.077
13.	2025	6	20,45	1.306	27.947.230	269.152.307	-38.948.000	240,63%	1.305,95	27.947.230	47.421.230	541.788.307
14.	2026	5	21,57	1.377	29.476.047	298.628.353	-19.474.000	253,79%	1.377,39	29.476.047	48.950.047	590.738.353
15.	2027	5	22,71	1.450	31.034.747	329.663.100	0	267,21%	1.450,22	31.034.747	31.034.747	621.773.100
16.	2028	5	23,87	1.524	32.621.167	362.284.267	0	280,87%	1.524,35	32.621.167	32.621.167	654.394.267
17.	2029	5	25,05	1.600	34.233.098	396.517.365	0	294,75%	1.599,68	34.233.098	34.233.098	688.627.365
18.	2030	5	26,25	1.676	35.868.293	432.385.658	0	308,83%	1.676,09	35.868.293	35.868.293	724.495.658
19.	2031	5	27,46	1.753	37.524.487	469.910.145	0	323,09%	1.753,48	37.524.487	37.524.487	762.020.145
20.	2032	4	28,69	1.832	39.199.398	509.109.543	0	337,51%	1.831,75	39.199.398	39.199.398	801.219.543
21.	2033	4	29,93	1.911	40.890.747	550.000.290	0	352,07%	1.910,78	40.890.747	40.890.747	842.110.290
22.	2034	4	31,17	1.990	42.596.262	592.596.552	0	366,76%	1.990,48	42.596.262	42.596.262	884.706.552
23.	2035	4	32,43	2.071	44.313.691	636.910.243	0	381,54%	2.070,73	44.313.691	44.313.691	929.020.243
24.	2036	4	33,70	2.151	46.040.809	682.951.051	0	396,41%	2.151,44	46.040.809	46.040.809	975.061.051
25.	2037	4	34,96	2.232	47.775.426	730.726.477	0	411,35%	2.232,50	47.775.426	47.775.426	1.022.836.477
26.	2038	4	36,24	2.314	49.515.397	780.241.874	0	426,33%	2.313,80	49.515.397	49.515.397	1.072.351.874
27.	2039	4	37,51	2.395	51.258.627	831.500.501	0	441,34%	2.395,26	51.258.627	51.258.627	1.123.610.501
28.	2040	3	38,79	2.477	53.003.074	884.503.575	0	456,36%	2.476,78	53.003.074	53.003.074	1.176.613.575
29.	2041	3	40,07	2.558	54.746.762	939.250.337	0	471,37%	2.558,26	54.746.762	54.746.762	1.231.360.337
30.	2042	3	41,34	2.640	56.487.779	995.738.116	0	486,36%	2.639,62	56.487.779	56.487.779	1.287.848.116

Tabelle 4.15: Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Investitionsszenario

Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: "Investszenario"

Wärmepreis 2012: *8,50* ct/kWh Durchschnitt Preissteigerung [%/a]: *8,50* Fläche / WE [qm]: *70,00*

Verbraucher	Maßnahme	Wärmebedarf [kWh]	Anzahl WE	Kosten ohne Zins Einzel [€]	Summe [€]	Kosten mit Zins Zinssatz [%]	Jahre	Summe [€]
PHH	Gesamt	12.770	21.400	17.500	374.500.000	4,00	15	486.850.000

Einsparung pro Jahr: % 50; kWh je Einheit 6.385; Gesamt 136.639.000

Faktor Preisentwicklung: -2,00

Eingabefeld	
Wärmepreis [ct]:	8,50
Faktor Preis:	-2,00
Invest. /qm [€]:	250,00
Investition [€]:	17.500,00
Einsparung %	50,00

Energiekosten	nach 10 Jahren	nach 20 Jahren	nach 30 Jahren
Aufwand ohne energetische Sanierung:	365.092.844 €	886.738.310 €	1.534.804.222 €
Kapitalüberschuss aus energetischer Sanierung:	-174.476.911 €	-43.480.845 €	280.552.111 €

	Jahr	Preissteigerung pro Jahr [%]	Wärmepreis ct/kWh	Einsparung je Einheit [€]	Einsparung Gesamt [€]	Einsparung Summe [€]	Liquidität [€]	Jahresaufwand Wärme [%]	je Einheit [€]	Gesamt [€]	Aufwand Wärme + Kapitaldienst pro Jahr [€]	kummulativ [€]
	2012		8,50	543	11.614.315		-486.850.000	100,00%	542,73	11.614.315	44.070.982	
1.	2013	9	9,22	589	12.601.532	24.215.847	-454.393.333	108,50%	588,86	12.601.532	45.058.198	89.129.180
2.	2014	8	9,95	636	13.601.253	37.817.100	-421.936.667	117,11%	635,57	13.601.253	46.057.920	135.187.100
3.	2015	7	10,69	683	14.608.351	52.425.451	-389.480.000	125,78%	682,63	14.608.351	47.065.017	182.252.117
4.	2016	7	11,43	730	15.617.907	68.043.357	-357.023.333	134,47%	729,81	15.617.907	48.074.573	230.326.691
5.	2017	6	12,17	777	16.625.276	84.668.633	-324.566.667	143,14%	776,88	16.625.276	49.081.943	279.408.633
6.	2018	6	12,90	824	17.626.132	102.294.766	-292.110.000	151,76%	823,65	17.626.132	50.082.799	329.491.433
7.	2019	6	13,62	870	18.616.500	120.911.266	-259.653.333	160,29%	869,93	18.616.500	51.073.167	380.564.600
8.	2020	5	14,34	916	19.592.780	140.504.047	-227.196.667	168,70%	915,55	19.592.780	52.049.447	432.614.047
9.	2021	5	15,04	960	20.551.760	161.055.806	-194.740.000	176,95%	960,36	20.551.760	53.008.426	485.622.473
10.	2022	5	15,73	1.004	21.490.616	182.546.422	-162.283.333	185,04%	1.004,23	21.490.616	53.947.282	539.569.755
11.	2023	4	16,40	1.047	22.406.911	204.953.333	-129.826.667	192,92%	1.047,05	22.406.911	54.863.578	594.433.333
12.	2024	4	17,05	1.089	23.298.584	228.251.917	-97.370.000	200,60%	1.088,72	23.298.584	55.755.250	650.188.584
13.	2025	4	17,68	1.129	24.163.930	252.415.847	-64.913.333	208,05%	1.129,16	24.163.930	56.620.596	706.809.180
14.	2026	3	18,30	1.168	25.001.584	277.417.430	-32.456.667	215,27%	1.168,30	25.001.584	57.458.250	764.267.430
15.	2027	3	18,89	1.206	25.810.496	303.227.926	0	222,23%	1.206,10	25.810.496	25.810.496	790.077.926
16.	2028	3	19,46	1.243	26.589.907	329.817.833	0	228,94%	1.242,52	26.589.907	26.589.907	816.667.833
17.	2029	3	20,01	1.278	27.339.325	357.157.159	0	235,39%	1.277,54	27.339.325	27.339.325	844.007.159
18.	2030	3	20,53	1.311	28.058.496	385.215.655	0	241,59%	1.311,14	28.058.496	28.058.496	872.065.655
19.	2031	2	21,04	1.343	28.747.379	413.963.033	0	247,52%	1.343,34	28.747.379	28.747.379	900.813.033
20.	2032	2	21,52	1.374	29.406.122	443.369.155	0	253,19%	1.374,12	29.406.122	29.406.122	930.219.155
21.	2033	2	21,98	1.404	30.035.037	473.404.192	0	258,60%	1.403,51	30.035.037	30.035.037	960.254.192
22.	2034	2	22,42	1.432	30.634.579	504.038.771	0	263,77%	1.431,52	30.634.579	30.634.579	990.888.771
23.	2035	2	22,84	1.458	31.205.321	535.244.092	0	268,68%	1.458,19	31.205.321	31.205.321	1.022.094.092
24.	2036	2	23,23	1.484	31.747.938	566.992.030	0	273,35%	1.483,55	31.747.938	31.747.938	1.053.842.030
25.	2037	2	23,61	1.508	32.263.187	599.255.216	0	277,79%	1.507,63	32.263.187	32.263.187	1.086.105.216
26.	2038	2	23,97	1.530	32.751.890	632.007.107	0	282,00%	1.530,46	32.751.890	32.751.890	1.118.857.107
27.	2039	1	24,31	1.552	33.214.923	665.222.030	0	285,98%	1.552,10	33.214.923	33.214.923	1.152.072.030
28.	2040	1	24,63	1.573	33.653.196	698.875.226	0	289,76%	1.572,58	33.653.196	33.653.196	1.185.725.226
29.	2041	1	24,93	1.592	34.067.649	732.942.875	0	293,32%	1.591,95	34.067.649	34.067.649	1.219.792.875
30.	2042	1	25,22	1.610	34.459.236	767.402.111	0	296,70%	1.610,24	34.459.236	34.459.236	1.254.252.111

4.9 Good Practice

4.9.1 Einleitung

Ziel dieses Kapitels ist es, Beispiele für bereits realisierte oder kurz vor der Realisierung stehende Projekte und Anlagen vorzustellen. Diese zeigen Optionen auf, die möglicherweise auch für die Hansestadt Stendal nutzbar sind.

4.9.2 Energetische Stadterneuerung und regionale Wertschöpfung: Vom Armenhaus Österreichs zur prosperierendsten Region der Alpenrepublik - Die Energetische Erneuerung der Stadt Güssing/ Südburgenland

Das Ziel einer energieeffizienten und klimafreundlichen Stadt ist ermutigender Weise nicht nur eine aus energetischen Zwangslagen heraus anzugehende Vision, sondern zumindest partiell und für kleinere Städte bereits als realisierbar nachgewiesen und mit einer Reihe grundlegender Positiveffekte für die Entwicklung von Stadtregionen zu verbinden.

Die Ursachen für den Einstieg der Stadt Güssing (4000 Einwohner) in Energieeffizienz und Erneuerbare Energien 1988 (!) waren vor allem stadtökonomischer Natur: Die extrem strukturschwache Grenzgemeinde (70% Arbeitsauspendler) kämpfte um das wirtschaftliche Überleben und sah ihre Chance darin, die jährlich 13 Mio. € für Energieimporte durch einen effizienten Umgang mit Energie und eine schrittweise Eigenversorgung mit Strom, Wärme und Kraftstoffen abzulösen, entsprechende Wertschöpfungen auf Basis regionaler Ressourcen zu generieren, so Unternehmen mit Dauerarbeitsplätzen anzusiedeln und ihre CO_2-Emissionen deutlich zu senken.

Zwanzig Jahre später sind hier mehr als 1000 neue Arbeitsplätze in fast 60 neuen Unternehmen (davon etwa 25% im Energiebereich) entstanden. Die Stadt produziert aus Forst- und Landwirtschaftsprodukten mehr Strom und Kraftstoffe, als sie verbraucht. Die CO_2-Emissionen fossil sanken auf 7,5 % und total auf 65 %. Güssing hat heute Arbeitseinpendler, davon etwa 50 Wissenschaftler bei RENET Austria, ist Sitz des Europäischen Zentrums für Erneuerbare Energien, Österreichisches Zentrum für Bioenergie und Burgenländisches Technologiezentrum, verfügt über einen florierenden Energietourismus und hat sich darüber zur prosperierendsten Stadtregion des Landes entwickeln können. Zu Beginn allein aus eigener Kraft.

Grundlagen dieser Entwicklung waren konsequente Energieeinsparungen im Gebäudebestand und die grundlegende Erhöhung der Energieeffizienz in der Versorgungstechnik sowie der Bau eines 1996 in Betrieb genommenen und heute 27 km langen Fernwärmenetzes auf Basis der Verbrennung von industriell nicht verwertbarem Restholz in einem Heizwerk an das 95% der öffentlichen Gebäude, 40% der Privathaushalte und alle Unternehmen in dem neu entstandenen, heute etwa 25 ha großen Gewerbegebiet angeschlossen sind.

Das 2002 ans Netz gegangene Biomasse- Kraftwerk verfügt über einen Dampf-Wirbelstrom- sowie seit 2008 über einen Festbett- Gleichstrom- Vergaser ebenfalls auf Restholzgrundlage und zur Erzeugung von energetisch nutzbarem Synthesegas. Beide wurden mit dem Ziel errichtet, die Strom- und Wärmeerzeugung der Stadt über kleine, dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen nachhaltig sicher zu stellen. Künftig sollen die Anlagen daher in das Erdgasnetz einspeisen können, aber auch die wirtschaftliche Herstellung von biogenen Synthesekraftstoffen ermöglichen. Die Kraftstoffproduktion erfolgt im Wesentlichen noch über die lokale Verestherung von Rapsöl, mit der auch die eigens zur Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs erfolgreich in Betrieb genommenen Regionalbuslinie versorgt wird – Güssing hat weder Bahn- noch Autobahnanschluss.

Synergetisch eingebunden in das Energieregime sind die beiden neu angesiedelten Parkettthersteller (mit insgesamt 200 Arbeitsplätzen die größten Österreichs), die die überschüssige Sommerwärme des Kraftwerkes extrem preiswert für die Holztrocknung nutzen und im Gegenzug ihr Verschnittholz an das Kraftwerk veräußern können.

Ausgehend von Pilotanlagen in der Stadt und im Bezirk Güssing und dem damit verbundenen Interesse entstand das Europäische Zentrum für Erneuerbare Energie Güssing als eine europaweite Koordinationsstelle für alle Arten der erneuerbaren Energie. Der Schwerpunkt des Zentrums liegt einerseits in der Begleitung und Betreuung der Demonstrationsanlagen, andererseits um die Ergebnisse aus den Erfahrungen weiter zugeben. Daher beteiligt sich das Zentrum aktiv an einer Vielzahl von EU- Programmen (Recite, Ecos Ouvertüre, Interreg, Altener, etc.) und ist zum Bindeglied zwischen der EU und den osteuropäischen Beitrittskandidaten geworden.

Um auch in Zukunft in Güssing erfolgreich zu sein, wurde die Forschung intensiv in die Errichtung und den Betrieb von Demonstrationsanlagen einbezogen und das Forschungsnetzwerk RENET AUSTRIA (Renewable Energy Network Austria) gegründet. Um dafür die optimalen Rahmenbedingungen zu schaffen, ist ein eigenes Gebäude – das Güssinger Technologiezentrum – errichtet worden, das sowohl den Forschern als auch der mit ihnen verbundenen Wirtschaft Platz bietet.

Die durch zeitweiligen Erlass der Kommunalsteuer und das Bereitstellen von Grundstücken gestützten Unternehmensansiedlungen führten insgesamt zu einem Investitionsvolumen von etwa 100 Mio. €. 13 Mio. € für Energieumsätze und 10 Mio. € als Nettoeinkommen der neuen Arbeitsplätze verbleiben nunmehr jährlich in der Stadtregion. Die Entwicklung der Kommunalsteuern beläuft sich von ca. 400.000 € 1990 auf ca. 1,4 Mio. € im Jahre 2008, wovon die soziale und technische Infrastruktur, Kultur, Sport und Tourismus des gesamten Bezirks Güssing profitieren.

Kein Wunder also, dass sich die Energetische Erneuerung von Stadtregionen in Österreich zwischenzeitlich zu einer Art Nationalsport entwickeln konnte. Die Mehrzahl der Träger des jährlich vergebenen Europäischen Solarpreises für Kommunen kommen seit Jahren aus der Alpenrepublik.

4.9.3 Power to Gas

Anmerkung: Die folgende Darstellung ist einer Publikation der Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, Dr. M. Kersten, WD 8, vom 16. Mai 2012 entnommen und leicht an die Erfordernisse des integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Stendal angepasst worden.

Das Konzept Power-to-Gas beschreibt neue Technologien für die Speicherung und den Transport regenerativer Energie in Form von Wasserstoff oder Methan. Mit der verstärkten Erschließung erneuerbarer Energiequellen, ihrer fortschreitenden Integration in das Stromnetz sowie deren wachsendem Anteil am angebotenen Strommix gewinnen Möglichkeiten zum Ausgleich der intermittierenden Leistungsangebote von Windkraft und Photovoltaik an Bedeutung.

Zur Kompensation ihrer witterungs- und saisonal bedingten Schwankungen sind neben Maßnahmen des Erzeugungs- und Lastmanagements sowie des Netzausbaus vor allem neue Möglichkeiten zur Mittel- und Langzeitspeicherung von größeren Energiemengen erforderlich. So können erneuerbare Ressourcen trotz der auftretenden Fluktuationen über die Zeit optimal nutzbar gemacht und fossile Quellen zuverlässig ersetzt werden.

Vor dem Hintergrund des geplanten massiven Ausbaus erneuerbarer Energien von rund 20 % der gesamten Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2011 auf mindestens 35 % bis 2020 kann die Umwandlung von elektrischer in chemisch gebundene Energie als Speicher- bzw. Transportmedium sowie deren zeitversetzte erneute Transformation in Wärme, mechanische oder elektrische Energie am selben oder auch an einem anderen Ort ein wesentlicher Baustein zukünftiger, intelligenter Energienetze („Smart Grids") werden. Zunächst wird unter Einsatz von (vorzugsweise aktuell überschüssigem) regenerativem Strom durch Elektrolyse Wasserstoff (H_2) erzeugt, wofür gegenwärtig Verfahren mit alkalischer und mit Proton-Exchange-Membrane („PEM")-Technologie in unterschiedlichen Leistungsklassen zur Verfügung stehen. Als Nebenprodukt entsteht Sauerstoff, dessen wirtschaftliche Nutzung bislang nur an wenigen Standorten möglich sein dürfte. Es gibt sowohl Anlagen, die bei Normaldruck arbeiten und an die sich ein Verdichtungsprozess für den erzeugten Wasserstoff anschließt, als auch Druckelektrolyse-Technologien, die H_2 mit bis zu 3 MPa erzeugen und u. a. den Vorteil haben, dass sie direkt an Folgeapplikationen angekoppelt werden können, für die das Gas unter einem bestimmten Druck zur Verfügung stehen muss.

Im anschließenden zweiten Teilprozess, der Methanisierung kann der Wasserstoff durch chemische Reaktion mit Kohlendioxid (CO_2) bei 250 bis 500 °C und Drücken bis zu 2,5 MPa in Methan (CH_4) umgewandelt werden. Bei dieser katalytischen Hydrierung wird außer Wasser als Nebenprodukt auch Prozesswärme frei, die abgeführt werden muss und einen Teil der durch die Elektrolyse „gespeicherten" erneuerbaren Energie darstellt. Deshalb verbessert ihre Nutzung die energetische Gesamtbilanz des Verfahrens. Die erreichbaren Wirkungsgrade variieren je nach betrachteter Methode und angestrebtem Enddruck zwischen 64 und 77 % für Wasserstoff bzw. 49 und 77 % für Methan, wobei weitere wissenschaftliche und technologische Entwicklungsarbeit besonders auf dem Gebiet der Elektrolysetechnologien hier noch Reserven erschließen kann. Dezentral erzeugter regenerativer Strom wird auf diese Weise sowohl in Form von Wasserstoff als auch von Methan in einen CO_2-neutralen Energieträger hoher Energiedichte umgewandelt.

Die von Kritikern bemängelten, z. T. relativ niedrigen Wirkungsgrade der gesamten Prozesskette von erneuerbarem Strom zu Gas und weiter zu elektrischer Energie (35,5 bzw. 28,5 %; H_2 bzw. CH_4), mechanischer (33,6 bzw. 19,6 %) oder Wärmeenergie (69,2 bzw. 55,5 %) stehen einem Wirkungsgrad von Null, der „Nicht-Nutzung" der zur Verfügung stehenden Windenergie im Falle der Abregelung von Windkraftanlagen bei geringem Strombedarf bzw. der zeitweilige Zusammenbruch des Strompreises gegenüber (Abb. 4.20).

Nach Angaben der Bundesnetzagentur lagen die gesamten potentiell erzeugbaren, nicht eingespeisten Jahresarbeitsmengen (die sogenannte Ausfallarbeit) aus erneuerbaren Energien 2009 bei etwa 74 GWh, 2010 bereits bei 127 GWh. Legt man einen spezifischen Energieverbrauch von 5 kWh je m^3 H_2 zugrunde, ließen sich hieraus 25.400.000 m^3 Wasserstoff herstellen. Berechnungen ergaben, dass je m^3 in das Gasnetz eingespeistem regenerativ erzeugtem Wasserstoff durch Erdgassubstitution die Emission von ca. 500 g CO_2 vermieden werden kann. Das bedeutet, dass allein die Nutzung der 2010 angefallenen Ausfallarbeit nach dem Power-to-Gas- Konzept eine Einsparung von 12.700 t CO_2-Emissionen möglich gemacht hätte.

Das Erdgasnetz stellt mit seiner Speicherkapazität und dem Leitungssystem eine effiziente, sichere, umweltfreundliche und gesellschaftlich weitgehend akzeptierte Energie- Infrastruktur dar und ist aufgrund seines Aufbaus prinzipiell für die Leitung sowohl von Wasserstoff als auch von Methan geeignet. Dabei ist im Falle von CH_4 die Einspeisung grundsätzlich einfacher, da es keine Gasbeschaffenheitsveränderung hervorruft. Netzseitig ist die Zumischung von 5- 10 % H_2 zu Erdgas möglich. Sie muss jedoch Standort bezogen geprüft werden, um gegebenenfalls sensible Anwendungsprozesse im nachgelagerten Netz zu schützen.

Wollte man 5 % des gesamten deutschen Endenergieverbrauchs an Erdgas im Jahr 2010 in Höhe von 2.097 Petajoule durch regenerativ erzeugten Wasserstoff ersetzen, benötigte man hierfür ca. 48,5 TWh aus Windenergie. Das entspricht etwa dem gesamten 2011 in Deutschland erzielten Windenergieertrag. Mit der Power-to-Gas-Technologie wäre es auf diese Weise möglich, gegenwärtig noch ungenutzte erneuerbare Energiepotenziale nicht nur zu erschließen, sondern auch zu speichern, zu übertragen und zu verteilen. Darüber hinaus eröffnen sich neue Einsatzmöglichkeiten für Wind- und Sonnenenergie im nachhaltigen Mobilitätssektor. Der durch ihre Nutzung erzeugte regenerative Wasserstoff kann direkt in Kraftfahrzeugen mit Brennstoffzellen- bzw. Wasserstoffantrieb eingesetzt und

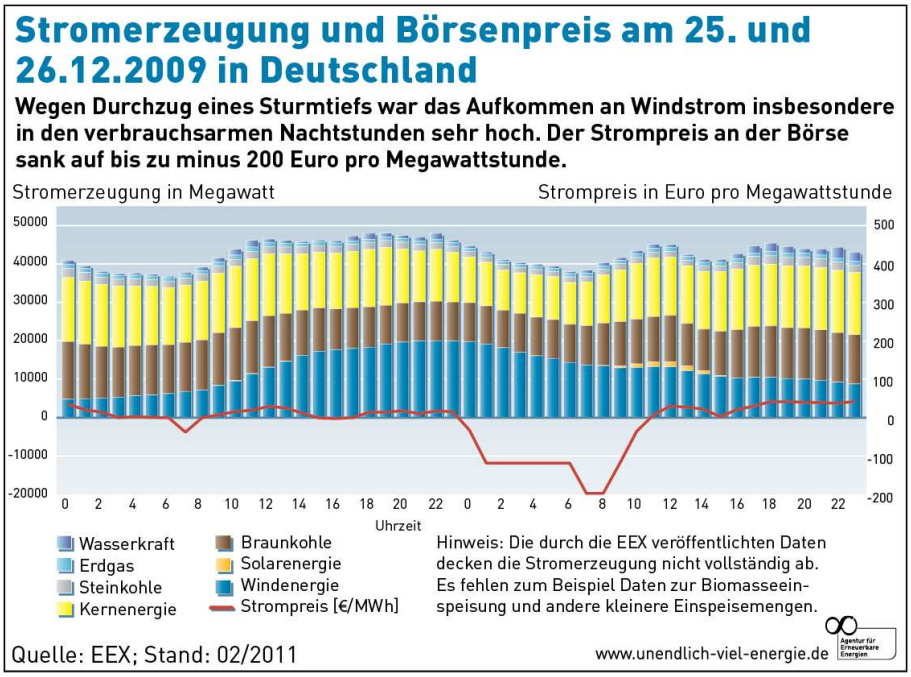


Abbildung 4.20: Zusammenbruch des Strompreises bei zeitweilig negativem Strompreis aufgrund eines Starkwindereignisses.

erneuerbares Methan in Fahrzeugen, die über Erdgasantrieb verfügen, verwendet werden. Im Emsland wird gegenwärtig eine Anlage errichtet, in der ab 2013 täglich ca. 3.900 m^3 Methan aus erneuerbaren Quellen produziert und unter der Bezeichnung „e-gas" für den Antrieb von 1500 Erdgasfahrzeugen mit jeweils 15.000 km Fahrleistung im Jahr bereitgestellt werden sollen. Die erforderliche Energie liefern Windkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 6,3 MW. Das benötigte CO_2 fällt in einer örtlichen Biogasanlage als Nebenprodukt an.

Ende Oktober 2011 nahm in der Nähe von Prenzlau ein Hybridkraftwerk den Betrieb auf, das verschiedene erneuerbare Energiequellen miteinander verzahnt. Hier wird u.a. in einem 500 kW Elektrolyseur Wasserstoff aus Windstrom produziert, der direkt in das deutsche Erdgasnetz eingespeist wird. Für das Jahr 2012 ist die Lieferung von bis zu 400 MWh Wasserstoff vorgesehen, für 2013 sind 1,2 GWh vereinbart. Alternativ kann der Wasserstoff in einem Hybridkraftwerk mit Biogas aus einer örtlichen Biogasanlage vermischt und zu Zeiten geringen Windaufkommens in einem Blockheizkraftwerk rückverstromt werden. Außerdem wird Wasserstoff für die Nutzung als Kraftstoff im Rahmen der Clean- Energy- Partnership (CEP) bereitgestellt.

Der Elektrolyse- Wasserstoff könnte aber auch stofflich für weitere chemische Umsetzungen (z .B. die Produktion von Stickstoff-Düngemitteln auf Ammoniakbasis oder von Methanol) verwendet werden und so den unter Freisetzung von Kohlendioxid aus fossilen Quellen gewonnenen Wasserstoff ersetzen.

4.9.4 Verwertung von Holz

4.9.4.1 Der Heatpipe-Reformer von agnion zur Produktion von hochkalorigem Synthesegas

Mit Hilfe der thermochemischen Vergasung können holzartige, aber auch andere kohlenstoffhaltige Brennstoffe in ein brennbares Gas umgewandelt werden. Besonders interessant ist die allotherme Reformierung im Heatpipe-Reformer deshalb, weil über sie ein hochkaloriges Synthesegas erzeugt werden kann. Dadurch wird bei entsprechender Gaskonditionierung auch dessen Einspeisung als Biomethan in das vorhandene Gasnetz möglich. Alternativ kann eine effiziente Kraft-Wärme-Kopplung, z. B. in Kombination mit einem Gasmotor gewählt werden, was für ein Bio-Kombikraftwerk Stendal zuträfe.

Um die gewünschten hohen Heizwerte des Gases realisieren zu können, muss die für die endothermen Vergasungsreaktionen notwendige Wärme über externe Wärmequellen (Heatpipes) in den Vergasungsreaktor eingebracht werden, ohne - wie bei der herkömmlichen autothermen Vergasung- das entstehende Brenngas mit Rauchgas und Stickstoff aus der zugeführten Verbrennungsluft zu „verdünnen".

Die Reformierung von Biomasse benötigt eine hohe Prozesstemperatur, die nur wenig unterhalb der maximalen Verbrennungstemperatur der eingesetzten Biomasse in der Brennkammer liegt. Herkömmliche Wärmetauscher sind nicht in der Lage die erforderliche Leistungsdichte bereitzustellen. Mit der Heatpipe-Reformer-Technologie ist es möglich, die erforderlichen Wärmeströme bei geringem Temperaturgefälle und hoher spezifischer Leistung zwischen Brennkammer und Reformer zu übertragen. Damit

kann der allotherme Vergaser besonders einfach, kostengünstig und kompakt realisiert werden.

Die Heatpipes sind geschlossene Rohre, die mit einem Arbeitsfluid gefüllt sind. Das Arbeitsfluid - beispielsweise Natrium oder Kalium - verdampft in der Heizzone und kondensiert in der Kühlzone des Wärmerohrs, der eigentlichen Vergasungskammer. Die dabei auftretenden Wärmeübergangskoeffizienten sind um beträchtliche Größenordnungen höher als bei rauchgasdurchströmten Rohren, so dass der Wärmeeintrag nur noch durch den (bereits sehr hohen) Wärmeübergang von der Rohroberfläche in die Wirbelschicht limitiert wird.

Ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens ist zudem, dass der zugeführte Brennstoff nicht vollständig vergast werden muss. Ein Teil des Brennstoffes wird als Restkoks bzw. Holzkohle über ein Filtersystem nach unten in eine zweite Wirbelschichtbrennkammer ausgetragen. Diese zweite Wirbelschicht wird mit Luft fluidisiert. Der Restkoks verbrennt in dieser Wirbelschicht bei Temperaturen um 900°C und stellt so die Wärme bereit, die schließlich über Heatpipes zurück in den Reformer übertragen wird.

Der Brennstoff – in der Regel Holzhackschnitzel oder Holzpellets – wird dabei über ein Schleusensystem in den eigentlichen Wirbelschichtvergaser, den Reformer eingetragen. In der Wirbelschicht wird ein Sandbett durch einen Wasserdampfstrom in der Schwebe gehalten. Im dem hochturbulentem Sandbett vermischen sich die Brennstoffpartikel ideal und beginnen bei Temperaturen um 800°C sich in ein aus 30-40% Wasserstoff, 20-30% Kohlenmonoxid sowie 5% Methan bestehendes Gasgemisch umzusetzen. Gase in dieser Zusammensetzung bieten die ideale Basis für eine Umwandlung in synthetisches Erdgas (SNG).

Ein Heatpipe-Reformer kann in Kopplung mit einem Gasmotor oder einer Mikrogasturbine einen elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 25%, in Kopplung mit einer Brennstoffzelle künftig sogar bis zu 35% erreichen. Damit kann der Heatpipe-Reformer - zusätzlich zum Vorteil der Dezentralität über Kraft-Wärme-Kopplung - Gesamtwirkungsgrade erzielen, die bisher nur mit Anlagen in einem wesentlich höheren Leistungsbereich möglich waren

Die erste kommerzielle Anlage der 1 MW- Klasse ist 2012 in Grassau/ Oberbayern, Bio-Energieregion Achental in Betrieb gegangen.

Die besondere Eignung des Verfahrens für das Bio-Kombikraftwerk Stendal liegt in dem geringen Teergehalt des Produktgases, dessen hohem Energiegehalt, einer absehbaren Varianz in den Input-Stoffen und der einfachen Bauweise in passender Baugröße.

Weitere Verfahren/ erfahrene Hersteller von thermochemischen Vergasungsanlagen sind Pyroforce Energietechnologie, Kuntschar, bioampere, BIOmass, Mothermik.

4.9.4.2 Holzgas-Heizkraftwerk Senden

4.9.4.2.1 Vorstellung des Projektes Mit knapp 6,6 Millionen € Fördermitteln unterstützte das Bundeslandwirtschaftsministerium ein Projekt der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm (SWU), den Bau des Holzvergasungsheizkraftwerkes in Senden, das hinsichtlich Wirkungsgrad und Effizienz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf Basis biogenen Synthesegases neue Maßstäbe setzen wird und ebenfalls 2012 in Betrieb gegangen ist.

Die geplante Anlage soll Strom und Wärme mit einem Gesamtwirkungsgrad von rund 80 % erzeugen. Das übertrifft die Werte herkömmlicher Biomasseheizkraftwerke deutlich. Gleichzeitig ist das Vorhaben mit einer Gesamtenergieleistung von gut 15 MW die erste Holzvergasungsanlage in Deutschland in dieser Baugröße. Biomasse kann durch kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom energetisch besonders effektiv genutzt werden.

Die Anlage stellt eine Weiterentwicklung des Holzvergasungs-Heizkraftwerkes im österreichischen Güssing dar. Das Sendener Biomasse-HKW soll nun vor allem zeigen, dass es im Versorgungsalltag eines Stadtwerkes bestehen kann. Mit immerhin 7.200 Volllaststunden im Jahr wird die Anlage ein Syntheseproduktgas erzeugen, dieses verstromen und die dabei gewonnene Wärme ins Fernwärmenetz der Stadt einspeisen. Der Strom, ausreichend zur Versorgung von rund 10.000 Haushalten, wird ins Stromnetz eingespeist und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz vergütet.

Den Rohstoff Holz wandelt die Sendener Anlage mit hoher Effizienz um. Den elektrischen Wirkungsgrad erhöhen die Betreiber durch die zusätzliche Nutzung eines Organic-Rankine-Cycle-(ORC)- Prozesses auf gut 33%. Als Brennstoff kommen Holzhackschnitzel aus der Region zum Einsatz. Geplant sind außerdem Versuche mit anderen Biomassen wie Grünschnitt und Kleie.

Dieser Anlagentyp sollte für den Einsatz in der Hansestadt Stendal jedoch nur infrage kommen, wenn (an sich wider Erwarten) die Letzlinger Heide als Holzhackschnitzelproduzent in dieser Größenordnung verfügbar würde.

Das Heizkraftwerk ersetzt vier ältere, mit Erdgas betriebene BHKWe. Die wärmegeführte KWK-Anlage versorgt ein neues Fernwärmenetz und soll 36 GWh Strom/a und 41 GWh Wärme/a erzeugen. Die technischen Daten sind in Tab. 4.16 dargestellt.

Als Ressourcen kommt über 50% Waldhackgut zum Einsatz, vor allem aus Schwach- und Durchforstungsholz aus der Region. Weiter sollen Holzhackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen, Baum- und Strauchschnitte aus Ulm, Neu-Ulm und Senden, aufbereitetes Schwemmgut von einem eigenen Wasserkraftwerk und weitere EEG-konforme Brennstoffe eingesetzt werden. Die insgesamt rund 45.000 t/a Holzhackschnitzel können feucht verarbeitet werden.

4.9.4.2.2 Mögliche Übertragbarkeit des Ansatzes Die Technologie ist seit ihrem Einsatz in Güssing weiter entwickelt worden und nun soweit ausgereift, dass sie auch in größeren Einheiten betrieben werden kann. Damit könnte eine vergleichbare Anlage auch die Wärmeversorgung in Stendal übernehmen. Die enormen Mengen an Holzhackschnitzeln sind jedoch im Untersuchungsgebiet selbst nicht gewinnbar; dazu müssten die regionalen Potentiale untersucht werden.

Tabelle 4.16: Technische Daten zum Holzgas-Heizkraftwerk Senden nach Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH (2011)

Elektrische Leistung	4,9 MW
2 BHKW mit je	2115 kW
Fernwärme	6,0 MW_{th}
Feuerungswärmeleistung vor Trockner	13,53 MW_{th}
Feuerungswärmeleistung Vergaser	15,1 MW
Brennstoffdurchsatz	6,1 t/h
	40.000 – 45.000 t/a
Anlieferung	ca. 10 LKW Holzhackschnitzel pro Tag
Stromerzeugung	36 GWh/a
Wärmeerzeugung	41 GWh/a
Wirkungsgrade:	
elektrisch	33%
thermisch	47%
gesamt	80%

4.9.4.3 Energieholzproduktion mit Klarwassernutzung, Enköping (Schweden)

4.9.4.3.1 Vorstellung des Projektes Enköping ist eine kleinere Stadt in Schweden mit etwa 20.000 Einwohnern, etwa 60 km westlich von Stockholm. Für die Stadt wurde ein Nahwärmenetz errichtet, das über ein Heizkraftwerk des lokalen Versorgers ENA Energi AB versorgt wird. Dieses wird zu 98% mit Biomasse betrieben, wobei neben Forstabfällen und Sägemehl zu 15-20% Holzhackschnitzel aus dem Kurzumtrieb verwendet werden (Heinsoo et al., 2008; Weih, 2005). Das Heizkraftwerk hat eine Leistung von 55 MW Wärme und 24 MW Elektrizität und erzeugt so im Jahr rund 220 GWh Wärme und 100 GWh Elektrizität. Damit können 50% des benötigten Stroms und die gesamte Wärmebedarf gedeckt werden, wobei 95% der Bürger an das Nahwärmenetz angeschlossen sind.

Wegweisend ist die Kopplung des Kraftwerkes mit der Produktion von Kurzumtriebsholz und dem kommunalen Klärwerk, bei der das Abwasser der Bürger zu deren Energieversorgung beiträgt. Dazu wurden seit dem Jahr 2000 76 ha (heute 90 ha) Kurzumtriebsplantagen mit Weiden angelegt. Die Wachstumsbedingungen für Weiden sind mit 6°C Jahresdurchschnittstemperatur und 521 mm Jahresniederschlag akzeptabel, aber nicht optimal (siehe Kap. 3.7.2 auf S. 111). Die Weidenplantagen in 200-300 m Abstand zum Klärwerk werden während der Vegetationszeit von Mai bis September mit insgesamt 300 mm bewässert. Täglich gelangen während der 90tägigen Wachstumsperiode etwa 3 mm Wasser auf die Fläche (200.000 m^3 insgesamt). Dazu wird das gereinigte Abwasser verwendet, dem zu 10% sehr nährstoffreiches Ablaufwasser aus dem Klärschlamm beigemengt wird. Damit wird sowohl die Wasser- als auch die Nährstoffversorgung der Weiden optimal. Gleichzeitig werden 200 bis 250 kg N/ha und 7-10 kg P/ha zurückgehalten (insgesamt 30 t N/a und 1 t P/a) und durch die Pflanzen genutzt (Heinsoo et al., 2008). Der Nährstoffrückhalt verbessert zudem die Gesamtreinigungsleistung, so dass der See Mälaren weniger belastet wird. Im Winter wird das geklärte Wasser in große Speicherteiche neben den Kurzumtriebsplantagen geleitet.

4.9.4.3.2 Mögliche Übertragbarkeit des Ansatzes Die grundlegende Technologie ist robust und ausgereift. Die naturräumlichen Bedingungen sind in Stendal für ein vergleichbares Projekt durchaus gegeben. Der Ansatz wird im Kap. 3.7.5 auf S. 113 deshalb näher beschrieben.

4.9.5 Vergärbare Biomasse

4.9.5.1 Das zweistufige GICON-Verfahren zur Produktion von hochkalorigem Biomethan

Die GroßmannIngenieurCONsult GmbH Dresden hat im Zusammenwirken mit der Brandenburgischen Technischen Universität im Technikum auf der Kläranlage Cottbus ein zweistufiges Verfahren mit perkolierender Hydrolyse sowie einem Methanreaktor mit immobilisierten Methanbakterien vorrangig für die energetische Nutzung von Bioabfällen entwickelt und inzwischen mehrfach gebaut (z. B. in der Restabfallbehandlungsanlage Thüringer Umwelttechnik GmbH Erfurt-Ost, 2010).

Die Biogasbildung stellt vereinfacht die Abfolge von 4 biochemischen Prozessschritten dar:

1. Aufspaltung von organischen Makromolekülen, Überführen in eine wässrige Lösung
2. Bildung von organischen Säuren (Acidogenese)
3. Bildung von Essigsäure (Acetogenese)
4. Methanbildung

Die beiden ersten Schritte laufen bevorzugt in saurem Milieu ab, während die Methanbildung neutrale Bedingungen erfordert. In konventionellen Biogasanlagen finden diese Prozessschritte (mit den entsprechenden Effizienzverlusten) parallel in ein und demselben Reaktionsvolumen statt.

Die technologische Innovation besteht u. a. in der verfahrens- und apparatetechnischen Entkopplung der ersten beiden Prozessschritte (zusammengefasst als Hydrolyse bezeichnet) von Schritt 3 und 4 (Methanisierung). Dadurch wird es – im Gegensatz zu den bisher marktüblichen Biogastechnologien - möglich, für die einzelnen Pro-

zessstufen die jeweils optimalen Bedingungen einzustellen. Für die Hydrolyse fester Biomassen wird ein Perkolationssystem eingesetzt. Diese werden ausschließlich in der ersten Stufe behandelt. Der zweistufige Prozess ist sehr energieeffizient und verschleißarm, weil bis auf die Kreislaufführung von Prozessflüssigkeit mittels Pumpen keine bewegten Teile benötigt werden.

Die Hydrolysereaktoren sind einzeln steuerbar, sowohl hinsichtlich der Verweilzeit der Feststoffe und der Flüssigkeit sowie der Perkolationsrate. Das überschüssige Perkolationswasser wird in einem Zwischenspeicher (Puffer 1) vorgehalten, bevor es in der Methanstufe zu Biogas vergoren wird. Das Abwasser aus der Methanstufe ist fast frei von vergärbaren Substanzen. Es wird im Puffer 2 zwischengespeichert und in die Hydrolysestufe zurückgeführt. Somit schließt sich der Flüssigkeitskreislauf.

Der Methanreaktor zeigt eine bevorstehende Versäuerung sofort an, so dass unmittelbar Maßnahmen zur Prozessstabilisierung eingeleitet werden können. Die hydraulische Verweilzeit des Hydrolysats beträgt weniger als 24 Stunden. Danach sind über 90 % des biologisch abbaubaren CSB zu Biogas abgebaut. In Bezug auf den BSB erfolgt ein fast 100%iger Abbau. Aufgrund der sehr schnellen Methangasbildung ist eine direkte Steuerung der Biogasproduktion über die Hydrolysat- Zufuhr zum Methanreaktor möglich.

Die Biogasqualität ist aufgrund der zweistufigen Fahrweise ausgesprochen hoch. Es wurden Methangehalte zwischen 68 und 78 Vol.-% gemessen, so dass Probleme mit dem Betrieb von Gasmotoren praktisch ausgeschlossen sind.

Die erste kommerzielle Anlage nach dem GICON – Verfahren wurde 2007 für die Agrar GmbH Altdöbern in Schöllnitz (Brandenburg) errichtet und ist für eine Nennleistung von 250 kW elektrisch ausgelegt. Die Anlage in Schöllnitz wird jedoch nicht mit BioRW, sondern mit 100% Maissilage als Substrat betrieben.

Anlagen nach dem GICON-Verfahren verfügen über folgende technologische Eigenschaften:

- optimale Prozessbedingungen für beide Verfahrensstufen -> höhere Effizienz,
- hohe Verfügbarkeit (praktisch Dauereinsatz durch Parallelschaltungen möglich),
- sicheres Handling unterschiedlichster Einsatzstoffe durch parallel geschaltete Perkolatoren,
- hohe Prozessstabilität und hohe Flexibilität gegenüber sich verändernden Qualitäten der Einsatzstoffe (saisonbedingte Anpassung an das Substratangebot möglich),
- Methangehalt im Biogas rund 15 % höher als bei herkömmlichen Anlagen, da ein Teil des Kohlendioxids bereits in der Hydrolysestufe freigesetzt wird,
- Schwefelwasserstoff im Biogas < 200 ppm (spezielle Hydrolysebedingungen): für Gasmotoren keine gesonderte Entschwefelung notwendig,
- keine Erwärmung der Einsatzstoffe/ des Hydrolysats erforderlich
- Bauvolumen/ Flächenbedarf spezifisch geringer als bei der Nassvergärung
- Steuerbarkeit der Biogasproduktion möglich
- kurze Inbetriebnahmezeiten
- geringes Geruchspotenzial
- einfaches Handling der Gärreste (geringer Wassergehalt, geruchsarm)

Das Verfahren ist einsetzbar sowohl für feste BioRW als auch für nachwachsende Rohstoffe. Die Verfahrensspezifik erlaubt zudem zwischen verschiedenen Inputmaterialien zu wechseln, diese aber auch gleichzeitig einzusetzen. Verschiedene technische Auslegungsvarianten, wie containerbasierte Lösungen, reduzieren die Umschlagsprozesse vor Ort und somit die Möglichkeit von Geruchsbelästigungen drastisch. Anlagen nach dem GICON-Verfahren können somit in unmittelbarer Nähe von Wärmeverbrauchern errichtet werden. Für den Einsatz in einem Bio- Kombikraftwerk Stendal erscheint das Verfahren technologisch nahezu ideal geeignet.

Weitere Verfahren/ erfahrene Hersteller von Vergärungsanlagen sind das Loock-TNS- Verfahren (Halle-Lochau), Aikan-TNF, Bekon-TF, Ows Dranko, BIOplex-TNF, enbea-Bots, Schmack Biogas.

4.9.5.2 PROGRASS – Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB)

Der PROGRASS-Ansatz basiert auf dem energetischen Aufschluss der Biomasse von extensiv genutztem Grünland, wie es in Niederungsbereichen von Elbe und Havel in großem Umfang verfügbar ist, aber bisher kaum genutzt wird. Die halmgutartige Biomasse aus diesen Gebieten verfügt über einen hohen Gehalt an Lignozellulose und Mineralstoffen, die Grund für Probleme sowohl in der konventionellen Ganzpflanzenvergärung als auch bei der Heuverbrennung sind.

Dem begegnet die IFBB- Technologie durch die Trennung der Grünlandsilage in eine Feststofffraktion, die für den thermochemischen Aufschluss zu Synthesegas (über die AGNION-Technologie) geeignet ist und eine Flüssigphase für die Herstellung von Biomethan (über die GICON-Technologie).

Verfahrensablauf:

- Wassermaischung der Silage bei 40° Celsius,
- Trennung der gemaischten Biomasse mittels Schneckenpresse in eine faserhaltige Festbrennstofffraktion für die Vergasung zu Bio-Synthesegas und eine flüssige, biologisch leicht aufschließbare Fraktion für die Vergärung zu Bio-Methan,
- Verstromung beider Gase in einem BHKW nach EEG; Wärmenutzung zur Maischung, Trocknung des Festbrennstoffes und ggf. für die Fermentation,
- Nutzung des Gärrestes als Flüssigdünger.

Die Wassermaischung und die mechanische Entwässerung führen zu einer Verbesserung der Eigenschaften des Festbrennstoffes und erhöhen den Trockenmassegehalt im Vergleich zur Silage um 20%. Kalium und Chlor, die für Ascheerweichung und Korrosion maßgeblich verantwortlich sind, werden großenteils ausgewaschen und wechseln in die Flüssigphase. Der Schwefel- und der Stickstoffgehalt im Festbrennstoff geht ebenfalls deutlich zurück, die Ascheerweichungstemperatur steigt auf ca. 1200 Grad Celsius und der Heizwert beläuft sich auf etwa 18,5 MJ/ kg Trockenmasse.

Im Vergleich zur Ganzpflanzenvergärung ermöglicht die integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion eine dreifach höhere Energieausbeute, der ein allerdings übersichtlich höherer energetischer Aufwand für Trocknung, Maischung und ggf. Fermentierung aus BHKW- Abwärme sowie das Pressen gegenüber steht.

Das Modellprojekt Prograss wir durch das LIFE+ Programm der Europäischen Kommission gefördert und ist in einem zwei Normcontainer umfassenden Prototypen verfügbar.

In Abhängigkeit von seiner standortkonkreten Wirtschaftlichkeit in einem Bio- Kombikraftwerk Stendal erscheint das Verfahren besonders als künftige Schnittstelle zu einer Bioraffinerie geeignet (Grasveredelungsanlage Biowert Industrie GmbH Brensbach/ Odenwald bzw. Verfahren zur Milchsäureproduktion (Österreich)). Vergleichbare Verfahren sind den Autoren nicht bekannt.

4.9.6 Pyrolyse

4.9.6.1 Die Biomassepyrolyse im PYREG-Reaktor zur Herstellung von Synthesegas und BioChar

Aus Klimaschutzgründen sind zunehmend Technologien gefragt, die Energie gewinnen ohne das gesamte in ihren Brennstoffen gebundene Kohlendioxid dabei wieder in die Umwelt zu entlassen. Die Firma PYREG GmbH hat gemeinsam mit der Fachhochschule Bingen eine Pyrolyseanlage entwickelt, die aus Biomasse ein Energiegas und Bio-Kohle gewinnt und die bereits mehrfach erfolgreich gebaut worden ist.

Bei der Pyrolyse wird im Gegensatz z. B. zur Verbrennung oder natürlichen Verrottung nur ein Teil des von der Biomasse aufgenommenen CO_2 wieder an die Atmosphäre abgegeben. Der als Reststoff des Pyrolyseverfahrens anfallende pyrogene Kohlenstoff bietet ein wirtschaftlich und technisch bisher noch wenig erschlossenes Nutzungspotential. Durch die große Nährstoffspeicherkapazität der porösen Kohlenstoffpartikel (Pflanzenkohle) und der hiermit herstellbaren Produkte (Palaterra) kann das schnelle Auswaschen der Nährstoffe aus dem hiermit stark aufgebesserten Boden verhindert und so die Bereitstellung pflanzenverfügbarer Nährstoffe auf lange Zeit gesichert werden. Des Weiteren werden die Bodenatmung, die Mikrobenbiomasse, das Populationswachstum und die Effizienz der Bodenmikroben signifikant verbessert. In Deutschland fallen Reststoffe aus der Landwirtschaft und der Landschaftspflege mit einem Energieinhalt von ca. 25 PJ/a an. Der überwiegende Anteil (über 55%) wird in der Landwirtschaft, im Landschaftsbau oder in der Kompostierung verwendet ohne einer energetisch-stofflichen Aufwertung unterzogen zu werden.

Das PYREG- Verfahren bietet hier einen ausgereiften technologischen Lösungsansatz, indem ein sehr kompakter und kostengünstig herzustellender Pyrolysereaktor kleiner Leistung mit bewegtem Vergasungsbett und mit einer besonders schadstoffarmen FLOX-Feuerung kombiniert wird. Durch die direkte thermische Verwertung kann auf eine Gasreinigung und eine wirkungsgradmindernde Gaskühlung verzichtet werden. Darüber hinaus verursacht die FLOX-Verbrennung nur sehr geringe Abgasemissionen, insbesondere im Bereich der Stickoxide. Bedingt durch das Verfahrensprinzip sind auch die Staubemissionen wesentlich niedriger als bei herkömmlichen Biomassefeuerungen ähnlicher Leistung.

Da die für die Pyrolyse benötigte Prozesstemperatur deutlich unterhalb der Ascheerweichungstemperatur der eingesetzten Brennstoffe liegt, sind zudem keine Betriebsstörungen durch aufschmelzende Asche zu verzeichnen. Aus diesem Grund kann auch auf den Einsatz von kostenintensiven Hochtemperaturwerkstoffen verzichtet werden.

Die Leistungsgröße von Anlagen zum thermochemischen Aufschluss von Biomasse muss der dezentralen Verfügbarkeit und geringen Energiedichte des Brennstoffes angepasst werden, um zusätzliche Aufwendungen für Brennstofftransporte weitgehend zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund ist die Brennstoffleistung der PYREG-Technologie von <1 MW als sinnvoll anzusehen, da diese dem Biomasseanfall eines durchschnittlichen kommunalen Biomassehofes oder einer kleineren Kläranlage Rechnung trägt.

Verfahrensschritte:

- Entwässerung/ Vortrocknung/ Pyrolyse der Biomasse zur Beschickung in einer automatisierten Förderung

  Der Brennstoff wird aus dem Lagerbehälter über eine gasdichte Dosiereinrichtung (Zellenradschleuse) dem Pyrolysereaktor zugeführt. Im Pyrolysereaktor sorgen zwei von einem Elektromotor angetriebene Förderschnecken, die ineinander kämmend angeordnet sind, für den kontinuierlichen Transport durch den Reaktor und unterstützen eine gleichmäßige Erwärmung der Biomasse. Die Beheizung der Biomasse erfolgt rekuperativ durch Abgase der nachgeschalteten Pyrolysegasfeuerung bis zu einer Temperatur von ca. 700°C.

- Verbrennung des Pyrolysegases/ Wärmeauskopplung

  Das so gewonnene Pyrolysegas wird direkt anschließend mit vorgewärmter Verbrennungsluft im FLOX-Brenner verbrannt. Durch die Kombination der FLOX-Brenner-Technik mit der Nutzung der so erzeugten Wärme für Pyrolyse, Trocknung und ggf. Kraft-Wärme-Kopplung kann eine effiziente Wärmenutzung erzielt werden.

Tabelle 4.17: Profil IFBB-Anlage (Basis-Variante)

Laufzeit der Anlage:	20 Jahre
Thermische Leistung:	1,1 MW_{therm}
Elektrische Leistung:	50 kW_{el}
Flächenbedarf Extensivgrünland:	788 ha (bei 3 t TM/ha)
Pellet-Produktion:	2.200 t/Jahr
Investitionskosten:	ca. 1,7 Mio. €
Gesamtkapitalrentabilität:	7,49 %
Cash Flow positiv ab:	1. Jahr
Ausschüttungsbeginn:	1. Jahr

- Nutzung der Pyrolysereste zur Bodenverbesserung, Phosphatrückgewinnung etc.

  Die Pyrolysereste (Kohlenstoff und Asche) werden nach Durchlauf einer Abkühlstrecke mit einer weiteren Zellenradschleuse in einen Absetzbehälter verbracht, wo sie für die weitere Verwendung (Palaterra, Phosphatrückgewinnung) verfügbar sind. Der Kohlenstoffgehalt der Pyrolysereste kann durch eine in den Reaktor integrierte Nachschwelzone umfänglich variiert werden.

- Ggf. Ausweitung des Verfahrens auf KWK.

Bei der Verwertung von 1 t Tonne Grüngut, in der ca. 0,5 t Kohlenstoff enthalten sind, können durch das Gesamtsystem Pflanze-Pyrolyse-BioChar etwa 0,5 t CO_2 aus der Atmosphäre entnommen und dauerhaft in den Boden eingelagert werden. Dies entspricht etwa 27 % des von Pflanzen im Wachstum gebundenen CO_2.

Der Primärenergieinput (Massenstrom [atro] × Heizwert) wird im Pyrolysereaktor stofflich-energetisch aufgespalten in Pyrolysegas, das ca. 30% des eingesetzten Massenstromes ausmacht und BioChar. Da BioChar über etwa den doppelten Heizwert der eingesetzten Biomasse verfügt, wird durch Pyrolyse ca. 66% des Primärenergieinputs als BioChar ausgekoppelt. Das in der Biomasse eingelagerte Wasser (Brennstofffeuchte bis zu 100%) wird bei der Pyrolyse verdampft und mit dem Brenngas durch die Brennkammer geführt. In der FLOX-Brennkammer werden der Heizwert-Anteil (34%) sowie die Wärme des Pyrolysegases (Gas-Dampfgemisch mit über 600°C) umgesetzt. Die für die Verdampfung der Brennstofffeuchte aufzubringende Energie (etwa 38% bezogen auf den Primärenergieinput bei 100% Feuchtegehalt der Biomasse) wird in einer prozessinternen Schleife geführt, da die Abgase der Feuerung zur Verdampfung der Biomassefeuchte und für die Pyrolyse eingesetzt werden. Abzüglich der Wärmeverluste stehen somit ca. 30% des Primärenergieinputs für eine Wärmeauskopplung zur Verfügung.

Die besondere Eignung des Verfahrens für das Bio-Kombikraftwerk Stendal liegt in der Verwertbarkeit nahezu aller biogener Rest-und Wertstoffe, dem geringen Teergehalt des Produktgases, der einfachen Bauweise in passender Baugröße, der Schnittstelle zu einer stofflichgewerblichen Nutzung und in der ausgezeichneten Klimabilanz des Verfahrens.

Weitere Verfahren/ erfahrene Hersteller von thermochemischen Vergasungsanlagen sind European Charcoal, Carbolinio Energie, Eprida, Best Energies, Pacpyr.

5 Kommunale Liegenschaften

5.1 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen

5.1.1 Gebäudebestand und sonstige Liegenschaften

Im Eigentum der Hansestadt Stendal befinden sich zur Zeit 112 Objekte, die einen Energieverbrauch generieren. Dieses sind sowohl Gebäude als auch sonstige Liegenschaften wie bspw. Dorf- oder Festplätze.

Der Gesamtenergiebedarf dieser Objekte betrug im Jahr 2010 11,43 GWh. Dieser gliedert sich in einen Stromverbrauch in Höhe von 1,917 GWh Strom und einen Wärmeverbrauch von 9,513 GWh. Der Energieverbrauch für Straßenbeleuchtung und Lichtsignalanlagen ist in diesen Werten nicht enthalten. Der Wärmebedarf wurde in 2010 wie folgt gedeckt:

Erdgas:	3,607 GWh	37,9 %
Fernwärme:	3,738 GWh	39,3 %
Heizöl/ Flüssiggas:	2,055 GWh	21,6 %
Nachtstrom:	0,113 GWh	1,2 %

Auffällig ist der relativ hohe Versorgungsgrad mit nicht leitungsgebundenen Medien (Heizöl, Flüssiggas) im Bereich der Kernstadt in Höhe von 26,4 %. Dieses steht im Widerspruch zu den technischen Möglichkeiten der energetischen Infrastruktur. Unter Berücksichtigung der deutlich höheren Wärmegestehungskosten für diese Energieträger wird hier Handlungsbedarf gesehen.

Den Energieverbrauchswerten der Einzelobjekte wurden den CO_2-Emissionen zugeordnet. Die CO_2-Emission aus dem Verbrauch von Energie betrug für die vorgenannten Gebäude und Liegenschaften im Jahr 2010 je nach Herkunft des Stromes 2.630 t (SWS) bzw. 2.970 t (Strommix). Da in Abhängigkeit von der Herkunft des Stromes unterschiedliche Werte für die CO_2-Emissionen in Ansatz gebracht werden müssen, sollten die hieraus entstehenden Konsequenzen bei Entscheidungen über den Strombezug berücksichtigt werden.

Die Energieverbräuche und die daraus entstehenden CO_2-Emissionen der Einzelobjekte sind detailliert in Anlage Tab. 8.1, S. 256, dargestellt.

Der Gebäudebestand der Hansestadt Stendal ist heterogen. Dieses betrifft sowohl das Baujahr und die Ausführung als auch die Nutzungsart. Die weitgehend in Massivbauweise ausgeführten Objekte umfassen historische Gebäude, die teilweise unter Denkmalschutz stehen, Bauten der DDR-Zeit und neu errichtete Gebäude. Im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel wurden in den zurückliegenden Jahren bereits energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Den Sanierungsstand bis zum Jahr 2010 zeigt Tab. 5.1. Eine detaillierte Übersicht über den Sanierungsgrad der einzelnen Liegenschaften ist als Anlage Tab. 8.2, S. 261, angefügt.

Die Akteure der Hansestadt Stendal sind sich darüber bewusst, dass auch künftig im Rahmen der Haushaltsmittel alle Möglichkeiten der weiterführenden energetischen Sanierung des Gebäudebestandes und damit verbunden die Reduzierung des Energieverbrauchs genutzt werden müssen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Maßnahmen mit einem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis schon umfänglich realisiert wurden. Dieses ist in der vorstehenden Aufstellung deutlich zu erkennen und sollte bei der Festlegung von Einsparpotenzialen und Umsetzungszeiträumen berücksichtigt werden.

5.1.2 Straßenbeleuchtung

Eine wesentliche Position im Bereich der Energiekosten ist die Straßenbeleuchtung. Mit 1,956 GWh im Jahr 2010 ist der Verbrauch in diesem Versorgungsbereich höher als der Gesamtstromverbrauch aller Gebäude.

Die technische Infrastruktur besteht aus ca. 5.300 Lichtpunkten und 136 Steuerschränken. Die Lichtpunkte sind mit folgenden Leuchtmitteln ausgestattet:

Natriumlampen:	3.593 Stück
HQL-Leuchten:	1.625 Stück
LED:	82 Stück

Der überwiegende Teil der Straßenbeleuchtung befindet sich in der „Kernstadt". Hier befinden sich ca. 4.100 Lichtpunkte und 91 Steuerschränke. Die verbleibenden 1.200 Lichtpunkte und 45 Steuerschränke verteilen sich auf die Ortschaften.

Aufgrund fehlender Basisdaten konnte eine vergleichende Betrachtung der Entwicklung des Energieverbrauchs nur für die „Kernstadt" vorgenommen werden. Der Stromverbrauch ist danach für den Zeitraum der letzten sechs Jahre relativ konstant. Eine positive Entwicklung ist dennoch zu verzeichnen, da sich die Anzahl der Lichtpunkte ständig erhöht hat. Im Jahr 2003 waren bspw. erst etwa 3.570 Lichtpunkte im Bestand. Die Verringerung des durchschnittlichen Stromverbrauchs je Lichtpunkt resultiert u.a. aus Leistungsreduzierungen der Leuchten und veränderte Schaltzeiten. Seit 2009 kommen insbesondere in Wohngebieten DimmLight-Systeme zum Einsatz. Erste LED-Lampen werden im Altstadtbereich genutzt.

Dem Bereich Straßenbeleuchtung sind die Lichtsignalanlagen zugeordnet. In der Verantwortlichkeit der Stadt befinden sich insgesamt 13 Lichtsignalanlagen. Diese werden um Anlagen des Landes und des Landkreises ergänzt, die jedoch nicht mit betrachtet wurden.

Der Stromverbrauch betrug im Jahr 2010 ca. 31 MWh. Seit 2006 wurde der Verbrauch um ca. 47,5 MWh reduziert. Dieser Trend setzt sich in 2011 fort. Ursache hierfür sind der Rückbau von Lichtsignalanlagen und die vermehrte Umrüstung auf LED-Beleuchtung.

In Abhängigkeit vom Strombezug werden für das Jahr 2010 folgende CO_2-Emissionen ausgewiesen:

	SWS	Strommix
Straßenbeleuchtung	791,485 t	1.123,785 t
Lichtsignalanlagen	12,348 t	17,533 t

Tabelle 5.1: Sanierungsstand der öffentlichen Gebäude von Stendal (Stand: 2010).

	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung
unsanierte Objekte	23	60	32
	20,9 %	54,5 %	29,1 %
teilsanierte Objekte	3	10	5
	2,7 %	9,1 %	4,5 %
sanierte Objekte	84	40	73
	76,4 %	36,4 %	66,4 %

5.1.3 Zusammenfassung

Der Gesamtenergieverbrauch der im Eigentum der Hansestadt Stendal befindlichen Liegenschaften und technischen Anlagen betrug im Jahr 2010 13,417 GWh. Dieser gliedert sich in 3,904 GWh Strom und 9,513 GWh Wärme. Hieraus resultieren CO_2-Emmisionen in Höhe von 3.421,9 t beim Strombezug von den Stadtwerken Stendal. Bei einer Berechnung über den Strommix Deutschland beträgt dieser Wert 4.093,8 t.

Da zur Zeit die Stadtwerke Stendal GmbH der primäre Energielieferant ist, kann bei der Bewertung der CO_2-Emissionen von dem geringeren Wert ausgegangen werden. Sollten sich künftig die Versorgungsstrukturen ändern, ist auf adäquate Emissionswerte bei dem neuen Versorger zu achten. Mögliche Preisvorteile müssten der um ca. 672 t höheren CO_2-Emission (Basis 2010) gegenüber gestellt werden.

5.2 Solarpotenziale kommunaler Liegenschaften

Die im Eigentum der Hansestadt Stendal befindlichen Liegenschaften sind teilweise zur Energieerzeugung geeignet. Unter Berücksichtigung der aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen und der zur Zeit verfügbaren Technologien beschränkt sich dieses jedoch auf den Solarbereich. Die möglichen Erzeugungspotenziale der eigenen Liegenschaften definieren sich sowohl über den Gebäudebestand als auch über derzeit nicht genutzte Brachflächen. Hierzu wurden alle Objekte auf ihre Eignung geprüft.

Ausschlusskriterien im Gebäudebereich waren u. a. die Ausrichtung des Objektes (nur Süd, Südwest, Südost), Denkmalschutz, Gebäudestatik und Wirtschaftlichkeit der Nutzfläche. Im Ergebnis wurden 18 Objekte identifiziert, die mit Photovoltaikanlagen ausgestattet werden könnten. Der mögliche Stromertrag beträgt etwa 837 GWh/a. Hiermit verbunden wäre eine CO_2-Reduzierung von etwa 473 t/a möglich (bezogen auf den bundesdeutschen Strommix; bezogen auf den KWK-Strom der Stadtwerke sind es etwa 333 t/a). Der Investitionsbedarf beträgt etwa 1,85 Mio. €. Die Werte der einzelnen Objekte sind in Tabelle 5.2 dargestellt und den nachfolgenden Abbildungen Abb. 5.1 bis 5.4 abgebildet.

Die vorstehenden Daten sind als Orientierungswerte zu verstehen und müssten im Realisierungsfall durch entsprechende Fachunternehmen detailliert berechnet werden. Die Abschätzung der Solarpotenziale wurde durch eine Sichtung geeigneter Brachflächen ergänzt. Hier wurden 2 Objekte identifiziert. Diese sind „Flugplatz Stendal-Borstel/ südlicher Teilbereich" mit ca. 18,7 MW_p, und „Schwellentränke Gardelegener Straße" mit ca. 1,4 MW_p. Der Gesamtinvestitionsbedarf beträgt bei angesetzten Herstellungskosten von 1.700 € je kW_p etwa 34,2 Mio. €.

Die Nutzbarmachung dieser Potenziale kann auf zwei Wegen erfolgen. Einerseits können die betreffenden Brachen bzw. die Dachflächen der Gebäude an Dritte verpachtet werden. Dieses hätte den Vorteil, dass kein Investitionsbedarf bei der Kommune entsteht. Im Gegenzug ist der wirtschaftliche Nutzen für die Stadt gering und die Erzeugungsstandorte sind langfristig für eigene Aktivitäten blockiert. Andererseits könnte die Kommune über einen längeren Zeitraum gestaffelt eigene Photovoltaikanlagen errichten. Dieses sollte jedoch nur vor dem Hintergrund erfolgen, wenn hierdurch der Eigenbedarf dieser und angrenzender Liegenschaften direkt gedeckt werden soll. Die Entscheidungskriterien hierfür sind die Selbstkosten je produzierter Kilowattstunde Strom und die Nutzungsstruktur des Gebäudes. Als Orientierungswert für die Stromgestehungskosten kann derzeit ein Wert von ca. 15 ct/kWh Strom angesetzt werden. Ausschlaggebend hierfür ist die Investitionssumme je kW_p in Höhe von ca. 1.700 €. Sinkt diese, reduziert sich auch der Selbstkostenwert. Bei steigenden Strompreisen könnte dieses langfristig positive finanzielle Effekte generieren. Ein derartiges Vorgehen ist jedoch nur für Liegenschaften sinnvoll, die auch einen relativ großen Anteil des erzeugten Stromes nutzen können. Dieses trifft u. a. auf Schulen, Verwaltungsobjekte oder Kindereinrichtungen zu, da diese vorrangig dann genutzt werden, wenn Strahlungsenergie vorhanden ist. Die Variante der Eigennutzung wird in dem Maße interessanter, wie es gelingt geeignete Speicher und intelligente Steuertechnik zu integrieren. Auf mögliche Konsequenzen aus einem ggf. erforderlichen Netzausbau insbesondere bei der Errichtung von bodengebundenen Großanlagen wird verwiesen.

Jugendclub „Zenit”




MAD-Club




Turnhalle „Am Stadtsee”




Grundschule „Am Stadtsee”




Kita „Nordspatzen”




Kita „Stadtseeallee”



Abbildung 5.1: Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 1

Tabelle 5.2: Potenziale für Solarstrom im Gebäudebestand kommunaler Liegenschaften. Die angegebenen Werte für die CO_2-Einsparung basieren auf dem bundesdeutschen Strommix.

Objekt	Stromverbrauch Mwh/a	installierte Leistung kWp	Stromertrag Mwh/a	Invest (ca) €	CO_2-Einsparung t/a
Jugendclub „Zenit"	5,723	42,8	32,785	73.028,0	18,5
MAD-Club	10,032	24,5	18,761	43.974,0	10,6
TH „Am Stadtsee"	51,650	149,9	122,027	255.530,0	69,0
GS „Am Stadtsee"	42,400	109	83,5	185.990,0	47,2
KITA „Nordspatzen"	17,079	39,2	29,983	66.797,0	17,0
KITA „Stadtseeallee"	19,522	73,5	56,283	125.376,0	31,8
KITA „Regenbogenland"	18,256	79,6	60,969	135.805,0	34,5
KITA „Märchenland"	27,750	85,7	65,619	146.183,0	37,1
TH „Gagarin"	39,350	83,2	64,797	141.987,0	36,6
GS „Gagarin"	42,550	96,4	73,452	165.637,0	41,5
TH „E.-Weinert-Str."	3,730	91,9	70,238	157.433,0	39,7
TH Börgitz	3,405	37,7	29,599	64.193,0	16,7
GS Börgitz	4,260	24,5	19,758	43.924,0	11,2
Sportlerheim Uchtspringe	2,500	39,9	30,178	68.035,0	17,1
FFW Buchholz	0,898	16,8	13,845	32.113,0	7,8
FFW/ DGH Insel	4,539	26,4	20,566	47.309,0	11,6
FFW/ DGH Möringen	1,760	31,3	24,406	53.283,0	13,8
GS Möringen	6,768	26,1	19,987	46.806,0	11,3
Summe	302,172	1078,4	836,753	1.853.403,0	473,2

5.3 Handlungsoptionen

5.3.1 Anschluss geeigneter Liegenschaften an das Fernwärme- und Erdgasnetz

Energieverbrauch ist immer mit finanziellem Aufwand verbunden, je höher der Preis für die Energie bzw. den Energieträger umso größer die Kostenposition im Stadthaushalt. Es ist daher sinnvoll, möglichst die preiswerteste Energieform zu wählen. Eine besonders intensive Preisentwicklung ist im Bereich Heizöl zu verzeichnen. Das Preisniveau liegt deutlich über dem des Erdgases oder der Fernwärme. Da davon auszugehen ist, dass diese Situation anhält, ist eine Umrüstung von Heizungsanlagen zu prüfen. Für das Gebiet der „Kernstadt" ergibt sich folgendes Bild: Der Wärmeverbrauch 2010 betrug in den 45 Gebäuden mit Wärmeverbrauch insgesamt 7,1 GWh. Von diesen Gebäuden werden 20 mit Fernwärme und 13 mit Erdgas versorgt. Von den 12 mit Heizöl/ Flüssiggas versorgten Gebäuden haben die nachfolgend aufgeführten Einrichtungen

- Musik-und Kunstschule Poststraße,
- Sporthalle Haferbreiter Weg,
- Sporthalle Diesterwegschule Nordwall,
- KiTa „Nordspatzen" Preußenstraße,
- KiTa „Mischka" Osterburger Straße,
- Volkshochschule Hallstraße,
- Obdachlosenheim Hoher Weg,
- Stadion „Am Hölzchen" Arneburger Straße,

insgesamt einen Heizwärme-/ Warmwasserverbrauch von 1,37 GWh. In unmittelbarer Nähe der Objekte ist das Erdgasnetz verfügbar und ein Anschluss zu ermöglichen.

Eine derzeitige Preisdifferenz zwischen Erdgas und Heizöl/ Flüssiggas (mit einem Heizöläquivalent von 137.000 l) in Höhe von 2 Cent je kWh ergibt im Vergleich aktuelle Mehrkosten von etwa 27.400 €/ a. Der Austausch der älteren Heizöl- und Flüssiggasheizungen gegen moderne Gasbrennwerttechniken würde zudem deutliche Energieeffizienz- und Energieeinspareffekte mit sich bringen.

Falls die Investitionen für einen Wechsel zu Erdgasheizungen durch die Stadt absehbar nicht zu realisieren sein sollten, besteht die Möglichkeit, über ein Energieeinspar-Contracting – z. B. mit der Stadtwerke Stendal GmbH als Partner – den Umstieg über einen zu vereinbarenden Zeitraum zumindest kostenneutral zu gestalten, danach aber direkt von den Minderaufwendungen zu partizipieren.

5.3.2 Energiecontracting/ Energieeinsparcontracting

Eine Optimierung der Wärmeversorgung ist i. d. R. mit Investitionen verbunden. Aufgrund der begrenzten Investitionsmittel, die der Hansestadt Stendal zur Verfügung stehen, erscheint es sinnvoll, Dritte in die Realisierung von Optimierungsmaßnahmen einzubeziehen. Eine geeignete Form ist das Contracting.

Im Wesentlichen gibt es zwei sehr unterschiedliche Grundformen des Contracting mit diversen Spielarten.

Kita „Regenbogenland”




Kita „Märchenland”




Grundschule und Turnhalle „Juri Gagarin”






Turnhalle „Erich-Weinert-Straße”




Abbildung 5.2: Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 2

Verwirrenderweise ist jedoch meist nur von „Contracting” die Rede:

- Wärmelieferung/ Anlagen- und Energiecontracting/ Betreibervertrag

  Grundsätzlich wird eine Firma mit Bau und Betrieb z. B. einer Kesselanlage beauftragt. Die Wärmeverteilung auf die Heizkreise (Pumpen, Mischer etc.) verbleibt üblicherweise bei der Kommune. Die Vergütung setzt sich aus dem fixen Leistungspreis zur Amortisation der Investition und dem verbrauchsabhängigen Entgelt für die verbrauchte Energie zusammen. Vorteile entstehen durch Know-how und Einkaufskonditionen des Auftragnehmers. Eigene Investitionsmittel sind nicht notwendig, alle Kosten werden dem Wärmepreis zugeschlagen. Energieeinsparungen ergeben sich meist durch neue Kesselanlagen, diese werden aber nicht garantiert. Zusätzliche Leistungen wie Wartung und Betriebsführung kön-

nen vereinbart werden. Das Verfahren eignet sich für Einzelgebäude und bezieht sich nur auf Maßnahmen bis zum Übergabepunkt im Kesselhaus. Maßnahmen in der Verteilung oder im Gebäude werden nicht betrachtet.

- Energieeinsparcontracting/ Performancecontracting

  Hier werden alle Möglichkeiten der Energieeinsparung auf Wirtschaftlichkeit untersucht. Maßnahmen können der Austausch eines Kessels, Erneuerung der Pumpen oder auch der Einsatz energieeffizienterer Beleuchtung sein. Der Contractor finanziert diese Maßnahmen in der Regel vollständig, ein Bedarf an Eigenmitteln besteht daher nicht. Die prognostizierten Einsparungen werden garantiert, d.h. ein Mehrverbrauch geht zu Lasten des Contractors. Die tatsächlich nachgewiesene Einsparung bis zur garantierten Höhe wird dem Anbieter als Amortisation der Investition und Vergütung bezahlt. Der Ansatz ist sehr viel umfassender und zielt auf die insgesamt mögliche Verbesserung. Der Verdienst und damit das Interesse des Contractors liegt hier bei der Einsparung und nicht wie bei Fall 1 im Verkauf von Energie.

Bei der Projektentwicklung ist es zunächst immer ratsam, eine Sanierung mit einem Energieeinsparcontracting zu kombinieren, gegebenenfalls kann die Maßnahme trotzdem eigenfinanziert werden, aber Knowhow und Ideen des Spezialisten werden genutzt. Erst wenn die notwendigen Maßnahmen so nicht finanziert werden können, sollte das Projekt mit einer Wärmelieferung kombiniert werden. Eine reine Lieferung ohne Energieeinspargarantie ist auch hier nicht ratsam und verringert die Effizienz in jedem Fall.

Für die Hansestadt Stendal kommen verschiedene Anbieter in Betracht. Auf eine Aufzählung wird an dieser Stelle verzichtet. Im Interesse regionaler Wertschöpfungskreisläufe ist es allerdings empfehlenswert, möglichst den lokalen Energieversorger zu nutzen.

5.4 Energiebericht der Stadtverwaltung

In regelmäßigen Abständen wird durch die dem Hochbauamt zugeordnete Energiebeauftrage der Stadtverwaltung ein Energiebericht erstellt. Dieser ist inhaltlich auf die eigenen Liegenschaften und Anlagen sowie die damit verbundenen Energieverbräuche der Hansestadt Stendal ausgerichtet.

Die Ausführungen im Energiebericht beschränken sich zur Zeit noch auf das Stadtgebiet in den Grenzen von 2009. Dieses ist dem Umstand geschuldet, dass nur für dieses Gebiet Vergleichswerte vorliegen. Künftige Untersuchungen werden auf das neue Stadtgebiet ausgeweitet.

Der Energiebericht ist in verschiedene Teilbereiche gegliedert und besteht aus statistischen Erhebungen und Auswertungen sowie Kommentierungen einzelner Entwicklungen. Er bildet eine ideale Entscheidungsgrundlage, da über längere Zeiträume Kennzahlen bezüglich des Energieverbrauchs sowie durchgeführte Maßnahmen und deren Wirkung untersucht werden.

Im Detail werden dargestellt:

- die Verbrauchsentwicklung für die Medien Fernwärme, Heizöl, Erdgas, Strom und Wasser für den Zeitraum 1997/ 2002 bis 2011
- die Preisentwicklung für die Medien Fernwärme, Strom, Heizöl und Wasser für den Zeitraum 1998/ 2002/ 1999 bis 2011
- die Einsparung von Medien in energetisch sanierten Objekten an Beispielen
- die Einsparungen durch den Einsatz regenerativer Energien im Vergleich zur Investitionssumme
- der Stand der energetischen Sanierung im Bereich der Stadt in den Grenzen von 2009

Die Untersuchungen belegen u.a., dass der Fernwärmeverbrauch von 1997 bis 2011 um 54 % und der Stromverbrauch um 27 % gesenkt werden konnte. Der Bericht beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Abbildung der Basisdaten sondern beschreibt auch die Ursachen der Entwicklung. Besonders auffällig ist die Zunahme der Einkaufspreise für Energie. So wird nachgewiesen, dass im Einkauf der Strompreis seit 2002 um 88,8 %, der Fernwärmepreis seit 1998 um 89,7 % und der Heizölpreis seit 1999 um 253,8 % angestiegen ist. Kombiniert man die vorstehenden Werte, wird die Bedeutung der Einsparung von Energie klar ersichtlich und bestätigt das bisherige Vorgehen der Hansestadt Stendal. Dieses soll am Beispiel des Fernwärmebezuges dargestellt werden. Wäre der Verbrauch seit 1997 nicht um 5,098 GWh verringert worden, würde der finanzielle Aufwand für Fernwärme bei dem Preisniveau von 2011 um ca. 463.000 €/a höher liegen. Dieser Wert rechtfertigt den Aufwand für die durchgeführten Maßnahmen.

Ergänzend zu den allgemeinen Erhebungen werden im Energiebericht konkrete Einzelmaßnahmen auf ihre Wirkung und auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht. Insbesondere der Einsatz innovativer Technik und alternativer Wärmequellen ist nach den Berechnungen nur unter Einbindung von Fördermitteln sinnvoll. Die Amortisationszeit würde unter Zugrundelegung der Vollkosten zwischen 25 und 30 Jahren betragen, ein Zeitraum der die technische Lebensdauer i. d. R. übersteigt.

Der sehr aussagefähige Energiebericht ist Beleg dafür, dass die Stadtverwaltung der Hansestadt Stendal die Bedeutung der aktiven Auseinandersetzung mit dem Thema Energie und damit verbunden dem Klimaschutz erkannt hat. Man ist in der Lage auf der Basis fundierter Daten folgerichtige Entscheidungen zu treffen und eine geordnete Entwicklung voran zu treiben.

Der Energiebericht 2011 ist als Anhang (Kap. 8.5 auf S. 294) beigefügt.

Turnhalle Börgitz




Grundschule Börgitz




Sportlerheim Uchtspringe




Feuerwehr Buchholz




Feuerwehr/ Dorfgemeinschaftshaus Insel




Abbildung 5.3: Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 3

Feuerwehr/ Dorfgemeinschaftshaus Möringen





Grundschule Möringen





Abbildung 5.4: Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 4

6 Empfehlungen und Maßnahmen für die Umsetzung des integrierten Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes

6.1 Vorzugsszenario der Strom- und Wärmeversorgung

6.1.1 Zeitpunkt 2025

Das Szenario geht für den Zeitpunkt 2025 davon aus, dass unter Nutzung des Erneuerbare Energien Gesetzes ab 2012 erhebliche Investitionen in Windkraft-, Photovoltaik- und Biogasanlagen getätigt werden und der Überschussstrom bereits in regeneratives Methan gewandelt, im Erdgasnetz gespeichert und bei Bedarf im BHKW Schillerstraße rückverstromt wird.

- Endenergieverbrauch/ -bedarf 2025: > 504,333 GWh/ 571,665 GWh
- Stromversorgung (Jahresstromverbrauch 2025: 126,083 GWh)
  - ▷ das dreistufige BHKW Schillerstraße zur Verstromung von Erdgas, regenerativem Methan aus nachfolgenden Windkraft-/ PV-Stromüberschüssen und Biomethan
  - ▷ 10 Windkraftanlagen mit einem Jahresertrag von 210 GWh
  - ▷ 100.000 m^2 Gebäude integrierte und Freiflächen Photovoltaikanlagen mit einem Jahresertrag von 20 GWh
  - ▷ Einzelanlagen
- Wärmeversorgung (Jahreswärmeverbrauch 378,250 GWh)
  - ▷ die dreistufige Grundlast-Spitzenlast-BHKW-/ HW-Anlage Schillerstraße durch Wärmeauskopplung aus der Verstromung/ Verbrennung von Erdgas, regenerativem Methan und Biomethan, Fernwärmenetz
  - ▷ Einzelanlagen
- Gasversorgung (Mix aus Erdgas, regenerativem Methan und Biomethan)
  - ▷ Erdgasimport,
  - ▷ Anlagen zur Erzeugung von regenerativem Methan aus Windkraft- und PV- Stromüberschüssen und dessen Speicherung im lokalen/ übergeordneten Gasnetz,
  - ▷ Biomethanerzeugung in zwei 700 Nm^3/ h- Anlagen; ergänzend: Bioenergie- Kombinationsanlagen zur Erzeugung von biogenem Methan/ Synthesegas vorwiegend aus Rest- und Wertstoffen zur Direktverstromung in KWKK/ ggf. Speicherung im lokalen Gasnetz mit einem Gesamtjahresertrag von 99 GWh.
- Energiepreisentwicklung bis 2025 (Energiekosten 2025 gesamt Erdgas 59.3 Mio. €/ a, Energiemix Erdgas/ regenerativ 65.5 Mio. €/ a)
  - ▷ Erdgas Strom: 16.0 ct/kWh
  - ▷ Erdgas Wärme: 8.5 ct/kWh
  - ▷ Strommix Szenario: 15.95 ct/kWh
  - ▷ Wärmemix Szenario: 9.96 ct/kWh

Das Szenario geht davon aus, dass 2025 etwa die Hälfte des Energiebedarfs der Hansestadt Stendal aus regionalregenerativen Energien auf Basis des Erneuerbare Energien Gesetzes abgedeckt werden kann. Die regionale Wertschöpfung pro Haushalt dürfte bei der energetischen Nutzung von Erdgas etwa 1310 €/ a, in einem Mix entsprechend Szenario etwa 2625 €/ a (200%) betragen. Dem stünden im Vergleich zu einer reinen Erdgasnutzung Mehrkosten für Strom und Wärme pro Haushalt von knapp 160 €/ a gegenüber.

Bezogen auf die Wertschöpfung in Investitionen und Betrieb von

- Windkraftanlagen (10 Stück a 7,5 MW mit einem Jahresertrag von 210 GWh, Stückpreis 10 Mio. €)
- Photovoltaikanlagen (100.000 m^2 mit 23.500 kW_p und 20 GWh Jahresertrag; Wirkungsgrad 22%, 4,25 m^2/ kW_p, Preis/ kW_p 2000 €),
- erdgastaugliche Biomethananlagen (2 mal 700 Nm^3/ h, 99 GWh Jahresertrag, Investitionskosten 38,0 Mio. €)

entsteht (über einen Zeitraum von 15 Jahren ab 2011 gerechnet)

- im Bereich Windkraft/ PV/ Biomethan eine investive Wertschöpfung (zu 30% gesetzt) von etwa 185 Mio €/ (entsprechend etwa 12.3 Mio €/ a) und
- eine Wertschöpfung im nachfolgenden Betrieb (zu 70% gesetzt) von etwa 432 Mio. € (entsprechend etwa 28.8 Mio. €/ a)

Noch nicht berücksichtigt sind dabei die Investitionen für die Erzeugung von Biogas aus Rest- und Wertstoffen und regenerativem Methan aus Windkraft und Photovoltaik.

Die Jahres- Gesamtwertschöpfung entsprechend dem Mix des Szenarios für die Energieversorgung Stendals beträgt für 2025 rund 40.1 Mio. € im Vergleich zur Wertschöpfung aus der reinen Erdgasnutzung mit rund 20.0 Mio. € (200%; Berechnungstool 2, Abb. 4.6).

In diesem Zusammenhang sei nochmals auf den bestehenden Entwicklungsdruck insbesondere auf Windkraftstandorte hingewiesen, die eine möglichst umgehende Projektentwicklung für die regional verfügbaren Standorte im Bereich der regenerativen Energien angeraten erscheinen lassen.

6.1.2 Zeitpunkt 2035

Die Strom-, Wärme- und Gasversorgung Stendals könnte unter weitgehender Verwendung der heutigen Energieversorgungsstruktur auf ein bereits heute planbares und bis 2035 schrittweise aufzubauendes, bilanziell autonomes, in sich hoch flexibles, versorgungssicheres und wirtschaftlich arbeitendes „virtuelles" Kombinations- Heizkraftwerk übergehen, das zu 100% auf der Nutzung regional erzeugter Erneuerbarer Energien basiert und nach 2035 auch über den Endenergieverbrauch der Stadt hinaus regenerativen Strom und regenerative Energiegase exportieren kann (Berechnungstool 3 und 4 / Abb. 4.7ff, 4.12, 4.13).

Vorstehende Aussage leitet sich aus Simulationen ab, die mittels einer hierfür entwickelten Berechnungsmatrix (Berechnungstool) erstellt wurden. In dieser Berechnungsmatrix werden unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussfaktoren mögliche Energieerzeugungsstrukturen zur vollständigen Deckung des Energiebedarfes aus regionalen Quellen abgebildet. Durch Veränderung bzw. Anpassung der Ausgangswerte sowie Eingabe einer möglichen Erzeugungsstruktur können Ableitungen zur voraussichtlichen Entwicklung von Wertschöpfung und Preisfindung vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Aussagen in den dargestellten Berechnungstools (nicht durchgängig gesicherte) Orientierungswerte sind und auf Annahmen basieren. Dieses gilt insbesondere für die ausgewiesenen Energieabgabepreise. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer laufenden Konkretisierung und Anpassung, insbesondere für die Einflussfaktoren „Preise für Energieträger", „Abgaben/ Steuern", „Kosten der Erzeugung" und „Kosten der Verteilung". Weiterhin muss bei der Interpretation der Berechnungsergebnisse berücksichtigt werden, dass die ausgewiesenen Werte jeweils Durchschnittswerte (Mischpreise) ohne Mehrwertsteuer darstellen.

Trotz der im vorhergehenden Absatz beschriebenen „Einschränkungen" ist die Berechnungsmatrix geeignet, die Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Einflussfaktoren und daraus resultierende Versorgungsszenarien realitätsnah abzubilden und maßgeblich zur Strategiefindung beizutragen.

Die spezifischen Annahmen für das Jahr 2035 sind den gelb gekennzeichneten Eingabefeldern des Berechnungstools 3 (Abb. 4.7ff) zu entnehmen. Hierauf aufbauend leitet sich folgendes Szenario ab:

- Endenergieverbrauch/ -bedarf 2035: 416,783 GWh/ 466,512 GWh
- Stromversorgung (Jahresstromverbrauch 2035: 125,530 GWh):
  - 25 Windkraftanlagen mit einem Jahresertrag von 525,000 GWh,
  - 210.000 m^2 Gebäude integrierte und Freiflächen Photovoltaikanlagen mit einem Jahresertrag von 42,000 GWh,
  - das dreistufige Spitzenlast BHKW Schillerstraße zur Verstromung von regenerativem Methan aus Windkraft-/ PV-Stromüberschüssen vorgenannter Anlagen,
  - Einzelanlagen.
- Wärmeversorgung (Jahreswärmeverbrauch 2035: 291,748 GWh):
  - die dreistufige Grundlast-Spitzenlast-BHKW-/ HW-Anlage Schillerstraße durch Wärmeauskopplung aus der Verstromung/ Verbrennung von regenerativem Methan, Fernwärmenetz,
  - Einzelanlagen.
- Gasversorgung (100% regeneratives Methan):
  - Anlagen zur Erzeugung von regenerativem Methan aus Windkraft- und PV- Stromüberschüssen und dessen Speicherung im lokalen/ übergeordneten Gasnetz,
  - Ergänzend: Bioenergie- Kombinationsanlagen zur Erzeugung von biogenem Methan/ Synthesegas vorwiegend aus Rest- und Wertstoffen zur Direktverstromung in KWKK/ ggf. Speicherung im lokalen Gasnetz.
- Energiepreisentwicklung bis 2035 (Energiekosten 2035 gesamt Erdgas: 59.9 Mio. €/ a, Energiemix regenerativ: 62.2 Mio. €/ a):
  - Erdgas Strom: 19.5 ct/ KWh,
  - Erdgas Wärme: 10.0 ct/ KWh,
  - regenerativer Strom: 17.63 ct/ KWh,
  - regenerative Wärme: 11.5 ct/ KWh.

Während der Import von Erdgas einer Vielzahl u. a. preislicher Unwägbarkeiten unterworfen ist, kann die Energieversorgung auf Basis regional erzeugter regenerativer Energien als versorgungssicher und i. W. preisstabil betrachtet werden. Die regionale Wertschöpfung pro Haushalt dürfte bei der energetischen Nutzung von Erdgas rund 1.200 €/ a, bei der Nutzung von 100% regional erzeugter regenerativer Energien rund 3.540 €/ a (295%) betragen. Dem stünden im Vergleich zur Erdgasnutzung Mehrkosten für Strom und Wärme pro Haushalt und Jahr von ca. 95 € gegenüber.

Unter der Annahme, dass bis 2035 die Energieträgerstruktur der Stadt Stendal vollständig auf

- Wind (25 Windkraftanlagen a 7,5 MW mit 525 GWh Jahresertrag, Stückpreis 10 Mio. €),
- Solarstrahlung (210.000 m^2 Photovoltaikanlagen mit 49.000 kW_p und 43 GWh Jahresertrag; Wirkungsgrad 22%, 4,25 m^2/kW_p, Preis/ kW_p 2.000 €) und

- regeneratives Methan aus Windkraft- und Photovoltaiküberschüssen

umgestellt sein kann und das BHKW Schillerstraße (zur Verstromung des regenerativen Methans in Kraft-Wärme-Kopplung) sowie das Fernwärmenetz weiter verfügbar sind, entsteht (über einen Zeitraum von 25 Jahren ab 2011 gerechnet)

- im Bereich Windkraft/ PV eine investive Wertschöpfung (zu 30% gesetzt) von etwa 348 Mio. € (entsprechend etwa 13.9 Mio €/ a) und
- eine Wertschöpfung im nachfolgenden Betrieb (zu 70% gesetzt) von etwa 812 Mio. € (entsprechend etwa 32.5 Mio. €/ a).

Noch nicht berücksichtigt sind dabei die Investitionen für die Erzeugung von Biogas aus biogenen Rest- und Wertstoffen (die Herstellung von Biomethan aus Landwirtschaftsprodukten wird im Zeitraum 2035 als nicht mehr marktfähig angesehen) und regenerativem Methan aus Windkraft und Photovoltaik.

Die Jahres- Gesamtwertschöpfung aus der Nutzung von 100% regional erzeugter regenerativer Energien für die Energieversorgung Stendals beträgt 2035 rund 49.4 Mio. € im Vergleich zur Wertschöpfung aus der Erdgasnutzung mit rund 16.8 Mio. € (290%, Berechnungstool 3).

In synergetischer Kopplung mit dem schrittweise entstehenden Kombinationskraftwerk könnten über ebenfalls schrittweise aufzubauende GreenTech-Cluster z.B. am Standort des ehemaligen Wohngebietes Süd weitere hocheffektive Wertschöpfungsprozesse auf Basis regional verfügbarer Ressourcen generiert werden.

Mit der Etablierung des „virtuellen" Kombinations-Heizkraftwerkes 2035 kann und müsste auf der wirtschaftlichen Basis des Erneuerbare Energien Gesetzes im Strombereich für die Komponenten Windkraft, Photovoltaik und Erzeugung/ Verstromung biogener Energiegase möglichst umgehend begonnen werden. Aufgrund des erheblichen Entwicklungsdrucks besteht ansonsten die Gefahr, dass die jeweils erforderlichen Flächen/ Standorte für die Erzeugung regenerativer Energien binnen weniger Jahre nicht mehr verfügbar sind, (weiterhin) große Teile der aktivierbaren Wertschöpfungspotentiale nach außen abfließen (Kolonialisierungssyndrom) und eine zukunftsfähige Energieversorgung für die Hansestadt Stendal generell in Gefahr gerät. Mit der allgemeinen Verfügbarkeit von Anlagen zur Methanisierung von Überschussstrom aus Windkraft und Photovoltaik wird jedenfalls noch vor 2020 gerechnet.

Ausgehend von dem Vorzugsszenario 2035 mit der vollständigen Ablösung aller fossilen Energieträger in der energetischen Eigenversorgung der Hansestadt Stendal und deren Ersatz durch regional erzeugte erneuerbare Energien wurden Energieversorgungsszenarien für die Jahre 2025 und 2050 in dem eigens entwickelten Prognosetool auf Excel- Basis erstellt (Berechnungstools 1-4, Abb. 4.5 - 4.13). Zugrunde liegt diesen Berechnungen eine Datenerhebung für das Basisjahr 2009 und eine Prognose des Endenergiebedarfes (Tab. 4.4) für die Zeiträume 2025 (Tab. 4.6), 2035 und 2050.

Die Berechnungstools berücksichtigen die Einspeisevergütungen des Erneuerbare Energien Gesetzes im Strombereich und das Erneuerbare Energien Wärmegesetz ausdrücklich nicht, u. a. weil deren Laufzeit über so lange Zeiträume nicht vorhersagbar ist und die regenerativen Energien absehbar marktfähig sein werden. Vielmehr werden in den Berechnungen die prognostizierten realen Netto- Gestehungskosten für Erneuerbare Energien und Erdgas verwendet.

6.1.3 Zeitpunkt 2050

Aufgrund des entsprechend Szenario um mehr als die Hälfte gesunkenen Energiebedarfs 2050 im Vergleich zu 2009 wäre es ggf. naheliegend, die Kapazitäten in der Strom-, Wärme- und Gaserzeugung zurückzufahren und auf den tatsächlichen Bedarf der Hansestadt Stendal auszurichten. Dem kommt das Szenario jedoch nicht nach, sondern erhält die Anlagenkonfiguration von 2035 i. W. aufrecht, u. a. weil zwischenzeitlich ein Export von Strom und regenerativem Methan – hier in der Größenordnung von etwa 1/3 des Eigen- Endenergiebedarfs - zur Versorgung von Ballungszentren notwendig sein dürfte und daher wirtschaftlichen Sinn machen sollte (Berechnungstool 4).

Aufgrund des bis 2050 durchschnittlich stark gesunkenen spezifischen Gebäudeenergiebedarfes - je nach Prognosegrundlage auf 50 - 20% zum Stand von 2009 – wird davon ausgegangen, dass das zentrale BHKW/ HW Schillerstraße und das Fernwärmenetz aus wirtschaftlichen Erwägungen zu Gunsten dezentralisierter KWKK- Anlagen und einer Nahwärmeversorgung aufgegeben worden sind. Systemisch bleibt die Bidirektionalität von Strom- und Gasnetz jedoch erhalten, auf die das Szenario bereits für den Zeitraum bis 2025 orientierte.

- Energieverbrauch/ -bedarf 2050: 307,715 GWh/ 244,444 GWh
- Stromversogung (Jahresstromverbrauch 107,7 GWh):
  - 25 Windkraftanlagen mit einem Jahresertrag von 525 GWh,
  - 210.000 m^2 Gebäude integrierte und Freiflächen Photovoltaikanlagen mit einem Jahresertrag von 42 GWh,
  - dezentrale KWKK- Anlagen zur Verstromung von regenerativem Methan aus Windkraft- / PV-Stromüberschüssen vorgenannter Anlagen,
  - Einzelanlagen.
- Wärmeversorgung (Jahreswärmeverbrauch 200,015 GWh):
  - dezentrale KWKK- Anlagen durch Wärmeauskopplung aus der Verstromung von regenerativem Methan, Nahwärmenetze
  - Einzelanlagen.
- Gasversorgung (100% regeneratives Methan):

  - ▷ Anlagen zur Erzeugung von regenerativem Methan aus Windkraft- und PV- Stromüberschüssen und dessen Speicherung im lokalen/ übergeordneten Gasnetz,
  - ▷ Ergänzend: Bioenergie- Kombinationsanlagen zur Erzeugung von biogenem Methan/ Synthesegas vorwiegend aus Rest- und Wertstoffen zur Direktverstromung in KWKK/ ggf. Speicherung im lokalen Gasnetz.
- Energiepreisentwicklung bis 2050 (Energiekosten 2050 gesamt Erdgas 50.5 Mio. €/ a, Energiemix regenerativ 46.6 Mio. €/ a)
  - ▷ Erdgas Strom: 20.5 ct/kWh
  - ▷ Erdgas Wärme: 11.5 ct/kWh
  - ▷ regenerativer Strom: 17.28 ct/kWh
  - ▷ regenerative Wärme: 11.5 ct/kWh

Während der Import von Erdgas einer Vielzahl u. a. preislicher Unwägbarkeiten unterworfen ist, kann die Energieversorgung auf Basis regional erzeugter regenerativer Energien 2050 als versorgungssicher und im Durchschnitt kostengünstiger angesehen werden als die Erdgasnutzung. ie jährlichen Energiekosten pro Haushalt sollten etwa 72 € unter den erdgasbasierten Energiekosten liegen.

Die regionale Wertschöpfung pro Haushalt dürfte bei der energetischen Nutzung von Erdgas rund 1.060 €/ a, bei der Nutzung von 100% regional erzeugten regenerativen Energien rund 3.610 €/ a (340%) betragen.

Unter der Annahme, dass aus dem Bestand zwischen 2035 und 2050

- 15 Windkraftanlagen (a 7,5 MW mit einem Jahresertrag von 210 GWh, Stückpreis 10 Mio. €)
- 150.000 m^2 Photovoltaikanlagen (mit 35.000 kWp und 30,7 GWh Jahresertrag; Wirkungsgrad 22%, 4,25 m^2/ kWp, Preis/ kWp 2000 €)

ersetzt werden müssen, entsteht (über einen Zeitraum von 16 Jahren ab 2035 gerechnet) allein

- im Bereich Windkraft/ PV eine investive Wertschöpfung (zu 30% gesetzt) von 220 Mio. € (entsprechend 13.75 Mio. €/ a)
- eine Wertschöpfung im Betrieb von 25 Windkraftanlagen und 210.000 m^2 PV- Anlagen in Höhe von 812 Mio. € (entsprechend 50.75 Mio. €/ a).

Noch nicht berücksichtigt sind dabei die Ersatzinvestitionen (für die ggf. abzulösende BHKW-/ HW- Anlage Schillerstraße und das Fernwärmenetz) in dezentrale KWKK- Anlagen/ Nahwärmenetze sowie die Investitionen in die Erzeugung von biogenen Energiegasen aus Rest- und Wertstoffen und regenerativem Methan aus Windkraft und Photovoltaik.

Die Jahres- Gesamtwertschöpfung aus der Nutzung von 100% regional erzeugter regenerativer Energien für die Energieversorgung Stendals beträgt 2050 rund 34.7 Mio. € im Vergleich zur Wertschöpfung aus der Erdgasnutzung mit rund 12.7 Mio. € (273%- Berechnungstool 4).

6.2 Vorzugsszenario Verkehr

Die prognostizierte Entwicklung des Verkehrs ist bereits in Kap. 4.3.3 auf S. 159 dargestellt worden. Im Vergleich zu den Grundannahmen der Leitstudie des BMU (Nitsch et al., 2012) gibt es jedoch Hinweise, dass eine stärkere Verringerung des Energiebedarfes für den Verkehrsbereich und damit auch der CO_2-Emissionen möglich ist.

So weisen z. B. Ahrens et al. (2011) darauf hin, dass u. a. mit dem demographischen Wandel eine Reurbanisierung zu erwarten ist, d. h. es ziehen verstärkt Menschen aus dem sich entleerenden ländlichen Raum in die verbliebenen Städte, wo die benötigten Infrastruktureinrichtungen fußläufig oder doch einfacher erreichbar sind. Diese Entwicklung ist auch für Stendal plausibel. Neben den bekannten Effekten, dass die älteren Einwohner über 65 Jahren deutlich weniger Wege zurücklegen (Ahrens et al., 2011), ist der weiterer Anstieg der Verkehrsleistungen in den Prognosen kritisch zu sehen. So dürfte der Anteil der Zeit, den die Menschen mit Fahrten verbringen, begrenzt sein. Größere individuelle Verkehrsleistungen führen nicht zwingend zur Steigerung der Lebensqualität, so dass diese auch nicht durch alle Bürger angestrebt werden. Zum anderen scheint der ökonomisch bedingte Effekt, dass bei steigenden Energiepreisen auch Mobilität relativ gesehen teurer wird, noch nicht hinreichend berücksichtigt. Die teilweise deutliche Zunahme des Radverkehrs dürfte bereits damit zu tun haben. Auch beim Güterverkehr ist mit einer stärkeren Differenzierung nach der Wertschöpfung der transportierten Güter zu rechnen. Güter mit hoher Wertschöpfung werden weiter global bzw. über weite Strecken gehandelt, Güter mit geringerer Wertschöpfung jedoch zukünftig überwiegend regional produziert und konsumiert (Ahrens et al., 2011).

Deshalb ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Verkehrsleistung pro Kopf nicht erst 2030, sondern bereits 2020 ihren Höhepunkt erreicht. Ebenso kann von einer rascheren Adaption der Antriebstechnik auf die sich über die Methanisierung ergebenden Möglichkeiten ausgegangen werden. Damit könnte der Energiebedarf für den Verkehr nach 2025 geringer ausfallen und bis 2050 auf unter 85 % der Werte der Leitstudie fallen. Die CO_2-Emissionen könnten sogar auf unter 80 % sinken. Da die Möglichkeiten der Stadt Stendal auf diese Entwicklung einzuwirken jedoch begrenzt sind, werden die auf Nitsch et al. (2012) beruhenden Werte hier weiter verwendet.

6.3 Organisation und Management

6.3.1 Akteure und deren Beteiligung

Aus begrifflicher Sicht beschreibt das Wort „Akteur" eine Person, eine Organisation, eine Institution, etc., die handelt bzw. etwas tut. Bezogen auf die Themenstellung sind die Akteure also die Handelnden, die im Rahmen des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Hansestadt Stendal aktiv werden bzw. aktiv werden können.

Effiziente Energienutzung und Klimaschutz sind kollektive Aufgaben, die eine Zusammenarbeit möglichst vieler und unterschiedlicher Akteure erfordert. Relevanz haben vor allem die Akteure, die den Klimaschutz in der Hansestadt Stendal durch ihr Handeln wesentlich beeinflussen können. Hierbei ist in zwei Handlungsebenen zu gliedern. Einerseits ist die Ausgestaltung des konzeptionellen Ansatzes für das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept ein wesentliches Handlungsfeld. Weitaus bedeutungsvoller ist jedoch die anschließende Umsetzung der vorgesehenen bzw. erforderlichen Maßnahmen. Je größer das Engagement und je höher die Anzahl der handelnden Akteure, umso effektiver und zielführender sind die Ergebnisse.

Intensität und Umfang der Beteiligung werden vorrangig durch die jeweilige Motivation und die persönliche Wahrnehmung bestimmt. Diese kann sehr unterschiedlich sein und ist entscheidend dafür, inwieweit sich einzelne Akteure aktiv in den Gestaltungsprozess einbringen, diesen ignorieren oder sogar behindern. Grundvoraussetzung für eine umfassende, breite Mitwirkung möglichst vieler Akteure ist die positive Kombination persönlicher Ziele mit den allgemeinen Erfordernissen.

Prinzipiell ist jeder Einwohner, jedes Unternehmen und jede Einrichtung im Untersuchungsgebiet ist ein potenzieller Akteur, da er Energie verbraucht und somit Einfluss auf deren Nutzung hat. Hinzu kommen überregionale Akteure wie bspw. Energielieferanten. Um den Kreis einzugrenzen, ist eine Akteursanalyse durchzuführen. Die Akteursanalyse hat das Ziel, die für die Gestaltung und Umsetzung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes notwendigen Akteure zu identifizieren und in den Prozess einzubinden.

Im ersten Arbeitsschritt ist zu ermitteln, welche Akteure und Akteursgruppen den Klimaschutzprozess in Stendal konkret beeinflussen können. Hier kann von „normalen" Strukturen ausgegangen werden, d.h. die Hansestadt Stendal entspricht vergleichbaren Städten. Somit ist auch die Zusammensetzung der Akteure vergleichbar. Folgende Akteure sind grundsätzlich in die Betrachtung einzubeziehen:

- *Einzelpersonen*: Privatpersonen der Bürgerschaft
- *Politische Instanzen*: Stadtrat, Bürgermeister, Bundestags-, Landtags- und Kreistagsabgeordnete
- *Verwaltungen*: Stadtverwaltung, Kreisverwaltung
- *Verbände und Initiativen*: Vereine, Stiftungen, Bürgerinitiativen
- *Wirtschaft*: lokale Unternehmen der gewerblichen und der Wohnungswirtschaft sowie der Industrie, Ver- und Entsorgungsbetriebe, Stadtwerke, sonstige Energieversorger, Land- und Forstwirtschaftsunternehmen, Handels- und Handwerkskammern, berufsständische und Unternehmensverbände
- *Öffentliche Einrichtungen*: Ämter und überregionale Behörden, Schulen, Kirchen
- *Wissenschaft*: Hochschulen, Forschungsinstitute
- *Medien*: regionale Presse, Lokalfernsehen
- *Sonstige*: Verbraucherberatung, Haus- und Grundbesitzervereinigung, Mieterbund

Um eine möglichst breite Basis zu generieren, muss bei der Bestimmung des relevanten Personenkreises die umfassende Kenntnis der lokalen Gegebenheiten vorhanden sein. Dieses ist durch die Einbeziehung möglichst vieler Informationsquellen zu sichern.

Grundlage einer zielführenden Akteursbeteiligung in der Hansestadt Stendal ist die Erhebung des Status Quo, d.h. wer sind die zur Zeit handelnden Personen, Einrichtungen etc. im Stadtgebiet, die sich bereits aktiv mit dem Thema Energie- und Klimaschutz auseinander setzen. Zum jetzigen Zeitpunkt zählen u. a. dazu:

- ALS Dienstleistungsgesellschaft mbH
- BBZ Altmark e.V. (als Träger der Messe „ALTMARK energie+umwelt" und als Bildungsträger)
- Abwassergesellschaft Stendal mbH
- BI „Gegen das Steinkohlekraftwerk Arneburg" e.V.
- Einzelpersonen (z.B. Oberbürgermeister K. Schmotz, alle Ortsbürgermeister, D. Frederking [MdL], M. Mühlstein [Leiter „Arbeitsgruppe Energie" der SPD-Landtagsfraktion LSA])
- E.ON avacon AG (vorrangig NL Stendal)
- Energiegenossenschaft Stendal eG
- Hochschule Magdeburg-Stendal
- IHK Magdeburg/ GS Salzwedel
- Kreishandwerkerschaft Altmark
- Schornsteinfegerinnung/ Bezirksschornsteinfegermeister
- Kreissparkasse Stendal
- Landkreis Stendal (Verwaltung)
- Politische Mandatsträger (Auswahl): MdB K. Kunert; MdL H. Güssau; MdL T. Tögel
- Projektbüro Bioenergie-Region Altmark
- Raiffeisen Warengenossenschaft Stendal eG
- Regionale Planungsgemeinschaft Altmark

- Stadtrat der Hansestadt Stendal einschließlich seiner Ausschüsse – insbesondere der Stadtentwicklungsausschuss
- Stadtverwaltung der Hansestadt Stendal
- Stadtwerke Stendal GmbH
- Stendaler Wohnungsbaugesellschaft mbH
- Technologie- und Gründerzentrum BIC Altmark GmbH
- Unternehmensnetzwerk Altmark
- Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt/ Büro Stendal
- Volksbank Stendal eG
- Wohnungsbaugenossenschaft Stendal eG
- Wirtschafts-/ Landwirtschaftsunternehmen (Auswahl)
  - ▷ Milchwerke „Mittelelbe" GmbH
  - ▷ Elbe-Bioenergie GmbH
  - ▷ ALSTOM Lokomotiven Service GmbH
  - ▷ Gut Vollenschier/ H.-G. v. Engelbrechten
  - ▷ ATG Nahrstedt
  - ▷ G.WIND Stendal
  - ▷ Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH/ NL Stendal
  - ▷ diverse Ingenieurbüros/ Energieberatungen
  - ▷ diverse Handwerksunternehmen in verschiedenen Gewerken

Die vorstehende Aufstellung stellt keine Wertung dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie beschränkt sich auf bekannte, wichtige Akteure.

Die benannten Einzelakteure sind bislang nicht vernetzt. Es gibt zwar Überschneidungen und punktuelle Zusammenarbeit, komplexe Strukturen sind jedoch nicht vorhanden. Dieses resultiert aus unterschiedlichen Interessenlagen und Hintergründen. Hier sollte auf der Basis des kleinsten gemeinsamen Nenners eine Zusammenarbeit organisiert und die Zuordnung von Aufgaben vorgenommen werden.

Die Stadtverwaltung nimmt eine gesonderte Stellung ein: Sie ist sowohl gestaltender Akteur als auch Träger der Aktivitäten im Bereich Energie und Klimaschutz. Aufgrund dieser Doppelfunktion hat die Stadtverwaltung auch den organisatorischen Rahmen für ein funktionsfähiges Management zu gestalten und somit praxisfähige Arbeitsstrukturen zu schaffen. Hierzu sind u. a. folgende Fragen zu klären:

- Wer ist innerhalb der Kommune für die Belange der Energieversorgung und des Klimaschutzes im Stadtgebiet zuständig?
- Welche Angelegenheiten im Rahmen der Energieversorgung und des Klimaschutzes sollen durch die Kommune geregelt werden?
- Wie sind die zeitlichen, finanziellen und personellen Kapazitäten?
- Welches Know-how und welche Kompetenzen sind vorhanden bzw. werden benötigt?
- Welche Stellen/ Personen sind von der Umsetzung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes betroffen bzw. haben Einfluss darauf?
- Welche Verantwortlichkeiten und Befugnisse müssen geregelt werden?
- Welche Organisationsform ist für das Energie- und Klimaschutzmanagement zu wählen?

Effiziente Energienutzung und die Einbindung regionaler Energiequellen, d. h. aktiver Klimaschutz wurde seitens der Stadtverwaltung bislang hauptsächlich im Bereich der eigenen Liegenschaften bzw. Zuständigkeiten thematisiert. Hier mit gutem Erfolg. Weitergehende Aktivitäten für das gesamte Stadtgebiet wurden bislang nur bedingt als Aufgabenfeld betrachtet. Hieraus leitet sich ab, dass die Stellung der Stadtverwaltung im Rahmen der Energieversorgung, der Energienutzung und des Klimaschutzes neu definiert werden muss.

Nach Einschätzung der Autoren ist erhebliches Potenzial zur Ausweitung des Akteurskreises vorhanden. Die notwendige Breitenwirkung ist noch nicht erreicht. Eine Arbeitsstruktur, in der die einzelnen Akteure zusammen gefasst sind, existiert bislang nicht.

Somit sind im Rahmen der Konzeptumsetzung zwei Aufgaben zu lösen. Zum einen ist eine Verbreiterung der Akteursebene vorzunehmen. Zum anderen muss eine Arbeitsstruktur geschaffen werden, die die Einzelaktivitäten zusammen führt und deren Wirkungsgrad optimiert.

Idealerweise sollte hierzu ein Netzwerk aufgebaut werden, welches neben den Akteuren im Stadtgebiet auch regionale und überregionale Aktivitäten integriert. Nur so kann sichergestellt werden, dass keine Überschneidungen und Interessenkonflikte entstehen. Gleichzeitig wird die erforderliche Breitenwirkung erzielt, um den Kreis der Akteure auszuweiten. Dieses setzt jedoch voraus, dass potenzielle Akteure gezielt angesprochen werden.

Die Identifizierung der maßgeblichen Akteure und die damit verbundene Zuordnung von Aufgaben ist ein fortlaufender Vorgang und daher ständig zu aktualisieren. Im Rahmen der Konzepterstellung können nur die Grundlagen hierfür gelegt werden.

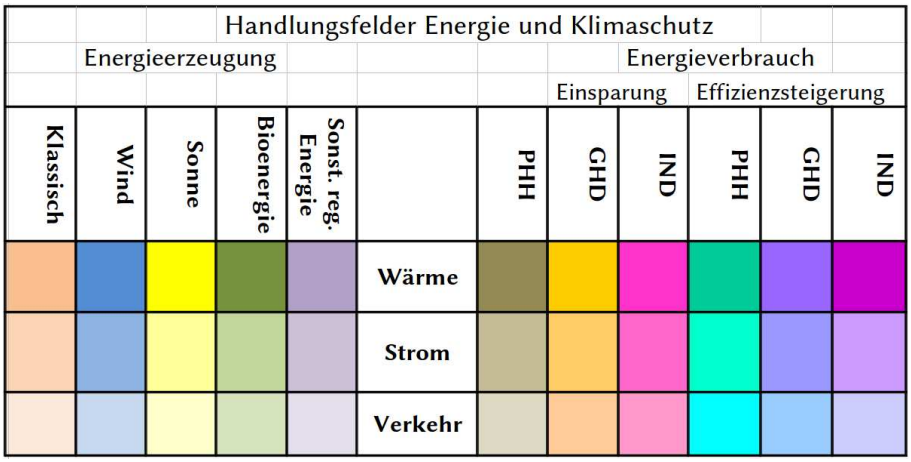


Abbildung 6.1: Thematische Leistungsbereiche zur Umsetzung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes.

6.3.2 Managementstrukturen

Die Umsetzung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Hansestadt Stendal ist nur realisierbar, wenn ein handlungsfähiges Management diesen Prozess organisiert und steuert. Da dieser äußerst vielschichtig ist, kann nur ein komplexes Management den gewünschten Erfolg garantieren.

In Abb. 6.1 wird die Vielfältigkeit der thematischen Handlungsfelder dargestellt, die durch das Management bearbeitet werden müssen. Hinzu kommen organisatorische und administrative Aufgaben.

Um das Management effektiv und zielführend zu gestalten empfiehlt es sich, eine Gliederung in eine lenkende bzw. steuernde und eine ausführende Ebene vorzunehmen. Die Auslegung dieses „Umsetzungsmanagements" sollte angemessen sein und der Größe und den Zielstellungen der Hansestadt Stendal entsprechen.

Da die Realisierung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes eine multidisziplinäre Obliegenheit ist, sollte eine „Arbeitsgruppe Energie und Klimaschutz" die lenkende Funktion übernehmen. Dieses Gremium setzt sich aus Vertretern mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen, Kompetenzen und Interessenlagen zusammen. Dadurch wird sichergestellt, dass keine „einseitigen" Entwicklungen eintreten, die nicht an die lokalen Bedürfnisse angepasst sind.

In regelmäßigen Beratungen (mind. $\frac{1}{4}$-jährlich) sind realisierte Maßnahmen, Vorhaben und Entwicklungen auszuwerten. Gleichzeitig sind neue Aktivitäten zu planen.

Die Arbeitsgruppe sollte direkten Zugang zum Stadtrat und zur Stadtverwaltung haben. Sie kann ein neu zu installierendes Gremium sein, welches sich aus Vertretern des Stadtrates, Mitarbeitern der Stadtverwaltung, weiteren Vertretern von Bürgerschaft, Unternehmen und Einrichtungen sowie Fachleuten zusammensetzt. Es ist jedoch auch möglich den Stadtentwicklungsausschuss mit dieser Aufgabe zu betrauen, da hier bereits die notwendigen Kompetenzen sowie die formellen Voraussetzungen vorhanden sind.

Zentrales Element der ausführenden Ebene ist der Energie- und Klimaschutzmanager. Dieser ist in geeigneter Form in die „Arbeitsgruppe Energie und Klimaschutz" zu integrieren.

Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass der Energie- und Klimaschutzmanager nicht gleichzusetzen ist mit dem/der Energiebeauftragten der Stadtverwaltung. Da die erforderlichen Kompetenzen grundsätzlich vorhanden sind, wäre die Erweiterung des Aufgabenfeldes der Energiebeauftragten möglich. Der Arbeitsumfang ist jedoch selbst bei Aufstockung des Zeitbudgets nicht leistbar.

Dieses ist gut am Umfang der Aufgaben des Energie- und Klimaschutzmanagers zu erkennen. In dessen Aufgabenbereich fallen u.a.

- Projektentwicklung und -steuerung
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit
- Fachliche Beratung von Entscheidungsträgern
- Fördermittelmanagement
- Netzwerkarbeit
- Projektdokumentation
- Erstellung von Energie- und Klimaschutzberichten
- Fortschreibung der CO_2-Bilanz
- Evaluierung und Controlling

Vorstehende Leistungen sind unter Einbeziehung aller Energiesektoren und Verbrauchergruppen für das gesamte Stadtgebiet zu erbringen.

Um diese vielschichtige Querschnittsaufgabe erfüllen zu können, müssen die Befugnisse und Zuständigkeiten sowie die Unterstellungsverhältnisse klar geregelt sein. Der Energie- und Klimaschutzmanager benötigt – soweit möglich – umfassenden Zugang zu allen energierelevanten Sachverhalten im Stadtgebiet. Auch sollte er in die Informationswege der Verwaltung einbezogen werden und direkten Zugang zum Oberbürgermeister der Stadt haben. In

der Außendarstellung sollte klar erkennbar sein, dass alle Aktivitäten im Auftrag der Kommune erfolgen.

Für die organisatorische Umsetzung gibt es auch hier verschiedene Möglichkeiten. Neben der Einrichtung einer neuen Stabsstelle/ Planstelle bei der Stadtverwaltung ist die Übertragung der Aufgabe an einen externen Dritten denkbar.

Ausgehend vom eingeschätzten Leistungsumfang und dem daraus resultierenden Zeitbedarf wird bei einer verwaltungsinternen Lösung auf die Einrichtung einer Planstelle (1 Vollzeitarbeitskraft) orientiert. Sollte diese Option gewählt werden, kann zur Zeit eine Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative erfolgen. Der Energie- und Klimaschutzmanager wäre dann Mitarbeiter der Stadtverwaltung.

Die Einbindung externer Leistungen wäre über die Beauftragung der ab dem 01.01.2013 aktiv werdenden Energieagentur des Landkreises und der Stadt Stendal möglich. Diese Energieagentur ist bei der IGZ BIC Altmark GmbH angesiedelt, deren Hauptgesellschafter der Landkreis und die Hansestadt Stendal sind. Vorteile dieser Variante sind die Nutzung von bereits vorhandenem Knowhow sowie von Synergieeffekten. Gleichzeitig werden die Klimaschutzaktivitäten der Hansestadt Stendal in regionale Aktivitäten integriert.

Unter Berücksichtigung verschiedener Entscheidungskriterien wird für die praktische Umsetzung empfohlen, dass der Stadtentwicklungsausschuss der Hansestadt Stendal die Aufgaben der „Arbeitsgruppe Energie und Klimaschutz" übernimmt. Die Funktion des Energie- und Klimaschutzmanagers sollten der Energieagentur Stendal übertragen werden.

6.3.3 Öffentlichkeitsarbeit

Die öffentliche Wahrnehmung der Energiewende wird maßgeblich den Erfolg des hierfür erforderlichen Umgestaltungsprozesses in der Hansestadt Stendal beeinflussen. Veränderungen im Verbraucherverhalten, die Bereitschaft Aufwand für energiesparende Maßnahmen zu betreiben oder Investitionen in regenerative Energieerzeugungsanlagen werden nur dann passieren, wenn diejenigen, die die Entscheidung hierüber treffen, umfassend informiert und von der Richtigkeit ihres Handelns überzeugt sind. Dieses erfordert umfängliche Information und gezielte Überzeugungsarbeit. Überzogener Aktionismus sollte jedoch vermieden werden.

Das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept ist die Basis für das weitere Vorgehen. Um die notwendige Außenwirkung zu erreichen müssen allerdings dessen Inhalte, Zielstellungen und Ergebnisse hinreichend in der Öffentlichkeit kommuniziert werden. Gleichzeitig sollten den Bürgern, Unternehmen und Einrichtungen fachspezifische Informationen zu den verschiedenen Sachgebieten von Energieerzeugung und -nutzung in verständlicher Form verfügbar gemacht werden.

Geeignete Formen der Öffentlichkeitsarbeit in der Hansestadt Stendal sind:

- „Kontakt- und Informationsbüro"

  Um dem Bedürfnis der Akteure nach Information und Beteiligung zu entsprechen, sollte dauerhaft ein fester Ansprechpartner durch die Stadt benannt und öffentlich bekannt gemacht werden. Dieser hat u. a. die Aufgabe, fachliche Informationen zu geben, Kontakte herzustellen oder Vorschläge für die Ausgestaltung der Energiewende in der Hansestadt Stendal entgegen zunehmen und soweit möglich zu bearbeiten bzw. weiterzuleiten. Hierzu könnte ein Kontakt- und Informationsbüro eingerichtet werden.

- Pressearbeit

  In den regionalen Tageszeitungen und im Amtsblatt der Stadt sollten regelmäßig begleitende Pressemeldungen veröffentlicht werden. Praktische Umsetzungsvarianten wären z. B. $\frac{1}{2}$ jährliche Pressegespräche sowie monatliche Kurzinformationen oder Berichte über Einzelprojekte auf den Regionalseiten von „Volksstimme" und „Altmarkzeitung".

  Inhaltlich können sowohl allgemeine Informationen als auch projektbezogene Nachrichten aufbereitet und angeboten werden.

- Internetpräsenz

  Ein besonders geeignetes Mittel der Informationsbereitstellung ist die Internetpräsenz der Stadt. Hier sollte eine gesonderte Website (eigenständiger Menüpunkt) eingerichtet werden, auf der laufend über aktuelle Entwicklungen zum Thema Energie und Klimaschutz in der Stadt berichtet wird. Auch hier sind sowohl allgemeine als auch projektbezogene Informationen sinnvoll.

- Informationsmaterial

  An geeigneten, öffentlich zugänglichen Orten (z. B. Rathaus) kann Informationsmaterial zu den Themen Energie und Klimaschutz ausgelegt werden. Hierzu können Materialien des Bundesumweltministeriums und anderer Einrichtungen genutzt werden.

  Weiterhin sollten die eigenen Aktivitäten der Stadt in geeigneter Form (z. B. Flyer) aufbereitet und publiziert werden.

- Informationsveranstaltungen / „Energiestammtisch"

  Um zu gewährleisten, dass sich Bürger, Unternehmen und Einrichtungen aktiv in den Prozess einbringen können, sollten etwa $\frac{1}{2}$ jährlich öffentliche Informationsveranstaltungen durchgeführt werden. Es wird empfohlen jeweils einen externen Fachvortrag in den Mittelpunkt der Veranstaltung zu stellen, der als Gesprächs- und Diskussionsgrundlage dienen kann.

  Für besonders interessierte und engagierte Bürger und Unternehmen kann je nach Bedarf und öffentlicher Resonanz ggf. ein „Energiestammtisch" eingerichtet werden,

- Verknüpfung zu anderen regionalen Aktivitäten

  Es wird weiterhin angeregt, die direkten eigenen Aktivitäten mit anderen regionalen Vorhaben zu verknüpfen, insoweit diese eine geeignete Plattform für eine öffentliche Wahrnehmung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Stadt darstellen. Hier sind u. a. das Projekt „Bioenergieregion Altmark" oder die jährliche Messe „ALTMARK energie + umwelt" zu nennen.

Die praktische Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit obliegt dem Träger des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes und somit der Hansestadt Stendal. Dieses bezieht sich jedoch nur auf die Schaffung von Rahmenbedingungen und die Organisation. Die Kommune kann diese Aufgabe Dritten übertragen. Sinnvollerweise sollte sie durch das zu installierende Management wahrgenommen werden. Somit wäre die Zuständigkeit für die Ausgestaltung der Öffentlichkeitsarbeit abhängig von der Zuordnung der Managementaufgaben.

Im Rahmen der Erstellung des Energieversorgung- und Klimaschutzkonzeptes wurden diverse Aktivitäten zur Einbeziehung der Öffentlichkeit in den Ausgestaltungsprozess durchgeführt. Hierzu wurden das Energieversorgungskonzept für die Kernstadt sowie Erkenntnisse der laufenden Bearbeitung u. a.

- in verschiedenen Stadtratsfraktionssitzungen sowie in Sitzungen des Stadtrates, des Stadtentwicklungsausschusses und in der Leitungskonferenz der Stadtverwaltung;
- in einem regionalen Workshop mit den Landkreisen der Altmark, der Regionalen Planungsgemeinschaft und anderen regionalen Akteuren;
- in einer Fachtagung zum Thema Energie der altmärkischen Kreistagsfraktionen der Partei DIE LINKE;
- im „Fachausschuss Energie" der SPD-Landtagsfraktion des Landes Sachsen-Anhalt;
- in der Jahrestagung des Fachverbandes Erneuerbare Energie des Landes Sachsen-Anhalt;
- in einer Fachtagung der Friedrich-Ebert-Stiftung zum Thema „Das Energieversorgungskonzept für die Hansestadt Stendal als strategischer Modellansatz"
- sowie in einer Vielzahl von Einzelgesprächen u.a. mit den Bürgermeistern einzelner Ortschaften

umfassend vorgestellt. Die Hinweise und Vorschläge wurden aufgenommen und in das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept eingearbeitet.

Ergänzend zu den vorstehenden Aktivitäten ist die Öffentlichkeit über die Internetpräsenz der Hansestadt Stendal in die Konzepterstellung und in die Klimaschutzaktivitäten der Stadt einbezogen worden.

Abschließend wird festgestellt, dass die künftige Öffentlichkeitsarbeit einerseits darauf gerichtet sein muss, die Einwohner, Unternehmen und Einrichtungen zum aktiven Handeln zu motivieren. Andererseits sollte die mittlerweile unübersichtliche Informationsflut zum Thema Energie und Klimaschutz für die regionalen Gegebenheiten und Bedürfnisse aufbereitet und in geeigneter Weise öffentlich verfügbar gemacht werden.

6.3.4 Controlling

Um die Wirksamkeit der Aktivitäten und die aktuelle Entwicklung abschätzen zu können, bedarf es einer regelmäßigen Positionsbestimmung. Hierzu sind geeignete Mechanismen in den einzelnen Prozessebenen zu installieren. Ziel ist es, periodisch Erfolg und Wirkung des gesamten Vorhabens sowie einzelner Maßnahmen zu verfolgen. Hierzu sollte ein Controllingsystem eingeführt werden, welches als Instrument im Managementprozess Einfluss auf alle anderen Bereiche hat. Der hierbei entstehende Kreislauf wird in Abb. 6.2 dargestellt.

Controlling wird in diesem Konzept als Instrument der Steuerung und Koordinierung interpretiert. Damit geht es deutlich über die vergleichende Funktion von Soll- und Istzustand hinaus. In der praktischen Anwendung werden aufbauend auf regelmäßige Analysen Zielstellungen und Instrumente modifiziert oder beibehalten. Konzept und Planung werden an die neuen Erkenntnisse angepasst und nach angemessener Zeit wieder der Soll-Ist-Analyse unterzogen.

Auch für das Controlling gilt der Grundsatz der Angemessenheit. Daher sind Mindeststandards für die Auslegung des Energie- und Klimaschutzcontrolling der Hansestadt Stendal festzulegen. Hierfür werden Art und Umfang der Handlungsfelder definiert.

1. Grundvoraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Controllingsystems ist die Festlegung konkreter und damit überprüfbarer Ziele und deren zeitliche Fixierung. Je detaillierter dieses erfolgt, umso effektiver kann eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Der Aufwand hierfür steigt jedoch entsprechend. Es ist daher ratsam, wichtige Eckpunkte festzuschreiben und dieses regelmäßig zu überprüfen. Erst wenn auffällige Entwicklungen eintreten, die das Erreichen der Gesamtzielstellung gefährden, sollten der Ansatz überprüft und ggf. in das Controlling einzubeziehende Teilziele definiert werden.

2. Ein weiterer Baustein des Controllings ist die Festschreibung des Umfangs der einzubeziehenden Handlungsfelder. Diese kann neben den physikalisch messbaren Basiswerten der Umsetzungsstand der vorgesehenen Maßnahmen bis hin zu den Kosten für Personal und Sachmittel sein. Auch hier steigt der Aufwand mit der Intensität der Kontrolle. Die Eingrenzung auf wesentliche Handlungsfelder mit hoher Aussagekraft wird empfohlen.

3. Eine unbedingt zu erfüllende Mindestanforderung ist die klare Regelung der Zuständigkeit. Hierbei

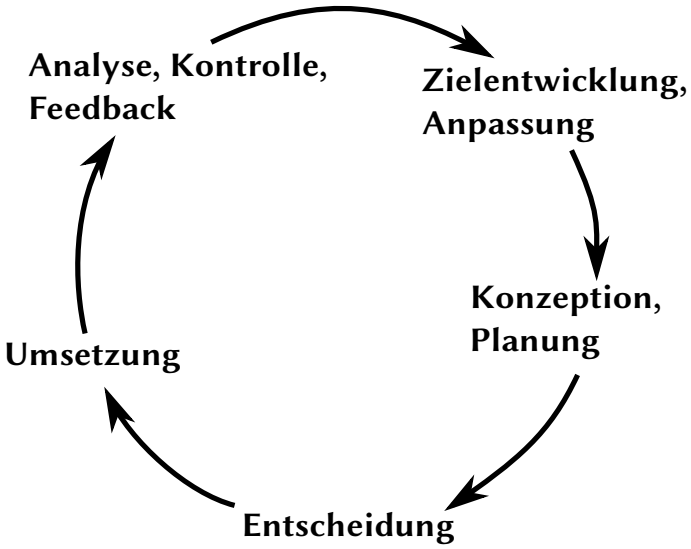


Abbildung 6.2: Controlling und Klimaschutzmanagement – Kreislauf. Quelle: ifeu / Leitfaden Kommunaler Klimaschutz.

kann die Kontrollfunktion durchaus durch verschiedene Personen/ Institutionen jedoch immer projektbezogen wahrgenommen werden. Die „übergeordnete" Aufbereitung obliegt jedoch immer einer zentralen Person/ Institution. Die Übertragung des zentralen Controllings auf das Energie- und Klimaschutzmanagement ist hier ein sinnhafter Ansatz und sollte in der Hansestadt Stendal zur Anwendung kommen.

4. Ein besonders wichtiges Element des Controllings ist das Erkennen von Hemmnissen und deren Beseitigung. Treten erwartete Entwicklungen und Ergebnisse nicht ein, muss Ursachenforschung betrieben werden. Treten gleichgelagerte Hemmnisse mehrfach auf, besteht Handlungsbedarf. Dieser Teilbereich des Controllings sollte nicht ausschließlich dem Energie- und Klimaschutzmanager übertragen werden, da er selbst Teil des Problems sein kann. Insofern sind hier parallele Instrumente zu installieren. Dies könnte bspw. die Einbindung von Stadtratsmitgliedern oder Mitarbeitern der Verwaltung sein.

Der Controllingprozess besteht aus verschiedenen Elementen.

- Parallele Kontrolle auf zwei Ebenen

  Das Erreichen der Minderung des Endenergiebedarfs und der CO_2-Emissionen auf der Ebene von Sektoren und Gesamtkommune wird im Top-down-Verfahren geprüft. Im Bottom-up-Verfahren erfolgt die Kontrolle von Effekten einzelner Maßnahmen.

- Fortschreibung der CO_2-Bilanz

  Die CO_2-Bilanz als wichtigstes Element des Controllings besteht aus zwei Teilbereichen und umfasst die Entwicklung sowohl des Endenergieverbrauchs als auch der CO_2-Emissionen. Ergänzend sind Einzelindikatoren wie der Anteil erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich oder der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung darzustellen.

- Maßnahmencontrolling

  Die relativ große Bandbreite möglicher Einzelmaßnahmen lässt ein einheitliches „Messverfahren" für den Erfolg bzw. die Ergebnisse nur bedingt zu. Hier ist im Einzelfall zu entscheiden.

- Controlling der Managementsysteme

  Zur Sicherung zielführender Abläufe innerhalb des Managementprozesses der Verwaltung sind regelmäßig Überprüfungen als „Eigenkontrolle" durchzuführen. Umfang und angewendetes System sollten den Erfordernissen und Rahmenbedingungen angepasst werden.

Die Ergebnisse der Aktivitäten im Rahmen der Umgestaltung der Energieversorgung sowie des Klimaschutzes sind regelmäßig zu dokumentieren. Hierfür sollten jährlich kurze Statusberichte mit den wichtigsten Basisdaten angefertigt und den Entscheidungsträgern (Stadtrat, Stadtverwaltung) zur Information vorgelegt werden. In einem Abstand von etwa vier Jahren sollte darüber hinaus ein ausführlicher Energie- und Klimaschutzbericht erstellt werden, der auch übergreifende Entwicklungen und Ergebnisse des Klimaschutzes (z. B. Aktualisierung der Akteursanalyse, Ableitung neuer Handlungsempfehlungen) darstellt. Die wichtigsten Aussagen sind der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Die konkrete Ausgestaltung der Controllingsystems im Rahmen des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes der Hansestadt Stendal sollte dem Energie- und Klimaschutzmanager übertragen werden.

6.4 Energie- und klimarelevante Maßnahmen

Nachhaltige Energieversorgungsstrukturen und zukunftsfähige Energieverbrauchsstrukturen als Bestandteil eines aktiven Klimaschutzes lassen sich nur erreichen, wenn diese durch zielführende Einzelmaßnahmen untersetzt und im Anschluss umgesetzt werden.

Hierbei sind grundsätzlich zwei Lösungsansätze möglich. Zum einen kann eine Sammlung von Einzelmaßnahmen vorgenommen und deren Effekte aufsummiert werden. Die zweite Variante stützt sich auf der Festschreibung konkreter Ziele und die Untersetzung in hierfür notwendige Einzelmaßnahmen. Im Energie- und Klimaschutzkonzept der Hansestadt Stendal kommt die letztere Variante zur Anwendung.

Der verfolgte strategische Ansatz basiert darauf, dass einerseits regionale Energiequellen direkt oder indirekt (über Methanisierung) zur vollständigen Versorgung mit Energie genutzt werden. Andererseits ist der Energieverbrauch um etwa 40 % zur reduzieren. Hieraus leiten sich folgende zentrale Handlungsfelder für die durchzuführenden Maßnahmen ab:

- *Handlungsfeld 1*: Maßnahmen zur Errichtung der regenerativen Erzeugungskapazitäten entsprechend des in der Simulation errechneten Bedarfs
- *Handlungsfeld 2*: Maßnahmen zur Etablierung der notwendigen Methanisierungskapazitäten einschließlich ggf. erforderlicher Speichermöglichkeiten
- *Handlungsfeld 3*: Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf die im Konzept ausgewiesene Bedarfsmenge

In ihrer Bedeutung sind alle drei Handlungsfelder gleichrangig. In der zeitlichen Abfolge sollte der Schwerpunkt zuerst auf Handlungsfeld 3 ausgerichtet werden. Unabhängig von der Schwerpunktlegung ist mit der Bearbeitung aller Themenfelder zeitnah zu beginnen und mit unterschiedlicher Intensität parallel zueinander fortzusetzen.

Ein zentrales Element im Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept ist die Methanisierung von regional erzeugtem Strom. Diese Technologie ist zwar grundsätzlich vorhanden, bedarf aber noch erheblicher technologischer Entwicklung. Dieses macht die Beschreibung konkreter Einzelmaßnahmen in diesem Themenfeld äußerst schwierig bzw. unmöglich. Gleiches gilt für andere, von der künftigen Technologieentwicklung abhängige Bereiche wie bspw. mögliche Antriebssysteme von Kraftfahrzeugen. Daher werden im Maßnahmenkatalog neben konkreten Vorhaben auch notwendige Maßnahmen dargestellt, die im Detail nicht untersetzt sind.

Ausgehend davon, dass zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Konzeptes keine abschließende Beschreibung aller notwendigen Einzelmaßnahmen erfolgen kann, ist der Maßnahmenkatalog als ein sich ständig entwickelndes Instrument zu verstehen, welches dem Entwicklungsstand und dem Bedarf angepasst werden muss. Im Rahmen des Konzeptes werden die Grundlagen und die Struktur geschaffen.

Die Realisierung der verschiedenen Handlungsoptionen sowie deren zeitliche Abfolge werden insbesondere durch den Umfang bereits durchgeführter Maßnahmen, den Stand der technologischen Entwicklung sowie durch die Investitionsfähigkeit des Untersuchungsraums bestimmt. Hierbei wird in kurz- und mittelfristige sowie in langfristige Maßnahmen unterschieden.

6.4.1 Realisierte Maßnahmen der Energieversorgung und des Klimaschutzes

Ausgangspunkt der Beschreibung bzw. Listung von geeigneten Maßnahmen ist der derzeitige Status Quo im Untersuchungsgebiet. Hierzu wurde eine Analyse der realisierten Maßnahmen durchgeführt. Die konkrete Abbildung bisher durchgeführter Aktivitäten zur Minderung energetisch bedingter Klimabelastungen im Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf wesentliche Maßnahmen mit besonderer Bedeutung.

Heizkraftwerk und Fernwärmenetz Eine herausragende Stellung nimmt die Errichtung des wärmegeführten Heizkraftwerkes in Kombination mit dem zentralen Fernwärmenetz ein. Dieses wird durch die Stadtwerke Stendal GmbH betrieben. Seit dem Jahr 1996 wurden so in der Hansestadt Stendal insgesamt etwa 1,2 Mio. t CO_2 vermieden (Bezug: Kraftwerksmix Deutschland) (Tab. 6.1).

Weitere Aktivitäten der Stadtwerke Stendal GmbH Neben dem zentralen BHKW engagiert sich die Stadtwerke Stendal GmbH (SWS) auch im Bereich lokaler Energieerzeugung mittels Mini-BHKW. Zurzeit werden fünf derartiger BHKW durch die SWS betrieben, wodurch sich der CO_2-Ausstoß um 69 t pro Jahr verringert. Weitere Standorte sind in Vorbereitung.

Das erfolgreiche Engagement der Stadtwerke Stendal GmbH für eine effiziente und klimaschonende Energieversorgung spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Gesamtstromlieferung des Unternehmens wieder. Tab. 6.2 zeigt den in 2010 vertriebenen Strommix der Stadtwerke Stendal und die Vergleichswerte für Deutschland.

Kommunale Aktivitäten Den kommunalen Aktivitäten kommt aufgrund ihrer Vorbildwirkung eine besondere Bedeutung zu. Gradmesser ist u. a. der erreichte energetische Sanierungsgrad im eigenen Gebäudebestand. Hier wurden in den zurückliegenden Jahren bereits erhebliche Anstrengungen unternommen. Hierzu wurde in Kap. 5.1 bereits ausgeführt. Auf die Tab. 8.2, S. 261 wird verwiesen.

Zusammenfassend stellt sich folgende Situation dar: Der Austausch der Fenster wurde vollständig bzw. teilweise in 79 % der kommunalen Gebäude vorgenommen. Die Gebäudehülle wurde bei etwa 45 % der Objekte vollständig bzw. teilweise gedämmt. Eine Dachdämmung erfolgte vollständig bzw. teilweise bei etwa 71 % der Liegenschaften. In Ver-

Tabelle 6.1: CO_2-Einsparung durch Kraftwärmekopplung im BHKW Stendal (Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH).

Jahr	KWK-Stromerzeugung (Abgabe ans Netz) im BHKW Stendal	CO_2-Einsparung gegenüber ungekoppelter Erzeugung	
		Kraftwerksmix	Braunkohlenkraftwerk
	GWh	kt	kt
1996	126,459	77,14	125,194
1997	143,699	87,657	142,262
1998	148,232	90,422	146,75
1999	148,949	90,859	147,46
2000	133,749	81,587	132,411
2001	136,727	83,404	135,36
2002	114,557	69,88	113,411
2003	131,304	80,096	129,991
2004	121,080	73,859	119,869
2005	120,209	73,328	119,007
2006	108,880	66,417	107,791
2007	107,531	65,594	106,455
2008	116,513	71,073	115,348
2009	108,712	66,314	107,625
2010	102,887	62,761	101,858
2011	97,579	59,523	96,603
Summe	1967,067	1199,914	1947,395

Tabelle 6.2: Vergleich Strommix der Stadtwerke Stendal GmbH und Deutschland (Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH)

Energieträger	Gesamtstromlieferung Stadtwerke Stendal GmbH Erzeugungsanteil	Vergleichswert: Stromerzeugung in Deutschland Erzeugungsanteil
Kernenergie	6,40%	24,50%
Kohle	15,10%	42,50%
Erdgas	50,10%	11,70%
sonst. Fossile Energieträger	4,20%	3,30%
Erneuerbare Energien (nach EEG)	19,80%	14,90%
sonst. Erneuerbare Energien	4,40%	3,10%
Umweltwirkungen		
CO2-Emission g/kWh	292	494
radioaktiver Abfall g/kWh	0,0002	0,0007

bindung mit einer Anpassung des Nutzerverhaltens, technischen Änderungen im Bereich der Heizsysteme und Objektstilllegungen wurde der Wärmeverbrauch erheblich reduziert. So konnte bspw. der Verbrauch von Fernwärme im Zeitraum von 1997 bis 2011 um 54 % auf 4,397 GWh/a gesenkt werden. Eine detaillierte Gesamtübersicht ist im Energiebericht der Stadtverwaltung enthalten (siehe Kap. 5.4, S. 208).

Die vorstehend beschriebene Entwicklung ist zum großen Teil dem Vorhandensein eines Energiemanagements und dem positiven Wirken der Energiebeauftragten der Hansestadt Stendal geschuldet. Zu den Aufgaben zählen u. a. die Erfassung der Verbrauchswerte für die eigenen Liegenschaften, die Erarbeitung und teilweise Umsetzung von Vorschlägen zur Verbrauchsreduzierung und die regelmäßige Berichterstattung. Die Ausweitung des Zuständigkeitsbereiches auf die neu hinzugekommenen Ortsteile bietet weiteres Reduktionspotenzial.

Trotz zunehmender Technisierung in den Objekten der Kommune wurde der Stromverbrauch im Bereich der „Kernstadt" im Zeitraum 1998 bis 2011 um 27 % auf 1,644 GWh/a reduziert. Auch hier ist klar die Wirksamkeit des Energiemanagements bzw. der Einfluss der Energiebeauftragten zu erkennen.

Zu den bereits realisierten kommunalen Maßnahmen mit positiver Klimawirkung zählt auch die energetische Nutzung der Klärschlämme aus der Abwasserbehandlung. Das im städtischen Eigentum befindliche Klärwerk der Hansestadt verfügt zur Zeit über eine installierte elektrische BHKW-Leistung von 210 kW. Hiermit werden etwa 1,6 MWh Strom pro Jahr erzeugt, welcher der Deckung des Eigenbedarfs dient. Eine verbesserte Wärmenutzung und die Erhöhung der Eigenversorgung mit Elektroenergie werden angestrebt.

Tabelle 6.3: Grad der baulichen Sanierung im Wohngebäudebestand Im Stadtgebiet 2010 (Quelle: Stadtverwaltung Hansestadt Stendal)

Gebiet	WE - Gesamt	WE - unsaniert	WE - teilsaniert	WE - saniert
Siedlung	650	42	134	474
Südost	51	9	22	20
Villenviertel	861	22	74	765
Bürgerpark	88	7	3	15
Stadtsee	7.846	2.008	3.107	2.731
Staffelde/Arnim	130	4	61	65
Ost	1.320	59	320	941
Süd	639	219	342	78
Jarchau	207	-	40	167
Buchholz	89	7	23	59
Wahrburg	489	21	158	310
Röxe	941	82	163	696
Bahnhofsvorstadt	2.782	203	456	2.123
Nord	2.576	113	387	2.076
Borstel	253	4	74	175
Altstadt	2.497	237	390	1.870
Bindfelde	97	-	43	54
Gesamtstadt Stendal (ohne Eingemeindungen ab 2009)	21.516	3.100	5.797	12.619
Prozent	100,00	14,41	26,94	58,65

Gebäudebestand allgemein Der bauliche Zustand des Gebäudebestandes kann als Indikator für den Energiebedarf gewertet werden. Hier sind nach 1990 umfängliche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden. Auch wenn die primäre Motivation nicht vorrangig auf energetische Effekte ausgelegt war, ist davon auszugehen, dass im Ergebnis eine deutliche Verbesserung der energetischen Standards eintrat. Eine Betrachtung des Wohngebäudebestandes im Stadtgebiet von 2010 belegt bspw., dass etwa 59 % der Gebäude bereits vollständig saniert sind. Lediglich etwa 15 % des Gebäudebestandes sind gänzlich unsaniert. Einen Überblick gibt Tab. 6.3.

Aussagen zum gesamten Untersuchungsgebiet können aufgrund fehlender Primärdaten nicht gemacht werden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Sanierungsgrad in den neu hinzu gekommenen Ortschaften aufgrund des höheren Eigentumsanteils im Gebäudebestand mindestens genauso hoch ist.

Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien (EE-Anlagen) Ein wesentlicher Baustein bei der Reduzierung der CO_2-Emissionen ist die Nutzung regenerativer Energiequellen. Die zur Zeit im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal erzeugte regenerative Energiemenge beträgt etwa 20 GWh/a. Hiervon entfallen etwa 9,2 GWh/a auf Strom. Die technische Infrastruktur besteht aus 175 Photovoltaikanlagen, 3 Biogasanlagen sowie diversen Biomassekleinfeuerungs-, Solarthermie- und Wärmepumpenanlagen. Der Bestand an Photovoltaik- und Biogasanlagen ist in Tab. 8.3 (Anhang, S. 264) dargestellt. Eine vollständige Nutzung der ausgewiesenen Energiemengen vorausgesetzt, ist hiermit eine CO_2-Reduzierung von etwa 9.000 t jährlich verbunden.

Der verhältnismäßig geringe Anteil regenerativer Energie an der Deckung des gesamten Energiebedarfs im Stadtgebiet in Höhe von etwa 2 % steht im deutlichen Widerspruch zu den regionalen Werten. In der Altmark wird bilanziell bereits fast die Hälfte der benötigten Endenergie aus regenerativen Quellen erzeugt (Abb. 6.3). Hauptursache für diese Disproportion ist das vollständige Fehlen von Windenergieanlagen und die verhältnismäßig geringe Zahl an Biogasanlagen im Untersuchungsgebiet.

Informationsvermittlung und Bürgeraktivitäten Zukunftsfähige Strukturen der Energieversorgung und –nutzung lassen sich nur dann gestalten, wenn in allen Bereichen der Gesellschaft der Wille hierzu vorhanden ist. Dieses setzt eine breite Akzeptanz voraus, welche insbesondere durch eine umfassende Informationsbereitstellung erreicht wird. Hierauf aufbauend gestalten sich dann konkrete Aktivitäten.

In diesem Bereich besteht aus Sicht der Autoren Handlungsbedarf. Obwohl eine positive Grundhaltung in der Region zu erkennen ist, sind die entwickelten Aktivitäten im Untersuchungsgebiet eher durchschnittlich.

Ein positives Beispiel für eine wirksame Kombination von Informationsvermittlung und konkretem Handeln ist die jährlich in der Hansestadt Stendal stattfindende Messe „Altmark energie+umwelt". Eine Vielzahl von Unternehmen und Einrichtungen informieren hier u.a. über neue technische Entwicklungen, regionale Aktivitäten oder Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten in Bereichen alternative Energieerzeugung, Energieeinsparung und Erhöhung der Energieeffizienz. Träger dieser Messe sind der Landkreis und die Stadt Stendal.

Bürgerliches Engagement dokumentiert sich auch in

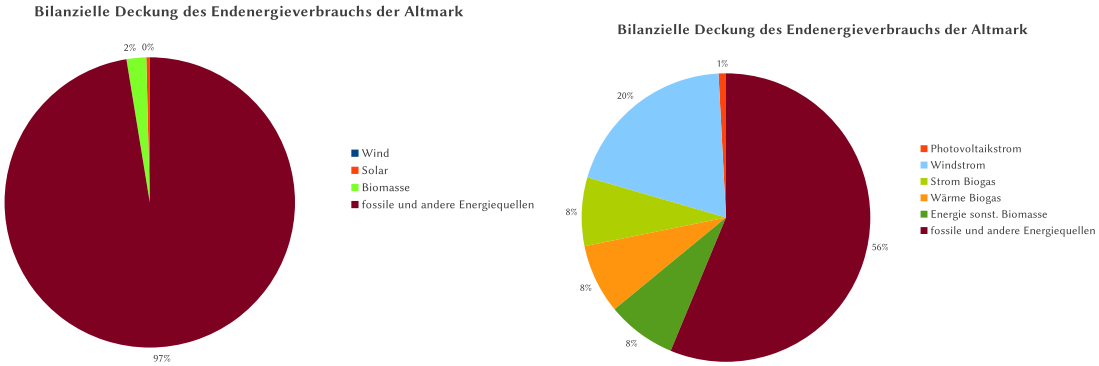


Abbildung 6.3: Bilanzielle Deckung des Energiebedarfs in der Hansestadt Stendal und in der Altmark.

der Energie-Genossenschaft Altmark eG. Initiiert durch die Volksbank Stendal eG. werden durch diese Genossenschaft alternative Energieprojekte entwickelt und umgesetzt. Hierdurch wird eine finanzielle Beteiligung aller Interessierten an regionalen Energievorhaben möglich.

Großverbraucher und Wirtschaftsunternehmen
Vor allem im Bereich Wirtschaft hat die aus dem Energieverbrauch entstehende Kostenbelastung erhebliche Bedeutung. Der Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen bewirkt, dass Möglichkeiten der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung umfänglich genutzt werden.

Einer der größten Verbraucher in diesem Segment ist die Milchwerke Mittelelbe GmbH. Im Berichtszeitraum wird für diese ein Strom- und Wärmeverbrauch in Höhe von 128,5 GWh/a ausgewiesen. Zwischenzeitlich wurde im Rahmen einer Produktionserweiterung ein eigenes Blockheizkraftwerk errichtet. Neben einer wesentlich günstigeren Kostenstruktur konnte hierdurch eine Reduzierung der CO_2-Emission von etwa 13.300 t/a erreicht werden. Der durch die Produktionserweiterung bedingte Anstieg des Energieverbrauchs auf etwa 200 GWh/a verstärkt diesen Effekt auf etwa 22.500 t CO_2-Einsparung pro Jahr.

Erhebliche Reduzierungen im Energieverbrauch wurden auch im Bereich der Wohnungswirtschaft realisiert. Auch wenn die Motivation eher im Rückgang der Bevölkerung und dem daraus resultierenden Wohnungsleerstand resultiert, führte der umfänglich Rückbau von Wohnungen zu erheblichen Verringerungen des Energieverbrauchs.

Die vorstehenden Aktivitäten stellen lediglich einen kleinen Ausschnitt realisierter Maßnahmen dar. Zusammenfassend wird festgestellt, dass im Vergleich zum Bezugsjahr 1990 bereits eine Vielzahl zielführender Maßnahmen durchgeführt wurde, die zur Reduzierung sowohl des Energieverbrauchs als auch der CO_2-Emissionen geführt haben.

6.4.2 Aktuelle und künftige Maßnahmen der Energieversorgung und des Klimaschutzes

Kurz- und mittelfristige Maßnahmen müssen primär auf die Bereiche gerichtet sein, in denen mit geringem finanziellem Aufwand Einsparungseffekte erzielt werden können. Besondere Bedeutung haben hierbei die Sensibilisierung der Verbraucher und die damit verbundene Änderung des Nutzerverhaltens sowie die Bereitschaft zum aktiven Handeln. Parallel dazu wird auf investive Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs orientiert. Aktivitäten zur Substituierung fossiler Energieträger durch regenerative Energien sollten auf tatsächliche regionale/ lokale Energiekreisläufe und auf die Sicherung von Standorten für die „Methanisierung" fokussiert werden.

Diese Herangehensweise wird einerseits dem Umstand gerecht, dass die verfügbare Liquidität im Untersuchungsraum begrenzt ist. Andererseits ist so gewährleistet, dass die Aktivitäten auf Bereiche gerichtet werden, die kaum noch Steigerungen im Wirkungsgrad erwarten lassen. Hier ist insbesondere die Reduzierung des Wärmeverbrauchs im Gebäudebestand zu nennen.

Ausschlaggebende Motivation für kurz- und mittelfristige Energie- und Klimaschutzaktivitäten ist eine möglichst schnelle Kostenreduktion, d.h. das Erreichen wirtschaftlicher Effekte. Die Verringerung der Kostenbelastung ist einerseits dringend erforderlich, um ausreichende Liquidität für langfristige Maßnahmen zu generieren. Andererseits kann die steigende Kostenbelastung für Haushalte, Unternehmen und Einrichtungen kompensiert werden. Als Zeitrahmen für die Umsetzung von kurz- und mittelfristige Maßnahmen wird ein Zeitraum bis 2020 angesetzt.

Langfristige Maßnahmen, d. h. Aktivitäten, die vorrangig ab 2020 durchzuführen sind, sollten insbesondere auf die Schaffung der erforderlichen Energieerzeugungs- und Methanisierungskapazität ausgerichtet sein. Da u.a. bedingt durch die noch erforderliche Technologieentwicklung konkrete Planungen hierfür kaum möglich sind, ist eine detaillierte Projektentwicklung zur Zeit noch nicht zielführend. Daher sollte vorerst die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen im Vordergrund stehen.

Unter Einbeziehung verschiedener Akteure wurden im Rahmen der Bearbeitung Einzelprojekte konzipiert. Diese befinden sich sowohl in Vorbereitung als auch teilweise bereits in Umsetzung. Ergänzend hierzu werden durch die Autoren Projektvorschläge dargestellt, deren Aufgreifen durch die lokalen Akteure für die Erreichung der Klimaschutzziele förderlich sein kann.

Im Nachfolgenden werden konkrete Maßnahmen dargestellt. Diese sind in fünf Gruppen geordnet, die verschiedene inhaltliche Zielstellungen verfolgen. Überschneidungen sind hierbei möglich. Die Aufstellung stellt nur eine Auswahl von Einzelvorhaben dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es ist davon auszugehen, dass neben den dargestellten Maßnahmen weiter Vorhaben existieren, die im Rahmen der Bearbeitung nicht bekannt wurden. Die Reihenfolge stellt keine Wertung dar. Es wird empfohlen, jährlich einen Arbeitsplan zu erstellen, in dem auf aktuelle Entwicklungen eingegangen werden kann und so realistische Maßnahmen in die Umsetzung kommen.

6.4.2.1 Maßnahmen zur Sensibilisierung der Verbraucher

6.4.2.1.1 Energieagentur Stendal Ausgehend davon, dass die Ausgestaltung der Energiewende sowohl in der Hansestadt Stendal als auch im Landkreis Stendal einer geeigneten Managementstruktur bedarf, ist die Bildung der „Energieagentur Stendal" zum 01.01.2013 geplant. Diese ist als gemeinschaftliche Einrichtung der Stadt und des Landkreises Stendal konzipiert. Um die Verknüpfung zur Planungsregion zu gewährleisten, wird die Energieagentur Stendal in Kooperation mit der der Energieagentur des Altmarkkreises Salzwedel die „Regionale Energieagentur Altmark" bilden.

Aufgrund der bereits vorhandenen fachlichen Kompetenzen wird der IGZ BIC Altmark GmbH, deren Träger die Stadt und der Landkreis Stendal sind, diese Aufgabe als neues Geschäftsfeld übertragen. Die Finanzierung erfolgt im Rahmen der Grundfinanzierung des Technologiezentrums über die Gesellschafter.

Neben der Sensibilisierung der Verbraucher sind durch diese Energieagentur weitere Leistungsbereiche im Themenfeld „Energie und Klimaschutz" abzudecken. Hierzu zählen u. a. die Koordinierung der bereits vorhandenen Aktivitäten in einem Netzwerk, die Erfassung von Basisdaten, die Erarbeitung lokaler Energie- und Klimaschutzstrategien, die Initiierung und Begleitung von Einzelvorhaben, Beratungsleistungen, Informationsvermittlung und die Verknüpfung zur Landesebene. Übergeordnete Zielstellung sind die sinnvolle Einbindung regionaler Energieressourcen in die Energieversorgung der Region und die Entwicklung zukunftsfähiger Strukturen der Energienutzung.

6.4.2.1.2 Bürgerberatung Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt Die Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt e. V. unterhält in Stendal eine Beratungsstelle. Diese bietet u. a. Energieberatungen an. Die Praxis zeigt, dass dieses Angebot nur in geringem Umfang in Anspruch genommen wird.

Ziel des Vorhabens ist die deutliche Ausweitung des Beratungsumfangs. Hierzu wird eine umfangreiche Palette an Einzelleistungen rund um das Thema Energie beginnend bei allgemeinen Beratungsgesprächen über Fachvorträge bis zur Detailberatung vor Ort angeboten. Erfahrungen der Verbraucherzentrale zeigen, dass im Ergebnis Einsparungen bis zu 50 % möglich sind.

Um die Inanspruchnahme dieser ohnehin bereits sehr preisgünstig angebotenen Leistung deutlich zu verstärken, müssen die Verbraucher informiert und sensibilisiert werden. Hierzu wird eine Werbekampagne durchgeführt. Zusätzlich soll der geringe Unkostenbeitrag für eine bestimmte Anzahl von Beratungen durch die Stadt übernommen werden.

6.4.2.2 Maßnahmen zur Reduzierung/ Optimierung des Energieverbrauchs

LED-Straßenbeleuchtung Im Blickwinkel steigender Energiepreise belasten die Betriebskosten von ineffizienten Straßenbeleuchtungsanlagen den Haushalt der Hansestadt Stendal nicht unerheblich. Auch die Wartungsanfälligkeit veralteter Anlagen erhöht zunehmend die Betriebskosten. Hiermit verbunden sind erhebliche Umweltbelastungen durch hohe CO_2-Emission von Altanlagen.

Unter Nutzung von Fördermittel der Nationalen Klimaschutzinitiative / „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen" sollen im Wohngebiet Stadtsee 38 und im Stadtteil Röxe 21 herkömmliche Lampen gegen LED-Leuchten ausgetauscht werden. Die Erfahrungen aus diesem Projekt bilden die Basis für die weitere Umgestaltung der Straßenbeleuchtung in der Hansestadt Stendal.

Das Vorhaben befindet sich in der Umsetzungsphase und soll Ende 2012 abgeschlossen sein. Diese Maßnahme reduziert den Stromverbrauch für die umgerüsteten Lichtpunkte und die damit verbundenen Kosten um etwa 37.000 kWh/ 7.400 € pro Jahr bzw. etwa 65 %. Die CO_2-Emissionen sinken sogar um etwa 70 % bzw. etwa 22 t/a.

6.4.2.2.1 Energetische Sanierung Grundschule Nord Bereits in Umsetzung befindet sich die Sanierung der Grundschule Nord. Diese Maßnahme umfasst die energetische Sanierung des Altbaubereiches und den Neubau eines Klassengebäudes. Unter Einhaltung der Vorgaben der EnEV 2009 wird eine grundhafte Sanierung des Bestandsgebäudes durchgeführt sowie eine Erweiterung durch einen Neubau durchgeführt.

Die erwarteten Gesamtinvestitionskosten in Höhe von etwa 4 Mio. € werden durch Fördermittel aus der EFRE-Förderung und Eigenmittel der Stadt gedeckt. Das Vorhaben soll Ende 2012 abgeschlossen werden.

6.4.2.2.2 Klärwerk Stendal Das Klärwerk Stendal benötigt für die verfahrenstechnische Umsetzung des Abwasseraufbereitungsprozesses erhebliche Mengen Energie. Insbesondere der Strombedarf ist erheblich. Mittelfrist soll der Energiebedarf eigenständig gedeckt werden.

Ein Teil der benötigten Energie wird bereits über die Verbrennung von Klärgas gewonnen. Es werden zur Zeit aber noch erhebliche Mengen an Strom zugekauft. Dieses soll durch zwei Einzelmaßnahmen künftig vermieden werden.

Ein kurzfristiges Vorhaben ist die Optimierung der Leit- und Steuerungstechnik. Hierzu wurde ein Ingenieurbüro mit der Analyse aller Einzelprozesse beauftragt. Zentrales Element der Anlagenoptimierung ist eine EDV- gestützte,

kontinuierliche Energie- und Datenanalyse. In Kombination mit einer Modernisierung technischer Komponenten im Steuerungssystem werden hierdurch etwa 20 % Energieeinsparung erreicht. Die Finanzierung erfolgt durch die Abwassergesellschaft. Die Wirtschaftlichkeit stellt sich über die Energiekostenreduzierung.

Ein weiteres Vorhaben besteht in der Nutzung regenerativer Energiequellen am Standort. Hierzu werden verschiedene Möglichkeiten geprüft. Grundsätzlich ist die Errichtung einer Solaranlage, der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen oder die Nutzung der abgepressten Klärschlämme denkbar. Die Verwertung von Klärschlamm bspw. in einer PYREG-Anlage hätte den zusätzlichen Vorteil, die derzeitigen Entsorgungskosten deutlich zu senken.

6.4.2.2.3 Sanierung von Kindertagesstätten und Schulen über das STARK III-Programm Im Stadtgebiet befinden sich diverse Kindereinrichtungen und Schulen. In einem Auswahlverfahren wurden drei Einrichtungen für die Förderung im Rahmen des Innovations- und Investitionsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Nutzung Erneuerbarer Energien und zum Klimaschutz in Kindertagesstätten und Schulen vorgesehen. Diese sind:

- Kindertagesstätte „Nordspatzen" Stendal (Träger: Hansestadt Stendal)
- Grundschule „Petrikirchhof" Stendal (Träger: Hansestadt Stendal)
- Sekundarschule „Diesterweg" Stendal (Träger: Landkreis Stendal)

Hintergrund: Das Land Sachsen-Anhalt fördert mit dem Programm STARK III und mit Hilfe von Fördermitteln der EU die flächendeckende energetische Sanierung von Kindertagesstätten und Schulen sowie die Verbesserung von deren informationstechnischer Ausstattung. Mit dieser Förderung soll sichergestellt werden, dass die Räumlichkeiten und Außenanlagen der Gebäude im Rahmen der Daseinsvorsorge des Landes die vielfältigen Aufgaben von Kindertageseinrichtungen und gute Lernvoraussetzungen in den Schulen dauerhaft und hochwertig gewährleisten können.

Die Förderung setzt voraus, dass unter Berücksichtigung der längerfristigen demografischen Entwicklung der jeweiligen Region die nachhaltige Bestandssicherheit der Einrichtungen bis 2029/ 2030 gegeben und die Einrichtungen stark sanierungsbedürftig sind. Im Ergebnis der Förderung sollen besonders hohe Effekte in Bezug auf die Energieeinsparung und die Nutzung emissionsarmer Versorgungstechniken erreicht werden, die zu einer deutlichen Energiekosteneinsparung und damit zu einer spürbaren Entlastung der öffentlichen Haushalte bei den Gemeinden, Verbandsgemeinden, Landkreisen, kreisfreien Städten und freien Trägern führen.

Des Weiteren beabsichtigt die Landesregierung Sachsen-Anhalt mit der Förderung von Modellvorhaben das energetisch-umwelttechnische Innovationspotenzial des Landes zu stärken, Forschungseinrichtungen in die Investitionen einzubinden, die Kontakt- und Kommunikationsstrukturen zwischen Forschung und Wirtschaft auf regionaler Ebene auszubauen und entsprechend innovative Produkte zu kreieren.

Das Förderprogramm wird in einer ersten Phase (bei aktuell 507 Projektvoranmeldungen) ein Volumen von etwa 150 Mio. Euro umfassen und ist am 11.05.2012 mit der Abgabe der Prioritätenlisten und Projektvoranmeldungen der Landkreise, kreisfreien Städte und freien Träger gestartet. Die jeweiligen Investitionen sind in der laufenden EU-Förderperiode bis zum 31.12.2014 abzuschließen. Mit Beginn der nächsten EU-Förderperiode 2014- 2020 soll das Förderprogramm STARK III inhaltlich vertieft fortgeführt und deutlich ausgeweitet werden und wird einen Gesamtumfang von etwa 600 Mio. € erreichen.

Für die o.g. Projekte liegen bereits Förderwürdigkeitszusagen des Ministers der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt vor, so dass mit der Umsetzung der Projekte mit Investitionsvolumina von 1,11 / 1,86 / 3,12 Mio. € bis zum 31.12 2014 gerechnet werden kann.

Projektdatenblätter

- Kindertagesstätte „Nordspatzen" Stendal (Hansestadt Stendal)

  Baujahr: um 1978; Vollgeschosse: 3; Kompaktheit: 0,48 m-1; Bauweise: Leichter Montagegeschossbau mit Beton-Kassettendecken; Nutzer: 195; Ölheizung (Ölkessel 190 kW) mit solarer Brauchwassererwärmung (30 kW); Verbräuche Heizung / Warmwasser / Strom: 143 / 171 / 9 kWh/ m^2 ·a.

  Vorgesehene Baumaßnahmen:

  - ▷ Umstellung von Heizöl- auf Erdgasversorgung, Kompletterneuerung der Heizungsanlage, Wiedereinbindung der vorhandenen Solaranlage
  - ▷ Kompletterneuerung der Elektro-/ Beleuchtungsanlage
  - ▷ Bereichsweiser Einbau von Lüftungs-/ Wärmerückgewinnungsanlagen
  - ▷ Erweiterung der Wärmedämmung an den Außenbauteilen
  - ▷ Erneuerung der Fenster und Außentüren
  - ▷ Geplanter Sanierungsstandard: Energieeffizienzhaus KfW 85 / ggf. Passivhaus
  - ▷ Bauzeit: 2013/14
  - ▷ Investitionssumme Kostenschätzung DIN 276: 1.110.450,00 €

- Grundschule „Petrikirchhof" Stendal (Hansestadt Stendal)

  Baujahr: um 1900 (Denkmal); Vollgeschosse: 3; Kompaktheit: 0,4 m-1; Bauweise: Ziegelmauerwerk mit Holzbalkendecken, Kehlbalkendach und

Betondachstein-/ Keramikdeckung; Nutzer: 147; Erdgasheizung (Gaskessel 170 kW) mit zentraler Brauchwassererwärmung; Verbräuche Heizung / Warmwasser / Strom: 228 / 137 / 26 kWh/ m^2 ·a.

Vorgesehene Baumaßnahmen:

- ▷ Kompletterneuerung der Heizungsanlage
- ▷ Kompletterneuerung der Elektro-/ Beleuchtungsanlage
- ▷ Einbau einer Lüftungs-/ Wärmerückgewinnungsanlage
- ▷ Wärmedämmung aller Außenbauteile
- ▷ Geplanter Sanierungsstandard: Energieeffizienzhaus KfW 85
- ▷ Bauzeit: 2013/14
- ▷ Investitionssumme Kostenschätzung DIN 276: 1.798.950,00 €

- Sekundarschule „Diesterweg" Stendal (Landkreis Stendal)

  Baujahr: 1889/ Erweiterung 1920 (Denkmal); Vollgeschosse: 5; Kompaktheit: 0,26 m-1; Bauweise: Feldstein-/ Ziegelsichtmauerwerk, preußische Kappen, Holzbalkenabbund, Keramikdeckung; Nutzer: 344; Erdgasheizung (2 Gaskessel je 165 kW) mit dezentraler Brauchwassererwärmung (Durchlauferhitzer); Verbräuche Heizung / Strom: 75 / 13 kW/ m^2 ·a.

  Vorgesehene Baumaßnahmen:

  - ▷ Kompletterneuerung der Heizungsanlage
  - ▷ Kompletterneuerung der Elektro-/ Beleuchtungsanlage
  - ▷ Einbau einer Lüftungs-/ Wärmerückgewinnungsanlage
  - ▷ Luftkühlung mittels Erdkollektoren
  - ▷ Wärmedämmung aller Außenbauteile
  - ▷ Erneuerung der Fenster und Außentüren
  - ▷ Bauwerkstrockenlegung/ Dachstuhlsanierung/-ausbau/ Einbau Personenaufzug
  - ▷ Geplanter Sanierungsstandard: Energieeffizienzhaus KfW 85
  - ▷ Bauzeit: 2013/14
  - ▷ Investitionssumme Kostenschätzung DIN 276: 2.9000.000,00 €

6.4.2.2.4 Leitfaden Entscheidungshilfe Im Rahmen der Recherchen zum Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept trat ein Hemmnis besonders hervor. Insbesondere Gebäudeeigentümer wissen oft nicht, welche Maßnahmen sie ergreifen sollen, um speziell den Wärmeverbrauch wirtschaftlich sinnvoll zu reduzieren. Hinzu kommt, dass bereits erhebliche Investitionen in die Sanierung des Gebäudebestands – allerdings nicht Energie orientiert – vorgenommen wurden und damit kaum Bereitschaft besteht, erneut aktiv zu werden (z. B. Austausch von zweifach durch dreifach verglaste Fenster). Weiterhin gestaltet sich die energetische Sanierung im Altbaubereich teilweise schwierig.

Es ist dringend erforderlich, das einfache Entscheidungshilfen zur ökonomischen Bewertung von Einzelmaßnahmen, zu technischen Lösung im Altbaubestand oder zu preiswerten „Nachrüstungen" an bereits sanierten Gebäudeteilen aufbereitet und abgebildet werden. Dieses muss durch die Entwicklung neuer, einfacher, kostengünstiger Verfahren bzw. Bauelemente begleitet werden, die dann wieder in die Entscheidungshilfe einfließen müssen.

Für die Erstellung eines Leitfadens „Entscheidungshilfe" sollte kurzfristig ein Projektträger gefunden werden, der diesen in Auftrag gibt sowie anschließend für dessen Verbreitung und ggf. Anwendung sorgt.

Neben Maßnahmen die bereits sehr klar beschrieben werden können, sollen an dieser Stelle auch Vorhaben dargestellt werden, die für die Erreichung der Zielsetzung dieses Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes förderlich sein können, jedoch noch nicht untersetzt sind. Hierzu zählen sowohl das vorstehend dargestellte Projekt „Leitfaden" als auch weitere mögliche Maßnahmen, die beispielhaft am nachstehenden Projekt ausführlich beschrieben werden.

6.4.2.2.5 Greentech-Gewerbepark Stendal Süd (Konzept und Strukturmodell) Neben der energetischen Biomasse- und Ressourcennutzung gewinnt die stoffliche Verwertung nachwachsender Rohstoffe zusehends an Bedeutung und könnte diese mit der Erzeugung von synthetischem Methan aus Erneuerbaren Energien in industriellem Maßstab (Windkraft-/ PV- Überschüsse) umfänglich ablösen – nicht nur die atomaren/ fossilen Energieträger sind in einem überschaubaren Zeitraum zu substituieren, sondern auch die Petrolchemie. Zudem wird die Produktion von Nahrungsgütern wieder verstärkt auf heimischen Flächen stattfinden. Umso mehr wird eine systematische Ressourcen- und Flächensicherung für die kommunale Energieversorgung und die sich entwickelnden stofflichen Nutzungen bereits sehr frühzeitig erfolgen müssen (eingetretene Flächen- und Ressourcenkonkurrenzen). Hierfür wird die Initiierung, Planung und schrittweise Umsetzung des o. g. Greentech-Gewerbeparks als komplexer und der gewerblichen Problemlage in Stendal adäquater Lösungsansatz vorgeschlagen.

Während der klassische Fall biomassebasierter regionaler Wertschöpfung bei der Ressourcensicherung für die energetische Nutzung ansetzt und erst nach der Realisierung der energetischen Nutzungsstrukturen z.B. über die die Verfügbarkeit preiswerter Wärme aus der EEG- Verstromung/ aus jahreszeitlich bedingten Wärmeüberschüssen stofflich basierte und synergetisch wirkende Gewerbe-Ansiedlungen ermöglicht (Güssing/A: Auskopplung von Vergasungs-/ BHKW- Überschusswärme für die Parketthholztrocknung - Parkettverschnittholz für die Holzvergasung, Neustrelitz: Auskopplung von Wärme aus der Verbrennung/ EEG- Verstromung von Holzhackschnitzeln für die Gewächshausproduktion – Pflanzenreste für die Biomassevergärung, Wolterdingen: Auskopplung von BHKW-

Wärme für eine Aquakultur – Fischgülle für die Biogasanlage u. a. m.) soll die Entwicklung des Greentech-Gewerbeparks Stendal-Süd entgegengesetzt verlaufen:

Über die verfügbaren und langfristig gesicherten Biomassen und andere regenerative Ressourcen werden stoffliche Nutzungen sowie darauf basierende Produktionen gewerblich angesiedelt und energetisch regenerativ versorgt. Wobei synergetische Verknüpfungen sowohl der stofflichen Nutzungen (Produktionen untereinander) als auch mit der energetischen Eigenversorgung ermöglicht werden (Gewährung gegenseitiger geldwerter Vorteile) und auf die alle gewerblichen Ansiedlungen auszurichten sind (fokussierendes Alleinstellungsmerkmal des Parks). Kernstück des Greentech-Gewerbeparks ist ein Biomassehof, der für die Bereitstellung und Aufbereitung der benötigten Biomasse für den gesamten Gewerbepark und die Wandlung der energetischen Biomasse in die benötigte End-energie Sorge trägt.

Parallel dazu können durch die Versorgungswirtschaft von Stendal und ihre Partner der Erwerb von Flächen und/ oder die vertragliche Bindung von Energieträgeranbau im Sinne eines energetischen Landschaftsnetzwerkes erfolgen, der z.B. bei Kurzumtriebsplantagen häufig erst nach 4- 5 Jahren, bei Energiestauden erst nach 2- 3 Jahren ertragreiche Ernten ermöglicht. Gleichzeitig würden in dem überschaubaren Maßstab der regenerativenergetischen (und im Notfall konventionellen) Eigenversorgung des Greentech-Gewerbeparks Erfahrungen mit den Aufschluss-, Wandlungs- und Erzeugungstechnologien von Biostrom und -wärme sowie der Einbindung weiterer regenerativer Energien verfügbar, die dann „im Großen" auf die kommunale Energieversorgung zu übertragen wären. Bereits direkt verwertbare Erfahrungen für die schrittweise Entwicklung und den künftigen Betrieb des Greentech-Gewerbeparks Stendal-Süd liegen im Öko-Gewerbepark Hartberg/ A vor; die Moorbacher Energielandschaft im Hunsrück befindet sich zwischenzeitlich auf einem ähnlichen Weg.

Eine erste funktionale Strukturbeschreibung sieht aufbauend auf der Verwendung vorrangig von (zumeist kostspielig entsorgten) biogenen Rest- und Wertstoffen aus pflichtigen Aufgaben der öffentlichen Hand, Nebenprodukten der Land- und Forstwirtschaft sowie künftiger Anbaubiomasse auf Stadt- und Landschaftsbrachen/ Straßen- und Gewässerbegleitflächen u. ä. (Energetisches Landschaftsnetzwerk) ein 4-Stufen-Programm vor. Darin werden insgesamt 40 Gewerke vor allem der stofflich-energetischen Nutzung beschrieben, von denen 25 in internen Stoff-, Energie- und Wirtschaftskreisläufen kooperativ- kostensenkend verbunden sind und die perspektivisch z.T. noch über erhebliche Ausbaupotentiale verfügen (z. B. Bioraffinerien, Biowerkstoffe, Biokraftstoffe). Die möglichen Gesamtinvestitionen sind aktuell nur schwer abzuschätzen, könnten aber weit mehr als 70 Mio. € betragen, die jährlichen Wertschöpfungen mehr als 15 Mio. € und die benötigte Mitarbeiterzahl mehr als 130 (Phasen 1- 4: 15/ 30/ 40/ 50).

Voraussetzungen für das Gelingen eines derart innovativen und komplexen Vorhabens, das aufgrund seiner Ressourcen-, Technologie- und Produktstruktur zudem hochgradig verallgemeinerbar und damit breitenanwendungsfähig ist und den Einstieg in eine kohlenstoffemissionsfreie Produktionskultur ermöglicht, sind die Bindung eines starken und erfahrenen Partners im regenerativen energetisch-stofflichen Bereich (juwi- Gruppe), die (sicherlich erreichbare) Förderung auf EU-, Bundes- und/ oder Landesebene und das dezidierte Interesse der Stadtpolitik/ -verwaltung sowie der Unternehmerschaft in der Altmark.

- Ansatz 1: Substituierung der Erdgases durch die Herstellung biogener/ synthetischer Energiegase für die Energieversorgung
- Ansatz 2: parallele stoffliche Nutzung biogener Ressourcen bei regenerativer Deckung des eigenen Energie- und Wasserbedarfes; Sicherung von geldwerten Vorteilen für anzusiedelnde Unternehmen durch stofflich-energetische Kooperationen.
- Phase 1: Biomassehof und Pyrolyseanlage (Wärme, Strom, Biokohle) – Holzhackschnitzel/- trocknung; Brikettierung/ Pelletierung; Palaterra- Produktion; Energiepflanzenanzucht (Mutterpflanzen); extern Biomasseanbau, -ernte, -transport, Reststoffrückführung; Recyclinghof.
- Phase 2: Gemüse-/ Obst-/ Fischproduktion und Vergasungs-/ Vergärungsanlage (Wärme, Strom, Festbrennstoffe, flüssige Dünger) und Wasserkreislaufanlage – Gewächshausproduktion Obst/ Gemüse/ Fischfutter; Aquakulturproduktion Edelfische/ Garnelen; Algenproduktion; Flüssigdüngerproduktion; Nutzholztrocknung.
- Phase 3: Nahrungsgüter-/ Rohstoff-/ Werkstoffproduktion und Kälteanlage, extern Windkraft-/ PV-/ Methanisierungsanlage (Strom, Methan) – Salat-/ Tiefkühlkost-/ Konservenproduktion; Bioraffinerie; Kraftstoffproduktion; Dämm-/ Werkstoffproduktion; Wäscherei.
- Phase 4: Overhead, F+E, Ergänzungsfunktionen – Technologie- und Ressourcenforschung/ -entwicklung; Aus-/ Weiterbildung; Zucht Energie- und Ressourcenpflanzen; Naturmedizin/ -kosmetik; Biofood/ -catering/ -Gastronomie/ Wellnes; Erlebnispark; Gartenbau-/ Landschaftsgestaltung.

6.4.2.2.6 Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz

- Blockheizkraftwerk Uchtspringe

  In der Ortschaft Uchtspringe werden zzt. nebeneinander zwei Nahwärmenetze betrieben. Träger sind die kommunale Wohnungsgesellschaft sowie die SALUS gGmbH Fachklinikum Uchtspringe. Beide Nahwärmenetze sind bereits geraume Zeit in Betrieb und haben Sanierungsbedarf.

  Im Rahmen der Bearbeitung des Konzeptes wurde in Zusammenarbeit mit dem Ortsbürgermeister ein

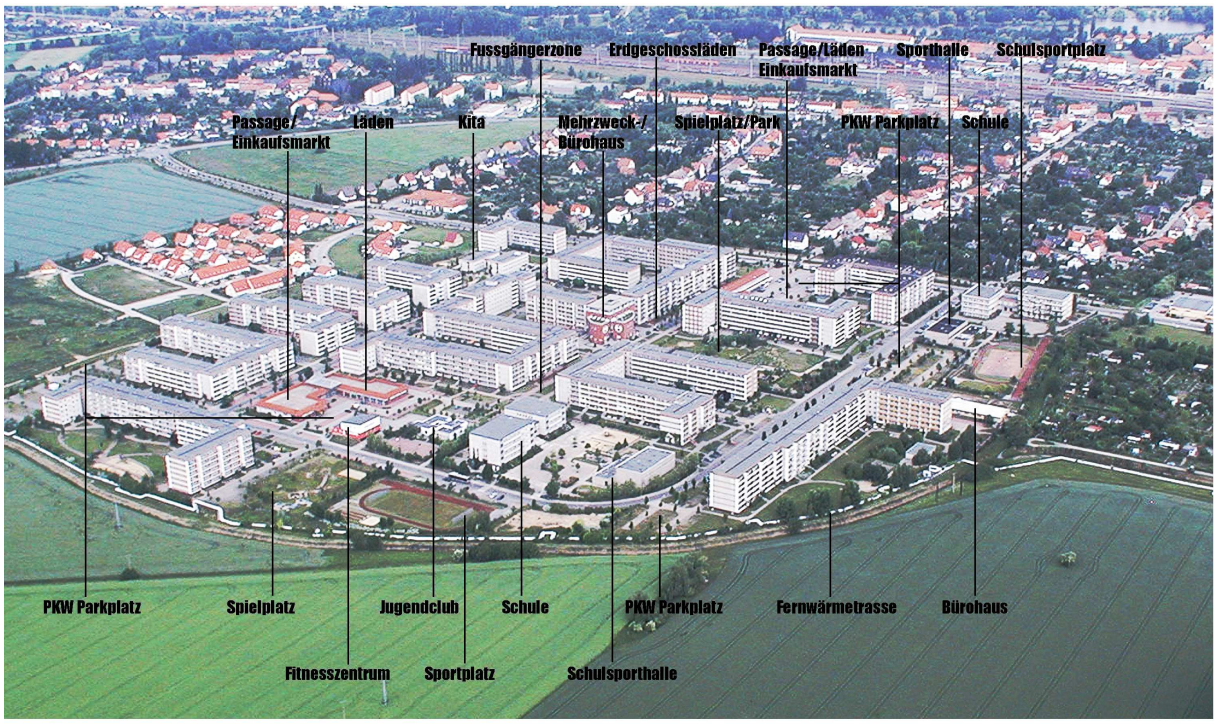


Abbildung 6.4: Zwischenzeitlich fast vollständig abgerissener Stadtteil Stendal-Süd als ehemaliger Wohnstandort für das nie in Betrieb gegangene Atomkraftwerk Altmark

Arbeitstreffen mit den Trägern der Netze und anderen lokalen Wärmenutzern durchgeführt, welche die Möglichkeit der Zusammenlegung der Netze und eine Erweiterung zum Inhalt hatte.

Ziel dieses Vorhabens ist die Erhöhung der Energieeffizienz im Netzbetrieb. Gleichzeitig soll die Wärmeerzeugung künftig in Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen. Die Stadtwerke Stendal würden künftig die Betreiberfunktion übernehmen können.

- „Mini-BHKW-Programm" Stadtwerke Stendal GmbH Die Stadtwerke Stendal GmbH haben in den zurück liegenden Jahren bereits mehrere Mini- und Micro-BHKW im Stadtgebiet errichtet. Im laufenden Jahr 2012 werden weiter fünf Mini-BHKW zugebaut. Insgesamt werden hierdurch etwa 110 t CO_2 jährlich eingespart.

  Um die Effekte der Kraft-Wärme-Kopplung verstärkt zu nutzen, ist der verstärkte Ausbau lokaler Insellösungen der Energieerzeugung im KWK-Betrieb sinnvoll. Insbesondere in Bereichen in denen keine Fernwärmeversorgung vorhanden oder nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben ist, sollen verstärkt Mini-BHKW zu Einsatz kommen.

  Als Investor und Betreiber würde die Stadtwerke Stendal GmbH auftreten. Um wirtschaftlich fundierte Entscheidungen treffen zu können, wäre jedoch ein Wärmekataster hilfreich. Dieses müsste kurzfristig für das gesamte Stadtgebiet erstellt werden.

6.4.2.2.7 Maßnahmen zur Nutzung regionaler Energiequellen

- Errichtung regenerativer Energieanlagen

  Einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der CO_2-Emissionen leisten Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien. Diese sind bislang im Untersuchungsraum noch unterdurchschnittlich vorhanden.

  Positive Effekte werden durch eine Reihe von Einzelvorhaben vor allem im Bereich der Errichtung von Photovoltaikanlagen erwartet. Neben gebäudegebundenen Kleinanlagen ist die Errichtung mehrere bodengebundener Solarparks in Vorbereitung bzw. Umsetzung. Leider entsteht der Eindruck, dass es mehrheitlich nicht primär um die bewusste Umgestaltung der Energieversorgung in Stendal sondern um Mitnahmeeffekt aus dem EEG geht.

  Konkrete Vorhaben sind bspw. der geplante Solarpark der Firma Spot Energy GmbH Demmin. Diese will am Standort Ziegeleiweg eine Erzeugungsleistung von 4,5 MW errichten. Ein weiteres Vorhaben ist der Solarpark der China Solar GmbH Eschborn. Am Standort des ehemaligen Heizwerkes an der Tangermünder Straße entsteht eine Solaranlage mit einer Leistung von 1,8 MW. Der größte Solarpark im Stadtgebiet wird in der Ortslage Staats errichtet. Die IBC Solar Invest GmbH aus Bad Staffelstein baut auf 28 ha des ehemaligen Militärstandortes einen Solarpark mit einer Leistung von 13,5 MW. Diese drei Anlagen sollen zusammen künftig ca. 10.800 t CO_2-Emission vermeiden.

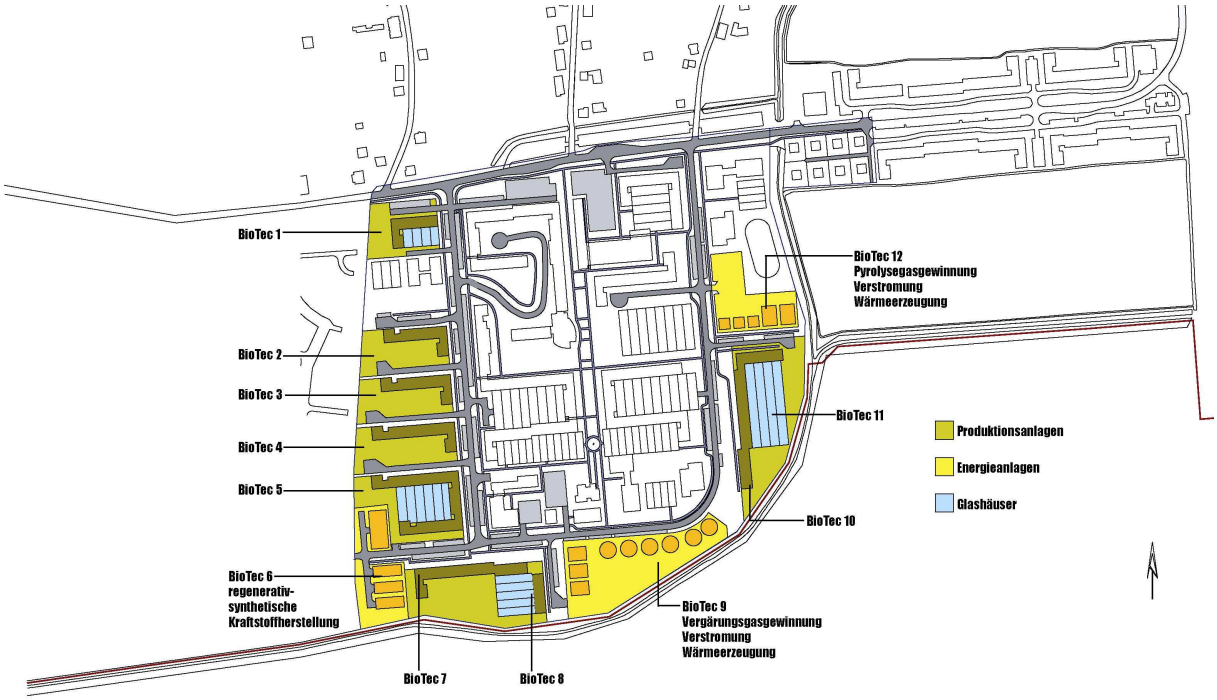


Abbildung 6.5: Struktur des biomassebasierten Gewerbegebietes

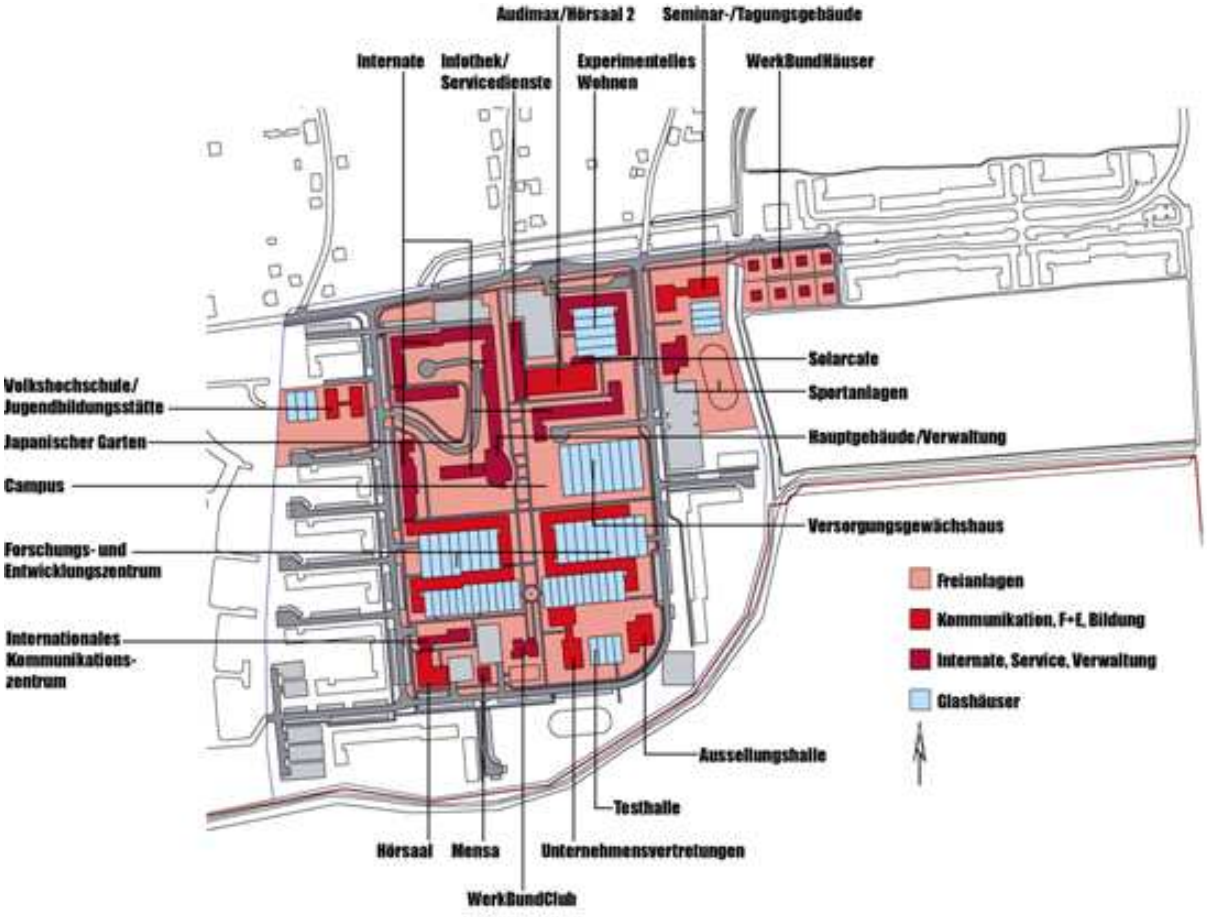


Abbildung 6.6: Bauliche Struktur der Praxisuniversität für Integrierte Ressourcenwirtschaft

Auch durch die Stadt selbst wurden verschiedene im Eigentum befindliche, brachliegende Standorte auf ihre Eignung zur solaren Nutzung geprüft. Im Ergebnis werden zur Zeit Planungen für den Standort „Schwellentränke" durchgeführt.

- Energetische Nutzung der Biotonne

  Wie bereits in Kap. 3.11 beschrieben, werden biogene Abfälle von Privathaushalten durch die Abfallentsorgungsgesellschaft des Landkreises erfasst und zur Zeit der Kompostierung zugeführt. Es ist vorgesehen ab dem Jahr 2016 die Reststoffe energetisch zu nutzen.

  Auf der Basis einer Studie über die Möglichkeiten der energetischen Verwertung wurde eine Analyse verschiedener Anlagenstandorte im Landkreis Stendal durchgeführt. Im Ergebnis wurden optimale Bedingungen für den Standort Stendal (Kernstadt) ausgewiesen.

  In Abstimmungsgesprächen mit verschiedenen Akteuren (z.B. Landkreis Stendal, ALS, Stadtverwaltung Stendal, potenzieller Investor, Wärmeabnehmer, Projektbüro Bioenergie) wurde die Errichtung einer Biogasanlage vorbereitet. Konkrete Planungen existieren noch nicht.

- Solares Dachflächenkataster

  Da seit kurzem die technischen Möglichkeiten bestehen, die Dachhaut von Gebäuden (also die wie auch immer gearteten Dachdeckungen) weitestgehend unabhängig von der Dachneigung, der Himmelsrichtung und möglicher Verschattungen durch kombinierte Photovoltaik-Solarthermie-Anlagen (hinterlüftete Dünnschicht-PV-Anlagen mit Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung) zu ersetzen, werden solare Dachflächenkataster zur Ermittlung der verfügbaren energetischen Potentiale in Städten, Stadtteilen, Baugruppen und für einzelne Gebäude immer interessanter.

  Da die Flugzeug gestützten Laserscanning-Verfahren sich zwar als sehr rationell, aber auch als teuer erwiesen haben und letztlich ohne eine Vor-Ort-Auswertung nicht auskommen, wurde an der Hochschule Lausitz gemeinsam mit der Stadtentwicklungsgesellschaft Hoyerswerda innerhalb der einer Bachelorarbeit ein einfacheres Verfahren zur Erhebung Baukörper genauer Potentiale entwickelt (Photovoltaische Nutzung von Gebäudeoberflächen der Hochbausubstanz in Hoyerswerda: Modellprojekt für den Freistaat Sachsen, Fanny Rudolf, 2011). Über in Städten in der Regel verfügbare Geoinformationssysteme und den Abgleich mit Stadtkarten sowie Vor-Ort-Aufnahmen ist es mit vergleichsweise geringen Kosten und dem Einsatz nicht gesondert qualifizierten Personals möglich, baukörpergenaue Planungsgrundlagen zu erstellen.

  Dieses Verfahren liegt auf Stendal angepasst vor, ist in seiner Darstellung aber zu umfangreich, um in dieses Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept Aufnahme finden zu können.

6.4.2.2.8 Schaffung von Rahmenbedingungen

- Standortsicherung

  Ausgehend von der in der Simulationsmatrix ermittelten Anzahl und Zusammensetzung der regenerativen Erzeugungsanlagen, sollte frühzeitig mit der Standortentwicklung begonnen werden. Hintergrund ist die begrenzte Verfügbarkeit von geeigneten Standorten in Kombination mit der starken EEG bedingten Nachfrage.

  Um die Zugriffsmöglichkeiten der Kommune und ihrer Akteure zu sichern, sollte eine Strategie entwickelt werden, wie diesen der Zugriff gesichert werden kann. Kernstück muss ein flexibeler Zeitrahmen sein, der sicherstellt, dass die Erzeugungsanlagen auch zu einem späteren Zeitpunkt errichtet werden können.

- Errichtung von Methanisierungsanlagen

  In direktem Zusammenhang mit der Standortsicherung steht die Vorbereitung der „Methanisierungsstruktur". Hierzu sind mögliche Standorte der Methanisierungsanlagen und deren Auslegung zu beschreiben.

  Hierzu sind die grundsätzlichen Anforderungen an die Standorte zu definieren. Darüber hinaus muss ein Konzept erarbeitet werden, welche technische Auslegung (Wandlungskapazität) jeweils sinnvoll ist. Von besonderer Bedeutung sind hier u. a. die Lage und die Kapazität von EE-Anlagen sowie die Struktur des Gasnetzes. Die konkrete Vorbereitung von Standorten für die Methanisierung kann erst erfolgen, wenn diese Technologie Praxisreife erreicht hat.

- Strategische Partner

  Da der Kapitalbedarf für die Umgestaltung der Energieversorgungsstruktur ggf. nicht vollständig durch die Akteure in der Kommune gedeckt werden kann, sollten strategische Partnerschaften geprüft werden.

  Hierzu ist eine Sichtung potenzieller Partner vorzunehmen. Diese sollten neben hinreichender Liquidität auch über notwendiges Know-how verfügen. Interessenkonflikte könne durch klare Definition der jeweiligen Aufgaben und des jeweiligen Nutzens für die Partner vermieden werden.

6.4.3 Mögliche Teilkonzepte

Im Ergebnis des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Hansestadt Stendal wird für Zeiträume ab 2012, 2025, 2035 und 2050 die Bearbeitung folgender Teilkonzepte vorgeschlagen:

- Machbarkeitsuntersuchung für ein „virtuelles" Kombinationskraftwerk im Zusammenwirken mit einem Biomassehof für den Umsetzungszeitraum 2015-2035,

- Machbarkeitsuntersuchung zur Erschließung nachhaltig verfügbarer Bioenergieträger der Ressourcenregion für die Beschickung des Biomassehofes Stendal für den Umsetzungszeitraum ab 2015,
- Machbarkeitsuntersuchung zur Nachnutzung des ehemaligen Wohngebietes Stendal-Süd als Green-Tech Energie- und Gewerbepark für den Umsetzungszeitraum ab 2015,
- Variantenuntersuchung zu den kurz-, mittel- und langfristigen technischen und ökonomischen Entwicklungsmöglichkeiten des BHKW Schillerstraße und des Fernwärmenetzes im Vergleich zu den stadtgebietsspezifischen Dezentralisierungsmöglichkeiten der Strom-/ Wärmeerzeugung/-versorgung und der dezentralen Stromnutzung für Raumheizung und Warmwasser für den Umsetzungszeitraum bis 2050,
- Machbarkeitsuntersuchung zur Bidirektionalität des regionalen Strom- und Gasnetzes und zur Wandlung von regenerativem Überschussstrom zu Energiegasen und deren Re-Verstromung in Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung für den Umsetzungszeitraum 2015-2035,
- Entwicklung/ Etablierung eines Modells zur Gewährleistung der Beteiligung der Bürger und Unternehmen der Stadt an der Umsetzung des Energieversorgungskonzeptes

Sollten die Empfehlungen des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Hansestadt Stendal vom Stadtrat und den Entwicklungsträgern (Stadtverwaltung, Stadtwerke, Wohnungsunternehmen u.a.) mitgetragen werden, könnte ab 2013 mit der Planung und Umsetzung folgender Projekte begonnen werden:

- Entwicklung von Windkraftkapazitäten unter Nutzung des EEG in der Hansestadt Stendal im Zeitraum 2012 bis 2035,
- Entwicklung von Photovoltaikkapazitäten in geeigneter Freiflächen- und Dachnutzung unter Nutzung des EEG im Zeitraum 2013- 2035,
- Entwicklung von Kapazitäten der Biogaserzeugung vorrangig aus biogenen Rest- und Wertstoffen unter Nutzung des EEG im Zeitraum 2013- 2035,
- Etablierung eines Energieeinspar-Contracting-Modells für ausgewählte Liegenschaften der Hansestadt Stendal im Zeitraum ab 2013.

6.4.3.1 Entwicklung der Stadtwerke Stendal GmbH zu einem regionalen Energie-, Ressourcen und Umweltdienstleister „novAmark"

Aus Gründen einer nachhaltigen, sicheren und bezahlbaren Energieversorgung in der Altmark ist die Entwicklung eines leistungsfähigen regionalen Energie-, Ressourcen- und Umweltdienstleisters unter Federführung des stärksten altmärkischen Stadtwerkes, der Stadtwerke Stendal GmbH, naheliegend. Eine vergleichbare Situation führte im Jahre 2001 zu der Fusion von sechs regionalen Stadtwerken zwischen Hochrhein und Nordschwarzwald zur heutigen badenova AG & Co.KG. Der Unterschied besteht darin, dass die Stadtwerke Stendal GmbH kein rein im Eigentum der Hansstadt Stendal befindliches kommunales Unternehmen ist, also deren nicht kommunale/ nicht regionale Gesellschafter, aber auch interessierte Kommunen aus der Altmark auf anderem Wege in eine Gesellschaftskonstruktion „novAmark" eingebunden werden müssten.

badenova Porträt „Das herkömmliche leitungsgebundene Erdgas- und Stromgeschäft ist dauerhaft rückläufig. Die Zukunft gehört den neuen, ökologischen Märkten. Hier erwarten die Menschen Lösungen. Der Umbau vom klassischen Energieversorger zum Energie- und Umweltdienstleister hat bei der badenova längst begonnen. Unsere Kunden erleben uns nicht mehr als Lieferanten von Energie, sondern immer mehr als Dienstleister mit Lösungen für ihre speziellen Energiethemen. Das ist die Zukunft der Energieversorgung – badenova ist schon mal vorausgegangen.

Regionale Solidarität, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und gemeinsames energiepolitisches Agieren – das waren 2001 die Hauptmotive, aus denen heraus Städte und Gemeinden zwischen Hochrhein und Nordschwarzwald badenova gegründet haben. Diese Kommunen waren Vorreiter. Sie haben ihre eigenen Stadtwerke eingebracht und damit das größte regionale Netzwerk im Südwesten geschaffen. Die Ziele der einzelnen Kommunen können so besser erfüllt werden".

„Die Gründung von badenova war die regionale Antwort auf die Liberalisierung des Energiemarktes. Die Region hat sich mit badenova ein Instrument geschaffen, um mit kommunal verankerter Energiepolitik den großen Konzernen Paroli zu bieten.

Für die Umwelt: Wir schaffen die Energiewende für alle und übernehmen ökologische Verantwortung. Auch, indem wir uns selber ökologisch verhalten. Für die Region: Wir sind kommunal verwurzelt und wollen es bleiben. Unser unternehmerisches Handeln orientiert sich an unserer gesellschaftlichen Verantwortung. Für den Markt: Wir erkennen und nutzen das Potenzial in ökologischen Märkten und machen Ökoprodukte wettbewerbsfähig. Dabei verbessern wir ständig Qualität und Kosteneffizienz." (badenova Porträt 12/ 2010)

„Wir beauftragen badenova, die Energiewende in ihrem Marktgebiet zu planen und praktisch einzuleiten sowie Schritt für Schritt entsprechende Kernkompetenzen und Geschäftsfelder in der eigenen Organisation herauszubilden." (Auszug aus dem „regionalen Auftrag", den der Aufsichtsrat und die Gesellschafterkommunen im November 2008 für badenova formuliert haben.)

„Mit dem Auftrag im Rücken hat badenova das Ziel einer „Energiewende für alle" formuliert. „Für alle" steht für den Anspruch, marktfähige, bezahlbare, nachhaltige und dauerhafte Lösungen zu entwickeln, die sich am Markt behaupten können. Eine solche „Energiewende für alle" kann nur ein kraftvolles Unternehmen schaffen, das seine ge-

samte Strategie auf die Entstehung neuer Energie-, Klima- und Umweltmärkte ausrichtet. … 54 Cent von jedem Euro, den badenova umsetzt, bleiben in der Region. … Als Impulsgeber in der Region fördert badenova innovative Projekte, Studien und Maßnahmen zum Klima- und Wasserschutz.... Der badenova-Innovationsfonds stellt hierfür 3% des Jahresgewinnes bereit. … Etwa 60% der bewilligten Projekte hatten Kommunen beantragt. … " (badenova Porträt 12/ 2010)

Das Modell „kompas" - Kommunale Partnerschaft (5/ 2010) „Das Modell kompas steht für kommunale Partnerschaft und sieht vor, dass jede Gemeinde, welche badenova eine Erdgas- oder Stromkonzession erteilt, Mitgesellschafter von badenova werden kann. Die Höhe der Gesellschaftsanteile bemisst sich nach der Größe des sich in der Gemeinde befindlichen Netzes. Die jeweilige Höhe wurde für alle Kommunen mit Hilfe eines Schlüssels ermittelt.

Das Modell kompas hat badenova zusammen mit Bürgermeistern aus der Region erarbeitet. Für Städte und Gemeinden, die aktiv an der kommunalen und regionalen Energiepolitik mitwirken und dies mit einer sicheren und zukunftsfähigen Rendite kombinieren wollen, ist kompas eine große Chance.

Auch für badenova selbst eröffnet das kompas-Modell völlig neue Perspektiven. Auf dem Weg zur ökologischen „Energiewende für alle" sind kommunale Partnerschaft und die gesellschaftliche Verankerung in der Region eine wichtige Voraussetzung"

Vorteile (Auszug, kompas Kommunale Partnerschaft 5/ 2010):

- „Gegenüber der Gründung eigener Stadtwerke ist die Beteiligung ab dem ersten Tag wirtschaftlich (Rendite ist größer als eine 100%ige Fremdfinanzierung)
- Keine Belastung des Investitionshaushalts, da sichere rentierliche Investitionen
- Gemeinde kann auf komplettes Know-how … zurückgreifen
- Erstellung eines Gesamtenergiekonzeptes für die Kommune (Masterplan) unter aktiver Beteiligung der Verwaltung, des Gemeinderats und der Bürger
- Erschließung und Ausbau des Potenzials der regenerativen Energien auf der Gemeindegemarkung …
- Beteiligung am Wertzuwachs von badenova
- Nutzung aller Förderprogramme und des Innovationsfonds von badenova"

Aus einem Anteilsverkauf 2010 stellte badenova 8% Gesellschaftsanteile für neue Anteilseigener zur Verfügung. Mit Stand vom 04.04.2011 sind badenova 43 weitere Kommunen als Gesellschafter beigetreten.

6.4.3.2 Windkraft als regionale Schlüsselenergie

Die Bedeutung und die örtlichen Potentiale der Windkraft sind bereits in Kap. 3.8.5 auf S. 119 dargelegt worden. Die Investition in regionale Windparks wird als Schlüsselenergie empfohlen, da hiermit relativ schnell und preiswert entsprechende Elektrizitätsmengen bereitgestellt werden können. Mit der absehbar verfügbaren Technologie der Methanisierung kann dann sowohl das Speicherproblem gelöst als auch die Versorgung des bestehenden Heizkraftwerkes in der Schillerstraße sowie des Gasnetzes direkt gesichert werden.

Die Stadtwerke könnten dabei als Motor der Entwicklung agieren. Je nach Unternehmensstrategie und Interessenlagen der Gesellschafter wäre ein Engagement sowohl im Bereich der Windkrafterzeugung und anschließender Wandlung als auch ausschließlich im Bereich der Methanisierung möglich. Vorteil wäre der direkte Einfluss auf die Preisgestaltung für den Energieträger Gas. Dieser Ansatz sollte geprüft werden.

Um in besonders hohem Maße die regionale Wertschöpfung zu steigern und langfristig zu sichern wird empfohlen, weitere lokale Akteure an diesen Projekten teilhaben zu lassen:

- Ein Teil der Bürger steht der Windkraft eher vorsichtig, ein Teil eher ablehnend gegenüber. Indem diese Projekte nicht von ortsfremden Investoren, sondern durch lokal agierende Unternehmen und Akteure durchgeführt werden, kann, wie bereits realisierte Projekte andernorts zeigen, die Zustimmung der meisten Bürger erreicht werden. Dazu sollten die Windkraftprojekte grundsätzlich für die Beteiligung der Bürger bereits ab relativ geringen Beträgen von 500 Euro geöffnet werden.
- Auch die Stadt Stendal selbst sollte sich zu ihrer Verantwortung für eine zukunftsfähige Energieversorgung der Stadt nach außen deutlich erkennbar positionieren. Über die Minderheitsbeteiligung an den Stadtwerken hinaus könnte dies mit Beteiligungen an regionalen Windparks, aber auch weiteren EE-Projekten, geschehen, ggf. über eine eigens zu gründende Tochtergesellschaft in 100%igem Besitz der Stadt. Bereits mittelfristig würden die finanziellen Rückläufe den städtischen Haushalt entlasten und neue Gestaltungsspielräume eröffnen.

6.4.3.3 Die energetisch-stoffliche Nutzung von Biomasse: Das Kombikraftwerk zur Herstellung und Verstromung biogener Energiegase

Vor- und Nachteile der Vergärung von Biomasse zu Biomethan Unter den regenerativen Energietechnologien ist die energetische Nutzung von Biomasse über die Biogaserzeugung- vor allem in den klassischen Vergärungsanlagen für Landwirtschaftsprodukte – vermutlich die mit dem geringsten Kostensenkungspotential. Egal ob über die Direktverstromung des Rohgases oder über die

Einspeisung als Biomethan ins Erdgasnetz wird sie vermutlich immer auf die Einspeisevergütungen des Erneuerbare Energien Gesetzes im Strombereich angewiesen bleiben. Der Grund dafür liegt zum einen in der Technologie – die an sich aerobe Hydrolyse und die anaerobe Methanisierung finden „klassisch" in einem Behältnis statt, was zu einem relativ niederkalorigen Gasgemisch mit hohem CO_2-Gehalt führt – zum anderen liegt er in der Sache der Natur: Energiepflanzen haben lange Wachstumsperioden, ihr Energiegehalt bleibt trotz großer zu bewältigender Volumen vergleichsweise gering. Der unstrittige Vorteil der energetischen Nutzung von Biomasse ist ihre Grund- und Spitzenlastfähigkeit über die bereits gespeichert vorliegende und somit nur noch zu wandelnde Sonnenenergie, während der zeitlich stark fluktuierende Strom aus Windkraft- oder Photovoltaikanlagen erst aufwändig gespeichert werden muss.

Andererseits sind die Energieträger Wind bzw. Sonne kostenlos verfügbar und können vergleichsweise einfach zu der Endenergie Strom gewandelt werden, während schon zur Erzeugung des Energieträgers Biogas ein in der Regel langwieriger und teurer Vorprozess stattfinden muss: der Anbau von Biomasse auf zudem nur begrenzt verfügbarer Fläche und zumeist in Monokulturen mit den entsprechenden Folgen. Darüber hinaus ist Biomasse in technischem Verständnis weder besonders leistungsstark noch ausgesprochen technikfreundlich: den Energieertrag von einem Hektar der ursprünglichen Nahrungsgüterpflanze Mais zu 1 gesetzt, würde bei demselben Hektar in Photovoltaik einen Ertrag $\times$ 20 bedeuten, in Windkraft x 80- 140 – wobei bei letzterem die Landwirtschaftsfläche weitgehend erhalten bleibt. Während der Wirkungsgrad oder die funktionalen Baugrößen von Silageplätzen und Biogasanlagen für die energetische Nutzung von Landwirtschaftsprodukten weitgehend ausgeschöpft sind, wird für die Photovoltaik eine Steigerung des Systemwirkungsgrades um 100% (von heute durchschnittlich 16-18% auf über 30%) für realistisch gehalten, Windkraftanlagen werden in ihrer Leistung von heute durchschnittlich 2- 2,5 MW absehbar auf über 10 MW hochgeschraubt.

Und: die energetisch genutzte Biomasse, die heute vorwiegend direkt zu Strom, Wärme und Kraftstoff umgewandelt wird, steht in Konkurrenz etwa zur Nahrungsgüterproduktion oder zur Herstellung von biochemischen Rohstoffen, die mittelfristig die Petrolchemie ablösen müssen. Auf Grund ihrer Flächenbasierung ist Biomasse eine knappe Ressource. Daher dürften künftig nachwachsende Rohstoffe wie z. B. Holz oder Pflanzenöle in einer Nutzungskaskade zunächst stofflich – also zur Herstellung von Produkten – genutzt werden. Erst nach einer Mehrfachnutzung stehen die Abfall- und Reststoffe für die Energiegewinnung bereit. So wird z. B. Holz zuerst stofflich in Form von Möbeln oder Bauholz verarbeitet werden, dann als Ausgangsmaterial für die Holzwerkstoffindustrie Verwendung finden und erst danach energetisch genutzt werden können.

Vorteile der Nutzung von biogenen Rest- und Wertstoffen (BioRW) für die Energiebereitstellung und die stoffliche Weiternutzung Beherzt man den Grundsatz „Nutze nur die Biomasse energetisch, die über keine anderen Nutzungsoptionen verfügt", öffnet sich das weite Feld der Nutzung von biogenen Rest- und Wertstoffen (BioRW) und der dafür z. T. bereits kommerziell verfügbaren energetisch-stofflichen Nutzungstechnologien. Denn biogene Gase weisen im Vergleich zu fossilen Energieträgern eine Reihe prinzipieller Vorteile auf:

- Der wesentliche Umweltvorteil der Biogastechnologien liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, u. a. Methan (CH_4), Lachgas (NO_2) und Kohlendioxid (CO_2). Freigesetzt wird an CO_2 nur die Menge, die vorher bereits durch die Pflanzen gebunden wurde (geschlossener CO_2 Kreislauf, wobei die für Anbau, Ernte und Verarbeitung benötigte Energie bei der Bilanzierung mit berücksichtigt werden muss).
- Aufgrund der Erzeugung des regenerativen Energieträgers Biogas durch die gezielte Zersetzung organischen Materials tragen Biogastechnologien zur Ressourcenschonung bei.
- Bei Einsatz von Gülle verbessert sich deren Wert durch die anaerobe Behandlung. Geruchs-Emissionen werden reduziert, da die geruchsintensiven Stoffe, wie beispielsweise flüchtige Fettsäuren oder Phenole stark abgebaut werden. Die Pump- und Fließfähigkeit nimmt durch die Homogenisierung zu. Dadurch wird eine gleichmäßigere und bessere Verteilung bei der Ausbringung erzielt.
- Biogasgülle hat eine bessere Düngewirkung als unvergorene Gülle, da sich durch die Mineralisierung das C/N-Verhältnis einengt und die Gülle pflanzenverträglicher wird. Sie lässt sich dann sogar als Kopfdünger während der Wachstumsphase einsetzen.
- Anstatt organische Reststoffe zumeist kostenaufwändig zu „entsorgen", wird Energie erzeugt und die weiter verfügbaren Nährstoffe werden zur Bodenverbesserung genutzt. Damit tragen die verschiedenen Biogastechniken dem Gedanken der umweltgerechten Kreislaufwirtschaft und der dezentralen Abfallverwertung Rechnung.
- Der Vergärungsprozess reduziert die Anzahl pathogener Keime (u. a. Coli-Bakterien und Salmonellen) und die Keimfähigkeit von Unkrautsamen.
- Die Wirtschaftsfähigkeit des ländlichen Raumes nimmt wieder zu.

Die klassische Vergärungstechnologie für Landwirtschaftsprodukte verlangt in der Regel genau einzuhaltende Rezepturen z. B. aus Anteilen von Mais- und Getreide-Ganzpflanzen, Gülle und Grasschnitt- ansonsten kippt die sensible Biologie der Anlagen (mit einigermaßen dramatischen Folgen) um. Diesen Rezepturerfordernissen können biogene Rest- und Wertstoffe generell nicht nachkommen: sie sind zu unterschiedlicher Art, zumeist inhomogen und oft mit Fremdstoffen belastet.

Entsprechend ihrer Struktur – holzartig, halmgutartig oder pastös – benötigen sie speziell darauf abgestimmte energetische Wandlungstechnologien zur Herstellung biogener Gase, die entsprechend der Verfügbarkeit auf kommunalen Biomasse- Sammelhöfen als Bio- Kombikraftwerke „alles, was anfällt" verarbeiten können: von Waldrest- und Altholz, Strauch- und Gehölzschnitt, Mahd und Krautung aus der Gewässerpflege über fremdstoffbelasteten Grasschnitt von Straßenrändern und überständigem Grünlandaufwuchs, Laub, Gartenabfällen und Biotonne bis zu Nahrungsgüterresten, Treibgut und Klärschlamm.

Das erscheint aufwendig, weil sehr kleinteilig, bezieht sich aber größtenteils auf pflichtige kommunale Aufgaben, die erhebliche Kosten für Ernte/ Sammlung, Transport und Entsorgung verursachen, ohne dass dafür ein tatsächlich wertschöpfendes Äquivalent entstünde: von einer zumindest weitgehend kostenlosen Verfügbarkeit der biogenen Rest- und Wertstoffe kann daher in der Regel ausgegangen werden. Auch das logistische Problem lässt sich bereits erfahrungsgemäß (z.B. wie im Öko-Gewerbepark Hartberg/ Österreich) mit überschaubarem Aufwand klären. Blieben das Technologieproblem, die Gesamtwirtschaftlichkeit, ggf. zu aktivierende Synergien und die Ausweitung auf eine stofflich-gewerbliche Nutzung in Kombination mit der Energieträger- und der Endenergiebereitstellung.

Konzeption eines Bio-Kombikraftwerks in Verbindung mit einem Biomassehof/ infolge einem GreenTech-Gewerbepark Für die Produktion von Energiegasen, Strom und Wärme aus biogenen Rest- und Wertstoffen wäre entsprechend Abb. 6.1 folgende Anlagen- und Technologiekonfiguration vorstellbar:

Über die Einrichtung eines im weitesten Sinn kommunalen Biomassehofes werden Ernte/ Sammlung, Transport und Aufbereitung der BioRW in einer Gesamtlogistik organisiert. Unter Aufbereitung wären u.a. die Silage von halmgutartiger Biomasse, das Häckseln holzartiger Biomasse, die Beseitigung von störenden Fremdstoffen und Trocknungsprozesse zu verstehen.

Die anschließende Erzeugung biogener Gase erfolgt je nach Art der BioRW in bereits oder absehbar kommerziell verfügbaren Technologien: Für den energetischen Aufschluss von direkt vergärbaren BioRW hat sich das zweistufige GICON- Verfahren in getrennter Hydrolyse und hochkaloriger Methanisierung bereits mehrfach bewährt.

Stark Lignin und Zellulose haltiger Grünschnitt z.B. aus der Landschaftspflege und der Straßenunterhaltung können nach ihrer Silage in der als EU-Projekt gefördertem PROGRASS- Reformierung zu methanisierbarem Gärsaft und getrockneten Grasbriketts/ -pellets verarbeitet werden. Ersteres ginge in die Methangärung des GICON- Prozesses ein, letzteres gemeinsam mit Holzhackschnitzeln aus Waldrestholz und Baumschnitt in den thermo- chemischen Prozess der AGNION- Vergasung zur Herstellung von hochkalorigem Synthesegas. Der erste kommerzielle AGNION- HeatPipe-Reformer ist gerade als BMU-Förderprojekt im Bau. Die Überführung des Güssing-Dampfwirbelstrom-Vergasungsreaktors in eine Großanlage findet bei den Stadtwerken Ulm statt.

Der „Allesfresser" – der Pyrolysereaktor im PYREG- Verfahren – kann vom Klärschlamm über die festen Hydrolysereste aus dem GICON- Verfahren bis zu Altholz alle biogenen Rest- und Wertstoffe zu brennbarem Synthesegas und zu Biokohle verarbeiten und ist bereits mehrfach kommerziell gebaut worden. Auch eine Verstromung des Synthesegases nach EEG soll im Ergebnis der PYREG- Pyrolyse absehbar möglich sein.

Die in der Pyrolyse und den BHKW anfallende Überschusswärme kann sowohl zur Trocknung vor allem der holzartigen Energieträger als auch zur Wärmeversorgung nachgelagerter gewerblicher Produktionsanlagen wie Gewächshäuser oder Aquakulturen genutzt werden, die ihrerseits wieder für die Bereitstellung von energetisch nutzbaren Rest- und Wertstoffen sorgen. Ein Teil der kompostierbaren Rest- und Wertstoffe wäre gemeinsam mit der Biokohle und den Restaschen aus den thermochemischen Prozessen zu einem Bodenverbesserer der Spitzenklasse (PALATERRA) zu verarbeiten.

Aus der synergetischen Kombination jeweils eigenständig entwickelter dezentraler Energie- und Verwertungstechnologien ausschließlich auf Basis biogener Rest- und Wertstoffe steht so die Entwicklung komplexer Stoff-und Wertschöpfungskreisläufe zu einem GreenTech- Gewerbepark in Aussicht, der das regional verfügbare Ressourcenpotential effektiv und nachhaltig nutzt und das problemlos in das Kombinations- Heizkraftwerk Stendal und die Verstromung von synthetischem Methan eingepasst werden kann.

Zeitnah zu untersuchen wäre in diesem Zusammenhang, ob das noch über die ALS Dienstleistungsgesellschaft mbH gesammelte und auf die Kompostieranlage in Polte verbrachte Biotonnen- und Grünschnittmaterial des gesamten Landkreises Stendal auf einem energetisch-stofflichen Verwertungsstandort Bio- Kombikraftwerk Stendal im Gewerbegebiet Südost genutzt und damit ggf. die Ablösung der vermutlich sehr bald unwirtschaftlich werdenden Fernwärmetrasse Süd ermöglicht werden könnte.

Die im Weiteren beschriebenen Verfahren zur Herstellung biogener Energiegase über Vergärung, thermochemische Vergasung und Pyrolyse stellen eine technologische Auswahl dar, die u.a. wegen ihrer Verfahrenseigenschaften, ihrer Baugrößen und des erzeugten Produktgases ausgewählt und vermutlich erstmals zu dem in Abb. 6.7 auf der nächsten Seite dargestellten Bio-Kombikraftwerk zusammengestellt wurden. Verfahrensträger für ähnlich Erfolg versprechende Technologien werden am jeweiligen Ende der Good Practice Technologien in Kap. 4.9 benannt.

6.4.3.4 Nutzung der Brachen: Lokale Potentiale heben

Auf die Bedeutung und die lokalen Potentiale der Brachflächen wurde bereits in Kap. 3.3 auf S. 91 eingegangen. Zugleich gibt es bundesweit die lediglich durch die konjunkturelle Abschwächung der vergangenen Jahre gebremste Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlung und Ver-

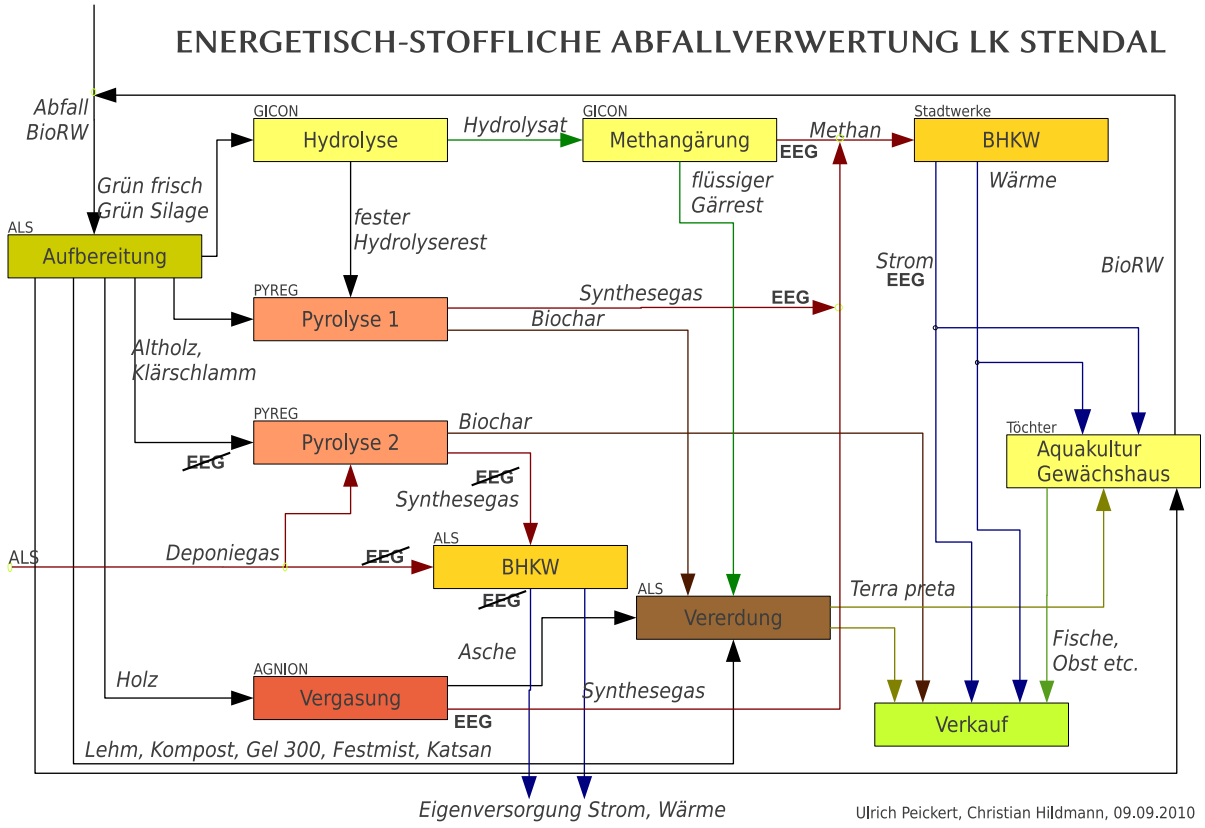


Abbildung 6.7: Schemadarstellung eines Bio-Kombikraftwerks mit angegliedertem Biomassehof/ GreenTech-Gewerbepark für die Hansestadt Stendal

kehr. Auch wenn sich das Bild in Sachsen-Anhalt aufgrund der Schrumpfungsprozesse etwas anders darstellt, so ist doch der sorgsame und sparsame Umgang mit Flächen bereits im Raumordnungsgesetz beauftragt. Konkrete Aussagen zur Altmark können der im Auftrag des Landkreises Stendal durchgeführten Untersuchung mit dem Titel „Brachflächenkataster Altmark"entnommen werden. Hier werden erhebliche Flächenpotentiale ausgewiesen, zu deren Hebung die Hansestadt Stendal wesentlich beitragen könnte. Aufgrund der zumindest absehbar eher geringeren Nachfrage nach Bauland könnten erhebliche Anteile der Flächen für die lokale Energiegewinnung bzw. lokale Versorgung genutzt werden:

- Vor allem Flächen mit erheblich verändertem Oberboden sind für eine gärtnerische Nutzung oder die Produktion nachwachsender Rohstoffe wie z. B. mittels Kurzumtrieb nicht oder nur sehr bedingt geeignet. Diese könnten aber für Photovoltaikanlagen genutzt werden.
- Flächen mit besseren Böden oder der Möglichkeit, diese z. B. mit Grauwasser zu bewässern, könnten für den Anbau von Energiepflanzen wie Kurzumtriebsholz, aber auch der Durchwachsenen Silphie und anderer genutzt werden. Dennoch sollte, sofern mit vertretbarem Aufwand möglich und durch entsprechende Nachfrage/ Akteure gesichert, einer lokalen Produktion von Lebensmitteln grundsätzlich Vorrang eingeräumt werden. Auch wenn diese urbane Nutzung keine wesentliche Rolle spielt, und deren Notwendigkeit in einer in ein ausgedehntes ländliches Umfeld eingebettete Stadt wie Stendal nicht zwingend erscheint, so trüge eine derartige Nutzung mehr zur Revitalisierung der Stadt, zur Wertschöpfung und Bindung der Bürger bei.

Die Aufgabe der Stadt bestünde in einem ersten Schritt darin, den Umgang mit den Brachen zu überdenken und mittels einer koordinierten Planung aktiv in die Hand zu nehmen. Ein detailliertes Brachenkataster kann dafür nur ein allererster Schritt sein. Die Brachen müssten dann tatsächlich verfügbar gemacht werden und wieder in Wert gesetzt werden. Dazu gibt es bundesweit zahlreiche Ansätze und Projekte (z. B. Refina), die Ideen und Hinweise liefern können, dann aber in eine spezifisch lokale Zielsetzung zu übersetzen wären.

6.4.3.5 Kurzumtrieb mit Klarwasser

Kurzumtrieb mit Pappeln und Weiden lässt vor allem dann sehr hohe Erträge erwarten, wenn die Versorgung mit Wasser und Nährstoffen optimal ist. Beide Bedingungen könnten mit Hilfe des in der Kläranlage vorgeklärten Abwassers optimal erfüllt werden, wie in Kap. 3.7.5 auf S. 113 ausgeführt. Die Holzhackschnitzel können energetisch verwertet werden, perspektivisch auch stofflich. Für die

Umsetzung dieser Projektidee ist eine weitergehende Umsetzungsplanung erforderlich. Dabei sind folgende Fragen zu klären:

- Die Flächenplanung, die im Kap. 3.7.5 mit 38 bzw. 76 ha bereits überschlagen worden ist, ist weiter zu detaillieren. Insbesondere für die große Variante sind zusätzliche Speicherteiche erforderlich. Dazu sind geeignete Fläche in der Nähe der Kläranlage zu bestimmen. Ferner ist die tatsächliche Verfügbarkeit für das Projekt (Kauf, Pacht) zu sichern.
- Auf der rechtlichen Seite sind die entsprechenden Genehmigungen einzuholen, insbesondere ist die wasserrechtliche Seite zu klären.
- Details der Pflanzung (Auswahl einer Mischung geeigneter Klone, Wahl des Bewässerungssystems etc.) sind festzulegen. Auch ist die Erntetechnologie und der weitere Verwertungsweg zu bestimmen.

7 Zusammenfassung

7.1 Aufgabenstellung und Aufgabenverständnis

Auf der Grundlage der Stadtratsbeschlüsse der Hansestadt Stendal vom 01.03.2010 und 28.03.2011 sowie des Zuwendungsbescheides des Projektträgers Jülich vom 26.05.2011 war 2010/11 ein Energieversorgungskonzept zu erarbeiten, dieses 2011/12 durch die Belange des Klimaschutzes zu ergänzen und zu einem Intergrierten Energieversorgungs- und Klimaschuzkonzept für die Hansestadt Stendal zusammen zu führen. Im Ergebnis soll ein Strategiepapier verfügbar sein, auf dessen Grundlage eine möglichst preisgünstige, nachhaltige und weitgehend regionale Energieversorgung mit hinreichender Versorgungssicherheit dauerhaft etabliert und darauf aufbauend ein wirksamer kommunaler Klimaschutz umgesetzt werden kann. Im Ergebnis soll die Kohlendioxidemission im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal bis zum Jahr 2035 um 75 % bezogen auf das Jahr 1990 reduziert werden.

Inhaltlich waren hierzu eine Status Quo-Analyse erforderlicher Basisdaten und Einflussfaktoren vorzunehmen, geeignete regionale Energie- und Klimaschutzpotenziale zu identifizieren, Möglichkeiten der Einbindung dieser Potenziale in die Energieversorgungsstrukturen und Klimaschutzmaßnahmen der Stadt zu beschreiben, praxisnahe Lösungsvorschläge zu erarbeiten sowie die Auswirkungen auf den Wohn- und Wirtschaftsstandort Stendal darzustellen.

Um wesentliche Einflussfaktoren wie die demographische Entwicklung, den technologische Fortschritt im Bereich der Energieerzeugung und -speicherung, die Nutzungszeiträume der energetischen Infrastruktur und die jeweiligen Auswirkungen auf die Kohlendioxidemissionen hinreichend berücksichtigen zu können, wurde der Zeitrahmen der Untersuchung bis zum Jahr 2050 mit Zwischenszenarien für 2025 und 2035 festgelegt.

Räumlich bezieht sich das Vorhaben sowohl auf das Stadtgebiet von Stendal in den Gebietsgrenzen vom 31.12.2009 als auch auf das Stadtgebiet in den Gebietsgrenzen vom 01.01.2011. Somit umfasst der Untersuchungsraum neben der Kernstadt die Ortsteile Wahrburg, Borstel, Staffelde/ Arnim, Bindfelde und Jarchau (2009) sowie die Ortschaften Buchholz, Dahlen, Gohre, Welle, Dahrenstedt, Groß Schwechten, Neuendorf a.Sp., Peulingen, Heeren, Insel, Tornau, Döbbelin, Möringen, Nahrstedt, Staats, Uchtspringe, Börgitz, Wilhelmshof, Uenglingen, Vinzelberg, Volgfelde und Wittenmoor (2011). Die Fläche des Untersuchungsraumes betrug zum Stichtag 31.12.2009 82,73 km^2 und zum 01.01.2011 268 km^2, also nahezu das Dreifache des Untersuchungsraumes von 2009.

Das Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept bildet die künftige Energieversorgung und den Klimaschutz im Untersuchungsraum bilanziell ab. Gleichzeitig wurden aber auch einzelne Objekte und Maßnahmen im Detail betrachtet. Somit waren die regionalen energetischen Potenziale mit dem Energiebedarf zum jeweiligen Betrachtungsstichtag abzugleichen und der mögliche Versorgungsgrad zu bestimmen. Da grundsätzlich davon auszugehen ist, dass eine tatsächliche Umsetzung nur erfolgt, wenn diese wirtschaftlich sinnvoll ist, wurden Szenarien erstellt, in denen beide Faktoren verknüpft werden. Die Auswirkungen der Etablierung einer nachhaltig zukunftsfähigen Energieversorgungsstruktur auf die Kohlendioxidemissionen waren in ihrer Entwicklung von 1990 bis 2010 zu bilanzieren und für den Untersuchungszeitraum bis 2050 fortzuschreiben.

Gleichzeitig waren weitere Einflussfaktoren zu analysieren und in die o.g. Energie- und Klimabilanz zu integrieren. Dieses sind insbesondere die vorhandene energetische Infrastruktur, die demographische Entwicklung, der technologische Fortschritt sowie übergreifende gesellschaftliche bzw. rechtliche Rahmenbedingungen.

Das Integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept stellt im Ergebnis eine systemische Handlungsempfehlung dar, wie die Energieversorgung im Stadtgebiet von Stendal (anfänglich in den Grenzen vom 31.12.2009, dann erweitert auf die Grenzen vom 01.01.2011) zukünftig aussehen kann, welche konkreten Maßnahmen kurz-, mittel und langfristig umsetzbar sein sollten und welche Auswirkungen auf den kommunalen/ regionalen Klimaschutz zu erwarten sind. Hierauf aufbauend sind weitere, nunmehr systemisch ableitbare Aktivitäten erforderlich, in denen konkrete Arbeitsschritte für eine praktische Umsetzung definiert werden.

7.2 Ausgangssituation und Prognosen

Der Endenergieverbrauch im Untersuchungsgebiet (Stadtgebiet von 2011) liegt im Erhebungszeitraum (Kalenderjahr 2010) mit ca. 1.256 GWh unter dem Landes- und Bundesdurchschnitt. Dieses ist den strukturellen Rahmenbedingungen im Untersuchungsraum geschuldet. Größter Verbrauchssektor war im Jahr 2010 mit ca. 626 GWh (ca. 54 %) der Bereich „Wärme/ Erdgas". Weiterhin wurden im Bereich „Verkehr" ca. 365 GWh (ca. 32 %) und im Bereich „Strom" ca. 162 GWh (ca. 14 %) der Endenergie verbraucht. Hinzu kommen ca. 100 GWh Wandlungs- und Übertragungsverluste in zentralen Anlagen. Dieser Energiebedarf wird sich im Betrachtungszeitraum deutlich reduzieren und bis 2050 vermutlich mehr als halbieren. Der Endenergieverbrauch wird für das Jahr 2025 auf ca. 895 GWh, für das Jahr 2035 auf ca. 717 GWh und für das Jahr 2050 auf ca. 524 GWh prognostiziert.

Die energiebedingten CO_2-Emissionen im Untersuchungsgebiet betragen im Jahr 2010 ca. 307.850 t. Die Berechnung erfolgte mittels CO_2-Äquivalenten. Für das Basisjahr 1990 wurden CO_2-Emissionen in Höhe von ca. 884.650 t ermittelt. Somit haben sich die CO_2-Emissionen im Stadtgebiet seit 1990 um ca. 576.800 t auf etwa 34,8

% verringert. In Anlehnung an die Entwicklung des Endenergieverbrauchs werden ohne Änderung der Energieversorgungsstruktur für das Jahr 2035 CO_2-Emissionen in Höhe von ca. 175.000 t erwartet. Bei einer Umstellung der Energieversorgung auf regionale Quellen könnte CO_2-Neutralität erreicht werden.

Wesentlichen Einfluss auf den künftigen Energiebedarf hat die demographische Entwicklung. Für das Untersuchungsgebiet von 2011 ist ein Bevölkerungsrückgang – ausgehend von 2009 mit ca. 42.600 Einwohnern – für das Jahr 2025 auf ca. 34.500 Einwohner, für das Jahr 2035 auf ca. 30.500 Einwohner und für das Jahr 2050 auf ca. 25.500 Einwohner anzunehmen.

Regionale Energiepotenziale sind in Form von Windkraft, Solarenergie, Biomasse sowie Erdwärme (Tiefengeothermie) in nutzbaren Größenordnungen vorhanden. U.a. aufgrund des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses wurde die Tiefengeothermie bei der weiteren Potenzialbetrachtung nicht berücksichtigt. Insgesamt wären mit den zur Zeit vorrangig genutzten Technologien im Stadtgebiet (2011) ca. 590 GWh Primärenergie aus den regionalen Energiepotenzialen Wind, Sonne und Biomasse generierbar. Hiermit könnte zum jetzigen Zeitpunkt der Gesamtenergiebedarf bilanziell zu 47 % gedeckt werden. Ohne den Bereich Verkehr beträgt der Deckungsgrad ca. 67 %. Bezogen auf das Jahr 2035 wäre eine Versorgung zu 82 % (Gesamtenergiebedarf) bilanziell möglich. Ausgehend davon, dass durch technologische Entwicklungen höhere Energieerträge je Flächeneinheit erreicht werden, erscheint eine Vollversorgung innerhalb des Stadtgebietes in 2035 möglich.

Die erforderlichen Technologien zur Nutzung der regionalen Energiepotenziale sind erzeugungsseitig bereits relativ weit entwickelt. Um eine verbrauchsorientierte Einbindung der diskontinuierlich produzierten Energiemengen zu ermöglichen, sind jedoch geeignete Speichertechnologien erforderlich. Diese sind zur Zeit für die örtlichen Gegebenheiten noch nicht vorhanden. Es ist aber davon auszugehen, dass aus der Vielzahl technologischer Neuentwicklungen relativ kurzfristig praxisfähige Lösungen am Markt verfügbar sein werden. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Technologie der Methanisierung von Überschussstrom aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen gelegt, dessen Marktreife etwa für 2020 erwartet wird. Für den Betrachtungszeitraum werden zudem erhebliche Effizienzsteigerungen durch technologischen Fortschritt erwartet.

Der Energiebedarf im Untersuchungsgebiet wird zur Zeit zu über 80 % aus Erdgas gedeckt. Andere Energieträger wie Heizöl, Flüssiggas, Kohle oder Holz werden weitgehend zur Wärmeerzeugung in Einzelfeuerungsanlagen genutzt. Die jeweiligen Anteile konnten nicht eindeutig ermittelt werden. Regenerative Energien spielen bei der Deckung des derzeitigen Energiebedarfs sowohl bilanziell als auch im direkten Versorgungskreislauf eine untergeordnete Rolle. In 175 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von 3,46 MW und 3 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von 0,75 MW wurden im Jahr 2011 ca. 9.260 MWh Strom produziert. Windkraftanlagen sind im Stadtgebiet von Stendal nicht vorhanden. Der Zubau weiterer Photovoltaikanlagen ist zur Zeit in Vorbereitung bzw. bereits in Umsetzung.

Die Versorgung mit leitungsgebundener Energie wird durch die Stadtwerke Stendal GmbH in der „Kernstadt" und die E.ON avacon AG in den im ländlichen Umfeld gelegenen Ortschaften als Inhaber der Konzessionsrechte sicher gestellt. Die energetische Infrastruktur ist sowohl technisch als auch hinsichtlich der Funktionalität auf einem hohen Niveau und stellt erhebliche Vermögenswerte dar. Wesentliche Elemente im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Stendal sind eine zentrale Strom- und Wärmeerzeugung, ein Fernwärmenetz, ein Erdgas- sowie ein Stromnetz. Im Versorgungsgebiet der E.ON avacon beschränkt sich das Netzangebot auf ein flächendeckendes Stromnetz und ein Gasnetz an das alle Ortschaften (außer Wilhelmshof) angeschlossen sind. Innerhalb der Ortschaften ist die gasseitige Erschließung nicht flächendeckend. Im Untersuchungsgebiet befinden sich mehrere Umspannwerke u.a. mit Zugang zum 380 kV-Netz.

Aufgrund der Liberalisierung der Strom- und Gasmärkte und anderer rechtlicher Rahmenbedingungen ist ein permanenter Energieimport, aber auch ein Energieexport möglich. Auch bei ausreichenden regionalen Energiemengen wäre ein regionaler Wertschöpfungskreislauf nur realisierbar, wenn wirtschaftlich günstige Konditionen geboten werden.

Im Untersuchungsgebiet wurden bereits vielfältige Aktivitäten zur Reduzierung des Energieverbrauchs, zur Erhöhung der Energieeffizienz und damit zur weiteren Verringerung der CO_2-Emissionen realisiert. Beispielhaft seien hier die Sanierung des Gebäudebestandes oder die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme im Heizkraftwerk der Stadtwerke Stendal genannt. So wurden bereits ca. 59 % der Wohngebäude vollständig und ca. 27 % teilweise saniert. Hiermit verbunden war jeweils die Anpassung an die energetischen Standards. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung im Heizkraftwerk Stendal wurden im Jahr 2010 ca. 62.800 t CO_2 vermieden.

Der Gesamtenergieverbrauch der im Eigentum der Hansestadt Stendal befindlichen Liegenschaften und Anlagen betrug im Jahr 2010 ca. 13,5 GWh. Dieser gliedert sich in 3,9 GWh Strom und 9,6 GWh Wärme/ Erdgas. Dieses entspricht einer CO_2-Emission in Höhe von ca. 3.500 t. Durch eine Vielzahl von Maßnahmen wurden bereits nachhaltig positive Effekte bei der Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen erreicht. Beispiele sind u.a. die fortlaufende energetische Gebäudesanierung im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel, die Umrüstung von Teilbereichen der Straßenbeleuchtung auf LED oder die kontinuierliche Erfassung und Aufbereitung von Basisdaten in einem Energiebericht durch die Energiebeauftragte der Stadtverwaltung.

7.3 Handlungsoptionen und Empfehlungen

Die künftigen Aktivitäten zur Sicherung einer regional basierten Energieversorgung und zur Erreichung der Klimaschutzziele sollten in drei Handlungsfelder gegliedert werde. Diese sind:

- Handlungsfeld 1: Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf die im Konzept ausgewiesene Bedarfsmenge
- Handlungsfeld 2: Maßnahmen zur Errichtung der regenerativen Erzeugungskapazitäten entsprechend des in der Simulation errechneten Bedarfs
- Handlungsfeld 3: Maßnahmen zur Etablierung der notwendigen Methanisierungskapazitäten einschließlich ggf. erforderlicher Speichermöglichkeiten

Auch wenn die Bedeutung aller Handlungsfelder prinzipiell gleich ist, müssen Prioritäten bei der Umsetzung verteilt werden. Absoluten Vorrang sollte die Reduzierung des Energieverbrauchs haben. Einerseits sind hier kaum nennenswerte Effektverbesserungen durch technologische Entwicklungen zu erwarten. Andererseits wirken Verringerungen im Energieverbrauch direkt kostenreduzierend.

Um die Versorgung mit Strom und Wärme/ Gas im Jahr 2035 zu sichern, wären 28 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 7,5 MW/WKA, 275.000 m^2 Modulfläche für Photovoltaik (ca. 55 MW_p) und 1 Biogasanlage (ca. MW_{el}) erforderlich. Wird der Bereich Verkehr hinzugerechnet, erhöht sich die Anzahl um 10 Windkraftanlagen und 175.000 m^2 Photovoltaikfläche (35 MW_p). Der Anlagenbestand wurde unter Anwendung einer Simulationsmatrix berechnet, welche den Entscheidungsträgern zur Verfügung steht. Somit sind diese in der Lage, bei veränderten Rahmenbedingungen andere Szenarien zu erstellen.

Die Energieversorgung der Hansestadt Stendal kann voraussichtlich bis zum Jahr 2035 vollständig aus regionalen Energiequellen im Stadtgebiet erfolgen. Die Abhängigkeit des tatsächlichen Versorgungsgrades von technologischen Entwicklungen kann durch die Anpassung von weiteren Einflussfaktoren kompensiert werden. Hierfür sollte eine Ressourcenregion definiert werden, die nicht mit dem Stadtgebiet identisch sein muss. Insbesondere die Einbeziehung von bereits für die Windenergieerzeugung genutzten Flächen im unmittelbaren Umfeld des Stadtgebietes erscheint sinnvoll.

Wesentlichste Energiequelle ist entsprechend des Vorzugsszenarios mit ca. 85 % die Windkraft, da hohe Anlagenleistungen geringe Gestehungskosten je kWh Strom ermöglichen. Die Nutzung von Solarenergie bietet den Vorteil des geringen technischen Aufwandes während des Betriebes, erreicht aber im Verhältnis eher geringe Leistungen. Entsprechend hoch sind die Stromgestehungskosten. Die energetische Nutzung von Biomasse steht in Konkurrenz zu anderen Nutzungsarten, wird aber für einen Zeithorizont von 15 bis 20 Jahren für einen ausgewogenen Energiemix unentbehrlich sein. Der Nachteil der Biomasse besteht darin, dass die Kosten von Bioenergie in Abhängigkeit von den Preisen land-/ forstwirtschaftlicher Produkte und des geringen Gesamtwirkungsgrades kein Reduktionspotenzial besitzen. Die unterschiedliche Leistungsfähigkeit der drei regionalen Energiequellen sollte bei der Ausgestaltung der Rahmenbedingungen durch die Hansestadt Stendal berücksichtigt werden.

Windkraft- und Photovoltaikanlagen wandeln die regionalen Energiepotenziale primär in elektrische Energie um. Dieses erfolgt diskontinuierlich und entspricht nicht der zeitlichen Verbrauchsstruktur. Hieraus resultiert die Notwendigkeit der Zwischenspeicherung sowie der Anpassung an die benötigte Energieträgerstruktur. Für die regionalen Gegebenheiten ideal geeignet ist die Methanisierung von „Überschussstrom". Das erzeugte Methangas entspricht dem Erdgas und kann über das vorhandene Gasnetz problemlos in die Verbrauchs-/ Energieträgerstruktur eingeordnet werden. Gleiches gilt für Biomethan. Es ist daher erforderlich, die Voraussetzungen für die benötigten Methanisierungskapazitäten zu schaffen.

Eine regional basierte Energieversorgung setzt den Zugriff auf die regionalen Potenziale voraus. U. a. bedingt durch „Mitnahmeeffekte" aus dem EEG sind im Umfeld der Hansestadt Stendal bereits eine Vielzahl von Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung errichtet worden. Da geeignete Standorte für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen nicht unbegrenzt verfügbar sind und im Bestand befindliche Anlagen die jeweiligen Standorte für mindestens 20 Jahre blockieren, sollte zeitnah eine Strategie zur Sicherung von Standorten entwickelt werden. Eine geeignete Möglichkeit die Standortsicherung frühzeitig zu beginnen, wäre die Errichtung von Windkraft- und Solaranlagen unter Nutzung des EEG. Gleiches gilt für die Bioenergie. Diese lokalen Einzellösungen sollten sich perspektivisch jedoch in die Gesamtstrategie des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes für die Hansestadt Stendal einfügen lassen.

Um eine hohe Akzeptanz für regenerative Energieerzeugungsanlagen in der Bevölkerung, bei Unternehmen und Einrichtungen zu schaffen, kann eine wirtschaftliche Beteiligung regionaler Akteure förderlich sein. Die finanzielle Einbindung der regionalen Akteure ist auch vor dem Hintergrund des erheblichen Investitionsbedarfs in Höhe von ca. 360 Mio. bzw. 515 Mio. Euro (je nach Deckungsgrad) bedeutsam. Die Praktikabilität eines derartigen Vorgehens wird durch eine Vielzahl von Beispielen belegt.

Durch den Zugriff auf die regionalen Energiequellen wird die Kommune bzw. der wirtschaftliche Träger der Energieversorgung in die Lage versetzt, die gesamte Versorgungs- und Wertschöpfungskette incl. der Preisgestaltung selbst zu beherrschen. Die tatsächliche Einbindung regionaler Energiepotenziale ist von einer Reihe verschiedener Faktoren abhängig. Allen voran steht die Wirtschaftlichkeit. Wann der Zeitpunkt einer Vollversorgung aus regionalen Quellen - ohne zusätzliche Förderung - erreicht ist, hängt insbesondere von den Preisentwicklungen für Erdgas und synthetischem Methan ab.

Das Gasnetz dient im Verständnis dieses Konzeptes sowohl als Speicher als auch als Transportnetz für synthetisches Methan. Regenerativer Strom wird direkt in das Stromnetz eingespeist. Somit ist die Grundvoraussetzung für die Einbindung regionaler Energiequellen der Zugang aller Verbraucher zum Strom- und zum Gasnetz. Für das Stromnetz ist dieses gegeben. Bisher nicht an das Gasnetz angeschlossene Versorgungsbereiche im Stadtgebiet sollten mittelfristig erschlossen werden. Stehen Aufwand und Nutzen nicht in einem wirtschaftlich vertretbaren Verhältnis, müssen alternative Lösungen zur Wärmeversorgung gefunden werden. Eine grundlegende Umgestaltung bzw. Ertüchtigung der energetischen Infrastruktur ist nicht erforderlich. Das Fernwärmenetz in der Kernstadt sollte jedoch zeitnah verdichtet bzw. erweitert werden, um die Erzeugungsleistung des Heizkraftwerkes auch künftig ausnutzen zu können.

Der für eine regionale Energieversorgung notwendige Umgestaltungsprozess erfordert einen oder mehrere wirtschaftliche Träger. Diese haben die Aufgabe, alle Teilbereiche der regionalen Versorgungskette abzubilden. Die Stadtwerke Stendal GmbH verfügt als lokaler Energieversorger über die erforderliche Kompetenz und Ausstattung dieses soweit wirtschaftlich sinnvoll zu übernehmen. Der Schwerpunkt sollte bei der Erweiterung der Geschäftstätigkeit auf die Methanisierung gelegt werden. Die primäre Erzeugungsstufe kann auch durch wirtschaftliches Engagement anderer, möglichst regionaler Akteure abgebildet werden. Mittelfristig sollte das bisherige Versorgungsgebiet der Stadtwerke auf das gesamte Stadtgebiet ausgedehnt werden.

Die Aktivitäten der Kommune selbst sollten sich wie bereits in der Vergangenheit vorrangig auf die eigenen Liegenschaften richten. Als Teilergebnis der Untersuchungen im Rahmen des Konzeptes wird empfohlen, ausgewählte z.Zt. mit Heizöl versorgte Liegenschaften an das vorhandene Erdgasnetz anzuschließen und sich so Preisvorteile zu sichern. Ein weiteres Handlungsfeld ist die Schaffung von günstigen Rahmenbedingungen für Aktivitäten bei der Umsetzung von Einzelmaßnahmen des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes.

Die Entwicklung der CO_2-Emissionen im Stadtgebiet wird durch die tatsächliche Reduzierung des Energieverbrauchs und die Einbindung regenerativer Energiequellen in die Energieversorgung bestimmt. Wenn es gelingt, den energetischen Umgestaltungsprozess wie im Konzept dargestellt zu realisieren, könnte die Hansestadt Stendal im Jahr 2035 weitgehend CO_2-neutral sein.

7.4 Inhaltliche Anforderungen des Stadtrates an das integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept

Aufgrund des systemischen Charakters des Energieversorgungskonzeptes (EVK) wurden die sechs durch den Stadtrat entsprechend Drucksache 088/1 formulierten inhaltlichen Mindestanforderungen nicht als eigenständige Positionen ausgewiesen, sondern den jeweiligen Themenstellungen und Gliederungspunkten des EVK (zur besseren Wiederfindung in der Kurzfassung) zugeordnet.

Zudem ist das vorliegende EVK erst ein Zwischenschritt im Hinblick auf das beabsichtigte Integrierte Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept – die erforderliche Ausweitung der Untersuchungen für das Stadtgebiet 2009 auf das mehr als dreimal größere Stadtgebiet von 2011, das zwischenzeitlich durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bewilligte Klimaschutzkonzept (siehe Kap. 3.5.5 Kurzfassung EVK: Aufgabenstellungen für das Klimaschutzkonzept) und die Zusammenführung zu einer integrierten Gesamtkonzeption stehen noch aus.

Um trotzdem der Erwartungshaltung des Stadtrates entsprechen zu können, wird im Folgenden zu dessen inhaltlichen Anforderungen im Stand der Bearbeitung und im Sinne einer Zwischeninformation Stellung bezogen:

- Schärfung des Problembewusstseins bei Verwaltung, Unternehmen und Bürgern für die Problematik
  - ▷ Aufzeigen des Entwicklungsstandes der energetischen Neustrukturierung in Deutschland (Kap.3.1: Energetischer Strukturumbruch, Energetische Strukturentwicklung, Dezentralisierung der Energieversorgung, regionale/ kommunale Wertschöpfung, Akzeptanz, Good Practice)
  - ▷ Aufzeigen der Rahmenbedingungen in Stendal (Kap. 3.2: Nutzung erneuerbarer Energien, aktuelle Energieversorgungsstruktur, Konzeptfelder, demographische Entwicklung)
  - ▷ Reduzierung der Energiekosten und des Energieverbrauches am Beispiel stadteigener Einrichtungen (Kap. 3.5.3 Kommunale Liegenschaften)
  - ▷ Vorschlag für ein kommunales Energiemanagement (Kap. 3. 5. 4. Managementstruktur)
  - ▷ Beteiligung von Unternehmen und Bürgern (Kap.3.1.4: Wertschöpfung; 3.1.5 Akzeptanz; 3.1.6 Good Practice: Stadt Lemgo, Stadt Niebüll; 3.5.4. Managementstruktur)
  - ▷ Vorschlag zur Öffentlichkeitsarbeit und zum Controlling (wird im Klimaschutzkonzept vorgelegt)
- Aufzeigen der Potentiale für den Einsatz erneuerbarer Energien und der Förderprogramme zur Nutzung dieser Potentiale
  - ▷ Aufzeigen der Potentiale erneuerbarer Energien (Kap.3.3.2: regionale/ lokale Energiepotentiale)
  - ▷ Aufzeigen der Entwicklungspotentiale der erneuerbaren Energien (Kap.3.4.2.: Technologieentwicklung)

    - ▷ Einsatz der erneuerbaren Energien bis 2050 (Kap.3.4: Entwicklungsszenario der Energieversorgungsstruktur bis 2050: Energieerzeugungsanlagen, regenerative Stromerzeugung, Erzeugung regenerativer Energiegase/ Energiespeicherung)
    - ▷ Vorschlag für eine Energieversorgungsstruktur auf Basis von 100% regionalen erneuerbaren Energien bis 2035 (Kap.3.5.1: Vorzugszenario: Das „virtuelle“ Kombinations- Heizkraftwerk 2035)
    - ▷ Förderprogramme: Da ein Großteil der aktuell verfügbaren Förderprogramme aus der Klimaschutzinitiative der Bundesregierung resultiert, wird erst im Klimaschutzkonzept detailliert auf die bestehenden Fördermöglichkeiten eingegangen.
- Gewinnen von Partnern für den Einsatz neuer Techniken, z.B. für Mikro-BHKW
    - ▷ Ein Vorschlag zur Gewinnung von Partnern für den Einsatz neuer Techniken wird nach Abstimmung des EVK insbesondere mit der Stadtverwaltung und der Stadtwerke Stendal GmbH (T.: 12/ 2011) und im Klimaschutzkonzept (Energieeinsparung/ Energieeffizienz; T.: II/ 2012) erarbeitet.
- Abbau von kommunalen Hemmnissen für den Einsatz regenerativer Techniken zur Energieeinsparung oder Energieerzeugung aus regenerativen Energien, z.B. durch die Überarbeitung von Satzungen
    - ▷ Ein Vorschlag zum Abbau von kommunalen Hemmnissen für den Einsatz regenerativer Techniken zur Energieeinsparung oder Energieerzeugung aus regenerativen Energien wird nach Abstimmung des EVK insbesondere mit der Stadtverwaltung und der Stadtwerke Stendal GmbH (T.: 12/ 2011) und im Klimaschutzkonzept (Energieeinsparung; T.: II/ 2012) erarbeitet.
- Ausloten von Möglichkeiten direkter Hilfen für Bürger, die private Investitionen in diesem Bereich vornehmen wollen, z.B. durch Gebührenerlass für Genehmigungen oder direkte finanzielle Anreize
    - ▷ Ein Vorschlag zu direkten Hilfen für Bürger, die private Investitionen in diesem Bereich vornehmen wollen, wird nach Abstimmung des EVK insbesondere mit der Stadtverwaltung und der Stadtwerke Stendal GmbH (T.: 12/ 2011) und im Klimaschutzkonzept (private Investitionen im Klimaschutz; T.: II/ 2012) erarbeitet.
- Erarbeitung und Umsetzung eines Planes kommunaler Projekte, um mit beispielhaftem Engagement in städtischer Verantwortung eine Vorreiterrolle zu übernehmen
    - ▷ Vorschlag zur Weiterführung des EVK in projektvorbereitenden Machbarkeitsuntersuchungen, Projektplanungen und –umsetzungen (Kap. 3.5 Empfehlungen: Teilkonzepte und Projektumsetzungen)

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungsverzeichnis

1.1 Daten und Prognosen zur Entwicklung des Importpreises für Erdgas. . . . 16
1.2 Erzeugungskosten für Photovoltaikstrom im Vergleich zum Haushaltsstrompreis. . . . 16
1.3 Anteil Erneuerbarer Energien am Energieverbrauch 2011. . . . 17
1.4 Funktionsweise intelligenter Stromnetze. . . . 17
1.5 Beitrag der Erneuerbaren Energien zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung. . . . 18
1.6 Branchenvergleich in der Beschäftigtenentwicklung 1998 bis 2009. . . . 18
1.7 Regionale Wertschöpfungskette der regenerativen Energieversorgung. . . . 19
1.8 Strompreise nach Verbrauchssektoren im Vergleich. . . . 19
1.9 Kosten und Nutzen der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2011. . . . 20
1.10 Beurteilung der Erneuerbaren Energien in Wohnortnähe. . . . 20
1.11 Bruttobeschäftigung durch Erneuerbare Energien in den Bundesländern. . . . 21
1.12 Reduzierung des deutschen Treibhausgasausstoßes durch Erneuerbare Energien 1990 bis 2009. . . . 22
1.13 Tatsächliche Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland. . . . 23
1.14 Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020. . . . 23
1.15 Entwicklung der Energieeffizienz 25
1.16 Der Energiebedarf von Gebäuden in Abhängigkeit von der Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen. . . . 27
1.17 Die Entwicklung der Erdgas betriebenen Fahrzeuge bis 2005. . . . 28
1.18 Akzeptanz der Erneuerbaren Energien bei den Bürgern in Deutschland. . . . 30
1.19 Deckung des weltweiten Energiebedarfes aus natürlichen Quellen um ein Vielfaches. . . . 31
1.20 Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 2020. . . . 31
1.21 Engpässe bei Transport, Verteilung und Speicherung von Strom aus Erneuerbaren Energien. . . . 31
1.22 Wandlung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien in regeneratives Methan und dessen Nutzung über das Erdgasnetz. . . . 33
1.23 Die Verteilung des Erdgasnetzes in Deutschland. . . . 35
1.24 Die Einspeisung von regenerativem Wasserstoff/ Methan und Biogas in das Erdgasnetz. . . . 35
1.25 Der deutsche Strommix 2007. . . . 36
1.26 Prinzipaufbau eines Regenerativen Kombikraftwerkes. . . . 38
1.27 Entwurf einer 100 % regenerativen Energieversorgungsstruktur 40
1.28 Heizungsanlagen in deutschen Wohnhäusern 2008. . . . 40
1.29 Leistungspotenzial der Bioenergie im Vergleich zum Gesamtenergiebedarf. . . . 42
1.30 Anbaustruktur nachwachsender Rohstoffe und deren anteilige energetische Nutzung 2012. . . . 42

2.1 Flächennutzung im Stadtgebiet Stendal/2009. . . . 49
2.2 Karte der Flächennutzung im Stadtgebiet Stendal/2011. . . . 50
2.3 Einwohnerentwicklung von Stendal bis 2008 nach Daten der statistischen Jahrbücher. . . . 51
2.4 Fernwärmenetz in der Hansestadt Stendal. Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH 70
2.5 Gasnetz in der Hansestadt Stendal. Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH 76
2.6 Durchschnittlich pro Kopf genutzter ÖPNV in Sachsen-Anhalt. Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2012). . . . 77
2.7 Güterverkehrsleistung pro Kopf in Deutschland nach Verkehrsträgern, nach Daten von Statistisches Bundesamt (2012). . . . 77
2.8 Altersverteilung im LK Stendal 2008 und prognostiziert für 2025 78
2.9 Modal split in Abhängigkeit vom Alter der Bevölkerung. . . . 78
2.10 Prozentuale Entwicklung des Grenzübergangspreises für Erdgas 80
2.11 Entwicklung des Grenzübergangspreises für Erdgas 80
2.12 Prozentuale Entwicklung des Rohölpreises 81
2.13 Absolute Entwicklung des Rohölpreises 81
2.14 Entwicklung der Verbraucherpreise im Wärmebereich 82
2.15 Prozentuale Entwicklung des Kraftstoffpreises 82
2.16 Zusammensetzung des Strompreises für Privathaushalte 2012 83

3.1 Klimadiagramm für Stendal der Zeitreihe 1961 bis 1990 90
3.2 Karte des mittleren Jahresniederschlages der Region 90
3.3 Karte möglicher Brachflächen im Untersuchungsgebiet mit einer Größe von mindestens 1 ha. . . . 92

3.4 Grünland im Untersuchungsgebiet . . . 100
3.5 Verteilung der Waldarten im Stadtgebiet Stendal/2011. . . . 109
3.6 Verteilung der Waldarten in der Ressourcenregion. . . . 109
3.7 Verteilung der Hauptbaumarten in Prozent im Stadtgebiet Stendal/2009. . . . 110
3.8 Beispiel für eine Kurzumtriebsplantage . . . 112
3.9 Möglicher Aufbau zusätzlicher Gehölzstreifen . . . 116
3.10 Flächen für Windkraft in Stendal . . . 120
3.11 Verteilung der Dachflächen nach Flächengröße im Stadtgebiet Stendal/2009. . . . 124
3.12 Temperaturverteilung im Untergrund Sachsen-Anhalts bei 2.000 Meter Tiefe (LAGB 2008). . . . 127
3.13 Flächeneffizienz verschiedener regenerativer Energien mit für die Altmark spezifischen Ertragsgrößen. . . 142

4.1 Bevölkerungsprognose 2009 bis 2050 (zur Herleitung siehe Kap. 2.2). . . . 143
4.2 Tragwerk der Nachhaltigkeit (Hildmann, 2003). . . . 154
4.3 Prognose des Endenergieverbrauches für Stendal/2011 für die Jahre bis 2050. . . . 157
4.4 Endenergiebedarfs- und -verbrauchsprognose für die Hansestadt Stendal 2009 bis 2050 . . . 160
4.5 Entwicklung des Personenverkehrs seit 1995 . . . 162
4.6 Entwicklung des Gesamtenergiebedarfes der Hansestadt Stendal bis 2050 in GWh. . . . 163
4.7 Angepasste Prognose des Endenergieverbrauches und der CO_2-Äquivalente für Stendal/2011 für die Jahre bis 2050 (angepasster Top-Down-Ansatz). . . . 165
4.8 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2009. . . . 174
4.9 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2025. . . . 175
4.10 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2025 für Strom und Wärme. . . . 176
4.11 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035. . . . 177
4.12 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035 für Strom und Wärme. . . . 178
4.13 Angenommene Preise für die Energieversorgungsstruktur 2035. . . . 179
4.14 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2035 auf solarer Basis. . . . 180
4.15 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 20035 mit Biogas. . . . 181
4.16 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 20035 mit Windkraft. . . . 182
4.17 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2050. . . . 183
4.18 Berechnungsmatrix Energieversorgungsstruktur 2050 für Strom und Wärme. . . . 184
4.19 Aspekte nachhaltigerer Mobilität . . . 187
4.20 Zusammenbruch des Strompreises bei zeitweilig negativem Strompreis aufgrund eines Starkwindereignisses. . . . 196

5.1 Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 1 . . . 205
5.2 Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 2 . . . 207
5.3 Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 3 . . . 209
5.4 Städtische Liegenschaften mit Solarpotentialen, Teil 4 . . . 210

6.1 Thematische Leistungsbereiche zur Umsetzung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes . . . 217
6.2 Controlling und Klimaschutzmanagement – Kreislauf . . . 220
6.3 Bilanzielle Deckung des Energiebedarfs in der Hansestadt Stendal und in der Altmark. . . . 224
6.4 Zwischenzeitlich fast vollständig abgerissener Stadtteil Stendal-Süd als ehemaliger Wohnstandort für das nie in Betrieb gegangene Atomkraftwerk Altmark . . . 229
6.5 Struktur des biomassebasierten Gewerbegebietes . . . 230
6.6 Bauliche Struktur der Praxisuniversität für Integrierte Ressourcenwirtschaft . . . 230
6.7 Schemadarstellung eines Bio-Kombikraftwerks mit angegliedertem GreenTech-Gewerbepark . . . 236

8.1 Deutsche Gebäudetypologie . . . 276

Tabellenverzeichnis

2.1 Übersicht über die Flächennutzung im Stadtgebiet von Stendal/2009. . . . 48
2.2 Flächennutzung absolut und relativ für die verschiedenen Bezugsräume der Studie. . . . 48
2.3 Länge der linearen Elemente im Stadtgebiet Stendal/2009. . . . 48
2.4 Prognose der demographischen Entwicklung für die Stadt Stendal/2011 . . . 52
2.5 Prognose der demographischen Entwicklung für die Stadt Stendal/2009 . . . 52
2.6 Hochgerechneter Endenergieverbrauch im Untersuchungsgebiet Stendal für das Jahr 2009. . . . 53

2.7 Ausgangsdaten der Ist-Analyse des Energieverbrauches . . . 54
2.8 Endenergieverbrauch, -erzeugung und -herkunft im Untersuchungsgebiet Stendal/2011 (Status quo). . . . 55
2.9 Baualtersklasseneinteilung in Baualtersklassen. . . . 58
2.10 Übersicht des Gebäudebestands nach Nutzflächen und Funktionsklassen bis 1948 . . . 58
2.11 Übersicht des Gebäudebestands nach Nutzflächen und Funktionsklassen bis 1990 . . . 59
2.12 Wohnflächen aus Wohn- und Nicht-Wohngebäuden (gebaut bis 1990) . . . 60
2.13 Wohnflächen aus Wohn- und Nicht-Wohngebäuden bis 2009 . . . 60
2.14 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor IND (BRD, gebaut bis 1990) . . . 61
2.15 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor IND . . . 61
2.16 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Öffentliche Hand (gebaut bis 1990) . . . 62
2.17 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Öffentliche Hand (gebaut bis 2009) . . . 62
2.18 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Gewerbe (gebaut bis 1990) . . . 62
2.19 Nutzflächen von Gebäuden aus dem Sektor GHD/ Gewerbe (gebaut bis 2009) . . . 63
2.20 Zusammenfassung Gebäude-Nutzflächen BRD aus den Sektoren PPH/ IND /GHD (gebaut bis 1990) . . . 63
2.21 Zusammenfassung Gebäude-Nutzflächen BRD aus den Sektoren PPH/ IND /GHD (gebaut bis 2009) . . . 64
2.22 Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (Ist-Stand per 31.12.2009) . . . 64
2.23 Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Gebäudegruppe und Belegungsstand . . . 65
2.24 Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Sanierungs- und Belegungsstand (Ergebnis: Extrapolationsmatrix) gem. Vorlage . . . 65
2.25 Strukturelle Zusammenfassung der Wohneinheiten und Gebäude nach Gebäude(typ)gruppe und Belegungsstand (Schätzung) . . . 66
2.26 Gesamt-Erfassungsmatrix – Grobe Gebäudestruktur Stendal/ 1 . . . 66
2.27 Gesamt-Erfassungsmatrix – Grobe Gebäudestruktur Stendal/ 2 . . . 67
2.28 Zusammenfassung des aktuellen Energieverbrauchs für Wohngebäude in Stendal. . . . 68
2.29 Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Stromnetz . . . 70
2.30 Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Gasnetz . . . 71
2.31 Kennwerte der energetischen Infrastruktur in Stendal: Fernwärmenetz . . . 71
2.32 Verkehrswerte unterschiedlicher Räume (Quelle: Follmer et al. (2010)). . . . 73
2.33 Anteil des Verkehrs nach Verkehrsträgern (modal split) (Quelle: Follmer et al. (2010), LSAoepnv2011). . 73
2.34 Verkehr in Stendal 2010 - Verkehrsleistung, Energiebedarf und CO_2-Ausstoß, zur Berechnung siehe Text. 75
2.35 Anteil der Energiekosten an der Konsumtion eines Privathaushaltes . . . 80
2.36 Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme . . . 84
2.37 Durchschnittliche CO_2-Emissionen je Einwohner im Jahr 1990 . . . 86
2.38 Gesamtenergieverbrauch in Stendal nach Sektoren 2010. . . . 86
2.39 CO_2-Emissionen der Hansestadt Stendal/2011 zum Status quo. . . . 87

3.1 Die Ertragsklassen der Wintergerste und die daraus ableiteten Ganzpflanzenerträge von Silomais. . . . 95
3.2 Bewertung der bodenkundlichen Feuchtestufe hinsichtlich ihrer Eignung . . . 95
3.3 Auswertung der für den Maisanbau geeigneten Flächen. . . . 96
3.4 Abschätzung der Erträge von Ackerfrüchten und Stroh im Untersuchungsgebiet . . . 97
3.5 Verhältnis von Korn zu Stroh . . . 99
3.6 Tierbestand im Untersuchungsgebiet im Mai 2011 . . . 99
3.7 Abschätzung des Grünlandertrages in dt TM/ha im Untersuchungsgebiet . . . 102
3.8 Abschätzung des Futterbedarfes der Raufutterfresser im Untersuchungsgebiet . . . 102
3.9 Angenommene Erträge für intensiv und extensiv gepflegte krautige Straßenränder. . . . 105
3.10 Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in Stendal/2009 . . . 106
3.11 Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in Stendal/2011 . . . 106
3.12 Flächen und Potentiale der Biomassen aus Gewässer- und Straßenrändern in der Ressourcenregion . . . 107
3.13 Potenzialangaben der Forstbetriebe des Landesforstes . . . 110
3.14 Holzvorrat und Zuwuchs der Hauptbaumarten . . . 111
3.15 Literaturangaben zum Ertragsvermögen ausgewählter schnellwachsender Baumarten. . . . 114
3.16 Die Ertragsklassen der Wintergerste und die daraus abgeleiteten Gehölzerträge . . . 114
3.17 Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Gehölzarten. . . . 116
3.18 Mögliche Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Art der linearen Strukturen. . . . 117

3.19 Mögliche Flächen und Erträge zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen entlang von Gewässerläufen und Straßen nach Vornutzung. . . . 117
3.20 Kriterien und Abstände für die Errichtung von Windkraftanlagen . . . 121
3.21 Kriterien und Abstände für die Errichtung von Windkraftanlagen, Fortsetzung . . . 122
3.22 Dachflächen im Untersuchungsgebiet Stendal/2009. . . . 125
3.23 Durch die Hansestadt Stendal für Photovoltaik-Freiflächenanlagen vorgeprüfte Standorte. . . . 126
3.24 Spezifisches Abfallpotential im LK Stendal im Zustand „AP < 100 %" . . . 131
3.25 Spezifisches Abfallpotential der Stadt Stendal im Zustand „AP < 100 %" . . . 131
3.26 Entwicklung des verfügbaren Abfallaufkommen in t Frischmasse (AP < 100 %) nach Sammlung durch ALS 135
3.27 Leitszenario für den LK Stendal in Etappen von 2010 bis 2050 . . . 136
3.28 Leitszenario für die Stadt Stendal in Etappen von 2010 bis 2050 . . . 137
3.29 Prognose der Entwicklung der Abfallmengen in Frischmasse im Landkreis Stendal . . . 138
3.30 Prognose der Entwicklung der Abfallmengen als Trockenmasse im Landkreis Stendal . . . 138
3.31 Prognose der Entwicklung der zu den Abfallmengen äquivalenten thermischen Energie-Potentiale . . . 139
3.32 Prognose der Entwicklung der Abfallmengen in Frischmasse in Stendal Stadt . . . 139
3.33 Prognose der Entwicklung der Abfallmengen als Trockenmasse in Stendal Stadt . . . 140
3.34 Prognose der Entwicklung der zu den Abfallmengen äquivalenten thermischen Energie-Potentiale in Stendal Stadt . . . 140
3.35 Übersicht über die regenerativen Potentiale des Untersuchungsgebietes Stendal/2011. . . . 142

4.1 Übersicht über die angenommene Leistungsentwicklung erneuerbarer Energien und deren spezifischer Kosten. . . . 146
4.2 Prognose des Endenergieverbrauches für Stendal/2011 bis 2050 . . . 158
4.3 Prognose des Endenergiebedarfes für das Stadtgebiet von Stendal/2011 . . . 159
4.4 Prognostizierte Entwicklung der Pro-Kopf-Verkehrsleistung bis 2050 . . . 160
4.5 Prognostizierte Entwicklung der Verkehrsleistung für Stendal bis 2050 . . . 161
4.6 Prognostizierter Energieverbrauch für den Verkehrssektor für Stendal bis 2050 . . . 161
4.7 Entwicklung des Gesamtenergiebedarfes der Hansestadt Stendal. . . . 162
4.8 Energetische Einsparpotentiale in der Hansestadt Stendal durch vollständige Sanierung . . . 163
4.9 Prognostizierter Energiebedarf und CO_2-Emissionen für Stendal bis 2050 . . . 165
4.10 Prognostizierte CO_2-Emissionen für den Verkehrssektor für Stendal bis 2050 . . . 165
4.11 Vergleich der Emissionen einzelner Verkehrsträger im Personenverkehr . . . 187
4.12 Berechnung des Investitionsbedarfes . . . 190
4.13 Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Basisszenario . . . 191
4.14 Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Preiszenario . . . 192
4.15 Energetische Sanierung im Bereich PHH - Investition und Amortisation: Investitionsszenario . . . 193
4.16 Technische Daten zum Holzgas-Heizkraftwerk Senden nach Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH (2011) . 198
4.17 Profil IFBB-Anlage (Basis-Variante) . . . 201

5.1 Sanierungsstand der öffentlichen Gebäude von Stendal (Stand: 2010). . . . 204
5.2 Potenziale für Solarstrom im Gebäudebestand kommunaler Liegenschaften. . . . 206

6.1 CO_2-Einsparung durch Kraftwärmekopplung im BHKW Stendal (Quelle: Stadtwerke Stendal GmbH). . . . 222
6.2 Vergleich Strommix der Stadtwerke Stendal GmbH und Deutschland . . . 222
6.3 Grad der baulichen Sanierung im Wohngebäudebestand . . . 223

8.1 Objektliste kommunale Liegenschaften - Energieverbrauch und CO_2-Emissionen 2010 . . . 256
8.2 Stand der baulichen und energetischen Sanierung der kommunalen Liegenschaften . . . 261
8.3 Liste der Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Stadtgebiet von Stendal, Stand 2011 . . . 264
8.4 ALS-erfasste Abfallmengen im LK Stendal. . . . 270
8.5 Erweiterte Gebäudetypologie . . . 277
8.6 Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (1/4) . . . 278
8.7 Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (2/4) . . . 279
8.8 Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (3/4) . . . 280
8.9 Wohneinheiten nach Sanierungs- und Belegungsstand (4/4) . . . 281
8.10 Wohneinheiten nach Wohngebäudetyp (1/4) . . . 282
8.11 Wohneinheiten nach Wohngebäudetyp (2/4) . . . 283
8.12 Wohneinheiten nach Wohngebäudetyp (3/4) . . . 284
8.13 Wohneinheiten nach Wohngebäudetyp (4/4) . . . 285
8.14 Wohngebäude-Typologie der Hansestadt Stendal EFH/ZFH/RH . . . 286

8.15 Wohngebäude-Typologie der Hansestadt Stendal MFH-NBL/GMFH-NBL/HH-NBL 287
8.16 Wohngebäude-Typologie: Zusammenfassung – alle Gebäude 288
8.17 Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche RH 289
8.18 Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche MFH 290
8.19 Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche HH 291
8.20 Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche EFH 292
8.21 Kalkulationsschema für die Berechnung des absoluten End- und Primärenergieverbrauch für Nutz-/ Wohnfläche 293

Literaturverzeichnis

Agrarportal MV (o. J.): Anbautelegramm Mais. URL http://www.agrarnet-mv.de/var/plain_site/storage/original/application/ede3b9dfa0f557abbb3d6ebb78028e89.pdf. Zugriff: 06.06.2009

Ahrens, G.-A.; Kabitzke, U.; Böäker, B.; Fricke, H.; Körfgen, R.; Schlag, B.; Stephan, A.; Stopka, U. & Wieland, B. (2011): Zukunft von Mobilität und Verkehr: Auswertung wissenschaftlicher Grunddaten, Erwartungen und abgeleiteter Perspektiven des Verkehrswesens in Deutschland. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklug (BMVBS) – Dresden

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2011): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland im Jahr 2008. Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projektnummer 40/08, URL http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255 – Berlin

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2011): URL http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139. Berlin, Köln

Beckmann, K. J.; Gies, J.; Thiemann-Linden, J. & Preuss, T. (2011): Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege: Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie. *Texte 48/2011.* Herausgegeben vom Umweltbundesamt – Berlin

Bemmann, A. (2006): Energieholzanbau: Produktion und Landschaftsgestaltung im Einklang. URL http://www.biokraftstoff-portal.de/data/File/Thueringen/Veranstaltungen/06-11-02_Bioenergietag/06-11-02_12.Bioenergietag_Energieholz_Bemmann.pdf. Erfurt

Bielefeldt, J.; Bolte, A.; Busch, G.; Dohrenbusch, A.; Kroiher, F.; Lamersdorf, N.; Schulz, U. & Stoll, B. (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft: Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Hrsg. vom Naturschutzbund Deutschland (Nabu) – Berlin

Björk, S. (1967): Ecologic investigations of Phragmites communis - studies in theoretic and applied limnology, Inhalt, *Folia Limnologica Scandinavia*, Bd. 14 – Lund

Boelcke, B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Bundesregierung Deutschland (2002): Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. URL http://www.bmu.de/nachhaltige_entwicklung/stategie_und_umsetzung/nachhaltigkeitsstrategie/doc/46334.php – Berlin

Burger, F. (2004): Technologie und Ökonomie des Anbaus und der Ernte von Feldholz. In: *Bornimer Agrartechnische Berichte*, **35**, 61–73

Böhm, C. (2008): Erzeugung von Energieholz in Energiewäldern und Agroforstsystemen. URL http://www.auf.uni-rostock.de/bioenergieforum/Vortr%C3%A4ge/B%C3%B6hm.pdf. Rostock

Böker, H.; Hildmann, C.; Hildmann-Siewers, A.; Bückner, C.; Peickert, U.; Gerber, W. & Winterberg, R. (2009): Ermittlung des Potentials an nutzbarer Biomasse und kommunalen Abfällen zur energetischen Verwertung für die Einheitsgemeinde Havelberg. Im Auftrag der Biosphärenreservatsverwaltung Mittelelbe – Stendal

Dechent, J.; Kortmann, K. & Timm, U. (2008): Wohnverhältnisse und Wohnkosten. In: Datenreport 2008: Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland. URL http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Datenreport/Downloads/Datenreport2008,property=file.pdf

DENEFF (2011): Expertise: 10 Punkte Sofortprogramm – wirtschaftlicher und schneller Atomausstieg durch Energieeffizienz. Mit wissenschaftlicher Beratung durch das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, URL http://www.deneff.org/cms/index.php/news-reader/items/id-10-punkte-sofortprogramm.html – Berlin

Deutscher Städtetag (2010): URL http://www.staedtetag.de/10/staedte/nach_einwohner/index.html. Köln

Drachenfels, O. (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach §28a und §28b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, Bd. A/4 – Hannover

DWD (2004a): Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 10 m über Grund in der Bundesrepublik Deutschland. URL http://www.dwd.de/. Offenbach

— (2004b): Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 80 m über Grund in der Bundesrepublik Deutschland. URL http://www.dwd.de/. Offenbach

— (2011): Mittelwerte der Sonnenscheindauer für den Zeitraum 1961-1990. URL www.dwd.de. Offenbach

European Biomass Industry Association (2010): URL http://www.eubia.org/192.0.html. Brussels

FNR (2005): Handreichung. Biogasgewinnung und -nutzung. FNR: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) – Gülzow

Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Jesske, B.; Quand, S.; Lenz, B.; Nobis, C.; Köhler, K. & Mehlin, M. (2010): Mobilität in Deutschland 2008: Ergebnisbericht: Struktur, Aufkommen, Emissionen, Trends. Im auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, URL www.mobilitaet-in-deutschland.de – Bonn, Berlin

Franke, C. (2003): Grünland an der unteren Mittelelbe: Vegetationsökologie und landwirtschaftliche Nutzbarkeit, *Dissertationes Botanicae*, Bd. 370 – Berlin, Stuttgart

Granitzki, E. (2011): Holzerträge im Raum Stendal. Schriftliche Mitteilung 23.03.2011

Grünewald, H. & Schneider, U. (2008): Dendrom - Zukunftsrohstoff Dendromasse: Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz, Kap. Landwirtschaftliche Dendromasse, 245–253. URL http://www.dendrom.de/

Heinsoo, K.; Dimitriou, I.; Foellner, S. & Bürgow, G. (2008): Short Rotation Plantations: Guidelines for efficient biomass production with the safe application of wastewater and sewage sludge. URL http://biopros.info/

Helbig, H. (2009): Telefonische Auskünfte zu den Bodendaten des LABG. LAGB Sachsen-Anhalt

Hennings, W.; Bauknecht, D. & Preuschoff, S. (2006): Ökobilanzen für den Sektor Strom und Gas. URL http://www2.fz-juelich.de/inb/inb-mut//projekte/pdf/oekobilanzen_strom.pdf – Jülich, Freiburg

Hildmann, C. (2003): Mängel und Perspektiven einer umweltbezogenen Raumplanung: eine ökologische Sicht, In: Kühling, W. & Hildmann, C. (Hg.): Der integrative Umweltplan: Chance für eine nachhaltigere Entwicklung?, 21–41 – Dortmund

Hildmann, C. & Casper, M. (2004): Funktionale Schnittstellen zwischen Stadt und Umland? Das Beispiel der Nahrungsmittelversorgung von Magdeburg. In: *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, Reihe A*, **26**, 25–36

Hildmann, C.; Kühling, W. & Scheurlen, K. (2010): Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung: Chancen und Risiken. URL http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100714_landwirtschaft_bund_position_55_KUP.pdf – Berlin

Hofmann, M. (1998): Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. Merkblatt 11. Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten – Hann. Münden

— (2010): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. 4. überarbeitete auflage Aufl. URL http://www.fnr-server.de/ – Gülzow

i.m.a (o. J.): Gerste. URL http://www.agrilexikon.de/gerste.html. Zugriff: 06.06.2009

Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. & Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. neu bearb. und erw. aufl. Aufl. – Berlin, Heidelberg

Kaltschmitt, M.; Streicher, W. & Wiese, A. (2006): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Vierte aktualisierte, korrigierte und ergänzte aufl. Aufl. – Berlin, Heidelberg, New York

Karopka, M. (2008): Pflanzgut: Herkünfte, Qualität, Vermehrung. In: Kurzumtriebshölzer und Miscanthus: Fachtagung mit Maschinenvorführung 28. und 29. Januar 2008, 20–30. URL http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1219151_l1/ltz_KuP-Tagungsband.pdf

Karpenstein-Machan, M. (2005): Energiepflanzenanbau für Biogasanlagenbetreiber. – Frankfurt/Main

Kern, M. *&* Sprick, W. (2010): Machbarkeitsstudie Bioabfallverwertung im Landkreis Stendal. Im Auftrag der ALS Dienstleistungsgesellschaft mbH, Osterburg – Witzenhausen

Kirchner, A.; Matthes, F. C.; Ziesing, H.-J.; Schlesinger, M.; Weinmann, B.; Hofer, P.; Rits, V.; Wünsch, M.; Koepp, M.; Kemper, L.; Zweers, U. *&* Strassburg, S. (2009): Modell Deutschland: Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken Busche, Julia; Graichen, Verena; Zimmer,. URL http://www.wwf.de/themen/klima-energie/modell-deutschland-klimaschutz-2050/modell-deutschland-klimaschutz-2050-zentrale-ergebnisse/. Zugriff: 22.09.2010 – Berlin, Basel

Klaus, T.; Vollmer, C.; Werner, K.; Lehmann, H. *&* Müschen, K. (2010): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. URL http://www.uba.de/uba-info-medien/3997.html. Zugriff: 17.09.2010 – Dessau-Roßlau

Käding, H.; Petrich, G. *&* Werner, A. (o.J.): Modell zur Errechnung von Ertrag und Futterqualität des Grünlandes in Nordostdeutschland andhand von Standort- und Bewirtschaftungsmerkmalen: Handbuch für Modellanwender. URL http://lis4.zalf.de/home_zalf/download/lse/generatHandbuch_bunt.pdf – Müncheberg

LAGB (2005): Bodenkundliche Themenkarten von Sachsen-Anhalt im Maßstab 1:50.000 - Aktuelle bodenkundliche Feuchtestufe und potentiell natürliche bodenkundliche Feuchtestufe. LABG: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

— (2006): Bodenkundliche Themenkarten von Sachsen-Anhalt im Maßstab 1:50.000 - Aktuelles standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotential. LABG: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

— (2011a): Methodendokumentation zur Bodenfunktionsbewertung in Sachsen-Anhalt. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale). LABG: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

— (2011b): Vorläufige Bodenkarte 1:50.000 (VBK50). LABG: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. Halle (Saale)

Landesbauernverband (2007): Pressegespräch zur Ernte 2007 am 16. August 2007 in Magdeburg. URL http://www.lbv-sachsenanhalt.de/informationen/presse/Archiv/Dokumente/160807_01.pdf. Zugriff: 15.06.2009

Landesregierung Sachsen-Anhalt (2010): URL http://www.landtag.sachsen-anhalt.de/intra/landtag3/ltpapier/drs/5/d2610vun_5.pdf. Magdeburg

Landgraf, D. *&* Böckner, L. (2007): Betriebszweig Bioenergie: Chancen für Unerschrockene. In: *DLG-Mitteilungen*, **5**, 60–63

Landkreis Stendal; ALS Dienstleistungsgesellschaft *&* EcoEnergy Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik (2009): Abfallwirtschaftskonzept für den Landkreis Stendal. – Stendal

LAU (2005): Biotoptypen und Nutzungstypen aus der CIR-Luftbild-Interpretation basierend auf Luftbildern des Aufnahmejahres 2005 (1 : 10 000). LAU = Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. Halle

Leipprand, A.; Sterner, M. *&* Faulstich, M. (2011): Hundert Prozent erneuerbare Energien bis 2050? URL http://www.iwes.fraunhofer.de/de/publikationen/uebersicht/publikationen_veroeffentlichungengesamt/2009/hundert_prozent_erneuerbareenergienbis2050/_jcr_content/pressrelease/linklistPar/download/file.res/Hundert%20Prozent%20erneuerbare%20Energien%20bis%202050.pdf

LfL (2007): Zwischenfruchtanbau. LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. 7. Aufl. Freising

— (2009): Basisdaten für die Ermittlung des Düngebedarfs/ für die Umsetzung der Düngerverordnung. LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, URL http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/index.php – Freising

Liebhard, P. (2007): Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. – Graz

Mantau, U. (2009): Holzrohstoffbilanz Deutschland: Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012. In: *Landbauforschung*, URL http://www.bfafh.de/bibl/lbf-pdf/landbauforschung-sh/lbf_sh327.pdf. Zugriff: 16.09.2010

Marks, R.; Müller, M. J.; Leser, H. *&* Klink, H.-J. (1989): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LVL), *Forschungen zur deutschen Landeskunde*, Bd. 229 – Trier

Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr Sachsen-Anhalt (2011): Plan des öffentlichen Personennahverkehrs 2010-2015/2025. URL http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_MBV/PDF/OEPNV/121100226.NASA-OePNV-Plan_0112_klein.pdf – Magdeburg

Mittelbach, M. (2005): Methanolgewinnung aus Biogas: Machbarkeits-Studie. Im Auftr. Ökostrom Mureck Ges.m.b.H., finanziert vom Land Steiermark, Fachstelle für Energie – Graz

MLU LSA (2007): Durchführung einer Biomassepotenzialstudie 2007 für das Land Sachsen-Anhalt: Derzeitige und zukünftige Potentiale sowie energetische und stoffliche Nutzungsmöglichkeiten. MLU LSA: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt – Magdeburg

— (2008): Bericht zur Lage der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft und Tierschutzbericht des Landes Sachsen-Anhalt 2008. Magdeburg. MLU LSA: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt

Murach, D.; Hartmann, H.; Murn, Y.; Schultze, M.; Wael, A. & Röhle, H. (2009): Standortsbasierte Leistungsschätzung in Agrarholzbeständen in Brandenburg und Sachsen. In: Reeg, T.; Bemmann, A.; Konold, W.; Murach, D. & Spiecker, H. (Hg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen, 29–40. – Weinheim

Müller, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung – Hannover

— (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). Arbeitshefte Boden 2004/2 – Hannover

Münch, J. (2008): Nachhaltig nutzbares Getreidestroh in Deutschland. URL www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/IFEU_Positionspapier_Stroh.pdf

Naturschutzbund (2005): Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Vereinbarung zwischen Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS) und Naturschutzbund Deutschland - NABU. Bonn, Berlin

Nitsch, J.; Pregger, T.; Naegler, T.; Heide, D.; Luca de Tena, D.; Trieb, F.; Scholz, Y.; Nienhaus, K.; Gerhradt, N.; Sterner, M.; Trost, T.; van Oehsen, A.; Schwinn, R.; Pape, C.; Hahn, H.; Wickert, M. & Wenzel, B. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei der Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt – Berlin

Nitsch, J.; Pregger, T.; Scholz, Y.; Naegler, T.; Sterner, M.; Gerhardt, N.; von Oehsen, A.; Pape, C.; Saint-Drenan, Y.-M. & Wenzel, B. (2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global: „Leitstudie 2010". URL http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/47034.php. Zugriff: 22.09.2010 – Berlin

Olah, G. A. (2005): Jenseits von Öl und Gas: die Methanolwirtschaft. In: *Angewandte Chemie*, **117** (18), 2692–2696

Ramesoh, S.; Fischedick, M.; Arnold, K.; Merten, F.; Nitsch, J.; Schmid, S.; Viebahn, P.; Pehnt, M.; Knörr, W.; Gärtner, S. & Reinhardt, G. (2006): Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Einführung alternativer Kraftstoffe, insbesondere regenerativ erzeugten Wasserstoffs. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (FKZ 203 45 118)

Raschka, H.-D. (1997): Forstliche Biomasseproduktion im Kurzumtrieb - Abschlussbericht des Forschungsprojektes P/2/24 „Versuche für die Produktion forstlicher Biomasse - Kurzumtriebsversuche". In: *Schriftenreihe der forstlichen Bundesversuchsanstalt*, **97**

Reichhoff, L.; Kugler, H.; Refior, K. & Warthemann, G. (2001): Die Landschaftsgliederung Sachsen-Anhalts: Ein Beitrag zur Fortschreibung des Landschaftsprogrammes des Landes Sachsen-Anhalt. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt – Magdeburg, Halle

Reinhardt, F.; Herle, M.; Bastiansen, F. & Streit, B. (2003): Ökonomische Folgen der Ausbreitung von Neobiota. *Texte 79/03*. URL http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2433.pdf. Zugriff: 18.09.2009 – Berlin

Röder, H.; Röder, D.; Neumann, O. & Jandewerth, M. (2010): Ermittlung des theoretischen Aufkommenspotenzials bisher ungenutzter Biomasse in der Altmark (aus vorwiegend hoheitlichen, pflichtigen Aufgaben) in Verbindung mit der Entwicklung und Programmierung einer GIS-basierten Software, Im Auftrag der Regionalen Planungsgemeinschaft Altmark. GKU Standortentwicklung and Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT – Salzwedel

Rommeiss, N.; Thrän, D.; Schlägl, T.; Daniel, J. & Scholwin, F. (2006): Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen und Verkehrstechnik*, Bd. V

Röhle, H.; Hartmann, K.-U.; Steinke, C. *&* Murach, D. (2009): Leistungsvermögen und Leistungserfassung von Kurzumtriebsbeständen. In: Reeg, T.; Bemmann, A.; Konold, W.; Murach, D. *&* Spiecker, H. (Hg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen, 41–55. – Weinheim

Schaffer (2009): Schriftliche Auskunft zum Tierbestand im Altkreis Havelberg. Landkreis Stendal, Veterinär- und Lebensmittelüberwachungsamt. Stendal

Scheffer, K. (2003): Der Anbau von Energiepflanzen als Chance einer weiteren Ökologisierung der Landnutzung. In: *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.*, **14**, 114–119

Schmidt, J. (2010): URL www.unendlich-viel-energie.de. Berlin

Schneck, V. (2010): Robinie - Züchtungsansätze und Begründungsverfahren. In: Agrarholz 2010, 8. Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) – Gülzow. URL http://www.fnr-server.de/cms35/index.php?id=3104

Schneider, U.; Grünewald, H. *&* Hüttl, R. F. (2005): Wuchsleistung und Bodenentwicklung von Pappel- und Robinienplantagen. URL http://www.robin-wood.eu/uploads/Schneider%20Eberswalde_2.pdf. Eberswalde

Splechtna, B. *&* Glatzel, G. (2005): Optionen der Bereitstellung von Biomasse aus Wäldern und Energieholzplantagen für die energetische Nutzung: Szenarien, ökologische Auswirkungen, Forschungsbedarf, *Materialien der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Zukunftsorientierte Nutzung ländlicher Räume - LandInnovation* -, Bd. 1. URL http://www.bbaw.de/bbaw/Forschung/Forschungsprojekte/Land/bilder/arbeitspapier1.pdf – Berlin

Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH (2011): URL http://www.swu.de/privatkunden/energie-wasser/waerme/waermegewinnung/holzgas-heizkraftwerk.html. Ulm

Stahl, H.; Zacharias, S.; Röhricht, C.; Lorenz, H. *&* Uhlig, U. (2005): Veränderte Landnutzungssysteme in hochwassergefährdeten Gebieten. In: Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft., Bd. 10. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft – Leipzig

StaLA (1999-2008): Zusammenstellung der Hektarerträge wichtiger Kulturen aus der Agrarstatistik des Landes Sachsen-Anhalt. StaLA: Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt

— (2009): Regionalisierte Bevölkerungsprognose 2005 bis 2025. URL http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/bevoelkerung/prognose/index.html. Zugriff: 17.09.2009

Statistisches Bundesamt (2011): URL http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/VorausberechnungHaushalte/Aktuell.psml. Wiesbaden

— (2012): Verkehr im Überblick 2011. *Fachserie 8 reihe 1.2.* URL https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/VerkehrUeberblick.html – Wiesbaden

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2010a): 5. Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung 2008 - 2025. Statistische Berichte – Halle (Saale)

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (Hg.) (2010b): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit: Ergebnisse des Mikrozensus 2009, Nr. A I, A VI j/09 in Statistische Berichte. URL http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/bau/wohnungsbestand/

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2011a): URL http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/Internet/Home/Daten_und_Fakten/4/43/439/Energieverbrauch__Energiebilanz__seit_1989.html. Halle (Saale)

— (2011b): URL http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/apps/StrukturKompass/gruppe/index/2. Halle (Saale)

— (2011c): URL http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/bau/wohnungsbestand/. Halle (Saale)

— (2012): Fahrgäste und Beförderungsleistungen im Schienennahverkehr und im gewerblichenOmnibuslinienverkehr, IV. Quartal 2011. *H I vj-4/11* – Halle (Saale)

Statistisches Reichsamt (Hg.) (1901): Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, Bd. 1900. URL http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN514401303_1900

Sterner, M.; Jentsch, M. *&* Holzhammer, U. (2011): Energiewirtschaftliche und ökologische Bewertung eines Windgas-Angebotes. Im Auftrag von Greenpeace Energy e.G., Hamburg – Kassel

Sterner, M.; Specht, M.; Saint-Drenan, Y.-M.; Gerhardt, N.; Stürmer, B. *&* Zuberbühler, U. (2010): Erneuerbares Methan: Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. In: *Solarzeitalter*, **1**, 51–58

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2010): URL http://www.bioenergie-portal.info/fileadmin/bioenergie-beratung/thueringen/dateien/KUP_Veranstaltung/ekup0510.pdf. Jena

Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt (2011): Schriftliche Auskunft zum Tierbestand in Stendal. Magdeburg

TLL (2000): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Jena. TLL: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

— (2007): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Silomais zur Fütterung und Nutzung als Gärsubstrat in Biogasanlagen. Jena. TLL: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

— (2008): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Wintergerste. Jena. TLL: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Trnka, M.; Eitzinger, J.; Gruszczynski, G.; Buchgraber, K.; Resch, R. *&* Schaumberger, A. (2006): A simple statistical model for predicting herbage production from permanent grassland. In: *Grass and Forage Science*, **61**, 235–271

Vetter, A. (2008): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen – Gülzow

von Engelbrechten, H.-G. (2011): Erfahrungsbericht KUP in der Altmark (und über die Grenzen der Altmark hinaus). URL http://altmark.eu/index.php?id=147&tx_ttnews[tt_news]=120&tx_ttnews[backPid]=38

Wegener, B. (2011): Bereitstellung und Optimierung des Biomasseaufkommens an Straßen- und Gewässerrandstreifen zur energetischen Verwertung am Beispiel des Landkreises Stendal. Dipl.arb., Diplomarbeit Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geowissenschaften und Geographie, Halle (Saale)

Weih, M. (2005): Langjährige Erfahrungen mit der Energiebholzerzeugung auf Kurzumtriebsflächen in Schweden. In: Österreichische Energieagentur (Hg.): Kosten der Energieholzbereitstellung: Kurzumtrieb und Durchforstung. Tagungsunterlagen Teil 1: Kurzumtrieb, 61–83. URL http://www.klimaaktiv.at/filemanager/download/13623/

Wichtmann, W. (o.J.): Standortgerechte Landnutzung auf wiedervernässten Mooren - Paludikultur. URL http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C51996163_L20.pdf. Greifswald

Würfl, P. *&* Halama, M. (2008): Grünlandstudie Bayern, Teil I: Analyse und Prognose der Tierhaltung und des Futterbaus, *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft*, Bd. 9 – Freising-Weihenstephan

8 Anhang

8.1 Städtische Liegenschaften

Tabelle 8.1: Objektliste kommunale Liegenschaften - Energieverbrauch und CO_2-Emissionen 2010

lfd. Nr.	Verbraucher	Lage	Ort	Strom-verbrauch kWh	Wärmeverbrauch Erdgas kWh	FW kWh	HEL / FG kWh	Elektro kWh	CO_2 Stadtwerke t	Strommix t
0.	Technologiepark „BIC Altmark”	Arneburger Str. 24	Stendal	215.000	644.215				247,8	283,8
1.	Kiga „Mischka”	Osterburger Str. 42	Stendal	5.069			81.144		27,7	28,5
2.	Kiko „Märchenland”	Juri-Gagarin-Str. 14	Stendal	27.750		204.333			25,5	30,1
3.	Kiko „Regenbogenland”	Rostocker Str. 4	Stendal	18.256		184.407			20,3	23,3
4.	Kiko „Stadtseeallee”		Stendal	19.522		126.145			16,7	19,9
5.	Kita „Nordspatzen”	Preußenstr. 11	Stendal	17.079			215.150		74,9	77,7
6.	Kita „Wahrburg”		Stendal	6.295	82.135				23,2	24,2
7.	Altmärkisches Museum	Schadewachten 48	Stendal	18.616		207.197			22,0	25,2
8.	Jugend-Freizeitzentrum		Stendal	36.751	254.155				78,6	84,8
9.	Musik-u.Kunstschule	Poststr. 4	Stendal	25.542			150.457		57,8	62,0
10.	Musikforum Katharinenk.	Schadewachten	Stendal	25.853		173.470			22,5	26,9
11.	Theater der Altmark	Karlstr. 6	Stendal	269.040		609.740			150,2	195,2
12.	Theaterwerkhalle		Stendal	19.320					7,7	10,9
13.	Theater der Altmark	Hallstraße 54	Stendal	1.189					0,5	0,7
14.	Theater der Altmark	Hallstraße 55	Stendal	2.300	20.054				6,0	6,3
15.	Turnhalle Süd		Stendal	3.386			94.830		31,3	31,9
16.	GS „Am Stadtsee”	Karl-Hagenbeck-Str. 11	Stendal	42.400		154.400			27,8	34,9
17.	Turnhalle zu GS „Am Stadtsee”		Stendal	51.650		167.291			32,4	41,0
18.	GS „Diesterweg”-Turnhalle		Stendal	15.450			121.535		44,6	47,2
19.	GS „Petrikirchhof	Petrikirchstr. 48	Stendal	29.077	140.446				46,9	51,8

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.1 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Verbraucher	Lage	Ort	Strom-verbrauch kWh	Wärmeverbrauch Erdgas kWh	FW kWh	HEL / FG kWh	Elektro kWh	CO_2 Stadtwerke t	Strommix t
20.	GS „J.Gagarin"	Stadtseeallee 97	Stendal	42.550		58.955			21,1	28,2
21.	Turnhalle zu GS „J. Gagarin"		Stendal	39.350		87.300			21,8	28,4
22.	GS Nord m. Turnhalle	Bergstr. 22b	Stendal	24.600		640.017			55,0	59,1
23.	GS Goethe	Nicolaistr. 80	Stendal	69.061	285.827				99,5	111,0
24.	Volkshochschule	Hallstr. 5	Stendal	13.451			39.586		17,9	20,1
25.	Sporthalle	Haferbreiter Weg	Stendal	59.450			445.195		164,5	174,5
26.	Obdachlosenheim	Hoher Weg 3	Stendal	14.910			212.590		73,2	75,7
27.	Stadthaus	Markt 14/15	Stendal	150.062		288.911			80,2	105,3
28.	Rathaus	Markt 1	Stendal	34.152		248.560			31,1	36,9
29.	Kämmerei	Markt 7	Stendal	23.266		134.377			18,8	22,6
30.	Bauverwaltung		Stendal	42.840		110.383			24,9	32,0
31.	Feuerwehr	Kaserne	Stendal	63.080	459.904				140,9	151,4
32.	Verwaltungsgebäude Friedhof	Borghardtstr. 1	Stendal	5.627	45.507				13,7	14,6
33.	Friedhof, Kapelle		Stendal	29.499					11,8	16,7
34.	Stadtarchiv	Brüderstr. 16	Stendal	11.219		93.776			11,1	13,0
35.	Stadion Hölzchen		Stendal	19.800			112.752		43,6	46,9
36.	Sportanlage Hölzchen, Platz 3		Stendal	3.283					1,3	1,9
37.	Sportanlage Hölzchen, Flutlicht		Stendal	2.848					1,1	1,6
38.	Sportplatz	Haferbreite	Stendal	5.600			65.183		22,9	23,8
39.	TH	Erich-Weinert-Str.	Stendal	3.730					1,5	2,1
40.	Leichtathletikstadion		Stendal	10.166	25.225				10,4	12,1
41.	WC Priesterstraße		Stendal	5.512					2,2	3,1
42.	WC Tangermünder Tor		Stendal	1.335					0,5	0,8
43.	WC Arneburger Str.		Stendal	12.762					5,1	7,2
44.	WC Uenglinger Str.		Stendal	7.069					2,8	4,0
45.	WC Bahnhofstraße		Stendal	5.294					2,1	3,0
46.	Tiergarten	Uchtewall 11	Stendal	136.550			184.541		112,8	135,6

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.1 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Verbraucher	Lage	Ort	Strom-verbrauch kWh	Wärmeverbrauch Erdgas kWh	FW kWh	HEL / FG kWh	Elektro kWh	CO_2 Stadtwerke t	Strommix t
47.	Tiergarten Kassenhaus	Uchtewall 11	Stendal	3.061					1,2	1,7
48.	Stendal-Information	Kornmarkt 8	Stendal	7.378	34.825				11,7	12,9
49.	Versorgungspoller Poststraße		Stendal	6.920					2,8	3,9
50.	Jugendclub „Zenit"	Johannes-Keppler-Str. 7	Stendal	5.723		71.458			7,3	8,3
51.	MAD-Club		Stendal	1.880		62.459			5,2	5,5
52.	Stadtbibliothek	Mönchskirchhof 1	Stendal	11.876		87.585			10,9	12,9
53.	Stadtseebibliothek	Stadtseeallee 25	Stendal	8.328		27.329			5,2	6,6
54.	Bauhof Uchtewall		Stendal	40.720			149.143		63,4	70,2
55.	Bauhof, Sozialgebäude		Stendal	1.380	27.110				7,4	7,6
56.	Bauhof Arneburger Str.		Stendal	9.973					4,0	5,6
57.	Feuerwehr Wahrburg		Wahrburg	308	64.019				16,2	16,3
58.	Bürgerhaus Wahrburg		Wahrburg	460					0,2	0,3
59.	Bürgerhaus Borstel		Borstel	1.962	34.867			25.381	19,7	24,2
61.	Feuerwehr Borstel		Borstel	1.938					0,8	1,1
62.	Feuerwehr Arnim	Schmiedestege 2	OT Arnim	2.460	38.454				10,7	11,1
63.	Feuerwehr Bindfelde	Dorfstr. 4	OT Bindfelde	1.988	30.980				8,6	8,9
64.	Feuerwehr Staffelde	Waldweg 1Y	OT Staffelde	2.993	29.361				8,6	9,1
65.	Feuerwehr Jarchau	Querstr. 2	OT Jarchau	494				13.405	5,5	7,9
66.	Jarchau, Mietshaus, Im Eck 5/7	Im Eck 5/7	OT Jarchau	0	51.783				13,0	13,0
67.	Jarchau, Gemeindehaus	Dorfstr. 4	OT Jarchau	3.224	69.611				18,8	19,3
68.	Jarchau, Jugendclub	Dorfstr. 4	OT Jarchau	666				27.755	11,3	16,1
69.	Jarchau, Kindergarten	Bauernstr. 1	OT Jarchau	3.508	49.133				13,8	14,4
70.	Leichenhalle		Uchtspringe	66					0,0	0,0
71.	FFW		Uchtspringe	8.811	60.736				18,8	20,3
72.	Festplatz		Börgitz	258					0,1	0,1
73.	Schule/ Kita		Börgitz	11.976	309.093				82,6	84,6
74.	FFW		Staats	695	37.808				9,8	9,9

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.1 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Verbraucher	Lage	Ort	Strom-verbrauch kWh	Wärmeverbrauch Erdgas kWh	FW kWh	HEL / FG kWh	Elektro kWh	CO_2 Stadtwerke t	Strommix t
75.	FFW/ Gem./ DGH		Vinzelberg	1.459	82.618				21,4	21,6
76.	DGH/ Sportplatz/ JCL		Wittenmoor	2.934	58.099				15,8	16,3
77.	FFW		Wittenmoor	6.168				5.166	4,5	6,4
78.	FFW/ DGH		Volgfelde	2.558	13.972				4,5	5,0
79.	FFW		Nahrstedt	1.442	34.254				9,2	9,4
80.	JCL/ DGH		Nahrstedt	570			13.590		4,5	4,6
81.	Festplatz		Möringen	727					0,3	0,4
82.	FFW/ DGH		Möringen	1.760	36.432				9,9	10,2
83.	Turnhalle		Möringen	3.485			67.486		22,7	23,3
84.	Grundschule		Möringen	6.768			10.646		6,1	7,2
85.	JCL		Möringen	686	28.753				7,5	7,6
86.	Kita		Möringen	6.307			45.200		16,8	17,9
87.	Garagen (Gem.)		Möringen	363					0,1	0,2
88.	ehem. Verkaufsst.		Möringen						0,0	0,0
89.	FFW/ DGH		Klein Möringen	4.564				12.992	7,0	9,9
90.	Leichenhalle		Klein Möringen	69					0,0	0,0
91.	FFW/ DGH		Insel	4.539			45.320		16,1	16,9
92.	Kita		Insel	3.345	38.499				11,0	11,6
93.	JCL/ Sportlerheim		Insel	5.255	15.857				6,1	7,0
94.	FFW/ DGH		Döbbelin	2.303				7.805	4,0	5,7
95.	FFW/ DGH		Tornau	827	22.263				5,9	6,1
96.	FFW		Buchholz	898	36.987				9,7	9,8
97.	Sportlerheim/ Sportpl.		Heeren	320				3.088	1,4	1,9
98.	DGH/ JCL		Heeren	2.151	67.118				17,8	18,1
99.	Saal/ GmB		Heeren	475	15.246				4,0	4,1
100.	FFW/ DGH		Dahlen	9.117	60.250				18,8	20,3
101.	Kita		Dahlen	3.141	58.877				16,1	16,6

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.1 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Verbraucher	Lage	Ort	Strom-verbrauch kWh	Wärmeverbrauch Erdgas kWh	FW kWh	HEL / FG kWh	Elektro kWh	CO_2 Stadtwerke t	Strommix t
102.	FFW		Gohre	138					0,1	0,1
103.	DGH/ GmB		Gohre	635	20.069				5,3	5,4
104.	FFW		Neuendorf	4.123				10.535	5,8	8,3
105.	FFW		Peulingen					3.911	1,6	2,2
106.	FFW		Groß Schwechten	2.632				3.307	2,4	3,4
107.	GmB/ DGH		Groß Schwechten	2.249	67.613				17,9	18,3
108.	Festplatz		Groß Schwechten	1.909					0,8	1,1
109.	FFW/ GmB/ DGH 1		Uenglingen	1.609	48.874				12,9	13,2
110.	Kita		Uenglingen	2.733	55.948				15,2	15,6
111.	Sportlerheim		Uenglingen	1.978	23.767				6,8	7,1
112.	DGH 2		Uenglingen	1.043	26.361				7,1	7,2
	Gesamt	11.429.828	MWh	1.916.937	3.607.105	3.738.093	2.054.348	113.345	2.630,5	2.970,0
					37,9%	39,3%	21,6%	1,2%		
	Strom	1.916.937	MWh							
	Wärme	9.512.891	MWh							

Tabelle 8.2: Stand der baulichen und energetischen Sanierung der kommunalen Liegenschaften

Nr.	Objekt	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung	Bemerkung
1	Kiga „Mischka”	x	x	x	Neubau
2	Kiko „Märchenland”	x	x	x	
3	Kiko „Regenbogenland”	teilweise			
4	Kiko „Stadtseeallee”	x	x	x	
5	Kita „Nordspatzen”	x	x	x	Dämmung Fassade Nord fehlt
6	Kita Wahrburg	x	x	x	Neubau
7	Altmärkisches Museum				Denkmalschutz
8	Jugend- Freizeitzentrum	teilweise	teilweise	x	Denkmalschutz
9	Wieckhaus	x			Denkmalschutz
10	Musik- u. Kunstschule	x	teilweise	x	
11	Musikforum Katharinenkirche				Denkmalschutz
12	Theater	x		x	Neubau, ohne Fassadendämmung
13	Theaterwerkhalle			x	
14	Hallstr. 54			x	
15	Hallstr. 55	x		x	
16	Turnhalle Süd				
17	GS „Am Stadtsee”	x	x	x	Totalsanierung
18	Turnhalle	x	x	x	Totalsanierung
19	„Diesterweg”-Turnhalle				stillgelegt
20	GS Petrikirchhof	x			
21	GS „J. Gagarin”	x	x	x	Totalsanierung
22	Turnhalle	x	x	x	Ersatzneubau
23	GS Nord m. Turnhalle	x	x	x	noch in der Sanierung
24	GS Goethe	x	x		Denkmalschutz
25	Volkshochschule	x	x	x	Denkmalschutz
26	Sporthalle,Haferbr. Weg	teilweise			
27	Obdachlosenheim	x			
28	Stadthaus Markt 14/15	x	x	x	Denkmalschutz
29	Rathaus Markt 1				Denkmalschutz
30	Kämmerei Markt 7	x		x	Denkmalschutz
31	Bauverwaltung	x		x	
32	Feuerwehr A. der Bär	x	teilweise	x	Denkmalschutz
33	Verwaltungsgeb. Friedhof	x		x	Denkmalschutz
34	Friedhof, Kapelle			x	
35	Stadtarchiv	x		x	Denkmalschutz
36	Stadion Hölzchen	x	x	x	Neubau
37	TH E.- Weinert-Str.	x	x	x	
38	WC, Priesterstr.	-		x	
39	WC, Tangermünder Tor	-		x	
40	WC, Arneburger Str.				

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.2 – Forstsetzung

Nr.	Objekt	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung	Bemerkung
41	WC, Uenglinger Str.				
42	WC, Bahnhofstr.				
43	Tiergarten, Wirtschaftsgeb.	x		x	
44	Tiergarten, Verwaltung	x	x	x	Neubau
45	Tiergarten, Kassenhaus	x	x	x	Neubau
46	Stendal-Information	x		x	Denkmalschutz
47	Jugendclub "Zenit"	-	x	x	
48	MAD-Club	x	x	x	
49	Stadtbibliothek				Denkmalschutz
50	Stadtbibliothek, Erweiterung	x	x	x	Neubau
51	Stadtseebibliothek				zum Verkauf
52	Bauhof, Uchtewall	x		x	Büro
53	Bauhof, Arneburger Str.				
54	Bauhof, Sozialgebäude	x			
55	Feuerwehr Wahrburg	x		x	
56	Bürgerhaus Wahrburg	x		x	
57	Bürgerhaus, Borstel	x			
58	Feuerwehr, Borstel	x			
59	Feuerwehr Arnim	x	x	x	Neubau
60	Feuerwehr Bindfelde	x	x	x	Neubau
61	Feuerwehr Staffelde	x			
62	Feuerwehr Jarchau				
63	Jarchau, Mietshaus, Im Eck 5/7				
64	Jarchau, Gemeindehaus	x		x	
65	Jarchau, Jugendclub				
66	Jarchau, Kindergarten	x	x	x	
67	Uchtspringe, Leichenhalle	x	x	x	Neubau 1995
68	Uchtspringe, Feuerwehr	x	x	x	Neubau 2001, Erweiterung 2010
69	Börgitz, Schule/ Kita	x	teilweise	x	Sanierung ab 1991
70	Börgitz, Gemeindebüro	x	x	x	Mehrfam.-Hs., saniert 2004
71	Staats, Gemeindebüro	x	x	x	Neubaublock Bj. 1977, saniert
72	Staats, Feuerwehr	x	x	x	Baujahr 1964, Sanierung ab 1997
73	Vinzelberg, FFW/ Gem./ DGH	x		x	Baujahr 1966, Sanierung ab 1991
74	Wittenmoor, DGH/Sportplatz	x	teilweise	x	Baujahr ca. 1963, San. Ab 1993
75	Wittenmoor, Feuerwehr	x	teilweise	x	Sanierung ab1996
76	Volgfelde, FFW/ DGH	x	x	x	Neubau 1996
77	Nahrstedt, Feuerwehr	x		x	Baujahr 1982, Sanierung ab 1993
78	Nahrstedt, JCL/ DGH	x	x	x	Baujahr 1985, Sanierung ab 1992
79	Möringen, FFW/ DGH	x		x	Baujahr ca. 1900, Sanierung ab 1999
80	Möringen, Turnhalle	x	x	x	Sanierung ab 2006
81	Möringen, Grundschule	x			Neubau 1972, Sanierung ab 1992
82	Möringen, JCL				Baujahr 1935, keine Sanierung
83	Möringen, Kita	x	teilweise	teilweise	Baujahr 1907, Anbau/San. Ab 1993
84	Möringen, Garagen (Gem.)	-	-	-	

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.2 – Forstsetzung

Nr.	Objekt	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung	Bemerkung
85	Möringen, Gemeindebüro	x			Baujahr 1900, Sanierung ab 1993
86	Möringen, ehem. Verkaufsst.			x	Baujahr ca. 1980, evtl. Verkauf geplant
87	Klein Möringen, FFW/ DGH	x	x	x	Baujahr 2001
88	Klein Möringen, Leichenhalle	x			Sanierung ab 2004
89	Insel, FFW/ DGH	x		x	Baujahr 1985, Sanierung ab 2000
90	Insel, Kita	x	x	x	Baujahr 1968, Sanierung ab 1992
91	Insel, JCL/ Sportlerheim	x	x	x	Neubau 1995
92	Insel, Alte FFW				Altbau, nur Dachsanierung
93	Döbbelin, FFW/ DGH	x		x	Neubau 1993, Anbau/Erweit. 2000
94	Tornau, FFW	x	x	x	Neubau 1999
95	Tornau, DGH	x	x	x	Sanierung ab 1997
96	Buchholz, FFW	x		x	Baujahr vor 1900, Sanierung ab 1995
97	Heeren, Werkstatt				Altbau
98	Heeren, Sportlerheim/ Sportpl.	x		x	Baujahr 1960, Umbau 1998
99	Heeren, DGH/ JCL	x	teilweise	teilweise	Altbau, Sanierung ab 1998
100	Heeren, Saal/ GmB	x			Altbau vor 1900, Sanierung ab 1993
101	Dahlen, FFW/ DGH	x	teilweise	teilweise	Altbau ca. 1900, Neubau (FFW) 1997
102	Dahlen, Kita	x	teilweise	x	Baujahr 1970, Sanierung ab 1994
103	Gohre, FFW	x			Baujahr ca. 1900
104	Gohre, DGH/ GmB	x		teilweise	Baujahr um 1900, Sanierung ab 1995
105	Neuendorf, Feuerwehr	x	x	x	Neubau 1995
106	Peulingen, Feuerwehr	x		x	Altbau, Sanierung 1999
107	Groß Schwechten, FFW	x		teilweise	Baujahr 1967, Sanierung ab 1997
108	Groß Schwechten, GmB/ DGH	x		x	Altbau, Sanierung ab 1998
109	Uenglingen, FFW/ GmB/ DGH 1	x	x	x	Altbau, Sanierung ab 1997
110	Uenglingen, Kita	x	x	x	Altbau ca. 1930, Sanierung ab 1993
111	Uenglingen, Sportlerheim	x		x	Neubau 1995
112	Uenglingen, DGH 2	x	x	x	Baujahr ca. 1988, Sanierung ab 1993
	kein Wärmeverbrauch	2	2	2	
	unsaniert	23	60	32	
		20,9%	54,5%	29,1%	
	teilsaniert	3	10	5	
		2,7%	9,1%	4,5%	
	saniert	84	40	73	
		76,4%	36,4%	66,4%	
	Zwischensumme Wärmeverbrauch	110	110	110	
		100,0%	100,0%	100,0%	
	Gesamt	112	112	112	

8.2 Bestand von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Stadtgebiet der Hansestadt Stendal

Tabelle 8.3: Liste der Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Stadtgebiet von Stendal, Stand 2011

lfd. Nr.	Netzbetreiber	Standort der Anlage PLZ	Ort	Straße/ Flurstück	Leistung [kW]
Photovoltaikanlagen					
1.	E.ON Avacon AG	39579	Wittenmoor	Hauptstr. 2 / 13/2, 13/4, 16/7, 16/11, 16/13, 17/1	813,6
2.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Langer Weg 51	248,0
3.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lüderitzer Straße 5	187,7
4.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Schillerstraße 6	93,9
5.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Altmärker Platz 1	79,2
6.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Scharnhorststraße 87	53,2
7.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Dr. Kurt Schumacher Str. 23	48,6
8.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Osterburger Straße 25	44,2
9.	E.ON Avacon AG	39579	Buchholz	Im Winkel 6	31,3
10.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Bahnhofstr. 9	30,1
11.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	30,0
12.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	30,0
13.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	30,0
14.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	30,0
15.	E.ON Avacon AG	39599	Insel	Dorfstr. 15	30,0
16.	E.ON Avacon AG	39599	Insel	Zum Wald 1	30,0
17.	E.ON Avacon AG	39599	Vinzelberg	Waldweg 0 l	30,0
18.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Dorfstr. 36	29,9
19.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lützowstraße 8	29,9
20.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lützowstraße 8	29,9
21.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Opelstraße 1	29,9
22.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Dorfstraße 19	29,8
23.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 13	29,7
24.	E.ON Avacon AG	39596	Jarchau	Dorfstr. 7	29,7
25.	E.ON Avacon AG	39596	Staffelde	Hauptstr. 17	29,6
26.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Ziegeleiweg	29,1
27.	E.ON Avacon AG	39599	Volgfelde	Deetzer Warther Weg 9000 n / 139/1	29,0
28.	E.ON Avacon AG	39599	Volgfelde	Deetzer Warther Weg 9001 N	29,0
29.	E.ON Avacon AG	39599	Vinzelberg	Vollenschierer Weg 20	27,8
30.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Daimlerstraße 5	27,7
31.	E.ON Avacon AG	39596	Jarchau	Bauernstr. 5	27,0
32.	E.ON Avacon AG	39590	Heeren	Stendaler Str. 14	26,6
33.	E.ON Avacon AG	39590	Heeren	Groblebener Weg 0	25,7
34.	E.ON Avacon AG	39599	Volgfelde	Dorfstr. 8	24,8
35.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Dorfstr. 11	23,1
36.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Grundstr. 10	22,3

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.3 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Netzbetreiber	Standort der Anlage PLZ	Ort	Straße/ Flurstück	Leistung [kW]
37.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Am Burggraben 1	22,2
38.	E.ON Avacon AG	39596	Staffelde	Storkauer Str. 22 / 86	22,1
39.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Schernikauer Str. 4 / 80	21,8
40.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	21,6
41.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Beethovenstraße 9	21,6
42.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Scharnhorststraße 89	21,0
43.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Dorfstr. 14	19,4
44.	E.ON Avacon AG	39576	Stendal	Im Gohrer Winkel 4	19,3
45.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Nachtweide 13	19,0
46.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 11	18,6
47.	E.ON Avacon AG	39579	Buchholz	Hauptstr. 35	18,4
48.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 19 d	16,6
49.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Ziegeleiweg	16,6
50.	E.ON Avacon AG	39599	Uchtspringe	Gardelegener Str. 34	16,6
51.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Borsteler Straße 7	15,4
52.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Dorfstraße 6	15,0
53.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal, OT Borstel	Dorfstraße 16	15,0
54.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Altes Dorf 15	14,3
55.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Am Burggraben 1	14,0
56.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Industriestraße 30 d-e	14,0
57.	E.ON Avacon AG	39576	Stendal	Volgfelder Dorfstr. 37 / 191/1	14,0
58.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	13,8
59.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Dorfstr. 16	13,8
60.	E.ON Avacon AG	39576	Stendal	Peulingen 9	13,0
61.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Dorfstr. 11 a	12,0
62.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Hinter der Klinik 3	11,9
63.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Dorfstr. 9	11,8
64.	E.ON Avacon AG	39576	Stendal	Peulingen 9	11,6
65.	E.ON Avacon AG	39579	Uenglingen	Lange Str. 13	11,5
66.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Rohrstraße 7	11,4
67.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 8	11,3
68.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 17	11,2
69.	E.ON Avacon AG	39590	Bindfelde	Dorfstr. 3	10,4
70.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Birkenhagen 12-14	10,0
71.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Lindenweg 3	9,7
72.	E.ON Avacon AG	39599	Vinzelberg	Käthener Str. 14 a	9,6
73.	E.ON Avacon AG	39596	Jarchau	Siedlung 11	9,4
74.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Winckelmannstraße 5	9,3
75.	E.ON Avacon AG	39596	Staffelde	Am Wald 23	9,1
76.	E.ON Avacon AG	39599	Uchtspringe	Stendaler Str. 2	9,1
77.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Dorfstr. 60	9,0
78.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Siedlerstr. 11	8,8
79.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Dorfstr. 21	8,6
80.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Krähenwinkel 35	8,4

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.3 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Netzbetreiber	Standort der Anlage PLZ	Ort	Straße/ Flurstück	Leistung [kW]
81.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Platanenweg 21	8,4
82.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lerchenweg 4a	8,2
83.	E.ON Avacon AG	39590	Bindfelde	Dorfstr. 3	8,1
84.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Chausseestr. 28	8,0
85.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Mitschurinstraße 4	8,0
86.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Röxer Str. 52	8,0
87.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Schäferwiese 6	7,9
88.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lüderitzer Straße 71	7,8
89.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Ziegelhof 21	7,7
90.	E.ON Avacon AG	39579	Buchholz	Gutshof 10	7,6
91.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Haferbreite 12	7,6
92.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Arneburger Straße 2	7,4
93.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Am Burggraben 1	7,3
94.	E.ON Avacon AG	39599	Uchtspringe	Am Eichengrund 8	7,3
95.	E.ON Avacon AG	39590	Heeren	Quickbornweg 2	7,2
96.	E.ON Avacon AG	39596	Staffelde	Hauptstr. 13	7,2
97.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Arnimer Seitenweg 12	7,2
98.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Große Str. 5	6,9
99.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Salzwedeler Straße 5	6,8
100.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Gertraudenstraße 6 A	6,5
101.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Birkenhagen 5	6,3
102.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Uenglinger Straße 17	6,2
103.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Breite Straße 54	6,1
104.	E.ON Avacon AG	39579	Uenglingen	Belkauer Weg 13	6,1
105.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Brauhausstraße 82	6,0
106.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Schulstraße 1	6,0
107.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wahrburger Straße 70	6,0
108.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Blücherstraße 8	5,8
109.	E.ON Avacon AG	39579	Uenglingen	Belkauer Weg 12	5,8
110.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Chausseestr. 11	5,6
111.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Uchtewall 26	5,6
112.	E.ON Avacon AG	39579	Uenglingen	Wahrburger Weg 8	5,6
113.	E.ON Avacon AG	39599	Staats	Dorfstr. 45	5,5
114.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Nachtweide 26	5,4
115.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Ziegelhof 21	5,4
116.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Heerener Weg 2	5,3
117.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Eichenweg 3	5,0
118.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Haferbreiter Weg 93	5,0
119.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lerchenweg 9	5,0
120.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Lüderitzer Straße 73	5,0
121.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Weidegang 50	5,0
122.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wendstraße 14	5,0
123.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wichmannstraße 11	5,0
124.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Ziegelhof 79	5,0

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.3 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Netzbetreiber	Standort der Anlage PLZ	Ort	Straße/ Flurstück	Leistung [kW]
125.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Zur Weide 18	5,0
126.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Dorfstr. 15	4,9
127.	E.ON Avacon AG	39596	Staffelde	Storkauer Str. 7	4,9
128.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Am Röxer Wald 27	4,9
129.	E.ON Avacon AG	39596	Jarchau	Lindtorfer Weg 4	4,8
130.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Dorfstr. 29	4,8
131.	E.ON Avacon AG	39596	Jarchau	Mühlenstege 8	4,7
132.	E.ON Avacon AG	39579	Buchholz	Am Teich 8	4,6
133.	E.ON Avacon AG	39590	Heeren	Am Teich 13	4,6
134.	E.ON Avacon AG	39590	Heeren	Am Teich 7	4,6
135.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Am Mühlenberg 19	4,6
136.	E.ON Avacon AG	39599	Möringen	Kirchweg 2	4,6
137.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Arneburger Straße 81	4,6
138.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Arnimer Damm 62	4,6
139.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Dorfstraße 8	4,6
140.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Espenweg 11	4,6
141.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wiesenweg 10	4,6
142.	E.ON Avacon AG	39576	Stendal	Hillerslebener Str. 14	4,5
143.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Hinter der Klinik 3	4,5
144.	E.ON Avacon AG	39579	Uenglingen	Am Uenglinger Berg 17	4,5
145.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Veilchenweg 12	4,4
146.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Gertraudenstraße 6	4,3
147.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Frankenstraße 8	4,2
148.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Weißdornweg 6	4,2
149.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Anrimer Damm 129	4,1
150.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Gardelegener Straße 124	4,0
151.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Heerener Straße 2	4,0
152.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Holstenstraße 11	3,9
153.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Ziegelei 1	3,8
154.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Kiebitzberg 28	3,8
155.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Rathnenower Straße 25	3,6
156.	E.ON Avacon AG	39599	Nahrstedt	Dorfstr. 26	3,3
157.	E.ON Avacon AG	39579	Dahlen	Hauptstr. 11	3,2
158.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Borsteler Straße 1b	3,0
159.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Brauhausstraße 11	3,0
160.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Heerener Straße 112	3,0
161.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Weberstraße 24	3,0
162.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal, OT Borstel	Kurze Straße 5	3,0
163.	E.ON Avacon AG	39579	Buchholz	Im Winkel 6	2,6
164.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Mannsstraße 18	2,6
165.	E.ON Avacon AG	39579	Groß Schwechten	Nachtweide 7	2,5
166.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Brauhausstraße 11	2,5
167.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Gardelegener Straße 54d	2,4
168.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Gänseblümchenweg 6	2,0

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 8.3 – Forstsetzung

lfd. Nr.	Netzbetreiber	Standort der Anlage PLZ	Ort	Straße/ Flurstück	Leistung [kW]
169.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Mozartstraße 14	2,0
170.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Nicolaistraße 23	2,0
171.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wendstraße 13	2,0
172.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Yorkstraße 13	2,0
173.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Kuhlenschlag 16 d	1,0
174.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Petrikirchstraße 30	1,0
175.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Wahrburger Straße 2	1,0
	Gesamt Photovoltaik				3.460,2
Biogasanlagen					
1.	E.ON Avacon AG	39576	Nahrstedt	Neuer Weg	250,0
2.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Osterburger Straße 64a (Deponie)	288,0
3.	Stadtwerke Stendal GmbH	39576	Stendal	Arnimer Damm (Klärwerk)	210,0
	Gesamt Biogas				748,0
Windkraftanlagen					
-	-	-	-	-	-

8.3 Anhang zum Abfallbereich

8.3.1 Ergänzungen zu Abfallmengen

8.3.2 Glossar Abfallwirtschaft

Abfallbegriff

Zentrale Bedeutung bei der Beschreibung der Situation der Abfallwirtschaft und der daraus abzuleitenden Aussagen kommt der Definition des Begriffes „Abfall" zu.

Eine Beurteilung, ob Abfall vorliegt, kann nicht pauschal vorgenommen werden und hat anhand der Prüfung sämtlicher Umstände zu erfolgen. Die Abfalleigenschaft und ein begrifflicher Wandel zum Wertstoff kann nach EU-/BRD-Gesetzgebung erst bei tatsächlich erfolgter Verwertung bzw. bei rechtlich festgelegter Produkteigenschaft enden.

Bei den Untersuchungen zur energetischen Verwertung von Abfällen im Rahmen eines Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes in der Hansestadt Stendal werden ausschließlich die Siedlungs- und Gewerbeabfälle in Betracht gezogen.

Siedlungsabfall

Siedlungsabfall ist ein Oberbegriff für alle Abfälle aus privaten Haushalten sowie gewerbliche Abfälle ähnlicher Zusammensetzung und Abfällen aus anderen Herkunftsbereichen, wie beispielweise Abfälle von öffentlichen Flächen, Abfälle aus Gewerbe und Industrie sowie Abfälle aus Sortier- und Behandlungsanlagen.

Im Rahmen der Erarbeitung des IEVKSK Stendal werden die heterogenen Abfallpotenziale, die für den energetischen Einsatz mit entsprechenden Konversionstechnologien in Frage kommen, nach Herkunft/Erzeugung klassifiziert und quantifiziert. Dazu bedarf es weiterer Definitionen und Abgrenzungen zwischen den stofflich und energetisch nutzbaren Abfällen:

Siedlungsabfall := Haushaltsabfall + gewerblicher Abfall ähnlicher Zusammensetzung + Abfall aus anderen Herkunftsbereichen

wobei Haushaltsabfall = BiogeneRest-und Wertstoffe (BioRW= Biotonne/grün/braun, Bioabfall/Garten) + Wertstoffe (trockene Fraktionen wie Glas, Papier/Pappe/Karton, Leichtverpackungen/ Kunststoffe, elektronische Geräte) + Altholz + Sperrmüll (ohne Holz) + Restabfall (Haushalt) + der im Haushaltsbereich anfallenden Sonderabfälle (Batterien, Farbreste, Arzneimittel etc.).

Zur Vermeidung von Doppelerfassung ist Holz in der Abfall-Verwertungsmatrix nicht gesondert als Wertstoff bzw. im Sperrmüll quantitativ erfasst. Bei den weiteren Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass sich im Restabfall noch ca. 25-40 % biogene Bestandteile befinden können sowie 60-75 % ein unvorbehandeltes Sammelsurium eines Mix sämtlicher im Haushalt vorkommender Abfallfraktionen.

Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall = BioRW (Biotonne, Bioabfall/Garten) + Wertstoffe (separierte, trockene Abfallfraktionen) + Altholz + Restabfall + Sperrmüll (ohne Holz) – analog den Fraktionen im Haushaltsabfall.

Abfall anderer Herkunftsbereiche = Abfall von öffentlichen Flächen + Marktabfall + Klärschlamm

Gewerbeabfälle - Produktionsabfälle aus Gewerbe und Industrie

In industriellen Betrieben fallen Abfälle an, die wegen ihrer Mengen oder Schadstoffgehalte nicht gemeinsam mit dem Hausmüll entsorgt werden. Ein Großteil der Gewerbeabfälle kommt aus der verarbeitenden Industrie und aus dem Baugewerbe. Ein Problem bilden die in großen Mengen anfallenden Sonderabfälle, die in speziellen Behandlungsanlagen oder Sondermülldeponien entsorgt werden.

Ähnlich wie bei den Bauabfällen werden bei den Gewerbeabfällen nur ca. 10-15 % des Gesamtaufkommens den Landkreisen und kreisfreien Städten überlassen. Diese Mengen sind in der Regel „Hausmüllähnliche Abfälle aus Gewerbe und Industrie" und dadurch in den Siedlungsabfallbilanzen teilweise statistisch enthalten. So auch in der ALS-Analyse von 2009. Aus diesem Grund wurden die von ALS doppelt erfassten Gewerbeabfälle im EKSK Stendal vernachlässigt.

In einer Reihe statistischer Erfassungssysteme zählen Abfälle aus der Produktion in Gewerbe und Industrie (Gewerbeabfall), Bauschutt/sonstiger Abbruchabfall sowie Abfall aus Sortier- und Behandlungsanlagen in der Statistik zum Siedlungsabfall. Diese Fraktionen werden hier jedoch vernachlässigt bzw. nur nachrichtlich erwähnt.

Gewerbeabfälle sind konjunkturbedingt oft starken Schwankungen unterworfen. Deren Verwertungspfade sind im LK Stendal sowie in der Hansestadt Stendal aber noch wenig untersucht, (d.h. auch nicht statistisch erfasst) zumal sie gesetzlich nicht der öffentlichen Entsorgung verpflichtet sind. Um eine Gesamtübersicht über das Aufkommen sowie den Verbleib der Gewerbeabfälle im UG zu erhalten, müsste eine gesondert Untersuchung/ Befragung der Unternehmen vorgenommen werden. Geht man von dem statistischen Mittelwert der BRD (2009) von 444 kg/EW an Gewerbeanfall (aus der Produktion) aus, so scheint diese Untersuchung für Stendal/ LK Stendal zur Ermittlung der realen Potenziale aus der Abfallwirtschaft lohnenswert, wenn die Nachfrage um die neuen Rohstoffe schärfer wird. Im Rahmen bundesweiter Schätzungen liegt die Kenngröße „Gewerbeabfall/EW pro Jahr" im Mittel bei ca. 225 kg (2008).

Haushaltsabfall

Tabelle 8.4: ALS-erfasste Abfallmengen im LK Stendal.

Landkreis Stendal	ALS-erfasste Abfallmengen im LK Stendal (t_{FM})					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Bevölkerungsentwicklung	140.606	131.267	129.481	127.464	125.429	123.798
Siedlungsabfall ges	66.041,8	55.735,0	53.890,6	54.567,3	54.675,4	55.153,9
Hausabfall (Hausmüll)	55.313,6	47.793,3	46.613,8	48.436,3	47.638,8	47.614,6
Restabfall/ Hausmüll	14.946,4	11.499,0	11.303,7	10.732,5	10.222,5	9.965,7
Sperrmüll	7.230,0	3.846,0	2.977,0	3.620,0	3.637,4	3.689,2
BioRW - Biotonne	8.444,0	11.891,0	13.019,0	15.230,0	15.230,0	15.230,0
(mit Garten, Laub)						
BioRW - RecHof	1.078,0	800,0	1.042,0	1.263,0	1.266,8	1.238,0
Wertstoffe	23.615,2	19.757,3	18.272,1	17.590,8	17.282,1	17.491,7
(mit Altholz)						
- Altholz	3.607,5	1.570,0	1.012,0	1.950,0	1.650,0	1.671,3
- PPK (Blaue Tonne)	10.798,0	8.933,0	7.808,0	5.764,8	5.669,4	5.694,7
- LVP (Leichtverpackung)	5.764,8	5.381,9	5.308,7	5.226,0	5.142,6	5.075,7
- sonstige Wertstoffe	3.444,8	3.872,4	4.143,4	4.650,0	4.820,1	5.050,0
(Metalle, Glas, Elektroschrott)						
Hausmüllähnlicher Siedlungsabfall	6.861,6	4.331,8	3.716,1	2.625,8	3.587,3	4.134,9
Restabfall/ Gewerbe	2.744,6	1.732,7	1.486,4	1.050,3	1.434,9	1.653,9
(+ Sperrmüll)	343,1	216,6	185,8	131,3	179,4	206,7
BioRW - Biotonne	3.866,7	3.609,8	3.560,7	3.505,3	3.449,3	3.404,4
Wertstoffe	2.058,5	1.299,5	1.114,8	787,7	1.076,2	1.240,5
(mit Altholz)						
- Altholz	343,1	216,6	185,8	131,3	179,4	206,7
Klärschlamm	3.866,7	3.609,8	3.560,7	3.505,3	3.449,3	3.404,4

(t_{FM}) ... Tonnage als Frischmasse

Unter Bioabfall versteht man alle organischen Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft, die in einem Haushalt oder Betrieb anfallen und durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können. Dazu zählen zum Beispiel Essensreste und Rasenschnitt. Bioabfälle werden in der Regel über die sogenannte Biotonne separat erfasst und gesondert durch Kompostierung und Gärung behandelt.

Biotonne

= Sammelbehältnis für organische Abfälle, die stofflich (kompostiert) oder energetisch (Biogas) verwertet werden können. In der Biotonne werden als MIX-Substrat gesammelt:

aus der Küche: nicht gekochte Obst- und Gemüsereste (auch von Zitrusfrüchten), Eierschalen, Kaffeefilter, Teebeutel, Kartoffelschalen, Nussschalen, rohe Speisereste usw.

Sonstiges: Stroh, Heu, Kleintierstreu, Holzwolle / Holzreste / Sägespäne von Holz, Haare, Federn, Papiertaschentücher, Küchentücher, Blumensträuße (ohne Bindedraht), zerkleinerte Weihnachtsbäume usw. aus dem Garten: Laub, Baum- und Strauchschnitt, Blumenerde, trockener Grasschnitt, Unkraut, Schnittreste von Blumen usw.

Strauch- und Heckenschnitt (Gartenabfall, lose oder gebündelt) sowie Laub in Säcken werden i.d.R. nicht gemeinsam mit der Biotonne entsorgt. Bei Vorlage der im Abfallkalender der ALS eingelegten Entsorgungskarten kann 2 x jährlich eine gebührenfreie Annahme bis zu einer Menge von 1 m^3 pro Selbstanlieferung auf der Abfallannahme und Umladestaion bzw. den Recyclinghöfen im Landkreis Stendal erfolgen. Dennoch befindet sich durchschnittlich 35-40 % von Gartenabfall neben dem Küchenabfall 55-60 %) in der Biotonne, dazu etwa 4 % stofflich und energetisch nicht verwertbarer Störstoffe (Schmutz, Sand, sonstiges, etc.)

Gartenabfall

Laub, Baum- und Strauchschnitt, Blumenerde, trockener Grasschnitt, Unkraut, Schnittreste von Blumen usw. In den Berechnung wird angenommen, dass sich das gesamte Gartenabfall-Potenzial zu 80 % Gras-/krauartiger Biomasse und 20 % aus Baum- und Strauchschnitt zusammensetzt.

Biomasse/ Bioabfall

Biomasse ist die gesamte durch Pflanzen, Tiere und

Menschen anfallende oder erzeugte organische Substanz. Sie ist physikalisch gesehen chemisch gebundene Sonnenenergie. Zur Unterscheidung zu der Biomasse aus Sicht der stofflichen und energetischen Nutzung benutzt man auch für die organischen Rest- und Wertstoffe den Oberbegriff „Biogene Rest- und Wertstoffe" (BioRW).

Nach der aktuellen Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (BMU, BiomasseV vom 21.6.2001) werden unter dem Begriff Biomasse sämtliche Stoffe organischer Herkunft (d. h. kohlenstoffhaltige Minerale) verstanden, worunter laut dieser Verordnung (u. a.) nicht zur Biomasse zählen:

- Klärschlämme im Sinne der Klärschlammverordnung
- Hafenschlick und sonstige Gewässerschlämme und -sedimente
- Deponiegas
- Klärgas
- Gemischte Siedlungsabfälle aus privaten Haushaltungen sowie ähnliche Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen.

Altholz

stammt hier vor allem das Gebrauchtholz aus dem Sperrmüll. In der Klassifikation Altholz ist industrielles Restholz nicht erfasst, da dieses nach dem Abfallwirtschaftsgesetz nicht abgabepflichtig ist. Die vorwiegend aus Industrie- und Gewerbe stammenden Holzreststoffe (Säge- , Spanplattenwerke) sind statistisch bei teilweise schwer identifizierbaren Verwertungspfaden im Gewerbeabfall-Potenzial klassifizierbar. Unter Wertstoffe Gesamt ist in der Verwertungsmatrix der Wertstoff Altholz quantitativ nicht berücksichtigt, um Doppelerfassung zu vermeiden.

Sperrmüll

Zum Sperrmüll zählen sperrige Einrichtungsgegenstände aus Haushalten, die wegen ihrer Größe oder Beschaffenheit nicht in die zugelassenen Abfallbehälter passen und daher nicht mit dem Hausmüll in einer Mülltonne entsorgt werden können. Sperrmüll wird gesondert abtransportiert. Bei der Sammlung von Sperrmüll sind drei Systeme geläufig: Das erste, bei dem an einem im Voraus festgelegte Termin sämtliche Müllstücke abgeholt werden. Bei dem zweiten Verfahren, meist Sperrmüll auf Abruf genannt, muss der Entsorger vorher an einer bestimmten Stelle anrufen und dort den Service für einen bestimmten Tag bestellen. Zudem kann in einigen Recyclinghöfen der Sperrmüll ohne Termin abgeliefert werden. Meistens ist dieser Service nicht kostenfrei.

Restabfall

Als Restmüll wird die Summe aller Abfälle bezeichnet, die wegen Verunreinigung oder Vermischung keiner der getrennt zu sammelnden Abfallfraktionen (Altpapier, Altmetall, Altglas, Bioabfall, Leichtverpackungen (LVP, Grüner Punkt), Altholz, Elektroschrott, Gefahrstoffe etc.) zugeordnet werden können. Daher gibt es theoretisch nur sehr wenige Dinge die originär zum Restmüll gehören (z. B. Zigarettenkippen, Babywindeln, Hygieneartikel, verschmutzte Tücher, Lappen und Filter, Staub, Asche). In der Praxis ist heute der Restabfall ein Mix aus Wertstoffen, Bioabfall (Organik), Inertstoffen und dem originärem Abfall und wird i. d. R. nach Vorbehandlung (z. B. Sortierung) der Verbrennung zugeführt. Nach den Angaben von ALS besteht der Abfall des LK Stendal zu 36,6 % aus Organik und 63,4 % aus dem hier beschriebenen Mix.

Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall

Unter hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle versteht man gemischte Abfälle aus Gewerbebetrieben und Verwaltungen. Dabei handelt es sich um Verpackungen, Büroabfall, Kantinenabfall, Produktionsabfälle. Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall wird im UG Stendal durch ALS in Institutionen, Schulen, Gewerbeeinrichtungen, etc. gesammelt und entsorgt. Bei der Quantifizierung der Komponenten wird angenommen, dass die Komponenten-Zusammensetzung der von Hausmüll entspricht.

Die Gewerbeabfallentsorgung ist mit Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zum Gegenstand des Streites zwischen privaten und kommunalen Entsorgern geworden. Dabei geht es um die Frage, ob Gewerbeabfälle Abfälle zur Verwertung oder Abfälle zur Beseitigung sind. Werden Gewerbeabfälle verwertet, so können private Entsorger die Entsorgung übernehmen. Sofern jedoch der Abfall beseitigt wird bzw. objektiv werden muss, unterliegen die Gewerbebetriebe dem Anschluss- und Benutzungszwang an die öffentliche Entsorgung.

Abfall von öffentlichen Flächen

Dazu zählen Abfälle wie Straßenkehricht, Papierkorbabfälle, Garten-, Park- und Friedhofsabfälle. Annahme für die durchschnittliche Zusammensetzung der stofflich und energetisch verwertbaren Hauptkomponenten: BioRW: 30 %, Restabfall: 50 %, Inertstoffe: 20 %.

Inertstoffe Das Wort inert bedeutet träge, unbeweglich. Inertstoffe sind Stoffe, die ohne weitere Vorbereitung chemisch und biologisch stabil sind. Als inert werden folgende Stoffe bezeichnet:

- Inertstoffe im eigentlichen Sinn, welche einen geringen Schadstoffgehalt und eine geringe Löslichkeit aufweisen und zu mehr als 95 Gewichtsprozent aus gesteinsähnlichen Bestandteilen bestehen.
- Inerte Bauabfälle, welche zu mindestens 95 Gewichtsprozent aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen wie Beton, Asbestzement, Ziegel, Glas, Mauerabbruch und Strassenaufbruch bestehen.

- Unverschmutztes Aushub- und Abraummaterial, welches nicht für Rekultivierungen verwertet werden kann. Die Qualität der Inertstoffe wird in der so genannten TVA „Technische Verordnung über Abfälle" genau festgelegt.

Marktabfall

Marktabfälle sind Abfälle aus dem Lebensmittelhandel bzw. von Lebensmittelgroß- oder Lebensmitteleinzelhandelsmärkten. Sie bestehen aus einem Gemisch aus biogenen pflanzlichen und tierischen Rückständen aus dem Warenangebot des Handels und der Märkte, aus Verpackungen (zumeist aus Holz, Kartonagen und Kunststoffen) sowie in geringeren Anteilen aus Restmüll. Die Zusammensetzung der Marktabfälle ist vom Sammelsystem, vom Konsumverhalten, von der geografischen Lage des Anfallortes und von der Jahreszeit abhängig und dadurch nur bedingt vergleichbar. Annahme für die durchschnittliche Zusammensetzung der stofflich und energetisch verwertbaren Hauptkomponenten im LK Stendal für die weiteren Kalkulationen: BioRW: 60 %, Verpackungen: 30 %, Restmüll: 10 %.

Klärschlamm

Klärschlamm ist der bei der Behandlung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich zugehöriger Anlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung anfallende Schlamm, auch entwässert oder getrocknet oder in sonstiger Form behandelt. Die bisherige Klärschlammverordnung (AbfKlärV) regelt die schadstoffseitigen Anforderungen an die Verwertung von kommunalem Klärschlamm als Düngemittel auf landwirtschaftlich genutzten Böden. Insbesondere bei den Schadstoffgrenzwerten der geltenden Klärschlammverordnung aus dem Jahr 1992 besteht Anpassungsbedarf im Sinne der Festlegung von strengeren Anforderungen. Das BMU hatte einen ersten Arbeitsentwurf für eine Novelle der AbfKlärV erarbeitet und mit den Beteiligten erörtert. Strengere Vorgaben zur hygienisierenden Klärschlammbehandlung zur regelmäßigen Qualitätssicherung konnten aber erst parallel zum Entwurf eines neuen Kreislauf-wirtschaftsgesetzes (KrWG) erarbeitet werden. Damit wird ein wesentlicher Schritt hin zu dem umweltpolitischen Ziel vollzogen, dass es längerfristig zu keiner wesentlichen Schadstoffanreicherung in Böden durch Klärschlamm-düngung kommt. Insgesamt leistet die Novelle der AbfKlärV einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft und damit auch zum Schutz der natürlichen Phosphatressourcen. Damit wird wirtschaftlich die Kompostierung der Klärschlamm-Trockenmasse energetisch zwingender als die stoffliche Verwertung als Dünger.

Geht man davon aus, dass weiterhin ein größerer Teil des Klärschlamms vor einer weiteren Verwertung kompostiert wird und diese Kompostierung auch nach einer vorherigen Nutzung des Klärschlamms für die Gewinnung von Biogas möglich ist, so wird deutlich, dass der Spielraum für eine thermische Verwertung von kommunalen Klärschlämmen, begrenzt ist. Gleichzeitig ist zu beachten, dass bei den größeren Kläranlagen eine Klärgasgewinnung bereits erfolgt. Für Stendal wird ein mittlerer Anteil an Trockenmasse von 27,5kg/EW im Jahr angenommen.

Abfallkomponenten des Siedlungsabfalls im LK Stendal

Für diverse Berechnungen der unterschiedlichen Abfall-Substrate (holz-/ krautartig, pastös) werden sowohl Mengen- als auch Gewichtsmaße (in FM = Frischmasse) verwendet. Die Erfassung von Klärschlamm erfolgt hier in Trockenmasse TM).

In der Regel gibt es Unterschiede in der Komponenten-Zusammensetzung der Abfallfraktionen innerhalb das Hausmülls bzw. hausmüllähnlichen Abfalls entsprechend der konkreten Herkunft/ des Verursachers. Im Rahmen der Untersuchungen für den LK/ Hansestadt Stendal werden bei den gesammelten Abfallfraktionen von ALS folgende durchschnittliche Zusammensetzungen der Hauptkomponenten zugrunde gelegt:

- Hausabfall (Hausmüll):
  - ▷ Restabfall/ Graue Tonne+ Sperrmüll: 24,2 % davon ca. 36,5 % Organik + 63,5 % Reststoffe (alles im Mix)
  - ▷ Bioabfall/ Grüne/Braune Tonne: 26,6 % - als Mix davon 60 % aus Nahrungsmitteln + 40 % aus Gartenpflege (+ Störstoffe) darunter aus Gartenpflege ca. 80 % krautartiger, 20 % holzartiger Anteil
  - ▷ Bioabfall/Garten-Gesamt: 16,9 %, davon 2,2 % auf Biohof gebracht/ 14,7 % kompostiert/Eigennutzung darunter aus Gartenpflege ca. 80 % krautartiger, 20 % holzartiger Anteil - separiert
  - ▷ Altholz: 5 %
  - ▷ Wertstoffe (trocken, gesammelt): 27,3 %.
- Hausmüllähnlicher Abfall:
  - ▷ Restabfall (Graue Tonne)+ Sperrmüll: 40,0 %
  - ▷ Bioabfall (Grüne/Braune Tonne): 30,0 %
  - ▷ Altholz: 5 %
  - ▷ Wertstoffe (trocken, gesammelt): 25.0 %.
- Abfall anderer Herkunft:
  - ▷ Marktabfall
    - → Restabfall: 15,0 % darunter in der Summe (grob) auch sämtliche Inert- und Störstoffe (alles im Mix)
    - → Bioabfall (native Stoffe, Fleisch, u.a.): 50,0 % - separiert
    - → Wertsstoffe (LVP, u.a.): 35 %.

- ▷ Kehrricht/ Strassenabfall
  - → Restabfall: 65,0 % darunter in der Summe (grob) auch sämtliche Inert- und Störstoffe (alles im Mix)
  - → Bioabfall (vor allem Laub, nicht aus Pflegearbeiten): 30,0 % - separiert
  - → Wertsstoffe (LVP, u.a.): 5 %.

Korrelation zwischen Abfallkomponenten

Ein wichtiges Merkmal bei quantitativen Abfall-Analysen besteht darin, dass die Abfall-Mengen (-Tonnagen) der Gruppe Restabfälle (Reststoffe) und der BioRest- und Wertstoffe miteinander korrelieren. Diese Korrelation ergibt sich aus der konsequenten Fortführung von Maßnahmen der Mülltrennung (Biotonne, Wertstoffsammlung) zu ungunsten der im Restmüll (-Mix, Graue Tonne) vorhandenen Anteile an Organik (LK Stendal: ca. 35-40 %) und trockenen Wertstoffe.

Bei gleichbleibenden wirtschaftlichen Strukturen in einem Untersuchungsgebiete (UG) bleiben i.d.R. Wertstoff- bzw. Altholzmengen statistisch eine Zeit lang konstant, ebenso die Klärschlammmenge. Auch bei sämtlichen Wertstoff-Fraktionen ist eine lineare Korrelation zur demografischen Bevölkerungsentwicklung erkennbar.

Spezifische Abfallpotenziale = Indikatoren in der Abfallwirtschaft

Der Prozess des Umdenkens in der Energie- und Umweltpolitik wird allgemein an folgenden Kenngrößen bei der Zeitreihe am Abfallaufkommen von Siedlungsabfall gemessen: Abnahme der jährlichen Gesamtabfallmengen wie Siedlungsabfall oder Haushaltabfall. Die permanente Abnahme der entsprechenden Mengen indiziert sowohl einen höheren ökonomischen wie auch ökologischen Verwertungsgrad (Verringerung von CO_2-Emissionen).

Untersetzt wird die übergeordnete Tendenz mithilfe der miteinander korrelierenden Indikatoren für die spezifischen Potenziale/kg/EW in Form gesammelter Biomasse (Biotonne, Sammelhof) oder trockenen Wertstoffen im Vergleich mit dem Restabfall-Mix (Graue Tonne).

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist das zentrale Bundesgesetz des deutschen Abfallrechts. Es regelt grundlegend den Umgang mit sowie die Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen und die damit gekoppelte Förderung der Kreislaufwirtschaft.Mit der zum 1. Juni 2012 in Kraft getretenen Fassung wurde der bisherige Titel Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) abgelegt. Das KrW-/AbfG vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705) war am 6. Oktober 1996 an die Stelle des aus der 4. Abfallbeseitigungsnovelle hervorgegangenen Abfallgesetzes (AbfG) vom 27. August 1986 (BGBl. I S. 1410, ber. S. 1501) getreten.

8.4 Anhang zum Gebäudebereich

8.4.1 Kurzdarstellung der Methodik zur Berechnung der energetischen Potentiale im Gebäudebereich am Beispiel der Hansestadt Stendal / Teil Wohngebäude

ZEUS-Methodik-EnWohnGeb-01/11

Zielstellung

Ermittlung des Endenergie-Verbrauchs und der Einsparpotentiale durch Sanierungsmassnahmen an Wohngebäuden der Stadt Stendal (in 29 Wohngebieten/ Orteile und Ortschaften).

Vorgehensweise

1. Strukturierung/Zuordnung der Wohnflächen nach Datenlage SDL gemäß der Gebäudetypologie der BRD-Neue Bundesländer (IWU, Darmstadt, 2003, 2007, siehe Abb. 8.1 auf S. 276 und Tab. 8.5 auf S. 277).

   Ergebnis: Wohngebäude-Typologie SDL (per 31.12.2010)

2. Berechnung des Endenergie- (Wärme-) Verbrauchs pro m^2 (nach Typologie-zugeordneter) Wohnfläche entsprechend der Energiematrix der Ruhruniversität Bochum (LEE, 2006/7), aktualisiert durch Richtwerte der EnEV 2009 (ZEUS) .

   Ergebnis: Erweiterte Wohngebäude-Typologie SDL. (per 31.12.2010)

3. Berechnung der Endenergie- (Wärme-) Einsparpotentiale pro m^2 (nach Typologie-zugeordneter) Wohnfläche nach Richtwerten der EnEV (2009) für Massnahmen zur Sanierung/ Modernisierung der Gebäudehülle und Anlagentechnik (Heizung, Belüftung, u. a.).

   Ergebnis: Energie- Verbrauchs- und Einspar-Matrix-SDL - Wohngebäude (per 1.9.2010/12)

Datenlage von Stendal

Es liegt „belastbar" folgendes Datenmaterial separiert für 16 Stadtgebiete (Eingliederung bis 31.12.2009) vor :

- Erfassungsmatrix – (Struktur 2 x 3) - Grobtypologie für 2 Wohngebäudegruppen und 3 Bauepochen
- Gruppe1 : WG < 3 WE: EFH, ZFH/RH; Gruppe 2: WG > 2 WE: MFH, GMFH, HH
- Bauepoche < 1949, Bauepoche 1949–1989, Bauepoche > 1989 (mit DDR-/Wendespezifika)

Die Datenvorlage erfolge in WE (Wohneinheiten). Dazu ergänzende Informationen: bewohnt/unbewohnt, Sanierungsgrad (un-, teil-, vollsaniert) (siehe Tabellen 8.6 auf S. 278 bis 8.16 auf S. 288).

Zur direkten Anwendung der oben beschriebenen Standardmethodik zur energetischen Bewertung fehlen: Gebäudetypologie-Matrix – der vollständigen WG-Struktur (5 x 10) der BRD-NBL - Typologie für 5 Wohngebäudegruppen und 10 Bauepochen (43 Matrixelemente) sowie sämtliche Angaben zu Wohnflächen (WF) in Zuordnung zu den Wohneinheiten (WE)

Methodik zur Entwicklung einer Gebäude-Energie-Matrix für SDL

In einem wichtigen Zwischenschritt wird gemäß der Standard-Gebäudetypologie-Matrix (Wohngebäude) des IWU (2000, 2007) eine entsprechende Gebäudetypologie-Matrix-SDL mit Zuordnung von Wohnungseinheiten und Nutzflächenangabe (m^2) auf Basis der Datenbank „Wohngebäude-Stendal-16 Ortsteile" (WG-SDL16) entwickelt.

Hilfsprozedur 1: Adaption der WohnGebäude-Struktur „BRD-NBL 2003/07" und Hilfsprozedur 2: Berechnung von Energieverbrauch und -Einsparung Auf Grund der Aufgabenstellung einer erweiterten Erfassung der Wohngebäude (mit Eingliederung von weiteren 12 Wohngebieten zu Stendal bis 31.12.2010) wird die Datenbank „WG-SDL16" zu „WG-SDL29" mithilfe einer Schätzung über eine Referenzmatrix (Vergleichsmatrix) erweitert, da eine belastbare offizielle Statistik den Autoren noch nicht vorliegt (ca. erst 2013 vorhanden).

Mithilfe der Referenzmatrix sowie der Kenntnis der Einwohnerzahl und der durchschnittlichen Anzahl der Einwohner pro Haushalt (Annahme) in den bisher nicht erfassten Gebieten kann die Informationsmenge bei angenommener Struktur ergänzt und damit im Gesamtsystem berechnet (d. h. geschätzt) werden. Die Fehlertoleranz erhöht sich bei der Transformation mithilfe der Referenzmatrix von DB „WG-SDL16" (Genauigkeit = 100 %) zu DB „WG-SDL28" zwischen 3 bis 5 %.

Hauptprozedure (Gebäude-Typologie-Berechnung)

Prozedur 01-1: Adaption der Gebäude-Struktur „BRD 2003" zu „BRD-NBL 2007" Gearbeitet wird im interaktivem Prinzip (manuell können Einzelwerte korrigiert werden) mit belastbaren Ist-Daten und Schätzdaten, die entsprechend dem aktuellen Wissenstand verändert bzw. modifiziert werden können.

1. Falls keine Modifikation der Ist-Daten möglich oder erforderlich → 2.

2. Analyse der vorhandenen Daten/ Informationen und Nutzung von Vergleichsdaten und Zusatzinformationen, etc., um schrittweise fehlende Angaben zu substituieren bzw. zu komplementieren, die als Voraussetzungen zur Entwicklung der Soll-Matrix (5 x 10 – Struktur) erforderlich sind.

Mathematisch-methodische Hilfsmittel dabei sind: Top-down- sowie Bottum-up-Methode, Extra-/Interpolation, Experten-Schätzungen, Befragung/ Zählung vor Ort, Kalibration, u. ä.

Prozedurbeschreibung: Aus der vorliegenden Gebäudestatistik von SDL werden für das Ergebnis-Tableau folgende Flächenwerte (m^2) als Input übernommen:

ΣEFH,RH (<1949), ΣEFH,RH (1949-1989), ΣEFH,RH (>1989) - Flächensummen der in den jeweiligen Zeitperioden errichteten Wohngebäude der Typen EFH, ZFH und RH.

ΣMFH,GMFH, HH(<1949), Σ MFH,GMFH, HH (1949-1989), Σ MFH,GMFH, HH (>1989) - Flächensummen der in den jeweiligen Zeitperioden errichteten Wohngebäude der Typen MFH, GMFH und HH.

Insgesamt sind es 6 Basis-Werte aus dem IST-Wohngebäude-Datenbestand von Stendal (WE - entstanden durch Zählung im Buttom-up-Prinzip), die zur Wohngebäude-Typologie-Matrix-Stendal als Input weiterverarbeitet werden. Aus dieser Struktur ist nunmehr durch Ergänzung der (offiziellen bzw. aktuellen) energetischen Richtdaten (BWZK, BEI, EnEV2009) die Gebäude-(Typologie)-Energie-Matrix für Stendal (Energie-Matrix-Stendal) ableitbar.

Im Ergebnis liegen vor : Gebäude-Energie-Matrix-SDL mit dargestellter Gesamt- und bewohnter Wohnfläche, die der IWU-Gebäudestruktur (BRD/ NBL) entspricht und mithilfe der quantifizierten Flächen (m^2) in Kombination mit den Ergebnissen der energetischen Flächenbewertung zum Energiebedarf.

Zusätzliche Analyse- und Darstellungsformen der Ergebnisdaten zur Ableitung von Handlungsempfehlungen sind u.a.

- Spezifikation der Ergebnisse auf einzelne Stadtgebiete
- Spezifikation der Ergebnisse auf Nutzungssektoren sowie Teilnutzungsbereiche
- Anwendung (Extrapolation) der Ergebnisse auf Kommunen, Stadtgebiete bzw. Wohnungsgesellschaften mit vergleichbaren Strukturen - z. B. bei Vorlage von unvollständigem Datenmaterial.

Prozedur 02: Berechnung von Energieverbrauch und der Einsparungspotentiale Ziel ist die Erstellung einer Übersicht zum Endenergieverbrauch und zur Energieeinsparung im Bereich Wohngebäude von Stendal. Gearbeitet wird im interaktivem Prinzip mit belastbaren Ist-Daten aus der Gebäude-Typologie-Matrix (SDL) unter Berücksichtigung von Sanierungs-/ Modernisierungsmaßnahmen (Voll-/ Teilsanierung), die im Zeitraum vor weniger als 20 Jahren stattfanden, mit energetischen Standardbewertungen von Gebäudenutzflächen (BRD/ NBL gem. IWU/ LEE, BEI) sowie die Vorgaben der aktuellen EU- bzw. Richtwerte gemäß EnEV, insdbesondere der EnEV 2009. Die jeweiligen Anteile und geschätzten Einsparungswerte können interaktiv, d. h. manuell fortgeschrieben (gem.EnEV) bzw. für SDL korrigiert bzw. aktualisiert werden.

Anmerkung zur Kalkulation in der Praxis: In der Regel erfolgt aus Kostengründen die energetische Sanierung/ Modernisierung von Gebäudeteilen nicht in vollem Umfang bzw. in einer Sanierungsetappen. Dieser Umstand sollte bei der Kalkulation nach der Referenz-Gebäude-Methode beachtet werden, in welcher in einem Ganzheitlichkeitswert alle Wärme-Einsparungs-Synergien für eine Vollsanierung berücksichtigt sind, aber z. Zt. noch keine Differenzierungen für Synergien bei Teilsanierungen vorliegen.

Aus diesem Grund wird in der Praxis die Berechnung der Einsparpotentiale für einzelne Baugruppen, d. h. linear erfolgen (nach Untersuchungen von LEE, BEI), falls keine Vollsanierung stattfindet bzw. es werden Schätzwerte zum Ausgleich herangezogen.

Im Ergebnis liegen vor:

- Berechneter Endenergie- / Heizenergiebedarf für Wohngebäude von Stendal
- Berechnete Energieeinsparung durch Sanierungs- und sonstiger Maßnahmen (Komplex- oder Teilmaßnahme) im Wohngebäudebereich auf Basis der bewerteten Energieverbäuche.
- Präsentation/ Zusammenfassung der Berechnungen als Energiematrix in den relevanten Maßeinheiten (kWh, MWh, GWh).

Die Berechnungen erfolgen in einem ersten Schritt grober Form für Sanierungs-Modernisierungsmaßnahmen im Bereich Gebäudehülle, Heizungs- und Belüftungsanlage gemäß (stets) aktueller Richtwerte (bei Erfordernis mit NBL-Bezug) aus der EnEV 2009 zu spezifischen Energieverbrauchswerte für Wohngebäude der BRD.

Die Berechnungsmethodik für energetische und Flächenkennwerte für das Stadtgebiet Stendal wurde als Fortschreibungsmodell für Wohngebäude entwickelt. Für sämtliche Maßnahmen werden in den Berechnungen sowohl die Einsparpotentiale für den Klimaschutz (CO_2-Minderung) als auch die entstehenden Kostenbewertungen (in €) als Äquivalent mitgeführt. Die Ermittlung der Basisdaten für Wohngebäude (Stand 31.12.2010) gilt per 1.9.2012 entsprechend dem vorliegenden Erkenntnisstand als abgeschlossen.

8.4.2 Gebäudetypologie

Abbildung 8.1: Deutsche Gebäudetypologie. Quelle: IWU, Stand 2005

Baualtersklasse				EFH	RH	MFH	GMH	HH
A		vor 1918	Fachwerk					
B		vor 1918						
C		1919-1948						
D		1949-1957						
E		1958-1968						
F		1969-1978						
G		1979-1983						
H		1984-1994						
I		1995-2001						
J		nach 2002						
Sonderfälle	F/F	1969-1978	Fertighaus					
	NBL_D	1946-1960	industrieller Wohnungsbau					
	NBL_E	1961-1969						
	NBL_F	1970-1980						
	NBL_G	1981-1985						
	NBL_H	1986-1990						

Tabelle 8.5: Erweiterte Gebäudetypologie für Deutschland/ Neue Bundesländer (IWU 2007) mit Aktualisierung durch EnEV 2009

	Deutsche Gebäudetypologie_NBL mit Mittelwerten für Wohneinheiten und -flächen gemäß Systematik des IWU, Darmstadt (2007										
Bauperioden (vor 1870 bis 2006)	bis 1870	70-1918	1919-48	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1995-01	nach 2001	Summe
Bautyp EFH_A bis HH_J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
EFH											
Wohnfläche in Tsd. m²	81.503	148.776	168.937	174.251	235.409	223.135	112.631	236.441	255.280	103.208	1.739.571
Anteil an EFH-Wohnfläche	4,7%	8,6%	9,7%	10,0%	13,5%	12,8%	6,5%	13,6%	14,7%	5,9%	100,0%
Anzahl WE in Tsd.	916	1.707	2.010	1.915	2.274	1.867	936	2.055	1.994	671	16.345
Anteil an EFH-WE	5,6%	10,4%	12,3%	11,7%	13,9%	11,4%	5,7%	12,6%	12,2%	4,1%	100,0%
EFH-Mittelwert in m²/WE	89,0	87,2	84,0	91,0	103,5	119,5	120,3	115,1	128,0	153,8	106,4
RH											
Wohnfläche in Tsd. m²	–	14.543	31.450	21.993	35.996	61.478	24.503	32.951	33.366	11.675	267.955
Anteil an RH-Wohnfläche	0,0%	5,4%	11,7%	8,2%	13,4%	22,9%	9,1%	12,3%	12,5%	4,4%	100,0%
Anzahl WE in Tsd.	–	145	326	231	348	517	202	281	285	83	2.418
Anteil an RH-WE	0,0%	6,0%	13,5%	9,6%	14,4%	21,4%	8,4%	11,6%	11,8%	3,4%	100,0%
RH-Mittelwert in m²/WE	–	100,3	96,5	95,2	103,4	118,9	121,3	117,3	117,1	140,7	110,8
MFH_NBL											
Wohnfläche in Tsd. m²				14.324	24.418	–	–	–			38.742
Anteil GMFH-Wohnfläche				37,0%	63,0%	0,0%	0,0%	0,0%			100,0%
Anzahl WE in Tsd.				329	408	–	–	–			737
Anteil an MFH-WE				44,6%	55,4%	0,0%	0,0%	0,0%			100,0%
MFH_NBL-Mittel m²/WE				43,5	59,8	–	–	–			52,6
GMFH_NBL											
Wohnfläche in Tsd. m²				–	–	22.976	19.899	8.989	8.989		60.852
Anteil an GMFH-Wohnfl.				0,0%	0,0%	37,8%	32,7%	14,8%	14,8%		100,0%
Anzahl WE in Tsd.				–	–	390	336	153	153		1.031
Anteil an GMFH-WE				0,0%	0,0%	37,8%	32,6%	14,8%	14,8%		100,0%
GMFH_NBL-Mittelwertl m²/WE				–	–	58,9	59,2	58,9	58,9		59,0
HH_NBL											
Wohnfläche in Tsd. m²				–	–	16.823	4.230	–			21.053
Anteil an HH-Wohnfläche				0,0%	0,0%	79,9%	20,1%	0,0%			100,0%
Anzahl WE in Tsd.				–	–	310	67	–			377
Anteil an HH-WE											100,0%
HH_NBL – Mittelwert in m²/WE				–	–	54,3	63,1	–			55,8

Tabelle 8.6: Datenerfassung (Wohneinheiten) nach Sanierungs- und Belegungsstand gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2001/02), Teil 1 (4).

Datenerfassung (Wohneinheiten) nach Sanierungs- und Belegungsstand gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2001/02

Zusammenfassung (1 - 16)	WE GESAMT		voll-saniert		teil-saniert		unsaniert	
Stand: 31.12.2009	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer
Stendal_16	21.427	3.595	12.561	1.436	5.773	1.093	3.093	1.066
	100,0%	16,8%	58,6%	6,7%	26,9%	5,1%	14,4%	5,0%
errichtet bis 1948	8.350	1.511	5.795	754	1.847	318	708	439
	39,0%	42,0%	46,1%	52,5%	32,0%	29,1%	22,9%	41,2%
errichtet 1948-1989	11.152	1.875	4.924	478	3.848	771	2.380	626
	52,0%	52,2%	39,2%	33,3%	66,7%	70,5%	76,9%	58,7%
- darunter Plattenbau	8.459	1.726	2.733	377	3.429	744	2.297	605
	39,5%	48,0%	21,8%	26,3%	59,4%	68,1%	74,3%	56,8%
errichtet ab 1990	1.924	209	1.842	204	78	4	4	1
	9,0%	5,8%	14,7%	14,2%	1,4%	0,4%	0,1%	0,1%
„vollsaniert“ $=_{Def}$ gemäß akt. Stand bzw. nach 2000 EnEV „teilsaniert“ $=_{Def}$ Zu schätzender Teil (%) von „vollsaniert“								
Autorisierte WohnGebäude-Zählung / Hochbauamt / 2001/02								
Stendal_Stadtgebiete	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer	gesamt	leer
Kernstadt/11 OT + 5 Ortschaften								
Altstadt (1)	2.497	583	1.870	336	390	102	237	145
errichtet bis 1948	2.136	487	1.565	256	341	91	230	140
errichtet 1948-1989	89	27	54	15	29	8	6	4
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	272	69	251	65	20	3	1	1
Stendal-Nord (2)	2.576	280	2.076	173	387	50	113	57
errichtet bis 1948	1.098	192	725	92	270	43	103	57
errichtet 1948-1989	1.408	65	1.283	58	115	7	10	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	70	23	68	23	2	0	0	0

Tabelle 8.7: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) nach Sanierungs- und Belegungsstand gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2001/02), Teil 2 (4).

Stendal-Ost (3)	1.320	167	942	104	319	44	59	19
errichtet bis 1948	545	81	293	34	229	38	23	9
errichtet 1948-1989	244	21	126	5	82	6	36	10
- darunter Plattenbau	1	1	0	0	1	1	0	0
errichtet ab 1990	531	65	523	65	8	0	0	0
Stendal-Südost (4)	51	11	20	1	22	4	9	6
errichtet bis 1948	32	5	11	1	18	4	3	0
errichtet 1948-1989	13	6	3	0	4	0	6	6
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	6	0	6	0	0	0	0	0
Bahnhofsvorstadt (5)	2.782	473	2.123	251	456	92	203	130
errichtet bis 1948	2.435	455	1.801	235	439	90	195	130
errichtet 1948-1989	332	15	314	14	10	1	8	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	15	3	8	2	7	1	0	0
Röxe (6)	941	115	696	47	163	16	82	52
errichtet bis 1948	700	104	468	38	153	15	79	51
errichtet 1948-1989	83	5	72	3	8	1	3	1
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	158	6	156	6	2	0	0	0
Stendal-Süd (7)	639	324	78	35	342	164	219	125
errichtet bis 1948	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet 1948-1989	621	316	60	27	342	164	219	125
- darunter Plattenbau	621	316	60	27	342	164	219	125
errichtet ab 1990	18	8	18	8	0	0	0	0
Villenviertel (8)	861	113	765	86	74	16	22	11
errichtet bis 1948	650	100	557	74	71	15	22	11
errichtet 1948-1989	80	5	77	4	3	1	0	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	131	8	131	8	0	0	0	0

Tabelle 8.8: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) nach Sanierungs- und Belegungsstand gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2001/02), Teil 3 (4).

Stadtsee (9)	7.846	1.372	2.731	351	3.107	579	2.008	442
errichtet bis 1948	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet 1948-1989	7.826	1.372	2.711	351	3.107	579	2.008	442
- darunter Plattenbau	7.757	1.371	2.663	350	3.086	579	2.008	442
errichtet ab 1990	20	0	20	0	0	0	0	0
Bürgerpark (10)	88	39	15	1	3	0	70	38
errichtet bis 1948	7	1	4	1	3	0	0	0
errichtet 1948-1989	80	38	10	0	0	0	70	38
- darunter Plattenbau	80	38	10	0	0	0	70	38
errichtet ab 1990	1	0	1	0	0	0	0	0
Siedlung (11)	650	53	474	13	134	5	42	35
errichtet bis 1948	63	38	16	1	9	2	38	35
errichtet 1948-1989	325	4	196	1	125	3	4	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	262	11	262	11	0	0	0	0
Wahrburg (12)	489	29	310	17	158	7	21	5
errichtet bis 1948	312	22	161	11	140	6	11	5
errichtet 1948-1989	25	1	0	0	15	1	10	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	152	6	149	6	3	0	0	0
Borstel (13)	253	15	175	9	74	6	4	0
errichtet bis 1948	135	12	87	6	47	6	1	0
errichtet 1948-1989	9	0	8	0	1	0	0	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	109	3	80	3	26	0	3	0
Staffelde (14)	130	7	65	4	61	2	4	1
errichtet bis 1948	71	4	22	1	46	2	3	1
errichtet 1948-1989	16	0	9	0	7	0	0	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	42	3	34	3	8	0	0	0

Tabelle 8.9: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) nach Sanierungs- und Belegungsstand gemäß Vorlage (Zählung, Hochbauamt, 2001/02), Teil 4 (4).

Bindfelde (15)	97	4	54	1	43	3	0	0
errichtet bis 1948	71	4	30	1	41	3	0	0
errichtet 1948-1989	1	0	1	0	0	0	0	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	25	0	23	0	2	0	0	0
Jarchau (16)	207	10	167	7	40	3	0	0
errichtet bis 1948	95	6	55	3	40	3	0	0
errichtet 1948-1989	0	0	0	0	0	0	0	0
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0	0
errichtet ab 1990	112	4	112	4	0	0	0	0

Tabelle 8.10: Datenerfassung (Wohneinheiten) mit Spezifikation nach Wohngebäude-Typ (Wohnhäuser 1-2 WE und ab 3 WE), Teil 1 (4).

Zusammenfassung (1 - 16)	Wohneinheiten (WE) nach Gebäudetyp						Ø Anteil Gebäude gesamt	
Stand: 31.12.2009	gesamt	bewohnt	leer	gesamt	bewohnt	leer	%	%
	in Gebäuden mit 1-2 WE			in Gebäuden mit > 2 W E			1-2 WE	>2 WE
Stendal gesamt	4.714	4.334	380	16.722	13.507	3.215	4.714	16.722
	22,0%	20,2%	1,8%	78,0%	63,0%	15,0%	22,0%	78,0%
errichtet bis 1948	2.566	2.277	289	5.784	4.562	1.222	2.566	5.784
	30,7%	27,3%	3,5%	69,3%	54,6%	14,6%	54,4%	34,6%
errichtet 1948-1989	945	912	33	10.207	8.365	1.842	945	10.207
	8,5%	8,2%	0,3%	91,5%	75,0%	16,5%	20,1%	61,0%
- darunter Plattenbau	14	11	3	8.445	8.444	1	14	8.445
	0,2%	0,1%	0,0%	99,8%	99,8%	0,0%	0,3%	50,5%
errichtet ab 1990	1.202	1.144	58	722	571	151	1.202	722
	62,5%	59,5%	3,0%	37,5%	29,7%	7,9%	25,5%	4,3%
Autorisierte WohnGebäude-Zählung / Hochbauamt / 2001/02								
Stendal_Stadtgebiete	gesamt	bewohnt	leer	gesamt	bewohnt	leer	Ø Anteil Gebäude gesamt	
Kernstadt/11 OT + 5 Ortschaften	in Gebäuden mit 1-2 WE			in Gebäuden mit > 2 W E			1-2 WE	>2 WE
Altstadt (1)	686	541	145	1.811	1.373	438	27,5%	72,5%
errichtet bis 1948	587	466	121	1.549	1.183	366	85,5%	85,5%
errichtet 1948-1989	24	18	7	65	44	20	3,6%	3,6%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	75	58	17	197	145	52	10,9%	10,9%
Stendal-Nord (2)	577	527	50	1.999	1.769	230	22,4%	77,6%
errichtet bis 1948	246	212	34	852	694	158	42,6%	47,0%
errichtet 1948-1989	315	304	12	1.093	1.039	53	54,7%	60,3%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	16	12	4	54	35	19	2,7%	3,0%
Stendal-Ost (3)	896	855	41	423	297	126	67,9%	32,1%

Tabelle 8.11: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) mit Spezifikation nach Wohngebäude-Typ (Wohnhäuser 1-2 WE und ab 3 WE), Teil 2 (4).

errichtet bis 1948	370	350	20	175	114	61	41,3%	9,7%
errichtet 1948-1989	166	160	5	78	63	16	18,5%	4,3%
- darunter Plattenbau	1	0	0	0	0	0	0,1%	0,0%
errichtet ab 1990	360	344	16	171	122	49	40,2%	9,4%
Stendal-Südost (4)	34	31	3	17	9	8	66,7%	33,3%
errichtet bis 1948	21	20	1	11	7	4	62,7%	0,6%
errichtet 1948-1989	9	7	2	4	0	4	25,5%	0,2%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	4	4	0	2	2	0	11,8%	0,1%
Bahnhofsvorstadt (5)	138	114	24	2.644	2.195	449	5,0%	95,0%
errichtet bis 1948	121	98	23	2.314	1.882	432	87,5%	127,8%
errichtet 1948-1989	16	16	1	316	301	14	11,9%	17,4%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	1	1	0	14	11	3	0,5%	0,8%
Röxe (6)	510	490	20	431	336	95	54,2%	45,8%
errichtet bis 1948	379	361	18	321	235	86	74,4%	17,7%
errichtet 1948-1989	45	44	1	38	34	4	8,8%	2,1%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	86	85	1	72	67	5	16,8%	4,0%
Stendal-Süd (7)	0	0	0	639	315	324	0,0%	100,0%
errichtet bis 1948	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet 1948-1989	0	0	0	621	305	316	0,0%	34,3%
- darunter Plattenbau	0	0	0	621	621	0	0,0%	34,3%
errichtet ab 1990	0	0	0	18	10	8	0,0%	1,0%
Villenviertel (8)	232	212	20	629	536	93	26,9%	73,1%
errichtet bis 1948	175	157	18	475	393	82	75,5%	26,2%
errichtet 1948-1989	22	21	1	58	54	4	9,3%	3,2%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	35	34	1	96	89	7	15,2%	5,3%
Stadtsee (9)	6	4	2	7.840	6.470	1.370	0,1%	99,9%

Tabelle 8.12: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) mit Spezifikation nach Wohngebäude-Typ (Wohnhäuser 1-2 WE und ab 3 WE), Teil 3 (4).

errichtet bis 1948	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet 1948-1989	6	4	2	7.820	6.450	1.370	99,7%	431,8%
- darunter Plattenbau	6	4	2	7.751	7.751	0	98,9%	428,0%
errichtet ab 1990	0	0	0	20	20	0	0,3%	1,1%
Bürgerpark (10)	8	7	1	80	42	38	9,1%	90,9%
errichtet bis 1948	1	1	0	6	5	1	8,0%	0,4%
errichtet 1948-1989	7	6	1	73	36	37	90,9%	4,0%
- darunter Plattenbau	7	6	1	73	72	1	90,9%	4,0%
errichtet ab 1990	0	0	0	1	1	0	1,1%	0,1%
Siedlung (11)	577	554	23	73	43	30	88,8%	11,2%
errichtet bis 1948	56	39	16	7	-14	22	9,7%	0,4%
errichtet 1948-1989	289	287	2	37	34	2	50,0%	2,0%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	233	228	5	29	23	6	40,3%	1,6%
Wahrburg (12)	443	421	22	46	39	7	90,6%	9,4%
errichtet bis 1948	283	266	17	29	24	5	63,8%	1,6%
errichtet 1948-1989	23	22	1	2	2	0	5,1%	0,1%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	138	133	5	14	13	1	31,1%	0,8%
Borstel (13)	201	193	8	52	45	7	79,4%	20,6%
errichtet bis 1948	107	101	6	28	22	6	53,4%	1,5%
errichtet 1948-1989	7	7	0	2	2	0	3,6%	0,1%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	87	85	2	22	21	1	43,1%	1,2%
Staffelde (14)	127	120	7	3	3	0	97,7%	2,3%
errichtet bis 1948	69	65	4	2	2	0	54,6%	0,1%
errichtet 1948-1989	16	16	0	0	0	0	12,3%	0,0%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	41	38	3	1	1	0	32,3%	0,1%
Bindfelde (15)	83	79	4	14	14	0	85,6%	14,4%

Tabelle 8.13: Fortsetzung: Datenerfassung (Wohneinheiten) mit Spezifikation nach Wohngebäude-Typ (Wohnhäuser 1-2 WE und ab 3 WE), Teil 4 (4).

errichtet bis 1948	61	57	4	10	10	0	73,2%	0,6%
errichtet 1948-1989	1	1	0	0	0	0	1,0%	0,0%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	21	21	0	4	4	0	25,8%	0,2%
Jarchau (16)	196	186	10	11	11	0	94,7%	5,3%
errichtet bis 1948	90	84	6	5	5	0	45,9%	0,3%
errichtet 1948-1989	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
- darunter Plattenbau	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
errichtet ab 1990	106	102	4	6	6	0	54,1%	0,3%

Tabelle 8.14: Wohngebäude-Typologie Teil „EFH/ZFH/RH" der Hansestadt Stendal (Stand: 31.12.2010).

Wohnfläche (WF), Wohnungseinheit (WE)	WohnGebäude errichtet bis 1948					WohnGebäude errichtet zwischen 1948 - 1989							WohnGebäude errichtet nach 1989 (bis 200?)						
BRD_Gebäudetypologie	Bis 1870	70-1918	1919-48	Σ vor 1949	Anteil WE	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-89	Σ 1949-89	Anteil WE	1990-94	1995-01	nach 2001	Σ nach 1989	Anteil WE	Summe	Anteil WE/WF
Σ EFH+RH+MFH+GFH+HH	A	B	C	A - C	10.022	D	E	F	G	(1/2 H)	D - (H)	11.269	(1/2 H)	I	J	(H) - J	3.218	24.509	100,0%
Σ EFH+RH					4.037							1.051					2.348	7.437	30,3%
EFH (ZFH)	Foto EFH-A	Foto EFH-B	Foto EFH-C			Foto EFH-D	Foto EFH-E	Foto EFH-F	Foto EFH-G	Foto EFH-H			Foto EFH-H	Foto EFH-I	Foto EFH-J			WF / WE	WF/WE in %
Wohnfläche in m²	60.139	116.340	139.819	316.297	50,5%	16.212	19.817	17.200	8.623	9.611	71.463	11,4%	56.448	135.387	47.071	238.906	38,1%	626.667	
Anteil an EFH-Wohnfläche	19,0%	36,8%	44,2%	100,0%	18,5%	22,7%	27,7%	24,1%	12,1%	13,4%	100,0%	4,2%	23,6%	56,7%	19,7%	100,0%	14,0%		36,7%
Anzahl WE	716	1.334	1.571	3.621	89,7%	191	226	186	93	101	790	75,1%	579	1.124	378	2.081	88,6%	6.491	
Anteil an EFH-WE	19,8%	36,8%	43,4%	55,8%	14,8%	24,2%	28,7%	23,5%	11,8%	12,8%	12,2%	3,2%	27,8%	54,0%	18,2%	32,1%	8,5%		26,5%
EFH-Mittelwert in m²/WE	84,0	87,2	89,0	87,3		85,0	87,5	92,5	92,5	95,0	90,5		97,5	120,5	124,5	115,5		96,8	
RH (ZFH)	Foto RH-A	Foto RH-B	Foto RH-C			Foto RH-D	Foto RH-E	Foto RH-F	Foto RH-G	Foto RH-H			Foto RH-D-H	Foto RH-I	Foto RH-J				
Wohnfläche in m²	–	11.521	26.621	38.142	45,7%	3.427	5.163	7.670	2.997	2.173	21.430	25,7%	6.287	13.504	4.042	23.833	28,6%	83.404	
Anteil an RH-Wohnfläche	0,0%	30,2%	69,8%	100,0%	2,2%	16,0%	24,1%	35,8%	14,0%	10,1%	100,0%	1,3%	26,4%	56,7%	17,0%	100,0%	1,4%		4,9%
Anzahl WE	–	128	288	416	10,3%	40	61	90	35	26	262	24,9%	74	150	44	268	11,4%	945	
Anteil an RH-WE	0,0%	30,8%	69,2%	44,0%	1,7%	15,4%	23,2%	34,5%	13,5%	9,8%	27,7%	1,1%	27,6%	56,0%	16,3%	28,3%	1,1%		3,9%
RH-Mittelwert in m²/WE	0,0	90,0	92,5	91,7		85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	81,9		85,0	90,0	92,5	89,0		88,2	

Tabelle 8.15: Wohngebäude-Typologie Teil „MFH-NBL/GMFH-NBL/HH-NBL" der Hansestadt Stendal (Stand: 31.12.2010).

Wohnfläche (WF), Wohnungseinheit (WE)	WohnGebäude errichtet bis 1948					WohnGebäude errichtet 1948 - 1989							WG errichtet nach 1989 (bis 200?)						
BRD_Gebäudetypologie	bis 1870	1870-1918	1919-48	Σ vor 1949	Anteil WE	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-89	1949-89	Anteil WE	1990-94	1995-01	nach 2001	Σ nach 1989	Anteil WE	Summe	Anteil WE/WF
ΣEFH+RH+MFH+GFH+HH	A	B	C	A - C	10.022	D	E	F	G	(1/2 H)	D - (H)	11.269	(1/2 H)	I	J	(H) - J	3.218	24.509	100,0%
ΣEFH+RH					5.985							10.217					870	17.072	69,7%
MFH_NBL (D-H)	Foto MFH-A	Foto MFH-B	Foto MFH-C			Foto MFH NBL-D	Foto MFH NBL-E				Foto MFH-C		Foto MFH-H	Foto MFH-I	Foto MEFH-J				
Wohnfläche in m²	41.600	136.717	176.796	355.113	63,3%	58.729	92.085	–	–	–	150.814	26,9%	13.691	35.827	5.240	54.758	9,8%	560.685	
Anteil an MFH-Wohnfläche	11,7%	38,5%	49,8%	100,0%	20,8%	38,9%	61,1%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	8,8%	25,0%	65,4%	9,6%	100,0%	3,2%		32,8%
Anzahl WE	601	1.953	2.647	5.201	86,9%	1.350	1.674	–	–	–	3.024	29,6%	209	547	72	828	95,2%	9.054	
Anteil an MFH-WE	11,6%	37,6%	50,9%	57,4%	21,2%	44,6%	55,4%	0,0%	0,0%	0,0%	33,4%	12,3%	25,2%	66,0%	8,7%	9,1%	3,4%		36,9%
MFH-Mittelwert in m²/WE	69,2	70,0	66,8	68,3		43,5	55,0	0,0	0,0	0,0	49,9		65,5	65,5	72,5	66,1		61,9	
GMFH_NBL		Foto GMFH-B	Foto GMFH-C					Foto GFH NBL-F	Foto GFH NBL-G	Foto GMFH-H			Foto GMFH-H						
Wohnfläche in m²	–	23.051	19.678	42.729	12,2%	–	–	134.481	115.861	55.480	305.822	87,1%	2.401	–	–	2.401	0,7%	350.952	
Anteil an MFH-Wohnfläche	0,0%	53,9%	46,1%	100,0%	2,5%	0,0%	0,0%	44,0%	37,9%	18,1%	100,0%	17,9%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,1%		20,6%
Anzahl WE	–	423	361	784	13,1%	–	–	2.468	2.126	965	5.558	54,4%	42	–	–	42	4,8%	6.384	
Anteil an GMFH-WE	0,0%	53,9%	46,1%	12,3%	3,2%	0,0%	0,0%	44,4%	38,2%	17,4%	87,1%	22,7%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	100,0%	26,0%
GMFH-Mittelwert	0,0	54,5	54,5	54,5		0,0	0,0	54,5	54,5	57,5	54,5		57,5	0,0	0,0	54,5		54,5	
HH_NBL								Foto HH NBL-G	Foto HH NBL-H										
Wohnfläche in m²	–	–	–	–	0,0%	–	–	70.574	15.253	–	85.827	100,0%	–	–	–	–	0,0%	85.827	
Anteil an MFH-Wohnfläche	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	82,2%	17,8%	0,0%	100,0%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		5,0%
Anzahl WE	–	–	–	–	0,0%	–	–	1.344	291	–	1.635	16,0%	–	–	–	–	0,0%	1.635	
Anteil an HH-WE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	82,2%	17,8%	0,0%	100,0%	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	6,7%
HH - Mittelwert in m²/WE	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	52,5	52,5	0,0	52,5		0,0	0,0	0,0	0,0		52,5	

Tabelle 8.16: Wohngebäude-Typologie: Zusammenfassung – alle Gebäude der Hansestadt Stendal (Stand: 31.12.2010).

WG-Typologie Stendal_29	Errichtet bis 1948					Errichtet 1948 - 1989							Errichtet nach 1989 (bis 200?)						
Strukturvorgabe der BRD-IWU-Gebäudetypologie	bis 1870	1870-1918	1919-48	Σ vor 1949	Anteil WE	1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-89	Σ 1949-1989	Anteil WE	1990-94	1995-01	nach 2001	Σ nach 1989	Anteil WE	Summe	Anteil WE/WF
Σ EFH+RH+MFH+GFH+HH	A	B	C	A - C	10.022	D	E	F	G	(1/2 H)	D - (H)	11.269	(1/2 H)	I	J	(H) - J	3.218		
Wohnfläche in m²	101.739	265.001	362.914	729.653	43,3%	78.368	117.065	229.924	142.733	67.265	635.355	37,7%	78.828	184.717	56.353	319.898	19,0%	1.707.534	
% - Anteil an Gesamt	13,9%	36,3%	49,7%	100,0%	43,3%	12,3%	18,4%	36,2%	22,5%	10,6%	100,0%	37,7%	24,6%	57,7%	17,6%	100,0%	19,0%	100,0%	100%
WohnEinheiten	1.317	3.838	4.867	10.022		1.581	1.961	4.088	2.545	1.092	11.267		904	1.821	494	3.218		24.507	
% - Anteil an Gesamt	5,4%	15,7%	19,9%	40,9%	40,9%	6,5%	8,0%	16,7%	10,4%	4,5%	46,0%	46,0%	3,7%	7,4%	2,0%	13,1%	13,1%	100,0%	100%
WG - Mittelwert in m²/WE	77,2	69,0	74,6	72,8		49,6	59,7	56,2	56,1	61,6	56,4		87,2	101,5	114,1	99,4		69,7	

Tabelle 8.17: Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche RH (ZFH) und Jahr in der Hansestadt Stendal gemäß IWU-Modell (2007, GRE2010/ EnEV2009).

RH (ZFH)	A	B	C	A - C	Ø%	D	E	F	G	(H)	D - (H)	Ø%	(H)	I	J	(H) - J	Ø%
Bauperioden (vor 1870 bis 2009)	bis 1870	70-1918	1919-48	vor 1949		1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-1989		1984-94	1995-01	ab 2001-	nach 1989	
Endenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	
Nutzwärme - ohne Modernisierung	0	263	248	252	RH/ZFH	293	293	158	158	133	210	RH/ZFH	133	105	91	110	RH/ZFH
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Gebäudehülle	0	86	81	82	52,5%	85	85	46	46	39	61	50,0%	20	15	13	16	47,5%
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Heizung	0	57	54	55	35,0%	60	60	32	32	27	43	35,0%	13	11	9	11	32,5%
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Lüftung	0	20	19	20	12,5%	26	26	14	14	12	18	15,0%	8	6	6	7	20,0%
Nutzwärme- Bedarf nach Modern. Gebäudehülle+Heizung+Lüftung	0	99	93	95	100,0%	123	123	66	66	56	88	100,0%	92	73	63	76	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ ohne Modernisierung	0	302	285	290	100,0%	352	352	190	190	180	254	100,0%	186	147	127	154	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)*)	0	216	204	207	71,5%	267	267	144	144	141	193	76,0%	167	132	114	138	89,5%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Heizung (zu 100%)	0	245	231	235	81,0%	292	292	158	158	153	211	83,2%	173	136	118	143	92,8%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Lüftung (zu 100%)	0	281	265	270	93,2%	326	326	176	176	168	236	92,8%	178	141	122	147	95,6%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle, Heizung, Lüftung	0	138	130	133	45,8%	182	182	98	98	102	132	52,0%	145	115	99	120	77,9%
Σ Technische Verluste %	11,75%	= Aktueller Stand der Technik/ Energiemix der SW SDL im Jahre 2012 (BRD, 24,2%)															
Primärenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	
Primärenergie - ohne Modernisierung	0	342	323	329		399	399	215	215	203	288		211	167	144	175	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	0	245	231	235		302	302	163	163	160	219		189	149	129	156	
Primärenergie nach Modern. Heizung (zu 100%)	0	277	261	266		331	331	179	179	173	239		196	155	134	162	
Primärenergie nach Modern. Lüftung (zu 100%)	0	319	301	306		370	370	200	200	190	267		202	159	138	167	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle + Heizung + Lüftung	0	157	148	151		206	206	111	111	116	150		164	130	112	136	

Tabelle 8.18: Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche MFH und Jahr in der Hansestadt Stendal gemäß IWU-Modell (2007, GRE2010/ EnEV2009).

MFH_NBL	A	B	C	A - C	Ø%	D	E	F	G	(H)	D - (H)	Ø%	(H)	I	J	(H) - J	Ø%
Bauperioden (vor 1870 bis 2009)	bis 1870	70-1918	1919-48	bis 1949		1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-90		1984-94	1995-01	ab 2001	ab 1989	
Endenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	
Nutzwärme - ohne Modernisierung	245	223	210	219	Ø MFH	249	249	0	0	0	249	Ø MFH	175	150	95	151	Ø MFH
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Gebäudehülle	74	67	63	66	52,5%	71	71	0	0	0	71	50,0%	37	32	20	32	47,5%
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Heizung	49	45	42	44	35,0%	53	53	0	0	0	53	37,5%	32	27	17	27	40,0%
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Lüftung	18	16	15	16	12,5%	18	18	0	0	0	18	12,5%	10	8	5	8	12,5%
Nutzwärme- Bedarf nach Modern. Gebäudehülle+Heizung+Lüftung	105	96	90	94	100,0%	108	108	0	0	0	108	100,0%	96	82	52	83	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ ohne Modernisierung.	263	240	226	236	100,0%	274	274	0	0	0	274	100,0%	228	195	124	184	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	190	173	163	170	72,1%	203	203	0	0	0	203	74,2%	190	163	103	152	82,5%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Heizung (zu 100%)	214	195	184	192	81,4%	221	221	0	0	0	221	80,7%	196	168	106	157	85,3%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Lüftung (zu 100%)	246	224	211	220	93,4%	256	256	0	0	0	256	93,6%	218	187	118	176	95,4%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle, Heizung, Lüftung	123	112	106	110	46,8%	133	133	0	0	0	133	48,5%	149	127	81	121	65,4%
Σ Technische Verluste %	11,75%	= Aktueller Stand der Technik/ Energiemix der SW SDL im Jahre 2012 (BRD, 24,2%)															
Primärenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	
Primärenergie - ohne Modern.	298	272	256	267		311	311	0	0	0	311		258	221	140	209	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	215	196	185	193		231	231	0	0	0	231		215	185	117	172	
Primärenergie nach Modern. Heizung (zu 100%)	243	221	209	218		251	251	0	0	0	251		222	190	121	178	
Primärenergie nach Modern. Lüftung (zu 100%)	279	254	239	249		291	291	0	0	0	291		247	211	134	199	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle + Heizung + Lüftung	140	127	120	125		151	151	0	0	0	151		168	144	91	137	

Tabelle 8.19: Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche HH und Jahr in der Hansestadt Stendal gemäß IWU-Modell (2007, GRE2010/ EnEV2009).

HH_NBL	A	B	C	A - C	Ø%	D	E	F	G	(H)	D - (H)	Ø%	(H)	I	J	(H) - J	Ø%
Bauperioden (vor 1870 bis 2009)	bis 1870	70-1918	1919-48	bis 1949		1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-90		1984-94	1995-01	ab 2001	ab 1989	
Endenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²		kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	
Nutzwärme - ohne Modernisierung	–	–	–	–	Ø HH	0,0	175	175	175	0,0	175	Ø HH	–	–	–	–	Ø HH
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Gebäudehülle	–	–	–	–		0	52	52	52	0	52	52,5%	–	–	–	–	
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Heizung	–	–	–	–		0	35	35	35	0	35	35,0%	–	–	–	–	
Nutzwärme - Einsparung durch Modernisierung - Lüftung	–	–	–	–		0	12	12	12	0	12	12,5%	–	–	–	–	
Nutzwärme- Bedarf nach Modern. Gebäudehülle+Heizung+Lüftung	–	–	–	–		0	76	76	76	0	76	100,0%	–	–	–	–	0,0%
Endenergie$_{th+el}$ ohne Modernisierung.	–	–	–	–		0	245	245	245	0,0	245	100,0%	–	–	–	–	
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	–	–	–	–		0	193	193	193	0	122	49,8%	–	–	–	–	
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Heizung (zu 100%)	–	–	–	–		0	210	210	210	0	105	42,7%	–	–	–	–	
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Lüftung (zu 100%)	–	–	–	–		0	233	233	233	0	146	59,6%	–	–	–	–	
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle, Heizung, Lüftung	–	–	–	–		0	130	115	115	0,0	115	46,9%	–	–	–	–	
Σ Technische Verluste %	11,75%	= Aktueller Stand der Technik/ Energiemix der SW SDL im Jahre 2012 (BRD, 24,2%)															
Primärenergiebedarf/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²	kWh/ m²
Primärenergie - ohne Modern.	–	–	–	–		0	278	278	278	0	278		–	–	–	–	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	–	–	–	–		0	219	219	219	0	138		–	–	–	–	
Primärenergie nach Modern. Heizung (zu 100%)	–	–	–	–		0	238	238	238	0	119		–	–	–	–	
Primärenergie nach Modern. Lüftung (zu 100%)	–	–	–	–		0	264	264	264	0	165		–	–	–	–	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle + Heizung + Lüftung	–	–	–	–		0	147	130	130	0	130		–	–	–	–	

Tabelle 8.20: Spezifischer mittlerer End- und Primärenergieverbrauch pro Nutz-/ Wohnfläche EFH (ZFH) und Jahr in der Hansestadt Stendal gemäß IWU-Modell (2007, GRE2010/ EnEV2009).

EFH (ZFH)	A	B	C	A - C	Ø%	D	E	F	G	(H)	D - (H)	Ø%	(H)	I	J	(H) - J	Ø%
Bauperioden (vor 1870 bis 2009)	bis 1870	70-1918	1919-48	bis 1949		1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-1989		1984-94	1995-01	ab 2001		
Endenergiebedarf/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2		kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2		kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2		
Nutzwärme – ohne Modernisierung	312	300	283	295	Ø EFH	335	335	181	181	152	255	Ø EFH	152	136	116	136	Ø EFH
Nutzwärme – Einsparung durch Modern. - Gebäudehülle	116	112	105	110	55,0%	117	117	63	63	53	89	55,0%	32	29	25	29	60,0%
Nutzwärme – Einsparung durch Modern.-Heizung	74	71	67	70	35,0%	64	64	35	35	29	49	30,0%	11	10	8	10	20,0%
Nutzwärme – Einsparung durch Modern.-Lüftung	21	20	19	20	10,0%	32	32	17	17	15	24	15,0%	11	10	8	10	20,0%
Nutzwärme- nach Modern. Geb.hülle+Heizung+Lüftung	101	97	91	95	100,0%	122	122	66	66	55	93	100,0%	98	88	75	88	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ ohne Modernisierung	359	345	325	339	100,0%	402	402	217	217	201	308	100,0%	198	177	151	177	100,0%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)**)	243	233	220	229	67,6%	285	285	154	154	147	219	70,8%	165	148	126	148	83,6%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern.Heizung (100%)	285	274	258	269	79,4%	338	338	183	183	172	260	84,1%	187	167	143	167	94,5%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Lüftung (zu 100%)	338	325	306	319	94,1%	370	370	200	200	186	284	92,0%	187	167	143	167	94,5%
Endenergie$_{th+el}$ nach Modern. Geb.hülle + Heizung + Lüftung	147	142	134	140	41,3%	189	189	102	102	104	125	47,0%	144	128	110	122	69,1%
Σ Technische Verluste %	11,75%	= Akt. Stand der Technik (KWK) - Energiegiemix der SW SDL im Jahre 2009/10 (BRD, ca. 24,2 %)															
Primärenergiebedarf/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2		kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2		kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	kWh/ m^2	
Primärenergie – ohne Modernisierung	407	391	369	384		456	456	246	246	227	349		224	200	171	200	
Primärenergie nach Modern. Gebäudehülle (zu 100%)	275	264	249	260		323	323	174	174	167	248		187	167	143	167	
Primärenergie nach Modern.Heizung (zu 100%)	323	310	293	305		383	383	207	207	194	294		212	189	162	189	
Primärenergie nach Modern. Lüftung (zu 100%)	383	368	347	361		419	419	227	227	211	322		212	189	162	189	
Primärenergie nach Modern. Geb.hülle+Heizung+Lüftung	167	161	151	158		214	214	116	116	118	166		163	145	124	145	

Tabelle 8.21: Kalkulationsschema für die Berechnung des absoluten End- und Primärenergieverbrauch für Nutz-/ Wohnfläche EFH und Jahr.

Zusammenstellung: Energiebedarf SDL im Jahr	Wohneinheiten errichtet bis 1948					Wohneinheiten errichtet 1948 - 1989							Wohneinheiten errichtet nach 1989				
Ruhruniversität Bochum & IWU-Geb.Typologie (BRD/SDL)	bis 1870	70-1918	1919-48	bis 1949		1949-57	1958-68	1969-78	1979-83	1984-94	1949-89		1989-94	1995-01	nach 2001	nach 1989	
EFH	A	B	C	A - C	Fläche-%	D	E	F	G	(H)	D - (H)	Fläche-%	(H)	I	J	(H) - J	Fläche-%
Σ EFH-Fläche (m²) - gesamt	60.139	116.340	139.819	316.297	100,0%	16.212	19.817	17.200	8.623	9.611	71.463	100,0%	56.448	135.387	47.071	238.906	100,0%
Σ EFH-Fläche (m²) - bewohnt	55.433	107.236	128.878	291.547	92,2%	15.774	19.282	16.736	8.390	9.351	69.534	97,3%	55.362	132.781	46.165	234.307	98,1%
Spezifischer Verbrauch (kWh/ m²)	359	345	325	339		402	402	217	217	201	308		198	177	151	177	
Endenergie-Bedarf gesamt (MWh)	21.578	40.137	45.504	107.219		6.517	7.967	3.736	1.873	1.928	22.021		11.154	23.936	7.098	42.189	171.429
Endenergie-Bedarf bewohnt (MWh)	19.889	36.997	41.943	98.829		6.341	7.751	3.635	1.822	1.876	21.426		10.939	23.476	6.962	41.377	161.632
Endenergie-Bedarf bewohnt mit San.	13.530	25.167	28.533	67.230		5.070	6.198	2.906	1.457	1.500	17.131		10.903	23.398	6.939	41.240	125.602
- unsanierte Fläche (m²)	4.293	8.304	9.980	22.578	7,7%	3.297	4.031	3.498	1.754	1.955	14.535	20,9%	1.513	3.628	1.261	6.403	2,7%
- teil-sanierte Fläche (m²)	13.349	25.824	31.036	70.210	24,1%	5.279	6.452	5.600	2.808	3.129	23.268	33,5%	3.652	8.758	3.045	15.455	6,6%
- voll-sanierte Fläche (m²)	33.453	64.716	77.777	175.946	60,3%	6.772	8.278	7.185	3.602	4.015	29.852	42,9%	49.131	117.838	40.970	207.939	88,7%
PE-Äquivalent (MWh)	22.731	42.282	47.935	112.948		7.247	8.859	4.154	2.083	2.144	24.487		12.502	26.829	7.956	47.288	184.722
PE-Äquivalent mit Sanierung (MWh)	15.463	28.763	32.609	76.834		5.794	7.083	3.322	1.665	1.714	19.578		12.461	26.741	7.930	47.132	143.545

8.5 Energiebericht der Hansestadt Stendal 2011

Energiebericht

Hansestadt Stendal

2011

Erstellt: Gudrun Michaelis
Energiebeauftragte Abt. Gebäudemanagement

0. Inhaltsverzeichnis

1. Aufstellung der Verbrauchsentwicklung 1997 bis 2011 für die einzelnen Medien

2. Preisentwicklung verschiedener Medien
2.1. Entwicklung des Strompreises von 2003 bis 2011
2.2. Entwicklung des Fernwärmepreises von 1998-2011
2.3. Darstellung der Ölpreisentwicklung am Beispiel der TH Haferbreite
2.4. Entwicklung des Wasserpreises

3. Einsparung von Medien in energetisch sanierten Objekten (Beispiele)
3.1. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Rekonstruktion der Kita Stadtseeknirpse
3.2. Umstellung Lüftungsanlage Turnhalle "Am Stadtsee"
3.3. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Totalsanierung der GS "Am Stadtsee"
3.4. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Rekonstruktion der Kita Nordspatzen
3.5. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Totalsanierung der GS "J. - Gagarin"

4. Aufstellung der Einsparungen durch den Einsatz regenerativer Energien im Vergleich zur Investitionssumme

5. Stand der energetischen Sanierung in den Objekten (früheres Stadtgebiet)

Bemerkung: Dieser Energiebericht betrachtet nur die energetische Situation in den Objekten des Stadtgebietes der Hansestadt Stendal, sowie der Gemeinden Bindfelde, Staffelde, Arnim und Jarchau

1. Aufstellung der Verbrauchsentwicklung 1997 bis 2011 für einzelne Medien

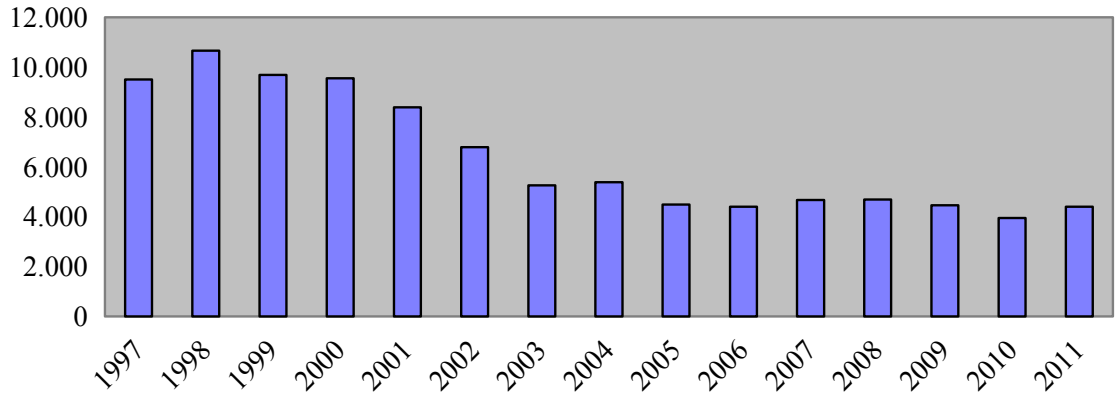
Hier werden nur die Verbräuche betrachtet, die in den Liegenschaften der früheren Stadt Stendal (ohne Amtsgemeinden) anfallen.

Fernwärme

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Verbrauch in MWh	9.495	10.653	9.680	9.549	8.386	6.784	5.256	5.374

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verbrauch in MWh	4.477	4.398	4.662	4.680	4.455	3.939	4.397

Fernwärme-Verbrauch in MWh

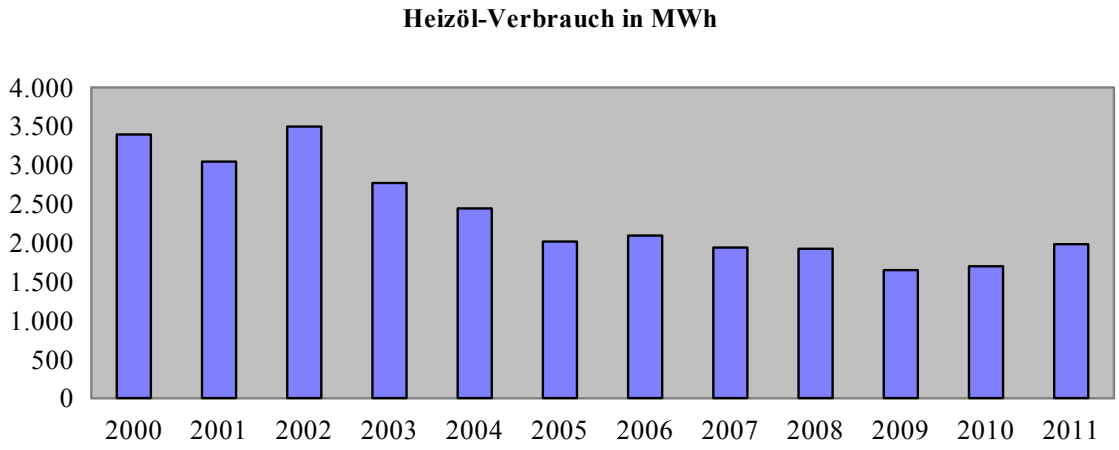


Die FW- Verbrauchswerte entsprechen nicht dem Ist-Verbrauch. Sie wurden temperaturbereinigt, um trotz Klimaschwankungen eine Vergleichbarkeit zu erzielen.
Der FW-Verbrauch konnte seit 1997 durch weitere technische und energetische Sanierungen, Objektstillegungen, durch positives Nutzerverhalten sowie durch das Energiemanagement bis 2011 um 54% gesenkt werden.

Heizöl

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Verbrauch in MWh	3.392	3.045	3.493	2.768	2.442	2.015	2.091	1.938

	2008	2009	2010	2011

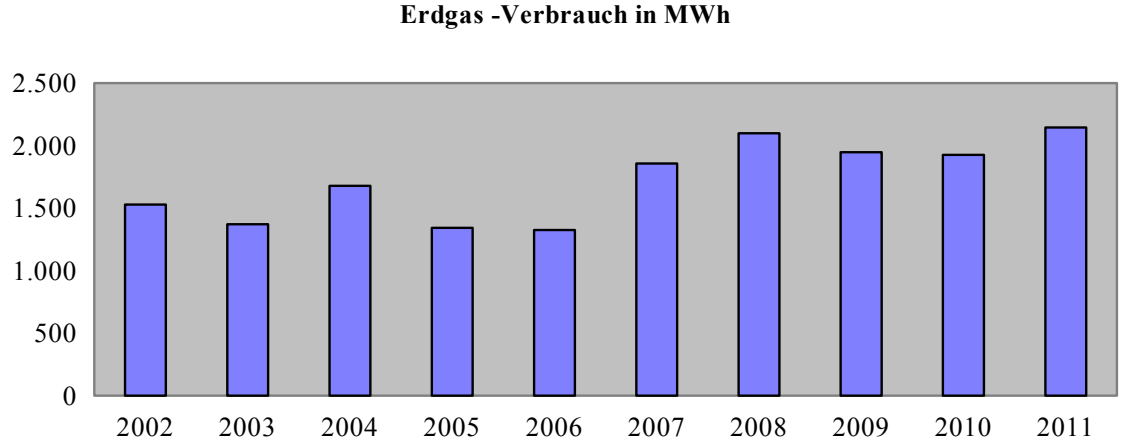


Die Heizöl - Verbrauchswerte entsprechen nicht dem Ist-Verbrauch. Sie wurden temperaturbereinigt, um trotz Klimaschwankungen eine Vergleichbarkeit zu erzielen.
Die mit Heizöl versogten Objekte verfügen nicht über Wärmemengenzähler, so dass für diese Auswertung die Liefermengen herangezogen wurden. Durch Verschiebung der Lieferzyklen kann es zur einer Verfälschung der Verbrauchsentwicklung kommen (wie der Anstieg 2011).

Erdgas

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Verbrauch in MWh	1.528	1.371	1.678	1.341	1.323	1.855	2.097	1.945

	2010	2011
Verbrauch in MWh	1.925	2.144

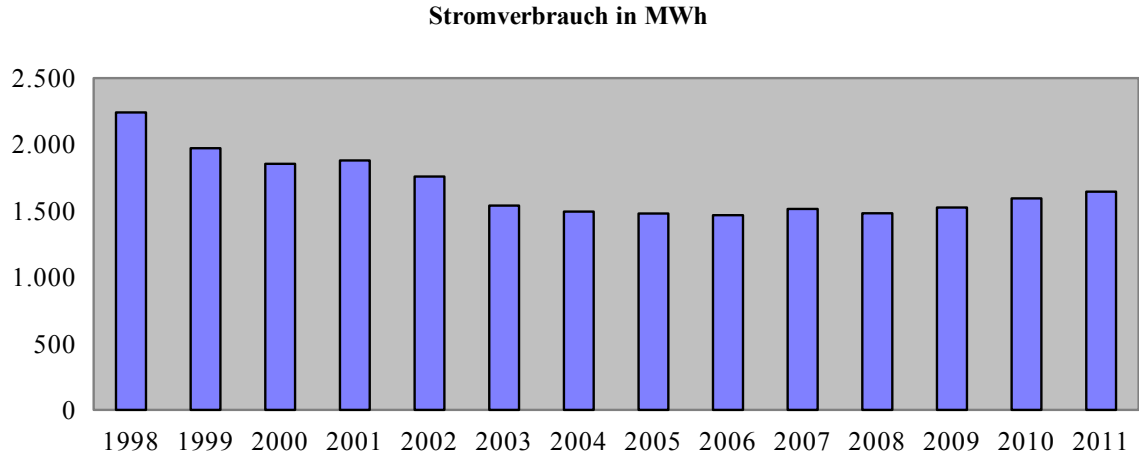


Die Erdgasl - Verbrauchswerte entsprechen nicht dem Ist-Verbrauch. Sie wurden temperaturbereinigt, um trotz Klimaschwankungen eine Vergleichbarkeit zu erzielen.
Die Steigerung der Verbräuche ist zum Großteil auf die steigende Anzahl von Versorgungsstellen zurückzuführen. 2004 Kita und Bürgerhaus Jarchau, 2007 Ganztagsgrundschule an der Goethestr., 2010 TH Süd, TH E.-Weinert-Str.

Strom

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Verbrauch in MWh	2.241	1.972	1.853	1.880	1.758	1.538	1.493	1.480

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verbrauch in MWh	1.466	1.513	1.482	1.525	1.594	1.644

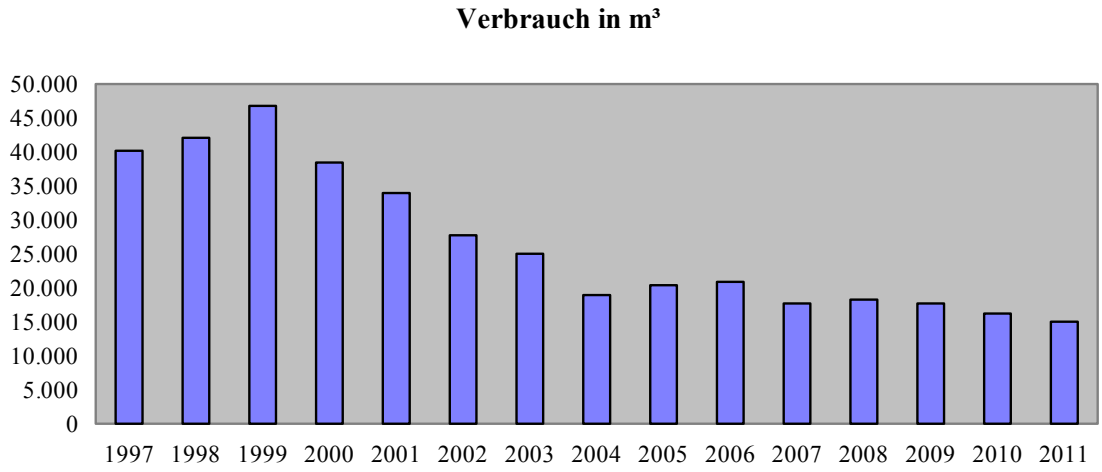


Seit 1998 ging der Verbrauch an Elektroenergie um 27% zurück.
Der seit 2006 zu verzeichnende Aufwärtstrend im Stromverbrauch ist auf die zunehmende Technisierung in den Objekten zurückzuführen. Die Schulen wurden mit Computerkabinetten und Kinderküchen ausgestattet. In den Kindertagesstätten wurden teilweise Kinderküchen oder Cafeteria eingebaut.

Wasser

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Verbrauch in m³	40.177	42.081	46.780	38.449	33.965	27.745	25.016	18.948

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verbrauch in m³	20.381	20.892	17.691	18.276	17.698	16.224	15.009



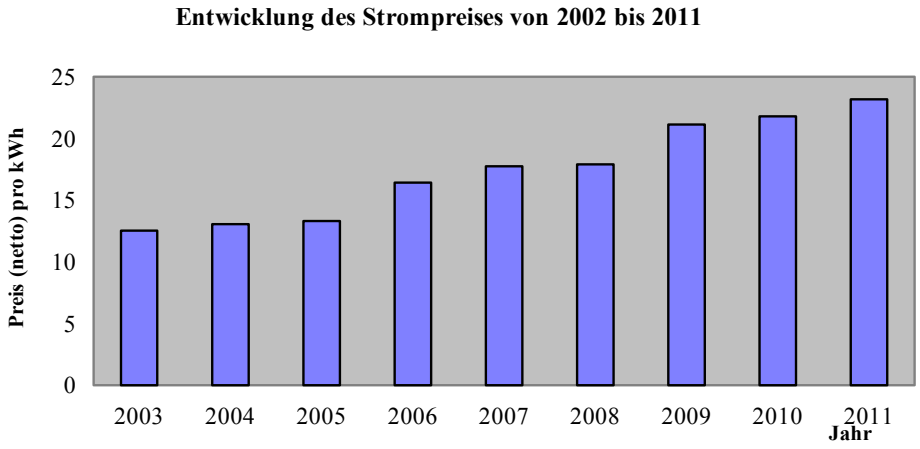
Der Wasser-Verbrauch konnte seit 1997 durch weitere technische Sanierungen, Objekt-stillegungen, durch positives Nutzerverhalten sowie durch das Energiemanagement bis 2011 um 68% gesenkt werden.

2. Preisentwicklung verschiedener Medien

2.1. Entwicklung des Strompreises von 2003 bis 2011

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Preis (netto) /kWh	12,27	12,53	13,05	13,3	16,42	17,74	17,88	21,12	21,78	23,16

Preissteigerung von 2003 bis 2011: 10,89 cnt/ kWh 88,8%



Gegenüberstellung der Preisbestandteile im Jahr 2003 gegenüber 2011

	2002 cnt/kWh	2011 cnt/kWh
Arbeitspreis (netto)	10,22	17,55
Ökosteuer	1,79	2,05
Erneuerbare Ernergie Gesetz (EEG-Zulage)	0,26	3,53
Aufschlag Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG)	0	0,03
Gesamt	12,27	23,16

Die Stadtwerke Stendal konnten den langjährigen Liefervertrag zu den vereinbarten Konditionen nicht mehr aufrechterhalten und änderten 2006 den Strompreis. Für die Lieferjahre 2007/08 wurde erstmalig europaweit ausgeschrieben. In 2008 gab es eine europaweite Bündelausschreibung mit dem Landkreis Stendal. Jedes Mal erhielten die Stadtwerke Stendal den Zuschlag. Zwischenzeitlich erfolgte staatlicherseits die Angleichung der EEG-Zulage an die realen Bedingungen. Die Folge: Die EEG-Zulage stieg innerhalb von 9 Jahren um mehr als 3 cnt/kWh. Daraus resultiert eine Kostensteigerung bei gleichbleibenden Verbrauch von 55.800 Euro

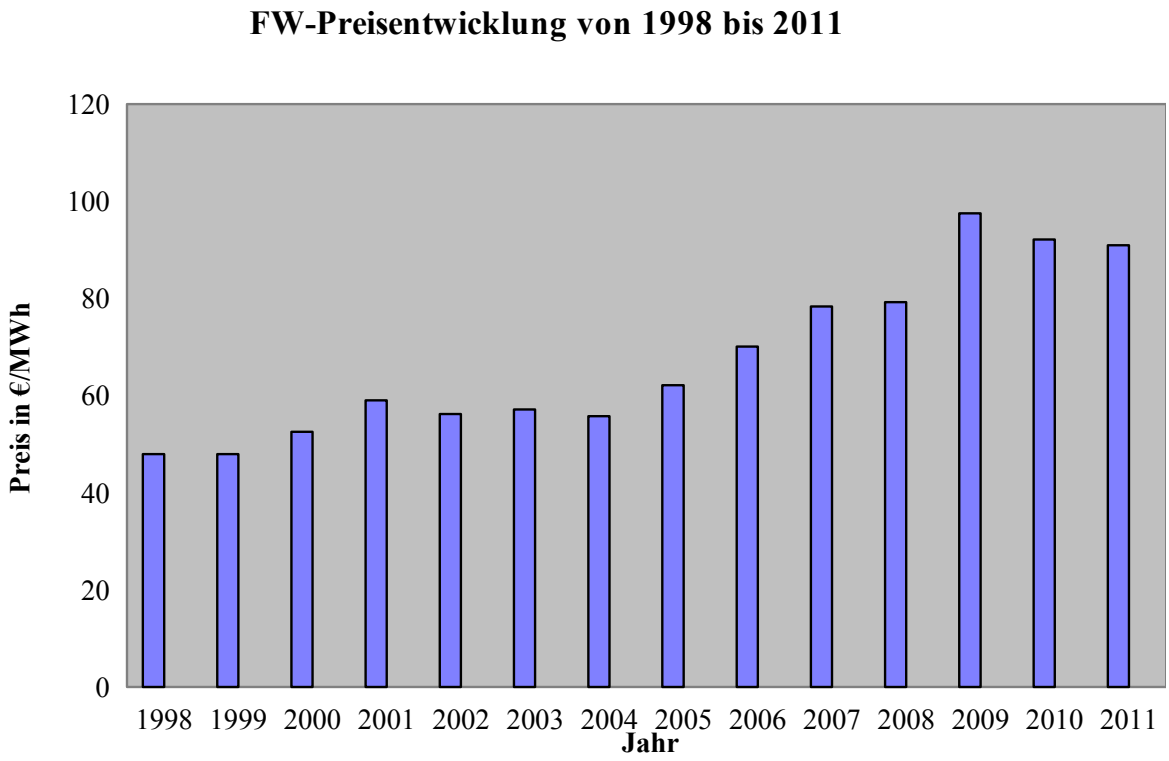
2.2. Entwicklung des Fernwärmepreises von 1998-2011

Jahr	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Durch-schnitts preis €/MWh	47,92	47,92	52,51	58,99	56,15	57,11	55,7	62,12	70,03

Jahr	2007	2008	2009	2010	2011
Durch-schnitts preis €/MWh	78,3	79,2	97,5	92,1	9 0,9

Bruttopreise

Preissteigerung von 1998 bis 2011: 42,98 €/MWh 89,7 %

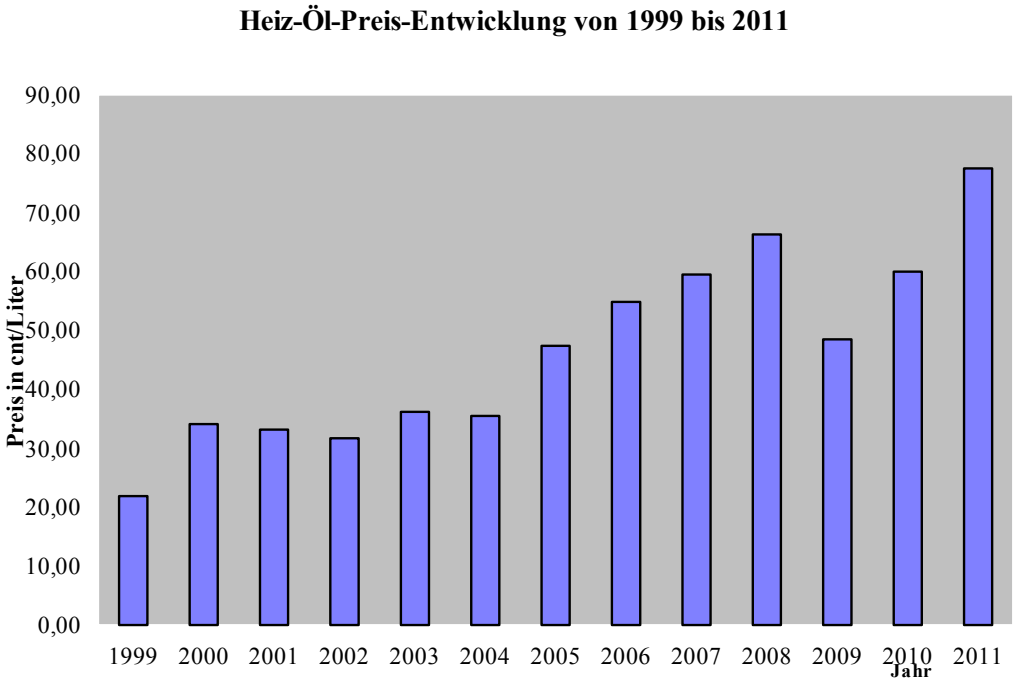


2.3. Darstellung der Ölpreisentwicklung am Beispiel der TH Haferbreite

Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Durchschnittspreis in cnt/Liter	21,88	34,09	33,12	31,66	36,15	35,47	47,35	54,78
Jahr	2007	2008	2009	2010	2011			
Durchschnittspreis in cnt/Liter	59,44	66,22	48,43	59,92	77,41			

Preissteigerung von 1999 bis 2011: 55,53 cnt/l 253,8 %

Mwst-Erhöhung in 2007 von 16% auf 19%; Bruttopreise



2.4. Entwicklung des Wasserpreises

Der über viele Jahre konstante Preis für Frischwasser würde 2002 von 1,15 € auf 1,36 € (inkl. 10% Gemeinderabatt) erhöht. Ab 01.07.2007 mußte auf Grund der geänderten Gesellschaftsform die die Mehrwertsteuer ausgewiesen werden. Somit erhöhte sich der Brutto-Preis von 4,32 €/m³ auf 4,43 €/m³.

3. Einsparung von Medien in energetisch sanierten Objekten (Beispiele)

3.1 Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Rekonstruktion der Kita "Stadtseeknirpse"

Die Kita Stadtseeknirpse wurde 1999 in den Gewerken Heizung, Sanitär und Elektrik total saniert.
Folgende Maßnahmen wurden durchgeführt:
- Austausch der Heizkörper und durchgehende Thermostatisierung
- Erneuerung der Heizleitungen einschließlich Reduzierung der Rohrquerschnitte
- Aufteilung der Heizanlage in 5 einzeln regelbare Heizkreise (je Etage und Gebäudeteil, sowie Keller)
- Erneuerung der Zirkulationsleitung für WW mit DIN-gerechter Isolaton
- Austausch der vorhandenen Hausanschlußstation durch eine Kleinere; dadurch Reduzierung der Anschlußleistung von 250 kW auf 120 kW
- Einbau von Einhebelmischern
- Kindertoiletten mit kleineren Spülkästen und Wasserspartasten
- Einbau neuer Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten und Dreibanden-Leuchtstoff-Lampen
-Aussonderung der alten Küchengeräte; es wird nicht mehr gekocht, sondern Fertiggerichte aufgewärmt

Durch die Sanierung wurde auf Basis von 1998 folgende Einsparungen erreicht:

	Verbrauch vor Sanierung	Verbrauch nach Sanierung	Einsparung	
Jahr	1998	2000		
Wärme* in kWh	251.700	197.900	53.800	21,4%
Wasser in m³	1.349	674	675	50,0%

Der Verbrauch ist temperaturbereinigt.

Einsparung seit der Sanierung:

Wärme

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Einsparung	2.826 €	3.174 €	3.021 €	3.073 €	2.997 €	3.342 €	3.768 €	4.213 €
Einsparung kum.	2.826 €	5.999 €	9.020 €	12.093 €	15.089 €	18.431 €	22.199 €	26.411 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	52,52	58,99	56,15	57,11	55,7	62,12	70,03	78,3

Jahr	2008	2009	2010	2011
Einsparung	4.261 €	5.246 €	4.955 €	4.890 €
Einsparung kum.	30.672 €	35.918 €	40.873 €	45.763 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	79,2	97,5	92,1	90,9

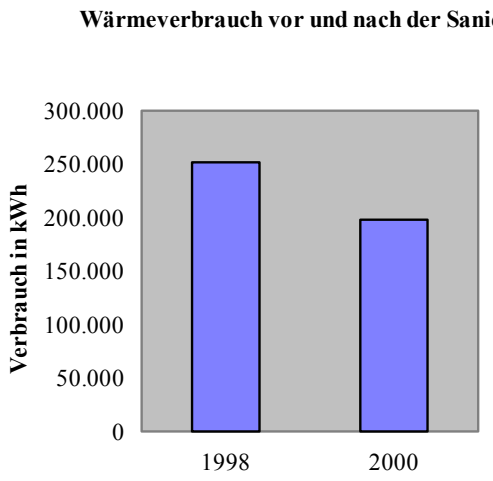
Strom

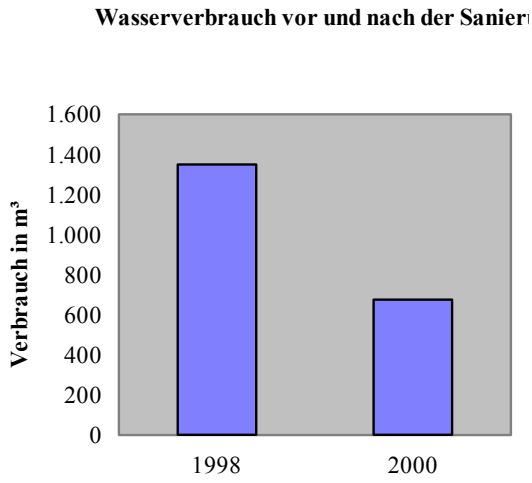
keine Einsparung

Wasser

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Einsparung	3.746 €	3.746 €	3.895 €	3.895 €	3.895 €	3.895 €	3.895 €	3.895 €
Einsparung kum.	3.746 €	7.493 €	11.387 €	15.282 €	19.177 €	23.072 €	26.966 €	30.861 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	5,55	5,55	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77

Jahr	2008	2009	2010	2011
Einsparung	3.895 €	3.895 €	3.895 €	3.895 €
Einsparung kum.	34.756 €	38.651 €	42.545 €	46.440 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	5,77	5,77	5,77	5,77





3.2 Umstellung Lüftungsanlage Turnhalle "Am Stadtsee"

Zustand alt:	Handbetrieb
Zustand neu:	Stufe 1 Automatik, Stufe 2 gesperrt nur bei Bedarf über Handbetrieb (26.04.1999); die Laufzeit der Lüftung wird der tatsächlichen Nutzungszeit angepaßt; Reduzierung der Hallentemperatur um 1 grd durch Senkung der Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung Überwachung der Heizungsregelung über die Gebäudeleittechnik - Zentrale

Fernwärme

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Verbrauch in kWh	393.033	337.226	407.749	353.930	363.898	273.318	278.471	251.250
Einsparung in kWh		55.807	-14.716	39.103	29.135	119.715	114.562	141.783
FW-Preis /€/MWh		47,92	52,51	58,99	56,15	57,11	55,70	62,12
Einsparung		2.674 €	-773 €	2.307 €	1.636 €	6.837 €	6.381 €	8.808 €
Einsparung kum.		2.674 €	1.902 €	4.208 €	5.844 €	12.681 €	19.062 €	27.870 €
Einsparung								

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verbrauch in kWh	183.763	224.843	196.327	192.080	190.076	190.014
Einsparung in kWh	209.270	168.190	196.706	200.953	202.957	203.019
FW-Preis /€/MWh	70,03	78,30	79,20	97,50	92,10	90,90
Einsparung	14.655 €	13.169 €	15.579 €	19.593 €	18.692 €	18.454 €
Einsparung kum.	42.525 €	55.694 €	71.273 €	90.866 €	109.559 €	128.013 €

Der Wärmeverbrauch ist temperaturbereinigt.

Auf Grundlage des Verbrauches im Jahr 2011 konnte der Wärmeverbrauch gegenüber 1998 um 52% gesenkt werden.

Strom

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Verbrauch in kWh	125.320	87.680	87.600	83.950	71.500	56.500	59.350	53.500
Einsparung in kWh		37.640	37.720	41.370	53.820	68.820	65.970	71.820
Strom-Preis /cnt/kWh		12,27	12,27	12,27	12,27	12,53	13,05	13,30
Einsparung		5.357 €	5.369 €	5.888 €	7.660 €	10.003 €	9.987 €	11.080 €
Einsparung kum.		5.357 €	10.726 €	16.614 €	24.275 €	34.278 €	44.264 €	55.345 €

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verbrauch in kWh	48.700	54.900	49.450	48.600	51.650	45.350
Einsparung in kWh	76.620	70.420	75.870	76.720	73.670	79.970
Strom-Preis /cnt/kWh	16,42	17,74	17,88	21,12	21,78	23,16
Einsparung	14.594 €	14.866 €	16.143 €	19.282 €	19.094 €	22.040 €
Einsparung kum.	69.938 €	84.805 €	100.948 €	120.229 €	139.323 €	161.363 €

Auf Grundlage des Verbrauches im Jahr 2011 konnte der Stromverbrauch gegenüber 1998 um 64% gesenkt werden.

Gesamteinsparung bis 2011 289.376 €

3.3. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Totalsanierung in der GS "Am Stadtsee"

Zeitraum der Sanierung: 09/1999 bis 02/2001
Inbetriebnahme: 01.03.2001

Maßnahmen:

ches

2-fache Wärmeschutzverglasung
neues Heizsystem mit Einzelraum-Regelung

dem Stand der Technik entsprechende Sanitärinstallation

Einsparung durch Sanierung
Berechnung der Einsparung

Medienverbrauch vom 01.03.2001-28.02.2002 (1 Jahr)

Strom: 41.500
Wasser: 621 m³
121.170

Verbrauch	Verbrauch	Einsparun
		Medien
		0
		560
		361.613

ıgen erreich

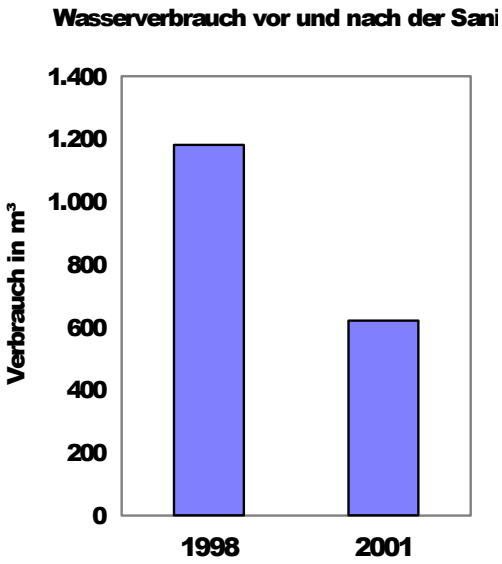
2004
20.142 €
82.430 €
55,7

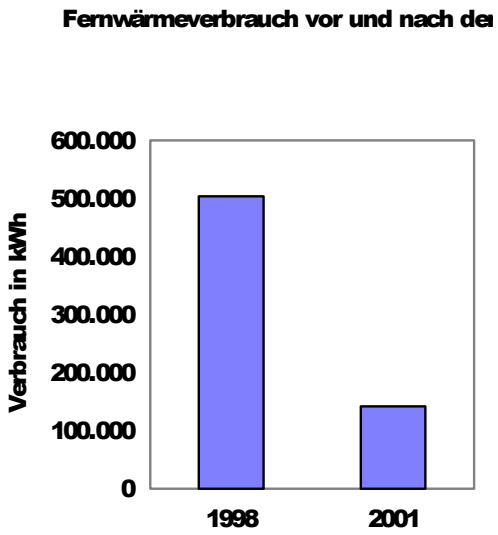
Wasser

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Einsparung	3.108 €	2.087 €	2.087 €	2.087 €	2.087 €	2.087 €	2.087 €	2.087 €
Einsparung kum.	3.108 €	5.195 €	7.281 €	9.368 €	11.454 €	13.541 €	15.627 €	17.714 €
Jahresdurchschnittspreis in €/m³	5,55	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77

Jahr	2009	2010	2011
Einsparung	2.087 €	2.087 €	2.087 €
Einsparung kum.	19.800 €	21.887 €	23.973 €
Jahresdurchschnittspreis in €/m³	5,77	5,77	5,77

Gesamteinsparung bis 2011 289.795 €





3.4. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Rekonstruktion der Kita "Nordspatzen"

Heizung und Sanitär total so

Folgende Maßnahmen wurden durchgeführt:

ermostatisierung

- Erneuerung der Heizleitungen einschließlich Reduzierung der Rohrquerschnitte
- Aufteilung der Heizanlage in 5 einzeln regelbare Heizkreise (je Etage und Gebäudeteil, sowie Keller)

DIN-gerechter Isolaton

- Einbau von Einhebelmischern
- Kindertoiletten mit kleineren Spülkästen und Wasserspartasten
- Einbau neuer Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten und Dreibanden-Leuchtstoff-Lampen

ht mehr gekocht, es wird fert

Durch die Sanierung wurde auf Basis von 2000 folgende Einsparungen erreicht:

	Verbrauch vor Sanierung	nach	Einsparung	
Jahr	2000	2002		
	291.972	264.170	27.802	9,5%
Wasser in m³	558	614	123	22,1%

Da sich die Anzahl der Kinder von 2000 zu 2002 verändert hat, wurde zur Ermittlung der Wassereinsparung die Anzahl der Kinder zu Grunde gelegt. Der Wasserverbrauch ist u.a. abhängig von der Belegung.

Anzahl Kinder	Verbrauch	Anzahl Kinder	Pro-Kopf-Verbrauch m³	Einsparung
			6,6	
			5,1	22,1%

	2002	2003
	898 €	906 €
	2.758 €	3.664 €
	32,3	32,6

	2009	2010
	1.154 €	1.676 €
	12.764 €	14.440 €
	41,5	60,3

Strom

keine Einsparung

Wasser

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Einsparung	683 €	683 €	710 €	710 €	710 €	710 €	710 €
Einsparung kum.	683 €	1.366 €	2.076 €	2.787 €	3.497 €	4.207 €	4.917 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	5,55	5,55	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77

Jahr	2007	2008	2009	2010	2011
Einsparung	710 €	710 €	710 €	710 €	710 €
Einsparung kum.	5.627 €	6.338 €	7.048 €	7.758 €	8.468 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77

Gesamteinsparung bis 2011 25.102 €

3.5. Erzielte Verbrauchsreduzierung nach der Totalsanierung in der GS "J. - Gagarin"

Zeitraum der Sanierung: 2002 - 03/2005
Inbetriebnahme: 01.04.2005

Maßnahmen:
- vollständige Entkernung
- Dämmumng der Außenwände und des Daches
- 2-fache Wärmeschutzverglasung
- neues Heizsystem
- tageslichtabhängige Beleuchtung
- dem Stand der Technik entsprechende Sanitärinstallation

Einsparung durch Sanierung
Berechnung der Einsparung

Medienverbrauch vom 01.01.2006 - 31.12.2006

Strom:	40.450	kWh
Wasser:	536	m³
Fernwärme:	172.330	kWh

		Verbrauch 1999	Verbrauch 2006	Einsparung Medien	prozentuale Einsparung
Strom	kWh	28.080	40.450	0	0 %
Wasser	m³	602	536	66	11 %
Fernwärme	kWh	417.530	172.330		
temperaturbereinigt	kWh	516.572	199.508	317.064	61 %

Durch die Sanierung wurden auf Basis 1999 folgende Einsparungen erreicht:

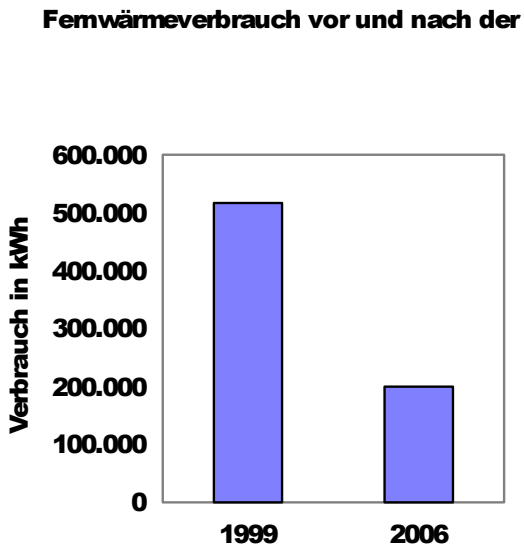
Wärme

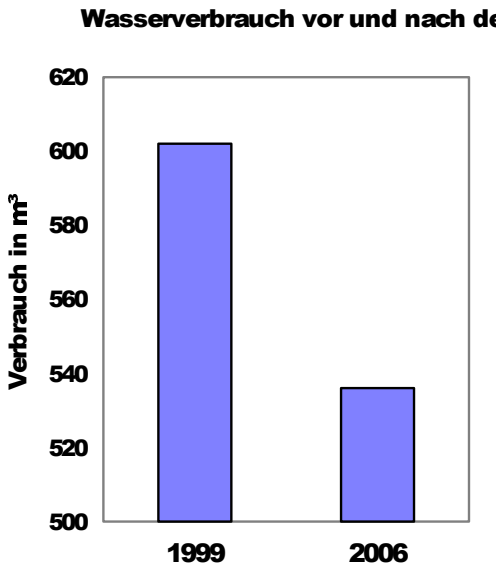
Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Einsparung	2.229 €	24.826 €	25.111 €	30.914 €	29.202 €	28.821 €
Einsparung kum.	2.229 €	4.458 €	29.284 €	54.395 €	85.309 €	114.511 €
Jahresdurchschnittspreis in €/MWh	7,03	78,30	79,2	97,5	92,1	90,9

Wasser

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Einsparung	1.829 €	1.829 €	1.829 €	1.829 €	1.829 €	1.829 €
Einsparung kum.	1.829 €	3.659 €	5.488 €	1.829 €	3.659 €	5.488 €
Jahresdurchschnittspreis in €/m³	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77

Gesamteinsparung bis 2011 119.999 €





4. Aufstellung der Einsparungen durch den Einsatz regenerativer Energien im Vergleich zur Investitionssumme

Stadion Hölzchen

Anlage: Solaranlage zur WW-Bereitung

Inbetriebnahme:	2005	
Leistung:	16 kW	
Kollektorfläche:	21,6 m²	
Gesamtkosten:	24.040 €	
Förderung:	19.203 €	80%
Eigenanteil:	4.834 €	

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Gesamt
erzeugte Wärmemenge/kWh	6.010	7.622	6.596	7.000	7.000	7.000	7.000	48.228
Einsparung an Heizöl in Liter	596	756	654	694	694	694	694	4.785
Preis Heizöl cnt/l (netto)	40,82	46,28	56,27	66,75	41,15	50,73	70,13	
Einsparung Heizkosten	290 €	416 €	438 €	552 €	340 €	419 €	580 €	3.035 €

KITA Nordspatzen

Anlage: Solaranlage zur WW-Bereitung mit Heizungsunterstützung

Inbetriebnahme:	2004	
Leistung:	35 kW	
Kollektorfläche:	30,8 m²	
Gesamtkosten:	48.009 €	
Förderung:	30.000 €	62%
Eigenanteil:	18.009 €	

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
erzeugte Wärmemenge/kWh	23.431	31.456	25.948	27.681	27.681	18.996	4.509	28.926
Einsparung an Heizöl in Liter	2.325	3.121	2.574	2.746	2.746	1.885	447	2.875
Preis Heizöl cnt/l (netto)	34,29	40,6	47,17	54,15	66,9	34,85	50,73	66,43
Einsparung Heizkosten	949 €	1.508 €	1.445 €	1.770 €	2.186 €	782 €	270 €	2.273 €
							Defekt	

	Gesamt
erzeugte Wärmemenge/kWh	188.628
Einsparung an Heizöl in Liter	18.718
Preis Heizöl cnt/l (netto)	
Einsparung Heizkosten	11.181 €

Ganztagsgrundschule an der Goethestr.

Anlage: Wärmepumpe zur Beheizung der Turnhalle

Inbetriebnahme:	2008	
Leistung:	2x16 kW	
Medium:	Erdwärme aus 6 Erdsonden a' 99 m	
Gesamtkosten:	120.001 €	
Förderung:	96.000 €	80%
Eigenanteil:	24.001 €	

	2008	2009	2010	2011	Gesamt
erzeugte Wärmemenge/kWh	25.330	61.590	67.220	61.300	215.440
Preis Erdgas cnt/kWh (netto)	6,139	6,244	5,239	5,239	
Heizkosten	1.850	4.576	4.191	3.822	14.439
Stromverbrauch WP-Antrieb/ kW	5.323	3.579	3.452	3.653	16.007
	1.052	707	682	754	3.196
Einsparung Heizkosten*	798	3.869	3.508	3.067	11.243

Zusammenfassung

Die Nutzung regenerativer Energien macht den Einsatz hoher investiver Mittel erforderlich.
Die drei Anlagen erhielten finanzielle Zuwendungen aus der Stiftung "Klimaschutz in Sachsen-Anhalt" in

Gründen kaum bauen können.

Anlage	mit Fördermittel	ohne Fördermittel
Kita Nordspatzen	11	25
Sportanlage "Hölzchen"	10	30
Ganztagsgrundschule	8	30

Fazit: Die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien ist ohne Fördermittel für die Stadt

die Wirtschaftlichkeit verbessert sich.

5.Stand der energetischen Sanierung in den Objekten (früheres Stadtgebiet)

Stand: Juli 2012

		Energetische Sanierungsmaßnahmen			
Nr.	Objekt	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung	Bemerkung
1	Kiga "Mischka"	x	x	x	Neubau
2	Kiko "Märchenland"	x	x	x	
3	Kiko "Regenbogenland"	teilweise			
4	Kiko "Stadtseeallee"	x	x	x	
5	Kita "Nordspatzen"	x	x	x	Dämmung Fassade Nord fehlt
6	Kita Wahrburg	x	x	x	Neubau
7	Altmärkisches Museum				Denkmalschutz
8	Jugend- Freizeitzentrum	teilweise	teilweise Dämmputz	x	Denkmalschutz
9	Wieckhaus	x			Denkmalschutz
10	Musik- u. Kunstschule	x	teilweise Dämmung	x	
11	Musikforum Katharinenkirche				Denkmalschutz
12	Theater	x		x	Neubau, ohne Fassadendämmung
13	Theaterwerkhalle			x	
14	Hallstr. 54			x	
15	Hallstr. 55	x		x	
16	Turnhalle Süd				
17	GS "Am Stadtsee"	x	x	x	Totalsanierung
18	Turnhalle	x	x	x	Totalsanierung
19	"Diesterweg"-Turnhalle				stillgelegt
20	GS Petrikirchhof	x			
21	GS "J. Gagarin"	x	x	x	Totalsanierung
22	Turnhalle	x	x	x	Ersatzneubau
23	GS Nord m. Turnhalle	x	x	x	noch in der Sanierung
24	GS Goethe	x	Dämmputz		Denkmalschutz
25	Volkshochschule	x	x	x	Denkmalschutz
26	Sporthalle,Haferbr. Weg	teilweise			
27	Obdachlosenheim	x			
28	Stadthaus Markt 14/15	x	x	x	Denkmalschutz
29	Rathaus Markt 1				Denkmalschutz
30	Kämmerei Markt 7	x		x	Denkmalschutz
31	Bauverwaltung	x		x	
32	Feuerwehr A. der Bär	x	teilweise	x	Denkmalschutz
33	Verwaltungsgeb. Friedhof	x		x	Denkmalschutz
34	Friedhof, Kapelle			x	
35	Stadtarchiv	x		x	Denkmalschutz
36	Stadion Hölzchen	x	x	x	Neubau
37	TH E.- Weinert-Str.	x	x	x	
38	WC, Priesterstr.	keine Fenster		x	
39	WC, Tangermünder Tor	keine Fenster		x	
40	WC, Arneburger Str.				
41	WC, Uenglinger Str.				
42	WC, Bahnhofstr.				
43	Tiergarten, Wirtschaftsgeb.	x		x	
44	Tiergarten, Verwaltung	x	x	x	Neubau

45	Tiergarten, Kassenhaus	x	x	x	Neubau
46	Stendal-Information	x		x	Denkmalschutz
47	Jugendclub "Zenit"	keine Fenster	x	x	
48	MAD-Club	x	x	x	

Nr.	Objekt	Fenster Austausch	Fassaden-Dämmung	Dach-Dämmung	Bemerkung
49	Stadtbibliothek				Denkmalschutz
50	Stadtbibliothek, Erweiterung	x	x	x	Neubau
51	Stadtseebibliothek				zum Verkauf
52	Bauhof, Uchtewall	x		x	Büro
53	Bauhof, Arneburger Str.				
54	Bauhof, Sozialgebäude	x			
55	Feuerwehr Wahrburg	x		x	
56	Bürgerhaus Wahrburg	x		x	
57	Bürgerhaus, Borstel	x			
58	Feuerwehr, Borstel	x			
59	Feuerwehr Arnim	x	x	x	Neubau
60	Feuerwehr Bindfelde	x	x	x	Neubau
61	Feuerwehr Staffelde	x			
62	Feuerwehr Jarchau				
63	Jarchau, Mietshaus, Im Eck 5/7				
64	Jarchau, Gemeindehaus	x		x	
65	Jarchau, Jugendclub				
66	Jarchau, Kindergarten	x	x	x	

8.6 Voruntersuchungen der Hansestadt Stendal zu ausgewählten PV-Standorten

Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort A: Solarpark Staats

Name oder Bebauungsplan	Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr.27/11 „Solarpark Staats“
Standort	Hansestadt Stendal, Ortschaft Staats, südlich der Ortslage Staats und südöstlich von Staats-Siedlung
Grundstück und Grundstücksgröße	Gemarkung Staats, Flurstücke der Flur 2 und 5, Größe ca. 28 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	ca. 9 ha (Grundflächenzahl 0,33)
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die Bundesrepublik Deutschland (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben). Pächter ist der Vorhabenträger des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes, die IBC Solar Invest GmbH, Bad Staffelstein.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wurde früher militärisch genutzt. Die Prüfung der Einstufung als militärische Konversionsfläche nach § 32 EEG ist vom Vorhabenträger beantragt.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Der vorhabenbezogene Bebauungsplan befindet sich im Aufstellungsverfahren. Die frühzeitige Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung findet zu Zeit statt und endet am 20. Februar 2012.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände weist eine leichte Hangneigung nach Süden auf. Der Wirkungsgrad ist vom Vorhabenträger zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet, Die Wirtschaftlichkeit erscheint zumindest fraglich, da einerseits umfangreiche Baumfällarbeiten andererseits Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (z. B. Pflanzungen usw.) erforderlich sind.

Staats-Siedlung *Uchte* Ortslage Staats



Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

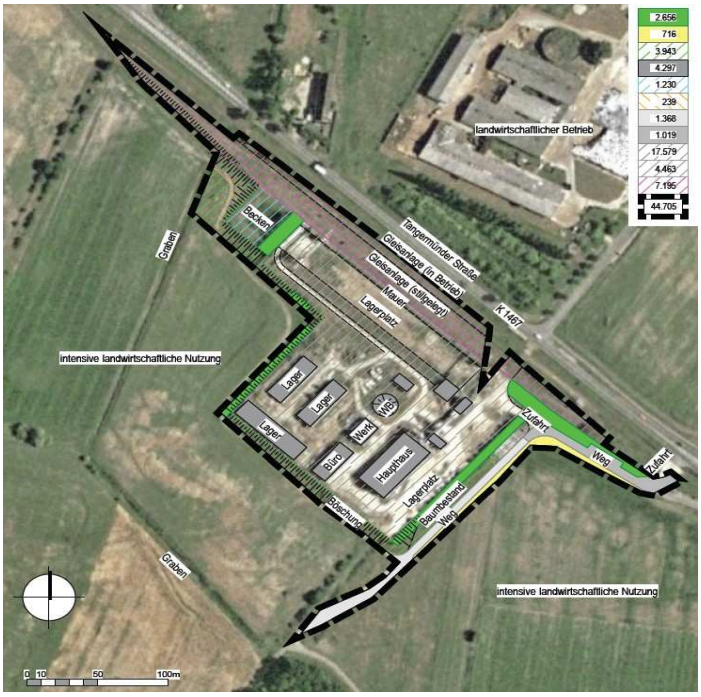
10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort B: Heizkraftwerk Bindfelde

Name oder Bebauungsplan	Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr.24/10 „Sondergebiet Photovoltaik-Freiflächenanlage Tangermünder “
Standort	Hansestadt Stendal, östlich des Gewerbegebietes Südost und westlich der Ortschaft Bindfelde
Grundstück und Größe	Flurstücke der Flur 93 in der Gemarkung Stendal und der Flur 1 in der Gemarkung Bindfelde, Größe ca. 4,5 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	ca. 3 ha
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist der Vorhabenträger des Bebauungsplanes, die Firma energy4ever GmbH, Paderborn
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wurde früher gewerblich in Form einer Bauschutt-Recycling-Anlage genutzt. Die Prüfung der Einstufung als gewerbliche Konversionsfläche nach § 32 EEG ist vom Vorhabenträger beantragt.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Der vorhabenbezogene Bebauungsplan wurde am 12.12.2011 im Stadtrat als Satzung beschlossen.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände ist eben und weist keinen hohen Bewuchs auf. Der Wirkungsgrad ist vom Vorhabenträger zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet, Die Wirtschaftlichkeit erscheint noch gegeben, obwohl umfangreiche Abbruchmaßnahmen der Gebäude der ehemaligen Recyclinganlage erforderlich sind.

Ortschaft Bindfelde



Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort C: Schwellentränke

Name oder Bebauungsplan	Ehemalige Schwellentränke
Standort	Hansestadt Stendal, südlich der Bahnlinie Hannover-Berlin und östlich des alten Dorfkerns Röxe. Südlich verläuft die Gardelegener Str.
Grundstück und Größe	Gemarkung Stendal, Flur 74, Flurstück 242/221, Größe ca. 3,5 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	noch zu ermitteln
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die Hansestadt Stendal.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wurde früher gewerblich in Form der ehem. Schwellentränke genutzt und ist kontaminiert. Die Prüfung der Einstufung als gewerbliche Konversionsfläche nach § 32 EEG ist zu beantragen.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Im Flächennutzungsplan ist eine gewerbliche Baufläche dargestellt. Westlich grenzt die gemischte Baufläche des Dorfkernes Röxe. Südlich der Gardelegener Straße grenzt die Wohnbaufläche des Neubaugebietes Röxe.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände ist eben, teilweise versiegelt und weist zum Teil hohen Bewuchs auf. Der Wirkungsgrad ist zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet. Die Wirtschaftlichkeit erscheint gegeben und eine EEG-Förderung wahrscheinlich, u. a. weil die Fläche gewerblich genutzt wurde und kontaminiert ist.



Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort D: Flugplatz Borstel

Name oder Bebauungsplan	Flugplatz Borstel
Standort	Hansestadt Stendal, südlich der Start- und Landebahn des Flugplatzgeländes, östlich der Osterburger Straße
Grundstück und Größe	Gemarkung Borstel, Flur 1, Teil von Flurstück 71/1, Größe ca. 5 ha von 7,4 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	noch zu ermitteln
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die Hansestadt Stendal.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wurde früher militärisch als Hubschrauberlandeplatz genutzt. Eine Kontamination ist anzunehmen. Die Prüfung der Einstufung als militärische Konversionsfläche nach § 32 EEG ist zu beantragen.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Das Grundstück ist in dem zu ändernden Flächennutzungsplan (FNP) als Sonderbaufläche Flugplatz dargestellt.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände ist nach Süden geneigt und weist überwiegend niedrigen und nur zum geringen Teil höheren Bewuchs auf. Der Wirkungsgrad ist zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet, Die Wirtschaftlichkeit erscheint gegeben und eine EEG-Förderung möglich, u.a. weil die Fläche militärisch genutzt und Kontaminationen zu vermuten sind.



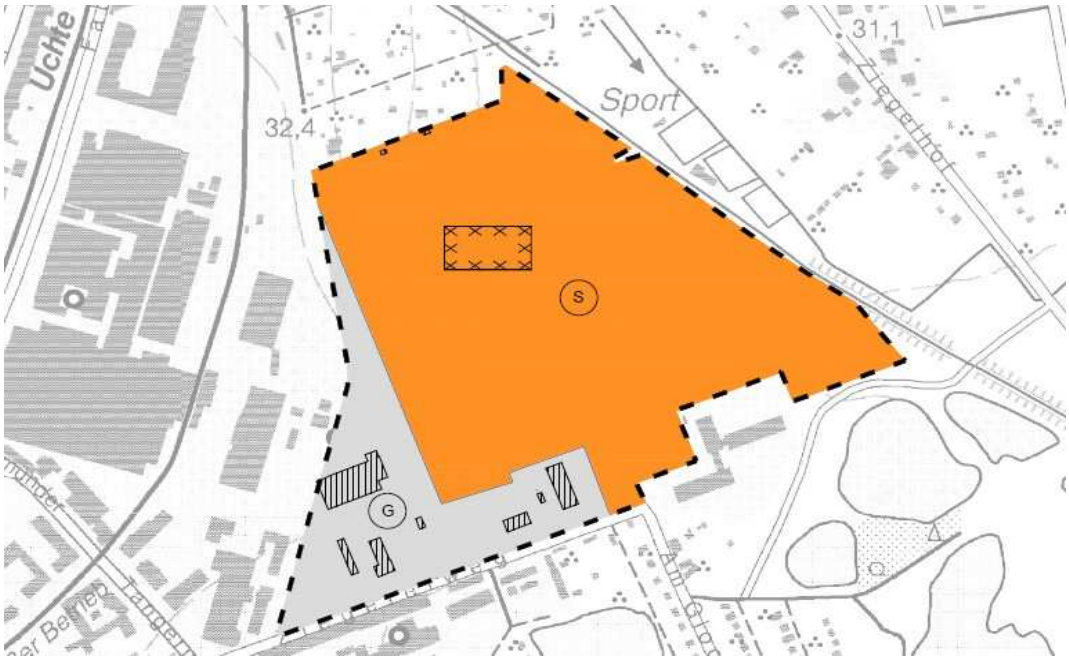
Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort E: Solarpark Ziegeleiweg

Name oder Bebauungsplan	Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. 25/11 „Solarpark Ziegeleiweg“
Standort	Hansestadt Stendal, östlich des ehem. RAW-Geländes (heute Firma Alstom), nördlich der Bahnlinie Hannover-Berlin
Grundstück und Größe	Gemarkung Stendal, Flur 13, Flurstück 359 und 394/38, Größe ca. 13,3 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	ca. 3,1 ha
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die Deutsche Gleisrückbau GmbH.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wird zum Teil gewerblich genutzt. Eine Kontamination ist nicht auszuschließen. Die Prüfung der Einstufung als gewerbliche Konversionsfläche nach § 32 EEG ist zu beantragen.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Das Grundstück ist in dem zu ändernden Flächennutzungsplan zum Teil als Sonderbaufläche Photovoltaik und zum Teil als gewerbliche Baufläche dargestellt. Der vorhabenbezogene Bebauungsplan befindet sich im Aufstellungsverfahren.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände weist Ruderalvegetation und teilweise höheren Bewuchs auf. Der Wirkungsgrad ist vom Vorhabenträger zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet, Die Wirtschaftlichkeit erscheint gegeben und eine EEG-Förderung möglich, u.a. weil die Fläche gewerblich genutzt und Kontaminationen zu vermuten sind.



Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort F: Stendal Süd

Name oder Bebauungsplan	Stendal - Süd
Standort	Hansestadt Stendal, südlich der Lemgoer Straße
Grundstück und Größe	Gemarkung Stendal, Flur 74, Flurstück 142/155, 142/3 und Teil von Flurstück 142/155, Größe insgesamt ca. 6 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	noch zu ermitteln
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die Hansestadt Stendal / SWG.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Ein Teil der Fläche wurde als Parkplatz sowie zu Wohnzwecken und für Sozialeinrichtungen genutzt. Ein anderer Teil der Fläche liegt brach. Die Prüfung der Einstufung als Konversionsfläche nach § 32 EEG ist zu beantragen.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Das Grundstück ist in dem zu ändernden Flächennutzungsplan als Grünfläche dargestellt.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Das Gelände weist zum größten Ruderalvegetation und zum kleineren Teil Fundamente der abgerissenen Gebäude auf. Der Wirkungsgrad ist zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet. Die Wirtschaftlichkeit erscheint nicht gegeben, da eine EEG-Förderung aus Gründen fehlender militärischer, gewerblicher oder landwirtschaftlicher Konversion unwahrscheinlich ist.



Hansestadt Stendal
Planungsamt
61 22 09/06

10.02.2012

Potenzielle Standorte für EEG-Anlagen in der Hansestadt Stendal

Standort G

Name oder Bebauungsplan	Fläche der Boderverwertungs- und Verwaltungs GmbH (BVVG)
Standort	Hansestadt Stendal, östlich der Straße Hoher Weg, westlich der Tangermünder Straße, nördlich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 24/10 „Photovoltaik Tangermünder Straße“
Grundstück und Größe	Flur 18, Flurstücke 605/134 und 472/132 71/1, Größe ca. 5,3 ha
Größe der nutzbaren EEG-Fläche	noch zu ermitteln
Eigentumsverhältnisse	Eigentümer ist die BVVG. Die Firma Fleckenstein Solar GmbH; Giebelstadt zeigt Kaufinteresse.
Flächennutzung und EEG-Kriterien	Die Fläche wird landwirtschaftlich genutzt. Die Prüfung der Einstufung als landwirtschaftliche Konversionsfläche nach § 32 EEG ist zu beantragen.
Planungsrecht und Naturschutzrecht	Das Grundstück ist im Flächennutzungsplan als gewerbliche Baufläche dargestellt.
Standorteignung und Wirkungsgrad	Durch die landwirtschaftliche Nutzung weist die Fläche nur zeitweiligen höheren Bewuchs auf. Der Wirkungsgrad ist zu prüfen.
Stellungnahme der Verwaltung	Grundsätzlich ist die Fläche für die Photovoltaik-Nutzung geeignet. Die Wirtschaftlichkeit erscheint aus Gründen fehlender militärischer, gewerblicher oder landwirtschaftlicher Konversion, fraglich.

