



*Masterplan 100 % Klimaschutz
für den Großraum Braunschweig*

BAND 2: LANGFASSUNG

Hinweise

Der Masterplan besteht aus folgenden Bänden:

- Band 1 Kurzfassung
- Band 2 Langfassung
- Band 3 Maßnahmen
- Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien
- Band 5 Kommunale Datenblätter

Alle Bände stehen auf der Masterplan-Website unter www.klimaschutz-regionalverband.de zum Download zur Verfügung. Dort sind ebenfalls aktuelle Termine und weitere Informationen zur Umsetzung des Masterplans zu finden.

Im Prozess zur Erarbeitung des Masterplans 100 % Klimaschutz haben sich Frauen wie Männer gleichermaßen eingebracht. Mit dem Masterplan möchte der Regionalverband Personen aller Geschlechter ansprechen. Als Zugeständnis an die Lesbarkeit der Texte wird im Folgenden soweit möglich die neutrale Form verwendet. Falls dies den Lesefluss beeinträchtigt, wird nur die männliche Form genannt, die weibliche Form ist aber stets mitgemeint.



INHALT

Grußwort des Verbandsvorsitzenden - 6

Grußwort der Ersten Verbandsrätin - 7

Zusammenfassung - 8

1. Einführung - 10

1.1 Anlass - 10

1.2 Zielsetzung und strategischer Ansatz - 10

2. Der Großraum Braunschweig als Masterplan-Kommune - 12

2.1 Raumstruktur - 12

2.2 Regionalverband Großraum Braunschweig - 16

2.3 Besonderheiten des Regionalverbands und der Region mit Bezug zum Klimaschutz - 17

3. Projektstruktur und Akteursbeteiligung - 19

3.1 Projektorganisation und Gremien - 19

3.2 Beteiligungsprozess zur Masterplanerstellung - 20

4. Energie- und Treibhausgasbilanz - 27

4.1 Methodik der Energie- und Treibhausgasbilanz - 27

4.2 Endenergiebilanz - 31

4.2.1 Endenergiebilanz ohne Großindustrie - 31

4.2.2 Endenergiebilanz mit Großindustrie - 37

4.3 Treibhausgasbilanz - 38

4.4 Bilanzvergleich im zeitlichen Verlauf - 40

4.5 Bewertung der Ergebnisse - 42

5. Räumlich differenzierte Potenzialanalyse - 43

5.1 Methodik Potenzialanalyse - 45

5.2 Effizienzpotenziale - 46

5.2.1 Private Haushalte - 47

5.2.2 Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und produzierendes Gewerbe/Industrie - 51

5.2.3 Verkehr - 54

5.2.4 Zusammenfassung der Effizienzpotenziale - 56

5.3 Potenziale zur Dekarbonisierung des Energieangebots - 57

5.3.1 Solarenergie - 61

5.3.2 Windenergie - 65

5.3.3 Bioenergie - 68

5.3.4 *Wasserkraft sowie Klär- und Deponiegas - 70*

5.3.5 *Oberflächennahe Geothermie - 73*

5.3.6 *Zusammenfassung der Angebotspotenziale zur Dekarbonisierung der Energieversorgung - 75*

5.3.7 *Abwärme und erneuerbare Wärme in Nah- und Fernwärmenetzen - 76*

5.4 *Suffizienz - 82*

5.4.1 *Definition und Bedeutung für den Klimaschutz - 82*

5.4.2 *Suffizienz in privaten Haushalten - 83*

5.4.3 *Suffizienz im Gewerbe - 84*

5.4.4 *Suffizienz im Mobilitätssektor - 85*

5.4.5 *Zusammenfassung Suffizienzmaßnahmen - 88*

5.5 *Bewertung der Potenzialanalyse - 89*

5.5.1 *Effizienz - 89*

5.5.2 *Energieangebot - 90*

5.5.3 *Suffizienz - 93*

6. Szenarien - 94

6.1 *Zielsetzung und Herausforderungen - 94*

6.2 *Methodik der Szenarienerstellung - 97*

6.2.1 *Kombination von Energieangebot und -Nachfrage - 99*

6.2.2 *Ausschöpfung der Effizienz- und Suffizienzpotenziale - 99*

6.2.3 *Verkehr und Mobilität - 101*

6.2.4 *Verteilung des Energieangebotes auf die unterschiedlichen Anwendungsarten - 105*

6.2.5 *Ausschöpfung des Angebotspotenzials erneuerbarer Energien im Großraum Braunschweig - 106*

6.2.6 *Treibhausgasemissionen - 108*

6.2.7 *Zeitliche Entwicklung - 108*

6.2.8 *Berücksichtigung von Speicherbedarf und Netzverlusten - 109*

6.3 *Ergebnisse der Szenarien-Berechnung - 112*

6.3.1 *Referenzszenario - 112*

6.3.2 *Masterplanszenario - 114*

6.4 *Bewertung der Szenarien - 121*

7. Umsetzungsstrategie - 124

7.1 *Strategischer Ansatz - 127*

7.2 *Leitbild - 128*

7.3 *Handlungsfelder, Ziele und Meilensteine - 131*

7.3.1 *Handlungsfelder und -bereiche - 131*

7.3.2 Quantifizierte Ziele und Meilensteine - 132

7.3.3 Sektorale Zielsetzung - 133

7.4 Maßnahmenkatalog - 137

7.4.1 Handlungsfeld A: Klimaschonend mobil - 139

7.4.2 Handlungsfeld B: Regionalplanung und -entwicklung - 140

7.4.3 Handlungsfeld C: Klimafreundlich leben - 142

7.4.4 Handlungsfeld D: Klimaschutz-Kommune: Energieeffizienz, Ressourcenschutz und Suffizienz - 143

7.4.5 Handlungsfeld E: Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft - 144

7.4.6 Handlungsfeld F: Kommunikation, Beratung und Vernetzung - 145

7.5 Ausgewählte Maßnahme für eine separate Förderung - 146

7.6 Notwendige Änderungen bundesweiter Rahmenbedingungen - 148

8. Zivilgesellschaftlicher Prozess und Kommunikationskonzept zur Masterplan-Umsetzung - 151

8.1 Methodik zur Erarbeitung des Kommunikationskonzeptes - 151

8.2 Ziele und Prinzipien - 152

8.3 Zielgruppen für die Kommunikationsarbeit des Regionalverbandes - 153

8.4 Kommunikationsmedien und Umsetzungsformate - 155

9. Finanzierungsplan - 159

10. Management-, Controlling- und Monitoringsystem - 166

10.1 Ziele, Bausteine und Zuständigkeiten - 166

10.2 Maßnahmencontrolling - 167

10.3 Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz inklusive Klimaschutz-Benchmarking - 167

10.4 Prozessevaluierung - 169

10.5 Dokumentation, Zeitplan und weitere Empfehlung - 171

11. Fazit und Ausblick - 172

Anhang A Abkürzungen und Einheiten - 175

Anhang A.1. Abkürzungen - 175

Anhang A.2. Maßeinheiten - 177

Anhang B Mitglieder der Gremien - 178

Anhang B. 1. Masterplan-Beirat - 178

Anhang B.2. Wissenschaftlicher Beirat - 179

Anhang C Quellenverzeichnis - 180

Anhang D: Abbildungsverzeichnis - 186

Anhang E: Tabellenverzeichnis - 188

Impressum - 190



Detlef Tanke

Grußwort des Verbandsvorsitzenden

Klimaschutz geht uns alle an. Auch wenn diese Aussage einigen schon abgenutzt vorkommen mag: sie hat immer noch Gültigkeit! Der Regionalverband Großraum Braunschweig hat die Bedeutung des Themas erkannt und geht frühzeitig gemeinsam mit den Kommunen als Vorbild voran. Nur so sichern wir die hervorragende Wirtschaftskraft unserer Region nachhaltig für die Zukunft.

Wir begreifen den Masterplan als Teil einer Gesamtstrategie. Die Verbandspolitik hat dafür rechtzeitig die Weichen gestellt und unterstützt das Projekt „Masterplan 100 % Klimaschutz“.

Über ein Jahr lang wurde die Erstellung von einem breit angelegten Beteiligungsprozess begleitet. In 22 Veranstaltungen haben sich mehr als 550 Menschen aus der gesamten Region eingebracht. Die eingerichteten Beiräte haben in zwölf Sitzungen ihr Know-how in den Prozess eingebracht. Dafür möchte ich allen Akteuren an dieser Stelle herzlich danken.

Wir zeigen in diesem Bericht auf, wie wir die Region zu einer 100 %-Klimaschutz-Region bis 2050 entwickeln. Der Masterplan zeigt den Menschen zwischen Wittingen und Braunlage, zwischen Hohenhameln und Helmstedt zahlreiche Möglichkeiten auf, die Herausforderungen Energiewende, Klimaschutz und Klimaanpassung anzugehen. Und wir sehen den Masterplan als einen Baustein zum Erreichen der bundesweiten Zielsetzungen.

Mit der Veröffentlichung dieses Masterplans starten wir beim Regionalverband mit der Umsetzungsphase. Für das Gelingen braucht es ein breites gesellschaftliches Engagement und Initiative aus allen Bereichen: Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Um die ehrgeizigen Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, müssen die Maßnahmen Schritt für Schritt umgesetzt werden. Lassen Sie uns jetzt damit beginnen!

Detlef Tanke

Detlef Tanke

Verbandsvorsitzender



Manuela Hahn

Grußwort der Ersten Verbandsrätin

Zur Erreichung der ehrgeizigen Zielsetzungen des Masterplans ist eine Gesamtstrategie wichtig, um Klimaschutz vor Ort an den Stellen zu unterstützen, an denen Ressourcen nicht ausreichen oder ein überörtlicher Ansatz gefragt ist. Ansatz des Regionalverbandes ist es, die Schlagkraft der Klimaschutzmanagements und Klimaschutz-Aktiven vor Ort noch weiter zu erhöhen und diejenigen zu sensibilisieren und zu motivieren, die sich noch nicht mit dem Thema auseinandergesetzt haben. Der jetzt veröffentlichte Masterplan wurde als Dienstleistung für die Kommunen des Verbandsgebietes erarbeitet und bringt für sie viele Vorteile mit sich: In ihm werden Wege aufgezeigt, wie die Klimaschutzziele der Bundesregierung (Senkung der Treibhausgasemissionen um 95 % und des Endenergieverbrauchs um 50 % bis 2050 gegenüber 1990) für die Region erreicht werden können.

Welchen Mehrwert hat der Masterplan für die Kommunen?

- Aufbauend auf dem Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept (REnKCO₂) stehen aktualisierte Klimabilanzen und Potenziale für alle Kommunen der Region zur Verfügung.
- Der Masterplan ist für alle Kommunen der Region als integriertes Klimaschutzkonzept nutzbar und kann somit als Grundlage für die Beantragung eines eigenen durch den Bund geförderten Klimaschutzmanagements (Förderquote: 65 % bis 90 %) und für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen dienen.

Im Mittelpunkt der jetzt beginnenden Umsetzungsphase steht für den Regionalverband zum einen die Integration des Themas Klimaschutz und Klimaanpassung bei der Fortschreibung und Entwicklung eigener Planungen. Hier sind die Stichworte klimaoptimierte Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogrammes und Verkehrsentwicklungsplanung zu nennen.

Zum anderen versteht sich der Regionalverband als Initiator eines regionsweiten Klimaschutznetzwerkes sowie als Koordinationsstelle und Dienstleister für die Kommunen und weitere Klimaschutzakteure.

Lassen Sie uns gemeinsam die Herausforderungen annehmen, Vorbild für viele andere sein und die Vision der Region als Klimaschutzregion mit Leben füllen.

Manuela Hahn

Erste Verbandsrätin

Zusammenfassung

Kapitel 1

Als eine von bundesweit 22 Kommunen nimmt der Regionalverband Großraum Braunschweig am **Modellvorhaben Masterplan 100 % Klimaschutz 2016-2020** im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit teil. Das übergreifende Ziel ist es, die Treibhausgasemission bis 2050 um 95 Prozent und die Endenergie um 50 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Der Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig konzentriert sich auf diejenigen Handlungsbereiche, auf die der Regionalverband einen direkten Einfluss nehmen kann oder die in einer regionalen Betrachtung effektiv berücksichtigt werden können (zum Beispiel Verkehr/Mobilität, Regionalplanung/-entwicklung).

Kapitel 2

Der **Großraum Braunschweig** mit einer Bevölkerung von über 1,13 Millionen Menschen auf einer Fläche von 5.080 Quadratkilometern bildet hinsichtlich der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur gut die bundesdeutschen Verhältnisse im Kleinen ab. Der Regionalverband ist aufgrund der Größe des Verbandsgebietes, das sich über die kreisfreien Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg sowie die Landkreise Gifhorn, Goslar, Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel erstreckt, und seiner Pflichtaufgaben im Bereich Regionalverkehr und Regionalplanung gut geeignet, koordinierende, vernetzende und steuernde Aufgaben im Klimaschutz zu übernehmen.

Kapitel 3

Das **Projekt** Masterplan 100 % Klimaschutz hat eine Laufzeit von vier Jahren (Juli 2016 bis im Juni 2020). Ergänzend zum vorliegenden Masterplan sind ein verkehrlicher Fachbeitrag und ein Bürgergutachten erstellt worden. Das Masterplanmanagement, das beim Regionalverband in der Abteilung Regionalentwicklung angesiedelt ist, nimmt die zentrale koordinierende Rolle im Masterplanprozess ein. Der Masterplan ist eng in bestehende Gremien des Regionalverbandes eingebunden und mit weiteren Einrichtungen vernetzt, unter anderem mit der Regionalen EnergieAgentur e. V. (REA).

Der vorliegende Masterplan entstand in einem umfangreichen und transparenten **Beteiligungsprozess**. Hierzu zählen der Masterplan-Beirat, der Wissenschaftliche Beirat, der Bürger-Beirat und die verwaltungsinterne Arbeits-

gruppe als regelmäßig tagende Gremien sowie zahlreiche öffentliche Veranstaltungen und Workshops, die sich an ein breites Spektrum an Klimaschutz-Akteuren in den Landkreisen, Städten und Gemeinden des Großraums richten. Die Beiräte und die verschiedenen Beteiligungsformate werden auch die Umsetzung des Masterplans begleiten, die im Mai 2018 startet.

Kapitel 4

Die mit dem Online-Tool „Klimaschutz-Planer“ erstellte kommunenscharfe **Energie- und Treibhausgasbilanz** dient zur ersten Identifikation besonders klimarelevanter Bereiche.

Von 2010 bis 2015 ist der Endenergieverbrauch (ohne Witterungsbereinigung und ohne die Großunternehmen Volkswagen AG, Salzgitter Flachstahl GmbH und Peiner Träger GmbH, die etwa genauso viel Energie wie private Haushalte, Verkehr und die weitere Wirtschaft zusammen verbrauchen) auf Verbandsebene um 5 % zurückgegangen. Die Treibhausgasemissionen sind – vor allem wegen des deutlich angestiegenen Anteils erneuerbarer Energien bei der lokalen Stromerzeugung – sogar um 12 % und damit deutlich schneller als im Bundestrend gesunken. Die gesamten Treibhausgasemissionen liegen mit dem lokalen Strommix im Großraum Braunschweig insgesamt bei 7,7 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr und damit bei 6,8 t/a pro Einwohner. Sie liegen damit etwa um 27 % unter dem Vergleichswert für Deutschland von 9,3 t/a je Einwohner.

Kapitel 5

In der **Potenzialanalyse** geht es um die Frage, wie stark der Energieverbrauch bis 2050 im Großraum Braunschweig reduziert werden kann und in welchem Umfang erneuerbare Energien zu dessen Deckung regional zur Verfügung stehen. Demnach reichen die Effizienzpotenziale, insbesondere in Kombination mit Suffizienzmaßnahmen, in allen Sektoren aus, um den Endenergieverbrauch zu halbieren. Die Potenziale erneuerbarer Energien im Großraum Braunschweig, vor allem Windenergie und Photovoltaik, übersteigen die heutige und insbesondere die entsprechend der Ziele des Masterplans deutlich reduzierte Energienachfrage in der Zukunft bei Weitem.

Kapitel 6

Für den Großraum Braunschweig sind zwei **Szenarien** erstellt worden. Im Referenzszenario (Fortschreibung bisheriger Trends) werden die Ziele des Masterplans deutlich verfehlt. Das Masterplanszenario hingegen zeigt, dass der Endenergieverbrauch im Großraum Braunschweig bis 2050 insgesamt auf weniger als die Hälfte verringert werden

kann und die Treibhausgasemissionen um 93 % verringert werden können. Der größte Rückgang ist im Verkehrssektor möglich, woran der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs einen wichtigen Anteil hat. Die erneuerbaren Energiepotenziale im Großraum Braunschweig reichen aus, um selbst bei nur teilweiser Ausschöpfung eine vollständige Versorgung ohne weiteren Einsatz fossiler Energien zu gewährleisten.

Kapitel 7

Die **Umsetzungsstrategie** setzt sich aus mehreren Ebenen zusammen: Das Leitbild ist eine anschauliche Beschreibung des angestrebten Zustands im Jahr 2050. Quantifizierte Ziele konkretisieren die vorgegebenen übergreifenden Ziele des Masterplans in Zehnjahresetappen. Die sektorale Zielsetzung beschreibt ein konkretes Teilziel, das bis 2020 erreicht werden soll. Der Regionalverband hat den Verkehrssektor ausgewählt und setzt sich das Ziel, Treibhausgasemissionen durch Erhöhung der Fahrgastzahlen im Schienenpersonennahverkehr in der Höhe von 30.448 t CO₂-Äquivalente bis 2020 zu reduzieren. Der Maßnahmenkatalog gliedert sich in sechs Handlungsfelder und beinhaltet 72 detailliert ausgearbeitete Maßnahmen, von denen 24 als prioritär eingestuft sind. Zur Unterstützung des regionalen Engagements sind Änderungen bundesweiter Rahmenbedingungen in Politik, Verwaltung und Recht erforderlich, um den Umsetzungsprozess wirksam zu befördern.

Kapitel 8

Um die Ziele des Masterplans zu erreichen, gilt es einen langfristigen und sich selbst tragenden **zivilgesellschaftlichen Prozess** anzustoßen, in dem sich viele verschiedene Akteure gemeinsam auf den Weg zu mehr Klimaschutz machen. Bereits während der Masterplanerstellung setzte der Regionalverband auf eine intensive Akteursbeteiligung. In der Umsetzungsphase treibt der Regionalverband den zivilgesellschaftlichen Prozess weiter voran. Hierfür hat das Masterplanmanagement ein Kommunikationskonzept erarbeitet, das sich vorrangig an regionale und lokale Multiplikatoren richtet. Folglich kommt der Unterstützung der verschiedenen Klimaschutzakteure in ihrer Arbeit, der gemeinsamen Projekt- und Kampagnenarbeit sowie der Akteursvernetzung eine große Bedeutung zu.

Kapitel 9

Für die Umsetzung erster Maßnahmen ist die **Finanzierung** des Masterplanmanagements beim Regionalverband zunächst bis zum Ende des Förderzeitraums bis 2020 sichergestellt. Im Finanzierungsplan sind die Kosten sowie Finanzierungsmöglichkeiten für die prioritären Maßnahmen, für die eine Kostenermittlung bereits möglich ist, dargestellt. Ein Großteil der Maßnahmen kann mindestens anteilig über vorhandenes Personal und/oder Sachkostenbudgets umgesetzt werden. Darüber hinaus stehen Förderprogramme zur Verfügung, die die Kosten in erheblichem Umfang abdecken können.

Kapitel 10

Im Rahmen des **Controllings** wird eine regelmäßige Überprüfung des Umsetzungsfortschritts erfolgen, um bei Bedarf Anpassungen der Masterplanstrategie und der Maßnahmen vorzunehmen. Das Controlling setzt sich aus drei Bausteinen zusammen: dem Maßnahmencontrolling, bei dem einzelne Maßnahmen im Vordergrund stehen, der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz inklusive Klimaschutz-Benchmarking und der Prozessevaluierung, bei dem der Masterplanprozess und die Zielerreichung insgesamt in den Blick genommen werden. Die Federführung für das Controlling übernimmt das Masterplanmanagement, das die verschiedenen Bausteine in Zusammenarbeit mit den Masterplan-Gremien und den Maßnahmenträgern durchführt.

Kapitel 11

Der vorliegende Masterplan 100 % Klimaschutz zeigt, dass noch große Anstrengungen nötig sind, um die vorgegebenen Ziele von 95 % Treibhausgasreduktion und Halbierung des Endenergiebedarfs zu erreichen. Die zu ergreifenden Maßnahmen müssen also schnellstmöglich umgesetzt werden. Ob Regionalverband, Landkreise und kreisfreie Städte, interkommunale Zusammenschlüsse oder kreisangehörige Städte und Gemeinden: auf allen Ebenen ist nun **Handeln** gefragt.

1. Einführung

1.1 Anlass

Der Großraum Braunschweig ist eine von 22 bundesweit ausgewählten Kommunen bzw. Regionen, die am **Modellvorhaben Masterplan 100 % Klimaschutz** im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) teilnehmen. Damit ist der Großraum Braunschweig Vorreiter im Klimaschutz und hat sich, ebenso wie die weiteren Modellregionen und –kommunen, zu ambitionierten und beispielgebenden Klimaschutzziele verpflichtet: Bis 2050 will der Großraum seine Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) um 95 % gegenüber 1990 senken und seinen Endenergieverbrauch im gleichen Zeitraum halbieren.

Hintergrund des Modellvorhabens ist der durch den Menschen verursachte **Klimawandel**: Weltweit werden vor allem seit der Industrialisierung und der damit einhergehenden Steigerung des Lebensstandards zunehmend Kohlenstoffdioxid (CO₂) und andere klimaschädliche Gase ausgestoßen. Neben Gewerbe und Industrie mit energieintensiven Verfahren tragen auch die Privathaushalte durch Ernährung, Wohnen und Mobilität sowie die Landwirtschaft erheblich zu den Treibhausgasemissionen bei. Der Eintrag dieser Gase in die Atmosphäre verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zu einer globalen Erwärmung. Diese ist verantwortlich für einen Wandel des Klimas, der sich unter anderem durch einen Anstieg des Meeresspiegels, das Abschmelzen von Gletschern, eine Häufung von Extremwetterereignissen und eine Verschiebung der Jahreszeiten mit heute bereits deutlich sichtbaren Auswirkungen für die Umwelt zeigt.

Im Pariser Klimaabkommen 2015 haben sich 196 Staaten der Vereinten Nationen darauf verständigt, den Anstieg der durchschnittlichen Temperatur auf der Erde deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten. Auf Bundesebene werden aus diesem Grund die **Klimaschutz-Zielsetzungen** verfolgt, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 % und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu mindern sowie die Energiewende erfolgreich umzusetzen. Laut Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [BMUB 2016 bzw. EDGAR 2015] liegen die Deutschen mit jährlich rund 9,3 Tonnen CO₂-Emissionen pro Kopf deutlich über dem weltweiten Durchschnitt von 4,9 Tonnen pro Kopf (2014).

Vor dem Hintergrund des Klimawandels, aber auch der knapper werdenden fossilen Energieträger und des damit verbundenen notwendigen Ersatzes durch erneuerbare Energien, will der Regionalverband Großraum Braunschweig Voraussetzungen für einen **verstärkten Klimaschutz in der Region** schaffen. Hierfür hat der Regionalverband bereits 2013 das Regionale Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig [REnKCO₂, ZGB 2013] erarbeitet, das nun mit dem Projekt Masterplan 100 % Klimaschutz fortgeführt werden soll.

1.2 Zielsetzung und strategischer Ansatz

Die **übergreifende Zielsetzung des Masterplans 100 % Klimaschutz** gilt für alle Masterplan-Kommunen bundesweit: Die Treibhausgasemissionen sind bis 2050 um 95 % und der Endenergieverbrauch um 50 % gegenüber dem Stand von 1990 zu senken [BMUB 2015]. Der Regionalverband Großraum Braunschweig will mit dem Masterplan 100 % Klimaschutz die konzeptionelle Grundlage schaffen, dieses anspruchsvolle Ziel zu erreichen. Hierfür sollen das Leitbild und die Ziele einer „klimaneutralen 100 %-Erneuerbare-Energie-Region Großraum Braunschweig im Jahr 2050“ aus REnKCO₂ zu einem Leitbild mit dem Ziel ‚100 % Klimaschutz‘ weiterentwickelt werden.

Ziel des Masterplans ist es daher unter anderem, den im Rahmen von REnKCO₂ gelegten **Fokus** auf eine 100 %-Erneuerbare-Energie-Region im Masterplanprozess in Richtung einer „100 % Klimaschutz-Region“ zu erweitern. Somit sollen verstärkt auch Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz im Verkehrsbereich, bei privaten Haushalten und Unternehmen erarbeitet sowie die Möglichkeiten des Regionalverbandes zur Förderung eines nachhaltigen Lebensstils ausgelotet werden.

Der Masterplan soll sich vorrangig auf diejenigen **Handlungsfelder** konzentrieren, auf die der Regionalverband direkt Einfluss nehmen kann oder die im Rahmen einer regionalen Betrachtung angemessen und effizient berücksichtigt werden können: Konkret handelt es sich dabei insbesondere um die Bereiche Verkehr/Mobilität, Regionalplanung/entwicklung, interkommunale Kooperation, regionale Wirtschaft und erneuerbare Energien.

Der Masterplan 100 % Klimaschutz ist eine **Exzellenzinitiative des Bundes im Klimaschutz**, die für verschiedene Raum- und Siedlungsstrukturen modellhaft den Weg zu 100 % Klimaschutz zeigen soll. Damit weist der Masterplanprozess einige Besonderheiten auf:

- **Integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK) als Voraussetzung:** Der Masterplanprozess knüpft an ein vorliegendes integriertes Klimaschutzkonzept an, im Großraum Braunschweig ist das oben genannte REnKCO₂ von 2013. So bietet sich die Chance, mit dem Masterplan REnKCO₂ fortzuschreiben und die Umsetzung fortzusetzen.
 - **Masterplan als langfristiger Prozess :** Zeitgleich mit dem Erarbeitungsstart des Masterplans haben die beiden Masterplanmanagerinnen Nadège Fiard und Janna Gehrke im Juli 2016 ihre Arbeit beim Regionalverband aufgenommen, im Herbst 2017 ist Lisa Krüger als weitere Masterplanmanagerin hinzugekommen. Die Erarbeitung des Masterplans als konzeptionelle Grundlage für den Masterplanprozess erfolgte mit Unterstützung durch die Arbeitsgemeinschaft KoRiS – Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung, e4-Consult und Planungsgruppe Umwelt und lief von Juli 2016 bis Mai 2018. Die Förderung des Masterplanmanagements läuft zunächst über vier Jahre von Juli 2016 bis Juni 2020. Die Konzepterarbeitung und die Umsetzung sind als gemeinsamer Prozess angelegt, können mit projekteigenen Personalkapazitäten vorangebracht werden und sind gut beim Projektträger verankert.
 - **„Vom Ziel her denken“:** Da das langfristige Ziel für alle Masterplan-Kommunen vorgegeben ist, muss ausgehend vom Ziel 2050 geplant werden. Zur Konkretisierung sind Etappenziele zu formulieren und für einen Sektor (zum Beispiel Verkehr, Kommune) ein Ziel festzulegen, das bis 2020 erreicht werden kann.
 - **Vernetzung mit anderen Masterplan-Kommunen:** Die 22 Masterplan-Kommunen tauschen in Vernetzungstreffen regelmäßig ihre Erfahrungen aus und werden durch ein Forschungsteam wissenschaftlich begleitet. Darüber hinaus unterstützen die Masterplan-Kommunen aus der ersten Förderphase (MPK 2012) die Kommunen aus der aktuellen Förderphase (MPK). Hierfür ist jeder Kommune ein Tandempartner zugeordnet, den Großraum Braunschweig unterstützt die Region Hannover.
- Eine besondere Herausforderung für den Masterplan ist die Größe des Regionalverbands (vergleiche Kapitel 2). Dieser ist mit fünf Landkreisen und drei kreisfreien Städten ein Zusammenschluss sehr heterogener Teilräume. Daraus ergeben sich neben besonderen **Chancen** auch besondere **Herausforderungen** für die Gestaltung des Masterplanprozesses:
- die aktive Einbindung aller Kommunen des Verbandsgebiets
 - die Berücksichtigung der heterogenen raumstrukturellen Rahmenbedingungen
 - die Stärkung von Stadt-Umland-Beziehungen und der interkommunalen bzw. regionalen Zusammenarbeit im Klimaschutz
 - die Nutzung der Suffizienzstrategie (siehe Kapitel 5.4) als Querschnittsthema
 - die Berücksichtigung der im Verbandsgebiet beheimateten Großindustrie
 - die Berücksichtigung sowie Differenzierung von Transit- und innerregionalem Verkehr.
- Um diesen besonderen Voraussetzungen gerecht zu werden, ist das Thema Verkehr in einem gesonderten **verkehrlichen Fachbeitrag** vertieft und für die aktive Einbindung von Bürgern ein eigenständiges **Bürgergutachten** erstellt worden. Beide Gutachten fließen in den Masterplan ein.

2. Der Großraum Braunschweig als Masterplan-Kommune

2.1 Raumstruktur

Der **Großraum Braunschweig** liegt im Osten Niedersachsens an der Grenze zu Sachsen-Anhalt. Er umfasst die drei kreisfreien Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg sowie die fünf Landkreise Gifhorn, Goslar, Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel mit 40 Städten, Samt- und Einheitsgemeinden (siehe Abbildung 2.1 und Tabelle 2.2). Die Nachbarlandkreise in Niedersachsen sind Uelzen, Celle, Region Hannover, Hildesheim, Northeim und Göttingen (von Nord nach Süd).

Der Großraum Braunschweig hat eine Fläche von **5.080 km²** und ist damit in etwa doppelt so groß wie das Saarland. Im Großraum leben etwa **1,13 Mio. Menschen**. Die Bevölkerungsdichte beträgt durchschnittlich 223 Einwohner je Quadratkilometer (km²) und weist eine breite Spanne von 112 Einwohner/km² im flächengrößten Landkreis Gifhorn bis 1.294 Einwohner/km² in der bevölkerungsreichsten Stadt Braunschweig auf (siehe Tabelle 2.1 [Stand 30.09.2016, LSN 2017a]).



Abbildung 2.1: Lage des Großraums Braunschweig und der Verbandsglieder [Regionalverband 2017a]

Tabelle 2.1: Größe und Bevölkerungsdichte der Verbandsglieder

Verbandsglieder	Einwohner	Fläche in km ²	Einwohner/km ²
Stadt Braunschweig	248.676	192,18	1.293,97
Stadt Salzgitter	103.270	223,92	461,19
Stadt Wolfsburg	124.145	204,09	608,29
Landkreis Gifhorn	174.647	1.562,86	111,75
Landkreis Goslar	138.028	965,29	142,99
Landkreis Helmstedt	92.169	674,02	136,75
Landkreis Peine	133.038	534,97	248,68
Landkreis Wolfenbüttel	121.172	722,56	167,70
Summe Großraum Braunschweig	1.135.145	5.079,89	223,46

Stand: 30.09.2016; Quelle: LSN 2017a

Tabelle 2.2: Kommunen im Großraum Braunschweig

Kommunen im Großraum Braunschweig			
Kreisfreie Städte		Landkreis Gifhorn	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Braunschweig ▪ Salzgitter ▪ Wolfsburg 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brome, SG ▪ Boldecker Land, SG ▪ Gifhorn, Stadt ▪ Hankensbüttel, SG ▪ Isenbüttel, SG 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meinersen, SG ▪ Papenteich, SG ▪ Sassenburg, Gemeinde ▪ Wesendorf, SG ▪ Wittingen, Stadt
Landkreis Goslar		Landkreis Helmstedt	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bad Harzburg, Stadt ▪ Braunlage, Stadt ▪ Clausthal-Zellerfeld, Stadt ▪ Goslar, Stadt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Langelsheim, Stadt ▪ Liebenburg, Gemeinde ▪ Lutter am Barenberge, SG ▪ Seesen, Stadt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grasleben, SG ▪ Heeseberg, SG ▪ Helmstedt, Stadt ▪ Königslutter am Elm, Stadt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lehre, Gemeinde ▪ Nord-Elm, SG ▪ Schöningen, Stadt ▪ Velpke, SG
Landkreis Peine		Landkreis Wolfenbüttel	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Edemissen, Gemeinde ▪ Hohenhameln, Gemeinde ▪ Ilsede, Gemeinde ▪ Lengede, Gemeinde 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peine, Stadt ▪ Vechelde, Gemeinde ▪ Wendeburg, Gemeinde 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baddeckenstedt, SG ▪ Cremlingen, Gemeinde ▪ Elm-Asse, SG ▪ Oderwald, SG 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schladen-Werla, Gemeinde ▪ Sickte, SG ▪ Wolfenbüttel, Stadt

Verkehrsanbindung

Die wichtigste Verkehrsachse im **Straßenverkehr** ist die Bundesautobahn (BAB) 2, die das Ruhrgebiet mit Berlin verbindet und die gleichzeitig eine bedeutende Ost-West-Transitstrecke ist. Sie führt durch den Landkreis Peine, die Stadt Braunschweig und durch den Landkreis Helmstedt, direkt an der Strecke liegen die Städte Peine, Braunschweig und Helmstedt. Die Städte Wolfsburg und Salzgitter sind über die BAB 39 angebunden, die außer-

dem die BAB 7 mit der BAB 2 verbindet. Weitere wichtige Straßenverbindungen sind die BAB 391 westlich von Braunschweig, die BAB 395 von Braunschweig bis kurz vor Bad Grund und Goslar, die B 6 von Osten kommend über Goslar bis nach Salzgitter und die B 4 von Braunschweig nach Gifhorn. Ebenfalls von großer Bedeutung ist die geplante Verlängerung der BAB 39 von Wolfsburg in Richtung Hamburg.

Im **schienengebundenen Verkehr** führen drei wichtige ICE- bzw. IC-Verbindungen durch das Verbandsgebiet und sorgen für eine gute überregionale Anbindung an den Fernverkehr der Deutschen Bahn:

- Hannover – Braunschweig – Magdeburg – Berlin
- Hannover – Wolfsburg – Stendal – Berlin
- Göttingen – Hildesheim – Braunschweig – Wolfsburg – Stendal – Berlin

Weitere regionale Verbindungen binden das übrige Verbandsgebiet an das Bahnnetz an, insgesamt gibt es mehr als 50 Haltepunkte [ZGB 2007].

Zwei bedeutende **Wasserstraßen** führen durch das Verbandsgebiet. Zum einen der Mittellandkanal, der den Dortmund-Ems-Kanal mit der Elbe und im weiteren Verlauf über den Elbe-Havel-Kanal mit Berlin verbindet sowie der Elbe-Seitenkanal, der den Mittellandkanal mit der Elbe bei Lauenburg verbindet. Wichtige Häfen am Mittelkanal liegen in Peine, Braunschweig und Wolfsburg sowie am Elbe-Seitenkanal bei Wittingen. Zudem gibt es noch den Stichkanal Salzgitter, der Salzgitter an den Mittellandkanal anbindet.

Naturräumliche Gegebenheiten

Der Großraum Braunschweig liegt im Übergangsbereich des Tieflandes im Norden und dem Hügel- und Bergland im Süden und ist durch heterogene naturräumliche Gegebenheiten gekennzeichnet. Nach dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz [Drachenfels 2010] erstreckt sich der Großraum Braunschweig über **fünf Naturräume**:

- **Lüneburger Heide:** Zu diesem Naturraum gehören der Nordosten des Landkreises Gifhorn und der nördliche Zipfel der kreisfreien Stadt Wolfsburg. Die Landschaft ist geprägt von großen, vor allem flachwelligen Heide-, Geest- und Waldlandschaften.
- **Weser-Aller-Flachland:** Dazu gehören der Südosten des Landkreis Gifhorn, der Norden Braunschweigs und der Norden des Landkreis Peine. Es handelt sich überwiegend um das Urstromtal der Aller sowie von Fuhse und Oker geprägte flachwellige Moränenlandschaften. Neben Acker und Grünland haben auch Wälder erhebliche Flächenanteile [Drachenfels 2010].
- **Börden** (Braunschweig-Hildesheimer Lössbörde, Ostbraunschweiges Hügelland): Die Börden ziehen sich durch das gesamte Verbandsgebiet. Der Südkreis Peine, Teile der Städte Braunschweig und Salzgitter sowie fast vollständig die Landkreise Wolfenbüttel und Helm-

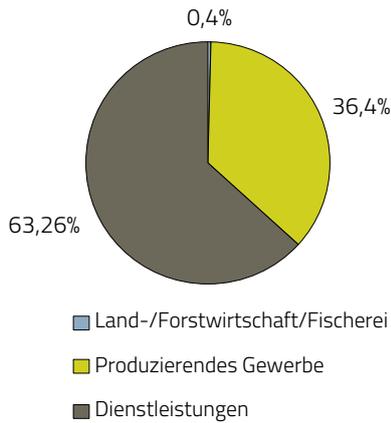
stedt sind von schwach gewellten, wenig strukturierten, großflächigen Agrarlandschaften geprägt. Aufgrund der hohen Bodenfruchtbarkeit seiner Lössböden wird das Gebiet überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt (siehe Flächennutzung unten). Ergänzend dazu ist das deutliche Fehlen von Wäldern und nur geringer Hecken- und Feldgehölz-Bestand charakteristisch für diesen Naturraum [BfN 2017].

- **Weser-Leinebergland** (inkl. Harz-Vorland): Hierzu gehören der westliche Bereich des Landkreis Wolfenbüttel (Samtgemeinde Baddeckenstedt), der Südwesten Salzgitters sowie der Norden und Westen des Landkreis Goslar. Das Leinebergland ist gekennzeichnet von einem komplexen Gefüge aus Becken, Senken und Höhen. Prägend ist die Innerste, die vom Harz in Richtung Weser fließt. Die Berge sind überwiegend von Laubwäldern bewachsen, die Becken und Senken durch intensiv bewirtschaftete Lössböden [BfN 2017].
- **Harz:** Zum Mittelgebirge Harz gehören der Süden und die Mitte des Landkreises Goslar. Prägend für die Region sind neben den flächendeckenden Buchen- und Fichtenwäldern die zahlreichen naturnahen Hochmoore und Felslandschaften. Zu den typischen Bestandteilen der Kulturlandschaft im Harz gehören Stauteiche, Bergwiesen und Zeugnisse des historischen Bergbaus, welcher die Region lange Zeit prägte. Die hohen Niederschläge im Harz stellen ideale Voraussetzungen für Trinkwassertalsperren dar. Die zahlreichen Bäche und Flüsse speisen dabei unter anderem die größte Talsperre des Landes, die Okertalsperre, die sowohl zur Trinkwasserversorgung und zum Hochwasserschutz als auch zur Energiegewinnung genutzt wird. [Drachenfels 2010].

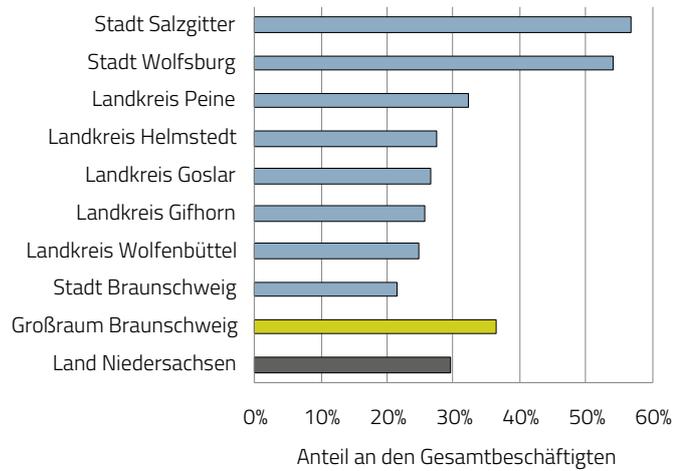
Wirtschaftsstruktur und Flächennutzung

Die Wirtschaft im Verbandsgebiet ist durch eine im landes- und bundesweiten Vergleich **hohe Bedeutung von Industrie und produzierendem Gewerbe** geprägt. Im gesamten Großraum arbeiten 36,4 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im produzierenden Gewerbe; in Wolfsburg, Salzgitter und einigen anderen Städten und Gemeinden sind es sogar über 50 %. Damit liegt der Anteil deutlich über dem niedersächsischen Durchschnitt von 29,7 % [LSN 2017b, siehe Abbildung 2.2]. Neben einer Vielzahl an mittelständischen Betrieben unterschiedlichster Branchen gibt es im Großraum Braunschweig international bedeutsame Großunternehmen mit hohem Energiebedarf (Peiner Träger GmbH in Peine, Salzgitter Flachstahl GmbH in Salzgitter und die Volkswagen AG mit drei Werken in Wolfsburg, Braunschweig und Salzgitter).

Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsplatz im Großraum Braunschweig



Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsplatz im produzierenden Gewerbe



Stand: 30.06.2016; Quelle: LSN 2017b

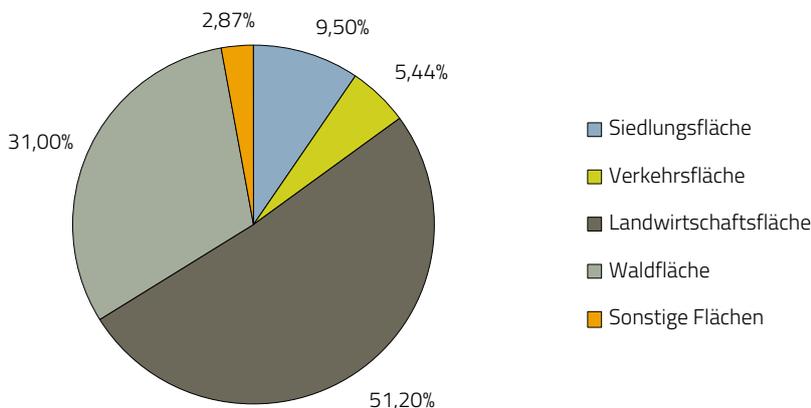
Abbildung 2.2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Großraum Braunschweig sowie Beschäftigte im produzierenden Gewerbe in den Landkreisen und kreisfreien Städten

Der Großraum Braunschweig zählt zu den **forschungsintensivsten Regionen** in Europa (mit 7,33 % des BIP die zweithöchsten Ausgaben für Forschung und Entwicklung europaweit) mit einer der höchsten Wissenschaftlerdichten und einer hohen Anzahl an Unternehmensgründungen im High-Tech-Sektor [Regionalverband 2017a, Eurostat 2016]. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Forschungs- und Lehrinstitute mit Bezug zu Energie und Klimaschutz.

che ist, unter anderem bedingt durch die drei kreisfreien Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg, mit knapp 15 % gegenüber dem deutschlandweiten Schnitt von 13,7 % etwas höher (siehe Abbildung 2.3). Die Land- und Forstwirtschaft hat entsprechend der Heterogenität der naturräumlichen Gegebenheiten in den Teilräumen des Großraums Braunschweig eine unterschiedlich starke Bedeutung. So überwiegt in den Landkreisen Peine und Wolfenbüttel die landwirtschaftliche Nutzung mit knapp 70 % der Fläche, während im Landkreis Goslar der Wald mit fast 60 % Flächenanteil dominiert (siehe Abbildung 2.4).

Die **Flächennutzung** entspricht in etwa dem Bundeschnitt, lediglich der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflä-

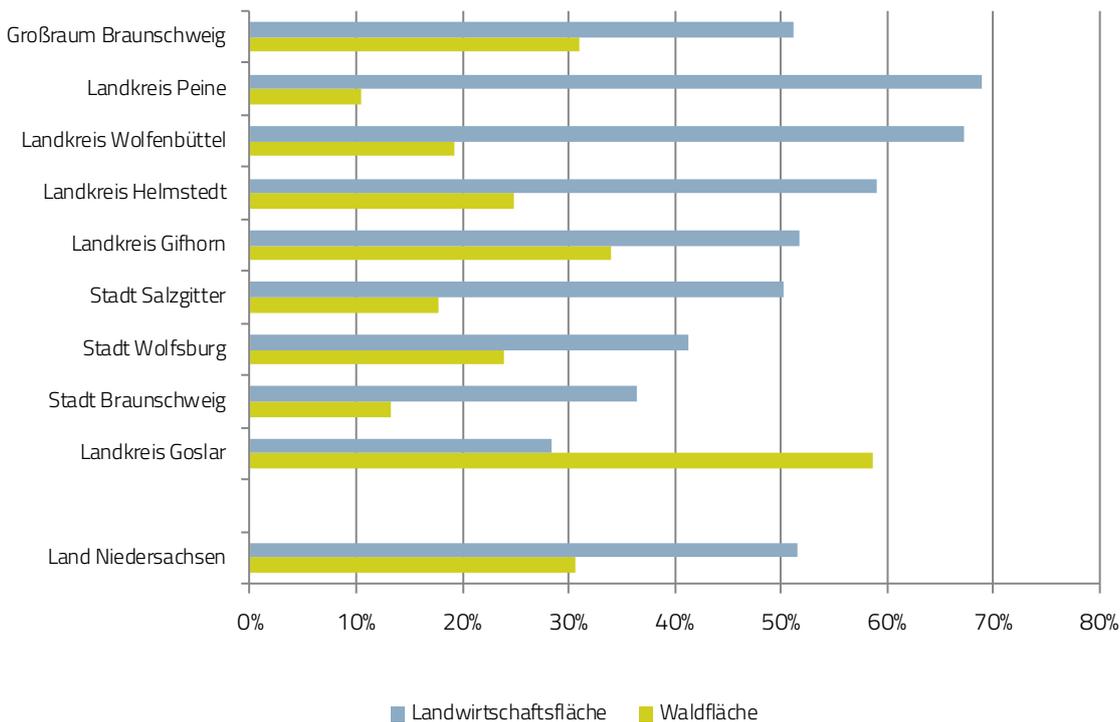
Flächennutzung im Großraum Braunschweig



Stand: 31.12.2015; Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2017

Abbildung 2.3: Flächennutzung im Großraum Braunschweig

Flächennutzung: Landwirtschafts- und Waldfläche im Vergleich



Stand: 31.12.2015; Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2017

Abbildung 2.4: Landwirtschafts- und Waldfläche in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig im Vergleich

2.2 Regionalverband Großraum Braunschweig

Der Regionalverband Großraum Braunschweig, bis März 2017 Zweckverband Großraum Braunschweig (ZGB), ist eine per Gesetz gebildete Körperschaft des öffentlichen Rechtes. Mitglieder des Regionalverbandes sind die kreisfreien Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg sowie die Landkreise Gifhorn, Goslar, Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel (Verbandsmitglieder).

In den **Zuständigkeitsbereich** des Regionalverbandes fallen die Regionalplanung und Regionalentwicklung. Darüber hinaus ist er Aufgabenträger für den öffentlichen Personennahverkehr auf Schiene (SPNV) und Straße (ÖPNV). Er verfolgt bei seinen Aufgaben einen regionalen Ansatz und Interessenausgleich. Seit der Umwandlung des Zweckverbandes Großraum Braunschweig zum Regionalverband hat er folgende zusätzliche Pflichtaufgaben zugewiesen bekommen::

- Verkehrsträgerübergreifende Verkehrsentwicklungsplanung
- Beratung der Kommunen bei Planung, Erschließung und Vermarktung von Gewerbeflächen

- Bereitstellung, Analyse und Bewertung von Daten zur Strukturentwicklung (Raumbeobachtung)
- Erarbeitung von Konzepten zur Koordinierung von Standorten und Angeboten von Berufsschulen
- Erstellung regionaler Tourismuskonzepte und Unterstützung von Kommunen im Tourismus- und Regionalmarketing
- Entwicklung von Konzepten zum regionalen Hochwasserschutz (vergleiche Land Niedersachsen [2017])

Der Regionalverband ist Träger der Regionalplanung und steuert als **Untere Landesplanungsbehörde** regional bedeutsame Vorhaben und Planungen. Dabei werden alle Belange des öffentlichen Lebens einbezogen und ihre räumliche Verteilung koordiniert. Der Regionalverband Großraum Braunschweig übernimmt in seinen Kernkompetenzen die regionale Gesamtverantwortung. Städte, Gemeinden und Landkreise planen souverän ihre eigenen Vorhaben. Bei Planungen und Vorhaben mit überörtlicher Bedeutung überprüft der Regionalverband in seiner Funktion als untere Landesplanungsbehörde, ob sie für den Gesamttraum verträglich und damit zulässig sind. Bindend ist sein Urteil etwa bei der Planung von großflächigem Einzelhandel, bei größeren Verkehrsprojekten und sonstigen Infrastruktur-

vorhaben. Der Regionalverband achtet auf umwelt- und sozialverträgliche Lösungen.

Als **Aufgabenträger für den Nahverkehr** ist der Regionalverband für die Erstellung und Umsetzung des Nahverkehrsplans (NVP) zuständig. Am Verkehrsverbund Region Braunschweig GmbH sind lokale und regionale Verkehrsunternehmen als Partner oder über Verkehrsverträge beteiligt. Diese erbringen die Nahverkehrsleistungen im gesamten Großraum. Darüber hinaus arbeitet der Regionalverband an der Verbindung der Verkehrsträger Rad, Bus und Schiene, um den Umweltverbund zu stärken. In diesem Rahmen engagiert sich der Regionalverband für einen Ausbau des Radverkehrs (unter anderem über Radportal, regionales Radverkehrsnetz, Radschnellwege) und betreibt unter anderem das Pendlerportal.

Die **Verbandsversammlung** ist das oberste Entscheidungsgremium des Regionalverbands. Sie beschließt unter anderem das Regionale Raumordnungsprogramm und den Nahverkehrsplan. Die Abgeordneten sind entsprechend der Einwohnerzahl und der politischen Mehrheitsverhältnisse der Verbandsglieder Vertreter der Räte der kreisfreien Städte und Kreistage. Die Vorbereitung der Beschlüsse der Verbandsversammlung übernehmen die entsprechenden Fachausschüsse für Regionalentwicklung und Regionalverkehr, die mit Vertretern der Verbandsversammlung und Bürgermitgliedern besetzt sind.

2.3 Besonderheiten des Regionalverbands und der Region mit Bezug zum Klimaschutz

Von entscheidender Bedeutung für **Klimaschutz und Klimafolgenanpassung** sind erneuerbare Energien (insbesondere Windenergie), Raum- und Siedlungsstrukturen, natürliche Treibhausgassenken, Biotopverbund, Naherholung und Verkehr. Der ÖPNV übernimmt eine Schlüsselrolle für eine klimafreundliche Mobilität. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, ist der Regionalverband für die Regionalplanung, den Nahverkehr und die Verkehrsentwicklungsplanung im Großraum Braunschweig zuständig. In diesen für den Klimaschutz entscheidenden Bereichen kann der Regionalverband aktiv gestalten und ist damit optimal geeignet, koordinierende, vernetzende und steuernde Aufgaben zu übernehmen.

In folgenden **Handlungsfeldern mit Bezug zum Klimaschutz** ist der Regionalverband aktuell aktiv:

- Regionalplanung, zum Beispiel Regionales Raumordnungsprogramm
- Regionalentwicklung, zum Beispiel Masterplan demografischer Wandel, Regionales Einzelhandelskonzept
- Verkehrsplanung und ÖPNV, zum Beispiel Nahverkehrsplan, Regionalbahnkonzept 2014+, Verkehrsentwicklungsplanung
- Mobilität und Radverkehr, zum Beispiel Radverkehrskonzept, Radportal und Pendlerportal, Radschnellwege, Radabstellanlagen Kommunalforen Radmobilität
- Energie und Klima, zum Beispiel Regionale Energieagentur, REncCO2 2013, Windenergienutzung, Solardachkataster, Energieportal

Durch die **Zuweisung neuer Aufgaben** an den Regionalverband ergeben sich weitere Verknüpfungsmöglichkeiten und Synergien mit Klimaschutz und Klimafolgenanpassung, insbesondere im Bereich verkehrsträgerübergreifender Verkehrsentwicklungsplanung, regionale Gewerbeflächenentwicklung sowie Hochwasserschutz. Folglich haben fast alle Tätigkeitsfelder des Regionalverbandes einen Bezug zum Querschnittsthema Klimaschutz.

Der Regionalverband beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren aktiv mit dem Klimaschutz. Im **Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP) 2008** nimmt der Klimaschutz eine wichtige Rolle ein. Zur Verringerung von Treibhausgasen sowie zum Erhalt und Schaffung von Kohlenstoffsinken trifft das RROP Festlegungen zur Verwirklichung des Zentralen-Orte-Konzepts, zu ÖPNV, Land- und Forstwirtschaft, Natur und Landschaft, Freiraumentwicklung und erneuerbaren Energien.

Mit der Fertigstellung des **Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzepts für den Großraum Braunschweig (REncCO2)** intensiviert der Regionalverband seine Klimaschutzaktivitäten deutlich: Von 2010-2013 erarbeitete er mit zahlreichen Beteiligten aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Bürgerschaft eine erste regionsweite strategische Basis für den Weg zu einer 100 %-Erneuerbare-Energie-Region bis zum Jahr 2050.

Der Klimaschutz nimmt eine wichtige **Querschnittsfunktion** im Aufgabenspektrum des Regionalverbands ein und hat sich in den vergangenen Jahren in der Region durch die Vielzahl an Aktivitäten etabliert, die im November 2014 in die Gründung der Regionalen Energieagentur (REA) e. V. mündete. Der Regionalverband agiert damit als regionsweites Klimaschutznetzwerk, Koordinationsstelle und Dienstleister für die Kommunen und vertritt die Kommunen in überregionalen Netzwerken, wie beispielsweise dem Netzwerk der 100 %-Erneuerbare-Energie-Regionen.

Im Großraum Braunschweig sind darüber hinaus zahlreiche **kommunale Klimaschutzaktivitäten** umgesetzt worden. Darunter finden sich integrierte und thematische Klimaschutzkonzepte, laufende oder abgeschlossene Klimaschutzmanagements sowie Investitionsvorhaben an kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung.

Mit Blick auf den Klimaschutz verfügt der Großraum Braunschweig über die folgenden **teilregionalen Besonderheiten**, die für den Masterplan eine wichtige Rolle spielen:

- Die Region hat grundsätzlich gute Voraussetzungen zum Ausbau für Windenergie, darunter aber auch sensible Teilbereiche mit Konfliktpotenzialen. Windenergie ist wesentlicher erneuerbarer Energieträger insbesondere in den Landkreisen Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel sowie in der kreisfreien Stadt Salzgitter.
 - Der einzige Landkreis mit bedeutenden Wasserkraftwerken im Großraum Braunschweig ist Goslar, unter anderem mit der Okertalsperre, die mit 4,6 MW-Leistung alleine fast die Hälfte der Gesamtleistung aller Wasserkraftwerke im Großraum (11 MW) ausmacht.
 - Der Landkreis Gifhorn ist bei der Nutzung von Biomasse in Biogasanlagen Vorreiter, etwa die Hälfte der Biogasanlagen des gesamten Großraums stehen im Landkreis Gifhorn.
 - Im Großraum gibt es Landkreise mit einem hohen Flächenanteil an landwirtschaftlichen Flächen (Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel), aber auch welche mit hohen Waldanteilen (Goslar).
- Die Wirtschaft hat in den verschiedenen Teilräumen unterschiedliche Schwerpunkte. Im gesamten Großraum überwiegt der Dienstleistungsanteil zwar mit 63 % der Beschäftigten, in den Teilräumen stellt sich das Bild allerdings heterogener dar. Bedingt durch die Großindustrie dominieren in einigen Städten und Gemeinden das produzierende und verarbeitende Gewerbe (Beschäftigtenanteile in Wolfsburg, Salzgitter und einigen anderen Städten und Gemeinden über 50 %), bei denen relevante Effizienzpotenziale zu erwarten sind. In anderen Kommunen dominiert der Dienstleistungssektor hingegen mit teilweise über 80 % der Beschäftigten.
 - Die Verkehrsanbindung ist zum einen durch sehr gut angebundene Teilregionen (Autobahnen, ICE-Trassen, Bundeswasserstraßen) sowie peripher gelegene, schlecht erreichbare Kommunen gekennzeichnet. Darüber hinaus gibt es einen ständig steigenden Berufsverkehr mit hohen Pkw-Pendlerströmen zu bedeutenden Arbeitsplatzstandorten (zum Beispiel Volkswagenwerke in Wolfsburg, Braunschweig und Salzgitter, Siemens-Werke in Braunschweig, Waggonbauwerke Alstom in Salzgitter), der täglich zu Staus mit erheblichen Schadstoff- und Treibhausgasemissionen führt.

Aufgrund der vielfältigen Begebenheiten eignet sich die Region in besonderer Weise, um **Ausstrahlungswirkungen** auf andere Kommunen auch außerhalb des Großraums Braunschweig zu entfalten. Damit bildet die Struktur des Großraums Braunschweig hinsichtlich der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur gut die bundesdeutschen Verhältnisse im Kleinen ab.

3. Projektstruktur und Akteursbeteiligung

3.1 Projektorganisation und Gremien

Das Projekt Masterplan 100 % Klimaschutz hat eine Laufzeit von insgesamt vier Jahren, mit Beginn im Juli 2016 und dem Abschluss im Juni 2020.

Das **Masterplanmanagement**, das beim Regionalverband in der Abteilung Regionalentwicklung angesiedelt ist, nimmt die zentrale koordinierende Rolle im Masterplanprozess ein (siehe Abbildung 3.1). Es arbeitet fachlich an der Erstellung des Masterplans mit und koordiniert den Erarbeitungsprozess und dessen Umsetzung innerhalb des Regionalverbands. Damit bildet es eine Schnittstelle zwischen Regionalverband, den Verbandsgliedern und weiteren kommunalen Partnern sowie den weiteren beteiligten Akteuren, insbesondere Unternehmen, wissenschaftlichen Einrichtungen, Vereinen sowie der Bürgerschaft.

Zudem sorgt es für die überregionale Vernetzung des Großraums Braunschweig mit anderen Masterplan-Kommunen und anderen im Klimaschutz aktiven Regionen.

Für einen Erfahrungsaustausch auf überregionaler Ebene kooperiert das Masterplanmanagement mit bestehenden überregionalen Netzwerken.

Das Masterplanmanagement ist zentraler Ansprechpartner für das BMUB und das wissenschaftliche Begleitvorhaben und beteiligt sich aktiv an der BMUB-Forschungsbegleitung und dem Erfahrungsaustausch mit den anderen Masterplan-Kommunen.

Das Masterplanmanagement arbeitet eng mit der vom Regionalverband im Jahr 2014 gegründeten Regionalen EnergieAgentur (REA) e. V. zusammen. Geschäftsführer der Regionalen EnergieAgentur ist der ebenfalls beim Regionalverband angestellte Patrick Nestler, dem die Projektleitung bei der Masterplanerstellung obliegt. Damit ist die Verzahnung und Abstimmung der Arbeit des Masterplanmanagements mit der Arbeit der Regionalen EnergieAgentur sichergestellt. Durch die direkte Einbindung in die Verwaltung sind kurze Wege zu den Verantwortlichen im Regionalverband für weitere relevante Aufgabenbereiche, insbesondere Raumordnung und Mobilität/ÖPNV gegeben. Nach Ablauf der Förderung ist beabsichtigt, dass der Regionalverband das Masterplanmanagement in enger Vernetzung mit der Regionalen EnergieAgentur weiterführt.

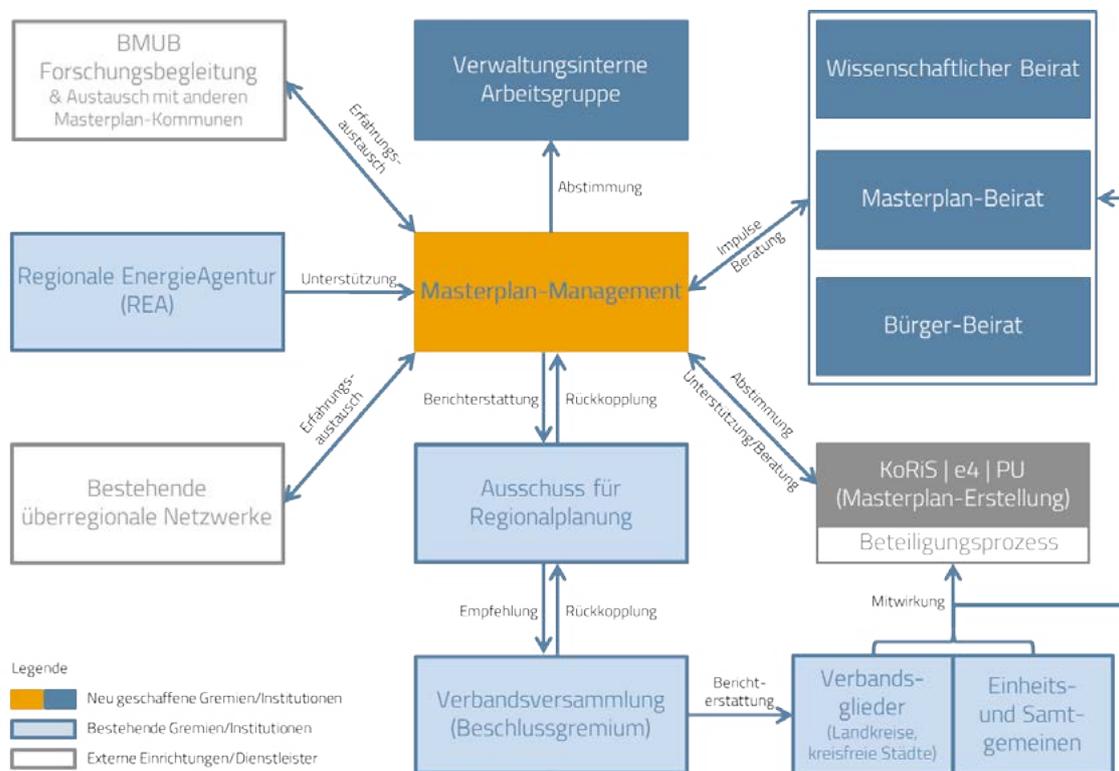


Abbildung 3.1: Projektstruktur und Gremien im Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

Darüber hinaus übernimmt das **Masterplanmanagement weitere Aufgaben** im Prozess der Masterplanerstellung und bei der Umsetzung:

- Ansprechpartner für alle Akteure und Interessierten für Fragen und Anregungen zum Masterplan
- Unterstützung kommunaler Aktivitäten zum Klimaschutz
- Erstellung des Kommunikationskonzepts zum Masterplan und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit
- Controlling und Monitoring während der Masterplanumsetzung
- Unterstützung der Umsetzung von Maßnahmen des Masterplans durch Beratung, Impulse, Vernetzung und Koordinierung
- Erstellung von Berichten für den Projektträger Jülich

Im Rahmen der Erstellung und Umsetzung des Masterplans arbeitet der Regionalverband eng mit verschiedenen Gremien und Einrichtungen zusammen.

Gremien und Vernetzung

Zentrale Gremien während des Arbeitsprozesses zur Erstellung des Masterplans sind die verwaltungsinterne Arbeitsgruppe, der Wissenschaftliche Beirat, der Masterplan-Beirat sowie der Bürger-Beirat, deren jeweiligen Mitglieder im Anhang B aufgeführt sind.

- Die **verwaltungsinterne Arbeitsgruppe** besteht aus dem Masterplanmanagement, Vertretern der verschiedenen Abteilungen des Regionalverbands sowie der Arbeitsgemeinschaft KoRiS | e4-Consult | Planungsgruppe Umwelt. Neben der übergreifenden Projektsteuerung hat die Arbeitsgruppe die Aufgabe die Themen des Regionalverbands mit dem Masterplan zu verknüpfen.
- In beratender Funktion begleitet der **Masterplan-Beirat** den Prozess und unterstützt diesen durch Empfehlungen. Zum Masterplan-Beirat gehören Vertreter der Fraktionen der Verbandsversammlung, der Verbandsglieder des Großraumes Braunschweig sowie Akteure aus der Wirtschaft und Klimaschutz. Die Mitglieder geben Empfehlungen zu Energie- und Treibhausgasbilanz, Potenzialen und Szenarien sowie Ziele und Maßnahmen.
- Der **Wissenschaftliche Beirat** nimmt im Erarbeitungsprozess ebenfalls eine beratende Funktion ein. Er berücksichtigt im Masterplan die aktuellen Forschungserkenntnisse und gewährleistet eine fundierte

Vorgehensweise. Der Teilnehmerkreis setzt sich aus Wissenschaftlern der Ostfalia Hochschule, der Technischen Universität Braunschweig, des Clausthaler Umwelttechnik-Instituts (CUTEC), des Energieforschungszentrums Niedersachsen, der Niedersächsischen Lernfabrik für Ressourceneffizienz und des Eduard Pestel Instituts zusammen.

- Der **Bürger-Beirat**, bestehend aus einigen Teilnehmern des Bürgergutachtens, bringt die Bürgerperspektive in den Masterplan ein. Weiterhin prüft er, inwiefern die Ergebnisse des Bürgergutachtens im Masterplan berücksichtigt werden und gibt Anregungen für die Umsetzung des Masterplanes.

Darüber hinaus ist der Masterplan eng in bestehende Gremien des Regionalverbandes eingebunden und mit weiteren Einrichtungen und Akteuren vernetzt:

- Der **Ausschuss für Regionalentwicklung** gibt Empfehlungen und ist für die fachliche Vorbereitung der Entscheidungen der Verbandsversammlung zuständig.
- Die **Verbandsversammlung** wird regelmäßig über den Fortschritt im Masterplanprozess informiert. Sie beschließt als oberstes Entscheidungsgremium des Regionalverbands den Masterplan und fasst Beschlüsse zur Umsetzung der Masterplanmaßnahmen.
- Die **Regionale EnergieAgentur (REA)** e. V. koordiniert und fördert Aktivitäten in den Bereichen Energie- und Ressourceneffizienz, Energieeinsparung sowie erneuerbare Energien. Im Rahmen des Masterplans unterstützt die Regionale EnergieAgentur das Masterplanmanagement.

3.2 *Beteiligungsprozess zur Masterplanerstellung*

Für die Erstellung des Masterplans fand ein **umfangreicher Beteiligungsprozess** statt, der in der zeitlichen Chronologie in Abbildung 3.2 dargestellt ist. Zusätzlich zur Beteiligung von zentralen Akteuren über die in Kapitel 3.1 benannten Gremien fanden bis zum Herbst 2017 insgesamt 19 öffentliche Veranstaltungen und Fachworkshops in der Region statt. Insgesamt haben etwa 550 Beteiligte an den Veranstaltungen mitgewirkt. Zusätzlich haben sich 77 zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger am Bürgergutachten beteiligt, das in einem eigenständigen Bericht dokumentiert ist (vergleiche Regionalverband [2017b]).

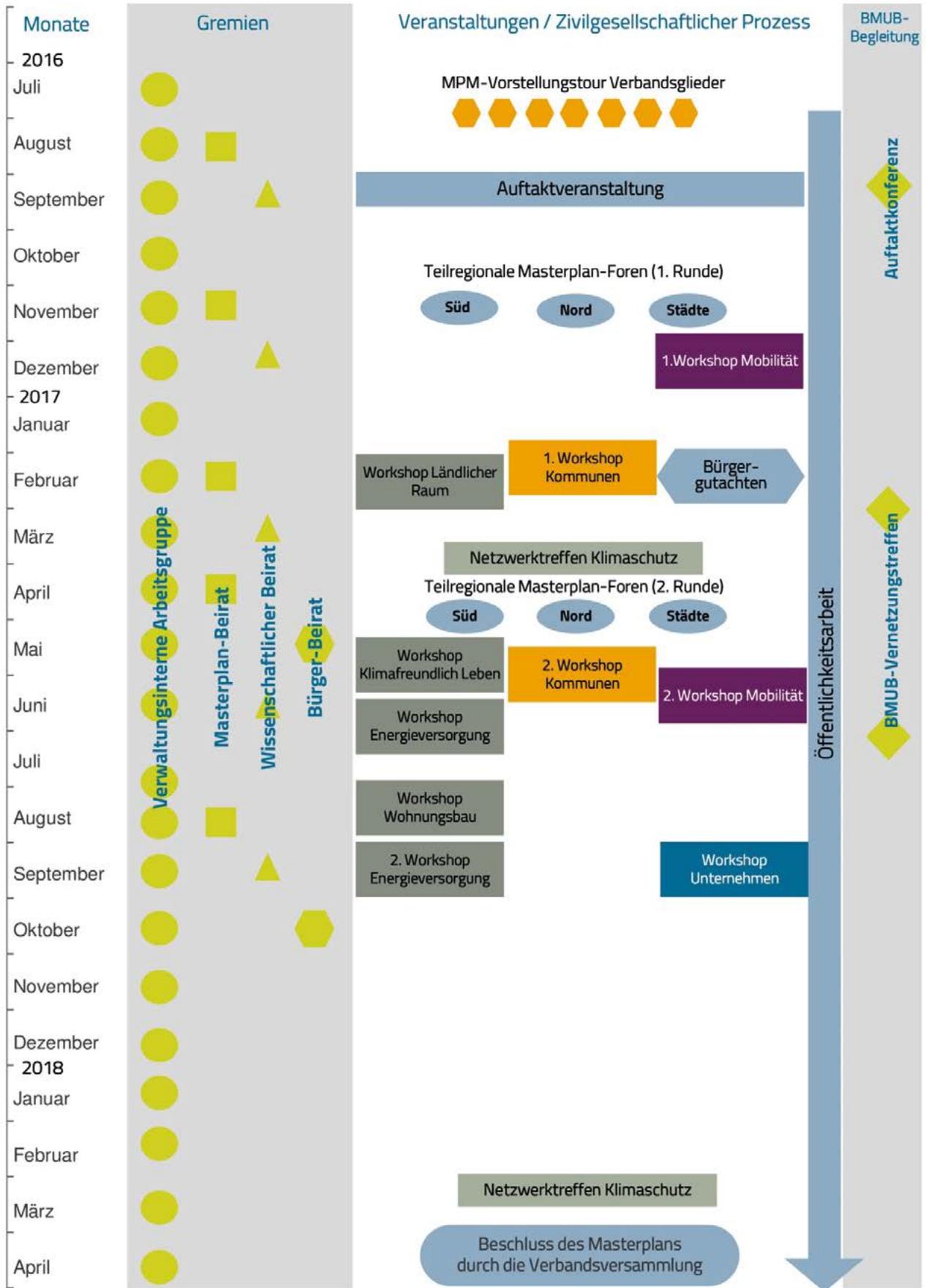


Abbildung 3.2: Beteiligungsprozess im Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

Zur Einbeziehung der Öffentlichkeit und der Klimaschutz-Akteure in den Teilräumen, Landkreisen, Städten und Gemeinden dienten verschiedene **Veranstaltungen**, die teilweise themenübergreifend (zum Beispiel Auftaktveranstaltung, teilräumliche Foren) und teilweise themenspezifisch (zum Beispiel Workshops Mobilität) waren. Zur Vorstellung des Masterplanmanagement-Teams und des Projektes Masterplan 100 % Klimaschutz fanden zu Beginn der Masterplanerarbeitung Gesprächstermine bei sieben der acht Verbandsglieder statt. Vor Ort informierte das Masterplanmanagement die relevanten Mitarbeiter der kreisfreien Städte und Landkreise über das Projekt, regte zur Mitarbeit in den Gremien an und identifizierte Anknüpfungspunkte zu den bisherigen Klimaschutzaktivitäten.

Aufgrund der Größe und Heterogenität des Großraums haben zwei Runden teilregionaler Foren stattgefunden, die

sich an Vertreter aus den Städten und Gemeinden, Politik, Wirtschaft und interessierte Bürger aus den folgenden Teilräumen richten:

- Landkreise Gifhorn, Helmstedt und Peine
- Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg
- Landkreise Goslar und Wolfenbüttel

Um den Entwicklungsprozess vom Start bis zum Abschluss des Masterplans aufzuzeigen, sind in Tabelle 3.1 die öffentlichen Veranstaltungen und themenspezifischen Workshops kurz dokumentiert. Für alle Veranstaltungen sind Protokolle erstellt worden, die über die **Masterplan-Website** des Regionalverbandes (www.klima.regionalverband-braunschweig.de) den beteiligten Akteuren und allen Interessierten zur Verfügung stehen.

Tabelle 3.1: Öffentliche Veranstaltungen, Fachworkshops und Vernetzungstreffen auf dem Weg zum Masterplan

Chronologie der Akteursbeteiligung zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

Auftaktveranstaltung am 20.09.2016

Rund 100 Teilnehmer aus dem Großraum Braunschweig informierten sich über Ziele und Vorgehen zum Projekt Masterplan 100 % Klimaschutz und gelungene Klimaschutzprojekte aus der Region. Im offenen Masterplan-Markt tauschten sie sich untereinander aus und brachten erste Vorschläge zum Masterplan ein.



Teilregionale Foren, 1. Runde im November 2016

Die drei Veranstaltungen boten die Gelegenheit, anknüpfend an die Auftaktveranstaltung Fragen in den Bereichen Mobilität, Suffizienz, Wirtschaft und Energie mit Blick auf die jeweiligen teilregionalen Besonderheiten weiter zu bearbeiten. An Thementischen diskutierten die Teilnehmer Möglichkeiten der weiteren regionalen Zusammenarbeit und formulierten Unterstützungswünsche an den Regionalverband.

Chronologie der Akteursbeteiligung zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

1. Workshop Mobilität am 08.12.2016

Mehr als 40 Teilnehmer trafen sich, um über die Ist-Situation, Strategien und Zielsetzungen sowie Handlungsmöglichkeiten für mehr Klimaschutz beim Thema Mobilität zu diskutieren.



1. Workshop Kommunen am 07.02.2017

Beim 1. Workshop „Kommunen aktiv für den Klimaschutz“ ging es um laufende und geplante Aktivitäten, gute Beispiele und Fördermöglichkeiten für kommunale Klimaschutzaktivitäten.

Die über 50 Teilnehmer diskutierten unter anderem über Klimaschutz in der kommunalen Planung, Fuhrparkumstellung, Energiemanagement und die Sensibilisierung der Kommunalpolitik für den Klimaschutz.

Workshop Ländlicher Raum am 27.02.2017

Die Akteure der ländlichen Entwicklung diskutierten die Ist-Situation, Strategien und Zielsetzungen sowie Handlungsmöglichkeiten für mehr Klimaschutz in der ländlichen Entwicklung und identifizierten Maßnahmen.



Netzwerktreffen Klimaschutz am 19.04.2017

Kennenlernen, Austauschen und Perspektiven für die zukünftige Zusammenarbeit entwickeln – Unter diesem Motto trafen sich im April 2017 Klimaschutzmanager und –beauftragte der Kommunen im Großraum Braunschweig.

Schwerpunkt der halbtägigen Veranstaltung waren zum einen die laufenden und geplanten Aktivitäten und Interessenschwerpunkte in den Kommunen. Zum anderen ging es um die zukünftige Zusammenarbeit im Netzwerk „Kommunaler Klimaschutz“ nach Fertigstellung des Masterplans.

Chronologie der Akteursbeteiligung zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

Teilregionale Foren, 2. Runde im Mai 2017

In der zweiten und abschließenden Runde der drei teilregionalen Foren konnten sich die Teilnehmer über erste Ergebnisse aus Bilanzierung und Potenzialermittlung informieren. Im Anschluss daran haben sie in Arbeitsgruppen an der Konkretisierung ausgewählter Maßnahmen gearbeitet.



Workshop Klimafreundlich leben am 03.05.2017

Ein vielfältiger Kreis aus Vertretern von Initiativen, Vereinen und Gruppen aus dem Verbandsgebiet fand sich zusammen, um sich über das Thema Suffizienz im Rahmen des Masterplans auszutauschen und sich über Fördermöglichkeiten zu informieren.



2. Workshop Kommunen am 07.06.2017

Zunächst wurden zwei gute Beispiele aus dem kommunalen Klimaschutz präsentiert (Projekt Change & Projekt E-Fahrräder im Fuhrpark). Im Anschluss haben die Teilnehmer Handlungsansätze aus den bisherigen Veranstaltungen mit Bezug zu den Kommunen priorisiert und konkretisiert.



2. Workshop Mobilität am 15.06.2017

Handlungsansätze und Maßnahmenblätter aus dem bisherigen Beteiligungsprozess dienten als Grundlage der Arbeitsphase. In Arbeitsgruppen haben die Teilnehmer Ergänzungen und neue Anregungen eingearbeitet. Unter anderem standen die Verknüpfung des ÖPNV mit Sharing-Angeboten, die Ausweitung der Radverkehrssicherheit, das Pendlerportal und der Aufbau von E-Ladestationen mit Ökostrom und Akkuspeicherung im Mittelpunkt.



Chronologie der Akteursbeteiligung zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

1. Workshop Energieversorgung am 20.06.2017

Vertreter aus den Sparten Netz, Erzeugung und Vertrieb der Energieversorgungsunternehmen kamen zusammen, um über die Herausforderungen zu sprechen, die sich durch die Klimaschutzziele an die Energieversorgung der Zukunft stellen.



Workshop Wohnungswirtschaft am 29.08.2017

In diesem Workshop stand die Verbindung zwischen Klimaschutz und Wohnungswirtschaft im Mittelpunkt. Die Klimaefekte des Sektors Wohnen wurden für den Großraum Braunschweig erläutert, ebenso wie Herausforderungen durch die Energiewende und Klimaschutz für die Wohnungswirtschaft. Anschließend lieferten zwei Praxisbeispiele aus der Region Impulse für die abschließende Plenumsdiskussion.

2. Workshop Energieversorgung am 06.09.2017

15 Vertreter aus dem Bereich Energieversorgung haben darüber diskutiert, wie die Zukunft der regionalen Energieversorgung ausgestaltet sein muss, um die Ziele des Masterplans zu erreichen.



Workshop Unternehmen am 27.09.2017

Kleine und mittlere Unternehmen, Start-Ups und Industrieunternehmen aus der Region waren eingeladen, gemeinsam zu diskutieren welche Marktchancen sich aus einer stärker auf Klimaschutz ausgerichteten Wirtschaft ergeben.

Bürgergutachten im Februar 2017

Das Bürgergutachten ist ein wichtiger Baustein des Beteiligungsprozesses zum Masterplan und trägt dazu bei, Erfahrungen und Empfehlungen von Bürgern aus der Region in den Masterplan einzubeziehen. An zwei Wochenenden im Februar 2017 kamen 77 Bürgerinnen und Bürger aus der Region Braunschweig zusammen, um in vier Bürgergruppen das Bürgergutachten zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig zu erarbeiten.

Die Teilnehmenden wurden in einem Zufallsverfahren durch die Ziehung aus den Einwohnermelderegistern regionsangehöriger Städte und Gemeinden ausgewählt. Ihre Aufgabe war es, nach grundlegenden Informationen von Fachleuten Handlungsempfehlungen für die Bereiche

Mobilität, nachhaltiger, klimafreundlicher Lebensstil und erneuerbare Energien zu formulieren und Erfolgsfaktoren für gemeinsamen Klimaschutz zu identifizieren.

Die Ergebnisse des Bürgergutachtens sind in den Masterplan eingeflossen, insbesondere in den Maßnahmenkatalog (siehe Kapitel 7.4). Darüber hinaus entstand aus interessierten Teilnehmern der Bürger-Beirat, der sich im Mai 2017 zu seiner ersten Sitzung traf. Der Bürger-Beirat soll dazu beitragen, dass die Ergebnisse des Bürgergutachtens im Masterplan berücksichtigt werden und Anregungen von Bürgerinnen und Bürger kontinuierlich in den weiteren Umsetzungsprozess des Masterplans einfließen.



Abbildung 3.3: Bürgergutachten Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

4. Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz dient als Grundlage zur Bewertung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen und damit zur ersten Identifikation besonders klimarelevanter Bereiche und Zielgruppen. Außerdem stellt sie die Basis für die Berechnung der Szenarien dar. Mit Hilfe von in regelmäßigen Abständen durchgeführten Aktualisierungen ist sie ein geeignetes Mittel zur Erfolgskontrolle von eingeleiteten Maßnahmen.

4.1 Methodik der Energie- und Treibhausgasbilanz

Für die Bilanzierung wird das vom Klimabündnis entwickelte internetbasierte Bilanzierungs-Tool „**Klimaschutz-Planer**“ [Klima-Bündnis o. J.] eingesetzt. Es setzt eine 2016 entwickelte Systematik für kommunale Energiebilanzen (vgl. ifeu [2014]) um – die so genannte „Bilanzierungs-Systematik kommunal (BISKO)“, die im Wesentlichen auf folgenden Prinzipien beruht:

- Die verwendete „**endenergiebasierte Territorialbilanz**“ bilanziert die Energieumsätze konsequent dort, wo sie entstehen. Dies betrifft auch den Verkehr. So wird zum Beispiel der rechnerisch auf Basis des Verkehrsaufkommens ermittelte Treibstoffverbrauch auf Autobahnen der Kommune zugerechnet, über deren Territorium der jeweilige Streckenabschnitt verläuft. Bei den Emissionen der Stromerzeugung lässt sich dieses Prinzip ohne ungewollte Verzerrungen nicht konsequent durchhalten, da sonst Kommunen mit Großkraftwerken auf ihrem Gebiet mit hohen Emissionen belastet würden, während der dort erzeugte Strom ganz woanders verbraucht wird. Es wird daher auf die Endenergie abgestellt: die dem Strom zuzurechnenden Emissionen werden dort bilanziert, wo der Strom verbraucht wird.
- Für die Berechnung der Emissionen, die dem Stromverbrauch zuzurechnen sind, wird gemäß BISKO für die Standardbilanz ein im Klimaschutz-Planer jährlich bereitgestellter **Stromemissionsfaktor** verwendet, der den Erzeugungsmix aller Kraftwerke in Deutschland einschließlich der Einspeisung aus erneuerbaren Energien (so genannter Bundesmix) berücksichtigt. Als zusätzliche Information kann auch der lokale Strommix berechnet werden, der die lokalen Stromerzeugungsanlagen konsequent den jeweiligen Kommunen zurechnet. Diese

Option wird sowohl als Basis für die Szenarien als auch für das Monitoring genutzt, da sonst die Erfolge beim regionalen Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung nicht darstellbar wären. Abweichend von den BISKO-Regeln wurden dabei die Großkraftwerke in Mehrum und Buschhaus bzw. Helmstedt (ihre Außerbetriebnahme ist bereits beschlossen¹) sowie die der Industriekraftwerke vernachlässigt, da sie als Basis für Masterplan-Strategien ebenfalls nicht geeignet sind (vergleiche Kapitel 4.2.1): die Aktivitäten der Großindustrie entziehen sich weitestgehend dem Einfluss des Regionalverbandes bzw. der Kommunen und bei Einbeziehung der kurz vor der Stilllegung stehenden Kohlekraftwerke hätte sich ein nicht gerechtfertigter „windfall-profit“ ergeben.

- Die Emissionsfaktoren sämtlicher Energieträger berücksichtigen neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) auch alle anderen Treibhausgase, die entsprechend ihrer Klimawirksamkeit in sogenannte **CO₂-Äquivalente** umgerechnet werden. Dabei werden nicht nur die unmittelbar am Ort der Verbrennung entstehenden Emissionen berücksichtigt, sondern die komplette energetische **Vorkette**, also zum Beispiel der Energieaufwand für die Rohöl-Förderung, die Umwandlung zu Heizöl in Raffinerien sowie der Transport bis zum Verbraucher.
- Bei Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen ergibt sich das Problem, wie die Emissionen auf die beiden Produkte Strom und Wärme aufgeteilt werden sollen. Hierzu wird die „**exergetische Allokation**“ verwendet, die eine Gewichtung nach der Wertigkeit der Energie (Exergie) vornimmt: Strom und Hochtemperaturwärme bekommen dabei anteilig höhere Emissionen zugerechnet als Niedertemperaturwärme.
- **Nicht-energetische Treibhausgasemissionen** wie zum Beispiel Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft oder FCKW aus industriellen Prozessen werden im Klimaschutz-Planer nicht berücksichtigt.
- In der Standardbilanz erfolgt keine **Witterungskorrektur**.

¹ Das Steinkohle-Kraftwerk in Mehrum wurde 2017 an das tschechische Energieunternehmen EPH verkauft und wird voraussichtlich nur noch bis 2019 oder wenig länger betrieben. Der Regelbetrieb des Braunkohlekraftwerks in Helmstedt-Buschhaus wurde bereits im Oktober 2016 beendet und in eine vierjährige Sicherheitsbereitschaft zur Netzstabilisierung überführt. Anschließend wird das Kraftwerk endgültig stillgelegt.

- Zur Beurteilung der **Datenqualität** wird jedem Verbrauch ein Bewertungsfaktor zwischen 0 (Datengüte D: Hochrechnung auf Basis bundesweiter Kennzahlen) und 1 (Datengüte A: Verwendung regionaler Primärdaten) zugeordnet.

Die eigentliche Bilanzierung erfolgt in zwei Schritten: zunächst wird der Endenergieverbrauch für die Einheits- und Samtgemeinden ermittelt und aufbereitet, dann auf Landkreis- und schließlich Verbandsebene aggregiert. In einem zweiten Schritt wird aus dieser Energiebilanz die Treibhausgasbilanz berechnet.

Die vom Niedersächsischen Umweltministerium herausgegebenen Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050 [NdsMU 2016] basieren nicht wie die Masterplanbilanz auf dem Territorialprinzip, sondern auf dem Verursacher- bzw. **Solidarprinzip**. „Das Verursacherprinzip geht dabei von einem gleichmäßigen Pro-Kopf-Anteil aller Bundesbürger aus. Die Emissionen werden also entsprechend dem Anteil der niedersächsischen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung Deutschlands ermittelt. Nach ähnlichem Muster wird nach dem Solidarprinzip ein Verhältnis der niedersächsischen Bevölkerung zuzüglich des in benachbarten Ballungszentren mitzuversorgenden Bevölkerungsanteils an der gesamtdeutschen Bevölkerung gebildet“. Damit soll ein Ausgleich dafür geschaffen werden, dass Ballungszentren nicht über die erforderlichen Flächen verfügen, um ihren Energieverbrauch vollständig aus erneuerbaren Quellen zu decken. Dieser Ansatz ist jedoch nicht kompatibel mit den BSKO-Regeln und dem Masterplanhandbuch [Solar-Institut 2016]. Da im Großraum Braunschweig sowohl städtische Ballungsräume als auch schwach besiedelte und strukturschwache Regionen vertreten sind, ist überdies davon auszugehen, dass die Struktur die Verhältnisse in Deutschland sowohl hinsichtlich Energieverbrauch als auch erneuerbare Energie-Potenziale besser abbildet als Niedersachsen. Der Solidaransatz wird hier daher nicht weiterverfolgt.

Ermittlung des Endenergieverbrauchs

Die Daten im Bereich der **leitungsgebundenen Energien**, also Strom, Erdgas und Fernwärme, wurden bei den Netzbetreibern² für die Jahre 2010 bis 2015 abgefragt und liegen nach Verbrauchssektoren differenziert auf Ebene der Samt- und Einheitsgemeinden vor. Die Datenqualität entspricht damit der höchsten Stufe (lokale Primärdaten). Gleichwohl sind

2 Einige Betriebe beziehen ihr Erdgas nicht von den lokalen Netzbetreibern, sondern direkt aus dem Hochdruck-Fernleitungsnetz. Der jeweilige Verbrauch wurde ebenso wie derjenige der Großindustrie (vgl. Kapitel 4.2.2) unmittelbar bei den Unternehmen abgefragt.

Unstimmigkeiten im Einzelfall nicht ausgeschlossen. So konnten im Zuge der Datenabfrage einige Fehler nur deshalb aufgeklärt werden, weil im Vergleich mit den Daten aus REncO2 Unstimmigkeiten auffielen³. Einige Netzbetreiber konnten nicht für alle Jahre ab 2010 Daten zur Verfügung stellen. In diesen Fällen wurden die fehlenden Werte mit den Daten aus REncO2 interpoliert.

Für die nicht leitungsgebundenen Energieträger, also vor allem **Heizöl**, Kohle und andere **Festbrennstoffe**, aber auch erneuerbare Energiequellen, stehen in der Regel keine Primärdaten zur Verfügung. Lediglich für die nach der PRTR-Verordnung (Pollutant Release and Transfer Register) meldepflichtigen Industriebetriebe standen die Energieumsätze für 2012 und 2016 zur Verfügung. Für die anderen Verbrauchssektoren erfolgte eine Hochrechnung des Verbrauchs von Heizöl und Festbrennstoffen auf Basis der Heizleistung der installierten Feuerungsanlagen. Diese wurde vom Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt (GAA) Hildesheim auf Basis der Kherbücher der Schornsteinfeger für ein niedersachsenweites Emissionskataster⁴ erstellt und im Rahmen des Masterplans in einer Sonderauswertung gemeindescharf für den Großraum Braunschweig zur Verfügung gestellt. Mit Datengüte B (Primärdaten und Hochrechnungen) sind die Ergebnisse zwar ungenauer als bei den leitungsgebundenen Energien, aber wesentlich belastbarer als die Werte aus REncO2, die auf Schätzwerten der Netzbetreiber zum Gaserschließungsgrad bzw. statistischen Hochrechnungen beruhen.

Die Fläche der installierten thermischen **Solaranlagen** wurde mithilfe der Förderstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ermittelt [BSW 2016]. Der Anteil der ohne Förderung errichteten Anlagen sowie der spezifische Ertrag wurden nach Fichtner [2010, 2016] ermittelt. Für die im Großraum Braunschweig betriebenen **Wärmepumpen** ist bei den meisten Netzbetreibern der Stromverbrauch bekannt⁵. Der zugehörige Verbrauch von Umweltenergie wurde abgeschätzt. Für Biogasanlagen ist nur die Stromeinspeisung aus den Auswertungen der Netzbetreiber des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) bekannt. Der Biogasanteil für die Wärmeerzeugung

3 Bei wenigen Kommunen weichen die endgültigen 2010er Daten aus der Masterplan-Abfrage von den Angaben für REncO2 ab.

4 im Rahmen des Projekts zur „Hotspot-Ermittlung und Emissionsdatenbankerstellung lagebezogen in Niedersachsen“ (HErmElin), [Nds-MU 2018]

5 Wenn dies nicht der Fall war, wurde der Anteil am Stromverbrauch der Haushalte aus dem Mittelwert des Landkreises geschätzt. In den in Kapitel 4.2.1 dokumentierten Bilanzergebnissen ist der Wärmepumpen-Stromverbrauch im gesamten Stromverbrauch enthalten.

wurde daraus in Anlehnung an 3N Kompetenzzentrums Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe & Bioökonomie e. V. [3N 2014] hochgerechnet.

Der Endenergieverbrauch des **Verkehrs** wird im Klimaschutzplaner berechnet: Die Daten für den Pkw- und Lkw-Verkehr sowie den öffentlichen Busverkehr basieren auf den Verkehrsleistungen, die im Rahmen des verkehrlichen Fachbeitrags [WVI 2018] für Samt- und Einheitsgemeinden berechnet wurden. Der Energieverbrauch des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt ist im Klimaschutz-Planer enthalten und basiert auf Angaben der Deutschen Bahn bzw. des Statistischen Bundesamts. Die Ergebnisse für den Großraum Braunschweig wurden streckenproportional auf die einzelnen Samt- und Einheitsgemeinden verteilt. Der Flugverkehr wurde in der Bilanz vernachlässigt, da der Flughafen Braunschweig-Wolfsburg nur zu einem geringen Anteil am bundesweiten Flugaufkommen beteiligt ist und daher keine Energiedaten im Klimaschutzplaner verfügbar sind.

Aufteilung des Verbrauchs auf Sektoren und Anwendungsbereiche

Der leitungsgebundene Endenergieverbrauch wurde gemäß den Angaben der Netzbetreiber auf die Verbrauchssektoren aufgeteilt. Sofern dafür in Einzelfällen keine Informationen vorlagen, wurde auf Werte vergleichbarer Kommunen zurückgegriffen. Dabei ist zu beachten, dass bei den Energieversorgern eine Zuordnung zu den **Sektoren** – Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) und Industrie – gemäß BSKO bzw. Klimaschutz-Planer nur bedingt möglich ist. Lediglich der Bereich der privaten Haushalte kann nach den zur Verfügung stehenden Lastprofilen der Netzbetreiber einigermaßen belastbar abgegrenzt werden. Bei den gewerblichen Verbrauchern ist nur eine Unterscheidung nach Standardlastprofilen (SLP, bis zu 100 MWh/a Stromverbrauch bzw. 1.500 MWh/a Gasverbrauch) und so genannten RLM-Kunden (registrierende Lastgangmessung für Verbrauch über der SLP-Grenze) möglich. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, werden daher in den Ergebnistabellen statt der Sektorbezeichnungen aus dem Klimaschutz-Planer die Begriffe „Gewerbe“ (für gewerbliche SLP-Kunden) und „Großverbraucher“ (für RLM-Kunden) verwendet. Zu letzteren gehören neben echten Industriebetrieben regelmäßig auch Unternehmen mit hohem Energieverbrauch aus dem Dienstleistungssektor wie zum Beispiel Krankenhäuser, Universitäten, Rechenzentren oder große Einkaufszentren. Grundsätzlich ist es möglich, dass scheinbare Verbrauchsänderungen in den Sektoren nicht auf tatsächliche Verbrauchsschwankungen zurückzuführen

sind, sondern auf eine geänderte Lastprofilzuordnung, zum Beispiel wegen EDV-bedingter Neugruppierung der Profile oder weil Betriebe von jährlicher SLP-Abrechnung auf monatliche Messung (RLM) wechseln bzw. umgekehrt.

Der Verbrauch von Heizöl und Festbrennstoffen konnte über eine GIS-Analyse des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamts standortscharf den Flächenkategorien „Wohngebiete“, „Mischgebiete“ sowie „Gewerbegebiete“ und damit den Verbrauchssektoren zugeordnet werden. Die Aufteilung von Wärmepumpen, Solarenergie und Biogas wurde auf Grundlage von Einzelfällen geschätzt⁶.

Um eine bessere Basis zur Ermittlung der Effizienzpotenziale zu schaffen, wurde der Strom- und Wärmeverbrauch auf **Anwendungsbereiche** wie Heizenergie, Warmwasser, Beleuchtung, Antriebe usw. aufgeteilt. Für den gewerblichen Verbrauch basiert die Aufteilung einheitlich für alle Kommunen auf bundesweiten Durchschnittswerten nach AGEBA [2016]. Die Anteile von Querschnittstechnologien wie zum Beispiel Lüftung, Pumpen, Beleuchtung und EDV streuen im Durchschnitt über eine größere Unternehmenszahl üblicherweise relativ wenig. Beim produzierenden Gewerbe kommen je nach Branche, aber auch durch einzelbetriebliche Besonderheiten, energieintensive Prozesse hinzu, für die die tatsächlichen Verhältnisse deutlich von den Durchschnittsanteilen abweichen können. Für die privaten Haushalte stehen dagegen Berechnungen zur Verfügung, die auch die unterschiedlichen kommunalen Randbedingungen berücksichtigen. So kann die Aufteilung des Wärmeverbrauchs auf Raumwärme und Warmwasser gut durch die in Kapitel 5.2.1 beschriebene Gebäudetypologie hergeleitet werden, die die kommunalen Unterschiede im Gebäudebestand (Heizenergie) sowie die durchschnittliche Personenzahl je Haushalt (Warmwasser) abbildet. Für den Stromverbrauch der Haushaltsgeräte wurde die Verteilung nach dem bundesweiten „Stromspiegel“ [co2online 2016] anhand der Haushaltsgrößen auf die Kommunen umgerechnet. Durch eine Sonderauswertung der Schornsteinfegerdaten nach den Wärmeerzeugertypen war es möglich, auch die Aufteilung der Warmwasserbereitung auf elektrische Systeme und Heizkessel bzw. gasbetriebene Kombithermen abzuschätzen

⁶ Wärmepumpen: 100% Haushalte, Solarkollektoren: 95% Haushalte, Biogas: 80% Gewerbe einschließlich öffentlicher Liegenschaften.

Anlagen zur lokalen Stromerzeugung

Nach BSKO erfolgt die Standard-Bilanzierung der Treibhausgasemissionen zwar mit dem deutschlandweiten Strommix. Als Basis für lokale Klimaschutzstrategien bzw. die Erstellung der Masterplan-Szenarien ist diese Vorgehensweise jedoch ungeeignet. Daher wird als wichtige Ausgangsbasis für die Strategie zum Ausbau der Erneuerbaren Energien auch der lokale Strommix berechnet. In den meisten Kommunen sind dafür lediglich die Einspeisungen aus erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen sowie fossilen Blockheizkraftwerken (BHKW) zu ermitteln. Dazu wurden bei den Netzbetreibern die Einspeisemengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bzw. aus BHKW abgefragt und nach Energieträgern ausgewertet.

Bei den Biogas- und Windkraftanlagen wurden die Standorte mit dem Anlagenkataster des Regionalverbandes⁷ abgeglichen und gegebenenfalls korrigiert, wenn offensichtlich eine falsche lokale Zuordnung vorlag.

Generell ist bei den lokalen Anlagen nur die Netzeinspeisung, nicht jedoch der Strom-Eigenverbrauch bekannt. Vor allem bei BHKW, zunehmend aber auch zum Beispiel bei PV-Anlagen, kann der im eigenen Gebäude bzw. Betrieb verbrauchte Strom jedoch relevante Anteile an der Erzeugung haben oder die Einspeisung sogar übersteigen. Für die Treibhausgasbilanz ist dies jedoch ohne Belang, die Emissionen werden vollständig erfasst⁸.

In den Städten Braunschweig, Salzgitter, Peine und Clausthal-Zellerfeld werden von den kommunalen Stadtwerken Fernwärmenetze betrieben⁹, in die auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen einspeisen. Deren Stromerzeugung fließt ebenfalls in den lokalen Strommix mit ein.

Von der Abfallverbrennungsanlage in Helmstedt wurden keine Daten bereitgestellt. Außerdem erscheint auch hier

⁷ Zu finden auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/energie-und-klima/energieportal).

⁸ Im Falle von PV-Anlagen ist der Eigenverbrauch nicht von einer Strom-Effizienzmaßnahme zu unterscheiden. Bei BHKW verschiebt sich durch die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung die Relation zwischen Strom- und Gasemissionen in unbekannter Größenordnung.

⁹ In Wolfsburg und Salzgitter wird nur der kommunal genutzte Fernwärmeanteil aus den Heizkraftwerken von VW bzw. der Salzgitter AG in der Bilanz berücksichtigt, während die Stromerzeugung vollständig den jeweiligen Betrieben zugerechnet und daher in der Bilanz ohne Großindustrie (vgl. Kapitel 4.2.1) nicht berücksichtigt wird. Zusätzlich zum vollständig aus Abwärme der Salzgitter AG versorgten Fernwärmenetz gibt es in Salzgitter mehrere größere Nahwärmenetze mit gasbetriebenen BHKW bzw. Heizwerken. Diese werden jedoch analog zu kleineren – in der Regel unbekannt – Nahwärmenetzen z. B. von Wohnungsbau-gesellschaften nicht explizit erfasst, sondern emissionsseitig über den Erdgasverbrauch und ggf. die Stromeinspeisung erfasst.

eine Berücksichtigung in den Szenarien wenig sinnvoll, da der weitere Betrieb stark von künftigen Abfallstrategien abhängig ist, die wie der komplette Bereich der nicht-energetischen Emissionen nicht Gegenstand des Masterplans für den Großraum Braunschweig sind.

Das VW-Kraftwerk in Wolfsburg geht nur insofern in die Bilanz ein, als die Input-Output-Daten für die Berechnung des Emissionsfaktors für die Fernwärme verwendet wurden. Der erzeugte Strom wird vollständig im VW-Konzern verbraucht (außer den Werken in Wolfsburg und Braunschweig werden auch andere VW-Standorte außerhalb des Großraum Braunschweig von dort versorgt) und daher lediglich anteilig in der Bilanz für die Großindustrie berücksichtigt.

Alle lokalen Stromeinspeisungen wurden für die kommunalen Teilbilanzen aufbereitet und dokumentiert. Nach Übernahme der aufsummierten Ergebnisse in den Klimaschutz-Planer werden daraus die Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme ermittelt.

Berechnung der Treibhausgasemissionen

Aus der Energiebilanz wurde im Klimaschutz-Planer die Treibhausgasbilanz berechnet. Dabei sind gemäß den BSKO-Regeln (siehe oben) auch die Emissionen der vorgelagerten Prozesskette (sogenanntes Life Cycle Assessment, LCA) sowie sämtliche treibhauswirksamen Spurengase in Form sogenannter CO₂-Äquivalente berücksichtigt.

Die entsprechenden Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Brennstoffe und Energieumwandlungsprozesse sind im Klimaschutz-Planer hinterlegt. Für die Berechnung der kommunalen Teilbilanzen wurde der Berechnungsgang des Klimaschutz-Planers so gut wie möglich unter Verwendung derselben Faktoren nachvollzogen.

Dazu wurde für jede Kommune getrennt ein ortsspezifischer Emissionsfaktor berechnet, indem alle lokalen Einspeisungen mit dem lokalen Stromverbrauch abgeglichen und der erforderliche Restbezug mit dem bundesweiten Strommix ergänzt wurde. In einigen Kommunen übersteigt die lokale Stromproduktion den Verbrauch und es kann theoretisch zu negativen Emissionen kommen.

Analog zu den Berechnungsregeln des Klimaschutz-Planers wurde dies jedoch nicht zugelassen und die Emissionsbilanz bei Null eingefroren¹⁰.

Die **nicht-energetischen Treibhausgasemissionen** aus der Landnutzung (Bodenbewirtschaftung, Viehhaltung),

¹⁰ Da dieser Effekt auf Ebene des Großraums Braunschweigs und der meisten Landkreise nicht auftritt, unterscheidet sich deren Treibhausgasemissionen mit lokalem Strommix von der Summe ihrer kommunalen Teilbilanzen.

der Abfall- und Abwasserentsorgung sowie aus Lösungsmitteln und industriellen Prozessen vor allem aus der Zement- und Stahlerzeugung werden in der Bilanz nicht berücksichtigt.

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der Bilanzierung für den gesamten Großraum Braunschweig vorgestellt. Für den Großraum Braunschweig sowie alle Landkreise und Einheits- bzw. Samtgemeinden wurde jeweils ein mehrseitiges Datenblatt erstellt, das neben einer Kurzcharakteristik des Untersuchungsgebiets und den Ergebnissen der Endenergie- und Treibhausgasbilanz in tabellarischer und grafischer Form auch die wesentlichen Ergebnisse der Potenzialanalyse enthält.

Der Klimaschutz-Planer kann mit der verfügbaren Lizenz nur eine Treibhausgasbilanz berechnen, daher wurde die Variante ohne Großindustrie erstellt, die auch als Grundlage für die Ziele des Masterplans dient.

4.2 Endenergiebilanz

Im Großraum Braunschweig sind einige große Industriebetriebe angesiedelt, die einen im Vergleich mit Gewerbebetrieben üblicher Größenordnung besonders hohen Energieverbrauch haben und deswegen gesondert betrachtet wurden:

- Die zur Salzgitter AG Holding gehörende Peiner Träger GmbH betreibt in Peine ein Elektro-Stahlwerk mit umfassendem Walzstahl-Lieferprogramm und Produktion von Stahl für spezielle Anwendungsgebiete.
- Die Salzgitter Flachstahl GmbH ist die größte Stahltochter in der Salzgitter-Gruppe und erzeugt neben rund 4,6 Millionen Tonnen Rohstahl pro Jahr in einem integrierten Hüttenwerk Bandstahl, Bleche, Zieh-, Tiefziehstähle, Bau- und Feinkornstähle sowie hoch- und höchstfeste Stähle.
- Die Volkswagen AG produziert in ihren drei Werken im Verbandsgebiet die Modelle Golf, Tiguan und Touran (Wolfsburg), Achsen, Lenkungen, Batteriesysteme, Werkzeug- und Maschinenbau-Produkte (Braunschweig) sowie Kfz-, Schiffs- und Industriemotoren (Salzgitter).

Diese fünf Großbetriebe verbrauchen gemeinsam etwa so viel Endenergie wie sämtliche übrigen Verbraucher des Großraums Braunschweig zusammen. Es wurde daher beschlossen, sie separat zu bilanzieren und in der allgemeinen

Bilanz nicht zu berücksichtigen.

Im Folgenden werden die Bilanzergebnisse für 2015 dokumentiert. Die ebenfalls erhobenen Bilanzen der Jahre 2010-2014 liegen dem Regionalverband für die Fortschreibung der Bilanzen vor. Analog zu den BSKO-Regeln sowie der nationalen Treibhausgasinventare für die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen wird in den kommunalen Bilanzen der tatsächliche Verbrauch ohne Witterungskorrektur ausgewiesen.

Generell ist bei allen hier vorgestellten Ergebnissen zu beachten, dass sie die Summe bzw. den Durchschnitt für das gesamte Verbandsgebiet darstellen und kleinräumige Teilbilanzen stark davon abweichen können. Sowohl bezüglich des Anteils der einzelnen Verbrauchssektoren als auch der Energieträger gibt es starke regionale Unterschiede. Allgemeingültige Regeln gibt es dabei nicht. Auch von naheliegenden Zusammenhängen wie einem überproportionalen Anteil der privaten Haushalte oder einem geringen Erdgasanteil in eher ländlichen Gemeinden gibt es zahlreiche Ausnahmen.

4.2.1 Endenergiebilanz ohne Großindustrie

Insgesamt wurden im Bilanzjahr 2015 im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) gut 27.000 GWh, also 27.000 Mio. kWh Energie verbraucht (siehe Tabelle 4.1).

Wie Abbildung 4.1 zeigt, entfällt der Endenergieverbrauch in nahezu gleich großen Anteilen auf die **Sektoren** der private Haushalte (33 %), Wirtschaft (32 %) und Verkehr (35 %). Innerhalb der Wirtschaft dominieren mit 24 % des Gesamtverbrauchs die gewerblichen Großverbraucher. Im Hinblick auf sinnvolle Schwerpunkte von Klimaschutzstrategien lassen sich aus dieser Aufteilung nur begrenzt Schlussfolgerungen ableiten, da außer dem relativen Anteil der Sektoren immer auch der kommunale Einfluss auf die jeweiligen Akteure sowie die Homogenität der Zielgruppen beachtet werden muss. So sind Gewerbebetriebe mit hohem Energieverbrauch oft kaum für lokale Aktivitäten zu gewinnen, wenn sie Teil bundesweit agierender oder gar multinationaler Konzerne sind. Einzelne Großverbraucher aus dem Dienstleistungssektor mit lokalem Bezug, wie zum Beispiel Kliniken, lassen sich unter Umständen leichter mobilisieren als eine Vielzahl kleiner Handwerksbetriebe.

Tabelle 4.1: Endenergiebilanz (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig für 2015

Endenergieverbrauch ¹⁾ 2015 [GWh]	Strom ²⁾	Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Kohle	sonst. fossile ³⁾	Holz	sonst. erneuerbare ⁴⁾	Treibstoffe	Summe	
Haushalte	1.657	3.950	1.036	1.512	18	151	560	134	0	9.017	33%
Gewerbe	556	868	166	388	5	39	73	145	0	2.240	8%
Großverbraucher	2.147	2.781	424	122	564	253	183	0	0	6.473	24%
Verkehr	134	0	0	0	0	0	0	0	9.263	9.397	35%
Summe	4.494	7.598	1.626	2.022	586	443	817	280	9.263	27.128	100%
	17%	28%	6%	7%	2%	2%	3%	1%	34%	100%	

1) nicht witterungsbereinigt, 2) einschließlich Heiz- und Wärmepumpenstrom, 3) Flüssiggas, Acetylen u.a., 4) Biogas, Solarenergie, Umweltwärme

Auf jeden Fall muss die Analyse auf kommunaler Ebene erfolgen, da die Sektor-Anteile dort erheblich von den Verhältnissen auf Verbandsebene abweichen können.

Bei einer Differenzierung nach **Energieträgern** liegt der Treibstoffverbrauch mit 34 % knapp vor dem Erdgasverbrauch mit 28 % und dem Stromverbrauch mit 16 %. Fernwärme liegt mit 6 % (bezogen auf den Wärmeverbrauch sind es 12 %) nur wenig hinter Heizöl. Dies ist insofern bemerkenswert, als nur Braunschweig, Salzgitter, Wolfsburg, Peine und Clausthal-Zellerfeld über ein Fernwärmenetz verfügen (andere kleinere aus BHKW gespeiste Netze wurden als Nahwärme eingestuft). Die **erneuerbaren Energien** spielen bezogen auf die Wärmeversorgung mit insgesamt 8 % (= 4 % des gesamten Endenergieverbrauchs) bisher noch eine untergeordnete Rolle, wobei Holz (überwiegend

als Scheitholz mit erst in den letzten Jahren stark steigendem Trend bei Holzpellets und Hackschnitzeln) den mit Abstand größten Beitrag leistet, gefolgt von Biogas. Die thermische Solarenergienutzung hat ebenso wie die Nutzung der Umweltwärme in Wärmepumpen bisher kaum eine Bedeutung. Auch wenn die Ergebnisse für den Großraum Braunschweig als Ganzes nicht auf die einzelnen Kommunen übertragbar sind, so wird doch die große Bedeutung des Wärmebedarfs für die Energiebilanz deutlich. Allein der Heizenergiebedarf der Haushalte ist mit 27 % am Endenergieverbrauch beteiligt.

Die **erneuerbare Stromerzeugung** ist in der Endenergiebilanz nicht explizit ausgewiesen, sondern Teil des gesamten Stromverbrauchs (8 % der 17 % in Abbildung 4.1, detailliert aufgeschlüsselt in Abbildung 4.4).

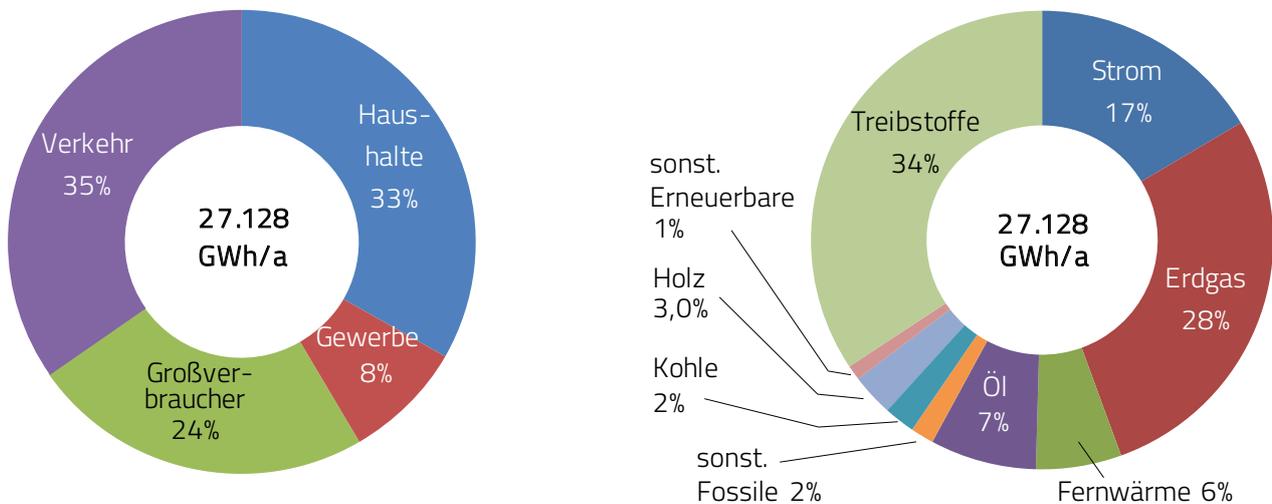


Abbildung 4.1: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig für 2015

Einschließlich der regionalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sowie dem Biogaseinsatz in einigen Fernwärme-Heizkraftwerken stammt im Großraum Braunschweig bereits 12 % des Energieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen¹¹.

Die Karte in Abbildung 4.2 zeigt die Unterschiede bei der Höhe des Energieverbrauchs sowie den Anteilen der Verbrauchssektoren auf Landkreisebene. Bereits auf Ebene der kreisfreien Städte und Landkreise variiert zum Beispiel der Anteil der privaten Haushalte am Endenergieverbrauch zwischen 26 % und 46 %. Auf kommunaler Ebene werden die Unterschiede noch größer: so haben die Haushalte in Schladen-Werla nur einen Anteil von 9 %, in Velpke jedoch von 58 % am Energieverbrauch. Beim Gewerbe und Verkehr sind die Unterschiede ähnlich groß.

Für Haushalte und Gewerbe wurde auch die Aufteilung des Verbrauchs auf die unterschiedlichen **Anwendungsbereiche** (siehe Tabelle 4.2) analysiert. Auch wenn einzelbetriebliche Besonderheiten, vor allem im produzierenden Gewerbe, für Abweichungen der realen Verhältnisse von den auf Basis von Durchschnittswerten ermittelten Ergebnissen sorgen können, stellt die Anwendungsbilanz doch eine erste Orientierung dar, welche Aktivitätsfelder besonders für Energiesparkampagnen geeignet sind¹². Die Sektoren werden dabei entsprechend der verwendeten Auswertung AGEB [2016] nach Haushalten, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) und Industrie unterschieden. Diese Aufteilung ist nicht ohne weiteres mit der in Kapitel 4.1 beschriebenen Differenzierung in der Energiebilanz nach Lastprofilen vergleichbar. Eine genauere Zuordnung ist jedoch bei der derzeitigen Datenlage nicht möglich. Hinsichtlich der Aufteilung des Energieverbrauchs auf typische Anwendungen sowie die daraus abgeleiteten Effizienzpotenziale und Szenarien werden in den folgenden Kapiteln weiter die Bezeichnungen aus Tabelle 4.2 verwendet, weil sie in diesem Zusammenhang sachgerechter sind als die Terminologie aus der Bilanz.

11 Dabei ist sowohl der erneuerbare Anteil am deutschen Strommix als auch am Treibstoffabsatz unberücksichtigt, da er nicht auf Energiequellen aus der Region zurückzuführen ist.

12 Neben dem absoluten Energieverbrauch der einzelnen Anwendungsarten spielt – ähnlich wie bei den Sektoren – auch hier die Erreichbarkeit der Akteure sowie auch die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen eine Rolle (vgl. auch Kapitel 5.2). So sind Effizienzmaßnahmen bei der Beleuchtung z. B. meist einfach umsetzbar und außerdem sehr wirtschaftlich, so dass sich trotz des absolut eher geringen Potenzials mit überschaubarem Aufwand schnelle Erfolge erzielen lassen.

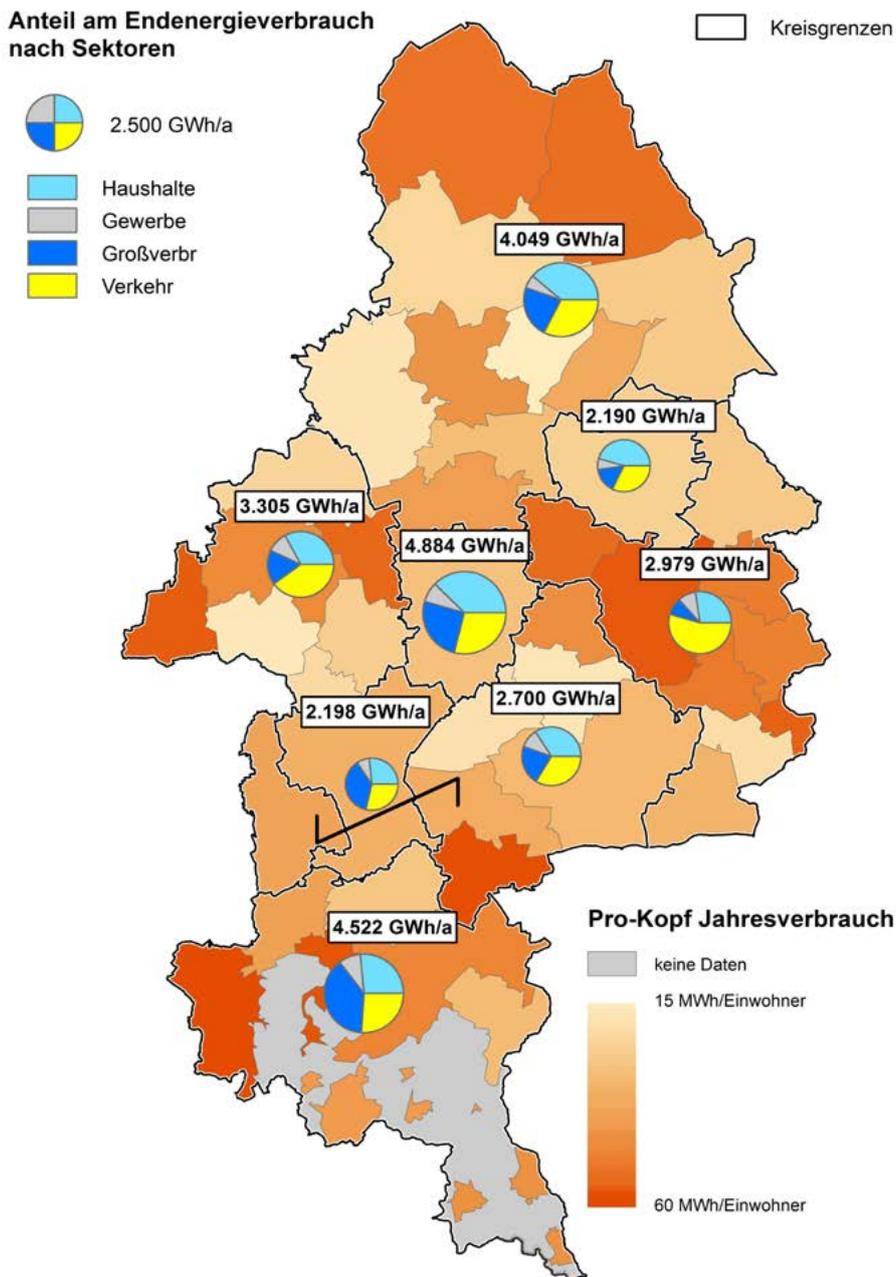


Abbildung 4.2: Endenergieverbrauch in kreisfreien Städten und Landkreisen im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) für 2015¹³

Tabelle 4.2: Endenergiebilanz im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie und Verkehr) nach Anwendungsarten für 2015

GWh/a	Raum- wärme	Warm- wasser	sonst. Pro- zesswärme	Klima- kälte	sonst. Pro- zesskälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuch- tung	Summe
Haushalte	6.396	1.236	402	7	246	204	383	143	9.017
GHD	1.446	119	180	18	48	139	91	200	2.240
Industrie	431	40	4.169	45	46	1.558	88	96	6.473
Summe	8.273	1.395	4.751	70	340	1.902	561	439	17.731

¹³ Bei den grauen Flächen, zu denen keine Daten vorliegen, handelt es sich um gemeindefreies Gebiet, das per Definition nicht bewohnt ist. Daher gibt es hierzu keine Daten, auch wenn das Gebiet in Wirklichkeit bewohnt ist.

Die nachfolgende Abbildung 4.3 differenziert den Energieverbrauch im **Verkehrssektor**. Den weitaus größten Anteil hat der Personenverkehr mit 67 %, wovon 64 %-Punkte auf den motorisierten Individualverkehr und 3 % auf den Öffentlichen Personenverkehr entfallen. Beim Güterverkehr spielen die Lkw mit einem Verbrauchsanteil von 31 % mit Abstand die größte Rolle. Mit einer Steigerung der Verkehrsleistung (Fahrzeug-km) um 43 % von 2010 bis 2015 ist hier auch ein enormer Zuwachs bei der Nachfrage zu verzeichnen. Der Flugverkehr des Flughafens Braunschweig-Wolfsburg konnte wegen fehlender Daten nicht berücksichtigt werden¹⁴.

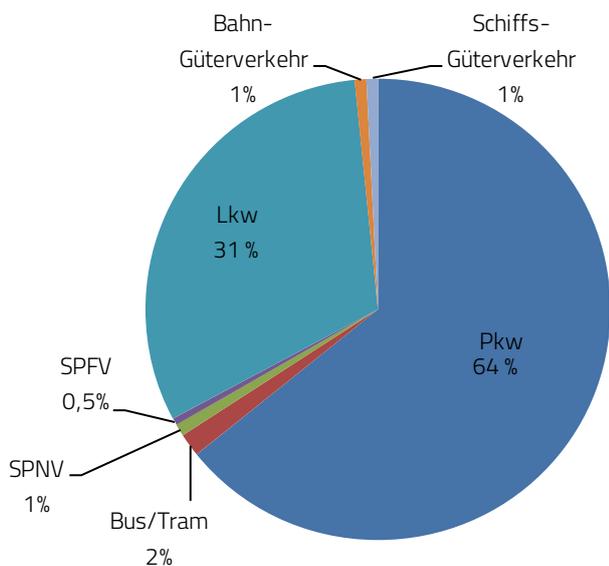


Abbildung 4.3: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors im Großraum Braunschweig 2015

Auch im Verkehrssektor gibt es große lokale Unterschiede. Ausführlichere Daten zu den einzelnen Kommunen und Landkreisen finden sich in Band 5 Kommunale Datenblätter.

Stromerzeugung

Im Großraum Braunschweig wird im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ein überdurchschnittlich hoher Anteil des Stromverbrauchs aus regionalen Energiequellen gedeckt.

¹⁴ Als Orientierung zur Einschätzung der Bedeutung kann das Ergebnis der Verursacherbilanz aus REncO2 dienen, wonach Flugreisen (auf Basis der durchschnittlichen Reisetätigkeit je Einwohner) mit 11 % am gesamten Energieverbrauch des Verkehrs beteiligt waren.

Wie die nachfolgende Abbildung 4.4 zeigt, wird bereits knapp die Hälfte des Bedarfs aus erneuerbaren Energiequellen abgedeckt¹⁵. Weitere 6 % werden umweltfreundlich mit dezentralen Gas- oder Diesel-Blockheizkraftwerken in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt und ins öffentliche Netz eingespeist¹⁶.

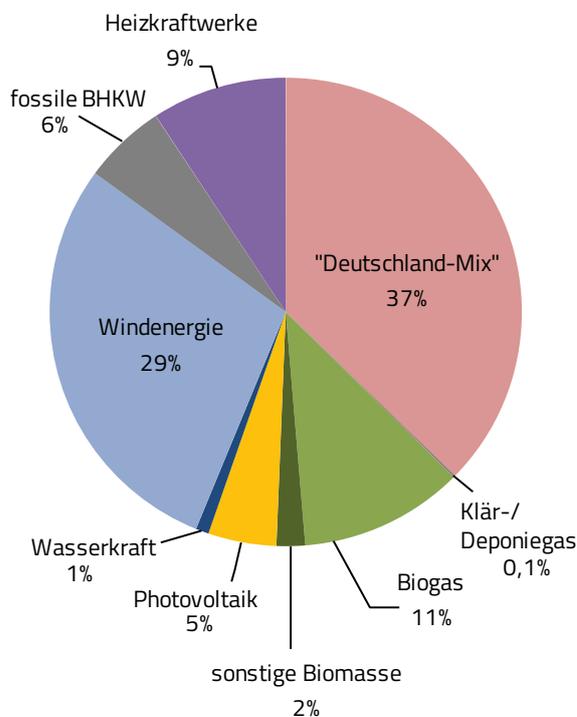


Abbildung 4.4: Deckung des Stromverbrauchs im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) 2015

¹⁵ In den 48 % Strom aus erneuerbaren Energien ist der erneuerbare Anteil im Deutschland-Mix von 33,6 % für 2015, der außerhalb des Großraum Braunschweig erzeugt wird, noch nicht enthalten. Der teilweise Einsatz von Biomethan in den Heizkraftwerken der Städte Braunschweig (BHKW Ölper), Wolfsburg (BHKW Sülfeld), Peine und Clausthal-Zellerfeld ist in der Rubrik „Heizkraftwerke“ und nicht bei „Biogas“ aufgeführt.

¹⁶ Der Wert wird stark geprägt von wenigen Kommunen mit sehr hoher Einspeisung. In einigen (z. B. Helmstedt und Hohenhameln) ist die Datenqualität schlecht, da der Netzbetreiber keine Angaben zur Einspeisung machen konnte, weshalb diese aus der Leistung abgeschätzt werden musste. Außerdem war die Abgrenzung zwischen fossilen und erneuerbaren BHKW widersprüchlich. In anderen Kommunen (z. B. Salzgitter) weicht die Abgrenzung zwischen Nahwärme-BHKW und Fernwärme-Heizkraftwerken unter Umständen von den Definitionen bei anderen Netzbetreibern ab, so dass es hier zu Verschiebungen zwischen den Kategorien kommt. Bekannt und in der Bilanz ausgewiesen ist generell nicht die komplette Stromerzeugung aus dezentralen Anlagen, sondern nur der ins Netz eingespeiste Anteil (siehe Kapitel 4.1).

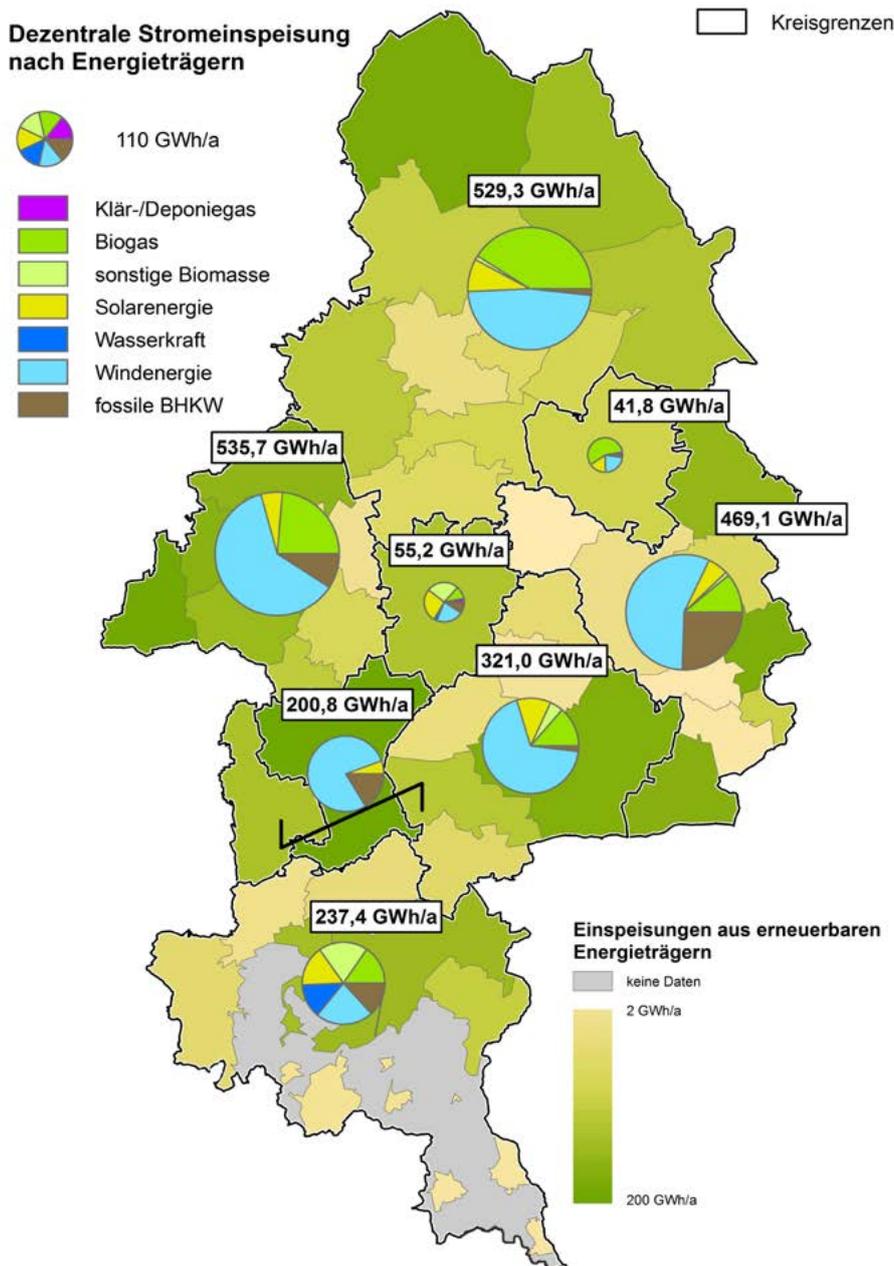


Abbildung 4.5: Stromerzeugung aus dezentralen Anlagen im Großraum Braunschweig 2015 (ohne Heizkraftwerke)

Bei den erneuerbaren Energien überwiegt mit fast 30 % des Stromverbrauchs die Windenergie, gefolgt von Biomasse-Blockheizkraftwerken mit rund 13 %, überwiegend aus Biogasanlagen. Die Photovoltaik ist bis 2013 mit Abstand am schnellsten gewachsen, seither ist die Dynamik deutlich verlangsamt (vergleiche Kapitel 4.4). Mit 5 % hat sie die Stromerzeugung aus Wasserkraft und Klär- bzw. Deponiegas im gesamten Verbandsgebiet deutlich überholt.

In fünf Kommunen werden lokale Fernwärmenetze betrieben. In Braunschweig, Peine und Clausthal-Zellerfeld stammt die Wärme aus Heizkraftwerken, in denen auch

Strom erzeugt wird¹⁷. Diese werden bei der Berechnung des lokalen Strommixes berücksichtigt. Zusammen decken sie 9 % des Stromverbrauchs im Großraum Braunschweig ab. In den betroffenen Kommunen liegt der Anteil mit bis zu 39 % erheblich höher.

Es unterscheiden sich sowohl der Anteil der regionalen Bedarfsdeckung als auch die Beiträge der verschiedenen Energiequellen je nach Teilregionen und Kommunen deutlich (siehe Abbildung 4.5): während in den größeren

¹⁷ Zur Abgrenzung vgl. auch Fußnoten 9, 15 und 16. Die Stromerzeugung in den Industriekraftwerken von VW und Salzgitter-AG wird nicht ins öffentliche Stromnetz eingespeist und wird daher vollständig der hier ausgeklammerten Großindustrie zugerechnet.

Tabelle 4.3: Endenergiebilanz für den Großraum Braunschweig mit und ohne Großindustrie 2015

Endenergieverbrauch 2015 [GWh]	Strom	Wärme					Treibstoffe	Summe
		Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Sonst. fossile ¹⁾	Erneuerbare ²⁾		
ohne Großindustrie	4.494	7.598	1.626	2.022	1.029	1.096	9.263	27.128
Großindustrie	2.254	2.359	814	1.043	20.138	0	0	26.608
mit Großindustrie	6.749	9.957	2.439	3.065	21.167	1.096	9.263	53.735
Verhältnis mit/ohne Großindustrie	150%	131%	150%	152%	2056%	100%	100%	198%

1) Flüssiggas, Acetylen u.a., 2) Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme

Städten (bis auf Salzgitter mit relativ großen Wind-Vorranggebieten) die erneuerbaren Potenziale naturgemäß eher klein sind, gibt es im ländlichen Raum bereits zahlreiche Kommunen, die ihren Strombedarf zu großen Teilen aus lokalen erneuerbaren Quellen decken können. In 14 Samt- bzw. Einheitsgemeinden übersteigt die jährliche lokale Stromproduktion bilanziell sogar den Verbrauch. In den Landkreisen Helmstedt und Peine ist dies sogar auf Kreisebene der Fall. In den meisten Landkreisen dominiert mit großem Abstand die Windenergie, lediglich im Landkreis Gifhorn liegt die Biomasse nur knapp dahinter. Im Harz spielt auch die sonst eher unbedeutende Wasserkraft eine relevante Rolle. Dank der zahlreichen Talsperren stammen dort kreisweit 13 % der regionalen Stromproduktion aus Wasserkraftwerken. Ausführlichere Daten zu den einzelnen Kommunen und Landkreisen finden sich in Band 5 Kommunale Datenblätter.

Wenn man auch den Beitrag der erneuerbaren Energien zur lokalen Stromproduktion berücksichtigt, verdreifacht sich der Anteil gegenüber der Bilanzierung nach BSKO-Regeln in Tabelle 4.1 bzw. Abbildung 4.1 auf insgesamt 12 %¹⁸.

In vielen Kommunen werden Werte über 20 % erreicht, in der Samtgemeinde Heeseberg übertrifft der lokale Einsatz erneuerbarer Energie aufgrund der hohen Windenergieeinspeisung den gesamten Endenergieverbrauch einschließlich Verkehr sogar um rund 70 %.

4.2.2 Endenergiebilanz mit Großindustrie

Die industriellen Großbetriebe Peiner Träger GmbH in Peine, Salzgitter Flachstahl GmbH in Salzgitter und die drei Werke der Volkswagen AG in Wolfsburg, Braunschweig und Salzgitter sind in den bisher vorgestellten Ergebnissen nicht mit bilanziert. Der Verbrauch wurde jedoch separat erhoben und ausgewertet. Um den immensen Einfluss dieser fünf Großbetriebe auf die Energiebilanz des Großraums Braunschweig zu verdeutlichen, werden die Ergebnisse mit und ohne ihre Berücksichtigung nachfolgend gegenübergestellt (siehe Tabelle 4.3).

Bezogen auf das gesamte Verbandsgebiet verdoppelt sich der Endenergieverbrauch durch die Großindustrie in etwa. Der Stromverbrauch steigt um die Hälfte an, wobei dies nur der Netzbezug ist. Dazu kommen weitere Mengen, die aus innerbetrieblicher Erzeugung unter Einsatz der in der Tabelle aufgeführten fossilen Brennstoffmengen stammen. Es wird deutlich, in welchem Ausmaß die fünf Betriebe die Bilanz des Großraums Braunschweig beeinflussen. In den vier Städten ist der Effekt noch um ein Vielfaches größer, die Ergebnisse werden hier aus Datenschutzgründen allerdings nicht dokumentiert.

Einerseits ist der Einfluss des Regionalverbandes und der Kommunen auf die betreffenden Unternehmen begrenzt, weshalb es sinnvoll ist, Klimaschutzstrategien auf Bereiche mit größerem Einfluss, wie zum Beispiel die privaten Haushalte zu konzentrieren.

Andererseits wird deutlich, dass bereits kleine Verbrauchänderungen wie zum Beispiel durch konjunkturelle Einflüsse, veränderte Produktionsmengen oder Effizienzmaßnahmen bei diesen Unternehmen größeren absoluten

¹⁸ Ohne Berücksichtigung des erneuerbaren Anteils im Deutschlandmix für Strom und ohne erneuerbare Treibstoffe.

Tabelle 4.4: Treibhausgasbilanz (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig 2015

Treibhausgasemissionen ¹⁾ 2015 [Tsd. t CO ₂ -Äquivalent]	Strom ²⁾		Wärme							Treibstoffe	Summe	
	D-Mix	lokaler Mix	Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Kohle	Sonst. fossile ³⁾	Holz	Sonst. erneuerbare ⁴⁾		D-Mix	lokaler Mix
Haushalte	994	517	988	272	484	8	40	15	10		2.810	2.333
Gewerbe	334	173	217	43	124	2	10	2	16		748	588
Großverbraucher	1.288	670	695	105	39	250	68	5	0		2.450	1.831
Verkehr	80	80 ⁵⁾	0	0	0	0	0	0	0	2.876	2.956	2.956
Summe	2.696	1.440	1.900	421	647	260	118	22	25	2.876	8.964	7.707
t je Einwohner	2,4	1,3	1,7	0,4	0,6	0,2	0,1	0,02	0,02	2,5	7,9	6,8

1) nicht witterungsbereinigt, 2) einschließlich Heiz- und Wärmepumpenstrom, 3) Flüssiggas, Acetylen u.a., 4) Biogas, Solarenergie, Umweltwärme, 5) Die Bahn unterhält ein eigenes Stromnetz mit 16,7 Hz Frequenz. Dafür wird unabhängig von der lokalen Stromeinspeisung in das „öffentliche“ Stromnetz der Emissionsfaktor aus dem Klimaschutzplaner verwendet.

Einfluss auf die Gesamtbilanz haben können, als weitaus größere relative Änderungen in einzelnen Kommunen. Die bestehenden Kontakte zu den Unternehmen, die auch im Zuge des Masterplan-Beteiligungsprozesses geknüpft wurden, sollten daher unbedingt genutzt und intensiviert werden.

4.3 Treibhausgasbilanz

Wie in Kapitel 4.1 erläutert, wurde die Treibhausgasbilanz aus der Endenergiebilanz im Klimaschutz-Planer berechnet. Zusätzlich zu der nach der BSKO vorgeschriebenen Bilanzierung mit dem Deutschland-Strommix wurde auch die Variante auf Basis des lokalen Strommix berechnet, da nur eine Bilanz mit Berücksichtigung der regionalen erneuerbare Energie-Anlagen als Basis für die Masterplan-Szenarien geeignet ist. Der Klimaschutz-Planer kann mit der verfügbaren Lizenz nur eine Treibhausgasbilanz berechnen, daher wurde die Variante ohne Großindustrie erstellt, die auch als Grundlage für die Ziele des Masterplans dient.

Die Fernwärme bietet ein uneinheitliches Bild: In den Kommunen, in denen noch Kohle in den Heizkraftwerken eingesetzt wird (Braunschweig, Wolfsburg mit Auskopplung aus VW-Kraftwerk), sind die spezifischen Emissionswerte kaum niedriger oder sogar höher als für Heizwärme aus Erdgas.

Der als Koppelprodukt erzeugte Strom schneidet nach der exergetischen Bilanzierung (vgl. Kapitel 4.1 und ifeu [2014]) deutlich schlechter ab als der Strom nach dem Deutschland-Mix.

Hier besteht noch ein deutliches Optimierungspotenzial durch Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien, wie dies im Heizkraftwerk der Stadtwerke Peine, das je etwa zur Hälfte mit Erdgas und Biogas betrieben wird, schon weit vorangetrieben wurde. Aber auch durch weitere Verbesserung der Kraftwerkswirkungsgrade bzw. Verringerung der Netzverluste kann die Treibhausgasbilanz der Fernwärme verbessert werden.

Die gesamten Treibhausgasemissionen liegen mit dem lokalen Strommix im Großraum Braunschweig insgesamt bei 7,7 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr und damit bei 6,8 t/a pro Einwohner¹⁹.

¹⁹ Dies schließt nicht die nicht-energetischen Emissionen aus der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen, der Viehhaltung, der Abwasser- und Abfallentsorgung oder treibhausgasrelevanten Lösemitteln und FCKW mit ein, wie es noch bei RENKCO₂ der Fall war. Legt man die Bilanzierungsmethode aus RENKCO₂ zur Orientierung zugrunde, würden sich die Treibhausgasemissionen in der Region Braunschweig für das Jahr 2015 um etwa 1,13 Mio. t CO₂-Äquivalente bzw. rund 15 % erhöhen.

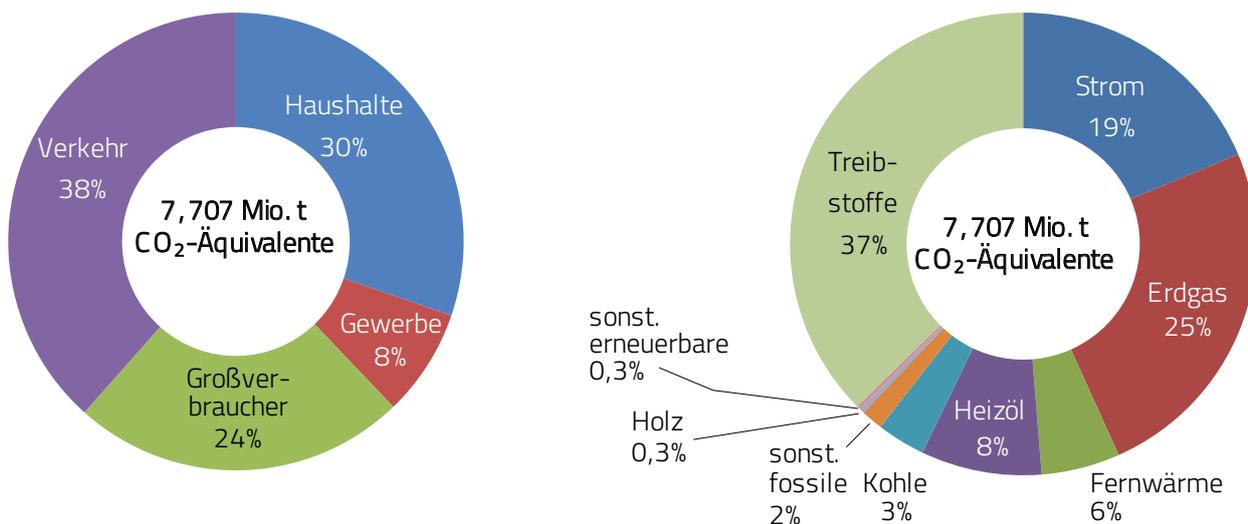


Abbildung 4.6: Treibhausgasemissionen nach Sektoren und Energieträgern im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie)

Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr und Einwohner

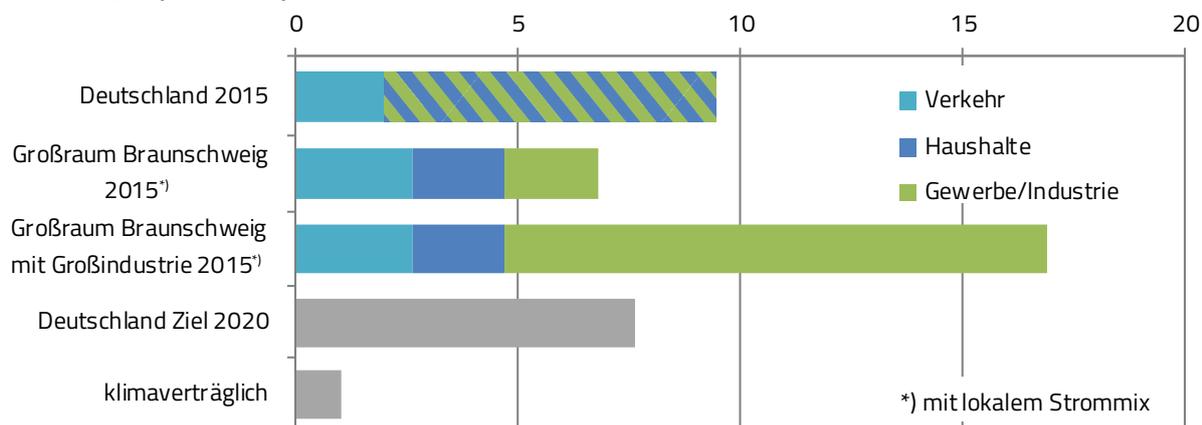


Abbildung 4.7: Treibhausgasemissionen 2015 in Tonnen pro Jahr und Einwohner im Großraum Braunschweig im Vergleich

Sie liegen damit etwa um 27 % unter dem Vergleichswert für Deutschland von 9,3 t/a je Einwohner, was in erster Linie dem hohen Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion, aber auch dem überproportionalen Anteil der privaten Haushalte zuzuschreiben ist.

Der einwohnerbezogene Zielwert der Bundesregierung für 2020 ist im Großraum Braunschweig (ohne Berücksichtigung der Großindustrie) schon deutlich unterschritten.

Bis zum allgemein akzeptierten klimaverträglichen Ziel von maximal 1 t/a bzw. den Zielen des Masterplans ist es aber noch ein weiter Weg.

4.4 Bilanzvergleich im zeitlichen Verlauf

Die Energieverbrauchsdaten wurden im Rahmen des Masterplans – soweit möglich²⁰ – für den Zeitraum von 2010 bis 2015 erhoben. Für weiter zurückliegende Jahre liegen keine regionalen Daten vor, weshalb hier nur der Trend der letzten sechs Jahre bewertet werden kann. Trotz eines etwa 2 %-igen Anstiegs des Verkehrsverbrauchs ging der gesamte Endenergieverbrauch ohne die Großindustrie in diesem Zeitraum von 28.489 MWh um 5 % auf 27.154 MWh zurück²¹.

Neben konjunkturellen Einflüssen spielt dabei auch die Witterung eine wesentliche Rolle. Der witterungsbereinigte Verbrauch steigt um 2,5 % an (vergleiche Abbildung 4.9). Die jährlichen Schwankungen zeigen jedoch, dass immer auch zufällige Faktoren und gegebenenfalls auch Ungenauigkeiten bei der Datenabgrenzung Einfluss auf das Ergebnis haben, weshalb verlässliche Aussagen zum Trend erst nach längeren Zeiträumen möglich sind.

Wegen des deutlich angestiegenen Anteils erneuerbarer Energien bei der lokalen Stromerzeugung (vergleiche Abbildung 4.8) sind die Treibhausgasemissionen im Großraum Region Braunschweig seit 2010 um 12 % gesunken. Bei Bezug auf den Deutschland-Strommix ist der Rückgang nur halb so groß (vergleiche Abbildung 4.10).

Das belegt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien in der Region deutlich schneller als im Bundestrend erfolgt ist. Die höchsten jährlichen Steigerungsraten mit über 25 % hatten dabei die Biomasse bis 2012, die Photovoltaik bis 2013 (von 2010 auf 2011 sogar 59 %) und die Windenergie 2015.

20 Bei den leitungsgebundenen Energien war dies, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, der Fall. Heizöl und Festbrennstoffe mussten dagegen aus nur punktuell vorliegenden Daten inter- bzw. extrapoliert werden.

21 Der für 2010 ermittelte Endenergieverbrauch liegt etwa 10 % niedriger als in der Bilanz aus REnKCO₂. Außer teilweise abweichenden Angaben der Netzbetreiber liegt dies v. a. am Verbrauch der nicht leitungsgebundenen Energien, für den mit den Schornsteinfegerdaten sowie der Emissions-meldepflichtigen Betriebe eine verlässlichere Datengrundlage zur Verfügung stand. Außerdem hat die streng am Territorialprinzip orientierte Bilanzierungsmethode nach BSKO teilweise Änderungen v. a. beim Verkehr sowie der Ermittlung der Emissionen zur Folge.

Da die Ziele des Masterplans von mindestens 50 % Endenergieeinsparung und 95 % Treibhausgasreduktion bis 2050 auf 1990 bezogen sind, müsste dieses Jahr grundsätzlich auch Ausgangspunkt für die Szenarien sein. Da für dieses Jahr keine regionalen Daten verfügbar sind, wurde ein auf der bundesweiten Entwicklung beruhender Bezugspunkt gewählt:

Die Ziele des Masterplans werden von 1990 auf die aktuelle Bilanz für 2010 umgerechnet. Dazu wird die Deutschlandbilanz nach [BMWE 2017a] zugrunde gelegt. Bei Bezug auf 2010 statt auf 1990 bleibt danach ein Rest-Minderungsziel von -94 % bei den Treibhausgasemissionen bzw. -49 % bei der Endenergieeinsparung²².

22 Die Emissionen sind von 1990 bis 2010 auf 77,3 % und der Endenergieverbrauch auf 98,3 % zurückgegangen. Daraus folgen die modifizierten Ziele: Treibhausgase: $5\%/77,3\% - 100\% = -94\%$. Endenergie: $50\%/98,3\% - 100\% = -49\%$. Da die Entwicklung in Deutschland in den einzelnen Sektoren sehr unterschiedlich verlaufen ist, müsste bei den Teilzielen der Verkehrssektor mit 55 % Einsparung einen überproportionalen Beitrag leisten. Im Vergleich zur Verwendung der aus dem Bundestrend abgeleiteten REnKCO₂-Startbilanz für 1990 unterscheiden sich die Anforderungen kaum.

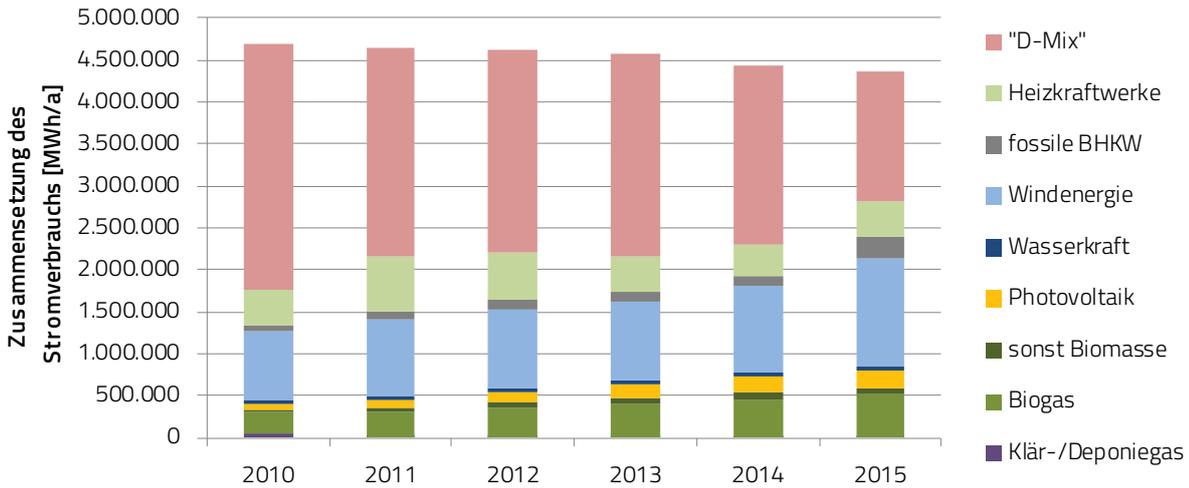


Abbildung 4.8: Entwicklung der regionalen Stromerzeugung im Großraum Braunschweig von 2010 bis 2015

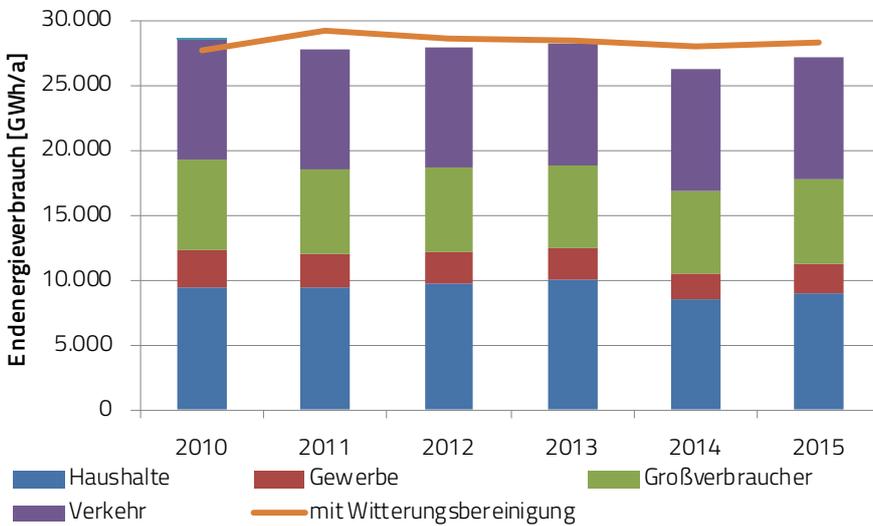


Abbildung 4.9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Großraum Braunschweig seit 2010 (ohne Großindustrie)

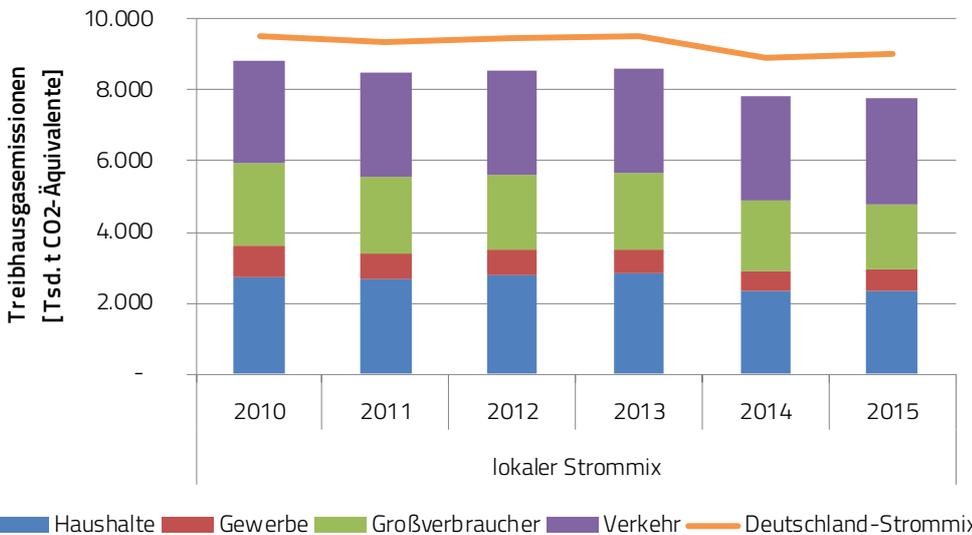


Abbildung 4.10: Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen im Großraum Braunschweig seit 2010 (ohne Großindustrie, nicht witterungsberichtigt)

4.5 Bewertung der Ergebnisse

Kernergebnisse

- Es liegt eine nach Verbrauchssektoren und Energieträgern differenzierte Energie- und Treibhausgasbilanz für den Großraum Braunschweig für die Jahre 2010 bis 2015 vor. Darüber hinaus sind auch die Teilbilanzen für drei kreisfreien Städte, die fünf Landkreise sowie die 40 kreisangehörigen Kommunen dokumentiert. Sie stellen eine wichtige Grundlage für die Identifikation wichtiger Handlungsfelder und Zielgruppen, als Basis für die Erstellung der Szenarien sowie für das Monitoring durch eine regelmäßige Fortschreibung dar.
- Die industriellen Großbetriebe VW Volkswagen AG, Salzgitter Flachstahl GmbH und Peiner Träger GmbH wurden separat bilanziert. Sie verbrauchen gemeinsam etwa genauso viel Energie wie Haushalte, Verkehr und das weitere Gewerbe zusammen. Da sie als Akteure nur sehr schwer in kommunale Strategien einzubeziehen sind, wurden sie in der Bilanz als Basis für die Szenarien nicht berücksichtigt.
- Mit 6,8 t/a je Einwohner liegen die Treibhausgasemissionen auf Basis des lokalen Strommixes etwa um 27 % unter dem Vergleichswert für Deutschland. Seit 2010 ist der Endenergieverbrauch (ohne Witterungsbereinigung) auf Verbandsebene um 5 % zurückgegangen, die Treibhausgasemissionen sind – vor allem wegen des deutlich angestiegenen Anteils erneuerbarer Energien bei der lokalen Stromerzeugung – sogar um 12 % und damit deutlich schneller als im Bundestrend gesunken. Bis zu den Zielwerten für 2050 besteht jedoch nach wie vor eine große Lücke.
- Insgesamt bildet der Großraum Braunschweig (ohne die Großindustrie) die Strukturen in Deutschland recht gut im Kleinen ab. Die Verteilung des Verbrauchs auf die Sektoren und die Anteile der Energieträger unterscheiden sich nur relativ wenig von deutschen Durchschnittswerten.
- Sowohl hinsichtlich der Anteile der Energieträger bzw. Verbrauchssektoren an der Bilanz als auch im Hinblick auf die einwohnerspezifischen Verbrauchs- und Emissionskennzahlen und den zeitlichen Trend gibt es jedoch sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Teilregionen bzw. Kommunen. Für die Ableitung von Handlungsstrategien sind daher insbesondere die kommunalen Teilbilanzen geeignet.

Herausforderungen für zukünftige Bilanzierungen

- Die Aussagekraft der Bilanz und damit auch ihre Eignung als Basis für die Ableitung von Handlungsstrategien sowie für ein regelmäßiges Monitoring ist stark von der Datenqualität abhängig. Diese ist hinsichtlich der Gesamt-Abgabemengen der leitungsgebundenen Energien in der Regel als gut einzustufen. Bei der Aufteilung des Verbrauchs auf die Sektoren sind die von den Netzbetreibern verwendeten Klassifizierungen nach Lastprofilen für kommunale Energiebilanzen jedoch nur schlecht geeignet.
- Bei der lokalen Stromerzeugung hat sich bei Windkraft- und Biogasanlagen die Lokalisierung teilweise als unzuverlässig erwiesen. In der Regel ist nur die Netzeinspeisung, aber nicht die komplette Stromerzeugung einschließlich des selbst verbrauchten Anteils bekannt, was vor allem für fossile BHKW, zunehmend aber auch für PV-Anlagen zu einer erheblichen Verringerung der Aussagekraft führt. Angaben zur Wärmeerzeugung aus Biogasanlagen und fossilen BHKW sind nur durch aufwändige Einzelrecherche bei den (in größeren Gebieten meist unbekanntem) Betreibern möglich.
- Für die nicht leitungsgebundenen Energien stehen auf kommunaler Ebene in der Regel keine Primärdaten zur Verfügung. Auch die Ableitung zum Beispiel aus den Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger ist problematisch, da die Erfassung für größere Gebiete nur mit hohem Aufwand und Kosten sowie geringer Rücklaufquote möglich ist.
- Für die einfache und verlässliche Fortschreibung von kommunalen Energiebilanzen ist daher die Unterstützung durch entsprechende Maßnahmen auf Landes- bzw. Bundesebene erforderlich. Durch entsprechende Änderung der gesetzlichen Vorschriften (zum Beispiel Umweltinformationsgesetz, Energiestatistikgesetz, Schornsteinfegerhandwerksgesetz bzw. Kkehrbuchverordnungen, Anlagenregisterverordnung usw.) sollte dafür gesorgt werden, dass für kommunale Energiebilanzen erforderliche Daten nach einheitlichen Definitionen mit aussagekräftiger Differenzierung nach Sektoren auf Ebene der Samt- bzw. Einheitsgemeinden oder sogar nach Postleitzahlbereichen kostenlos zur Verfügung

stehen²³. Dies wäre im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung ohne Verletzung der Datenschutzvorschriften mit geringem zusätzlichem Aufwand möglich, da die erforderlichen Daten ohnehin vorliegen und lediglich zentral zusammengeführt, kommunal aggregiert und automatisiert zur Verfügung gestellt werden müssten.

- Kommunen sollten im Zuge anstehender Konzessionsvertragsverhandlungen entsprechende Anforderungen zur kostenlosen regelmäßigen Bereitstellung entsprechender Bilanzierungsdaten definieren.
- Zum Monitoring der Masterplanumsetzung sollte die Bilanzierung in regelmäßigen Abständen (zum Beispiel alle fünf Jahre zumindest für die leitungsgebundenen Energien) fortgeschrieben werden. Um kurzfristige witterungs- oder konjunkturbedingte Schwankungen von längerfristigen Trends unterscheiden zu können und Plausibilitätskontrollen zu erleichtern, sollte dabei immer der komplette Zeitraum seit der letzten Bilanzierung abgefragt werden.

5. Räumlich differenzierte Potenzialanalyse

Ziel einer ressourcenschonenden und klimaverträglichen Energiestrategie muss es sein, den durch Effizienzmaßnahmen bereits weitgehend reduzierten Energiebedarf möglichst vollständig aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Dies wird als **Konsistenz** bezeichnet (siehe unten).

In der Potenzialanalyse geht es um die **Fragestellung**, wie stark der Energieverbrauch im Großraum Braunschweig reduziert werden kann („Effizienzpotenzial“) und in welchem Umfang erneuerbare Energien („Angebotspotenzial“) zu dessen Deckung regional zur Verfügung stehen. Der sinnvollerweise auszuschöpfende Anteil der jeweiligen Teilpotenziale ist dann unter Beachtung bestehender Umsetzungshemmnisse sowie weiterer Prämissen wie Akzeptanz in der Bevölkerung, Beanspruchung der natur-

²³ Bei der Novellierung des Energiestatistikgesetzes wurden Ansätze in diese Richtung aus der Entwurfsfassung leider wieder gestrichen. Die Verordnung über ein Register für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und Grubengas (AnlRegV) schreibt zwar die Erfassung aller Anlagen zur Stromerzeugung und -speicherung mit einer Vielzahl von Parametern vor, das öffentlich zugängliche Anlagenregister im Internet soll jedoch nur einen Teil der Informationen enthalten. Eine Regionalisierung ist – wie seit einigen Jahren auch bei den Internetdaten der Übertragungsnetzbetreiber – nur sehr grob möglich, da die Postleitzahlen nach der 3. Stelle abgeschnitten werden, weshalb selbst eine Auswertung auf kommunaler Ebene meist nicht möglich ist.

räumlichen Ressourcen usw. festzulegen. Die raumspezifische Potenzialanalyse bildet damit zusammen mit der Energiebilanz die Grundlage für die nachfolgende Szenarien- und Maßnahmen-Entwicklung, welche unter der Prämisse einer bestmöglichen Ausschöpfung naturräumlicher und technischer Ressourcen erfolgt.

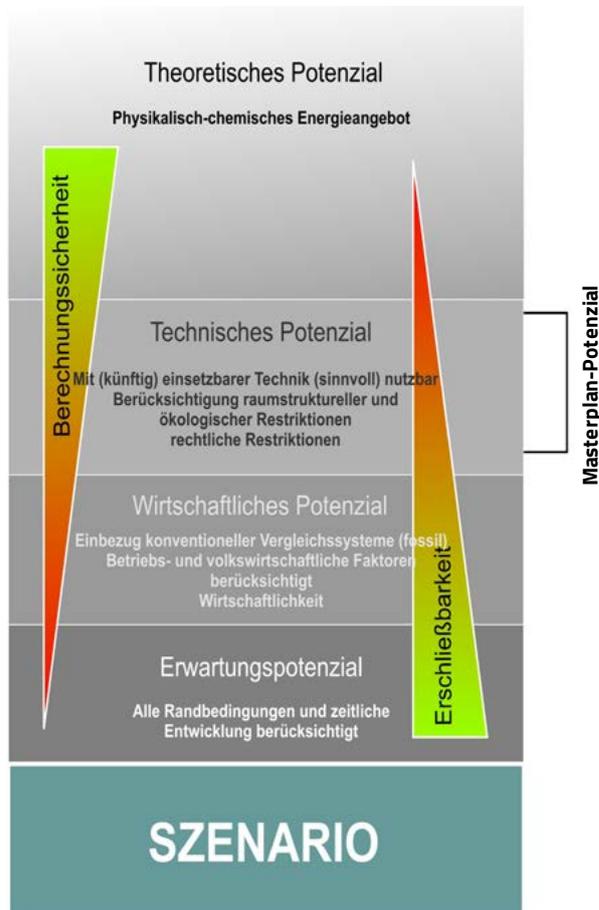


Abbildung 5.1: Verschiedene Potenzialbegriffe

Einleitend erscheint aufgrund der äußerst unterschiedlichen Verwendung und Deutungsmöglichkeiten des Potenzial-Begriffs in Medien, Wissenschaft und Alltagsgebrauch eine kurze Definition des im Masterplan verwendeten **Potenzialbegriffs** zweckmäßig. Der Begriff „Potenzial“ kann im Rahmen energetischer Betrachtungen ganz unterschiedliche (Teil-)Mengen adressieren. So lassen sich entsprechend der bei der Berechnung des jeweiligen „Potenzials“ verwendeten Rahmensetzungen sowie der jeweils verfolgten Zielsetzungen, vier deutlich voneinander abgrenzbare Potenzialbegriffe unterscheiden.

- 1. Theoretisches Potenzial:** Definiert durch physikalisch-chemische Grundlagen in Verbindung mit spezifischen Standortbedingungen. Hohe Berechnungssicherheit bei geringer Erschließbarkeit.
- 2. Technisches Potenzial:** Einbezug restriktiver Rahmenbedingungen wie verfügbare Technologien, entgegengesetzte Raumnutzungen und politisch-rechtliche Faktoren. Zunehmende Berechnungsunsicherheit bei gleichzeitig deutlich steigender Erschließbarkeit.
- 3. Wirtschaftliches Potenzial:** Einbezug insbesondere betriebswirtschaftlicher Faktoren und Zielsetzungen. Deutlich zunehmende Berechnungsunsicherheit bei gleichzeitig maßvoll zunehmender Erschließbarkeit.
- 4. Erwartungspotenzial:** Am stärksten eingeschränkt und mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Abhängig von globalen und nationalen politisch-legislativen sowie wirtschaftlichen Entwicklungen. Bildet den Übergang zur Prognose.

Der **Realitätsanspruch**, also der Versuch mit der Potenzialabschätzung eine Prognose des tatsächlich innerhalb eines Betrachtungsraumes auszuschöpfenden Potenzials zu erstellen, nimmt über die vorgenannten Potenzialbegriffe stetig zu (siehe Abbildung 5.1). Grund hierfür ist die zunehmende Berücksichtigung rahmengebender Einflussfaktoren, deren tatsächliche Entwicklung mit zunehmendem Betrachtungshorizont (zeitliche Reichweite) der Potenzialermittlung naturgemäß zunehmend schwer absehbar ist und mit exponentiell zunehmenden Unsicherheiten behaftet ist. Vor dem Hintergrund des ambitionierten Zeithorizonts des Masterplans, dessen Szenarien auf das Jahr 2050 zielen, kann und soll die zu erarbeitende Potenzialanalyse jedoch keine Prognose darstellen. Auch der Einbezug betriebswirtschaftlicher Fragestellungen ist angesichts sowohl der Zielsetzungen des Masterplans (vgl. Kapitel 1.2) als auch des Betrachtungszeitraumes und (räumlichen) -maßstabs weder zweckmäßig noch erforderlich. Im Rahmen des Masterplans wird daher ein (erweitertes) **technisches Angebots- und Nachfrage- bzw. Einsparpotenzial** für den zeitlichen Zielhorizont 2050 ermittelt. Dieses bezieht (absehbar) vorhandene räumliche und politische Restriktionen wie auch technologische Entwicklungen und überregionale sozio-ökonomische Trends mit ein.

Aus dem mehr als 30 Jahre in die Zukunft gerichteten Zeitpunkt der Szenarien-Entwicklung - und damit auch der zugrundeliegenden Potenzialabschätzung - resultiert eine erhebliche Unsicherheit in Bezug auf die bis zu diesem Zeitpunkt tatsächlich verfügbaren bzw. nutzbaren Potenziale. Dies liegt vor allem an der unbekanntenen Entwicklung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie der verfügbaren Technologien. Um diesen Unsicherheiten Rechnung zu tragen werden die im Zuge der Potenzialschätzung angenommenen Rahmenbedingungen grundsätzlich relativ konservativ zum Beispiel auf Grundlage bereits heute verfügbarer Technologien gewählt. Es wird an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen, dass die Potenzialanalyse **keine Prognose** der zukünftigen Entwicklung darstellt. Sie zielt, wie bereits erwähnt, vielmehr darauf ab, das Grundgerüst einer aus Sicht der Gutachter konsistenten und grundsätzlich realistischen sowie gleichermaßen nachhaltigen Entwicklung zu erarbeiten und das unter verschiedenen Bedingungen und Grundannahmen in der Region Mögliche aufzuzeigen. Wie weit die ermittelten Potenziale auf der Nachfrage- und Angebotsseite zur Zielerreichung einer 95%igen Treibhausgasminderung tatsächlich ausgeschöpft werden müssen, ist hingegen nicht Gegenstand der Potenzialanalyse, sondern wird im Rahmen der Szenarien-Ermittlung (vgl. Kapitel 6) untersucht.

Nicht zuletzt wird im Rahmen der Potenzialanalyse der Blick auf eine gesamtheitliche und erfolgreiche **Nachhaltigkeitsstrategie** gelenkt. Eine derartige Strategie stützt sich im Wesentlichen auf die drei Säulen Konsistenz, Effizienz und Suffizienz (Abbildung 5.2). Im Kontext von Klimaschutzstrategien umfasst dabei der Begriff der Effizienz Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfs, während Konsistenz auf geschlossenen Stoffkreisläufen und dem Einsatz erneuerbarer Ressourcen, zum Beispiel durch den Einsatz erneuerbarer Energien basiert und Suffizienzmaßnahmen vor allem auf Verhaltensänderungen setzen. Welche Beiträge die drei Aspekte im Großraum Braunschweig leisten können, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Suffizienz
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sozialer, beim Handeln ansetzender Ansatz, Änderungen vorherrschender Konsummuster ▪ Beachtung von limitierenden Faktoren bei der Nutzung von Energie und Ressourcen sowie Freisetzung von Stoffen in die Umwelt ▪ Hinterfragung des Bedarfes
Effizienz
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringerer Einsatz von Energie oder Ressourcen zur Erbringung der gleichen Dienstleistung oder Abdeckung des gleichen Bedürfnisses ▪ Wie können wir die zur Befriedigung unserer Bedarfe notwendigen Energien / Ressourcen möglichst effizient nutzen?
Konsistenz
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz umweltfreundlicher Technologien z.B. Kreislaufwirtschaft ohne Emissionen oder nachhaltig erzeugte erneuerbare Energien ▪ Wie kann der noch notwendige Energiebedarf möglichst aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden?

[ifeu 2016]

Abbildung 5.2: Suffizienz, Effizienz, und Konsistenz – drei Strategien für Nachhaltigkeit

5.1 Methodik Potenzialanalyse

Die **Potenzialanalyse** für den Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig erfolgt in enger Anlehnung an die bereits vorliegende umfassende Potenzialanalyse des Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzepts – RENKCO₂ [ZGB 2013]. Nach diesem Ansatz erfolgt eine enge Verknüpfung raumspezifischer Sachverhalte mit den jeweils verfügbaren Technologien.

Auf ein einwohner- oder flächenbezogenes Umrechnen bundes- oder landesweiter Durchschnittswerte wird indes nach Möglichkeit verzichtet. So liegen beispielsweise der Analyse von PV-Dachflächenpotenzialen die umfangreichen Daten aus der Laserscan-Befliegung zugrunde und wurden im Hinblick auf realistische Flächenpotenziale der Windenergienutzung anhand in der (niedersächsischen) Planungspraxis üblicher Annahmen (unter anderem in Anlehnung an „Arbeitshilfe Regionalplanung und Windenergie“ des Niedersächsischen Landkreistags [NLT 2013]) zu Mindestabständen zu Siedlungen und Naturschutzbelangen ermittelt.

Somit kann für die ermittelten Potenziale trotz naturgemäß bestehender Unsicherheiten von einer überdurchschnittlichen Detailschärfe im Hinblick auf räumliche Verortung und tatsächliche Verfüg- bzw. Nutzbarkeit ausgegangen werden.

Bezüglich der detaillierten Beschreibung zur Anwendung gebrachter **Methoden** wird daher an dieser Stelle auf die entsprechenden Kapitel 4.1 bis 4.4 in RENKCO₂ verwiesen. Die vorliegende Potenzialanalyse im Zuge des Masterplans beinhaltet einerseits eine Fortschreibung und Aktualisierung der bestehenden Potenziale aus RENKCO₂ auf Basis aktualisierter Landnutzungsdaten und weiterer Rahmenbedingungen sowie unter Einbezug aktueller technologischer Weiterentwicklungen.

Andererseits erfolgt in Teilbereichen auch eine erhebliche Vertiefung und Konkretisierung der Potenziale aus RENKCO₂ unter Verwendung inzwischen vorliegender, hochauflösender Grundlagendaten und/oder detaillierterer Betrachtungsmaßstäbe. Dies betrifft insbesondere das Solarpotenzial (auf Dachflächen), für dessen Ermittlung für nahezu den gesamten Großraum ein Laserscan zur Verfügung steht, sowie die Potenziale der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmepumpen) und der potenziell für Wärmenetze geeigneten Gebiete.

Die zur Abschätzung der Potenziale erforderlichen Rahmenseetzungen berücksichtigen vorhandene Erkenntnisse aus bestehenden Energiekonzepten, Aussagen der einschlägigen Fachliteratur sowie aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung und technische Entwicklungen. Darüber hinaus wurden die grundlegenden einzubeziehenden Fragestellungen im Zuge des breit angelegten Beteiligungsprozesses und insbesondere im Rahmen des Fachbeirats von RENKCO₂ mit Fachleuten und Experten aus Forschung und Wissenschaft diskutiert.

Die Potenziale werden grundsätzlich für alle 40 Samt- und Einheitsgemeinden des Verbandsgebiets sowie die drei kreisfreien Städte Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg abgeschätzt. In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt der Übersicht halber eine auf Landkreisebene sowie das Gesamtgebiet aggregierte Ergebnisdarstellung. Die gemeindespezifischen Potenziale können teilweise den Datenblättern entnommen werden.

5.2 Effizienzpotenziale

Nach den Zielen des Masterplans soll der Endenergieverbrauch bis 2050 mindestens halbiert werden, wobei diese Quote nach Möglichkeit in allen Verbrauchssektoren erreicht werden soll. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten zur Energieeinsparung getrennt nach den **Sektoren** private Haushalte, Gewerbe und Großverbraucher sowie Verkehr untersucht.

Für jeden Verbrauchssektor werden die unterschiedlichen Effizienzpotenziale in den **Anwendungsbereichen** Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme, Klima- und sonstige Kälteanwendungen, mechanische Energie, Informations- und Kommunikationstechniken (IuK) sowie Beleuchtung berücksichtigt.

Das Potenzial zur Reduzierung der Nachfrage nach Strom, Brenn- und Treibstoffen bzw. Nutzwärme setzt sich grundsätzlich aus einer Kombination aus Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen zusammen:

- Beim Einsatz moderner Effizienztechniken (zum Beispiel Wärmedämmung, Hocheffizienzmotoren, LED-Beleuchtung) wird der Energieeinsatz durch technische Maßnahmen verringert, die mit mehr oder weniger hohen Investitionen verbunden sind. Vielfach handelt es sich dabei um Querschnittstechnologien, die branchenübergreifend zum Einsatz kommen (Beleuchtung, Kälte, Heizung, IuK-Techniken usw.), teilweise aber auch um branchenspezifische Prozesse, deren Reduktionspotenziale ohne aufwändigere Detailbetrachtungen nur grob zu quantifizieren sind.
- Teilweise sind auch größere Energieeinsparungen ohne nennenswerte Investitionen durch Änderung im Nutzerverhalten zu erreichen. Solche Maßnahmen, wie zum Beispiel die Reduzierung der Raumtemperatur, der Verzicht auf den Pkw für kurze Strecken oder die Optimierung von Regelungseinstellungen bzw. Prozessabläufen, werden unter dem Begriff Suffizienz zusammengefasst.

Da sich beide Effekte quantitativ nicht immer genau voneinander abgrenzen lassen, werden sie in den Potenzialen zur Energieeinsparung summarisch ermittelt. Dabei wird jedoch die häufig schwieriger abzuschätzende Suffizienz-Wirkung so gut wie möglich quantifiziert und getrennt ausgewiesen. Eine detaillierte Betrachtung der Thematik erfolgt in Kapitel 5.4.

Methodik

Um die Effizienzpotenziale unabhängig von der zur Deckung der Nachfrage eingesetzten Energieform ermitteln zu können, beziehen sich die genannten Einsparquoten auf den Energiebedarf an der Schnittstelle zwischen der eingesetzten Technologie (zum Beispiel Fahrzeugmotor bzw. Gebäudeheizung) und dem Nutzer. Alle dahinter auftretenden Verluste (zum Beispiel zur Überwindung der Rollreibung bzw. des Luftwiderstands beim Fahrzeug oder die Speicher- und Verteilverluste bei der Gebäudeheizung) sind in der Potenzialanalyse berücksichtigt. Die Effekte, die erst durch einen **Energieträger- bzw. Systemwechsel** erzielt werden, werden dagegen erst im Zuge der Szenarien-Erstellung berücksichtigt. Dies betrifft vor allem den Wechsel vom Verbrennungsmotor zur Elektromobilität und den Einsatz von Elektro-Wärmepumpen. Auch die bei der Verteilung und Speicherung von Strom und Fernwärme auftretenden Verluste werden erst im Zuge der Szenarien ermittelt und berücksichtigt (vgl. Kapitel 6).

Anders als bei den erneuerbaren Angebotspotenzialen ist eine spezifisch auf den Großraum Braunschweig und seine Strukturen abgestimmte Potenzialermittlung auf der Nachfrageseite mit vertretbarem Aufwand kaum möglich, da sie vor allem im gewerblichen Bereich sehr kleinräumige Detailuntersuchungen erfordern würde. Die Potenziale wurden daher getrennt für die Verbrauchssektoren und Einsatzzwecke im Wesentlichen in Anlehnung an bundesweite Untersuchungen für alle Kommunen einheitlich abgeschätzt. Lediglich im Bereich der privaten Haushalte ist auf Basis der Zensus-Ergebnisse eine gemeindescharf differenzierte Ausweisung der Effizienzpotenziale möglich.

Bei der Energienachfrage ist die realistische **Umsetzungsgeschwindigkeit** bedeutsamer als auf der Angebotsseite. Während zum Beispiel Windparks bei entsprechenden Planungsvoraussetzungen durch relativ wenige Akteure zügig erschlossen werden können, ist dieser Prozess zum Beispiel bei der Wärmedämmung von Gebäuden schwieriger, da einerseits wesentlich mehr einzelne Hausbesitzer investieren müssen und die wirtschaftliche Umsetzung von Maßnahmen außerdem an den ohnehin fälligen Sanierungszyklus gekoppelt ist. Eine suboptimal durchgeführte Dämmung legt diesen Zustand dann für die nächsten 25-30 Jahre oder länger fest.

Neben dem Einsatz und der weiteren Entwicklung vorhandener Effizienztechniken ist daher für die Ausschöpfung der Potenziale in besonderem Maße auch die Überwindung bestehender Umsetzungshemmnisse von Bedeutung. Dies betrifft vor allem Informationsdefizite, unterstützende

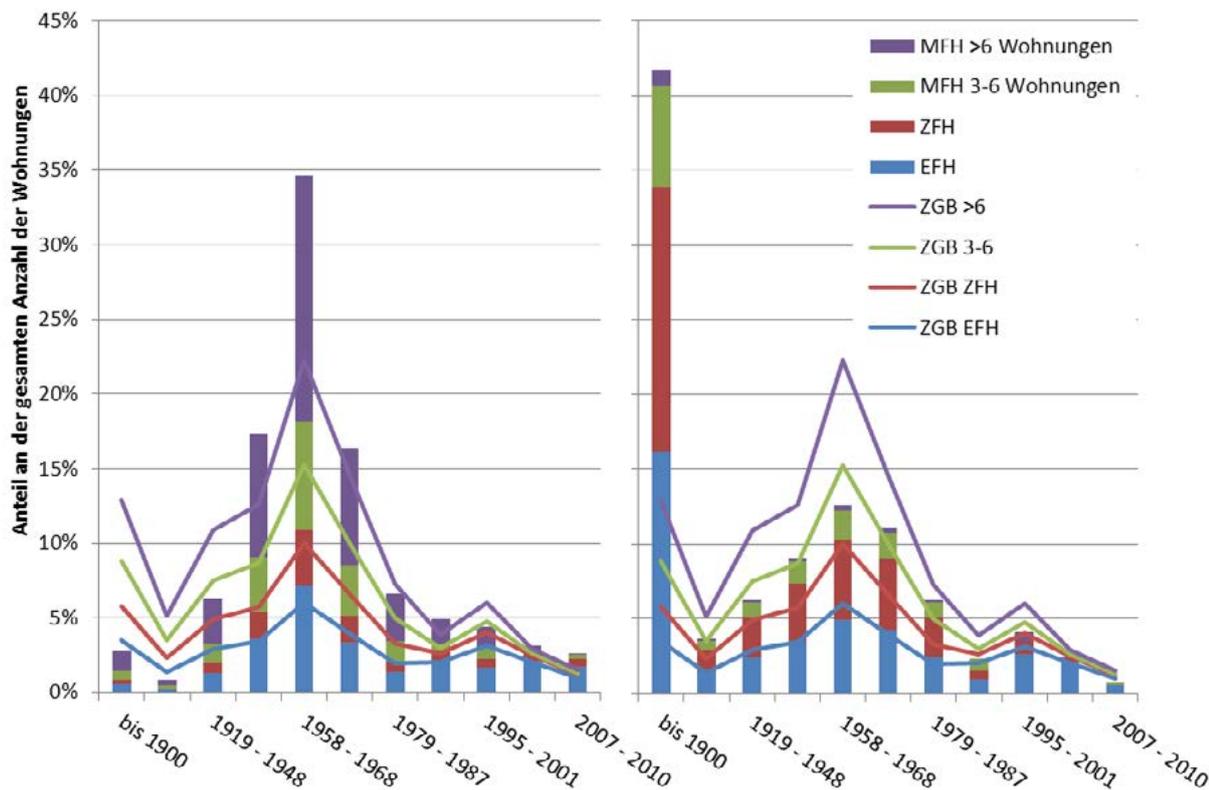


Abbildung 5.3: Exemplarische Verteilung der Baualtersklassen für Wolfsburg (links) und Lutter am Barenberge (rechts) im Vergleich mit dem Durchschnitt (Linien) des Großraums Braunschweig

finanzielle oder steuerliche Anreize²⁴ und ggf. auch die Verschärfung der gesetzlichen Vorschriften. In Deutschland gibt dazu zum Beispiel die Energieeinsparverordnung (EnEV), auf EU-Ebene die Energieeffizienzrichtlinie und die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG den Rahmen vor.

5.2.1 Private Haushalte

Der **Wärmebedarf** im Wohnungssektor sowie die Potenziale zu seiner Reduzierung wurden mit Hilfe einer Gebäudetypologie ermittelt. Die Aussagekraft der Ergebnisse konnte dabei gegenüber dem RE_{nk}CO₂ verbessert werden, da mit den Ergebnissen der Gebäude- und Wohnungszählung im Rahmen des Zensus 2011 eine nicht nur aktuellere, sondern auch differenziertere Datengrundlage zur Verfügung steht²⁵

24 Viele Maßnahmen amortisieren sich bereits heute über die Lebensdauer, werden aber trotzdem nicht durchgeführt. Dies kann verschiedene Ursachen haben: Unkenntnis, Anforderung nach sehr kurzen Amortisationsfristen, mangelnde Liquidität, mangelnde zeitliche oder personelle Kapazitäten zur Umsetzung usw. Zur Überwindung der Hemmnisse sind daher je nach Fall unterschiedliche Strategien erforderlich bzw. müssen kombiniert werden.

25 Die nach 2011 errichteten Neubauten wurden aus der amtlichen Wohnungsstatistik ergänzt. Die Datenbasis unterscheidet sich ggü. der in RE_{nk}CO₂ verwendeten Gebäude-/Wohnungszählung 1989 dadurch, dass mit den Zensusergebnissen 2011 eine gleichzeitige Auswertung nach Gebäudegrößen und Baualtersklassen möglich war, während die

Anders als für die übrigen Sektoren stehen damit für den Wohngebäudebestand regionsbezogene Daten zur Verfügung, die unter Nutzung einer **Gebäudetypologie** eine räumlich differenzierte Betrachtung erlauben. Mit Hilfe einer gemeindescharfen Sonderauswertung der Zensus-Ergebnisse durch das Landesamt für Statistik Niedersachsen [LSN 2017] wurde der Bestand der Wohngebäude und der zugehörigen Wohnungen und Wohnflächen auf kommunaler Ebene ausgewertet.

Dabei wurde zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern (EFH, ZFH) sowie kleinen und größeren Mehrfamilienhäusern (MFH 3 bis 6 und mehr als 6 Wohnungen) unterschieden. In Verbindung mit der Gebäudetypologie für Deutschland²⁶ konnten so der energetische Zustand und die damit zusammenhängenden energetischen Sanierungsmöglichkeiten für insgesamt elf Baualtersklassen mit jeweils typischen konstruktiven Unterschieden eingestuft werden.

1989er Statistik jeweils nur für eines der beiden Kriterien verfügbar war und die Kombination durch ein statistisches Ausgleichsverfahren geschätzt werden musste.

26 Die in RE_{nk}CO₂ verwendete deutschlandweite Gebäudetypologie wurde 2015 im Rahmen eines europäischen Verbundprojekts [TABULA 2015] weiterentwickelt.

Wie die Beispiele in Abbildung 5.3 zeigen, unterscheiden sich sowohl die Verhältnisse zwischen **Ein- und Mehrfamilienhäusern** als auch bezüglich des Baualters je nach Kommune teilweise erheblich, was auch deutliche Unterschiede im spezifischen Heizenergieverbrauch und den Einsparpotenzialen bewirkt. Detaillierte Daten zum Gebäudebestand in den einzelnen Kommunen sind in Band 4 „Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien“ enthalten.

In der Gebäudetypologie wird der typische energetische Standard der einzelnen Modellgebäude sowohl für den historischen als auch für den sanierten Zustand nach Durchführung „konventioneller“ bzw. „zukunftsweisender“ Maßnahmen beschrieben.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen sind im Rahmen des EU-Projekts TABULA im Internet veröffentlicht [IWU 2013]. Der durchschnittliche Umfang durchgeführter **Sanierungsmaßnahmen** wurde nach IWU/BEI [2010] abgeschätzt. Daraus wurde der mittlere Ist-Zustand für die einzelnen Modellgebäude errechnet und mit dem regionsweisen Bilanzergebnis abgeglichen. Darauf aufbauend wurde das relative Einsparpotenzial für den konventionellen und den zukunftsweisenden Standard ermittelt und der jeweiligen lokalen Gebäudestatistik für die Kommunen im Großraum Braunschweig zugeordnet.

Zusätzlich zu den auf die Heizanlage bezogenen Einsparpotenzialen aus der Gebäudetypologie wurde der Einsatz von Wasserspararmaturen berücksichtigt [ifeu 2015], wodurch der Wasserverbrauch und damit auch der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung um bis zu 42 % reduziert werden kann.

Damit ergibt sich das in Abbildung 5.4 dargestellte Einsparpotenzial für den gesamten Wärmeverbrauch im Wohngebäudebestand von 68 %. Es bezieht sich auf heutige Rahmenbedingungen (Bevölkerung, Wohnungsbestand) ohne Suffizienzmaßnahmen.

Analoge Ergebnisse der relativen Effizienzpotenziale wurden für jede Kommune berechnet (siehe Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien).

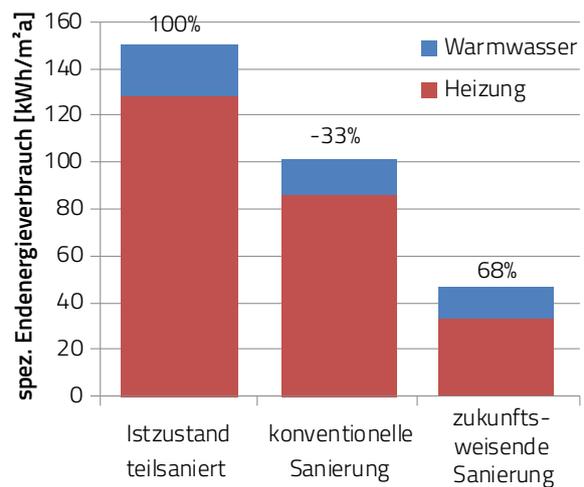


Abbildung 5.4: Einsparpotenziale im Wohngebäudebestand

Dabei ist noch kein Systemwechsel zu einem anderen Heizsystem (Elektro-Direktheizung oder elektrische Wärmepumpe) berücksichtigt, sondern es wird auf den Energiebedarf des jeweiligen Heizsystems Bezug genommen²⁷.

Der **Neubaubedarf** wird in Kapitel 6 durch die erforderliche Veränderung des Wohnflächenangebots für die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in den Szenarien abgebildet. Für den Großraum Braunschweig ist bis 2035 mit einem Neubaubedarf von rund 47.600 Wohnungen zu rechnen [NBank o. J.]. Bezogen auf den Bestand von 2015 entspricht dies einer Steigerung der Anzahl der Wohnungen um 8 %. Bis 2050 ist mit keinem weiteren relevanten Neubaubedarf zu rechnen, da in allen Regionskommunen nach 2030 von einer rückläufigen Bevölkerung ausgegangen wird [CIMA 2017].

Der spezifische Heizwärmebedarf „zukunftsweisend“ sanierter Wohngebäude unterscheidet sich im Mittel über den Gebäudebestand kaum von Einfamilienhaus-Neubauten im Passivhausstandard bzw. Mehrfamilienhäusern nach dem heutigen KfW-55-Standard [TABULA 2015]. Es bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen energetischen Sanierungsrate und -tiefe.

²⁷ Dies entspricht für den Ist-Zustand dem gewichteten Mittelwert der eingesetzten Energieträger gemäß der Bilanz. Der Sanierungszustand geht vom Nutzwärmebedarf aus, um für die Szenarien technologie-offen zu sein. Beide Werte sind einschließlich der nachfolgenden Speicher- und Verteilungsverluste.

Tabelle 5.1: Effizienzpotenziale der privaten Haushalte

	Raum- wärme	Warm- wasser	sonst. Prozesswärme ¹⁾	Kälte ²⁾	mechani- sche Energie ³⁾	IKT ⁴⁾	Beleuch- tung
Wärme/Brennstoffe	74%	37%	58%	-	-	-	-
Strom		42%	58%	72%	46%	18%	80%
			43%				

1) Kochen und anteilige Heizenergie für Spül- und Waschmaschinen sowie Wäschetrockner, 2) Kühl- und Gefriergeräte, ohne Klimakälte, 3) Umwälzpumpen (Heizung, Warmwasserzirkulation, aber auch in Wasch- und Spülmaschinen), Elektromotoren z. B. in Staubsaugern, 4) Informations- und Kommunikations-Technologien (einschließlich TV/Audio)

Auch die künftigen Neubaustandards²⁸ sowie das Ausmaß, um das die gesetzlichen Anforderungen freiwillig unterschritten werden, sind heute noch nicht absehbar. Angesichts der geringen Unterschiede zwischen Neubau und ambitionierter energetischer Sanierung erscheint daher eine explizite Unterscheidung bei den Einsparpotenzialen verzichtbar. Im Rahmen der Szenarien wird daher die Änderung der Wohnflächen mit einem für Sanierung und Neubau einheitlichen energetischen Standard berücksichtigt. Die mögliche Energieeinsparung wird dabei eher leicht unterschätzt.

Die Ermittlung der **Stromsparpotenziale** basiert auf einer detaillierten Untersuchung der Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt [ifeu 2015]. Die darin untersuchten Gerätegruppen wurden der in Kapitel 4.2.1 dokumentierten Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungsarten zugeordnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 5.1 dargestellt, wobei zunächst nur technische Einsparmaßnahmen berücksichtigt wurden. Zusätzlich mögliche Suffizienzmaßnahmen werden in Kapitel 5.4.2 behandelt.

Die Rahmenbedingungen (Bevölkerung, Zahl der Haushalte usw.) sind gegenüber 2015 unverändert. In Abbildung 5.5 sind die **Sparpotenziale der privaten Haushalte** nach Anwendungsarten zusammengefasst. Auf der X-Achse lässt sich der Anteil am Energieverbrauch 2015 ablesen, sodass der Inhalt der einzelnen Flächen dem jeweiligen absoluten Einsparpotenzial entspricht. Die Raumwärme

stellt also das mit Abstand wichtigste Handlungsfeld dar, da einerseits der Anteil am Energieverbrauch der Haushalte mit 71 % am größten ist und andererseits ein mit 74 % sehr hohes relatives Einsparpotenzial besteht. Daraus resultiert der mit Abstand größte Anteil am Effizienzpotenzial der privaten Haushalte von 82 %. Das relative Sparpotenzial bei der Beleuchtung ist zwar mit 80 % größer als bei der Raumwärme, der Beitrag zur Gesamteinsparung ist jedoch wegen des geringen Anteils am Verbrauch mit 2 % erheblich geringer (vgl. Kapitel 4.2.1).

Für die Umsetzbarkeit der **Effizienzmaßnahmen** spielen die erforderlichen Investitionen sowie die Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle. Hier stellen die hohen Kosten sowie die teilweise langen Amortisationszeiten von Wärmedämm-Maßnahmen ein großes Hemmnis dar, während zum Beispiel der Austausch einer Glühlampe gegen eine LED-Lampe wenig kostet und sich meist schon im ersten Jahr rentiert. Hinsichtlich der kurzfristigen Erfolgsaussichten auf große Energieeinsparungen ist vermutlich der Einsatz von Wasserspararmaturen, die den überwiegenden Anteil am Warmwasser-Effizienzpotenzial ausmachen, die interessanteste Maßnahme.

28 Die EU-Gebäuderichtlinie [EPBD 2010] fordert bis Ende 2020 für alle Neubauten einen fast bei Null liegenden oder sehr geringen Energiebedarf („Niedrigstenergiegebäude“). Der Referentenentwurf zum deutschen Gebäude-Energie-Gesetz (GEG 2018) definiert diesen Standard nicht präzise. Nach Auskunft der KfW ist jedoch davon auszugehen, dass insbesondere beim baulichen Wärmeschutz geringere Anforderungen einzuhalten sind als nach dem aktuellen Standard „KfW-Effizienzhaus 55“ [EnEV-online 2017].

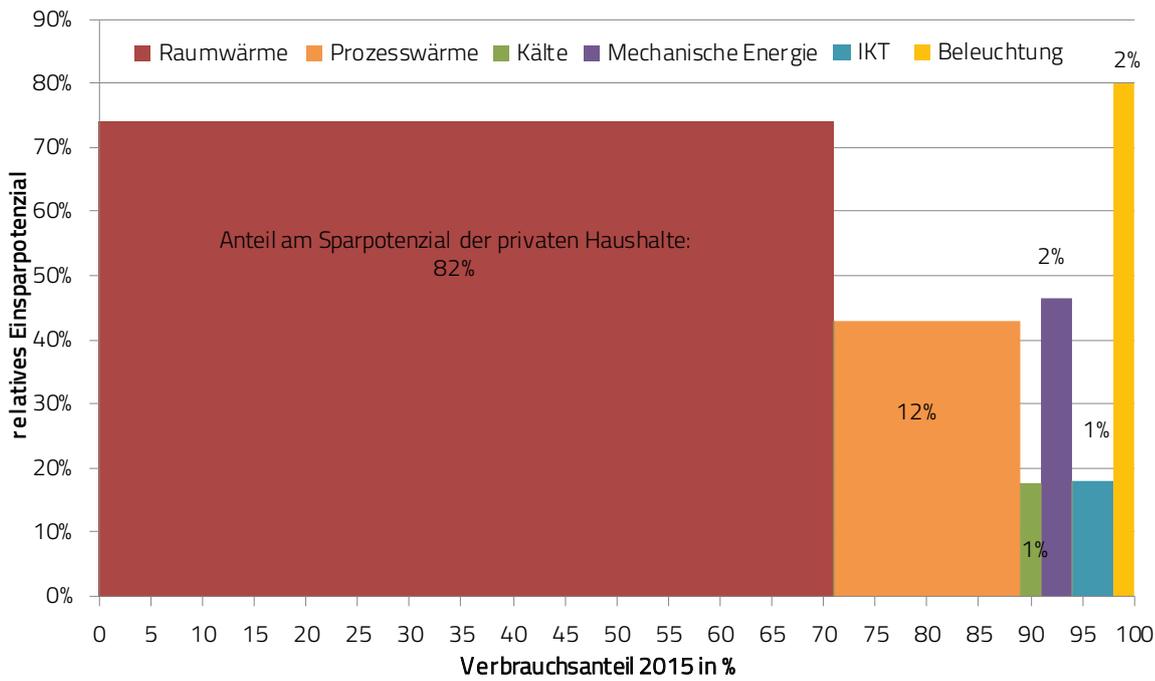


Abbildung 5.5: Einsparpotenziale der privaten Haushalte nach Anwendungsarten

(Prozesswärme = Warmwasser + Spül-/Waschmaschine + Trockner + Kochen, Kälte einschließlich wachsendem Bedarf an Klimakälte, IKT = Informations- und Kommunikations-Technologien (einschließlich TV/Audio))

Hinweis: Die senkrechte Achse zeigt das relative Sparpotenzial für die jeweilige Anwendungsart (z. B. 74 % des Energieverbrauchs für Raumwärme können eingespart werden), die horizontale Achse den Anteil der jeweiligen Anwendung am gesamten Energieverbrauch des Sektors (71 % des Energieverbrauchs der Haushalte entfallen auf Raumwärme). Daraus ergibt sich der Anteil der Anwendung am Sparpotenzial des Sektors, der in den Kästen angegeben ist (Die Effizienzmaßnahmen im Raumwärmebereich tragen 82% zum gesamten Sparpotenzial der privaten Haushalte bei).

Die Abbildung 5.6 zeigt die Effizienzpotenziale der **Haushalte** abschließend nach den Hauptanwendungsarten. Insgesamt kann der Energieverbrauch bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen und vollständiger Ausschöpfung demnach um 64% reduziert werden, wobei Suffizienzmaßnahmen noch nicht berücksichtigt sind. Es ist jedoch zu beachten, dass bis 2050 ein großer Anteil der Wärmeeanwendungen durch Strom, insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen bereitgestellt werden wird (vgl. Szenarien in Kapitel 6).

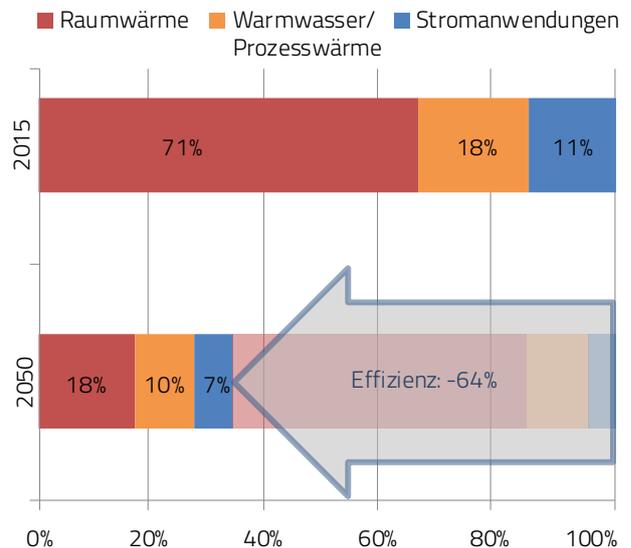


Abbildung 5.6: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs der privaten Haushalte in 2050 im Vergleich zu 2015

Tabelle 5.2: Effizienzpotenziale in Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

	Raumwärme	Warmwasser	Sonstige Prozesswärme	Klimakälte	sonst. Prozesskälte	Mechanische Energie	IKT ¹⁾	Beleuchtung
Handel/Dienstleistung ²⁾	65%	28%	28%	-332% ³⁾	66%	64%	61%	75%
Produzierendes Gewerbe ²⁾	65%	57%	57%	-332% ³⁾	66%	51%	74%	76%

1) Informations- und Kommunikations-Technologien (einschließlich TV/Audio), 2) Die zugrundeliegende Statistik ordnet die Anwendungen den vorherrschenden Verhältnissen in Betrieben mit und ohne (energieintensiver) Güterproduktion zu. Die Bilanz lässt eine entsprechende Aufteilung nur angenähert zu, da dort nur anhand der Lastprofile hinsichtlich der Energieintensität unterschieden werden kann – jedoch ohne Kenntnis, ob es sich um produzierende oder Dienstleistungsbetriebe handelt (vgl. Kapitel 4.1). Die Zuordnung von Handel/Dienstleistung zum „Gewerbe“ und des produzierenden Gewerbes zu den „Großverbrauchern“ in der Bilanz stellt daher nur eine Annäherung dar., 3) Deutlicher Mehrverbrauch, da wegen steigender Komfortansprüche, aber auch wegen steigender Temperaturen aufgrund des Klimawandels, von einem stark steigenden Klimatisierungsbedarf ausgegangen wird.

5.2.2 Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und produzierendes Gewerbe/Industrie

Im Rahmen von RENKCO2 wurden zur Ermittlung des **Einsparpotenzials bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie** die wichtigsten aktuellen Studien und Szenarien ausgewertet²⁹. Für den Masterplan wurden auch neuere Untersuchungen in die Analyse einbezogen³⁰. Die Anforderungen des Masterplans einer 95%igen Treibhausgasminderung und vor allem einer mindestens 50%igen Energieeinsparung werden darin nur teilweise ([BMUB 2015], [Nitsch 2017], [Greenpeace 2015]) erreicht und sind in den einzelnen Sektoren oft sehr unterschiedlich. Insgesamt fällt auf, dass insbesondere das Effizienzpotenzial beim Stromverbrauch skeptischer eingeschätzt wird als in den älteren Studien³¹. Keine der neueren Studien erlaubt eine Differenzierung nach Anwendungsarten, wie dies nach dem Handbuch methodischer Grundfragen zur Erstellung des Masterplans [Solar-Institut 2016] vorgesehen ist.

Analog zu RENKCO2 werden daher die gut dokumentierten Effizienzpotenziale aus WWF [2009] zugrunde gelegt³².

29 [Matthes 2009], [Greenpeace 2007], [WWF 2009], [McKinsey 2007], [VDE 2008], [DLR/IWES/IfNE 2012], [FVEE 2010], [Brockmann/Siepe 2009]

30 [UBA 2014a], [UBA 2014b], [BMUB 2015], [Greenpeace 2015], [Nitsch 2017], [BMWE 2017]

31 Allerdings sind die Teilergebnisse und Rahmenbedingungen nicht immer ausführlich dokumentiert, sodass sich weder die spezifische Einsparpotenziale (bei unveränderten Rahmenbedingungen) noch die Auswirkungen der Elektrifizierung im Wärme- und Mobilitätsbereich im Detail nachvollziehen lassen.

32 Die abgeleiteten relativen Einsparpotenziale wurden gemäß der zwischenzeitlich eingetretenen Veränderungen beim Energieverbrauch

Die Ergebnisse sind nach Anwendungsarten in Tabelle 5.2 dokumentiert. Die Angaben beziehen sich auf unveränderte Rahmenbedingungen (Beschäftigte, Produktion usw.). Suffizienzeffekte sind noch nicht berücksichtigt³³.

Bei **Dienstleistungen** herrschen Querschnittstechnologien wie Beleuchtung, Lüftung oder EDV vor, die sich in den einzelnen Betrieben nur wenig unterscheiden. Die Einsparstrategien sind daher, von Ausnahmen abgesehen, betriebsübergreifend dieselben.

Im produzierenden Gewerbe haben dagegen Produktionsprozesse einen höheren Anteil, bei denen hinsichtlich der Einsparpotenziale und der Umsetzungsstrategien große branchen- bzw. betriebsspezifische Unterschiede relevant sein können. Regionale Besonderheiten bezüglich der Branchenverteilung im Großraum Braunschweig konnten jedoch wegen des hohen Aufwands nicht berücksichtigt.

in Deutschland von 2005 auf das Basisjahr der Bilanz des Masterplans 2015 neu skaliert.

33 In [WWF 2009] sind explizit keine Suffizienzmaßnahmen erwähnt, es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sie teilweise implizit mit eingeflossen sind.

werden. Vertiefende Detailanalysen für typische Modellregionen müssen einer ggf. durchzuführenden Untersuchung im Rahmen eines Folgeprojekts bzw. auf dem Masterplan aufbauenden kommunalen Umsetzungskonzepten vorbehalten bleiben.

Im Durchschnitt bestehen die größten relativen **Einsparpotenziale** mit rund 75 % im Bereich der Beleuchtung, gefolgt von Informations- und Kommunikations-Technologien. Wegen des unterschiedlichen Anteils der Anwendungen am derzeitigen Energieverbrauch können die daraus resultierenden absoluten Einsparpotenziale jedoch deutlich abweichen. In den meisten Bereichen unterscheiden sich Betriebe aus dem produzierenden Gewerbe/Industrie nicht von Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, lediglich bei Prozesswärme und mechanischer Energie gibt es größere Unterschiede. Beim Einsatz von Klimaanlage ist wegen steigender Komfortansprüche bzw. entsprechender Regelungen in den Arbeitsstättenrichtlinien, aber auch wegen steigender Temperaturen aufgrund des Klimawandels, von einem stark steigenden Klimatisierungsbedarf auszugehen.

In Abbildung 5.7 sind die **Sparpotenziale bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen** nach Anwendungsarten zusammengefasst. Auf der X-Achse lässt sich der Anteil am Energieverbrauch 2015 ablesen, sodass die Größe der einzelnen Flächen dem jeweiligen Anteil am Einsparpotenzial des jeweiligen Sektors entspricht. Bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen stellt also die Raumwärme das mit Abstand wichtigste Handlungsfeld dar, da einerseits der Anteil am Energieverbrauch am größten ist und andererseits ein mit 65 % sehr hohes relatives Einsparpotenzial besteht, sodass sich ein Anteil von 72 % am Effizienzpotenzial ergibt. Bei der Industrie (siehe Abbildung 5.8) ist der Raumwärmeanteil am Effizienzpotenzial mit nur 8 % trotz desselben relativen Sparpotenzials erheblich geringer, da der Anteil am Gesamtverbrauch mit 7 % nur gering ist (vgl. Kapitel 4.2.1). Hier stellt der Prozesswärmebedarf das bedeutendste Handlungsfeld dar.

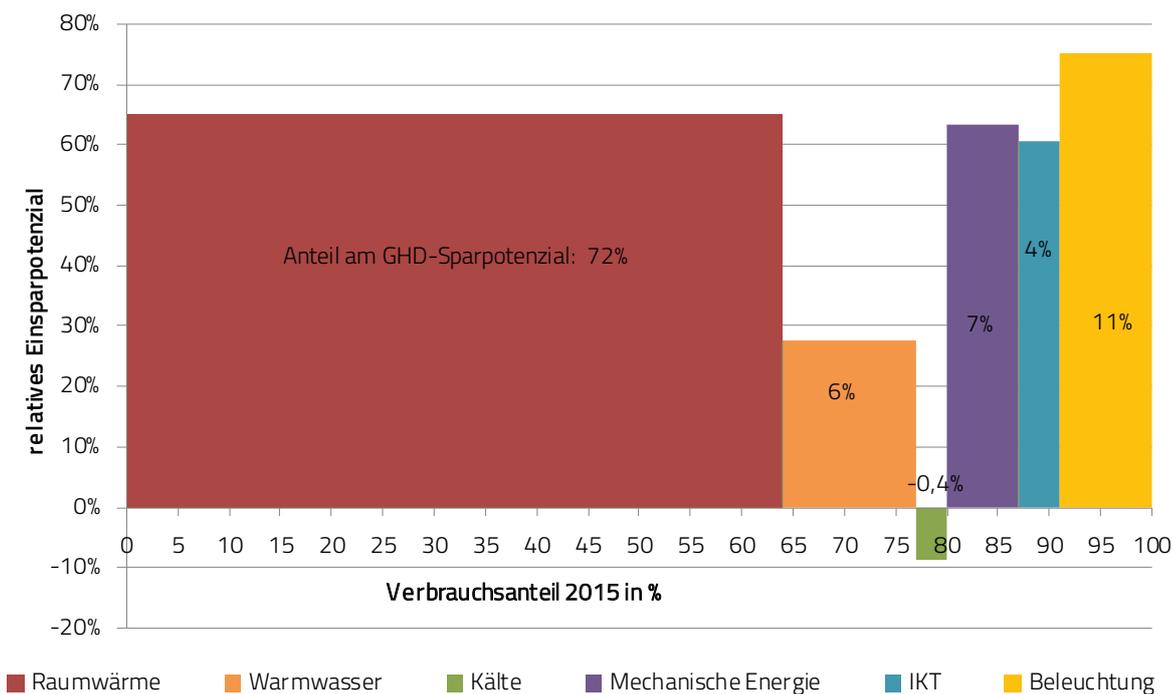


Abbildung 5.7: Einsparpotenziale bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen nach Anwendungsarten

Hinweis: Die senkrechte Achse zeigt das relative Sparpotenzial für die jeweilige Anwendungsart (z. B. 65 % des Energieverbrauchs für Raumwärme können eingespart werden'), die horizontale Achse den Anteil der jeweiligen Anwendung am gesamten Energieverbrauch des Sektors (65 % des Energieverbrauchs des Sektors GHD entfallen auf Raumwärme'). Daraus ergibt sich der Anteil der Anwendung am Sparpotenzial des Sektors, der in den Kästen angegeben ist (Die Effizienzmaßnahmen im Raumwärmebereich tragen 72 % zum gesamten Sparpotenzial des Sektors GHD bei').

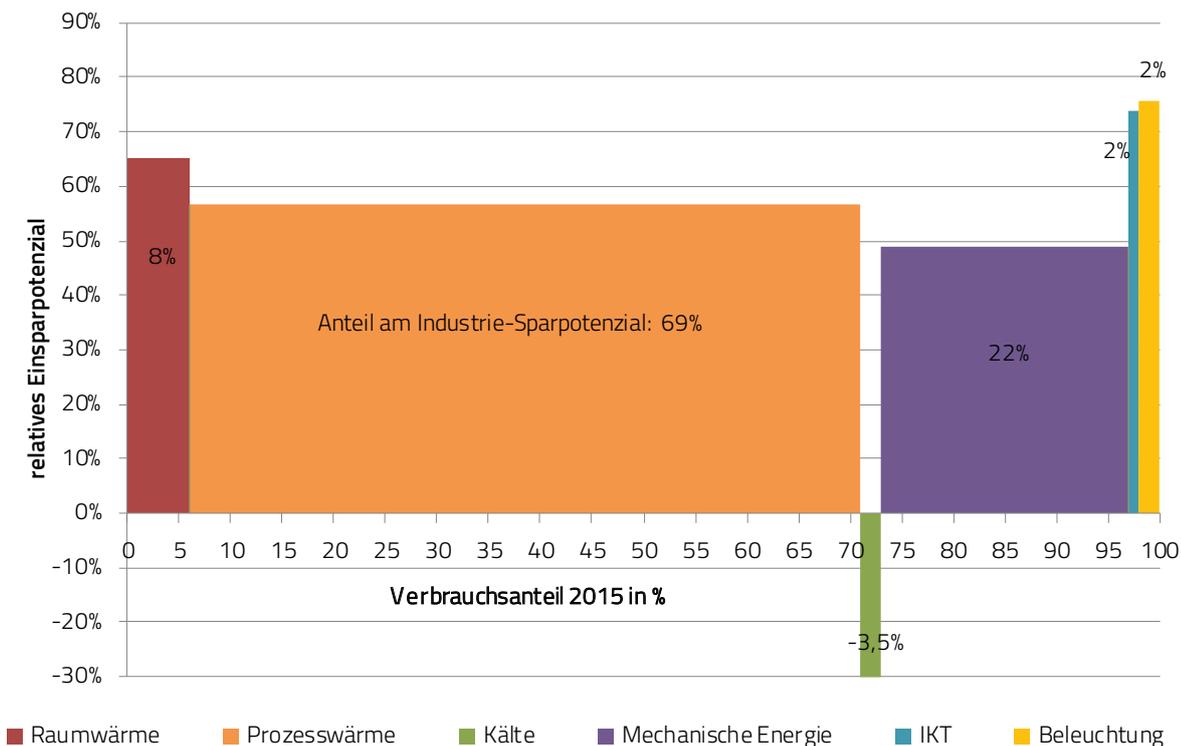


Abbildung 5.8: Einsparpotenziale im produzierenden Gewerbe/Industrie nach Anwendungsarten

Hinweis: Die senkrechte Achse zeigt das relative Sparpotenzial für die jeweilige Anwendungsart (z. B. 65 % des Energieverbrauchs für Raumwärme können eingespart werden'), die horizontale Achse den Anteil der jeweiligen Anwendung am gesamten Energieverbrauch des Sektors (7 % des Energieverbrauchs der Industrie entfallen auf Raumwärme'). Daraus ergibt sich der Anteil der Anwendung am Sparpotenzial des Sektors, der in den Kästen angegeben ist (Die Effizienzmaßnahmen im Raumwärmebereich tragen 8 % zum gesamten Sparpotenzial der Industrie bei').

Abbildung 5.9 und Abbildung 5.10 zeigen die **Effizienzpotenziale** bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen sowie im produzierenden Gewerbe abschließend nach den Hauptanwendungsarten. Insgesamt kann der Energieverbrauch bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen und vollständiger Ausschöpfung demnach um 58 % bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen bzw. 53 % im produzierenden Gewerbe reduziert werden, wobei Suffizienzmaßnahmen noch nicht berücksichtigt sind. Es ist zu beachten, dass vor allem im Dienstleistungssektor bis 2050 ein großer Anteil der Wärmeanwendungen durch Strom, insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen bereitgestellt werden wird (vgl. Szenarien in Kapitel 6.3).

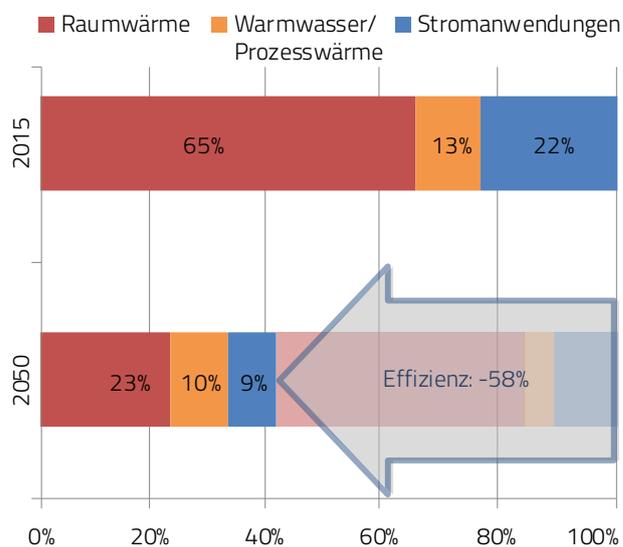


Abbildung 5.9: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen in 2050 im Vergleich zu 2015

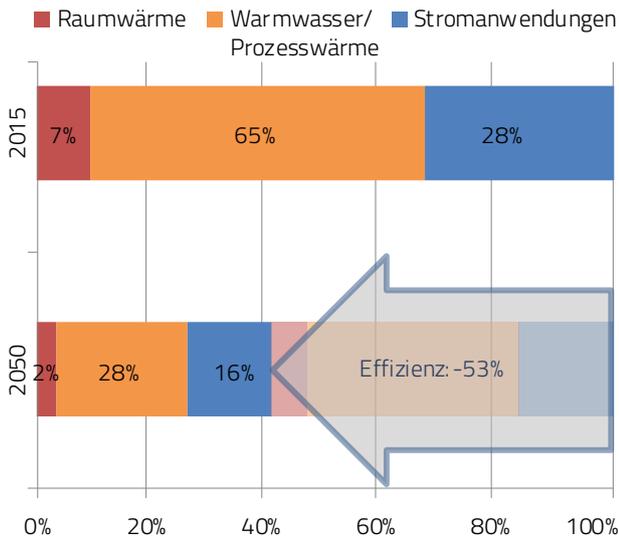


Abbildung 5.10: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs bei produzierendem Gewerbe in 2050 im Vergleich zu 2015

5.2.3 Verkehr

Mit dem Verkehrsmodell für die Region Braunschweig steht ein umfangreiches Instrumentarium zur Verfügung, um Veränderungen im Mobilitätssektor kleinräumig zu analysieren und zu prognostizieren. Es basiert auf einem mathematischen **Modell zur Berechnung der Verkehrsnachfrage** in insgesamt 1.800 Raumeinheiten (Verkehrszellen) im Großraum Braunschweig. Daraus ergeben sich rund 3,2 Millionen Verkehrsbeziehungen, die hinsichtlich verschiedener Verhaltensparameter (Mobilitätsbedürfnis, Zielwahl, Verkehrsmittelwahl usw.) modelliert werden können. Als Verkehrssysteme werden neben dem ÖPNV, Kfz-Verkehr, Lkw- und Lieferverkehr auch der Fuß- und Radverkehr abgebildet. Lediglich der Schienenverkehr der DB (Personenfernverkehr und Güterverkehr) sowie der Schiffs- und Flugverkehr fehlen, da sie nicht in den Zuständigkeits- bzw. Einflussbereich des Regionalverbandes fallen.

Im Rahmen des Masterplan 100 % Klimaschutz wurde von der WVI Prof. Wermuth GmbH, Braunschweig, ein **verkehrlicher Fachbeitrag** [WVI 2018] erstellt, in dem ausgehend von der Mobilitätsbilanz 2015 (vgl. Kapitel 4.2.1) detaillierte Szenarien der Mobilitäts- und Verkehrsentwicklung im Regionalverband bis 2050 untersucht werden. Im verkehrlichen Fachbeitrag werden die Wirkungen unterschiedlicher Maßnahmen auf Änderungen in der Verkehrsnachfrage untersucht, die in Kapitel 6 vorgestellt werden.

Neben diesen Strategien zur Reduzierung der Nachfrage im motorisierten Individualverkehr besteht der zweite große Hebel zur Minderung des Energieverbrauchs im Verkehrsbereich in technischen Effizienzmaßnahmen, wie zum Beispiel die Entwicklung und Einsatz sparsamerer Motoren, aber auch Leichtbauweise und Optimierung der Aerodynamik. Von besonderer Bedeutung im Bereich der Antriebstechnik ist die Frage, in welchem Umfang Verbrennungsmotoren durch **Elektromotoren** ersetzt werden können. Wie Tabelle 5.3 zeigt, sind die möglichen Einsparpotenziale der Elektromobilität im Durchschnitt 2- bis 3-mal so hoch wie bei herkömmlichen Verbrennungsmotoren. Nicht dargestellt sind hier Kombinationen beider Technologien wie Hybrid- bzw. Plug-in-Motoren, zu denen auch Brennstoffzellen-Antriebssysteme zählen. Dem Vorteil größerer Reichweite bzw. eines bisher dichteren Tankstellennetzes steht hier der Nachteil einer deutlich geringeren Effizienz gegenüber.

Ohne eine verstärkte Nutzung elektrischer Antriebe ist das Einsparpotenzial auf maximal 34 % begrenzt, wobei die höchsten Effizienzreserven im Pkw- und Lkw-Verkehr bestehen. Durch den vollständigen **Umstieg auf Elektromobilität** kann das Einsparpotenzial mehr als verdoppelt werden. Das wirkt sich am stärksten im Straßenverkehr aus, wo derzeit noch kaum Elektrofahrzeuge im Einsatz sind. Im Schienenverkehr ist dagegen bereits ein erheblicher Streckenanteil elektrifiziert, so dass das Zusatzpotenzial hier weniger stark ins Gewicht fällt. Im Schiffsverkehr wurde wegen der problematischen Ladeinfrastruktur keine Umrüstung auf elektrische Antriebe unterstellt.

Wie Abbildung 5.11 verdeutlicht, kommt dem motorisierten Individualverkehr die mit Abstand größte Bedeutung bei den Effizienzmaßnahmen im Mobilitätssektor zu, da er einerseits mit 64 % den größten Anteil am Energieverbrauch 2015 hat und andererseits ein mit 34 % sehr hohes relatives Einsparpotenzial besteht. Daraus resultiert ein Anteil am **Effizienzpotenzial des Verkehrs** von 64 %. An zweiter Stelle steht mit gut einem Drittel der Lkw-Verkehr, wobei in beiden Fällen der Einfluss der Elektromobilität noch nicht berücksichtigt ist. Auch beim Übergang auf elektrische Antriebe, der erst bei der Konzeption der Szenarien berücksichtigt wird, sind die Voraussetzungen beim Pkw-Verkehr am besten, was die Bedeutung dieses Sektors nochmals unterstreicht.

Tabelle 5.3: Effizienzpotenzial im Verkehrssektor. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis des Innovationsszenarios in [WWF 2009]

	ohne Wechsel zu E-Mobilität			mit Wechsel zu E-Mobilität ¹⁾		
	Strom	Treibstoffe	Summe	Strom	Treibstoffe	Summe
Individualverkehr		34%	34%		77%	77%
Lkw		38%	38%		84%	84%
Güterzüge	13%	10%	12%	13%	67%	31%
ÖP(N)V	14%	17%	16%	14%	78%	59%
Schiff		22%	22%		22%	22%
Summe	14%	35%	34%	14%	79%	78%

1) Bei vollständiger Umstellung auf Elektro-Antrieb im Vergleich zum Ist-Zustand 2015

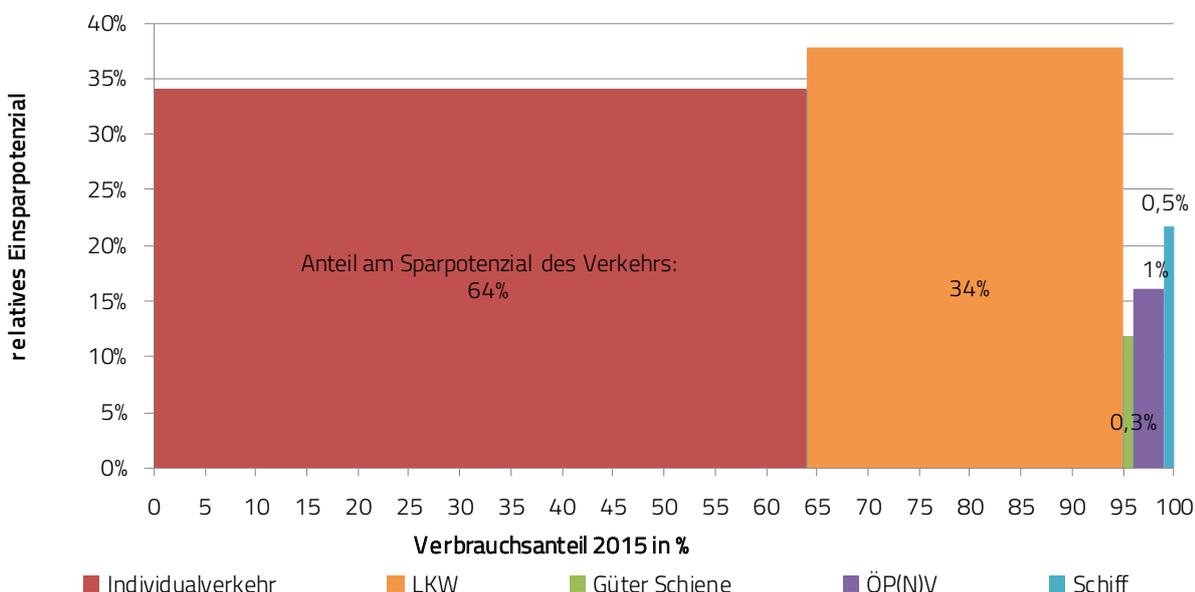


Abbildung 5.11: Einsparpotenziale beim Verkehr nach Anwendungsarten (ohne Berücksichtigung der Elektromobilität)

Hinweis: Die senkrechte Achse zeigt das relative Sparpotenzial für die jeweilige Anwendungsart (z. B. 34 % des Energieverbrauchs im Individualverkehr können eingespart werden), die horizontale Achse den Anteil der jeweiligen Anwendung am gesamten Energieverbrauch des Sektors (64 % des Energieverbrauchs des Verkehrs entfallen auf den Individualverkehr). Daraus ergibt sich der Anteil der Anwendung am Sparpotenzial des Sektors, der in den Kästen angegeben ist (Die Effizienzmaßnahmen beim Individualverkehr tragen 64 % zum gesamten Sparpotenzial des Verkehrs bei).

Das maximale Effizienzpotenzial von 78 % ergibt sich bei einer vollständigen Umstellung auf Elektromobilität (Abbildung 5.12). Inwieweit dies realistisch durchführbar bzw. vor dem Hintergrund des dafür erforderlichen erneuerbaren Energieeinsatzes (Strom bzw. erneuerbare Treibstoffe) sinnvoll ist, wird in Kapitel 6 diskutiert und beschrieben.

Vor dem Hintergrund des Beschlusses der Versammlung vom 13.06.2013, das Regionale Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig (REnKCO2) mit Verweis auf das Leitbild einer klimaneutralen 100 %-Erneuerbaren-Energie-Region fortzusetzen, muss der Einsatz fossiler **Treibstoffe** bis 2050 auf Null reduziert werden.

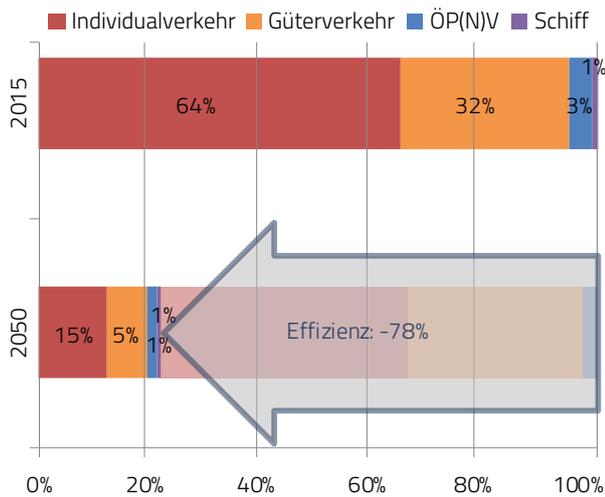


Abbildung 5.12: Effizienzpotenzial des Energieverbrauchs im Verkehr bei vollständiger Umstellung auf E-Mobilität bis 2050 im Vergleich zu 2015

Aber auch beim Einsatz synthetisch erzeugter erneuerbarer Treibstoffe sind die Verluste bei der Herstellung und im Verbrennungsmotor so hoch, dass ihr Einsatz ökologisch fragwürdig ist³⁴. Es ist davon auszugehen, dass die Annahmen in zahlreichen Studien und Prognosen, nach denen der Verbrennungsmotor auch noch 2050 hohe Anteile an der Verkehrsleistung bis über 40 % aufweist, unrealistisch sind. Auch wenn die Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen derzeit deutlich hinter den Zielsetzungen zurückbleiben, ist anzunehmen, dass die hauptsächlichen Hemmnisse (vor allem hohe Batteriepreise, mangelhafte Ladeinfrastruktur, Anforderungen an Reichweite) mittelfristig behoben sein werden. Bereits heute erreichen batterieelektrische Pkw Praxisreichweiten von über 200 km. Betrachtet man die durchschnittliche tägliche Fahrleistung eines Pkw, so reicht diese bereits heute in 85 % aller Fälle für Pkw gewerblicher Halter und für 95 % aller Fälle für Pkw privater Halter aus. Bei Einsatz nur in städtischen Gebieten liegen die täglich zurückgelegten Pkw-km nochmals deutlich darunter. Auch im Straßengüterverkehr stehen bereits heute vollelektrische 40-Tonnen-Lkw mit Reichweiten von bis zu 300 km zur

34 Bei der Elektrolyse zur Wasserstoffherstellung aus erneuerbar erzeugtem Strom treten ebenso wie bei der anschließenden Methanisierung (Power-to-Gas-Technologie) bzw. Kraftstoffherstellung nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren (Power-to-Liquid) relativ hohe Verluste auf. Die Elektrolyseverluste betreffen auch auf Brennstoffzellen-Fahrzeuge, die – wie Batteriefahrzeuge auch – immerhin über einen rund doppelt so hohen Motorwirkungsgrad aufweisen wie fortschrittliche Verbrennungsmotoren. Berechnungen für Niedersachsen [NdsMU 2016] ergeben, dass sich bei einer Erhöhung des Elektrotraktions-Anteils an der Fahrleistung von 50 % auf 88 % die notwendige Windfläche im Szenario halbiert. Es sollten daher Elektromobilitäts-Anteile um ca. 90 % angestrebt werden, wie sie z. B. auch in [Ökoinstitut 2014] und [ifeu 2017] veranschlagt werden.

Verfügung [Pistor 2017]³⁵. Dank eines Batterie-Wechselsystems kann in nur 5 Minuten „vollgetankt“ werden. Auch für Taxen gibt es Prototypen mit Akku-Wechselsystemen [bizz-energy 2017]. In Braunschweig sind auf der Ringlinie 419 induktiv aufladbare Batterie-Gelenkbusse bereits seit 2014 im Linienbetrieb im Einsatz.

In den bisher dargestellten Einsparpotenzialen sind Suffizienzmaßnahmen bei der Mobilität noch nicht berücksichtigt. Im Unterschied zu den anderen Sektoren ist die Abgrenzung hier jedoch schwieriger, zumindest wenn man **Suffizienz** vorrangig auf das Alltagsverhalten bezieht. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welcher Anteil an Änderungen in der Verkehrsnachfrage bzw. beim Modal Split als aktive Verhaltensänderung und damit als Suffizienz im engeren Sinne gewertet wird. Den Verhaltensänderungen stehen Effekte der demografischen Entwicklung wie zum Beispiel eine andere Ausstattung mit Pkw oder Änderungen bei der Freizeitgestaltung gegenüber, die ebenfalls Auswirkungen auf Verkehrsleistung und Modal Split haben. Vergleichbares gilt zum Beispiel für die Digitalisierung der Arbeitswelt (Zunahme von Home Office). Eine deutliche Verbesserung des Nahverkehrsangebots (Infrastrukturmaßnahme) kann zu einem Rückgang des motorisierten Individualverkehrs – ggf. sogar zur Abschaffung des eigenen Pkw – führen, sofern sie auf Interesse und Akzeptanz stößt (klassischer Suffizienz-Effekt). Bei Geschwindigkeitsänderungen ist zwischen staatlichen Vorschriften und freiwilligen Änderungen des Fahrverhaltens zu unterscheiden. Eine grobe Quantifizierung der Suffizienzmaßnahmen erfolgt in Kapitel 5.4.4.

5.2.4 Zusammenfassung der Effizienzpotenziale

Wie Abbildung 5.13 abschließend verdeutlicht, kann das Ziel des Masterplans einer mindestens **50 %igen Reduzierung des Energieverbrauchs** – bei unveränderten Rahmenbedingungen – grundsätzlich in allen Sektoren erreicht werden. Mit Abstand am größten ist das Potenzial im Verkehrssektor, sofern eine vollständige Umstellung auf Elektromobilität unterstellt wird. Inwieweit es auch realistisch ist bzw. in Abwägung zu einer entsprechend erhöhten Nachfrage nach erneuerbarem Strom als sinnvoll erachtet wird, wird in Kapitel 6 beschrieben. Dort werden auch die Effekte geänderter Rahmenbedingungen, wie rückläufige Bevölkerung, anhaltendes Wirtschaftswachstum und weiter steigender Güterverkehr, berücksichtigt.

35 Tesla hat einen 40-Tonner mit bis zu 800 km Reichweite angekündigt, der für eine Schnellladung jedoch Leistungen bis 1,6 MW benötigen würde [Auto-Motor-Sport 2018].

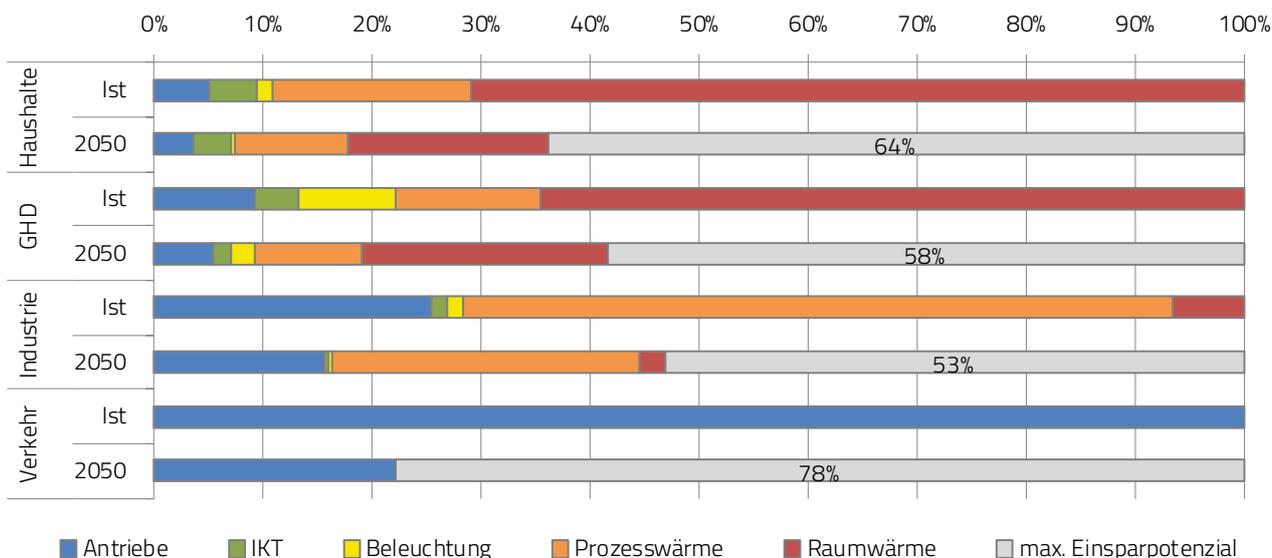


Abbildung 5.13: Effizienzpotenziale bei vollständiger Ausschöpfung³⁶

5.3 Potenziale zur Dekarbonisierung des Energieangebots

Die Potenzialanalyse betrachtet angebotsseitig die direkt oder indirekt von der Sonne abhängigen **erneuerbaren Energieformen**. Hierzu zählen die direkte Nutzung von Strahlungsenergie durch Solarzellen (Photovoltaik) oder Kollektoren (Solarthermie) sowie die Nutzung von Produkten der umgewandelten Sonnenstrahlung.

Dies betrifft die Nutzung von Umgebungs- und oberflächennaher Erdwärme, Windkraft, Wasserkraft und der in Biomasse durch Photosynthese chemisch gespeicherten Strahlungsenergie. Bei der Solarenergie wird, sofern die Nutzung von Dachflächen Betrachtungsgegenstand ist, hinsichtlich der Flächenkonkurrenz zwischen Solarstrom und -wärme aus unterschiedlichen Gründen der Stromgewinnung Vorrang eingeräumt.

Unter anderem resultiert dies aus den Limitierungen der solarthermischen Nutzung hinsichtlich zeitlicher Divergenz von Angebotsmaximum (Sommer) und Nachfragemaximum (Winter), verlustreicher oder ganz fehlender saisonaler Speichermöglichkeiten (insbesondere für kleinere und mittlere Anlagen) sowie der schlechten bzw. nicht vorhan-

denen Möglichkeiten zur räumlichen Verteilung (Transport) der gewonnenen Energie.

Für die Potenziale der Solarthermie erfolgt daher lediglich eine Abschätzung möglicher sinnvoller Standorte für Großanlagen zur solarthermischen Nahwärmeversorgung in Abgleich unter anderem mit dem erarbeiteten Wärmekataster (vgl. Kapitel 5.3.7). Gänzlich aus der Potenzialanalyse ausgeklammert werden die tiefe Geothermie (>400 m Tiefe) sowie Gezeitenkraftwerke. Diese erneuerbaren Energiequellen stehen aufgrund unsicherer und nicht absehbarer Nutzbarkeit (Tiefengeothermie) bzw. fehlendem Meeresanschluss im Großraum Braunschweig nicht mit relevanten Potenzialen zur Verfügung.

Die zentralen und wichtigsten energieträgerbezogenen Rahmensetzungen sowie verwendete Grundlagendaten hinsichtlich der zu ermittelnden Angebotspotenziale sind in der folgenden Übersicht zusammenfassend dargestellt.

³⁶ GHD = Gewerbe/Handel/Dienstleistung; Antriebe meinen alle Motoren in Pkw/Lkw sowie Elektromotoren in Heizungspumpen, Waschmaschinen, Staubsaugern usw.; Im Verkehrssektor ist die vollständige Umstellung auf Elektromobilität (bis auf Schiffsverkehr) in den Potenzialen enthalten, während bei der Wärmeversorgung noch keine explizite Berücksichtigung des Wärmepumpenausbaus erfolgt ist. Auf den summarischen Endenergiebedarf hat dies jedoch kaum Auswirkungen, da in erster Näherung lediglich fossile Energieträger gegen Strom und Umweltenergie substituiert werden. Zu den Begrifflichkeiten der Sektoren vgl. auch Tabelle 5.2

Tabelle 5.4: Rahmensetzung Angebotspotenziale im Großraum Braunschweig

Datengrundlagen	Restriktion	Faktor/Annahme
Solarenergie – Photovoltaik auf Dachflächen		
<ul style="list-style-type: none"> Gebäudegrundflächen aus ALKIS 	<ul style="list-style-type: none"> Globalstrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> 1002 kWh/m²*a
<ul style="list-style-type: none"> Dachflächen mit Angaben zu Neigung, Exposition, Verschattung und Strahlungseingang aus Laserscan¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Exposition der Dachflächen 	<ul style="list-style-type: none"> Ausschluss aller nord-exponierten Teilflächen -45 bis 45°
	<ul style="list-style-type: none"> Mindesteinstrahlung auf betrachtete Dachfläche (implizite Berücksichtigung der Verschattung gem. Laserscan) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 MWh/a, umgerechnet ca. 33 % Verlust
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag für mangelnde Statik 	<ul style="list-style-type: none"> 5 %
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag für Denkmalschutz, abgeleitet aus Baualtersklassen des Zensus (Baujahr vor 1919) 	<ul style="list-style-type: none"> 14 % (gerundet)
	<ul style="list-style-type: none"> Modul-Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> 25 %
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag Wechselrichter 	<ul style="list-style-type: none"> 1 %
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag für Wirkungsgradminderung durch Alterung 	<ul style="list-style-type: none"> 5 %
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag „Performance Ratio“ 	<ul style="list-style-type: none"> 11 %
	<ul style="list-style-type: none"> Flach geneigte Ost-West-Ausrichtung bei Flachdächern, dadurch geringer Reihenabstand 	<ul style="list-style-type: none"> 1,7-facher Reihenabstand
Solarenergie – Photovoltaik auf Fassadenflächen		
<ul style="list-style-type: none"> Hausumringe aus ALKIS Gebäudehöhe aus DOM und Laserscan 	<ul style="list-style-type: none"> Exposition der Fassaden 	<ul style="list-style-type: none"> nur süd-exponierte (135° bis 225°)
	<ul style="list-style-type: none"> Mindestabstand zwischen geeigneten Fassaden 	<ul style="list-style-type: none"> 2,7-faches der Gebäudehöhe
	<ul style="list-style-type: none"> Anteil nutzbarer Fassadenfläche an Gesamt-Fassadenfläche²⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Ca. 4,87 %
	<ul style="list-style-type: none"> Technische Rahmenannahmen 	<ul style="list-style-type: none"> wie bei Dachflächen
Solarenergie – Photovoltaik auf Freiflächen		
<ul style="list-style-type: none"> Straßen- und Schienennetz aus ALKIS Landnutzung 	<ul style="list-style-type: none"> Eignung nur auf vorbelasteten Flächen an Infrastrukturtassen 	<ul style="list-style-type: none"> 110 m Korridor beiderseits der Trassen
	<ul style="list-style-type: none"> Eignung auf Konversionsflächen/Industriebrachen 	
	<ul style="list-style-type: none"> Ausschluss Siedlungs-, Wald- und Schutzgebietsflächen 	
	<ul style="list-style-type: none"> Mindestgröße 	<ul style="list-style-type: none"> 1 ha
	<ul style="list-style-type: none"> Technische Rahmenannahmen 	<ul style="list-style-type: none"> wie bei Dachflächen
<p>1) Lediglich für die Stadtgebiete von Braunschweig und Wolfsburg liegen diese Daten nicht vor. Hier wurden die geeigneten Dachflächen aus den Hausumringen sowie mittels aus dem Laserscan abgeleiteten statistischen Kennwerten zu Verschattung usw. abgeschätzt.</p> <p>2) Selbst entwickelte Methode, zuerst angewendet im Masterplan der Stadt Göttingen 2013</p>		

Datengrundlagen	Restriktion	Faktor/Annahme
Solarenergie - Solarthermie		
<ul style="list-style-type: none"> Theoretisch nutzbare Dachfläche aus Laserscan nach Abschlägen 	<ul style="list-style-type: none"> Globalstrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> 1002 kWh/m²*a
	<ul style="list-style-type: none"> Exposition der Dachflächen 	<ul style="list-style-type: none"> Gesamter Horizont (Wirkungsfaktor 0,78)
	<ul style="list-style-type: none"> Mittlere Neigung der Dachflächen 	<ul style="list-style-type: none"> 45° (Wirkungsfaktor 1,18)
	<ul style="list-style-type: none"> Abzüge der nutzbaren Dachfläche wie bei Dachflächen-PV 	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag von knapp 46 %
	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungsgrad 	
	<ul style="list-style-type: none"> Enge räumliche und zeitliche Kopplung von Angebot und Nachfrage erforderlich 	
Windenergie		
<ul style="list-style-type: none"> GIS-technische Flächenermittlung Windgeschwindigkeiten und resultierender Referenzertrag pro m² Rotorfläche³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Berücksichtigung sog. „harter“ Tabukriterien und weiterer Restriktionen infolge von Nutzungskonkurrenzen insbesondere zu Naturschutz und Erholung 	
	<ul style="list-style-type: none"> Mindestabstand zu Wohnhäusern (Siedlungen und Einzelhäuser) 	<ul style="list-style-type: none"> 600 m
	<ul style="list-style-type: none"> Berücksichtigung des weltweiten Verbreitungsschwerpunkts des windkraftempfindlichen Rotmilans als Restriktion auf Basis der Bestandsdichte 	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag von 8 %
	<ul style="list-style-type: none"> Mindestflächengröße 	<ul style="list-style-type: none"> 9 ha
	<ul style="list-style-type: none"> Optimale Anlagenpositionierung/-dichte 	
	<ul style="list-style-type: none"> Nabenhöhe: 	<ul style="list-style-type: none"> 140 m
	<ul style="list-style-type: none"> Rotordurchmesser: 	<ul style="list-style-type: none"> 120 m
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag für Windpark-Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> 7,2 % Rotorfläche pro Windparkfläche
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag für Wartungszeiten 	<ul style="list-style-type: none"> 16 %
		<ul style="list-style-type: none"> Zwei Varianten: mit und ohne Waldnutzung
<p>3) Datensatz MERRA-2, Referenzanlagen Enercon E-101 mit 140 m Nabenhöhe, aufbereitet durch Iain Staffell, Imperial College London, www.renewables.ninja</p>		

Datengrundlagen	Restriktion	Faktor/Annahme
Bioenergie – Biogas aus NaWaRo		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestehende Biogasanlagen und Biogas-BHKW ▪ Erntestatistik ▪ Steigerung Methanerträge eingesetzter Substrate 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur durch bereits bestehende BGA in Anspruch genommene Landwirtschaftsflächen nutzbar keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Ausbau-)Potenzial nur durch Einsatz effizienterer Substrate sowie technologischen Fortschritt vorhanden 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ertragssteigerung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15 % je 15 Jahre
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiegehalt Mais/Grünsilage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6,24 kWh/m³; 5,64 kWh/m³
Bioenergie – Biogas aus organischen Reststoffen		
Organisches Abfallaufkommen gem. Regionalstatistik GENESIS	Energetisch nutzbarer Anteil gem. Brosowski et al. [2015]	Ca. 20 % bis 92 %
Methangehalte verschiedener Reststoffe	Zunahme des Abfallaufkommens	35 % bis 2050
	Energiegehalt Abfälle	6,1 kWh/m ³
Bioenergie – Biogas aus Gülle		
Gülleaufkommen aus Daten zur Viehhaltung der Regionalstatistik GENESIS Bundesweites energetisch nutzbares Gülleaufkommen aus Brosowski et al. [2015]	Energetisch nutzbarer Anteil gem. Brosowski et al. [2015]	20 %
	Energiegehalt Gülle	6,25 kWh/m ³
Bioenergie - Stroh		
Regionales Strohaufkommen aus Getreideerträgen, Anbauflächen und bundesweiten Zahlen abgeleitet	Energetisch nutzbarer Anteil gem. Brosowski et al. [2015]	20 %
	Ertragssteigerung	15 % je 15 Jahre
	Energiegehalt Stroh	4 kWh/kg
Bioenergie – Holz		
Restholzpotenzial (Wald, Altholz) aus bundesweiter Studie (Brosowski et al. [2015]) gem. Waldanteil und Bevölkerungsanteil berechnet Energiegehalt Stroh	Energetisch nutzbarer Anteil gem. Brosowski et al. [2015]	20 %
	Ertragssteigerung	15 % je 15 Jahre
	Energiegehalt Holz	5,1 kWh/kg (ATRo ⁴)
4) Holzfeuchte = absolut trocken, nur technisch zu erreichen		

Datengrundlagen	Restriktion	Faktor/Annahme
Oberflächennahe Geothermie		
Siedlungsnahе, unbebaute Freiflächen Eignungsbewertung gemäß Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ⁵⁾	Puffer um Gebäude in Wohn- und Mischgebieten (gewerblich-industrielle Nutzung ausgeklammert) zum Ausschluss nicht hinreichend gebäudenaher Flächen	15 m ab Gebäudekante
	Abschlag für versiegelte Flächen	20 %
	Ausschluss ungeeigneter Flächen	
	Berücksichtigung von Restriktionsflächen	Abschlag von 10 %
	Mittlere Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds	2 W/m*K
	Flächenbedarf pro Sonde/Bohrung	100 m ²
5) NIBIS-Kartenserver mit Themenkarten zur oberflächennahen Geothermie [LBEG o. J.]		

Alle abzuschätzenden und in den folgenden Kapiteln dokumentierten energetischen Potenziale der Angebotsseite schließen den im Großraum Braunschweig bereits vorhandenen Bestand an Anlagen (Stand Herbst 2017) zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen und deren Energieertrag mit ein. Ermittelt werden demnach technische **Gesamtpotenziale**.

5.3.1 Solarenergie

Die Solarenergie macht sich den Teil der Sonnenenergie zunutze, welcher nicht bereits von der Erdatmosphäre reflektiert oder absorbiert wird und wandelt die verbleibende Strahlungsenergie unter Einsatz verschiedener Techniken in elektrische oder Wärmeenergie um. Bei der Verstromung wird die Sonnenstrahlung mit Hilfe des sogenannten „photovoltaischen Effekts“ direkt in elektrische Energie umgewandelt. Demgegenüber wird bei der solarthermischen Nutzung die Sonnenstrahlung durch den Effekt der photothermischen Wandlung in Wärme umgewandelt und weiter verwendet.

Photovoltaik

Im Zuge der Potenzialanalyse werden die technischen Rahmensetzungen (Wirkungsgrad, Alterungsverluste usw.) mit den potenziell für eine photovoltaische Nutzung zur Verfügung stehenden und geeigneten Flächen im Großraum Braunschweig verknüpft. Als geeignete Flächen kommen dabei Dachflächen, Fassadenflächen und Freiflächen in Betracht und werden vertieft untersucht. Es wird im Rahmen der Potenzialermittlung zwischen Photovoltaikanlagen mit einer vorgegebenen mittleren Ausrichtung auf Dächern und Fassaden, also bereits versiegelter und genutzter Flächen, und Freiflächen-Anlagen mit steuer- und damit optimier-

barer Ausrichtung unterschieden. Sowohl durch Nutzung von Dachflächen als auch von vorbelasteten Freiflächen sowie ergänzend und in einem im Verhältnis deutlich geringeren Umfang auch von geeigneten Gebäudefassaden bestehen für die Energiegewinnung mit Hilfe der Photovoltaik im Großraum Braunschweig bemerkenswerte Kapazitäten (siehe Abbildung 5.14). Insgesamt könnte die photovoltaische Stromgewinnung bei Vollausschöpfung jährlich eine Energiemenge von mehr als 19.000 GWh für den Großraum liefern. Dabei sind aus verschiedenen Gründen ungeeignete Dach-, Frei- und Fassadenflächen nicht berücksichtigt (siehe Tabelle 5.4).

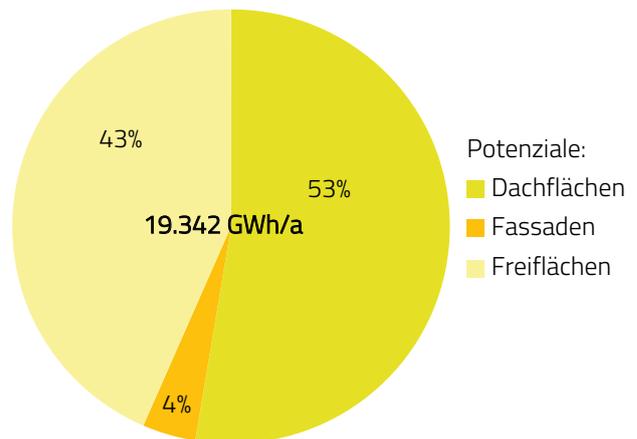


Abbildung 5.14: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung im Großraum Braunschweig

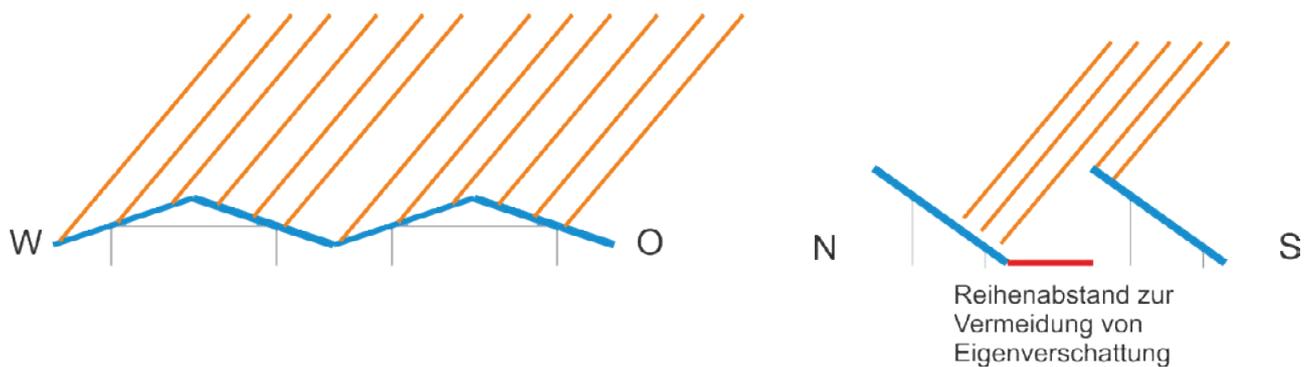


Abbildung 5.15: Beispiel Ost-West ausgerichteter PV-Module einer modernen Anlage im Vergleich zu Nord-Süd ausgerichteten Modulen auf ebener Oberfläche (eigene Darstellung)

Die **Vollausschöpfung des Potenzials** würde die Nutzung von knapp 6.900 ha Dachflächen erfordern. Dem entsprechen ca. 75 % aller Dächer im Großraum Braunschweig. Dazu kommen rund 777 ha südexponierter und gering verschatteter Fassaden sowie für Freiflächen-Anlagen etwas mehr als 8.000 ha Landwirtschafts- und Brachflächen, wobei der Anteil von Landwirtschaftsflächen mit mehr als 90 % deutlich dominiert. Dies entspräche etwa 1,6 % der Gesamtfläche des Großraumes Braunschweig, welche für Freiflächen-Photovoltaikanlagen genutzt würden. Im Hinblick auf die Freiflächen wird dabei davon ausgegangen, dass die PV-Module in Ost-West-Richtung und geringer Neigung aufgeständert werden (siehe Abbildung 5.15). Dies führt zwar einerseits zu niedrigeren Erträgen pro Modulfläche, ermöglicht jedoch andererseits aufgrund der erheblich verringerten Eigenverschattung einen deutlich geringeren

Reihenabstand zwischen den benachbarten Modulen. Der Stromertrag eines Solarparks pro Hektar Grundfläche wird durch den geringeren Reihenabstand insgesamt größer als bei modulbezogen günstigerer Südausrichtung und Schrägstellung, der modulspezifische Minderertrag demnach mehr als kompensiert.

Räumlich verteilen sich die ermittelten Potenziale sehr unterschiedlich. Die **Freiflächenpotenziale** sind insbesondere in den flächenstarken Landkreisen mit geringem Waldanteil wie Peine und Helmstedt **vergleichsweise** groß, dafür in den Städten, aber auch dem walddichten Landkreis Gifhorn relativ gering. Das **Dachflächenpotenzial** ist in Gebieten mit hoher Siedlungsdichte und Gebäudesumme am höchsten. Damit gleichen sich die flächenmäßig bedingten Nachteile der dicht bebauten Städte Wolfsburg und Braunschweig gegenüber den Landkreisen aus.

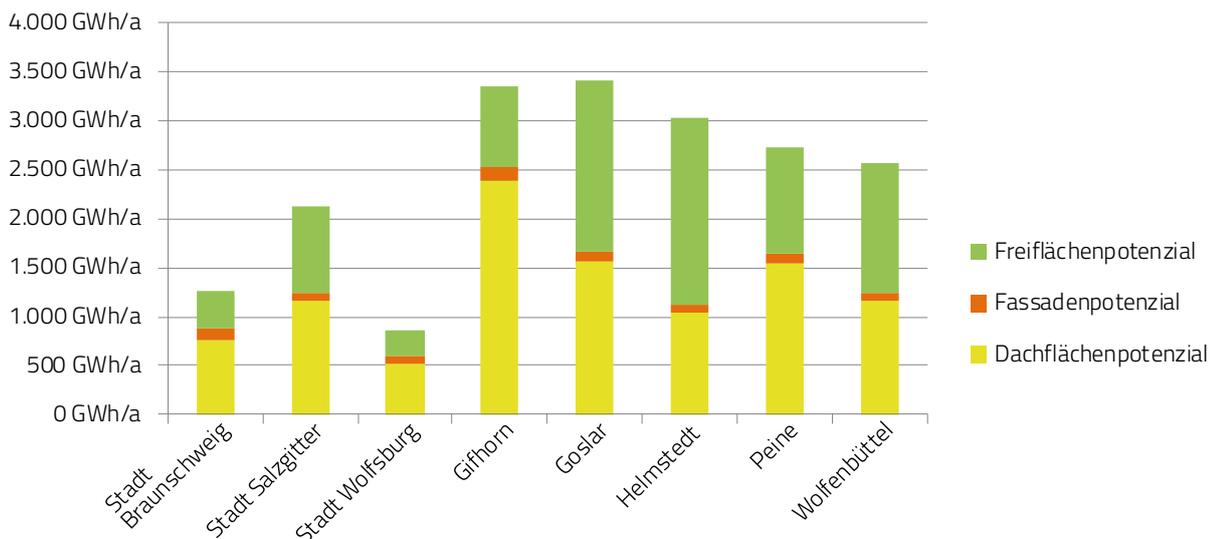


Abbildung 5.16: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Tabelle 5.5: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Landkreis oder kreisfreie Stadt	Dachflächenpotenzial	Fassadenpotenzial	Freiflächenpotenzial	PV-Potenzial Gesamt
Stadt Braunschweig	764 GWh/a	119 GWh/a	378 GWh/a	1.260 GWh/a
Stadt Salzgitter	1.168 GWh/a	73 GWh/a	888 GWh/a	2.128 GWh/a
Stadt Wolfsburg	526 GWh/a	82 GWh/a	261 GWh/a	869 GWh/a
Gifhorn	2.383 GWh/a	140 GWh/a	822 GWh/a	3.345 GWh/a
Goslar	1.564 GWh/a	102 GWh/a	1.743 GWh/a	3.409 GWh/a
Helmstedt	1.051 GWh/a	69 GWh/a	1.914 GWh/a	3.034 GWh/a
Peine	1.550 GWh/a	99 GWh/a	1.070 GWh/a	2.719 GWh/a
Wolfenbüttel	1.169 GWh/a	79 GWh/a	1.328 GWh/a	2.577 GWh/a
<i>Großraum Braunschweig</i>	10.176 GWh/a	762 GWh/a	8.403 GWh/a	19.342 GWh/a

Der photovoltaische Energieertrag pro Fläche ist in den städtischen Ballungsräumen erwartungsgemäß am höchsten. Trotzdem fällt das Potenzial in den Städten gegenüber den Flächen-Landkreisen ab. Die mindernden Effekte der dort dispersen und weniger dichten Besiedlung werden durch die erheblich größere Landkreisfläche in der Summe der Gesamtgebäudefläche ausgeglichen. Diese Kompensation wird durch einen im Vergleich zum städtischen Raum signifikant erhöhten Ein- und Mehrfamilienhausbestand bei gleichzeitig abnehmender Zahl von Mehrfamilienhäusern noch verstärkt.

Im Hinblick auf das Fassadenpotenzial der Photovoltaiknutzung sind die Unterschiede zwischen den betrachteten Räumen marginal. Die auf Landkreisebene aggregierten Potenziale der verschiedenen PV-Nutzungen sind in den nachfolgenden Grafiken zusammenfassend dargestellt.

Die Ergebnisse der aktualisierten und auf Basis der Ergebnisse des Laserscans vertieften Potenzialanalyse im Zuge des Masterplans bestätigen grundsätzlich die im Rahmen des REEnKCO2 erarbeiteten PV-Potenziale für den Großraum Braunschweig. Das im Rahmen des Masterplans ermittelte **Gesamtpotenzial** liegt mit 19.342 GWh/a im unteren Drittel der von Basis (5.500 GWh/a)- und Maximalpotenzial (85.000 GWh/a) definierten Spannweite des in REEnKCO2 ermittelten voraussichtlich erschließbaren Potenzials. Somit besteht im Bereich der PV-Nutzung ein enormes energetisches Potenzial, welches gegenwärtig noch weitgehend unangetastet ist. Über das gesamte Verbandsgebiet gesehen werden derzeit jährlich ca. 209 GWh

Solarstrom erzeugt. Dies entspricht einem Ausschöpfungsgrad von lediglich 1 % des Masterplan-Potenzials.

Solarthermie

Für die **Solarthermie-Potenzialanalyse** wird auf die im Zuge der Ermittlung des photovolatischen Potenzials als geeignet eingestufteten Dachflächen zurückgegriffen. Die thermie-spezifischen technischen Rahmensetzungen (insbesondere Wirkungsgrad) werden mit den zur Verfügung stehenden Dachflächen im Großraum Braunschweig verknüpft. Ebenfalls wird davon ausgegangen, dass grundsätzlich alle Himmelsrichtungen außer dem Bereich +/-45 Grad Abweichung von der Nordausrichtung solarthermisch nutzbar sind. Aus der Betrachtung ausgeklammert sind solarthermische Großanlagen auf der „grünen Wiese“, die potenziell dem Aufbau solar gespeister Nahwärmenetze dienen könnten. Hier ist ein sinnvoller Potenzialansatz in Ermangelung von auf konkrete Einzelfälle und Raumeinheiten bezogenen (wirtschaftlichen) Detailuntersuchungen für den Gesamttraum nicht möglich.

Das festzustellende Potenzial ist unter den heute absehbaren technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zunächst lediglich theoretischer Natur. Ursache hierfür ist die in Bezug auf die Energieform Wärme gegenüber dem Stromsektor noch weitaus stärkere räumliche und zeitliche Kopplung von Angebot (Erzeugungsort und -zeitpunkt) und Nachfrage (Abnahmeort und zeitpunkt). So ist der verlustarme, effiziente Transport von Wärme über größere Strecken kaum oder nur mit sehr hohem technischen

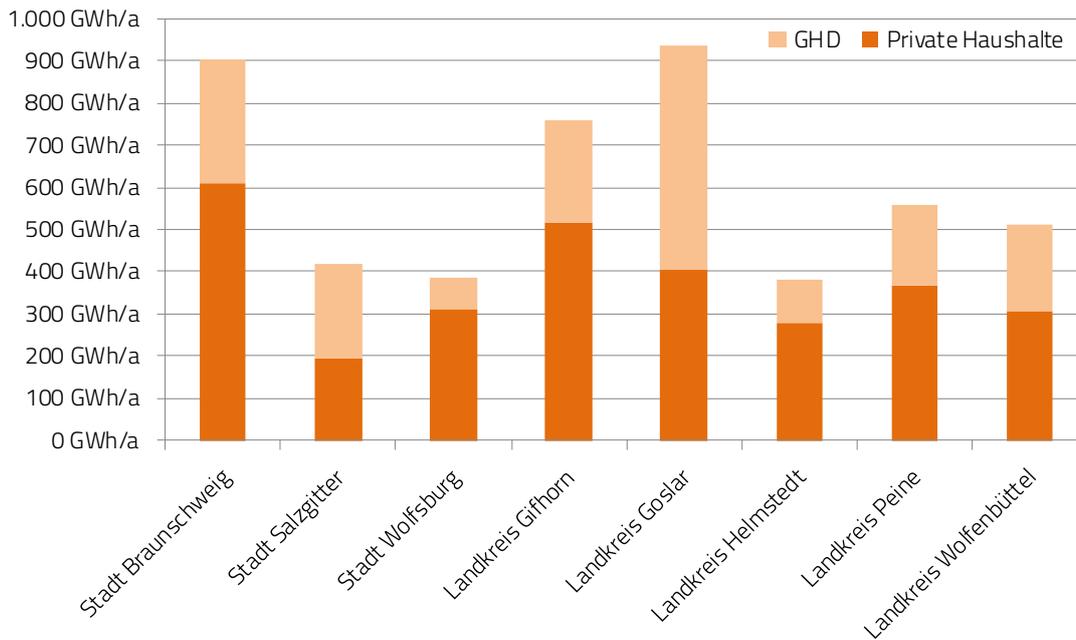


Abbildung 5.17: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Aufwand, der eine großräumige konzeptionelle Planung und Steuerung voraussetzt, möglich. Darüber hinaus fällt ein Großteil der solarthermisch gewinnbaren Wärme in den Sommermonaten und damit dann an, wenn der Heizenergiebedarf am geringsten ist. Im Winterhalbjahr, also in der Heizperiode, fällt hingegen ein deutlich geringerer Wärmeertrag aus der Solarthermie an. Mit fortschreitend verbessertem Wärmeschutz verkürzt sich die Heizperiode und das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage verschlechtert sich weiter. Da Saisonspeicher für Wärme große Flächen bzw. Volumen erfordern, die insbesondere in verdichteten städtischen Siedlungen und Siedlungskernen nicht hinreichend verfügbar und darüber hinaus gegenwärtig zumeist unwirtschaftlich sind, ist de facto ein Großteil des theoretischen Potenzials aus solarthermischen Dachflächenanlagen nicht realistisch nutzbar.

Da im Zuge des Masterplans keine rein angebotsbezogenen Wärmepotenziale aufgezeigt werden sollen, die letzten Endes nicht sinnvoll erschlossen werden können, und zudem ein standortbezogener Abgleich von Angebot und Nachfrage im Betrachtungsmaßstab des Masterplans für den Großraum Braunschweig nicht möglich ist (> 800.000 Gebäude), wird auf Grundlage aktueller Forschungsergebnisse, einschlägiger Fachliteratur [Universität Kassel 2011, Kaltschmitt 2006] und eigener Annahmen versucht, denjenigen **Wärmeanteil** abzuschätzen, der auch tatsächlich nachgefragt und genutzt werden kann. Nach Kaltschmitt [2006] ist unter der Annahme einer solarthermischen Warmwassererzeugung sowie Heizungsunterstützung

ein Anteil von ca. 34 % des Wärmebedarfs privater Haushalte durch die Solarthermie abzudecken. Im gewerblichen Bereich, für dessen Gebäude ein Prozesswärmebedarf unterstellt wird, der zu einem Teil solar gedeckt werden kann, liegt der solarthermisch zu deckende Anteil mit 31 % etwas niedriger.

Es erfolgt daher ein Abgleich der theoretischen Potenziale der Solarthermie auf den Dachflächen des Großraums Braunschweig mit dem im Zuge der Bilanzierung ermittelten Wärmebedarf der privaten Haushalte bzw. des GHD³⁷-Sektors und eine Beschränkung des Potenzials auf maximal 34 % bzw. 31 % des jeweiligen sektorspezifischen **Wärmebedarfs**. Zu beachten ist hierbei, dass die Differenzierung zwischen Privathaushalten und GHD allein auf den in der Bilanzierung auf Ebene der Samt- und Einheitsgemeinden ermittelten unterschiedlichen Wärmebedarfen fußt und eine genaue (innergemeindliche) räumliche Zuordnung des gewerblichen oder privaten Bedarfs zu den jeweiligen Dachflächen nicht erfolgt ist. Es handelt sich insoweit lediglich um einen ersten groben Hinweis auf die sektorale Verteilung des Potenzials.

Daraus ergibt sich eine jährliche Wärmemenge aus der Solarthermie von nicht ganz 4.900 GWh für den Großraum Braunschweig (siehe Abbildung 5.17 und Tabelle 5.6).

37 Gewerbe/Handel/Dienstleistung

Tabelle 5.6: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Landkreis oder kreisfreie Stadt	Private Haushalte	Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD)	Solarthermie-Potenzial Gesamt
Stadt Braunschweig	609 GWh/a	297 GWh/a	906 GWh/a
Stadt Salzgitter	193 GWh/a	225 GWh/a	418 GWh/a
Stadt Wolfsburg	313 GWh/a	74 GWh/a	387 GWh/a
Gifhorn	518 GWh/a	239 GWh/a	757 GWh/a
Goslar	407 GWh/a	531 GWh/a	938 GWh/a
Helmstedt	280 GWh/a	101 GWh/a	381 GWh/a
Peine	367 GWh/a	190 GWh/a	557 GWh/a
Wolfenbüttel	306 GWh/a	208 GWh/a	514 GWh/a
Großraum Braunschweig	2.992 GWh/a	1.866 GWh/a	4.857 GWh/a

Die Vollausschöpfung des ermittelten Potenzials würde die Nutzung von gut 1.300 ha Dachflächen für die Solarthermie erfordern. Dies entspricht einem Anteil von rd. 17 % an der Gesamtheit der auf Basis des Laserscans als solar geeignet eingeschätzten Dächer im Großraum Braunschweig. Hierbei ist zu beachten, dass die Dachflächen nur entweder für die Stromerzeugung oder für die Wärmegewinnung genutzt werden können.

Die räumliche Verteilung der ermittelten solarthermischen Potenziale ähnelt der Photovoltaik auf Dachflächen. Die Notwendigkeit einer engen räumlichen Kopplung von Solarkollektor und Wärmeabnehmer bedingt jedoch eine im Vergleich zur PV-Nutzung stärkere Fokussierung der absoluten Ertragspotenziale (Gesamtwärmemenge) auf die bevölkerungs- und gewerbereichen städtischen Ballungsräume bzw. Landkreise. Demgegenüber dürfte das tatsächlich erschließbare Potenzial relativ zur Gebäude- oder Einwohnerzahl aufgrund der günstigeren gebäudebezogenen Verhältnisse zwischen Dachflächengröße und Wohnfläche (bzw. spezifischen Wärmebedarf) in den weniger verdichteten ruralen Gebieten größer sein als im städtischen Raum.

5.3.2 Windenergie

Bei der Windenergienutzung wird dem Luftstrom durch Rotoren kinetische Energie entzogen und in eine Drehbewegung umgesetzt, die anschließend in einem Generator in elektrische Energie umgewandelt wird. Die maximale Leistung einer Windkraftanlage ist physikalisch auf einen Wirkungsgrad von etwa 60 % begrenzt, sodass eine

Komplettnutzung der im Wind enthaltenen Energie nicht möglich ist [Kaltschmitt 2006]. Moderne Windkraftanlagen erreichen unter optimalen Bedingungen einen Wirkungsgrad von knapp 50 %, wobei der reale Wirkungsgrad je nach Windgeschwindigkeit erheblichen Schwankungen unterliegt und bei niedrigen sowie sehr hohen Windgeschwindigkeiten deutlich niedriger liegt.

Das energetische Potenzial der Windenergienutzung hängt maßgeblich von den folgenden drei Faktoren ab:

- Flächenverfügbarkeit für die Errichtung von Windenergieanlagen (Flächenpotenzial)
- Windgeschwindigkeit an den verfügbaren Standorten
- Anlagentechnik (insbesondere Nabenhöhe, Rotordurchmesser)

Während die Windgeschwindigkeit als meteorologische Größe klimatisch vorgegeben ist, können sowohl Flächenverfügbarkeit als auch die Technik der verwendeten Windkraftanlagen bis zu einem gewissen Grad vom Menschen beeinflusst und gesteuert werden. Hier besteht hinsichtlich des Potenzialumfangs naturgemäß die höchste Sensitivität bezüglich der verfügbaren Fläche, welche wiederum maßgeblich von gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen bzw. Zielen beeinflusst wird. So wird die für die Windenergienutzung bereitstehende Fläche unter anderem durch Nutzungskonkurrenzen mit Natur- und Landschaftsschutz, Siedlungsentwicklung, Erholung und Immissionsschutz eingeschränkt. Je nach Gewichtung der Windenergienutzung in der Abwägung zwischen den

konkurrierenden Nutzungsansprüchen im Raum ergeben sich daher deutlich voneinander abweichende Potenziale. Die klare Zielsetzung des Masterplans 100 % Klimaschutz – die Reduktion der THG-Emissionen bis 2050 um 95 % – macht für die vorliegende Potenzialabschätzung eine besondere und hohe Gewichtung der Nutzung erneuerbarer Energieträger im Allgemeinen und der Windenergienutzung im Speziellen notwendig. Auf der anderen Seite soll vor dem Hintergrund anderer gewichtiger Belange wie Gesundheitsschutz, Natur- und Artenschutz oder Landschaftsschutz ein – auch bei gegenüber heute stärkerem Fokus auf den Zielen des Klimaschutzes – realistisch zur Verfügung stehendes Potenzial ermittelt werden, sodass, wie in Tabelle 5.4 bereits dargestellt, die im Großraum Braunschweig vorhandenen räumlichen Restriktionen in der Potenzialermittlung berücksichtigt werden. Zentrale Grundlage der Potenzialberechnung ist die Modellierung einer potenziellen Flächenkulisse für die Errichtung von Windparks unter Berücksichtigung der verschiedenen Schutz- und Nutzungsansprüche sowie mithin erforderlicher Schutzabstände beispielsweise zu Siedlungen. Auf Basis dieser Potenzialflächenkulisse wird anschließend der potenzielle jährliche Energieertrag abgeschätzt. Diese Abschätzung erfolgt unter der Prämisse einer optimalen Flächenausnutzung, das heißt der unter energetischen Ge-

sichtspunkten effizientesten Anlagendichte, sowie unter Berücksichtigung der (flächenspezifischen) Windgeschwindigkeit und technischer Anlagenparameter.

In der oben genannten Flächenermittlung sind bestehende Windparks im Großraum Braunschweig noch ausgeklammert und somit nicht enthalten, sodass diese Flächen im Hinblick auf die Möglichkeiten eines Repowerings zusätzlich separat zu betrachten sind. Dabei wird angenommen, dass die vorhandenen Windenergieanlagen im Zuge des Repowerings durch modernste Anlagen ersetzt und gleichzeitig auch das Aufstellungsraaster energetisch optimiert wird (das Repowering-Potenzial enthält somit letztlich auch den bereits heute genutzten Anteil des Windenergie-Potenzials).

Im Ergebnis besteht in der Addition von Zubau- und Repowering-Potenzial aus der Windenergienutzung im Großraum Braunschweig ein jährliches Ertragspotenzial von knapp 27.000 GWh. Dieses Potenzial liegt noch einmal oberhalb des Potenzials aus der PV-Nutzung und verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Landkreise und Städte des Großraumes (siehe Abbildung 5.18).

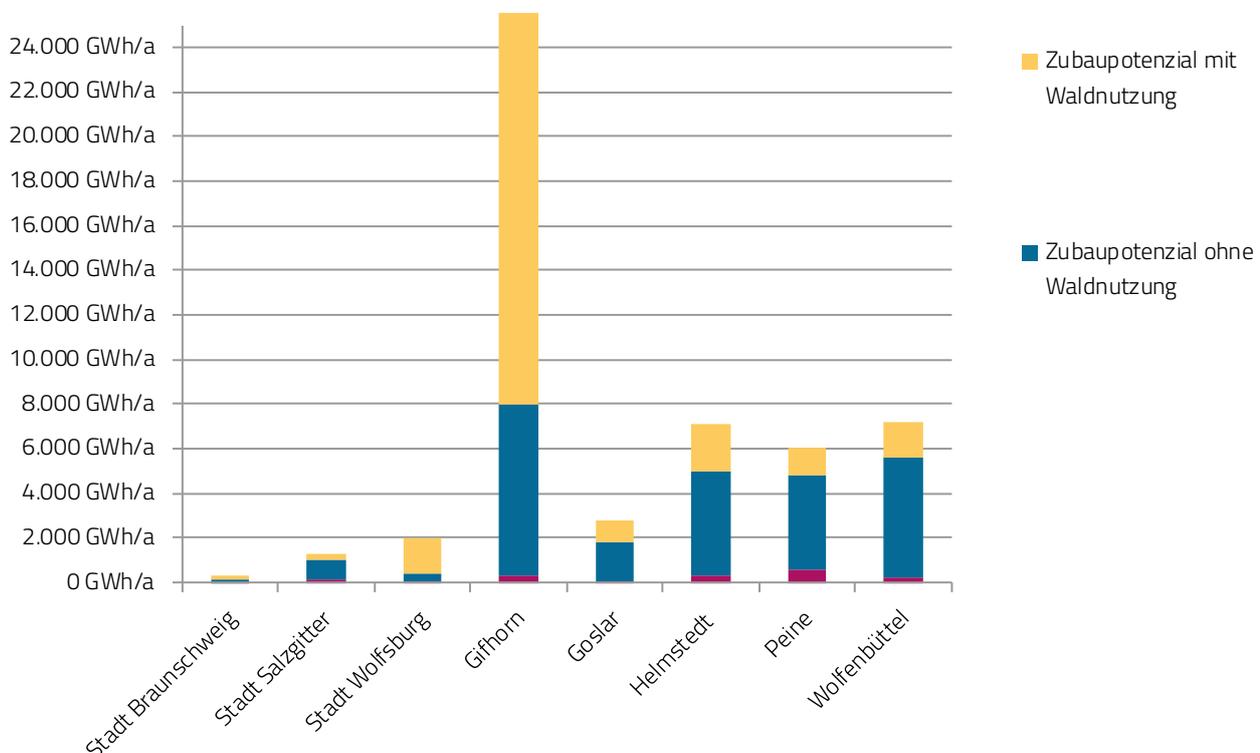


Abbildung 5.18: Potenziale der Stromerzeugung aus der Windenergienutzung mit und ohne Waldnutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Erheblich größer wird das zur Verfügung stehende Potenzial der Windenergienutzung, sofern man auch die im Großraum vorhandenen Wälder als potenziell für die Errichtung von Windenergieanlagen zur Verfügung stehende Flächen in die Betrachtung einbezieht. In diesem Fall würde sich der erzielbare Jahresertrag auf über 52.000 GWh in etwa verdoppeln.

Besonders deutlich nimmt das Potenzial dabei im waldreichen und von oft naturfernen Kiefernforsten geprägten Landkreis Gifhorn zu. Im ebenfalls waldreichen Landkreis Goslar ist die Zunahme indes nicht gleichermaßen deutlich ausgeprägt, da insbesondere der Harz, aber auch weitere Höhenzüge, aufgrund ihres landschaftlichen und naturschutzfachlichen Werts nicht für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen werden.

Zu beachten ist hierbei, dass bei einer Vollausschöpfung der Potenziale ein ganz erheblicher Teil des Großraumes

mit Windenergieanlagen bestückt werden müsste, da planerische Instrumente wie beispielsweise die Berücksichtigung von Mindestabständen zwischen Windparks oder auch Maximalgrößen in der vorliegenden Potenzialanalyse unberücksichtigt bleiben müssen. Es ist daher anzunehmen, dass vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Raumentwicklung nicht die gesamten Potenziale erschlossen werden sollten.

So würde der Flächenanteil von Windparks im Großraum Braunschweig bereits ohne eine Nutzung des Waldes rund 10 % des Gesamtgebiets betragen. Mit Nutzung des Waldes verdoppelt sich die Fläche auf etwa 20 % des Gesamtgebiets. Zum Vergleich: im Zuge der laufenden Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogramms für den Großraum Braunschweig sollen etwa 1,4 % der Gesamtfläche für die Windenergienutzung gesichert werden.

Tabelle 5.7: Potenziale der Stromerzeugung aus der Windenergienutzung mit und ohne Nutzung des Waldes im Großraum Braunschweig

kreisfreie Stadt bzw. Landkreis	Zubau-Potenzial ¹⁾		Repowering-Potenzial ²⁾	Wind-Potenzial Gesamt	
	ohne Wald	mit Wald		ohne Wald	mit Wald
Braunschweig	151 GWh/a	282 GWh/a	16 GWh/a	167 GWh/a	298 GWh/a
Salzgitter	830 GWh/a	1.152 GWh/a	207 GWh/a	1.037 GWh/a	1.359 GWh/a
Wolfsburg	354 GWh/a	1.938 GWh/a	45 GWh/a	399 GWh/a	1.983 GWh/a
Gifhorn	7.652 GWh/a	25.217 GWh/a	428 GWh/a	8.080 GWh/a	25.645 GWh/a
Goslar	1.777 GWh/a	2.741 GWh/a	62 GWh/a	1.838 GWh/a	2.803 GWh/a
Helmstedt	4.620 GWh/a	6.703 GWh/a	460 GWh/a	5.080 GWh/a	7.163 GWh/a
Peine	4.267 GWh/a	5.520 GWh/a	420 GWh/a	4.687 GWh/a	5.940 GWh/a
Wolfenbüttel	5.372 GWh/a	7.007 GWh/a	275 GWh/a	5.647 GWh/a	7.282 GWh/a
Großraum Braunschweig	25.024 GWh/a	50.560 GWh/a	1.913 GWh/a	26.935 GWh/a	52.473 GWh/a

1) Die hier dargestellten Zubau-Potenziale resultieren aus der Modellierung einer potenziellen Flächenkulisse für die Errichtung von Windparks. Grundlage sind in der niedersächsischen Planungspraxis übliche Annahmen wie die Berücksichtigung der verschiedenen Schutz- und Nutzungsansprüche sowie mithin erforderlicher Schutzabstände bspw. zu Siedlungen (Details siehe Tabelle 5.4.). Das Vorgehen erfolgte dabei in enger Anlehnung an die bereits vorliegende umfassende Potenzialanalyse des Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzepts - RE nKCO2 (siehe Kapitel 5.1 des vorliegenden Berichts, sowie Kapitel 4.1 bis 4.4 in RE nKCO2).

Die in der Tabelle dargestellten Zahlen beschreiben dabei nur ein theoretisches Potenzial und keine Zielsetzung bezüglich eines zukünftigen Ausbaus. Der erforderliche und als sinnvoll zu erachtende Ausschöpfungsgrad des abgeschätzten Potenzials erfolgt erst bei den Szenarien in Kapitel 6.

2) Werte inkl. heutigem Bestand

Es ist daher trotz des Einbezugs diverser Restriktionen und Abstandserfordernisse sorgsam abzuwägen, in welchem Umfang diese Potenziale ausgeschöpft werden sollen bzw. müssen, da hiermit erhebliche Flächenbedarfe und Veränderungen des Landschafts- und Erscheinungsbildes der Region einhergehen würden.

Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass die analysierten Flächenpotenziale sich nicht gleichmäßig über den Raum verteilen, sondern insbesondere im Naturraum der Börden und im Norden des Großraumes konzentriert sind. Diese Teilräume wären bei Vollausschöpfung der Potenziale in erheblichem Ausmaß betroffen.

Der erforderliche und als sinnvoll zu erachtende Ausschöpfungsgrad des abgeschätzten Potenzials wird erst im Rahmen der Szenarien-Entwicklung in Kapitel 6 ermittelt und festgelegt. Da das Windenergiepotenzial jedoch bereits den heutigen Energiebedarf im Großraum Braunschweig bei Weitem übersteigt, kann eine – auch nur annähernde – Vollausschöpfung des Potenzials bereits an dieser Stelle ausgeschlossen werden.

5.3.3 Bioenergie

Grundsätzlich kann jegliche Form von Biomasse energetisch genutzt werden, indem die in dem jeweiligen Material gespeicherte chemische Energie mit Hilfe unterschiedlicher Prozesse freigesetzt und nutzbar gemacht wird.

Unter den erneuerbaren Energieträgern hebt sich die Bioenergie insbesondere aufgrund ihrer Flexibilität hervor. Je nach verwendeter Umwandlungsmethode bestehen verschiedene Nutzungsoptionen für die Energie aus Biomasse. So kann diese in Form von Wärme, Strom oder Treibstoff gewonnen werden und ist zudem per se in der jeweiligen Biomasse gespeichert/speicherbar und damit zeitlich flexibel je nach Bedarf verfügbar. Im Rahmen der Potenzialanalyse wird zunächst bewusst auf eine Zuordnung zu einer Nutzenergieform (Elektrizität, Treibstoff, Wärme) verzichtet.

Es wird jeweils der Bruttoenergiegehalt der Biomasse ermittelt, aus dem später je nach Bedarf die gewünschte Energieform gewonnen werden kann. Die Entscheidung über den jeweils notwendigen und sinnvollen Umwandlungsweg bzw. die zu erzeugende Nutzenergieform wird erst im Rahmen der Szenarien-Betrachtung in Abhängigkeit von der dortigen Strukturierung des zukünftigen Energiesystems erfolgen.

Von den zahlreichen grundsätzlich bioenergetisch nutzbaren organischen Materialien werden im Rahmen des Masterplans die mengenmäßig relevantesten, nicht bereits durch andere Nutzungsformen belegten Teilpotenziale betrachtet. Diese lassen sich in die beiden Hauptgruppen „Anbau nachwachsender Rohstoffe (NaWaRo)“ und „Reststoffnutzung“ untergliedern:

- Energiepflanzenanbau (NaWaRo)
- Reststoffpotenzial Gülle
- Reststoffpotenzial Stroh
- organische (Siedlungs-)Abfälle
- Wald-Rest- und Industrieholz

Da der Anbau von **nachwachsenden Rohstoffen** zur energetischen Verwendung auf landwirtschaftlichen³⁸ Nutzflächen erfolgt, besteht eine direkte Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Nahrung und Futtermittelproduktion sowie zur Erzeugung pflanzlicher Rohstoffe zur nicht-energetischen industriellen Verwendung.

Somit ist die maßgebende Restriktion der potenziell zur Verfügung stehenden Energiemenge aus dem Energiepflanzenanbau die Flächenverfügbarkeit unter Berücksichtigung der Erfordernisse der Nahrungsmittelsicherheit und Rohstoffverfügbarkeit. Insbesondere ist hier der sogenannte „Teller-Tank-Konflikt“ in die Überlegungen einbezogen.

Unter Berücksichtigung auch der Interessen internationaler Konsumenten, also der sozialetischen Dimension der Flächennutzung, wird in der vorliegenden Potenzialanalyse davon ausgegangen, dass das verträgliche Maß an Flächennutzung für den Energiepflanzenanbau im Großraum Braunschweig bereits durch die heute vorhandenen und verfestigt geplanten Biogasanlagen und Biogas-BHKW vollständig ausgeschöpft wird.

Die von diesen Anlagen benötigten Landwirtschaftsflächen werden daher als Flächengrundlage für die Potenzialermittlung herangezogen. Ferner wird unterstellt, dass das zur energetischen Verwendung landwirtschaftlich erzeugte Substrat zu 100 % vergärt und in Form von Biogas weiterverwendet wird.

38 Die energetische Nutzung forstlicher Flächen wird im Rahmen der Betrachtung der Potenziale aus der Nutzung von Alt- und Restholz berücksichtigt. Eine Umwandlung forstlicher Flächen in landwirtschaftliche Nutzflächen oder auch eine Umnutzung hin zur reinen Energieholzproduktion wird nicht betrachtet.

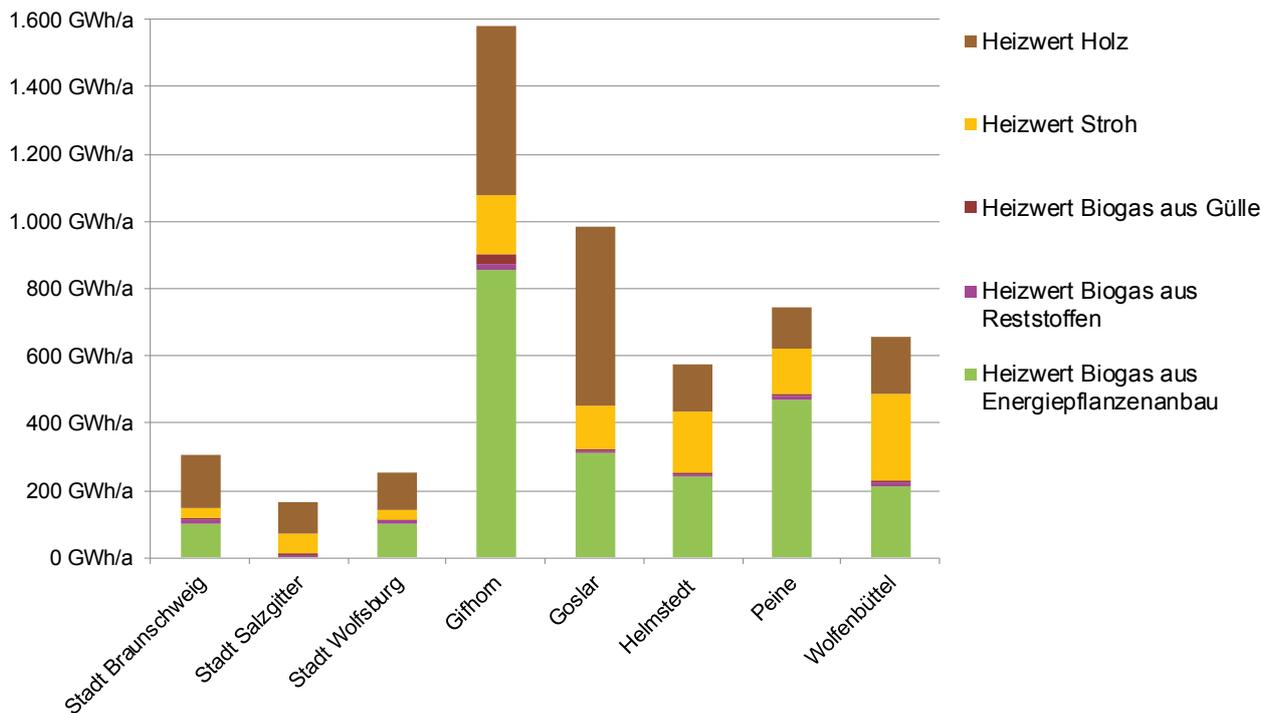


Abbildung 5.19: Potenzieller Bruttoenergiegehalt aus der Nutzung verschiedener Formen der Bioenergie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Die im Zuge der Vergärung und Fermentierung des Substrats in Form von Wärme erforderliche zusätzliche Energie wird bilanziell vom ermittelten Gesamtenergiegehalt abgezogen³⁹.

Hinsichtlich der Potenziale aus der Nutzung organischer **Reststoffe** (Alt-/Restholz, Stroh, Gülle, Abfälle) wird in Ermangelung spezifischer regionaler Daten zu Aufkommen, Nutzungsgrad und derzeitiger Nutzungsart auf Daten aus einer bundesweiten Studie des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe [Brosowski et al. 2015] zurückgegriffen.

Die bundesweiten Daten zu energetisch nutzbaren technischen Potenzialen dieser Reststoffe werden anhand der regionsspezifischen Anteile der relevanten Nutzungsarten (Wald- und Ackerflächen, Anzahl der Großvieheinheiten, Aufkommen organischer Abfälle) an den Bundeswerten auf die einzelnen betrachteten Raumeinheiten umgerechnet.

Im Ergebnis zeigen sich die im Folgenden dargestellten Potenziale des durch die Bioenergienutzung jährlich im Großraum Braunschweig gewinnbaren Bruttoenergiegehalts. Für den Gesamttraum ergibt sich ein jährliches Potenzial von etwas mehr als 5.250 GWh.

39 Dabei wird jedoch unterstellt, dass die Wärme zur Gärbehälterheizung in einem BHKW erzeugt wird. Die Biogasnutzung geht also unabhängig von der endgültigen Verwendung immer mit einer gewissen Stromerzeugung einher.

Tabelle 5.8: Potenzieller Bruttoenergiegehalt aus der Nutzung verschiedener Formen der Bioenergie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

kreisfreie Stadt bzw. Landkreis	Heizwert Biogas			Strom (aus Gärbehälterheizung in KWK)	Heizwert		Biomasse Wärme Gesamt (ohne Strom)
	Biogas NaWaRo	Biogas aus Reststoffen	Biogas aus Gülle		Stroh	Holz	
Braunschweig	98 GWh/a	17 GWh/a	1 GWh/a	1,70 GWh/a	26 GWh/a	146 GWh/a	308 GWh/a
Salzgitter	3 GWh/a	6 GWh/a	1 GWh/a	0,16 GWh/a	57 GWh/a	80 GWh/a	163 GWh/a
Wolfsburg	103 GWh/a	11 GWh/a	2 GWh/a	1,69 GWh/a	26 GWh/a	98 GWh/a	254 GWh/a
Gifhorn	857 GWh/a	15 GWh/a	32 GWh/a	13,22 GWh/a	156 GWh/a	455 GWh/a	1.583 GWh/a
Goslar	309 GWh/a	6 GWh/a	8 GWh/a	4,72 GWh/a	117 GWh/a	479 GWh/a	985 GWh/a
Helmstedt	244 GWh/a	5 GWh/a	6 GWh/a	3,73 GWh/a	161 GWh/a	129 GWh/a	577 GWh/a
Peine	467 GWh/a	12 GWh/a	7 GWh/a	7,12 GWh/a	123 GWh/a	108 GWh/a	743 GWh/a
Wolfenbüttel	211 GWh/a	13 GWh/a	3 GWh/a	3,32 GWh/a	233 GWh/a	154 GWh/a	658 GWh/a
<i>Großraum Braunschweig</i>	2.292 GWh/a	86 GWh/a	60 GWh/a	35,67 GWh/a	900 GWh/a	1.649 GWh/a	5.270 GWh/a

Wie sich zeigt, bestehen die maßgeblichen Potenziale der Bioenergienutzung im Anbau von Energiepflanzen sowie der Nutzung von Restholz und Stroh. Diese drei Teilpotenziale machen zusammen mehr als 97 % des Gesamtpotenzials aus.

Die Potenziale von organischen Abfällen, welche oftmals bereits anderweitig genutzt werden, und der landwirtschaftlichen Tierhaltung, die im Großraum Braunschweig eine untergeordnete Rolle spielt, sind demgegenüber unbedeutend und können keinen maßgeblichen Beitrag zur künftigen Energieversorgung leisten.

Damit ist auch wenig verwunderlich, dass die Potenziale der Bioenergie räumlich auf die ackerbaulich und durch Wald geprägten Landkreise des Großraumes (insbesondere Gifhorn mit 34 % und Goslar mit rund 59 %) konzentriert sind und in den Städten lediglich ein Anteil von kaum 14 % am Gesamtpotenzial der Bioenergienutzung zu verorten ist.

5.3.4 Wasserkraft sowie Klär- und Deponiegas

Die Wasserkraftnutzung sowie die Stromerzeugung aus Klär- und Deponiegas tragen, von lokalen Ausnahmen im Landkreis Goslar abgesehen, nur zu einem sehr geringen Anteil zum erneuerbaren Energiepotenzial im Großraum

Braunschweig bei. Es wurde daher auf eine Aktualisierung der Analyse aus dem Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept [REnKCO2 2013] verzichtet und die Ergebnisse unverändert übernommen.

Wasserkraftanlagen

Das Wasserkraftpotenzial setzt sich aus dem Ausbaupotenzial an bereits vorhandenen Standorten sowie dem Reaktivierungs- und Neubaupotenzial an ehemaligen Standorten stillgelegter Wassermühlen sowie natürlichen Staustufen oder künstlichen Wehren zusammen. An **bestehenden Anlagen** kann die Stromerzeugung um bis zu 20 % gesteigert werden, vor allem durch

- Verbesserungen der Turbinenwirkungsgrade im Rahmen fälliger Generalüberholungen oder Erneuerungen, ggf. kombiniert mit einer
- Erhöhung des Ausbaugrades (größere installierte Leistung bei schlechterer Vollaststundenzahl, aber gesteigerter jährlicher Stromerzeugung),
- Optimierungen der Regelung und
- wasserbaulichen Maßnahmen (zum Beispiel Erhöhung der nutzbaren Fallhöhe).

Ein Potenzial für den **Neubau** von Anlagen mit einer Leistung >1 MW besteht unter Berücksichtigung der umweltrechtlichen Maßgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie unter anderem zur ökologischen Gewässerdurchgängigkeit nicht. Das Potenzial beschränkt sich auf kleinere Anlagen im Kilowatt-Bereich, insbesondere an alten Wehren und durch Reaktivierung kleinerer stillgelegter Wasserkraftwerke, die jedoch nur einen marginalen Anteil zum Gesamtpotenzial der erneuerbaren Energien liefern können.

Insgesamt beträgt die mögliche zusätzliche Stromerzeugung bis zu knapp 3.600 MWh/a durch Reaktivierung und Neubau sowie bis zu 4.700 MWh/a durch **Ausbau und Effizienzsteigerung** an vorhandenen Standorten, was zusammen 21 % der derzeitigen Stromeinspeisung aus Wasserkraft entspricht. Etwa zwei Drittel des Potenzials entfällt auf den Landkreis Goslar und dort wiederum überwiegend auf die Talsperren der Harzwasserwerke (zu kommunalen Einzelergebnisse siehe Band 5 Kommunale Datenblätter).

Klär- und Deponiegas

Die **Deponiegasnutzung** wird bei der Potenzialermittlung nicht betrachtet, da nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Technischen Anleitung (TA) Siedlungsabfall alle Abfälle mit über 5 % organischem Anteil vor der Ablagerung

entweder thermisch oder mechanisch-biologisch behandelt werden müssen.

Es wird also bereits seit etlichen Jahren keine wesentliche organische Substanz mehr in die Deponien eingebracht, weshalb die Deponiegasentstehung kontinuierlich nachlässt und schließlich zum Erliegen kommt. Bis 2050 wird sich das energetische Nutzungspotenzial also auf Null reduzieren.

Die Ermittlung des **Klärgaspotenzials** basiert auf einer Übersicht aller kommunalen Kläranlagen im Großraum Braunschweig. Ab einer Ausbaugröße von 5.000 Einwohnerwerten (EW) ist grundsätzlich der nachträgliche Bau eines Faulturms sinnvoll. Dies ist für bis zu 40 der 59 öffentlichen Kläranlagen im Großraum Braunschweig der Fall.

Mit einer gleichzeitigen Optimierung der Klärgasausbeute durch entsprechende Prozessabläufe ergibt sich damit eine jährlich mögliche Klärgasmenge etwa 15 Millionen m³ mit einem Heizwert von knapp 91.000 MWh, die energetisch genutzt werden könnte. Welcher Anteil davon bereits heute genutzt wird, konnte nicht geklärt werden, die ermittelten Potenziale enthalten also den Ist-Stand.

Tabelle 5.9: Potenziale der Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

kreisfreie Stadt bzw. Landkreis	Bestand	Ausbau und Effizienzsteigerung	Reaktivierung und Neubau	Summe (inkl. Bestand)
Braunschweig	1.394 MWh/a	165 MWh/a	1.315 MWh/a	2.874 MWh/a
Salzgitter	1.558 MWh/a	184 MWh/a	20 MWh/a	1.762 MWh/a
Wolfsburg	0 MWh/a	0 MWh/a	11 MWh/a	11 MWh/a
Gifhorn	2.932 MWh/a	347 MWh/a	443 MWh/a	3.722 MWh/a
Goslar	32.046 MWh/a	3.791 MWh/a	1.308 MWh/a	37.145 MWh/a
Helmstedt	1 MWh/a	0 MWh/a	80 MWh/a	81 MWh/a
Peine	112 MWh/a	13 MWh/a	0 MWh/a	125 MWh/a
Wolfenbüttel	1.786 MWh/a	211 MWh/a	413 MWh/a	2.410 MWh/a
<i>Großraum Braunschweig</i>	39.829 MWh/a	4.712 MWh/a	3.588 MWh/a	48.130 MWh/a

Tabelle 5.10: Klärgaspotenziale in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

kreisfreie Stadt bzw. Landkreis	Kläranlagen	Faulturm möglich	Klärgaspotenzial	Heizwert
Braunschweig	1	1	2.601 Tsd. m ³ /a	15.604 MWh/a
Salzgitter	3	1	1.369 Tsd. m ³ /a	8.213 MWh/a
Wolfsburg	3	2	1.610 Tsd. m ³ /a	9.658 MWh/a
Gifhorn	11	9	2.268 Tsd. m ³ /a	13.605 MWh/a
Goslar	10	8	2.633 Tsd. m ³ /a	15.795 MWh/a
Helmstedt	11	7	1.811 Tsd. m ³ /a	10.868 MWh/a
Peine	9	7	1.568 Tsd. m ³ /a	9.406 MWh/a
Wolfenbüttel	11	5	1.294 Tsd. m ³ /a	7.764 MWh/a
<i>Großraum Braunschweig</i>	59	40	15.152 Tsd. m³/a	90.912 MWh/a

5.3.5 Oberflächennahe Geothermie

Die Potenzialermittlung im Bereich der Geothermie beschränkt sich auf die Potenziale der oberflächennahen Geothermie, da die Nutzbarkeit der tiefen Geothermie ab >400 m Tiefe im Großraum Braunschweig derzeit nicht absehbar ist.

Das Potenzial der oberflächennahen Erdwärmenutzung ergibt sich aus der Wärmekapazität und -leitfähigkeit des oberflächennahen Untergrunds sowie der eingesetzten Technologie. Hierzu stehen im Wesentlichen Erdwärme-Kollektoren und Erdwärme-Sonden zur Verfügung, welche jeweils an die Nutzung einer Wärmepumpe gekoppelt sind. Aufgrund ihres deutlich geringeren Flächenbedarfs – was insbesondere in den dicht bebauten urbanen Zentren des Betrachtungsraumes von erhöhter Relevanz ist – wird im Zuge der vorliegenden Betrachtung die ausschließliche Nutzung von Erdwärme-Sonden unterstellt.

Diese setzen die Möglichkeit von Bohrungen bis in eine Tiefe von 40 bis 100 m voraus und sind daher in Teilbereichen

aufgrund des Grundwasserschutzes oder des geologischen Untergrunds mit Restriktionen belegt, welche im Zuge der Potenzialanalyse berücksichtigt werden.

So werden die vom LBEG als „ungeeignet“ bewerteten Flächen aus der Berechnung ausgeklammert. In den mit Restriktionen behafteten „bedingt geeigneten“ Gebieten wird die Bohrtiefe auf 40 m begrenzt und ferner ein pauschaler Abschlag von 10 % vom theoretischen Gesamtpotenzial im Umfang für nicht genehmigungsfähige Standorte vorgenommen (siehe Abbildung 5.20). Darüber hinaus wird eine enge räumliche Kopplung von Bohrung/Sondenstandort und dem Wärmeabnehmer vorausgesetzt, was in der Potenzialanalyse durch Beschränkung der nutzbaren Freiflächen auf einen 15 m breiten Korridor um die vorhandenen Gebäude berücksichtigt wird.

Die Analyse beschränkt sich ferner auf Flächen mit Wohn- und Mischnutzungen und klammert damit rein gewerbliche Standorte aus.



Abbildung 5.20: Nutzungsbedingungen für Erdwärmesonden in Niedersachsen (aus: LBEG 2012)

Diesem Ansatz folgend ergeben sich zunächst etwas mehr als 14.000 ha (bedingt) geeigneter Freiflächen für den Einsatz von Erdwärmesonden. Die geothermisch gewinn- und (gekoppelt an die tatsächliche Wärmenachfrage vor Ort) auch tatsächlich nutzbare Wärmemenge aus diesen Flächen beträgt in der Summe mehr als 3.700 GWh/a (siehe Abbildung 5.21). Dies entspricht lediglich etwas mehr als

50 % der auf den ermittelten Freiflächen theoretisch gewinnbaren (aber nur in Kombination mit Wärmenetzen nutzbaren) Wärmemenge. Zu beachten ist, dass die Potenziale zunächst die reine Wärmeentzugleistung aus dem Untergrund beinhalten. Der für den Betrieb der Wärmepumpen benötigte Strom wird erst in den Szenarien berücksichtigt (vgl. Kapitel 6).

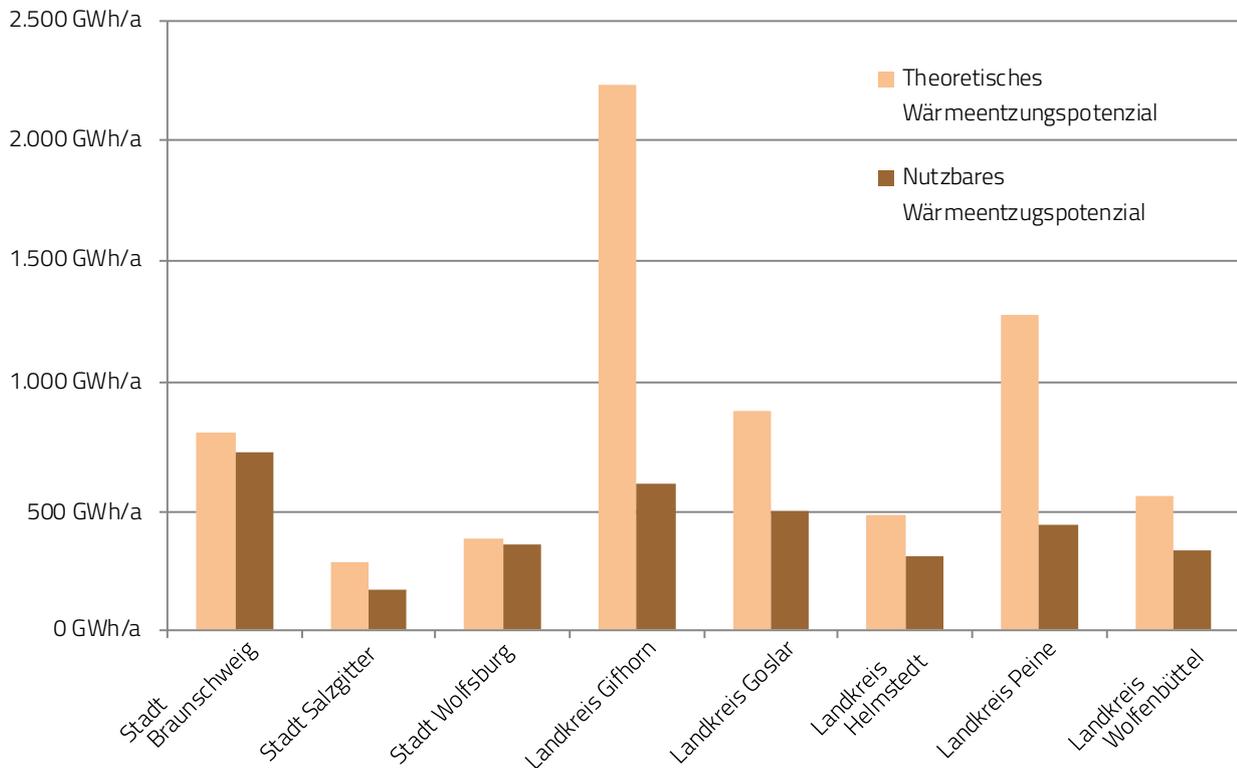


Abbildung 5.21: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Nutzung oberflächennaher Geothermie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Tabelle 5.11: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig

Landkreis oder kreisfreie Stadt	Theoretisches Wärmeentzugspotenzial	Nutzbares Wärmeentzugspotenzial
Stadt Braunschweig	826 GWh/a	761 GWh/a
Stadt Salzgitter	329 GWh/a	241 GWh/a
Stadt Wolfsburg	414 GWh/a	392 GWh/a
Gifhorn	2.253 GWh/a	654 GWh/a
Goslar	904 GWh/a	508 GWh/a
Helmstedt	493 GWh/a	350 GWh/a
Peine	1.311 GWh/a	458 GWh/a
Wolfenbüttel	567 GWh/a	375 GWh/a
Großraum Braunschweig	7.097 GWh/a	3.738 GWh/a

Im Zuge der Ergebnisbetrachtung ist analog zur Solarthermie auch hier darauf hinzuweisen, dass eine gebäudespezifische Zuordnung von Freifläche zum Wärmebedarf des angrenzenden Gebäudes angesichts des Betrachtungsmaßstabs und mehr als 800.000 Einzelgebäuden im Großraum Braunschweig nicht möglich war.

Der Abgleich von Angebot und Nachfrage ist jedoch auf Ebene der Samt- und Einheitsgemeinden erfolgt. Streng genommen lässt sich bei diesem Ansatz nicht ausschließen, dass das ermittelte Potenzial im Einzelfall unterstellt, dass eine vergleichsweise große Freifläche um ein kleines Gebäude am Ortsrand letztlich zur Versorgung einer dicht bebauten Häuserzeile in der Ortsmitte herangezogen wird.

Dieser Effekt kann insbesondere im Bereich der städtischen Zentren zu einer Überschätzung des tatsächlichen Potenzials führen, was im Zuge der anschließenden Szenarien-Erstellung und der Frage nach dem erforderlichen und sinnvollen Ausschöpfungsgrad der einzelnen Teilpotenziale berücksichtigt wird, indem die Potenziale der oberflächennahen Geothermie nicht ausgereizt werden. Die räumliche Verteilung der ermittelten Potenziale ist insbesondere bezüglich des theoretischen Potenzials von der Bebauungsdichte abhängig und in den

ländlicher geprägten Gebieten des Großraums Braunschweig, insbesondere im Landkreis Gifhorn, am größten. Demgegenüber ist das tatsächlich nutzbare Potenzial entsprechend der jeweiligen Wärmebedarfe über den Betrachtungsraum verteilt.

5.3.6 Zusammenfassung der Angebotspotenziale zur Dekarbonisierung der Energieversorgung

In der Gesamtschau der betrachteten Teilpotenziale aus der Nutzung erneuerbarer Energieträger im Großraum Braunschweig ergibt sich das in Abbildung 5.22 grafisch dargestellte Gesamtbild.

Eine simple Addition der Teilpotenziale zu einem (rein rechnerischen) Gesamtpotenzial ermöglicht erste Hinweise zur Erreichbarkeit der Ziele des Masterplans und zu bestehenden Handlungsoptionen. Dieses Gesamtpotenzial ist jedoch aufgrund zahlreicher hier noch unberücksichtigter Einflussfaktoren und Wechselwirkungen (unter anderem Sektorkopplung, Flächenkonkurrenzen, Speicherbedarf, Rückkopplungen zwischen Angebot und Nachfrage usw.), die erst in den Szenarien näher betrachtet werden, lediglich vorläufiger Natur und stellt keinen realen Erwartungswert dar. Es kann und soll jedoch einen Eindruck über die Verhältnisse zwischen den Teilpotenzialen und den zu erwartenden Energieformen und mengen vermitteln.

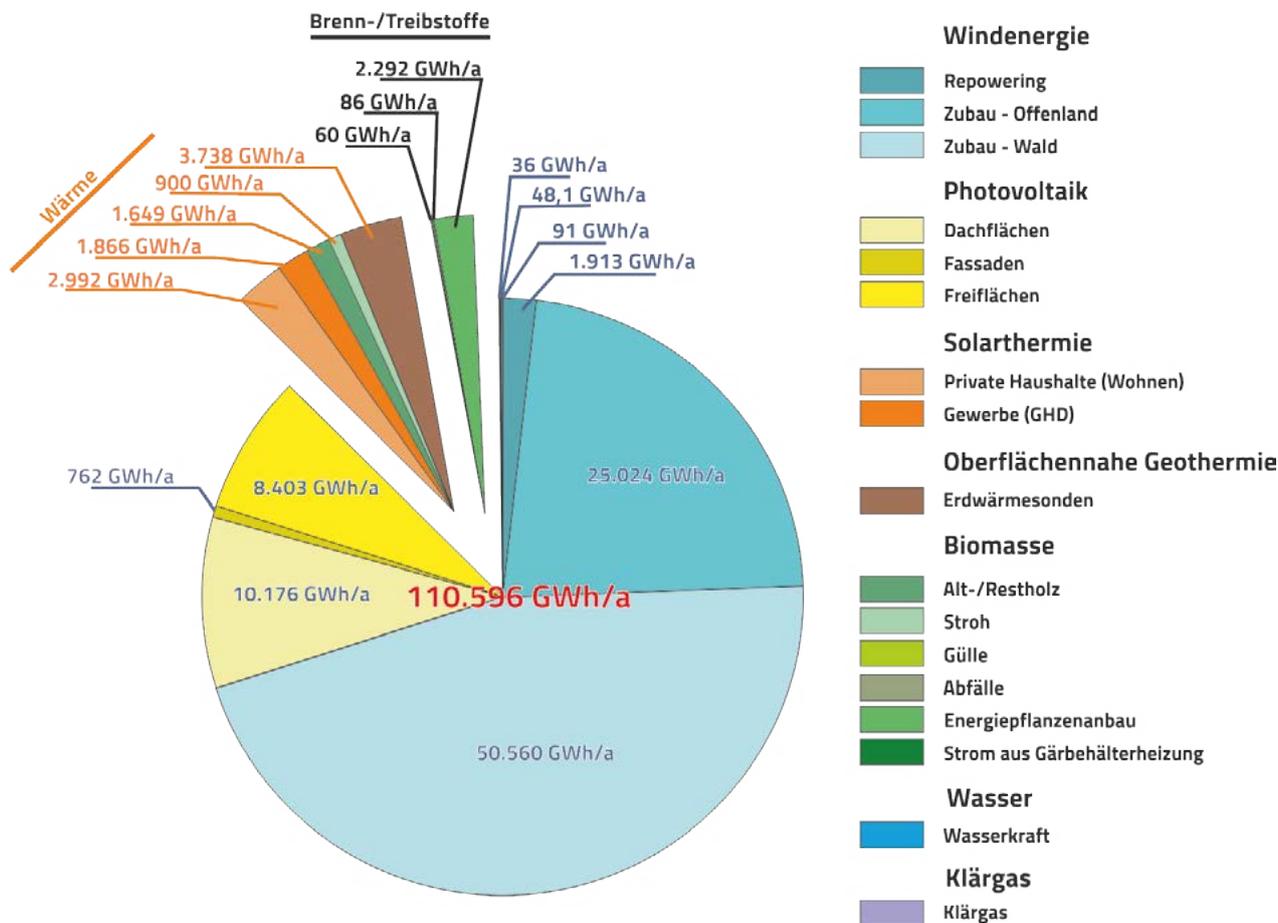


Abbildung 5.22: Summe aller ermittelten erneuerbaren Angebotspotenziale bei Strom, Wärme und Brenn-/Treibstoffen im Großraum Braunschweig

Aus der Abbildung 5.22 wird deutlich, dass der ganz überwiegende Teil der ermittelten Angebotspotenziale Strom bereitstellt. Dieser macht einen Anteil von knapp 90 % am Gesamtpotenzial aus, gegenüber lediglich etwa 8 % Wärme und gerade einmal 2 % Brenn- und Treibstoffen aus der Bioenergienutzung. Darüber hinaus machen allein Photovoltaik und Windenergienutzung zusammen genommen mehr als zwei Drittel des Potenzials aus.

5.3.7 Abwärme und erneuerbare Wärme in Nah- und Fernwärmenetzen

Das Potenzial zur Nutzung von Abwärme aus Gewerbebetrieben ist nur auf der Basis einzelbetrieblicher Untersuchungen seriös zu ermitteln und konnte daher im Betrachtungsmaßstab des über 5.000 km² umfassenden Großraumes Braunschweig nicht quantifiziert werden.

Entsprechende Untersuchungen müssen der Umsetzungsphase des Masterplanprozesses vorbehalten bleiben. Unabhängig von der Existenz nutzbarer Abwärmepotenziale ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung für deren externe Nutzung das Vorhandensein ausreichender potenzieller

Abnehmer in möglichst geringer Entfernung.

Um geeignete Gebiete zu identifizieren, in denen die Wärmenachfrage auch zukünftig unter der Annahme höherer Dämmstandards ausreichend hoch ist, um ein Wärmenetz effizient zu betreiben, wurde daher im Rahmen der Erstellung des Masterplans ein kleinräumiges Wärmekataster für den Großraum Braunschweig im 1-km²-Raster erstellt.

Dieses ermöglicht in der anschließenden Umsetzungsphase des Masterplans eine gezielte räumliche Suche nach potenziellen Abwärme-Lieferanten, welche auf jene Gebiete begrenzt werden kann, die heute und ggf. auch noch mittel- und langfristig eine hinreichend hohe Wärmenachfrage aufweisen.

Während die angesprochene Abwärmenutzung – jedenfalls für die Versorgung von Wohngebäuden – zwingend auf ein Wärmenetz angewiesen ist, ist dies für die Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie nicht unbedingt erforderlich. Es kann deren Nutzung jedoch deutlich erleichtern.

Tabelle 5.12: Potenziale zur Dekarbonisierung der Energieversorgung im Großraum Braunschweig

Energieträger	Strom	Wärme	Brenn-/Treibstoffe
Windenergie - Repowering	1.913 GWh/a	-	-
Windenergie – Zubau Offenland	25.024 GWh/a	-	-
Windenergie – Zubau Wald	50.560 GWh/a	-	-
Photovoltaik - Dachflächen	10.176 GWh/a	-	-
Photovoltaik - Fassaden	762 GWh/a	-	-
Photovoltaik - Freiflächen	8.403 GWh/a	-	-
Solarthermie - Dachflächen	-	4.857 GWh/a	-
Biomasse – Alt-/Restholz	-	1.649 GWh/a	-
Biomasse – Stroh	-	900 GWh/a	-
Biomasse - Gülle	36 GWh/a ¹⁾	-	60 GWh/a
Biomasse - Abfälle		-	86 GWh/a
Biomasse - Energiepflanzenanbau		-	2.292 GWh/a
Wasserkraft	48 GWh/a	-	-
Klärgas	91 GWh/a	-	-
Oberflächennahe Geothermie	-	3.738 GWh/a	-

1) Zwangsweise in KWK anfallender Strom aus Gärbehälterheizung.

So sind beispielsweise Strohheizwerke erst ab einer bestimmten Größe sinnvoll zu betreiben und auch bei Holz-Hackschnitzel- oder Pelletheizungen verbessern sich die Möglichkeiten zur Abgasreinigung mit der Größe der Anlagen.

Großflächige Solarthermie-Anlagen im Leistungsbereich bis $50 \text{ MW}_{\text{th}}$, wie sie vor allem in Dänemark, zunehmend aber auch in Deutschland mit großem Erfolg in Kombination mit Wärmenetzen betrieben werden⁴⁰, können Wärme wesentlich kostengünstiger bereitstellen, als dies mit dezentralen Lösungen in Gebäuden möglich ist.

Auch der Einsatz von Großwärmepumpen kann zum Beispiel im Rahmen von Quartierskonzepten Vorteile gegenüber haus- oder wohnungsweisen Einzelanlagen bieten. Langfristig gewinnen Wärmenetze auch bei verstärkter Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (P2G) zunehmende Bedeutung, wenn die bei der Elektrolyse bzw. Methanisierung entstehende Abwärme genutzt werden soll, um die Wirkungsgrade zu verbessern (vgl. Kapitel 6.2.8).

Das Wärmekataster als Grundlage weiterer Auswertungsschritte beinhaltet die geschätzte bestehende und künftige Wärmenachfrage der privaten Haushalte und des Gewerbesektors (GHD) exklusive der Industrie. Der private Wärmebedarf wurde auf Basis der Gebäudetypologie ([TABULA 2015], vgl. auch Kapitel 5.2.1) in Kombination mit einer Sonderauswertung der Zensus-Ergebnisse für den tatsächlichen Wohngebäudebestand im $1 \times 1 \text{ km}$ Raster berechnet.

In Abhängigkeit von den typologie-spezifischen Effizienz-/Einsparungspotenzialen ergibt sich für diese Teilgröße der zu prognostizierende zukünftige Wärmebedarf. Diesem Wärmebedarf wurde in einem zweiten Auswertungsschritt der gewerbliche Bedarf hinzugefügt.

Für den Wärmebedarf im Gewerbe steht allerdings keine vergleichbare kleinräumige Datenbasis, wie sie der Zensus liefert, zur Verfügung. Zur ersten Orientierung wurde daher der heutige bzw. bis 2050 verbleibende Verbrauch mit Hilfe des aus der Bilanz bekannten gewerblichen Anteils am kommunalen Gesamtwärmebedarf ermittelt und anteilig auf alle Rasterzellen mit Gewerbeflächen entsprechend deren jeweiliger Größe verteilt (siehe Abbildung 5.23). Da der Wärmebedarf insbesondere beim produzierenden Gewerbe je nach Betrieb stark schwanken kann, sind hier deutliche Abweichungen von der Realität möglich, die umso größer ausfallen können, je kleiner das betrachtete Gebiet ist.

40 Diese sind aus demselben Grund wie die Abwärmenutzung aus Gewerbebetrieben nicht in der Potenzialermittlung zur Solarthermie (Kap. 5.3.1) enthalten und könnten das Potenzial ggf. vergrößern.

Als Basis für die Eingrenzung potenziell geeigneter Quartiere für den Bau von Wärmenetzen stellt das Kataster trotzdem eine wertvolle Basis dar. Je kleiner der im Kataster ausgewiesene Anteil des Wärmebedarfs privater Haushalte jedoch ist, umso sorgfältiger sollte eine Überprüfung der tatsächlichen Verhältnisse im lokalen Gewerbe erfolgen, zum Beispiel durch einzelbetriebliche Abfragen oder Auswertung von adressbezogenen Absatzdaten der Netzbetreiber.

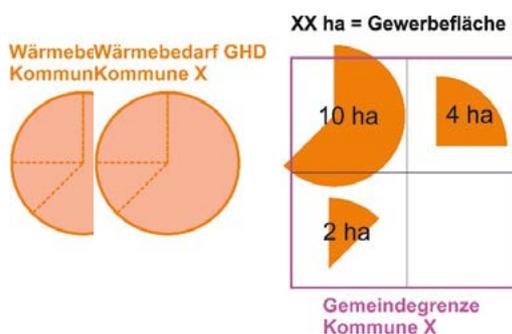


Abbildung 5.23: Schematische Darstellung der Abschätzung des gewerblichen Wärmebedarfs im Wärmekataster

Aufbauend auf dem Gesamtwärmebedarf je Rasterzelle konnte anschließend die Auswertung des Katasters hinsichtlich erster Hinweise auf für Verdichtung, Ausbau oder Neubau von Wärmenetzen geeignete Gebiete im Großraum Braunschweig erfolgen. Voraussetzung für den wirtschaftlichen, aber auch den ökologisch sinnvollen Betrieb von Wärmenetzen ist eine ausreichende Wärmedichte, das heißt eine ausreichende Wärmenachfrage pro Hektar Netzgebiet bzw. pro Meter Netzlänge.

Das Masterplan-Handbuch nennt einen Mindestwert von 150 MWh/a je ha erschlossener Fläche bzw. von mindestens $0,5 \text{ MWh/a}$ je m Trassenlänge⁴¹. Letzteres entspricht auch der Fördergrenze nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG). Bei zu geringer Wärmedichte steigen allerdings die Netzverluste stark an und können leicht Werte von 20-30 % erreichen, im Sommer auch darüber.

In bestehenden **Fernwärmenetzen** sind dagegen Netzverluste von 12 % bezogen auf die beim Kunden abgegebene Wärme üblich, allerdings bei sehr hohen Anschlussdichten von durchschnittlich über $4,4 \text{ MWh/a}$ je m Trassenlänge [Wolff 2011]. Im Großraum Braunschweig existieren Fernwärmenetze gegenwärtig nur in den kreisfreien Städten Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg sowie in der Stadt Peine und – beschränkt auf das Gebiet der Technischen

41 Die tatsächliche Rohrleitungslänge als Summe aus Vor- und Rücklauf ist etwa doppelt so lang.

Universität – in Clausthal-Zellerfeld. Außerdem gibt es in zahlreichen Kommunen kleinere und größere Nahwärmenetze, über die jedoch keine näheren Informationen vorliegen⁴².

Die Wärmedichte der städtischen Fernwärmenetze liegt, soweit bekannt, zwischen 5 und 8 MWh/a je m Trassenlänge (bei Teilnetzen sogar darüber), die Netzverluste schwanken zwischen 12 und 14 %. Durch bessere Isolierung der Leitungen sowie eine Reduzierung der Temperaturen ist jedoch eine Minimierung der Netzverluste möglich.

Positive Praxisbeispiele belegen, dass bei guter Planung und günstigen Randbedingungen vergleichbare oder sogar niedrigere Netzverluste auch mit erheblich niedrigeren Wärmedichten realisierbar sind ([Wolff 2011], [Neumann 2014]).

Bei der Bewertung der Eignung für Wärmenetze wurde im Rahmen der Erarbeitung des Masterplans eine linienbezogene Mindestwärmedichte in MWh/a je m Trassenlänge gewählt, da diese die lokalen Verhältnisse besser charakterisiert als ein flächenbezogener Grenzwert in MWh/a je ha bzw. km². Die linienbezogene Wärmedichte wurde durch eine Verschneidung des gesamten Straßennetzes des Großraums mit dem jeweils rasterzellenbezogenen Wärmebedarf unter Einsatz eines Geoinformationssystems kleinräumig ermittelt.

Dieser Ansatz fußt auf der Annahme, dass die potenziellen Wärmeleitungen überwiegend parallel zu bestehenden Straßen verlegt werden. Mit dem Ziel, diese Annahme zu validieren und ggf. zu kalibrieren, wurden die berechneten Wärmebedarfe mit den bekannten Angaben aus den bestehenden Fernwärmenetzen abgeglichen.

Im Ergebnis zeigte sich, dass in Abhängigkeit von der jeweiligen Dichte des Straßennetzes ein Korrekturfaktor zu berücksichtigen ist, da die in der Praxis beobachteten Wärmenetze gerade im städtisch verdichteten Raum offensichtlich nicht 1:1 dem gegebenen Straßenverlauf folgen und mit einer deutlich kürzeren Trassenlänge auskommen. Im ländlichen Raum relativiert sich diese Abweichung jedoch, sodass der Korrekturfaktor entsprechend differenziert werden musste.

Im Anschluss an die Berechnung der linienbezogenen Wärmedichte wurde unter den oben genannten Prämissen die Eignungs-Bewertung mittels einer dreistufigen Bewertungsskala mit den Klassen *geeignet*, *bedingt geeignet* und *ungeeignet* durchgeführt.

Als für ein Wärmenetz grundsätzlich *ungeeignet* wurden Flächen mit einer linienbezogenen Wärmedichte von weniger als 0,5 MWh/a*m⁴³ bewertet.

Flächen mit einer Wärmedichte oberhalb von 1,5 MWh/a*m (nach [Wolff 2011], [Neumann 2014]) sind hingegen grundsätzlich als für den Auf-/Ausbau von Wärmenetzen *geeignet* anzusehen.

Flächen, die einen zwischen den genannten Schwellenwerten angesiedelten Wärmebedarf aufweisen, befinden sich in einem Grenzbereich und sind unter bestimmten Bedingungen und damit *bedingt* für Wärmenetze geeignet.

Die auf diese Weise abgeschätzte Wärmenachfrage bezieht sich zunächst auf den heutigen Verbrauch. Da die Netze jedoch auch nach Erschließung der in Kapitel 5.2.1 beschriebenen Effizienzpotenziale noch sinnvoll betrieben werden sollen, ist letztlich auch der langfristig verbleibende Verbrauch ausschlaggebend, insbesondere im Hinblick auf Überlegungen zum Aufbau zusätzlicher Wärmenetze.

Dieser wurde analog zur oben beschriebenen Vorgehensweise für den Ist-Zustand durch Verschneidung des Straßennetzes mit dem zukünftig bestehenden Wärmebedarf ermittelt und bewertet.

Ergebnisse

Die nachfolgende Abbildung zeigt den im Ergebnis der Erarbeitung des regionsweiten Wärmekatasters rasterzellenspezifisch abgeschätzten Gesamtwärmebedarfs für die Gegenwart (2015, links) sowie – sofern das Ziel einer Halbierung des Endenergiebedarfs in der Region erreicht wird – die Zukunft (2050, rechts).

42 In Salzgitter gibt es in unmittelbarer Nähe des mit Abwärme aus dem Stahlwerk gespeisten Fernwärmenetzes verschiedene kleinere Wärmenetze, die aus gasbetriebenen Heizzentralen oder BHKW versorgt werden und in der kommunalen Bilanz nicht als Fernwärme aufgeführt sind.

43 Erfahrungen aus Dänemark, wo bereits 2005 ein Drittel der Fernwärmeunternehmen Netze mit einer noch geringeren Wärmedichte betrieb, belegen jedoch, dass bei entsprechenden Randbedingungen auch dieser Grenzwert unterschritten werden kann [Nast 2013]. Der Durchschnitt der untersuchten Fernwärmenetze liegt dort bei 1 MWh/a*m.

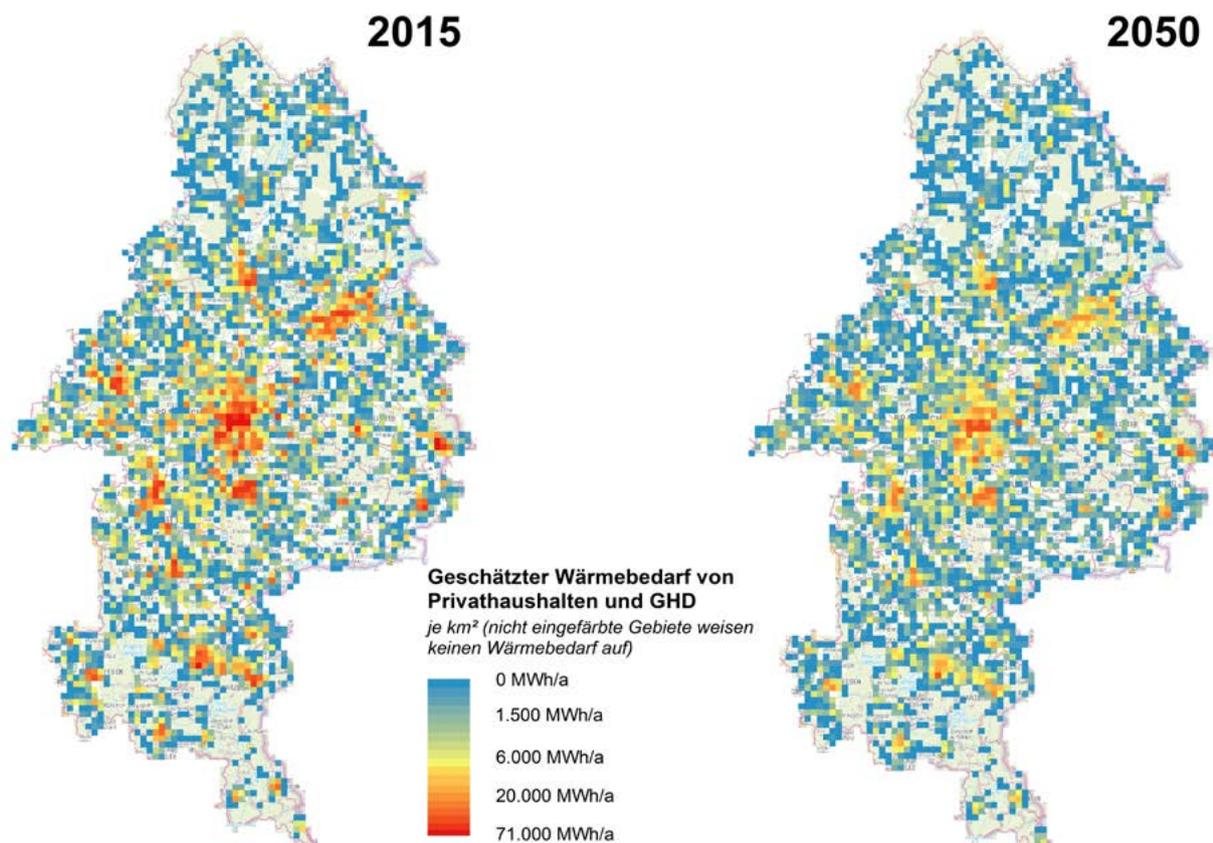


Abbildung 5.24: Rasterbasierter Wärmebedarf von privaten Haushalten und Gewerbe (GHD) im Großraum Braunschweig, heute und in Zukunft

Es zeigt sich, dass der geschätzte spezifische Wärmebedarf zwischen kaum mehr als Null in lediglich von einzelnen Gehöften besiedelten ländlichen Rasterzellen und bis zu mehr als 70.000 MWh/a im östlichen Ringgebiet von Braunschweig variiert. Deutlich sichtbar werden insgesamt die Kernbereiche von Siedlungskörpern im Vergleich zu Randgebieten oder dispers bebauten Flächen.

Ebenfalls deutlich wird die signifikante Abnahme des Wärmebedarfs bei Erreichung der Ziele des Masterplans hinsichtlich einer Halbierung des Endenergiebedarfs bis 2050. Tiefrot gefärbte Rasterzellen mit den höchsten Bedarfswerten fehlen hier nahezu gänzlich und der Wärmebedarf erreicht auch im Stadtkern von Braunschweig maximal noch rd. 30.000 MWh/a je Rasterzelle.

Betrachtet man nun die Ergebnisse der linienbezogenen Bewertung der Wärmenetztauglichkeit, so zeigt sich, dass insgesamt von einem deutlichen Ausbau- und Verdichtungspotenzial der Wärmenetze im Großraum Braunschweig ausgegangen werden kann.

Zahlreiche unter den gegenwärtigen Bedingungen als geeignet bewertete Rasterzellen sind aktuell nicht Bestand-

teil der bestehenden Wärmenetze. Bei einem in Zukunft deutlich geringeren Wärmebedarf reduzieren sich diese Flächen zwar merklich, jedoch verbleiben noch immer größere geeignete Teilbereiche, die gegenwärtig noch kein Wärmenetz aufweisen (siehe Abbildung 5.25). Dies betrifft beispielsweise die Städte Wolfenbüttel und Gifhorn, aber auch kleinere Teilbereiche von Braunschweig und Peine.

Bezieht man auch die – unter heutigen Gesichtspunkten – als nur bedingt geeignet bewerteten Rasterzellen mit ein, so besteht auch langfristig ein sinnvoll zu erschließendes großes Ausbaupotenzial im Bereich der Wärmenetze. Möglich würde dies zum Beispiel dann, wenn die technischen Möglichkeiten zur Kosten- und Verlustminimierung konsequent ausgenutzt werden⁴⁴ – ggf. in Verbindung mit zum Zwecke des Klimaschutzes verbesserten ökonomischen Rahmenbedingungen, die die für einen effizienten Betrieb erforderliche Wärmedichte herabsetzen.

⁴⁴ Auch hier kann Dänemark als Vorbild dienen, wo schon seit langem kostengünstige Verlegesysteme zum Einsatz kommen und z. B. die Netztemperaturen im Durchschnitt 25 % niedriger sind als in Deutschland [Nast 2013].

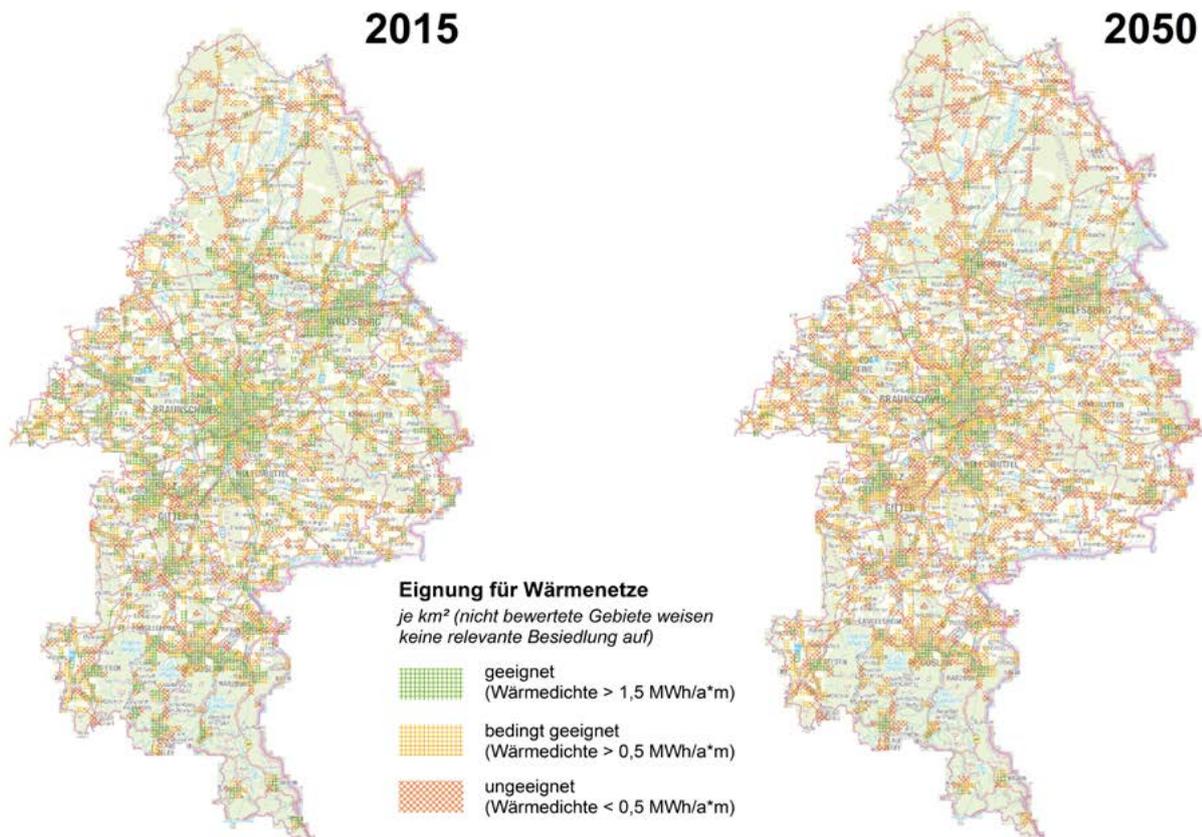


Abbildung 5.25: Bewertung der Eignung für den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen im Großraum Braunschweig

Die obigen Darstellungen Abbildung 5.24 und Abbildung 5.25 sollen und können lediglich einen groben Eindruck des entwickelten Katasters und seiner Ergebnisse vermitteln.

Die eigentliche Arbeit mit dem Wärmekataster erfordert indes eine deutlich großmaßstäbliche Betrachtung auf Basis der hinter den Visualisierungen stehenden Datenbank mit den rasterzellenspezifischen Angaben zum abgeschätzten Wärmebedarf.

Diese beinhaltet auch Aussagen zur Verlässlichkeit bzw. Genauigkeit der Ergebnisse für die jeweils betrachteten Rasterzellen (unter anderem als Folge von Datenschutzfällen innerhalb der verwendeten Zensus-Daten) oder auch dem Verhältnis zwischen Wohn- und Gewerbesektor und der unterstellten Netzlänge.

Rasterzellen, bei denen aufgrund von einer hohen Zahl an Geheimhaltungsfällen im Zensus-Datensatz eine signifikante Ungenauigkeit erwartet werden muss, werden ebenso wie Rasterzellen, bei denen der sich ergebende Wärmebedarf zu mehr als einem Drittel aus dem geschätzten GHD-Anteil besteht, mit einem Hinweis in der Datenbank bzw. einem Warnhinweis in der Kartendarstellung gekennzeichnet.

Die genannten Auswertungsmöglichkeiten sind nachfolgend in Abbildung 5.26 und Abbildung 5.27 beispielhaft für den Ausschnitt Stadt Wolfenbüttel dargestellt.

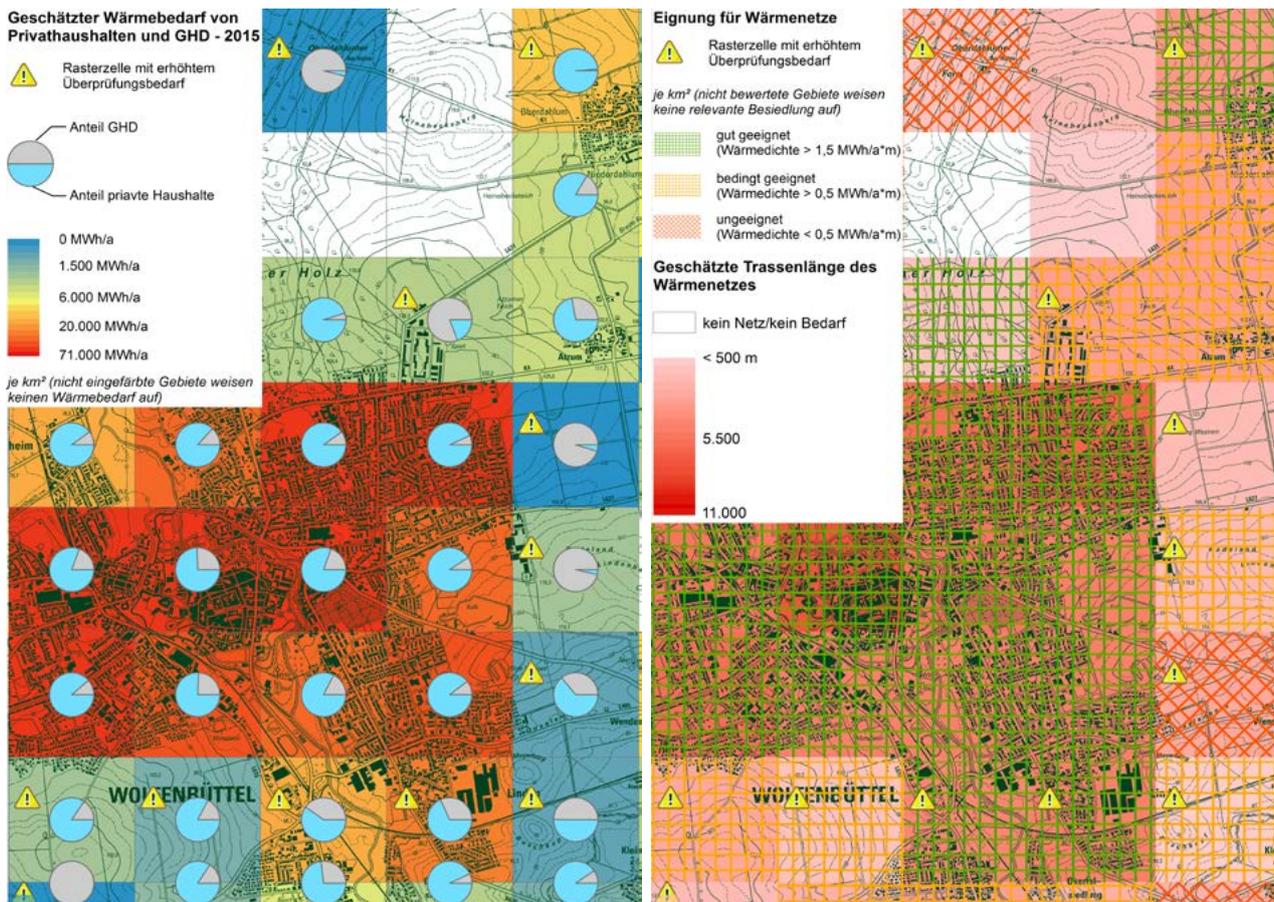


Abbildung 5.26: Links: Detailausschnitt mit Gewerbeanteil und Hinweisen zur Datenqualität

Abbildung 5.27: Rechts: Detailausschnitt mit Eignungsbewertung und Netzlänge sowie Hinweisen zur Datenqualität

Als Fazit lässt sich festhalten, dass im Großraum Braunschweig ein erhebliches Potenzial für den Aus- und Aufbau neuer Nah- und Fernwärmenetze zu bestehen scheint. Für den Bau neuer ebenso wie für den Ausbau bzw. die Verdichtung bestehender Wärmenetze erscheint es dabei wichtig, mit der Realisierung möglichst schnell zu beginnen.

Dies gilt nicht nur für die möglichst rasche Reduzierung der Treibhausgasemissionen, sondern auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Denn je schneller ein hoher Anschlussgrad von Gebäuden erreicht werden kann, deren spezifischer Heizwärmebedarf noch bei heutigen Durchschnittswerten liegt, umso höhere Deckungsbeiträge können aus dem Wärmeverkauf noch zur Refinanzierung der Netzinvestitionen erzielt werden.

Je weiter der Verbrauch durch die energetische Sanierung zurückgeht, umso schwieriger wird dies. Für die Motivation der künftigen Wärmekunden ist dabei eine attraktive Preisgestaltung sowie eine frühzeitige Öffentlichkeitsarbeit

mit Schwerpunkt auf den Vorteilen (Ökologie, Zukunftssicherheit, günstige Wartung, Wirtschaftlichkeit) einem Anschlusszwang vorzuziehen, der mit Fernwärmesatzungen oder Auflagen in Bebauungsplänen grundsätzlich ebenfalls möglich wäre ([AGFW o. J.], [Legal Tribune Online 2016]).

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Realisierbarkeit von Wärmenetzen im Einzelfall neben der Wärmedichte auch von der städtebaulichen Situation abhängig ist, welche die jeweiligen Erschließungskosten stark beeinflussen kann.

Dieser Aspekt ist in der vorliegenden Auswertung noch nicht berücksichtigt und muss im Zuge der kleinteiligen Überprüfung und Detaillierung der Aussagen des Wärmekatasters (siehe Maßnahme B.2.1 in Band 3 Maßnahmen) Berücksichtigung finden.

5.4 Suffizienz

5.4.1 Definition und Bedeutung für den Klimaschutz

Der Begriff Suffizienz wird – auch trotz einer langandauernden wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Thema – noch nicht einheitlich verwendet. Im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsstrategien versteht man unter Suffizienz „Maßnahmen, Instrumente und Strategien, mit denen Ressourcen eingespart werden können, und zwar dadurch, dass Menschen ihr Verhalten verändern mit der Absicht, Energie und Rohstoffe anders zu nutzen und von ihnen weniger zu verbrauchen als bisher“ (Manfred Linz zitiert nach [BUND 2016]).

Das ifeu [2016a] erweitert die Suffizienz-Definition um den Begriff der **Energiesuffizienz** als „Strategie mit dem Ziel, die aufgewendete Menge an technisch bereitgestellter Energie durch Veränderungen des Techniknutzens und weiterer Nutzenaspekte auf ein nachhaltiges Maß zu begrenzen oder zu reduzieren“ [ifeu 2016a, Seite 12].

Stark vereinfacht beschreibt die Suffizienzstrategie also die **freiwillige Änderung des persönlichen Verhaltens bzw. Lebensstils, die zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs oder anderer ökologischer Belastungen führt**. Dabei ist eine Abgrenzung zu Effizienzmaßnahmen nicht immer eindeutig. So wird die Anschaffung eines Kühlschranks der Effizienz-Klasse A+++ oder eines (innerhalb der jeweiligen Fahrzeugklasse) besonders sparsamen Pkw im Allgemeinen als Effizienzmaßnahme gewertet, während der zusätzliche bewusste Verzicht auf ein ***-Gefrierfach oder Kauf eines Kleinwagens statt einer Limousine eher eine Suffizienzmaßnahme ist.

Auch die Abgrenzung bewusster Suffizienzmaßnahmen zu Verhaltensänderungen, die zum Beispiel aus neuen gesetzlichen Vorschriften (Höchstgeschwindigkeit) oder wirtschaftlichen Zwängen (kein Geld für ein eigenes Auto) ist nicht immer eindeutig.

Zur Quantifizierung des Einspareffekts von Suffizienzmaßnahmen gibt es bisher nur wenige Untersuchungen, die sich meist auf die privaten Haushalte einschließlich Mobilität konzentrieren, zum Beispiel ifeu [2015] und UBA [2016b].

Eine besonders große Rolle spielt die Suffizienz bei der Kompensation sogenannter Rebound-Effekte. Der Begriff **Rebound-Effekt** bezeichnet einen gegenläufigen Trend, der die Erfolge von beispielsweise Effizienzmaßnahmen

teilweise reduzieren oder in Extremfällen sogar überkompensieren kann [UBA 2015, UBA 2016a].

Ein solcher Effekt kann zum Beispiel eintreten, wenn durch den vermehrten Einsatz energieeffizienter Geräte, weil sie ja preiswerter im Betrieb und umweltfreundlich sind, die Bereitschaft zu energiebewusstem Verhalten nachlässt.

So ist zum Beispiel vielfach nachgewiesen, dass nach umfangreichen Gebäudedämmungen oft die mittlere Raumtemperatur ansteigt. Die Auswirkung von Rebound-Effekten ist in der Regel noch schwerer quantifizierbar als Suffizienzmaßnahmen, insbesondere wenn es sich um indirekte Effekte handelt⁴⁵. Vor diesem Hintergrund kann es teilweise bereits als Erfolg von Suffizienzmaßnahmen gewertet werden, wenn das Auftreten von Rebound-Effekten erfolgreich verhindert wird.

Die in den folgenden Kapiteln vorgenommene Abschätzung möglicher Suffizienzpotenziale erfolgt daher eher zurückhaltend bzw. wird in den Masterplanszenarien nicht vollständig ausgeschöpft.

Als Wolfgang Sachs den Begriff der Suffizienz Anfang der 1990er-Jahre in die deutsche Diskussion um Nachhaltigkeit eingeführt hat, umschrieb er ihn mit den „vier E“ – für Entschleunigung, Entflechtung, Entrümpelung und Entkommerzialisierung. Diese „vier E“ sind jedoch nur einer von mehreren wichtigen Aspekten einer erfolgreichen Suffizienzpolitik.

Im „ERGO-Rahmen“ nach Schneidewind [2013] charakterisieren sie die unter der Überschrift „Orientieren“ zusammengefasste persönliche Verhaltensebene (siehe Abbildung 5.28). Diese kann jedoch nur dann erfolgreich aktiviert werden, wenn auch die Rahmenbedingungen passen, die vor allem vom Staat gesetzt und von Kommunen, Verbänden und anderen lokalen Akteuren ausgeformt und umgesetzt werden.

Wichtige Politikfelder für den Regionalverband und seine Verbandsglieder sind hier vor allem der Ausbau einer entsprechenden Infrastruktur sowie die Ausgestaltung einer klima- und ressourcenschonenden Mobilitäts- und Städtebau-Politik zum Beispiel unter dem Aspekt „Region der kurzen Wege“.

⁴⁵ Indirekte Rebound-Effekte können z. B. entstehen, wenn durch Energieeinsparung freigewordene finanzielle Mittel für andere verbrauchsteigernde Aktivitäten ausgegeben werden.



Abbildung 5.28: Bausteine einer erfolgreichen Suffizienzpolitik [Schneidewind 2013]

Da Energieeinsparung durch Verhaltensänderung vergleichsweise schwierig abzugrenzen und zu quantifizieren ist, sind belastbare Aussagen in der Literatur kaum dokumentiert. Lediglich für den Bereich der privaten Haushalte gibt es einige Untersuchungen, die sich explizit mit dem Thema Energiesuffizienz befassen. Suffizienzmaßnahmen in anderen Aktivitätsfeldern wie zum Beispiel Ernährung, allgemeiner Konsum, Beschaffung oder Reisen werden hier – zumindest explizit – nicht näher betrachtet, auch wenn sie für eine ressourcenschonende Lebensweise von großer Bedeutung sind.

Abgesehen von der dünnen Datenbasis hinsichtlich quantifizierbarer Effekte liegt dies vor allem darin begründet, dass die Maßnahmen – sofern sie sich überhaupt auf die Emission von Treibhausgasen auswirken und nicht „nur“ auf den schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen jeglicher Art – mit der für den Masterplan gewählten Methodik (territoriale Abgrenzung, keine Berücksichtigung nicht energetischer Emissionen) nicht darstellbar sind: so entfällt die durch vegetarische bzw. fleischarme Ernährung erreichbare Treibhausgasemission in erster Linie auf drastisch reduzierte Methanemissionen aus der Rinderhaltung oder dem vermiedenen Import von Soja als Futtermittel, die beide nicht in die Bilanz des Masterplans für den Großraum Braunschweig eingehen.

Andere Änderungen im Konsumverhalten schlagen sich teilweise in der regionalen Bilanz nieder, sofern sie quantifizierbar sind und zum Beispiel Produkte betreffen, die im Großraum produziert wurden, oder bei Reisen, die innerhalb des Großraums stattfinden.

5.4.2 Suffizienz in privaten Haushalten

Die wichtigsten Suffizienzmaßnahmen für den Umgang mit elektrischen Geräten sowie die dadurch realisierbaren Energieeinsparungen sind in der folgenden Tabelle 5.13 zusammengefasst (angelehnt an ifeu [2015]). Dabei wurden sowohl Suffizienz bei der Geräteausstattung (zum Beispiel Kauf eines Kühlschranks ohne ***-Gefrierfach) als auch beim Gerätegebrauch (zum Beispiel Erhöhung der Kühlschranktemperatur um 1 °C) berücksichtigt.

Die möglichen Heizenergieeinsparungen durch verbesserten Wärmeschutz von Wohngebäuden blieben in der Vergangenheit spürbar hinter dem möglichen Umfang zurück, da parallel die durchschnittliche Wohnfläche pro Person angestiegen ist⁴⁶. Dies ist sowohl auf gestiegene Komfortansprüche als auch auf die steigende Anzahl von Ein-Personen-Haushalten zurückzuführen. Als Folge der demografischen Entwicklung entsteht eine ungewollte Ausstattung mit zu viel Wohnraum, etwa wenn die Kinder nach Abschluss der Ausbildung ausziehen oder in Seniorenhaushalten ein Partner stirbt.

Durch geeignete Beratungs- oder Wohnungs-Tausch-Angebote ließe sich hier ohne Einschränkung eine Reduzierung der Wohnfläche mit entsprechenden Auswirkungen auf Heizenergie, Klimatisierung und Beleuchtung realisieren. Dadurch ist ein Rückgang um 1,5 % in 15 Jahren denkbar, wenn die bestehenden Hürden durch geeignete kombinierte Beratungs- und Anreizinstrumente für bestimmte Zielgruppen überwunden werden [UBA 2016b]⁴⁷.

Im Bereich des Heizenergieverbrauchs ist eine Quantifizierung von Suffizienzmaßnahmen schwierig, da sie von technischen Maßnahmen überlagert werden. Während eine Reduzierung der Raumtemperatur auf einem Teil der Wohnfläche auch bei verbessertem Wärmeschutz (Rebound-Effekte, nachlassendes Potenzial für Nachtabsenkung) grundsätzlich möglich ist, ist dies hinsichtlich reduzierter Lüftungswärmeverluste kaum vorherzusehen

⁴⁶ Deutschlandweit nahm die Wohnfläche pro Einwohner zwischen 2000 und 2014 um knapp 18 % von 39,5 m² auf 46,5 m² zu [UBA 2016c].

⁴⁷ Vorgeschlagen wird ein „One-Stop-Shop“ zur besseren Wohnraumvermittlung auf kommunaler Ebene. „Damit ist gemeint, dass die Zielpersonen jegliche Information und Unterstützung von einem Ansprechpartner erhalten und nicht unterschiedlichste Behörden oder Unternehmen aufsuchen müssen. Kosten für Renovierung und Umzug sollen (anteilig) übernommen werden.“ Vgl. auch das Projekt „Lebensräume“ im Kreis Steinfurt.

Tabelle 5.13: Energiesuffizienz-Potenziale bei privaten Haushalten

Anwendung	max. Einsparung	Maßnahmen-Beispiele
Raumwärme	2 % (+ 1,5 %)	Reduzierung der Raumtemperatur um 1 °C auf 25 % der Wohnfläche durch weniger Heizen (+ zusätzlich 1,5 % bei Wohnflächenverringering, zum Beispiel durch Umzug in kleinere Wohnung)
Warmwasser	52 %	kürzer/seltener Duschen bei verringerter Temperatur, Verzicht auf Vollbäder
Weitere Wärmeanwendungen im Haushalt	37 %	weniger/voll beladen waschen bei geringerer Temperatur, kleinere Spülmaschine + seltener/voll beladen spülen, Verzicht auf Wäschetrockner, mehr Mikrowelle statt Herd/Backofen, kein Standby
Klimakälte	7 % (+ 1,5 %)	1 °C höhere Raumtemperatur (+ zusätzlich 1,5 % Wohnflächenverringering)
Weitere Kälteanwendungen im Haushalt	21 %	kleineres Gerät bzw. Kombi statt 2 Geräte (Kühl- + Gefrierschrank, ggf. Verzicht auf Gefrierfach, höhere Temperatur, regelmäßiges Abtauen)
Mechanische Energie	35 %	Nachtabenkung Umwälzpumpen, Wasch-/Spülmaschine (Trockner siehe Prozesswärme)
Informations- und Kommunikationstechnik	74 %	weniger TV-Geräte, kleinerer Bildschirm, geringere Nutzung TV+PC, kein Standby
Beleuchtung	11 % (+ 1,5 %)	geringere Betriebsdauer, reduzierte Beleuchtungsstärke (+ zusätzlich 1,5 % Wohnflächenverringering)

Mit steigender Anzahl von Lüftungsanlagen sinkt der Einfluss der manuellen Fensterlüftung⁴⁸. Schimmelprobleme im Wohnungsbestand deuten außerdem darauf hin, dass die Lüftung oftmals eher zu niedrig als zu hoch ist.

Bei den nachfolgenden Suffizienzpotenzialen handelt es sich um Obergrenzen, die wegen mangelnder Akzeptanz nicht vollständig erschlossen werden können. Entsprechende Ausschöpfungsquoten werden gemeinsam mit den Effizienzpotenzialen im Zuge der Szenarien in Kapitel 6 festgelegt.

5.4.3 Suffizienz im Gewerbe

Zur Quantifizierung von Suffizienzmaßnahmen im gewerblichen Bereich sind keine detaillierten Abschätzungen bekannt. Da sich die Technologien und Randbedingungen außer bei speziellen Produktionsprozessen jedoch nur wenig von den privaten Haushalten unterscheiden, ist eine Orientierung daran möglich. Wegen der höheren Rentabilitätsersparungen, aber auch aufgrund der erfahrungsgemäß geringer wahrgenommenen Eigenverantwortung im beruflichen Umfeld, wurde das Potenzial jedoch in den meisten Bereichen abgeschwächt.

48 Eine Dauer-Kipplüftung lässt sich durch die Heizungsregelung verhindern, bei Passivhäusern unterbleibt sie automatisch, da die vorhandene Heizleistung sonst nicht ausreicht.

Auch gesetzliche Vorschriften wie die Arbeitsstättenrichtlinie können das Potenzial zum Beispiel bei der Klimatisierung oder der Beleuchtungsstärke einschränken. Bei der Beleuchtung wird das Suffizienz-Potenzial trotzdem höher eingeschätzt als bei den Haushalten, da die Beleuchtungsdauer (Räume ohne ausreichendes Tageslicht, Blendschutz-Jalousien) und damit auch das Sparpotenzial durch optimiertes Nutzerverhalten (Licht ausschalten beim Verlassen des Raumes bzw. ausreichendem Tageslicht) meist deutlich höher ist⁴⁹.

In den produktionsrelevanten Anwendungsarten (Prozesswärme und -kälte sowie mechanische Energie) im produzierenden Gewerbe könnte zusätzlich zu den in der Tabelle 5.14 dargestellten Suffizienzpotenzialen ein indirekter Effekt durch Konsumverzicht eintreten, der aber schwer zu quantifizieren ist und sich außerdem nicht mit dem regionalen Gewerbe in Zusammenhang bringen lässt und nach dem territorialen Bilanzierungsansatz hier nicht berücksichtigt wird.

49 Gleichwohl ist eine Abgrenzung zu technischen Maßnahmen wie automatischer Beleuchtungssteuerung, Tageslichtsensoren oder Bewegungsmeldern teilweise schwierig.

Tabelle 5.14: Energiesuffizienz-Potenziale im Gewerbe

Anwendung	max. Einsparung	Maßnahmen-Beispiele
Raumwärme	3 %	Reduzierung der Raumtemperatur um 1 °C auf 25 % der Nutzfläche, Nacht- und Wochenendabsenkung
Warmwasser	10 %	Sparsamer Verbrauch
sonst. Prozesswärme	7 % (bei Dienstleistung)	Waschen bei geringerer Temperatur, seltener/voll beladen spülen, Thermoskannen statt Warmhalteplatte, mehr Mikrowelle statt Herd/Backofen, kein Standby
Klimakälte	1 %	1 °C höhere Raumtemperatur auf 20 % der Fläche, regelmäßige Wartung
sonst. Prozesskälte	4 % (bei Dienstleistung)	Bzgl. Größe und Volumen angepasste Kühlgeräte, regelmäßiges Abtauen, höhere Temperatur
Mechanische Energie	7 % (bei Dienstleistung)	Nachtsabsenkung Umwälzpumpen, regelmäßige Wartung (zum Beispiel Lüftungsanlagen, Druckluft)
Informations- und Kommunikationstechnik	7 %	Bedarfsangepasste IT-Ausstattung, Thin Clients statt Desktop-PC, Abschaltung in Arbeitspausen/nach Dienstschluss, kleinere Bildschirme, kein Standby
Beleuchtung	17 %	geringere Betriebsdauer, reduzierte Beleuchtungsstärke

Im produzierenden Gewerbe überwiegen eindeutig die technischen Effizienzmaßnahmen. Trotzdem sind auch bei Produktionsprozessen nicht-technische Einsparpotenziale vorhanden, zum Beispiel durch Optimierung der Prozessabläufe. Auf eine Quantifizierung wurde jedoch verzichtet, da seriöse Aussagen nur auf einzelbetrieblicher Ebene möglich sind.

Wie auch bei den Haushalten lassen sich die angegebenen Suffizienzpotenziale in der Praxis nicht vollständig erschließen. Durchgeführte Projekte zum Nutzerverhalten in Unternehmen⁵⁰ und in öffentlichen Gebäuden⁵¹ mit Einsparerefolgen von häufig 10-15 %, in Einzelfällen auch darüber, belegen jedoch, dass die ermittelten Potenziale als konservativ anzusehen sind. Die endgültigen Ausschöpfungsquoten werden gemeinsam mit den Effizienzpotenzialen im Zuge der Szenarien in Kapitel 6 festgelegt

50 z. B. die „aktionswoche.Efit“ [Energieagentur NRW o. J. a] oder „mission E“ [Energieagentur NRW o. J. b]

51 fifty-fifty-Projekte in Schulen und Kitas [UfU 2016]; Energiesparen macht Schule in öffentlichen Verwaltungen [e&u o. J.]

5.4.4 Suffizienz im Mobilitätssektor

Im Mobilitätsbereich ist der Übergang zwischen Effizienz, Suffizienz und äußeren Rahmenbedingungen, wie in Kapitel 5.2.3 bereits beschrieben, fließend.

Das Thema Suffizienz zeigt sich im individuellen Verkehrsverhalten jedes einzelnen Verkehrsteilnehmers. Das Verkehrsverhalten wird neben den persönlichen Notwendigkeiten unter anderem der Versorgung, Bildung sowie den individuellen Vorlieben und Routinen im Wesentlichen bestimmt von den Raumstrukturen und den Verkehrsangeboten. Der Gesamtverkehr ist dabei die Überlagerung vielfältiger Einzelentscheidungen zum Beispiel zu gewähltem Verkehrsmittel und Fahrtroute.

Neben diesen individuellen Entscheidungen sind für die Entwicklung der Verkehrsnachfrage insgesamt aber auch die Bevölkerungs- und Strukturentwicklung in der Region im Jahr 2050 einschließlich der demografischen Entwicklung mit entscheidend. Diese Effekte, die alle Einfluss auf den Verkehr in der Region insgesamt nehmen, werden in Verbindung mit unterschiedlichen Maßnahmen zur Gestaltung der Verkehrssysteme für verschiedene Szenarien (zum Beispiel „Region der kurzen Wege“ im Unterschied zu „ÖPNV-Offensive“) detailliert in Kapitel 6.2.3 untersucht.

Tabelle 5.15: Suffizienzpotenziale im Mobilitätsbereich

Anwendung	max. Einsparung	Beispiele für Maßnahmen
Motorisierter Individualverkehr	15 %	Reduzierung der Geschwindigkeit, vorausschauende Fahrweise im optimalen Drehzahlbereich, Einsatz der Motorbremse, Start ohne Warmlaufen lassen, ausreichender Reifendruck, Verzicht auf Klimaanlage
Lkw	15 %	Streckenoptimierung, optimierte Beladung/Reduzierung von Leerfahrten, sonst wie Individualverkehr
Güter Schiene	10 %	Wie Pkw/Lkw
ÖP(N)V	10 %	
Schiff	5 %	

An dieser Stelle erfolgt deshalb zunächst eine Abschätzung der Effekte, die unmittelbar auf ein geändertes Nutzerverhalten zurückzuführen sind. Mangels entsprechender Untersuchungen werden pauschale, im Zweifel eher zurückhaltende Einsparpotenziale verwendet.

So ließe sich der Energieverbrauch im Individualverkehr bei gleicher Verkehrsleistung in Personen-km theoretisch halbieren, wenn die durchschnittliche Pkw-Besetzung verdoppelt würde, was in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen jedoch kaum realistisch ist. Dabei haben unterschiedliche Studien gezeigt, dass eine Erhöhung von derzeit 1,25 Personen pro Pkw auf 1,5 Personen bereits als sehr großer Erfolg und nur mit großen Anreizen hinsichtlich der Bildung von Fahrgemeinschaften erreicht werden kann.

Andere Suffizienzmaßnahmen wie der Verzicht auf „Warmlaufenlassen“ oder das Fahren im optimalen Gang verlieren bei zunehmender Elektromobilität teilweise ihre Bedeutung. Die Auswirkungen des autonomen Fahrens lassen sich bisher kaum einschätzen: einem möglichen Mehrverbrauch durch Verlagerung von Wegen per Rad oder zu Fuß auf den Pkw und durch Umwege bei autonomen Ruf-Taxen bzw. Fahrgemeinschaften stehen zum Beispiel Einsparungen durch computergesteuerte optimierte Fahrweise gegenüber.

Durch entsprechendes Fahrtraining⁵² lässt sich der Verbrauch nicht nur bei Pkw, sondern auch für Lkw und im Schienenverkehr spürbar reduzieren.

Teilweise sind entsprechende Potenziale jedoch bereits ausgeschöpft ([Bahnblogstelle 2016], [Deutsche Bahn2017], [SWP 2017]).

Weitere Einsparpotenziale ergeben sich aus einer künftigen Veränderung der Verkehrsleistungen, wie sie im verkehrlichen Fachbeitrag [WVI 2018] ausführlich für verschiedene Szenarien simuliert wurden. Sie sind sowohl auf demografische Einflüsse als auch auf andere Maßnahmen wie Veränderungen in den Verkehrsangeboten oder weitere externe Effekte zurückzuführen und können bei entsprechend weiter Definition aber auch als Suffizienzmaßnahmen aufgefasst werden.

Die folgenden Tabellen fassen die Ergebnisse der in Kapitel 6 näher beschriebenen Unterszenarien zusammen. Als wesentliche Kenngrößen werden hierbei die Verkehrsnachfrage der Bewohner der Region (Personenfahrten und -wege) sowie die Verkehrsleistung auf dem Gebiet des Regionalverbandes (inklusive Durchgangsverkehr) betrachtet.

Durch umfangreiche Maßnahmen, die im verkehrlichen Fachbeitrag näher beschrieben sind, ergeben sich Änderungen in der Verkehrsmittelwahl (Modal Split), wodurch sich zum Beispiel Verlagerungen vom motorisierten Individualverkehr zum Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowie zum Fuß- und Radverkehr zeigen. Damit steigt die Verkehrsnachfrage im ÖPNV sowie im Fuß- und Radverkehr an, die aber durch die positiven Effekte im Pkw-Sektor mehr als aufgewogen wird.

⁵² Einsparungen bis zu 30 % beim Verbrennungsmotor sind möglich [VCD o. J.]. Fahrtrainings werden von verschiedenen Organisationen angeboten [Verband der Automobilindustrie e. V. o. J.]

Tabelle 5.16: Veränderung der Verkehrsnachfrage [Personenfahrten] bis 2050

Szenario/Unterszenario	Kurzbeschreibung	Veränderung der Verkehrsnachfrage ¹⁾ in %			
		Pkw	ÖPNV	Fahrrad	Zu Fuß
Trendszenario ²⁾	Demografische Entwicklung mit Bevölkerungsrückgang um 12 % in der Region sowie erkennbare Entwicklungen im Verkehr	-16 %	+18 %	+15 %	-16 %
„Region der kurzen Wege“ ³⁾	Raum- und Siedlungsentwicklung in der Fläche nach dem Prinzip der dezentralen Konzentration, in den Städten nach dem Prinzip Innenentwicklung und Nutzungsmischung	-9 %	+5 %	+6 %	+19 %
„ÖPNV-Offensive“ ³⁾	Deutliche Verbesserung der Angebote im ÖPNV bei gleichzeitigen Einschränkungen für den Pkw-Verkehr	-15 %	+43 %	+10 %	+6 %
„Radverkehrs-Offensive“ ³⁾	Deutliche Verbesserung der Angebote im Radverkehr	-6 %	-3 %	+18 %	-1 %
Klimaschutz-Szenario ⁴⁾	Insgesamt als Kombination der Unterszenarien zur Erreichung der Ziele des Masterplans	-39 % (-28 %)	+72 % (+45 %)	+58 % (+38 %)	+6 % (+25 %)

1) der Bewohner der Region (Personenfahrten)
2) Veränderungen bezogen auf den Ist-Zustand 2015
3) Veränderungen bezogen auf das jeweils vorherige Szenario (Einzeleffekt)
4) Veränderungen bezogen auf den Ist-Zustand 2015 (in Klammern: bezogen auf das Trendszenario)

Tabelle 5.17: Veränderung der Verkehrsleistung [Fahrzeug-km] bis 2050

Szenario/Unterszenario	Kurzbeschreibung	Veränderung der Verkehrsleistung ¹⁾ in %		
		Pkw-Verkehr	ÖPNV	Straßen- güterverkehr
Trendszenario ²⁾	Demografische Entwicklung mit Bevölkerungsrückgang um 12 % in der Region sowie erkennbare Entwicklungen im Verkehr	-6 %	+11 %	+51 %
„Region der kurzen Wege“ ³⁾	Raum- und Siedlungsentwicklung in der Fläche nach dem Prinzip der dezentralen Konzentration, in den Städten nach dem Prinzip Innenentwicklung und Nutzungsmischung	-10 %		
„ÖPNV-Offensive“ ³⁾	Deutliche Verbesserung der Angebote im ÖPNV bei gleichzeitigen Einschränkungen für den Pkw-Verkehr	-15 %		

Szenario/Unterszenario	Kurzbeschreibung	Veränderung der Verkehrsleistung ¹⁾ in %		
		Pkw-Verkehr	ÖPNV	Straßengüterverkehr
„Radverkehrs-Offensive“ ³⁾	Deutliche Verbesserung der Angebote im Radverkehr	-3 %		
Klimaschutz-Szenario ⁴⁾	Insgesamt als Kombination der Unterszenarien zur Erreichung der Ziele des Masterplans	-40 % (-36 %)	+117 % (+95 %)	+17 % (-23 %)

1) im Pkw- und Straßengüterverkehr bezogen auf gefahrene Fahrzeug-km, im ÖPNV bezogen auf Fahrzeug- oder Betriebs-km (Verkehrsangebot)
2) Veränderungen bezogen auf den Ist-Zustand 2015
3) Veränderungen bezogen auf das jeweils vorherige Szenario (Einzeleffekt)
4) Veränderungen bezogen auf den Ist-Zustand 2015 (in Klammern: bezogen auf das Trendszenario)

Die Erläuterungen zur Ausschöpfung der genannten Potenziale sowie die Kombination mit den Effizienzpotenzialen und den geänderten Rahmenbedingungen für die Szenarien zur Verkehrsnachfrage sowie auch dem Anteil der Elektromobilität erfolgt in Kapitel 6.

5.4.5 Zusammenfassung Suffizienzmaßnahmen

Suffizienzmaßnahmen können bei konsequenter Anwendung einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Manche technischen Effizienzmaßnahmen können ohne entsprechendes Nutzerverhalten sogar teilweise ihre Wirksamkeit verfehlen (Rebound-Effekt). Insgesamt wird der Anteil der Suffizienz am gesamten Energiesparpotenzial zusammen auf rund 18 % veranschlagt. Unter Berücksichtigung der Veränderungen bei der Verkehrsnachfrage⁵³ hat der Verkehr dabei den größten Anteil. Bei den Effizienzmaßnahmen in Abbildung 5.29 ist die Umstellung auf Elektromobilität allerdings noch nicht berücksichtigt, da deren Umfang erst im Verlauf der Szenarien festgelegt werden kann. Einschließlich Elektromobilität würde der Anteil der Effizienzmaßnahmen im Verkehr steigen und der relative Anteil aller Suffizienzmaßnahmen etwas sinken.

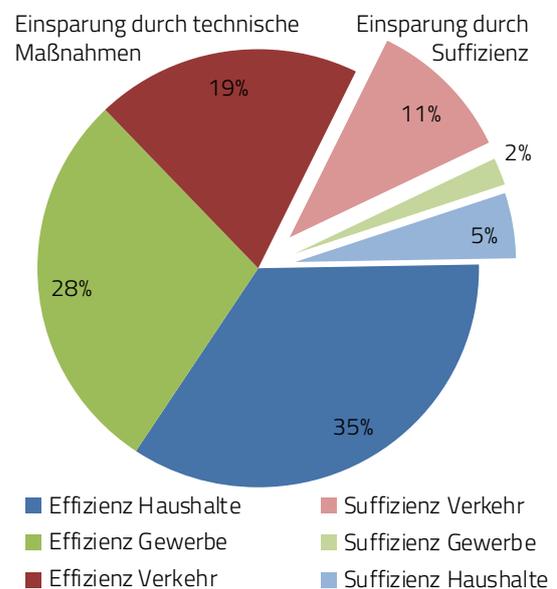


Abbildung 5.29: Anteil der Effizienz- und Suffizienzpotenziale an der möglichen Gesamteinsparung nach Sektoren (ohne Elektromobilität)

53 Die aus dem Klimaschutzszenario übernommenen Verschiebungen beim Modal Split und der Verkehrsleistung (Fahrzeug-km) basieren auf den für 2015 prognostizierten Daten für Bevölkerung und Beschäftigung. Die Reduzierung des Energieverbrauchs ist demnach nicht ausschließlich auf Suffizienzeffekte zurückzuführen. Eine Differenzierung nach den Einflussfaktoren ist nicht ohne weiteres möglich, da in das Verkehrsmodell nicht nur die Bevölkerungszahl einfließt, sondern in einer komplexen Modellierung auch indirekte Effekte wie z. B. die veränderte Altersverteilung berücksichtigt werden.

5.5 Bewertung der Potenzialanalyse

5.5.1 Effizienz

Kernergebnisse

- Die Effizienzpotenziale reichen bei unveränderten Rahmenbedingungen – insbesondere in Kombination mit zusätzlichen Suffizienzmaßnahmen – in allen Sektoren aus, um das Ziel des Masterplans einer mindestens 50 %igen Energieeinsparung zu erreichen. Das größte Einsparpotenzial von bis zu 78 % besteht in Kombination mit einer vollständigen Umstellung auf Elektromobilität im Verkehrssektor, die Sektoren Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie folgen mit 64 % bis 53 %.
- Außer im Verkehr hat der Wärmeverbrauch in allen Sektoren den größten Anteil am heutigen Verbrauch. Gleichzeitig bestehen hier sehr große relative Einsparpotenziale, sodass Wärmeanwendungen die mit Abstand größte Relevanz für die Reduzierung des Energieverbrauchs haben. Bei den privaten Haushalten und im Dienstleistungssektor dominiert dabei der Raumwärmebedarf, während es im produzierenden Gewerbe Prozesswärme ist. Dort bestehen auch hohe Einsparpotenziale bei elektrischen Antriebsmotoren. Bei der Beleuchtung gibt es vor allem durch den Einsatz von LED zwar hohe relative Effizienzpotenziale, bis auf den Dienstleistungssektor ist der Anteil am Endenergieverbrauch jedoch relativ gering, sodass der Beitrag zu den gesamten Effizienzpotenzialen eher gering ist.
- Im Mobilitätsbereich dominieren der Pkw- und Lkw-Verkehr mit knapp 65 % bzw. gut 30 % des derzeitigen Verbrauchs in Kombination mit hohen technischen Einsparpotenzialen vor allem durch Umstellung auf Elektroantriebe die Effizienzpotenziale. Zusätzlich kann die Mobilitätsnachfrage beim motorisierten Individualverkehr durch Infrastrukturmaßnahmen und Verbesserungen für ÖPNV und Fahrradfahren um bis zu 40 % reduziert werden. Dazu sind allerdings weitreichende Verbesserungen in den Verkehrsangeboten des Umweltverbundes bei gleichzeitigen Restriktionen für den Pkw-Verkehr sowie eine geänderte Regionalentwicklungspolitik erforderlich.

Herausforderungen

- Für die Umsetzbarkeit der Effizienzmaßnahmen spielen die erforderlichen Investitionen sowie die **Wirtschaftlichkeit** eine wichtige Rolle. Hier stellen vor allem die

hohen Kosten sowie die teilweise langen Amortisationszeiten von Wärmedämm-Maßnahmen ein großes Hemmnis dar. Im gewerblichen Bereich verhindert oft die Forderung nach Kapitalrücklaufzeiten von deutlich unter fünf Jahren die Umsetzung eigentlich wirtschaftlicher Maßnahmen. Oft steht auch die nötige Zeit- bzw. Personalkapazität für Planung und Umsetzung der Maßnahmen nicht zur Verfügung. Zum Einstieg kann daher die Konzentration auf niedriginvestive und einfach umsetzbare Maßnahmen wie zum Beispiel den Austausch von Glühlampen gegen LED-Beleuchtung oder den Einsatz von Wasserspararmaturen, die den überwiegenden Anteil am Warmwasser-Effizienzpotenzial ausmachen, sinnvoll sein, um kurzfristige Umsetzungserfolge zu erzielen.

- Nahezu sämtliche Potenziale könnten einfacher erschlossen werden, wenn CO₂-Zertifikate deutlich verknappt bzw. verteuert würden, um Maßnahmen zur Dekarbonisierung wirtschaftlicher zu gestalten. Eine Alternative wäre die Einführung einer aufkommensneutralen **CO₂-Steuer**, für die es unterschiedliche Konzepte und internationale Vorbilder gibt [Altegor 2017].
- Die größte Herausforderung im Wohngebäudebestand besteht in einer Steigerung der momentanen **energetischen Sanierungsrate** von ca. 1 % auf mindestens das Doppelte bei gleichzeitiger Steigerung der Sanierungstiefe bzw. -qualität (3 % pro Jahr wäre erforderlich, um den kompletten Bestand bis 2050 zu sanieren). Dies kann nur durch einen kombinierten Ansatz lokaler Motivations- und Informations-Kampagnen sowie unterstützender Maßnahmen auf Landes- und Bundesebene gelingen, die eine sozialverträgliche Umsetzung ermöglichen (Warmmietenneutralität). Dies sollte gesetzliche Vorschriften wie zum Beispiel ein Verbot der Neu-Installation von fossilen Heizkesseln oder die konsequente Anwendung der EnEV auch im Bestand einschließlich wirksamer Vollzugskontrolle ebenso umfassen wie den Ausbau bestehender Förderprogramme und steuerlicher Abschreibungsmöglichkeiten.
- Im Bereich der **(Energie-)Wirtschaft** ist die möglichst schnelle Dekarbonisierung die größte Herausforderung. Einer möglicherweise verschlechterten Konkurrenzfähigkeit durch höhere Kosten stehen hier Chancen durch Innovation und neue Märkte sowie durch eine Steigerung der lokalen Wertschöpfung gegenüber. Auch hier müssen regional abgestimmte Maßnahmen unter Beteiligung der lokalen Unternehmen und Verbände sowie Aktivitäten auf Landes- und Bundesebene ineinandergreifen. Eine Selbstverpflichtung bzw. Verpflichtung lo-

kaler Unternehmen mit ISO-50003-Zertifizierung, alle Maßnahmen mit einer Amortisationszeit unter 5-10 Jahren freiwillig bis 2030 umzusetzen, könnte zum Beispiel einer entsprechenden gesetzlichen Vorschrift zuvorkommen.

- Beim ausführenden lokalen **Handwerk** sowie teilweise auch in Ingenieur- und Planungsbüros stehen Kapazitätsengpässe und teilweise auch Qualifikationsdefizite der erforderlichen schnellen und fachgerechten Umsetzung von Maßnahmen im Wege. Dies gilt insbesondere für aufeinander abgestimmte umfassende Dämmmaßnahmen und den beschleunigten Wechsel von fossilen Heiztechniken zu erneuerbaren Energien und Wärmepumpen.
- Der **Energiewirtschaft** muss der rasche Wechsel von einer zentralen, vor allem auf fossilen Energieträgern basierenden Energieversorgung auf flexible, dezentrale Strukturen unter Einbeziehung privater und gewerblicher Stromerzeuger („Prosumer“) gelingen. Den Herausforderungen eines weiter stark steigenden Anteils fluktuierender Energiequellen mit der Notwendigkeit punktueller Netzverstärkungen und dem Ausbau von Stromspeichern steht dabei die Chance gegenüber, frühzeitig neue Geschäftsfelder zu erschließen. Durch die sogenannte Sektorenkopplung müssen und werden dabei die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wesentlich stärker zusammenwachsen. In Kombination mit zunehmender Digitalisierung wird sich die Konkurrenz im Energiesektor durch neue Akteure (innovative Start-ups, global agierende Unternehmen aus der Internet-, IT- bzw. Mobilitätsbranche) verschärfen.
- Regionale Stadtwerke mit eigenen Heizkraftwerken muss die beschleunigte Reduzierung der Emissionen durch Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Kombination mit einer Steigerung der Kraftwerkswirkungsgrade sowie eine Umstellung auf erneuerbare Energien gelingen. Auch dem Ausbau und der Verdichtung der bestehenden **Fernwärmenetze** in Kombination mit einer Verringerung der Netzverluste kommt eine Schlüsselrolle im Masterplanprozess zu. Die Tatsache, dass bei erfolgreichen Wärmedämm-Maßnahmen der Heizenergiebedarf künftig stark abnehmen wird, verstärkt die Notwendigkeit einer schnellen Umsetzung, damit noch lange genug ein ausreichender Wärmeabsatz zur Erwirtschaftung der Investitionskosten besteht. In weniger verdichteten Gebieten kann langfristig auch der Rückbau der Gasnetze zur Disposition stehen, sofern diese nicht für Power-to-Gas-Konzepte benötigt werden. Der entwickelte Wärmeetlas liefert eine erste

Grundlage zur Identifikation geeigneter Gebiete für den Bau neuer Nahwärmenetze.

- Die **Kommunen** im Verbandsgebiet sollten ihre Vorbildwirkung aktiv wahrnehmen, indem sie möglichst die Hälfte ihres eigenen Gebäudebestands einschließlich der Straßenbeleuchtung bereits bis 2030 umfassend energetisch sanieren. Dazu sind umgehend entsprechende Strategien, Prioritätslisten und Finanzierungskonzepte zu entwickeln. Wichtige Voraussetzung für die qualifizierte Identifikation der dringenden bzw. wirtschaftlichsten Maßnahmen sowie auch für die Erfolgskontrolle ist dabei ein funktionierendes Energiemanagement.
- Im Bereich der **Mobilität und Verkehr** konzentriert sich die Einflussmöglichkeit des Regionalverbands auf Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, Optimierung der Infrastruktur sowie zur Änderung des Modal Split. Für den schnellen Ausbau der Elektro-Mobilität ist die Unterstützung von der Bundesebene ebenso wichtig wie die erfolgreiche Einbindung lokaler Akteure aus Forschung und Automobilwirtschaft. Auch das Streckennetz der Deutschen Bahn ist im Großraum Braunschweig im Bereich des Nahverkehrs bisher nicht vollständig elektrifiziert.

5.5.2 Energieangebot

Kernergebnisse

- Die Potenzialanalyse im Masterplan bestätigt grundsätzlich die bereits aus REncKO2 bekannte Tatsache, dass die im Großraum Braunschweig bestehenden Potenziale erneuerbarer Energieträger die heutige und insbesondere auch die – entsprechend der Ziele des Masterplans deutlich reduzierte – Energienachfrage in der Zukunft bei Weitem übersteigen. Bei Vollausschöpfung aller Potenziale (inklusive des Potenzials der Windenergie im Wald) würden diese den heutigen Endenergiebedarf inklusive der Großindustrie von knapp 54.000 GWh/a um etwa das Doppelte übersteigen. Ohne eine Nutzung des Waldes zur Windenergiegewinnung wäre noch immer ein den Bedarf leicht übersteigendes Gesamtpotenzial vorhanden. Dies liefert ein erstes Indiz dafür, dass eine 100 %-Versorgung der Region aus erneuerbaren Energien grundsätzlich möglich sein kann. Dieses Ergebnis ist jedoch aufgrund zahlreicher hier noch unberücksichtigter Einflussfaktoren und Wechselwirkungen (unter anderem Sektorkopplung, Flächenkonkurrenzen, Speicherbedarf, Rückkopplungen zwischen Angebot und Nachfrage), die erst in den Szenarien näher betrach-

tet werden, lediglich vorläufiger und rein rechnerischer Natur. Gleichwohl zeigt die Potenzialanalyse, dass die angestrebte Energiewende im Großraum Braunschweig nicht am vorhandenen Angebotspotenzial erneuerbarer Energieträger scheitern muss.

- Vor dem Hintergrund der vorzusehenden Energieeinsparungen bis 2050 und den bereits angesprochenen erheblichen Potenzial-Überschüssen selbst am heutigen Potenzial gemessen, ist auch unter Beachtung der oben genannten noch unberücksichtigten Einflussfaktoren festzustellen, dass die ermittelten Potenziale mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht annähernd in Gänze ausgeschöpft werden müssen, um die Ziele des Masterplans zu erreichen.
- Windenergie und Strom aus der photovoltaischen Nutzung von Dach-, Frei- und Fassadenflächen stellen mit einem Anteil von zusammen rund 88 % den weitaus größten Anteil des ermittelten Gesamtpotenzials bereit und müssen daher auch im Rahmen der Szenarien-Entwicklung als Grundpfeiler einer künftigen, vollständig aus erneuerbaren Energien gespeisten Energieversorgung angesehen werden.
- Strom aus erneuerbaren Energieträgern macht einen Anteil von knapp 90 % am Gesamtpotenzial aus, gegenüber lediglich etwa 8 % Wärme und gerade einmal 2 % Brenn- und Treibstoffen aus der Bioenergienutzung. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Verteilung des gegenwärtigen Energiebedarfs auf die verschiedenen Energieformen (50 % Wärme, 34 % Treibstoffe, 16 % Strom), so wird deutlich, dass für ein Gelingen der Energiewende im Großraum Braunschweig eine teilweise Substitution heutiger Wärme- und Brenn-/Treibstoffanwendungen durch Strom – mit all ihren Herausforderungen – künftig zwingend erforderlich ist. Die Sektorkopplung stellt folglich zusammen mit dem Abgleich von Angebot und Nachfrage einen wesentlichen Baustein der Szenarien-Phase des Masterplans 100 % Klimaschutz für den Großraum Braunschweig dar.
- Der äußerst hohe Anteil von volatilen Wind- und PV-Strom am Gesamtpotenzial erfordert entsprechende Speichermöglichkeiten. Sofern für die Langzeitspeicherung die Power-to-Gas Technologie zum Einsatz kommen soll, ist zur Steigerung des Wirkungsgrads (unter der Prämisse einer vertretbaren Effizienz und Wirtschaftlichkeit) eine Nutzung der im Zuge der Umwandlungsprozesse anfallenden (Ab-)Wärme dringend geboten. Darüber hinaus macht der geringe Wärmeanteil am Potenzial der erneuerbaren Energien eine

möglichst effiziente und nicht allein auf den jeweiligen Erzeugungsort fixierte Nutzung der gewonnenen Wärme notwendig. Beide genannten Aspekte weisen auf eine steigende Bedeutung von Nah- und Wärmenetzen zur Bedarfsdeckung hin. Diesbezüglich liefert das erarbeitete Wärmekataster erste Hinweise für geeignete Standorte zum Aus- und Neubau solcher Netze und verdeutlicht überdies, dass im Großraum Braunschweig – auch in Zukunft – noch ein bedeutendes und grundsätzlich sinnvoll zu erschließendes Potenzial für derartige Netze besteht.

Herausforderungen

- Der dynamische und im Großraum Braunschweig im Vergleich zum Bundestrend besonders erfolgreiche Ausbau von Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung ist durch die Novellierung des EEG stark gebremst worden. Zum Erreichen der Ziele des Masterplans in Kombination mit dem 1,5°-Ziel ist hier eine rasche und deutliche Steigerung der Ausbauraten unumgänglich.
- Im Bereich der **Windenergie** hat der Regionalverband Großraum Braunschweig im Rahmen seiner Kompetenzen als Träger der regionalen Raumordnung einen entscheidenden Gestaltungsspielraum. Die besondere Problematik liegt hier in einer Abwägung zwischen den Erfordernissen des Klimaschutzes mit den Ansprüchen der Anwohner an ein möglichst störungsfreies Wohnumfeld und den Anforderungen des Natur- und Artenschutzes sowie dem Schutz der Kulturlandschaft. Um die Ziele des Masterplans zu erreichen, werden neben der aktuell laufenden 1. Änderung des Regionalen Raumordnungsprogramms 2008 für den Großraum Braunschweig, welche bereits das Erfordernis der Auseinandersetzung mit der teils fehlenden Akzeptanz für die Windenergienutzung verdeutlicht hat, weitere Ausbauschritte im Zuge späterer Planungsverfahren bis in das Jahr 2050 erforderlich werden. In diesem Kontext sollte das Thema Akzeptanz und In-Dialog-Treten mit Beteiligten und Betroffenen stärkere Berücksichtigung finden (insbesondere im Rahmen der Planungsprozesse). Als eine Möglichkeit sei an dieser Stelle exemplarisch die Beteiligung der Betroffenen an den finanziellen Gewinnen der Windenergienutzung, beispielsweise durch regionale Genossenschaften bzw. (echte) Bürgerwindparks genannt. Ziel muss es sein, die Wertschöpfung in der Region und insbesondere auch bei den von mithin störenden Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung betroffenen Bevölkerung zu halten.

- Eine besondere Herausforderung liegt im koordinierten und nach Möglichkeit ertragsoptimierten Repowering bestehender Anlagen auch vor dem Hintergrund des mittelfristigen Herauslaufens zahlreicher Alt-Anlagen aus der EEG-Förderung.
- Der Betrieb von Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen ist bisher nahezu ausschließlich von den Einspeisevergütungen des EEG abhängig. Hier müssen möglichst schnelle Modelle etabliert werden, die auch ohne staatliche Unterstützung wirtschaftlich sind. Neue Konzepte zur **Direktvermarktung oder Online-Handelsplätze für Ökostrom** wie zum Beispiel enyway oder „Tal.Markt“ der Wuppertaler Stadtwerke sollten in Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren im Großraum Braunschweig bekannt gemacht und unterstützt werden. Da bis 2025 etwa 60 % der Windkraftanlagen im Großraum mit knapp 55 % der derzeit installierten Leistung das Ende der EEG-Förderung erreichen, könnten solche Konzepte verhindern, dass zahlreiche Anlagen außer Betrieb gehen, weil sie ohne die EEG-Vergütung nicht mehr wirtschaftlich sind. Auf Bundesebene ist sicherzustellen, dass der Erfolg nicht durch erneute Auflagen oder Steuertatbestände behindert wird.
- Für den Masterplan wird unterstellt, dass die **Biogasnutzung** aus nachwachsenden Rohstoffen nicht über den momentanen Bestand hinaus ausgebaut wird. Die EEG-Erlöse aus Ausschreibungen sind für den wirtschaftlichen Betrieb von Neuanlagen mit aufwändig zu handhabenden Reststoffen nicht auskömmlich. Um zu verhindern, dass bestehende Anlagen außer Betrieb gehen bzw. nicht repowert werden, ist neben den oben genannten Direktvermarktungskonzepten die Entwicklung von Konzepten erforderlich, bei denen die Anlagen nicht in der Grundlast betrieben werden, sondern flexibel auf die Markt- bzw. Netzerfordernisse reagieren können. Dazu sind in der Regel größere BHKW und ggf. Biogasspeicher erforderlich. Die bisher vielfach unzureichende Abwärmenutzung muss verbessert werden, wobei unter Umständen der Wärmeträger Anknüpfungspunkte aufzeigen kann. Alternativ sollten geeignete Standorte für die Biomethaneinspeisung ins Erdgasnetz untersucht werden. In jedem Fall sollte die Gärbehälterheizung nur mit BHKW erfolgen. Falls NaWaRo-Anlagen mittelfristig rückgebaut werden, kann das Biogas ggf. durch synthetisches Methan aus Wind bzw. Photovoltaik (Power-to-Gas) ersetzt werden. Die Flächenbeanspruchung und vermutlich auch die Wirtschaftlichkeit sind dabei selbst unter Berücksichtigung der Erzeugungs- und Speicherverlusten nicht schlechter und gefährden die Ziele des Masterplans somit nicht.
- Seit dem Erreichen der sogenannten Netzparität von **Photovoltaikanlagen** 2013 ist selbst erzeugter Strom aus Photovoltaikanlagen nicht mehr teurer als der Bezug aus dem Netz. Die Zahl der Neuanlagen ist jedoch sowohl bei privaten als auch gewerblichen Anlagen drastisch zurückgegangen. Durch Information und Werbung bei den lokalen Betrieben und Gebäudebesitzern muss die Zubau-Rate kurzfristig wieder deutlich gesteigert werden. Eigenstromnutzung in Kombination mit weiter fallenden Speicherpreisen, die vereinfachte Zulassung von Kleinstanlagen zum Beispiel für das Balkongeländer und die neuen Mieterstrom-Regelungen können diesen Prozess unterstützen.
- Durch den dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien kann der Ausbau des Übertragungsnetzes weitgehend vermieden werden. Es sind lediglich Maßnahmen zum optimierten Betrieb (zum Beispiel mit regelbaren Ortsnetz-Trafos) in Verbindung mit punktuellen Verstärkungen des Nieder- und ggf. Mittelspannungsnetzes erforderlich, die ohne teure und unbeliebte neue Trassen auskommen. In welchem Umfang zentrale **Stromspeicher** erforderlich werden und welche Technologie dafür an welchen Standorten am besten geeignet ist, sollte in der Umsetzungsphase des Masterplans näher untersucht werden.
- Für den Einsatz erneuerbarer Wärme oder Brennstoffe ist in vielen Fällen ein **Nahwärmenetz** sinnvoll oder sogar erforderlich. Geeignete Standorte können mit Hilfe des Wärmekatasters eingegrenzt werden. Das sinnvolle Zusammenspiel von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen hängt sowohl von den jeweiligen Kostenentwicklungen ab als auch von der Realisierung von Nahwärmenetzen und der Entwicklung von Speicherkonzepten für Wärme und Strom. Die in den Szenarien getroffenen Annahmen sind daher in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und ggf. anzupassen.

5.5.3 Suffizienz

Kernergebnisse

- 18 % der ermittelten Energieeinsparpotenziale entfallen auf Energiesuffizienz-Potenziale oder anders ausgedrückt: die Einsparung durch technische Maßnahmen könnte um fast ein Fünftel vergrößert werden, wenn alle Maßnahmen zur Verhaltensänderung erfolgreich umgesetzt würden. Bei einer weiten Definition des Suffizienzbegriffs, die nicht nur die unmittelbar verhaltensbedingten Maßnahmen wie vorausschauende Fahrweise oder Reduzierung der Geschwindigkeit berücksichtigt, sondern auch eine Reduzierung der Verkehrsnachfrage durch entsprechende Infrastrukturmaßnahmen, entfallen über 60 % des Suffizienzpotenzials auf den Verkehr. Bei einer Konzentration auf die unmittelbar im persönlichen Verhalten liegenden Maßnahmen können die privaten Haushalte den größten Beitrag leisten.
 - Die Verkehrsleistung des Pkw-Verkehrs, also die jährlich zurückgelegte Gesamtstrecke und damit auch der Energieverbrauch, kann bei entsprechendem Infrastrukturangebot um bis zu 40 % reduziert werden, indem auf andere Verkehrsmittel ausgewichen wird oder durch eine „Politik der kurzen Wege“ Fahrten überflüssig werden.
 - Automatisierung, höhere Ansprüche an Geräteleistungen, Wohnflächen usw. oder der Einsatz erneuerbarer Energie können dazu verleiten, sich energetisch ungünstig zu verhalten (sogenannter Rebound-Effekt), wodurch technische Einspareffekte oder Suffizienz-Erfolge verringert oder ins Gegenteil verkehrt werden können, wenn nicht durch geeignete Strategien gegengesteuert wird.
- Das Durchbrechen langjährig erlernter und durch ständige Werbung weiter beförderter Verhaltensmuster und Routinen in Richtung einer konsumkritischen Lebensweise des „weniger ist mehr“ erfordert Zeit und ständige Impulse vom Kindesalter an. Auch Maßnahmen des Konsumverzichts tragen zu einem verringerten Energie- und Ressourcenverbrauch bei, da weniger Emissionen für die Herstellung und den Transport von Gütern anfallen.
 - Im Bereich der privaten Haushalte lässt sich theoretisch ein großes Suffizienzpotenzial erschließen, wenn der Trend zu steigenden Wohnflächen pro Person gebremst oder sogar umgekehrt werden könnte. Hier ist eine gesellschaftliche Akzeptanz nur zu erwarten, wenn es neben entsprechender Information auch ausreichende und leicht zugängliche Angebote zum Beispiel zu neuen Wohnformen oder generationsübergreifendem Wohnungstausch gibt.
 - Viele Suffizienzmaßnahmen, vor allem im Verkehrsbereich, sind nur dann erfolgreich umsetzbar, wenn die notwendigen Alternativangebote auch zur Verfügung stehen.

Herausforderungen

- Energiesparkampagnen sollten nicht einseitig auf technische Maßnahmen ausgerichtet sein, sondern immer das Nutzerverhalten mit berücksichtigen. So können Synergieeffekte genutzt und Rebound-Effekte weitgehend vermieden werden. Eine zielgruppengerechte Ansprache, zum Beispiel durch Beachtung der lokalen demografischen Verhältnisse (zum Beispiel Altersstruktur, mittleres Einkommen, Bildung) sowie das Einbinden entsprechender Multiplikatoren können die Erfolgsaussichten deutlich erhöhen.

6. Szenarien

6.1 Zielsetzung und Herausforderungen

Gemäß der **Masterplanrichtlinie** sollen geeignete Strategien und Maßnahmen entwickelt werden, um den Endenergieverbrauch bis 2050 um mindestens 50 % und gleichzeitig die Emissionen von Treibhausgasen (THG) um über 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Nach Möglichkeit sollen die Ziele auch in jedem der Teilspektoren Haushalte, Gewerbe/Industrie und Verkehr erreicht werden. Verlässliche Daten für das Referenzjahr 1990 stehen für den Großraum Braunschweig jedoch nicht zur Verfügung.

Wie in Kapitel 4.4 erläutert, können die Zielsetzungen jedoch mit hinreichender Genauigkeit auf das Jahr 2010 umgerechnet werden. Das verbleibende Rest-Minderungsziel beträgt dann bezogen auf 2010 mindestens -94 % bei den Treibhausgasemissionen bzw. -49 % bei der Endenergieeinsparung, wobei die einzelnen Sektoren wegen der sehr unterschiedlichen Entwicklung in Deutschland zwischen 1990 und 2010 auch unterschiedlich hohe Beiträge leisten sollten. So käme bei den Teilzielen dem Verkehrssektor mit 55 % Einsparung ein überproportionaler Beitrag zu.

Um die Ziele zu erreichen, gibt es grundsätzlich beliebig viele verschiedene **Kombinationsmöglichkeiten** beider Teilziele (Energieeinsparung um 50 % und Reduktion der Treibhausgasemissionen um 95 %) und ihrer sektoralen Ausprägungen. So wäre es theoretisch möglich, alle Anforderungen der Masterplanrichtlinie bei einer Energieeinsparung von 95 % zu erfüllen, ohne dass in anderen Teilbereichen wie insbesondere der Nutzung erneuerbarer Energieträger weitere Anstrengungen zu unternehmen wären. Praktisch ist dies jedoch unrealistisch und zum Beispiel mit Blick auf den Industrie- und Wirtschaftsstandort Großraum Braunschweig auf jeden Fall nicht sinnvoll.

Bei der Aufstellung der Szenarien gilt es daher, die beiden Teilziele unter Rückgriff auf die Ergebnisse von Bilanzierung und Potenzialanalyse in sinnvoller Weise zu kombinieren. Allgemein gilt dabei: je größer die Erfolge bei den Einsparmaßnahmen, umso geringer müsste der Ausbau der erneuerbaren Energien ausfallen und umgekehrt.

Durch das Leitbild einer zu 100 % auf erneuerbaren Energien beruhenden Versorgung wurden die Anforderungen für den Großraum Braunschweig hinsichtlich der erneuerbaren Energien bereits im REnKCO2 verbindlich festgesetzt. Damit wird das Treibhausgas-Minderungsziel von -95 % automatisch erreicht⁵⁴. Trotzdem bleibt es sinnvoll, Maßnahmen auf der Angebotsseite mit solchen bei der Energienachfrage abzuwägen: je größer die Energieeinsparung über die geforderten 50 % hinaus gelingt, umso geringer kann die Ressourcen- und Flächenbeanspruchung durch die erneuerbaren Energien ausfallen und umso wirkungsvoller können die bereits heute vielerorts zu Tage tretenden Konflikte beim Ausbau der erneuerbaren Energien vermindert werden.

Ein mögliches Verhältnis von Energieeinsparungen und erneuerbaren Energien ist in Abbildung 6.1 dargestellt. Der gestrichelt eingezeichnete Szenarien-Pfad soll noch keine konkrete zeitliche Entwicklung definieren, sondern qualitativ darstellen, dass die Erschließung der erneuerbaren Potenziale häufig einfacher und schneller möglich ist als die Senkung der Energienachfrage. Zum Vergleich sind auch die beiden in REnKCO2 untersuchten Szenarien eingezeichnet, die mit 40 % bzw. 60 % Energieeinsparung (Eff-40- bzw. Eff-60) etwas unter bzw. über den Masterplananforderungen zur Effizienz lagen.

⁵⁴ Die Emissionen der erneuerbaren Energien aus der vorgelagerten Prozesskette sind dabei vernachlässigt. Bei dieser vereinfachten Betrachtung wären die THG-Ziele bei 50 % Energieeinsparung und 90 % erneuerbaren Energien erfüllt. Mit Berücksichtigung der Vorkette ist es, wie die Ergebnisse in Kapitel 6.3.2 zeigen, dagegen möglich, dass selbst bei 100 % erneuerbaren Energien das Ziel einer Verringerung der THG-Emissionen um 95 % knapp verfehlt wird.

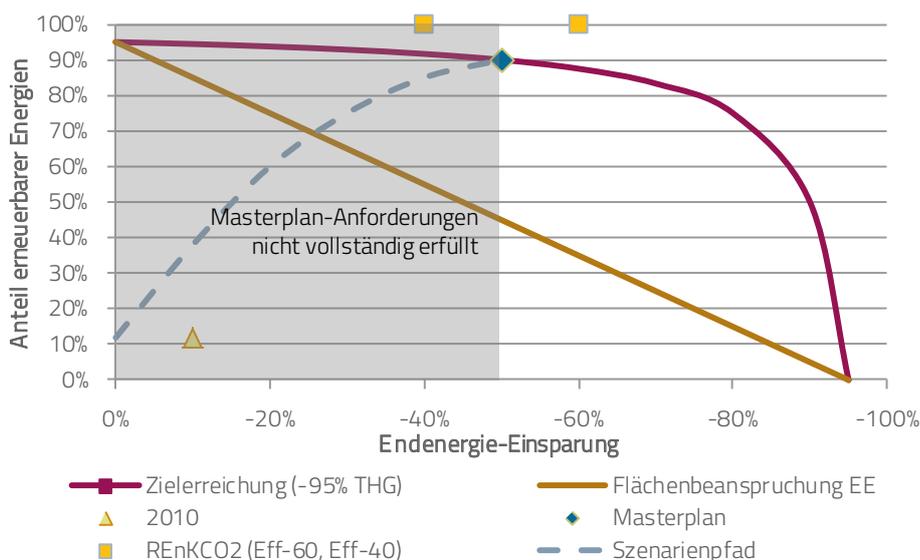


Abbildung 6.1: Notwendiger Anteil der erneuerbaren Energien zur Erreichung der Ziele des Masterplans in Abhängigkeit von der Energieeinsparung

Da sich CO_2 in der Atmosphäre extrem langsam abbaut, sind für den Treibhauseffekt weniger die im Jahr 2050 noch verbleibenden Emissionen entscheidend als die gesamte bis dahin noch emittierte CO_2 -Menge und somit auch der zeitliche Verlauf der Emissionen. Ende 2011 stand weltweit noch ein **CO_2 -Budget** von 1.000 Milliarden Tonnen zur Verfügung, wenn die Erderwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 % auf 2°C begrenzt werden soll [IPCC 2016]. Für das in Paris beschlossene $1,5^\circ$ -Ziel würde das Budget dramatisch auf 550 Milliarden Tonnen sinken, selbst wenn sich die Eintrittswahrscheinlichkeit gleichzeitig auf 50 % reduziert. Erfolgt in Anlehnung an UBA [2014a] und NewClimate [2016] eine Umrechnung Einwohner-proportional auf Deutschland bzw. den Großraum Braunschweig, wird deutlich, dass das Erreichen einer Treibhausgasreduktion um 95 % bis 2050 allein, das heißt ohne Berücksichtigung der zeitlichen Kumulation von Treibhausgasemissionen, nicht ausreicht⁵⁵.

Die Abbildung 6.2 für den Großraum Braunschweig verdeutlicht, wie viele **Emissionen** bei unterschiedlichen Reduktionspfaden noch in die Atmosphäre abgegeben werden. Die Fläche unter den Kurven ab 2015 entspricht dabei der Summe der künftigen Emissionen. Erst bei einer Reduktion um 60 % alle 10 Jahre bzw. einer jährlichen Verringerung um 9,6 % (orange Kurve) wird das $1,5^\circ$ -Ziel

mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % eingehalten⁵⁶. Eine konstante jährliche Emissionsminderung um 233.000 Tonnen (bzw. 0,21 t pro Einwohner) bis auf den Zielpunkt 2050 reicht zwar, um das 2° -Ziel einzuhalten. Obwohl die Entwicklung von 2010 bis 2015 im Großraum Braunschweig günstiger war als im deutschen Durchschnitt, wird jedoch bei konstanter Fortschreibung der bisherigen Reduktion das Budget für das $1,5^\circ$ -Ziel in 2050 um 90 % überschritten. Auch eine Halbierung der Emissionen alle 10 Jahre, wie sie von einem internationalen Expertengremium unter Beteiligung des Potsdamer Klimainstituts als „Carbon Law“ vorgeschlagen wurde [Zeit online 2017], reicht nicht aus, um das in Bezug auf das $1,5^\circ$ -Ziel noch verfügbare Treibhausgasbudget einzuhalten.

Bei einer Fortsetzung des Trends der letzten fünf Jahre (bezogen auf den lokalen Strommix) wird nicht nur das 2° -Ziel, sondern auch das Ziel des Masterplans einer 95%igen Treibhausgasreduktion bis 2050 verfehlt. Würden die Emissionen gar auf dem Stand von 2015 verbleiben, wäre das verbleibende CO_2 -Budget in 10 Jahren aufgebraucht und ab 2025 dürften schlagartig keine Treibhausgase mehr ausgestoßen werden.

⁵⁵ Nach UBA [2014a] verfehlen nicht nur die Klimaziele der Bundesregierung, sondern auch einige deutlich ambitioniertere Studien die Kriterien für das 2° -Ziel.

⁵⁶ Andere Ansätze wie in WBGU [2009] unter zusätzlicher Berücksichtigung der nicht-energetischen Emissionen oder das „Regensburg-Modell“, das für die Verteilung der globalen Emissionen auf Industrie- und Entwicklungsländer nicht nur die Einwohnerzahl, sondern auch die historische Verantwortung für die bisherige Erderwärmung berücksichtigt [Klima retten o. J.], kommen zu noch strengeren Zielvorgaben.

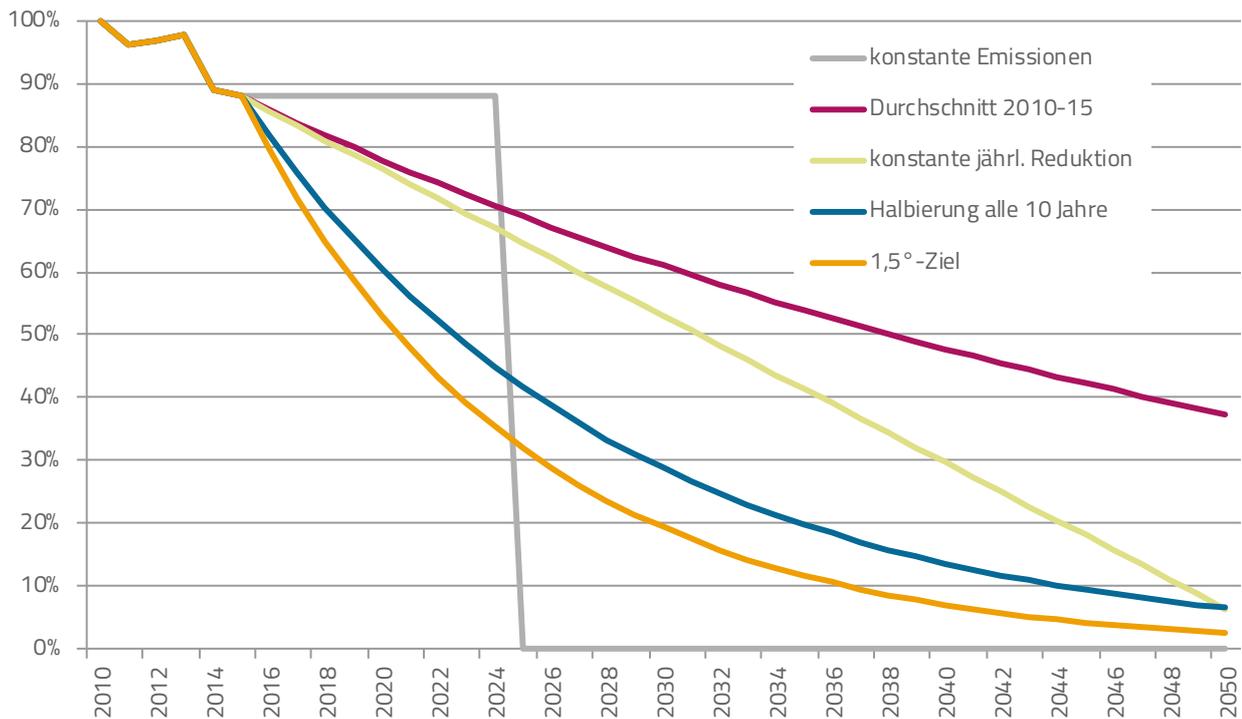


Abbildung 6.2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Großraum Braunschweig seit 2010 und mögliche Minderungspfade bis 2050

Es kommt also stark darauf an, Maßnahmen zur **Emissionsminderung** nicht aufzuschieben, sondern so schnell wie möglich umzusetzen. Die Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, dass dies durch den Ausbau der erneuerbaren Energien grundsätzlich leichter realisierbar ist als durch Energieeinsparungen. Insbesondere Maßnahmen zur Heizenergieeinsparung brauchen relativ viel Zeit, da umfassende energetische Gebäudesanierungen nur dann wirtschaftlich durchzuführen sind, wenn sie mit ohnehin notwendigen Sanierungsmaßnahmen verknüpft werden. Auch im Verkehrssektor konnten die Einsparziele bisher nicht erreicht werden, da technische Fortschritte durch erhöhtes Verkehrsaufkommen insbesondere im Güterverkehr überkompensiert wurden. Gleichwohl müssen auch und insbesondere in diesen Teilbereichen (Sektoren) schnellstmöglich Erfolge erzielt werden, da die mit dem Masterplan verbundenen Klimaschutzziele nicht allein durch den Ausbau erneuerbarer Energien erreicht werden sollten.

Für eine erfolgreiche Klimaschutzstrategie im Großraum Braunschweig ist die **Sektorenkopplung** gerade auch im Zuge der Szenarien-Entwicklung von besonderer Bedeutung: Maßnahmen zur Energieeinsparung in den Sektoren private Haushalte, Gewerbe und Verkehr bzw. bei dem zu deckenden Bedarf nach Wärme, Strom und Treibstoffen dürfen nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen in einem schlüssigen Paket unter Beachtung von Rück-

kopplungseffekten gemeinsam entwickelt werden. Eine zusätzliche Herausforderung für die Entwicklung geeigneter Strategien besteht darin, dass die Potenziale bei den erneuerbaren Energien überwiegend auf Stromerzeugungstechnologien (Windenergie, Photovoltaik, Wasserkraft) beruhen und ein Defizit bei erneuerbaren Brenn- bzw. Treibstoffen (Biomasse) und Wärme (Solarthermie) besteht bzw. für ihre Nutzung wiederum Strom als Hilfsenergie erforderlich ist (Umweltwärme).

Die **Großindustrie** wird in den Szenarien ebenso wenig betrachtet wie die nicht-energetischen Treibhausgasemissionen. Für einen erfolgreichen Klimaschutz müssen aber auch die Herausforderungen in diesen sehr spezifischen Bereichen gelöst werden. Der Energiebedarf der Großindustrie im Großraum Braunschweig (Salzgitter AG, Peiner Träger, Volkswagen) wird jedoch in einer groben Nebenbetrachtung unter der Annahme, dass die Energieversorgung solcher Industriebetriebe sinnvoller Weise nicht allein aus den jeweils betroffenen Kommunen/Regionen gedeckt werden kann, sondern mit Hilfe des aus dem Energie-Szenario 2050 für das Land Niedersachsen benannten sogenannten „Solidar-Ansatzes“ erfolgt (vergleiche Kapitel 6.3.2). Bezüglich der nicht-energetischen Emissionen seien exemplarisch auf Strategien zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen von Mooren oder zur Dekarbonisierung besonders energieintensiver Industriezweige genannt. Eine besondere Herausforderung stellt hier beispielsweise die Stahlerzeu-

gung dar, da sie nicht nur einen sehr hohen Energiebedarf hat, sondern beim üblichen Hochofenprozess außerdem ein chemisch bedingter Kohlenstoffbedarf besteht, der eine Substitution durch erneuerbare Energien besonders schwierig bzw. aufwändig gestaltet⁵⁷.

6.2 Methodik der Szenarienerstellung

Um den für die oben beschriebenen Herausforderungen notwendigen Umbau der Energieversorgung zu charakterisieren, wurden für den Großraum Braunschweig⁵⁸ zwei vergleichende Szenarien erstellt:

- Im **Referenzszenario** werden im Wesentlichen die momentanen Trends vor dem Hintergrund der aktuellen klimapolitischen Weichenstellungen fortgeschrieben, wie sie auch dem Referenzszenario der Leitstudie für das Klimakonzept der Bundesregierung [BMW 2011] zugrunde liegen. Trotz bereits eingeleiteter Maßnahmen wie der EnEV-Novelle oder dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, die über den autonomen Trend der letzten Jahre hinausgehen, werden die Ziele des Masterplans in diesem Szenario deutlich verfehlt. Das Szenario dient dazu, die Lücke aufzuzeigen, die es durch zusätzliche Anstrengungen im Bereich Klimaschutz in allen Sektoren zu schließen gilt.
- Das **Masterplanszenario** ist im Sinne eines Backcasting-Prozesses („vom Ziel her denken“) so konzipiert, dass sowohl die in Kapitel 6.1 beschriebenen Ziele des Masterplans als auch das in REnKCO2 entwickelte „Leitbild einer klimaneutralen 100 %-Erneuerbare-Energie-Region Großraum Braunschweig“ bis 2050 erreicht werden. Die dazu notwendige Ausschöpfung der ermittelten Effizienz- und erneuerbaren Potenziale wird zu diesem Zweck so kombiniert, dass sich ein konsistentes Modell ergibt, das die Energieversorgung im Großraum Braunschweig klimaverträglich sicherstellt und dabei eine möglichst große Schonung der regionalen Umwelt, ihrer Ressourcen und der Bevölkerung ermöglicht. Gleichzeitig setzt es keine unrealistisch erscheinenden Umsetzungsgeschwindigkeiten zum Beispiel bei

der energetischen Gebäudesanierung oder ungewollte Entwicklungen wie zum Beispiel einen Rückgang der Wirtschaftskraft der Region voraus.

Keines der beiden Szenarien erfüllt die Kriterien einer Prognose, das heißt die Szenarien stellen nicht den Versuch dar und erheben auch nicht den Anspruch, die wahrscheinlichste Entwicklung für die Zukunft vorherzusehen. Sie beschreiben vielmehr in sich schlüssige Entwicklungen, wie sie sich bei den jeweils definierten Anforderungen einstellen können, sofern die angenommenen Rahmenbedingungen sich entsprechend entwickeln und die zu ergreifenden Strategien und Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden. Die äußeren Rahmenbedingungen wie die Entwicklung der Bevölkerung oder der lokalen Wirtschaft unterscheiden sich dabei in beiden Szenarien nicht und beeinflussen den Energieverbrauch in gleichem Maße. Je stärker also das Wachstum in den unterschiedlichen Bereichen bis 2050 ausfällt, umso schwerer sind die Anforderungen des Masterplanszenarios zu erreichen und umgekehrt.

Damit geht einher, dass, **sollte sich die verwendete Bevölkerungs- und Erwerbstätigenprognose als unzutreffend erweisen, auch die Szenarien überprüft und angepasst werden müssen, mit entsprechenden Auswirkungen ggf. auch auf die Priorisierung von Maßnahmen**. Dies gilt insbesondere bei einem im Vergleich zu den Annahmen stärkeren Wirtschaftswachstum und bei abgeschwächtem oder ausbleibendem Bevölkerungsrückgang. Eine entsprechende Überprüfung sollte im Zuge des fortlaufenden Monitoring/Controlling (vgl. Kapitel 10) erfolgen, das ohnehin erforderlich ist, um die Wirksamkeit der eingeleiteten Strategien und Maßnahmen zu überprüfen und ggf. Korrekturen einleiten zu können.

Die Auswirkungen der Kohlekraftwerke in Mehrum und Buschhaus auf den lokalen Strommix und die Treibhausgasemissionen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Da die Stilllegung beider Kraftwerke unabhängig von den lokalen Aktivitäten bereits feststeht, hätte die Einbeziehung in die Szenarien zu einer ungerechtfertigten Überschätzung der Masterplan-Auswirkungen geführt.

Im Unterschied zur Energiebilanz in Kapitel 4, die auf einer Nettobetrachtung der Endenergie beruht, basieren die Szenarien auf einer **Brutto-Bilanzierung** einschließlich aller vorgeschalteten Umwandlungs-, Speicher- und Verteilverluste. So werden zum Beispiel für den Abgleich zwischen Stromverbrauch und erneuerbaren Potenzialen auch die Verluste im Stromnetz berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.2.8). Die in den folgenden Abschnitten ausgewiesenen Angaben zu

57 Ein möglicher Ansatz wird in Schweden probiert: Der schwedische Stahlkonzern SSAB, der Bergbaukonzern LKAB und der Energieversorger Vattenfall bauen eine Pilotanlage zur Stahlerzeugung ohne fossile Energien [MarketSTEEL 2018].

58 Eine Szenarien-Entwicklung auf Ebene der Samt- und Einheitsgemeinden wäre mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden. Durch den kommunenübergreifenden Ansatz werden sinnvolle Synergieeffekte erzielt, indem z. B. ein Austausch zwischen städtischen Verdichtungsräumen mit relativ hohem Energieverbrauch und eher geringem Potenzial erneuerbarer Energien und ländlich strukturierten Gemeinden mit umgekehrten Verhältnissen erfolgt.

den erneuerbaren Energien sind daher nicht direkt mit den Bilanzergebnissen aus Kapitel 4 vergleichbar.

Eine ökonomische Kostenrechnung wird in keinem der Szenarien durchgeführt. Insbesondere werden betriebswirtschaftliche Kosten nicht betrachtet. Diese sind für den Masterplan 100 % Klimaschutz ohnehin von nachrangiger Bedeutung, da Klimaschutz und Energiewende gesamtgesellschaftliche Herausforderungen darstellen, deren Kosten volkswirtschaftlich betrachtet werden müssen. Die hierdurch entstehenden Kosten wären letztlich den volkswirtschaftlichen Kosten eines voranschreitenden Klimawandels, einem Festhalten an der primären Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und ggf. auch eines Wiedereinstiegs in die Atomenergie gegenüberzustellen.

Sofern also ein gesellschaftlicher Konsens darüber besteht, dass der Klimaschutz und die Energiewende in einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung mit Kostenvorteilen gegenüber alternativen Strategien einhergeht, folglich als sinnvoll und erforderlich angesehen werden, sind entsprechende Förderinstrumente und Anreize vorzusehen⁵⁹, die auch betriebswirtschaftlich eine Umsetzung notwendiger Maßnahmen darstellbar machen. Auch wenn eine detaillierte Kostenrechnung im Masterplan nicht erfolgt, werden die Energiekosten und die allgemeine ökonomische Eignung der einzelnen Energieträger bzw. Einsparungsstrategien qualitativ mit in die Überlegungen bei der Szenarien-Entwicklung einbezogen. So wird zum Beispiel davon ausgegangen, dass ab dem Jahr 2030 keine relevanten Mehrkosten mehr durch erneuerbare Energien entstehen, diese somit auch ohne Förderung Kostenvorteile gegenüber konventionell erzeugter Energie aufweisen [ISE 2012].

Rahmenbedingungen

Die folgenden Rahmenbedingungen beeinflussen die Energienachfrage direkt oder indirekt und werden in den Szenarien explizit berücksichtigt:

- Die Entwicklung der Bevölkerung basiert auf einer gemeindeschaffen Prognose für den Großraum Braunschweig bis 2050 [CIMA 2017].
- Daraus lässt sich die Entwicklung der Anzahl der Haushalte sowie der Wohnfläche hochrechnen, wobei bis 2035 auf eine niedersächsische Prognose [NBank, o. J.] zurückgegriffen werden kann, danach erfolgt eine Fortschreibung in Anlehnung an das BMWi [2011].

⁵⁹ Die erforderlichen finanziellen Mittel wären dann wiederum der Kostenseite von Klimaschutz und Energiewende in der volkswirtschaftlichen Betrachtung zuzuschreiben.

- Die Zahl der Erwerbstätigen wurde ebenfalls für den Großraum Braunschweig bis 2050 prognostiziert [CIMA 2017].
- Daraus lässt sich in Anlehnung an die Verhältnisse aus BMWi [2011] die Entwicklung der Bruttowertschöpfung und der Industrieproduktion abschätzen, für die es keine regionalen Prognosen gibt.
- Die Entwicklung der Verkehrsleistung in Fahrzeug- bzw. Tonnen-km basiert auf dem verkehrlichen Fachbeitrag [WVI 2018]. Darin nicht erfasste Bereiche wie der Schienen-Fern- und Güterverkehr und der Schiffsverkehr wurden nach BMWi [2011] abgeschätzt.

Alle Parameter sind in Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien dokumentiert.

Laut NBank [o. J.] ist für den Großraum Braunschweig bis 2035 mit einem Neubaubedarf von 8 % bezogen auf den Wohnungsbestand von 2015 zu rechnen, der sich bis 2050 nicht weiter erhöhen wird, da in allen regionsangehörigen Kommunen nach 2030 von einer rückläufigen Bevölkerung ausgegangen wird. Da sich der spezifische **Heizenergiebedarf** für den unterstellten „zukunftsweisenden“ Sanierungsstandard im Mittel über den Gebäudebestand kaum von Neubauten im Passivhaus- bzw. KfW-55-Standard unterscheidet, wurde auf eine explizite Unterscheidung zwischen Neubau und Komplettsanierung verzichtet.

Dem Neubaubedarf stehen Wohnungsüberhänge von ca. 3% der Wohnfläche bis 2035 gegenüber. Theoretisch wäre es möglich, Neubauten zu vermeiden, wenn bei entsprechender Flexibilität bei der Wohnortwahl durch erfolgreiches Wohnraummanagement Angebot und Nachfrage in verschiedenen Kommunen teilweise ausgeglichen werden könnten. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass es zu entsprechendem Leerstand bzw. mittelfristigem Abriss kommt.

Bei entsprechender Strategie könnte grundsätzlich eine beschleunigte Verbesserung des durchschnittlichen energetischen Bestandes erreicht werden, indem vorrangig Gebäude bzw. Quartiere mit schlechtem Energiestandard rückgebaut werden. Der Effekt ist jedoch kaum seriös quantifizierbar. Insgesamt wird die mögliche Energieeinsparung durch die Vernachlässigung der Neubau- bzw. Rückbauproblematik eher leicht unterschätzt.

6.2.1 Kombination von Energieangebot und -Nachfrage

Eine wesentliche mit der Szenarien-Entwicklung einhergehende Herausforderung ist es, im Rahmen der sogenannten Sektorenkopplung **sinnvolle und realistische Wege** aufzuzeigen, wie das in der Potenzialanalyse ermittelte Angebot an erneuerbarem Strom, das nicht zur Deckung des heutigen Strombedarfs benötigt wird, dazu genutzt werden kann, die vorhandenen Defizite im Wärme- und Treibstoffsektor zu decken. Angebot und Nachfrage sind dabei für alle Sektoren bzw. Nutzungsformen in Übereinstimmung zu bringen.

Das „Überangebot“ an erneuerbar erzeugbarem Strom erleichtert dabei insofern das Erreichen der Klimaschutzziele, als mit der Umstellung auf Elektromobilität und dem Einsatz von Wärmepumpen zusätzliche Effizienzpotenziale erschlossen werden können. Auf der anderen Seite entstehen sowohl durch den Speicherbedarf im Zusammenhang mit der verstärkten Nutzung fluktuierender erneuerbarer Energiequellen zusätzliche Verluste, die beim Abgleich berücksichtigt werden müssen (vgl. Kapitel 6.2.8). Dies trifft analog auch bei der Erzeugung synthetischer Brenn- bzw. Treibstoffe aus erneuerbar erzeugtem Strom zu (Power-to-Gas bzw. Power-to-Liquid).

Schließlich gilt es zu entscheiden, in welchem Umfang die einzelnen **Teilpotenziale** – sowohl bei der Energieeffizienz als auch bei der Nutzung erneuerbarer Energien – jeweils ausgeschöpft werden sollen. Da das potenziell verfügbare Angebot erneuerbarer Energien den nach Erreichen des 50 %-Einsparziels verbleibenden Bedarf an Endenergie deutlich übertrifft, sind in den Szenarien prinzipiell beliebige Kombinationen der Inanspruchnahme der Einzelpotenziale erneuerbarer Energieträger denkbar. Im Extremfall wäre theoretisch sogar der vollständige Verzicht auf die Nutzung einzelner erneuerbarer Energiequellen denkbar. Die in Kapitel 5 ermittelten Angebotspotenziale müssen also im Masterplanszenario – wenngleich nach Energieträger variierend – bei Weitem nicht voll erschlossen werden.

Die **Kombination der ermittelten Effizienz- und erneuerbaren Potenziale** sowie deren jeweilige Ausschöpfung zu einem in sich konsistenten Modell ist dabei grundsätzlich auf vielfältige Weise möglich. Auch unter Beachtung der bestehenden Wechselwirkungen sowie der lokalen Restriktionen und Umsetzungshemmnisse gibt es eine Vielzahl technisch möglicher und gleichermaßen umsetzbarer Varianten. Eine objektive Auswahl einer optimalen Szenario-Variante ist vor dem Hintergrund der Unwägbarkeiten innerhalb des betrachteten Zeithorizonts von 35 Jahren

nicht möglich – aber auch nicht notwendig, da die Aufgabe darin besteht, einen möglichen und anzustrebenden Entwicklungspfad aufzuzeigen, der immer wieder überprüft und an die tatsächliche Entwicklung sowie geänderte Anforderungen und Rahmenbedingungen angepasst werden muss. Im Folgenden werden die wichtigsten Anforderungen und Wechselwirkungen sowie die Abwägungskriterien kurz beschrieben, die bei der Szenarienerstellung berücksichtigt wurden. Die jeweils resultierenden Ausschöpfungsgrade der ermittelten Potenziale werden für die beiden Szenarien in Kapitel 6.3.1 und 6.3.2 dokumentiert.

6.2.2 Ausschöpfung der Effizienz- und Suffizienzpotenziale

Die energetische Sanierung von Gebäuden lässt sich wirtschaftlich nur realisieren, wenn sie im Zusammenhang mit ohnehin erforderlichen Maßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt wird. Die Ausschöpfung der ermittelten Effizienzpotenziale ist daher in hohem Maße abhängig von der **energetischen Sanierungsrate**.

Für Wohngebäude wird sie aktuell auf 1,3 % pro Jahr geschätzt⁶⁰. Damit bis 2050 der komplette Gebäudebestand mindestens einmal saniert wird, müsste sie sehr schnell auf 3 % pro Jahr erhöht werden, was allgemein als unrealistisch eingeschätzt wird. Für das Masterplanszenario wird eine allmähliche Steigerung auf 2,4 % bis 2045 unterstellt. Das entspricht für den Zeitraum 2015 bis 2050 einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 1,83 % und liegt im Bereich der Annahmen anderer Studien⁶¹. In Kombination mit der in Abbildung 6.3 dargestellten Steigerung des Sanierungsstandards von 99 auf 38 kWh/m²a⁶² entspricht das einer Ausschöpfung des in Kapitel 5.2 ermittelten Effizienzpotenzials für die Raumwärme von Wohngebäuden von 63 %. Für das Referenzszenario werden sowohl die Sanierungsrate von

60 Nach dena [2016] gibt es keine Quelle, die diese wichtige Zahl fort-schreibt. Die letzten belastbaren Auswertungen beziehen sich auf den Zeitraum 2005-2008 und weisen eine nach Bauteilen gewichtete energetische Gesamtsanierungsrate für Deutschland von 0,8 % pro Jahr aus. Für Norddeutschland mit etwas abweichenden Sanierungsraten lässt sich daraus bezogen auf den vorrangig sanierungsbedürftigen Altbaubestand mit Baujahr vor 1978 eine Sanierungsrate von ca. 1,3 % ermitteln.

61 z. B. dena [2017] mit 1,4-2 % p.a. je nach Szenario

62 Es wurde unterstellt, dass durch die Sanierungsmaßnahmen ein spezifischer Heizwärmebedarf erreicht wird, der jeweils 15 % höher ist als der in Kapitel 5.2 beschriebenen Wert einer Komplettsanierung nach konventionellem (2015) bzw. zukunftsweisendem Standard (2050).

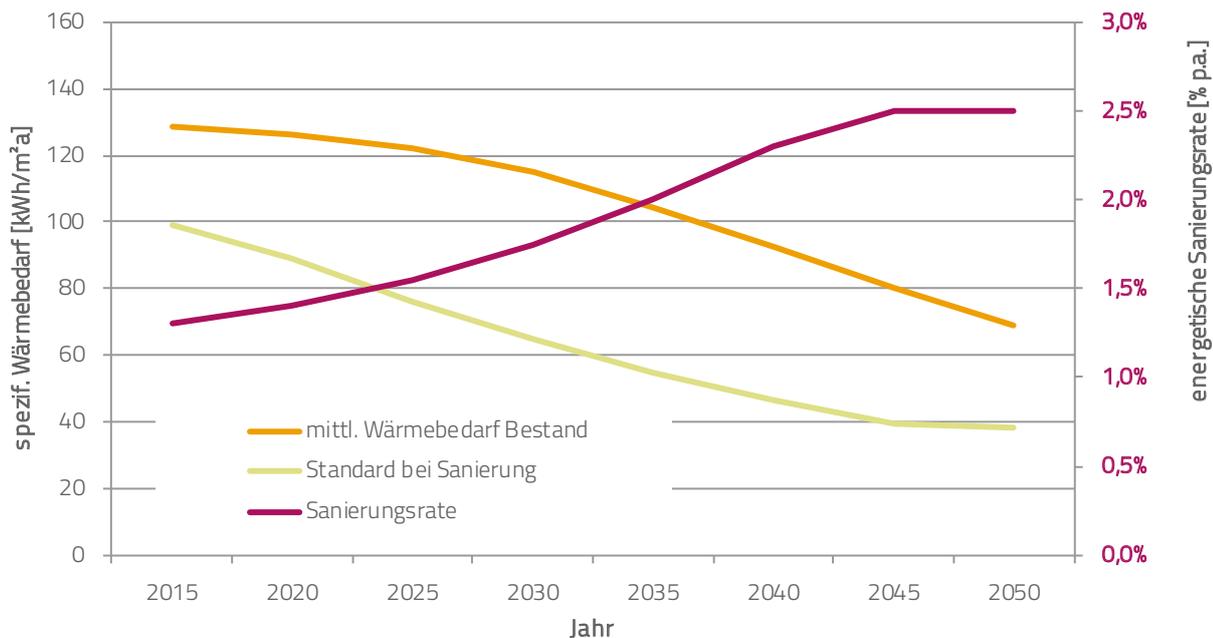


Abbildung 6.3: Entwicklung von energetischer Sanierungsrate, mittlerem Sanierungsstandard („Sanierungstiefe“) und resultierendem spezifischem Heizwärmebedarf im Wohngebäudebestand im Masterplanszenario

1,3 % pro Jahr als auch die Sanierungstiefe bis 2050 unverändert auf dem Ausgangsniveau von 2015 fixiert, womit das Effizienzpotenzial lediglich zu 27 % ausgeschöpft wird.

Für Nicht-Wohngebäude liegen keine vergleichbaren Statistiken zur Sanierung vor. Die Ausschöpfung des Effizienzpotenzials wurde hier mit pauschal 85 % im Masterplanszenario (bzw. 35 % im Referenzszenario) höher veranschlagt, da das von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle unabhängige Effizienzpotenzial durch optimierte Regelung sowie die Nutzung interner Wärmegewinne höher ist als in Wohngebäuden.

Auch für die **übrigen Energie-Anwendungsarten** wurde einheitlich eine Ausschöpfung der Effizienzpotenziale von 85 % (bzw. 35 % im Referenzszenario) unterstellt. Da die technische Lebensdauer von Heizungsanlagen oder Stromtechnologien wie Beleuchtungsanlagen, EDV oder Pumpen meist unter 25 Jahren liegt, ist es hier grundsätzlich möglich, den kompletten Bestand bis 2050 mindestens einmal zu erneuern und an den neuesten Effizienzstandard anzupassen.

Dasselbe gilt für den **Verkehrssektor**, wo die derzeitige durchschnittliche Nutzungsdauer von Pkw bei 18 Jahren und von Lkw bei 25 Jahren liegt. Um das Potenzial in Kombination mit der unten näher betrachteten Umstellung auf Elektromobilität nicht zu überschätzen, wurde die Potenzialausschöpfung der übrigen Verkehrs-Effizienzmaßnahmen nur mit 80 % (bzw. 35 % im Referenzszenario) angesetzt.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen technischen Effizienzpotenzialen spielt im Bereich der Heizung und Mobilität der Technologiewechsel zu strombasierten Systemen eine wichtige Rolle in den Szenarien. **Elektrowärmepumpen** haben einen rund dreimal so hohen Wirkungsgrad wie Heizkessel. Gleichzeitig steht Strom aus erneuerbaren Energien in wesentlich größerem Umfang zur Verfügung als erneuerbare Brennstoffe.

Viele Studien sehen daher langfristig zur Deckung des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs hohe Wärmepumpenanteile von bis über 80 % vor.

Andererseits ist die Umstellung im Altbaubereich komplexer als im Neubau. Insbesondere in Mehrfamilienhäusern kann sie aufwändig sein und setzt in der Regel eine Zentralisierung der Heizung und Warmwasserversorgung voraus. Einer stark forcierten kurzfristigen Umsetzung stehen darüber hinaus mögliche Engpässe im Handwerk entgegen.

Die für 2050 unterstellten Wärmepumpenanteile für die einzelnen Sektoren und Anwendungen sind in Tabelle 6.1 dargestellt. Es wurden pauschal 25 % Luft- und 75 % Erdreich-Wärmepumpen (bzw. je 50 % im Referenzszenario) angenommen. Eine moderate Steigerung der direkt elektrischen Wärmeerzeugung gegenüber heute wurde zugelassen, da sie technische Lösungen stark vereinfachen kann und bei Strom aus erneuerbaren Energien ökologisch vertretbar ist.

Sofern im produzierenden Gewerbe zur Erzeugung von Hochtemperatur-Prozesswärme keine anderen geeigneten Energiequellen zur Verfügung stehen, ist die elektrische Direktheizung dem deutlich stärker verlustbehafteten Einsatz von Brennstoffen, die über Elektrolyse aus erneuerbarem Strom erzeugt wurden, vorzuziehen (siehe auch Tabelle 6.6).

Im Verkehrsbereich leistet die **Elektromobilität** den wichtigsten Beitrag zur Effizienzsteigerung: Während Verbrennungsmotoren nur einen Wirkungsgrad von 35-40 % erreichen, liegt dieser bei Elektromotoren mit bis zu 95 % mehr als doppelt so hoch.

Die Einschätzungen über den künftigen Ausbau gehen in Bezug auf den kurz- bis langfristig zu erreichenden Anteil der Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand derzeit noch weit auseinander. Der hohen Effizienz und dem möglichen Beitrag zur Stromspeicherung stehen eine mögliche Belastung der Stromnetze sowie Hemmnisse bei der Umsetzung vor allem im Güterverkehr gegenüber.

Andererseits ist das Angebot an erneuerbaren Treibstoffen aus Biomasse begrenzt und der Einsatz synthetischer Treibstoffe nach dem Power-to-Gas (P2G) bzw. Power-to-Liquid (P2L)-Prinzip verursacht zusätzliche Verluste.

Auch wenn die aktuell zu beobachtende Dynamik bei den Batteriecosts und im Elektromobilitätsbereich generell bereits kurz- bis mittelfristig hohe Anteile an Elektrofahrzeugen bei den Neuwagen wahrscheinlich erscheinen lässt, wurden die in Tabelle 6.1 dokumentierten Durchdringungsquoten eher konservativ angesetzt, um das Potenzial nicht zu überschätzen.

Für die direkten **Suffizienzpotenziale** durch geändertes Nutzerverhalten wird im Masterplanszenario einheitlich für alle Bereiche und Anwendungen eine Ausschöpfung von 70 % unterstellt. Lediglich die indirekten Effekte durch eine Reduzierung der Wohnfläche werden nur zu 25 % ausgeschöpft. Eine Reduzierung der Produktion durch einen möglichen Konsumverzicht wird nicht berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.4.2). Im Referenzszenario werden generell keine Suffizienzmaßnahmen berücksichtigt. Hier wird unterstellt, dass mögliche positive Verhaltensänderungen durch Reboundeffekte vollständig kompensiert werden.

Tabelle 6.1: Anteile der Wärmepumpe an Heizsystemen und der Elektromobilität am Verkehrsaufkommen für 2050

Sektor	Anteil Elektrowärmepumpen	Masterplan	Referenz
Haushalte	Raumwärme	60 %	35 %
	Warmwasser	55 %	25 %
GHD	Raumwärme	60 %	35 %
	Warmwasser	55 %	25 %
Industrie	Raumwärme	60 %	35 %
	Prozesswärme	0 %	0 %
Verkehr	Anteil Elektromobilität	Masterplan	Referenz
	Pkw	75 %	38 %
	Lkw	50 %	25 %
	Güter Schiene/Schiff	50 %	25 %
	ÖPNV Schiene/Straße	95 %	90 %

6.2.3 Verkehr und Mobilität

Die nachfolgenden Annahmen sind eine Kurzfassung des verkehrlichen Fachbeitrags [WVI 2018] und dort ausführlicher nachzulesen.

Das **Referenzszenario** des verkehrlichen Fachbeitrags beinhaltet aktuell absehbare und bis zum Jahr 2050 vermutlich umgesetzte Entwicklungen im Bereich Mobilität und Verkehr. Dabei hat die Entwicklung der Struktur in der Region, insbesondere die Bevölkerungsentwicklung, einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftig zu erwartende Verkehrsnachfrage. Nach der aktuellen Bevölkerungsprognose geht die Einwohnerzahl in der Region bis zum Jahr 2050 um rund 13 % gegenüber 2015 zurück [CIMA 2017]. Allein aufgrund dieser Eckdaten ist langfristig mit einer rückläufigen Verkehrsnachfrage zu rechnen. Dies betrifft insbesondere die eher ländlich geprägten Bereiche, wohingegen in den wirtschaftsstarken Zentren im Referenzszenario sowohl Bevölkerung als auch Verkehr etwa auf dem heutigen Niveau verbleiben werden.

Bis zum Jahr 2050 wird für das Referenzszenario analog zur Shell-Studie [SHELL 2014] ein zurückgehender Pkw-Besitz insbesondere bei jüngeren Menschen unterstellt, dagegen werden weitere Steigerungen bei den älteren Menschen insbesondere bei Frauen erwartet.

Die aktuell absehbaren Maßnahmen in den Verkehrsangeboten im ÖPNV (SPNV, Tram, Busverkehr), im Fahrradverkehr und im Kfz-Verkehr (Straßennetz) werden umgesetzt. Dies betrifft unter anderem den zweigleisigen Ausbau der sogenannten Weddeler Schleife (Schienenstrecke) zwischen Braunschweig und Wolfsburg sowie das Stadtbahnnetz in Braunschweig gemäß dem Stadtbahnausbaukonzept. Insgesamt führen die Verbesserungen im ÖPNV zu einer Steigerung der Angebots-km um 11 %.

Zudem wird die Realisierung der derzeit geplanten regionalen Radschnellwegverbindungen im Referenzszenario berücksichtigt. Absehbare Veränderungen in den ordnungspolitischen Maßnahmen (Pkw-Maut auf Fernstraßen, Erhöhung der Kosten für Parken und Treibstoffe) führen zu moderat erhöhten Mobilitätskosten für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV).

Mit den eher verhaltenen Annahmen im Referenzszenario, die auch als „business as usual“-Politik bezeichnet werden können, werden nur geringe Änderungen in den Einstellungen und Verhaltensweisen der Mobilitätsnachfrager und im Wesentlichen aufgrund neuer Angebote (zum Beispiel Shared Mobility) und der zunehmenden Verbreitung von E-Bikes und Pedelecs erwartet.

Dies führt zu moderaten Veränderungen im Mobilitätsverhalten und in der Verkehrsteilnahme. Die fortschreitende Flexibilisierung und Individualisierung der Arbeitszeiten führt zu einer Zunahme von Home Office-Tagen. Online Einkäufe über das Internet nehmen weiter zu.

Zudem wird eine fortschreitende Verbreitung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien (vor allem Elektromobilität) unterstellt. Dies hat jedoch zunächst keine Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage bzw. Verkehrsleistung auf den Straßen und betrifft im Wesentlichen den Energieverbrauch sowie die Schadstoff- und CO₂-Emissionen und die Lärmemissionen.

Das autonome Fahren wird voraussichtlich durchgreifende und umwälzende Veränderungen im gesamten Verkehrs- und Mobilitätssystem hervorrufen, die aber heute nur in Ansätzen absehbar und in den Szenarien deshalb nicht vollumfänglich berücksichtigt werden können.

Ergebnis des Referenzszenarios aus dem verkehrlichen Fachbeitrag [WVI 2018]: Mit den unterstellten Entwicklungen und Maßnahmen zeigen sich im Referenzszenario nur geringe Verkehrsverlagerungen vom Pkw auf die Verkehrsmittel des Umweltverbands, also das zu Fuß gehen, das Fahrradfahren und der ÖPNV. Die Berechnungen mit dem Verkehrsmodell ergeben einen Rückgang in der Nutzung des privaten Pkw um 16 %, wobei allein 13 % auf die zurückgehende Einwohnerzahl zurückzuführen ist.

Gleichzeitig zeigen sich Steigerungen in der Nutzung des ÖPNV um 18 % sowie bei der Nutzung des Fahrrades um 15 %, wobei die Zunahmen insbesondere in den (Ober-)Zentren erreicht werden. In Braunschweig zeigen sich Zunahmen von über 30 % im ÖPNV durch den Ausbau der Stadtbahn.

Es werden aber insbesondere die kürzeren innerörtlichen Fahrten auf den ÖPNV und das Fahrrad verlagert, sodass die veränderte Nutzung auf die Verkehrsleistung (bei der die zurückgelegte Entfernung eine wesentliche Rolle spielt) nicht durchschlägt. Insofern zeigt sich bezogen auf die Verkehrsleistung im Kfz-Verkehr der Bewohner der Region auch nur ein Rückgang um 6 %. Werden die auch zukünftig weiterhin ansteigenden Durchgangsverkehre hinzugerechnet, bleibt die Verkehrsleistung im Kfz-Verkehr auf dem Gebiet des Regionalverbandes im Trendszenario gegenüber heute fast unverändert.

Das **Masterplanszenario** des verkehrlichen Fachbeitrags beinhaltet als Zielszenario notwendige Strategien und Maßnahmen, die zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrsbereich im Regionalverband Großraum Braunschweig führen. Im Gegensatz zum Referenzszenario, welches als Trendszenario gerechnet wurde, gehen die Berechnungen im Masterplanszenario der Frage nach, welche Maßnahmen in welcher Ausprägung erforderlich sind, um die Klimaschutzziele und damit verbunden eine Reduzierung der Verkehrsleistung im Kfz-Verkehr auf dem Gebiet des Regionalverbands um ca. 50 % zu erreichen. Aufgrund der Vielschichtigkeit der Betrachtungsebenen wurden die Maßnahmen des Masterplanszenarios mit dem Verkehrsmodell in drei Stufen gerechnet und hinsichtlich ihrer verkehrlichen Wirkungen bewertet:

Im **Unterszenario 1 „Region der kurzen Wege“** wurden die verkehrlichen Auswirkungen einer zukünftig veränderten Raumplanung und Siedlungsentwicklung untersucht. Die zukünftige Raumplanung erfolgt in der Fläche konsequent nach dem Prinzip der dezentralen Konzentration, in den Städten nach dem Prinzip Innenentwicklung vor Außenentwicklung, womit eine zunehmende Zersiedlung mit

dispersen Raumstrukturen vermieden wird. Es erfolgt eine Konzentration der Siedlungsstrukturen in den zentralen Orten bzw. den Kernbereichen der Städte sowie entlang der Achsen des schienengebundenen ÖPNV, in der Fläche entlang der Achsen des SPNV und in Braunschweig entlang der Achsen der Stadtbahn. Dabei bleibt die Teilhabe und Teilnahme, also die Anzahl der Fahrten und Wege pro Tag (Mobilität) gegenüber dem Referenzszenario unverändert. Aufgrund der unterstellten kompakteren Siedlungsstrukturen und der stärkeren Durchmischung von Wohnen, Arbeiten und Versorgen können aber insbesondere lange Wege vermieden und die verkürzten Wege vermehrt zu Fuß und mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Insbesondere der MIV und der ÖPNV sind von der Verkehrsvermeidung betroffen. Es reduzieren sich im Wesentlichen die Wegelängen für die sogenannten Pflichtaktivitäten Arbeiten und Ausbildung sowie für das Einkaufen, auch für die übrigen Aktivitäten stellen sich geringfügig kürzere Wegelängen ein. Damit reduziert sich die mittlere Wegelänge im Szenario „Region der kurzen Wege“ gegenüber dem Trendszenario von 8,2 auf 7,4 km. Weitere Effekte ergeben sich durch ein verändertes Verkehrsverhalten, welches in kompakten Siedlungsstrukturen eher auf Inter- und Multimodalität ausgerichtet sein wird.

Insgesamt betrachtet erwirkt die Strukturverdichtung eine deutliche Verringerung der Anzahl Fahrten im motorisierten Verkehr, im Wesentlichen im Pkw-Verkehr, um 8,6 % gegenüber dem Trendszenario. Die verlagerten Fahrten werden in den Städten überwiegend zu Fuß und mit dem Fahrrad, aber auch mit dem ÖPNV zurückgelegt. Die Verkehrsleistung im Kfz-Verkehr sinkt gegenüber dem Trendszenario auf dem Gebiet des Regionalverbandes um 8 % (inklusive Durchgangsverkehr) bzw. 10 % (ohne Berücksichtigung des Durchgangsverkehrs).

Die Berechnungen im **Unterszenario 2 „ÖPNV-Offensive“** zeigen die Potenziale, die mit einer deutlichen Verbesserung der Angebote im ÖPNV gehoben werden können. Um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen, ist ein umfassender Ausbau des ÖPNV in der Region erforderlich.

Neben den bereits im Trendszenario unterstellten Maßnahmen ist ein weiterer Ausbau der Regionalbahn oder die Führung als Regiotram (zum Beispiel im Korridor Salzgitter-Braunschweig Hauptbahnhof-Schwarzer Berg), der Neubau von Regionalbahnlinien im Korridor Peine-Salzgitter auf zum Teil noch bestehenden Trassen sowie eine Takthalbierung auf allen SPNV-Linien unterstellt.

Es werden zahlreiche neue SPNV-Stationen eingerichtet, unter anderem in Wolfsburg (Allerpark, Vorsfelde), in Braun-

schweig (Rüningen, Leiferde-West) oder in Wolfenbüttel (Linden, Groß-Stöckheim). Die Weddeler Schleife wird zwischen Braunschweig und Oebisfelde im 15-Minuten-Takt bedient. Im städtischen und regionalen Busverkehr sowie für die Stadtbahn in Braunschweig erfolgt eine Verdopplung der Fahrtenangebote, also eine Halbierung der Taktzeiten gegenüber dem Trendszenario. Damit wird aus einem bisherigen 60-Minuten-Takt ein 30-Minuten-Takt, aus einem 30-Minuten-Takt ein 15-Minuten-Takt usw. Alle Linien im Regionalbusnetz werden im Masterplanszenario mindestens im 30-Minuten-Takt bedient. Der Stadttakt in Braunschweig verdichtet sich von 15 Minuten auf 7,5 Minuten.

Die Bedienung im ÖPNV erfolgt mit attraktiveren und bequemeren Fahrzeugen. Es gibt verbesserte Information über das Fahrtenangebot sowie zum Beispiel über mögliche Anschlüsse oder zu erwartende Verspätungen. In den Städten erfolgt eine konsequente ÖPNV-Bevorrechtigung durch Vorrangschaltung an Lichtsignalanlagen. Dies führt zu Fahrzeitverbesserungen im ÖPNV und zu Verschlechterungen für den Kfz-Verkehr insbesondere in den Kernbereichen.

Es erfolgt eine Vernetzung und intermodale Kopplung der Verkehrssysteme durch verbesserte (Echtzeit-)Information, Ausbau von Bike-and-Ride- und Park-and-Ride-Angeboten sowie durch MobilitätsCards mit Best-Price-Abrechnung. Die Shared Mobility wird weiter ausgebaut und die Sharing-Angebote werden in starkem Maße genutzt. Es wird ein autonom fahrendes ÖPNV-Angebot in nachfrageschwachen Teilbereichen unterstellt, welches als Ersatz für die differenzierten Bedienungsweisen wie (zum Beispiel Anrufsammeltaxi (AST), Anruf-Linien-Fahrt (ALF), Rufbus) fungiert und mit dem eine Fahrtmöglichkeit spätestens nach 15 Minuten zum Beispiel zum nächsten Zentrum oder SPNV-Bahnhof zur Verfügung steht.

Insgesamt bedeuten die im Masterplanszenario berücksichtigten Maßnahmen eine Ausweitung der Betriebsleistung im ÖPNV um 95 % gegenüber dem Trendszenario und damit mehr als eine Verdoppelung gegenüber dem Ist-Zustand.

Die Verbesserungen im ÖPNV-Angebot führen zu einer deutlich angestiegenen Nutzung des ÖPNV. Durch die Maßnahmen werden rund 150.000 Personenfahrten pro Tag zusätzlich mit dem ÖPNV abgewickelt. Dies entspricht einem Anstieg um 43 % gegenüber dem Unterszenario „Region der kurzen Wege“.

Der stärkste absolute Zuwachs zeigt sich im Oberzentrum Braunschweig mit fast 50.000 Personenfahrten pro Tag (+37 %). Die Bewohner der Stadt profitieren dabei

insbesondere von dem auf 7,5 Minuten hoch verdichteten Stadttakt sowie von den Angebotsverdichtungen der neuen Regiotram-Linien, die auch innerstädtisch wirken. Auch der Fahrradverkehr sowie der Fußverkehr profitieren von den Maßnahmen des ÖPNV-Unterszenarios. Hier wirken insbesondere die notwendigen Begleitmaßnahmen wie Parkraumrestriktionen und City Maut, wodurch Fahrten vom MIV auf den Fahrradverkehr verlagert werden. Der Rad- und Fußverkehr steigt gegenüber dem Szenario „Region der kurzen Wege“ um mehr als 30.000 Fahrten und Wege (+8 bzw. 6 %) an. Im Ergebnis zeigt sich damit eine deutliche Reduktion des MIV der Bewohner der Stadt Braunschweig. Dieser geht um 93.000 Fahrten pro Tag bzw. 27 % zurück.

Ähnliche Effekte wie in Braunschweig zeigen sich auch in Salzgitter. Hier sind Steigerungsraten für den ÖPNV um fast 55 % bzw. rund 17.000 Personenfahrten pro Tag erkennbar. Auch der Fahrradverkehr und der Fußverkehr gewinnen deutlich an Nachfrage. Der MIV geht um 30.000 Personenfahrten bzw. fast 20 % zurück. Salzgitter profitiert insbesondere von den neuen Regionalbahnlinien auf der Verbindung Salzgitter-Peine. Im Oberzentrum Wolfsburg zeigen sich Zunahmen im ÖPNV um 42 % bzw. 20.600 Personenfahrten pro Tag. Wie auch in den übrigen Teilregionen des Großraums Braunschweig führen die Maßnahmen der „ÖPNV-Offensive“ zu einem Anstieg des Rad- und Fußverkehrs sowie zu einem Absinken des Pkw-Verkehrs. Das Fahrtenvolumen der Bewohner der Stadt Wolfsburg im MIV sinkt um 19 % bzw. 40.500 Personenfahrten pro Tag.

In den Landkreisen der Region zeigt sich durch die unterstellten Maßnahmen ein Rückgang im MIV um 11 % bzw. 118.000 Personenfahrten pro Tag. Auch hier fallen die Zuwächse im ÖPNV mit einem Anstieg um 45 % bzw. rund 62.000 Personenfahrten pro Tag deutlich aus. Der MIV bleibt aber das am stärksten nachgefragte Verkehrsmittel.

Durch den massiven Ausbau des ÖPNV sinkt die Verkehrsleistung im Pkw-Verkehr um 15 % (inklusive Durchgangsverkehr) bzw. 18 % (ohne Berücksichtigung des Durchgangsverkehrs). Dazu trägt auch ein höherer Pkw-Besetzungsgrad bei, der durch die Sharing-Angebote gegenüber den vorherigen Szenarien deutlich ansteigen wird.

Das Unterszenario 3 „Radverkehrs-Offensive“ untersucht die verkehrlichen Auswirkungen einer deutlichen Verbesserung und konsequenten Förderung des Radverkehrs in der Region und in den Städten und Gemeinden. Es erfolgt ein massiver Ausbau von Radwegen, Radschnellwegen und Fahrradstraßen sowie der weitere Ausbau von Fahr-

radabstellanlagen. Quartiere für autofreies Wohnen und zur Förderung der Nahmobilität werden eingerichtet. Die Verkehrsberuhigung in den Städten wird ausgeweitet und führt zu einer Vermeidung von Fahrten im MIV. Straßenräume werden bedarfsgerecht neu- bzw. umgestaltet. Die Kosten für Parkplätze und für das Parken steigen weiter an, in den Innenstädten in den Ober- und Mittelzentren werden Mautregelungen eingeführt und führen zu einer Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den Umweltverbund. Die neuen Angebote im Fahrradverkehr und im ÖPNV werden so attraktiv, dass der Besitz privater Pkw zurückgeht und die Sharing-Angebote nochmals stärker genutzt werden. Alle Maßnahmen führen zu einer steigenden Nutzung des Fahrrades, insbesondere in den Städten aber auch in der Region.

Werden die aufgeführten Maßnahmen konsequent durchgeführt, steigt der Anteil des Radverkehrs insgesamt in der Region auf fast 22 % an. Zum Vergleich: in Deutschland beträgt der Radverkehrsanteil heute 10 % [INFAS 2010], im Großraum Braunschweig liegt er bei 13,8 %. Damit kann bei einer konsequenten Förderung des Radverkehrs fast eine Verdopplung der Fahrradfahrten in der Gesamtregion erzielt werden bei Nutzungsraten, wie sie heute nur im Oberzentrum Braunschweig vorliegen.

Durch Rebound-Effekte sinkt der ÖPNV-Anteil leicht ab, da Fahrgäste von Bus und Bahn auf das Fahrrad umsteigen. In Braunschweig wird ein Radverkehrsanteil von fast 35 % erreicht, während der MIV-Anteil auf rund 25 % absinkt. Der private Pkw wird für die Bewohner der Landkreise einschließlich der Mittel- und Grundzentren aber auch bei konsequenter Förderung des ÖPNV sowie des Fahrradverkehrs das am stärksten genutzte Verkehrsmittel bleiben.

Der MIV-Anteil beträgt hier 52 %. Der ÖPNV und der Radverkehr erreichen in den Landkreisen aufgrund der vorherrschenden Wegelängen in diesem Szenario Anteile von 11 % bzw. 14 %. Der Radverkehrsanteil in der Stadt Wolfsburg wird aufgrund der voraussichtlich weiterhin überproportional hohen Pkw-Verfügbarkeit nur auf rund 20 % anwachsen. Insgesamt zeigen die Betrachtungen für das gesamte Gebiet des Regionalverbands große Potentiale im Fahrradverkehr mit einer weiter deutlich ansteigenden Nutzung des Fahrrades.

Ergebnis des Masterplanszenarios aus dem verkehrlichen Fachbeitrag: Die unterstellten Entwicklungen und Maßnahmen führen im Masterplanszenario zu einem Rückgang der Verkehrsleistungen im Kfz-Verkehr auf dem Gebiet des Regionalverbandes um 33 % gegenüber dem Referenzszenario. Im Vergleich zum Analysefall 2015

sinken die Kfz-Verkehrsleistungen bis 2050 um 32 %. Den Verringerungen in der Fahrleistung im Kfz-Verkehr steht ein erhöhter Betriebsaufwand im ÖPNV gegenüber, der etwa eine Verdoppelung der Fahrleistungen mit Bussen und Bahnen erfordert. Diese zusätzlich erforderlichen rund 46 Millionen Betriebskilometer pro Jahr machen aber bezogen auf die vorhandene Fahrleistung im Pkw-Verkehr weniger als ein Prozent Zuwachs aus.

Der Fahrradverkehr kann mit den Maßnahmen des Masterplanszenarios ebenfalls deutlich gesteigert werden. Die Anteile in den zentralen Lagen erreichen Werte von über 30 %, was heute lediglich in der deutschen Fahrradhauptstadt Münster oder in europäischen Metropolen wie Amsterdam oder Kopenhagen erreicht wird. In der übrigen Region wird der Radverkehrsanteil deutlich ansteigen, das Fahrrad wird aber den Pkw als meistgenutztes Verkehrsmittel auf mittleren und längeren Entfernungen nicht ersetzen. Die Verdopplung der angebotenen Fahrzeugkilometer im ÖPNV führt zu einer Steigerung um über 40 % in der Nutzung. Dabei muss beachtet werden, dass sich ÖPNV und Fahrradverkehr gegenseitig in der Nutzung beeinflussen. Ein hoher Radverkehrsanteil bedingt zuweilen eine geringere ÖPNV-Nutzung und umgekehrt.

Eine wesentliche Rolle bei der zukünftigen Verkehrsmittelnutzung spielen der Pkw-Besitz und die Pkw-Verfügbarkeit. Solange Personen ständig über einen Pkw verfügen, nutzen Sie ihn bei ihren täglichen Fahrten und Wegen auch intensiv. Hierbei muss es Ziel sein, flächendeckende alternative Verkehrsangebote zu schaffen, welche eine dämpfende Wirkung auf den Pkw-Besitz ausüben. Hier kann insbesondere die bessere Verbreitung von Sharing-Angeboten zu einer Verringerung im Besitz eines eigenen Pkws beitragen.

Ein weiterer wesentlicher Punkt für die Fahrleistungen im Kfz-Verkehr ergibt sich aus den Pkw-Besetzungsgraden. Der theoretische Ansatz einer Verdopplung der Pkw-Besetzungsgrade von zum Beispiel 1,25 auf 2,5 Personen pro Pkw ergibt rein rechnerisch eine Halbierung der Verkehrsleistung. Studien zeigen aber, dass eine Verdopplung des Pkw-Besetzungsgrades derzeit realistisch nicht erreichbar erscheint (vgl. auch ÖKO [2015] und ETH [2011]). Die hier errechnete Steigerung von 1,25 auf 1,47 Personen pro Pkw im Werktagsverkehr (+18 %) ist ein ambitioniertes Ziel.

Berücksichtigung des verkehrlichen Fachbeitrags: Im Masterplanszenario wird für die Reduktion der Verkehrsleistungen angenommen, dass die Maßnahmen aus den Unterszenarien „Region der kurzen Wege“ und „ÖPNV-Offensive“ bis 2050 jeweils zu 65 %, die der „Radverkehrs-

fensive“ vollständig umgesetzt werden können. Beim reinen Pkw-Durchgangsverkehr, der sich dem Einflussbereich des Regionalverbands komplett entzieht, wurde eine reduzierte Umsetzungsquote von 35 % angenommen. Daraus lässt sich ein Ausschöpfungsgrad der Minderungspotenziale gegenüber dem Referenzszenario von 68 % für den MIV und den ÖPNV herleiten. Für den Güterverkehr wurden analog zum Pkw-Durchgangsverkehr 35 % angenommen.

6.2.4 Verteilung des Energieangebotes auf die unterschiedlichen Anwendungsarten

Industrielle Prozesswärme wird zu etwa 65 bis 70 % auf einem Temperaturniveau von deutlich über 100 °C benötigt, für das im Allgemeinen weder Wärmepumpen noch Solarthermieanlagen geeignet sind. Auch der Anschluss an Nah- bzw. Fernwärmenetze widerspricht dem Ziel einer Optimierung der Netzverluste, das eine Reduzierung der Temperaturen erfordert. In den meisten Fällen ist die Umstellung der Prozesswärmebereitstellung auf Strom aus erneuerbaren Energien möglich. Wo dies aus prozestechnologischen Gründen nicht möglich ist, muss auf die begrenzten Biomassepotenziale oder aber mit zusätzlichen Verlusten erzeugte synthetische Brennstoffe (P2G bzw. P2L) zurückgegriffen werden.

Die Verdichtung und Erweiterung bzw. der Ausbau bestehender sowie der Neubau von **Nah- bzw. Fernwärmenetzen** ist insofern von großer Bedeutung als wichtige Potenziale wie die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen oder der in Kapitel 6.2.8 näher beschriebenen P2G-Technologie nur so wirtschaftlich genutzt werden können. Standorte für Elektrolyse- und Methanisierungsanlagen sollten daher gezielt mit Anbindung an Wärmenetze geplant werden, damit die dabei entstehende Abwärme möglichst weitgehend genutzt werden kann. Dasselbe gilt für die Anlagen zur Rückverstromung von Wasserstoff bzw. Methan⁶³ aus Langfristspeichern, die sich prinzipiell gut mit Biogas-KWK-Anlagen kombinieren lassen. Die Potenziale der thermischen Solarenergie oder der oberflächennahen Geothermie lassen sich ggf. besser ausnutzen, wenn Großanlagen in Verbindung mit Wärmenetzen eingesetzt werden, was in den Szenarien jedoch nicht explizit berücksichtigt wird. Auch biogene Festbrennstoffe wie Holzhackschnitzel oder Stroh lassen sich wegen des Lagerbedarfs sowie technologischer Probleme nur in

63 Bisherige Konzepte gehen dafür in der Regel von größeren zentralen Anlagen aus. Verschiedene Firmen haben jedoch bereits dezentrale Anlagen im Leistungsbereich ab 10 kW als Prototypen entwickelt, die Strom in Wasserstoff, Methan oder Flüssigbrennstoff umwandeln, speichern und später über eine integrierte Brennstoffzelle bzw. ein BHKW einschließlich Abwärmenutzung wieder rückverstromen können.

größeren Anlagen sinnvoll nutzen, die meist ein Wärmenetz zu den Abnehmern voraussetzen. In den Szenarien wird explizit der Einsatz von Biomasse und Abwärme berücksichtigt⁶⁴. Mit der Integration von Pufferspeichern können Fernwärmenetze einen Beitrag zur Stabilität der Stromnetze und Verringerung abgeregelter Überschüsse leisten, indem in Zeiten hoher Stromproduktion aus Wind- bzw. PV-Anlagen bei geringem Strombedarf Wärme erzeugt und im Netz zwischengespeichert wird (sogenannte Power-to-Heat-Technologie).

In den bestehenden Heizkraftwerken besteht noch ein erhebliches Optimierungspotenzial hinsichtlich der Wirkungsgrade. In Braunschweig existieren noch zwei reine Heizwerke, die elektrischen Wirkungsgrade in den vier Kommunen mit eigenen BHKW bzw. Heizkraftwerken liegen zwischen 20 % und 41 %. Für die Szenarien wurde eine langfristig mögliche Steigerung durch den Einsatz von Gas- und Dampfturbinen auf bis zu 65 % unterstellt. Zusätzlich lassen sich die Netzverluste durch bessere Isolierung und Reduzierung der Temperaturen verringern. Durch rückläufigen Wärmebedarf und die damit einhergehende Wärmedichte wird dieser Effekt jedoch teilweise kompensiert, weshalb im Masterplanszenario lediglich eine Verbesserung der mittleren Netzverluste von gut 12 % auf 11 % unterstellt wurde.

Zur Deckung des Bedarfs an **Treibstoffen** für den nicht elektrifizierten Verkehr, aber auch des Brennstoffbedarfs für Hochtemperatur-Prozessenergie, steht lediglich in begrenztem Umfang Biomasse zur Verfügung, die deshalb auch vorrangig für diese Bereiche reserviert wird. Bei nicht ausreichendem Angebot ist eine Ergänzung durch elektrolytisch erzeugtes synthetisches Methan (oder weiterverarbeitete Flüssigbrenn- bzw. -treibstoffe) erforderlich, was jedoch mit zusätzlichen Umwandlungsverlusten einhergeht.

64 Unter dem Motto „Fernwärme der Zukunft“ plant BS|Energy die Umstellung der Fernwärmeversorgung auf eine klimafreundlichere Erzeugung mit dem Verzicht auf Kohle als Brennstoff in seinen Heizkraftwerken. Dazu werden verschiedene mögliche Kombinationen der Nutzung von 1) Abwärmenutzung aus der Stahlproduktion der Salzgitter AG, 2) Nutzung des Brennstoffs Altholz in einem neuen Biomasse-Heizkraftwerk und/oder 3) Erdgaseinsatz in einem neuen Gasturbinen-Heizkraftwerk in Betracht gezogen. Welche Strategie konkret weiterverfolgt wird, entscheidet sich voraussichtlich 2018 [BS|Energy 2018]. Auch die Stadtwerke Peine erwägen den Bau einer Fernleitung vom Stahlwerk in Salzgitter zur Abwärmenutzung. Konkrete Untersuchungen dazu sind jedoch vorerst zurückgestellt [Stadtwerke Peine 2017].

6.2.5 Ausschöpfung des Angebotspotenzials erneuerbarer Energien im Großraum Braunschweig

Eine Abwägung, welche zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energien in welchem Maß genutzt werden sollen, betrifft in besonderem Maße jene erneuerbaren Energieträger, die in mittelbarer oder unmittelbarer Flächenkonkurrenz zueinander stehen (zum Beispiel Freiflächen-Photovoltaik versus Energiepflanzenanbau) bzw. bei gleicher Stromerzeugung unterschiedlich starke Auswirkungen auf das Orts- und Landschaftsbild haben (zum Beispiel Photovoltaik auf Dachflächen versus Windenergie). Die gewählte Kombination der Teilpotenziale orientiert sich dabei an den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung. Dazu wurde im REnKCO₂-Erarbeitungsprozess in Abstimmung mit dem damaligen Fachbeirat eine Abwägungsmatrix mit verschiedenen ökologischen, ökonomischen und sozialen Parametern entwickelt, die eine wichtige Grundlage für die Konfiguration der zukünftigen erneuerbaren Energieversorgung darstellt [ZGB 2013, S. 119 ff.].

Im Ergebnis der Potenzialanalyse haben sich Wind- und Solarenergie mit einem gemeinsamen Anteil von mehr als 2/3 am Gesamtpotenzial als deutlich größte Teil-Potenziale ergeben. Diese bilden somit auch das Rückgrat der Angebotsseite im Szenario.

Die **Solarenergie** wird in den Szenarien überwiegend in Form der **Photovoltaik** zur Stromerzeugung genutzt. In welchem Umfang die Anlagen dabei auf Dächern, an Fassaden in Form von Freiflächenanlagen errichtet werden, ist für die Szenarien zweitrangig. Gründe sind unter anderem, dass die thermische Nutzung der Sonnenenergie in der Regel bei Temperaturen von unter 100 °C erfolgt (auch mit Röhrenkollektoren sind maximal 150 °C möglich), was für den überwiegenden Teil industrieller Prozesswärme nicht ausreicht, sodass die Einsatzmöglichkeiten hier begrenzt sind.

Auch im Niedertemperaturbereich ist das Einsatzpotenzial solarthermischer Dachanlagen insofern begrenzt, als ihr Einsatz wegen der geringen winterlichen Einstrahlung während der Heizperiode vorrangig für die Warmwasserbereitung in Frage kommt. Ein nennenswerter Beitrag zur Deckung des Heizenergiebedarfs ist nur beim Einsatz von Jahres-/Saisonspeichern möglich, die nur mit Großanlagen in Kombination mit Wärmenetzen wirtschaftlich umsetzbar sind. Außerdem ist in der Regel ein bivalenter Betrieb in Kombination mit einem anderen Energieträger wie zum Beispiel Holz erforderlich, was das Konzept technisch aufwändiger und teurer macht.

Deshalb bleibt ihr Einsatz in den Szenarien trotz des im Vergleich zur Photovoltaik rund doppelt so hohen Wirkungsgrads und der damit einhergehenden besseren Flächenausnutzung begrenzt. Außerdem ist wegen des zu erwartenden weiteren Preisverfalls bei der Photovoltaik davon auszugehen, dass damit die Wärmeerzeugung aus PV-Strom schon in naher Zukunft nicht nur technisch einfacher und flexibler, sondern auch wirtschaftlicher als mit thermischen Kollektoren sein wird.

Die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik spielt für die Szenarien dagegen in der Praxis keine Rolle, da die vorhandenen Dachpotenziale – jedenfalls bei großräumiger Betrachtung – bei weitem nicht ausgeschöpft werden.

Die **Windenergie** hat das mit Abstand größte Potenzial aller erneuerbaren Energiequellen im Großraum Braunschweig. Auch wenn es bereits für sich genommen theoretisch für eine vollständige Deckung des im Masterplanszenario verbleibenden Energiebedarfs ausreichen würde, ist dies in der Praxis aus folgenden Gründen nicht sinnvoll. Der Bau von Windkraftanlagen ist immer mit teilweise auch erheblichen Eingriffen in das Landschafts- bzw. Ortsbild und die Natur verbunden und sollte daher auf das zwingend notwendige Maß beschränkt werden. Windenergieanlagen sollten nach Möglichkeit an Standorten mit – im räumlichen Vergleich – möglichst geringer Belastungswirkung konzentriert werden.

Demgegenüber erfolgt die Photovoltaik-Nutzung auf Dachflächen in bereits intensiv genutzten Siedlungsflächen und besitzt keine vergleichbar negative Beeinträchtigungsintensität für Mensch und Natur wie die Windenergienutzung. Des Weiteren ist eine „Wind-Monokultur“ auch aus Gründen der Systemstabilität und weiterer technischer Aspekte nicht zweckdienlich.

Das Verhältnis zwischen Windenergie und Photovoltaik mit ihrem sehr unterschiedlichen täglichen und jahreszeitlichen Verlauf hat zum Beispiel einen deutlichen (allerdings ohne aufwändige Simulationen schwer quantifizierbaren) Einfluss auf den Bedarf an Kurz- und Langzeit-Stromspeichern, wobei der Speicherbedarf durch die Kombination der beiden Technologien gegenüber der jeweils ausschließlichen Nutzung nur einer Technologie reduziert werden kann.

Neben Solar- und Windenergie spielt auch die **energetische Nutzung von Biomasse** – gerade aufgrund ihrer unter den erneuerbaren Energien einzigartigen Flexibilität – in den Szenarien eine relevante Rolle, wenngleich ihr Beitrag deutlich gegenüber der Wind- und Solarenergie zurücktritt. Biomasse stellt eine wichtige Basis für die Energiewende

dar, da sie eine der wenigen erneuerbaren Energien ist, die sich einfach über lange Zeiträume speichern lassen und im Falle von Biogas auch zur kurzfristig flexiblen netzdienlichen Stromerzeugung einsetzen lässt.

Auf die Bedeutung der Biomasse als Quelle zur Produktion von flexibel einsetzbaren Brenn- und Treibstoffen wurde ebenfalls bereits hingewiesen. Da der Anbau von **nachwachsenden Rohstoffen** zur energetischen Verwendung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen erfolgt, besteht jedoch eine direkte Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie zur Erzeugung pflanzlicher Rohstoffe zur nicht-energetischen industriellen Verwendung. Daher wird in den Szenarien aufbauend auf dem Ergebnis der Potenzialanalyse davon ausgegangen, dass die für den wirtschaftlichen Betrieb (Auslastung) der 2015 bereits in der Region vorhandenen Biogasanlagen erforderliche Flächenbeanspruchung für den Energiepflanzenanbau im Großraum Braunschweig nicht mehr ausgeweitet wird.

Der als möglich erachtete „Ausbau“ resultiert daher lediglich aus Ertragssteigerungen sowie einer Optimierung der Wärmenutzung von Biogasanlagen. Ein deutlicher Rückbau bestehender Anlagen, wie er nach Auslaufen der EEG-Vergütung aus wirtschaftlichen Gründen an etlichen Standorten zur Diskussion steht, wäre aufgrund der oben skizzierten Vorteile der energetischen Biomassenutzung als problematisch anzusehen und ist im Masterplanszenario nicht vorgesehen.

Die Entwicklung entsprechender Gegenstrategien, ggf. unter Einbeziehung der Umstellung auf andere Pflanzen als Mais-Monokulturen zur Schonung von Ökologie und Biodiversität ist daher von besonderer Bedeutung. Die Nutzung von **Biomasse-Reststoffen** wie Holz oder Stroh ist nur dann ökologisch unbedenklich, wenn ein schädlicher Eingriff in den Nährstoffkreislauf vermieden wird. Ihr verfügbares Potenzial ist damit begrenzt. Vor dem Hintergrund der relativ unsicheren Datenlage sowie der teilweise kontroversen Einschätzung zum verträglichen Ausmaß der energetischen Nutzung werden die ermittelten Potenziale eher zurückhaltend ausgeschöpft.

Die Nutzung der **Wasserkraft** spielt in den Szenarien wegen ihres für den Großraum Braunschweig eng begrenzten Potenzials eine untergeordnete Rolle. Auf kommunaler Ebene, insbesondere in Zusammenhang mit den Talsperren im Harz, können sich die Verhältnisse jedoch deutlich verschieben. Da die Stromproduktion von Wasserkraftanlagen nur relativ geringen Schwankungen unterliegt, können sie einen wichtigen Beitrag zur gut planbaren Deckung des

Grundlast-Bedarfs leisten. In Kombination mit Speichereisen bzw. Talsperren können sie auch zur Netzstabilisierung und Lieferung von Regelenergie dienen. Ihr Potenzial wird daher möglichst weitgehend ausgeschöpft. Ähnliche Verhältnisse treffen auch für die **Klärgasnutzung** zu.

Wasserstoff, Methan, Methanol oder andere synthetische Treibstoffe stehen nicht unmittelbar als erneuerbare Energiequellen zur Verfügung, sondern stellen ein Zwischenprodukt dar, das beim Einsatz der **P2G- bzw. P2L**-Technologie entweder im Rahmen der Energiespeicherung oder zur gezielten Brenn- bzw. Treibstoffproduktion hergestellt wird. In den Szenarien müssen die mittel- und langfristig immer größeren Anteile des erzeugten Stroms zum Teil auch über längere Zeiträume zwischengespeichert werden.

Um die wichtige Rolle der genannten Energieträger zur Lösung der Speicherproblematik erfüllen zu können, ist der langfristige Weiterbetrieb des bestehenden Erdgasnetzes zumindest in Verdichtungsgebieten unumgänglich. Eine frühzeitige Konzeption, wie ein wirtschaftlicher Betrieb bei rückläufigem Wärmebedarf und gleichzeitiger Dekarbonisierung unter Einbeziehung geeigneter Standorte für Elektrolyse-, Methanisierungs- und Rückverstromungsanlagen möglich ist, ist daher ein wichtiger Baustein für einen erfolgreichen Masterplan 100 % Klimaschutz. Im Rahmen der Szenarien sind solche kleinräumigen Fragen nach genauen Standorten nicht von Bedeutung. Die unterschiedlichen Konzepte werden jedoch in Kapitel 6.2.8 näher beschrieben. Darüber hinaus werden sämtliche Verluste, die bei den in den Szenarien gewählten Konzepten während einzelner Umwandlungsschritte anfallen, berücksichtigt.

Grundsätzlich kann unabhängig vom gewählten Szenario bei dem unterstellten massiven Ausbau erneuerbarer fluktuierender Energiequellen nicht der volle Ertrag unmittelbar verbraucht werden, da Angebot und Nachfrage in vielen Fällen zeitlich nicht zusammenpassen. Daher können die in Kapitel 5 ermittelten Potenziale bei den Szenarien nicht einfach addiert und dem 2050 verbleibenden Energiebedarf gegenübergestellt werden.

6.2.6 Treibhausgasemissionen

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen für die beiden Szenarien erfolgt analog zu der in Kapitel 4.1 beschriebenen Vorgehensweise. Die Frage, ob bzw. in welchem Umfang sich die verwendeten Emissionsfaktoren für fossile Energieträger bzw. Strom aus dem sogenannten D-Mix bis 2050 ändern, stellt sich für das Masterplanszenario nicht, da gemäß dem in RENKCO2 entwickelten Leitbild der regionale Energiebedarf 2050 zu 100 % aus lokalen erneuerbaren Energien bereitgestellt werden soll.

Für das Referenzszenario werden die Faktoren nach ifeu [2017] verwendet.

Mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung wird der Einfluss der sogenannten energetischen Vorkette⁶⁵ an den verbleibenden Treibhausgasemissionen immer relevanter. Im Extremfall einer zu 100 % auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung würden die energiebedingten Treibhausgasemissionen ohne Berücksichtigung der Vorkette sogar auf null zurückgehen.

Für die in der angesprochenen Vorkette bedingten Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energien wurden bis 2050 die unveränderten Werte von 2015 aus dem Klimaschutz-Planer weiterverwendet, da hinreichend sichere quantitative Aussagen zur Fortentwicklung der Emissionsfaktoren nicht verfügbar sind und eine Schönung der Ergebnisse aufgrund von zu optimistischen Emissionsfaktoren vermieden werden soll. Dies hat tendenziell eine Überschätzung der Treibhausgasemissionen zur Folge, da durch technischen Fortschritt (zum Beispiel durch energie- und materialeffizientere Produktion von Photovoltaikmodulen) die Emissionen aus der energetischen Vorkette für die meisten erneuerbaren Energie-Technologien zurückgehen werden.

Wenn alle Prozesse, die sich außerhalb der Region Braunschweig abspielen und die zum Beispiel durch Zulieferung entsprechender Aggregate oder Materialien indirekt Einfluss auf den lokalen Einsatz erneuerbarer Energien haben, ebenfalls ohne Einsatz fossiler Energieträger ablaufen würden⁶⁶, könnten sich die Emissionsfaktoren theoretisch sogar auch mit Berücksichtigung der Vorkette bis auf null reduzieren. Für Speichertechnologien stehen noch keine vollständigen Emissionsfaktoren zur Verfügung. Ihre Vernachlässigung unterschätzt die künftigen Treibhausgasemissionen in den Szenarien. Es wird angenommen, dass sich die beiden Effekte näherungsweise aufheben und die Szenarien-Ergebnisse hinreichend genau sind.

6.2.7 Zeitliche Entwicklung

Ausgehend vom Endzustand für 2050 werden für beide Szenarien zeitliche Zwischenschritte für 2020, 2030 und 2040 definiert, die sich neben den geänderten Rahmenbedingungen vor allem an den Annahmen der zugrundeliegenden Studien und den energieträgerspezifischen technisch und planerisch als realistisch eingeschätzten

65 Vgl. Kapitel 4.1

66 Dann würden nur noch nicht energetisch bedingte Treibhausgase, z. B. durch die Zementproduktion, entstehen.

Entwicklungen orientieren. Sofern möglich werden lokale Anforderungen und Randbedingungen wie zum Beispiel die Ausweisung neuer Vorranggebiete Windenergienutzung im Zuge der regelmäßigen Neuaufstellung oder Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogrammes berücksichtigt. Im Hinblick auf die eingangs beschriebenen Anforderungen zum Erreichen des 1,5 °-Ziels wird im Masterplanszenario eine möglichst rasche Erschließung der Potenziale angestrebt, sofern diese vor dem Hintergrund von Akzeptanz und mittelfristig verfügbarer Kapazitäten zum Beispiel im Baugewerbe realisierbar erscheint.

6.2.8 Berücksichtigung von Speicherbedarf und Netzverlusten

Die ermittelten Angebots- und Nachfragepotenziale basieren auf einer Jahresbilanz und berücksichtigen nicht explizit die jahres- und tageszeitlichen Schwankungen von Angebot und Nachfrage. Während sich Brenn- und Treibstoffe und in zeitlich begrenztem Umfang auch Wärme einfach speichern lassen, ist beim Stromverbrauch eine kontinuierliche Anpassung der Stromerzeugung an die momentane Abnahme erforderlich. Beim zunehmenden Einsatz fluktuierender Energiequellen wie Sonne und Wind wird dieser Prozess immer anspruchsvoller und erfordert die Speicherung von Strom in Überschussperioden mit gleichzeitig hohem Wind- und Solarangebot, um ihn in Zeiten, in denen die Nachfrage das Angebot übersteigt, zum Beispiel nachts bzw. bei Windflaute, wieder zur Verfügung zu stellen⁶⁷. Dazu stehen verschiedene Speichertechnologien zur Verfügung, die sich hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten, Kosten und Entwicklungsstand stark unterscheiden⁶⁸.

Die Rolle von Stromspeichern und ihr notwendiger Einsatz bis 2050 werden in den verschiedenen Deutschland-Szenarien sehr unterschiedlich eingeschätzt.⁶⁹ Einige Studien untersuchen durch detaillierte Simulationen anhand fein aufgelöster realer Klimaverhältnisse und Nachfrageprofile, wie eine rein erneuerbare Stromversorgung gestaltet werden muss, um zu jeder Stunde des Jahres die Stromnachfrage sichern zu können ([UBA 2010], [Große Böckmann 2010], [Eurosolar 2010], [VDE 2012], [Henning 2012], [BMUB 2015], [NdsMU 2016], [Greenpeace Energy 2017]). Die Szenarien unterscheiden sich in ihren Grundannahmen, vor allem hinsichtlich der Anteile der einzelnen erneuerbaren Energien. Die meisten Studien machen keine oder al-

lenfalls indirekte Angaben dazu, welcher Anteil der fluktuierenden Stromerzeugung gespeichert werden muss und wie sich der Speicherbedarf auf kurz-, mittel- und langfristige Perioden vom Tag-Nachtausgleich der Photovoltaik bis zur Überbrückung mehrwöchiger bundesweiter Flaute aufteilt. Sie kommen aber übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass eine zu 100 % auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung in Deutschland technisch möglich ist und dass die notwendigen Speicherkapazitäten geschaffen werden können. Danach ist davon auszugehen, dass bis zu einem Anteil der erneuerbaren Energien von etwa 50 % keine nennenswerten Energieüberschüsse entstehen, die gespeichert werden müssten. Allerdings ist ein Leistungs- und Lastmanagement im Netz erforderlich und kurzfristig aktivierbare (ggf. auch fossile) Reservekapazitäten müssen verfügbar sein. Erst langfristig müssen die Speicherkapazitäten geschaffen werden, um die erneuerbare Stromerzeugung ganzjährig realisieren zu können.

Eine dynamische Simulation von erneuerbarem Stromangebot und elektrischem Lastbedarf für das Netzgebiet im Großraum Braunschweig war angesichts des hohen Aufwandes nicht möglich und muss der späteren Umsetzungsphase des Masterplanprozesses vorbehalten bleiben. Unter Berücksichtigung des im Masterplanszenario veranschlagten Verhältnisses von Wind- und PV-Anlagen wurde stattdessen der in Tabelle 6.2 dargestellte Speicherbedarf aus der Literatur abgeleitet. Die Darstellung konzentriert sich auf das Masterplanszenario, da das Referenzszenario keine erstrebenswerte Entwicklung darstellt.

Tabelle 6.2: Anteiliger Speicherbedarf der erneuerbaren Stromerzeugung und der absolute Mengen im Masterplanszenario

	bezogen auf Speicherbedarf	bezogen auf Stromerzeugung
Speicherbedarf	100 %	25 %
davon Kurzzeitspeicher (Batterien)	40 %	10 %
davon Langzeitspeicher (P2G)	60 %	15 %

67 In begrenztem Umfang sind außerdem Maßnahmen des elektrischen Lastmanagements und vergleichbare alternative Flexibilitätsoptionen möglich.

68 Vgl. REncO2 2013, UBA 2014b, Agora 2014, DVGW 2017

69 In AEE [2015] werden verschiedene Studien ausgewertet.

Kurzzeitspeicher

Es kann davon ausgegangen werden, dass der kurzfristige Speicherbedarf im Wesentlichen durch **Batterien** abgedeckt werden kann, wobei langfristig auch die Elektromobilität eine wichtige Rolle spielen wird. Alle wichtigen Photovoltaik-Systemanbieter und etliche Batteriehersteller bieten bereits entsprechende Systeme an. Bereits heute wird fast jede zweite neue PV-Anlage mit einem Batteriespeicher kombiniert. Bei weiterem Preisverfall ist davon auszugehen, dass entsprechende Systeme in naher Zukunft generell wirtschaftlich sein werden und sich somit parallel zum angenommenen Ausbau der Photovoltaik relativ schnell durchsetzen werden.

Wenn mittel- bis langfristig auch größere gewerbliche und Freiflächenanlagen in ähnlichem Umfang wie private Dachanlagen mit Speichern ausgestattet werden⁷⁰, um Dienstleistungen für cloudbasierte Speicherangebote oder Regenergie zu erbringen, kann damit bereits der überwiegende Anteil des benötigten Kurzzeit-Speicherbedarfs abgedeckt werden. Bei netzdienlichem Betrieb der Batterien in Elektrofahrzeugen können auch diese in definierten Umfang bei Bedarf Strom ins Netz zurückspeisen und so Speicherkapazität bereitstellen. Bei Einführung entsprechender Vergütungsmodelle steht also zu erwarten, dass für den oben angegebenen Kurzzeitspeicherbedarf nicht in größerem Umfang zusätzliche Investitionen erforderlich werden. Der Systemwirkungsgrad für den Be- und Entladevorgang von Batteriespeichern wurde in Anlehnung an Hersteller- und Literaturangaben⁷¹ mit 88 % veranschlagt.

Auch durch die Umwandlung von kurzfristig nicht benötigtem Wind- oder Solarstrom in Wärme (**Power-to-Heat**) können Leistungsspitzen reduziert und eine sonst ggf. erforderliche Abregelung relativ kostengünstig vermieden werden. Da hierbei aber nur Stromspitzen genutzt, jedoch kein Beitrag zum Füllen von Angebotslücken („Dunkelflaute“) geleistet werden kann und der mögliche Beitrag ohne aufwändigen Abgleich zwischen Strom- und Wärmelastgang kaum quantifiziert werden kann, wurde diese Möglichkeit in den Szenarien nicht explizit berücksichtigt.

Langzeitspeicher

Für die wichtige Langzeitspeicherung großer Energiemengen kommt nach heutigem Kenntnisstand nur die **Power-to-Gas-Technologie** in Frage, bei der durch Elektrolyse mit Hilfe von erneuerbarem Überschussstrom

zunächst Wasserstoff und ggf. in einem zweiten Schritt synthetisches Methan erzeugt wird. Nur so können in Ergänzung mit Wasserkraft- und Biogasanlagen Zeiträume mit sehr niedrigem Wind- und Solarangebot⁷² überbrückt werden. Dieses synthetische Methan hat zwar etwas höhere Umwandlungsverluste als die reine Wasserstofftechnologie. Vorteilhaft ist aber, dass dafür das Erdgasnetz mit seinen immensen Speicherkapazitäten komplett genutzt werden könnte. Wasserstoff hingegen kann nur zu einem gewissen Prozentsatz ins Gasnetz eingespeist werden. Denkbar ist auch eine Umwandlung zu Methanol oder anderen synthetischen Treibstoffen, die analog zum Erdöl in Tanks, Kavernen und Pipelines gespeichert werden könnten.

Wie aus Tabelle 6.3 hervorgeht, liegt der Wirkungsgrad für die Speicherung in Form von Wasserstoff- bzw. Methan und die anschließende Rückverstromung lediglich bei knapp 40 %. Wenn die bei der Elektrolyse und Methanisierung sowie der Rückverstromung in KWK-Anlagen anfallende Abwärme vollständig genutzt werden kann, sind jedoch Gesamt-Wirkungsgrade der Power-to-Gas-Technik von knapp 85 % möglich. Voraussetzung dafür ist, dass die Standorte der Anlagen so gewählt werden, dass die anfallende Abwärme zum Beispiel durch Einspeisung in ein Wärmenetz möglichst vollständig genutzt werden kann⁷³. Da die Möglichkeiten der Abwärmenutzung weder im Hinblick auf die Gleichzeitigkeit von Strom- und Wärmebedarf noch bezüglich geeigneter Standorte in Kombination mit gewerblichen Wärmeabnehmern bzw. Wärmenetzen ausreichend geklärt sind, wird das entsprechende Potenzial in den Szenarien nur zu 10 % (Referenzszenario) bzw. 30 % (Masterplanszenario) ausgeschöpft

72 Nach Greenpeace Energy [2017] ist mindestens eine „kalte Dunkelflaute“ von rund 14-tägiger Dauer im Jahr zu erwarten. In bis zu 362 Stunden eines Jahres steht weniger als die Hälfte der durchschnittlichen Wind- und Solareinspeisung zur Verfügung.

73 Alternativ ist künftig der Einsatz der Hochtemperatur-Elektrolyse denkbar, mit der die Wasserstofferzeugung nach DVGW [2017] auf 74 % gesteigert werden kann. Für die dafür benötigte Wärme kann die Abwärme aus der Methanisierung genutzt werden. Verschiedene Firmen haben darüber hinaus dezentrale Anlagen im Leistungsbereich ab 10 kW als Prototypen entwickelt, die Solarstrom in Form von Wasserstoff, Methan oder Flüssigbrennstoff speichern und über eine integrierte Brennstoffzelle bzw. ein BHKW einschließlich Abwärmenutzung wieder rückverstromen können.

70 [HTW 2015]

71 [RWTH 2017]

Außer zur langfristigen Stromspeicherung werden synthetische Treibstoffe im Masterplanszenario auch gezielt für den Einsatz in Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen im Mobilitätssektor eingesetzt. Etwa 40 % des Endenergieeinsatzes im Verkehr entfallen danach 2050 auf P2G-Treibstoffe. Auf den Einsatz zur Deckung des Prozesswärmebedarfs, vor allem im industriellen Bereich, wurde verzichtet, da die Umstellung auf Strom energetisch günstiger ist.

Insgesamt sind zur Stromspeicherung und Sicherung von Reservekapazitäten noch zahlreiche Details zu klären und Technologien weiterzuentwickeln. Die Probleme werden aber bei der zu erwartenden langfristigen Energiepreisentwicklung auch in ökonomischer Hinsicht als lösbar angesehen. Es bleibt zu prüfen, welche Aspekte ggf. im Rahmen einer Vertiefung des Masterplans (siehe Band 3 Maßnahmen) näher untersucht werden sollten, wie zum Beispiel die netzdienliche Einbindung der Elektromobilität, die Identifikation geeigneter Standorte für Power-to-Gas-Anlagen oder Rückverstromungs-Kraftwerke oder die Einbindung der Abwärme in das Fernwärmenetz. Auch hinsichtlich der Auswirkungen des zukünftigen Strombedarfs für Wärmepumpen und Elektromobilität auf den Lastverlauf und die resultierenden Effekte auf Stromspeicher besteht noch weiterer Untersuchungsbedarf.

Die Notwendigkeit eines relevanten Ausbaus anderer Speichertechniken, zum Beispiel von Pumpspeicherwerken,

wird nicht als notwendig erachtet. Die in der Region vorhandenen Kapazitäten wie die großen Talsperren im Harz sollten gleichwohl genutzt und ein möglicher Ausbau sowie die Möglichkeiten einer flexiblen netzdienlichen Fahrweise näher geprüft werden.

Auswirkungen auf die Verteil- und Übertragungsnetze

Es ist davon auszugehen, dass bis zu einem Anteil der erneuerbaren Energien von etwa 50 % keine nennenswerten **Energieüberschüsse** entstehen, die abgeregelt oder gespeichert werden müssten. Allerdings ist ein Leistungs- und Lastmanagement im Netz erforderlich und kurzfristig aktivierbare (ggf. auch fossile) Reservekapazitäten müssen mittelfristig noch verfügbar sein. Um auf der sicheren Seite zu sein, wurde in Anlehnung an NdsMU [2016] in den Szenarien ein trotz Speichereinsatz nicht nutzbarer Überschuss von 1 % der Bruttoerzeugung veranschlagt.

Außerdem wurden die folgenden Verteilverluste in Strom- und Wärmenetzen berücksichtigt (siehe Tabelle 6.4), wobei unterstellt wurde, dass die aktuellen Fernwärmeverluste in Höhe von durchschnittlich gut 12 % bis 2050 einerseits durch bessere Isolierung, Nachverdichtung und Reduzierung der Temperaturen verringert werden können, andererseits die geringere Wärmeabnahme wieder zu einer prozentualen Steigerung führt.

Tabelle 6.3: Wirkungsgrade und Verluste bei der Stromspeicherung

	Wasserstoff ¹⁾	Methan ¹⁾	Rückverstromung ²⁾	P2G gesamt ³⁾	Batterien
Brennstoff	68 %	61 %	-	-	-
thermisch nutzbar	22 %	29 %	31 %	45 %	-
elektrisch nutzbar	-	-	59 %	38 %	88 %
Verluste	10%	10 %	10 %	17 %	12 %

Quelle: eigene Berechnungen in Anlehnung an DVGW [2017]

1) bezogen auf den eingesetzten Strom, bei den erzeugten Brennstoffen umgerechnet auf den unteren Heizwert

2) Mittelwert aus Gas- und Dampfturbinen bzw. Brennstoffzellen und BHKW, bezogen auf den unteren Heizwert des eingesetzten Brennstoffs

3) Mittelwert aus Wasserstoff und synthetischen Methan, bezogen auf den eingesetzten Strom⁷⁴

74 In welchem Verhältnis Wasserstoff und Methan tatsächlich benötigt bzw. eingesetzt werden, ist schwer einzuschätzen. Die Umwandlung in Methan verursacht zusätzliche Verluste, ermöglicht aber eine größere Flexibilität, da eine Umstellung des bisherigen Erdgasnetzes auf reinen Wasserstoff größere Änderungen erfordern würde. Wenn sich Brennstoffzellen zum Antrieb von Fahrzeugen durchsetzen, könnte der Verkehrssektor der größte Abnehmer von Wasserstoff werden.

Tabelle 6.4: Verteilungsverluste 2050

	Referenzszenario	Masterplan-szenario
Strom	4 %	4 %
Fernwärme	13 %	11 %

6.3 Ergebnisse der Szenarien-Berechnung

6.3.1 Referenzszenario

Im Referenzszenario werden im Wesentlichen die momentanen Trends vor dem Hintergrund der aktuellen klimapolitischen Weichenstellungen fortgeschrieben, wie sie zum Beispiel auch dem Referenzszenario der Leitstudie für das Klimakonzept der Bundesregierung [BMWi 2011] zugrunde liegen. Es dient dazu, die Lücke zu einer erfolgreichen Klimaschutzstrategie aufzuzeigen, die es durch zusätzliche Anstrengungen zu schließen gilt. Trotz bereits eingeleiteter Maßnahmen wie der EnEV-Novelle oder dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, die über den Trend der letzten Jahre hinausgehen, ist auch dieses Szenario keines, das ohne weitere Anstrengungen im Bereich des Klimaschutzes erreicht werden könnte. Auch die darin vorausgesetzten Maßnahmen bedürfen der koordinierten Mitwirkung der lokalen Akteure sowie der Unterstützung auf kommunaler Ebene.

Im Referenzszenario werden die Potenziale auf der Nachfrage- und Angebotsseite nur zu einem kleinen Teil ausgeschöpft (siehe Kapitel 6.3.2, Abbildung 6.5, und Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien). Wie Abbildung 6.4 verdeutlicht, sinkt der Endenergiebedarf bis 2050 gegenüber 2010 lediglich um 13 %. Dies ist zum Teil auch auf das in beiden Szenarien unterstellte deutliche Wirtschaftswachstum mit entsprechend steigender Produktion von Waren und Dienstleistungen sowie auf den stark steigenden Güterverkehr zurückzuführen. Wie Tabelle 6.5 zeigt, reichen die Maßnahmen bei weitem nicht aus, um den Energiebedarf 2050 aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Bei einer Fortschreibung der bisherigen Ausbautrends für die Photovoltaik und insbesondere die

Windenergie würde 2050 mit einer Netto-Erzeugung von 5.669 GWh zwar ein Überangebot an erneuerbarem Strom zur Deckung des Bedarfs an konventionellen Stromanwendungen zur Verfügung stehen, das sogar fast ausreicht, auch den Zusatzbedarf für Elektromobilität abzudecken (zusammen 6.098 GWh). Der komplette Energiebedarf einschließlich Wärme- und Treibstoffbedarf kann jedoch nur zu knapp 40 % aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Der Rest stammt nach wie vor aus fossilen Energien und verursacht entsprechende Treibhausgasemissionen.

Die gesteckten Ziele einer mindestens 50 %igen Energieeinsparung sowie einer 95 %igen Reduzierung der Treibhausgasemissionen werden im Referenzszenario also deutlich verfehlt. Die für die Energiewende so wichtige Sektorkopplung führt bei der angenommenen Referenzentwicklung nicht zum Erfolg.

Tabelle 6.5: Energiebedarfsdeckung 2050 im Referenzszenario

	Raumwärme, Warmwasser	Industrielle Prozess- wärme	Stromanwen- dungen 1)	Treibstoffe	Summe
Endenergie-Bedarf [GWh/a]	8.392	3.889	6.098	6.396	24.775
Nachfrage-Deckung [GWh/a]					
Umweltwärme	1.490	0	-	-	1.490
Solarthermie	188	223	-	-	411
feste Biomasse	741	318	-	-	1.059
Biogas	0 ²⁾	0	0 ³⁾	805	805
Nah/-Fernwärme	122	223	-	-	344
Synthetische Brenn-/Treibstoffe (P2G, P2L)	0	0	0	0	0
Strom aus erneuerbaren Energien	904	1.446	3.319	-	5.669
<i>Summe erneuerbar</i>	<i>3.445</i>	<i>2.209</i>	<i>3.319</i>	<i>805</i>	<i>9.778</i>
<i>Restbedarf fossil</i>	<i>4.947</i>	<i>1.680</i>	<i>2.779</i>	<i>5.591</i>	<i>14.997</i>

1) Antriebe einschließlich Elektromobilität, Kälte, Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnologie

2) in Fernwärme enthalten

3) in Strom aus erneuerbaren Energien enthalten

Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt zwar deutlich an, kann aber 2050 nur zu knapp 40 % zur Energieversorgung beitragen, insbesondere da der Energiebedarf nicht hinreichend reduziert werden kann. Der Rest stammt auch im Jahr 2050 noch aus fossilen Energiequellen. Als Konsequenz sinken die Treibhausgasemissionen bis zu diesem Zeitpunkt unter Berücksichtigung des lokalen Strommix lediglich um 42 % (siehe auch Kapitel 6.3.2, Abbildung 6.10, und Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien).

Die Höhe der Emissionen hängt dabei maßgeblich von dem Anteil der erneuerbaren Energien am deutschen Strommix ab. Hierfür wurde in Anlehnung an das Trendszenario aus dem Klimaschutzplan 2050⁷⁵ ein Rückgang des Emissionsfaktors um 43 % bis 2050 unterstellt. Wird diese Verbesserung, die außerhalb des Einflusses des Großraums Braunschweig liegt, verfehlt, fällt die Treibhausgasreduktion entsprechend geringer aus.

Die im Referenzszenario angenommenen Zwischenschritte bei der Ausschöpfung der Effizienz-, Suffizienz- und erneuerbaren Potenziale sind in Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien dokumentiert. Sie basieren soweit wie möglich auf konkreten Annahmen zum Ausbautempo (zum Beispiel im Hinblick auf die bereits in der 1. Änderung des Regionalen Raumordnungsprogramms 2008 angestrebte Erweiterung der Kulisse Vorranggebiete Windenergienutzung, die angenommene energetische Sanierungsrate bei Wohngebäuden oder den Referenzpfad aus dem verkehrlichen Fachbeitrag), ansonsten auf Annahmen aus der Literatur⁷⁶.

75 Nach ifeu [o. J.]

76 Im Wesentlichen aus den zugrunde gelegten Szenarien aus [WWF 2009] und [DLR/IWES/IfNE 2012]

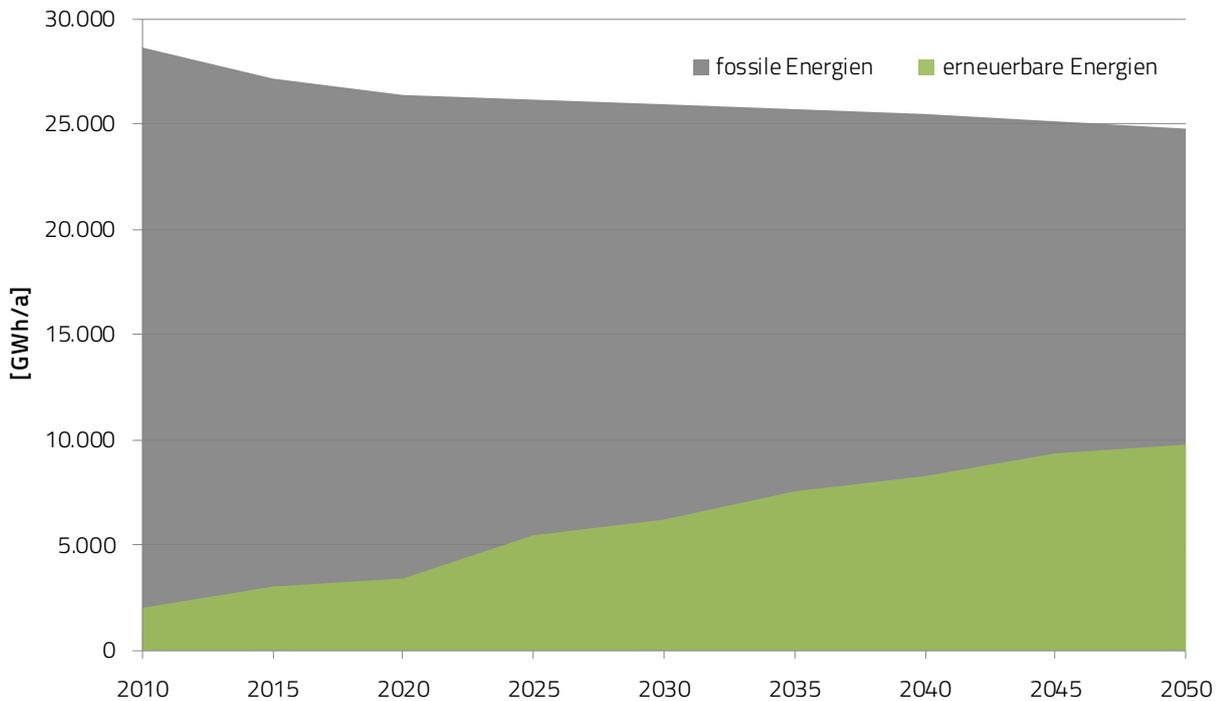


Abbildung 6.4: Endenergieverbrauch und Deckung durch erneuerbare und fossile Energien im Referenzszenario

6.3.2 Masterplanszenario

Wie Abbildung 6.5 verdeutlicht, werden die verfügbaren Potenziale im Masterplanszenario schon deutlich stärker ausgeschöpft als im Referenzszenario. Dies gilt insbesondere auch für die Nachfrageseite, bei der Effizienz- und Einsparpotenziale zum Erreichen des 50 %-Ziels in signifikant gesteigertem Umfang erschlossen werden.

Trotzdem werden insbesondere bei der mit Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft einhergehenden und in der Bevölkerung zunehmend kritisch betrachteten Windenergie nur relativ geringe Anteile des maximalen Potenzials benötigt. So werden bezogen auf das Potenzial ohne Waldnutzung etwa 22 %, bezogen auf das gesamte Potenzial mit Waldnutzung sogar nur 7,5 % des ermittelten Windenergiepotenzials in der Region benötigt.

Auch wenn es sich hierbei um eine politische Entscheidung zum Landes-Raumordnungsprogramm handelt, wäre eine Erreichung der Ziele des Masterplans demnach auch ohne das Öffnen des Waldes für die Windenergienutzung ohne weiteres denkbar. Möglich wird dies unter anderem durch die angesprochenen umfangreichen Einsparmaßnahmen. Die Eingriffe in Ökologie und Landschaft bleiben also vergleichsweise begrenzt. Gleichzeitig besteht ausreichender Spielraum, um durch ggf. beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien gegensteuern zu können, sollten sich

die Effizienzpotenziale nicht in dem geplanten Umfang erschließen lassen.

Trotzdem müssen auch im Masterplanszenario die Anlagenzahlen bzw. installierten Leistungen gegenüber dem heutigen Stand bis 2050 bei der Wind- aber insbesondere auch der Solarenergie noch um ein Mehrfaches gesteigert werden. Die Entwicklung der letzten fünf Jahre (vgl. Kapitel 4.4) zeigt aber, dass erhebliche Zuwachszahlen auch in relativ kurzen Zeitspannen möglich sind.

2050 werden in diesem Szenario zusammen mit den Kollektoranlagen grob 40 % der geeigneten Dachflächen solar genutzt. Rein rechnerisch⁷⁷ würde damit nahezu jedes Gebäude im Großraum Braunschweig 2050 über eine Solaranlage verfügen, sofern nicht mindestens 50 % (ca. 2.200 ha entsprechend 0,4 % des Großraumes, größerer Umfang als die Gesamtfläche aller derzeit bestehenden Windparks in der Region) ermittelten Freiflächenpotenzials (mit den bekannten Konflikten und Flächenkonkurrenzen) ausgeschöpft werden. Unter der Prämisse einer möglichst hohen Umweltverträglichkeit sollte der Fokus jedoch auf die vorhandenen Dachflächen gelegt werden.

⁷⁷ Unter Annahme eines gleichmäßigen Anteils geeigneter und ungeeigneter Dachflächen je Gebäude und Beachtung des in der Potenzialanalyse gewählten Eignungskorridors (ungeeignet ist nur Nordwest bis Nordost).

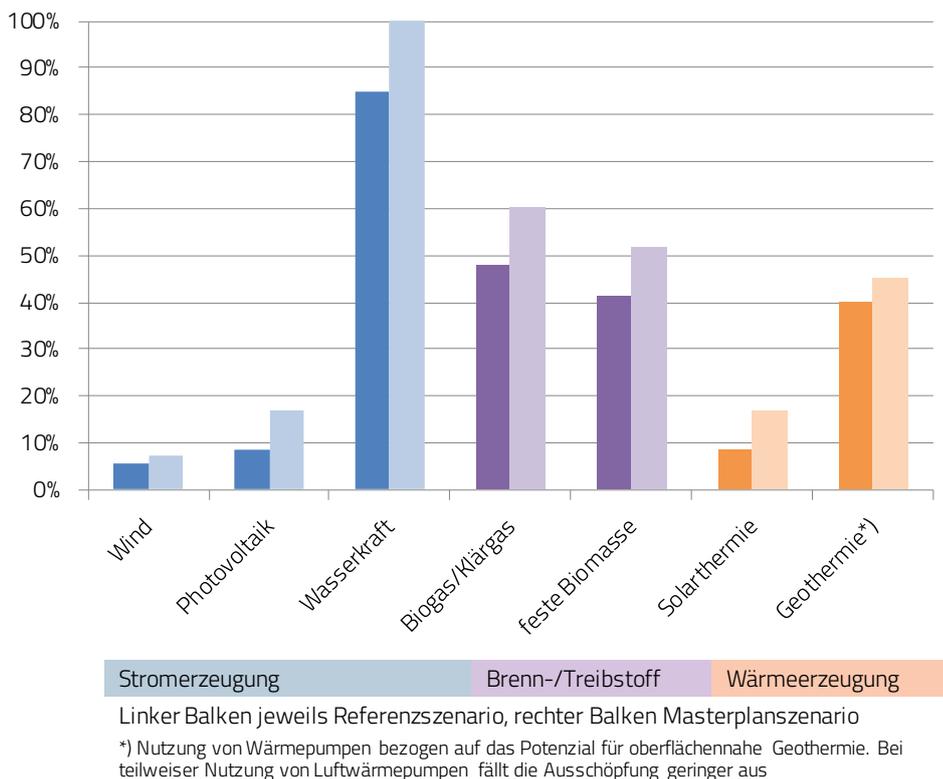
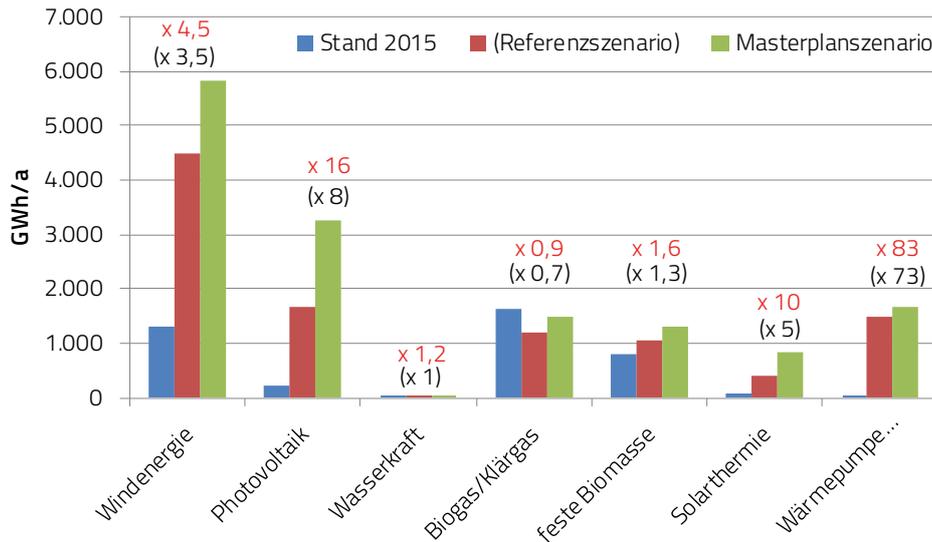


Abbildung 6.5: Ausschöpfung der Potenziale im Referenz- und Masterplanszenario

Bei der Windenergie ist außer konsequentem Repowering an vorhandenen Standorten die Ausweisung von etwa 4.900 ha neuer Vorranggebiete Windenergienutzung zusätzlich zu der bereits mit der in Aufstellung befindlichen 1. Änderung des Regionalen Raumordnungsprogramms 2008 erfolgenden erheblichen Flächenausweitung erforderlich. Insgesamt wären dann im Jahr 2050 etwas mehr als 12.000 ha (entsprechend ~2,36 % der Regionsfläche) für die Windenergienutzung gesichert. Das entspricht bezogen auf den Stand von 2015 einem Anstieg auf das Vierfache.

Das Verhältnis zwischen Windenergie und Photovoltaik, das vor allem für das Ausmaß der täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen der Stromerzeugung und damit den Bedarf an Kurz- und Langzeitspeichern entscheidend ist, liegt bei etwa 1,8:1. Die Photovoltaik spielt damit eine deutlich größere Rolle als in den meisten deutschlandweiten Studien, hat aber einen deutlich geringeren Anteil als in dem Szenario für das Land Niedersachsen⁷⁸.

78 [NdsMU 2016] Wind : PV = 0,83:1



(rote Schrift = Steigerung im Masterplanszenario, schwarz = Referenzszenario)

Abbildung 6.6: Energieproduktion in den beiden Szenarien im Vergleich zum Ausbaustand 2015

Der stärkste Ausbau ist in beiden Szenarien bei den Wärmepumpen erforderlich. Dies ist im Zuge ohnehin fälliger Anlagen-Erneuerungen möglich, wenn bei einer jährlichen Austauschrate der Heizanlagen von 3,7 % im Masterplanszenario der Wärmepumpenanteil auch im Bestand bis 2030 auf 80 % gesteigert wird. Dies setzt nicht nur eine intensive Informations- und Überzeugungsarbeit bei den Gebäudebesitzern voraus, sondern auch entsprechende Kapazitäten bei Herstellern und Installateuren.

Um Abwärme aus der Power-to-Gas-Technologie oder aus Industriebetrieben nutzen zu können, aber auch für eine Vergrößerung der Nutzungspotenziale von Biomasse und Solarthermie, ist eine Ausweitung von Nah- bzw. Fernwärmenetzen erforderlich. Im Masterplanszenario wurde ein etwa gleichbleibender Fernwärmeabsatz für 2050 unterstellt, was bei einem bis dahin etwa halbierten Wärmebedarf einer Verdopplung der Netzgebiete entspricht.

Tabelle 6.6 zeigt, wie sich das erneuerbare Energieangebot auf die verschiedenen Anwendungsarten verteilt. Die verschiedenen Umwandlungsschritte (zum Beispiel die Produktion synthetischer Treibstoffe mit Hilfe von erneuerbarem Strom) sowie die zur Deckung der Speicher- und Verteilverluste nötige Energieproduktion sind zwar nicht

dargestellt, jedoch bei der Berechnung der erforderlichen Energiepotenziale, wie sie Abbildung 6.7 und Abbildung 6.8 zugrunde liegen, berücksichtigt. Die Bilanz ist im Rahmen der Rechengenauigkeit ausgeglichen, das heißt der komplette Energiebedarf kann aus erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Darüber hinaus stimmen Angebot und Bedarf auch für alle wichtigen Anwendungsarten überein. Die Sektorenkopplung kann also gelingen, wenn die Weichen frühzeitig gestellt und die entsprechenden Technologien rechtzeitig geplant und zur Verfügung gestellt werden. Das betrifft insbesondere die Produktion synthetischer Treibstoffe mit der P2G- bzw. P2L-Technologie sowie die weitgehende Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätsbereichs.

Tabelle 6.6: Energiebedarfsdeckung 2050 im Masterplanszenario

	Raumwärme, Warmwasser	Industrielle Prozesswärme	Stromanwendungen ¹⁾	Treibstoffe	Summe
Endenergie-Bedarf [GWh/a]	4.644	2.285	4.323	2.120	13.373
Nachfrage-Deckung [GWh/a]					
Umweltwärme	1.688		-	-	1.688
Solarthermie	604	222	-	-	826
feste Biomasse	379	944	-	-	1.323
Biogas	²⁾	50	³⁾	557	607
Nah/-Fernwärme	1.246	285	-	-	1.531
Synthetische Brenn-/Treibstoffe (P2G, P2L)	0	0	0	1.562	1.562
Strom aus erneuerbaren Energien	727	785	4.324	-	5.836
Summe erneuerbar	4.644	2.286	4.324	2.120	13.373
1) Antriebe einschließlich Elektromobilität, Kälte, Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnologie					
2) in Fernwärme enthalten,					
3) in Strom aus erneuerbaren Energien enthalten					

Mit den genannten Annahmen wird das Ziel des Masterplans einer Halbierung des Endenergieverbrauchs gegenüber 1990 bzw. 49 % gegenüber 2010 (vgl. Kapitel 4.4) eingehalten⁷⁹ bzw. mit einer Reduktion um 52 % sogar übererfüllt. Dies gilt auch für die meisten Sektoren, wo die Zielsetzung von 50 % mit 54 % (Haushalte), 61 % (GHD) und 60 % (Verkehr) zum Teil deutlich überschritten wird. Lediglich im Sektor produzierendes Gewerbe/Industrie liegt die Einsparung mit 39 % deutlich niedriger als angestrebt. Dies ist allerdings maßgeblich auf die unterstellte Produktionssteigerung um 20 % gegenüber heute zurückzuführen.

Abbildung 6.7 stellt die Ergebnisse des Masterplanszenarios noch einmal grafisch dar. Während der Stromverbrauch für die „klassischen“ Anwendungen auf 64 % zurückgeht, steigt der schraffiert dargestellte Stromverbrauch im Wärmesektor (vor allem Wärmepumpen) sowie insbesondere im Verkehr stark an.

Insgesamt ist der Strombedarf im Jahr 2050 damit trotz erheblicher Energieeinsparungen 15 % höher als heute. Häufig kolportierte Darstellungen einer Verdoppelung durch die Sektorenkopplung treffen jedoch nicht zu, vorausgesetzt die bestehenden Effizienzpotenziale bei den klassischen Stromanwendungen werden konsequent umgesetzt.

⁷⁹ Eine Witterungsbereinigung wurde nicht durchgeführt, da die Umrechnung des Minderungsziels auf das Jahr 2010 bereits auf den realen Witterungsverhältnissen basiert.

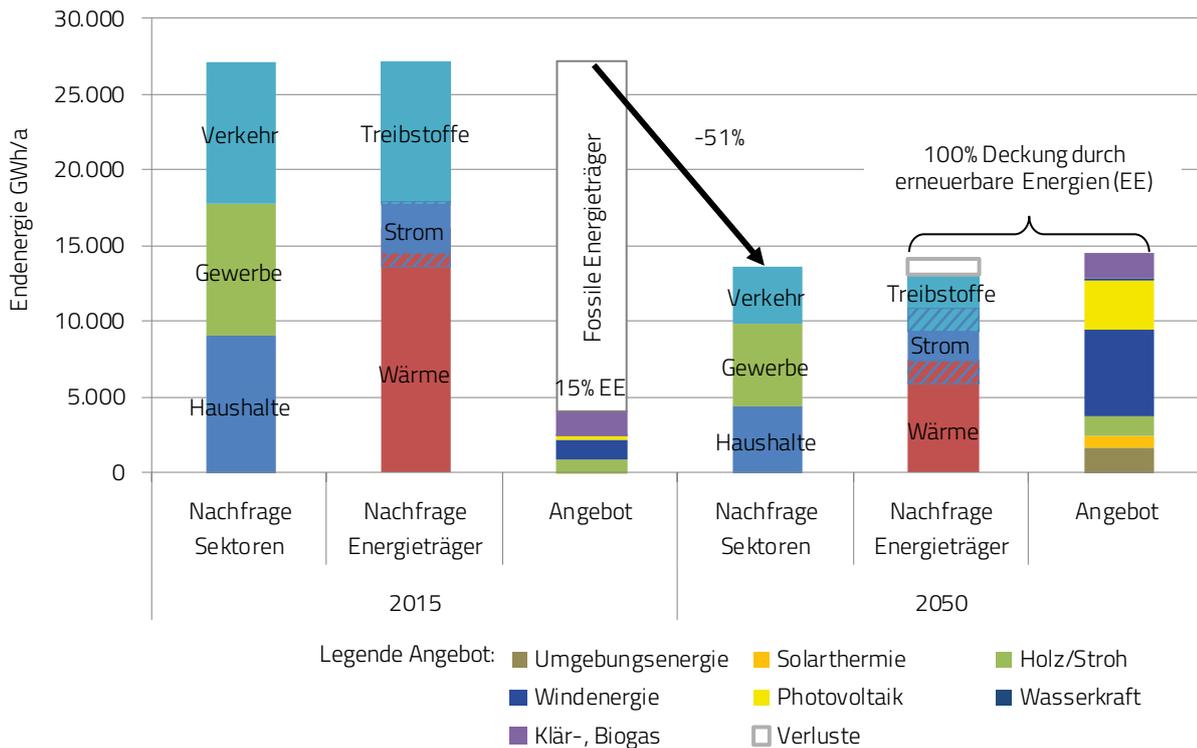


Abbildung 6.7: Energieverbrauch und Deckung durch erneuerbare Energien im Masterplanszenario 2050 im Vergleich zu 2015 (Der für 2015 ausgewiesene Anteil der erneuerbaren Energie von 15 % weicht von dem Wert auf S. 33 ab, da hier im Gegensatz zu Kapitel 4 eine Bruttobilanzierung einschließlich aller Verluste erfolgt.)

Endenergiebedarf und Deckung durch erneuerbare Energien im Zeitverlauf

Die Abbildung 6.8 zeigt, wie sich Energieangebot und Nachfrage bis 2050 entwickeln können, wenn das Masterplanszenario erfolgreich umgesetzt wird. Die dafür angenommenen Zwischenschritte bei der Ausschöpfung der Effizienz, Suffizienz- und erneuerbaren Potenziale sind in Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien dokumentiert. Sie basieren soweit wie möglich auf konkreten Annahmen zum Ausbautempo (zum Beispiel im Hinblick auf die bereits in der aktuellen Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogramms angestrebte Erweiterung der Kulisse Vorranggebiete Windenergienutzung, die angenommene energetische Sanierungsrate bei Wohngebäuden oder den möglichen Beitrag der Teilszenarien für den Mobilitätssektor), ansonsten auf Annahmen aus der Literatur⁸⁰. Die Darstellung beruht auf einer Bruttobilanzierung der Energieströme, weshalb auch die Speicher- und Verteilungsverluste (vgl. Kapitel 6.2.8) unter der Null-Linie dargestellt sind. Es sind nur die ursprünglich eingesetzten Energieträger grafisch dargestellt, nicht jedoch darauf aufbauende Umwandlungsschritte wie zum Beispiel der Einsatz von Biogas in Fernwärmenetzen oder

die Erzeugung von Wasserstoff bzw. Methan aus Windstrom und die Nutzung der dabei anfallenden Abwärme. Die mit diesen Prozessen einhergehenden Verluste sind jedoch berücksichtigt.

Der tatsächliche Verlauf im Zeitraum 2010–2015 zeigt, dass in den letzten fünf Jahren sowohl bei der Energieeinsparung als auch insbesondere beim Ausbau der erneuerbaren Energien bereits eine positive Entwicklung erreicht werden konnte. Abbildung 6.9 zeigt abschließend noch einmal die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und seine Deckung durch erneuerbare Energien für beide betrachteten Szenarien im Vergleich.

Treibhausgasemissionen im Zeitverlauf

Die Abbildung 6.10 zeigt die aus der oben beschriebenen Entwicklung von Endenergiebedarf und Ausbau der erneuerbaren Energien resultierenden Treibhausgasemissionen (vgl. auch Band 4 Übersichtstabellen zu Bilanz, Potenzialen und Szenarien). Während der Rückgang der Emissionen im Referenzszenario nur 42 % beträgt und die Masterplanvorgaben damit deutlich verfehlt werden, werden im Masterplanszenario bis 2050 93 % gegenüber 2010 eingespart und das Ziel des Masterplans damit fast erreicht.

⁸⁰ Im Wesentlichen aus den zugrunde gelegten Szenarien aus WWF [2009] und DLR/IWES/IfNE [2012]

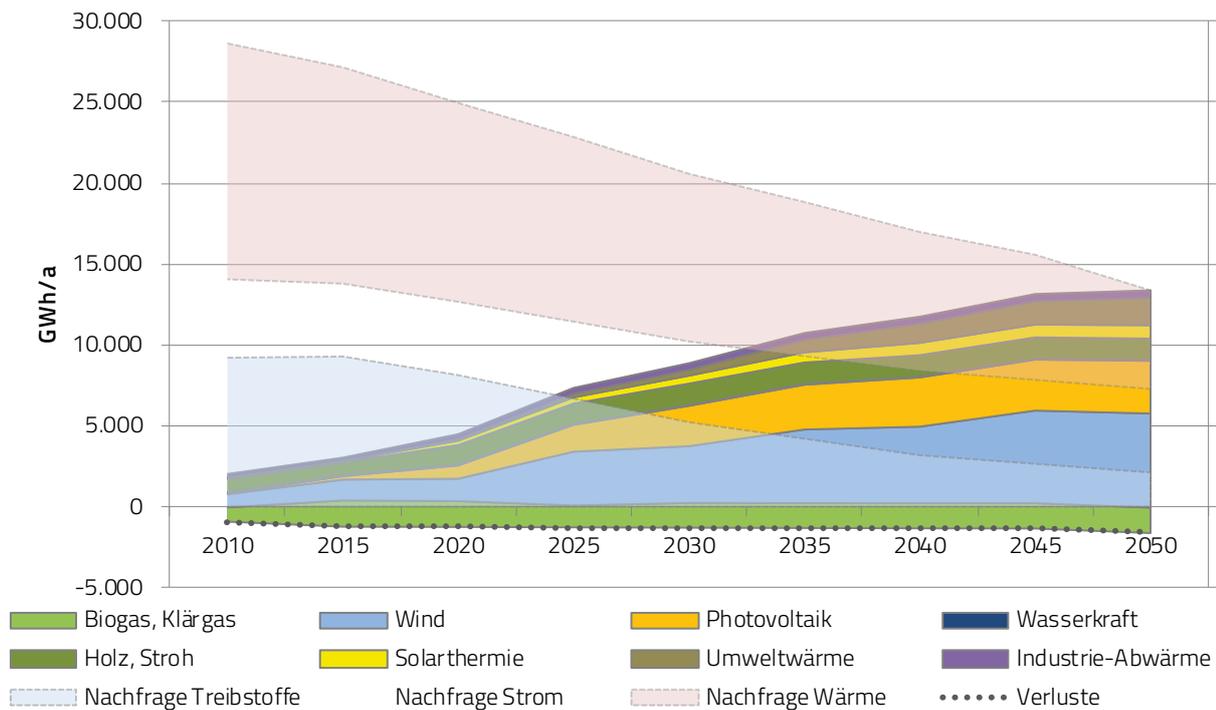


Abbildung 6.8: Verlauf der Energiebedarfsdeckung von 2010 bis 2050 im Masterplanszenario

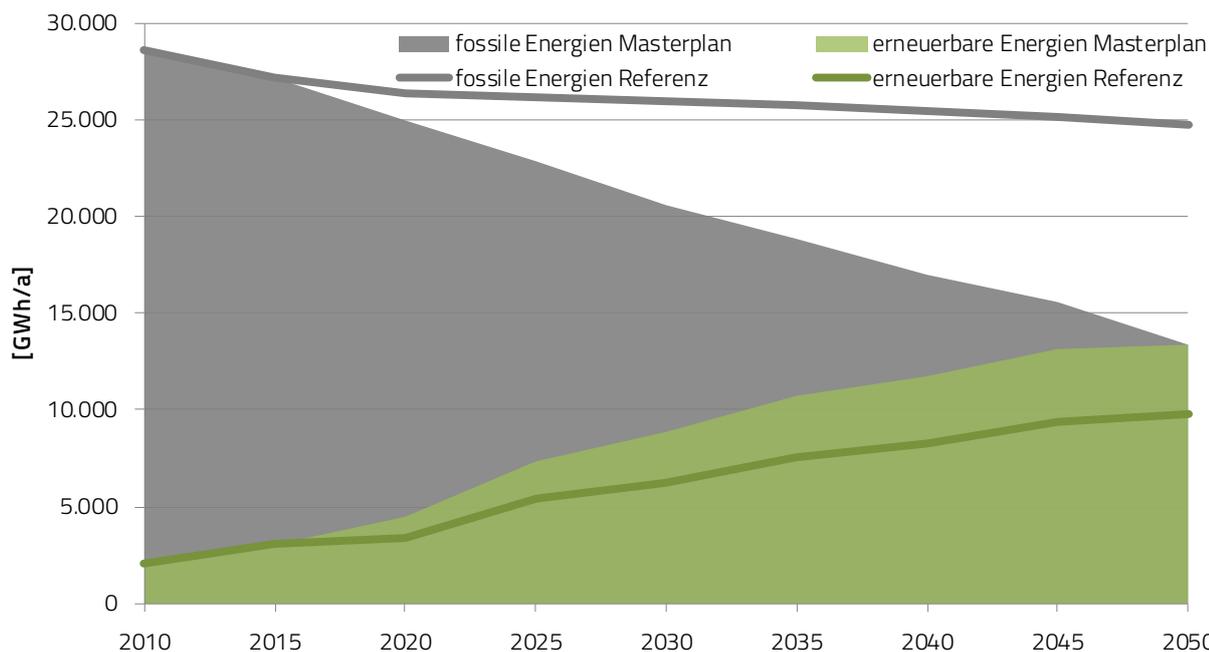


Abbildung 6.9: Endenergie-Szenarienpfade 2010 bis 2050 im Vergleich (Hinweis: Die Flächen stellen den Szenarienpfad des Masterplanszenarios dar, die Linien die des Referenzszenarios)

Da 2050 im Masterplanszenario ausschließlich erneuerbare Energien eingesetzt werden, resultieren die verbleibenden Emissionen nur noch aus nicht-energetischen Emissionen (Methanverluste in die Atmosphäre bei der Biogasnutzung) und der energetischen Vorkette (Emissionen durch den Bau den Anlagen).

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich auch diese Emissionen bis 2050 durch technischen Fortschritt sowie Einsatz erneuerbarer Energien auch im Fertigungsprozess der Anlagen verringern werden. Da dazu jedoch keine belastbaren Zahlen vorliegen und die Maßnahmen überwiegend von Entwicklungen außerhalb des Großraums Braunschweig abhängen, wurden die Emissionsfaktoren

für die erneuerbaren Energien im Sinne einer konservativen Abschätzung für den gesamten Betrachtungszeitraum konstant angesetzt.

Auch bei den weitreichenden Maßnahmen des Masterplanszenarios reicht das verbleibende **CO₂-Budget** für den Großraum Braunschweig trotzdem nur aus, um einen anteiligen Beitrag zur Erreichung des 2 °-Ziels zu leisten. Das für das 1,5 °-Ziel verbleibende Budget wird um rund 80 % überschritten. Bezogen auf Deutschland kann es also nur erreicht werden, wenn andere Regionen mit günstigeren Voraussetzungen beim Ausbau der erneuerbaren Energien ein deutlich schnelleres Tempo realisieren oder sich die bundesweiten Rahmenbedingungen vor allem hinsichtlich einer Beschleunigung der energetischen Sanierungsrate von Gebäuden deutlich verbessern

Einbeziehung der Großindustrie

Wird über den im oben beschriebenen Ansatz hinausgehend der Anspruch erhoben, auch die überregional agierende Großindustrie (VW, Salzgitter AG, Peiner Träger) in die Szenarien einzubeziehen und mit erneuerbarer Energie aus der Region zu versorgen, würde sich der Endenergiebedarf im Jahre 2050 mehr als verdoppeln. Wie bereits gezeigt wurde, reichen die regionalen Potenziale an erneuerbaren Energien theoretisch aus, auch diesen Bedarf abzudecken.

Nach dem im niedersächsischen Energieszenario [NdsMU 2016] eingeführten **Solidarprinzip** erscheint dies jedoch

nicht angemessen. Stattdessen wird die besonders energieintensive Industrieproduktion anteilig auf die deutsche Bevölkerung verteilt. Ein Teil des großindustriellen Verbrauchs aus der Stahlproduktion und dem Fahrzeugbau im Großraum Braunschweig wird dann auf andere Regionen verteilt. Das gilt natürlich auch in umgekehrter Richtung, wenn die Verbräuche zum Beispiel der chemischen Grundstoffindustrie aus anderen Bundesländern im Großraum Braunschweig mitbilanziert werden. .

Geht man, wie in der folgenden Tabelle dargestellt, nach diesem Ansatz vor, so zeigt sich, dass nur rund 20 % des Energieverbrauchs der Großindustrie im Großraum Braunschweig auch tatsächlich verursachergerecht der Region zuzurechnen sind. Bei konsequenter Anwendung des Solidarprinzips würde sich der Energieverbrauch für 2050 im Masterplanszenario trotzdem um gut 40 % erhöhen, wenn zumindest der Produktionszuwachs durch Effizienzmaßnahmen kompensiert werden kann. Die bevölkerungsanteilige Berücksichtigung der Offshore-Windenergie sowie von großen Wasserkraftanlagen ändert an diesem Ergebnis nur wenig. Sollten auch in der Großindustrie vergleichbare Energieeinsparungen gelingen wie im sonstigen produzierenden Gewerbe, könnten sich der zusätzliche Verbrauch und damit auch die benötigten erneuerbaren Energien auf bis zu 25 % verringern.

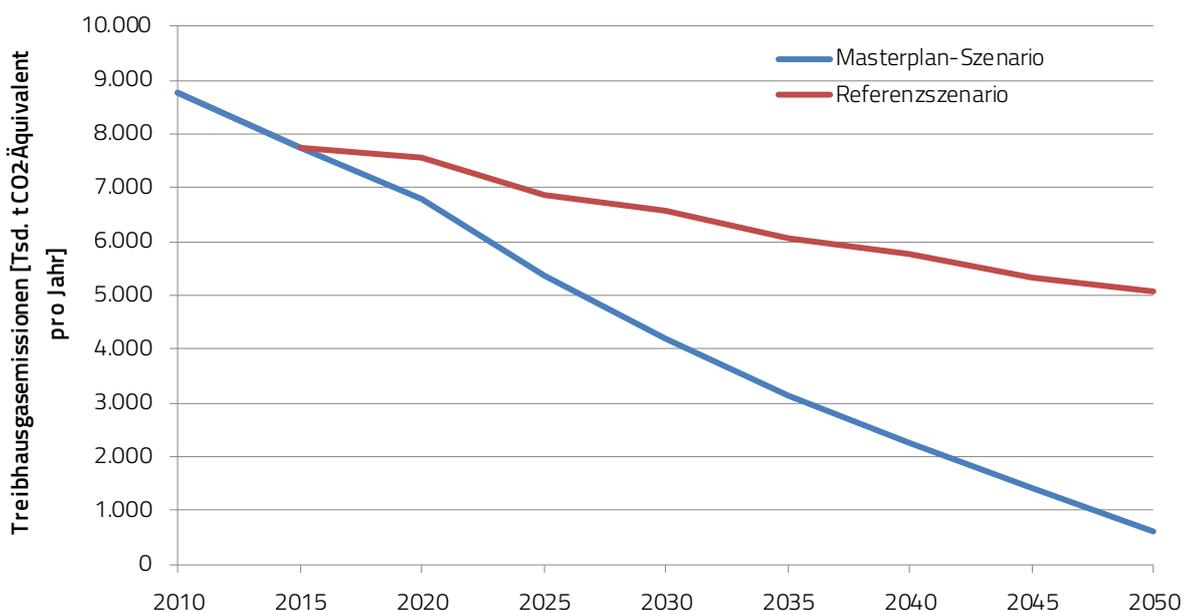


Abbildung 6.10: Treibhausgas-Szenarienpfade 2010 bis 2050 im Vergleich

6.4 Bewertung der Szenarien

Kernergebnisse

- Der Endenergieverbrauch im Großraum Braunschweig kann bis 2050 insgesamt auf weniger als die Hälfte verringert werden. Der größte Rückgang ist in den Sektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (61 %) und Verkehr (60 %) möglich, gefolgt vom Sektor private Haushalte (54 %). Lediglich im Sektor produzierendes Gewerbe/Industrie (ohne Großunternehmen Volkswagen AG, Salzgitter Flachstahl GmbH und Peiner Träger GmbH) liegt die Einsparung wegen des angenommenen Wirtschaftswachstums mit 39 % niedriger als angestrebt.
- Eine deutliche Ausweitung und Verknüpfung der Verkehrsangebote für den Umweltverbund (zu Fuß gehen, Fahrradfahren und ÖPNV) erscheint sinnvoll und geboten, um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen. Damit werden sowohl die Intermodalität, also die Verknüpfung verschiedener Verkehrsmittel beim Zurücklegen eines Weges, als auch die Multimodalität, also die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel bei den täglichen Wegen, je nach Erfordernis und ohne Festlegung auf ein bestimmtes Verkehrsmittel wie zum Beispiel auf den privaten Pkw deutlich gefördert. Dies erfordert auch neue Geschäftsmodelle, die sich aber insbesondere auf Grund der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung zunehmend entwickeln werden. Gleichzeitig müssen aber auch Restriktionen für den motorisierten Individualverkehr erfolgen. Die Modellrechnungen zeigen, dass ohne restriktive Eingriffe wie zum Beispiel eine Erhöhung der Kosten keine wirkungsvollen Effekte für eine geänderte Verkehrsmittelnutzung und eine Verringerung der Fahrleistungen im Kfz-Verkehr zu erwarten sind. Hierbei haben sich bei den Berechnungen insbesondere die Erhöhung der Parkgebühren sowie eine City-Maut als wirkungsvolle Maßnahmen zur Verringerung des Pkw-Verkehrs gezeigt.
- Die erneuerbaren Energiepotenziale im Großraum Braunschweig reichen deutlich aus, um selbst bei nur teilweiser Ausschöpfung eine vollständige Versorgung mit Wärme, Strom und Treibstoffen ohne weiteren Einsatz fossiler Energien zu gewährleisten. Dazu müssen die Anlagenzahlen bzw. installierten Leistungen gegenüber dem heutigen Stand bis 2050 insbesondere bei der Wind- und Solarenergie noch um ein Mehrfaches gesteigert werden.

Tabelle 6.7: Anrechnung der Großindustrie im Großraum Braunschweig nach dem Solidarprinzip

Großindustrie ¹⁾	Deutschland	Anteilig Großraum Braunschweig
	MWh/a je Einw.	GWh/a
Papiergewerbe	0,7	850
Grundstoffchemie	1,7	1.945
Sonstige chemische Industrie	0,3	321
Metallerzeugung, NE-Metalle, -gießereien	1,9	2.103
Fahrzeugbau	0,4	466
Summe		5.685

Endenergie im Masterplanszenario 2050	100 %	13.572
zzgl. Großindustrie nach dem Solidarprinzip	42 %	5.685
Wasserkraft Deutschland > 5 MW	-1 %	-171
Offshore Windenergie	-1 %	-115
Summe	140 %	18.971

1) bei Berücksichtigung der fünf Industriezweige mit dem höchsten durchschnittlichen Energieverbrauch je Betrieb

- Die energetischen Treibhausgasemissionen können bis 2050 um 93 % gegenüber 2010 reduziert werden, wenn alle für das Masterplanszenario getroffenen Annahmen (vgl. Kap. 6.2) erreicht werden. Wenn es nicht gelingt, sowohl die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen als auch den Ausbau der erneuerbaren Energien gegenüber den Szenario-Annahmen deutlich zu beschleunigen, reicht das verbleibende CO₂-Budget für den Großraum Braunschweig trotzdem nur aus, um einen anteiligen Beitrag zur Erreichung des 2 °-Ziels zu leisten. Das 1,5 °-Ziel kann nur erreicht werden, wenn es – zum Beispiel durch Verbesserung der bundesweiten Rahmenbedingungen – gelingt, die energetische Sanierung von Gebäuden kurzfristig spürbar zu beschleunigen bzw. andere Regionen ein deutlich schnelleres Tempo beim Ausbau der erneuerbaren Energien realisieren. Bei der im Referenzszenario unterstellten Fortschreibung bisheriger Trends werden dagegen sowohl das Effizienzziel des Masterplans als auch die Treibhausgasreduktion deutlich verfehlt.
- Die nicht ausgeschöpften Potenziale insbesondere auf der Angebotsseite erlauben es, bei geänderten Rahmenbedingungen sowie bei im Zeitverlauf verfehlten Zwischenzielen in einzelnen Sektoren oder Aktivitätsfeldern nach- und umzusteuern, um die Zielsetzungen langfristig doch noch zu erreichen. Der kommunale Einfluss und Handlungsspielraum ist dabei in der Regel beim Ausbau der erneuerbaren Energien größer als bei der Forcierung von Einsparmaßnahmen.
- Die Wirtschaftlichkeit der Szenarien wird nicht explizit untersucht. Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass viele der unterstellten Technologien spätestens mittel- bis langfristig konkurrenzfähig sein werden, ist vor dem Hintergrund der Erderwärmung in erster Linie der volkswirtschaftliche Aspekt entscheidend.
- Für eine erfolgreiche Klimaschutzpolitik ist die **Sektoranpassung** von besonderer Bedeutung: Maßnahmen zur Energieeinsparung in den Sektoren private Haushalte, Gewerbe und Verkehr bzw. bei dem zu deckenden Bedarf nach Wärme, Strom und Treibstoffen dürfen nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen in einem schlüssigen Paket gemeinsam entwickelt werden. Hierfür gilt es frühzeitig konzeptionelle Weichenstellungen und Systementscheidungen zu treffen. Eine zusätzliche Herausforderung für die Entwicklung geeigneter Strategien besteht darin, dass die Potenziale bei den erneuerbaren Energien überwiegend auf Stromerzeugungstechnologien (Windenergie, Photovoltaik, Wasserkraft) beruhen und ein Defizit bei erneuerbaren Brennstoffen (Biomasse) und Wärme (Solarthermie) besteht bzw. für ihre Nutzung wiederum Strom als Hilfeenergie erforderlich ist (Umweltwärme).
- Der **Mobilitätsmarkt** zeigt im Moment zahlreiche Neuerungen, die zu Umbrüchen in der Nutzung der Verkehrsmittel führen können. Als Beispiele seien hier die Themen CarSharing, RideSharing, autonomes Fahren und Elektromobilität genannt. Auch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung der Verkehrsträger wird zu Umbrüchen in der Verkehrsmittelnutzung führen. Die Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten der Bevölkerung müssen beobachtet werden, um Synergieeffekte zum Klimaschutz frühzeitig zu erkennen und mögliche neue Problemfelder zu entschärfen. Neben einer Verlagerung vom MVI zum ÖPNV und Radverkehr ist ein rascher und umfassender Umstieg auf die **Elektromobilität**, nach Möglichkeit auch im Güterverkehr, erforderlich.
- Im Wärmesektor müssen **Wärmepumpen** künftig den überwiegenden Anteil des Bedarfs decken. Die für einen effizienten Betrieb erforderlichen hohen Arbeitszahlen sind nur bei guter Planung und Ausführung und möglichst Kombination mit einem abgestimmten Konzept zur Reduzierung des Wärmebedarfs erreichbar.
- Technische Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs müssen durch **Suffizienzmaßnahmen** in allen Bereichen ihre Ergänzung finden. Das erfordert nicht nur ein weitgehendes Umdenken und Änderungen im Verhalten, sondern setzt vielfach auch die Schaffung einer entsprechenden Infrastruktur voraus, um zum Beispiel den Umstieg vom Pkw auf umweltverträglichere Mobilitätsformen im ländlichen Raum zu ermöglichen.

Herausforderungen

- Um das verbleibende CO₂-Budget nicht zu überschreiten, kommt es stark darauf an, Maßnahmen zur Emissionsminderung nicht aufzuschieben, sondern so schnell wie möglich umzusetzen. Dabei kommt der möglichst schnellen Steigerung der **energetischen Sanierungsrate von Gebäuden** bei gleichzeitiger Steigerung der Sanierungsqualität eine besondere Rolle zu, da eine Verbesserung der Gebäudedämmung nur dann wirtschaftlich durchzuführen ist, wenn sie mit ohnehin notwendigen Sanierungsmaßnahmen verknüpft wird.

- Vor einer besonderen Herausforderung stehen die regionalen **Energieversorger** einschließlich der Stadtwerke: sie müssen in kurzer Zeit nicht nur in Konkurrenz zu zahlreichen neuen Marktakteuren einen Wechsel von zentralen Versorgern zu dezentralen Strukturen mit einer Vielzahl von Prosumern hin zu „Energie-Dienstleistern“ bewältigen, sondern gleichzeitig die Dekarbonisierung ihrer Heiz- und Kraftwerke und den Umbau der Netze vorantreiben. Dabei spielt der weitgehende Fortbestand der Gasnetze trotz abnehmendem Absatz eine wichtige Rolle für die Power-to-Gas-Technologie. Wärmenetze stellen eine wichtige Voraussetzung zur Nutzung von Abwärme oder Biomasse dar. Wegen des mittelfristigen Rückgangs des Wärmebedarfs durch energetische Gebäudesanierung sind Konzepte für einen schnellen Aus- oder Neubau erforderlich, damit ein gesicherter Wärmeabsatz noch möglichst lange zur Verfügung steht, um die nötigen Investitionen zu refinanzieren.
- Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert mittelfristig den Bau von **Stromspeichern**, wobei in den nächsten 10 bis 20 Jahren die benötigte Flexibilität im Stromsystem noch durch andere Optionen wie flexible Kraftwerke und Lastmanagement gewährleistet werden kann. Forschung und Konzepterstellung und Erwerb von Praxiserfahrungen insbesondere im Bereich von Langzeitspeichern mit der Power-to-Gas-Technologie müssen jedoch frühzeitig gestartet werden, damit sie bei Bedarf praxisreif zur Verfügung stehen. Beim dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien im Nahbereich zu den Verbrauchern und dem gezielten Einsatz netzdienlich operierender Speicher einschließlich der Batterien in Elektrofahrzeugen kann der Netzausbau in der Niederspannungsebene kosteneffizient vermieden werden.
- Bei Einbeziehung der regionalen **Großindustrie** in die Klimaschutzziele stellt die Stahlerzeugung eine besondere Herausforderung dar, da sie nicht nur einen sehr hohen Energiebedarf hat, sondern beim üblichen Hochofenprozess außerdem ein chemisch bedingter Kohlenstoffbedarf besteht, der eine Substitution durch erneuerbare Energien besonders schwierig bzw. aufwändig gestaltet.
- Viele der für Energiewende und Klimaschutz erforderlichen Maßnahmen sind nach betriebswirtschaftlichen Kriterien heute noch nicht rentabel. Sofern über die Notwendigkeit ein gesellschaftlicher Konsens besteht, sind entsprechende **Förderinstrumente** und Anreize vorzusehen, die die Akzeptanz erhöhen und die Umsetzung erleichtern bzw. beschleunigen.

7. Umsetzungsstrategie

Der Regionalverband beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren aktiv mit dem Klimaschutz. Bereits im **Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP) von 2008** nimmt der Klimaschutz eine wichtige Rolle ein. Zur Verringerung von Treibhausgasen sowie zum Erhalt und zur Schaffung von Kohlenstoffsenken trifft das RROP Festlegungen zur Verwirklichung des Zentralen-Orte-Konzepts, zu ÖPNV, Land- und Forstwirtschaft, Natur und Landschaft, Freiraumentwicklung und erneuerbaren Energien.

für die Stadt Salzgitter und die Landkreise Gifhorn, Goslar, Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel⁸². Die Städte Braunschweig und Wolfsburg betreiben bereits seit längerer Zeit ähnliche Angebote⁸³.

Der Regionalverband ist in zahlreiche klimaschutzrelevante Netzwerke eingebunden. Eine besondere Bedeutung hat die **Regionale EnergieAgentur e. V. (REA)**⁸⁴. Sie wurde im November 2014 gegründet und ist Ansprechpartner für Kommunen, Unternehmen, Wissenschaft und Forschung sowie öffentliche Träger und Einrichtungen. Die REA initiiert, fördert und realisiert Projekte zu Energie- und Ressourceneffizienz, Energieeinsparung, erneuerbaren Ener-

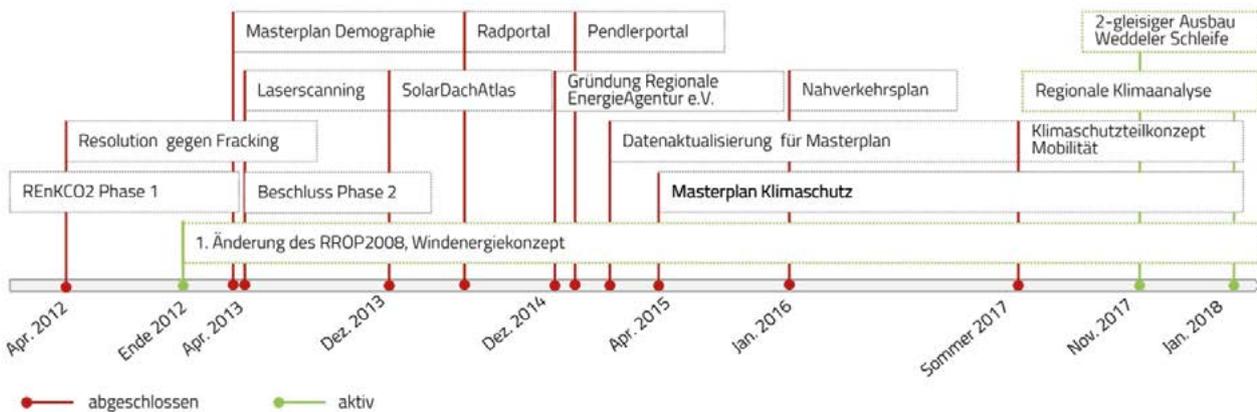


Abbildung 7.1: Ausgewählte Meilensteine des Regionalverbands im Klimaschutz seit REnKCO2

Mit dem **Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig (REnKCO2)** intensivierte der Regionalverband seine Klimaschutzaktivitäten deutlich. Von 2010-2013 erarbeitete er mit zahlreichen Beteiligten aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Bürgerschaft eine erste regionsweite strategische Basis für den Weg zu einer 100 %-Erneuerbare-Energie-Region bis zum Jahr 2050. Die wesentlichen Meilensteine, die der Regionalverband zeitgleich bzw. anschließend eigenständig oder gemeinsam mit anderen Partnern initiierte, zeigt die nachfolgende Abbildung 7.1.

Für die erneuerbaren Energien sind die 1. Änderung des RROP und der SolarDachAtlas von besonderer Bedeutung. Mit der 1. Änderung des RROP will der Regionalverband die bestehenden Vorranggebiete Windenergienutzung von rund 3.100 ha mehr als verdoppeln. Das Verfahren begann Ende 2012 und ist aufgrund zahlreicher Einwendungen noch nicht abgeschlossen⁸¹. Der **SolarDachAtlas** soll Gebäudebesitzern eine schnelle und einfache Einschätzung von Kosten und Nutzen einer Solaranlage ermöglichen und so den Ausbau der Solarenergienutzung befördern. Er gilt

gen, Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Das Geschäftsgebiet ist deckungsgleich mit dem Verbandsgebiet. Ziele der REA sind es, die Beratungsstruktur langfristig zu verbessern, Informationsaustausch und Vernetzung zu fördern und vorhandene Aktivitäten und Ressourcen einzubeziehen. Zu ihren Aufgaben gehören unter anderem die Information, Beratung, Weiterbildung und Öffentlichkeitsarbeit sowie die Initiierung und Entwicklung von Projekten. Darüber hinaus unterstützt sie Projektträger sowohl bei der Suche nach Fördermitteln als auch bei Projektmanagement und -begleitung. Außerdem führt sie regelmäßig den Wettbewerb „Ressourceneffizienz für die Region“ durch.

81 Informationen dazu auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/wind/).

82 Zu finden auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/energie-und-klima/solardachatlas/).

83 über den SolarDachAtlas verlinkt.

84 Zu finden auf der Internetseite der Regionalen EnergieAgentur (www.regionale-energieagentur.de/).

Weitere wichtige **innerregionale Netzwerke** sind die Gremien des Regionalverbands (politische interkommunale Zusammenarbeit in der Verbandsversammlung und den Fachausschüssen), die durch das Masterplanmanagement initiierten regelmäßigen Treffen der Klimaschutzmanager und -beauftragten der Kommunen und die Allianz für die Region GmbH (Zusammenarbeit zwischen Kommunen, Wirtschaft und Wissenschaft). Der Regionalverband ist **überregional** vernetzt über:

- das Netzwerk der 100%-Erneuerbare-Energie-Regionen (bundesweit),
- die Energie- und Klimaschutzagenturen Deutschlands (eaD) e. V. (bundesweit),
- die Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH (KEAN) mit Netzwerktreffen der lokalen und regionalen Klimaschutzmanagements und Energieagenturen (landesweit),
- die Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg und

- die Arbeitsgemeinschaft Fahrradfreundlicher Kommunen Niedersachsen-Bremen (AGFK) e. V.

Der Regionalverband hat zahlreiche Strategien mit Bezug zum Klimaschutz erarbeitet, zum Beispiel den **Nahverkehrsplan**, den **Masterplan demographischer Wandel**, den **Masterplan Radtourismus** und das **Klimaschutzteilkonzept Mobilität** (Regionale e-Radschnellwege als Instrument zum Klimaschutz und zur CO₂-Reduktion). Er hat außerdem verschiedene Informationsportale aufgebaut, darunter das **Energieportal**¹⁰³, das **Radportal**¹⁰⁴ und das **Pendlerportal**¹⁰⁵. Weiterhin führt der Regionalverband jedes Jahr das „**SATTELFEST**“ mit Radtouren, Infoständen und Aktionen durch, um über die Region und neue Trends rund ums Radfahren zu informieren.

Zusammenfassend ist der Regionalverband seit 2008 mit zahlreichen Aktivitäten im Klimaschutz aktiv (siehe chronologische Übersicht in der nachfolgenden Tabelle 7.1).

Tabelle 7.1: Bisherige Klimaschutzaktivitäten des Regionalverbands Großraum Braunschweig in chronologischer Übersicht

Zeit	Aktivität
2008	RROP 2008
2010	Einrichtung des Energieportals mit Darstellung der bestehenden und geplanten Erneuerbare-Energie-Anlagen im Verbandsgebiet.
2011	Die Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg ist deutschlandweit die erste Metropolregion mit dem Ziel, die Energieversorgung bis 2050 vollständig aus erneuerbaren Energiequellen zu decken.
2012-16	Aktive Mitarbeit am Projekt „ Schaufenster Elektromobilität “ der Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg mit zahlreichen Einzelprojekten.
04/2012	Resolution der Verbandsversammlung gegen die Förderung von Erdgas durch Fracking .
Seit 2012	Änderung des RROP 2008 zur Erweiterung der bestehenden Vorranggebiete Windenergienutzung .
2013	Abschluss des Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzepts REnKCO2 (Phase I).
06/2013	Beschluss der Fortschreibung des REnKCO2 (Phase II) durch die Verbandsversammlung.
12/2013	Start des SolarDachAtlas ¹⁾ für den Großraum Braunschweig auf Grundlage einer Laserscanning-Befliegung.
08/2014	Eröffnung des Radportals als interaktive Beteiligungsplattform zu Radwegen und Rad-Infrastruktur, Verknüpfung mit ÖPNV, Radtourismus, Veranstaltungen und Informationen zum Radfahren im Alltag und in der Freizeit.

1) Zu finden auf einer separaten Internetseite des Regionalverbands (www.solare-stadt.de/zgb/SolarDachAtlas).

85 Zu finden auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/energie-und-klima/energieportal).

86 Zu finden auf einer separaten Internetseite des Regionalverbands (www.radportal-braunschweig.de).

87 Zu finden unter www.zgb.pendlerportal.de.

Zeit	Aktivität
11/2014	Gründung der Regionalen EnergieAgentur (REA) e. V. als regionale Unterstützungsstruktur, Initiator und Ansprechpartner für Energie- und Klimaschutzprojekte im Großraum Braunschweig.
12/2014	Veröffentlichung des Masterplans demographischer Wandel : in einem intensiven Diskussionsprozess erarbeiteter Masterplan mit Maßnahmen, Projektansätzen und Empfehlungen zu Siedlungsentwicklung, Mobilität, Gesundheit und Bildung sowie sozialen und wirtschaftlichen Strukturen.
04/2015	Eröffnung des Pendlerportals mit Einbindung des ÖPNV und Verknüpfung zum überregionalen Pendlerportal (über 250 Landkreise bundesweit).
05/2015	Mitgründung und Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Fahrradfreundlicher Kommunen Niedersachsen-Bremen (AGFK) e. V., gemeinsam mit 23 weiteren Kommunen und Landkreisen; Ziel: Förderung des Radverkehrs zur Stärkung der Nahmobilität.
07/2015	Veröffentlichung des Masterplans Radtourismus des Regionalverbands und der Allianz für die Region.
11/2015	Beitritt zum Netzwerk der 100 %-Erneuerbare-Energie-Regionen (Netzwerk von deutschlandweit derzeit über 140 Regionen, Kreisen, Städten und Gemeinden, die ihre Energieversorgung langfristig vollständig auf erneuerbare Energien umstellen wollen).
01/2016	Fertigstellung des Nahverkehrsplans , der die Situation im ÖPNV darstellt, das vorhandene Angebot analysiert und Zielsetzungen zur Verbesserungen des ÖPNV definiert. Darüber hinaus enthält er auch konkrete Maßnahmen. Laufzeit ist 2016-2020.
07/2016	Start der Erarbeitung des Masterplans 100 % Klimaschutz für den Großraum Braunschweig.
07/2017	Präsentation des Klimaschutzteilkonzepts Mobilität „Regionale e-Radschnellwege als Instrument zum Klimaschutz und zur CO ₂ -Reduktion“ ²⁾ (Förderkennzeichen 03K02197).
11/2017	Planungsvereinbarung mit dem Land Niedersachsen und der Deutschen Bahn zum zweigleisigen Ausbau der Schienenstrecke zwischen Weddel und Fallersleben (Weddeler Schleife) als Teil der Schienenverbindung zwischen Braunschweig und Wolfsburg. Ziel: Voraussetzungen für einen 30-Min-Takt zwischen den Städten Braunschweig und Wolfsburg schaffen.
01/2018	Start der Regionalen Klimaanalyse ³⁾ , kurz REKLIBS : Damit wird erstmalig ein Instrument für die tägliche Arbeit im Regionalverband entwickelt, um zukünftig regionalplanerische Abwägungen und Entscheidungen unter Beachtung raumordnungsrechtlicher Erfordernisse klimagerecht treffen zu können (Förderkennzeichen 03K06252).

2) Zu finden auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/rsw).

3) Zu finden auf der Internetseite des Regionalverbands (www.regionalverband-braunschweig.de/reklibs).

Die meisten Verbandsglieder und Kommunen im Verbandsgebiet sind bereits im Klimaschutz aktiv. Insgesamt haben sie neun **Integrierte Klimaschutzkonzepte** und 31 **Klimaschutz-Teilkonzepte** erarbeitet (Stand 2016⁸⁸). **Klimaschutzmanagements** bei den Verbandsgliedern gibt es in den Landkreisen Goslar, Peine und Wolfenbüttel sowie den kreisfreien Städten Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg.

Die Einheits- und Samtgemeinden hatten bis 2016 weitere Klimaschutzmanagements eingerichtet. Hinzu kommen mindestens 120 **Investitionsprojekte** im Zeitraum von 2009 bis 2016. Dies sind überwiegend Straßenbeleuch-

tungen, Beleuchtung in und an kommunalen Gebäuden, energetische Sanierungen und Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden. Außerdem haben zahlreiche Kommunen am Schaufenster **Elektromobilität** der Metropolregion teilgenommen.

⁸⁸ Stand dieser und der nachfolgenden Zahlen ist 2016. Sie beziehen sich auf die von der Klimaschutzinitiative geförderten Projekte. Einige Kommunen führen vergleichbare Klimaschutz-Projekte ohne Förderung durch, die Zahl inklusive der nicht geförderten Konzepte liegt also etwas höher.

Einige Kommunen stellen seitdem ihre Fuhrparks sukzessive auf Elektromobilität um. In der Stadt Braunschweig fahren bereits Elektrobusse, die nach dem „emil“-Prinzip (Elektromobilität mittels induktiver Ladung) mit Energie versorgt werden.

In den meisten Kommunen gibt es bereits kostenlose bzw. stark vergünstigte **Energieberatungen** in Zusammenarbeit mit Partnern vor Ort. Auch werden in mehreren Kommunen Energiesparmodelle für Schulen und Kitas angeboten. Viele Verbandsglieder und Kommunen haben sich der Kampagne „clever heizen!“ der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) angeschlossen.

In der Region gibt es mehrere **Klimaschutzagenturen** mit verschiedenen räumlichen Zuschnitten und Schwerpunktthemen, mit denen der Regionalverband in regelmäßigem Austausch steht:

- Regionale Energie- und KlimaschutzAgentur e. V. (reka)⁸⁹: Der privat gegründete Verein unterstützt Personen, Institutionen und Unternehmen, die sich im Klimaschutz engagieren wollen, bietet Energie- und Klimaschutz-Beratungen sowie Vorträge und Schulungen und führt Projekte zur Verbesserung von Klimabewusstsein und Energieeffizienz in Kommunen, Vereinen und Unternehmen durch.
- Klimaschutzagentur Hildesheim Peine gGmbH⁹⁰: die von den beiden Landkreisen Hildesheim und Peine gegründete Klimaschutzagentur berät zu den Themen Strom sparen, Gebäude modernisieren sowie Mobilität und führt verschiedene Informationskampagnen durch.
- Energie Ressourcen Agentur Goslar e. V.⁹¹: Der Verein bietet Beratungsangebote für Bürger, Unternehmen, Handwerk, Energieberater und Kommunen, unterstützt bei konkreten Projekten und beteiligt sich an Forschungsvorhaben.
- Wolfsburger EnergieAgentur GmbH⁹²: Die von den Stadtwerken Wolfsburg und der Wolfsburg AG gegründete Energieagentur bietet Beratungen für Verbraucher, Unternehmen und Kommunen zu Einspar- und Effizienzmaßnahmen und Förderprogrammen und unterstützt bei der Umsetzung konkreter Projekte.

7.1 Strategischer Ansatz

Der Regionalverband Großraum Braunschweig unterscheidet sich in seinen Handlungsmöglichkeiten deutlich von den anderen Masterplan-Kommunen. Die klassischen Ansätze von Kommunen in Masterplänen oder Klimaschutzkonzepten, Treibhausgaseinsparungen über energetische Sanierungen der Liegenschaften, Heizungserneuerungen, Austausch von Hallen- und Straßenbeleuchtung, Elektrifizierung des Fuhrparks oder eigene Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien zu erreichen, sind für den Regionalverband mangels Liegenschaften und Fuhrpark nicht möglich. Die Umsetzungsstrategie des Masterplans konzentriert sich daher vorrangig auf die Handlungsbereiche, auf die der Regionalverband und die Verbandsversammlung direkt Einfluss nehmen können oder bei denen der Regionalverband auf regionaler Ebene sinnvoll unterstützen bzw. koordinieren kann.

Die Umsetzungsstrategie setzt sich aus mehreren Ebenen zusammen (siehe Abbildung 7.2). Das **Leitbild** bildet das Dach der Strategie. Es ist eine anschauliche, themenübergreifende Beschreibung des angestrebten Zustands im Jahr 2050 (siehe Kapitel 7.2). Die Strategie besteht aus sechs **Handlungsfeldern**, die jeweils in **Handlungsbereiche** untergliedert sind. Der **Maßnahmenkatalog** (siehe Kapitel 7.4 und Band 3 Maßnahmen) unterscheidet prioritäre Maßnahmen, Maßnahmen und einen Pool an weiteren Handlungsansätzen, die den Handlungsfeldern und Handlungsbereichen zugeordnet sind. Der Schwerpunkt der formulierten Maßnahmen liegt auf der Zusammenstellung eines umfangreichen Katalogs an zielgruppenspezifischen Maßnahmen. Sie sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten verschiedene gesellschaftliche Gruppen haben, sich im Bereich Klimaschutz zu engagieren

Zentrale **Aufgaben des Regionalverbands** sind unter anderem Regionalplanung, Regionalentwicklung, Verkehrsentwicklungsplanung sowie der öffentliche Personennahverkehr auf Schiene (SPNV) und Straße (ÖSPV). Hier setzen vor allem die **Handlungsfelder A** „Klimaschonend mobil“ (Kapitel 7.4.1) und B „Regionalplanung und -entwicklung“ (Kapitel 7.4.2) an.

89 Weitere Informationen im Internet unter www.r-eka.de.

90 Weitere Informationen unter www.ksa-hildesheim-peine.de.

91 Weitere Informationen unter www.era-goslar.de.

92 Weitere Informationen unter www.energieagentur-wolfsburg.de.

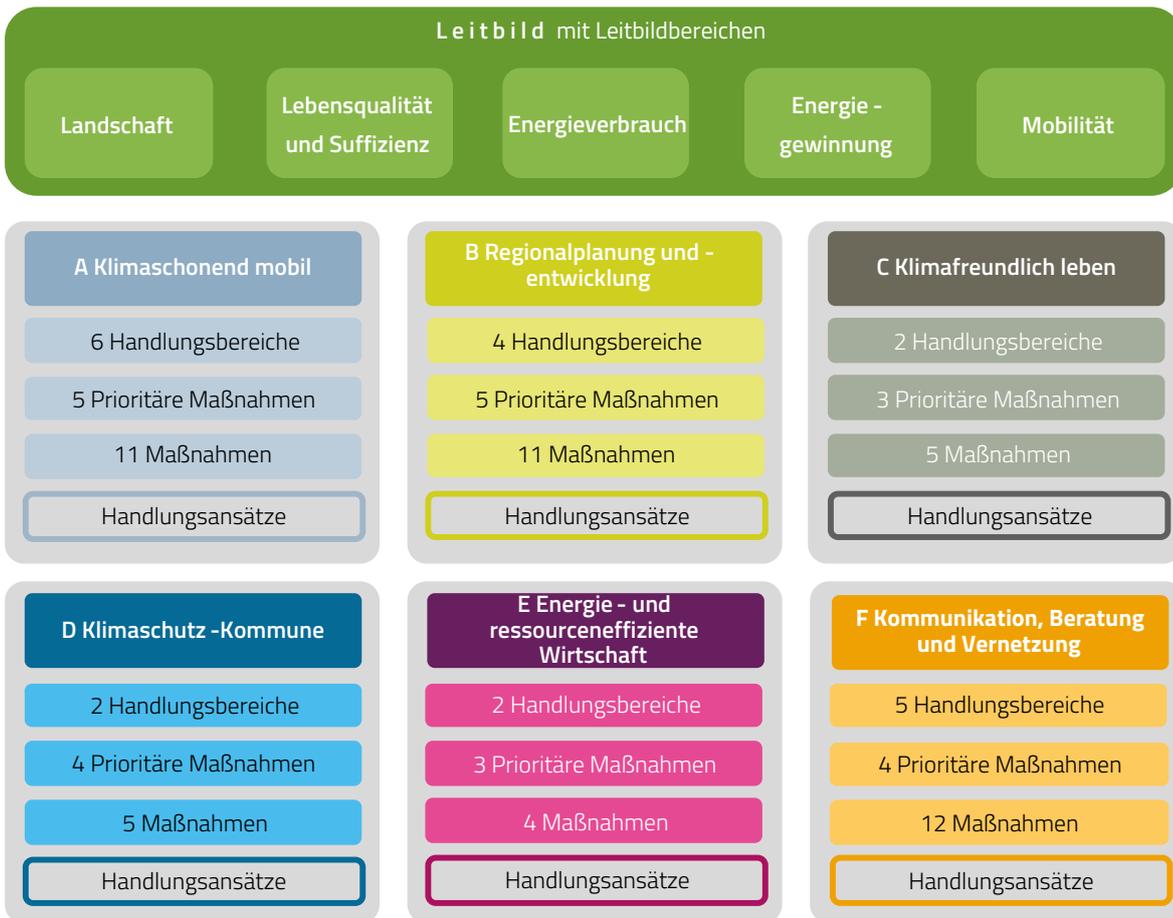


Abbildung 7.2: Aufbau der Umsetzungsstrategie

Über die Verbandsglieder besteht direkter Kontakt zu den Kommunen im Großraum Braunschweig. Wichtige Ansatzpunkte sind die Unterstützung der Kommunen, in den eigenen Zuständigkeiten zielgerichtet den Klimaschutz voranzutreiben, die Beförderung interkommunaler Kooperationen und die Unterstützung regionaler Initiativen. Hier setzen vor allem die Handlungsfelder C „Klimafreundlich leben“ (Kapitel 7.4.3), D „Klimaschutz-Kommune: Energieeffizienz, Ressourcenschutz und Suffizienz“ (Kapitel 7.4.4) und F „Kommunikation, Beratung und Vernetzung“ (Kapitel 7.4.6) an. Über die Regionale EnergieAgentur (REA) und die Vertreter der Wirtschaft im Masterplan-Beirat verfügt der Regionalverband über Ansatzmöglichkeiten im Handlungsfeld E „Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft“ (Kapitel 7.4.5). Das beim Regionalverband angesiedelte Masterplanmanagement verfolgt einen kooperierenden, unterstützenden und themenübergreifenden Ansatz und ist damit in allen Handlungsfeldern aktiv. Hierbei ist zu beachten, dass zwischen den einzelnen Handlungsfeldern oftmals keine klare thematische Abgrenzung möglich ist und sich Themen wie Zielgruppen auch in anderen Handlungsfeldern wiederfinden.

7.2 Leitbild

Das **Leitbild** (siehe Tabelle 7.2) ist eine anschauliche, themenübergreifende Beschreibung des angestrebten Zustands im Jahr 2050. An diesem Bild der Zukunft richten sich Handlungsfelder, Handlungsbereiche und Maßnahmen aus. Zukünftige Entwicklungen können Anpassungen der Umsetzungsstrategie erforderlich machen. Da das Leitbild einen Zustand und nicht den Weg dorthin beschreibt, bietet es eine Orientierung für die Entwicklung bzw. Anpassung von Handlungsbereichen und Maßnahmen. Das Leitbild ist eine Weiterentwicklung des Leitbilds aus dem Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig (REnKCO2). Um nicht nur dem Leitbild für eine Erneuerbare-Energien-Region, sondern auch dem Leitbild einer 100 % Klimaschutz-Region gerecht zu werden, wurde es um Anregungen aus dem Beteiligungsprozess in Abstimmung mit dem Masterplan-Beirat und dem Wissenschaftlichen Beirat ergänzt.

Tabelle 7.2: Leitbild für den Großraum Braunschweig als Klimaschutzregion

Leitbild	
Allgemeines	
<p>Der Großraum Braunschweig ist eine wirtschaftlich florierende Region mit hoher Lebensqualität. Der Endenergiebedarf ist – mit Ausnahme des Verbrauchs der Großindustrie – bilanziell vollständig durch regenerative, umweltverträglich gewonnene Energien aus dem Großraum gedeckt. Die Energieversorgung ist zu wettbewerbsfähigen Preisen rund um die Uhr sichergestellt.</p> <p>Der Großraum ist durch effiziente, innovative Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen geprägt. Sie sind in regionalen und überregionalen Forschungs- und Wirtschaftsnetzwerken zu zentralen Zukunftsfragen, wie Energiesicherheit und Mobilität, eingebunden. Damit ist der Großraum Braunschweig Vorbild für viele Regionen weltweit.</p>	<p>Regionale Netzwerke stellen den Austausch und die Zusammenarbeit von Politik, Verwaltung, Unternehmen, Verbänden und Bürgerschaft sicher. Die vorbildliche Zusammenarbeit wird kontinuierlich durch professionelle Klimaschutzmanagementstrukturen unterstützt.</p> <p>Die Digitalisierung ist wichtige Grundlage für die ressourcenschonende und klimafreundliche Organisation des Privat- und Arbeitslebens.</p> <p>Die gesamträumliche Entwicklung ist an den Erfordernissen des Klimawandels ausgerichtet. Bei Planungsentscheidungen werden die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung als Querschnittsthemen konsequent berücksichtigt.</p>
Landschaft	
<p>An den Klimawandel angepasste, durchgrünte Siedlungsstrukturen und vielfältige, umweltverträgliche Landnutzungen sowie ein Netz ökologisch bedeutsamer Freiräume prägen das Landschaftsbild. Anlagen für Energiegewinnung, -speicherung und -verteilung werden als harmonischer Teil der Landschaft wahrgenommen.</p> <p>Die Dörfer im ländlichen Raum sind von lebendigen lokalen Zentren geprägt. Für ihre Entwicklung nutzen die Dörfer bereits erschlossene innerörtliche Flächen.</p>	<p>Ausreichend Freiflächen sorgen in den Städten für frische Luft und halten Hochwasser von den Siedlungsgebieten fern.</p> <p>Die Landwirtschaft bewirtschaftet die Böden ressourcen- und trinkwasserschonend. Natürliche CO₂-Speicher wie Moore und Wälder werden effektiv geschützt. Auch Ausgleichsmaßnahmen leisten wichtige Beiträge zur Treibhausgasbindung.</p>
Lebensqualität und Suffizienz	
<p>Die Menschen berücksichtigen Nachhaltigkeit und Klimaschutz konsequent in ihrem Alltag. Sie konsumieren maßvoll, produzieren einen Teil ihrer Lebensmittel selbst, versorgen sich stärker mit regionalen Produkten und ernähren sich gesund. Die Menschen nutzen Einkaufsmöglichkeiten und Dienstleistungen vor Ort, entscheiden sich bewusst für klimafreundliche Verkehrsmittel und unterstützen sich gegenseitig.</p>	<p>Klimaoptimierte Einkaufs- und Lieferdienste ergänzen die lokale Versorgung.</p> <p>Energiesparen und eine ressourcenschonende Lebensweise sind selbstverständlich und gehören zum Standard in allen Lebens- und Bildungsbereichen.</p>
Energieverbrauch	
<p>Die Menschen leben und arbeiten in Nullemissions- und energieoptimierten Gebäuden und tragen durch dezentrale Energiegewinnung einen wichtigen Teil zur Energieversorgung bei; sie nutzen intelligente energiesparende Technologien.</p> <p>Kommunen und Wohnungswirtschaft sind Vorbilder für energieeffiziente Bau-, Sanierungs- und Beschaffungsmaßnahmen und decken ihren Energiebedarf aus erneuerbaren Energien.</p>	<p>Die Großindustrie arbeitet beim Energie- und Ressourcenverbrauch hocheffizient und deckt ihren Energiebedarf weitestgehend aus Erneuerbare-Energien-Kraftwerken und aus überregionalen erneuerbaren Energien wie der Offshore-Windenergie. Die kleinen und mittleren Unternehmen verbrauchen wenig Ressourcen und Energie und nutzen diese effizient, sie bieten umfangreiche Dienstleistungen zur Bewältigung der Energiewende und verfügen über entsprechend qualifiziertes Personal.</p>

Leitbild

Energiegewinnung

Die Energieversorgungsunternehmen gewinnen Strom und Wärme überwiegend aus regenerativen Energien und in dezentralen Anlagen in der Region. Sie sind bedarfsorientierte Energiedienstleister für Private und Unternehmen. Die privaten Anlagen zur energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe sind effizient und beziehen ihr Material aus der Umgebung. Abwärme aus Produktionsprozessen wird genutzt. Strom- und

Wärmespeicher leisten ihren Beitrag zur Netzstabilität.

Die heimische Wirtschaft profitiert von den Wertschöpfungseffekten einer dezentralen Energiegewinnung, eines aktiven Ressourcenmanagements und des Einsatzes von Effizienztechnologien. Fossile Brennstoffe werden nur für einige wenige Produktionsprozesse sowie als Notreserve höchst effizient genutzt.

Mobilität

Siedlungs- und Verkehrsentwicklung sind aufeinander abgestimmt und tragen durch die Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitsstätten und Versorgungseinrichtungen sowie die Ermöglichung kurzer Wege zum Klimaschutz bei. Die Menschen legen möglichst viele Strecken zu Fuß, mit dem Rad und mit öffentlich zugänglichen oder geteilten Verkehrsmitteln zurück. Für längere Strecken stehen flächendeckend zahlreiche umwelt- und klimafreundliche Mobilitätsangebote zur Verfügung. Die Verkehrsmittel sind lückenlos miteinander verzahnt, die Informationen sind vollständig kostenlos verfügbar. Die Mobilitätsangebote sind attraktiv, sicher und verlässlich sowie

flexibel und bedarfsgerecht ausgerichtet.

Umweltschonende und emissionsfreie Antriebe haben sich durchgesetzt. Der Straßenraum ist nahezu frei von Abgas- und Lärmbelastungen. Der private Kfz-Verkehr hat deutlich abgenommen, es dominieren Fahrzeuge im Sharing-Betrieb, die überwiegend autonom unterwegs sind. Die Systeme des autonomen Fahrens sind so ausgestaltet, dass sie wesentlich zur Einsparung von Treibhausgasen beitragen. Der Güter- und Lieferverkehr ist klimafreundlich und flächendeckend sichergestellt. .

7.3 Handlungsfelder, Ziele und Meilensteine

7.3.1 Handlungsfelder und -bereiche

Die sechs Handlungsfelder dienen der Strukturierung von Handlungsbereichen und Maßnahmen. Die Handlungsbereiche gliedern wiederum jedes Handlungsfeld in

ausgewählte thematische Bereiche, denen im Maßnahmenkatalog die passenden Maßnahmen zugeordnet sind. Insgesamt gibt es 22 Handlungsbereiche (siehe Abbildung 7.3), die teilweise auch über das ihnen primär zugeordnete Handlungsfeld hinaus wirken.

A Klimaschonend mobil	B Regionalplanung und -entwicklung	C Klimafreundlich leben
A.1 Mit Verkehrsentwicklungsplanung zum Klimaschutz beitragen	B.1 Klimaschutz und Klimaanpassung in der Regionalplanung verankern	C.1 Klimafreundlichen Lebensstil und Konsum fördern
A.2 Marktanteil des Öffentlichen Personennahverkehrs erhöhen	B.2 Entwicklung des Großraumes Braunschweig klimafreundlich gestalten	C.2 Bildung für nachhaltigen Lebensstil in allen Altersgruppen verankern
A.3 Wegeanteile des Rad- und Fußverkehr erhöhen	B.3 Ausbau erneuerbarer Energien durch Regionalplanung und entwicklung fördern	
A.4 Siedlungsentwicklung und Nahmobilität klimafreundlich gestalten	B.4 Speicherung und intelligente Steuerung von erneuerbaren Energien voran bringen	F Kommunikation, Beratung und Vernetzung
A.5 Elektromobilität und effiziente Antriebstechnik fördern		F.1 Für den Klimaschutz sensibilisieren und zum Handeln bewegen
A.6 Verbleibenden motorisierten Verkehr klimaverträglich abwickeln	E Energie- und ressourcen effiziente Wirtschaft	F.2 Umsetzung des Klimaschutzes vor Ort erleichtern und unterstützen
D Klimaschutz-Kommune	E.1 Klimabewusst und energieeffizient produzieren	F.3 Anreize für klimafreundliches Handeln in der Region schaffen
D.1 Klimabewusst planen und bauen	E.2 Kooperation für den Klimaschutz zwischen Unternehmen und anderen Akteuren ausbauen	F.4 Gemeinsame Projekt- und Kampagnenarbeit mit Schlüsselakteuren ausweiten
D.2 Verwaltungen als Klimaschutz-Vorbilder etablieren	E.3 Regionale Wertschöpfung beim Ausbau erneuerbarer Energien und durch Effizienzmaßnahmen erhöhen	F.5 Klimaschutzakteure regionsweit vernetzen

Abbildung 7.3: Handlungsfelder und ihre Handlungsbereiche

7.3.2 Quantifizierte Ziele und Meilensteine

In den Szenarien wurde deutlich, dass Energieeinsparungen und Energiegewinnung in einem engen Zusammenhang stehen. Herausforderung für die Zukunft ist es, möglichst hohe Einsparungen zu erzielen, um die benötigte Energiemenge und damit auch Auswirkungen der Energiegewinnung auf Natur, Landschaft und Bevölkerung möglichst gering zu halten. Grundlage für die **quantifizierten Ziele** und **Meilensteine** ist das Masterplanszenario, da das Referenzszenario die vorgegebenen Ziele des Masterplans deutlich verfehlt. Die nachfolgende Tabelle 7.3 enthält

die Zielwerte für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050. Zum Vergleich ist der Stand 2010 dargestellt. Die Differenz zwischen Energienachfrage und Energiegewinnung ist durch Speicher- und Verteilungsverluste bedingt, die mit dem Anstieg erneuerbarer Energien ebenfalls steigen. Die zwischenzeitlichen Steigerungen bei dem Strombedarf ergeben sich aus der zunehmenden Elektrifizierung des Verkehrs.

Tabelle 7.3: Quantifizierte Ziele beim Energiebedarf und -gewinnung sowie Treibhausgasemissionen

Zielwerte	Stand 2010	Ziel 2020		Ziel 2030		Ziel 2040		Ziel 2050	
		GWh/a	Veränd. ³⁾	Veränd.	GWh/a	Veränd.		GWh/a	Veränd.
Ziele bei der Entwicklung der Energienachfrage (Endenergie netto)									
Nachfrage Wärme ¹⁾	14.579	12.294	-16 %	10.369	-16 %	8.577	-17 %	6.091	-29 %
Nachfrage Strom ²⁾	4.838	4.523	-7 %	4.983	+10 %	5.222	+5 %	5.162	-1 %
Nachfrage Treibstoffe	9.212	8.138	-12 %	5.226	-36 %	3.184	-39 %	2.120	-33 %
Energiebedarf	28.629	24.954	-13 %	20.578	-18 %	16.983	-18 %	13.373	-21 %
Ziele bei der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien (Bruttobetrachtung)									
Solarthermie	40	273	+582 %	491	+80 %	763	+55 %	826	+8 %
Holz, Stroh	849	1.212	+43 %	1.323	+9 %	1.323	0 %	1.323	0 %
Biogas, Klärgas	882	1.597	+106 %	1.530	-4 %	1.552	+1 %	1.575	+1 %
Umweltwärme	25	74	+197 %	356	+383 %	1.176	+231 %	1.688	+44 %
Industrie-Abwärme	231	328	+42 %	412	+26 %	440	+7 %	468	+6 %
Photovoltaik	62	819	+1.221 %	2.495	+205 %	3.044	+22 %	3.257	+7 %
Wind	813	1383	+70 %	3.507	+154 %	4.727	+35 %	5.812	+23 %
Wasserkraft	44	47	+8 %	48	+1 %	48	+0 %	48	+1 %
Netto-Angebot	2.946	5.732	+95 %	10.162	+77 %	13.073	+29 %	14.998	+15 %
Ziele bei Treibhausgasemissionen in (Tsd. t CO₂-Äquivalente/a)									
Summe	8.781	6.785	-23 %	4.195	-38 %	2.265	-46 %	601	-73 %

1) ohne Strom

2) inkl. Heiz-/Wärmepumpen-Strom und E-Mobilität

3) die Veränderung in Prozent bezieht sich immer auf den vorherigen Zeitraum und ist auf ganze Zahlen gerundet, daher sind Werte wie +0 möglich

Hinweis: Die Abbildung 6.8 in Kapitel 6.3.2 stellt die Ziele grafische dar.

Die Ziele bei der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien sind in Kombination zu betrachten, dies gilt insbesondere beim Strom. So könnte zum Beispiel ein Teil des Stromertrags aus der Windenergie stattdessen aus Photovoltaik gewonnen werden, ohne das Gesamtziel bei der Stromgewinnung zu gefährden.

Um die quantifizierten Ziele beim Energiebedarf und -gewinnung sowie Treibhausgasemissionen zu erreichen, wurden für die prioritären Maßnahmen (siehe Kapitel 7.4) Meilensteine formuliert (siehe Band 3 Maßnahmen). Sie dienen dazu, die Fortschritte der Umsetzung prüfen und ggf. Anpassungen vornehmen zu können. Da der Regionalverband aufgrund seiner Zuständigkeiten nicht in allen Handlungsbereichen unmittelbar auf Energieverbräuche und erneuerbare Energien Einfluss nehmen kann, sind auch alle anderen Zielgruppen gefragt, die quantifizierten Meilensteine zu erreichen.

7.3.3 Sektorale Zielsetzung

Ausgangslage

Im Masterplanprozess ist vorgesehen, dass in einem konkreten Sektor ein eigenes Ziel gesetzt wird, das bereits bis zum Ende des Förderzeitraums im Jahr 2020 erreicht werden soll. Die Festlegung ist auch in einem Teilsektor möglich. Der Sektor sollte einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz leisten und im Zuständigkeitsbereich des Regionalverbands liegen.

Die Überprüfung der Zielerreichung erfolgt anhand von Indikatoren, die sektorrelevante übergreifende Aspekte berücksichtigen und die für alle Jahre bis 2020 sowie für die Jahre 2030 und 2050 festgelegt wurden.

Zielsetzung: Einsparung von Treibhausgasemissionen durch Erhöhung der Fahrgastzahlen im SPNV

Aufgrund der Zuständigkeit des Regionalverbandes im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs wurde der Verkehrssektor als geeigneter Sektor verwaltungsintern diskutiert und geprüft. Dabei wurde als zu betrachtender Teilsektor die Entwicklung der Fahrgastzahlen und deren Wirkung auf den Treibhausgasausstoß (THG-Ausstoß) auf vier zentralen SPNV-Strecken identifiziert.

Der Nahverkehrsplan des Regionalverbandes Großraum Braunschweig 2016 legt fest, dass auf den in Tabelle 7.4 beschriebenen Eisenbahnstrecken bis Ende 2019 das Fahrtenangebot durch Taktverdichtung erweitert werden soll. Die Ausweitung des Fahrangebotes dieser vier Strecken ist Teil der Maßnahme A.2.1 (Weiterer Ausbau des ÖPNV-Angebotes) des Masterplans (siehe Maßnahmenkatalog in Kapitel 7.4). Durch die Taktverdichtung soll ein Anreiz für Bürger geschaffen werden, vom privaten Pkw auf den ÖPNV umzusteigen.

Tabelle 7.4: Strecken mit künftiger Taktverdichtung

Strecke		Verkehrsangebot		Umstellung
Nr.		vor Umstellung	nach Umstellung	
1	Braunschweig – Uelzen (Abschnitt Braunschweig – Bad Bodenteich ¹)	Zweistundentakt mit 2 zusätzlichen Fahrten	Stundentakt	Dezember 2019
2	Braunschweig – Wolfsburg	Stundentakt mit 2 zusätzlichen Fahrten	Stundentakt mit 9 zusätzlichen Fahrten	Dezember 2017
3	Braunschweig – SZ-Lebenstedt	Stundentakt	Halbstundentakt	Dezember 2017
4	Braunschweig – Hannover (Abschnitt Braunschweig – Hämelerwald)	Stundentakt mit 6 zusätzlichen Fahrten	Halbstundentakt	Dezember 2018

1) Der im Großraum Braunschweig gelegene Teilabschnitt der Strecke ist jeweils Grundlage zur Berechnung der THG-Einsparung

Methodik zur Berechnung der Treibhausgas-einsparungen

Die THG-Einsparung durch das erweiterte Fahrtenangebot wird wie folgt ermittelt:

1. Berechnung der zu erwartenden THG-Einsparung durch Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den ÖPNV
 - Die gezählten bzw. prognostizierten Fahrgastzahlen für einen normalen Werktag (Dienstag-Donnerstag) außerhalb der Ferienzeit zwischen den jeweiligen Bahnstationen werden mit der entsprechenden Streckenlänge multipliziert, um die SPNV-Verkehrsleistung in Personenkilometer (Perskm.) pro Jahr zu erhalten.
 - Auf Basis des durchschnittlichen Pkw-Besetzungsgrades von 1,25 Personen/Fahrzeug (1,23 für 2030 gemäß Prognose und 1,26 für 2050 gemäß Trendszenario) nach WVI [2018] wird ermittelt, welcher Betriebsleistung von Pkws in Fahrzeugkilometern (Fzgkm.) pro Jahr dies entspräche.
 - Es wird angenommen, dass die zusätzlichen Fahrgäste ohne das SPNV-Angebot ein Fahrzeug des MIVs benutzt hätten. Die eingesparten Fzgkm./Jahr im Pkw-Verkehr werden mit dem Faktor 0,291 kg CO₂-Äq./Fzg.-km [Klima-Bündnis 2018] multipliziert, um den pro Jahr vermiedenen Ausstoß an CO₂-Äquivalenten zu ermitteln.
 - Die eingesparten THG-Emissionen ergeben sich für jedes Jahr aus der Differenz zum Basisjahr 2015 (siehe Tabelle 7.6).
 - Die beschriebenen Rechenschritte erfolgen für alle Jahre im Zeitraum von 2015 bis 2020, sowie für die Jahre 2030 und 2050. Anschließend werden die Einsparungen bis einschließlich zum Jahr 2020 kumuliert.

2. Berechnung des zu erwartenden zusätzlichen THG-Ausstoßes durch die **Mehrfahrten im SPNV**

- Für jede Strecke wird die Anzahl der zusätzlichen Fahrten pro Jahr mit der Streckenlänge multipliziert, um die zusätzlichen Fzgkm./Jahr zu erhalten.
- Um den Mehrausstoß an Treibhausgasen zu erhalten, werden die SPNV-Fzgkm./Jahr mit dem Faktor 5,018 kg CO₂-Äq./Fzgkm. [Klima-Bündnis 2018] multipliziert.
- Die zusätzlichen Emissionen werden ab dem jeweiligen Jahr, in dem die Taktverdichtung erfolgt, bis einschließlich 2020 kumuliert.

3. Errechnung der **Netto-Einsparung** an THG-Emissionen

- Für jede Strecke ergibt die Einsparung durch Verlagerung von MIV-Fahrten auf den SPNV abzüglich der zusätzlichen Emissionen die reale Minderung an Treibhausgasen.
- Aus der Summe der Netto-Einsparungen pro Jahr wird anschließend die gesamte THG-Minderung errechnet.

Die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Fahrgastzahlen bis 2020 wurden auf der Basis von Erfahrungswerten von Verkehrsexperten eingeschätzt. Für die Prognostizierung der Fahrgastzahlen für die Jahre 2030⁹³ und 2050⁹⁴ werden Zahlen aus dem im Rahmen des Masterplanprozesses aktualisierten Verkehrsmodell genutzt.

Eine Übersicht über die Vorgehensweisen zur Ermittlung der Personenkilometer pro Jahr im Bahnverkehr ist in Tabelle 7.5 dargestellt.

93 Basis: Prognose-Nullfall der Standardisierten Bewertungen „Braunschweig Stadtbahnausbaukonzept“ und „Weddeler Schleife“

94 Basis: Trendszenario

Ergebnisse

Im Ergebnis kann auf allen Strecken ein großer Betrag an mit dem Pkw zurückgelegten Kilometern eingespart werden. Bis Ende 2020 ergibt sich eine kumulierte Einsparung von 134 Millionen Fahrzeugkilometern (Fzghm.) Über den innerhalb der sektoralen Zielsetzung angesetzten Zeitraum hinaus ergibt sich eine noch größere Einsparung: Allein im Jahr 2050 werden – im Vergleich mit 2015 – durch den Zugverkehr auf den betrachteten Strecken 118 Millionen Fzghm. weniger mit dem Pkw gefahren. Kumulierte Zahlen

bis 2050 sind aufgrund fehlender Zwischenwerte leider nicht möglich.

Durch die **eingesparten Pkw-Fahrten** ergibt sich, abzüglich der zusätzlichen Emissionen des Eisenbahnverkehrs, die jeweilige Einsparung an Treibhausgasen. Die Einsparungen entsprechen den **Indikatoren**, anhand derer der Erfolg gemessen wird. Insgesamt erzielt der Regionalverband bis 2020 eine Reduzierung um 30.448 Tonnen CO₂-Äquivalente (siehe Tabelle 7.6 und Abbildung 7.4).

Tabelle 7.5: Vorgehensweise zur Ermittlung der Personenkilometer pro Jahr

Bezugsjahr	Strecke 1	Strecke 2	Strecke 3	Strecke 4
	Perskm./Jahr	Perskm./Jahr	Perskm./Jahr	Perskm./Jahr
2015	Zählwerte ¹⁾	Zählwerte	Zählwerte	Zählwerte
2016	Zählwerte	Zählwerte	Zählwerte	Zählwerte
2017	+3 % zu 2016			
2018	+3 % zu 2017	+15 % zu 2017 ²⁾	+15 % zu 2017 ²⁾	+3 % zu 2017
2019	+3 % zu 2018	+5 % zu 2018	+5 % zu 2018	+20 % zu 2018 ²⁾
2020	+20 % zu 2019 ²⁾	+3 % zu 2019	+3 % zu 2019	+5 % zu 2019
2030	Prognose	Prognose	Prognose	Prognose
2050	Projektion	Projektion	Projektion	Projektion

1) Geschätzte Extrapolation auf Basis von Tages-Zählwerten

2) Jahr der Umstellung der Taktung nach Tabelle 7.4

Tabelle 7.6: Indikatoren zur Überprüfung der sektoralen Zielsetzung

Jahr	Treibhausgaseinsparungen pro Jahr (t CO ₂ -Äq/a)				
	Strecke 1	Strecke 2	Strecke 3	Strecke 4	Gesamt
2015	-	-	-	-	
2016	16	1.303	111	1.436	2.866
2017	167	1.599	161	2.021	3.948
2018	322	2.758	-397	2.624	5.307
2019	482	3.343	-297	5.365	8.893
2020	-650	3.712	-234	6.606	9.434
Kumuliert bis 2020	338	12.715	-656	18.051	30.448
2030 (nicht kumuliert)	103	5.237	344	9.453	17.368
2050 (nicht kumuliert)	3.932	9.420	993	15.125	31.701

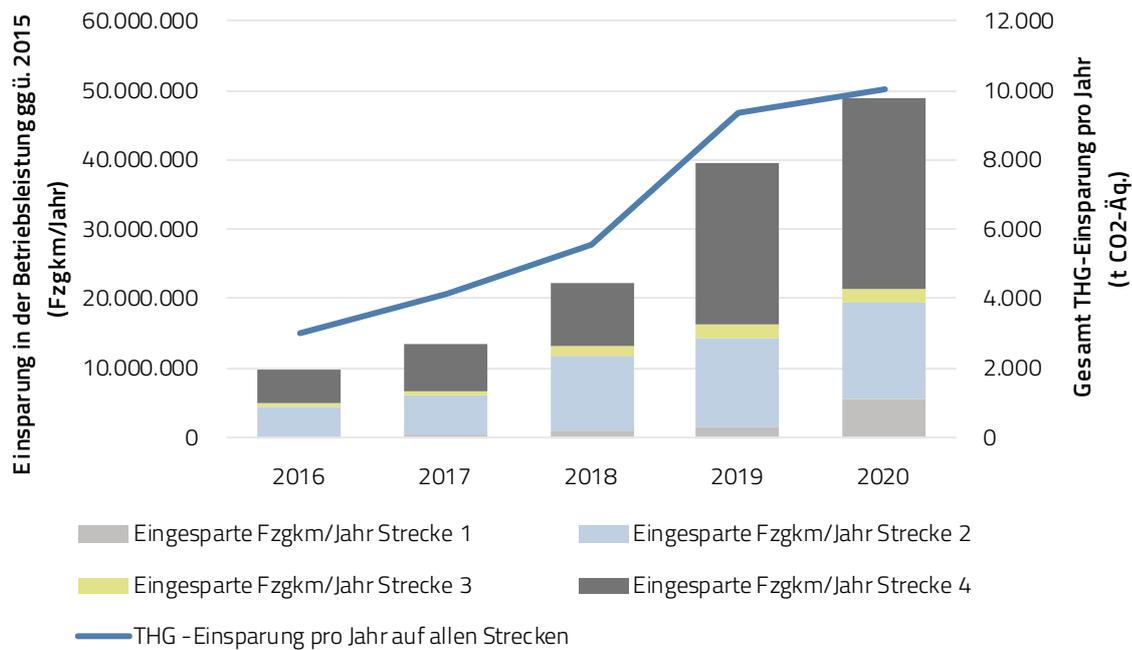


Abbildung 7.4: Darstellung der eingesparten Fzgkm./Jahr pro Strecke und der auf allen Strecken eingesparten THG-Emissionen (kumulierte Werte) bis 2020

Dabei zeigt sich, dass das Ausmaß der THG-Einsparung zwischen den verschiedenen Strecken stark schwankt. Die größten Minderungen zeigen sich auf den Strecken 2 Braunschweig – Wolfsburg und 4 Braunschweig – Hannover mit Reduzierungen um 12.715 Tonnen CO₂-Äq. bzw. 18.051 Tonnen CO₂-Äq. bis 2020.

Auf der Strecke 3 Braunschweig – SZ Lebenstedt ergibt sich, zumindest bis 2020, eine negative Treibhausgasbilanz. Dies liegt daran, dass die zusätzlichen Emissionen durch die Mehrfahrten die Einsparungen im Pkw-Verkehr zunächst überkompensieren. Für die Jahre 2030 und 2050 weisen jedoch alle Strecken positive Bilanzen auf.

Die Ergebnisse verdeutlichen zum einen die große Bedeutung des weiteren **SPNV-Ausbaus** für das Gelingen des Klimaschutzes. Zum anderen zeigen sie jedoch auch auf, dass Taktverdichtungen allein bei Weitem nicht ausreichend sind: die eingesparten Fahrzeugkilometer gleichen nicht in allen Fällen zeitnah die zusätzlichen Emissionen des Bahnverkehrs aus.

Eine große Rolle spielen die **Antriebsarten** der Eisenbahnen. Die Strecken Braunschweig – Uelzen und Braunschweig – Wolfsburg beispielsweise sind diesel-, die Strecken Braunschweig – SZ-Lebenstedt und Braunschweig-Hannover elektrobetrieben. Durch den pauschalen Emissionsfaktor aus dem Klimaschutzplaner lassen sich die antriebsartbezogenen Treibhausgasemissionen an dieser Stelle nicht weiter differenzieren.

Grundlegende Voraussetzung für eine klimagerechte Ausgestaltung des SPNV sind daher neben der **voranschreitenden Elektrifizierung bestehender Bahnstrecken** vorrangig auch die **Erhöhung des Anteils an Strom aus erneuerbaren Energien** im Bahnstromnetz sowie die Entwicklung **alternativer Antriebsarten**. Beide Ansätze stellen Bestandteile des Maßnahmenkataloges dar (siehe Kapitel 7.4.1).

Methodik zur Überprüfung der Zielerreichung

Im Laufe des Projektfortschritts wird regelmäßig die Zielerreichung überprüft. Als zu erreichende Meilensteine sind jeweils die Termine festgesetzt, zu denen die Taktverdichtungen auf den vier Strecken realisiert werden soll.

Darüber hinaus kann der Erfolg anhand folgender Indikatoren gemessen werden:

- Veränderung der Fahrgastzahlen auf den betroffenen Strecken
- Anzahl der Fahrgäste, die den ÖPNV aufgrund der Taktverdichtung als Alternative zum privaten Pkw nutzen (Fahrgastzahlungen)
- eingesparte THG-Emissionen (Rechenwert auf Basis der Fahrgastzahlen)

7.4 Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen des Masterplans sind in den nachfolgenden Kapiteln in **Übersichten** dargestellt, die jeweils nach Handlungsfeldern und -bereichen sortiert sind. Die detaillierten Maßnahmensteckbriefe sind in Band 3 Maßnahmen zu finden. Die Übersichten enthalten Angaben zur Einführung der Maßnahme sowie zu den beteiligten Akteuren und ihren jeweiligen Rollen bzw. Funktionen bei der Maßnahme (siehe Tabelle 7.7).

Wegen der Vielzahl an unterschiedlichen Akteuren sind diese in den Übersichten zu Akteursgruppen zusammengefasst (siehe Tabelle 7.8). In den Maßnahmensteckbriefen wurden die Akteursgruppen soweit möglich und bekannt konkretisiert.

Tabelle 7.7: Angaben zur Einführung der Maßnahme und Rollen/Funktionen der Akteure

Einführung der Maßnahme		Rollen/Funktionen der Akteure	
K	Kurzfristig vor 2020	I	Initiator
M	Mittelfristig 2020–2025	P	Akteure oder Partner als Beteiligte
L	Langfristig ab 2026	Z	Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Tabelle 7.8: Definition der Akteursgruppen für die Maßnahmensteckbriefe

Akteure	Zusammensetzung/Definition
Regionalverband	<ul style="list-style-type: none"> Regionalverband Großraum Braunschweig
Kommunen	<ul style="list-style-type: none"> Landkreise, Städte und (Samt-)Gemeinden im Großraum Braunschweig (Politik, Verwaltung, Eigenbetriebe)
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> Privatwirtschaftliche Unternehmen unterschiedlichster Branchen, unter anderem Energieversorgung, Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe, Maschinenbau, Automobilbranche, Wohnungswirtschaft, Banken Verbände und Kammern als Interessenvertreter im Wirtschaftsbereich sowie Gewerkschaften
Forschung & Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> Universitäten, Hochschulen, Fachhochschulen Forschungseinrichtungen von Unternehmen Private Institute
Bildung & Beratung	<ul style="list-style-type: none"> Kindertagesstätten, Kindergärten Allgemein- und berufsbildende Schulen Universitäten, Hochschulen, Fachhochschulen Beratungseinrichtungen auf lokaler, regionaler oder überregionaler Ebene, wie zum Beispiel Energieberatungen, Verbraucherzentrale, Regionale EnergieAgentur e. V. (REA), Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN), Service- und Kompetenzzentrum: Kommunal Klimaschutz (SK:KK)
Zivilgesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> Bürger, Verbraucher, private Haushalte Private Hauseigentümer, Mieter Vereine, Initiativen, Kirchen, Sozialverbände
Verkehrsträger	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsverbände, Verkehrsbetriebe
Land & Bund	<ul style="list-style-type: none"> Verwaltung und Politik des Landes Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland, unter anderem Ministerien, Fachbehörden, Eigenbetriebe

Insgesamt hat das Masterplan-Team (Masterplanmanagement und beauftragte Arbeitsgemeinschaft KoRiS | e4-Consult | Planungsgruppe Umwelt) aus der Vielzahl an Maßnahmenvorschlägen und Handlungsansätzen aus dem Beteiligungsprozess **72 Maßnahmen** ausgearbeitet und detailliert beschrieben. Wie in Kapitel 7.1 dargestellt, liegt ein Schwerpunkt bei den Wirkungsfeldern, in denen der Regionalverband selbst als Träger, Initiator oder Koordinator tätig werden kann.

Bei der Entwicklung der Maßnahmen hat das Masterplan-Team die folgenden **Kriterien** berücksichtigt:

- **Beitrag zur Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen:** Es besteht ein deutlicher und, wenn möglich, messbarer Beitrag in einem Sektor oder ein wichtiger Beitrag zu Treibhausgassenkungen in mehreren Handlungsfeldern bzw. eine hohe Multiplikatorwirkung. Letztere betrifft vor allem kommunikative und planerische Maßnahmen, bei denen die Wirkungen in der Regel nicht quantifizierbar sind.
- **Realisierbarkeit und Finanzierung:** Die Umsetzung der Maßnahme ist realistisch, das heißt beispielsweise, dass finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, Kosten über bestehendes Personal zu decken sind bzw. geeignete Fördermöglichkeiten bestehen.
- **Maßnahmenverantwortung:** Für die Umsetzung der Maßnahme ist ein Träger vorhanden oder es sind verantwortliche Akteure benannt, die die Initiative ergreifen, die Federführung übernehmen und damit die Umsetzung vorantreiben.
- **Multiplikator- bzw. Öffentlichkeitswirkung:** Die Maßnahme kann viele Akteure erreichen und ist für die Einbindung in die Kommunikationsarbeit geeignet. Sie liefert Impulse für die Entwicklung weiterer Projekte, Investitionen oder für ein dauerhaftes Engagement von Akteuren.
- **Akzeptanz bei Klimaschutz-Akteuren:** Die Maßnahme ist auf ein hohes Interesse in den Gremien und Veranstaltungen sowie im Bürgergutachten zum Masterplan gestoßen (zum Beispiel hohe Bewertung in Workshops, teilträumlichen Foren oder in den Bürgergruppen).
- **Regionale Wertschöpfung:** Die durch die Maßnahme ausgelöste, zu erwartende regionale Wertschöpfung ist hoch. Die regionale Wertschöpfung ist definiert als die Gesamtheit der Leistungen einer Region sowie dem in der Region erzeugten Nutzen, abzüglich der von anderen Regionen erbrachten Leistungen. Dabei bezieht sich der Mehrwert nicht nur auf die wirtschaftliche Wertschöpfung (zum Beispiel Schaffung von Arbeitsplätzen, Entwicklung von Technologien), sondern auch auf den Nutzen für Kommunen (zum Beispiel erhöhte Steuereinnahmen), Energieautonomie oder Umweltschutz.

24 Maßnahmen hat der Regionalverband als **prioritäre Maßnahmen** ausgewählt. Sie sollen vorrangig umgesetzt werden und erfüllen die oben genannten Kriterien besonders gut. Die Einführung soll kurzfristig erfolgen, teilweise läuft die Maßnahme oder die Vorbereitung zur Umsetzung bereits. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass Maßnahmen aus allen Handlungsfeldern und möglichst vielen Handlungsbereichen als prioritär eingestuft wurden. Die **Beschreibung der Maßnahmen erfolgt in Steckbriefen**, wobei die prioritären Maßnahmen ausführlicher beschrieben sind und alle vom Fördermittelgeber vorgegebenen Angaben enthalten, während die weiteren Maßnahmen in Kurzsteckbriefen dargestellt sind (siehe **Band 3 Maßnahmen**).

7.4.1 Handlungsfeld A: Klimaschonend mobil

Tabelle 7.9: Maßnahmen im Handlungsfeld A: Klimaschonend mobil

Legende

Einführung der Maßnahme	Rollen/Funktionen der Akteure
K Kurzfristig vor 2020	I Initiator
M Mittelfristig 2020-2025	P Akteure oder Partner als Beteiligte
L Langfristig ab 2026	Z Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld A Klimaschonend mobil	Einführung der Maßnahme	Akteure							
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund
Handlungsbereich A.1: Mit Verkehrsentwicklungsplanung zum Klimaschutz beitragen									
Prioritäre Maßnahme									
A.1.1 Klimaschutzorientierte Verkehrs- und Mobilitätskonzepte für die Region	K	I	P,Z		P		P,Z	Z	P
Maßnahme									
A.1.2 Mobilität- und Verkehrsmanagements für alle Verkehrsarten	M	I,P	I,P	I,P,Z			I,P,Z		
A.1.3. Kombination der Mobilitätsangebote	K	I	I,P,Z	I,P,Z	P		P,Z	I,P	
Handlungsbereich A.2: Marktanteil des Öffentlichen Personennahverkehrs erhöhen									
Prioritäre Maßnahme									
A.2.1 Weiterer Ausbau des ÖPNV-Angebotes	K	I,P	I,P				Z	I,P	I,P
Maßnahme									
A.2.2 Vom Tarifverbund zum Mobilitätsverbund	K	P	P				Z	I,P	P
A.2.3 Weiterentwicklung flexibler Bedienformen für den ländlichen Raum	M	I	P				Z	I,P	
Handlungsbereich A.3: Wegeanteile des Rad- und Fußverkehr erhöhen									
Prioritäre Maßnahme									
A.3.1 Qualitätsoffensive für ein optimiertes Radverkehrsnetz	K	I	I,P	P			P,Z		P
A.3.2 Abstellinfrastruktur für den Radverkehr	K	I,P	I,P	I,P			Z		
Maßnahme									
A.3.3 Attraktivitätssteigerung des Fußverkehrs	M	P	I			P	P,Z		I
Handlungsbereich A.4: Siedlungsentwicklung und Nahmobilität klimafreundlich gestalten									
Prioritäre Maßnahme									
A.4.1 Nachhaltige Siedlungsentwicklung	K	I,P	I,P,Z	P,Z				P	P,Z
Maßnahme									
A.4.2 Kommunale Mobilitätskonzepte	K	P	I	P,Z			P,Z		

Handlungsfeld A Klimaschonend mobil	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
Handlungsbereich A.5: Elektromobilität und effiziente Antriebstechniken fördern										
Maßnahme										
A.5.1 Weiterentwicklung von Elektrofahrzeugen und Fahrzeugen mit neuen Antriebsarten	M	I,P	I,P,Z	I,P,Z	I,P		Z	I,Z		
A.5.2 Konzepte für Tank- und Ladeinfrastruktur	K	P	I,P	I,P			Z		I,P	
A.5.3 Kampagne zur klimafreundliche Fuhrparkumstellung – Verwaltung als Vorbild	K	I,Z	I,P,Z	P			Z			
Handlungsbereich A.6: Verbleibenden motorisierten Verkehr klimaverträglich abwickeln										
Maßnahme										
A.6.1 Klimafreundliche Gestaltung des motorisierten Individualverkehrs	L		I,P	I,P	I		Z			I
A.6.2 Klimafreundliche Bewältigung des regionalen Güter- und Lieferverkehrs	M	I	I,P,Z	I,P,Z	P		P			I

7.4.2 Handlungsfeld B: Regionalplanung und -entwicklung

Tabelle 7.10: Maßnahmen im Handlungsfeld B: Erneuerbare Energien nutzen

Legende

Einführung der Maßnahme	Rollen/Funktionen der Akteure
K Kurzfristig vor 2020	I Initiator
M Mittelfristig 2020-2025	P Akteure oder Partner als Beteiligte
L Langfristig ab 2026	Z Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld B Regionalplanung und -entwicklung	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
Handlungsbereich B.1: Klimaschutz und Klimafolgenanpassung in der Regionalplanung verankern										
Prioritäre Maßnahme										
B.1.1 Regionale Klimaanalyse (REKLIBS)	K	I	P,Z	P,Z						P,Z
B.1.2 Klimaoptimierte Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogramms	K	I,P	P,Z							

Handlungsfeld B Regionalplanung und -entwicklung	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
Maßnahme										
B.1.3 Handlungsleitfaden Klimaschutz in der Regionalplanung im Großraum Braunschweig	K	I,P,Z	Z							
B.1.4 Klimacheckinstrument zur systematischen Berücksichtigung von Klimaaspekten in Planungsverfahren	K	I,P,Z	Z							
B.1.5 Regionalmonitoring im Bereich Klimaschutz	M	I	Z	P						P,Z
Handlungsbereich B.2: Den Großraum Braunschweig klimaschonend entwickeln und an die Folgen des Klimawandels anpassen										
Prioritäre Maßnahme										
B.2.1 Regionales Wärmekataster	K	I	P,Z	P,Z		P	Z			
Maßnahme										
B.2.2 Modellprojekt Kommunaler Innenentwicklungsfonds	K	P	I,Z			P				
B.2.3 Freiraumsicherungs- und Entwicklungskonzept	K	I	P,Z	P,Z						P,Z
B.2.4 Vorsorge für Hochwasserschutz	M	I,P,Z	P,Z	P,Z						P,Z
B.2.5 Konzepte zur Gewerbeflächenentwicklung mit Berücksichtigung von Klimaschutz und Klimafolgenanpassung	M	I	P,Z	P,Z						P,Z
B.2.6 Klimaschutz und Klimafolgenanpassung in der Landwirtschaft	M	I	P	I,P,Z	P					
Handlungsbereich B.3: Ausbau erneuerbarer Energien durch Regionalplanung und -entwicklung fördern										
Prioritäre Maßnahme										
B.3.1 Ausbau der Windenergie	K	I	I,P,Z	P,Z			P,Z			P,Z
B.3.2 Photovoltaik-Offensive: Kampagne zum Ausbau von Photovoltaik auf Dachflächen	K	I,P	I,P,Z	P,Z		P	Z			
Maßnahme										
B.3.3 Energetische Verwertung lokal anfallender biologischer Reststoffe	M		I	P,Z		P,Z				
Handlungsbereich B.4: Speicherung und intelligente Steuerung von erneuerbaren Energien voranbringen										
Maßnahme										
B.4.1 Energiespeicher – Forschung, Bedarf, Erprobung, Standortermittlung und –sicherung	M	I,P		I,P,Z		I,P	Z			
B.4.2 Netzbelastung durch fluktuierende erneuerbare Energien, intelligente Steuerung	M	I,P		I,P		I,P				

7.4.3 Handlungsfeld C: Klimafreundlich leben

Tabelle 7.11: Maßnahmen im Handlungsfeld C: Klimafreundlich leben
Legende

Einführung der Maßnahme		Rollen/Funktionen der Akteure	
K	Kurzfristig vor 2020	I	Initiator
M	Mittelfristig 2020-2025	P	Akteure oder Partner als Beteiligte
L	Langfristig ab 2026	Z	Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld C Klimafreundlich leben	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
Handlungsbereich C.1: Klimafreundlichen Lebensstil und Konsum fördern										
Prioritäre Maßnahme										
C.1.1 Unterstützung regionaler Initiativen für nachhaltigen Lebensstil	K	I	P		P			P,Z		
Maßnahme										
C.1.2 Unterstützung lokaler Selbstversorgung	M	I	P	I				P,Z		
C.1.3 Information und Motivation der Verbraucher zu nachhaltigem Konsum	K	P	I	P			P	I,P,Z		
C.1.4 Vermarktung lokal erzeugter Produkte	K		I,P	I,P				P,Z		
Handlungsbereich C.2: Bildung für nachhaltigen Lebensstil in allen Altersgruppen verankern										
Prioritäre Maßnahme										
C.2.1 Angebote für Schulen und Kitas und außerschulische Bildungseinrichtungen	K	I	I,P				I,P,Z	P,Z		
C.2.2 Klimafreundliches Mitarbeiterverhalten in öffentlichen Einrichtungen	K	I	I,P,Z				P			
Maßnahme										
C.2.3 Wettbewerbe für Schüler/Berufsschüler/Studenten	M	I	I,P	P			I,P,Z	Z		
C.2.4 Klimaschutz in der Erwachsenenbildung	M	P	I,P				I,P	I,Z		

7.4.4 Handlungsfeld D: Klimaschutz-Kommune: Energieeffizienz, Ressourcenschutz und Suffizienz

Tabelle 7.12: Maßnahmen im Handlungsfeld D: Klimaschützende Kommune

Legende

Einführung der Maßnahme	Rollen/Funktionen der Akteure
K Kurzfristig vor 2020	I Initiator
M Mittelfristig 2020-2025	P Akteure oder Partner als Beteiligte
L Langfristig ab 2026	Z Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld D Klimaschutz-Kommune: Energieeffizienz, Ressourcenschutz und Suffizienz	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
Handlungsbereich D.1: Klimabewusst planen und bauen										
Prioritäre Maßnahme										
D.1.1 Energetische Quartierskonzepte und Konzepte für dezentrale Energieversorgung	K	I	I	P,Z		P	Z			
D.1.2 „Klimaplus“-Gewerbe- oder Industriegebiete	K	I	I,P,Z	I,P,Z		P				
Maßnahme										
D.1.3 Regionale Qualitätsstandards für eine klimafreundliche Bauleitplanung	K	I	I	P,Z			Z			
D.1.4 Kommunale Innenentwicklung	K	P	I	P			P,Z			
Handlungsbereich D.2: Verwaltungen als Klimaschutz-Vorbilder etablieren										
Prioritäre Maßnahme										
D.2.1 Klimaschutzmanagements in allen Kommunen	K	I	I,Z	Z		P	Z			P
D.2.2 Sensibilisierung der Politik und Verwaltung für Klimaschutz	K	I,Z	I,Z			P				
Maßnahme										
D.2.3 Flächendeckendes Energiemanagement für öffentliche Liegenschaften	K	I,P	I,P,Z			P				
D.2.4 Energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften	K	I,P	I,P,Z			P				
D.2.5 Einführung nachhaltiger Beschaffung in Verwaltungen	K	I	I,P,Z			P				

7.4.5 Handlungsfeld E: Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft

Tabelle 7.13: Maßnahmen im Handlungsfeld E: Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft
Legende

Einführung der Maßnahme		Rollen/Funktionen der Akteure	
K	Kurzfristig vor 2020	I	Initiator
M	Mittelfristig 2020-2025	P	Akteure oder Partner als Beteiligte
L	Langfristig ab 2026	Z	Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld E Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft	Einführung der Maßnahme	Akteure							
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund
Handlungsbereich E.1: Klimafreundlich und energieeffizient wirtschaften									
Prioritäre Maßnahme									
E.1.1 Ressourceneffizienz und Konsistenz: Impulse für Unternehmen	K	P	I,P	I,P,Z		I,P			P
E.1.2 Aus- und Weiterbildung von Handwerkern in der Region	K		P	I,P,Z		I,P			
Maßnahme									
E.1.3 Bildung von Effizienz-Netzwerken in der Region	K	P	I,P,Z	P,Z		I,P,Z			
E.1.4 Vermittlung von Klimaschutzrelevanten Inhalten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung	M			I,P,Z		I,P,Z			
Handlungsbereich E.2: Regionale Wertschöpfung durch Klimaschutzmaßnahmen und -kooperationen erhöhen									
Prioritäre Maßnahme									
E.2.1 Energetische Gebäudesanierung: Nutzung von Marktchancen durch die Steigerung der Sanierungsquote	K		I,P	I,P,Z		I,P	Z		
Maßnahme									
E.2.2 Schaffung eines regionalen Klimaschutz- und Energie-Fonds	M		P	P,Z		I,P			
E.2.3 Förderung grüner Start-Ups in der Region	L		I	P,Z		I,P			

7.4.6 Handlungsfeld F: Kommunikation, Beratung und Vernetzung

Tabelle 7.14: Maßnahmen im Handlungsfeld F: Kommunikation, Beratung und Vernetzung

Legende

Einführung der Maßnahme	Rollen/Funktionen der Akteure
K Kurzfristig vor 2020	I Initiator
M Mittelfristig 2020-2025	P Akteure oder Partner als Beteiligte
L Langfristig ab 2026	Z Zielgruppe bzw. Adressaten der Maßnahme

Handlungsfeld F Kommunikation, Beratung und Vernetzung	Einführung der Maßnahme	Akteure							
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund
Handlungsbereich F.1: Für den Klimaschutz sensibilisieren und zum Handeln bewegen									
Prioritäre Maßnahme									
F.1.1 Regionales Klimaschutzportal „100 % Klimaschutz Großraum Braunschweig“	K	I	P,Z	Z		P	P,Z		
F.1.2 Aktiv in der Region für 100 % Klimaschutz – Beteiligungsformate im Masterplan-Umsetzungsprozess	K	I	P,Z	Z	Z		Z		
Maßnahme									
F.1.3 „Klimaschutzkonferenz“ für den Großraum Braunschweig	M	I	P,Z	P,Z	Z	P	Z		
F.1.4 Kreative Ansprache neuer Zielgruppen für den Klimaschutz	M	I	I,P	P,Z		P	Z		
Handlungsbereich F.2: Umsetzung des Klimaschutzes vor Ort erleichtern und unterstützen									
Prioritäre Maßnahme									
F.2.1 Beratungs- und Unterstützungsangebot für kommunale Klimaschutzprojekte	K	I	Z			P			P
Maßnahme									
F.2.2 Werbekampagnen für vorhandene Klimaschutzangebote	K	I	P			P	Z		
F.2.3 Unterstützung von Bürgerenergieprojekten	K	P	I,P	P,Z		P	P,Z		
Handlungsbereich F.3: Anreize für klimafreundliches Handeln in der Region schaffen									
Maßnahme									
F.3.1 Förderprogramm für (Leuchtturm-)Projekte in der Region	M	I	I,Z	Z	P		Z		
F.3.2 Wettbewerbe für Kommunen, Bürger und Unternehmen	M	I	I,P,Z	P,Z		I,P,Z	P,Z		
Handlungsbereich F.4: Gemeinsame Projekt- und Kampagnenarbeit mit Schlüsselakteuren ausweiten									
Maßnahme									
F.4.1 Konzeption kommunaler Kampagnen und Projekte	K	I,P	I,P,Z	Z		P	Z		
F.4.2 Adaption und Umsetzung überregionaler Kampagnen in der gesamten Region	K	I	I,P,Z	Z		I,P	Z		

Handlungsfeld F Kommunikation, Beratung und Vernetzung	Einführung der Maßnahme	Akteure								
		Regionalverband	Kommunen	Wirtschaft	Forschung & Entwicklung	Bildung & Beratung	Zivilgesellschaft	Verkehrsträger	Land & Bund	
F.4.3 Klimaschutz-Kooperation Wissenschaft und Praxis	K	I	P	P,Z		I,P	Z			
Handlungsbereich F.5: Regionsweite Vernetzung der Klimaschutzakteure fördern										
Prioritäre Maßnahme										
F.5.1 Klimaschutz-Netzwerke	K	I	P,Z	P,Z	P,Z	P,Z	P,Z			
Maßnahme										
F.5.2 Informationsangebot über Klimaschutzexperten aus der Region	K	I	P,Z	P,Z	P	I	I,P			
F.5.3 Klima-Koop-Börse: Suche und Vermittlung von Kooperationspartnern und Unterstützern	K	I	P,Z	P,Z	P		P,Z			
F.5.4 Regionales Mentoringprogramm für Klimaschutzmanagements	M	I	P,Z			P				

7.5 Ausgewählte Maßnahme für eine separate Förderung

Ausgangslage

Im Rahmen des Masterplanprozesses besteht die Möglichkeit, eine Förderung für die Realisierung einer **ausgewählten investiven Klimaschutzmaßnahme** zu beantragen, die einen besonders hohen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Antragsteller bzw. Träger kann entweder der Regionalverband Großraum Braunschweig oder eine der Kommunen im Verbandsgebiet sein.

Förderbedingung ist, dass die Maßnahme

- investiven Charakter hat,
- im Masterplan enthalten ist,
- zur Energieeinsparung beiträgt,
- eine Treibhausgasreduktion von mindestens 70 % bewirkt (Nachweis durch Fachplaner erforderlich),
- nach Ende der Förderung weitergenutzt wird,
- einen kommunalen Kontext aufweist
- und die Förderung nicht Dritten zugutekommen darf.

Weitere einschränkende Vorgabe ist hierbei, dass eine Doppelförderung durch weitere Fördermittel des Bundes nicht

zulässig ist, das heißt die Maßnahme darf nicht über die Kommunalrichtlinie des BMUB förderfähig sein oder in den Zuständigkeitsbereich eines anderen Bundesministeriums fallen. Bei Bewilligung erhält die ausgewählte Maßnahme eine 50 %-Förderung in Form einer einmaligen Zuwendung von maximal 200.000 €. Gleichzeitig muss die Umsetzung der Maßnahme innerhalb des geförderten Zeitraum des Masterplans bis Juni 2020 abgeschlossen werden.

Vorgehen

Im Großraum Braunschweig ergibt sich gegenüber anderen Masterplankommunen die Besonderheit, dass der Regionalverband über keine Liegenschaften bzw. Fuhrpark verfügt, für die diese ausgewählte Maßnahme primär gedacht ist.

Durch den regionalen Zuschnitt des Masterplanvorhabens sind auch alle dem Verbandsgebiet zugehörigen Landkreise, kreisfreien Städte und Kommunen zur Antragsstellung berechtigt.

Um bei der Eingrenzung der ausgewählten Maßnahme relevante Akteure frühzeitig einzubeziehen und um Informationen möglichst großflächig zu streuen, wurde die zusätzliche Fördermöglichkeit im Masterplan-Beirat sowie im Wissenschaftlichen Beirat diskutiert.

Die Multiplikatoren in den Beiräten waren dazu angehalten, die Information in ihren Zuständigkeitsbereichen zu streuen, um Projektideen zu sammeln. So leitete zum Beispiel der Arbeitgeberverband Region Braunschweig, Mitglied des Masterplanbeirats, einen erfolgreichen Aufruf zur Einreichung von Projektideen und -skizzen an seine Mitglieder weiter. Darüber hinaus wurden auch die Fachabteilungen des Regionalverbands einbezogen. In Absprache mit dem Projektträger Jülich erfolgte anschließend eine Prüfung der Förderfähigkeit der insgesamt zwölf entwickelten Ideen. Als besonders vielversprechend werden die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge angesehen (Tabelle 7.15).

Neben den dargestellten Maßnahmen können auch weitere innovative und übertragbare Ideen Berücksichtigung finden, wenn sie den eingangs genannten Kriterien

entsprechen. Die endgültige Auswahl und Beantragung der investiven Maßnahme wird nach Beschluss des Masterplans voraussichtlich im Jahr 2018 erfolgen. Hierzu werden mit dem Beginn der Umsetzungsphase alle Kommunen über diese Möglichkeit erneut informiert.

Die folgenden eingereichten Ideen haben sich für die ausgewählte Maßnahme als nicht förderfähig erwiesen. Um diese guten, aus dem Prozess heraus entstandenen Ideen dennoch bei der Umsetzung zu berücksichtigen, wurden die Ansätze bei der Erarbeitung des Maßnahmenkatalogs aufgegriffen und dort verankert.

Tabelle 7.15: Im Beteiligungsprozess entwickelte vielversprechende Ideen für die ausgewählte Maßnahme

Bereich	Beispiel	Besondere Herausforderung	Ideenursprung
Erneuerbare Energien	Überdachung eines öffentlichen Parkplatzes mit einer Photovoltaik-Anlage mit transparenten PV-Modulen	Regionalverband oder Kommune muss Eigentümer des Parkplatzes und alleiniger Nutzer des erzeugten Stroms sein, die Anlage muss autark sein, es darf keine Einspeisung erfolgen.	Aufruf des Arbeitgeberverbandes (enco Energie- und Verfahrens-Consult GmbH)
Liegenschaften	Demonstrationsvorhaben energiewendetaugliche Gebäudesanierung an einem Verwaltungsgebäude	Gebäude muss in kommunalem Besitz sein.	Aufruf des Arbeitgeberverbandes (AGIMUS GmbH)
Fuhrpark	Verbundprojekt mehrerer Kommunen zur öffentlichkeitswirksamen Umstellung von Dienst-Pkws auf Elektroautos, Lastenräder, E-Pedelecs und (E)Dienstfahrräder	Gemeinsamer Antrag im Verbund	Regionalverband (Masterplanmanagement)
Green-IT	Gemeinsame Beschaffung besonders energiesparender EDV-Ausstattung, ggf. ein gemeinsamer Server für mehrere Kommunen.	Erreichung der vorgegebenen Treibhausgasreduktion	Masterplan-Beirat

Tabelle 7.16: Berücksichtigung der nicht förderfähigen Ideen für die ausgewählte Maßnahme im Maßnahmenkatalog

Idee	Berücksichtigt in Maßnahme
MobilitätsApp für den Großraum Braunschweig	A.1.2 Mobilitäts- und Verkehrsmanagement für alle Verkehrsarten
Fahrradverleihsystem (ohne personenbediente Ausgabe)	A.1.3 Kombination der Mobilitätsangebote
Ladestationen für E-Fahrzeuge an Bahnhöfen	A.5.2 Konzepte für Tank- und Ladeinfrastruktur
Abwärmekataster	B.2.1 Regionales Wärmekataster
Installation einer Solaranlage auf einem prominenten Firmendach	B.3.2 Photovoltaik-Offensive: Kampagne zum Ausbau von Photovoltaik auf Dachflächen E.1.1 Ressourceneffizienz und Konsistenz: Impulse für Unternehmen

Idee	Berücksichtigt in Maßnahme
Entwicklung einer regionsweiten Klimaschutz-App	C.1.3 Information und Motivation der Verbraucher zu nachhaltigem Konsum
(Gemeinsame) ökologische Beschaffung	D.2.5 Einführung nachhaltiger Beschaffung in Verwaltungen
Förderprogramm für innovative Klimaschutzprojekte der Kommunen	F.3.1 Förderprogramm für (Leuchtturm-)Projekte in der Region

7.6 Notwendige Änderungen bundesweiter Rahmenbedingungen

Ziel aller Masterplankommunen ist eine Reduktion von Treibhausgasemissionen um 95 % bis 2050 gegenüber 1990. Wie im Masterplanszenario für den Großraum Braunschweig deutlich wird, ist selbst bei der angenommenen umfassenden Ausweitung der Klimaschutzaktivitäten in allen Sektoren **das Ziel nur sehr schwer zu erreichen**. Daher ist es umso wichtiger, dass lokale und regionale Aktivitäten durch Rahmenbedingungen auf übergeordneter Ebene begleitet und unterstützt werden.

Auch im Erarbeitungsprozess des Masterplans zeigte sich immer wieder, dass lokale Akteure in ihrem Engagement nicht selten an Grenzen oder erschwerte Bedingungen durch politische Vorgaben oder administrative oder rechtliche Festlegungen stoßen. Sie können zwar Aktivitäten vor Ort umsetzen, allerdings wird ihre Arbeit oft durch **ungünstige Rahmenbedingungen** erschwert. Weiterhin liegt es oft nicht im Einflussbereich kommunaler Akteure, die entsprechend notwendigen Voraussetzungen und Vorgaben für klimafreundliches Handeln zu schaffen. Durch das Drehen an den entsprechenden Stellschrauben könnten die Bundes- sowie Landesregierungen somit deutlich schnellere Erfolge auf dem Weg zu den Klimaschutzzielen erzielen.

Die nachfolgend genannten Anforderungen für die Anpassung der Rahmenbedingungen wurden von den Fachleuten, die am Masterplan in Veranstaltungen und Gremien mitgearbeitet haben, teilweise kontrovers diskutiert. Einigkeit bestand aber darüber, dass es für das Erreichen der Klimaschutzziele – teilweise unpopulärer – **Änderungen von Rahmenbedingungen** bedarf. Der Bund ist hier explizit gefordert, die notwendigen Rahmenbedingungen auf Bundesebene zu schaffen, auf die Europäische Union entsprechend einzuwirken und den Ländern gegebenenfalls eigene Gestaltungsräume zu ermöglichen. Gleichzeitig ist das Land Niedersachsen aufgerufen, entsprechend vorhandener Kompetenzen die notwendigen Änderungen der Rahmenbedingungen voranzutreiben.

Mobilität und Verkehr

- Stärkere Förderung von ÖPNV-Angeboten und Radverkehr durch Zuschüsse. Diese können aus den CO₂-Steuern mitfinanziert werden.
- Stärkere Förderung alternativer Antriebe:
 - Ausbau einer entsprechenden **Ladeinfrastruktur** (zum Beispiel für Strom, Wasserstoff, Gas).
 - **Besteuerung der CO₂-Emissionen** von Verbrennungsmotoren.
 - Abschaffung steuerlicher Vergünstigungen für Dieselfahrzeuge.
 - Stärkerer Druck auf die Hersteller, **alternative Antriebssysteme** in größerem Umfang anzubieten.
- Einführung eines **generellen Tempolimits auf Autobahnen** und **eines reduzierten Tempolimits auf Bundesstraßen**: Dadurch kann ohne viel Aufwand Treibstoff und CO₂ eingespart werden, der Schadstoffausstoß reduziert und die Unfallzahlen gesenkt werden. Zudem steigen die Vorteile für die E-Mobilität, wenn sehr hohe Geschwindigkeiten mit hohen Energieverbräuchen zukünftig entfallen.
- **Ausweitung und Optimierung des Maut-Systems**:
 - Einführung von City-Maut-Systemen, gestaffelt nach Fahrzeuggröße und Schadstoffklasse und Uhrzeit.
 - Weiterentwicklung des Mautsystems bei Einführung von Pkw-Maut auf Bundesstraßen und Autobahnen.
 - Erweiterung der Lkw-Maut auf 3,5 Tonnen sowie Ausweitung auf weitere Straßen.
- **Abschaffung der Entfernungs-/Pendlerpauschale** für den motorisierten Individualverkehr.

▪ **Bauleitplanung:**

- Einführung eines Nachhaltigkeits- bzw. CO₂-Zertifikats für geplante Siedlungen für die Bereiche Mobilität und Klima.
- Regionale Kooperation zur Abstimmung von Siedlungsgebieten.

Energiemarkt

- **Besteuerung fossiler Brennstoffe nach CO₂-Ausstoß:** Nahezu sämtliche Potenziale könnten einfacher erschlossen werden, wenn der **Europäische Zertifikathandel modernisiert** und CO₂-Zertifikate deutlich verknappt und verteuert würden, um Maßnahmen zur Dekarbonisierung wirtschaftlicher zu gestalten. Ein Alternative wäre die Einführung einer aufkommensneutralen CO₂-Steuer, zu der es bereits unterschiedliche Konzepte und internationale Vorbilder gibt.

▪ **Ausbau und Nutzung erneuerbarer Energien:**

- Klare Formulierung der **Ausbauziele**, sodass die gesetzten Treibhausgasminderungsziele erreicht werden und die Sektorkopplung berücksichtigt wird.
- Keine Deckelung des Ausbaus erneuerbarer Energien.
- **Überprüfung des Ausschreibungssystems für erneuerbare Energien:**

- Es sollte vermieden werden, dass über den (isoliert betrachtet) günstigsten Preis letzten Endes immer nur besonders windhöfliche Standorte in Küstennähe oder auf Bergkuppen den Zuschlag erhalten und hierdurch eine weiterhin extrem ungleiche Verteilung von Erzeugung und Nachfrage befördert wird. Dies hätte zur Folge, dass der Netzausbau- und Speicherbedarf gesteigert und zusätzliche volkswirtschaftliche Kosten verursacht werden.

- Die EEG-Novelle erschwert durch das vorgeschriebene Ausschreibungsverfahren für Energieerzeugungsanlagen die Realisierung von Bürgerenergieprojekten. Von der EU werden Möglichkeiten für Ausnahmen von der Ausschreibungspflicht gewährt, die die Bundesregierung aber nicht nutzt.

- Beibehaltung des **Einspeisevorrangs** für erneuerbare Energien
- **Ausrichtung des Strommarktdesigns** auf die Energiewende: Gaskraftwerke und Speicherkraftwerke als flexible Reserven, erneuerbare Energien als Hauptenergie, Schaffung ausreichender Stromspeicher,

entsprechende Anpassung der Stromnetze

- **Unterstützung neuer Konzepte zur Direktvermarktung**, die einen wirtschaftlichen Betrieb ohne Förderung ermöglichen: keine neuen Hemmnisse aufbauen bzw. bestehende abbauen, um Direktvermarktung zu vereinfachen, zum Beispiel keine EEG-Abgabe auf nicht EEG-geförderten Strom, keine neuen Umlagen für die Nutzung vorhandener Energieinfrastruktur.
- **Einpreisung der Subventionen** von Kernenergie und konventionellen fossilen Energien, auch unter Berücksichtigung der Kosten durch Umwelt-/Klimaschäden sowie Endlagerung
- Beschränkung der Abstandsregel um **Drehfunkfeuer der Deutschen Flugsicherung** auf das technisch nachgewiesene, bzw. im Einzelfall tatsächlich nachweisbare Störungspotenzial durch Windenergieanlagen und Verzicht auf ungenaue, pauschale Mindestabstände. Vorhandene Alternativen zum bisherigen Drehfunkfeuer sollten gefördert werden.
- **Optimierung** der derzeitigen Regelung für Stromsteuerbefreiung im Rahmen der **EEG-Ausgleichsregelung für stromintensive Unternehmen**: Die Steuerbefreiung ist an Schwellenwerte gekoppelt. Es gibt bereits ausreichend Beispiele, bei denen (prinzipiell wirtschaftliche) Energieeffizienzmaßnahmen nicht umgesetzt werden, da die betreffenden Unternehmen dann zu wenig Energie verbrauchen würden, um in den Genuss der Steuerbefreiung zu kommen. So werden zum Beispiel veraltete Maschinenparks weiterbetrieben.
- **Ausweitung des EEG auf andere Sektoren wie Brenn- und Treibstoffsektor**: Gegenwärtig wird die Energiewende im EEG einseitig über den Stromsektor und die Stromnutzer finanziert. Auch bezüglich der Finanzierung ist eine Umlegung auf alle energetischen Sektoren erforderlich. Dies ist insbesondere auch vor dem Hintergrund der künftig sukzessiven Substitution von Wärmeanwendungen durch Stromanwendungen von zentraler Bedeutung.
- Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen für **zentrale Stromspeicherung** und netzdienliche Verwendung von Überschussstrom für Power-to-Heat- und Power-to-Gas-Anwendungen: Die Speicherung von Überschussstrom ist eine der Kernvoraussetzungen für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien (im Strombereich). Intelligente Steuerung und Energie- und Lastmanagement müssen im Mittelpunkt der Energiewende stehen.

Bauen und Sanieren

- Förderung von Altbausanierungen durch Einführung von **an die Gebäudeeffizienz gebundenen Abgaben**: Die Altbausanierungsraten müssen mehr als verdoppelt werden. Ohne ein geeignetes Steuerungsinstrument wird es zu keiner signifikanten Steigerung der Gebäudesanierungsrate kommen. Hierzu bedarf es neben einer Besteuerung CO₂-intensiver Brennstoffe weiterer finanzieller Anreize. Ein Anreiz könnte eine Steuerbefreiung oder zumindest eine umfangreichere Anrechnung von Sanierungsmaßnahmen auf die Einkommenssteuer sein. Die EnEV-Vorschriften für Sanierungsmaßnahmen im Bestand sollten verschärft und durch eine wirksame Vollzugskontrolle ergänzt werden.
- **Verbot von Öl- und Gasheizungen im Neubau**: Die Szenarien im Gebäudebereich zeigen, dass fossile Energieträger nicht nur die CO₂-Bilanz massiv verschlechtern, sondern auch in hohem Maße ineffizient sind. Die geringe Wärmenachfrage im energieeffizienten Neubau kann und muss zukünftig über Umweltwärme gedeckt werden.
- **Erleichterung der Eigenversorgung mit Strom für Mieter**: Förderung bzw. Abbau von Hemmnissen bei Mieterstromkonzepten, wie zum Beispiel der Verlust der Gemeinnützigkeit von Wohnungsgenossenschaften durch wirtschaftliche Betätigung.

Bildung, Qualifizierung und Sensibilisierung

- **Integration von Klimaschutz und nachhaltigem, suffizienten Leben als wesentlichen Bildungsinhalt in die Lehrpläne aller Schulformen**: Über die Kultusministerien der Länder müssen die Konzepte der Suffizienz, des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit fächerübergreifend in den Bildungsalltag eingeführt werden.
- Verankerung von Klimaschutz in **Studien- und Ausbildungslehrplänen** aller Berufe: In allen Branchen bestehen enorme Effizienzpotenziale. Künftiges Personal, egal welcher Ebene, muss für die Belange des Klimaschutzes sensibilisiert und qualifiziert werden. Besonderer Bedarf besteht bei vielen Handwerksbetrieben, die qualifiziertes Personal benötigen, um die Herausforderungen im Gebäudebestand und Neubau bewältigen zu können.
- **Einführung verbindlicher Verbraucherinformationen** zum klimatischen Fußabdruck von Produkten, zum Beispiel in Form einer CO₂-Ampel oder von Ökobilanzen für Produkte.

Kommunen und Unternehmen

- **Kopplung von Energieaudits** in Gewerbebetrieben **an eine Umsetzungsverpflichtung** aller Maßnahmen mit einer Amortisationszeit unter 5 Jahren.
- **Verbindliche Einführung von Energiemanagementsystemen** in größeren Unternehmen und Kommunen und Entwicklung eines Anreizsystems für KMU.
- **Dauerhafte Verankerung des Klimaschutzes in kommunalen Verwaltungsablauf**: Mit der verpflichtenden Einführung eines Energiemanagements in Kommunen könnte hier ein erster Schritt gelingen. Langfristig geht es darum, die aktuelle fördermittelbasierte Auseinandersetzung mit dem Thema durch eine dauerhaft verpflichtende kommunale Aufgabe zu ersetzen.

Informationsmanagement

- **Bereitstellung von Energiedaten** für regionale Analysen: Für die einfache und verlässliche Fortschreibung von kommunalen Energiebilanzen ist die Unterstützung durch Maßnahmen auf Landes- bzw. Bundesebene erforderlich. Durch entsprechende Änderung der gesetzlichen Vorschriften (zum Beispiel Umweltinformationsgesetz, Energiestatistikgesetz, Schornsteinfegerhandwerksgesetz bzw. Kehrbuchverordnungen, Anlagenregisterverordnung) sollte dafür gesorgt werden, dass für kommunale Energiebilanzen erforderliche Daten nach einheitlichen Definitionen mit aussagekräftiger Differenzierung nach Sektoren auf Ebene der Samt- bzw. Einheitsgemeinden oder sogar Postleitzahlscharf kostenlos zur Verfügung stehen.
- **Bundesweite Vereinheitlichung der Bilanzierungsmethoden** und **kostenfreier Zugang** zum Klimaschutzplaner

8. Zivilgesellschaftlicher Prozess und Kommunikationskonzept zur Masterplan-Umsetzung

Das übergeordnete Ziel des Masterplans ist es, einen langfristigen und sich selbst tragenden zivilgesellschaftlichen Prozess anzustoßen, in dem sich viele verschiedene Akteure gemeinsam auf den Weg zu mehr Klimaschutz machen. Bereits während der Erarbeitung des Masterplans spielte daher die Akteursbeteiligung eine zentrale Rolle. Dies zeigt sich sowohl in der Vielzahl von zielgruppenspezifischen Veranstaltungen und der gewählten Gremienstruktur (siehe Kapitel 3), als auch in besonderen Maßnahmen zur direkten Einbindung von Bürgern. Maßgebliche Instrumente der Bürgerbeteiligung waren die Erstellung eines regionalen Bürgergutachtens (siehe Kapitel 3) und die anschließende Bildung eines Bürger-Beirats.

In der Umsetzungsphase treibt der Regionalverband den zivilgesellschaftlichen Prozess weiter voran und begleitet ihn. Grundlegendes Instrument zur Aktivierung von Akteuren und somit zur Bestärkung des zivilgesellschaftlichen Prozesses ist das im Folgenden beschriebene Kommunikationskonzept. Ziel ist eine regionsübergreifende und inhaltlich unterstützende Kommunikation zur Thematik Klimaschutz zu organisieren: Viele Themen machen nicht an kommunalen Grenzen halt und sind für die Städte und Gemeinden, Landkreise und kreisfreien Städte gleichermaßen von Bedeutung. Daher sollten diese Themen für die Gesamtregion betrachtet und auch kommuniziert werden.

Zu berücksichtigen ist hier insbesondere die charakteristische Ausgangssituation des Regionalverbands im Vergleich mit anderen Masterplan-Kommunen. Als regionaler Akteur agiert der Regionalverband originär auf der regionalen Ebene, weshalb die Bürger für ihn eher eine indirekte Zielgruppe darstellen. Die Öffentlichkeitsarbeit richtet sich daher insbesondere an lokale Multiplikatoren. Folglich kommt der Unterstützung der verschiedenen Klimaschutzakteure in ihrer Arbeit, der gemeinsamen Projekt- und Kampagnenarbeit, sowie der Akteursvernetzung eine große Bedeutung zu. Im Idealfall kann so eine regional abgestimmte Kommunikationsarbeit organisiert werden, welche die Klimaschutzakteure vor Ort entlastet.

8.1 Methodik zur Erarbeitung des Kommunikationskonzeptes

Grundlegend für die Erstellung des Kommunikationskonzeptes waren die Anregungen und Überlegungen aus dem Beteiligungsprozess zum Masterplan. In diesem haben alle beteiligten Akteursgruppen die Öffentlichkeitsarbeit als ein zentrales Handlungsfeld für den Regionalverband benannt. Ein breites Spektrum von Bildungs-, Informations- und Beratungsangeboten sehen sie als wichtige Voraussetzung, um die Menschen und insbesondere die Entscheidungsträger in der Region über die Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen aufzuklären und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Die generellen Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Masterplan-Beteiligungsprozess, vor allem aus dem Bürgergutachten und aus dem Netzwerktreffen der Klimaschutzmanagements und Umweltbeauftragten aus der Region stellen die Basis für das Kommunikationskonzept dar (siehe Tabelle 8.1).

Tabelle 8.1: Hinweise zum Kommunikationskonzept aus dem Beteiligungsprozess

Hinweise zum Kommunikationskonzept aus dem Beteiligungsprozess	
Zum Thema „Öffentlichkeitsarbeit“	Zum Thema „Informationsmanagement“
<p>Öffentlichkeitsarbeit für Klimaschutz breit aufstellen und positiv gestalten</p> <p>Pressearbeit aktiv gestalten und organisieren</p> <p>Wissen über lokale Aktivitäten aus dem Verbandsgebiet zugänglich machen („Was machen die Nachbarn?“)</p> <p>Erfolgsmeldungen aus der Region in die Kommunalpolitik liefern</p> <p>Räte direkt auf relevante Themen ansprechen</p> <p>Social Media stärker nutzen</p>	<p>Vorrat an Information zu verschiedenen Themen aufbauen</p> <p>Rechercheaufwand für Klimaschutzmanagements reduzieren</p> <p>Kommunen und Klimaschutzmanagements dazu auffordern, Informationen über erfolgreiche Projekte zu liefern</p> <p>Verzeichnis mit kompetenten Fachleuten aufbauen</p> <p>Vortragsverzeichnis mit einer Sammlung von Referenten und Themen aufbauen</p> <p>Überregionale Best Practices darstellen</p>
Zum Thema „Kommunale und überregionale Kampagnen“	Zum Thema „Kooperationsprojekte und Akteurseinbindung“
<p>Bisherige kommunale Kampagnen regionsweit vorantreiben</p> <p>Kommunen ansprechen, ob Interesse an einem bestimmten Format besteht</p> <p>Kommunen sollten Informationen zu eigenen Kampagnen an Klimaschutzmanagements herantragen und Unterstützungsbedarf bzw. Erfolgsfaktoren benennen</p> <p>Bewusstsein für regionale Verantwortung/Ansatzpunkte stärken</p>	<p>Vielfältige, zielgruppengerechte Bildungs-, Informations- und Beratungsangebote schaffen</p> <p>Kontakte zwischen Akteuren herstellen, Aktivitäten vernetzen</p> <p>Öffentlichkeitsarbeit mit anderen Akteuren koordinieren, zum Beispiel mit der Verbraucherzentrale</p> <p>Fertige Konzepte für Lehrpersonal anbieten</p> <p>Vielfältige (alltägliche) Beteiligungsmöglichkeiten bieten</p> <p>Attraktive Fördermittel/Anreize bieten</p>

8.2 Ziele und Prinzipien

Der hohe Stellenwert, den die Kommunikation des Klimaschutzes in der Umsetzungsphase erhält, wird auch durch das eigene Handlungsfeld F ‚Kommunikation, Beratung und Vernetzung‘ verdeutlicht (siehe Kapitel 7). Die Ziele der Kommunikationsarbeit werden darin deutlich:

- Für den Klimaschutz sensibilisieren und zum Handeln bewegen
- Umsetzung des Klimaschutzes vor Ort erleichtern und unterstützen
- Anreize für klimafreundliches Handeln in der Region schaffen
- Gemeinsame Projekt- und Kampagnenarbeit mit Schlüsselakteuren ausweiten
- Regionsweite Vernetzung der Klimaschutzakteure fördern

Grundsätzliches Bestreben der Öffentlichkeitsarbeit des Masterplanmanagements ist es daher, Wissen rund um das Thema Klimaschutz zu vermitteln, Überzeugungsarbeit für die Ziele des Masterplans zu leisten, sowie Akzeptanz

und Motivation bei möglichst vielen Akteuren in der Region für das gemeinsame Bestreiten des Weges hin zu 100 % Klimaschutz in der Region zu schaffen. Die zentralen Instrumente, um diese Ziele zu erreichen sind eine breite gesellschaftliche Beteiligung sowie die Vernetzung von Akteuren und der Erfahrungsaustausch zwischen ihnen. Darüber hinaus gilt es, Rahmenbedingungen zu schaffen, die klimafreundliches Verhalten attraktiv machen. Zur Motivation der Akteure sowie der Bürgerinnen und Bürger hilft die Entwicklung und Vermittlung einer positiven und emotionalen Kommunikation sowie einer positiven Zukunftsvision der Region.

Die wesentlichen Erfolgsfaktoren sind dabei:

- das Zusammenspiel zwischen den politischen Ebenen (Regionalverband, Verbandsglieder, kreisangehörige Städte und Gemeinden) zu verbessern,
- das Profil und die Positionierung als Masterplan-Kommune vor dem Hintergrund des regionalen Zuschnitts zu entwickeln und zu schärfen,
- Unternehmen, Wissenschaft, Bürgerinnen und Bürger zu beteiligen und Partnerschaften mit ihnen aufzubauen,

- das Thema Suffizienz und nachhaltigen Lebensstil positiv zu vermitteln,
- Strukturen langfristig zu etablieren und für die Mitarbeit attraktiv zu gestalten.

In diesem Kontext folgt die Öffentlichkeitsarbeit folgenden fünf grundlegenden Prinzipien:

- **Zielgruppenspezifisch:** An erster Stelle steht eine Abstimmung der zu kommunizierenden Botschaften auf die jeweiligen relevanten Gruppen. Jegliche Inhalte werden so aufbereitet, dass sie an die Interessen der Zielgruppe anknüpfen und so die gewünschte Aufmerksamkeit wecken.
- **Praxisbetont:** Ob ein geplantes Verhalten tatsächlich umgesetzt wird, hängt auch davon ab, wie konkret die Planungen waren. Das Vorhaben, im Allgemeinen „klimafreundlicher zu leben“ ist beispielsweise recht abstrakt, während der Plan mit dem Fahrrad zur Arbeit zu fahren direkt in die Tat umgesetzt werden kann. Daher sollen in der Kommunikation im Rahmen des Masterplans Bezüge zum Alltagshandeln hergestellt werden, indem den jeweiligen Zielgruppen konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.
- **Emotional:** Emotional besetzte Erinnerungen werden in der Regel stärker im Gedächtnis behalten, als rein sachlich vermittelte Informationen. Somit spielt die emotionale Ausgestaltung der Öffentlichkeitsarbeit für ihre Wirkung eine große Rolle. Möglichkeiten der emotionalen Einbettung von Kommunikationsinhalten ergeben sich beispielsweise aus der Verwendung von einladenden Zukunftsbildern oder durch die Methode des Storytellings. Auch die wiederkehrende Verwendung von Symbolen, Personen oder (Comic-)Figuren in der Berichterstattung kann den Wiedererkennungswert und den Grad der Identifizierung mit dem Projekt steigern.
- **Positiv:** Aus der Umsetzung einer gefühlsbetonten Kommunikation ergibt sich auch die Notwendigkeit, die eingesetzten Emotionen auszuwählen. Der Klimaschutz und die dazugehörigen Praktiken sollen nicht negativ mit Begriffen wie „Pflicht“ und „Angst“ und „Einschränkung“ assoziiert, sondern positiv besetzt werden. Daher sollen pessimistische Zukunftsentwürfe vermieden werden und der Fokus auf eine positive Darstellung alterna-

tiver Lebensentwürfe gesetzt werden. So können im Fokus der Kommunikation klimafreundlicher Lebensstile Begriffe wie „Zugewinn an Lebensqualität“, „mehr Miteinander“, „Wiederbesinnung auf das Wesentliche“, „Entschleunigung“ usw. stehen.

- **Kontinuierlich:** Das Behalten und Verinnerlichen von Inhalten wird weiterhin durch Wiederholung begünstigt. Daher soll die Kommunikation im Rahmen des Masterplans kontinuierlich erfolgen und sich auf besonders für die Zivilgesellschaft relevante Themenbereiche, wie beispielsweise einen nachhaltigen Lebensstil oder klimafreundliche Mobilität, konzentrieren. Diese Themenkomplexe können und sollen selbstverständlich in ihren verschiedenen Facetten betrachtet werden, um dauerhaft Interesse wecken zu können. Die Kernbotschaft sollte jedoch zu Beginn festgelegt und über den gesamten Kommunikationszeitraum hinweg betont werden.

8.3 Zielgruppen für die Kommunikationsarbeit des Regionalverbandes

Bei der Definition der Zielgruppen ist zu beachten, dass der Regionalverband nicht auf kommunaler, sondern auf regionaler Ebene tätig ist. Folglich steht der Aufbau eines Kommunikationsnetzwerkes von Multiplikatoren im Vordergrund. Über diese können Inhalte und Ziele des Masterplans an weitere Personen(kreise) vermittelt, sowie deren Ansichten an das Masterplanmanagement herangetragen werden. In letzter Konsequenz wird mit dieser Vorgehensweise die angestrebte Flächenwirksamkeit bzw. Streuung erreicht.

Die Gremien des Masterplanprozesses dienen dem Austausch mit verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen (siehe Abbildung 8.1). Der Masterplan-Beirat bildet die Schnittstelle zu Politik und Wirtschaft, der Bürger-Beirat fungiert als Kommunikationsweg mit der Zivilgesellschaft, und der Wissenschaftliche Beirat dient dem Austausch mit Forschung und Lehre.

Darüber hinaus spricht der Regionalverband themenspezifisch weitere Multiplikatoren in der Region an. Bereits in der Konzeptphase wurden dazu bestehende Strukturen genutzt, wie beispielsweise die Regionale Energieagentur e. V. (REA) als Sprachrohr zu Wirtschaftsverbänden

und einzelnen Unternehmen. In der Umsetzungsphase intensiviert der Regionalverband diese Vernetzung mit Schlüsselakteuren durch den Austausch mit einem größeren Kreis an Akteuren und den Aufbau von thematischen Arbeitskreisen und Netzwerken.

Von zentraler Bedeutung ist auch die Kommunikation mit kommunalen Akteuren im Verbandsgebiet. Diese unterstützt der Regionalverband bei der Umsetzung von Klimaschutzaktivitäten vor Ort. Eine große Rolle spielen dabei die Verbandsglieder, also die kreisfreien Städte und die Landkreise, die zu großen Teilen schon über Klimaschutzmanagements oder ähnliche Institutionen wie Energieagenturen verfügen und sich mit den lokalen Gegebenheiten auskennen. Sie sollen sowohl zu eigenen Aktivitäten angeregt und bei diesen unterstützt werden, als auch einen Kommunikationsweg zu den einzelnen Gemeinden in ihrem Gebiet darstellen.

Ergänzend zu dieser Schwerpunktsetzung, einen Kommunikationsfluss über Multiplikatoren aufzubauen, wird es auch Aktivitäten zur direkten Bürgeransprache geben. Diese führt der Regionalverband jedoch stets mit Kooperationspartnern vor Ort durch. Daneben stellen die politischen Gremien sowie die Verwaltungsebene des Regionalverbands (Verbandsspitze, Abteilungen Regionalentwicklung und Regionalverkehr) eine weitere Zielgruppe dar. Das Masterplanmanagement sensibilisiert diese für die hohe Bedeutung des Themas Klimaschutz und für Möglichkeiten, dieses in die Aufgaben und alltägliche Arbeit des Regionalverbands zu integrieren.

100 % Klimaschutz für die Region



Abbildung 8.1: Zusammenspiel der Akteure in der Kommunikationsarbeit zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

8.4 Kommunikationsmedien und Umsetzungsformate

In der Umsetzung des Masterplans nutzt das Masterplanmanagement verstärkt die bereits in der Erarbeitung eingesetzten Kommunikationswege und -medien (siehe Abbildung 8.2) und entwickelt neue. Im Mittelpunkt steht der Gedanke, einen Mehrwert für die Verbandsglieder des Regionalverbandes und weitere oben genannte vorrangige Zielgruppen zu leisten. Das heißt ein wichtiger Schwerpunkt liegt auf Medien und Kommunikationsformaten, die der Information, Einbindung und Vernetzung dieser Gruppen dienen, oder aber von ihnen in der Kommunikation an Bürgerinnen und Bürger weiterverwendet werden können.

Zu jedem der in Kapitel 8.2 genannten Ziele wurden im Handlungsfeld F ‚Kommunikation, Beratung und Vernetzung‘ Maßnahmen (siehe Maßnahmenkatalog in Kapitel 7.4.6) definiert. In den folgenden Übersichten (Tabelle 8.2 und Tabelle 8.3) werden die dazu passenden Wege und Instrumente der medialen und direkten Kommunikation dargestellt, die – unter anderem aufgrund der Erkenntnisse aus dem Beteiligungsprozess – für die Umsetzungsphase genutzt werden, um einen möglichst breiten Kreis an Personen zu erreichen. Dabei kann durch den Einsatz medialer Kommunikationsmittel eine größere Streuung von Information erreicht werden, während die direkte Kommunikation dem intensiveren Austausch dient.



Abbildung 8.2: Kommunikationsmedien während der Erarbeitung des Masterplans 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig

Tabelle 8.2: Wege und Instrumente der medialen Kommunikation

Kommunikationsweg	Kommunikationsinstrument
Presse/TV/Radio	<p>Kontinuierlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ insbesondere Artikel in Tageszeitungen und Fachveröffentlichungen ▪ Einladung der Lokalpresse zu Veranstaltungen ▪ Radio- und TV-Beiträge ▪ Abstimmung und Bündelung der Pressearbeit in der Region ▪ Anlassbezogene Pressekonferenzen <p>Gezieltes Platzieren von Inhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimacomic, -kolumne ▪ Berichte über gelungene Projekte, zu positiven ökonomischen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen oder zu Suffizienz-Themen ▪ Berichtsreihe: „Was macht der Klimaschutzmanager in...?“
Printmedien	<p>Information durch Flyer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebot für Kommunen und Landkreise: Bereitstellung von Flyervorlagen zur weiteren Verwendung, sowie von Flyerständen mit bereits aufbereiteten Informationen ▪ Inhalte: Angebote des Masterplanmanagements, Fördermittel für den Klimaschutz, regionsweit einsetzbare Kampagnen, vorhandene Angebote/Veranstaltungen/Veranstaltungsreihen <p>Sichtbarmachen von Angeboten durch Roll-Ups für:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ den Masterplan 100 % Klimaschutz ▪ vorhandene Angebote (Solardachatlas, Pendlerportal) ▪ Kampagnen <p>Motivationsbroschüre</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalte: Zwischenergebnisse und Motivation für die Umsetzungsphase
Website	<p>Ausbau der projekteigenen Internetseite zu einem Regionalen Klimaschutzportal</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Information über den Masterplanprozess ▪ Transparente Darstellung der Aktivitäten in der Region ▪ Sammlung relevanter Informationen für die Akteure in der Region <p>E-Learning-Module</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Webinare ▪ MOOC (Massive Open Online Course) ▪ Online-Konferenzen
Social Media	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facebook-Seite für Projektbestandteile (zum Beispiel Kreativwettbewerb) ▪ Twitter-Account zur regelmäßigen Information interessierter Kreise ▪ YouTube (zum Beispiel für Werbevideos)
Newsletter	<p>Erstellung themenspezifischer E-Mail-Newsletter, zum Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fördergelder ▪ Suffizienz ▪ Informationen für Initiativen <p>Beiträge für externe Newsletter RSS-Feed</p>

Im Rahmen der medialen Kommunikation dienen insbesondere die klassischen Kanäle Presse, Radio und Fernsehen der breiten Streuung von Informationen im Verbandsgebiet. Über die passive Wahrnehmung sollen so auch Personen erreicht werden, die nicht aktiv nach Inhalten zum Thema Klimaschutz suchen. Auf der Klimaschutzwebsite, die zu einem regionsweiten Informationsportal weiterentwickelt wird, werden für Interessierte weitergehende Informationen über das Projekt Masterplan 100 % Klimaschutz sowie regionale Klimaschutzaktivitäten und -akteure gebündelt, aufbereitet und bereitgestellt.

Zielgruppenspezifische Informationen, beispielsweise zu Fördergeldern und Veranstaltungen, wird der Regionalverband unter anderem über Flyer und E-Mail-Newsletter aktiv vermitteln. Durch die Nutzung von Social-Media-Kanälen sollen zudem weitere Zielgruppen erreicht werden. Hierbei ist die Nutzung von Kurznachrichtendiensten wie Twitter zur direkten und zeitnahen Informationsweitergabe eigener und fremder (Fach-)Informationen vorgesehen. Soziale Netzwerke wie Facebook kommen zielgerichtet und

bei Bedarf zum Einsatz (zum Beispiel Erstellung und Pflege temporärer Seiten zu aktuellen, bürgernahen Projekten).

Voraussetzung für das Agieren des Regionalverbandes auf lokaler Ebene ist die politische und personelle Unterstützung durch Kooperationspartner. Zentral für die Umsetzung der Ziele des Masterplans sind weiterhin die stetige interne Abstimmung mit den Abteilungen Regionalentwicklung und Regionalverkehr, sowie die Information der Politik. Zum Austausch mit potenziellen Kooperationspartnern und Multiplikatoren, sowie zur internen Abstimmung, bedient sich der Regionalverband hauptsächlich direkter Kommunikationswege.

Diese sind weiter aktiv und entwickeln ihre eigene Rolle im Laufe der Umsetzungsphase weiter. Geplant ist – auf Wunsch der jeweiligen Beiratsmitglieder – eine engere Verknüpfung der Beiräte beispielsweise durch die Entsendung von Vertretern des Bürger-Beirats in den Masterplan-Beirat. Zudem ist eine Einbindung des Wissenschaftlichen Beirats in den Monitoring-Prozess angedacht.

Tabelle 8.3: Wege und Instrumente der direkten Kommunikation

Kommunikationsweg	Kommunikationsinstrument
Veranstaltungen	<p>Informationsveranstaltungen für Klimaschutzakteure, zum Beispiel Kommunen (Verwaltung und Räte), Initiativen</p> <p>Veranstaltungen mit Kooperationspartnern vor Ort:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzung bestehender Formate ▪ Organisation weiterer, ansprechender Formate: Klimaaktionstag bzw. Klimaschutzwoche, Klimakonferenz, Jugendklimagipfel, Mitmach-Aktionen wie Science-Slam, DanceCube, Fahrradrakino, Schnippeldisko, Ferienpass <p>Regelmäßige Veranstaltungen für themenspezifische Netzwerke, zum Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzwerk der Klimaschutzmanagements der Region ▪ Suffizienznetzwerk ▪ Bildungsnetzwerk ▪ Mobilitätsnetzwerk <p>Exkursionen</p> <p>Beiratssitzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Masterplan-Beirat: Begleitung der Umsetzungsphase des Masterplanprozesses ▪ Bürger-Beirat: Verzahnung mit dem Masterplan-Beirat, Überprüfung der Umsetzung von Inhalten des Bürgergutachtens, weitere Ausgestaltung nach Vorstellung der Beiratsmitglieder ▪ Wissenschaftlicher Beirat: Begleitung der Umsetzungsphase des Masterplanprozesses, Monitoring und Weiterentwicklung des Masterplans

Kommunikationsweg	Kommunikationsinstrument
Individuelle Beratungs- und Austauschtreffen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Austausch des Regionalverbands mit Akteuren vor Ort und Planung weiterer Zusammenarbeit ▪ Unterstützung und Beratung für Verbandsglieder, Kommunen und Landkreise, Initiativen ▪ Tandemtreffen zum Austausch zwischen Kommunen ▪ Interne Abstimmungstreffen des Regionalverbands zur Information und zum Austausch mit Kollegen: Abteilungsrunden, Jour-fixe, themenbezogene Termine ▪ Gesprächstermine mit den Fraktionen zur Information der Politik

Eine wichtige Rolle spielen die Gremien, die auch formal Bestandteil des Masterplanprozesses sind (siehe Kapitel 3.1). Weiterhin führt das Masterplanmanagement Informationsveranstaltungen (zum Beispiel für die Wohnungswirtschaft, den Bildungssektor), sowie Vernetzungstreffen (zum Beispiel Netzwerk der Initiativen, Netzwerk der Klimaschutzmanagements) durch. Zum Austausch mit einzelnen Personen oder Institutionen, sowie für die Beratung von zum Beispiel Kommunen oder Initiativen nutzt das Masterplanmanagement individuelle Termine.

Die im vorliegenden Konzept dargelegte Einbindung einer Vielzahl von Akteuren trägt dazu bei in der gesamten Region in den unterschiedlichsten Bereichen das Thema Klimaschutz auf die Agenda zu setzen. Durch die Ansprache der Zielgruppen auf verschiedenen Wegen wird über die reine Information hinaus auch eine aktive Beteiligung Interessierter ermöglicht und befördert. So kann ein übergreifender zivilgesellschaftlicher Prozess angestoßen werden, in dem der Regionalverband primär die Funktionen der Information, Motivation und Unterstützung wahrnimmt, die Aktivitäten aber von Akteuren vor Ort getragen werden. Weiterhin versteht sich der Regionalverband als Koordinator, Vermittler und Netzwerker im Bereich Klimaschutz für die Kommunen und Landkreise im Verband.

9. Finanzierungsplan

Grundsätzliche Hinweise zur Finanzierung von Masterplan-Maßnahmen

Der **Regionalverband Großraum Braunschweig** nimmt eine Sonderrolle unter den Masterplan-Kommunen ein (siehe Kapitel 2.2). Finanzmittel stehen für die von den Verbandsgliedern übertragenen Aufgabenbereiche zur Verfügung. Bezug zum Klimaschutz und Klimaanpassung haben davon im Wesentlichen die Aufgaben in den Bereichen Regionalverkehr, Regionalplanung, verkehrsträgerübergreifende Verkehrsentwicklungsplanung und Konzepte zum regionalen Hochwasserschutz.

Die politischen Beschlüsse für den Einsatz der Finanzmittel fasst die Verbandsversammlung. Die Ausgaben für Erarbeitung, Planung und Umsetzung der Aufgaben und Projekte finanziert der Regionalverband durch eine Verbandsumlage. Diese wird von den Verbandsgliedern aufgrund ihrer Einwohnerzahl und ihrem Steueraufkommen anteilig aufgebracht. Hinzu kommen Zuweisungen des Bundes und des Landes, die zum Beispiel im Jahr 2018 mehr als das Zehnfache der Verbandsumlage ausmachen.

Zumindest anteilig finanzieren die Verbandsglieder die Maßnahmen des Regionalverbands über die Verbandsumlage, die sie in ihren Haushalten bereitstellen.

Darüber hinaus enthält der Maßnahmenkatalog Maßnahmen, für deren Umsetzung der Regionalverband nicht zuständig ist, bei denen er aber unterstützend tätig werden kann. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen sind andere Institutionen zuständig, die hierfür die entsprechenden Mittel und Eigenanteile bei geförderten Projekten aufbringen müssen.

Kosten für die Maßnahmen des Regionalverbands

Die Tabelle 9.1 zeigt alle prioritären Maßnahmen des Regionalverbands mit Kostenschätzungen, soweit sie bereits vorliegen. Außerdem ist dargestellt, welche Rolle der Regionalverband bei der Maßnahme einnimmt, bis wann sie begonnen und wie sie finanziert werden kann. Nicht genannt sind die Maßnahmen, deren Kosten bereits über vorhandene Personalkosten- oder Materialbudgets abgedeckt sind oder bei denen aufgrund des noch ungeklärten Bedarfs keine Gesamtkosten seriös zu ermitteln sind. Detaillierte Informationen zu den Maßnahmen sind den Maßnahmenblättern in Band 3 Maßnahmen zu entnehmen.

Tabelle 9.1: Übersicht zu Kosten und Finanzierung zu prioritären Maßnahmen, für die Kostenschätzungen vorliegen

Maßnahme	Einführung	Rolle Regionalverband	Kostenschätzung	Finanzierung
A.1.1: Klimaschutzorientierte Verkehrs- und Mobilitätskonzepte für die Region	bis 2020	Maßnahmen-träger	200.000 €	Haushaltsmittel Regionalverband
A.2.1: Weiterer Ausbau des ÖPNV-Angebotes <ul style="list-style-type: none"> ▪ neue Infrastrukturen für Bus- und Bahnverkehre und neue Busverkehrsleistung ▪ zusätzliche SPNV-Fahrten 	bis 2020	Maßnahmen-träger bzw. Initiator	Ca. 10 Mio. € jährlich Ca. 4 Mio. € jährlich	Mittel gemäß Zuweisung aus dem Niedersächsischen Nahverkehrsgesetz. Umlagemittel, Eigenmittel der Kommunen
A.3.1: Qualitätsoffensive für ein optimiertes Radverkehrsnetz Bsp. Neubau Radschnellwege: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Braunschweig – Wolfsburg; ▪ Braunschweig – Salzgitter Thiede ▪ Braunschweig – Wolfenbüttel 	bis 2020	Initiator	18,6 Mio. € 8,13 Mio. € 5,9 Mio. €	Richtlinie Förderung von kommunalen Radschnellwegen / Radschnellverbindungen (Niedersachsen). Förderprogramm des Bundes für den Bau von e-Radschnellwegen

Maßnahme	Einführung	Rolle Regionalverband	Kostenschätzung	Finanzierung
A.3.2: Abstellinfrastruktur für den Radverkehr <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bügelprogramm ▪ Zugangssystem Anschaffung ▪ Abstellanlage, verschiedene Größen, Kosten je Anlage 	bis 2020	Initiator	100.000 € ca. 25.000 € ab 20.000 €	Eigenmittel Baulastträger Zuschüsse Regionalverband Sonstige Drittmittel
B.1.1: Regionale Klimaanalyse (REKLIBS)	bis 2020	Maßnahmen-träger	ca. 210.000 €	50 % Förderung des BMUB über die Kommunalrichtlinie: Erarbeitung eines Klimaschutzteilkonzeptes Klimaanpassung (bewilligt)
B.2.1: Regionales Wärmekataster	bis 2020	Maßnahmen-träger	Ca. 57.000 €	Haushaltsmittel Regionalverband, Ggf. Klimaschutz-Teilkonzept Abwärme, Grundlage bereits über Masterplan gelegt.
D.2.1: Klimaschutzmanagements in allen Kommunen Kosten je Klimaschutzmanagement und Jahr	bis 2020	Initiator	Ca. 65.000 € jährlich	Fördermöglichkeit der Nationalen Klimaschutzinitiative zwischen 65 % und 90 % (Förderdauer: 3 bis 5 Jahre) je nach Haushaltslage der Kommune

Mit den prioritären Maßnahmen, zu denen Kostenschätzungen vorliegen, werden einmalige Investitionen in Höhe von ungefähr 33 Millionen € ausgelöst. Hinzu kommen jährliche Investitionen von 14 Millionen € für den weiteren Ausbau des ÖPNV-Angebotes. Hinzu kommen die Investitionen für die Abstellanlagen in Maßnahme A.3.2, die in der Tabelle mit Mindestkosten pro Anlage beziffert sind, und die Kosten für Klimaschutzmanagements (D.2.1), die in der Tabelle pro Klimaschutzmanagement und Jahr dargestellt sind. Für die meisten genannten Maßnahmen stehen Förderprogramme zur Verfügung, die die Kosten in erheblichem Umfang abdecken können. Es gibt 15 weitere prioritäre Maßnahmen, die mindestens anteilig über vorhandenes Personal abgedeckt werden, sowie zwei prioritäre Maßnahmen, deren Kosten noch nicht ermittelt werden konnten. Personalkosten für Maßnahmen, die das Masterplanmanagement umsetzt, werden bis 2020 über die Nationale Klimaschutzinitiative gefördert.

Sämtliche Maßnahmen bewirken mindestens indirekt Wertschöpfungseffekte durch Investitionen und Energieeinsparungen. Hinzu kommen weitere Investitionen mit entsprechender Wertschöpfung durch weitere 48 Maßnahmen sowie durch Maßnahmen, die erst im Rahmen der Umsetzung des Masterplans konkretisiert und umgesetzt werden.

Hinweise zu Fördermöglichkeiten für weitere Maßnahmen des Masterplans

Eine ökonomische Kostenrechnung ist nicht Gegenstand des Masterplans. Klimaschutz und Energiewende stellen gesamtgesellschaftliche Herausforderungen dar, deren Kosten volkswirtschaftlich betrachtet und den Kosten des voranschreitenden Klimawandels, den Folgekosten fossiler Energieträger und der Atomenergie sowie den Kosten im Gesundheitssystem durch klimatische Veränderungen und Luftverschmutzung gegenübergestellt werden müssten. Hier sind Land, Bund und EU gefragt, entsprechende Förderinstrumente und Anreize vorzusehen (siehe Kapitel 7.6), die eine Umsetzung notwendiger Maßnahmen auch betriebswirtschaftlich darstellbar machen.

Zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen rechnen sich unter bestimmten Voraussetzungen bereits innerhalb kurzer Zeit. Für solche Maßnahmen gibt es in der Regel keine Förderprogramme mehr oder diese laufen bald aus. Es lohnt sich daher, die Entwicklung von Förderprogrammen im Blick zu behalten, um noch kurzfristig auslaufende Programme nutzen zu können. Sind keine Fördermittel zu finden, kommt es auf eine gute Beratung an, um die Maßnahmen wirtschaftlich selbsttragend umsetzen zu können. Viele Dienstleister sind jedoch nicht ausreichend qualifiziert. Hier lohnt es sich daher, auf zertifizierte Berater zurückzugreifen. Das Internetportal www.energie-effizienz-experten.de beispielsweise bietet eine Suchmaschine für zertifizierte

zierte Energieeffizienz-Berater für die Förderprogramme des Bundes an.

Die Fördermöglichkeiten für Klimaschutzmaßnahmen sind vielfältig. Im Rahmen der **Nationalen Klimaschutzinitiative** und weiterer Programme des Bundes verwaltet der Projektträger Jülich zahlreiche Förderprogramme und bietet hierfür ebenfalls eine Suchmaschine an (www.ptj.de/suche-foerderinitiativen). Die nachfolgende Tabelle 9.2 enthält zahlreiche aktuelle Fördermöglichkeiten, die explizit für Klimaschutzmaßnahmen angeboten werden und im Großraum Braunschweig infrage kommen können (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Dabei ist zu beachten, dass Förderprogramme regelmäßig weiterentwickelt werden und sich daher Fördertatbe-

stände, -höhen und -bedingungen entsprechend ändern können. Da die Details zu den Förderrichtlinien innerhalb kurzer Zeit veraltet sein können, wird auf diese Angaben verzichtet. Dafür werden Hinweise gegeben, wo die aktuellen Förderbedingungen jeweils zu finden sind. Auch wenn die genannte Frist abgelaufen ist, lohnt sich ein Blick in die Förderprogramme, da einige jährlich neu aufgelegt werden.

Tabelle 9.2: Aktuelle Finanzierungsmöglichkeiten für Klimaschutzmaßnahmen unter Verwaltung von Projektträger Jülich (Auswahl)

Förderprogramm	Förderaspekte	Weitere Informationen	Nächste Frist
Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte	Investive Modellprojekte aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abfallbeseitigung ▪ Abwasserbeseitigung ▪ Energie- und Ressourceneffizienz ▪ Grün in der Stadt 	www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/modellprojekte	15.04.2018
Nachbarschaftsprojekte „Kurze Wege für den Klimaschutz“	Nicht-investive Vorhaben, die konkrete, umsetzungsorientierte Angebote zur Realisierung klimaschonender Aktivitäten auf Nachbarschaftsebene bzw. in Quartieren schaffen	www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/nachbarschaftsprojekte	01.05.- 01.07.2018
r+Impuls – Impulse für industrielle Ressourceneffizienz	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, prioritäre Themen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft, Kreislaufführung von Altprodukten und deren Komponenten sowie Rückführung hochwertiger Wertstofffraktionen aus Abfallströmen ▪ Steigerung der Material- und Energieeffizienz vor allem in rohstoffintensiven Produktionssystemen ▪ Recycling und Substitution von Rohstoffen mit wirtschaftsstrategischer Bedeutung für Schlüsseltechnologien und Hightech-Anwendungen ▪ Stoffliche Nutzung von CO₂ für chemische Produkte sowie zur Energiespeicherung 	www.ptj.de/projektfoerderung/fona/r+-impuls	17.07.2018

Förderprogramm	Förderaspekte	Weitere Informationen	Nächste Frist
Stadt-Land-Plus	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben: <ul style="list-style-type: none"> Regionale Kreislaufwirtschaft und Qualität des Landmanagements Verbesserter Interessenausgleich zwischen Stadt, städtischem Umland und ländlichem Raum 	www.ptj.de/projektfoerderung/fona/stadt-land-plus	26.09.2018
Energetische Biomasse-nutzung	Praxistaugliche Erprobung und Validierung von zukunftsweisenden, effizienten und kostengünstigen Technologien zur Strom-, Wärme- und gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung sowie Verfahrens- und Prozessoptimierungen mit Demonstrations- und Pilotcharakter	www.ptj.de/projektfoerderung/bioenergie	27.09.2018
Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	<ul style="list-style-type: none"> Anpassungskonzepte für Unternehmen Entwicklung von Bildungsmodulen zu Klimawandel und Klimaanpassung Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen 	www.ptj.de/projektfoerderung/massnahmen-anpassung-klimawandel	01.08.- 31.10.2018
Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050	<ul style="list-style-type: none"> „Innovationsprojekte“ dienen der Vorbereitung der Markteinführung bereits weitgehend entwickelter Technologien und Verfahren, die zum Ziel nahezu klimaneutraler Gebäude und Quartiere entscheidend beitragen können „Transformationsprojekte“ demonstrieren Pilotumsetzungen nahezu klimaneutraler Gebäude und Quartiere. Mit ihnen sollen ambitionierte Lösungsansätze in den Bereichen Neubau und Sanierung konzeptionell erarbeitet und beispielhaft umgesetzt werden. 	www.ptj.de/projektfoerderung/eneff-geb-2050	31.12.2018
Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen		Siehe Tabelle 9.3	

Die **Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen** (Kommunalrichtlinie) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative bietet zahlreiche Fördermöglichkeiten (siehe Tabelle 9.3). Die aktuelle Richtlinie gilt noch bis zum 31.12.2019 und richtet sich nicht nur an Kommunen, sondern zumindest teilweise auch an private und/oder gemeinnützige Träger.

Welche Zielgruppen und Antragsteller für die einzelnen Fördermöglichkeiten infrage kommen und welche Fördervoraussetzungen gelten, ist auf der Internetseite vom „Projektträger Jülich“ (www.ptj.de) zu finden.

Tabelle 9.3: Übersicht über Fördermöglichkeiten über die Kommunalrichtlinie

Förderprogramm	Inhalte	Nächste Frist
Einstiegsberatung	Für Kommunen, die noch am Anfang ihres Klimaschutzengagements stehen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärung der Zuständigkeiten ▪ Gestaltung und Durchführung eines partizipativen Prozesses ▪ Leitbildentwicklung ▪ erste Maßnahmenentwicklungen ▪ Entscheidungshilfe zum weiteren Vorgehen 	01.01.- 31.03.2018 01.07.- 30.09.2018 (jährlich)
Klimaschutzteilkonzepte	Themen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimagerechtes Flächenmanagement ▪ Anpassung an den Klimawandel ▪ Innovative Klimaschutzteilkonzepte ▪ Klimaschutz in eigenen Liegenschaften und Portfoliomanagement ▪ Klimafreundliche Mobilität in Kommunen ▪ Klimaschutz in Industrie- und Gewerbegebieten ▪ Erneuerbare Energien ▪ Integrierte Wärmenutzung in Kommunen ▪ Green-IT-Konzepte ▪ Klimafreundliche Abfallentsorgung ▪ Potenzialstudie zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen aus Siedlungsabfalldeponien ▪ Klimafreundliche Trinkwasserversorgung ▪ Klimafreundliche Abwasserbehandlung 	01.01.- 31.03.2018 01.07.- 30.09.2018 (jährlich)
Klimaschutzmanagement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sach- und Personalausgaben für Fachpersonal Der Masterplan dient als Fördergrundlage, ein eigenes integriertes Klimaschutzkonzept ist nicht erforderlich.	Ganz- jährig bis 31.09.2019
Energiesparmodelle und Starterpaket	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaschutzmanagement für die Ein- bzw. Weiterführung von erprobten Energiesparmodellen, wie zum Beispiel sogenannte fifty/fifty-Modelle an Kindertagesstätten, Schulen, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe sowie Sportstätten 	01.01.- 31.03.2018 01.07.- 30.09.2018 (jährlich)
Investive Klimaschutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LED-Außen- und -Straßenbeleuchtung sowie bei LED-Lichtsignalanlagen ▪ LED-Innen- und -Hallenbeleuchtung ▪ Klimaschutz bei raumlufttechnischen Anlagen ▪ Klimaschutz und nachhaltige Mobilität (verkehrsmittelübergreifender Mobilitätsstationen, Rad-Wegweisungssystemen für die Alltagsmobilität, Ergänzung vorhandener Wegenetze sowie Bau neuer Wege für den Radverkehr, Errichtung von Radabstellanlagen an Verknüpfungspunkten ▪ Klimaschutz bei stillgelegten Siedlungsabfalldeponien ▪ Klimaschutz in Rechenzentren 	01.01.- 31.03.2018 01.07.- 30.09.2018 (jährlich)

Förderprogramm	Inhalte	Nächste Frist
Klimaschutzinvestitionen in Kindertagesstätten, Schulen, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe sowie Sportstätten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sanierung der Außenbeleuchtung durch LED-Beleuchtungstechnik auf grundstückszugehörigen Außenflächen ▪ Sanierung und Austausch zentraler raumlufttechnischer Geräte unter Berücksichtigung hoher Effizienzanforderungen sowie möglichst hoher Endenergieeinsparung ▪ In Kindertagesstätten und Schulen Nachrüstung bzw. der erstmalige Einbau energieeffizienter dezentraler raumlufttechnischer Geräte ▪ Sanierung der Innen- bzw. Hallenbeleuchtung durch LED-Beleuchtungstechnik ▪ Austausch alter Pumpen durch Hocheffizienzpumpen (bei Heizung und Warmwasserzirkulation) inklusive hydraulischer Abgleich; ▪ Dämmung von Heizkörpernischen; ▪ Ersatz ineffizienter zentraler Warmwasserbereitungsanlagen gegen effiziente Warmwasserbereitung; ▪ Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung aus Grauwasser bei Sportstätten; ▪ Austausch nicht regelbarer Pumpen gegen regelbare Hocheffizienzpumpen für das Beckenwasser; ▪ Einbau einer Gebäudeleittechnik sowie Gebäudeautomation; ▪ Einbau von Verschattungsvorrichtungen mit Tageslichtnutzung (nur wenn eine aktive Kühlung bereits vorhanden ist oder ein nachweislich notwendiger Einbau einer aktiven Kühlung vermieden werden kann); ▪ Austausch von Elektrogeräten in Schul- und Lehrküchen sowie in Kitas 	<p>01.01.- 31.03.2018</p> <p>01.07.- 30.09.2018 (jährlich)</p>

Es gibt **Förderdatenbanken** im Internet, über die man selbst Fördermöglichkeiten recherchieren kann. Die Deutsche Vernetzungsstelle ländliche Räume (dvs) bietet einen umfassenden Überblick unter www.netzwerk-laendlicher-raum.de/service/foerderung-wettbewerbe/online-foerderwegweiser/. Die Förderprogramme haben nicht nur den Klimaschutz im Fokus.

Die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie listet über 80 Fördermöglichkeiten im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien auf (www.foerderdatenbank.de). Die Förderarten reichen von Beteiligung über Bürgschaft, Darlehen und Garantie bis hin zum Zuschuss. Hierzu gehören

- **Agrar- und Ernährungswirtschaft - Umwelt- und Verbraucherschutz** der Landwirtschaftlichen Rentenbank bis 30. Juni 2021 (weitere Informationen unter www.rentenbank.de): Investitionen
 - zur Senkung des Energieverbrauchs,
 - zur Minderung von Emissionen,

- in die Verarbeitung und Vermarktung ökologisch erzeugter Produkte,
- zur Verbesserung des Verbraucherschutzes und
- Investitionen in den „Urlaub auf dem Bauernhof“ oder ähnliche touristische Angebote.

- **Energie vom Land** der Landwirtschaftlichen Rentenbank bis 30. Juni 2021 (weitere Informationen unter www.rentenbank.de):
 - Investitionen zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Bioenergie,
 - Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen,
 - Windenergieanlagen,
 - Bürgerwindparks,
 - tätige Beteiligungen an Unternehmen der Bioenergieproduktion und Windenergieproduktion sowie
 - Investitionen in die Speicherung und Verteilung des Stroms vorgenannter Erzeugungsanlagen.

- **KfW-Förderprogramme** (weitere Informationen unter www.kfw.de), zum Beispiel zu
 - Energieeffizient Bauen
 - Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte energetische Quartierskonzepte und Sanierungsmanager
 - Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung
- **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)** (weitere Informationen unter www.bafa.de)
 - Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen
 - Energieberatung für Wohngebäude
 - Energieberatungen im Mittelstand
 - Energieeffizient Bauen
 - Energieeffizient Bauen und Sanieren
 - Energieeffizient Sanieren
 - Förderung von Beratungen zum Energiespar-Contracting
- **Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)** des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) bis zum 31. Dezember 2018 (weitere Informationen unter www.bafa.de): Austausch ineffizienter Altanlagen durch moderne Heizungen bei Nutzung erneuerbarer Energien in Kombination mit einer Optimierung des gesamten Heizungssystems.
- **ESF-Bundesprogramm „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern“** (Förderrichtlinie BBNE) bis 30.04.2018 (weitere Informationen unter www.bundesverwaltungsamt.de):
 - Gewerkeübergreifende Qualifizierung für energetische Bau- und Sanierungsmaßnahmen
 - Jeder Job ist grün – Zugänge und Handlungsmöglichkeiten

Der **Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)** fördert die nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raums. Über „Flächenmanagement für Klima und Umwelt“ werden die Wiedervernässung und der Erhalt von Mooren für den Umwelt- und Klimaschutz gefördert.

Auch die Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der integrierten ländlichen Entwicklung (ZILE) sieht die Möglichkeit vor, in Dorfregionen mit Dorfentwicklungsplan bei Projekten an Gebäuden die Verbesserung der Wärmedämmung bzw. die erstmalige Wärmedämmung zu fördern.

Ansprechpartner ist das Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig (www.arl-bs.niedersachsen.de). Über ELER werden auch die acht LEADER- und ILE-Regionen im Großraum Braunschweig gefördert. Die Regionen setzen unterschiedliche Schwerpunkte beim Klimaschutz, Ansprechpartner ist das jeweilige Regionalmanagement.

Der **Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)** bietet ebenfalls Fördermöglichkeiten zum Klimaschutz. Zuständig ist die Investitions- und Förderbank Niedersachsen (NBank), die zu Förderanträgen im EFRE und ESF berät und entscheidet. Die NBank verwaltet auch **weitere Programme des Landes**. Die NBank bietet auf ihrer Internetseite Informationen zu den jeweiligen Förderprogrammen und Richtlinien (www.nbank.de). Angeboten werden Förderungen für Unternehmen, Privatpersonen und Kommunen in Form von Beteiligungen, Bürgschaften, Darlehen und Zuschüssen sowie Förderberatungen.

Weitere Finanzierungsmöglichkeiten bestehen über Stiftungen (<https://stiftungssuche.de>) und Crowdfunding (www.crowdfunding.de).

10. Management-, Controlling- und Monitoringsystem

10.1 Ziele, Bausteine und Zuständigkeiten

Das Management-, Controlling- und Monitoringsystem für den Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig (im Folgenden kurz „Controlling“ genannt) baut auf dem Controllingkonzept auf, das im Rahmen der Erstellung des Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzepts (REnK-CO₂) entwickelt wurde [vgl. ZGB 2013, Kapitel 7.4]. **Ziele des Controllings** sind:

- Umsetzungsfortschritt einzelner Maßnahmen prüfen, bewerten und bei Bedarf unterstützen
- Erreichung der vereinbarten Klimaschutzziele prüfen, analysieren und bei Bedarf Maßnahmen ergreifen, um die Zielerreichung zu befördern
- Erfolge und Hemmnisse im Klimaschutzprozess identifizieren und für die Klimaschutzakteure und die Öffentlichkeit sichtbar machen
- Neue Handlungsbedarfe und Potenziale im Großraum Braunschweig ermitteln, die sich beispielsweise durch neue technische Entwicklungen, gesellschaftliche Veränderungen oder veränderte politische Rahmenbedingungen ergeben

Das Controlling dient damit als Steuerungs-, Dokumentations- und Kommunikationsinstrument und soll den effizienten Einsatz von personellen und finanziellen Mitteln sicherstellen. Das Controlling orientiert sich am Konzept des PDCA-Kreises (Akronym aus dem Englischen für „Plan, Do, Check, Act/Adjust“) des **Qualitätsmanagements** (vgl. zum Beispiel Weidner [2017]), um kontinuierlich Verbesserungen zu erzielen und den Masterplan an aktuelle Trends und geänderte Rahmenbedingungen anzupassen (siehe Abbildung 10.1):

- Plan > Planen: Zustand analysieren und Maßnahmen identifizieren
- Do > Durchführen: Erste Maßnahmen umsetzen
- Check > Überprüfen: Prozessablauf bewerten und gegebenenfalls neue Standards setzen
- Act/Adjust > Verbessern/Anpassen: Neue Standards einführen und verbreiten

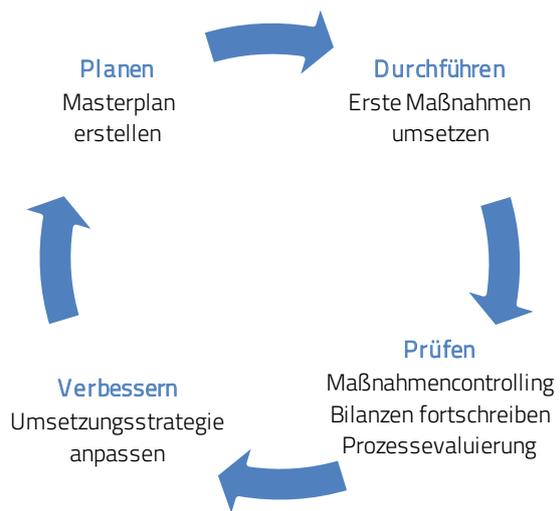


Abbildung 10.1: Qualitätsmanagement des Masterplanprozesses

Das Controlling setzt sich aus **drei Bausteinen** zusammen, dem Maßnahmencontrolling, bei dem der Umsetzungsfortschritt einzelner Maßnahmen im Vordergrund steht, der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz inklusive Klimaschutz-Benchmarking und der Prozessevaluierung, bei dem der Masterplanprozess und die Zielerreichung insgesamt in den Blick genommen wird.

Die Federführung für das Controlling übernimmt das **Masterplanmanagement**, das die verschiedenen Bausteine in Zusammenarbeit mit den Gremien des Masterplans 100 % Klimaschutz und den Maßnahmenträgern durchführt.

10.2 Maßnahmencontrolling

Die Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele hängt insbesondere davon ab, ob und inwieweit die einzelnen Maßnahmen verwirklicht werden. Das Maßnahmencontrolling bildet folglich die Basis für die weiteren Controllingbausteine und soll einen Überblick über den **Fortschritt der Maßnahmenplanung** ebenso wie über die organisatorische und finanzielle Umsetzung einzelner Maßnahmen ermöglichen. Das Masterplanmanagement dokumentiert kontinuierlich anhand einer Maßnahmenübersicht den aktuellen Arbeitsstand der Maßnahmen. Gemeinsam mit den Trägern und Beteiligten der Maßnahmen ermittelt das Klimaschutzmanagement folgende Daten:

- Beitrag zu den Klimaschutzzielen insgesamt und sektoral
- Erfüllung der jeweiligen Erfolgsindikatoren/Meilensteine der Maßnahme (siehe jeweilige Maßnahmenblätter)
- Geplante und durchgeführte Arbeitsschritte bzw. Maßnahmenbausteine (Projektverlauf)
- Beteiligte Akteure und erreichte Zielgruppen
- Eingesetzte Finanzmittel (zum Beispiel Fördermittel, Eigenmittel, Spenden)
- Eingesetzte Personalmittel (zum Beispiel eigenes Personal des Trägers, Auftragsvergaben, Ehrenamt, gegebenenfalls Anteil der Unterstützung durch das Masterplanmanagement)

Das **Masterplanmanagement** wertet die Daten aus und veröffentlicht die Ergebnisse umfassend in Klimaschutzberichten alle zwei Jahre. Ergänzend dazu erfolgt im jährlichen Turnus die Information über den Prozessfortschritt im Rahmen der Gremien sowie des Newsletters.

Das Maßnahmencontrolling soll dazu beitragen, die **Umsetzung einzelner Maßnahmen** zu unterstützen und aktiv zu begleiten. Aufgabe des Masterplanmanagements ist es daher auch, mögliche Abweichungen von der ursprünglichen Planung zu beobachten, mögliche Hemmnisse zu erkennen und – wenn möglich – abzubauen. Falls erforderlich, sind die Handlungsschritte anzupassen oder auch die Maßnahmenausrichtung zu verändern, so dass die Maßnahme möglichst gut, effektiv und zügig umgesetzt werden kann.

10.3 Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz inklusive Klimaschutz-Benchmarking

Die für den Masterplan erstellte Energie- und Treibhausgasbilanz (siehe Kapitel 4) wird im Fünf-Jahres-Rhythmus fortgeschrieben. Für die Vergleichbarkeit mit der aktuell vorliegenden Bilanz und den Vergleich mit anderen Masterplan-Kommunen nutzt der Regionalverband hierfür den **Klimaschutz-Planer** [Klima-Bündnis 2017], der ebenfalls für die aktuelle Bilanz verwendet wurde. Um kurzfristige, witterungs- oder konjunkturbedingte Schwankungen von längerfristigen Trends unterscheiden zu können und Plausibilitätskontrollen zu erleichtern, sollte dabei immer der komplette Zeitraum seit der letzten Bilanzierung abgefragt werden. Verantwortlich für die Fortschreibung ist das Masterplanmanagement, bei Bedarf wird eine externe Unterstützung hinzugezogen.

Die Fortschreibung dient der **quantitativen Bewertung** der Zielerreichung, insbesondere der vorgegebenen Treibhausgas-Reduktionsziele, sie liefert aber auch Daten für das Klimaschutz-Benchmarking und für eine im Bedarfsfall erforderliche Aktualisierung der Szenarien. Der Regionalverband veröffentlicht die Ergebnisse der Fortschreibung in den Klimaschutzberichten, in der Presse und auf dem regionalen Klimaschutzportal und macht sie damit der breiten Öffentlichkeit zugänglich.

Die Analyse wird verdeutlichen, in welchen Sektoren bereits Erfolge erzielt wurden und in welchen Handlungsfeldern die Anstrengungen intensiviert und beispielsweise neue Maßnahmen entwickelt oder Prioritäten anders gesetzt werden müssen. Insofern steht die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz im engen Zusammenhang mit dem Maßnahmencontrolling.

Auf Grundlage der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz plant der Regionalverband ein **Klimaschutz-Benchmarking** anhand der in Tabelle 10.1 aufgeführten übergreifenden Indikatoren. Die Indikatoren stammen aus dem Klimaschutz-Planer [Klima-Bündnis 2017] und beziehen sich auf die gesamte Region. Sie umfassen ausschließlich Indikatoren, die auf regionaler Ebene sinnvoll und mit vertretbarem Aufwand zu erfassen sind. Daher wird auf die Erfassung der im Klimaschutz-Planer vorgeschlagenen Indikatoren „Erneuerbare Energien Wärme“ und „Kraft-Wärme-Kopplung (Wärme)“ verzichtet. Das Benchmarking erfolgt im gleichen Rhythmus wie die Aktualisierung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz, also alle fünf Jahre.

Tabelle 10.1: Klimaschutz-Benchmarking-Indikatoren für den Großraum Braunschweig

Indikator auf Regionsebene	Erläuterung
Gesamte Treibhausgasemissionen	Gesamte Treibhausgasemissionen (mit Bundesstrommix) mit Bezug pro Einwohner
Treibhausgasemissionen Private Haushalte	Treibhausgasemissionen im Sektor Private Haushalte (mit Bundesstrommix) mit Bezug pro Einwohner
Erneuerbare Energien Strom	Anteil Stromerzeugung lokale Anlagen (nur erneuerbare Energien) an Gesamtstromverbrauch
Energieverbrauch Private Haushalte	Endenergieverbrauch des Verbrauchssektors Private Haushalte mit Bezug pro Einwohner
Energieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Endenergieverbrauch des Verbrauchssektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, sonstige mit Bezug pro Beschäftigten
Modal-Split	Anteil Fahrrad, zu Fuß, ÖPNV, motorisierter Individualverkehr
Energiebedarf motorisierter Individualverkehr	Endenergieverbrauch von Pkws und motorisierten Zweirädern mit Bezug pro Einwohner (Hinweis: Nutzung des Verkehrsmodells des Umweltbundesamtes aus der jährlichen Aktualisierung des Klimaschutz-Planers auch für das Jahr 2015, die durch den verkehrlichen Fachbeitrag vorliegenden differenzierten Daten [WVI 2018] eignen sich nicht für das Benchmarking)

Quelle: Klima-Bündnis 2017 (Klimaschutz-Planer)

Die im Klimaschutz-Planer vorgeschlagenen **kommunal-spezifischen Indikatoren** (siehe Tabelle 10.2) können die einzelnen Kommunen im Verbandsgebiet ebenfalls für ihre kommunalen Klimaschutzaktivitäten nutzen.

Im Rahmen des Netzwerks der kommunalen Klimaschutzmanagements (siehe Maßnahme F.5.1 im Band 3 Maßnahmen) kann das Klimaschutz-Benchmarking auf kommunaler Ebene weiterentwickelt werden.

Tabelle 10.2: Ergänzende Indikatoren für die kommunalen Verwaltungen

Indikator	Erläuterung
Treibhausgasemissionen kommunale Einrichtungen	Treibhausgasemissionen (mit Bundesstrommix) der kommunalen Einrichtungen pro Einwohner
Kraft-Wärme-Kopplung (Wärme)	Anteil der KWK-Wärme der städtischen Einrichtungen am gesamten Wärmeendenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen
Straßenbeleuchtung	Endenergieverbrauch der Straßenbeleuchtung pro Einwohner
Kommunale Pkw-Flotte	Mittlere spezifische Treibhausgasemissionen der kommunalen Pkw-Flotte
Energiekennwert Schulen, Kindergärten und Sporthallen	Endenergieverbrauch der Schulen, Kindergärten und Sporthallen pro Bruttogeschossfläche
Energiekennwert Verwaltungsgebäude	Endenergieverbrauch von kommunalen Verwaltungsgebäuden pro Bruttogeschossfläche

Quelle: Klima-Bündnis 2017 (Klimaschutz-Planer)

10.4 Prozessevaluierung

Die Prozessevaluierung bewertet die Zusammenarbeit der Akteure im Masterplanprozess und nimmt die Erfolge und Probleme bei der Umsetzung des Masterplans **qualitativ** in den Blick.

Hierfür nutzt die Evaluierung die Erkenntnisse aus dem Maßnahmencontrolling, der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz und dem Klimaschutz-Benchmarking. Für die qualitative Bewertung stehen darüber hinaus folgende **Fragen** im Mittelpunkt:

- Konnten weitere Interessierte und Aktive für den Klimaschutz gewonnen werden?
- Gelingt es, die Sensibilität und Wahrnehmung in der Bevölkerung, Politik und bei weiteren Adressaten für den Klimaschutz zu erhöhen?
- Fanden in Politik und Verwaltung die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung in Entscheidungen und Beschlüssen Berücksichtigung?
- Inwieweit konnten die Arbeitsstrukturen im Sinne eines effizienten regionalen Klimaschutzes verbessert werden?
- Welche neuen Projekte sind aus der Zusammenarbeit im Rahmen des Masterplans entstanden? Konnten Synergieeffekte in der Region genutzt werden?

Die Prozessevaluierung soll zum einen begleitend in den Beiräten und Netzwerken erfolgen und kann durch (Online-)Umfragen bei den Klimaschutz-Akteuren unterstützt werden. Wichtigstes Werkzeug der Prozessevaluierung werden jedoch die **Bilanzwerkstätten** sein, die alle fünf Jahre jeweils nach der Veröffentlichung der Fortschreibung der Bilanzen stattfinden sollen. Der Teilnehmerkreis setzt sich aus Vertretern der Beiräte, Maßnahmenträgern, dem Masterplanmanagement bzw. dem Regionalverband sowie weiteren für den bisherigen Prozess wichtigen Akteuren zusammen. Auf Grundlage der Ergebnisse des Maßnahmencontrollings und der Fortschreibung der Bilanzen bewerten die Teilnehmenden in den Bilanzwerkstätten den Entwicklungsfortschritt innerhalb des Masterplanprozesses qualitativ.

Darüber hinaus sollen es die Werkstätten auch ermöglichen, sich über aktuelle Trends und veränderte Rahmenbedingungen im Klimaschutz auszutauschen. Hierzu werden entsprechende fachliche Impulse vorgesehen.

Die Organisation der Werkstätten ist Aufgabe des Masterplanmanagements bzw. des Regionalverbandes. Da bei den Bilanzwerkstätten auch die Arbeit des Regionalverbands mit Blick auf den Klimaschutz diskutiert werden soll, ist eine externe Moderation der Bilanzwerkstätten sinnvoll.

Die Ergebnisse kommuniziert der Regionalverband über Presseartikel, das regionale Klimaschutzportal und die Klimaschutzberichte. Wie oben beschrieben, sollen die Bilanzwerkstätten im gleichen Rhythmus wie die Fortschreibung der Bilanzen erfolgen, um deren Ergebnisse jeweils einbeziehen und reflektieren zu können. Die erste Bilanzwerkstatt soll allerdings bereits zum Ende des Masterplan-Förderzeitraumes 2020 stattfinden, um die Förderphase des Masterplans evaluieren zu können.

Ergänzend nutzt das Masterplanmanagement für die Prozessevaluierung das **Aktivitätsprofil** aus dem Klimaschutz-Planer [Klima-Bündnis 2017]. Damit ist es möglich, die in Abbildung 10.2 dargestellten Aktionsfelder zu den Themenbereichen Klimapolitik, Energie, Verkehr, Abfallwirtschaft und Klimagerechtigkeit zu visualisieren und für ein qualitatives Benchmarking zu nutzen.

Jeder Indikator lässt sich durch vier Stufen von „Anfangsstadium“ (1, ganz innen) bis „Spitzenreiter“ (4, ganz außen) bewerten. Exemplarisch für die Aussagekraft eines solchen Aktivitätsprofils ist in Abbildung 10.2 einer angenommenen Ausgangssituation (alle Indikatoren auf 1) ein deutlicher Fortschritt in der Ausweitung der Aktivitäten in den unterschiedlichen Bereichen gegenüber gestellt. Die Aktualisierung des Aktivitätsprofils erfolgt nach dem Ausgangsjahr 2018 im Rahmen des Klimaschutzberichtes im zweijährigen Turnus (siehe Kapitel 10.5).

Im Ergebnis soll die Evaluierung zu praxisorientierten **Handlungsempfehlungen** zur Optimierung des Umsetzungsprozesses und bei Bedarf zur Anpassung der Umsetzungsstrategie führen. Die zentralen Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen werden in den Fachausschüssen für Regionalentwicklung und Regionalverkehr des Regionalverbandes vorgestellt und beraten. Daraus resultierende Maßnahmen werden gegebenenfalls der Verbandsversammlung zur Beschlussfassung vorgelegt.

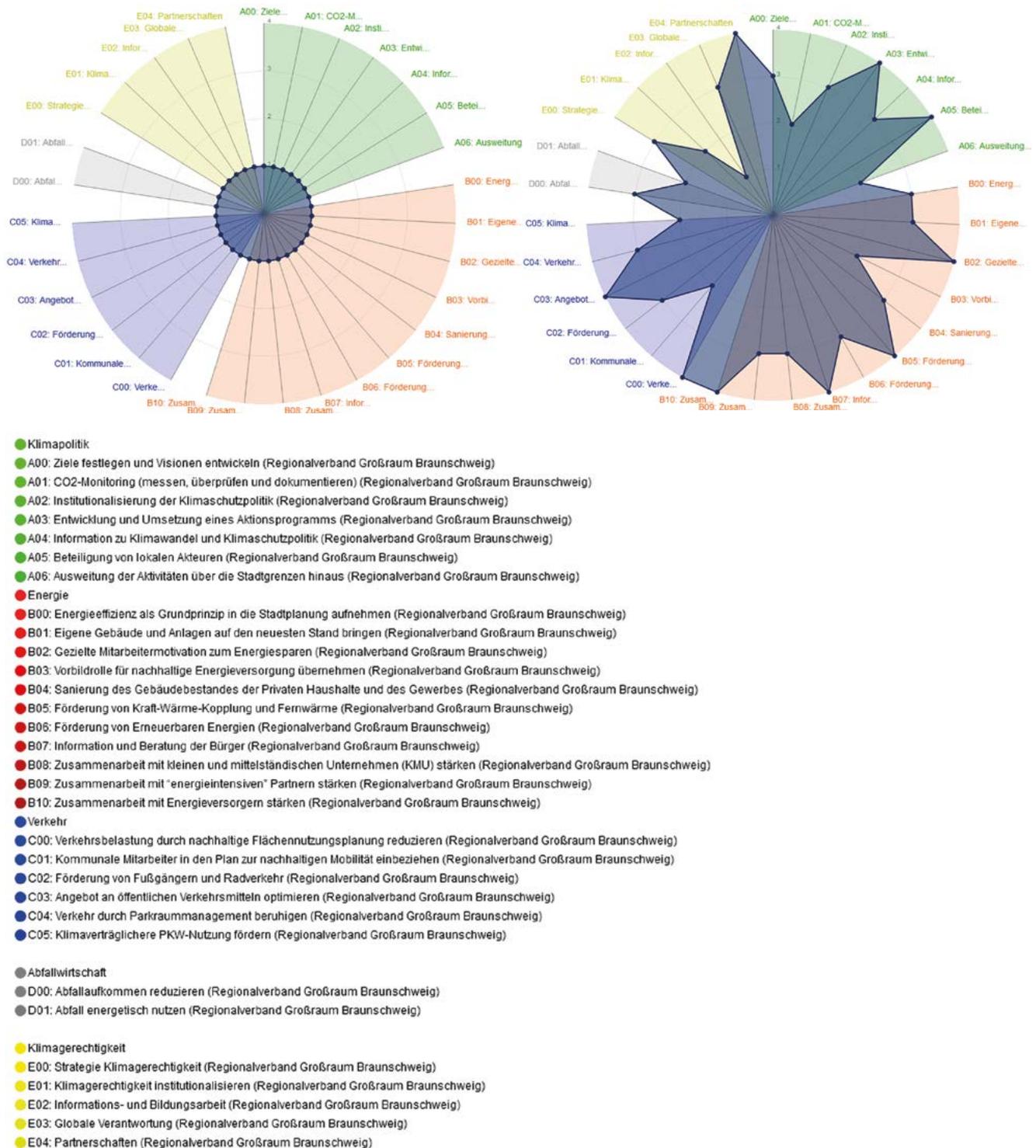


Abbildung 10.2: Beispielhafte Auswertung des qualitativen Benchmarkings im Klimaschutz-Planer (von links: Ausgangssituation, Zwischenwerte Projektfortschritt)

10.5 Dokumentation, Zeitplan und weitere Empfehlung

Das Controlling erfolgt parallel zur Umsetzung und beginnt folglich zeitgleich mit der Umsetzung erster Maßnahmen. Dabei haben die verschiedenen Controllingbausteine unterschiedliche **Rhythmen**: Das Maßnahmencontrolling erfolgt kontinuierlich, während für die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanzen und die Prozessevaluierung größere Abstände sinnvoll sind (siehe in der Übersicht in Abbildung 10.3).

Die Ergebnisse des Controllings wird das Masterplanmanagement alle zwei Jahre in **Klimaschutzberichten** sowie jährlich in Kurzberichten dokumentieren und auf diese Weise in kompakter Form der Öffentlichkeit zugänglich machen. Der erste Klimaschutzbericht wird 2020 erstellt, um die Evaluierung der Masterplan-Förderphase und die Ergebnisse der ersten Bilanzwerkstatt einzubeziehen.

Die Kommunikation zum Controlling ist eng mit der **Öffentlichkeitsarbeit** zum Masterplan (siehe Kommunikationskonzept in Kapitel 8) verknüpft. So sollen die Erkenntnisse aus dem Controlling sowohl in der Presse und über das regionale Klimaschutzportal veröffentlicht als auch in die Beiräte zum Masterplan und Gremien des Regionalverbandes eingespeist werden. Das erhöht die Transparenz für Maßnahmenträger und Beteiligte aus Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, motiviert die Engagierten und kann neue Interessenten für Klimaschutzaktivitäten im Großraum Braunschweig gewinnen.

Mittelfristig ist zu empfehlen, überregional bekannte und genutzte Instrumente für das Controlling zu nutzen. Besonders geeignet ist der **European Energy Award (eea)**, ein Qualitätsmanagementverfahren, an dem sich aktuell europaweit mehr als 1.400 Kommunen beteiligen, davon rund 260 Städte und Gemeinden sowie 45 Landkreise in Deutschland. Über den Award können Kommunen ihr Engagement im Klimaschutz mess- und sichtbar machen und ein öffentlichkeitswirksames Zeichen für ihre Aktivitäten setzen.

Die Anerkennung erfolgt stufenweise. Kommunen, die am European Energy Award teilnehmen sind zunächst eea-Partner. Wenn die Kommune die Hälfte oder mehr der für sie erreichbaren Punkte erzielt, wird sie zum „Partner mit Auszeichnung“. Bei 75 oder mehr Prozent erhalten sie die Auszeichnung „eea-Gold“, die regelmäßig überprüft wird.

Bislang beteiligen sich keine Kommunen aus dem Großraum Braunschweig am eea, auch im Land Niedersachsen ist die Beteiligung bislang vergleichsweise gering. Der Regionalverband kann in diesem Bereich die **Initiative** ergreifen und eea-Prozesse zunächst vorrangig bei den Verbandsgliedern, also auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte, als weiteres geeignetes Qualitätsmanagementverfahren anregen. Hierfür bietet sich das Netzwerk „Kommunen“ an, welches das Masterplanmanagement derzeit im Rahmen der Maßnahme F.5.1 (Klimaschutz-Netzwerke) aufbaut.



Abbildung 10.3: Controlling-Zeitplan (bis 2030)

11. Fazit und Ausblick

Der Regionalverband Großraum Braunschweig stellt sich der **Herausforderung**, bis 2050 seine Treibhausgasemissionen um 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren sowie seinen Endenergieverbrauch im selben Zeitraum zu halbieren. Mit der Erarbeitung und Umsetzung des vorliegenden Masterplans leistet er seinen Beitrag zum Erreichen dieser Ziele. Die Struktur des Großraums Braunschweig bildet hinsichtlich der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur gut die bundesdeutschen Verhältnisse im Kleinen ab.

Unter den Masterplan-Kommunen 2016 ist der Regionalverband Großraum Braunschweig als einziger Teilnehmer ausschließlich auf regionaler Ebene tätig. Dies ermöglicht Erkenntnisse zur Implementierung des Klimaschutzes im regionalen bzw. großräumigen Kontext. Dieser übergreifende Ansatz bietet eine große Chance, um überörtliche Themen anzugehen, die sich der alleinigen Zuständigkeit der Kommunen entziehen. Im Falle des Regionalverbandes sind dies insbesondere die Regionalplanung und der öffentliche Personennahverkehr, die für das gesamte Verbandsgebiet bearbeitet werden.

Gleichzeitig ist die Trägerschaft des Masterplans durch den Regionalverband eine Herausforderung, da die mit dem Masterplan durch den Regionalverband beschlossenen Klimaschutzziele nicht bindend für die verbandsangehörigen Kommunen sind. Am Ende des Erarbeitungsprozesses steht mit dem Masterplan 100 % Klimaschutz eine regionale Klimaschutzstrategie, die als Grundlage für Klimaschutzaktivitäten im gesamten Verbandsgebiet dienen kann und sollte.

Der Regionalverband ist aufgrund der Größe des Verbandsgebietes und seiner Pflichtaufgaben im Bereich Regionalverkehr und Regionalplanung gut geeignet, koordinierende, vernetzende und steuernde Aufgaben im Klimaschutz zu übernehmen. Das beim Regionalverband eingerichtete Masterplanmanagement agiert daher in Zukunft verstärkt als Katalysator eines regionsweiten Klimaschutznetzwerks sowie als Dienstleister für die Kommunen.

Weiterhin vertritt es das gesamte Verbandsgebiet und damit die einzelnen Kommunen in überregionalen Netzwerken, wie beispielsweise dem Netzwerk der 100 %-Erneuerbare-Energie-Regionen. Auch die Aufgaben des Regionalverbandes als Träger der Regionalplanung und Aufgabenträger für den öffentlichen Personenverkehr auf Straße und Schiene sowie die Aufgabe der Verkehrsentwicklungsplanung im Großraum Braunschweig bieten wichtige Ansatzpunkte zur aktiven Gestaltung des Klimaschutzes in der Region.

Im **Beteiligungsprozess** kam das Masterplanmanagement mit vielen Zielgruppen im Verbandsgebiet ins Gespräch und diskutierte gemeinsam mit den Beteiligten, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die ehrgeizigen Klimaschutzziele zu erreichen. Darüber hinaus kamen aus den Beiräten zum Masterplan wichtige Anregungen zur Ausgestaltung inhaltlicher Schwerpunkte sowie des Prozesses. Insbesondere der Wissenschaftliche Beirat lieferte, im Rahmen einer gesonderten Arbeitsgruppe, hilfreiche Einschätzungen und Know-how für die Berechnung der Szenarien des verkehrlichen Fachbeitrages.

Primäre **Zielgruppen** der Planungen des Regionalverbandes sind die Kommunen und weitere Multiplikatoren. Die Bevölkerung ist vor allem indirekt eine wichtige Zielgruppe, da sie über die primären Zielgruppen erreicht wird. Das Bürgergutachten beispielsweise diente der Einbeziehung der Bevölkerung in den Prozess. Es stellt sicher, dass die Bürgersicht bei der Planung von Klimaschutzaktivitäten berücksichtigt wird und ist als Grundlage für die weitere Ansprache und den Einbezug der Bevölkerung geeignet.

Mit der nach Verbrauchssektoren und Energieträgern differenzierten **Energie- und Treibhausgasbilanz** wurde der Grundstein für die Identifikation von wichtigen Handlungsfeldern und Zielgruppen sowie für ein längerfristiges regionales Monitoring gelegt. Insbesondere aus den zusätzlich erstellten kommunalen Teilbilanzen lassen sich Anknüpfungspunkte für lokale Handlungsstrategien ableiten.

Bezogen auf die Gesamtbilanz ermöglicht der Vergleich der Werte von 2015 mit den Zahlen aus der bereits im Jahr 2010 erarbeiteten Bilanz bereits Aussagen über den **Fortschritt** in der Region: Seit 2010 ist der Endenergieverbrauch auf Verbandsebene um 5 % zurückgegangen, die Treibhausgasemissionen sind – vor allem wegen des deutlich angestiegenen Anteils erneuerbarer Energien bei der lokalen Stromerzeugung – sogar um 12 % und damit deutlich stärker als im Bundesdurchschnitt gesunken.

Dass es zur Erreichung der Klimaschutzziele in 2050 noch ein weiter Weg ist, zeigen **Potenzialanalyse und Szenarien**. Zum einen geht daraus hervor, dass es grundsätzlich ausreichend Potenziale gibt, um die energetische Versorgung des Großraums (ausgenommen der Großindustrie) mit erneuerbaren Energien sicherzustellen. Zum anderen verdeutlicht die Gegenüberstellung des Referenzszenarios („weiter wie bisher“) und des Masterplanszenarios („was muss getan werden, um Zielwerte 2050 zu erreichen?“), wie wichtig zusätzliche Anstrengungen sind, um die Lücke zwischen beiden zu schließen. Die **Effizienzpotenziale** reichen bei unveränderten Rahmenbedingungen – insbesondere in Kombination mit zusätzlichen Suffizienzmaßnahmen – in allen Sektoren aus, um das Ziel der Halbierung des Energieverbrauchs zu erreichen. Ziel muss es sein, den durch Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen bereits weitgehend reduzierten Energiebedarf möglichst vollständig aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Je größer die Erfolge bei den Einsparmaßnahmen, umso geringer muss der Ausbau der erneuerbaren Energien ausfallen und umgekehrt. Insbesondere im Bereich Wärme besteht Potenzial zur Reduzierung des Energieverbrauchs: Abgesehen vom Verkehrssektor hat der Wärmeverbrauch in allen Sektoren den größten Anteil am heutigen Verbrauch.

Technik und **Suffizienzmaßnahmen** müssen in allen Bereichen zusammenspielen, um den Energieverbrauch wirksam und dauerhaft zu verringern. Das erfordert nicht nur ein weitgehendes Umdenken und Änderungen im Verhalten, sondern setzt vielfach auch die Schaffung einer entsprechenden Infrastruktur voraus, um zum Beispiel den Umstieg vom Pkw auf umweltverträglichere Mobilitätsformen im ländlichen Raum zu ermöglichen.

- Bei der im **Referenzszenario** unterstellten Fortschreibung bisheriger Trends werden sowohl das Effizienzziel als auch die Treibhausgasreduktion deutlich verfehlt. Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt zwar deutlich an, kann aber 2050 nur zu 40 % zur Energieversorgung beitragen, insbesondere da der Energiebedarf nicht hinreichend reduziert werden kann. Der Rest stammt auch im Jahr 2050 noch aus fossilen Energiequellen. Als Konsequenz sinken die Treibhausgasemissionen bis zu diesem Zeitpunkt unter Berücksichtigung des lokalen Strommixes lediglich um rund 40 % statt 95 %.

Das **Masterplanszenario** hingegen zeigt auf, dass der Endenergieverbrauch im Großraum Braunschweig bis 2050 insgesamt auf weniger als die Hälfte verringert werden kann. Der größte Rückgang ist im Verkehrssektor möglich, woran der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs einen wichtigen Anteil hat. Die erneuerbaren Energiepotenziale im Großraum Braunschweig reichen dabei deutlich aus, um selbst bei nur teilweiser Ausschöpfung eine vollständige Versorgung mit Wärme, Strom und Treibstoffen ohne weiteren Einsatz fossiler Energien zu gewährleisten. Dazu müssen die Anlagenzahlen bzw. installierten Leistungen gegenüber dem heutigen Stand bis 2050 insbesondere bei der Wind- und Solarenergie noch um ein Mehrfaches gesteigert werden.

Während der Rückgang der Emissionen im Referenzszenario nur 43 % beträgt und die Masterplanvorgaben damit deutlich verfehlt, werden im Masterplanszenario bis 2050 93 % gegenüber 2010 eingespart und das Ziel des Masterplans damit fast erreicht. Der Vergleich beider Szenarien verdeutlicht, dass es stark darauf ankommt, Maßnahmen zur Emissionsminderung nicht aufzuschieben, sondern so schnell wie möglich umzusetzen.

Das **Leitbild** definiert den anzustrebenden Zustand für das Jahr 2050. Auf dieser Grundlage können, auch bei sich ändernden Rahmenbedingungen, künftige Entwicklungen berücksichtigt, Maßnahmen angepasst und neue Maßnahmen entwickelt werden. Aus dem Erarbeitungsprozess heraus wurde deutlich, dass eine Gesamtbetrachtung für die Region wichtig ist, um Klimaschutz vor Ort dort zu unterstützen, wo Ressourcen nicht ausreichen oder ein übergreifender Ansatz gefragt ist.

Im erarbeiteten Maßnahmenkatalog spiegelt sich dies insbesondere in den Themen Kommunikation, Beratung, Unterstützung wieder. Ziel ist es, die Klimaschutzmanagements vor Ort zu stärken und Kommunen, die noch nicht aktiv sind, für das Thema Klimaschutz zu sensibilisieren und aktivieren.

Im Rahmen des Masterplans wurden Handlungsfelder definiert und **Maßnahmen** formuliert, die der Regionalverband ergreifen wird und die weitere Akteure umsetzen können, um auf die Erreichung der Klimaziele im Verbandsgebiet hinzuwirken. Um dies mit vollem Einsatz tun zu können, bedarf es aber auch günstiger rahmengebender Faktoren, um das Engagement vor Ort langfristig zu ermöglichen und nicht auszubremsen. Daher wurden zentrale Anforderungen an die Landes- und Bundesebene formuliert, für Aufgabenbereiche, die außerhalb der Einflussmöglichkeiten des Regionalverbands oder der lokalen Akteure liegen.

Für die Umsetzung erster Maßnahmen ist die **Finanzierung** des Masterplanmanagements beim Regionalverband zunächst bis zum Ende der zweiten Projektphase des Masterplans und damit des Förderzeitraums bis 2020 sichergestellt. Um möglichst viele Akteure im Verbandsgebiet zu motivieren, Maßnahmen in ihren Einflussbereichen umzusetzen, sollte der Regionalverband mit gutem Beispiel vorangehen und die seine Aufgabengebiete betreffenden Maßnahmen angehen.

Einige dieser Maßnahmen befinden sich bereits in der Umsetzung oder konkreten Planung. Auch mit dem vorhandenen Personal beim Regionalverband werden klimawandelbezogene Aktivitäten vorangetrieben (zum Beispiel Verkehrsentwicklungsplanung, Teilkonzept Klimaanpassung, klimaoptimiertes Regionales Raumordnungsprogramm, Radschnellwege). Mit einer Fördermittelberatung für Kommunen sollen zudem weitere Fördermittel in die Region geholt werden.

Im Rahmen des **Controllings** wird eine regelmäßige Überprüfung des Umsetzungsfortschritts erfolgen, um bei Bedarf Anpassungen der Masterplanstrategie und der (prioritären) Maßnahmen vornehmen zu können.

Mit dem vorgegebenen Ziel von 95 % Treibhausgasreduktion und Halbierung des Endenergiebedarfs verfolgt der Masterplan den Ansatz „vom Ziel her zu denken“. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Ziele erreichbar sind – dazu aber noch große Anstrengungen nötig sind. Die zu ergreifenden Handlungsschritte müssen also schnellstmöglich umgesetzt werden. Ob Regionalverband, Landkreise und kreisfreie Städte, interkommunale Zusammenschlüsse oder kreisangehörige Städte und Gemeinden: auf allen Ebenen ist nun **Handeln** gefragt.

ANHANG A ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN

Anhang A.1. Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
BAB	Bundesautobahn
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Besch.	Beschäftigte(r)
BISKO	Bilanzierungs-Systematik kommunal
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMUB	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bspw.	beispielsweise
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (andere Treibhausgase werden in ihrer Wirksamkeit in der Atmosphäre in CO ₂ umgerechnet)
CUTEK	Clausthaler Umwelttechnik-Institut
D-Mix	Deutscher Strommix, Zusammensetzung des Stroms nach Energieträgern
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EGW	Einwohnergleichwert (gewerbliche Abwassermenge wird in durchschnittliche Einwohnerwerte umgerechnet)
etc.	et cetera = und weitere
EVU	Energieversorgungsunternehmen
Ew.	Einwohner
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GAA	Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt
ggü.	gegenüber
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
Hh.	Haushalt(e)
HWK	Handwerkskammer
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept

Abkürzung	Erläuterung
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
Lkw	Lastkraftwagen
LWF	Landwirtschaftliche Flächen
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MPK	Masterplan-Kommune aus der aktuellen Förderperiode
MPK 2012	Masterplan-Kommune aus der ersten Förderperiode
MPM	Masterplanmanagement
Mrd.	Milliarden
NVP	Nahverkehrsplan
n.v.	Daten nicht verfügbar
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
REA	Regionale EnergieAgentur im Großraum Braunschweig
REnKCO2	Regionales Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig
RLM	Registrierende Lastgangmessung
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SG	Samtgemeinde
SLP	Standardlastprofile
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
THG	Treibhausgas(e)
Tsd.	Tausend
vgl.	vergleiche
Wfl.	Wohnfläche
ZFH	Zweifamilienhaus
ZGB	Zweckverband Großraum Braunschweig

Anhang A.2. Maßeinheiten

Einheit	Erläuterung
a	Jahr
°C	Grad Celsius
GW	Gigawatt = 1.000 MW = 1 Mio. kW
GWh	Gigawattstunde
ha	Hektar = 10.000 m ²
km ²	Quadratkilometer
kW	Kilowatt
kWel	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
m ³	Kubikmeter
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
t	Tonnen
W	Watt

ANHANG B MITGLIEDER DER GREMIEN

Anhang B. 1. Masterplan-Beirat

Name, Vorname	Institution
Wockenfuß, Nicole	Fraktion Bündnis 90/Die Grünen
Schramm, Ingo	Fraktion der FDP
Hots, Matthias	Stadt Braunschweig, Klimaschutzmanager
Gekler, Thomas	Stadt Braunschweig, Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz
Buntfusz, Michael	Stadt Salzgitter, Fachbereichsleiter Umwelt
Holzenbecher, Jan	Stadt Salzgitter, Klimaschutzmanager
Kern, Daniel	Stadt Wolfsburg, Umweltamt, Klimaschutzmanagement
Siegert, Reinhard	Landkreis Helmstedt, Fachbereichsleiter Kreisstraßen, GIS und Abfalltechnik
Herglotz, Armin	Landkreis Wolfenbüttel, Klimaschutzmanager
Komander, Martin	Klimaschutzagentur Hildesheim Peine GmbH, Klimaschutzmanager
Wiesenhütter, Thomas	Landkreis Goslar, Steuerungsbereich-Kreisentwicklung
Mosebach, Michael	Landkreis Goslar, Klimaschutzmanager
Nissen, André	Stadt Wolfsburg, Referat Stadtentwicklung
Krause, Thomas	Allianz für die Region GmbH
Heyms, Gunnar	Allianz für die Region GmbH (Vertretung für Krause, Thomas)
Utermöhlen, Dr. Ralf	IHK Braunschweig
Abert, Timo	Avacon AG
Kubitza, Karl-Heinz	BS Energy
Bernschneider, Florian	Arbeitsgeberverband Region Braunschweig e. V.
Ludewig, Dr. Stefan	BS Energy
Traupe, Dr. Jens	Salzgitter AG
Mecke, Dr. Stefan	Salzgitter AG (Vertretung für Traupe, Dr. Jens)
Sudmeyer, Eckert	Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade
Meier, Dr. Bernd	IHK Braunschweig
Blenke, Dörte	Nibelungen Wohnbau GmbH
Walther, Ivo	Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig
Priebs, Prof. Dr. Axel	Dezernat für Umwelt, Planung und Bauen Region Hannover
Arff, Rike	Klimaschutzleitstelle Region Hannover
Hilmer, Dipl.-Ing. Heiko	REKA Regionale Energie- und KlimaschutzAgentur e. V.
Zawieja, Dipl.-Ing. Architektin Margrit	Verbraucherzentrale Niedersachsen

Anhang B.2. Wissenschaftlicher Beirat

Name, Vorname	Institution
Bartl, Dr. Guido	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (Vertretung für Rabus, Dr. Hans)
Beck, Prof. Dr.-Ing. H.-Peter	EFZN Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
Brüggemann, Prof. Dr.-Ing. Holger	Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz e. V.(NiFaR)
Bruns, Amrit	TU Braunschweig Institut für Sozialwissenschaften Lehrstuhl für Sozialstrukturanalyse und empirische Sozialforschung
Lindloff, Kirstin	TU Braunschweig Institut für Sozialwissenschaften Lehrstuhl für Sozialstrukturanalyse und empirische Sozialforschung (Vertretung für Bruns, Amrit)
Carlow, Prof. Dr. Vanessa Miriam	TU Braunschweig Institute for Sustainable Urbanism
Neumann, Dipl.-Ing. Dirk	TU Braunschweig Institute for Sustainable Urbanism (Vertretung für Carlow, Prof. Dr. Vanessa Miriam)
Hebert, Dr. Saskia	HBK Braunschweig Institut für Transportation Design
Hermann, Prof. Dr.-Ing. Christoph	TU Braunschweig, Institut für Nachhaltige Produktion & Life Cycle Engineering
Schulze, Christine	TU Braunschweig, Institut für Nachhaltige Produktion & Life Cycle Engineering (Vertretung für Hermann, Prof. Dr.-Ing. Christoph)
Jensen, Holger	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)
Köhler, Dr. Thomas	Eduard Pestel Institut für Systemforschung e. V.
Kröger, Dr. Ingo	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
Kuck, Prof. Dr.-Ing. Jürgen	Ostfalia - Hochschule für Angewandte Wissenschaften Fakultät Versorgungstechnik EOS – Institut für energieoptimierte Systeme
Leithner, Prof. Dr. Reinhard	TU Braunschweig Institut für Wärme- und Brennstofftechnik
Menzel, Prof. Dr. Christoph J.	Ostfalia – Institut für Angewandte Wissenschaft Institut für Verkehrsmanagement
Rabus, Dr. Hans	Physikalisch Technisch Bundesanstalt (PTB)
Schmidt-Kanefendt, Hans-Heinrich	Ostfalia – Institut für Angewandte Wissenschaft Institut für Versorgungstechnik
Schröter, Dr. Frank	TU Braunschweig Institut für Verkehr und Stadtbauwesen
Siemers, Dr.-Ing. Werner	Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (CUTEC)
Springmann, Dr. Jens-Peter	EFZN Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
zum Hingst, Dr. Jens	Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (CUTEC)

ANHANG C QUELLENVERZEICHNIS

- 3N 2014 – 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V.: Biogas in Niedersachsen - Inventur 2014, Werlte, 2014
- AEE 2015 – Agentur für Erneuerbare Energien e. V.: Forschungsradar Energiewende, Metaanalyse Stromspeicher in Deutschland, o. O., 2015
- AGEB 2016 – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2015, Berlin, 2016
- AGFW o. J. – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.: Anschluss- und Benutzungszwang, Stand: o. J., www.agfw.de/recht/anschluss-und-benutzungszwang/, Zugriff: Februar 2018
- Agora 2014 – Agora Energiewende (Hrsg.): Stromspeicher in der Energiewende. Untersuchung zum Bedarf an neuen Stromspeichern in Deutschland für den Erzeugungsausgleich, Systemdienstleistungen und im Verteilnetz, Berlin, 2014
- Agora 2017 – Fraunhofer IWES/IBP: Wärmewende 2030, Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor, Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Berlin, 2017
- Altegör 2017 – Tim Altegör: Preisfrage, in neue energie 07/2017, S. 16-21
- Auto-Motor-Sport 2018 – Motor Presse Stuttgart GmbH & Co. KG: Tesla Semi-Truck-Elektro-Lkw für 2019, 800 Kilometer im elektrischen Sattelschlepper?, Stand: 05.01.2018, www.auto-motor-und-sport.de/news/tesla-semi-truck-2017-daten-fotos-marktstart-des-elektro-lkw-700382.html, Zugriff: Februar 2018
- Bahnblogstelle 2016 – Redaktion Bahnblogstelle – Oliver Dittrich: „LEADER“ unterstützt Lokführer beim energiesparenden Fahren im Güterverkehr, Stand: 23.11.2016, <https://bahnblogstelle.net/2016/11/23/leader-unterstuetzt-lokfuehrer-beim-energiesparenden-fahren-im-gueterverkehr/>, Zugriff: Februar 2018
- BfN 2017 – Bundesamt für Naturschutz: Biotopschutz und Landschaftsschutz, Schutzwürdige Landschaften, Landschaftssteckbriefe, <http://www.bfn.de>, Zugriff: November 2017
- bizz-energy 2017 – Verlag bizz energy Mediengesellschaft mbH: Taxi mit Wechsel-Akku aus der Schublade, Stand: 22.09.2017, http://bizz-energy.com/taxi_mit_wechsel_akku_aus_der_schublade, Zugriff: Februar 2018
- BMUB 2015 – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Förderung von Klimaschutz in Masterplan-Kommunen vom 26.03.2015, Bundesanzeiger BAnz AT 08.04.2015 B3
- BMUB 2015 – Öko-Institut und Fraunhofer ISI im Auftrag der Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Klimaschutzszenario 2050, Berlin, 2015
- BMUB 2016 – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimaschutzpolitik, Ausgabe 2016, Berlin, 2016
- BMW 2017a – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE): Energiedaten: Gesamtausgabe, Berlin, Stand: 5.5.2017
- BMW 2017b – ISI, Consentec GmbH, IFEU u.a. im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, Modul 3: Referenzszenario und Basisszenario, Karlsruhe/Aachen/Heidelberg, 2017
- BMWi 2010 – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (Hrsg.): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung; Prognos AG/EWI/GWS, Basel/Köln/Osnabrück, 2010
- Brockmann/Siepe 2009 – Brockmann, M., Siepe, B.: Wärmebedarfsentwicklung für das Netzgebiet Hannover, Erstellt im Auftrag der enercity Netzgesellschaft mbH, Enderbericht September 2009
- Brosowski et al. 2015 – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.: Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen - Status quo in Deutschland: Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe Nr. 36, Gülzow-Prüzen
- BS|Energy 2018 – Fernwärme der Zukunft, www.bs-energy.de/privatkunden/unternehmen/fernwaerme-der-zukunft, Zugriff: Januar 2018
- BUND 2016 – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND): Kommunale Suffizienzpolitik, Strategische Perspektiven für Städte, Länder und Bund, Köln, 2016
- CIMA 2017 – CIMA - Institut für Regionalwirtschaft GmbH: Bevölkerungs- und Schülerprognose sowie

Erwerbstätigenprojektion für den Großraum Braunschweig bis 2050. Erarbeitet im Auftrag vom Regionalverband Großraum Braunschweig.

- CIMA 2017 – CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH: Bevölkerungs- und Schülerprognose sowie Erwerbstätigenprojektion für den Großraum Braunschweig bis 2050, Kurzbericht mit Methodik, Hannover, 2017
- co2online 2016 – co2online gemeinnützige GmbH: Stromspiegel für Deutschland 2016, Berlin, 2016
- dena 2016 – Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hg.): Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, Berlin, 2016
- dena 2017 – Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hg.): Gebäudestudie - Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor, Berlin, 2017
- Deutsche Bahn 2017 – Deutsche Bahn AG: DB Regio NRW spart in sechs Monaten rund 10 Millionen Kilowattstunden Strom ein, Stand: 27.03.17, www.deutschebahn.com/presse/duesseldorf/de/aktuell/presseinformationen/13662034/170327_Energiesparendes_Fahren.html?hl=energieeffizientes%20fahren, Zugriff: Februar 2018
- DLR/IWES/IfNE 2012: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Leitstudie 2011), 2012
- Drachenfels, Olaf von, 2010 – Überarbeitung der Naturräumlichen Regionen Niedersachsens, Informationen des Naturschutz Niedersachsen, Jahrgang 30, Nr. 4, S. 249-252
- DVGW 2017 – Dr. Volker Bartsch, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.: Gas im Kontext Sektorenkopplung und Gebäudewärme, Vortrag im Rahmen der Agora-Energiewende-Veranstaltung „Sektorübergreifende Energiewende – robuste Strategien, kritische Weichenstellungen 2030“ am 15.2.2017 in Berlin
- e&u o. J. – e&u energiebüro gmbh, Stand: o. J., www.energiesparen-macht-schule.de/ergebnisse.html, Zugriff: Februar 2018
- EDGAR 2015 – CO₂ time series 1990 – 2014 per capita for world countries, http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts_pc1990-2014, Zugriff: August 2017
- EnergieAgentur NRW 2018 – Online-Handbuch Kommunalen Klimaschutz, <https://energie-tools.ea-nrw.de/>, Zugriff: März 2018
- Energieagentur NRW o. J. – EnergieAgentur.NRW GmbH, Stand: o. J., <http://missione.nrw/index.php>, Zugriff: Februar 2018
- Energieagentur NRW o. J. – EnergieAgentur.NRW GmbH: Energieeffizienz aktionswoche.Efit, Stand: o. J., www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/efit, Zugriff: Februar 2018
- EnEV-online 2017 – Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien, Melita Tuschinsk: GEG-Entwurf: Niedrigstenergie-Standard für öffentlichen Neubau und KfW Effizienzhaus 55, Stand: 26.04.2017, www.enev-online.eu/geg_news/170426_kfw_foerdert_niedrigstenergie_neubauten_kfw_effizienzhaus_55.htm, Zugriff: Februar 2018
- EPBD 2010 – Richtlinie 1010/31EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD Recast), Amtsblatt der Europäischen Union (Ausgabe L 153/13)
- ETH 2011 – ETH Zürich und PTV Swiss AG 2011: Potenzial von Fahrgemeinschaften, Forschungsauftrag ASTRA 2008/017 im Auftrag des Bundesamtes für Straßen, o.O., Dezember 2011
- Eurosolar 2010 – Michael Sterner, Michael Specht u.a.: Erneuerbares Methan, Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. In: Solarzeitalter 1/2010, S. 51
- Eurostat 2016 – Eurostat Jahrbuch der Regionen 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Eurostat_regional_yearbook/de, Zugriff: August 2017
- Fichtner 2010 – Fichtner: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011, Stuttgart, 2010
- Fichtner 2016 – Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014, Stuttgart, 2016
- FVEE 2010 – Energiekonzept 2050, Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien. Erstellt vom

- Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050“ des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien (Beitrag der Institute: Fraunhofer IBP, Fraunhofer ISE, Fraunhofer IWES, ISFH, IZES gGmbH, ZAE Bayern und ZSW, die im Forschungsverbund Erneuerbare Energien (FVE-E) zusammengeschlossen sind, für das Energiekonzept der Bundesregierung), Juni 2010
- Greenpeace 2007 – Greenpeace Deutschland: Klimaschutz Plan B 2050, Hamburg, 2007
 - Greenpeace 2015 – BET und Hamburg Institut im Auftrag von Greenpeace: Klimaschutz: Der Plan, Energiekonzept für Deutschland, Hamburg, 2015
 - Greenpeace Energy 2017 – Greenpeace Energy eG (Hg.): Kalte Dunkelflaute – Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter, Berlin 2017
 - Große Böckmann 2010 – Thomas Große Böckmann: Hohe Anteile von Solar- und Windstrom unter Berücksichtigung hoher zeitlicher Auflösung von Angebot und Nachfrage, Dissertation an der Ruhr-Universität Bochum, Berlin 2010
 - Henning 2012 – Hans-Martin Henning, Andreas Palzer, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE): 100 % Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland, Freiburg, 2012
 - HTW 2015 – Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin: Dezentrale Solarstromspeicher für die Energiewende, Berlin, 2015
 - ifeu 2014 – ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH: Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Heidelberg, 2014
 - ifeu 2015 – ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hg.): Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt, Modellierung und Quantifizierung für den Sektor private Haushalte in Deutschland, Berlin, 2015
 - ifeu 2016a – ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hg.): Energie-suffizienz – Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen, Heidelberg, 2016
 - ifeu 2016b – Lothar Eisenmann, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu): Strategien und Maßnahmen im Masterplan 100% Klimaschutz, Dienstleister-Workshop der Masterplan 100% Klimaschutz Kommunen, 10.10.2016, Heidelberg
 - ifeu 2016c: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hg.): Akzeptanz von Energiesuffizienzpraktiken im Haushalt, Heidelberg, Berlin, Wuppertal, 2016
 - ifeu 2017: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH: Kurzinformation Potenziale / Szenarien für MPK-Kommunen, Heidelberg 2017
 - ifeu: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH: Kurzinformation Potenziale / Szenarien für MPK-Kommunen (Emissionsfaktoren und Verkehr), o. O, o. J.
 - INFAS 2010 – Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, Infas 2010: Mobilität in Deutschland 2008 - Alltagsverkehr in Deutschland Ergebnisbericht - Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends. Bonn und Berlin, Februar 2010
 - IPCC 2016: IPCC: Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016
 - ISE 2012: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE): Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Freiburg 2012
 - IWU 2013 – Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU): Residential Building Typology, www.building-typology.eu/building-typology/country/de/, Zugriff: Februar 2018
 - IWU/BEI 2010 – Institut Wohnen und Umwelt (IWU) und Bremer Energie Institut (BEI): Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt, 2010
 - Kaltschmitt 2006 – Martin Kaltschmitt; Wolfgang Streicher; Andreas Wiese (Hrsg): Erneuerbare Energien-Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 4.Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2006
 - Klima retten o. J. – Andreas Wolfsteiner; Günter Wittmann, Manfred Sargl: Das CO₂-Budget, Stand: o. J., www.klima-retten.info/co2-budget.html, Zugriff: Februar 2018

- Klima-Bündnis 2017 - Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder /Alianza del Clima e. V.: Klimaschutz-Planer Handbuch, Frankfurt am Main
- Klima-Bündnis e. V. 2018 – Klimaschutzplaner, www.klimaschutz-planer.de/, Zugriff: Februar 2018
- Land Niedersachsen 2017 – Gesetz zur institutionellen Stärkung und Weiterentwicklung des Zweckverbandes „Großraum Braunschweig“, Niedersächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 04 vom 21.03.2017
- Ibeg (2012): Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen. In: GeoBerichte Nr. 24.
- Ibeg 2018 – NIBIS-Kartenserver; Niedersächsisches Bodeninformationssystem, <http://nibis.ibeg.de/cardo-map3/?TH=545.314>, Zugriff: Februar 2018
- Legal Tribune Online 2016 – Wolters Kluwer Deutschland GmbH: BVerwG zu Anschluss- und Benutzungszwang; Fernwärme für den globalen Klimaschutz, Stand: 09.09.2016, www.lto.de/recht/hintergruende/h/bverw-g-urteil-10cn115-fernwaerme-anschluss-benutzung-zwang-satzung-kommune/, Zugriff: Februar 2018
- LSN 2017a – Landesamt für Statistik Niedersachsen: Bevölkerung und Katasterfläche in Niedersachsen zum 30.09.2016, www.statistik.niedersachsen.de, Zugriff: Oktober 2017
- LSN 2017b – Landesamt für Statistik Niedersachsen: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort in Niedersachsen zum 30.06.2016, www.statistik.niedersachsen.de, Zugriff: Oktober 2017
- LSN 2017c – Landesamt für Statistik Niedersachsen: Sonderaufbereitung 2017, nicht veröffentlicht
- MarketSTEEL 2018 – Alexander Kirschbaum;(Hrsg) MarketSTEEL: SSAB baut Pilotanlage zur Stahlerzeugung ohne fossile Energien, Stand: 02.02.2018, www.marketsteel.de/news-details/ssab-baut-pilotanlage-zur-stahlerzeugung-ohne-fossile-energien.html, Zugriff: Februar 2018
- Matthes 2009 – Felix Chr. Matthes u.a.: Politikszenerarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel, Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030, Dessau-Roßlau, 2009
- McKinsey 2007 – McKinsey 2007 & Company, Inc. (Hg.): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, o.O., 2007
- Nast 2013 – Michael Nast: Wärmenetze im zukünftigen Energieverbund, Vortrag auf der 1. Energiespeichertagung Umwelt-Campus Birkenfeld, 27. Februar 2013
- NBank – NBank: Wohnungsmarktbeobachtung 2016/2017, Bezahlbares Wohnen für alle – Perspektiven für Niedersachsen 2015 – 2035, Hannover
- NdsMU 2016 – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050, Hannover, 2016
- NdsMU 2018 – Umweltministerium Niedersachsen – HErmEliN - Ermittlung von Feinstaub- und Stickstoffdioxid-Hotspots in Niedersachsen, Stand: 22.12.2017, www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitaet/luftschaedstoffberechnungen_luftreinhalteplaene/luftschaedstoffberechnungen/projekt_hermelin/hermelin-115510.html, Zugriff: März 2018
- Neumann 2014 – Christian Neumann, Energieagentur Regio Freiburg GmbH: Effizienz von Nah-wärmenetzen im ländlichen Raum, Fachtagung Nahwärme kompakt, Stuttgart, 25.05.2014
- NewClimate 2016 – NewClimate – Institute for Climate Policy and Global Sustainability gGmbH: Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland? Kurzstudie von NewClimate Institute im Auftrag von Greenpeace, Köln/Berlin, 2016
- Nitsch 2017 – Joachim Nitsch: Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt, Aktuelle Szenarien 2017 der deutschen Energieversorgung, Stuttgart, 2017
- NLT 2013 – Niedersächsischer Landkreistag: Arbeitshilfe „Regionalplanung und Windenergie“ , Stand: 15.11.2013, Arbeitshilfe zur Steuerung der Windenergienutzung mit Ausschlusswirkung in Regionalen Raumordnungsprogrammen (Kategorisierung harte und weiche Tabuzonen); Downloadmöglichkeit unter www.nlt.de/staticsite/staticsite.php?menuid=80&topmenu=64
- ÖKO 2015 – Öko-Institut e. V.: Fraunhofer ISI, 2015, Klimaschutzszenario 2050, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2. Endbericht, Berlin/Karlsruhe
- Ökoinstitut 2014 – Ökoinstitut: eMobil 2050, Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz, Berlin, 2014
- Pistor 2017 – Pistor AG: Pistor nimmt weltweit ersten

- 40-Tonnen-Elektro-Lkw in Betrieb, Stand: 10.11.2017, www.pistor.ch/de/news/news-detail/artikel/2017/nov/pistor-nimmt-weltweit-ersten-40-tonnen-elektro-lkw-in-betrieb-kopie-1.html; <http://eforce.ch/>, Zugriff: Februar 2018
- Planersocietät, VIA 2017 – Planersocietät - Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation, Planungsbüro VIA eG: Klimaschutzteilkonzept Mobilität Regionale e-Radschnellwege als Instrument zum Klimaschutz und zur CO₂-Minderung im Alltagsverkehr, Endbericht, Braunschweig, Erarbeitet im Auftrag vom Regionalverband Großraum Braunschweig. Downloadmöglichkeit unter www.regionalverband-braunschweig.de
 - Planersocietät, VIA, IVK 2017 – Planersocietät - Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation, Planungsbüro VIA eG, IVK Röhling Integrative Verkehrskonzepte: Machbarkeitsstudie e-Radschnellweg Braunschweig – Wolfsburg. Erarbeitet im Auftrag von Regionalverband Großraum Braunschweig, Stadt Braunschweig, Stadt Wolfsburg, Allianz für die Region GmbH. Downloadmöglichkeit unter www.regionalverband-braunschweig.de
 - Regionalverband 2017a – Regionalverband Großraum Braunschweig: Region Braunschweig, www.regionalverband-braunschweig.de/ueber-uns/gebiet/, Zugriff: August 2017
 - Regionalverband 2017b – Regionalverband Großraum Braunschweig: Bürgergutachten zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig, Braunschweig. Erarbeitet von KoRiS – Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung. Downloadmöglichkeit unter <https://klima.regionalverband-braunschweig.de/>
 - REEnCO2 2013 – Zweckverband Großraum Braunschweig: Regionales Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig - REEnCO2, Band 2 - Abschlussbericht, Braunschweig, 2013
 - RWTH 2017 – Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen: Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0, Jahresbericht 2017, Aachen, 2017
 - Schneidewind 2013 – Uwe Schneidewind, Angelika Zahrnt: Damit gutes Leben einfacher wird. Perspektiven einer Suffizienzpolitik, München, 2013
 - Shell 2014 – Shell Deutschland und Prognos AG 2014: Shell Pkw-Szenarien bis 2040 - Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität, Hamburg
 - SHP Ingenieure, Planungsgemeinschaft Verkehr (PGV) 2011: Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg. Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zu Radschnellwegen. Erarbeitet im Auftrag der Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg GmbH Downloadmöglichkeit unter <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=YOR12569>
 - Solaratlas 2015 – Bundesverband Solarwirtschaft e. V., www.solaratlas.de/, Zugriff: Juli 2017
 - Solar-Institut 2016 – Solar-Institut Jülich der FH Aachen, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.: Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz, o.O., 2016
 - Stadtwerke Peine 2017 – Hendrijk H. Müller, Telefonische Mitteilung, ohne zeitliche Angabe
 - Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2017: Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, Stand: 31.12.2015, www.regionalstatistik.de, Zugriff: Oktober 2017
 - SWP 2017 – NPG Digital GmbH: Wettbewerb der Lokführer: Wer am meisten Strom spart, Stand: 17.02.2017, www.swp.de/ulm/nachrichten/wirtschaft/wettbewerb-der-lokfuehrer_-wer-am-meisten-strom-spart-14460748.html, Zugriff: Februar 2018
 - TABULA 2015 – Institut Wohnen und Umwelt: Deutsche Wohngebäudetypologie, Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (zweite erweiterte Auflage), Darmstadt, 2015
 - UBA 2010 – Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen, Dessau-Roßlau, Juli 2010
 - UBA 2014a – Umweltbundesamt (Hg.): Kosten- und Modellvergleich langfristiger Klimaschutzpfade, Climate Change 01/2014, Dessau-Roßlau, 2014
 - UBA 2014b – Umweltbundesamt (Hg.): Treibhausneutrales Deutschland im Jahre 2050, Climate Change 07/2014, Dessau-Roßlau, 2014
 - UBA 2015 – Umweltbundesamt (Hg.): Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik, Texte 31/2015, Dessau-Roßlau, 2015
 - UBA 2016a – Umweltbundesamt (Hg.): Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden?, Des-

- sau-Roßlau, 2016
- UBA 2016b – Umweltbundesamt (Hg.): Konzept zur absoluten Verminderung des Energiebedarfs: Potenziale, Rahmenbedingungen und Instrumente zur Erreichung der Energieverbrauchsziele des Energiekonzepts, Climate Change 17/2016, Dessau-Roßlau, 2016
 - UBA 2016c – Umweltbundesamt: Wohnfläche, Stand: 01.06.2016, www.umweltbundesamt.de/daten/privat-haushalte-konsum/wohnen/wohnflaeche, Zugriff: Februar 2018
 - UfU 2016 – Unabhängiges Institut für Umweltfragen e. V.: fifty-fifty Energiesparen an Schulen, Stand: 2016, www.fifty-fifty.eu, Zugriff: Februar 2018
 - Universität Kassel 2011 – C. Lauterbach; B. Schmitt; K. Vajen (Institut für Thermische Energietechnik): Das Potential solarer Prozesswärme in Deutschland, Kassel, Dezember 2011
 - VCD o. J. – Verkehrsclub Deutschland e. V.: Spritsparen; Schont Geldbeutel und Umwelt, Stand: o. J., www.vcd.org/themen/auto-umwelt/spritsparen/, Zugriff: Februar 2018
 - VDE 2008 – Energietechnische Gesellschaft im Verband der Elektrotechnik (Hg.): Effizienz- & Einsparpotentiale elektrischer Energie in Deutschland, VDE-Studie 01, o.O., 2008
 - VDE 2012 – VDE: Energiespeicher für die Energiewende - Speicherungsbedarf und Auswirkungen auf das Übertragungsnetz für Szenarien bis 2050, Frankfurt/Main 2012
 - Verband der Automobilindustrie o. J. – Verband der Automobilindustrie e. V.: Neues Fahren: clever, sicher, weiter, Stand: o. J., www.neues-fahren.de, Zugriff: Februar 2018
 - WBGU 2009 – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz, Sondergutachten, Berlin, 2009
 - Weidner, Georg Emil, 2017 – Qualitätsmanagement - Kompaktes Wissen - Konkrete Umsetzung - Praktische Arbeitshilfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München
 - Wolff 2011 – Wolff, D. und Jagnow, K.: Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung, Wolfenbüttel/Braunschweig, 2011
 - WVI 2018 – Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH: Verkehrlicher Fachbeitrag zum Masterplan „100 % Klimaschutz Großraum Braunschweig“. Erarbeitet im Auftrag vom Regionalverband Großraum Braunschweig.
 - WWF 2009 – WWF Deutschland: Modell Deutschland: Klimaschutz bis 2050, Basel/Berlin, 2009
 - Zeit online 2017 – ZEIT ONLINE GmbH: Mit dieser Faustregel wird die Welt CO₂-Emissionen los, Stand: 23.03.2017, www.zeit.de/wissen/umwelt/2017-03/klimawandel-co2-ausstoss-halbierung-klimaforschung, Zugriff: Februar 2018
 - ZGB 2007 – Zweckverband Großraum Braunschweig: Nahverkehrsplan 2008 für den Großraum Braunschweig, Braunschweig
 - ZGB 2008 – Zweckverband Großraum Braunschweig: Regionales Raumordnungsprogramm für den Großraum Braunschweig, Braunschweig
 - ZGB 2013 – Zweckverband Großraum Braunschweig: Regionales Energie- und Klimaschutzkonzept für den Großraum Braunschweig – RENK-CO₂. Band 2 – Abschlussbericht, Braunschweig. Erarbeitet von Arbeitsgemeinschaft KoRiS – Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung, e4-Consult und Planungsgruppe Umwelt. Downloadmöglichkeit unter www.regionalverband-braunschweig.de

ANHANG D: ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 2.1: Lage des Großraums Braunschweig und der Verbandsglieder [Regionalverband 2017a] - 12
- Abbildung 2.2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Großraum Braunschweig sowie Beschäftigte im produzierenden Gewerbe in den Landkreisen und kreisfreien Städten - 15
- Abbildung 2.3: Flächennutzung im Großraum Braunschweig - 15
- Abbildung 2.4: Landwirtschafts- und Waldfläche in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig im Vergleich - 16
- Abbildung 3.1: Projektstruktur und Gremien im Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig - 19
- Abbildung 3.2: Beteiligungsprozess im Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig - 21
- Abbildung 3.3: Bürgergutachten Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig - 26
- Abbildung 4.1: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig für 2015 - 32
- Abbildung 4.2: Endenergieverbrauch in kreisfreien Städten und Landkreisen im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) für 2015 - 34
- Abbildung 4.3: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors im Großraum Braunschweig 2015 - 35
- Abbildung 4.4: Deckung des Stromverbrauchs im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) 2015 - 35
- Abbildung 4.5: Stromerzeugung aus dezentralen Anlagen im Großraum Braunschweig 2015 (ohne Heizkraftwerke) - 36
- Abbildung 4.6: Treibhausgasemissionen nach Sektoren und Energieträgern im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie) - 39
- Abbildung 4.7: Treibhausgasemissionen 2015 in Tonnen pro Jahr und Einwohner im Großraum Braunschweig im Vergleich - 39
- Abbildung 4.8: Entwicklung der regionalen Stromerzeugung im Großraum Braunschweig von 2010 bis 2050 - 41
- Abbildung 4.9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Großraum Braunschweig seit 2010 (ohne Großindustrie) - 41
- Abbildung 4.10: Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen im Großraum Braunschweig seit 2010 (ohne Großindustrie, nicht witterungsbereinigt) - 41
- Abbildung 5.1: Verschiedene Potenzialbegriffe - 43
- Abbildung 5.2: Suffizienz, Effizienz, und Konsistenz – drei Strategien für Nachhaltigkeit - 45
- Abbildung 5.3: Exemplarische Verteilung der Baualtersklassen für Wolfsburg (links) und Lutter am Barenberge (rechts) im Vergleich mit dem Durchschnitt (Linien) des Großraums Braunschweig - 47
- Abbildung 5.4: Einsparpotenziale im Wohngebäudebestand - 48
- Abbildung 5.5: Einsparpotenziale der privaten Haushalte nach Anwendungsarten - 50
- Abbildung 5.6: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs der privaten Haushalte in 2050 im Vergleich zu 2015 - 50
- Abbildung 5.7: Einsparpotenziale bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen nach Anwendungsarten - 52
- Abbildung 5.8: Einsparpotenziale im produzierenden Gewerbe/Industrie nach Anwendungsarten - 53
- Abbildung 5.9: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs bei Gewerbe/Handel/Dienstleistungen in 2050 im Vergleich zu 2015 - 53
- Abbildung 5.10: Effizienzpotenziale des Energieverbrauchs bei produzierendem Gewerbe in 2050 im Vergleich zu 2015 - 54
- Abbildung 5.11: Einsparpotenziale beim Verkehr nach Anwendungsarten (ohne Berücksichtigung der Elektromobilität) - 55
- Abbildung 5.12: Effizienzpotenzial des Energieverbrauchs im Verkehr bei vollständiger Umstellung auf E-Mobilität bis 2050 im Vergleich zu 2015 - 56
- Abbildung 5.13: Effizienzpotenziale bei vollständiger Ausschöpfung - 57
- Abbildung 5.14: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung im Großraum Braunschweig - 61
- Abbildung 5.15: Beispiel Ost-West ausgerichteter PV-Module einer modernen Anlage im Vergleich zu Nord-Süd

ausgerichteten Modulen auf ebener Oberfläche (eigene Darstellung) - 62

Abbildung 5.16: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 62

Abbildung 5.17: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 64

Abbildung 5.18: Potenziale der Stromerzeugung aus der Windenergienutzung mit und ohne Waldnutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 66

Abbildung 5.19: Potenzieller Bruttoenergiegehalt aus der Nutzung verschiedener Formen der Bioenergie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 69

Abbildung 5.20: Niedersachsen (aus: LBEG 2012) - 73

Abbildung 5.21: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Nutzung oberflächennaher Geothermie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 74

Abbildung 5.22: Summe aller ermittelten erneuerbaren Angebotspotenziale bei Strom, Wärme und Brenn-/Treibstoffen im Großraum Braunschweig - 75

Abbildung 5.23: Schematische Darstellung der Abschätzung des gewerblichen Wärmebedarfs im Wärmekataster - 77

Abbildung 5.24: Rasterbasierter Wärmebedarf von privaten Haushalten und Gewerbe (GHD) im Großraum Braunschweig, heute und in Zukunft - 79

Abbildung 5.25: Bewertung der Eignung für den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen im Großraum Braunschweig - 80

Abbildung 5.26: Rechts: Detailausschnitt mit Gewerbeanteil und Hinweisen zur Datenqualität - 81

Abbildung 5.27: Links: Detailausschnitt mit Eignungsbewertung und Netzlänge sowie Hinweisen zur Datenqualität - 81

Abbildung 5.28: Bausteine einer erfolgreichen Suffizienzpolitik [Schneidewind 2013] - 83

Abbildung 5.29: Anteil der Effizienz- und Suffizienzpotenziale an der möglichen Gesamteinsparung nach Sektoren (ohne Elektromobilität) - 88

Abbildung 6.1: Notwendiger Anteil der erneuerbaren Ener-

gien zur Erreichung der Ziele des Masterplans in Abhängigkeit von der Energieeinsparung - 95

Abbildung 6.2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Großraum Braunschweig seit 2010 und mögliche Minderungspfade bis 2050 - 96

Abbildung 6.3: Entwicklung von energetischer Sanierungsrate, mittlerem Sanierungsstandard („Sanierungstiefe“) und resultierendem spezifischem Heizwärmebedarf im Wohngebäudebestand im Masterplanszenario - 100

Abbildung 6.4: Endenergieverbrauch und Deckung durch erneuerbare und fossile Energien im Referenzszenario - 114

Abbildung 6.5: Ausschöpfung der Potenziale im Referenz- und Masterplanszenario - 115

Abbildung 6.6: Energieproduktion in den beiden Szenarien im Vergleich zum Ausbaustand 2015 - 116

Abbildung 6.7: Energieverbrauch und Deckung durch erneuerbare Energien im Masterplanszenario 2050 im Vergleich zu 2015 - 118

Abbildung 6.8: Verlauf der Energiebedarfsdeckung von 2010 bis 2050 im Masterplanszenario - 119

Abbildung 6.9: Endenergie-Szenarienpfade 2010 bis 2050 im Vergleich - 119

Abbildung 6.10: Treibhausgas-Szenarienpfade 2010 bis 2050 im Vergleich - 120

Abbildung 7.1: Ausgewählte Meilensteine des Regionalverbands im Klimaschutz seit RE_NKCO₂ - 124

Abbildung 7.2: Aufbau der Umsetzungsstrategie - 128

Abbildung 8.1: Zusammenspiel der Akteure in der Kommunikationsarbeit zum Masterplan 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig - 154

Abbildung 8.2: Kommunikationsmedien während der Erarbeitung des Masterplans 100 % Klimaschutz im Großraum Braunschweig - 155

Abbildung 10.1: Qualitätsmanagement des Masterplanprozesses - 166

Abbildung 10.2: Beispielhafte Auswertung des qualitativen Benchmarkings im Klimaschutz-Planer (von links: Ausgangssituation, Zwischenwerte Projektfortschritt) - 170

Abbildung 10.3: Controlling-Zeitplan (bis 2030) - 171

ANHANG E: TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1: Größe und Bevölkerungsdichte der Verbandsglieder - 13

Tabelle 2.2: Kommunen im Großraum Braunschweig - 13

Tabelle 3.1: Öffentliche Veranstaltungen, Fachworkshops und Vernetzungstreffen auf dem Weg zum Masterplan - 22

Tabelle 4.1: Endenergiebilanz (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig für 2015 - 32

Tabelle 4.2: Endenergiebilanz im Großraum Braunschweig (ohne Großindustrie und Verkehr) nach Anwendungsarten für 2015 - 34

Tabelle 4.3: Endenergiebilanz für den Großraum Braunschweig mit und ohne Großindustrie 2015 - 37

Tabelle 4.4: Treibhausgasbilanz (ohne Großindustrie) im Großraum Braunschweig 2015 - 38

Tabelle 5.1: Effizienzpotenziale der privaten Haushalte - 49

Tabelle 5.2: Effizienzpotenziale in Gewerbe/Handel/Dienstleistungen - 51

Tabelle 5.3: Effizienzpotenzial im Verkehrssektor. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis des Innovationsszenarios in [WWF 2009] - 55

Tabelle 5.4: Rahmensetzung Angebotspotenziale im Großraum Braunschweig - 58

Tabelle 5.5: Potenziale der Stromerzeugung aus der Photovoltaiknutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 63

Tabelle 5.6: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 65

Tabelle 5.7: Potenziale der Stromerzeugung aus der Windenergienutzung mit und ohne Nutzung des Waldes im Großraum Braunschweig - 67

Tabelle 5.8: Potenzieller Bruttoenergiegehalt aus der Nutzung verschiedener Formen der Bioenergie in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 70

Tabelle 5.9: Potenziale der Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 71

Tabelle 5.10: Klärgaspotenziale in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 72

Tabelle 5.11: Potenziale der Wärmegewinnung aus der Solarthermie-Nutzung in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Großraums Braunschweig - 74

Tabelle 5.12: Potenziale zur Dekarbonisierung der Energieversorgung im Großraum Braunschweig - 76

Tabelle 5.13: Energiesuffizienz-Potenziale bei privaten Haushalten - 84

Tabelle 5.14: Energiesuffizienz-Potenziale im Gewerbe - 85

Tabelle 5.15: Suffizienzpotenziale im Mobilitätsbereich - 86

Tabelle 5.16: Veränderung der Verkehrsnachfrage [Personenfahrten] bis 2050 - 87

Tabelle 5.17: Veränderung der Verkehrsleistung [Fahrzeug-km] bis 2050 - 87

Tabelle 6.1: Anteile der Wärmepumpe an Heizsystemen und der Elektromobilität am Verkehrsaufkommen für 2050 - 101

Tabelle 6.2: Anteiliger Speicherbedarf der erneuerbaren Stromerzeugung und der absolute Mengen im Masterplanszenario - 109

Tabelle 6.3: Wirkungsgrade und Verluste bei der Stromspeicherung - 111

Tabelle 6.4: Verteilungsverluste 2050 - 112

Tabelle 6.5: Energiebedarfsdeckung 2050 im Referenzszenario - 113

Tabelle 6.6: Energiebedarfsdeckung 2050 im Masterplanszenario - 117

Tabelle 6.7: Anrechnung der Großindustrie im Großraum Braunschweig nach dem Solidarprinzip - 121

Tabelle 7.1: Bisherige Klimaschutzaktivitäten des Regionalverbands Großraum Braunschweig in chronologischer Übersicht - 125

Tabelle 7.2: Leitbild für den Großraum Braunschweig als Klimaschutzregion - 129

Tabelle 7.3: Quantifizierte Ziele beim Energiebedarf und -gewinnung sowie Treibhausgasemissionen - 132

Tabelle 7.4: Strecken mit künftiger Taktverdichtung - 133

Tabelle 7.5: Vorgehensweise zur Ermittlung der Personenkilometer pro Jahr - 135

Tabelle 7.6: Indikatoren zur Überprüfung der sektoralen Zielsetzung - 135

Tabelle 7.7: Angaben zur Einführung der Maßnahme und Rollen/Funktionen der Akteure - 137

Tabelle 7.8: Definition der Akteursgruppen für die Maßnahmensteckbriefe - 137

Tabelle 7.9: Maßnahmen im Handlungsfeld A: Klimaschonend mobil - 139

Tabelle 7.10: Maßnahmen im Handlungsfeld B: Erneuerbare Energien nutzen - 140

Tabelle 7.11: Maßnahmen im Handlungsfeld C: Klimafreundlich leben - 142

Tabelle 7.12: Maßnahmen im Handlungsfeld D: Klimaschützende Kommune - 143

Tabelle 7.13: Maßnahmen im Handlungsfeld E: Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft - 144

Tabelle 7.14: Maßnahmen im Handlungsfeld F: Kommunikation, Beratung und Vernetzung - 145

Tabelle 7.15: Im Beteiligungsprozess entwickelte vielversprechende Ideen für die ausgewählte Maßnahme - 147

Tabelle 7.16: Berücksichtigung der nicht förderfähigen Ideen für die ausgewählte Maßnahme im Maßnahmenkatalog - 147

Tabelle 8.1: Hinweise zum Kommunikationskonzept aus dem Beteiligungsprozess - 152

Tabelle 8.2: Wege und Instrumente der medialen Kommunikation - 156

Tabelle 8.3: Wege und Instrumente der direkten Kommunikation - 157

Tabelle 9.1: Übersicht zu Kosten und Finanzierung zu prioritären Maßnahmen, für die Kostenschätzungen vorliegen - 159

Tabelle 9.2: Aktuelle Finanzierungsmöglichkeiten für Klimaschutzmaßnahmen unter Verwaltung von Projektträger Jülich (Auswahl) - 161

Tabelle 9.3: Übersicht über Fördermöglichkeiten über die Kommunalrichtlinie - 163

Tabelle 10.1: Klimaschutz-Benchmarking-Indikatoren für den Großraum Braunschweig - 168

Tabelle 10.2: Ergänzende Indikatoren für die kommunalen Verwaltungen - 168

IMPRESSUM

Auftraggeber



Regionalverband Großraum Braunschweig
Frankfurter Str. 2 | 38122 Braunschweig
Tel.: 0531 / 24262-0 | Fax: 0531 / 24262-42
info@regionalverband-braunschweig.de
www.regionalverband-braunschweig.de

Ansprechpartner für den Masterplan 100 % Klimaschutz:
Patrick Nestler

Auftragnehmer



KoRiS – Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung
Bödekerstr. 11 | 30165 Hannover
Tel.: 0511/590974-30 | Fax: 0511/590974-60
info@koris-hannover.de | www.koris-hannover.de
Dipl.-Ing. Dieter Frauenholz | Dipl.-Ing. Kerstin Hanebeck
Dipl.-Ing. Jochen Rienau | Prof. Dr.-Ing. Jörg Knieling M.A.



e4-Consult Ingenieurbüro Dedo v. Krosigk
Klewegarten 1 | 30449 Hannover
Tel. 0511/519488-0 | Fax. 0511/519488-1
krosigk@e4-consult.de | www.e4-consult.de
Dipl.-Ing. Dedo von Krosigk



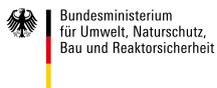
Planungsgruppe Umwelt
Stiftstr. 12 | 30159 Hannover
Tel.: 0511/5194978-0 | Fax: 0511/5194978-3
info@planungsgruppe-umwelt.de | www.planungsgruppe-umwelt.de
Dipl.-Geogr. Jan-Christoph Sicard



WVI Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH
Nordstraße 1 | 38106 Braunschweig
Tel.: 0531/38737-0 | Fax: 0531/38737-33
info@wvigmbh.de | www.wvigmbh.de
Dipl.-Ing. Manfred Michael | Dipl.-Ing Florian Amme

Gefördert durch die Nationale Klimaschutzinitiative (Förderkennzeichen: 03KP0015)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

