

Masterplan „100% Klimaschutz in Lüchow-Dannenberg“

Technische Dokumentation

13.10.2017



Masterplan „100% Klimaschutz in Lüchow-Dannenberg“

Technische Dokumentation

IMPRESSUM

HERAUSGEBER



Landkreis Lüchow-Dannenberg

Klimaschutzleitstelle des Landkreises
Lüchow-Dannenberg

Salzwedeler Straße 13
29439 Lüchow

Bearbeiter

Franziska Dittmer
Hans-Albrecht Wiehler
Sara Tege (Lektorat)

BEARBEITUNG



KEEA

Klima und Energieeffizienz Agentur
UG haftungsbeschränkt

Heckerstr. 6
34121 Kassel

Tel.: 0561 2577 0

E-Mail: info@keea.de

www.keea.de

Bearbeiter

Matthias Wangelin
Stefan Schäfer

FÖRDERUNG

Gefördert durch die Bundesrepublik Deutschland.

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 03KP0009

EINE VORBEMERKUNG ZUM SPRACHGEBRAUCH

Mit Rücksicht auf die gute Lesbarkeit des Textes wird auf die gleichberechtigte Nennung der männlichen und weiblichen Form verzichtet. In der Regel wird das männliche Genus verwendet, gemeint sind beide Geschlechter. Insofern nicht anders angegeben gilt für alle im vorliegenden Dokument verwendeten Abbildungen als Quelle: Klima und Energieeffizienz Agentur 2009–2014.

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORWORT	2
2	EINLEITUNG	3
3	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	4
4	MP-SCHRITT 1: ERFASSUNG DER INFRASTRUKTUR	5
4.1	Fläche	5
4.2	Mobilität	6
4.2.1	Kraftfahrzeugbestand	6
4.2.2	Streckenbelastung nach DTV	7
4.2.3	Pendler nach Bundesagentur für Arbeit	8
4.2.4	Nahverkehrsplan Lüchow-Dannenberg 2016	8
4.2.5	ÖPNV	12
4.3	Strom	12
4.4	Gas	15
4.5	Wärme	15
4.5.1	Wohngebäude	15
4.5.2	Feuerstätten	19
4.6	Kreisliegenschaften	21
4.7	Samtgemeinden	22
4.8	Erneuerbare Energien	23
4.8.1	Zusammenfassung	28
4.9	KWK	29
5	MP-SCHRITT 2: DEMOGRAPHISCHE RANDBEDINGUNGEN	29
6	MP-SCHRITT 3: ERFASSUNG KOMMUNALER POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	32
6.1	erneuerbare Wärmeproduktion	32
6.1.1	Festbrennstoffkessel	32
6.1.2	Solarthermie	32
6.1.3	Umweltenergie	33
6.1.4	Zusammenfassung Potenziale der Wärmewende	34
6.2	Erneuerbare Stromproduktion	36
6.2.1	Windkraft	36
6.2.2	Photovoltaik	38
6.2.3	Wasserkraft	39
6.2.4	Biomasse	39
7	MP-SCHRITT 4: STROMBEDARF PRIVATER HAUSHALTE	42
8	MP-SCHRITT 5: WÄRMEBEDARF PRIVATER HAUSHALTE	42
9	MP-SCHRITT 6: HEUTIGER UND ZUKÜNFTIGER ENERGIEBEDARF VON INDUSTRIE UND GHD	46
9.1	Unternehmen	46
9.2	Landkreis	47
9.3	Kommunen	48
10	MP-SCHRITT 7: ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSOPTION HEUTE BRENNSTOFFBASIERTER PROZESSWÄRMEBEDARFE	48

11 MP-SCHRITT 8: ABWÄRMENUTZUNG ALS INTERNE UND EXTERNE VERSORGUNGSMÖGLICHKEIT	48
12 MP-SCHRITT 9: HEUTIGE UND ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSVERSORGUNG	49
12.1 Erfassung der IST-Situation Mobilität	49
12.2 Potenziale der Mobilitätswende	51
12.2.1 Grundprinzip	52
12.2.2 Potenzial in Zahlen	56
12.3 Zukünftige Versorgungsoption Mobilität	59
13 MP-SCHRITT 10: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDE VERWENDUNGSKONZEPTE FÜR CO₂-ARME BRENN- UND KRAFTSTOFFE (BRENNSTOFFWENDE)	62
13.1 Welche Brenn- und Kraftstoffe können aus Biomasse bereitgestellt werden?	62
13.1.1 Festbrennstoffkessel	62
13.2 Zuordnung von Biomassepotenzialen zu den Sektoren	63
13.2.1 Umwandlung der Rohstoffe in Elektrizität und Wärme	63
13.3 Solar- und Umweltwärme	66
13.4 Versorgungsmöglichkeiten durch EE-Gas	67
13.5 Methodische Aspekte der Endenergie-Bilanzierung	67
14 MP-SCHRITT 11: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDE VERWENDUNGSKONZEPTE FÜR CO₂-ARME RAUMWÄRME UND WARMWASSER (WÄRMEWENDE)	73
14.1 Energie sparen durch Reduktion der Wärmeverluste	73
14.1.1 Gebäudehülle	73
14.1.2 Warmwasser	75
14.1.3 Wärmeerzeuger	75
15 MP-SCHRITT 12: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDER AUSGLEICHSOPTIONEN ERNEUERBARER STROMVERSORGUNG (STROMWENDE)	77
15.1 Potenziale der Stromwende	77
16 ANHANG	79

1 VORWORT

Die technische Dokumentation zum *Masterplan 100% Klimaschutz in Lüchow-Dannenberg* liefert Daten und Informationen, die im konzeptionellen Teil des Masterplanberichtes implizit enthalten, aber nicht detailliert dargestellt sind, um das Konzept lesbar zu halten. Die technische Dokumentation liefert somit Hintergrundinformationen für fachlich interessierte Leser. Der Aufbau der Dokumentation ist angelehnt an die Anforderungen des Handbuches methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, gefördert durch das BMUB.¹

¹ Fricke, Barbara & Schöttler, Mirjam & Steininger, Sebastian & Kluczka, Sven & Venjakob, Johannes & Gröne, Marie-Christine & Jansen, Ulrich & Schäfer-Sparenberg, Caroline & Schüwer, Dietmar & Hanke, Thomas & Buddeke, Mathis & Merten, Frank & Naegler, Tobias & Simon, Sonja & Ströcker, Steffen & Sperber, Evelyn. (2016). Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung - Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz.

2 EINLEITUNG

Grundlage für die Berechnungen ist die Bilanzierungssystematik für Kommunen (BISKO), welche als Methodik für die Masterplankommunen von der Bundesregierung vorgegeben ist. Im Kern wird eine Endenergie- und Treibhausgasbilanz nach dem Territorialprinzip erstellt. Es werden also nur Energieströme und Treibhausgase (THG)² dargestellt, die innerhalb des Landkreises erzeugt werden. Diese Methodik unterscheidet sich von anderen Bilanzierungsmethoden³, die auch Energieströme und THG-Emissionen berücksichtigen, die durch Bürger des Landkreises verursacht werden, aber anderorts entstehen. Deshalb sind die Zahlen mit Absicht nicht als Pro-Kopf-Verbräuche dargestellt, um Fehlinterpretationen der Daten zu vermeiden. In dieser Bilanz fehlen so beispielsweise zwei sehr wichtige Bereiche, der Flugverkehr und die Ernährung. Zudem wird der Bereich der Landnutzung aufgrund der Vorgaben⁴ bilanziell ausgeklammert.

Bilanzjahr für die hier dargestellten Ausgangswerte ist 2015.

BISKO

Die Methodik BISKO ist im Rahmen des BMUB-Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ entwickelt worden. Gleichzeitig ist vom BMUB das „Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung“ entwickelt worden, welches auf dem Forschungsprojekt KomRev der Stadt Rheine basiert. Das Handbuch empfiehlt 14 Arbeitsschritte für die Erstellung des Masterplans. Da die Erstellungsschritte für eine Kleinstadt entwickelt wurden, Lüchow-Dannenberg aber ein ländlicher Kreis ist, wurden die vorgeschlagenen Erstellungsschritte nur zum Teil übernommen. Ein Beispiel: Der Schritt 12 würde die Residuallasten und das Fluktuationsausgleichspotenzial beschreiben sollen. Dies wäre für einen Kreis mit verschiedenen Netzbetreibern und Spannungsebenen nur mit einem erheblichen Aufwand leistbar. Für eine Aussagefähigkeit müsste die Lastberechnung für jede Spannungsebene und jeden am Transformator nachgeschalteten Netzring erfolgen, weil die begrenzenden Faktoren die Stärken der Kabel und Leitungen und die Leistungen der Transformatoren sind.

Somit sind die Schritte der Masterplanentwicklung aus KomRev, ebenso wie die BISKO Methodik und andere Methoden und Quellen, in diesen Masterplan mit eingeflossen und bilden ein auf den Kreis zugeschnittenes Gesamtsystem.

² Hierin enthalten sind alle Treibhausgase (THG), wie z.B. CO₂, Methan (CH₄) oder Lachgas (N₂O).

³ Z.B. den Input-Output Rechnungen des Statistischen Bundesamts

⁴ Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung

3 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

ENERGIENACHFRAGE

Im Landkreis Lüchow-Dannenberg werden jährlich rund 1.461 GWh⁵ an Endenergie nachgefragt und 485.840 Tonnen an Treibhausgasen (THG) erzeugt.

Größter Verbrauchssektor mit der Hälfte der Energienachfrage sind die privaten Haushalte, bedingt durch den ländlich geprägten Gebäudebestand. Die Sektoren Unternehmen und Mobilität teilen sich mit jeweils rund einem Viertel die weitere Energienachfrage. Die öffentlichen Einrichtungen (ÖE) haben mit ca. 1% einen kreistypischen Anteil an der Gesamtnachfrage. Durch die unterschiedlichen THG-Emissionen pro Energieeinheit – zum Beispiel Erdgas mit etwa 250 g/kWh und Elektrizität etwa 500 g/kWh – unterscheiden sich die Relationen der Treibhausgase vom Endenergieverbrauch. Im Vergleich der Energieträger bilden Strom und Heizöl mit jeweils einem Drittel die höchsten anteiligen Emissionen ab. Benzin und Diesel verursachen zusammen 21%, Erdgas rund 14% der THG-Emissionen. Da die Wärmenetze überwiegend über biogene Energieträger gespeist werden, liegt deren Anteil an den Treibhausgasen zusammen mit Holz für Einzelfeuerstätten bei unter 1% THG.

Grundsätzlich sind die Masterplanziele -50% Endenergie und -95% THG erreichbar. Dies erfordert aber eine konsequente Suffizienz⁶- sowie Effizienzstrategie in allen Verbrauchssektoren des Landkreises.

- Die Reduktion der **Wärmenachfrage** ist durch Dämmen der Gebäudehülle und bessere Anlagentechnik als Technologiepfad möglich. Alternative zur rein technologischen Lösung bietet die Suffizienzstrategie. Über einen gezielteren Umgang mit Energie oder über eine geringere Wohnfläche pro Kopf könnten weitere Reduktionspotenziale erschlossen werden. Optimal wäre ein Mix aus Suffizienz – also ein maßvoller Umgang mit Raum und Energie – und technischen Lösungen (Effizienz).⁶
- Die aktuelle **Stromnachfrage** wird überwiegend von den Unternehmen generiert. Diese sind viel deutlicher in Effizienzstrategien des Kreises einzubinden. Über Wärmepumpen und Elektromobilität kommen zwar neue relevante Nachfragesektoren hinzu, diese könnten über das hohe Potenzial an erneuerbaren Stromquellen mit lokalen Erneuerbaren Energien versorgt werden, sofern die bestehenden Potenziale erschlossen werden. Wichtige Zukunftsaufgabe bei der Elektrizität ist die Organisation des Last- und Speichermanagements für einen zeitlichen und räumlichen Ausgleich.
- Die **Mobilität** erfordert zunächst eine Suffizienzstrategie, also einen Verhaltenswandel (s. Vermeidung u. Verlagerung), und im zweiten Schritt eine Technologiestrategie (Fahrzeugeffizienz, Elektromobilität). Über die Reduktion des Flottenverbrauchs der Kraftfahrzeuge kann die Treibstoffnachfrage deutlich gesenkt werden (Effizienzstrategie). Die Elektromobilität reduziert den

⁵ Gigawattstunden (GWh). Die Wattstunde (Einheitenzeichen: Wh) ist eine Maßeinheit der Arbeit bzw. der Energie. Im Alltag gebräuchlich und verbreitet ist die Kilowattstunde (kWh), das Tausendfache der Wattstunde. 1 GWh = 1 Mio. kWh. Zum Vergleich: das Heizkraftwerk Wedel erzeugt jährlich rund 1.200 GWh Strom.

⁶ Im Lateinischen bedeutet *sufficere* so viel wie „ausreichen“ oder „genug sein“. Suffizienz erstrebt den geringeren Verbrauch von Ressourcen durch eine verringerte Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen. Suffizienz versucht also nicht, bestehende Bedürfnisse mit weniger oder anderem Ressourcenaufwand zu befriedigen, sondern sie hinterfragt die Art und Folgen der Bedürfnisbefriedigung. Beispiel Wohnen: Es gibt heutzutage viel energieeffizientere Möglichkeiten als früher, Wohnraum zu beheizen. Daher ist der Heizenergiebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche gesunken (Effizienzstrategie). Gleichzeitig ist die Wohnfläche pro Kopf aber gestiegen. Die Flächen müssen nun mit insgesamt mehr Energie beheizt werden, so dass der Heizenergiebedarf pro Kopf kaum gesunken ist (Quelle: Bundjugend 2017: Ein gutes Leben für alle. Eine Einführung in Suffizienz).

Energieverbrauch und die THG-Emissionen nochmals deutlich weiter (Konsistenzstrategie). Ein nicht zu vernachlässigendes Suffizienzpotenzial besteht zudem in einer Optimierung von Siedlungs- und Nahversorgungsmodellen. Intelligente Lösungen für den ländlichen Raum würden es ermöglichen, die Wegelastigkeiten, die Nahmobilität und die Qualität von „zu Hause“ zu erhöhen. Dies könnte ohne technologischen Aufwand zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen.

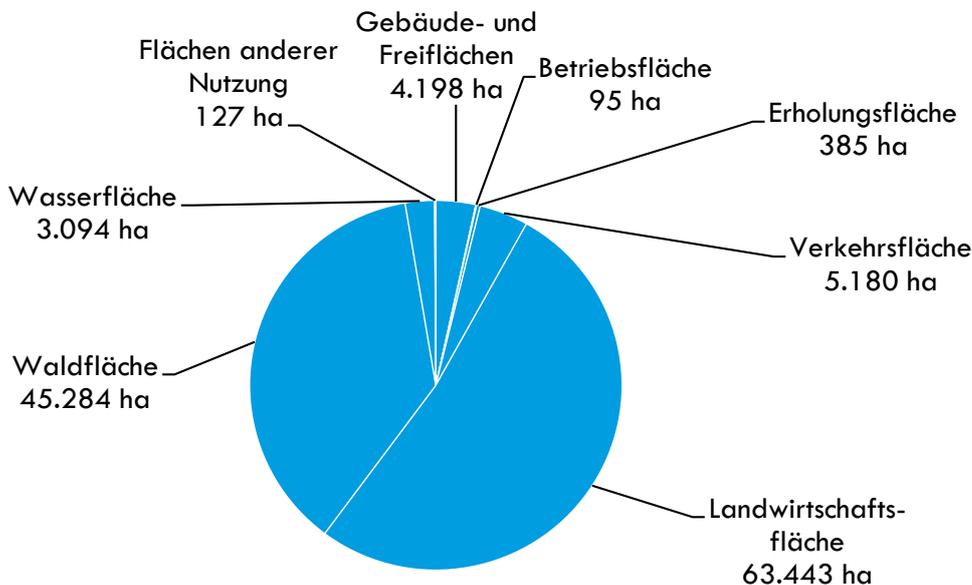
- Der gezielte Einsatz von Effizienztechnologien in sinnvoller Kombination mit der Suffizienzstrategie ist eine gute differenzierte Strategie um die Klimaschutzziele zu erreichen. Beide Einzelpfade hätten es jeweils für sich gesehen schwer die Klimaschutzziele zu erreichen. Die technische Entwicklung ist wichtig, aber erst der bewusste und sinnvolle Umgang mit Energiebedürfnissen schöpft die weitreichenden Suffizienz-Potenziale aus, die im Kreis Lüchow-Dannenberg stecken.

4 MP-SCHRITT 1: ERFASSUNG DER INFRASTRUKTUR

4.1 FLÄCHE

Der Landkreis hat eine Fläche von 121.871 ha. Davon sind 52% Landwirtschaftsfläche und 37% Waldfläche. Die Gebäude-/Freiflächen und Verkehrsflächen haben zusammen einen Anteil von 7% (Abbildung 1).

Abbildung 1: Aufteilung der Fläche (Quelle: Statistisches Bundesamt)



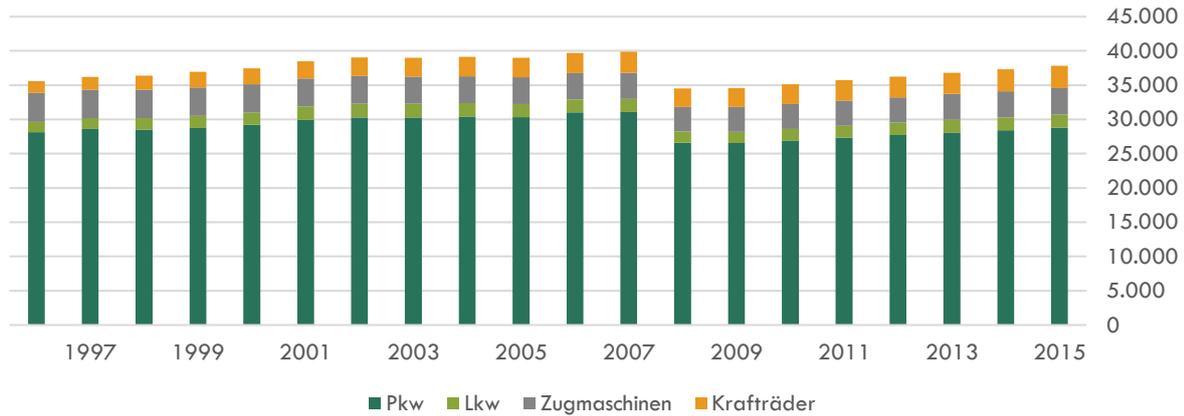
4.2 MOBILITÄT

4.2.1 KRAFTFAHRZEUGBESTAND

REGIONALSTATISTIK

Im Basisjahr 2015 sind 28.793 PKW, 1.895 LKW, 3.866 Zugmaschinen und 3.276 Krafträder angemeldet. In Abbildung 2 ist zu erkennen, dass der Kraftfahrzeugbestand leicht steigend ist.

Abbildung 2: Kraftfahrzeugbestand, Stichtag 01.01.2016



STRABENVERKEHRSAMT

Quelle: Anfrage an Herr Rzepa/Lüdemann (Amt 36, Straßenverkehr), Auswertung durch Herrn Steegmann (IT), Oktober 2016

PKW ges	29.436
Benzin	18.179
Diesel	10.364
Hybrid	588
Flüssiggas	1
Erdgas	285
Elektro	19
Wasserstoff	0
LKW ges	2.096
Benzin	87
Diesel	1.968
Hybrid	16
Flüssiggas	0
Erdgas	20
Elektro	5
Wasserstoff	0

LANDKREIS

- Bestand 28 KFZ
- Fahrleistung rund 900.000 km im Jahr 2015

4.2.2 STRECKENBELASTUNG NACH DTV

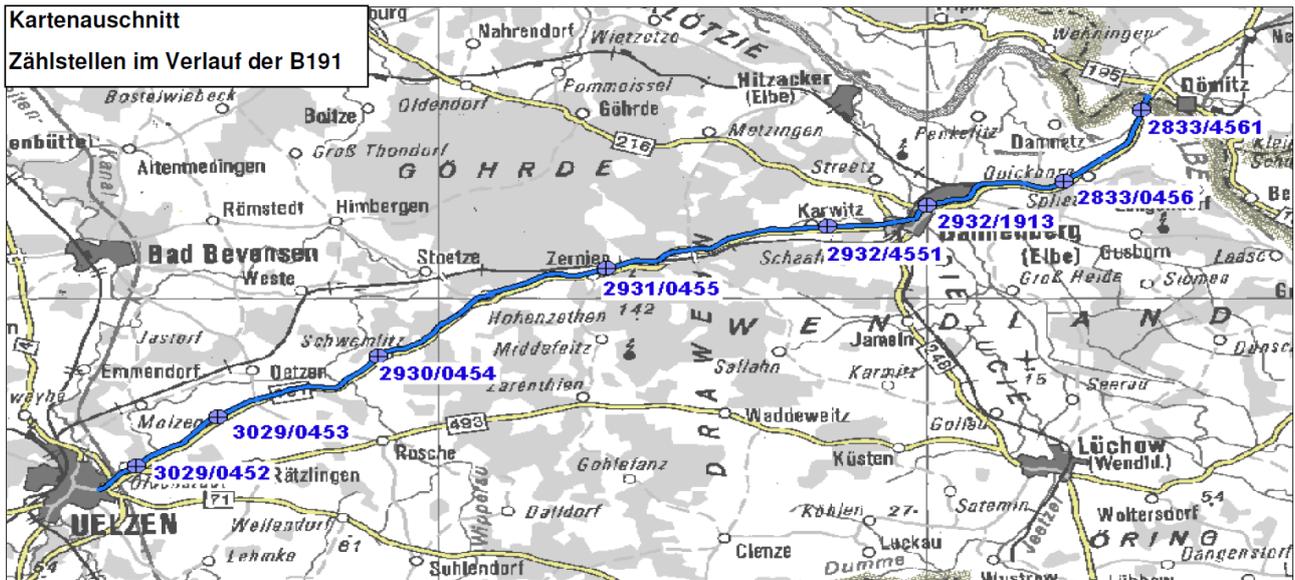
Auf den Hauptlinien

- ca. 5.000 Fahrzeuge / 24h
- ca. 800 Fahrzeuge / 24h über 3,5t

Abbildung 3: Beispiel für die Streckenbelastung auf der B191

TK/ZST.-Nr.	Kfz [gesamt]			SV [Schwerverkehr >3,5t]		
	2000	2005	2010	2000	2005	2010
	Mo-So			Mo-So		
	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h
	Mo-So-DTV 00	Mo-So-DTV 05	Mo-So-DTV 10	Mo-So-DTV 00	Mo-So-DTV 05	Mo-So-DTV 10
2833 4561	5 760	5 989	6 274	671	773	819
2833 0456	5 998	6 041	5 836	697	799	661
2932 1913	6 581	6 189	7 000	732	755	890
2932 4551	4 093	4 092	4 606	541	526	659
2931 0455	4 140	4 387	4 556	622	592	572
2930 0454	3 192	3 431	2 792	560	500	558
3029 0453	3 784	3 917	3 522	500	451	599
3029 0452	8 079	6 714	7 618	1 058	636	796

Abbildung 4: Beispiel für die Streckenbelastung auf der B191



4.2.3 PENDLER NACH BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT

- 5.081 Auspendler
- 3.409 Einpendler

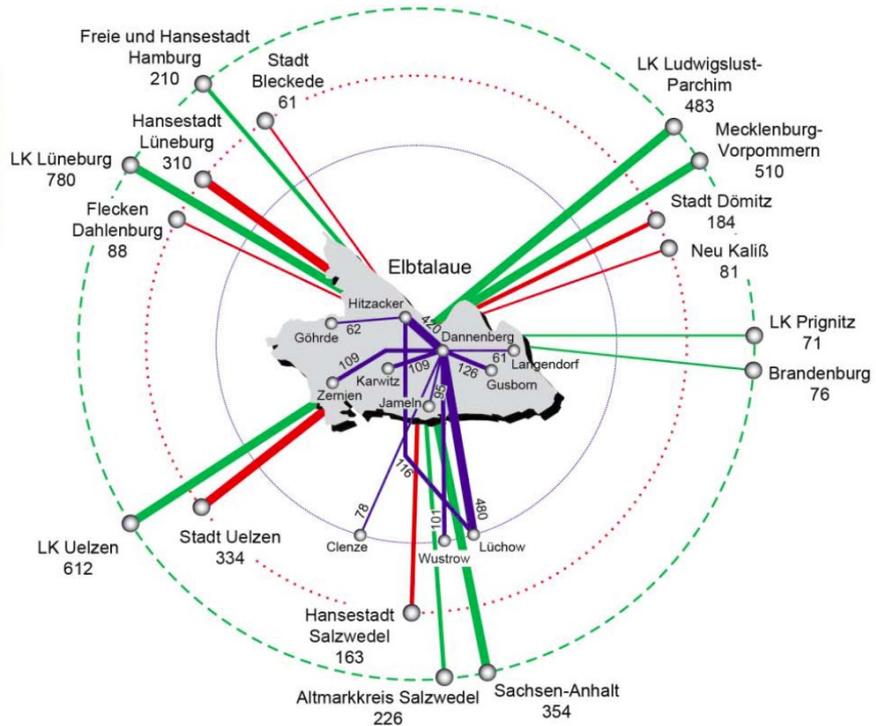
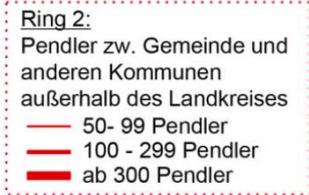
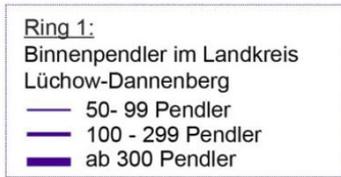
4.2.4 NAHVERKEHRSPLAN LÜCHOW-DANNENBERG 2016

Die Pendlerbeziehungen bewegen sich im wesentlichen innerhalb von vier Korridoren:
Hamburg/Lüneburg, Uelzen, Salzwedel, Ludwigslust-Parchim.

Abbildung 5: Pendlerbeziehungen in den Samtgemeinden

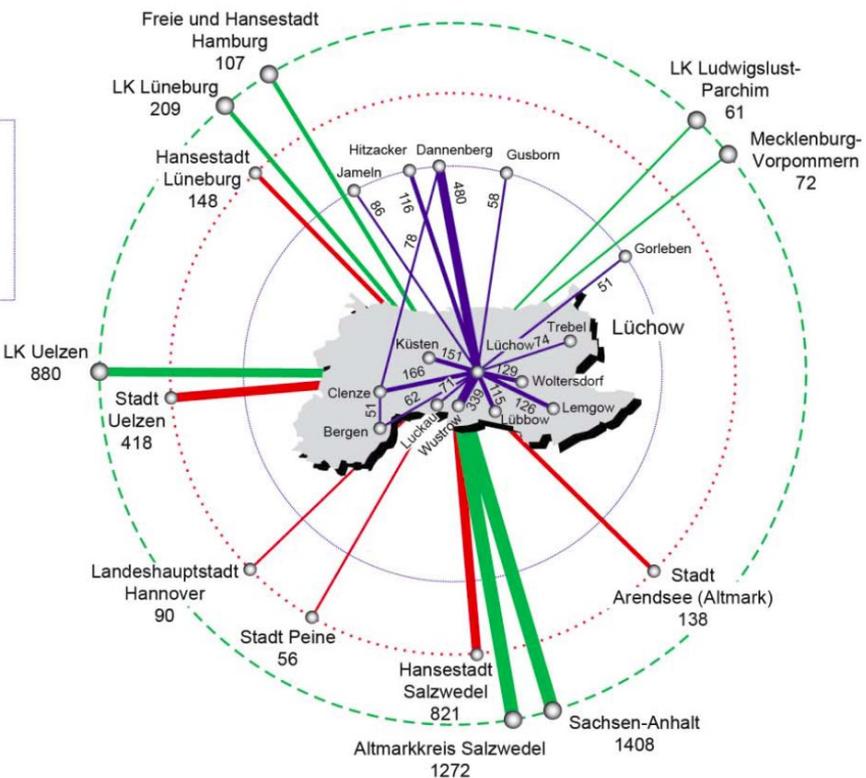
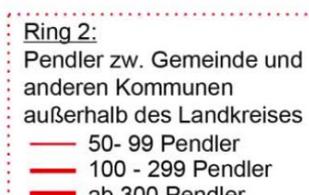
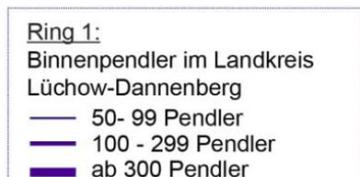
Pendlerbeziehungen SG Elbtaulaue

Ein- und Auspendler 30.06.2012



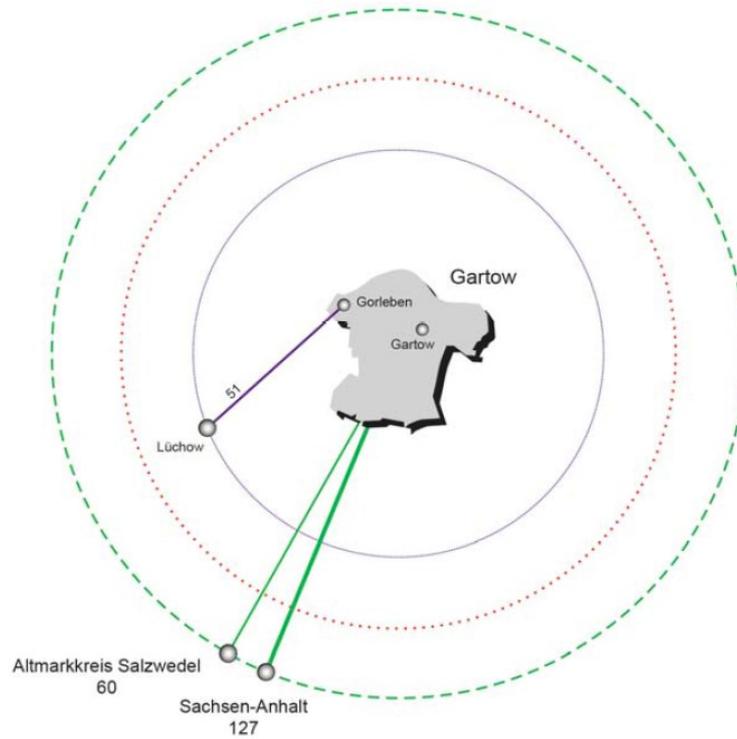
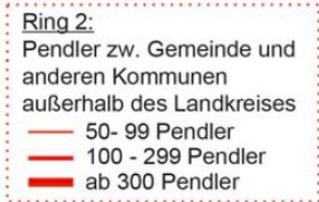
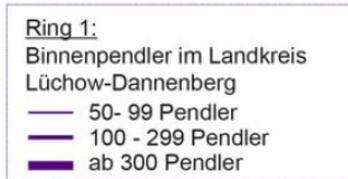
Pendlerbeziehungen SG Lüchow

Ein- und Auspendler 30.06.2012



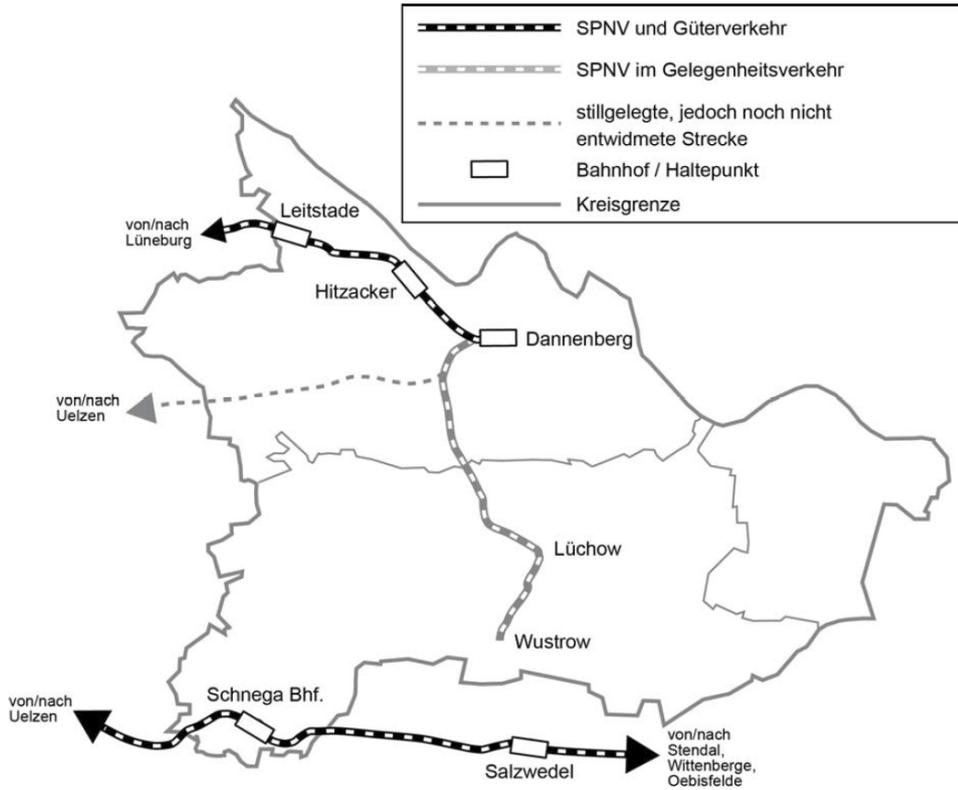
Pendlerbeziehungen SG Gartow

Ein- und Auspendler 30.06.2012



Das Schienennetz befindet sich im Norden des Landkreises und bindet Dannenberg an Lüneburg an. Im Süden schneidet die Schienenverbindung von Uelzen nach Stendal den Landkreis, mit einem Bahnhof in Schnega.

Abbildung 6: Schienennetz



Neben den Brücken queren vier Fähren die Elbe, davon drei Fähren für den KFZ-Transport.

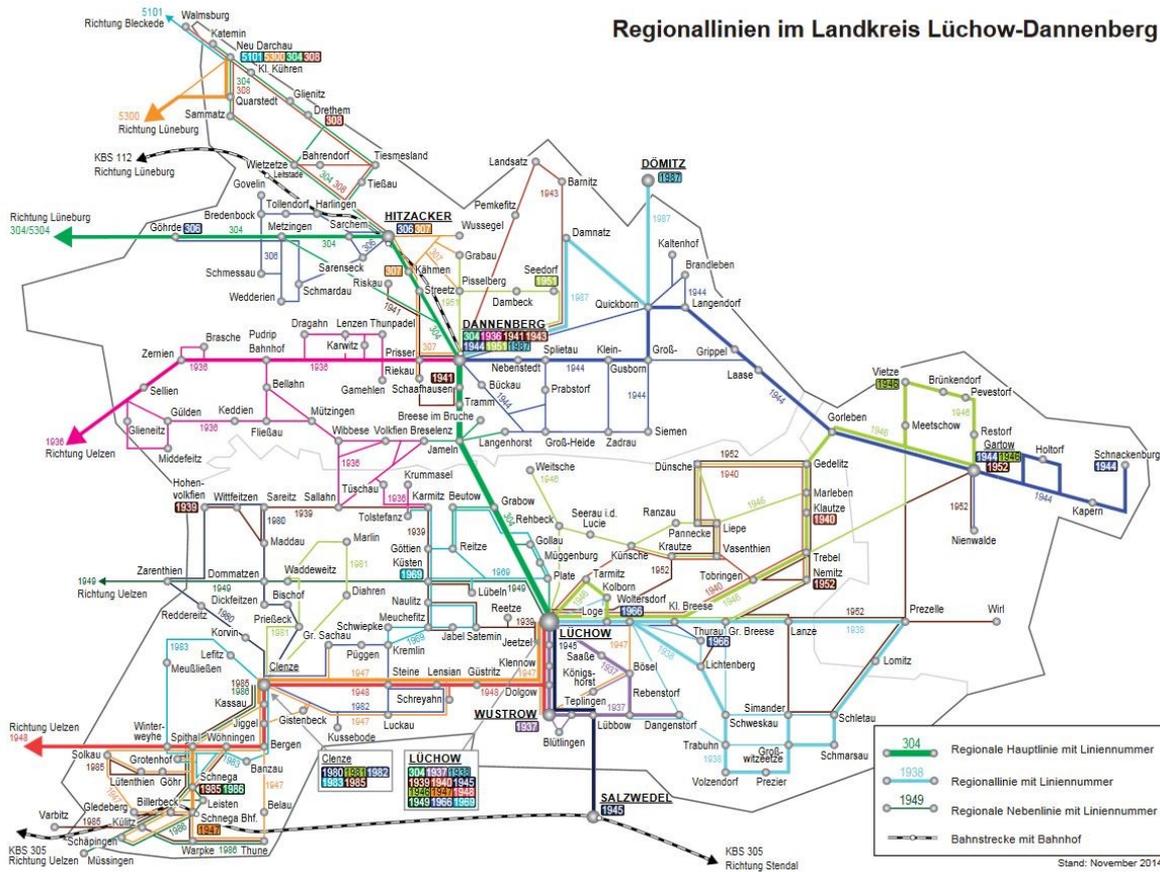
Abbildung 7: Elbfähren



4.2.5 ÖPNV

Der Landkreis verfügt über ein dichtes Busliniensystem, welches im wesentlichen den Schülerverkehr bedient. Die nord-südliche Hauptlinie bindet ab dem Bahnhof Dannenberg die Kreisstadt Lüchow an und geht weiter bis Salzwedel zum DB-Haltepunkt. Lüchow und Dannenberg werden Richtung Uelzen über Buslinien angebunden.

Abbildung 8: Regionallinien



4.3 STROM

Der vom Landkreis und den EVUs gelieferte Stromverbrauch im Landkreis beträgt im Basisjahr 319 GWh (ohne Mobilität).

Tabelle 1: Stromverbrauch

Stromnachfrage in kWh	2014	2015
Gesamt	313.164.491	319.194.098
...Privatkunden gesamt	86.971.924	82.726.260
.....Kunden Nachtspeicherheizung	9.606.859	4.773.693
.....Kunden Wärmepumpen	4.682.183	1.695.946
...Gewerbekunden gesamt	221.819.883	233.402.160
...Kommunale Einrichtungen gesamt	2.639.291	1.261.827
.....Straßenbeleuchtung	917.862	817.919
...Landkreis (Quelle: Landkreis)	1.733.393	1.803.851

AVACON

Avacon betreibt das Stromnetz im südlichen Teil des Landkreises. Ein großer Teil der gewerblichen Stromkunden befinden sich im Netzgebiet der Avacon.

Tabelle 2: Stromnachfrage von Avacon Netz (Quelle: Avacon)

Stromnachfrage Avacon	2014	2015
Gesamt	237.929.987	232.811.630
...Privatkunden gesamt	38.762.199	38.367.829
.....Kunden Nachtspeicherheizung	9.606.859	4.773.693
.....Kunden Wärmepumpen	4.682.183	1.695.946
...Gewerbekunden gesamt	180.539.419	185.210.976
...Kommunale Einrichtungen	2.639.291	1.261.827
.....Straßenbeleuchtung	850.018	750.679

EVE

Die EVE versorgt den nördlichen Teil von Lüchow-Dannenberg. Die Lieferung der Daten ist nach der Differenzierung des Konzessionsabgabegesetzes erfolgt.

Tabelle 3: Stromnachfrage der EVE (Quelle: EVE)

	2013	2014	2015
Gesamt	1.300.248	85.018.110	88.843.494
...Tarifkunden	698.906	36.329.458	37.470.119
...Schwachlasttarif	604.342	8.074.476	3.772.722
...Sondervertragskunden		40.614.176	47.600.653

Tabelle 4: Netzgebiet der EVE



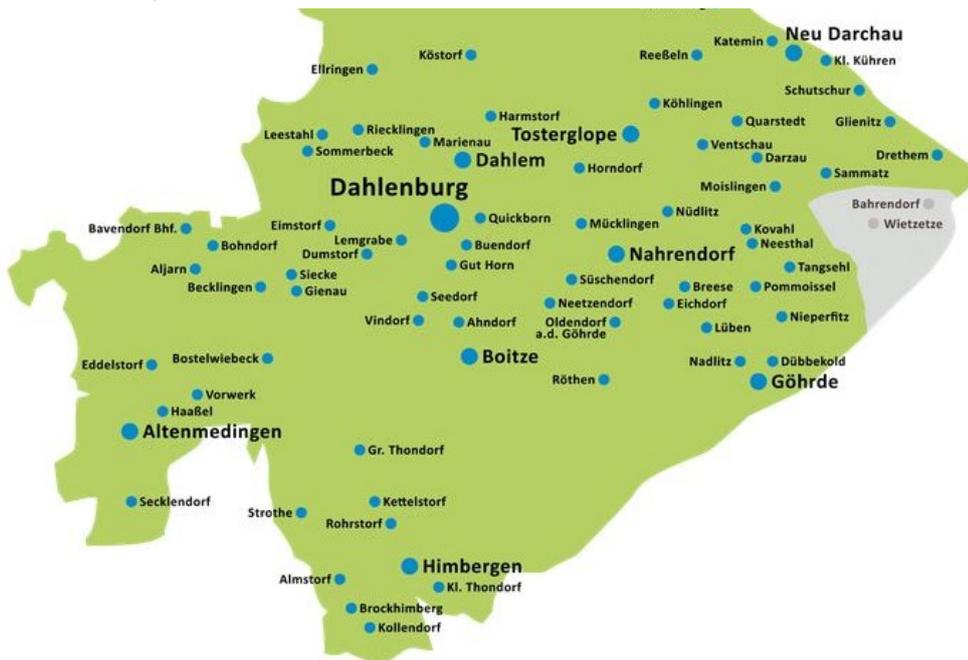
EVDB

Die EVDB betreibt das Netz von Neu Darchau und Görden.

Tabelle 5: Stromnachfrage der EVDB (Quelle: EVDB)

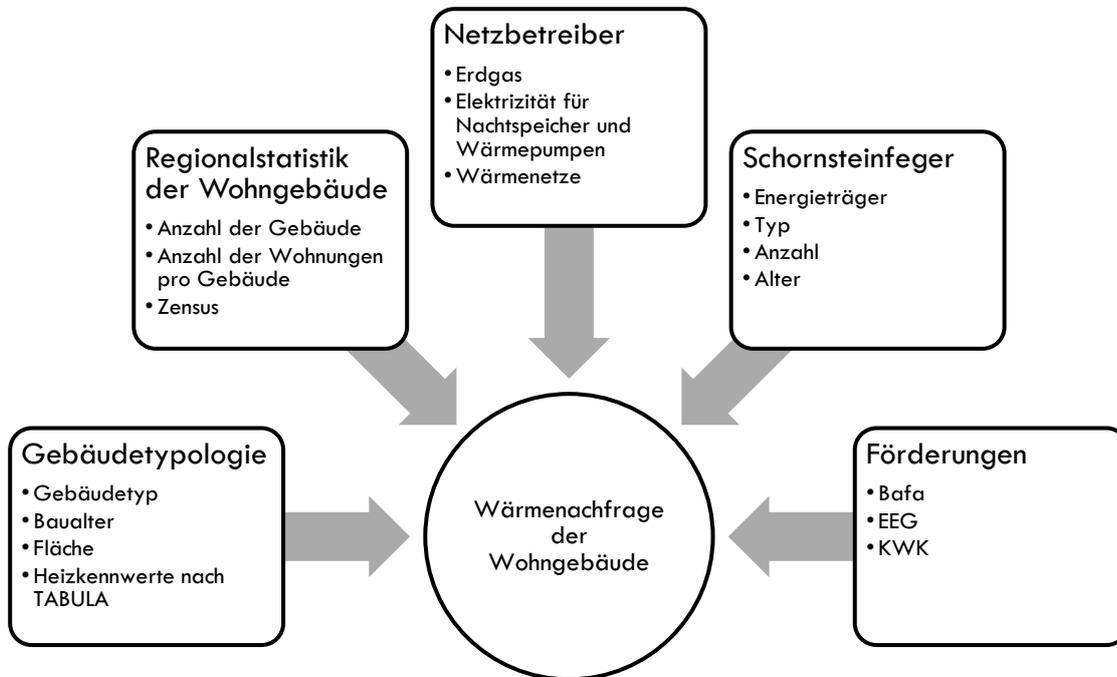
	2011	2012	2013	2014	2015
Gesamt	5.045.338	5.052.411	4.958.144	4.539.923	3.773.361
...Privatkunden gesamt	4.375.702	4.262.291	4.169.483	3.805.791	3.115.590
...Gewerbekunden gesamt	669.636	720.156	719.481	666.288	590.531
.....Straßenbeleuchtung	0	69.964	69.180	67.844	67.240

Tabelle 6: Netzgebiet der EVDB



- Erdgas über die Gasnetzbetreiber
- Elektrizität über die Stromnetzbetreiber und die nach Bafa geförderten Wärmepumpen
- Solarthermie und Biomassekessel über die nach Bafa geförderten Anlagen
- Die Schornsteinfegerdaten für das Alter den Heizkessel und als Plausibilitätskontrolle.

Abbildung 10: Methodik der Wärmenachfrage der Wohngebäude



GEBÄUDETYPLOGIE

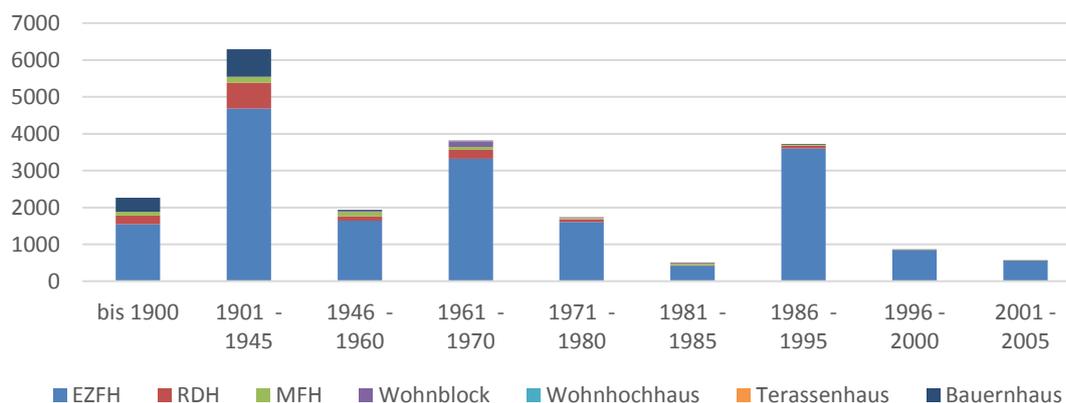
Die KEEA-Tools beinhalten eine bundesweite Gebäudetypologie. Nach dieser sind 21.697 Gebäude in Lüchow-Dannenberg vorhanden. Die Tabelle 8 zeigt die Gebäudetypologie, differenziert nach Baualter und Bautyp.

Tabelle 8: Anzahl der Gebäude (Quelle: KEEA-Tools)

	bis 1900	1901 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2000	2001 - 2005	Anzahl	Anteil
EZFH	1543	4680	1645	3320	1607	418	3602	846	549	18210	84%
RDH	234	704	118	239	71	15	71	4	1	1457	7%
MFH	106	154	124	80	14	46	25	3	2	554	3%
Wohnblock	0	5	20	151	18	19	6	0	0	219	1%
Wohnhochhaus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Terassenhaus	0	0	0	3	21	1	1	0	0	26	0%
Bauernhaus	383	748	29	25	7	1	18	2	18	1231	6%
Büro	18	25	20	44	28	6	11	0	0	152	1%
Fabrik	6	16	13	34	12	1	5	0	0	87	0%
Anzahl	2290	6332	1969	3896	1778	507	3739	855	570	21697	100%
Anteil	11%	29%	9%	18%	8%	2%	17%	4%	3%		

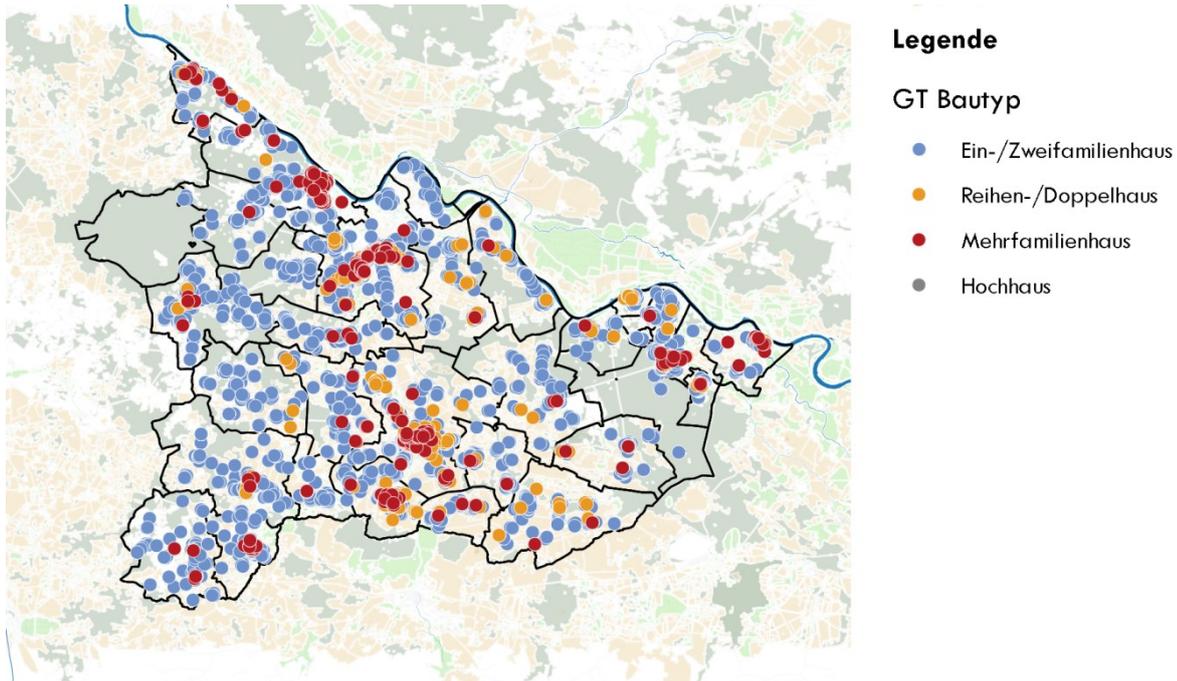
Über die Entwicklung der Wohngebäude ist deutlich die Dominanz der Ein- und Zweifamilienhäuser erkennbar. Auch gibt es deutliche Bauphasen, zwischen 1901 – 1945, in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg, und Mitte der 80er Jahre bis Mitte der 90er Jahre (Abbildung 11).

Abbildung 11: Entwicklung der Anzahl der Wohngebäude (Quelle: Gebäudetypologie der KEEA-Tools)



Wird die Gebäudetypologie räumlich ausgewertet ergibt sich ein Bild nach Abbildung 12. In den Zentren befinden sich eher die Mehrfamilienhäuser, in den Dörfern eher die Ein- und Zweifamilienhäuser.

Abbildung 12: Räumliche Darstellung der Gebäudetypologie nach Bautyp (Quelle: KEEA-Tools)



Regionalstatistik

Die Regionalstatistik weist die Wohnfläche von Wohngebäuden nach Ein-/Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern aus. Die Wohnfläche beträgt in den Untersuchungsgebieten bei Ein-/Zweifamilienhäusern 2,3 Mio. m², bei Mehrfamilienhäusern 0,26 Mio. m² (Quelle: Statistisches Bundesamt).

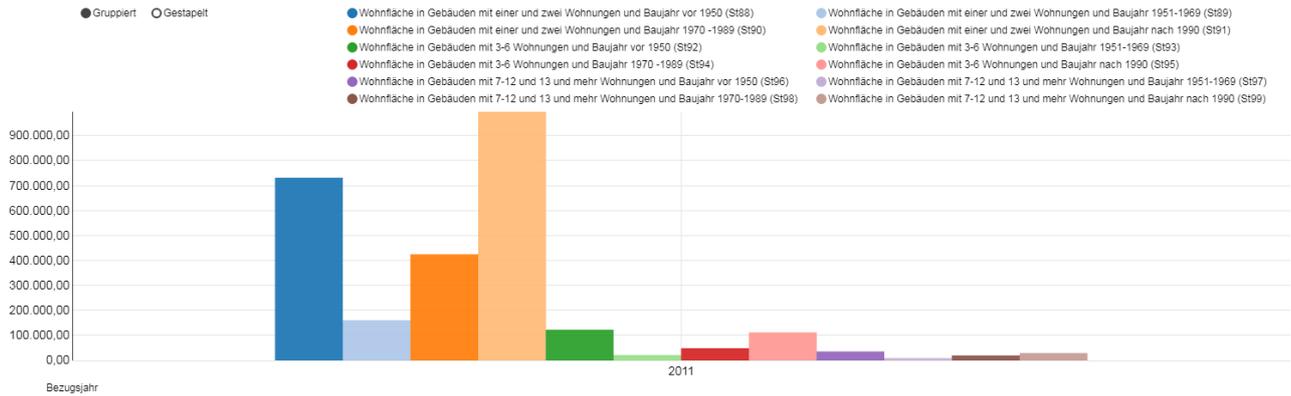
Tabelle 9: Gebäudebestand

Anzahl und Flächen Wohngebäude	E-ZFH	MFH	Summe
Anzahl	16.832	1.147	17.979
Fläche	2.356.480 m ²	261.520 m ²	2.618.000 m ²

Klimaschutzplaner

Der Klimaschutzplaner greift auf die Daten vom Zensus 2011 zu. Zusammen sind 18.886 Gebäude eingetragen.

Abbildung 13: Aufteilung der Wohnfläche im Klimaschutzplaner



KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (KfW)

Die KfW führt eine Statistik über die Inanspruchnahme ihrer Förderprogramme. Die Tabelle 10 zeigt die Anzahl der geförderten Gebäude von 2009 bis zum 30.09.2016. Zusammen sind 958 Gebäude gefördert worden. Das sind rund 137 Gebäude pro Jahr. Im Bezug zum Wohngebäudebestand sind in dem Zeitraum rund 0,8% pro Jahr mit KfW-Mitteln saniert worden.

Tabelle 10: Förderung der KfW Bank (Quelle: KfW)

	01.01.2009-30.09.2016		
	Anzahl	Mio. EUR	gef. Wohneinheiten
Kfw-Privatkunden-, Kommunalbank Wohnen			
Energieeffizient Bauen	56	15	293
Energieeffizient Sanieren - Effizienzhaus	49	4	227
Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahme	134	5	199
Energieeffizient Sanieren - Zuschuss	719	0	933
Gesamt	958	24	1652

4.5.2 FEUERSTÄTTEN

SCHORNSTEINFEGER

Die Schornsteinfegerdaten ermöglichen eine Auswertung nach Art und Anzahl der Wärmeerzeuger (Tabelle 11).

Tabelle 11: Auswertung der Schornsteinfegerdaten von 2015

	Anzahl
Heizöl-Verdampfbrenner ohne Brennwert	5
Heizöl-Zerstäubungsbrenner ohne Brennwert	3.559
Heizöl-Brennwertkessel	326
Gasbrenner ohne Gebläse	2.091
Gasbrenner mit Gebläse	552
Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten	1.780
Ölfeuerungsanlagen nach §10 Abs. 2 der 1. BImSchV	28
Gasfeuerungsanlagen nach §10 Abs. 2 der 1. BImSchV	11
Öl-BHKW	3
Ortsfeste Verbrennungsmotoren mit Öl	1
Gas-Wärmepumpen	1
Gas-BHKW	56
Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe	10.447
Mechanisch beschickte Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, ausgenommen Einzelraumfeuerungsanlagen	94
Handbeschickte Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, ausgenommen Einzelraumfeuerungsanlagen	580

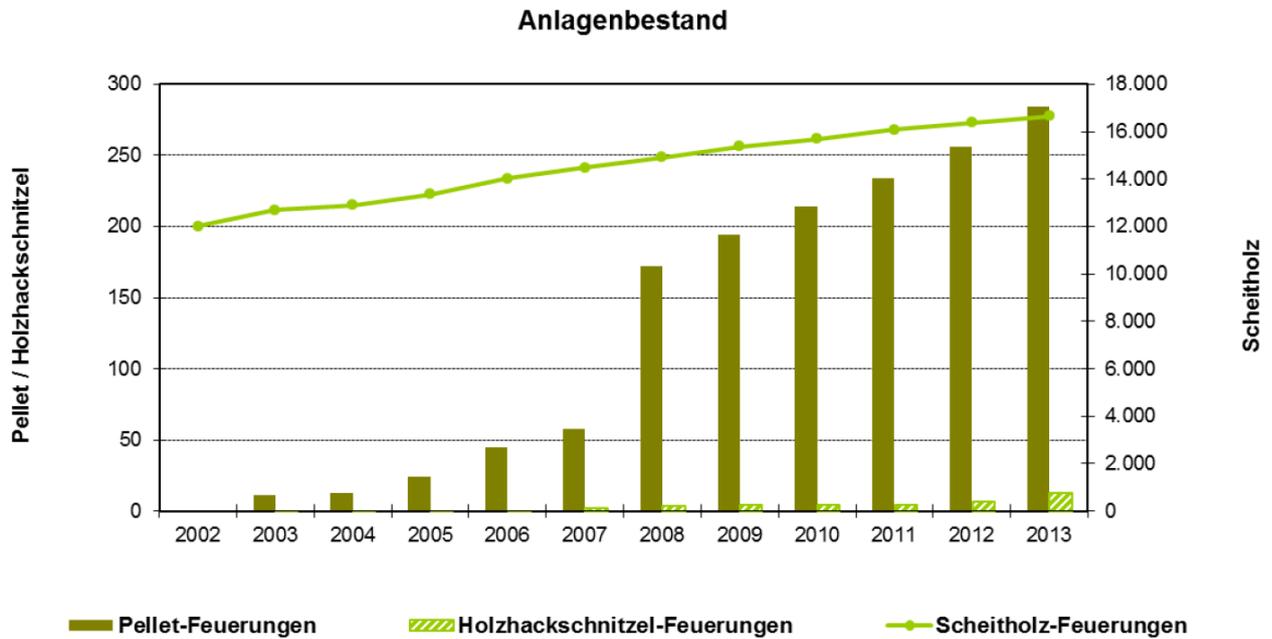
AUSWERTUNG 3N KOMPETENZZENTRUM E.V.

Das 3N Kompetenzzentrum hat die Biomasse-Einzelfeuerstätten ausgewertet. In Abbildung 14 ist die Entwicklung der Feuerstätten dargestellt.

Tabelle 12: Bestand an Holzfeuerungen (Quelle: 3N-Kompetenzzentrum e.V. - Büro Göttingen, Rudolf-Diesel-Str. 12, 37075 Göttingen, Tel.: 0551/ 30738-17, e-mail: goettingen@3-n.info, Internet: www.3-n.info)

Landkreis Lüchow-Dannenberg	Bestand	Zuwachs											Bestand
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013
1 Scheitholz-Einzelöfen	11.200	616	184	405	529	406	349	397	294	353	257	240	15.230
2 Scheitholz-Zentralheizungen < 15 kW	189	11	10	21	21	9	15	22	11	9	9	7	334
3 Scheitholz-Zentralheizungen > 15 kW	619	56	13	45	102	59	53	36	26	27	22	46	1.104
4 Pellet-Einzelöfen	0	0	0	2	2	3	97	10	9	11	8	13	155
5 Pellet-Zentralheizungen < 15 kW	0	11	2	5	13	4	7	7	6	4	7	1	67
6 Pellet-Zentralheizungen > 15 kW	0	0	0	4	6	6	10	5	5	5	7	14	62
7 Holzhackschnitzel-Zentralheizungen < 50 kW	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	6
8 Holzhackschnitzel-Zentralheizungen > 50 kW	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	6
9 Scheitholz-Feuerungen	12.008	683	207	471	652	474	417	455	331	389	288	293	16.668
10 Pellet-Feuerungen	0	11	2	11	21	13	114	22	20	20	22	28	284
11 Holzhackschnitzel-Feuerungen	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	2	6	12

Abbildung 14: Anlagenbestand an Biomasse-Feuerstätten



4.6 KREISLIEGENSCHAFTEN

Vom Landkreis Lüchow-Dannenberg sind die Energieverbräuche von 2013 bis 2015 geliefert worden (Tabelle 13). Im Basisjahr 2015 sind rund 6 GWh an Energieträger für Wärme benötigt worden, davon 0,3 GWh für Heizöl, 5,7 GWh für Erdgas und rund 0,024 GWh aus BHKWs. Ein großer Unterschied besteht zwischen den Daten von 2013 und 2015. 2013 betrug der Verbrauch noch 8,6 GWh. Werden alle drei Jahre witterungskorrigiert und gemittelt, ergibt sich ein durchschnittlicher Wärmeverbrauch von 7,3 GWh.

Tabelle 13: Endenergienachfrage der Kreisgebäude (Quelle: Landkreis Lüchow-Dannenberg)

		Verwaltungsgebäude	Schulen mit Turnhallen	Feuerwehr	Bauhof	Summe
	Fläche	15.254 m ²	85.409 m ²	1.388 m ²	622 m ²	102.674 m ²
Wärme Gemessen	2013	895.690 kWh	7.484.510 kWh	145.000 kWh	160.500 kWh	8.685.700 kWh
	2014	723.900 kWh	5.320.210 kWh	120.000 kWh	126.770 kWh	6.290.880 kWh
	2015	736.260 kWh	5.110.410 kWh	130.000 kWh	123.000 kWh	6.099.670 kWh
Witterungs-korrigiert	2013	904.647 kWh	7.559.355 kWh	146.450 kWh	162.105 kWh	8.772.557 kWh
	2014	789.051 kWh	5.799.029 kWh	130.800 kWh	138.179 kWh	6.857.059 kWh
	2015	765.710 kWh	5.314.826 kWh	135.200 kWh	127.920 kWh	6.343.657 kWh
	Mittelwert	819.803 kWh	6.224.403 kWh	137.483 kWh	142.735 kWh	7.324.424 kWh
Strom	2013	465.550 kWh	1.197.143 kWh	19.568 kWh	22.844 kWh	1.705.106 kWh
	2014	456.372 kWh	1.229.879 kWh	25.694 kWh	21.448 kWh	1.733.393 kWh
	2015	452.160 kWh	1.307.299 kWh	22.786 kWh	21.607 kWh	1.803.851 kWh

Die Stromnachfrage ist zwischen 2013 und 2015 von 1,7 GWh auf 1,8 GWh leicht angestiegen.

4.7 SAMTGEMEINDEN

SG LÜCHOW

Die Samtgemeinde Lüchow hat nach eigenen Angaben im Basisjahr 2015 eine Energiemenge von 3,1 GWh benötigt. Davon sind 0,59 GWh Elektrizität (ohne Straßenbeleuchtung).

Tabelle 14: Energienachfrage der Samtgemeinde Lüchow (Quelle: SG Lüchow)

Alle Werte in kWh	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Erdgas	2.742.351	2.696.072	2.583.696	1.891.198	2.015.501	1.619.882
Biogas	93.900	211.900	201.568	465.406	478.627	540.481
Flüssiggas	7.542	4.791	4.991	2.857	9.372	5.004
Heizöl	33.626	24.805	20.979	25.777	31.053	34.819
Strom	631.938	663.543	559.114	535.753	596.710	616.522
Summe	3.509.357	3.601.111	3.370.348	2.920.991	3.131.263	2.816.708

SG GARTOW

Die Samtgemeinde Gartow benötigt in 2015 rund 3,2 GWh Energie für Strom und Wärme, davon 0,77 GWh für Elektrizität.

Tabelle 15: Energienachfrage der Samtgemeinde Gartow (Quelle: SG Gartow)

kWh/Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Anzahl	18	18	18	18	18	18	18
Bruttogeschoßfläche	7.697	7.697	7.697	7.697	7.697	8.400	8.515
Erdgas	699.373	792.789	626.218	605.278	674.852	513.379	1.053.619
Fernwärme	1.814.790	1.602.460	1.240.300	2.016.560	1.111.990	1.864.160	1.482.547
Nahwärme	73.711	64.233	60.103	57.203	57.142	54.682	0
Sonstige Erneuerbare	869.150	896.410	655.490	574.040	666.200	0	0
Strom	643.993	650.054	728.207	703.653	316.703	767.330	868.487
Summe	4.101.017	4.005.946	3.310.318	3.956.734	2.826.887	3.199.551	3.404.653

SG ELBTALAU

Die Samtgemeinde Elbtalau benötigt in 2015 rund 2,6 GWh Energie für Strom und Wärme, davon 0,4 GWh für Elektrizität.

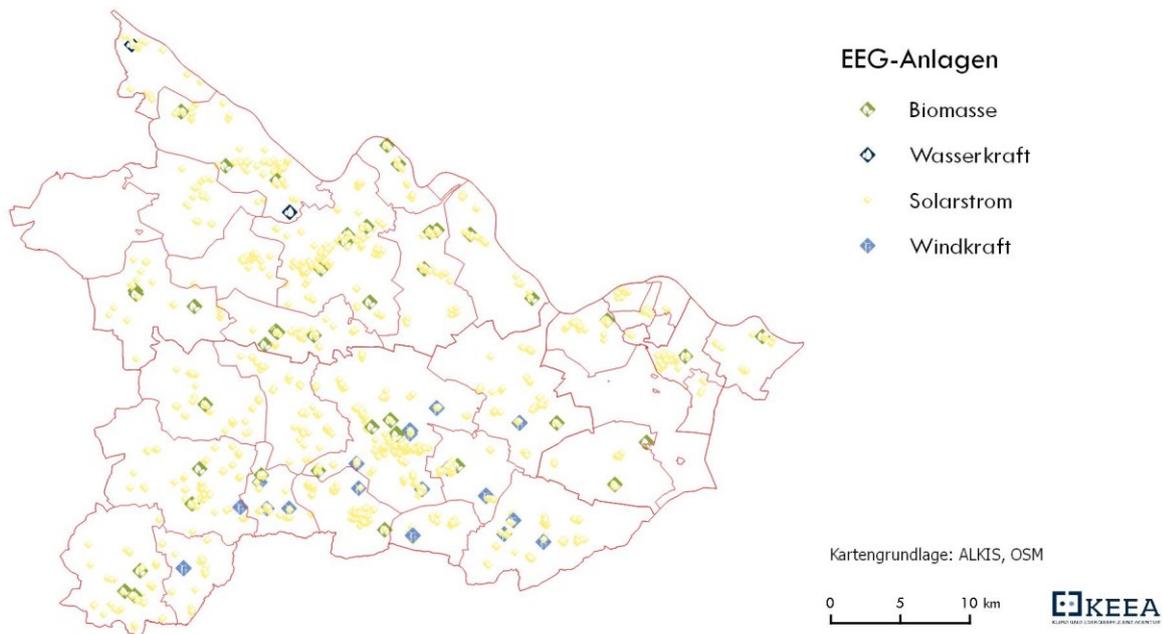
Tabelle 16: Energienachfrage der Samtgemeinde Elbtalaue (Quelle: SG Elbtalaue)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Erdgas	2.768.636	2.514.307	2.071.259	2.041.564	1.413.590	1.545.982	1.695.143
Biogas			9.893	7.592	5.295	8.710	11.222
Heizöl			18.065	25.431	11.714	150.248	188.481
Wärmenetz				507.494	255.203 7	499.027	552.825
Strom	409.828	428.756	411.057	414.484	345.824	404.999	422.484
Summe	3.178.464	2.943.063	2.510.274	2.996.565	2.031.626	2.608.966	2.870.155

4.8 ERNEUERBARE ENERGIEN

Grundlage für die Ermittlung der Erneuerbaren Energien Anlagen sind die Daten des Anlagenregisters, die durch die DGS nochmals aufbereitet sind (www.energymap.info). Der Zubau, die Anzahl und die Leistung sind diesem Register entnommen. Der Stromertrag der Anlagen ist von den Netzbetreibern geliefert worden. Der Wärmeertrag und die Gaseinspeisung stammen aus dem Projekt Bioenergieregionen 2.0.

Abbildung 15: Lage der EEG Anlagen in Lüchow-Dannenberg (Quelle: energymap.info)



WINDKRAFT

Zum Basisjahr 2015 sind 71 Anlagen mit einer Leistung von 101,2 MW installiert. Diese lieferten im Basisjahr 124 GWh Elektrizität. Die Anlagen sind im Wesentlichen in den Jahren 2005 bis 2010 aufgestellt worden.

⁷ Grundschule Hitzacker keine Daten

Abbildung 16: Standorte der Windkraftanlagen im Süden des Landkreises (Quelle: ALKIS)

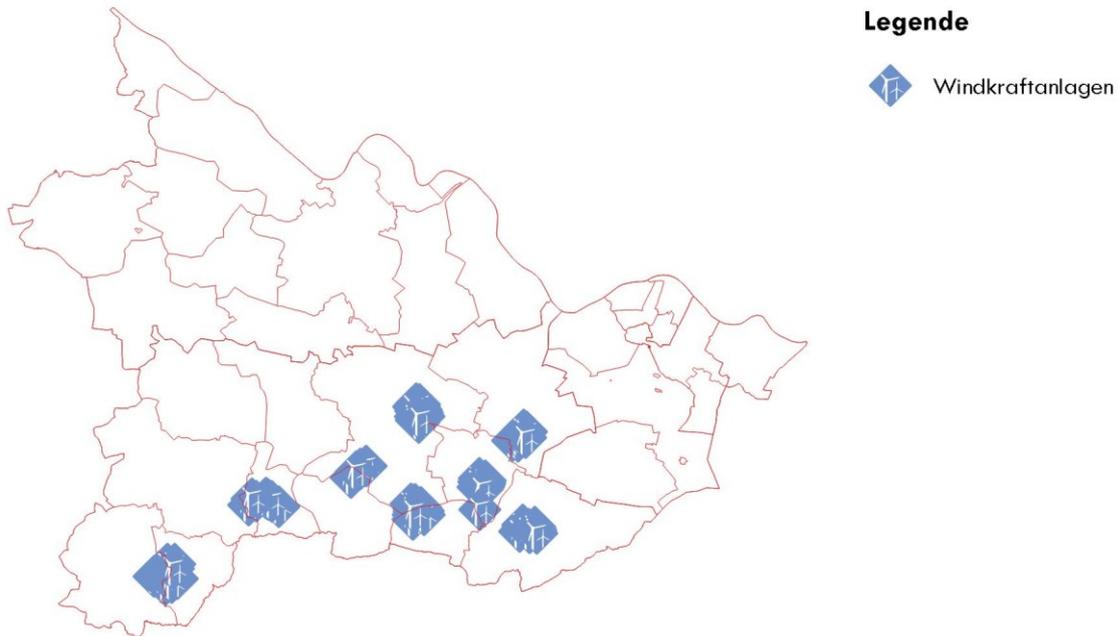
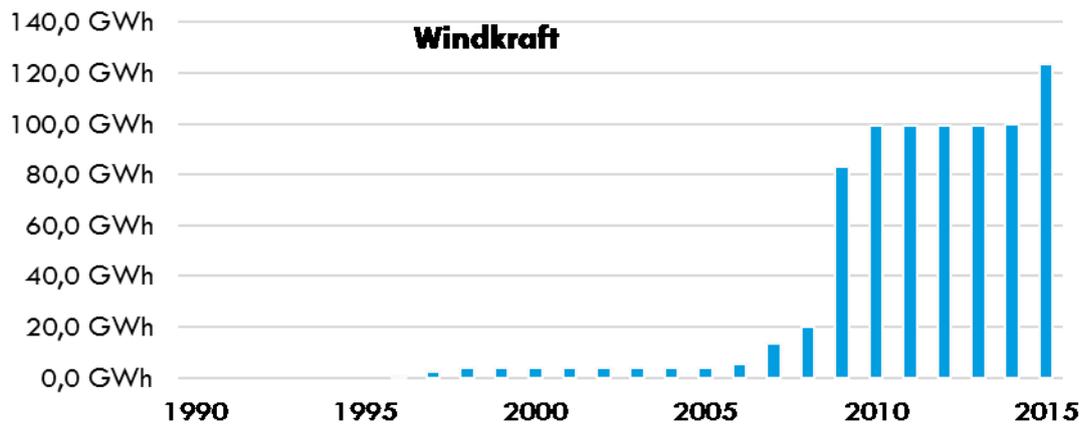


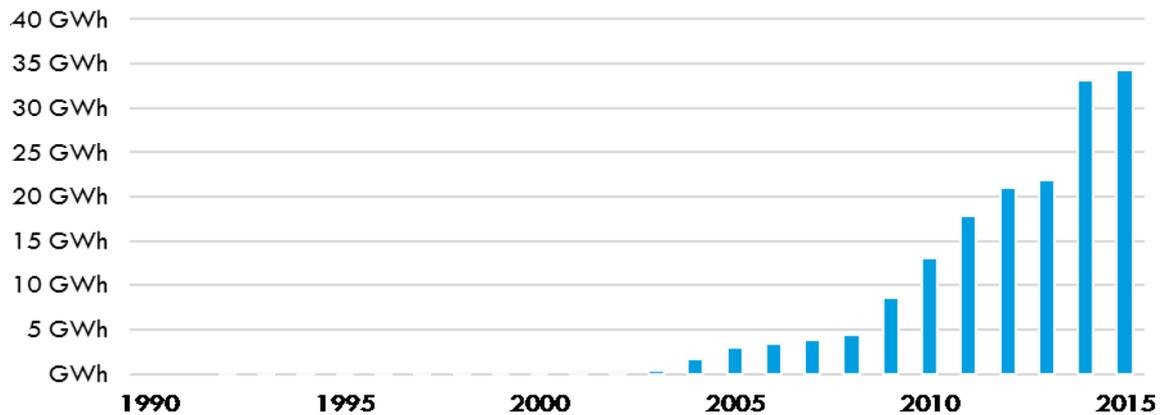
Abbildung 17: Entwicklung der Windkraft



PHOTOVOLTAIK

Im Basisjahr sind 1.570 Photovoltaik Anlagen mit einer Leistung von 37.124 kWp installiert und lieferten 34 GWh. Jahre mit hohen Installationsraten waren 2009 und 2014 (Abbildung 18).

Abbildung 18: Entwicklung der Photovoltaik



WASSERKRAFT

Über die Topographie von Lüchow-Dannenberg hat die Wasserkraft keine große Bedeutung. Es ist sogar so, dass Flüsse wie die Jetzel bei einem Elbehochwasser auf das Elbniveau gepumpt werden müssen.

In Lüchow-Dannenberg existieren zwei kleine Wasserkraftanlagen mit zusammen 11 kW Leistung. Der Ertrag betrug im Basisjahr 2015 20.340 kWh.

BIOMASSE

Im Basisjahr 2015 sind 43 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von 21,8 MW installiert. Nach den Netzbetreibern liefern in 2015 die Anlagen 130 GWh Elektrizität. An Wärme liefern die Anlagen 13 GWh (Quelle: Bioenergieregionen 2.0). Zwei Anlagen speisen rund 70 GWh Biomethan in das Gasnetz ein. Eine Deponiegasanlage mit 75 kW liefert rund 0,3 GWh Elektrizität.

Abbildung 19: Biogasanlagen im Landkreis (Quelle: ALKIS)

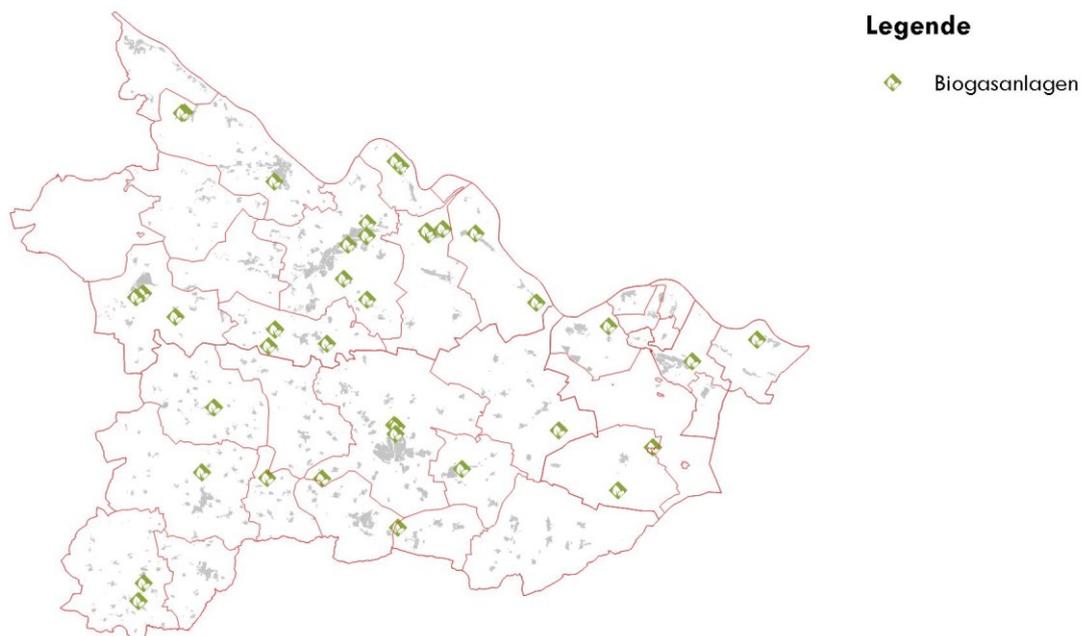
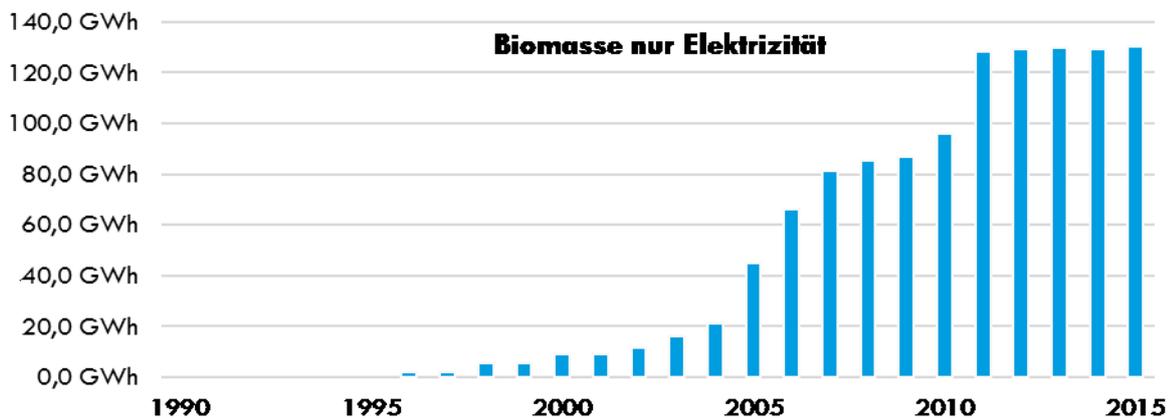


Abbildung 20: Anzahl, Leistung und Ertrag der Biogasanlagen (Quelle: Anlagenregister, Netzbetreiber)

Bestand 2015	Anzahl	Leistung _{el}	Strom	Wärme	Gaseinspeisung
Biomasse	43	21.771 kW	130 GWh	13 GWh	
Bio-Methan	2				70 GWh
Deponiegas	1	75 kW	0,3 GWh		

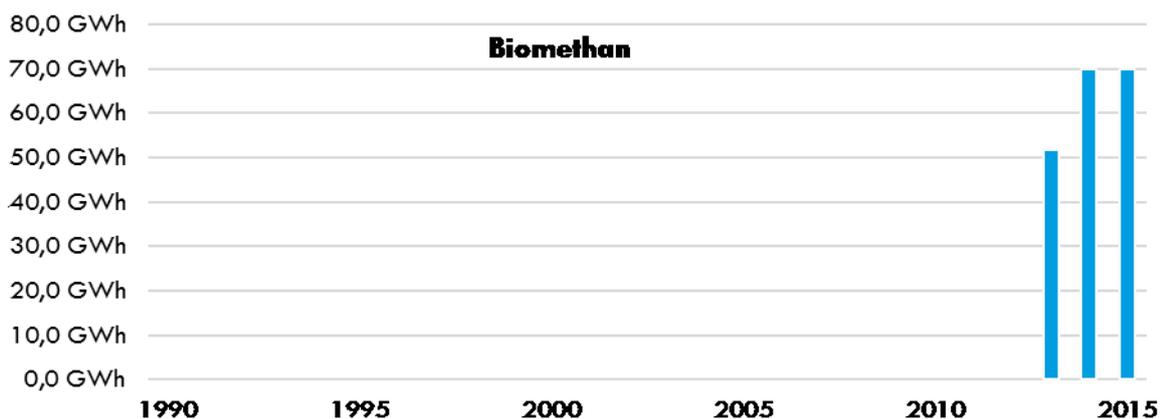
Die Biogasanlagen sind im Wesentlichen in den Jahren 2005 bis 2011 entstanden (Abbildung 21).

Abbildung 21: Entwicklung der Biogasanlagen



Die Anlagen zur Biomethanproduktion sind erst in den letzten Jahren ans Netz gegangen. Seit 2014 wird rund 70 GWh Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist. Das sind rund 24% der aktuellen Erdgasnachfrage.

Abbildung 22: Entwicklung der Biomethanproduktion



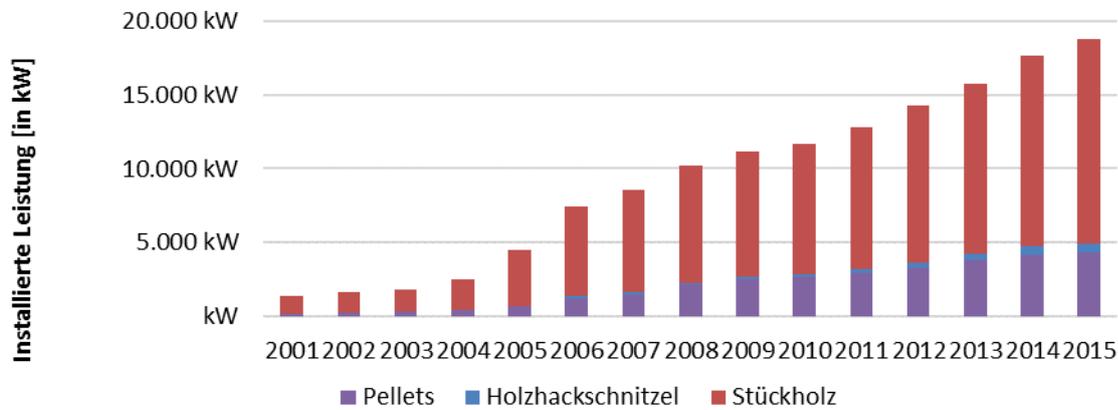
HOLZHEIZUNGEN

Die Entwicklung der Holzheizungen basiert auf Auswertung der vom Bafa geförderten Feuerstätten. Wie in der Abbildung 23 zu sehen ist sind vor allem Stückholzheizungen installiert worden. Dies ist durch die ländliche Struktur des Landkreises nachvollziehbar.

Seit dem Jahr 2000 sind 1.616 Kessel mit einer Feuerungsleistung von 18.838 kW installiert. Diese stellen rund 30 GWh an Wärme zur Verfügung.

Abbildung 23: Entwicklung der Holzheizungen (Quelle: www.Biomasseatlas.de auf der Basis der Bafa-Daten

)



Dazu kommen noch die offenen Kamine. Nach der Feuerstättenzählung Niedersachsen 2015 sind 11.798 Kamine im Kreis registriert. Bei einem durchschnittlichen Einsatz von 1 Fm Holz werden rund 24 GWh Wärme produziert.

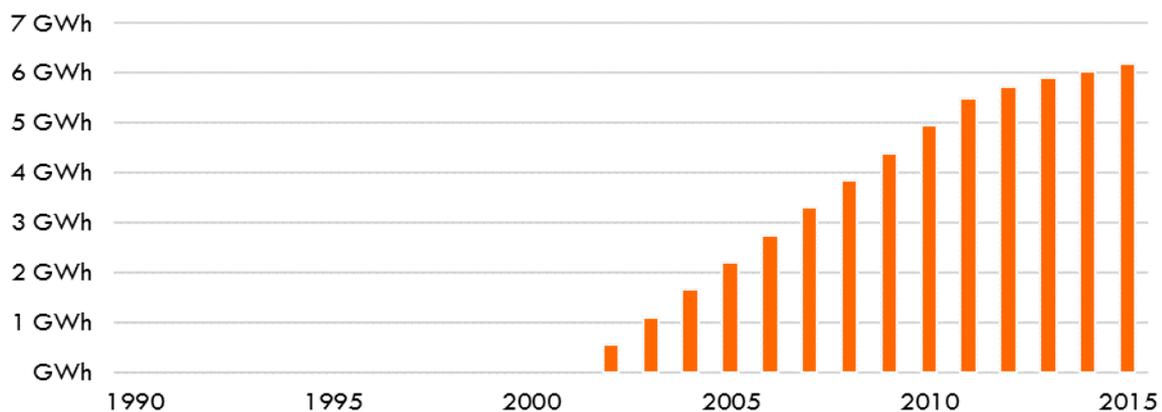
Zusammen ergibt sich ein Wärmeertrag von 54 GWh.

SOLARTHERMIE

Über die Auswertung der nach der Bafa geförderten solarthermischen Anlagen sind bis zum Basisjahr 2015 rund 11.200 m² installiert. Diese produzieren rund 6,2 GWh Wärme.

Abbildung 24: Entwicklung der Solarthermie (Quelle: www.Solarthermieatlas.de auf der Basis der Bafa-Daten

)



WÄRMEPUMPEN

Im Basisjahr sind 24 Wärmepumpen im Landkreis installiert. Diese benötigen rund 1,7 GWh Elektrizität, entziehen der Umwelt rund 5,1 GWh Energie und produzieren rund 6,8 GWh an Wärme.

Quelle: www.waermepumpenatlas auf der Basis der Bafa-Daten, Avacon

4.8.1 ZUSAMMENFASSUNG

Einer der inzwischen ausgezeichneten Ergebnisse vieler Aktivitäten im Landkreis ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE). Insbesondere der Ausbau der Biogasanlagen trägt mit 130 GWh zur Stromproduktion, 13,4 GWh für die Wärmeproduktion, 70 GWh an Biomethaneinspeisung und 7,3 GWh als Treibstoff zur EE-Produktion bei. Die Windkraftanlagen erzeugen rund 123 GWh, die Photovoltaik ca. 34 GWh an elektrischer Energie. Mit 52,7 GWh trägt Holz als feste Biomasse zur Wärmeproduktion bei. Insgesamt werden rund 443 GWh Erneuerbare Energien im Landkreis produziert.

Da auch Erneuerbare Energien Treibhausgase produzieren, z.B. über die Biomasseaufbereitung, werden rund 40.000 Tonnen emittiert. Dies sind ca. 8% der gesamten THG-Emissionen.

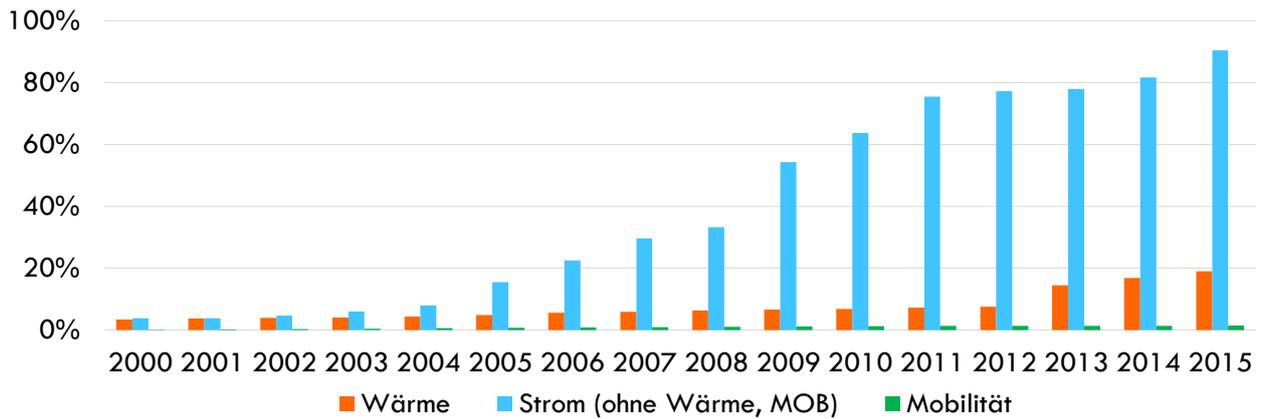
Tabelle 17: Erneuerbare Energien (EE) im Landkreis

EE		443 GWh		39.748 t/a
EE-Wärme		147,4 GWh	100%	8.087 t/a
Holz		52,7 GWh	36%	1.300 t/a
Solarthermie		6,2 GWh	4%	152 t/a
Umweltwärme (WP)		5,1 GWh	3%	0 t/a
Wärmenetze		13,4 GWh	9%	256 t/a
Biomethan		70,0 GWh	47%	6.379 t/a
EE-Strom	160.181 kW	288,3 GWh	100%	31.662 t/a
PV-Anlagen	37.124 kW	34,3 GWh	12%	4.321 t/a
Wasserkraft	11 kW	0,0 GWh	0%	1 t/a
Biomasse	21.771 kW	130,2 GWh	45%	24.524 t/a
Klärgas	kW	0,0 GWh	0%	0 t/a
Deponiegas	75 kW	0,3 GWh	0%	1 t/a
Windkraft	101.200 kW	123,6 GWh	43%	2.815 t/a
EE-Treibstoff		7,3 GWh		1 t/a
Biogas		7,3 GWh		1 t/a

Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der gesamten Endenergienachfrage (Wärme, Elektrizität und Mobilität) beträgt 30%. Werden nur die EE-Stromproduktion und die Nachfrage nach elektrischer Energie verglichen, beträgt der Anteil rund 90%⁸. Bei Wärme beträgt der Anteil 19%, bei Mobilität rund 1% (s. Abbildung 25).

⁸ Stand 2015. Datenquelle: Stromnachfrage Netzbetreiber, Stromproduktion Netzbetreiber und Bundesnetzagentur. Über verschiedene Bilanzierungsmethoden und Quellen können andere Konzepte einen anderen Wert ausweisen.

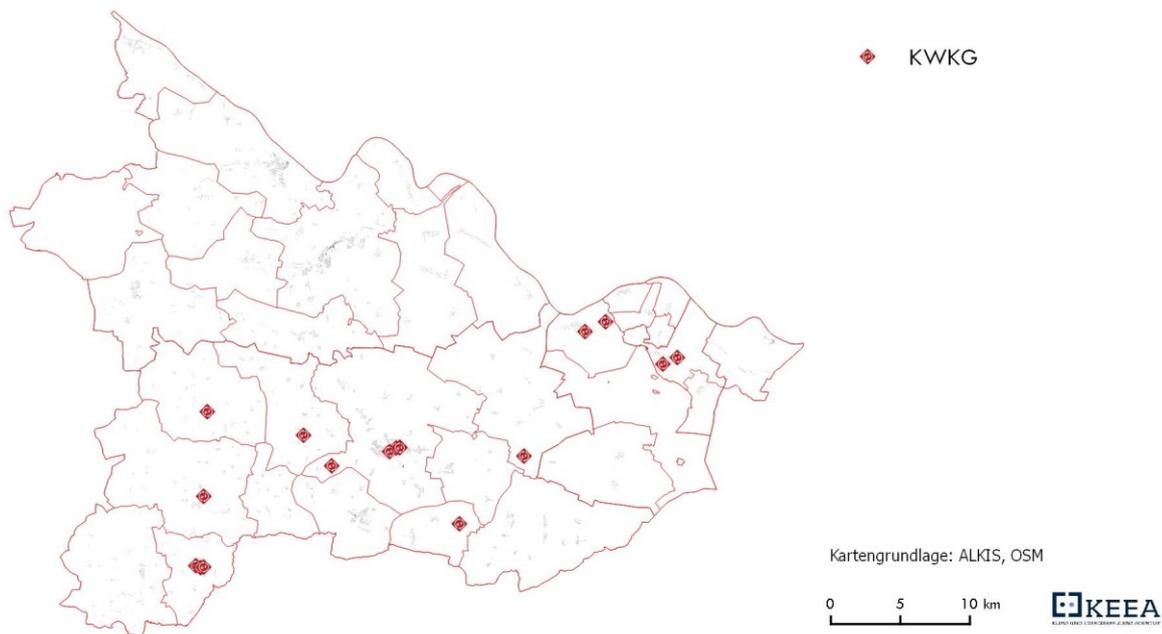
Abbildung 25: Anteil EE an den Nachfragesektoren Wärme, Elektrizität und Mobilität



4.9 KWK

Im Netzgebiet der Avacon werden 18 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 172 kW betrieben. Davon werden 3 Anlagen mit Mineralöl, 10 Anlagen mit Erdgas und eine jeweils Anlage mit Flüssiggas und Biogas betrieben. Drei Anlagen sind vom Energieträger nicht definiert.

Abbildung 26: Lage der Anlagen in Lüchow-Dannenberg (Quelle: Avacon)



5 MP-SCHRITT 2: DEMOGRAPHISCHE RANDBEDINGUNGEN

Die Bevölkerungs- und Sozialstruktur wird sich bundesweit stark verändern. Von rund 82 Mio. Einwohnern wird nach Prognosen des statistischen Bundesamts die Bevölkerung im Jahr 2050 auf ca. 75 Mio. EW sinken. Gleichzeitig wird jeder dritte Einwohner über 60 Jahre alt sein und die Lebenserwartung wird deutlich zunehmen. Die Haushaltsstrukturen und Familienformen wandeln sich mit der Tendenz zur Verkleinerung der durchschnittlichen Personenzahl pro Haushalt. Mit Single- und Seniorenhaushalten

entstehen neue kleine Haushaltstypen, die Anzahl der Haushalte nimmt zu mit der zunehmenden Individualisierung. Der Remanenzeffekt (nach der Familienphase ziehen viele ältere Menschen nicht aus ihrer Wohnung aus) ist ein weiterer Aspekt, der zu einem steigenden Flächenverbrauch pro Einwohner in einer alternden Gesellschaft führt. Neben dem Klimaschutz ist daher die altersgerechte Umgestaltung der Wohnungen ein weiterer Aspekt der Gebäudesanierung. Das eigenständige, selbst bestimmte Wohnen im hohen Alter mit evtl. mobilen Pflegediensten steigert die Lebensqualität und entlastet die Pflegekassen.

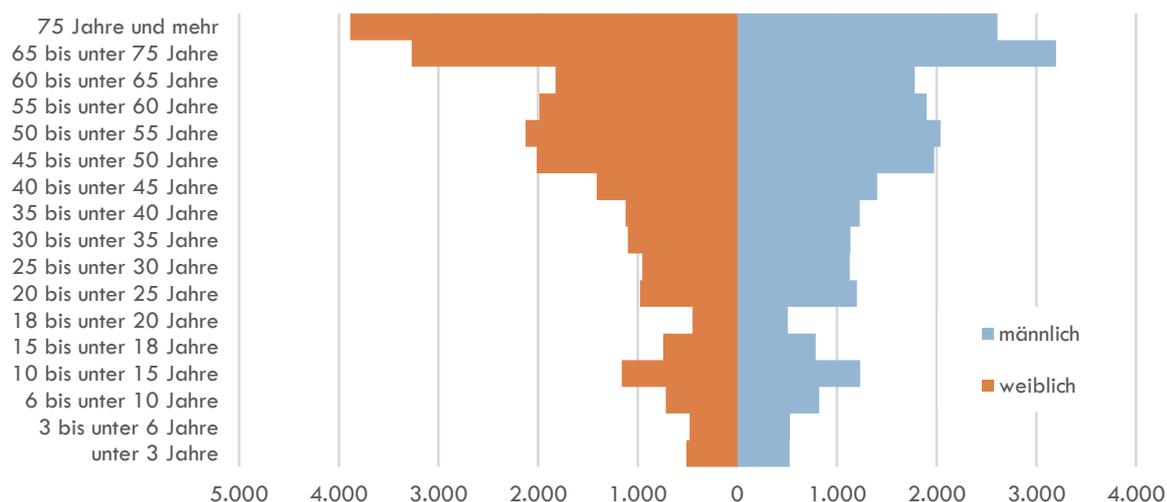
Die Tabelle 18 zeigt die Haushaltsstruktur in Lüchow-Dannenberg. Der Anteil der Einpersonenhaushalte beträgt 34%. Die Anzahl der Haushalte mit Kindern beträgt 8.083 (35,4%), davon sind 2.296 Haushalte Alleinerziehende mit Kinder. Insgesamt leben rund 50.000 EW im Landkreis.

Tabelle 18: Haushaltsstruktur (Quelle: Mikrozensus 9.5.2011)

Haushalte insgesamt	Anzahl Paar-Hh. mit Kind(ern)	Anzahl Allein-erziehenden-Hh.	Anzahl Hh. mit Kind(ern) *	Anteil Hh. mit Kind(ern)	Anzahl Mehrpersonen-Hh. ohne Kinder **	Anteil Mehrpersonen-Hh. ohne Kinder	Anzahl Einpersonenhaushalte	Anteil Einpersonenhaushalte
22.821	5.787	2.296	8.083	35,4%	6.976	30,6%	7.762	34,0%

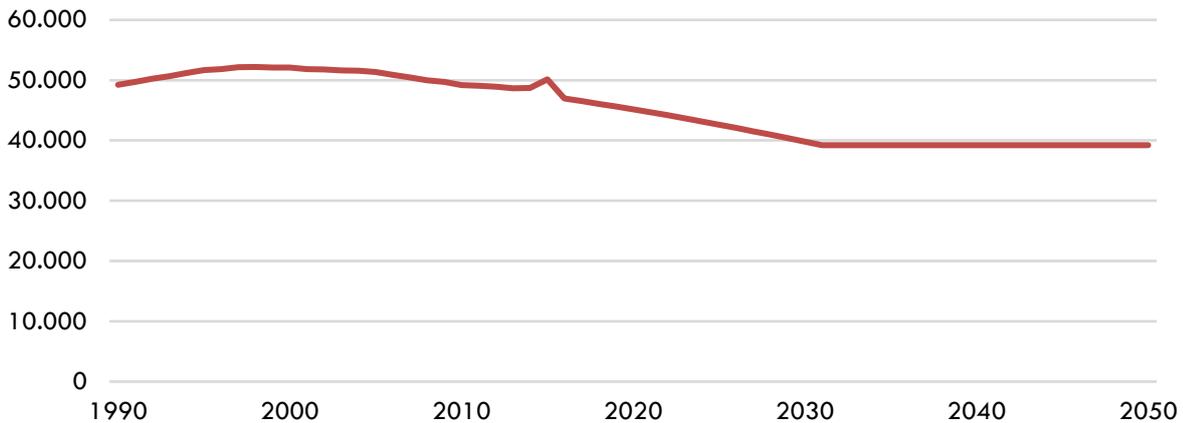
Die Alterspyramide in Abbildung 27) zeigt die Verschiebung der Bevölkerung in das höhere Alter. Einen großen Anteil stellt inzwischen die Bevölkerungsgruppe der über 75-jährigen. Auch die 45- bis 60-jährigen sind stark vertreten. Schwächer vertreten sind die unter 35-jährigen. Besonders deutlich ist der geringe Anteil der 18- bis 20-jährigen. Die Tendenz zu einer zunehmend älter werdenden Bevölkerung im Landkreis wird in den nächsten Jahren in der Region ist zu erwarten. Im Landkreis werden im Jahr 2030 möglicherweise bereits fast 40 % der Menschen älter als 65 Jahre sein.

Abbildung 27: Alterspyramide (Quelle: Destatis)



Die Darstellung der Bevölkerung in der Abbildung 28 zeigt den Verlauf. Bis zum Basisjahr 2015 sind die statistischen Daten dargestellt, mit einer Zunahme der Einwohner ab 2012. Die Daten ab 2016 bis 2030 stammen aus dem Demographiebericht für Lüchow-Dannenberg. Es wird von einem Einwohnerrückgang ausgegangen. Ab 2030 werden die Einwohner als konstant angenommen.

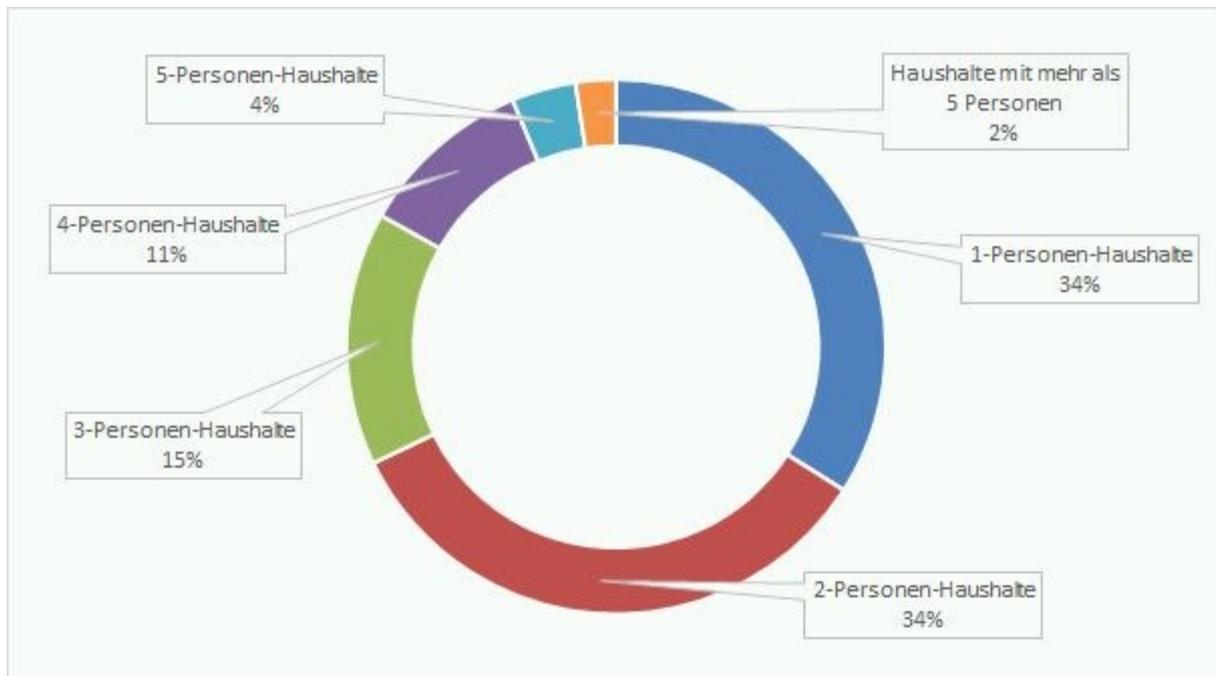
Abbildung 28: Bevölkerung von 1990 bis 2050



HAUSHALTSGRÖßEN

Bei den Haushaltsgrößen fällt der hohe Anteil von Ein- und Zwei-Personenhaushalten auf (Abbildung 29). In Kombination mit der Alterspyramide ist dies ein Hinweis darauf, dass es in Lüchow-Dannenberg viele Einpersonenhaushalte (34%) mit Senioren geben könnte. Auch die Zweipersonenhaushalte mit 34% deuten auf einen hohen Anteil von Ehepaaren hin, die Kinderlos sind oder deren Kinder schon ausgezogen sind. Der geringe Anteil von Drei- und Mehr-Personenhaushalte deckt sich mit dem geringen Anteil von Kinder und Jugendlichen unter 18 Jahren.

Abbildung 29: Haushaltsgrößen (Quelle: Klimaschutzplaner)



6 MP-SCHRITT 3: ERFASSUNG KOMMUNALER POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN

6.1 ERNEUERBARE WÄRMEPRODUKTION

6.1.1 FESTBRENNSTOFFKESSEL

Kesseltechnologien für Festbrennstoffe wie z.B. Holzpellets sind inzwischen ausgereift und benötigen nur noch einen geringen Wartungsaufwand. Der Herstellermarkt bietet Kessel von einigen Kilowatt Leistung für Einfamilienhäusern bis hin zu Versorgung ganzer Stadtteile über ein Wärmesystem in Kraft-Wärme-Kopplung an. Begrenzt wird der Einsatz von der Ressource Holz. Je nach Vermarktungsweg findet die Aufbereitung lokal (Holzeinschlag im dörflichen Wald) oder global (z. B. Pellets aus sibirischen Wäldern) statt. Zunehmend mehr bieten Baumärkte Holz zur Wärmeerzeugung an. Wegen dem nicht abschätzbaren zukünftigen Vermarktungsstrukturen wird das Holz für Einzelfeuerstätten als Import betrachtet. Kleinmengen aus dem Selbsteinschlag bleiben bei der Potenzialanalyse unberücksichtigt.

Eine typische Anwendung ist eine Holzpellet- oder Stückholz-Heizung für ein Einfamilienhaus. Durch den sinnvollen Einsatz eines Pufferspeichers eignen sich Holzpellettheizungen sehr gut für eine Kombination mit solarthermischen Anlagen.

6.1.2 SOLARTHERMIE

Das Prinzip der verwendeten Technik und die Anwendung der solarthermischen Nutzung gehen bis in die Antike (800 v. Ch. – 600 n. Ch.) zurück. Zu dieser Zeit wurden Brenn- bzw. Hohlspiegel für die Fokussierung von Lichtstrahlen verwendet. Der Naturforscher Horace-Bénédict de Saussure erfand im 18. Jahrhundert die Vorläufer der heutigen Sonnenkollektoren. Mittels dieser Sonnenkollektoren wird bei der solarthermischen Nutzung der Sonnenenergie die solare Strahlung absorbiert, in Wärme umgewandelt und geben die Wärme an ein Wärmeträgermedium ab. Dieses wird über ein Rohrsystem zu einem Speicher gepumpt, wird dort mit Hilfe eines Wärmetauschers an das Brauchwasser abgegeben und strömt abgekühlt zu den Kollektoren zurück. Solange nutzbare Wärme in den Kollektoren zur Verfügung steht, hält der Regler die Pumpe in Betrieb. Im Winter heizt ein Kessel die fehlende Wärme nach. Um die Warmwasserversorgung zu etwa 60 Prozent zu decken, wird in Deutschland mit einer Kollektorfläche von 1 bis 1,5 Quadratmeter pro Hausbewohner gerechnet. Eine größere Fläche würde außerhalb der Heizperiode eine Wärmeproduktion bedeuten, die eine normale Wärmenachfrage über Warmwasser deutlich übersteigt. Die Wärme könnte also gar nicht produktiv genutzt werden. Für die Potenzialabschätzung wird daher von einer Installation von 1,5 m² pro Einwohner ausgegangen.

Dadurch ergibt sich für Lüchow-Dannenberg eine installierte Fläche von rund 75.000 m². Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 550 kWh/m² könnten rund 40 GWh an Wärme produziert werden. Diese würden 38% des heutigen Warmwasserbedarfs decken können, oder rund 10% des heutigen

Heizwärmebedarfs. Jetzt sind schon rund 15% des definierten Potenzials durch bereits installierte Anlagen gedeckt.

Tabelle 19: Potenziale der Solarthermie

	IST 2015	Potenzial
Potenzielle Fläche	11.200 m ²	75.192 m ²
Solarwärme	6,2 GWh	41,4 GWh
Anteil am Warmwasser	5,7%	38,0%
Anteil an Heizwärme		9,6%
Anteil IST am Potenzial		14,9%

Für die Heizungsunterstützung, solare Wärme bei Wärmenetzen und für die Prozesswärme bei der gewerblichen Nutzung bestehen weitere potenzielle Möglichkeiten. Bei der Nutzung von Dächern ist die zur Verfügung stehende Fläche mit der Nutzung von Photovoltaik gegenüber Solarthermie abzuwägen. Es kommt in Einzelfall daher individuell darauf an, ob die Solarstromproduktion oder die Solarthermie bevorzugt wird.

6.1.3 UMWELTENERGIE

Die Wärme der Erde, der Umgebungsluft oder des Grund- und Abwassers kann über Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung und Raumwärmeerzeugung nutzbar gemacht werden. Für die Nutzbarmachung der Umweltwärme wird für die Wärmepumpen generell elektrische Energie benötigt (es gibt einen kleinen Markt für erdgasbetriebene Wärmepumpen). Bei dem Einsatz von einer Kilowattstunde Strom kann die Erdwärmepumpe etwa drei Kilowattstunden Umweltwärme bereitstellen. Es entstehen daraus dann 4 kWh Heizwärme für das Gebäude. Bei einem wegen der guten Systemintegration forcierten Zuwachs an Wärmepumpen werden jedes Jahr fossile Energieträger eingespart und durch elektrische Energie und Umweltwärme ersetzt. Wird der Strom regenerativ vor Ort produziert, ergibt sich eine THG-arme Wärmeversorgung des Gebäudes.

Über die vorgegebene starke Elektrifizierung des Masterplanszenarios wird davon ausgegangen, dass 40% der Gebäude in Zukunft mit Wärmepumpen/elektrischer Energie beheizt werden. Die Quelle der Umweltenergie wird nicht definiert. Es können also Luft-WP sein, oder Wärmepumpen mit Erdreichwärmetauscher.

Ein weiterer Aspekt ist die hohe Systemtemperatur der Wärmebereitstellung. Die Effizienz von Wärmepumpen, d.h. die Relation von elektrischer und Umweltenergie, wird umso besser, je geringer das gelieferte Temperaturniveau ist. Es ist sinnvoll die Vorlauftemperatur der Heizung über entsprechende Wärmeübergabesysteme (Flächenheizungen) zu reduzieren. Auch die Warmwassertemperatur könnte auf rund 45°C gesenkt werden, wenn entsprechende Technologien zur Hygienisierung wie Ultrafiltration zum Einsatz kommen. Dies reduziert den Einsatz von elektrischer Energie. Für den günstigen Einbau von Wärmepumpen ist es deshalb sinnvoll das gesamte Gebäude zu sanieren. So kann die Bautechnik im Kombination mit der Anlagentechnik den Einsatz von elektrischer Energie zur Wärmebereitstellung optimal reduzieren.

6.1.4 ZUSAMMENFASSUNG POTENZIALE DER WÄRMEWENDE

Im Landkreis Lüchow-Dannenberg befinden sich rund 18.000 Wohngebäude mit einer Fläche von 2,6 Mio. m². Der Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser beträgt 94% und 2,35 Mio. m². Der Fläche der Nichtwohngebäude liegt bei rund 0,52 Mio. m².

Tabelle 20: Anzahl und Flächen der Gebäude

	E-ZFH	MFH	Summe WG	NWG
Anzahl Gebäude	16.832	1.147	17.979	
Fläche	2.356.480 m ²	261.520 m ²	2.618.000 m ²	524.000 m ²

Die Gebäude benötigen 776 GWh an Endenergie für Wärme (Tabelle 21, Abbildung 30: IST-Balken). Hauptenergieträger sind Heizöl und Erdgas. Die biogen betriebenen Wärmenetze haben zusammen mit den Holzheizungen einen Anteil an den Wärmeenergieträgern von 10%. Für einen differenzierten Zugang zu den Potenzialen der Wärmewende werden folgende Bereiche betrachtet:

- Verbesserung der Gebäudehülle (Gebäude),
- Anlagentechnik (Technische Gebäudeausrüstung, Heizung),
- Erneuerbare Energien (EE),
- Energieeinsparung durch Bedarfsreduzierung⁹ (Suffizienz), z.B. im Bereich Raumwärme und Wohnfläche pro Kopf.

Tabelle 21: Endenergienachfrage und Potenziale bei den Gebäuden

Wärme	IST	Potenzial Gebäudehülle	Potenzial TGA	Potenzial EE
Wohngebäude	655 GWh	328 GWh		
Unternehmen	107 GWh	54 GWh		
Öffentliche Gebäude	14 GWh	4 GWh		
Austausch Ölkessel			154 GWh	
Austausch Gaskessel			28 GWh	
EE - Biomasse (Wärme)				380 GWh
EE - Umweltwärme				57 GWh
EE - Solarthermie				41 GWh
Summe	776 GWh	385 GWh	182 GWh	478 GWh

Würden die Gebäude in der ersten Näherung zur Potenzialschöpfung (Endenergieeinsparung) rein physikalisch betrachtet, könnte mit einer ausgezeichneten Dämmung aller Gebäudehüllen der Wärmebedarf um den Faktor 10 (auf 89 GWh) reduziert werden. In der Praxis verringert sich das Potenzial über Aspekte wie Baukultur, Investitionskosten, zur Verfügung stehende Handwerker und die aktuelle Sicht der Gebäudeeigentümer zur Sanierung. Durch die Gebäudetypologie mit überwiegend Einfamilienhäusern können über das Dämmen und Dichten der Gebäudehülle die Wärmeverluste in etwa halbiert werden. In der Abbildung 30 ist das Potenzial über den zweiten Balken dargestellt.

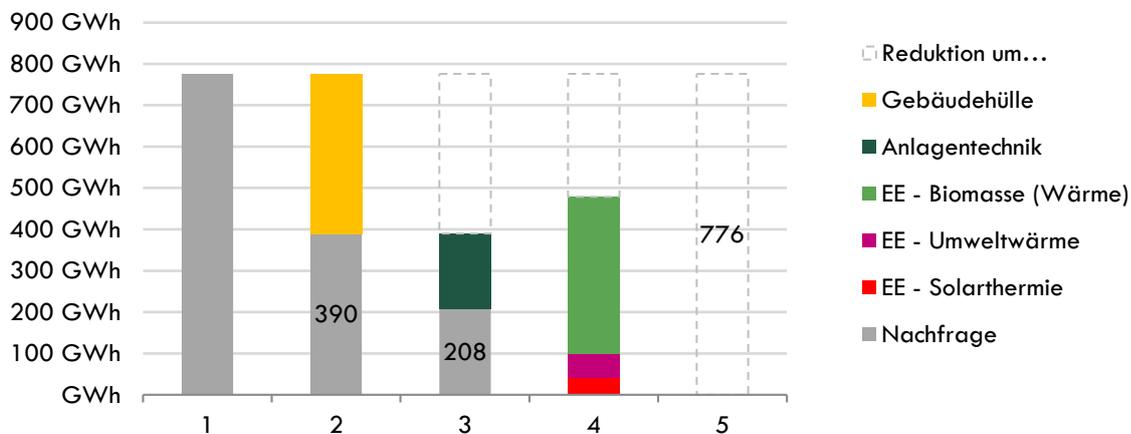
⁹ Reduktion der Raumtemperatur um 1 Grad, spart im Schnitt 6% Energie.

Ein weiteres verlustreduzierendes Element ist die Wärmeerzeugung, -verteilung, und -übergabe an den Raum (Technische Gebäudeausrüstung, TGA). Über Kesseltausch, Dämmung der Rohrleitung und bessere Heizkörper oder Flächenheizungen wird nochmals die Endenergienachfrage reduziert. Zusammen mit einer verbesserten Warmwasserbereitung wird hier nochmals der Energieverlust reduziert. Dieses Reduktionspotenzial ist in der Abbildung 30 über den dritten Balken TGA dargestellt.

Der Endenergiebedarf könnte also nach dem aktuellen Stand der Technik auf rund 201 GWh/a reduziert werden. Dies würde aber bedeuten, dass ab sofort alle Gebäude im Lüchow-Dannenberg nur noch vollständig auf höchstem Niveau saniert werden und bis 2050 der gesamte Gebäudebestand saniert ist. Diese physikalischen Potenziale können durch die Suffizienzpotenziale ergänzt werden. Würde über die Reduktion der Fläche und einem sparsamen Nutzerverhalten der Endenergieverbrauch sinken, bräuchte dies nicht über technische Maßnahmen erfolgen müssen. Das Suffizienzpotenzial ist damit auch die kostengünstigere Variante.

Die Reduktion der Treibhausgase erfolgt über die Reduktion der Endenergie und durch einen veränderten Energiemix. Energieträger mit hohen THG-Emissionen, wie Heizöl und Erdgas, werden durch THG-arme Energieträger ersetzt. Der 4. Balken zeigt das Potenzial an erneuerbare Wärmeerzeugung auf der Basis von Biomasse, Umweltwärme (über Wärmepumpen) und Solarthermie. Über die Ausprägung als ländlicher Raum steht ein hohes Biomassepotenzial (von 376 GWh) zur Verfügung, welches für Wärme genutzt werden kann. Gleichzeitig können die Dächer über Solarthermie Wärme erzeugen. Über Wärmepumpen könnte ein Teil der Heizenergie produziert werden.

Abbildung 30: Potenziale der Wärmewende



Insgesamt stehen im Landkreis genügend Erneuerbare Energien als Potenzial für die Realisierung der Wärmewende zu Verfügung (s. Balken EE), sofern die Gebäude vollständig energetisch saniert werden.

6.2 ERNEUERBARE STROMPRODUKTION

6.2.1 WINDKRAFT

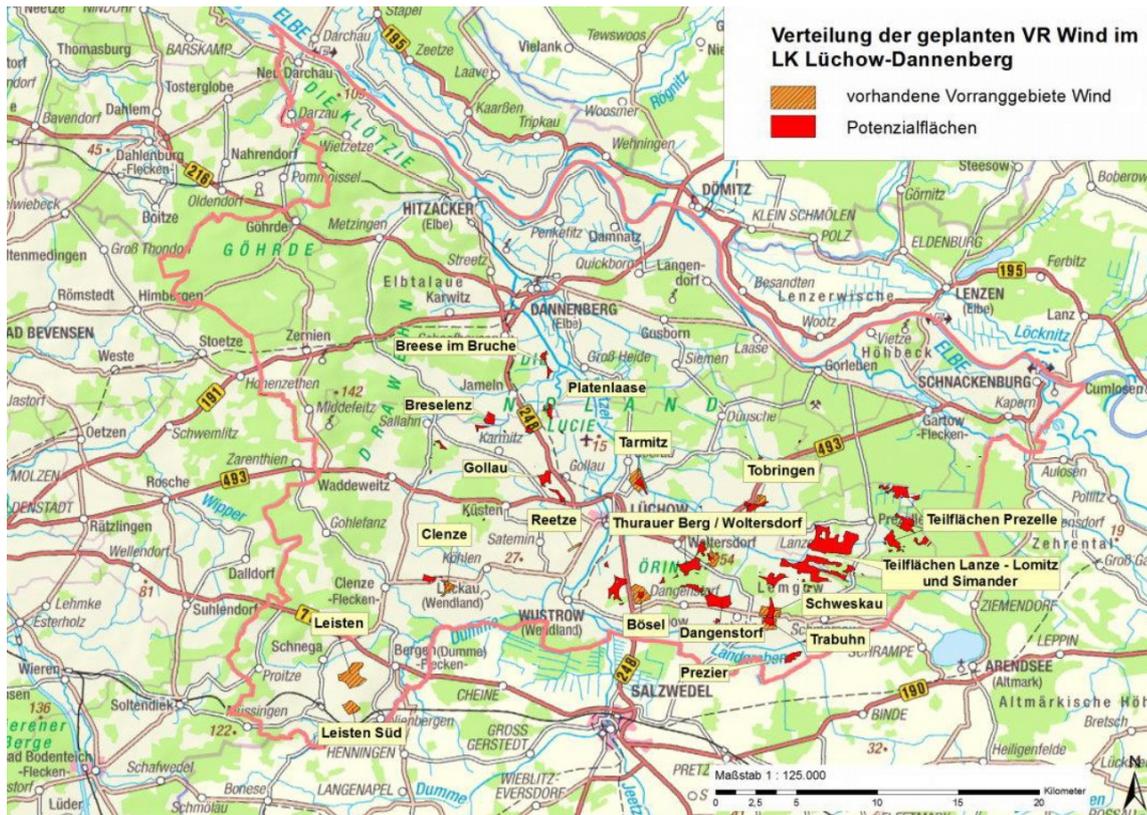
POTENZIALE

Die Windenergiepotenziale sind dem regionalen Raumordnungsplan Stand April 2016 entnommen. Die geplanten Eignungsgebiete würden zwischen 241 GWh und 352 GWh liefern können. Es ist ein mittlerer Wert von 300 GWh für die Berechnung verwendet.

Abbildung 31: Auszug aus dem Regionalen Raumordnungsprogramm 2004, sachlicher Teilabschnitt Windenergienutzung, Stand April 2016

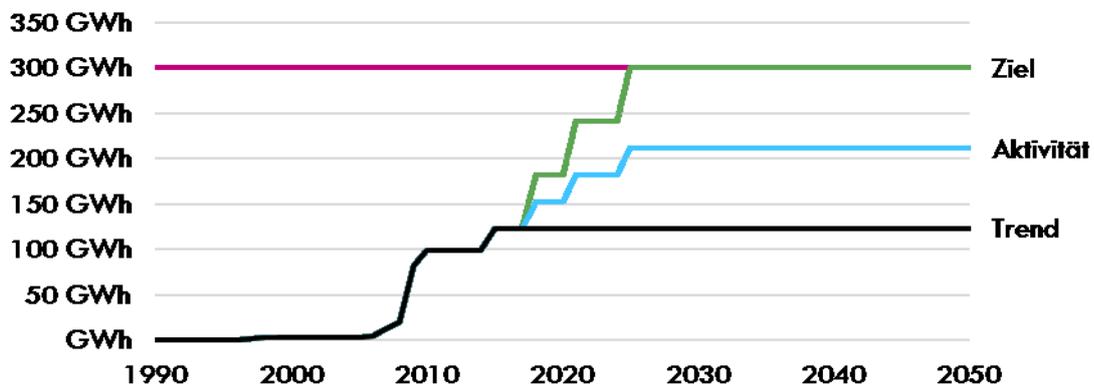
In Unkenntnis der tatsächlich künftig auf den Flächen erzielbaren Volllaststunden werden auf Grundlage zwei verschiedener Volllaststunden-Angaben zwei potenzielle Gesamtenergieerträge berechnet. Als Volllaststunden werden als unterer Wert das 10-Jahresmittel von ca. **1.600 h** (IWES 2016) und als oberer Wert der minimale Zielwert moderner WEA von **2000 h** verwendet und für 2015 bundesweit nahezu erreicht wurde (IWES 2016). Hieraus ermittelt sich ein maximal auf den geplanten Vorranggebieten/ Eignungsgebieten erzielbarer Energieertrag von **241.600 MWh/a (bei 1.600 Volllaststunden) bis 352.000 MWh/a (bei 2.000 Volllaststunden)**. Die entsprechend dem Energieertrag anzunehmende CO₂-Einsparung als Folge der Substitution fossiler Energiequellen kann durch Multiplikation des Gesamtenergieertrags mit dem Durchschnittswert der CO₂-Einsparung pro kWh (840 g/kWh, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung 2009) berechnet werden. Gegenüber dem Status quo kann die CO₂-Einsparung auch bei vollständigem Rückbau aller bestehenden Anlagen außerhalb der geplanten Vorranggebiete um 48 - 72 % gesteigert werden.

Abbildung 32: Räumliche Lage der potenziellen Flächen (Quelle: RROP 2016)



SZENARIEN

Die tatsächliche Entwicklung der Windkraft in Lüchow-Dannenberg kann wegen der vielen Aspekte wie das geplante Weltkulturerbe nur auf der Grundlage des RROP abgeschätzt werden. Von dem Potenzial von 300 GWh wird der bestehende Ertrag von 124 GWh abgezogen (Repowering). Das noch zu erschließende Potenzial von 276 GWh wird in mehreren Stufen im Szenario „Ziel“ vollständig ausgebaut. Im Szenario „Aktivität“ wird die Hälfte des erschließbaren Potenzials realisiert.



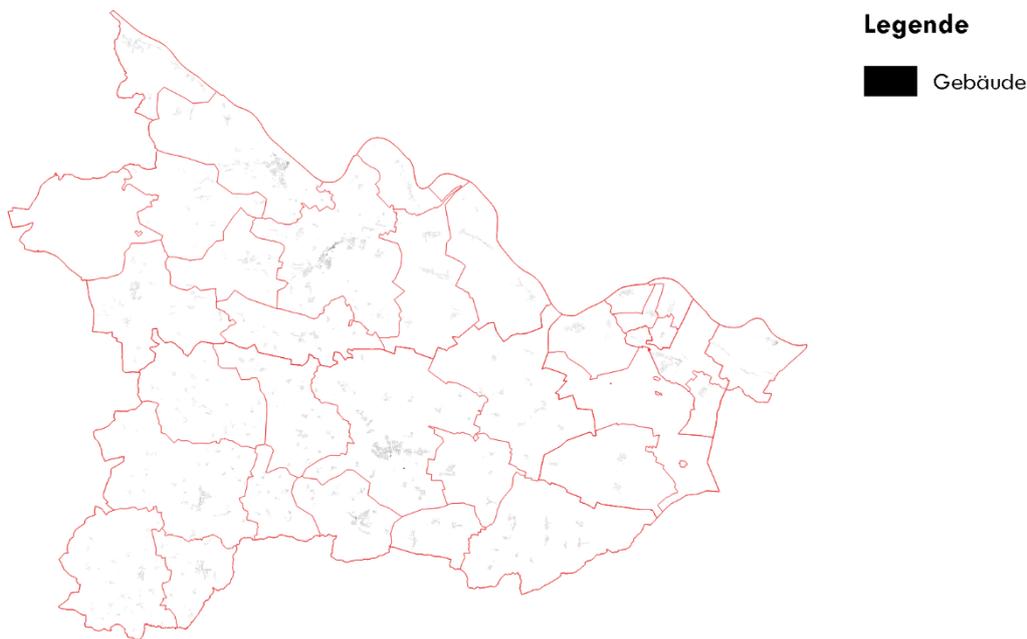
6.2.2 PHOTOVOLTAIK

POTENZIALE

Bei der Photovoltaik wird von einer auf Gebäuden installierbaren Fläche von 20 m² pro Einwohner ausgegangen. Die Potenzialabschätzung ist also eine Mindestabschätzung ohne Freiflächen und große Industriedächer. Hieraus ergibt sich eine Gesamtfläche von rund eine Million Quadratmeter. Zum Vergleich: Die Grundfläche der Gebäude im ALKIS sind rund 3 Mio. m². Es würden also rund ein Drittel der Dachflächen belegt werden.

Bei einem mittleren Ertrag von 89 kWh/m² würde das Potenzial 89 GWh betragen.

Abbildung 33: Gebäude in Lüchow-Dannenberg (Quelle: ALKIS)



SZENARIEN

Bei den Szenarien wird davon ausgegangen, dass bis 2030 das Potenzial ausgeschöpft wird. Dazu kommen weitere Flächen wie Fassade und Freiflächen. Bis 2050 würde der Ausbau weiter deutlich ansteigen bis zu einem Ertrag von 232 GWh.

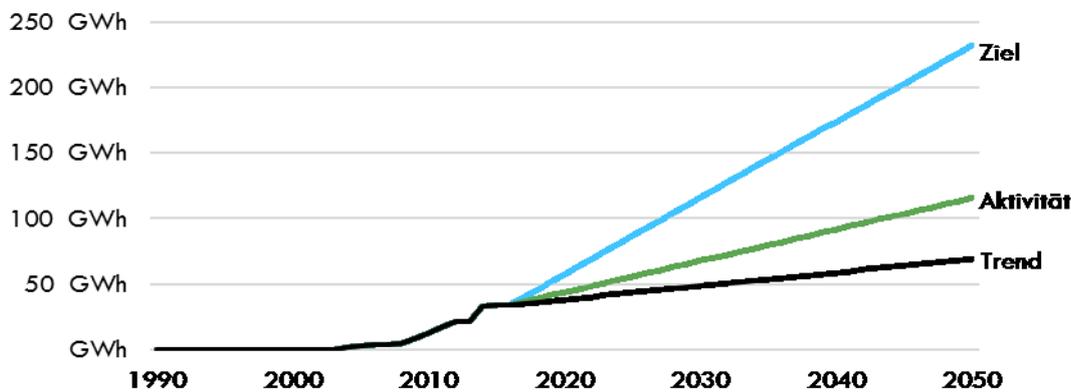
Tabelle 22: Szenarien der Photovoltaik

Szenarien	2015	Trend 2050	Aktivität 2050	Ziel 2050
Installationsrate		3,0%	10,0%	20,0%
Regenerative Energie	34,3 GWh	69,2 GWh	115,8 GWh	232,2 GWh
CO ₂ -Emissionen	4.321 t	8.728 t	14.604 t	29.295 t

Bei diesem Maximalausbau würde ein großer Teil der rund 3 Mio. m² Dachflächen, viele Fassaden- und Freiflächen genutzt werden. Dies kann mit deutlich sinkenden Gestehungskosten von PV und Stromspeicher

begründet werden. Zusammen mit der Windkraft würde so ein großer Teil der Stromproduktion in 2050 über Wind und PV generiert werden.

Abbildung 34: Entwicklung des Solarstroms



6.2.3 WASSERKRAFT

Wegen der Topographie der norddeutschen Tiefebene wird davon ausgegangen, dass es kein relevantes Wasserkraftpotenzial in Lüchow-Dannenberg gibt. Über den Klimawandel ist sogar davon auszugehen, dass für die Entwässerung des Kreises zu Hochwasserzeiten der Elbe Pumpenstrom benötigt wird.

6.2.4 BIOMASSE

POTENZIALE

Die Biomassepotenziale setzen sich aus unterschiedlichsten biogenen Rohstoffen zusammen. Dies sind u.a. Waldholz, Energiepflanzen, aber auch Grünabfälle und Gülle aus der Tierhaltung. Die Biomasseströme werden für die Potenzialanalyse erfasst und in verbrennbare und vergärbare Fraktionen aufgeteilt. Die Biomassepotenziale sind auf der Grundlage der Daten aus dem Projekt „Bioenergieregionen 2.0“ berechnet.

Die verbrennbaren Fraktionen bestehen aus den in der Tabelle 23 dargestellten Anteilen. Das Waldholz wird zu 58% genutzt, die restlichen Anteile werden stofflich genutzt. Beim Landschaftspflegeholz, dem Grünabfall und dem Altholz wird von einer vollständigen energetischen Nutzung ausgegangen.

Die zur Verfügung stehende Energie in Rohstoffen beträgt 642 GWh. Über die Verbrennung mit einer Kraftwerkstechnologie können daraus 128 GWh Elektrizität und 245 GWh Wärme für die potenziellen Wärmenetze gewonnen werden.

Tabelle 23: Potenzielle Energieumwandlung der verbrennbaren Biomassen

Verbrennung	Einheit	Nutzungsgrad	Masse	Energie
Waldholz	43.060 ha	58%	109.216 t	603 GWh
Landschaftspflegeholz	143 kg/EW	100%	7.181 t	18 GWh
Grünabfall	64 kg/EW	100%	3.194 t	3 GWh
Altholz	80 kg/EW	100%	4.005 t	17 GWh
Summe Energie in Rohstoffen				642 GWh
Umwandlung über Heizkraftwerk in Strom		16.046 kW	8.000 h	128 GWh
Umwandlung über Heizkraftwerk in Wärme		54.555 kW	4.500 h	245 GWh

Die vergärbaren Biomassen sind Energiepflanzen wie Mais, Grünschnitt, Gülle, Klärschlamm und Biomüll. Die zur Verfügung stehenden Mengen und deren Nutzungsgrad sind in der Tabelle 24 dargestellt. Zusammen gerechnet stehen 988 GWh an Energie in den Rohstoffen zur Verfügung. Werden die Rohstoffe vergärt und dann über Biogas-BHKWs umgewandelt, könnten 234 GWh Elektrizität und 130 GWh Wärme produziert werden.

Tabelle 24: Potenzielle Energieumwandlung der vergärbaren Biomassen

Vergärung	Einheit	Nutzungsgrad	Gasertrag	Energie
Acker	49.575 ha	18%	76.742.100 m ³	837 GWh
Grünland	11.818 ha	100%	23.668.463 m ³	79 GWh
Grünflächenpflege		100%	333.836 m ³	1 GWh
Rindergülle	22.500 GVE	100%	6.333.261 m ³	38 GWh
Schweinegülle	14.500 GVE	100%	3.893.874 m ³	24 GWh
Klärschlamm	40 kg/EW	100%	601.536 m ³	6 GWh
Biomüll	81 kg/EW	100%	404.541 m ³	3 GWh
Summe Energie in Rohstoffen				988 GWh
Umwandlung über Biogasanlage in Strom		38.110 kW	8.040 h	234 GWh
Umwandlung über Biogasanlage in Wärme			4.500 h	130 GWh

SZENARIEN

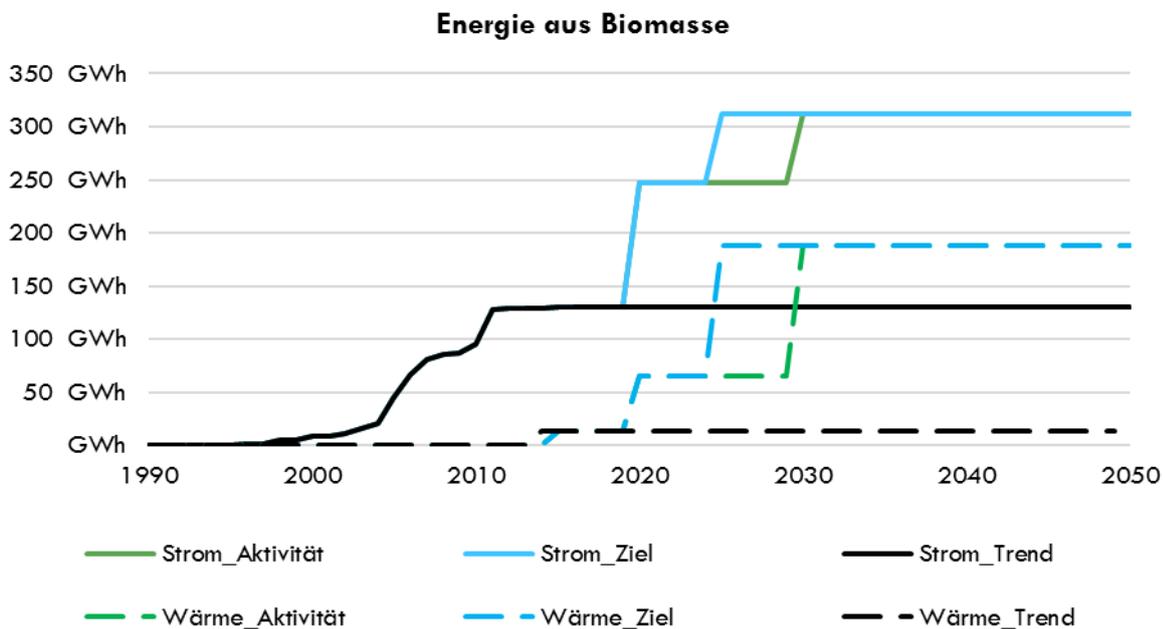
In den Szenarien zur Nutzung der Biomassepotenziale wird beim Trendszenario von einer Stagnation ausgegangen. Die bestehenden Anlagen werden weiter betrieben. Die Szenarien *Aktivität* und *Ziel* unterscheiden sich durch den Zeitraum zur Ausschöpfung der Biomassepotenziale. Im Zielszenario werden die Potenziale schon früher genutzt als im Szenario *Aktivität*. Da ein hoher Anteil der Potenziale schon genutzt wird, entsprechen die Ausbaupotenziale in den Szenarien 50% der kreisweiten Potenziale. Sie bilden zusammen mit dem Bestand die Ausbaustufen für die Szenarien *Aktivität* und *Ziel* ab dem Jahr 2030.

Tabelle 25: Rahmenbedingungen der Szenarien

Szenarien 2030	Trend	Aktivität	Ziel
Strom	130 GWh	312 GWh	312 GWh
Wärme	13 GWh	188 GWh	188 GWh
CO2-Emissionen Strom in 2030	24.525 t	47.552 t	47.552 t
Verbrennung			
Jahr der Inbetriebnahme		2030	2025
Strom		64 GWh	64 GWh
Wärme		123 GWh	123 GWh
Vergärung			
Jahr der Inbetriebnahme		2020	2020
Strom		117 GWh	117 GWh
Wärme		52 GWh	52 GWh

Dies wird in der Abbildung 35 deutlich. Das Trendszenario (schwarz) bleibt ab dem Basisjahr konstant. In den Szenarien *Aktivität* (grün) und *Ziel* (blau) werden die energetischen Biomassenutzungen ab 2020 bis 2030 ausgebaut. Ab 2030 wird von einer konstanten Nutzung der Biomasse ausgegangen.

Abbildung 35: Verlauf der Szenarien bei der Strom und Wärmeproduktion



In den Szenarien wird von einer Kraft-Wärme-Kopplung ausgegangen, da so die Wärme für die lokale Wärmenachfrage genutzt werden kann. Die Strom- und Gaseinspeisung lokaler Quellen in die Netzverbände wird nach BSKO bundesweit angerechnet und wird daher bei der lokalen THG-Bilanz nicht berücksichtigt. Alternativ wäre es auch möglich die Biomethanproduktion deutlich zu steigern. Damit könnten dann Gasfahrzeuge (CNG) und Gasheizungen (Gas-Brennwert) betrieben werden, die am Markt angeboten werden. Würde das vergärbare Potenzial in Biomethan statt in Elektrizität und Wärme

umgewandelt werden, könnten rund 600 GWh Gas in Lüchow-Dannenberg zur Verfügung stehen. Das wäre die doppelte Menge der derzeitigen Gasnachfrage von rund 300 GWh.

7 MP-SCHRITT 4: STROMBEDARF PRIVATER HAUSHALTE

Der Stromverbrauch der Privaten Haushalte wurde von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellt. In Tabelle 26 ist die Nachfrage für die Jahre 2014 und 2015 dargestellt.

Tabelle 26: Nachfrage nach elektrischer Energie bei den privaten Haushalten in GWh

Stromnachfrage	2014	2015
Privatkunden gesamt	86.971.924	82.726.260
davon Nachtspeicherheizung	9.606.859	4.773.693
davon Wärmepumpen	4.682.183	1.695.946

Eine weitere Quelle, die sich besonders für die räumliche Verteilung eignet, ist die Auswertung der Gebäudetypologie. Die Abbildung 36 zeigt ein elektrisches Energiekataster für Lüchow-Dannenberg der Wohngebäude. Deutlich ist die Energienachfrage der Ballungsräume zu sehen. Lüchow hat über die im Vergleich zum Landkreis höhere städtebauliche Dichte die höchste Nachfragedichte. Weitere Konzentrationen liegen bei Hitzacker und Dannenberg. Die flächig besiedelten Dörfer haben eine deutlich geringere Energiedichte. Die Abbildung 37 zeigt als Ausschnitt die Verteilung der Energienachfrage in Lüchow. Hier liegt die Konzentration bei den Geschößwohnungsbauten im Westen der Stadt und direkt nördlich der Innenstadt.

Abbildung 36: Intensität der elektrischen Energienachfrage im räumlichen Kontext

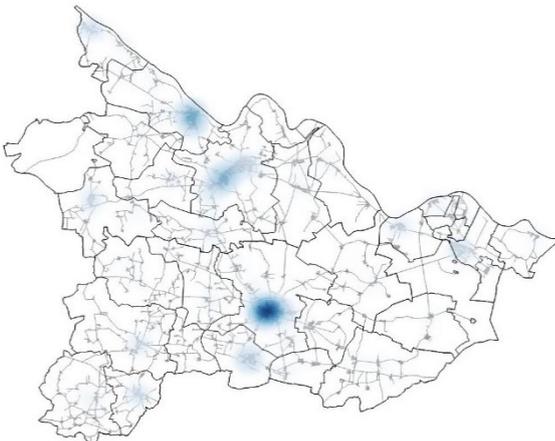
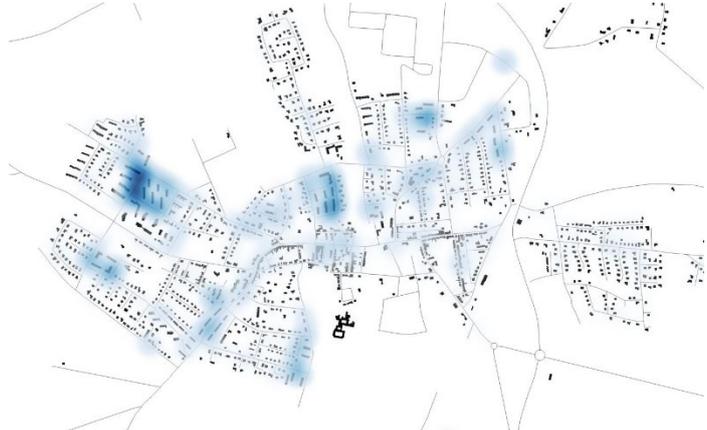


Abbildung 37: Ausschnitt der elektrischen Energienachfrage für Lüchow



8 MP-SCHRITT 5: WÄRMEBEDARF PRIVATER HAUSHALTE

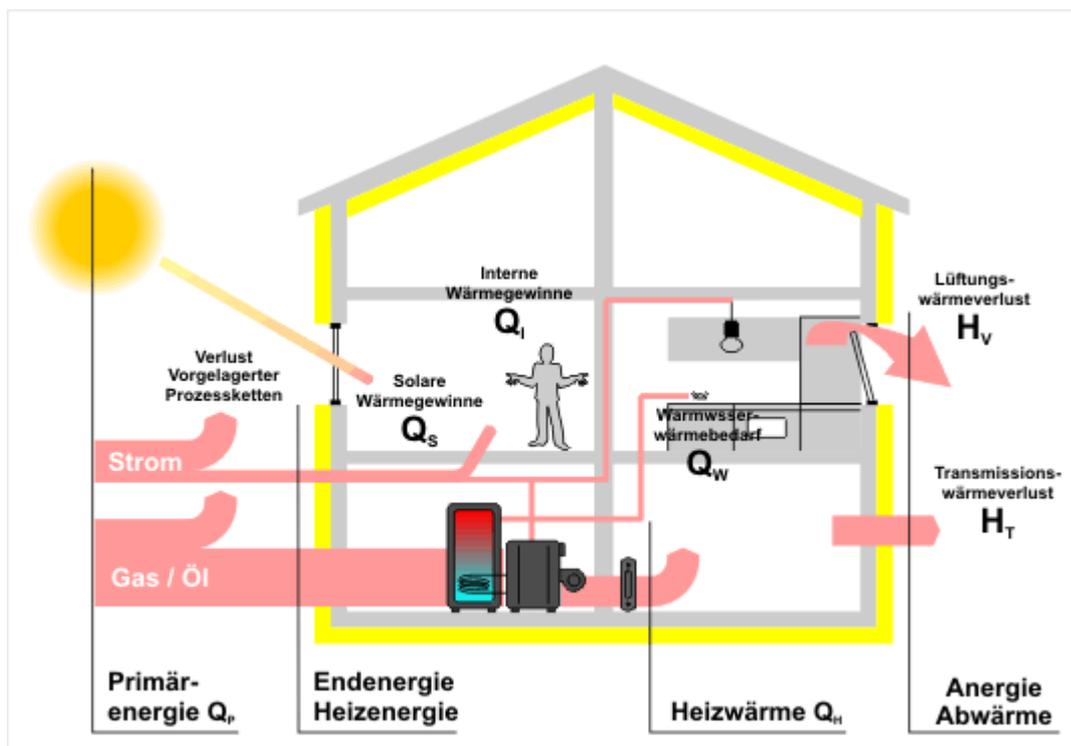
Die Berechnung des Wärmebedarfs der Wohngebäude erfolgt differenziert nach Gebäudehülle, Warmwasser und der technischen Gebäudeausrüstung (Erzeugung, Verteilung, Speicherung, Übergabe).

So können die Elemente zur Reduktion der Energienachfrage schrittweise betrachtet und reduziert werden. Die Elemente sind:

- Dämmen (H_T) und Dichten (H_V) der Gebäudehülle über die Optimierung der Bauelemente Dach, Fassade, Boden, und Fenster/Türen.
- Optimierung der Wärmeübergabe an die Räume (Heizkörper, Flächenheizung).
- Optimierung der Wärmeverteilung über Dämmung der Leitungen.
- Optimierung der Speicherung
- Optimierung der Wärmeerzeugung über hocheffiziente Kessel oder eine externe Wärmeversorgung über ein Wärmenetz.
- Optimierung der Warmwassererzeugung

Die Produktion von Wärme kann optimiert werden durch:

- die solaren Wärmegewinne über Kubatur, Fenster, Städtebau, Innenausstattung und Baumaterialien.
- die internen Wärmegewinne.
- Erneuerbare Anlagentechnik (PV, Thermie)



Für eine möglichst geringen Energieinput in das Gebäude gilt es die Energieabgabe zu reduzieren die Wirkungsgrade von Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Übergabe zu erhöhen und erneuerbare Energien (Solar, Umweltwärme) zu nutzen.

HEIZENERGIEBEDARF

Die Berechnung des Heizenergiebedarfs erfolgt auf der Grundlage der regionalstatistischen Daten. Die Gebäude mit ein und zwei Wohnungen werden zu der Kategorie Ein-Zweifamilienhäuser (EZFH) zusammengefasst. Die Wohngebäude mit mehr als zwei Wohnungen werden zu der Kategorie Mehrfamilienhäuser (MFH) zusammengefasst. Nach der Regionalstatistik gibt es in Lüchow-Dannenberg 16.832 EZFH mit einer Fläche von 2,36 Mio. m² und 1.147 MFH mit einer Fläche von 0,26 Mio. m².

Diesen beiden Kategorien sind spezifische Heizenergiekennwerte zugeordnet, die sich jeweils noch nach unsanierten und sanierten Anteilen der Kategorien unterscheiden. Für jede Kategorie werden die Kennwerte nach Heizwärmebedarf, also die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, und die Verluste der TGA (Speicherung, Verteilung und Übergabe an dem Raum ohne Wärmeerzeugung) differenziert betrachtet. So kann bei Sanierungsstrategien zwischen Dämmen und Dichten, Wärmeverteilung und Wärmeerzeugung unterschieden werden. Für die Bestandserhebung sind die in Tabelle 27 dargestellten Kennwerte verwendet. Ein Beispiel: Die unsanierten EZFH haben einen Kennwert von 160 kWh/m²a und 21 kWh/m²a, der mit dem unsanierten Anteil von 82% und der Fläche von 2,3 Mio. m² multipliziert wird. In der Summe aller Wohngebäude ergibt sich daraus ein Heizenergiebedarf von 433 GWh.

Tabelle 27: Kennzahlen für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs (Quellen: Destatis, IWU, eigene Erhebungen)

	EZFH	MFH	Summe
Anzahl Gebäude	16.832	1.147	17.979
Fläche	2.356.480 m ²	261.520 m ²	2.618.000 m ²
Spez. Heizwärmebedarf, unsaniert	160 kWh/m ² a	120 kWh/m ² a	
Spez. TGA-bedarf, unsaniert	21 kWh/m ² a	15 kWh/m ² a	
Spez. Heizwärmebedarf, saniert	108 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a	
Spez. TGA-bedarf, saniert	11 kWh/m ² a	8 kWh/m ² a	
Sanierungsgrad	18%	25%	
Heizenergiebedarf unsaniert	350.328.456 kWh	26.443.505 kWh	376.771.961 kWh
Heizenergiebedarf saniert	50.603.052 kWh	5.393.850 kWh	55.996.902 kWh
Heizenergiebedarf	400.931.507 kWh	31.837.355 kWh	432.768.862 kWh

TRINKWARMWASSERBEDARF

In derselben Methodik wie bei dem Heizwärmebedarf wird der Trinkwarmwasserbedarf ermittelt. Der spezifische Warmwasserbedarf beträgt 12,5 kWh/m²a. Dazu kommen die Speicher- und Verteilverluste jeweils saniert/unsaniert nach der Gebäudekategorie wie in Tabelle 28 dargestellt. Es wird der gleiche Sanierungsgrad wie bei der Gebäudehülle angenommen. Der Bedarf summiert sich zusammen zu 76 GWh.

Tabelle 28: Kennwerte des Trinkwarmwasserbedarfs

Warmwasserbedarf	E-ZFH	MFH	Summe
Warmwasser spez.	12,5 kWh/m ² a	12,5 kWh/m ² a	
Warmwasser	29.456.000 kWh	3.269.000 kWh	32.725.000 kWh

Verteilverluste spez. unsaniert	25 kWh/m ² a	19 kWh/m ² a	
Speicherverlustespez. unsaniert	9 kWh/m ² a	4 kWh/m ² a	
Wärmeverlust unsaniert	65.312.200 kWh	4.432.764 kWh	69.744.964 kWh
Verteilverluste spez. saniert	10 kWh/m ² a	6 kWh/m ² a	
Speicherverluste spez. saniert	4 kWh/m ² a	1 kWh/m ² a	
Wärmeverluste saniert	5.853.496 kWh	496.888 kWh	6.350.384 kWh
Summe	100.621.696 kWh	8.198.652 kWh	108.820.348 kWh

ENDENERGIEBEDARF

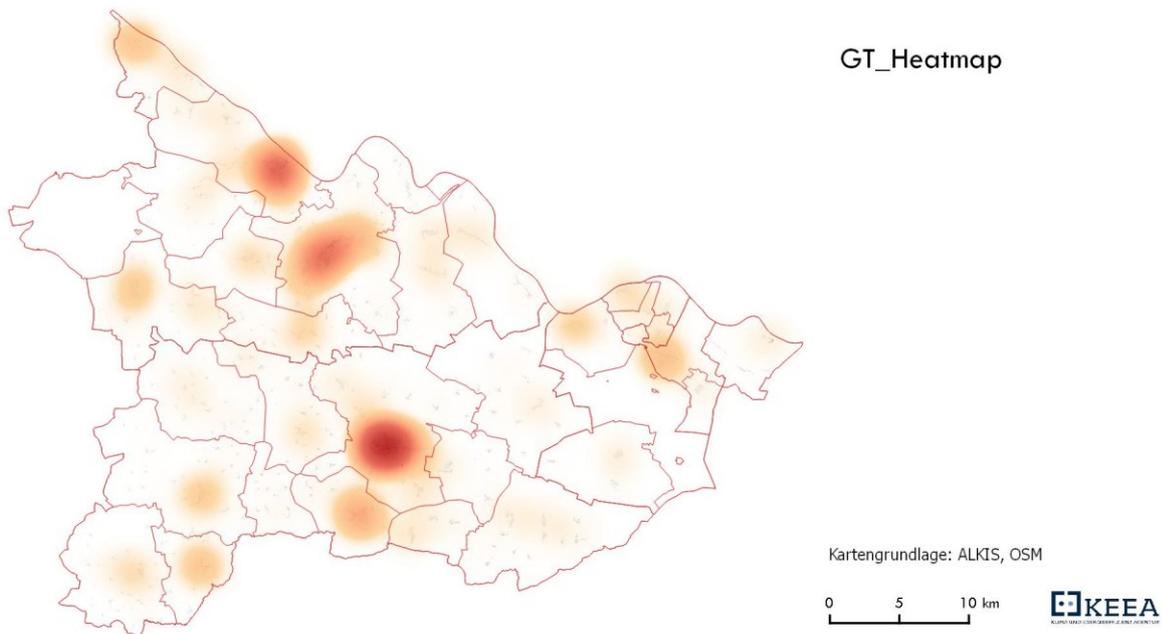
Die Ermittlung des Endenergiebedarfs geht von den Gebäudetypen, über den Sanierungszustand der Bau- und Anlagentechnik bis zu den Wärmeerzeugern. Grundlage des Endenergiebedarfs ist diese Ermittlungskette. Diese wird auf die einzelnen Energieträger aufgeteilt, wobei die Ermittlungen für z. B. Erdgas oder Solarthermie in den vorigen Kapiteln beschrieben ist. Alle Einzeldaten sind so aufeinander abgestimmt, dass sich ein schlüssiges Gesamtbild ergibt.

Tabelle 29: Wärmebedarf der privaten Haushalte

	Endenergie	THG
Wärme	649,8 GWh	175.593 t/a
Heizöl	388,3 GWh	124.441 t/a
Erdgas	181,2 GWh	45.671 t/a
Wärmenetze	14,5 GWh	363 t/a
Strom für Wärme	6,9 GWh	3.666 t/a
Sonstiges (u.a. Biomasse)	58,9 GWh	1.452 t/a

Wie bei der Elektrizität lässt sich über die Gebäudetypologie der Wärmebedarf der Wohngebäude verorten. Der Schwerpunkt der Wärmenachfrage liegt auf den Ballungszentren Lüchow, Dannenberg und Hitzacker.

Tabelle 30: Heatmap als Wärmekataster



9 MP-SCHRITT 6: HEUTIGER UND ZUKÜNFTIGER ENERGIEBEDARF VON INDUSTRIE UND GHD

9.1 UNTERNEHMEN

BESTAND

Der Energiebedarf der Nichtwohngebäude für Industrie und GHD ist auf der Basis des Gebäudebestands abgeschätzt. Leitungsgebundene Energieträger wie Erdgas und Elektrizität sind von den Netzbetreibern geliefert (MP-Schritt 1: Erfassung der Infrastruktur). Insgesamt benötigen die Unternehmen rund 107 GWh für Wärme und 233 GWh für Elektrizität.

	Endenergie	THG
Wärme	107 GWh	26.552 t/a
Strom	233 GWh	124.870 t/a

POTENZIALE UND SZENARIEN

Als Potenzial in Wärmebereich wird von einer nahezu vollständigen Sanierung des unternehmerischen Gebäudebestands auf rund 100 kWh/ m²a ausgegangen. Dadurch würde die Wärmenachfrage von 107 GWh auf 56 GWh sinken

Tabelle 31: Szenarien der Wärmenachfrage bei den Unternehmen

Szenarien NWG 2050	2015	Trend	Aktivität	Ziel
Sanierungsrate [%]		0,5%	1,0%	2,9%
Fläche saniert pro Jahr		2.620 m ²	5.240 m ²	15.000 m ²
Fläche saniert bis 2050		0 m ²	172.788 m ²	493.680 m ²
Anteil der sanierten Gebäude		0%	33%	94%
Wärme NWG	107 GWh	98 GWh	89 GWh	56 GWh

Weiterer Aspekt ist die Veränderung der Energieträger. Im Basisjahr wird von einer nahezu vollständigen Versorgung mit fossilen Energieträgern ausgegangen. Dieser Mix wird in den Szenarien deutlich verändert. Im Zielszenario werden jeweils etwa die Hälfte der Gebäude mit Wärmepumpen und mit Erdgas versorgt. Heizöl wird auf Null reduziert. Ein kleiner Teil der Gebäude wird mit Wärmenetzen versorgt (Tabelle 32).

Tabelle 32: Szenarien Wärme bei den Unternehmen

Szenarien NWG 2050	2015	Trend	Aktivität	Ziel
Heizöl	6 GWh	0 GWh	0 GWh	0 GWh
Erdgas	97 GWh	46 GWh	42 GWh	27 GWh
Wärmenetz	3 GWh	3 GWh	2 GWh	2 GWh
Wärmepumpe	1 GWh	49 GWh	44 GWh	28 GWh
Summe	107 GWh	98 GWh	89 GWh	56 GWh

Dadurch werden die THG Emissionen von 26.500 Tonnen auf 6.300 Tonnen im Jahr 2050 reduziert.

Bei der Elektrizität der Unternehmen wird als Potenzial von einer Halbierung der Strommenge ausgegangen. Um das Ziel zu erreichen wird beim Zielszenario der Strom um 1,5% pro Jahr reduziert. Dadurch beträgt die Stromnachfrage der Unternehmen in 2015 rund 116 GWh.

Tabelle 33: Szenarien Elektrizität bei den Unternehmen

Szenarien NWG 2050	Trend	Aktivität	Ziel
Effizienzrate	-0,5%	-0,8%	-1,5%
Strom 2050	193 GWh	169 GWh	116 GWh

9.2 LANDKREIS

Die gelieferten Daten der kreisweiten Liegenschaften sind in Kapitel 4.6 dargestellt. Als Potenzial wird von einer Halbierung der Wärme- und Stromnachfrage ausgegangen. Das Szenario *Ziel* reduziert daher die Energiemenge auf 3,5 GWh und 658 t/a. Der im Basisjahr 2015 bestehende Energiemix ist beibehalten worden (Tabelle 34).

Tabelle 34: Zielszenario der Kreisgebäude

	2015		2050	
	Endenergie	THG	Endenergie	THG
Elektrizität	1.804 MWh	965 t/a	893 MWh	27 t/a
Wärme	6.100 MWh	1.555 t/a	2.706 MWh	632 t/a
...Heizöl	374 MWh	117 t/a	166 MWh	50 t/a
...Erdgas	5.702 MWh	1.437 t/a	2.529 MWh	582 t/a
...Wärmenetze	24 MWh	1 t/a	11 MWh	t/a
Summe	7.904 MWh	2.520 t/a	3.599 MWh	658 t/a

9.3 KOMMUNEN

Die Samtgemeinden Lüchow, Elbtalau und Gartow benötigen zusammen für Strom und Wärme 9,4 GWh. Wie bei den Kreisgebäuden wird von einer Halbierung der Energienachfrage und einem gleich bleibenden Energiemix ausgegangen. Dadurch würde sich im Zielszenario die Energienachfrage auf 4,6 GWh und 582 t/a reduzieren (Tabelle 35).

Tabelle 35: Zielszenario der kommunalen Gebäude

	2015		2050	
	Endenergie	THG	Endenergie	THG
Elektrizität	1.769 MWh	946 t/a	876 MWh	26 t/a
Wärme	7.600 MWh	1.308 t/a	3.685 MWh	555 t/a
...Heizöl	61 MWh	20 t/a	30 MWh	9 t/a
...Erdgas	4.807 MWh	1.211 t/a	2.331 MWh	536 t/a
...Wärmenetze	2.731 MWh	77 t/a	1.324 MWh	10 t/a
Summe	9.369 MWh	2.254 t/a	4.560 MWh	582 t/a

10 MP-SCHRITT 7: ZUKÜNFTIGE VERSORUNGSOPTION HEUTE BRENNSTOFFBASIERTER PROZESSWÄRMEBEDARFE

Die brennstoffbasierten Prozesswärmebedarfe der Unternehmen in Landkreis Lüchow-Dannenberg nicht näher untersucht worden.

11 MP-SCHRITT 8: ABWÄRMENUTZUNG ALS INTERNE UND EXTERNE VERSORGUNGSMÖGLICHKEIT

Die Abwärmenutzung der Unternehmen in Landkreis Lüchow-Dannenberg nicht näher untersucht worden.

12 MP-SCHRITT 9: HEUTIGE UND ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSVERSORGUNG

Der Verkehrssektor gehört zu den größten Emittenten von Treibhausgasen. Eine besondere Herausforderung stellt dabei der motorisierte Individualverkehr (MIV) dar, der weiterhin der bevorzugte Verkehrsträger ist.

Im Bereich Mobilität und Verkehr sind zwar die unmittelbaren Einwirkungsmöglichkeiten für Kreise, Städte und Kommunen begrenzt, jedoch fällt ihnen hier eine erhebliche Steuerungs- und Vorbildfunktion zu. Dies kommt durch die enge Verzahnung und die intensiven Wechselwirkungen zwischen Siedlungs- und Verkehrsstrukturen zu Stande. Dadurch ergeben sich umfassende Möglichkeiten, Konzepte und Maßnahmen um eine nachhaltige Mobilität zu entwickeln, ohne die räumliche Mobilität der Bevölkerung zu beeinträchtigen. Generell gilt: Je mehr Maßnahmen zur Vermeidung vom motorisierten Individualverkehr und zur Verschiebung im Bereich des Modal-Splits (Verkehrsmittelwahl) beitragen, umso größer wird die Chance, emissionsmindernde Ziele zu erreichen.

12.1 ERFASSUNG DER IST-SITUATION MOBILITÄT

Der Nachfragesektor Mobilität ist für den Kreis über die bundesweiten Verkehrserhebungen „Mobilität in Deutschland (MiD)“ ermittelt worden. Grundlage bildet hier der MiD-Typ ‚ländlicher Raum‘. Hier wird im **Personenverkehr** die Anzahl der Personenkilometer (Pkm), im **Güterverkehr** der Fahrzeugkilometer (Fzkm) bzw. der bewegten Tonnagen-Kilometer (tkm) angegeben.

Die MiD-Datengrundlage bietet eine Annäherung an die Anteile der Verkehrsträger im Personenverkehr, spiegelt aber nicht unbedingt die lokale Situation vollständig wider. Zum Beispiel wird die Verkehrsleistung im ÖPNV im Landkreis auf ca. 13,4 Mio. Personenkilometer, also ca. 2% der gesamten Verkehrsleistung im Personenverkehr geschätzt¹⁰. Die auf Durchschnittswerten basierende MiD-Datenbasis weist hier einen Anteil von 7% für den ÖPNV aus.

Die Auswertung erfolgt nach der vorgegebenen Berechnungsmethode der Territorialbilanz, bei der nur die Verkehrsleistung im Landkreis Lüchow-Dannenberg betrachtet wird. Daher sind der Flugverkehr sowie Güterströme außerhalb der Kreisgrenzen nicht berücksichtigt.

Die gesamte Verkehrsleistung beträgt für das Basisjahr 2015 beim Personenverkehr insgesamt **763 Mio. Pkm** pro Jahr (Tabelle 36). Davon entfallen 82% auf den motorisierten Individualverkehr. Die öffentlichen Verkehrsmittel haben gemäß MiD-Datengrundlage einen Anteil von 7%, zu Fuß gehen und Rad fahren erbringen gemeinsam 6%. Die Nutzfahrzeuge auf der Straße fahren rund 45 Mio. Fz-km. Der Schienen- und Schiffsgüterverkehr transportiert rund 120 Mio. tkm.

¹⁰ Beispielrechnung: Im ÖPNV stellt die Schülerbeförderung schätzungsweise 95% der Kunden. Da hier rund 3000 Schüler insgesamt 66.000 Pkm pro Schultag (ca. 20 Pkm pro Schüler und Tag) befördert werden, beträgt die Verkehrsleistung der Schülerbeförderung an 194 Schultagen pro Jahr rund 12,7 Pkm. Diese Zahl basiert auf lokalstatistischen Daten aus der Schülerbeförderung. Befördert der ÖPNV zudem 150 weitere Kunden pro Tag mit rund 20 Pkm entstehen rund 672.000 weitere Pkm pro Jahr im ÖPNV. Das macht insgesamt rund 13,4 Mio. Pkm, also ca. ein Viertel der im MiD ausgewiesenen Menge von 55 Mio. Pkm. Bezogen auf die gesamte Verkehrsmenge des Personenverkehrs von 763 Mio. Pkm, betrüge der Anteil somit nur knapp 2% (und nicht 7% wie es im MiD als durchschnittlicher Anteil für den ÖPNV im ländlichen Raum angenommen wird).

ENDENERGIE

Personen- und Güterverkehr benötigen rund 366 GWh an Endenergie. Ein Großteil davon (rund 70%) ist mit 254 GWh auf den Personenverkehr zurückzuführen. Die PKW haben mit 241 GWh den größten Anteil. Der öffentliche Verkehr hat mit rund 7 GWh einen geringen Anteil an der Endenergie. Der Fußverkehr benötigt bilanziell keine Energie, beim Radverkehr sind die E-Bikes mit einem Anteil von 12% der gesamten jährlichen Radverkehrsstrecke von 20 Mio Pkm mit eingerechnet. Durch den geringen Energieverbrauch der E-Bikes von 0,005 kWh/Pkm summiert sich die Energienachfrage auf rund 0,012 GWh im Basisjahr 2015. Fahrräder und E-Bikes sind damit die energieeffizientesten Verkehrsmittel.

Der Güterverkehr hat mit 112 GWh einen energetischen Anteil von 30%. Die hauptsächliche Energiemenge wird für den Straßengüterverkehr benötigt. Der Schienen- und Schiffsgüterverkehr hat mit 5 GWh einen geringen Anteil an der gesamten Energienachfrage für die Mobilität.

Tabelle 36: Verkehrsarbeit [Pkm, Fzkm, tkm], Endenergie und Emissionen im Sektor Mobilität

Mobilität	Verkehrsleistung	Endenergie	THG-Emissionen
Gesamt		366 GWh	110.311 t/a
Personenverkehr	763 Mio. Pkm	254 GWh	75.586 t/a
Fuß	22 Mio. Pkm		
Rad	20 Mio. Pkm	0,012 GWh	6 t/a
PKW	624 Mio. Pkm	241 GWh	70.926 t/a
Kraftrad	14 Mio. Pkm	4 GWh	1.267 t/a
ÖPNV (Bus)	55 Mio. Pkm	7 GWh	2.176 t/a
Bahn	29 Mio. Pkm	2 GWh	1.217 t/a
Flugverkehr	wird für die Bilanzierung nach dem Territorialprinzip im Landkreis nicht ausgewiesen		
Güterverkehr		112 GWh	34.725 t/a
Straßengüterverkehr	45 Mio. Fz-km	107 GWh	32.909 t/a
Schienengüterverkehr	31 Mio. tkm	1 GWh	597 t/a
Schiffsgüterverkehr	81 Mio. tkm	4 GWh	1.218 t/a

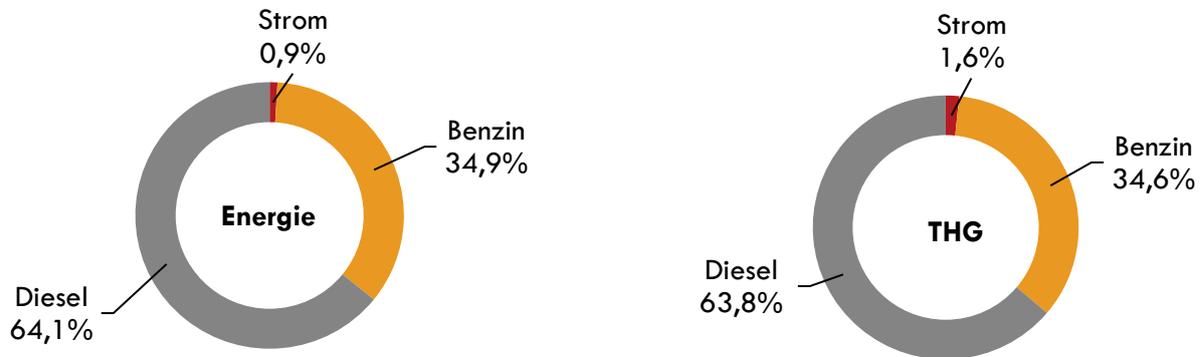
THG-EMISSIONEN

Für die Mobilität werden Treibhausgase in Höhe von rund 110.000 Tonnen erzeugt. Davon ist mit rund 75.000 Tonnen THG der überwiegende Teil dem PKW-Verkehr zuzurechnen, gefolgt durch den Straßengüterverkehr mit rund 35.000 Tonnen. Der öffentliche Verkehr (ÖPNV und Bahn) erzeugt rund 3.400 Tonnen THG, der Schienen- und Schiffsgüterverkehr rund 1.800 Tonnen.

Wie zu erwarten sind der Fuß- und Radverkehr die besten Mobilitätsoptionen für den Klimaschutz. Im Radverkehr wurde für den Anteil der jährlichen zurückgelegten Strecke mit E-Bikes ein Wert von 12,5% angenommen, d. h. rund 2,5 Mio. der insgesamt 20 Mio. Pkm in Radverkehr werden durch E-Bikes zurückgelegt. Dadurch werden 0,012 GWh verbraucht bzw. 6 Tonnen THG erzeugt.

Die Abbildung 38 verdeutlicht nochmals die Relationen der Energieträger zwischen den Personenverkehrsmitteln. Mit rund 94% (bzw. 241 von insgesamt 254 GWh) benötigen die PKW den größten Anteil an der Energienachfrage im Personenverkehr.

Abbildung 38: Energieverbrauch und THG-Emissionen der Verkehrsträger



12.2 POTENZIALE DER MOBILITÄTSWENDE

Eine auf eine Klima- und ressourcenschonende Entwicklung ausgerichtete Stadt- und Verkehrsplanung zielt darauf ab, langfristig eine THG-Reduzierung zu erreichen. Die Anwendung von raumordnerischen Grundprinzipien mit etablierten städtebaulichen Leitbildern unterstützt diese Strategie. Vielfach sind diese Grundprinzipien bereits in der Gesetzgebung verankert (Beispiele: Baugesetzbuch - BauGB, Raumordnungsgesetz - ROG). In Abstimmung mit dem Landkreis und den Kommunen kann die überörtliche Landes- oder Regionalplanung Vorgaben machen, die im Rahmen der informellen Stadtentwicklungsplanung oder im Rahmen der vorbereitenden bzw. verbindlichen Bauleitplanung (Flächennutzungspläne, Bebauungspläne) konkretisiert wird. Das Thema Klimaschutz dient dabei als klassisches Querschnittsziel. Vor diesem Hintergrund ist es zwingend erforderlich, folgende Grundprinzipien einer nachhaltigen Stadt- und Verkehrsplanung zu beachten:

- Konzentration der Siedlungstätigkeit auf zentrale Orte und auf die städtebauliche Innenentwicklung,
- Entwicklung von Siedlungsstrukturen der kurzen Wege und Vermeidung von dispersen Entwicklungsansätzen,
- Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und –Versiegelung durch Schaffung kompakter Siedlungsstrukturen sowie zurückhaltende Neuausweisung von Bauflächen,
- Verstärkung der Nutzungsmischung,
- Abstimmung der Siedlungsentwicklung mit den Erfordernissen einer günstigen Verkehrserschließung durch den ÖPNV,
- Steigerung des ÖPNV-Anteils am Modal-Split (Verkehrsmittelwahl) durch optimale Vernetzung (Mobilitätsmanagement),
- Schaffung und Optimierung von attraktiven Wegenetzen für den nicht-motorisierten Verkehr;
- Stärkung regionaler Kooperation und Handlungsansätze;

- Verknüpfung aller städtischen Politik- und Handlungsfelder im Bereich Klimaschutz und Energie miteinander und mit den Aufgaben einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Dazu bedarf es integrierter Konzepte als ganzheitliche Strategie sowie Handlungskonzepte (Beispiele: Integrierte Stadtentwicklungsplanung – INSEK, Integrierte Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung – ISVP)

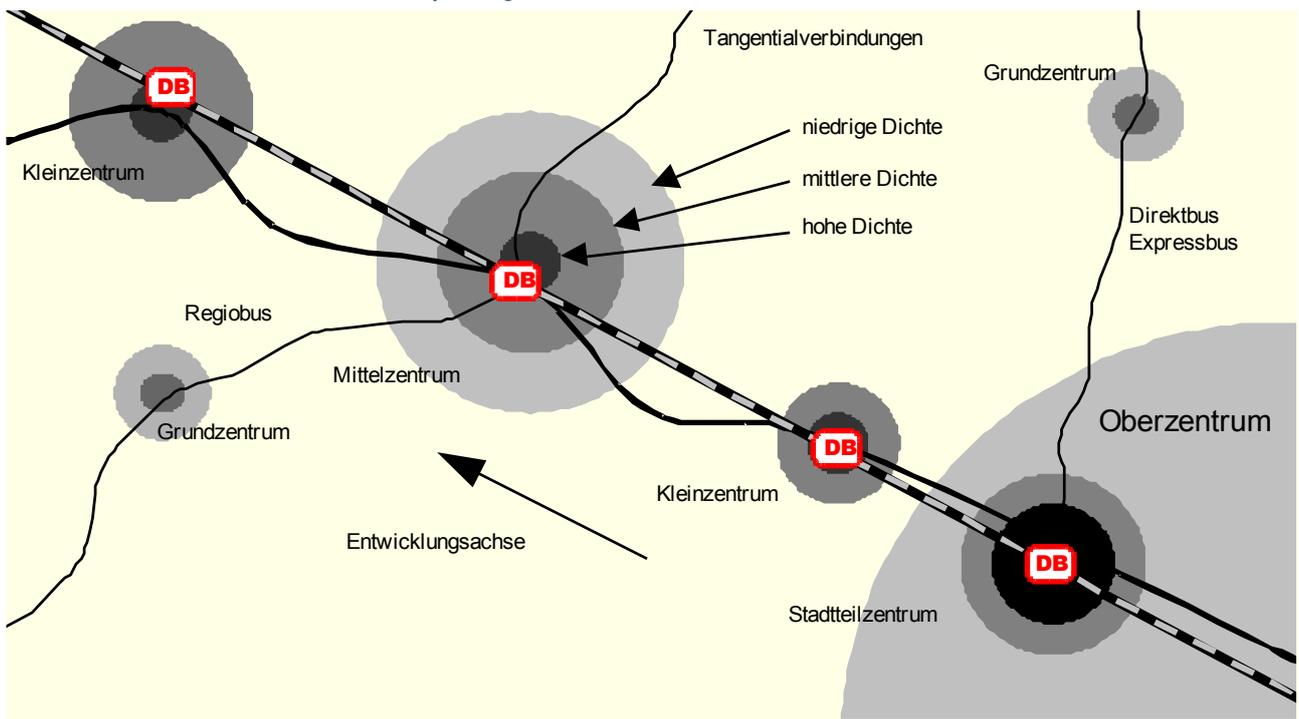
Zum besseren Verständnis werden die einzelnen Punkte in den folgenden Textabschnitten erläutert.

12.2.1 GRUNDPRINZIP

Bei der Definition von Zielen nachhaltiger Stadt- und Verkehrsplanung sollten nachfolgende Aspekte berücksichtigt und angewandt werden:

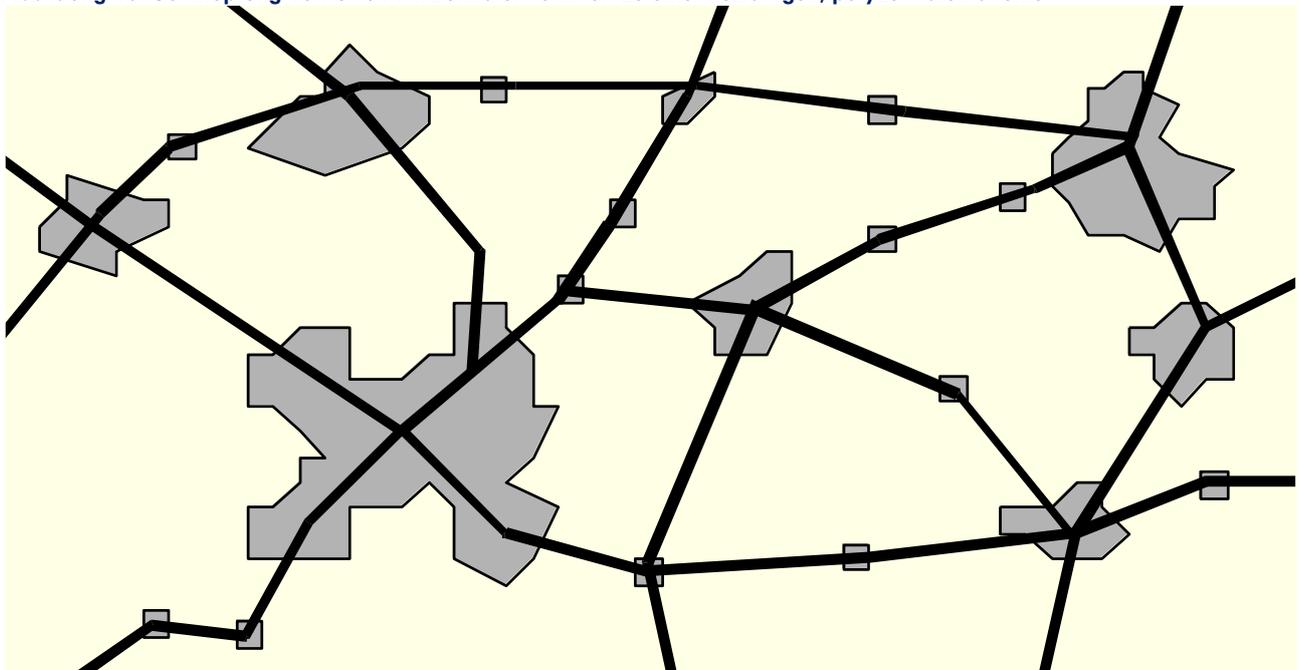
Das Prinzip der **Verkehrsvermeidung** konzentriert sich auf eine Reduzierung des Verkehrsaufwandes. Entsprechend des städtebaulichen Leitbilds der „Stadt der kurzen Wege“ sind kompakte, verkehrsarme Siedlungsstrukturen zu erhalten, regionale Wirtschaftskreisläufe zu fördern und der Pkw-Verkehr innerhalb der Innenstädte und Stadtteilzentren allmählich zurückzudrängen. Eine verstärkte Integration von Siedlungs- und Verkehrsplanung ist hierfür die grundlegende Basis. An der räumlichen Schnittstelle zwischen Stadt und Region sollte das städtebauliche Leitbild der „Stadt der kurzen Wege“ durch das raumordnerische Grundprinzip einer dezentralen Konzentration unterstützt werden. Diese Form der Siedlungsentwicklung strebt eine räumliche Konzentration der Siedlungsstruktur zu Gunsten kompakter Siedlungseinheiten an, die sich auf ausgewählte Siedlungsschwerpunkte konzentrieren. In dem Modell eines punkt-axialen Systems können Siedlungserweiterungen und Infrastrukturplanungen an einem linienförmigen ÖV-Strang zu sog. Entwicklungsachsen gebündelt werden. Die punkt-axial gereihten Entwicklungsräume haben den Vorteil einer energieeffizienten Beförderung von Personen, Gütern und Rohstoffen (vgl. dazu Abbildung 39). Gleichzeitig sorgt die Verknüpfung der Verkehrsarten entlang der Entwicklungsachsen und in zentralen Knotenpunkten den Wechsel zwischen den Verkehrsarten und Trägern und erleichtert somit den Übergang auf energetisch und kapazitativ vorteilhafte Transporteinheiten.

Abbildung 39: Das räumliche Grundprinzip der dezentralen Siedlungskonzentration als Ziel einer auf Klima- und ressourcenschonenden Stadt- und Verkehrsplanung



In diesem System können Orte mit zentraler Funktion miteinander in einer netzartigen, polyzentralen Struktur verbunden werden. Insgesamt kann der anhaltende Siedlungsdruck in das Umland nicht unkontrolliert in disperse Siedlungsstrukturen münden, sondern konzentrierte Siedlungsschwerpunkte können an den Entwicklungsachsen gebündelt werden, an der sich die Verkehrsinfrastruktur ausrichtet.

Abbildung 40: Verknüpfung von Orten mit zentraler Funktion zu einer netzartigen, polyzentralen Struktur



Im räumlichen Maßstab einer Kommune oder innerstädtischer Quartiere können Verkehre entsprechend des städtebaulichen Leitbilds der „Stadt der kurzen Wege“ gemindert werden. Ein Ansatzpunkt stellt eine günstigere Zuordnung der Quellen und Ziele der Wege dar, wodurch Wegedistanzen reduziert werden. Dies umfasst die Erreichbarkeit von zentralörtlichen Einrichtungen wie Arbeitsstätten, Einrichtungen der Versorgung und Dienstleistung, sozialen / öffentlichen Infrastruktureinrichtungen sowie Freizeitziele und der Verkehrsinfrastruktur wie etwa ÖPNV-Haltestellen. Generell gilt: Wird durch die städtebauliche Struktur dafür gesorgt, dass Quelle und Ziel der notwendigen Wegestrecken nahe beieinander liegen, besteht nicht die Notwendigkeit, weite Wege zurückzulegen. Das Ziel der Verkehrsvermeidung kann erreicht werden durch:

- Eine starke Nutzungsmischung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Versorgung auf der Stadtteilebene. Dies kann zu verkehrsmindernden und flächensparenden Stadt- und Siedlungsstrukturen beitragen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Nachverdichtung städtebaulicher Strukturen durch Flächenrecycling von Altstandorten und Brachflächen dar.
- Dichte bauliche Strukturen: Damit sind kompakte und qualitativ hochwertige bauliche Strukturen gemeint, die ein unkontrolliertes Wachstum von Siedlungen verhindern. Angemessen hohe städtebauliche Dichten sind eine gute Voraussetzung für die Effizienz von Infrastruktureinrichtungen wie zum Beispiel eine innerstädtische ÖPNV-Erschließung oder eine Nahwärmeversorgung. Alternativen zum MIV sollen durch ein ausgeprägtes ÖPNV-Netz und eine weiträumige Verkehrsberuhigung, die das Zu-Fuß-Gehen attraktiver macht, gestärkt werden.

Das Prinzip der **Verkehrsverlagerung** strebt eine bevorzugte Nutzung von flächensparsamen und umweltverträglichen Verkehrsträgern als Alternative zum motorisierten Individualverkehr (MIV) an. Der Umstieg auf den ÖPNV oder auf CO₂-arme Verkehrsmittel (Fuß, Rad, Elektromobilität) wird durch die Realisierung des Prinzips der kurzen Wege mit kurzen Wegedistanzen erleichtert. Durch eine günstige Zuordnung bzw. eine verbesserte fuß- und radläufige Erreichbarkeit von zentralörtlichen Einrichtungen erhöht sich das Potenzial der Verkehrsverlagerung. Weitere Potenziale können über den Ausbau und die Qualifizierung der Fuß-, Rad- und ÖPNV-Infrastruktur erschlossen werden. Wichtige Ansatzpunkte liegen zum Beispiel in der Entwicklung eines inner- und überörtlichen Radwegenetzes im Rahmen einer umfassenden Radverkehrsplanung, in der Anlage von Radverkehrstreifen im Straßenraum oder in der Bereitstellung von Abstellmöglichkeiten (z. B. Einrichtung von Radstation an ÖPNV-Haltestellen). Auch in der Stärkung des Fußgängerverkehrs liegt die Chance, bisher durch das Kfz zurückgelegte Wege zu reduzieren. Voraussetzung dafür ist die Entwicklung eines engmaschigen und kleinteiligen Fußwegenetzes in den Städten, eine geringe Beeinträchtigung durch andere Verkehrsarten sowie die Vernetzung mit dem ÖPNV. Beispiele konsequenter nachhaltiger Verkehrspolitik zeigt beispielweise die Stadt Münster auf. Der restliche (notwendige) motorisierte Individualverkehr kann über effiziente Verkehrsmittel, z. B. über Elektromobilität, entwickelt werden. Dazu bieten E-Bikes als Nahverkehr zwischen den Ortsteilen ein aktuelles Potenzial. Eine sinnvolle Ergänzung der Infrastruktur bieten Elektrotankstellen an zentralen Punkten.

Weitere Chancen und Möglichkeiten bietet die **Vernetzung der Verkehrsmittel**, z. B. durch Bike & Ride, die den Einzugsbereich von Haltestellen erweitern. Durch die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur (zum Beispiel Fahrradboxen) können Verlagerungswirkungen erzielt werden.

ÖV

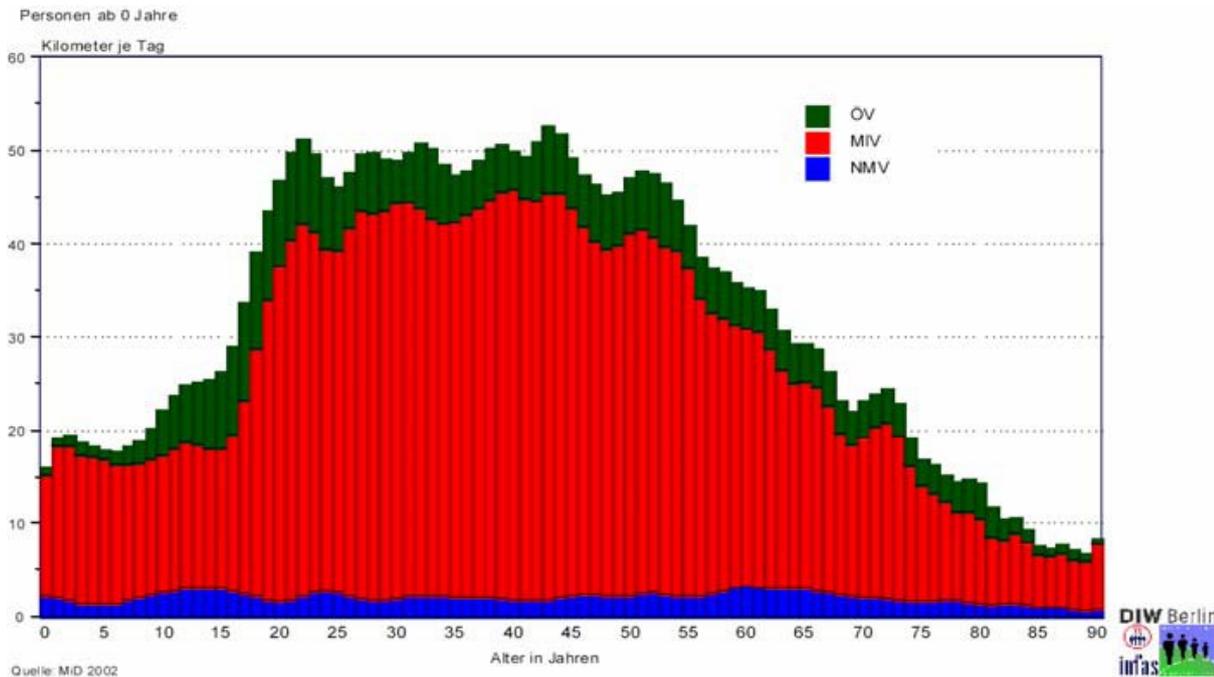
Dem Landkreis obliegt als Aufgabenträger die Verantwortung für den ÖPNV. Die Sicherstellung einer angemessenen Mobilitätsvorsorge ist die Hauptzielsetzung der ÖPNV-Konzeption (§1 des Regionalisierungsgesetzes - RegG). Grundlegendes Ziel der ÖPNV-Konzeption ist die Bereitstellung eines attraktiven Verkehrsangebots als Grundversorgung, innerhalb dessen die Bewohner des Landkreises die lokalen und regionalen Ziele (z. B. Einkauf oder Arbeiten) erreichen können. Generell kann der ÖPNV als wirkliche Alternative zum motorisierten Individualverkehr nur über eine weitere Optimierung und Attraktivierung im Angebot bestehen. Für die Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrssektor wird empfohlen folgende Kriterien im Zuge der Fortschreibung des Nahverkehrsplanes zu prüfen:

- Die Häufigkeit der Verbindungen, die sich an der Bedeutung der Wegebeziehung orientiert.
- Die Dauer des ÖV-Angebots, welches auch in Zeiten schwacher Nachfrage (z. B. am Abend oder Wochenende) zumindest in Form eines Grundangebots vorhanden sein sollte.
- Die Fahrdauer der Verbindungen, die sich an der Bedeutung der Wege bzw. Ziele orientiert.
- Eine übersichtliche Gestaltung der Fahrzeiten und Fahrkosten, z. B. über eine verbesserte Taktung der Fahrten zu regelmäßigen Ankunfts- bzw. Abfahrtszeiten an den einzelnen Haltestellen
- Eine hohe Verbindungsqualität wird durch möglichst direkte Verbindungen ohne Umsteigebeziehungen erzielt. Wartezeiten an den Haltestellen sollten auf ein Minimum reduziert werden.

DEMOGRAFIE

Die demographische Entwicklung vom Landkreis Lüchow-Dannenberg bedeutet eine Verschiebung der Bevölkerung innerhalb der Alterspyramide in die höheren Altersklassen. Diese kann auch eine Veränderung des Verkehrsaufkommens nach sich ziehen. Im Laufe der Altersbiografie variiert das Mobilitätsbedürfnis. Bis zu einem Alter von ca. 20 Jahren liegt die tägliche Wegestrecke (im Bundesdurchschnitt) bei unter 20 km je Tag, im Wesentlichen als Mitfahrer. Mit dem Eintritt in das Berufsleben nimmt die MIV-Mobilität deutlich zu, bis auf 50 km je Tag, die zurückgelegt werden. Mit dem Übergang in den Ruhestand ist das individuelle Mobilitätsbedürfnis durch die Freizeitmobilität geprägt, mit deutlicher Abnahme im hohen Alter (siehe Abbildung 41). Daher ist anzunehmen, dass bei einer relativen Zunahme der über 65-jährigen das Verkehrsaufkommen sinkt, somit auch die verkehrsbedingten THG-Emissionen.

Abbildung 41: Mit Laufe der Altersbiografie variiert das Mobilitätsbedürfnis stark: Im Ruhestand nehmen die zurückgelegten Strecken pro Tag stark ab (Quelle: DIW Berlin).



12.2.2 POTENZIAL IN ZAHLEN

Die jährliche Personenverkehrsmenge beträgt 763 Mio. Personenkilometer (Pkm). Mit 624 Mio. Pkm haben PKWs den größten Anteil der Verkehrsträger. Im Personenverkehr wird eine Endenergienachfrage von 254 GWh pro Jahr erzeugt, wobei PKW mit 241 GWh den größten Anteil haben. Der Güterverkehr hat einen Anteil von 112 GWh. Die Strategie für die Mobilitätswende besteht in der folgenden Zielhierarchie:

- **Verkehrsvermeidung** über die Reduktion der Personenkilometer
- **Verkehrsverlagerung** auf energieeffizientere Verkehrsmittel (z.B. Fahrrad) und Bündelung von Verkehren (z.B. über Bus, Bahn und Fahrgemeinschaften)
- **Verbesserung der Antriebstechnologie**, d.h. Reduktion des Energieverbrauchs von Verkehrsmitteln über die Fahrzeugeffizienz sowie alternative Antriebsarten wie die Elektromobilität und CNG¹¹ unter Nutzung erneuerbarer Energien (z. B. Biomethan).

Die Vermeidung von Personenverkehr ist der effektivste Weg die Endenergie und THG-Emissionen zu reduzieren. Eine Verkehrsvermeidung bedeutet:

- Den Weg nicht anzutreten, indem zum Beispiel der Film in der Wohnung statt im Kino geschaut wird oder die Arbeit im Homeoffice.
- Die Strecke zu verkürzen, in der Fachsprache als „Reduktion der Entfernung zur Wohnfolgeeinrichtung“ bezeichnet. Dies wird durch wohnortnahe Infrastruktur und guten Städtebau und Regionalplanung ermöglicht.

¹¹ Die THG-Emissionen von Elektrizität und Erdgas (CNG) sind stark abhängig von dem EE-Anteil, also EE-Stromeinspeisung und Biomethaneinspeisung.

Für den Bereich der Verkehrsvermeidung wird aufgrund der Bevölkerungsprognose und der bundesweiten Entwicklung von einem leichten Rückgang der Personenverkehrsmenge (auf 597 Mio. Pkm/Jahr) im Landkreis ausgegangen. Darüber hinaus wird für den Landkreis an sich keine weitere Verkehrsvermeidung angenommen.

Bei der Verkehrsverlagerung vom PKW auf den Fuß- und Radverkehr und den öffentlichen Verkehr wird von einem Potenzial von 30,2 % ausgegangen. Der Fußverkehr hat bedingt durch die ländliche Struktur mit 0,2% den geringsten Anteil. Mit 10% Verlagerung auf den Radverkehr wird dieser deutlich gestärkt. Über die aktuelle Entwicklung wird von einem E-Bike Anteil von 50% ausgegangen. E-Bikes benötigen im Vergleich zum PKW kaum Energie. Weitere Potenziale bestehen über den Ausbau des ÖV zur Bündelung von Mobilitätsbedarfen. Hier wird von einem Verlagerungspotenzial von 20% ausgegangen.

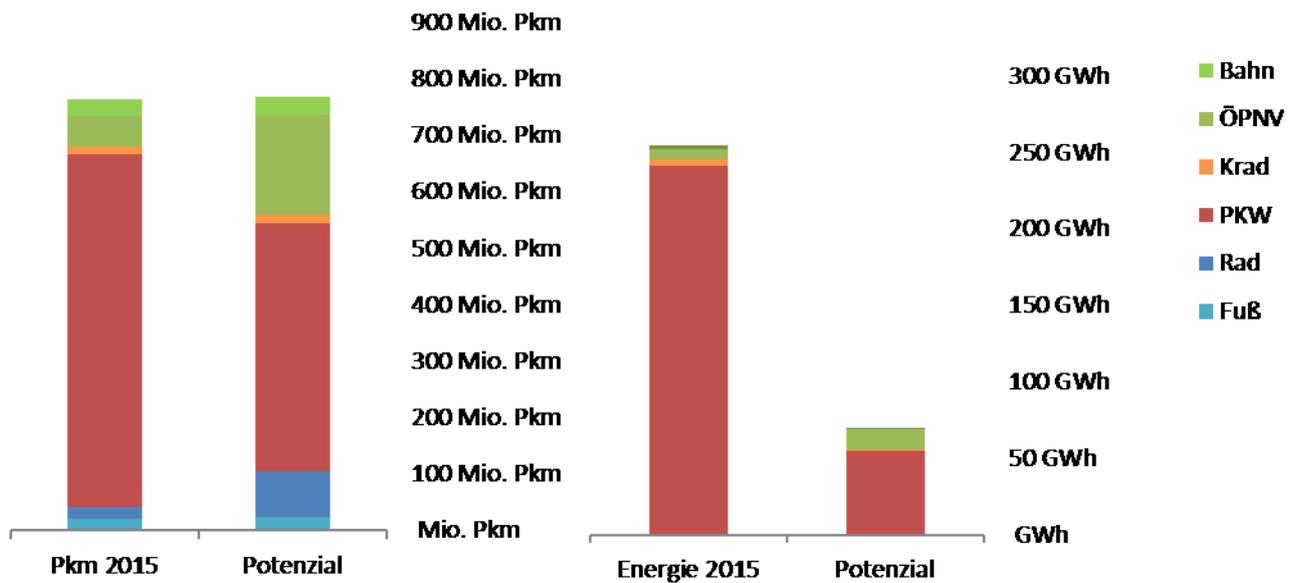
Abbildung 42: Potenziale des Personenverkehrs

		Potenzial
Vermeidung PKW zusätzlich im Landkreis	0,0%	0 Pkm
Verlagerung PKW	30,2%	188.354.38 Pkm
Auf Fußverkehr	0,2%	1.247.38 Pkm
Auf Radverkehr	10,0%	62.369.00 Pkm
Auf ÖV	20,0%	124.738.00 Pkm
Summe		435.335.62 Pkm

Die zukünftige Fahrzeugtechnologie mit hocheffizienten Verbrennungsmotoren und Elektroantrieben bietet weitere Möglichkeiten den Energieverbrauch und die THG-Emissionen zu reduzieren. Bei der Entwicklung der Fahrzeugtechnik und dem Wechsel zur Elektromobilität wird, gemäß den Bilanzierungsvorgaben, die bundesweite Entwicklung berücksichtigt.

Über die Potenziale Vermeidung, Verlagerung, und verbesserte Technologie kann die Energienachfrage für Mobilitätsbedürfnisse von 254 GWh auf 70 GWh reduziert werden (Balken 4 der Abbildung 43). Dies setzt aber einen konsequenten Sinnes-, Verhaltens- und Technologiewandel voraus. Über eine starke Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den ÖPNV könnten viele Personenverkehrsströme gebündelt werden. Um dieses Verlagerungspotenzial zu erschließen wäre ein deutlicher Ausbau des ÖPNV, mit einer Erhöhung der Bedienungs- und Erschließungsqualität erforderlich. Der Radverkehr müsste zur Erreichung der Klimaschutzziele im Mobilitätssektor eine deutlich größere Rolle einnehmen. Insbesondere Leichtfahrzeuge wie S-Pedelecs (bis 45 km/h) könnten durch gut ausgebaute regionale Radrouten mehr eingesetzt werden und so den Pkw-Verkehr ersetzen. Laut langfristigen Prognosen werden die PKW-Fahrzeuge deutlich energieeffizienter und können so weitere Einsparungspotenziale realisieren.

Abbildung 43: Potenziale der Mobilitätswende im Landkreis



Weiterer Aspekt ist der Energiemix des MIV. Nach Masterplanvorgabe werden 88% der Personenkraftwagen in 2050 elektrisch angetrieben. Die restlichen 12% verteilen sich auf Benzin, Diesel und Erdgas (Tabelle 37).

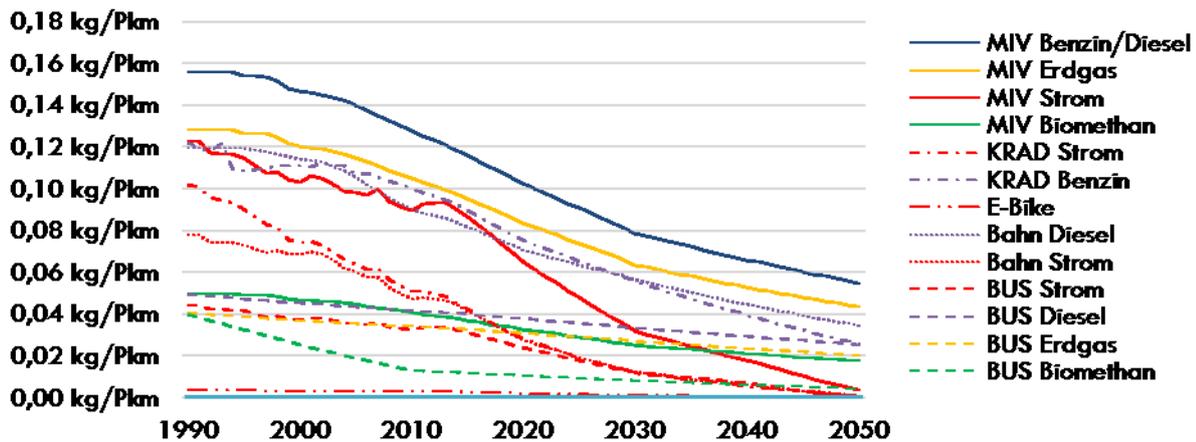
Tabelle 37: Potenzieller Energiemix des MIV nach Masterplan-Vorgabe

PKW	Energiemix
Strom	88%
Benzin	5%
Diesel	1%
Erdgas	6%

SPEZIFISCHE THG EMISSIONEN DER FAHRZEUGE

Die spezifischen THG Emissionen verringern sich kontinuierlich über die Verbesserung der Fahrzeugtechnik und der Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energien im Treibstoff. So reduziert sich zum Beispiel der spezifische Emissionsfaktor für Elektro-PKW zum Teil über einen verbesserten Antrieb, überwiegend aber über das Absenken der spezifischen Emissionen vom Strom-Mix durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien. Deshalb sind die Emissionen von Elektro-PKW aktuell noch nahe bei den fossil betriebenen PKW, in 30 Jahren bei einem nahezu 100% EE-Ausbau nach Masterplanvorgabe nahezu Null. Ähnlich würde es sich mit dem Gasnetz verhalten, wenn zunehmend mehr Biomethan bzw. „Power-to-Gas“ in das Gasnetz eingespeist werden würde.

Abbildung 44: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Kraftfahrzeuge, auf den Personenkilometer bezogen. (Quelle: MID, TREMOD, BSKO, eigene Berechnungen)



Das effizienteste Kraftfahrzeug ist das E-Bike. Mit 3 g/Pkm ist es deutlich besser als Benzinfahrzeuge mit 116 g/Pkm.

12.3 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSOPTION MOBILITÄT

Wie bei den Nachfragesektoren Wärme und Elektrizität sind für die Mobilität drei Szenarien gerechnet. Über die komplexere Charakteristik vom Sektor Mobilität werden zuerst Modellrechnungen auf der Basis der Verkehrsleistung¹² durchgeführt.

PERSONENVERKEHRSLEISTUNG

Die Verkehrsleistung nimmt seit 1990 kontinuierlich zu und stagniert im Basisjahr 2015 mit 763 Mio. Pkm. Das Trendszenario geht von einer leichten Zunahme der Personenverkehrsleistung bis 2050 auf 769 Mio. Pkm aus.

Über die Verlagerung vom MIV auf andere Verkehrsmittel nimmt die erbrachte Personenverkehrsleistung durch die PKW ab, wie in Abbildung 45 und Tabelle 38 dargestellt.

¹² Genau genommen müsste die Verkehrsleistung als Verkehrsarbeit bezeichnet werden, weil die sich daraus ergebende nachgefragte Energie in kWh eine Arbeitseinheit ist. Eine Leistung hat die Einheit kW.

Abbildung 45: Personenverkehrsleistung des MIV

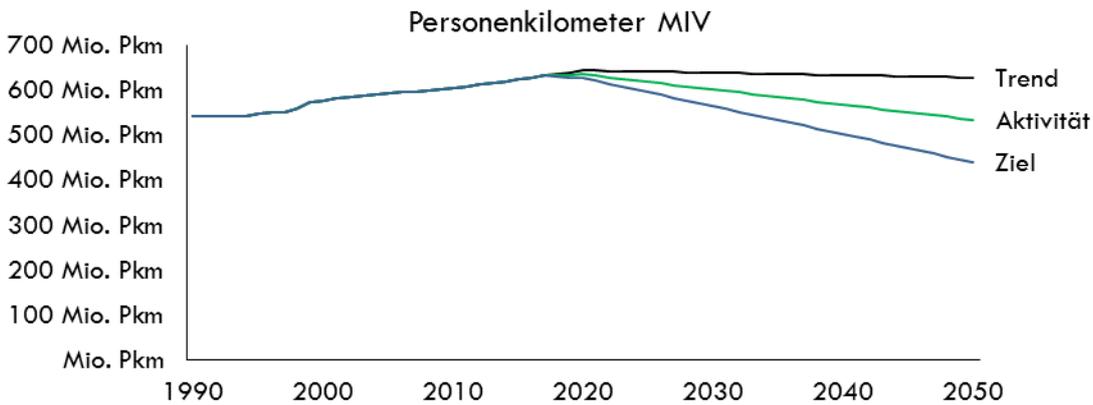


Tabelle 38: Personenverkehrsleistung des MIV

Szenarien	2015	2050	2050
Trend	624 Mio. Pkm	628 Mio. Pkm	101%
Aktivität	624 Mio. Pkm	533 Mio. Pkm	86%
Ziel	624 Mio. Pkm	439 Mio. Pkm	70%

ENDENERGIEBEDARF

Die Szenarien liegen dicht beieinander, weil die Reduktion überwiegend über die bundesweite Entwicklung gesteuert wird. Dies sind u.a. ein hoher Anteil an Elektromobilität und die Verbesserung der Fahrzeugtechnik.

Über alle Verkehrsleistungen betrachtet nimmt im Szenario *Ziel* der Endenergiebedarf gegenüber dem Szenario *Trend* leicht ab. Der geringe Unterschied zwischen den Szenarien liegt u.a. an der gleichen Verkehrsleistung (Pkm) in allen Szenarien. Über den hohen Anteil der Elektro-PKW bis 2050 wird die Verlagerung auf den ÖV kompensiert, dass der spezifische Energiebedarf von Elektro-PKW sehr gering ist.

Abbildung 46: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den drei Szenarien

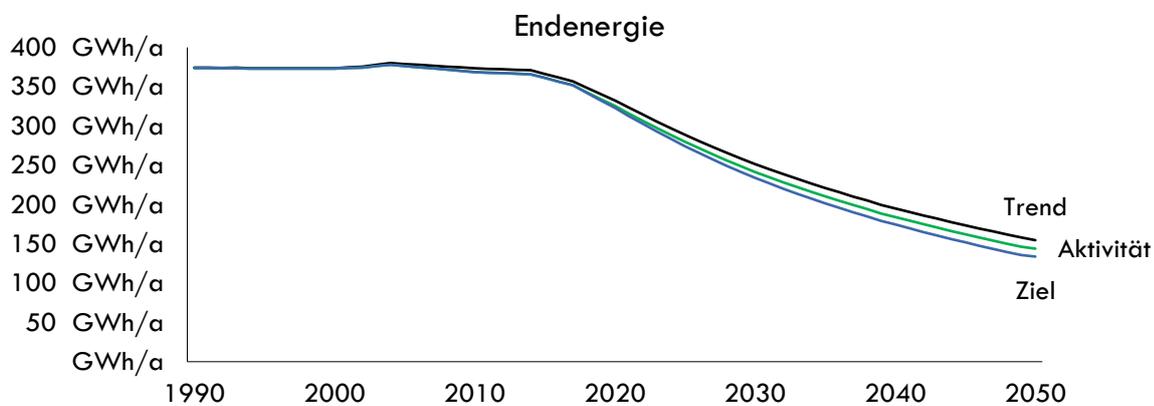


Tabelle 39: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den drei Szenarien

Szenarien 2050	2015	Trend 2050	Aktivität 2050	Ziel 2050
	366 GWh	155 GWh	144 GWh	134 GWh
Personenverkehrsleistung	250 GWh	84 GWh	76 GWh	69 GWh
PKW	241 GWh	78 GWh	66 GWh	55 GWh
E-Bike	0,013 GWh	0,050 GWh	0,128 GWh	0,206 GWh
Bus	7 GWh	5 GWh	9 GWh	13 GWh
Fernbahn	2 GWh	1 GWh	1 GWh	1 GWh
Güterverkehrsleistung	108 GWh	70 GWh	66 GWh	63 GWh
Nutzfahrzeuge	104 GWh	63 GWh	60 GWh	57 GWh
Schiengüterverkehr	GWh	1 GWh	1 GWh	1 GWh
Schiffsgüterverkehr	4 GWh	6 GWh	5 GWh	5 GWh

TREIBHAUSGASE

Ähnlich dem Endenergiebedarf liegen die THG Emissionen der Szenarien dicht beieinander. Die Entwicklung ist hauptsächlich durch den bundesweiten Trend geprägt, u.a. Elektromobilität, verbesserte Kfz-Technik und hohe EE-Anteile bei den Energieträgern.

Abbildung 47: Entwicklung der THG-Emissionen in den drei Szenarien

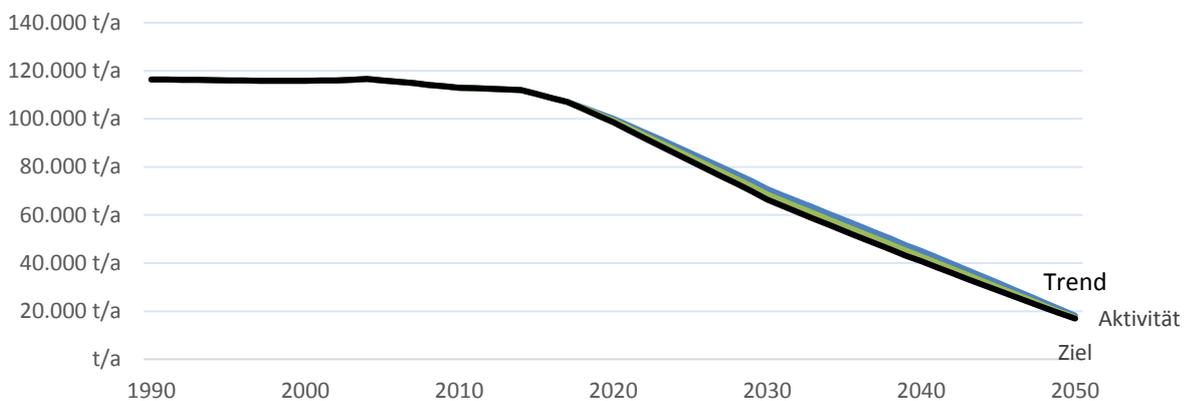


Tabelle 40: Entwicklung der THG-Emissionen in den drei Szenarien

Szenarien 2050	2015	Trend 2050	Aktivität 2050	Ziel 2050
	109.051 to/a	17.767 to/a	16.892 to/a	16.544 to/a
Personenverkehr	74.326 to/a	7.016 to/a	6.615 to/a	6.740 to/a
PKW	70.926 to/a	5.614 to/a	4.771 to/a	3.929 to/a
E-Bike	7 to/a	2 to/a	4 to/a	6 to/a
Bus	2.176 to/a	1.346 to/a	1.785 to/a	2.749 to/a
Fernbahn	1.217 to/a	55 to/a	55 to/a	55 to/a

Güterverkehr	34.725 to/a	10.750 to/a	10.277 to/a	9.804 to/a
Nutzfahrzeuge	32.909 to/a	9.081 to/a	8.661 to/a	8.241 to/a
Schienengüterverkehr	597 to/a	58 to/a	56 to/a	54 to/a
Schiffsgüterverkehr	1.218 to/a	1.611 to/a	1.560 to/a	1.509 to/a

13 MP-SCHRITT 10: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDE VERWENDUNGSKONZEPTE FÜR CO₂-ARME BRENN- UND KRAFTSTOFFE (BRENNSTOFFWENDE)

13.1 WELCHE BRENN- UND KRAFTSTOFFE KÖNNEN AUS BIOMASSE BEREITGESTELLT WERDEN?

13.1.1 FESTBRENNSTOFFKESSEL

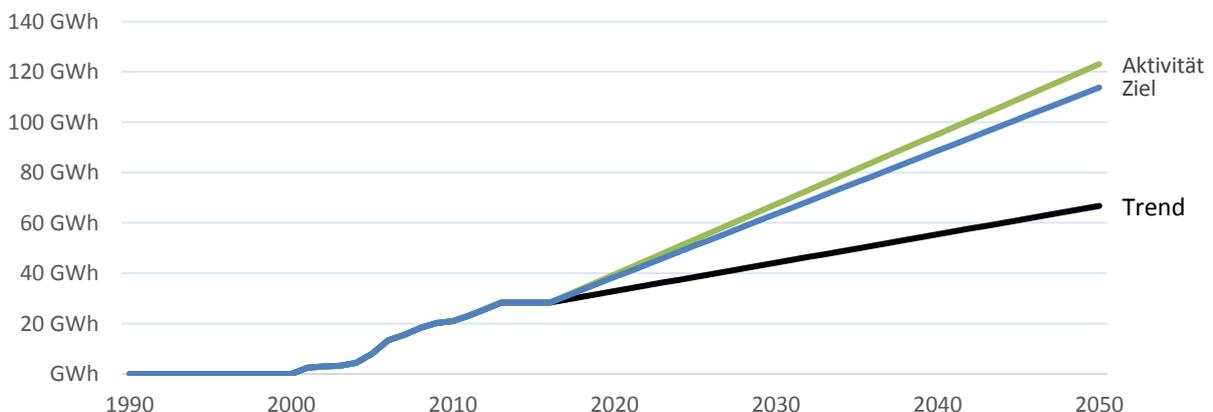
In den Szenarien wird als Verlagerungspotenzial ein Teil der Öl- und Gaskessel durch Festbrennstoffkessel wie Pellets-, Hackschnitzel oder Stückholzkessel ersetzt. Über den regenerativen Brennstoff Holz werden fossile Energieträger ersetzt und die CO₂-Emissionen reduziert.

Tabelle 41: Einsatz von Festbrennstoffkessel

Szenarien 2050	Trend	Aktivität	Ziel
Installationsrate	4,0%	10,0%	10,0%
Installierte Kessel pro Jahr	57	85	85

Es werden bei Installationsraten von 10% ca. 85 neue Festbrennstoffkessel im Zielszenario aufgestellt, mit einer Wärmeerzeugung von etwa 114 GWh im Jahr. Die Wärmeproduktion im Zielszenario ist etwas geringer als im mittleren Szenario Aktivität, weil von einem höheren Sanierungsstand der Gebäude im Zielszenario ausgegangen wird (Abbildung 48).

Abbildung 48: Einsatz von Festbrennstoffkessel



13.2 ZUORDNUNG VON BIOMASSEPOTENZIALEN ZU DEN SEKTOREN

Der Landkreis Lüchow-Dannenberg zeichnet sich durch die ländliche Struktur aus und verfügt über ein hohes Potenzial an biogenen Ressourcen zur energetischen Nutzung. So sind 52% von Lüchow-Dannenberg landwirtschaftliche Fläche und 37% Waldfläche. Da es sinnvoll ist einen großen Teil stofflich zu verwenden (Nahrungsmittel, Bauholz usw.) wird nur ein Teil der biogenen Produktion als energetische Ressource betrachtet.

Tabelle 42: Biogene Ressourcen

Material	Einheit	Nutzungsgrad	Masse/Gasertrag	Energie
Waldholz	43.060 ha	58%	109.215.738 kg	603 GWh
Landschaftspflegeholz	143 kg/EW	100%	7.181.126 kg	18 GWh
Grünabfall	64 kg/EW	100%	3.194.438 kg	3 GWh
Altholz	80 kg/EW	100%	4.004.689 kg	17 GWh
Acker	49.575 ha	18%	76.742.100 m ³	837 GWh
Grünland	11.818 ha	100%	23.668.463 m ³	79 GWh
Grünflächenpflege			333.836 m ³	1 GWh
Rindergülle	22.500 GVE	0%	6.333.261 m ³	38 GWh
Schweinegülle	14.500 GVE	50%	3.893.874 m ³	24 GWh
Hühnermist	keine Hühner	50%	35 m ³	GWh
Klärschlamm		100%	601.536 m ³	6 GWh
Biomüll	81 kg/EW	100%	404.541 m ³	3 GWh
				1630 GWh

In Tabelle 42 sind die biogenen Potenziale dargestellt. So wird beispielsweise von der Ackerfläche nur 18% für den Energiepflanzenanbau betrachtet, damit genügend Fläche für Nahrungsmittelanbau weiterhin zur Verfügung steht. An potenzieller Energie in den Rohstoffen stehen somit 1630 GWh für die Energiewende zur Verfügung. Daraus ergibt sich die Fragestellung: Wie kann aus diesen Ressourcen eine Energiedienstleistung gestaltet werden?

13.2.1 UMWANDLUNG DER ROHSTOFFE IN ELEKTRIZITÄT UND WÄRME

In der ersten näheren Betrachtung könnten die biogenen Ressourcen in Elektrizität und Wärme umgewandelt werden. Hierfür hauptsächlich zwei Technologien betrachtet: Vergärung über Biogasanlagen und Verbrennung durch Biomasseheizkraftwerke.

VERBRENNUNG

Biomasseheizkraftwerke verfügen physikalisch bedingt über einen geringeren Stromwirkungsgrad als große Kohle- und Gaskraftwerke, daher wird von einem mittleren Wirkungsgrad von 20% ausgegangen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Wärme für die Warmwasserbereitung und Gebäudeheizung genutzt wird. Bei einem Volllastbetrieb über das ganze Jahr würde also im Sommer die

Wärme nicht vollständig genutzt werden können. Daher könnten aus 642 GWh im Rohstoff Biomasse 128 GWh Elektrizität und 245 GWh Wärme gewonnen werden.

Tabelle 43: Potenzial zu Verbrannung von Biomasse

Verbrennung	Einheit	Nutzungsgrad	Masse	Energie
Waldholz	43.060 ha	58%	109.215.738 kg	603 GWh
Landschaftspflegeholz	143 kg/EW	100%	7.181.126 kg	18 GWh
Grünabfall	64 kg/EW	100%	3.194.438 kg	3 GWh
Altholz	80 kg/EW	100%	4.004.689 kg	17 GWh
Summe Energie in Rohstoffen				642 GWh
Umwandlung über Heizkraftwerk in Strom		16.046 kW	8.000 h	128 GWh
Umwandlung über Heizkraftwerk in Wärme		54.555 kW	4.500 h	245 GWh

VERGÄRUNG

Die Biogasanlagen würden mit 988 GWh in den Rohstoffen gefüttert werden. Über die Vergärung würde daraus 616 GWh an Biogas entstehen. Die Biogasmotoren erzeugen Elektrizität mit einem mittleren Wirkungsgrad von 38%, insgesamt 234 GWh. Die ausgekoppelte Wärme würde über Wärmenetze zu den Gebäuden transportiert werden. Wird wie bei den Kraftwerken nur die Heizperiode und Warmwasserbereitung berücksichtigt, könnten 134 GWh Wärme potenziell genutzt werden (siehe Tabelle 44).

Tabelle 44: Potenzial zu Verbrannung von Biomasse

Vergärung	Einheit	Nutzungsgrad	Gasertrag	Energie
Acker	49.575 ha	18%	76.742.100 m ³	837 GWh
Grünland	11.818 ha	100%	23.668.463 m ³	79 GWh
Grünflächenpflege	ha	0%	333.836 m ³	1 GWh
Rindergülle	22.500 GVE	0%	6.333.261 m ³	38 GWh
Schweinegülle	14.500 GVE	0%	3.893.874 m ³	24 GWh
Hühnermist	keine Hühner	0%	35 m ³	GWh
Klärschlamm	40 kg/EW	100%	601.536 m ³	6 GWh
Biomüll	81 kg/EW	100%	404.541 m ³	3 GWh
Summe Energie in Rohstoffen				988 GWh
Umwandlung über Biogasanlage in Strom		38.110 kW	8.040 h	234 GWh
Umwandlung über Biogasanlage in Wärme			4.500 h	134 GWh

Alternativ könnte das Biogas zu Biomethan aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist werden. Dies wäre ein mehrfaches der 70 GWh, die jetzt schon eingespeist werden. Dadurch könnte wie bei der Elektrizität der EE-Anteil im Gasnetz deutlich erhöhen.

ZUSAMMENFASSUNG

Werden beide Konversionstechnologien zusammen betrachtet, könnte 363 GWh Elektrizität und 380 GWh Wärme für die Gebäude produziert werden.

Tabelle 45: Konversion der Biomasse über Verbrennung und Vergärung

Konversionstechnik	Rohstoffe	Elektrizität	Wärme
Verbrennung	642 GWh	128 GWh	245 GWh
Vergärung	988 GWh	234 GWh	134 GWh
Summe	1630 GWh	363 GWh	380 GWh

SZENARIEN

Im Trendszenario würde der aktuelle Ausbaustand beibehalten werden. Bei den Szenarien *Aktivität* und *Ziel* würde nur die Hälfte der Potenziale ausgeschöpft werden, weil es für die Wärmeabnahme ausreichend ist. Der Unterschied zwischen *Aktivität* und *Ziel* ist der schnellere Ausbau im Szenario *Ziel* (Abbildung 49 und Tabelle 46).

Die Gasnetzeinspeisung bleibt mit 70 GWh im Jahr konstant, könnte aber über die freibleibenden Potenziale erhöht werden.

Abbildung 49: Szenarien zur KWK-Nutzung von Biomasse

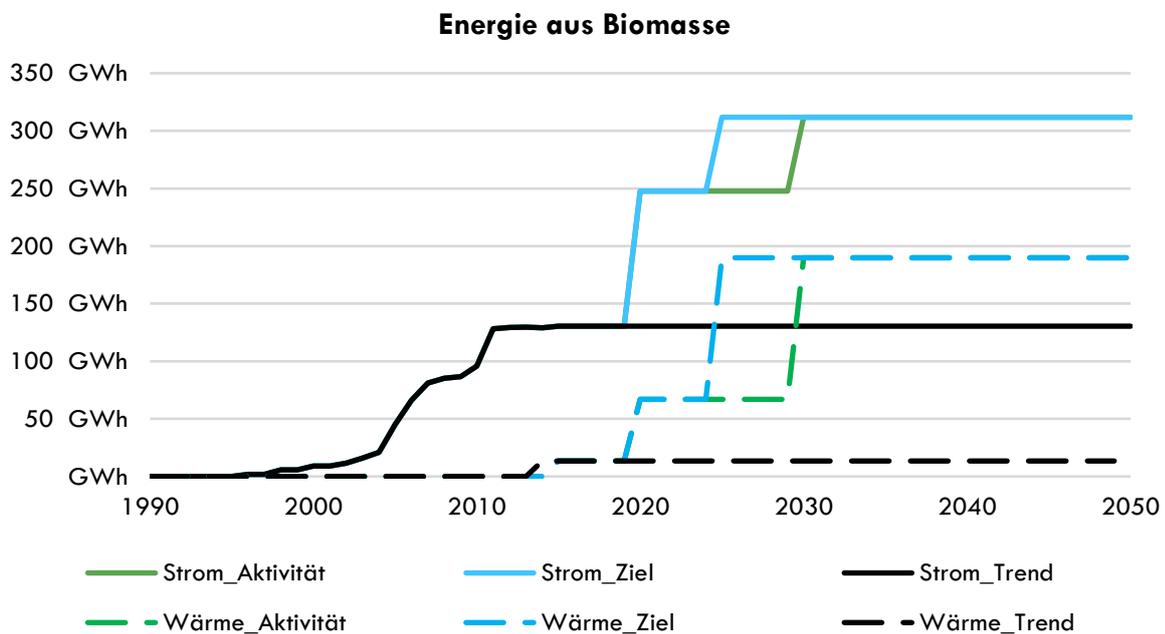


Tabelle 46: Ausbauoptionen der Szenarien

Szenarien 2050	Trend	Aktivität	Ziel
Strom	130 GWh	312 GWh	312 GWh
Wärme	13 GWh	190 GWh	190 GWh

Anlage I		HKW 50% POT	HKW 50% POT
Jahr der Inbetriebnahme		2030	2025
Strom		64 GWh	64 GWh
Wärme		123 GWh	123 GWh
Anlage II		Biogas 50% POT	Biogas 50% POT
Jahr der Inbetriebnahme		2020	2020
Strom		117 GWh	117 GWh
Wärme		54 GWh	54 GWh

13.3 SOLAR- UND UMWELTWÄRME

SOLARTHERMIE

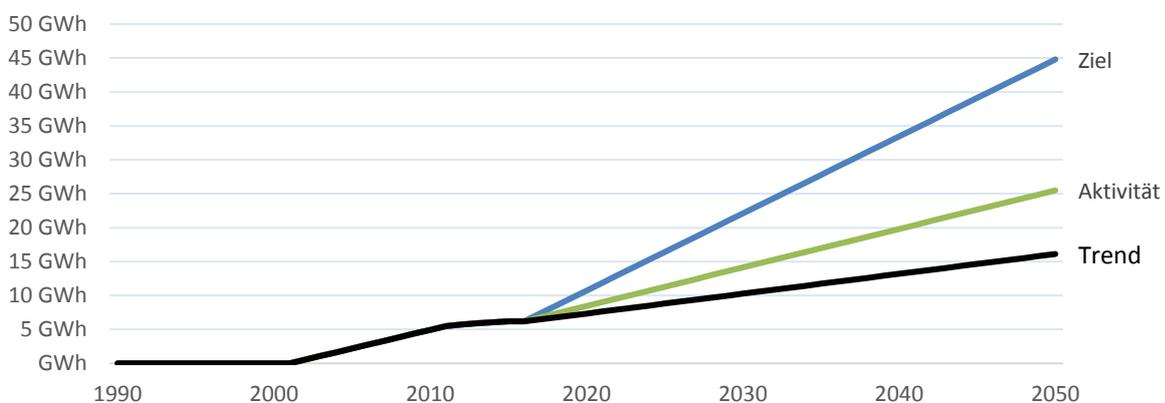
Der Ausbau der solarthermischen Anlagen ersetzt Energieträger zur Wärmebereitstellung. Über die Szenarien und deren Installationsraten wird der Entwicklungskorridor für die Nutzung solarthermischer Anlagen definiert.

Tabelle 47: Nutzung der Solarthermie

Szenarien	2015	Trend	Aktivität	Ziel
Installationsrate		5,0%	10,0%	20,0%
Neu installierte Fläche pro Jahr	11.200 m ²	562 m ²	1.124 m ²	2.242 m ²
Energie im Jahr 2050	6,2 GWh	16,1 GWh	25,5 GWh	44,8 GWh

Im Szenario Trend werden über die geringe Installationsrate von 5% (bezogen auf den Bestand) rund 16 GWh an Wärme gewonnen. Dazu als Gegensatz das Szenario Ziel mit einem Wärmegewinn von rund 45 GWh in 2050 (Abbildung 50).

Abbildung 50: Entwicklung der solaren Wärmegewinnung



UMWELTENERGIE ÜBER WÄRMEPUMPEN

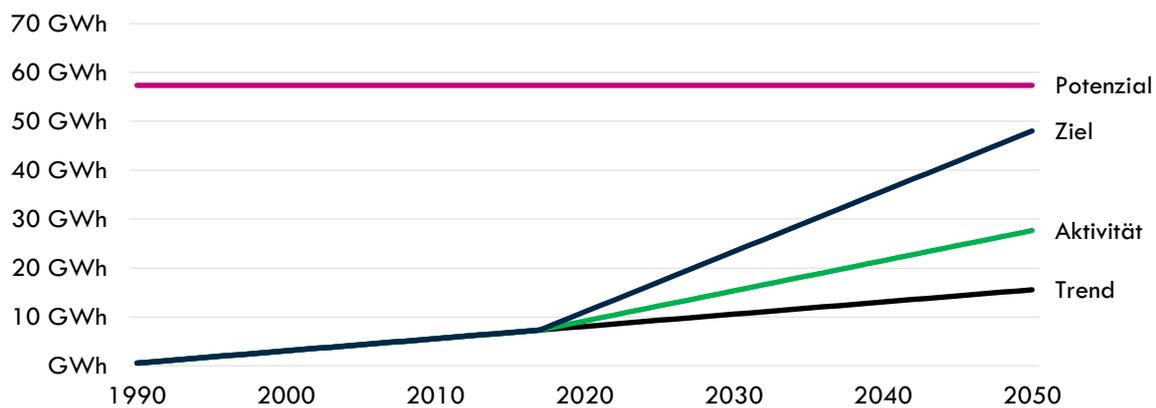
Die für die Szenarien verwendeten unterschiedlichen Installationsraten (Tabelle 48) führen zu einem Mehrbedarf an elektrische Energie von 3,9 GWh bis 12 GWh sowie eine Nutzung von Umweltwärme von 11,7 GWh bis 36 GWh pro Jahr.

Tabelle 48: Entwicklung der Umweltenergie

Szenarien	Trend	Aktivität	Ziel
Ausbau	4,0%	10,0%	20,0%
Installierte WP pro Jahr	13	19	50
Stromverbrauch in 2050	3,9 GWh	6,9 GWh	12,0 GWh
Umweltenergie in 2050	11,7 GWh	20,8 GWh	36,0 GWh

Die Abbildung 51 zeigt die Entwicklung der Wärmebereitstellung der Wärmepumpen in den Szenarien. Im Masterplanszenario Ziel wird das Potenzial nahezu ausgeschöpft.

Abbildung 51: Entwicklung der Wärmebereitstellung der Wärmepumpen



13.4 VERSORGUNGSMÖGLICHKEITEN DURCH EE-GAS

Aus den biogenen Rohstoffen lassen sich als Treibstoff Biodiesel, Bioethanol oder auch Biomethan nutzen. Wird davon ausgegangen, dass die vergärbare Biomasse vollständig zu Biomethan aufbereitet wird, könnten potenziell 555 GWh in das Gasnetz eingespeist werden (Umwandlungsverlust 10%). Mit dem Biomethan könnten rund 1,5 Mrd. Pkm mit PKWs zurückgelegt werden. Das ist das 2,5-fache der aktuellen PKW Mobilität. Würden aktuell alle Linienbusse im Kreis mit CNG (Compressed Natural Gas, CH₄) betrieben werden, würden rund 1,3% der potenziellen Biomethanmenge ausreichen.

Würde der Gasverbrauch wie im Zielszenario auf rund 42 GWh reduziert werden können, würde die jetzige Biomethaneinspeisung von 70 GWh ausreichen um die Gasnachfrage zu decken. Bedingt durch die starke Reduktion der Gasnachfrage im Zielszenario bleibt die Gaseinspeisung bei 70 GWh pro Jahr.

13.5 METHODISCHE ASPEKTE DER ENDENERGIE-BILANZIERUNG

GRUNDLAGE DER BILANZIERUNG

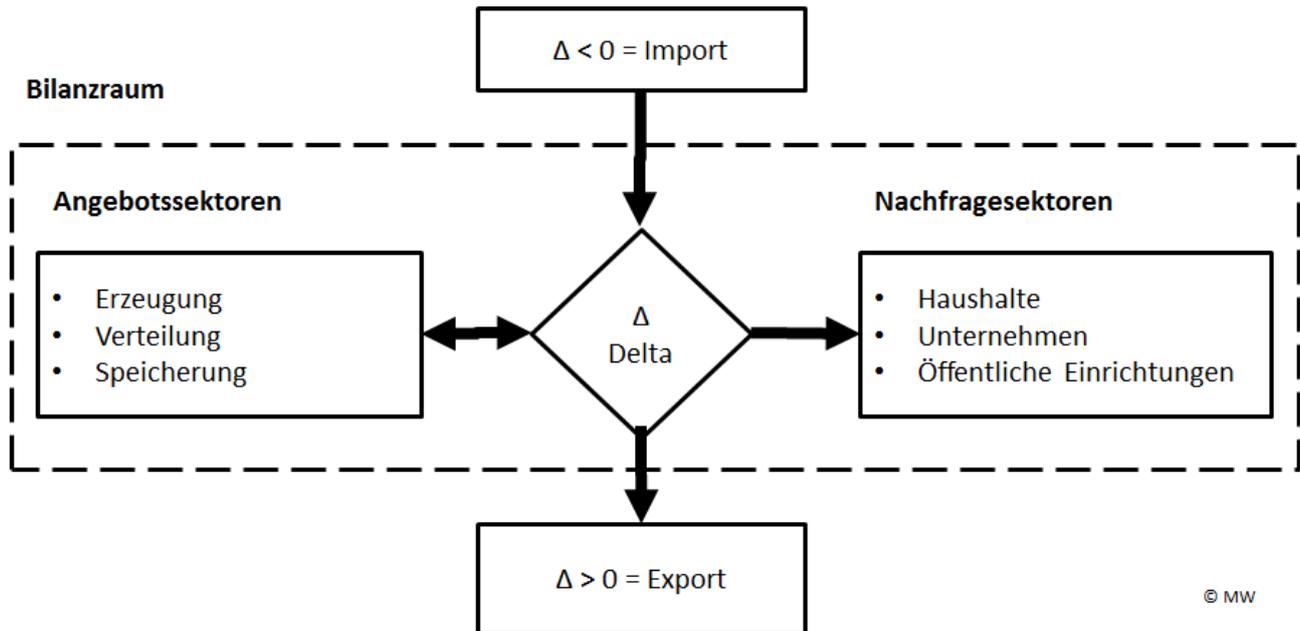
Die Grundlagen der Bilanzierung der Stoff- und Energieströme von Lüchow-Dannenberg bilden die physikalischen Grundregeln, zum Beispiel aus der Thermodynamik oder den Kirchhoffschen Regeln. Über eine sachliche Darstellung werden die Stoff- und Energieströme berechnet, die durch das Masterplangebiet induziert werden. Die zeitliche Auflösung der Darstellung ist ein Bilanzjahr. Durch ein geeignetes Monitoring kann für jedes Jahr eine Energiebilanz berechnet werden. Der Bilanzraum verfügt über eine innere Logik, bestehend aus Energienachfrage und -angebot. Die Energienachfrage ist nochmals in die Verbrauchssektoren Haushalte, Unternehmen und öffentliche Infrastruktur gegliedert.

Innerhalb der Verbrauchssektoren – Beispiel Haushalte – wird die Energienachfrage nach Elektrizität, Wärme / Kälte und Mobilität differenziert. Die Haushalte benötigen Energie für das Wohnen und für ihren Verkehrsaufwand. Ist ein Elektrofahrzeug vorhanden, bspw. ein Elektroroller, und erfolgt dessen Aufladung über die Wohnung, dann wird Elektrizität für Mobilität, Licht, Elektrogeräte und evtl. Kochen und Wohnraumkühlung benötigt.

Das Energieangebot differenziert sich nach Konversionsanlagen wie Photovoltaik und Solarthermie. Koppelprozesse für bspw. Elektrizität/Wärme werden extra dargestellt, weil die Anlagen einen Energieträger in mehrere nachgeschaltete Energieträger umwandeln. Bspw. wird durch ein Blockheizkraftwerk (BHKW) Erdgas in Strom und Wärme transformiert. Gleiches gilt für Koppelprozesse, wo aus zwei Energiequellen ein Energieträger gewandelt wird, zum Beispiel Wärmepumpen. Im unteren Feld sind die Speicher dargestellt. Sie nehmen Energie auf und geben sie mit zeitlicher Verzögerung wieder ab.

Nach den Regeln der Thermodynamik treten bei Umwandlung, Transport und Speicherung Verluste auf, d.h. die eingesetzte Endenergie kann nicht mehr vollständig für eine Energiedienstleistung in Anspruch genommen werden. Ein Beispiel für eine Verlustminimierung ist die Wärmenutzung bei einem mit Erdgas befeuerten BHKW. Die im Erdgas enthaltene Energie kann nur mit einem gewissen Wirkungsgrad über die Verbrennungskraftmaschine in Elektrizität umgewandelt werden. Dieser ist physikalisch bedingt und beträgt – je nach Leistungsgröße des BHKW – zwischen 35 und 40 %. Ein Teil der Verlustenergie wird bei einer Kraft-Wärme-Kopplung in ein Wärmenetz für die Gebäudeheizung eingespeist. Über die Kraft-Wärme-Kopplung steigt der Gesamtwirkungsgrad der Anlage bei der Umwandlung von einem Energieträger zu den nachgeschalteten Energieträgern Elektrizität und „warmes Wasser“ für die Gebäudeheizung.

Abbildung 52: Elemente des Bilanzraums



Die Energieströme teilen sich auf in Endenergieträger wie Heizöl, Erdgas, Kerosin, Benzin, Diesel, aber auch Holz und Elektrizität. Jeder Energieträger hat je nach Produktionsmethode einen Erneuerbare Energien (EE)-Anteil, also Elektrizität einen Anteil Ökostrom, Diesel einen Anteil Biodiesel, Erdgas einen Anteil Biogas usw. Die Energieträger bestehen deshalb aus einem regenerativen und einem nicht-regenerativen Anteil.

Nach den Kirchhoffschen Regeln treffen sich die Energieströme bei der mittleren Raute der Abbildung 52. Die Summendifferenzen zwischen Energieangebot und -nachfrage werden durch Import oder Export ausgeglichen. Ein 100 % EE-Strom-Landkreis würde in der Jahresbilanz genauso viel Elektrizität erzeugen wie nachfragen. In Lüchow-Dannenberg stammen 90% des Stroms aus inneren erneuerbaren Quellen, 10 % sind zu importieren. Der EE-Anteil im deutschlandweiten Stromnetz lag im Jahr 2016 bei 29 %, der innere und äußere Anteil auf der Nachfrageseite ergeben zusammen 92,9 % ($100\% \text{ EE} * 0,9 + 29\% \text{ EE} * 0,1 = 92,9\% \text{ EE}$). Der EE-Stromanteil des Landkreises wäre also 93 %. Bei der inneren Biogasproduktion würde es sich ebenso verhalten, dann bei dem Gasnetz als Energieträger.

Die Summe der Energienachfrage abzüglich der Summe des Energieangebots ergibt den Import bzw. Export. Im Allgemeinen ist der Import eines Landkreises höher als der Export, weil die lokalen Erzeugerpotenziale für eine vollständige Deckung des Verbrauchs, auch unter Einbeziehung von Energiespeichern in den meisten Fällen nicht ausreichen. Unter günstigen Rahmenbedingungen kann es aber vorkommen, bspw. bei wenig Nachfrage und viel Erneuerbare Energie im Landkreis, dass eine hohe lokale Energieproduktion signifikante Import-/Exportströme generieren. Wenn die lokale erneuerbare Stromproduktion größer ist als die lokale Nachfrage, wird Elektrizität exportiert. In der Jahresbilanz werden aber fossile Energieträger importiert. Im Sonderfall kann der Stromexport dem Import aller anderen Energieträger entsprechen. Die Summe der Import-/Export-Beziehungen wäre zwar null, aber es fließen durch die unterschiedlichen Energieträger tatsächlich hohe Energieströme über die Bilanzgrenze. Um eine Fehlinterpretation der Null-Summe zu vermeiden, ist es für richtungssichere Aussagen wichtig, die inneren Energieströme und die Energieströme über die Quartiersgrenzen differenziert zu betrachten.

WIRKUNGSINDIKATOREN

Bisher war nur von der Endenergie die Rede, also von der Energie, die z.B. in Form von Heizöl von der Raffinerie zu den energieverbrauchenden Gebäuden transportiert wird. Nach DIN ISO EN 14041 wäre ein Endenergieträger ein Sachindikator. Über die Art (Energieträger) und die Menge (Energieinhalt in kWh) kann eine Grundaussage der Energieflüsse im Quartier getroffen werden. Diese Grundaussage lässt sich noch differenzierter darstellen: Die Wirkungen der Energieflüsse auf Mensch und Natur werden in der DIN-Norm als Wirkungsindikatoren bezeichnet. Wirkungsindikatoren beschreiben z.B. den Treibhauseffekt der genutzten Energie mit dem Wirkindikator „Global Warming Potential“ (GWP) über 100 Jahre (GWP100).

TREIBHAUSGASEMISSIONEN (THG)

Der Term GWP fasst als Indikator die bisher als Verursacher des Treibhauseffektes identifizierten Spurengase zusammen. Für die Zeiträume von 20, 100, und 500 Jahren wurde die treibhausverstärkende Wirkung von einem kg Spurengas im Vergleich zu einem kg CO₂ bestimmt und der Umrechnungsfaktor ermittelt. So kann bei bekannter Masse die treibhausverstärkende Wirkung in kg CO_{2aeq} angegeben werden. Dabei werden die emittierten Gase in Bezug zu ihrer Wirkung mit einem Faktor versehen. Methan hat z.B. die vielfache Wirkung auf den Treibhauseffekt wie Kohlendioxid, das Schutzgas SF₆ (Schwefelhexafluorid) sogar den Faktor 22.800. Die emittierten Gase werden als Massenstrom mit ihrem Wirkfaktor multipliziert und bilden zusammen den Wirkindikator der Kohlendioxid-Äquivalente, kurz CO_{2eq} oder THG. Üblicherweise wird als Zeitraum der Wirksamkeit 100 Jahre genommen.

Die Relation zwischen Endenergie und CO_{2aeq} wird als Faktor angegeben. Bei den Faktoren werden die Emissionen entlang der Energiebereitstellungskette berücksichtigt. Bei einem Energieträger wie Heizöl wäre es die gesamte Aufbereitung von der Bohrstelle über den Transport, dem Raffinieren, den Lagerstätten bis zur Verbrennungstechnik des Heizkessels. Bei einer Photovoltaikanlage wäre es bei einer lebenszyklusweiten Betrachtung die Emissionen bei der Herstellung, dem Betrieb und für den Rückbau. So kann jedem Endenergiestrom die Relevanz zum Klimawandel zugeordnet werden. Die Einheit des Faktors ist üblicherweise kg CO_{2aeq}/kWh Endenergie. Die Energieströme werden also differenziert nach den Energieträgern mit den CO_{2aeq}-Faktoren versehen. Die Summe bildet den Beitrag zum Klimawandel. Da der Wert als Wirkindikator nicht dem tatsächlichen Massenstrom der Emissionen entspricht, ist eine Aussagefähigkeit nur im Vergleich gegeben. Zum Beispiel bei der Gebäudesanierung der Vergleich vor und nach der Sanierung, um den Faktor „n“ oder der eingesparten kg CO_{2aeq}.

Tabelle 49: Treibhausgaspotenziale einzelner Stoffeinträge in die Atmosphäre (IPCC 2015)

	GWP 20 [kg CO ₂ aeq]	GWP 100 [kg CO ₂ aeq]	GWP 500 [kg CO ₂ eq]
CO₂ Kohlendioxid	1	1	1
CH₄ Methan	72	25	7,6
H1301 Halon	8.480	7.140	2.760
N₂O Lachgas	289	298	153
SF₆ Schutzgas	16.300	22.800	32.600

WEITERE VERBRAUCHSSEKTOREN

In vielen Energiekonzepten werden hauptsächlich die Sektoren Elektrizität und Wärme erfasst. Dazu kommt in einigen Konzepten der Sektor Treibstoffe/Mobilität.

Nicht-energetische Emissionen, zum Beispiel durch Konsum und Ernährung, werden bisher nur in Einzelfällen berücksichtigt. Dabei betragen in Deutschland die Treibhausgasemissionen von Ernährungsgütern pro Person in 2012 rund 1,6 Tonnen pro Jahr (Destatis 2014: Methan- und Lachgasemissionen von Ernährungsgütern 2012). Bei einer Gesamtemission von 11,5 Tonnen CO₂ pro Person im Jahr 2012 (Umweltbundesamt 2015) ist dies ein Anteil von etwa 14%. Auch in diesem Sektor gäbe es Möglichkeiten, Projekte zu initiieren, wie z.B. Urban Gardening, Mietergärten oder die stärkere Versorgung mit regionalen Produkten.

KRAFT-WÄRME-KOPPELPROZESSE

Gemeinsame Versorgungslösungen sind eine Möglichkeit Gebäude mit Wärme zu versorgen. Hierfür wird üblicherweise Wasser bei Temperaturen bis ca. 130 °C über ein Rohrsystem zu den Gebäuden gepumpt. Die Wärmeübergabe an die Haustechnik erfolgt entweder direkt oder über einen Wärmetauscher. Energetisch betrachtet wird mit dem Wärmenetz eine weitere Verlustkomponente hinzugefügt. Diese Verluste müssen vom Wärmeerzeuger zusätzlich erzeugt werden.

Wärmenetze mit zentralen Wärmeerzeugern können also erst dann energetisch günstiger sein, wenn der Gesamtwirkungsgrad besser ist als die dezentrale Variante. Bei dezentralen Technologien wie Gasbrennwertthermen, die auch bei sehr kleinen Leistungen einen Wirkungsgrad nahe 100% haben, müssen also weitere Komponenten mit betrachtet werden, damit ein Wärmenetz die günstigere Anlagenvariante ist. Eine Komponente ist der Einsatz von biogenen Festbrennstoffen. Größere Kesselanlagen in Bereichen ab etwa 0,5 MW können Biomassefraktion wie Hackgut deutlich besser verarbeiten. Auch zentrale Pelletkessel zur Versorgung mehrere Gebäude ermöglichen eine zentrale Beschickung des Kessels und einen Service an einer Stelle. Je nach Anlagenkonfiguration kann die gemeinsame Versorgungslösung mit Holz als Brennstoff günstiger als die gebäudeweisen Einzelfeuerstätten sein.

Eine weitere Komponente ist die Kraft-Wärme-Kopplung. Eine Schwierigkeit für die Vergleichbarkeit von Koppelprozessen ist die Verwendung unterschiedlicher Primärenergie- und THG-Emissionsfaktoren bei

KWK-Technologien. Bei Wärmenetzen wird oft ein Primärenergiefaktor kleiner 1 (teilweise 0,0) ausgewiesen, der aber keinerlei Aussage über die CO₂-Emissionen der Energieversorgung erlaubt. Der günstige Primärenergiefaktor wird bei Wärmenetzen dadurch erreicht, dass Energieträger mit einem geringen Primärenergiefaktor eingesetzt werden. Die Berechnung des Primärenergiefaktors von gekoppelten Systemen (Nah-/ Fernwärmesysteme mit und ohne Kraft-Wärme-Kopplung) erfolgt in der Regel auf Basis des Arbeitsblatts FW 309 Teil1 vom Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW).

Die Alternative ist sich auf einfache Grundlagen der Physik und Thermodynamik zu beziehen. Befindet sich das Heizkraftwerk im Quartier, wird vor Ort Elektrizität und Wärme produziert. Bei einer einfachen Bilanz kann die Brennstoffmenge als Endenergie genommen werden und über die Faktoren die Primärenergie und THG-Emissionen. Werden die Faktoren vom GEMIS genommen, würden bei 1 kWh Erdgas eine Wirkung von 0,25 kg CO_{2aeq} und 1,15 kWh Primärenergie induziert werden. Der Nachteil der einfachen Bilanz ist die nicht erfolgte Aufteilung nach den Verbrauchssektoren Elektrizität und Wärme. Hierfür sind exergetische Allokationsmethoden entwickelt worden, um die Verteilung der Primärenergie und THG-Emissionen zu regeln.

Ein Beispiel: Wasser mit 20°C kann im Winter als Heizungswasser die Raumtemperatur nicht auf 20°C bringen, weil die Temperaturverluste bei der Wärmeübergabe an die Raumluft die gleiche Temperatur nicht ermöglichen. Deshalb hat Heizungswasser immer eine höhere Temperatur als die gewünschte Rauminnentemperatur. Wasser mit 50°C hat also eine größere Qualität bei der Verrichtung von Energiedienstleistungen und damit auch eine größere Exergie. Wasserdampf mit 400°C hat noch eine höhere Exergie, weil damit Turbinen angetrieben und Elektrizität produziert werden kann. Bezogen auf Kraft-Wärme-Kopplung bedeutet es, die Verteilung der Primärenergie und der THG-Emissionen sind abhängig von der Wassertemperatur, die das Heizkraftwerk produziert.

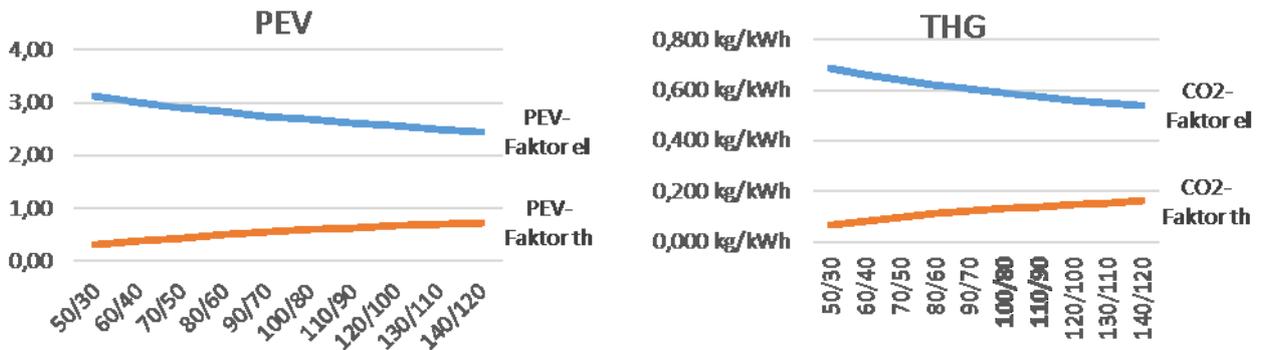
Das Bilanzierungssystem Kommunal (BISKO) beschreibt eine exergetische Allokation. Die Abbildung 53 zeigt orientierend die Faktoren für Primärenergie und THG. Bei einem typischen Nahwärmenetz mit Erdgas Blockheizkraftwerk und Temperaturen im Wärmenetz von 90°C im Vorlauf und 70 °C im Rücklauf betragen die Primärenergiefaktoren für Wärme 0,55 kWh/kWh und für Elektrizität 2,75 kWh/kWh. Bei den THG Emissionen ist der Faktor für Wärme 0,121 g/kWh und für Elektrizität 0,604 g/kWh. Die Elektrizität wird also mit höheren Emissionen produziert als beim aktuellen bundesdeutschen Kraftwerksmix. Dafür wird die Wärme mit niedrigeren Emissionen produziert als würde das Erdgas mit Brennwärme Wärme erzeugen.

Zweite wichtige Erkenntnis ist, dass bei niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen die Spanne zwischen den elektrischen und thermischen Faktoren größer wird. LowEx-Netze, die mit KWK betrieben werden, haben niedrige Faktoren bei der Wärme und hohe Faktoren bei der Elektrizität. Die Primärenergie und THG Emissionen gehen nicht verloren, sondern werden je nach Temperatur des Wärmenetzes nur anders verteilt.

Dritte wichtige Erkenntnis ist die Berücksichtigung der Stromproduktion. Ist ein BHKW im Gebiet vorhanden, wird die Elektrizität genauso wie die Photovoltaik als Energiequelle betrachtet und mit entsprechenden Faktoren in die Energie- und THG-Bilanz eingebunden. Dies ist auch bei den Potenzialanalysen zu berücksichtigen. Wird über die Potenzialanalyse ein Wärmenetz mit Kraft-Wärme-

Kopplung geplant, sind bei den Potenzial- und Szenarioberechnungen die hohen Primärenergie- und THG-Faktoren der Elektrizität ebenso zu berücksichtigen wie niedrigen Primärenergie- und THG-Faktoren der Wärme. Sonst kann es leicht passieren, dass Energiekonzepte über die Projektierung von Wärmenetzen „schön“ gerechnet werden, wenn die Primärenergie und THG-Emissionen der Stromproduktion „vergessen“ werden.

Abbildung 53: Primärenergie- und THG Faktoren, abhängig von der Temperatur des Wärmenetzes



14 MP-SCHRITT 11: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDE VERWENDUNGSKONZEPTE FÜR CO2-ARME RAUMWÄRME UND WARMWASSER (WÄRMEWENDE)

14.1 ENERGIE SPAREN DURCH REDUKTION DER WÄRMEVERLUSTE

14.1.1 GEBÄUDEHÜLLE

POTENZIALE

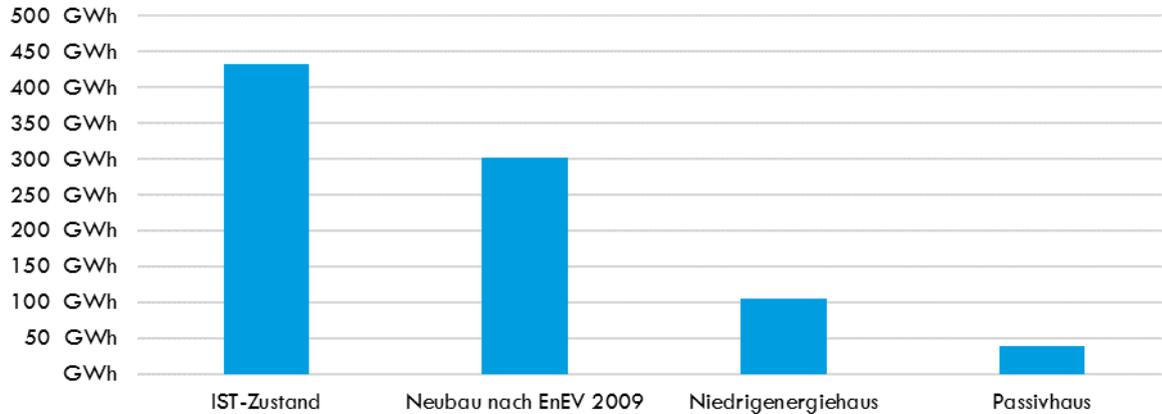
Da es bei der Ausschöpfung der Energieeffizienzpotenziale im Heizwärmebereich im Grunde nur darum geht, die vorhandene Wärme im Gebäude zu lassen, sind technisch deutliche Einsparungen möglich. Bei der Annahme, dass alle Wohngebäude auf dem Stand der EnEV gedämmt und gedichtet werden, beträgt das Einsparpotenzial 30%. Ein deutlich höheres Einsparpotenzial ergibt sich bei einem energetischen Standard nach dem Niedrigenergie-Standard. Hier ist eine Einsparung von 76% möglich. Technisch denkbar ist auch eine Sanierung auf Passivhausstandard. Hier beträgt die Einsparung sogar 91% (Tabelle 50 und Abbildung 54).

Tabelle 50: Verschiedene Sanierungsvarianten für den Gebäudebestand und die Auswirkungen auf dem Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf	E-ZFH	MFH	Summe
IST-Zustand	401 GWh	32 GWh	433 GWh
Neubau nach EnEV	281 GWh	22 GWh	303 GWh
Niedrigenergiehaus	94 GWh	11 GWh	105 GWh
Passivhausstandard	35 GWh	4 GWh	39 GWh

Die energetische Sanierung von Wohngebäuden ermöglicht vor allem mit dem Dämmen und Dichten der Gebäudehülle die höchsten Energieeffizienzpotenziale der Handlungsfelder.

Abbildung 54: Potenziale des Heizwärmebedarfs



SZENARIEN

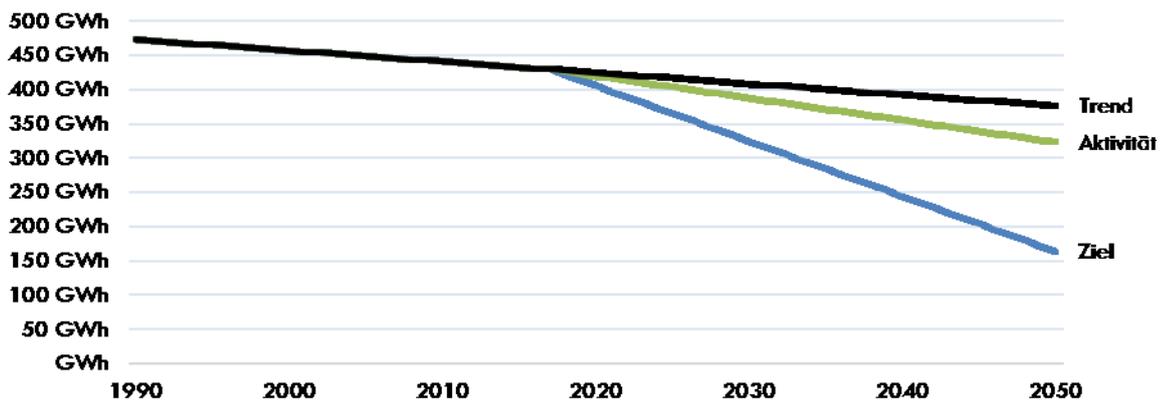
Das höchste energetische Potenzial kann durch Dämmen und Dichten des Gebäudebestands erreicht werden. Es wird angenommen, dass ab einem definierten Jahr eine mittlere konstante Sanierungsrate pro Szenario erreicht wird (Tabelle 51). Ein gleichbleibender Anteil der Gebäude wird jedes Jahr saniert, spart Energie und reduziert die CO₂-Emissionen für die Folgejahre. Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 2,5% würden schon nach dem zweiten Jahr 5% der Gebäude saniert sein bei verdoppelter CO₂-Reduktion, im dritten Jahr verdreifacht und so weiter. Dadurch ergeben sich die hohen Reduktionspotenziale über den Betrachtungszeitraum der Szenarien (Abbildung 55).

Tabelle 51: Szenarien zur Energieeffizienz im Wohngebäudebereich

Szenarien 2050	Trend	Aktivität	Ziel
Sanierungsrate [%]	0,5%	1,0%	2,5%
Anzahl sanierter Gebäude pro Jahr	90	180	449
Fläche pro Jahr	13.090 m ²	26.180 m ²	65.450 m ²
Fläche saniert in 2050	458.000 m ²	890.000 m ²	2.190.000 m ²
Anteil saniert in 2050	17 %	34 %	84 %

Im Zielszenario werden bei einer Sanierungsrate von 2,5% rund 450 Gebäude pro Jahr saniert. Der Anteil der sanierten Gebäude beträgt im Jahr 2050 84%. Ein Teil der Gebäude bleibt aus verschiedenen Gründen unsaniert, u.a. zu aufwendig, Denkmalschutz, kein Wunsch der Eigentümer usw.

Abbildung 55: Entwicklung des Heizwärmebedarfs in den Szenarien



14.1.2 WARMWASSER

POTENZIALE

Als technisches Potenzial werden die Verteil- und Speicherverluste über die energetische Sanierung des Trinkwarmwassersystems betrachtet. Die Warmwasserverteilung wird nach den Kennwerten nach Tabelle 52 saniert. Die Sanierung erfolgt mit den gleichen Sanierungsraten der Gebäudehülle.

Tabelle 52: Kennwerte des Trinkwarmwasserbedarfs

Warmwasserbedarf	E-ZFH	MFH
Warmwasser spez.	12,5 kWh/m ² a	12,5 kWh/m ² a
Verteilverluste spez. unsaniert	25 kWh/m ² a	19 kWh/m ² a
Speicherverluste spez. unsaniert	9 kWh/m ² a	4 kWh/m ² a
Verteilverluste spez. saniert	10 kWh/m ² a	6 kWh/m ² a
Speicherverluste spez. saniert	4 kWh/m ² a	1 kWh/m ² a

Weiteres Potenzial wäre die Reduktion des täglichen Warmwasserbedarfs von 23 Liter pro Person über sensibilisierende Maßnahmen.

SZENARIEN

Die Sanierung der Wärmeverteilung erfolgt mit den gleichen Sanierungsraten der Gebäudehülle.

14.1.3 WÄRMEERZEUGER

Ein großer Anteil der deutschen Haushalte nutzt Wärme über eine Befeuerungsanlage aus fossilen Brennstoffen. Diese sind zum Teil stark veraltet. Eine Erneuerung bzw. Umrüstung würde zu einer deutlichen Reduzierung der anlagentechnischen Verluste führen.

POTENZIALE

Öl- und Gaskessel, die älter als 20 Jahre sind, weisen einen deutlich geringeren Wirkungsgrad auf als moderne Kessel. Durch hohe Abgas- und Stillstandsverluste kann bei alten Kesseln der Jahresnutzungsgrad bei um die 70% liegen. Allein 30% der eingesetzten Energieträger Öl und Gas gehen schon bei der Energieumwandlung verloren. Kommt eine verlustreiche Speicherung, Verteilung und Übergabe noch dazu, kann in verlustreichen Gebäuden schon die Hälfte der eingesetzten Endenergie auf dem Weg in den zu beheizenden Raum verloren gehen. Moderne Niedertemperatur-Kessel weisen dagegen Jahresnutzungsgrade von über 95% aus und arbeiten daher mit deutlich geringeren Verlusten. Noch einen Schritt weiter gehen Kessel mit Brennwerttechnik. Vorausgesetzt, die nach dem Kessel geschaltete Anlagentechnik ermöglicht eine Temperatur, die den Brennwerteffekt erlaubt, kann der Wirkungsgrad nochmals gesteigert werden.

Tabelle 53: angenommene Wirkungsgrade von Öl und Gaskesseln

	Jünger 20a	Älter20a
Öl-Wirkungsgrad Heizwärme	85%	70%
Öl-Wirkungsgrad Warmwasser	85%	59%
Gas-Wirkungsgrad Heizwärme	95%	85%
Gas-Wirkungsgrad Warmwasser	90%	75%

SZENARIEN: AUSTAUSCH ALTER ÖL- UND GASFEUERUNGSSTÄTTEN

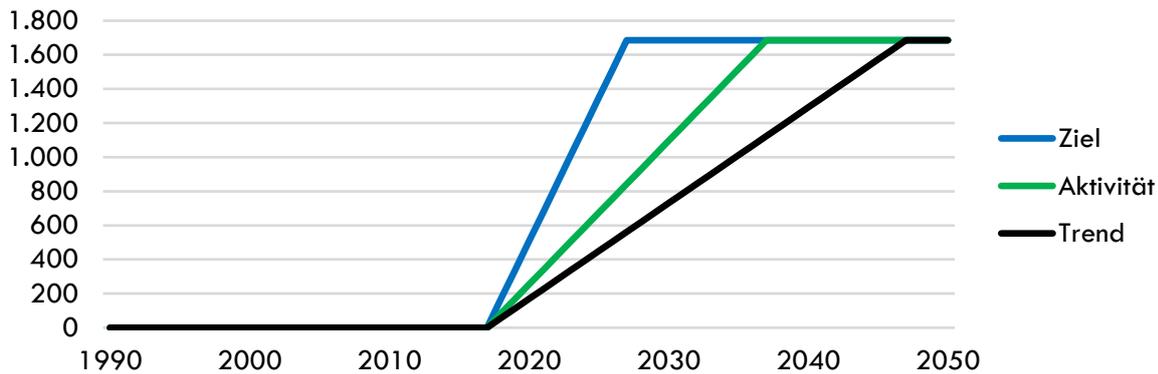
Wie im Wohngebäudebereich wird über eine Sanierungsrate die Anzahl der ausgetauschten alten Öl- und Gaskessel pro Jahr definiert, um die Gesamtenergieeffizienz der Wärmeerzeuger zu steigern. In Tabelle 54 sind die Sanierungsraten und die Anzahl der sanierten Kessel dargestellt.

Bis 2050 würden Öl- und Gaskessel ausgetauscht und gleichzeitig durch andere Wärmeerzeugungen wie Holz, Wärmepumpen und Wärmenetze ersetzt werden.

Tabelle 54: Sanierungsraten der Öl- und Gaskessel

Szenarien Gaskessel	Trend	Aktivität	Ziel
Sanierungsrate Ölkessel	1,0%	2,5%	4,0%
Sanierte Ölkessel pro Jahr	95	236	378
Sanierungsrate Gaskessel	1,0%	2,5%	4,0%
Sanierte Gaskessel pro Jahr	56	140	225

Abbildung 56: Anzahl der sanierten Gaskessel



15 MP-SCHRITT 12: ENTWICKLUNG SEKTORÜBERGREIFENDER AUSGLEICHSOPTIONEN ERNEUERBARER STROMVERSORUNG (STROMWENDE)

15.1 POTENZIALE DER STROMWENDE

Die Nachfrage nach elektrischer Energie beträgt in Lüchow-Dannenberg rund 330 GWh. Die überwiegende Nachfrage ist mit 230 GWh den Unternehmen zuzuordnen. Die privaten Haushalte benötigen 83 GWh. Die öffentlichen Einrichtungen und die Mobilität verbrauchen mit jeweils 3 GWh einen geringen Anteil.

Der durchschnittliche private Stromverbrauch pro Bürger beträgt rund 1700 kWh pro Jahr¹³. Ein gut erreichbares Reduktionspotenzial bis 2050 wäre hier eine Halbierung über effiziente Haushaltsgeräte. Eine Halbierung der Stromnachfrage wird auch für die Unternehmen und die öffentlichen Einrichtungen angenommen. Die Minderung ist in Abbildung 57 beim dritten Balken dargestellt.

Für die Energiewende wird über Elektromobilität und der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen zusätzliche Elektrizität benötigt. Der zusätzliche Strom für Wärmepumpen beträgt 19 GWh. Die Elektromobilität würde bei den für Masterpläne definierten Ausbauzielen in 2050 rund 50 GWh benötigen. Über die Reduktion bestehender Verbräuche und die neuen Verbräuche bei Wärme und Mobilität könnte der Stromverbrauch potenziell auf 228 GWh¹⁴ sinken.

Dem stehen deutliche Ausbaupotenziale für erneuerbare elektrische Energie gegenüber, wie im vierten Balken der Abbildung 57 dargestellt. Das größte Potenzial entsteht über den Ausbau der Windenergie von heute 124 GWh auf 300 GWh in 2050 und der Erzeugung von erneuerbarem Strom aus Biomasse (von 130 GWh auf 363 GWh in 2050). Photovoltaik auf den Dächern stellt ein weiteres Potenzial dar. Hier ist es empfehlenswert einen Ausbau von heute 34 GWh auf 89 GWh in 2050 anzustreben.

Wie in Abbildung 57 und Tabelle 55 zu erkennen ist, wäre die potenzielle EE-basierte Stromproduktion höher als die lokale Stromnachfrage. Dies ist auch notwendig und sinnvoll, da Ballungsräume wie

¹³ Der Bundesdurchschnitt liegt bei 1.618 kWh (Quelle: BMWI)

¹⁴ Im Masterplan von August 2017 stehen 288 GWh. Diese Zahl ist korrigiert worden.

Hamburg auch in Zukunft einen Strombedarf haben werden, der nicht vor Ort gedeckt werden kann. Hier ist in der Stadt-Umland-Beziehung ein Ausgleich notwendig und birgt zugleich erhebliche Wertschöpfungspotenziale für den Landkreis, wenn lokale Firmen bei der weiteren Stromwende involviert bleiben und werden.

Abbildung 57: Potenziale der Stromwende

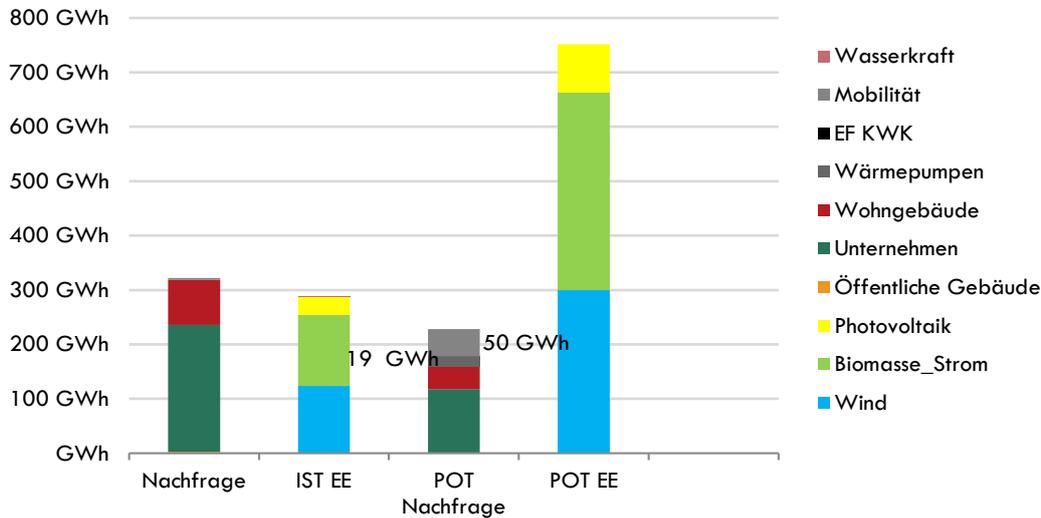


Tabelle 55: Potenziale der Stromwende

Strom	Nachfrage	IST EE	POT Nachfrage	POT EE
Wohngebäude	83 GWh		41 GWh	
Unternehmen	233 GWh		117 GWh	
Öffentliche Gebäude	3 GWh		1 GWh	
Mobilität	3 GWh		50 GWh	
Wärmepumpen			19 GWh	
Photovoltaik		34 GWh		89 GWh
Wasserkraft		GWh		GWh
Biomasse_Strom		130 GWh		363 GWh
Wind		124 GWh		300 GWh
Summe	322 GWh	288 GWh	228 GWh	752 GWh

Zusammengefasst ist genügend Potenzial vorhanden um die Reduktions- und THG-Ziele bei der Stromwende zu erreichen.

16 ANHANG

ANLAGE ANNAHMEN SZENARIEN

Tabelle 56: Annahmen für die Szenarien

Energieeinsparung	Trend	Aktivität	Ziel
Sanierungsrate Wohngebäude	0,5%	1,0%	2,5%
Sanierungsrate Nicht-Wohngebäude	0,5%	1,0%	2,9%
Stromeinsparung Wohngebäude	-0,5%	-1,3%	-1,5%
Stromeinsparung Nicht-Wohngebäude	-0,5%	-0,8%	-1,5%
EF Wärmeerzeuger			
Austausch Ölkessel	1,0%	2,5%	4,0%
Austausch Gaskessel	1,0%	2,5%	4,0%
Ausbau Wärmepumpen (von Öl)	2,0%	5,0%	10,0%
Ausbau Wärmepumpen (von Gas)	2,0%	5,0%	10,0%
Ausbau Festbrennstoffkessel	4,0%	10,0%	10,0%
Erneuerbare Energien	Trend	Aktivität	Ziel
Ausbau Solarthermie	5,0%	10,0%	20,0%
Ausbaurrate PV	3,0%	10,0%	20,0%
Biomasse Verbrennung Wärme		123 GWh	123 GWh
Biomasse Verbrennung Strom		64 GWh	64 GWh
Biogas Wärme		54 GWh	54 GWh
Biogas Strom		117 GWh	117 GWh
Windkraftpark 1		29 GWh	59 GWh
Windkraftpark 2		29 GWh	59 GWh
Windkraftpark 3		29 GWh	59 GWh
Mobilität	Trend	Aktivität	Ziel
Verkehrsvermeidung lokal			
MIV		0,00%	0,00%
Verkehrsverlagerung lokal			
MIV auf Fußverkehr		0,003%	0,006%
MIV auf Radverkehr		0,152%	0,303%
MIV auf ÖPNVV		0,303%	0,606%
Fahrzeugeffizienz			
MIV	1,79%	1,79%	1,79%
Energiemix MIV			
Benzin			-1,36%
Diesel			-1,42%
Biodiesel			-0,07%
Erdgas			0,18%
Strom			2,66%

THG FAKTOREN

THG Faktor Energieträger [kg/kWh]	1990	2015	Trend
Strom	0,761 kg/kwh	0,535 kg/kwh	0,030 kg/kwh
Öl	0,321 kg/kwh	0,320 kg/kwh	0,300 kg/kwh
Benzin	0,307 kg/kwh	0,307 kg/kwh	0,290 kg/kwh
Diesel	0,309 kg/kwh	0,308 kg/kwh	0,163 kg/kwh
Gas	0,253 kg/kwh	0,252 kg/kwh	0,230 kg/kwh
FW	0,046 kg/kwh	0,028 kg/kwh	0,020 kg/kwh
Holz	0,025 kg/kwh	0,025 kg/kwh	0,010 kg/kwh
Thermie	0,025 kg/kwh	0,025 kg/kwh	0,010 kg/kwh
Biomethan	0,250 kg/kwh	0,091 kg/kwh	0,050 kg/kwh