

# Analyseteil 1: Kreisweite Untersuchungen





## Inhalt

A 1.	Energie- und Treibhausgas-Bilanz.....	4
A 1.1	Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO.....	4
A 1.1.1	Unterschiede zu vorherigen Bilanzierungsmethoden.....	5
A 1.1.2	Bilanzierungsprinzip der Energie- und THG-Bilanzierung im stationären Bereich.....	5
A 1.1.3	Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr .....	6
A 1.1.4	Datenerhebung der Energieverbräuche.....	7
A 1.2	Endenergieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen .....	7
A 1.2.1	Endenergieverbrauch Kreis Lippe .....	7
A 1.2.2	Endenergieverbrauch nach Energieträgern.....	10
A 1.2.3	THG-Emissionen des Kreises Lippe .....	11
A 1.2.4	Regenerative Energien .....	13
A 1.2.5	Fazit .....	15
A 2.	Erfassung der kommunalen Potenziale für erneuerbare Energien.....	17
A 2.1	Zusammenfassung .....	17
A 2.2	Photovoltaik und Solarthermie .....	18
A 2.2.1	Photovoltaikanlagen .....	18
A 2.2.2	Solarthermie .....	21
A 2.3	Windkraft.....	22
A 2.4	Wasserkraft.....	25
A 2.5	Geothermie .....	27
A 2.6	Biomasse .....	31
A 3.	Heutige und zukünftige Energiebedarfe privater Haushalte.....	34
A 3.1	Strombedarf privater Haushalte .....	34

A 3.1.1	Ist-Stand Strombedarf .....	34
A 3.1.2	Zukünftiger Strombedarf.....	36
A 3.2	Wärmebedarf privater Haushalte.....	38
A 3.2.1	Ist-Stand Heizwärmebedarf .....	39
A 3.2.2	Zukünftiger Heizwärmebedarf.....	41
A 3.2.3	Ist-Situation Warmwasserbedarf .....	44
A 3.2.4	Zukünftiger Warmwasserbedarf .....	45
A 4.	Heutiger und zukünftiger Energiebedarf von Industrie und GHD .....	47
A 4.1	Hot-Spots .....	54
A 4.2	Prozesswärmeversorgung.....	55
A 4.2.1	Ist-Stand und Entwicklung der Prozesswärmeversorgung .....	55
A 4.2.2	Alternative Versorgungsoptionen.....	55
A 5.	Mobilitätsbedarf und –versorgung.....	56
A 5.1	Ist-Situation Verkehrsangebot und Mobilitätsverhalten .....	56
A 5.2	Zukünftiger Energiebedarf Mobilität.....	57
A 5.3	Berechnungsgrundlagen.....	57
A 5.4	Potenzialberechnungen Sektor Verkehr für den Kreis Lippe .....	59
A 6.	Strategien und Szenarien der zukünftigen Energieversorgung.....	63
A 6.1	Möglichkeiten zukünftiger Raumwärmeversorgung .....	63
A 6.1.1	Versorgungskonzept CO <sub>2</sub> -arme Raumwärme und Warmwasser (Wärmewende) .....	63
A 6.2	Verwendungskonzept zukünftig verfügbarer Brenn- und Kraftstoffe .....	68
A 6.2.1	Nutzungskonzept Biomassepotenzial.....	72
A 6.2.2	Strombedarf für synthetische Brennstoffe und Wärmebereitstellung .....	73
A 6.2.3	Importbedarf und Exportverfügbarkeit von Strom und Brennstoffen.....	74

A 6.3	Fazit .....	76
A 7.	Endenergie- und THG-Szenarien.....	78
A 7.1	Endenergieszenarien.....	78
A 7.1.1	Trendszenario.....	78
A 7.1.2	Masterplanszenario.....	79
A 7.2	Entwicklung der zukünftigen THG-Emissionen.....	79
A 7.2.1	Trendszenario THG-Emissionen .....	80
A 7.2.2	Masterplanszenario THG-Emissionen .....	81
A 7.3	Fazit .....	81

**Hinweis: Sämtliche zur Potenzialermittlung genutzten Energiebedarfe sind witterungsbereinigt.**

# A 1. ENERGIE- UND TREIBHAUSGAS- BILANZ

Zur Bilanzierung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz wurde die internetbasierte Plattform ECOSPEED Region des Schweizer Unternehmens ECOSPEED AG verwendet, die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelt wurde. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ziel des Systems ist zum einen die Erhöhung der Transparenz energiepolitischer Maßnahmen und zum anderen, durch eine einheitliche Bilanzierungsmethodik einen hohen Grad an Vergleichbarkeit zu schaffen. Zudem ermöglicht die Software durch die Nutzung von hinterlegten Datenbanken (mit deutschen Durchschnittswerten) eine einfachere Handhabung der Datenerhebung.

In einem ersten Schritt wurden die Bilanzierungsmethodik und das Bilanzierungsprinzip festgelegt. Die Startbilanz wurde auf Basis der regionalen Einwohnerzahlen und Beschäftigtendaten nach Wirtschaftszweigen sowie der nationalen Durchschnittswerte des Energieverbrauchs und der Emissionsfaktoren berechnet. Die durchschnittlichen Verbräuche und Faktoren sind in der ECOSPEED Region-Datenbank für die Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Industrie und Verkehr hinterlegt. Die Bilanzierung der kommunalen Emissionen erfolgt erst durch Eingabe tatsächlicher Energieverbrauchswerte.

Die Ergebnisse der Startbilanz zeigen erste grobe Referenzwerte auf. Die Startbilanz stellt die Verbräuche und Emissionen des Kreises Lippe auf Basis bundesdeutscher Durchschnittswerte dar.

Die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Endbilanz werden anschließend durch die Eingabe der Energieverbräuche des Kreises Lippe für das Jahr 2015 berechnet. Dies setzt eine Datenerhebung voraus. Die Datenerhebung und auch die Bilanzierung für die vorliegende Energie und Treibhausgasbilanz sind kommunenscharf erfolgt. Das heißt, dass für jede der 16 lippischen Kommunen eine Bilanz erstellt wurde. Diese sind anschließend zu einer Gesamtbilanz aggregiert worden. Dem Analyseteil 2: Kommunensteckbriefe sind die Ergebnisse für jede Einzelbilanz zu entnehmen. Das nun folgende Kapitel nimmt jedoch ausschließlich auf die Gesamtbilanz für den Kreis Lippe Bezug.

Neben der Bilanzierungsmethodik und den Bilanzierungsprinzipien werden in den folgenden Kapiteln die zur Berechnung verwendeten Faktoren sowie die Berechnungsmodelle der verschiedenen Sektoren aufgeführt.

## A 1.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO

Im Rahmen der Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) auf dem Kreisgebiet wird der vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) entwickelte „Bilanzierungs-Standard Kommunal“ (BSKO) angewandt. Leitgedanke des vom BMUB

geförderten Vorhabens war die Entwicklung einer standardisierten Methodik, welche die einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen erlaubt (vgl. ifeu 2016: 3). Weitere Kriterien waren u.a. die Schaffung einer Konsistenz innerhalb der Methodik, um insbesondere Doppelbilanzierungen zu vermeiden, sowie eine weitestgehende Konsistenz zu anderen Bilanzierungsebenen (regional und national).

#### ***A 1.1.1 Unterschiede zu vorherigen Bilanzierungsmethoden***

Hauptunterschiede zu vorherigen Methoden finden sich vor allem unter der Zielsetzung, eine konsistente und harmonisierte Bilanzierungsmethodik zu entwickeln, welche eine Vergleichbarkeit der Bilanzen zwischen den Kommunen ermöglicht. So wird im Bereich der Emissionsfaktoren auf national ermittelte Kennwerte verwiesen, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten (TREMODO, Bundesstrommix). Ein weiterer Unterschied besteht in der Einbeziehung weiterer Treibhausgase in die Berechnung der Emissionsfaktoren. So werden neben Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) beispielsweise auch Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffmonoxide (Lachgas oder N<sub>2</sub>O) miteinbezogen. Zudem findet eine Bewertung der Datengüte statt. Grundlage dafür ist die Datenquelle. So wird zwischen Datengüte A (Regionale Primärdaten), B (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden.

Im Verkehrsbereich wurde zuvor auf die Anzahl registrierter Fahrzeuge zurückgegriffen. Basierend darauf wurden mit Hilfe von Fahrzeugkilometern und nationalen Treibstoffmischen die THG-Emissionen ermittelt. Dieses sogenannte Verursacherprinzip unterscheidet sich deutlich gegenüber dem hier angewandten Territorialprinzip. Im Gebäude- und Infrastrukturbereich wird zudem auf eine witterungsbereinigte Darstellung der Verbrauchsdaten verzichtet.

Durch die Änderungen haben sich entscheidende Unterschiede in der Bilanz ergeben. So liegt der Energiebedarf des Verkehrssektors im Kreis Lippe verglichen mit der alten verursacherbasierten Bilanzierung gut 40 % unter dem alten Wert aus dem Klimaschutzkonzept. Zusätzlich wurde der Heizölbedarf nicht mehr über die Multiplikation von Vollaststunden mit installierter Leistung sondern über den Vergleich der installierten Leistung von Öl- und Gasfeuerungsanlagen auf Kommunenebene und die Verrechnung mit anfallenden Erdgasverbräuchen berechnet. Dies führt neben Witterungseinflüssen im Ergebnis dazu, dass der ausgewiesene Endenergieverbrauch gegenüber der alten Bilanzierungsart von 11,5 TWh in 2012 auf 7,8 TWh in 2015 gesunken ist. Eine reelle Senkung der Endenergieverbräuche lässt sich daraus nicht schließen.

#### ***A 1.1.2 Bilanzierungsprinzip der Energie- und THG-Bilanzierung im stationären Bereich***

Unter BISKO wird zur Bilanzierung das Territorialprinzip verfolgt. Diese auch als endenergiebasierte Territorialbilanz bezeichnete Vorgehensweise betrachtet alle im Untersuchungsgebiet anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie, welche anschließend den einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Dabei wird empfohlen, von witterungskorrigierten Daten Abstand zu nehmen und die tatsächlichen Verbräuche für die Berechnung zu nutzen. Standardmäßig wird eine Unterteilung in

die Bereiche Private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) Industrie/Verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und den Verkehrsbereich angestrebt.

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden anschließend die THG-Emissionen berechnet. Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>) in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, inklusive energiebezogener Vorketten, in die Berechnung mit ein. Das bedeutet, dass nur die Vorketten energetischer Produkte wie der Abbau und Transport von Energieträgern oder die Bereitstellung von Energieumwandlungsanlagen in die Bilanzierung mit einfließen. Sogenannte graue Energie wie beispielsweise der Energieaufwand von konsumierten Produkten sowie Energie, die von den Bewohnern außerhalb der Territorialgrenzen verbraucht wird, findet keine Berücksichtigung in der Bilanzierung. Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globale Emissions-Modell integrierter Systeme), entwickelt vom Öko-Institut, sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes. Zudem wird empfohlen, den Emissionsfaktor des Bundesstrommixes heranzuziehen und auf die Berechnung eines lokalen bzw. regionalen Strommixes zu verzichten.

#### ***A 1.1.3 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr***

Zur Erfassung des Verkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen findet ebenfalls das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz Anwendung. Diese umfasst sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr. Emissionen aus dem Flugverkehr werden nach Anzahl der Starts und Landungen auf dem Territorium erfasst.

Generell kann der Verkehr in die Bereiche gut kommunal beeinflussbar und kaum kommunal beeinflussbar unterteilt werden. Als gut kommunal beeinflussbar werden Binnen-, Quell- und Zielverkehr im Straßenverkehr (MIV, Lkw, LNF) sowie öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) eingestuft. Emissionen aus dem Straßendurchgangsverkehr, öffentlichen Personenfernverkehr (ÖPFV, Bahn, Reisebus, Flug) sowie aus dem Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr werden als kaum kommunal beeinflussbar eingestuft. Durch eine Einteilung in Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) kann der Verkehr differenzierter betrachtet werden. So ist anzuraten, die weniger beeinflussbaren Verkehrs- bzw. Straßenkategorien herauszurechnen, um realistische Handlungsempfehlungen für den Verkehrsbereich zu definieren.

Harmonisierte und aktualisierte Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich stehen in Deutschland durch das TREMOD-Modell zur Verfügung. Diese werden in Form von nationalen Kennwerten differenziert nach Verkehrsmittel, Energieträger und Straßenkategorie bereitgestellt. Wie bei den Emissionsfaktoren für den stationären Bereich, werden diese in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten inklusive Vorkette berechnet. Eine kommunenspezifische Anpassung der Emissionsfaktoren für den Bereich erfolgt demnach nicht.



#### ***A 1.1.4 Datenerhebung der Energieverbräuche***

Die Endenergieverbräuche des Kreises Lippe sind in der Bilanz differenziert nach Energieträgern berechnet worden. Alle Verbrauchsdaten sowie die Darstellung der einzelnen Netzbetreiber werden ausführlich in Kapitel A 3 dargestellt.

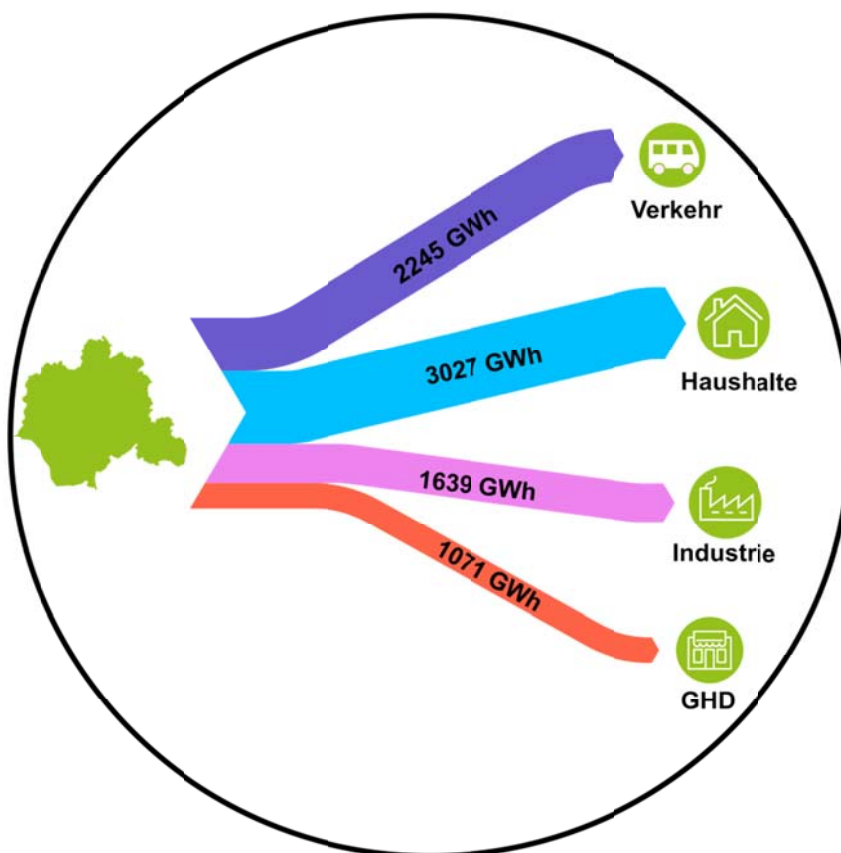
### **A 1.2 Endenergieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen**

Die tatsächlichen Energieverbräuche im Kreis Lippe sind für das Bilanzjahr 2015 erfasst und bilanziert worden. Die Energieverbräuche werden auf Basis der Endenergie und die Treibhausgasemissionen auf Basis der Primärenergie anhand von LCA-Faktoren bilanziert. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem gesamten Kreisgebiet lässt sich damit gut nachzeichnen.

Im Folgenden werden die Endenergieverbräuche und die Treibhausgasemissionen des Kreises Lippe dargestellt. Hierbei erfolgt eine Betrachtung des gesamten Kreisgebietes sowie der einzelnen Sektoren.

#### ***A 1.2.1 Endenergieverbrauch Kreis Lippe***

Im Bilanzjahr 2015 sind auf dem Kreisgebiet 7.779.154 MWh Endenergie verbraucht worden. Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie sich die Endenergieverbräuche des Bilanzjahres 2015 auf die Sektoren aufteilen.



**Abbildung 1: Endenergieverbrauch Kreis Lippe nach Sektoren (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).**

Dem Sektor Haushalte ist mit 40 % der größte Anteil am Endenergieverbrauch zuzuordnen. Den zweithöchsten Verbrauch hat der Sektor Verkehr mit 27 %, gefolgt vom Sektor Industrie mit einem Anteil von 21 %. Die Endenergieverbräuche der Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) nehmen lediglich einen Anteil von 12 % am Endenergieverbrauch des Kreises ein.

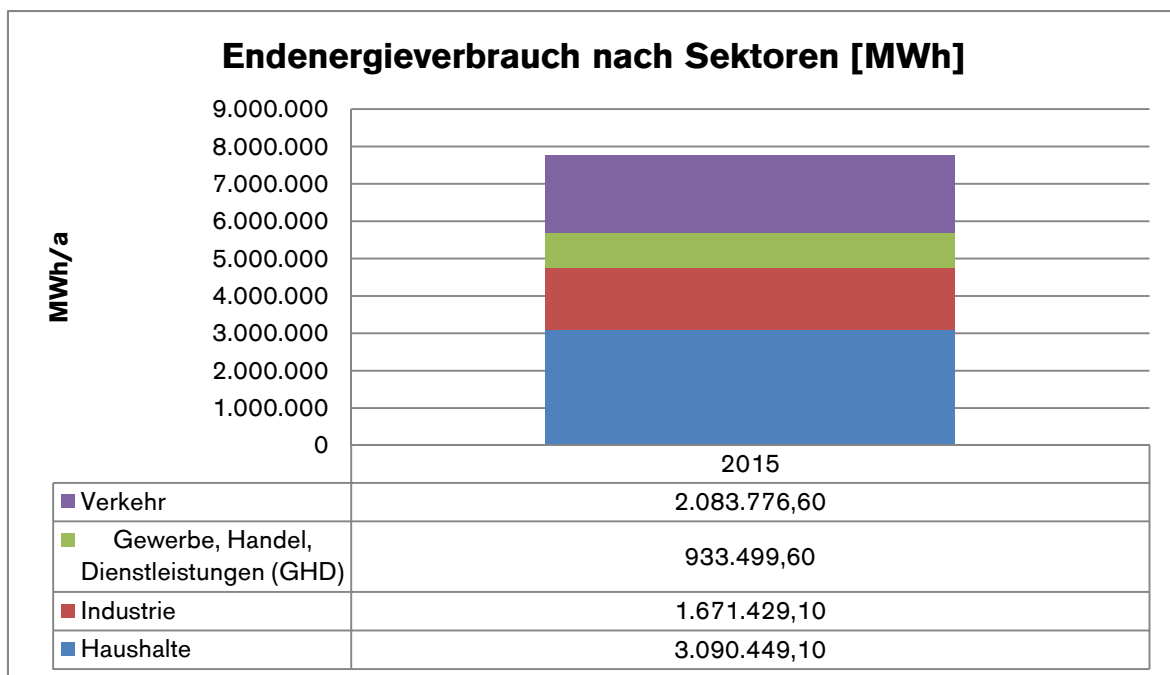


Abbildung 2: Endenergieverbrauch Kreis Lippe 2015 (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017)

Wird der Endenergieverbrauch des Kreises hinsichtlich seiner Energieformen betrachtet, ergeben sich die in Abbildung 3 dargestellten Anteile.

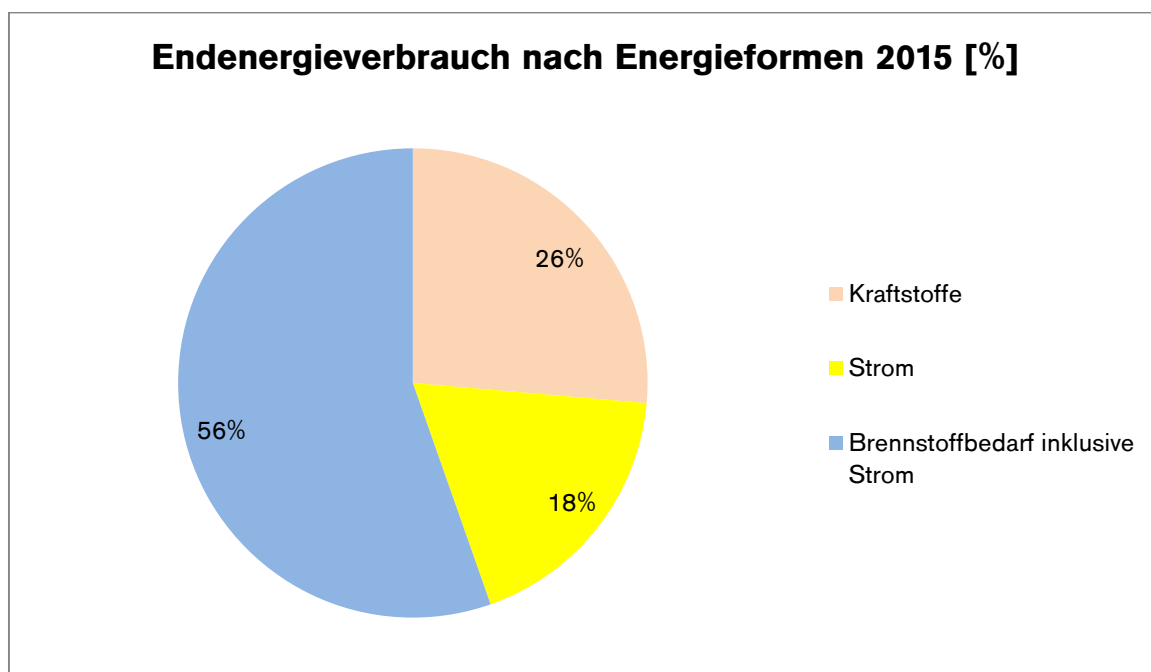


Abbildung 3: Endenergieverbrauch Kreis Lippe nach Energieformen in 2015 (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Es wird ersichtlich, dass der größte Anteil der verbrauchten Energieträger mit 56 % von Brennstoffen eingenommen wird (u.a. Erdgas, Heizöl, Biomasse.). Danach folgen Kraftstoffe (u. a. Benzin, Diesel) mit 26 % und Strom mit einem Anteil von 18 % am Endenergieverbrauch.

### A 1.2.2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Im Sektor Verkehr werden überwiegend Kraftstoffe wie Benzin und Diesel bilanziert. Der Energieträgereinsatz zur Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Infrastruktur wird nachfolgend detaillierter dargestellt. Die Gebäude und Infrastruktur umfassen die Sektoren GHD, Industrie, Private Haushalte und Kommunale Liegenschaften.

In Lippe summierte sich der Endenergieverbrauch der Gebäude und Infrastruktur im Jahr 2015 auf 5.695.377,8 MWh/a. Die Abbildung 4 schlüsselt diesen Verbrauch zunächst nach Strom und Wärme und den daraus resultierenden Wärmeanteil nach Energieträgern auf, so dass deutlich wird, welche Energieträger überwiegend im Kreis Lippe zum Einsatz kommen. Im Unterschied zur vorherigen Darstellungsweise werden hier nicht mehr die Energieverbräuche aus dem Verkehrssektor betrachtet, so dass sich die prozentualen Anteile der übrigen Energieträger gegenüber dem Gesamtenergieverbrauch verschieben.

Der Energieträger Strom hat im Jahr 2015 einen Anteil von circa 25 % am Endenergieverbrauch. Hieraus resultiert ein Brennstoffanteil von 75 %. Die Brennstoffe Erdgas und Heizöl sind mit einem Anteil von 36,42 % und 30,24 % die am häufigsten eingesetzten Energieträger. Fernwärme und der Bereich der Erneuerbaren Energien, welcher sich im Betrachtungsbereich „Gebäude/Infrastruktur“ aus Biomasse, Sonnenkollektoren und Umweltwärme zusammensetzt, stehen mit 5,72 % und 1,89 % an dritter und vierter Stelle.

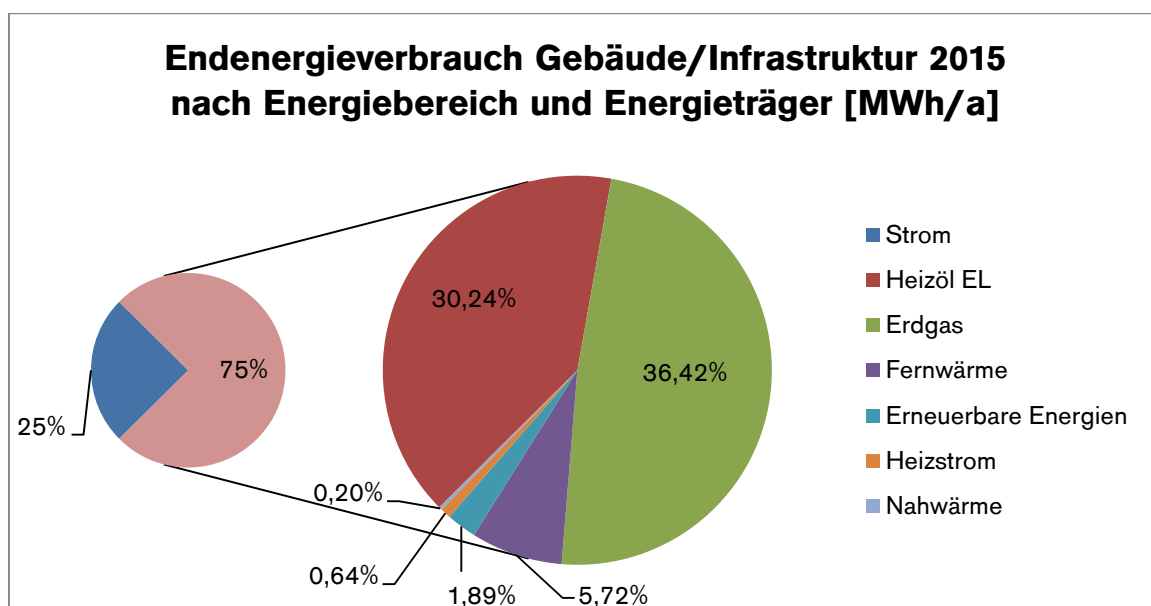
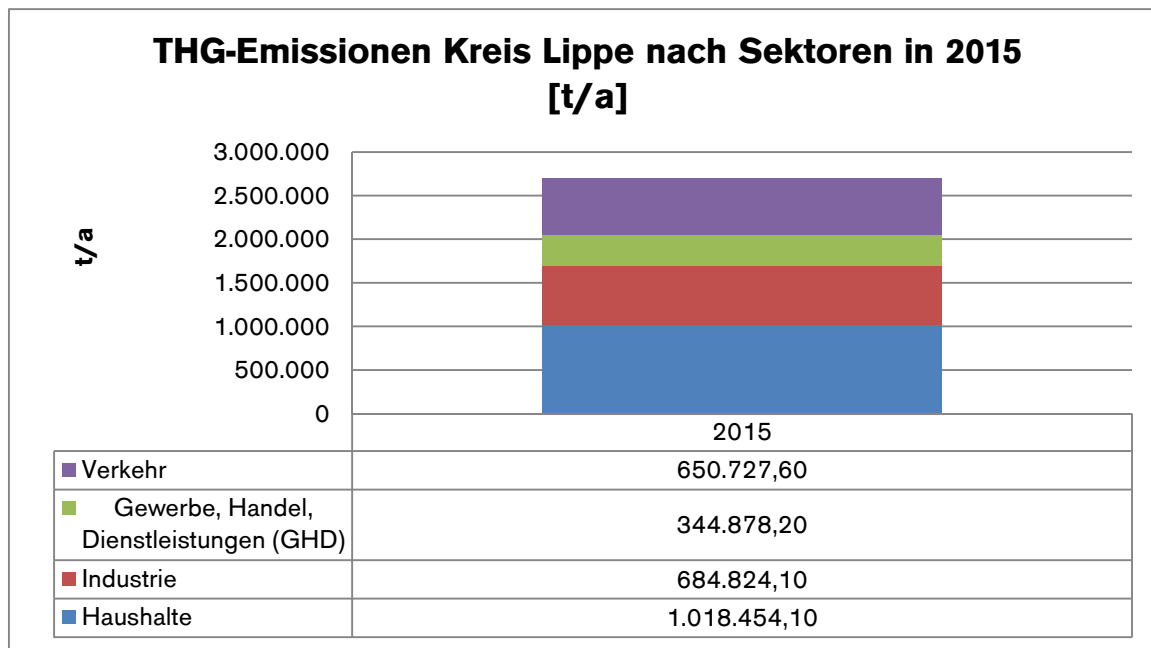


Abbildung 4: Endenergieverbrauch Gebäude/Infrastruktur 2015 nach Energiebereich und Energieträger (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017)

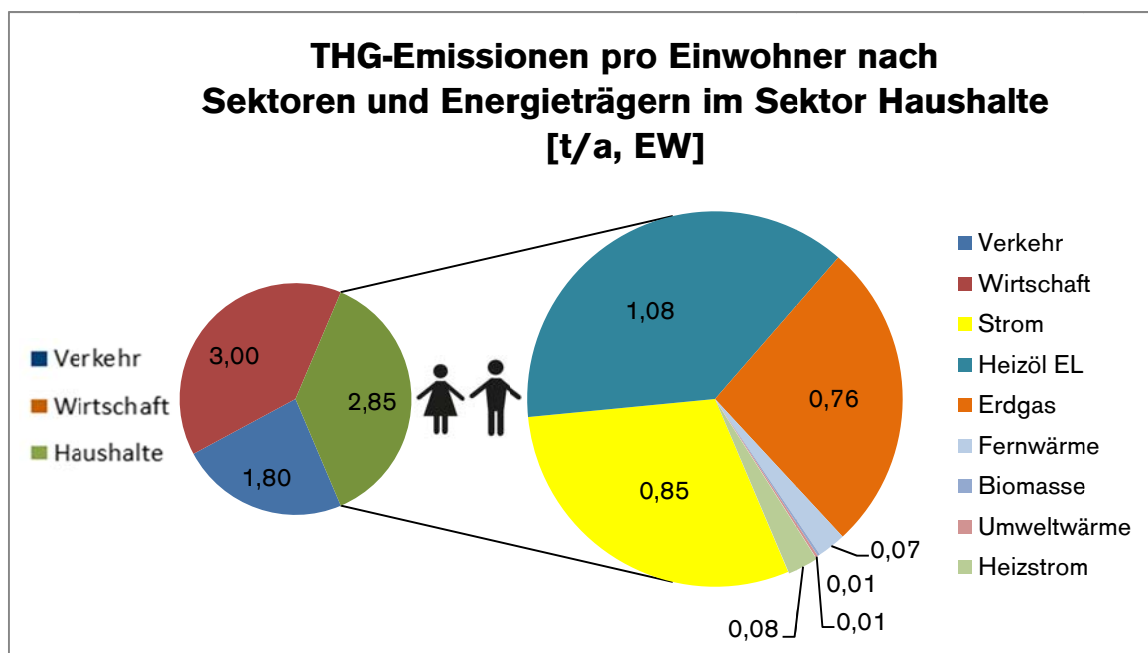
**A 1.2.3 THG-Emissionen des Kreises Lippe**

Im Bilanzjahr 2015 sind 2.698.884 t Treibhausgase (Treibhausgase: THG oder CO<sub>2</sub>-Äquivalente: CO<sub>2e</sub>) auf dem Kreisgebiet Lippe ausgestoßen worden. In Abbildung 5 werden die Treibhausgasemissionen nach Sektoren aufgeteilt dargestellt.



**Abbildung 5: THG-Emissionen im Kreis Lippe nach Sektoren (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).**

Im Jahr 2015 fiel der größte Anteil der THG-Emissionen mit 38 % auf den Sektor Haushalte. Es folgen die Sektoren Industrie und Verkehr, die mit Anteilen in Höhe von 25 % bzw. 24 % fast gleich aufliegen. Der GHD-Sektor bildet mit 13 % den kleinsten Anteil an den in 2015 entstandenen THG-Emissionen.



**Abbildung 6: THG-Emissionen pro Einwohner nach Sektoren und Energieträgern im Sektor Haushalte (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).**

Gegenüber den absoluten Werten in Abbildung 5 werden die sektorenspezifischen THG-Emissionen in Abbildung 6 auf die Einwohner Kreises Lippe bezogen. Demnach betragen die THG-Emissionen pro Einwohner 7,7 t im Bilanzjahr 2015. Damit liegt der Kreis Lippe unterhalb des bundesweiten Durchschnitts von knapp 11,5 t/a<sup>1</sup>, sowie deutlich unterhalb des NRW-Schnitts von ca. 16 t/a<sup>2</sup>. Die Abweichungen zu früheren Bilanzen ergeben sich aus der vom Fördermittelgeber vorgegebenen Bilanzierungsmethodik, siehe Kapitel A 1.1.1 - *Unterschiede zu vorherigen Bilanzierungsmethoden*.

In Abbildung 7 werden die aus den Energieverbräuchen resultierenden CO<sub>2e</sub>-Emissionen nach Energieträgern für die Gebäude und Infrastruktur dargestellt. Diese betragen im Bilanzjahr 2015 2.048.156,4 t. In der Auswertung wird die Relevanz des Energieträgers Strom sehr deutlich: Während der Anteil von Strom am Endenergieverbrauch der Gebäude und Infrastruktur knapp 25 % ausmacht, beträgt der Anteil an den CO<sub>2e</sub>-Emissionen rund 43 %. Ein klimafreundlicherer Strom-Mix mit einem geringeren Emissionsfaktor würde sich reduzierend auf die Höhe der THG-Emissionen aus dem Stromverbrauch auswirken.

<sup>1</sup> <http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/klimaschutz-in-zahlen-2016/>  
Klimaschutz in Zahlen 2016

<sup>2</sup> <http://www.ugrdl.de/tab31.htm>

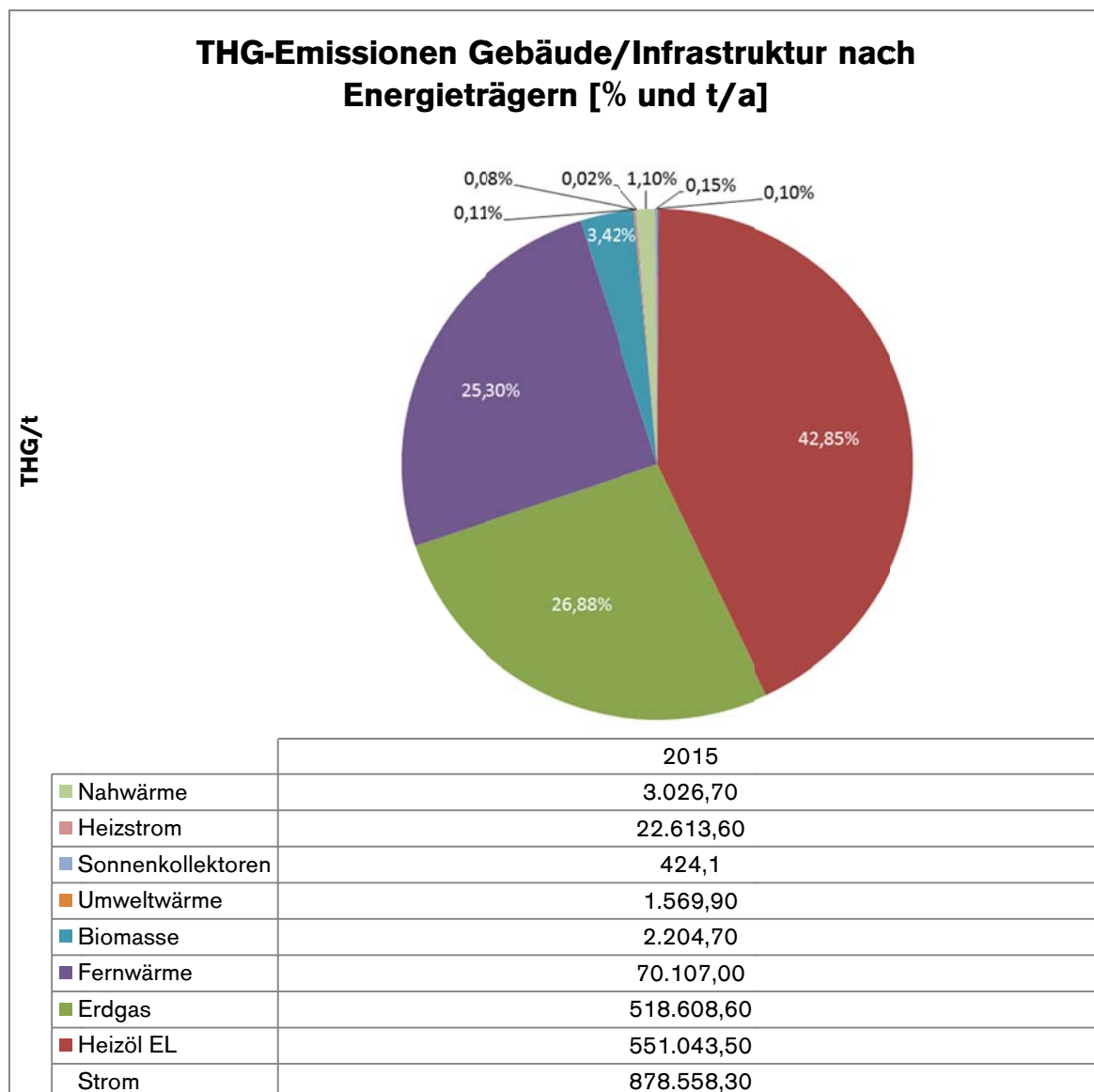


Abbildung 7: THG-Emissionen Gebäude / Infrastruktur nach Energieträgern (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

### A 1.2.4 Regenerative Energien

#### Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Die Abbildung 8 unterteilt die EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für das Jahr 2015.

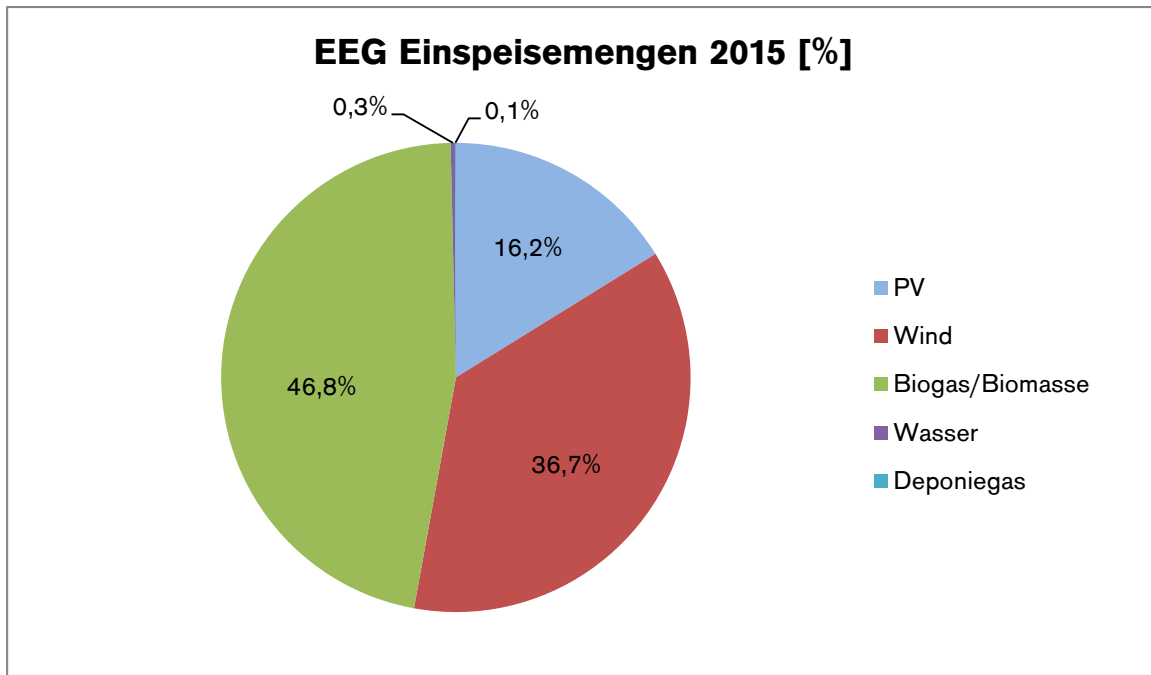


Abbildung 8: EEG-Einspeisung auf dem Kreisgebiet Lippe (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Mit 603.845 MWh wurden auf dem Kreisgebiet Lippe in 2015 ca. 42 % des anfallenden Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien gewonnen. Dieser Anteil wirkt sich im Rahmen der Treibhausgasbilanzierung jedoch nicht auf den Emissionsfaktor für Strom aus, da der aufgeführte Strom nach EEG vergütet wurde und somit dem nationalen Strom-Mix zugerechnet wird. Er wird also bilanziell nicht direkt in Lippe verbraucht, sondern im gesamten Bundesgebiet. Die Erzeugerstruktur gründet fast zur Hälfte (46,8 %) auf der Gewinnung aus Biogas/Biomasse und zu 36,7 % aus Windkraft. Weitere 16,2 % werden durch PV-Anlagen generiert. Die Erzeugung durch Deponiegas und Wasserkraft ist mit weniger als 1 % an der Gesamteinspeisung beteiligt.

### Wärme

Wird die regenerativ erzeugte Wärme dem Brennstoffverbrauch im Jahr 2015 gegenübergestellt, ergibt sich ein Anteil von 6,6 %. Deutschlandweit trugen die Erneuerbaren Energien mit einem Anteil von rund 13 % zur Wärmeversorgung bei.

Zur Bewertung der regenerativ erzeugten Wärmemenge lassen sich Daten für Solarthermie ([www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de)), Biomasse ([www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de)) und Umweltwärme ([www.waermepumpenatlas.de](http://www.waermepumpenatlas.de)) verwenden. Biomasse umfasst dabei Pellet- und Holzhackschnitzel-Anlagen und ist mit ca. 38 % der zweitgrößte regenerative Wärmeerzeuger. Der größte Anteil an der regenerativen Wärmeerzeugung mit 49 % wird durch den Energieträger Holz erzeugt, das im Rahmen der Fernwärmeerzeugung eingesetzt wird.



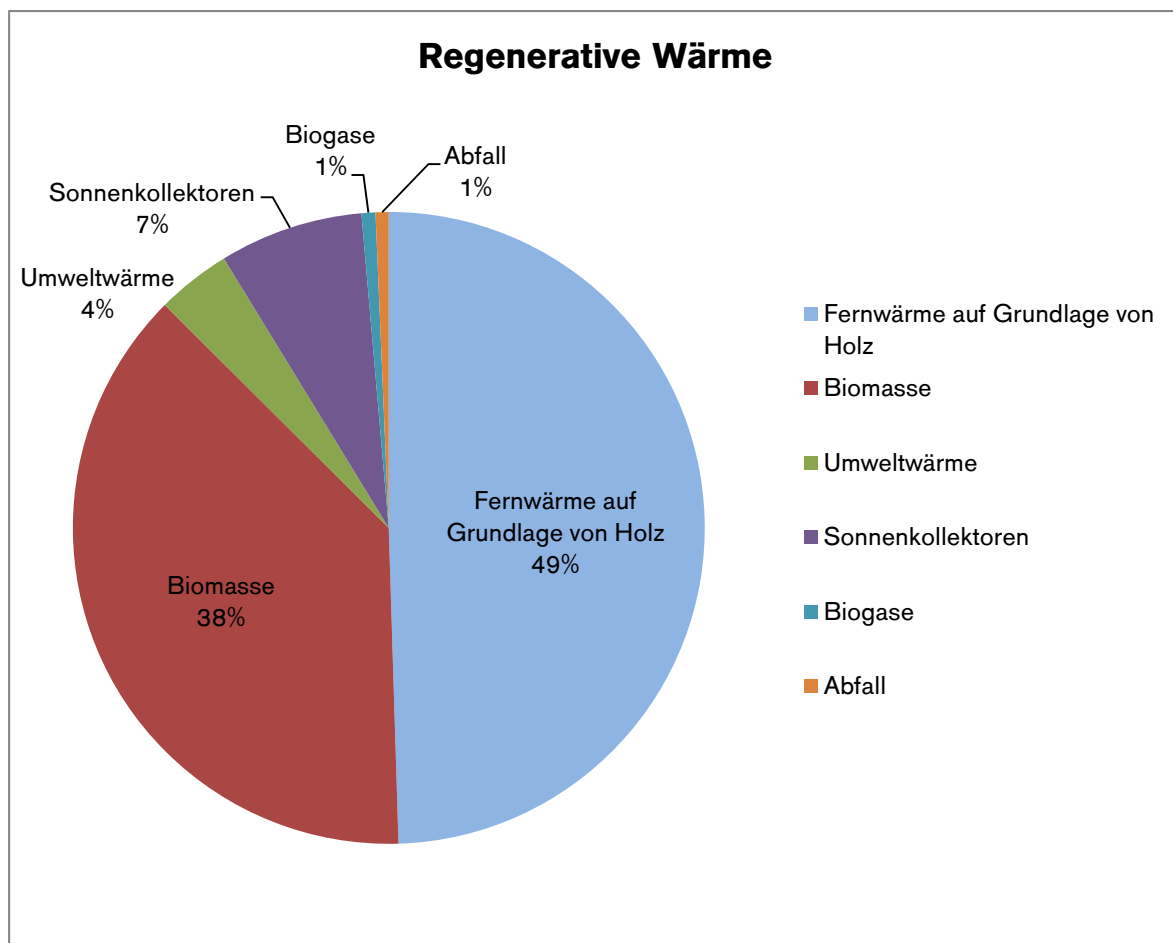


Abbildung 9: Regenerative Wärmeerzeugung im Kreis Lippe in 2015 (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

#### A 1.2.5 Fazit

Der Endenergieverbrauch des Kreises Lippe betrug im Jahr 2015 7.779.154 MWh. Die Verteilung des Endenergieverbrauchs weist dabei Unterschiede zu den Durchschnittswerten in NRW auf. Während der Sektor Industrie in NRW durchschnittlich für circa 37 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich ist, nimmt dieser in Lippe einen Anteil von 21 % ein. Der Sektor GHD ist mit einem Anteil von ca. 12 % nahezu übereinstimmend mit dem Landesvergleich (ca. 13 %), ebenso befindet sich der Sektor Verkehr mit ca. 27 % im gleichen Bereich wie der des Verkehrsanteils in NRW in Höhe von ca. 24 %. Der Sektor der privaten Haushalte liegt mit etwa 40 % wiederum deutlich über dem Landesdurchschnitt von knapp 25 %.

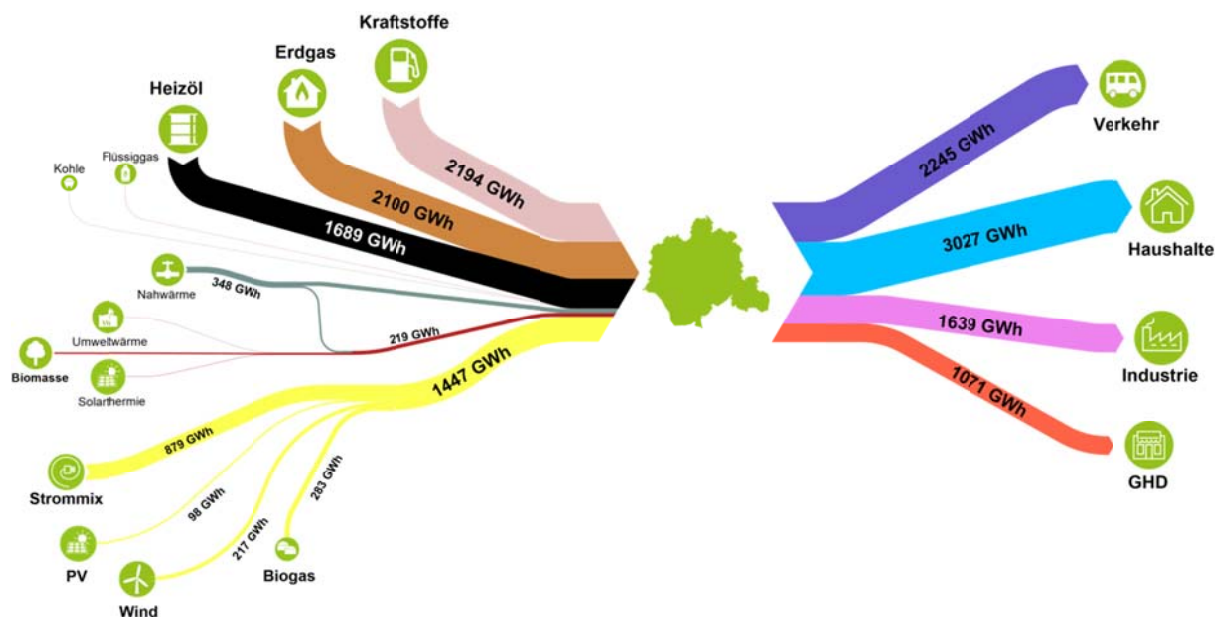


Abbildung 10: Verbräuche nach Energieträger und Anteile der Sektoren am Gesamtverbrauch im Jahr 2015  
(Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Industrie, GHD, Haushalte und Kommune) ergab für den Energieträger Strom im Bilanzjahr 2015 einen Anteil von 25 %. Daraus resultiert ein Wärmeanteil von 75 %. Bei den Brennstoffen dominieren die beiden Energieträger Erdgas und Heizöl mit einem Anteil von 36,42 % für Erdgas und 30,24 % für Heizöl. Fernwärme und der Bereich der Erneuerbaren Energien, welcher sich im Betrachtungsbereich „Gebäude/Infrastruktur“ aus Biomasse, Sonnenkollektoren und Umweltwärme zusammensetzt, stehen mit 5,72 % und 1,89 % an dritter und vierter Stelle.

Die aus dem Endenergieverbrauch des Kreises Lippe resultierenden Emissionen summieren sich im Bilanzjahr 2015 auf 2.698.884 t Treibhausgase. Die Treibhausgasanteile der Sektoren korrespondieren in etwa mit ihren Anteilen am Endenergieverbrauch. Werden die Treibhausgase auf die Einwohner bezogen, ergibt sich ein Wert von 7,7 t/a. Damit liegt der Kreis Lippe unter dem Bundesdurchschnitt von knapp 11 t/a und deutlich unter dem NRW-Schnitt von knapp 16 t/a liegt.

Die regenerative Stromproduktion auf dem Kreisgebiet nimmt verglichen mit dem Stromverbrauch des Kreises einen Anteil von ca. 42 % für das Bezugsjahr 2015 ein. Die Windenergie (36,7 %) und die Generierung von Strom aus Biogas/Biomasse (46,8 %) steuern hierzu die größten Einspeisemengen bei. Die regenerative Wärmeerzeugung mittels Biomasse, Solarthermie, Biogas und Umweltwärme erreicht einen Anteil von rund 12 % am Brennstoffverbrauch des Kreises Lippe. Damit liegt die Menge der erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung minimal unter dem Bundesschnitt von ca. 13 %.

## A 2. ERFASSUNG DER KOMMUNALEN POTENZIALE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

### A 2.1 Zusammenfassung

Erneuerbare Energien spielen eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energieversorgung des Kreises Lippe. Im Jahr 2015 betrug der Anteil der Erneuerbaren Energien bereits 42 % am Stromverbrauch. Auf Grundlage der Potenziale und Szenarien wurde die Entwicklung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im Kreis Lippe bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben. Die wichtigsten Energieträger für den zukünftigen Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor sind Windkraft und Photovoltaik. Die Potenziale für die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen wurden verschiedenen Quellen entnommen und werden in den nachfolgenden Kapiteln genannt. Nachfolgende Abbildung zeigt den Ausbaupfad von 42 % im Jahr 2015 bis auf 82 % im Jahr 2050.

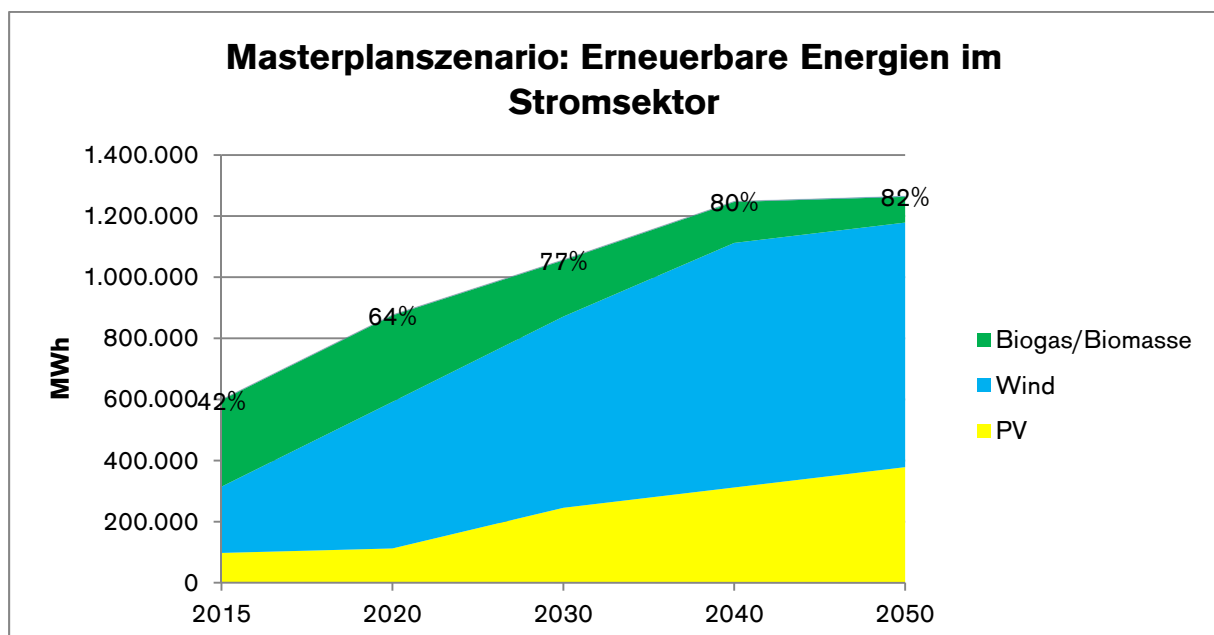


Abbildung 11: Entwicklung des Anteils von Erneuerbaren Energien im Stromsektor

Basierend auf den Potenzialen zur Entwicklung der Energieverbräuche in Lippe wurde die zukünftige Zusammensetzung der Energieträger im Wärmesektor berechnet. Als Auszug daraus lässt sich auch die Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien im Wärmesektor angeben. Basierend auf einem Anteil von 6,6 % Erneuerbaren Energien in 2015 wird bis zum Jahr 2050 auf den Einsatz fossiler Energien verzichtet. Damit hat der Kreis Lippe im Jahr 2050 einen Anteil von 100 %

Erneuerbaren Energien am Wärmebedarf. Dieses wird durch einen hohen Anteil von synthetischen Gasen, die mittels Erneuerbarem Strom erzeugt werden, erreicht. Der Anteil von synthetischem Gas wird im Jahr 2050 bei annähernd 50 % des Wärmebedarfs liegen. Die in Abbildung 12 dargestellten Verbräuche von Fern- und Nahwärme werden auch heute schon zum Teil aus Erneuerbaren Quellen gedeckt. Auch diese werden im Jahr 2050 zu 100 % regenerativ erzeugt. Die linke Achse stellt die absoluten Werte dar, die rechte die relativen Werte. Von 2040 auf 2050 sinkt der Gesamtwärmebedarf ab, so dass trotz sinkender Verbräuche der Anteil der Erneuerbaren Energien steigt. So erreicht der Anteil der Erneuerbaren Energien zum Jahr 2050 100 % am Gesamtwärmebedarf.

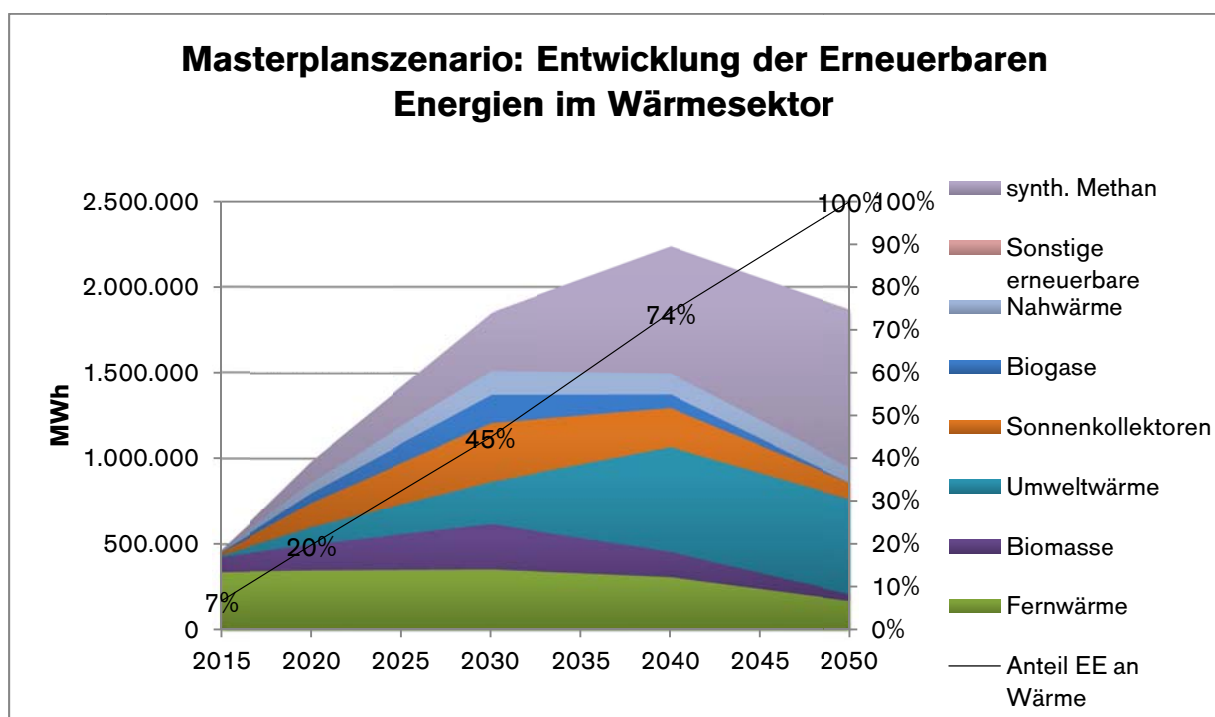


Abbildung 12: Entwicklung des Anteils von Erneuerbaren Energien im Wärmesektor

## A 2.2 Photovoltaik und Solarthermie

### A 2.2.1 Photovoltaikanlagen

Noch im Jahr 2006 wurden mittels Photovoltaikanlagen im gesamten Kreisgebiet 6.463 MWh Strom erzeugt. 2009 waren es dann 14.217 MWh. Im Zeitraum zwischen 2009 und 2012 erhöhte sich die aus Sonnenenergie generierte Strommenge dann um mehr als das Fünffache auf 72.946 MWh. Bis 2015 ist die Erzeugung aus Photovoltaikanlagen nochmals auf 97.680 MWh weiter angestiegen. Dies entspricht einem Anteil von 7 % am Gesamtstromverbrauch im Kreis Lippe.

Die nachfolgende Grafik gibt die Situation im Kreis Lippe in 2015 wieder.

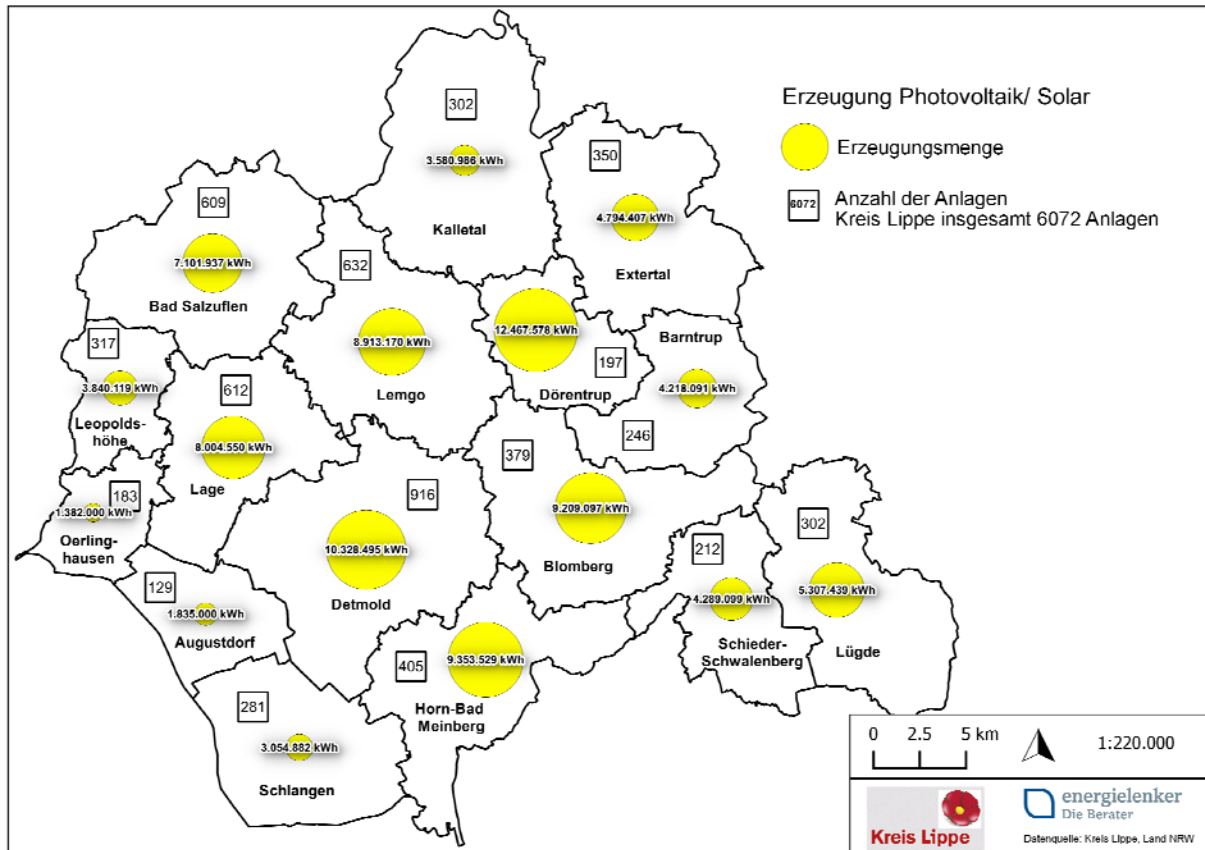


Abbildung 13: Photovoltaik im Kreis Lippe

Besonders starke Zuwachszahlen waren in der Gemeinde Dörentrup zu beobachten. Allein durch die Errichtung von zwei Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Wendlinghausen und auf der ehemaligen Deponie Dörentrup konnte die Gesamtanlagenleistung um 5,5 MW gesteigert werden. Dabei sorgte die Anlage auf dem ehemaligen Deponiekörper für landesweites Aufsehen, da eine bis dato nicht dagewesene Kombination aus Deponieabdichtung und Energieerzeugung geschaffen wurde, indem die Photovoltaikanlage gleichermaßen als dichte Dachkonstruktion auf den Müllkörper gebaut wurde. Der Erfolg der Mitte 2012 errichteten Anlage war so groß, dass bereits ein Jahr später ein zweiter, ähnlich großer Deponieabschnitt mit Photovoltaikmodulen bedeckt wurde. Zusätzlich wurde eine solche Anlage auf der ebenfalls kreiseigenen Deponie in Detmold errichtet. Aufgrund ihrer speziellen Konstruktion als temporäre Oberflächenabdeckung für die Deponien gelten die Anlagen als bundesweit einzigartige Vorzeigeobjekte. Sie kombinieren die sinnvolle Nutzung von Deponie-Altstandorten mit dem Anspruch, alle Optionen für eine künftige Verwertung der im Deponiekörper abgelagerten Rohstoffe offenzuhalten. Die Wertschätzung dieser innovativen Projekte durch die Landesregierung wurde mittels der Eröffnung beider Anlagen durch den damaligen NRW-Umweltminister Johannes Remmel deutlich. Ferner sind die Anlagen offiziell mit dem Titel „Photovoltaik-Anlagen als temporäre Oberflächenabdeckung der Deponien Dörentrup und Hellsiek“ in die KlimaExpo.NRW aufgenommen worden. Beide Anlagenstandorte verfügen zusammen über eine installierte Gesamtleistung von fast 15 MWp.

Der Trend des Photovoltaik-Booms zeichnet sich aber für das gesamte Kreisgebiet ab. Wurden in 2009 lediglich in fünf Kommunen Erzeugungswerte von über 1.000 MWh erreicht, lagen im Jahr 2012 sieben Kommunen sogar über der 5.000 MWh-Marke und sogar 13 der 16 lippischen Kommunen lagen über der 2.500 MWh-Schwelle. Bis 2015 hat sich dieser Trend weiter fortgesetzt. Mittlerweile liegen acht Kommunen über der 5.000 MWh-Marke und 14 Kommunen über der Marke von 2.500 MWh.

Da die Photovoltaik praktisch die einzige Möglichkeit der Stromerzeugung für jeden Bürger ist, entschloss sich der Kreis Lippe im Jahr 2012, ein kreisweites Solardachkataster ins Leben zu rufen. Inspiriert wurde er dabei durch das zu dem Zeitpunkt bereits bestehende Solardachkataster der Stadt Lage. Dank der Unterstützung der Sparkassen Paderborn-Detmold und Lemgo ging dann im Mai 2012 das kreisweite Kataster an den Start und ist mit bislang über 90.000 Klicks (Stand Oktober 2017) ein Erfolgsmodell.

Die untenstehende Grafik stellt die Aufteilung des ermittelten Potenzials von 1.147 GWh/a im Kreis Lippe aufgeteilt nach möglichen Erträgen dar. Die Einteilung erfolgt in vier Größenklassen.

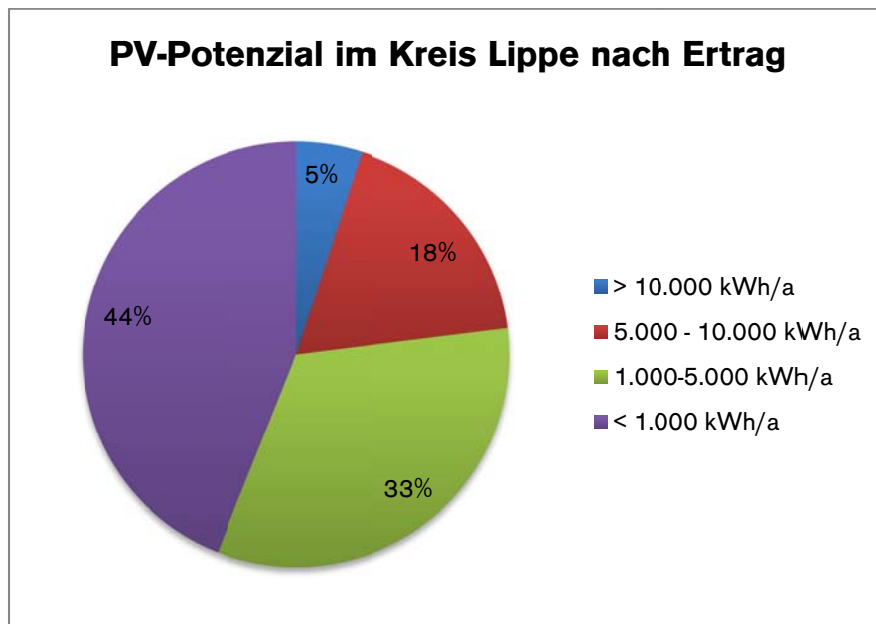


Abbildung 14: Aufteilung des PV-Potenzials im Kreis Lippe auf Größenklassen

Zur Einschätzung des tatsächlich nutzbaren Potenzials, wurden nur Anlagen mit einem Ertrag von mehr als 1.000 kWh/a herangezogen, da kleinere Anlagen nicht wirtschaftlich zu errichten sind. So verbleiben 56 % des möglichen Ertrags als nutzbares Potenzial. Dies entspricht 642,3 GWh/a.

Aufgrund der Unwägbarkeiten bei der Nutzung der Dachflächen (Statik, Dachbeschaffenheit etc.) werden pauschal 40 % des Potenzials als möglicherweise nicht nutzbare Flächen abgezogen. So verbleibt ein nutzbares Potenzial von 385,4 GWh/a. Von diesem Potenzial werden Stand 2015 bereits 97,7 GWh/a, also rund ein Viertel genutzt. Die nachfolgende Grafik stellt die Aufteilung des nutzbaren Potenzials für Photovoltaik-Anlagen im Kreis Lippe dar.

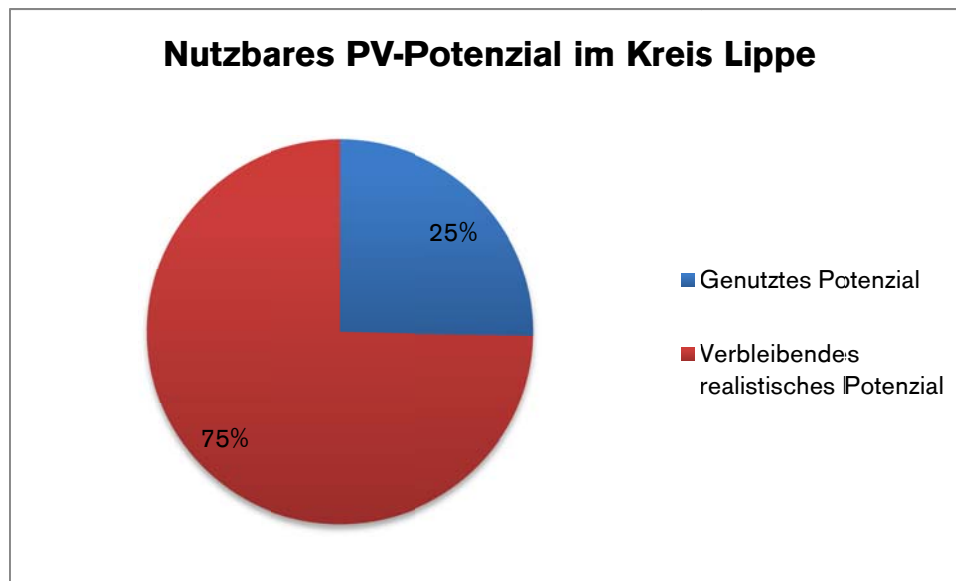


Abbildung 15: Nutzbares und bereits genutztes PV-Potenzial im Kreis Lippe

#### A 2.2.2 Solarthermie

Neben der Stromerzeugung ist die Sonnenenergie auch für die Warmwasserbereitung geeignet. Ein 4-Personen-Haushalt benötigt etwa 4-6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche zur Deckung des Warmwasserbedarfes außerhalb der Heizperiode (Mai bis September). Insgesamt können so über das Jahr gesehen rd. 60 % des Warmwasserbedarfes durch Solaranlagen abgedeckt werden.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus neben der Warmwasserbereitung auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen.

Ein Speicher im Keller sorgt dabei durch seine Pufferwirkung dafür, dass die Solarwärme auch nutzbar ist, wenn die Sonne nicht scheint. Im Vergleich zu Anlagen, die lediglich der Warmwasserbereitung dienen, ist das Speichervolumen bei Kombi-Anlagen zwei- bis dreimal so groß. Zudem ist der Speicher im Gegensatz zu einfachen Anlagen zum überwiegenden Teil mit Heizungswasser gefüllt.

Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich rd. 25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich. Die Kombination von Solaranlage mit einem herkömmlichen Heizungssystem ist vom Fachmann durchzuführen, da Solaranlage, bestehende Heizung und Wärmeenergiebedarf aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine optimale Effizienz zu erzielen.

Der derzeitige Ertrag aus Solarthermischen Anlagen im Kreis Lippe beträgt 17,2 GWh/a. Dies entspricht 0,4 % des Wärmebedarfes.

Das LANUV hat in seinem „Fachbericht 40 Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 2 – Solarenergie“ einen theoretischen Ertrag von 5.135,8 GWh/a aus Solarthermischen Anlagen im Kreis Lippe ermittelt. Der technische Wärmeertrag zur Warmwasserbereitung wurde auf 90,6 GWh/a bemessen. Die Darstellung der installierten Leistung je Kommune ist leider nicht möglich.

### A 2.3 Windkraft

Im Zuge der dritten Auflage des Energieatlas‘ im Jahr 2013 wurde ermittelt, dass die in Lippe aus Wind erzeugte Strommenge mit 214.500 MWh rd. 13,5 % des lippischen Stromverbrauches deckte. Im Bilanzjahr 2015 waren 117 Anlagen mit einer Leistung von 139,3 MW im Kreis Lippe installiert. Der Ertrag belief sich auf 221.500 MWh und damit auf 15,4 % des lippischen Stromverbrauches.

Mitte 2017 waren 124 Anlagen mit einer installierten Leistung von rd. 158 MW in Lippe errichtet. Weitere 4 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 9,1 MW wurden im Jahr 2016 genehmigt, aufgrund von anhängigen Klagen jedoch noch nicht errichtet. In einem Fall einer 3 MW-Anlage handelt es sich um ein Repowering-Vorhaben, bei dessen Realisierung drei Altanlagen mit einer Gesamtleistung von 1,6 MW zurückgebaut würden.

Die folgende Karte stellt die Situation für den Kreis Lippe für das Jahr 2015 dar.

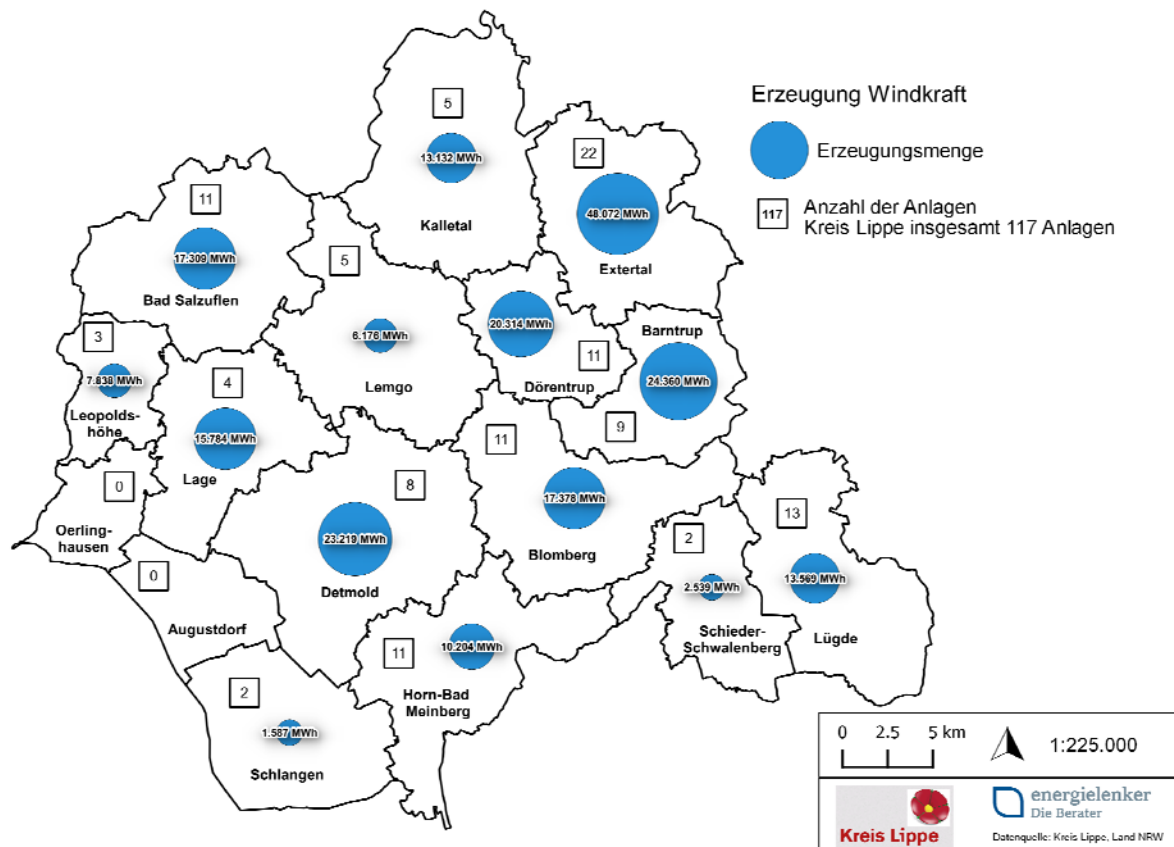


Abbildung 16: Windkraftanlagen im Kreis Lippe



Wie sich in vielen Diskussionen zeigt, ist der Ausbau der regenerativen Energien ein wichtiges gesellschaftliches und politisches Thema geworden. Mitte 2012 wurde im Ausschuss für Energie und Umwelt einstimmig beschlossen, dass mindestens **30 %** des lippischen Strombedarfes im Jahr 2020 durch Windenergie gedeckt werden soll. Bezogen auf den Verbrauch im Jahr 2012 wären dies rd. 480.000 MWh. Bei einer Betriebsannahme von 2.000 Volllaststunden pro Jahr sind zur Erreichung dieses Zieles rd. 240 MW installierte Leistung erforderlich.

Im Juni 2017 lagen dem Kreis Lippe Anträge zur Errichtung von 129 neuen Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 368 MW vor. Die Anzahl der Antragsverfahren entwickelt sich hierbei sehr dynamisch und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. So waren zum Anfang des Jahres noch rd. 160 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 525 MW geplant. Unter Berücksichtigung von neuen Rechtsprechungen bzgl. der Wirksamkeit von Flächennutzungsplänen oder zum Umgang mit windkraftsensiblen Vogelarten wurden hier zwischenzeitlich jedoch Anträge zurückgezogen. Dem entgegen stehen jedoch erste Antragsgespräche mit neuen Vorhabenträgern.

Da in vielen Städten und Gemeinden die bisherigen für Windenergie vorgesehenen Flächen, die sogenannten Windvorrangzonen, ausgeschöpft sind, sind für den weiteren Zubau in vielen Fällen erst Änderungen der Flächennutzungspläne durch die Kommunen erforderlich. Diese wurden zunächst in zehn Städten und Gemeinden in Lippe beschlossen, bis Mitte 2017 konnten die Planungen jedoch erst in vier Städten und Gemeinden abgeschlossen werden.

Bei allen Vorteilen der Windenergie dürfen der Schutz der Bürger vor schädlichen Umwelteinflüssen sowie die landschafts- und artenschutzrechtlichen Belange nicht vernachlässigt werden. Während die Anforderungen bzgl. Lärm und Schattenwurf bei Windenergieanlagen eindeutig in der Gesetzgebung geregelt sind, lassen andere Prüfkriterien wie Abstand zu Wohngebäuden, bedrückende Wirkung oder Natur- und Landschaftsschutz unterschiedliche Einschätzungen zu. All diese Punkte haben in den letzten Jahren sowohl in Lippe als auch im gesamten Bundesgebiet zu zahlreichen und langwierigen Rechtsstreitigkeiten geführt. Teilweise liegen aufgrund dessen zwischen Genehmigung und Bau oder endgültiger Ablehnung bis zu 5 Jahren. Die von den Gerichten getroffenen Urteile müssen sowohl bei der Aufstellung der Flächennutzungspläne durch die Kommunen als auch bei der Entscheidung für oder gegen eine Anlage durch die zuständige Genehmigungsbehörde berücksichtigt werden. Hier kommt hinzu, dass die Beschlüsse der Verwaltungsgerichte zu einem Großteil zweitinstanzlich geprüft werden und zum Teil keine Bestätigung durch die Oberverwaltungsgerichte finden.

*Der Ausbau der Windenergie ist ein gesellschaftliches Thema, welches ein hohes Konfliktpotential birgt. Ohne klare und nicht interpretierbare Gesetzesgrundlagen ist ein weiterer Ausbau der Windenergie nur begrenzt möglich.*

Eine Möglichkeit zur Akzeptanzsteigerung ist die Errichtung von Bürgerwindanlagen. Bei diesem Modell können sich Bürger finanziell beteiligen und vom Ertrag profitieren. Bei vielen Modellen wird dann zunächst den unmittelbar im Umfeld der Anlage wohnenden Bürgern ein Vorrang zur

Beteiligung eingeräumt. Wichtig hierbei ist jedoch, dass sich alle Betroffenen mitgenommen fühlen und die rechtlichen Voraussetzungen gegeben sind.

Eine Reihe von geschützten Großvögeln in Mitteleuropa können Opfer von Windkraftanlagen infolge der für sie nicht kalkulierbaren Rotorbewegung sein. Dies ist aufgrund der nationalen und europäischen Naturschutzgesetzgebung nicht zugelassen, weshalb bei Vorkommen solcher WEA-empfindlichen national und international geschützten Großvögel Anlagen oft abgelehnt oder nur mit ertragsmindernden präventiven Betriebsalgorithmen genehmigt werden. In vielen Fällen muss der Antragsteller zur Vermeidung der Kollision außerdem Flächen in entsprechender Lage ankaufen und mit strengen Auflagen versehen bewirtschaften lassen. Tritt bei bereits errichteten Windkraftanlagen Vogelschlag aufgrund veränderten Situationen (z.B. neue Horststandorte) oder Nicht-Wirksamkeit der Vermeidungsmaßnahmen auf, drohen weitere Einschränkungen des Betriebes der Anlagen bis hin zu Stilllegungen.

Da der Kreis Lippe aufgrund seiner attraktiven vielfältigen Landschaftsstruktur auch wichtiger Lebensraum u.a. für eine Reihe von Großvögeln wie Rotmilan, Schwarzstorch und Uhu ist, spielt der gesetzlich vorgeschriebene Artenschutz bei der Genehmigung der Anlagen eine besondere Rolle.

Der Kreis Lippe hat sich sowohl dem Ausbau regenerativer Energien als auch dem Erhalt der Biodiversität in seiner Zukunftsstrategie verpflichtet

Daher ist es dringend geboten, die in Ansätzen vorhandene Technologie zur Kollisionsvermeidung wie Radarerkennung gekoppelt mit der Anlagensteuerung und Optimierung von Ablenkflächen weiterzuentwickeln. Für ein solches Forschungsprojekt sind die Bedingungen in Lippe besonders gut. Eine finanzielle Förderung ist aber notwendig.

Die dynamische Entwicklung macht unter den o.g. Problemstellungen eine sichere Prognose der künftigen Erträge schwierig.

Aus diesem Grund werden im Folgenden drei verschiedene Annahmen zur Entwicklung des Ausbaus der Windkraft im Kreis Lippe skizziert.

#### *Annahme 1:*

Zur Deckung von 30% des lippischen Stromverbrauches ist ein Leistungszubau von 82 MW erforderlich. Dieses entspricht rd. 22 % der Gesamtleistung der derzeit beantragten Windenergieanlagen.

#### *Annahme 2:*

Bis 2050 wird eine Erhöhung der Leistung aus Windenergieanlagen in ausgewiesenen Konzentrationszonen und durch Repowering auf insgesamt 320 MW möglich. Bei 2.000 Volllaststunden entspricht dieses einer Gesamtstromerzeugung von 640 GWh/a (rd. 40% des heutigen Stromverbrauches in Lippe). Dieses entspricht einer Leistungserhöhung von 162 MW gegenüber dem derzeitigem Bestand.

---

Unter Berücksichtigung der Anzahl der derzeitigen Anträge, der Ausweisung von neuen Windvorrangzonen und dem technischen Fortschritt, z.B. bei der Entwicklung von emissionsmindernden Maßnahmen oder zum Artenschutz (Radarsysteme zur Abschaltung), ist dieses ein realistisches Szenario. Diese Annahme wurde daher dem Trendszenario zugrunde gelegt.

#### *Annahme 3:*

Bis 2050 wird eine Erhöhung der Leistung aus Windenergieanlagen in ausgewiesenen Konzentrationszonen und durch Repowering auf insgesamt 400 MW möglich. Bei 2.000 Volllaststunden entspricht dies einer Gesamtstromerzeugung von 800 GWh/a (rd. 50 % des heutigen Stromverbrauches in Lippe). Dieses entspricht einer Leistungserhöhung von 242 MW gegenüber dem derzeitigen Bestand.

Unter Berücksichtigung der Anzahl der derzeitigen Anträge, der Ausweisung von neuen Windvorrangzonen und dem technischen Fortschritt, z.B. bei der Entwicklung von emissionsmindernden Maßnahmen oder zum Artenschutz (Radarsysteme zur Abschaltung), ist dieses Szenario möglich, hierbei muss jedoch ein breiter gesellschaftlicher Konsens hergestellt werden.

Unter Berücksichtigung des Alters der derzeit betriebenen Windenergieanlagen wird eine kontinuierliche Leistungssteigerung resultieren. Für das Jahr 2015 ergibt sich folgende Altersstruktur: 34 der Anlagen sind vor dem Jahr 2000 errichtet. Zwischen 2000 und 2010 erfolgte ein Zubau von 71 Anlagen. Nach 2010 wurden nur 12 Anlagen errichtet. Der Zubau in den neuen Windvorrangzonen wird kontinuierlich in den nächsten 30 Jahren erfolgen. Diese Annahmen liegen dem Masterplanszenario zugrunde.

*Bei allen Vorhaben ist insbesondere die Weiterentwicklung der Anlagentechnik zum Schutz von windkraftsensiblen Arten und zur Minderung der Emissionen maßgeblich.*

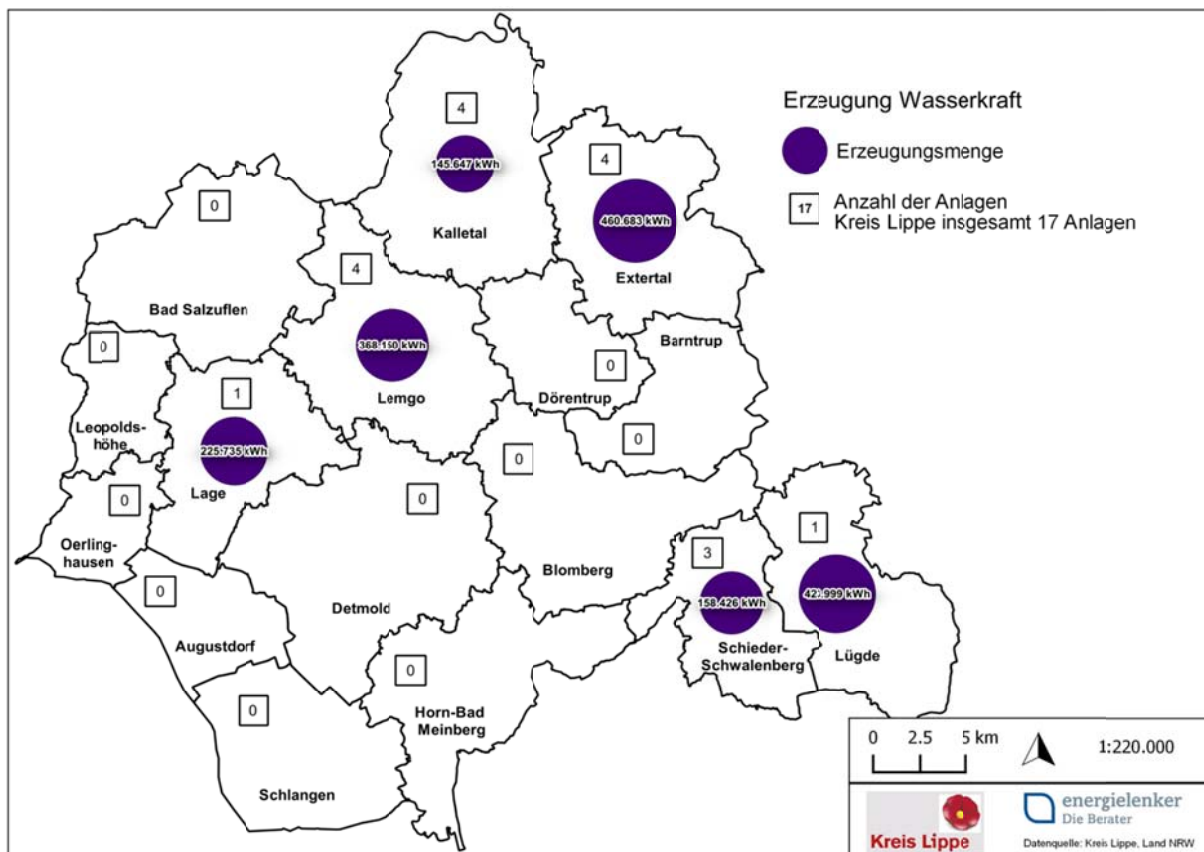
Die Erreichung der politischen Zielsetzung gem. Annahme 1 bis 2020 ist derzeit realistisch. Des Weiteren wird bis 2030 ein kontinuierlicher Austausch der Altanlagen, die vor dem Jahr 2000 gebaut wurden, erwartet. Anlagen, die zwischen den Jahren 2000 und 2010 errichtet wurden, werden bis 2040 durch moderne Anlagen ersetzt sein.

## **A 2.4 Wasserkraft**

Wasserkraft ist die historisch am längsten genutzte Energiequelle. Sie ist preiswert, steht jedoch aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur begrenzt zur Verfügung und unterliegt zudem saisonalen Schwankungen. Die Wasserkraft trägt daher in Deutschland nur zu einem relativ geringen Teil zur Deckung des Energiebedarfes bei.

Auch in Lippe liegt der Anteil der Wasserkraft weit hinter den anderen Energieträgern Wind, Sonne und Biomasse. Hier gibt es rd. 130 Wasserkraftanlagen, von denen jedoch nur noch 17 betrieben werden. Die installierte Leistung liegt bei knapp 1 MW. Damit spielt die Stromerzeugung aus Wasserkraft in Lippe eine eher geringe Rolle. Der Betrieb von bestehenden Wasserkraftanlagen ist vielfach durch alte Wasserrechte dauerhaft gesichert. Bei Anlagen, für die kein altes Wasserrecht erteilt wurde, existieren zeitlich begrenzte wasserrechtliche Erlaubnisse, die in der Regel für jeweils 20 Jahre erteilt werden. Mit 1.783 MWh trug die Wasserkraft nur zu etwa 0,1 % zur Deckung des lippischen Strombedarfes bei.

Lediglich in sechs Kommunen wurde Strom aus Wasserkraft generiert. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die Verteilung der Erzeugungsmengen auf die einzelnen Kommunen im Kreis Lippe.



**Abbildung 17: Stromerzeugung Wasserkraft**

Die Gründe für die geringen Erzeugungsmengen liegen dabei nicht ausschließlich in der Topografie Lippes begründet, sondern sind auch rechtlicher Natur: Gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie sind die Gewässer in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union in einen „guten ökologischen Zustand“ zu bringen. Hierzu gehört unter anderem die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Gewässer für Fische und Kleinstlebewesen, für die klassische Wasserkraftanlagen ein Wanderhindernis darstellen. Zur Erfüllung dieser Vorgabe sind im Bereich von Wasserkraftanlagen entsprechende bauliche Maßnahmen wie Fischpässe, oder Umflutgerinne

etc. zu ergreifen. Diese Bauwerke führen in der Regel zwangsläufig zu einer Reduzierung der Leistungsfähigkeit der Wasserkraftanlagen, da sie dauerhaft mit einer Mindestwassermenge zu beschicken sind. Für die Anlagenbetreiber ist dies ein Hemmnis, da der den ökologischen Vorgaben gerechte Umbau zudem mit Kosten verbunden ist.

Neben diesen Einschränkungen wird es zudem darüber hinaus durch die abzusehende Klimaveränderung aller Voraussicht nach zu einer Verringerung der Erträge von Wasserkraftanlagen kommen, da die Abflüsse in den Gewässern zukünftig vermehrt durch längere Trockenperioden und Starkniederschläge beeinflusst werden. Aus den beiden vorgenannten Aspekten ist zukünftig gegebenenfalls mit der Aufgabe weiterer Wasserkraftanlagen zu rechnen.

Der Bau neuer Wasserkraftanlagen ist nicht nur durch das begrenzte topographische Angebot limitiert, sondern wird wie oben bereits erläutert auch durch ökologische Anforderungen eingeschränkt. So stellt die Errichtung von Wasserkraftanlagen immer einen Eingriff in die Gewässer und damit in die Natur dar.

Es dürfen keine Wanderbarrieren für Fische und andere Wasserorganismen entstehen, was in der Regel den Bau von Fischaufstiegsanlagen oder Umgehungsgerinnen erforderlich macht. Um die nachteiligen ökologischen Auswirkungen zu minimieren, sind im Vorfeld in jedem Fall umfangreiche Untersuchungen durchzuführen.

Aus den oben genannten Gründen wird nicht mit einem weiteren Ausbau der Wasserkraft in Lippe gerechnet.

## A 2.5 Geothermie

In fast dem gesamten Kreisgebiet wird eine mittlere geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden zwischen 40 m und 100 m ausgewiesen (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19). Auffällig sind einige Felder im Stadtbereich von Detmold, aber auch im Norden und Osten des Kreises, die besonders für Anlagen mit geringerer Sondenlänge gute Eignung aufweisen. Erdwärmekollektoren (oberflächennah) sind nur in Teilen des Kreisgebietes mit einer mittleren Ergiebigkeit einsetzbar (vgl. Abbildung 20). Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da erstere flach unter der Oberfläche verlegt werden, während Sonden in die Tiefe gebaut werden und dadurch geringeren Platzbedarf haben.

**Geothermische Ergiebigkeit**

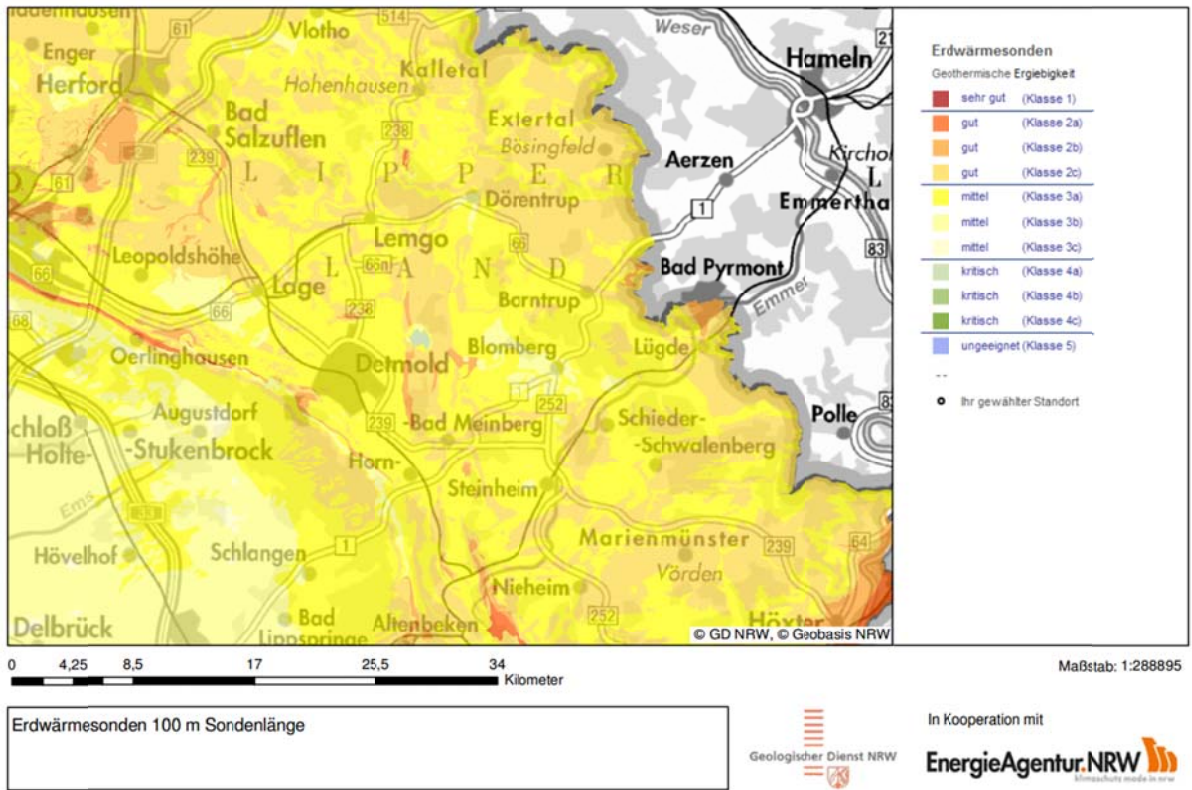


Abbildung 18: Geothermische Ergiebigkeit von Erdwärmesonden (100 m Sondenlänge)

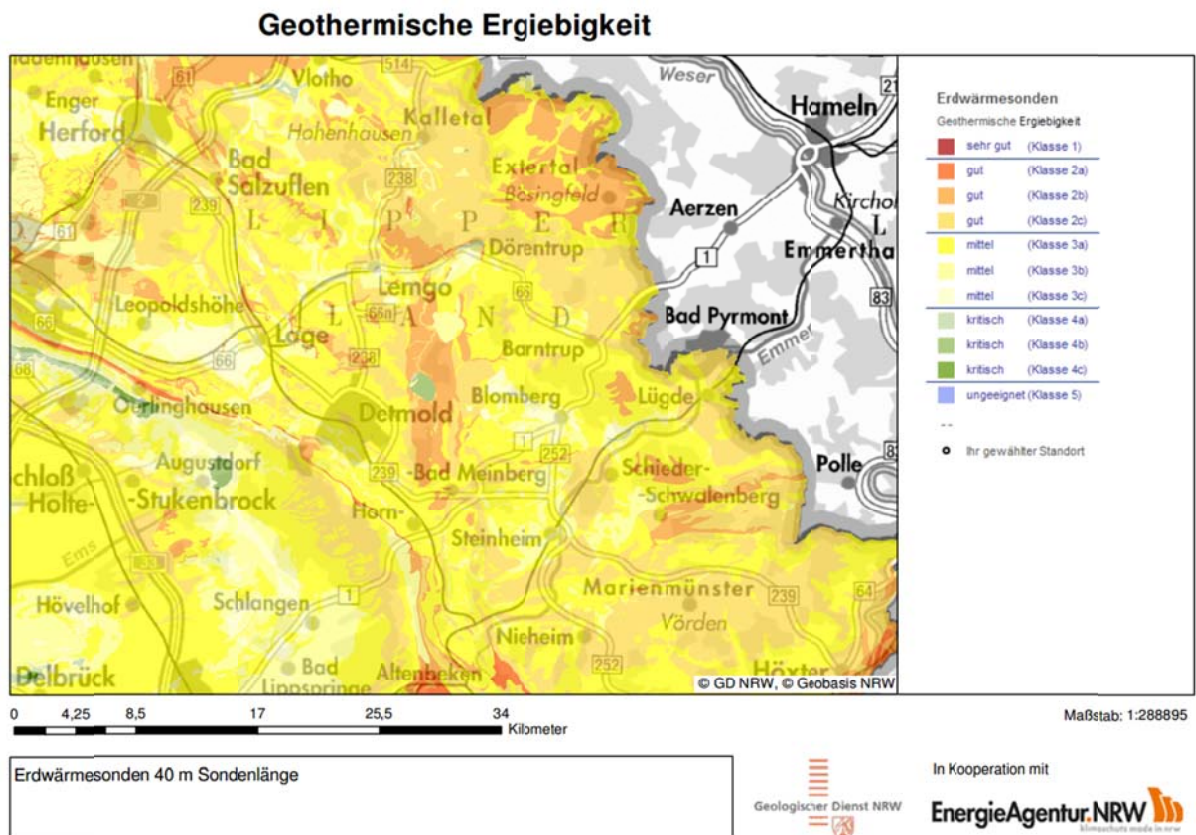


Abbildung 19: Geothermische Ergiebigkeit von Erdwärmesonden (40 m Sondenlänge)

### Geothermische Ergiebigkeit

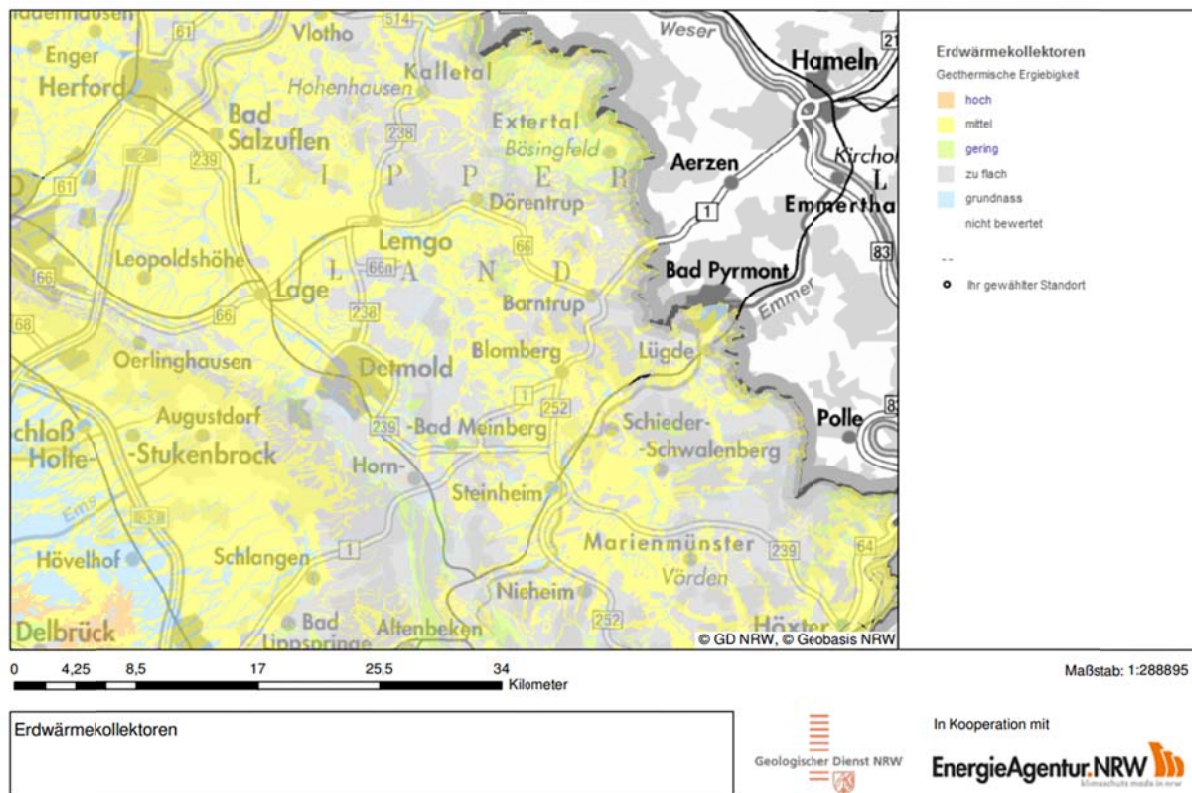


Abbildung 20: Geothermische Ergiebigkeit oberflächennaher Erdwärmekollektoren

Grundsätzlich zeigen die Abbildungen, dass im Kreis Lippe ein hohes Potenzial für die Wärmeversorgung mittels Geothermie vorliegt. Dabei könnten oberflächennahe Flächenkollektoren vorwiegend im westlichen Kreisgebiet und Erdwärmesonden eher im östlichen Kreisgebiet eingesetzt werden. Das LANUV weist für den Kreis Lippe ein hohes Potenzial von gut 3.600 GWh bis knapp 4.300 GWh pro Jahr aus (LANUV, 2010).

Erdwärmesonden bieten sich vor allem für Gebäude mit höherem Wärmebedarf an. Diese sind im Kreis Lippe in den verdichteten Siedlungsbereichen und Gewerbegebieten der Kommunen anzutreffen.

Nutzungseinschränkungen können sich durch Wasserschutzgebiete oder hydrogeologisch kritische Bereiche ergeben. In Lippe sind weite Teile des Kreisgebietes als hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich kritisch eingestuft. Bei der Planung sind diese weitläufigen Bereiche dringend zu berücksichtigen, da das Potenzial hierdurch stark eingeschränkt werden kann. Daher kann die tatsächlich nutzbare Energie aus der Erde wesentlich geringer ausfallen als in der Potenzialerhebung genannt.

Der Kreis Lippe hat in Zusammenarbeit mit den Betreibern von Wassergewinnungsanlagen, den Heilquellen- und Mineralwassernutzern, abgestimmt mit dem Geologischen Dienst NRW, eine sogenannte Ampelkarte für Teile des Kreisgebietes erarbeitet, welche Bauwillige, Architekten und Bohrunternehmen bei der Planung und Errichtung von Erdwärmeanlagen unterstützen soll. Diese



Karte gibt einen Überblick über eventuell bekannte Risiken oder spezifische Anforderungen an den Bau und Betrieb einer Erdwärmesonde.

Zudem steht im Kreis Lippe ein Geologe als Berater für den Bau und die Nutzung von Anlagen zur Nutzung von Erdwärme zur Verfügung.

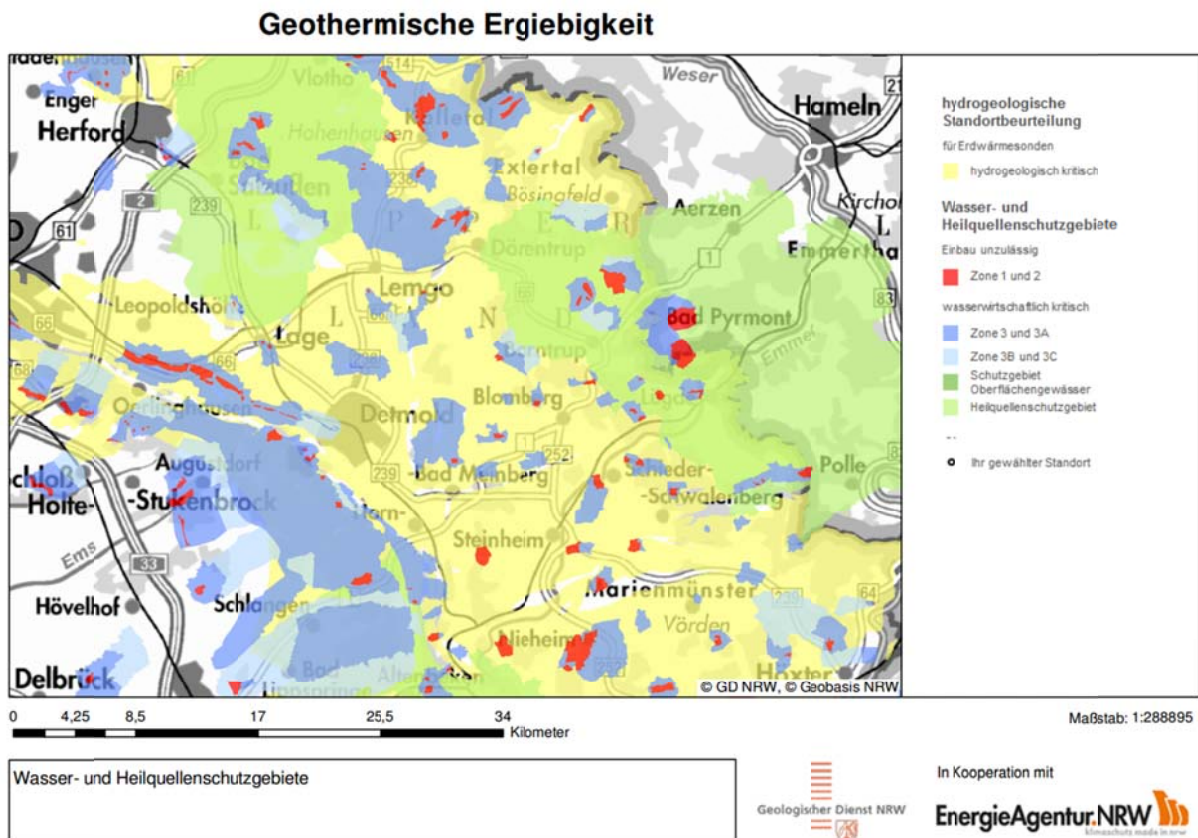


Abbildung 21: Hydrogeologisch kritische Bereiche und Schutzgebiete

## A 2.6 Biomasse

Die Erzeugung von Energie aus Biomasse stellt im Kreis Lippe einen bedeutenden Faktor dar. Mit gut 280 GWh<sub>el</sub>/a tragen feste und flüssige Biomasse gemeinsam den größten Anteil zur Stromgewinnung im Kreis Lippe bei.

Der Kreis Lippe hat im Jahr 2012 eine Potenzialanalyse für Erneuerbare Energien erstellen lassen<sup>3</sup>. In diesem werden unter anderem Potenziale für feste und flüssige Biomasse angegeben.

In dieser Potenzialstudie werden 140 GWh<sub>el</sub>/a als Potenzial für die Gewinnung von Strom aus vergärungsfähiger Biomasse bzw. Biogas angegeben.

<sup>3</sup> Energieagentur Lippe GmbH (2012): Studie zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung im Kreis Lippe, Oerlinghausen.

Aktuell werden im Kreis Lippe etwa 130 GWh<sub>el</sub>/a aus Biomasse erzeugt. Damit sind die laut Potenzialanalyse im Kreis Lippe vorhandenen Potenziale für die Energiegewinnung aus Biomasse nahezu erschöpft.

Zusätzlich werden in Horn-Bad Meinberg ca. 150 GWh<sub>el</sub>/a aus der Verbrennung von Resthölzern gewonnen.

Neben den verfügbaren Potenzialen zur Stromerzeugung gibt die Studie Potenziale zur Wärmeengewinnung aus fester Biomasse (Resthölzer/Stroh) in Höhe von 453 GWh<sub>th</sub>/a an. Entsprechend der theoretischen Ansätze der Potenzialanalyse werden diese Mengen bilanziell bereits in den Holzheizwerken in Detmold und Horn-Bad Meinberg thermisch genutzt.

Parallel zum Masterplan wurde durch den Landesbetrieb Wald und Forst NRW im Rahmen des Forschungsvorhabens „Nachhaltige Bioenergie: Forschung und Innovation für kooperative Bereitstellungsketten von nachhaltig erzeugter Biomasse“ eine Potenzialerhebung für den Cluster Wald und Holz im Kreis Lippe erstellt. Die Ergebnisse konnten im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse nicht mehr berücksichtigt werden, da sie im Erstellungszeitraum des Masterplans noch nicht vorlag. Die darin ermittelten Potenziale sollen jedoch im weiteren Umsetzungsprozess des Masterplans insbesondere bei der Maßnahme „Nutzung von Biomasseströmen“ berücksichtigt werden.

Eine Möglichkeit zur Ausschöpfung von Standortpotenzialen ergibt sich auch im Bereich von Biogas durch die Erweiterung und Effizienzsteigerung – insbesondere auf dem Wärme-Sektor – bestehender Anlagen. Dies wäre beispielsweise durch die Überplanung von bestehenden privilegierten Anlagen mit Bebauungsplänen möglich. Dazu sollten möglichst im Umkreis der Anlagen Wärmesenken untersucht und durch dezentrale Nahwärmenetze erschlossen werden. Der Betrieb der Netze bzw. Versorgungsanlagen kann beispielsweise genossenschaftlich organisiert werden, um die Akzeptanz potenzieller Anschlussnehmer zu erhöhen.

Die nachfolgende Grafik gibt die Situation im Jahr 2015 wieder.

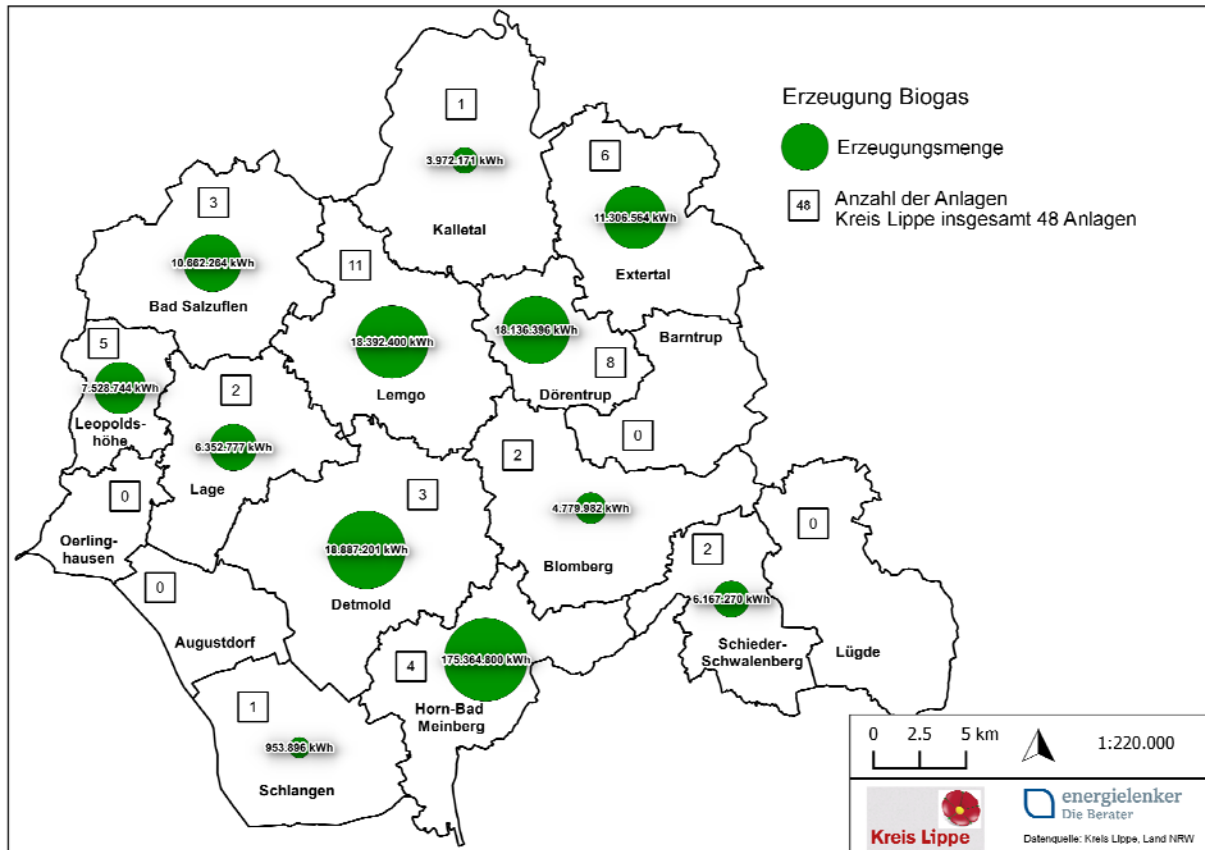


Abbildung 22: Stromerzeugung Biogas

Im Rahmen der Masterplanerstellung wird von einer Stagnation bei der Nutzung von Biomasse zur Stromgewinnung ausgegangen. Die Stromgewinnung wird nach dem Masterplanszenario bis 2050 auf 85 GWh<sub>el</sub>/a zurückgehen. Dies ergibt sich vor allem vor dem Hintergrund steigender Rohstoffbedarfe und sinkender fossiler Ressourcen, welche die Nachfrage nach biogenen Kohlenwasserstoffen für die chemische Industrie und Fasern für die Textilindustrie stark steigen lassen werden. Dies wird dazu führen, dass biogene Kraft- und Brennstoffe sehr teuer und damit unrentabel werden. Damit wird Biomasse als Energielieferant an Bedeutung verlieren und vor allem in Form von Biokohle für Spezialanforderungen eingesetzt werden, bei denen eine Substitution durch andere Energieträger nicht oder nur schwer möglich ist (Prozesswärme z.B. für Hochofenprozesse).

## A 3. HEUTIGE UND ZUKÜNFTIGE ENERGIEBEDARFE PRIVATER HAUSHALTE

### A 3.1 Strombedarf privater Haushalte

Das nachfolgende Kapitel befasst sich mit der Analyse des aktuellen und zukünftigen Strombedarfes privater Haushalte im Kreis Lippe

#### *A 3.1.1 Ist-Stand Strombedarf*

Durchschnittlich 25 % des gesamten Stromverbrauchs einer Kommune entfallen auf den privaten Haushaltsstrombedarf (vgl. AGE 2014), im Kreis Lippe beträgt der Wert des Sektors der privaten Haushalte 28 %. In diesem Sektor vollzieht sich durch steigende Energieeffizienz der Geräte und durch sich stetig änderndes Nutzerverhalten ein Wandel, der einen erheblichen dynamischen Einfluss auf den zukünftigen Energiebedarf haben kann.

Verantwortlich für Änderungen im Energieverbrauch der Haushalte ist sowohl die demographische Entwicklung als auch das Konsumverhalten, welches sich unter anderem in den Ausstattungsraten der Geräte widerspiegelt. Des Weiteren spielt die Effizienzsteigerung der jeweiligen Haushaltsgeräte eine wichtige Rolle.

Die hier angewandte Methodik basiert auf der Bottom-Up-Methodik zur Berechnung des Gerätebestandes in der Kommune. Dabei wird aus der Zusammensetzung des durchschnittlichen Gerätebestandes eines Haushaltes auf die Anzahl für das gesamte Kreisgebiet hochgerechnet.

Als Grundlage der Haushaltsgrößen wurden kommunale Daten aus dem Jahr 2011 zugrunde gelegt. Die Anzahl der Haushalte beläuft sich demnach für den gesamten Kreis Lippe auf 153.742 (vgl. Zensus 2011).

Zur besseren Berechnung der Stromverbräuche der Haushalte ist es ratsam, aufgrund der Vielzahl der verschiedenen Geräte diese zu Gerätegruppen zusammenzufassen. Hierbei wurden zweckmäßig folgende Gerätegruppen eingeteilt:

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Geräte zu Gerätegruppen (Quelle: eigene Darstellung 2017).**

Gerätegruppe	Beispiel
Bürogeräte	PC, Telefoniegeräte, IKT-Geräte, ISDN-Anlagen, Router
TV	TV, Beamer
Unterhaltungskleingeräte	Receiver, DVD-/Blue-Ray-/HDD-Player, Spiele-Konsolen
Kochen und Backen	Elektroherd, Backofen
Kühlen und Gefrieren	Kühlgeräte, Kühl- und Gefrierkombinationen, Gefriergeräte
Licht/ Beleuchtung	diverse Leuchtmittel
Wasserversorgung	Zirkulationspumpe Trinkwarmwasser
Waschen/ Trocknen/ Spülen	Waschmaschine, Spülmaschine, Trockner, Waschtrockner
Haushaltskleingeräte	Haartrockner, Toaster, Kaffeemaschine, Bügeleisen

### *Berechnung des gegenwärtigen Stromverbrauches*

Um die Anteile der Stromverbräuche der Geräte in der jeweiligen Gerätegruppe bestmöglich abzubilden, wurden diese innerhalb der Gerätegruppe mit deren spezifischem Strombedarf aufmultipliziert, sodass der Anteil dieser am Gesamtstrombedarf gleichmäßig gewichtet ist. Die Gerätegruppen wurden wiederum auf zwei Altersklassen aufgeteilt, sodass der Altersanteil der Geräte und der daraus höhere Strombedarf berücksichtigt wird. Es wurden zwei Altersklassen gewählt: „10 Jahre und älter“ und „Neugeräte bis 10 Jahre“. Zur Berechnung des gesamten Stromverbrauchs der privaten Haushalte für den Kreis Lippe wurden die Ausstattungsraten sowie die spezifischen jährlichen Geräteverbräuche aus der Studie „Identifikation, Quantifizierung und Systematisierung technischer und verhaltensbedingter Stromeinsparpotenziale privater Haushalte“ (vgl. Bürger 2009) für Geräte der Altersklasse 10 Jahre und älter zugrunde gelegt.

Für die Altersklasse der Neugeräte bis 10 Jahre wurden die spezifischen Stromverbräuche mit einem für die jeweilige Geräteklasse typischen Effizienzsteigerungsfaktor verrechnet, der auf der Basis der Stromverbräuche der Online-Plattform Eco-Top-Ten<sup>4</sup> zugrunde gelegt wurde. Der Stromverbrauch zum Betrieb von heizungstechnischen Anlagen wird dem Sektor Wärmeversorgung zugerechnet und hier nicht berücksichtigt.

<sup>4</sup> Auf der Online-Plattform Eco-Top-Ten werden Produkte aufgrund ihrer Umwelt- und Sozialverträglichkeit ausgezeichnet. Außerdem gibt es zahlreiche Informationen zu Stromverbräuchen und Energieeffizienzklassen der Geräte.

Der aktuelle berechnete Strombedarf der privaten Haushalte beträgt somit für den Kreis Lippe insgesamt rund 400.500 MWh. Im Abgleich mit den tatsächlichen Stromverbräuchen des Kreis Lippe ergibt sich folgendes Bild: Aus der Endenergiebilanz wird ersichtlich, dass der Sektor private Haushalte im Jahr 2015 rund 484.100 MWh<sup>5</sup> Strom verbraucht hat (Stromverbrauch 2015 ist 17 % über dem berechneten Strombedarf). Dies ist darauf zurückzuführen das im Wert für den Stromverbrauch noch der Verbrauch für die Warmwasseraufbereitung enthalten ist. Dieser macht durchschnittlich 12 % des haushaltsbezogenen Stromverbrauches aus (vgl. EnergieAgentur.NRW 2015). Zudem hat das Nutzerverhalten eines jeden einzelnen ebenfalls Auswirkungen auf den Stromverbrauch.

### **A 3.1.2 Zukünftiger Strombedarf**

#### *Berechnung der zeitlichen Fortschreibung*

Zur Fortschreibung der Strombedarfe wird angenommen, dass die Geräte, welche in der vergangenen Dekade als neu galten, in der nachfolgenden Dekade in die nächste Altersgruppe eingefügt werden. Diese wird dann wiederum ersetzt durch Geräte mit höherer Effizienz. Durch die jeweilige Anpassung des Effizienzsteigerungsfaktors kann so der jeweilige spezifische Strombedarf für die kommenden Jahre errechnet werden. Dabei spielt die Anzahl der mittleren Neubeschaffungen der Geräte eine wichtige Rolle, welche innerhalb der Gerätegruppe aufgrund der verschiedenen Geräte gemittelt wurde.

Für den spezifischen, durchschnittlichen Haushaltsstrombedarf im Kreis Lippe ergibt sich folgende Darstellung:

---

<sup>5</sup> Für die Vergleichswerte im Rahmen der Potenzialanalyse werden witterungsbereinigte Werte aus der Endenergiebilanz verwendet. Daher kann es sein, dass die hier beschriebenen Werte leicht von denen der Endenergiebilanz abweichen. Wobei dies beim Stromverbrauch nicht der Fall ist, da nur Energieträger, die zur Wärmegewinnung eingesetzt werden, davon betroffen sind.

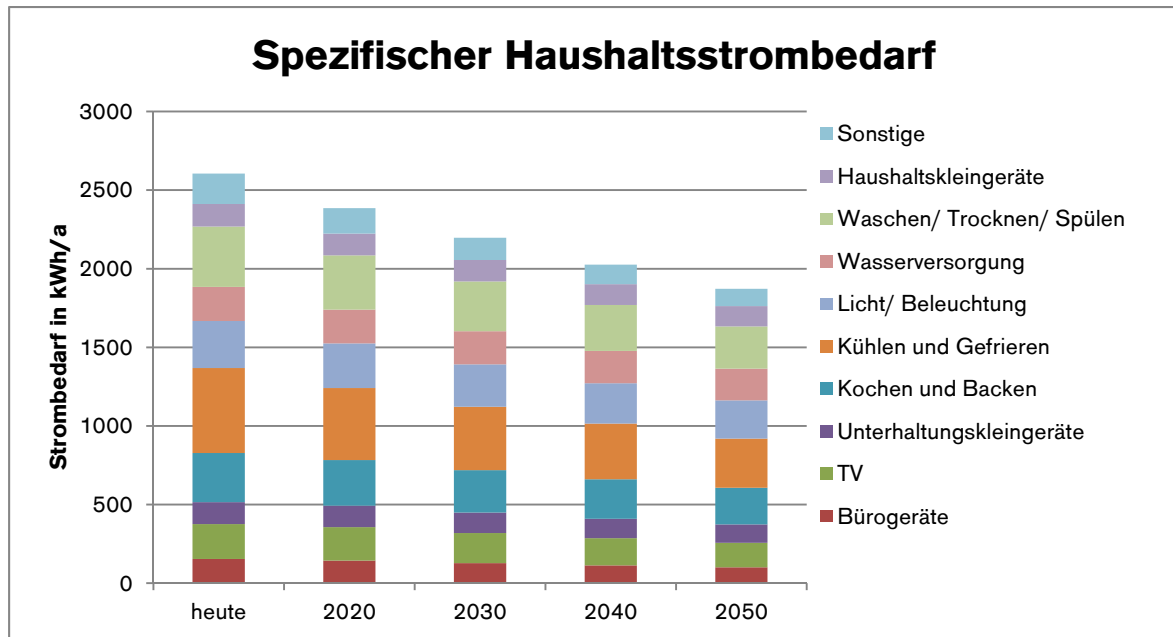


Abbildung 23: Spezifischer Haushaltsstrombedarf in kWh pro Jahr und Haushalt im Kreis Lippe (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Für das Jahr 2030 ergibt sich ein gesamter Haushaltsstrombedarf von rund 338.000 MWh, was eine Reduzierung des Strombedarfs gegenüber der aktuellen Situation von etwa 62.500 MWh bedeutet. Der Haushaltsstrombedarf der privaten Haushalte liegt in 2050 bei rund 288.000 MWh. Dies entspricht einer Einsparung von 112.500 MWh gegenüber dem Ausgangsjahr.

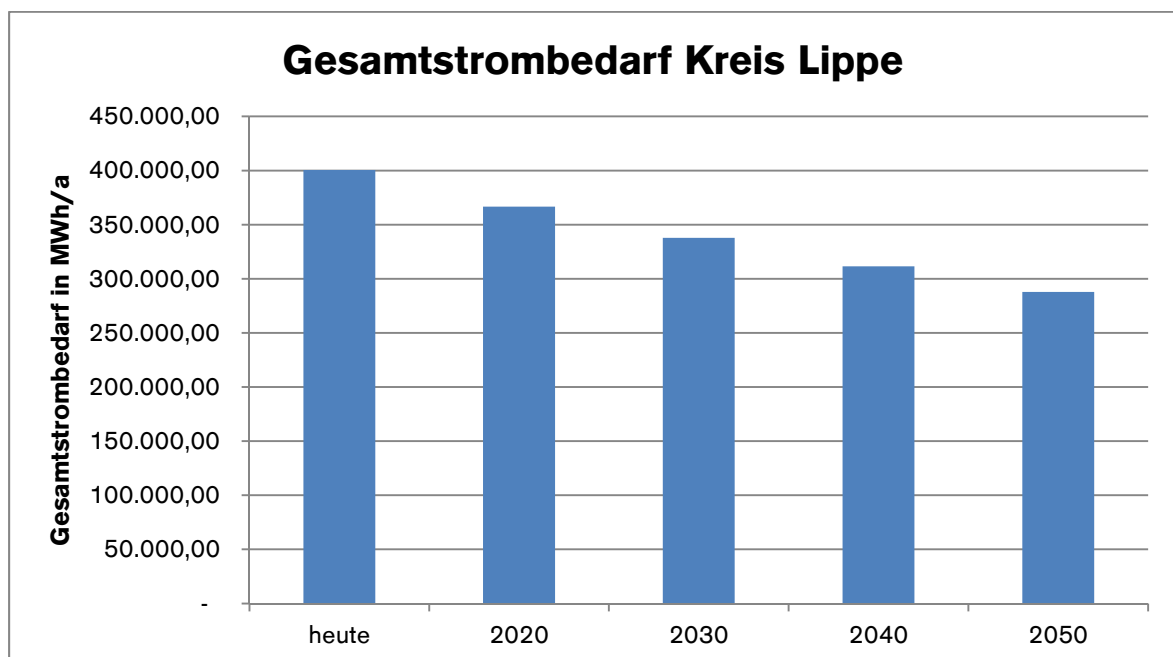


Abbildung 24: Gesamtstrombedarf Kreis Lippe

Deutlich wird hier das mögliche Endenergieeinsparpotenzial durch die Effizienzsteigerung der Geräte. Diese wird jedoch durch die Ausstattungsraten und das Nutzerverhalten (Suffizienz) begrenzt.

**Tabelle 2: Zusammenfassung Strombedarf privater Haushalte (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).**

Status quo Stromverbrauch 2015 [MWh/Jahr]	Status quo Strombedarf heute [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 [MWh/ Jahr]	Strombedarf 2050 [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 (gegenüber 2015) in %
484.100	400.500	112.500	288.000	28 %

#### *Einfluss des Nutzerverhaltens (Suffizienz)*

Eine rein technische Betrachtung führt stets zu einer starken Verminderung des Haushaltsstrombedarfs. In der Realität zeigt sich jedoch oft, dass besonders effiziente Geräte zu sogenannten Rebound-Effekten führen. Das bedeutet, dass mögliche Stromeinsparungen durch neue Geräte, beispielsweise durch die stärkere Nutzung dieser oder durch die Anschaffung von Zweitgeräten (Beispiel: der alte Kühlschrank wandert in den Keller und wird dort weiterhin genutzt), begrenzt oder sogar vermindert werden (vgl. Sonnberger 2014). Andererseits kann auch das Gegenteil eintreten, wobei energieintensive Geräte weniger genutzt werden. Des Weiteren ist es bei einigen Geräten auch schlichtweg nicht möglich, große Effizienzsteigerungen zu erzielen. Deshalb ist der Strombedarf in der Zielvision für 2050 nicht um ein vielfaches geringer als in der Ausgangslage.

### **A 3.2 Wärmebedarf privater Haushalte**

Ein erhebliches THG-Einsparpotenzial ist im Bereich der Gebäudesanierung auszumachen. Gemäß der Energie- und THG-Bilanz wird im Kreis Lippe rund 29 % der gesamten Endenergie, die 2015 auf dem Kreisgebiet verbraucht wurde (inkl. Verkehr), für den Wärmebedarf von Wohngebäuden benötigt. Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands kann der Endenergiebedarf und damit der THG-Ausstoß erheblich reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung stellt mögliche Einsparpotenziale von Gebäuden nach Baualtersklassen dar.



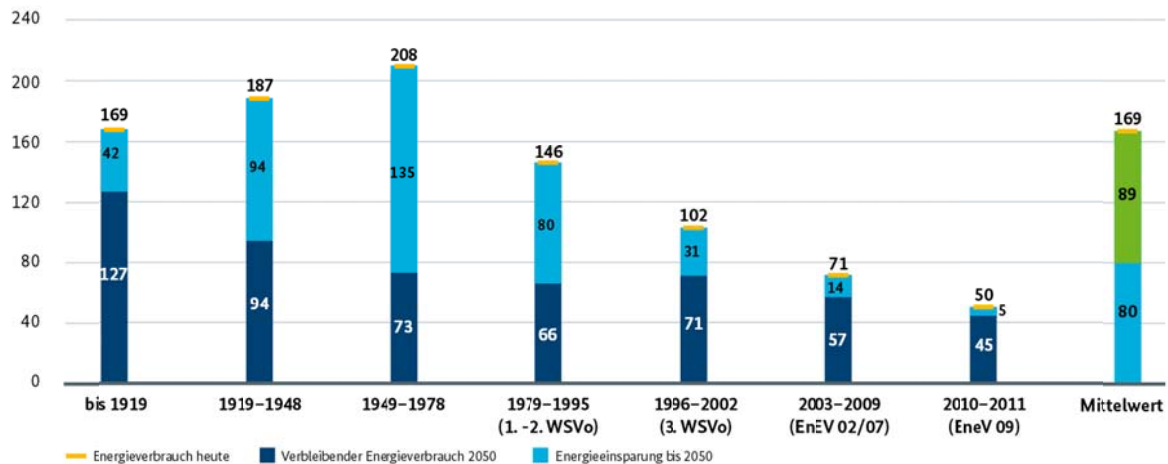


Abbildung 25: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauchs heute und des Einsparpotenzials in 2050 (Quelle: BMWi 2014).

Im nachfolgenden Kapitel wird der aktuelle und zukünftige Wärmebedarf der privaten Haushalte im Kreis Lippe analysiert. Die Analysen basieren auf Zensusdaten aus dem Jahr 2011. Des Weiteren werden Angaben zu Gebäudetypen und deren spezifischen Energiebedarfen aus der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) entnommen und auf den Kreis Lippe übertragen.

### A 3.2.1 Ist-Stand Heizwärmebedarf

#### Gebäudebestand

Im Kreis Lippe belaufen sich die Gebäude mit Wohnraum auf 92.262 und die Wohnungen auf 168.721 (Stand Mai 2011). Die nachfolgende Abbildung 26 gibt Auskunft über die Verteilung der Baualterklassen. Der Großteil der Gebäude (43,8 %) entstand in der Nachkriegszeit zwischen 1949 und 1978 und damit vor der ersten Wärmeschutzverordnung. Ihr Heizenergiebedarf liegt im Kreis Lippe bei über 48 % des Gesamtheizenergiebedarfes (s. Abbildung 27).

Im Vergleich zu NRW und auch zu Deutschland fällt jedoch auf, dass es im Kreis Lippe einen geringeren Anteil an Gebäuden gibt, die nach 2001 erbaut wurden. So liegt der Anteil der Gebäude im Kreis Lippe, die ab 2001 erbaut wurden, mit 6,7 % um 1,7 % unter dem Anteil von NRW. Dafür existiert im Kreis Lippe ein überdurchschnittlich hoher Anteil an Gebäuden, die vor 1919 errichtet wurden (14,7 %, → historische Stadtkerne im Kreis Lippe).

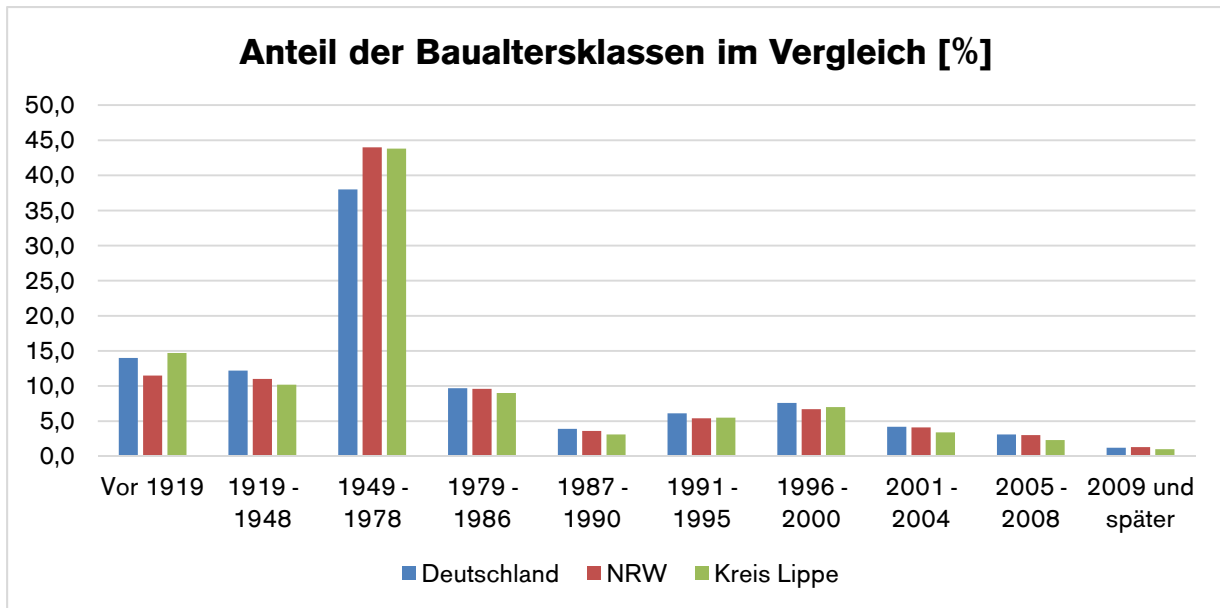


Abbildung 26: Baualtersklassen der Wohngebäude im Kreis Lippe im Vergleich zu NRW und Deutschland (Quelle: eig. Darstellung auf Grundlage der Zensus-Daten 2011).

Bei der Betrachtung der Gebäudegrößen fällt auf, dass im Kreis Lippe Einfamilienhäuser (EFH) mit 1-2 Wohneinheiten dominieren (etwa 85 % der Wohngebäude), während der Anteil an größeren Mehrfamilienhäusern mit sieben und mehr Wohneinheiten nur bei knapp 2 % liegt. Kleinere Mehrfamilienhäuser machen im Kreis einen Anteil von etwa 13 % aus (vgl. Zensus-Daten 2011).

In der nachfolgenden Grafik ist der berechnete Ist-Nettoheizwärmebedarf für Wohngebäude im Kreis Lippe dargestellt. Grundlagen für die Berechnungen sind Zensus-Daten (2011) zu den Gebäudetypen und Gebäudegrößen sowie Heizwärmebedarfe aus der Gebäudetypologie Deutschland (vgl. IWU 2014).

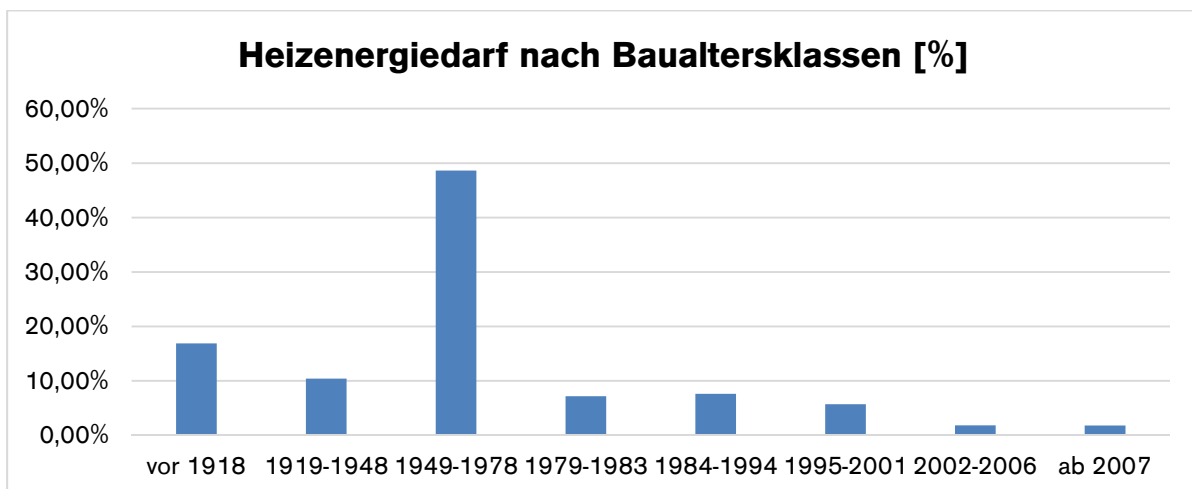


Abbildung 27: Heizenergiedarf nach Baualtersklasse in % (Quelle: eig. Darstellung auf Grundlage der Zensus-Daten 2011).

Die Berechnungen für den Ist-Nettoheizwärmebedarf ergeben etwa 2.406 GWh pro Jahr. Im Abgleich mit den witterungsbereinigten Verbrauchswerten aus 2015 von 2.653 GWh pro Jahr ergeben sich nur leichte Differenzen (ca. 10 %). Dabei ist darauf hinzuweisen, dass dieser Abgleich nur der Orientierung dient, um abzuschätzen, ob die berechneten Bedarfe die richtige Tendenz aufweisen. So sind bei der Berechnung des Ist-Nettoheizwärmebedarfes noch keine anlagenbezogene Verluste mit erfasst.

### **A 3.2.2 Zukünftiger Heizwärmebedarf**

Der zukünftige Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Kreis Lippe wird auf Grundlage des berechneten Ist-Heizwärmebedarfes dargestellt und wurde ebenfalls mittels Zensus-Daten (2011) zu den Gebäudetypen und Gebäudegrößen sowie Heizwärmebedarfen aus der Gebäudetypologie Deutschland (vgl. IWU 2014) hochgerechnet.

Für die Berechnung des zukünftigen Heizwärmebedarfes werden jeweils drei Korridore für zwei Sanierungsvarianten (konventionell und zukunftsweisend) angegeben. Die drei Korridore definieren sich über folgende unterschiedliche Sanierungsraten:

- Variante 1 – Sanierungsrate linear: Beschreibt das Ziel der Vollsanierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2050 und nimmt eine lineare Sanierungstätigkeit (→ Sanierungsquote beträgt hier: 2,8 % pro Jahr) an.
- Variante 2 – Sanierungsrate linear: Legt die Annahme einer Sanierungsrate von 1,5 % pro Jahr zu Grunde. Damit wären im Jahr 2050 54 % der Gebäude saniert. Diese Variante weist damit die geringsten Einsparpotenziale auf.
- Variante 3 – Sanierungsrate variabel: Beschreibt ebenfalls wie Variante 1 das Ziel der Vollsanierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2050, nimmt aber eine variable, gestaffelte Sanierungstätigkeit an, so dass die Sanierungsquoten von 0,8 % pro Jahr bis zu 4,5 % nach 2044 reichen.

Für den Wohngebäudebestand im Kreis Lippe ergeben sich daraus für die Sanierungsvariante „konventionell“ folgende Einsparpotenziale:

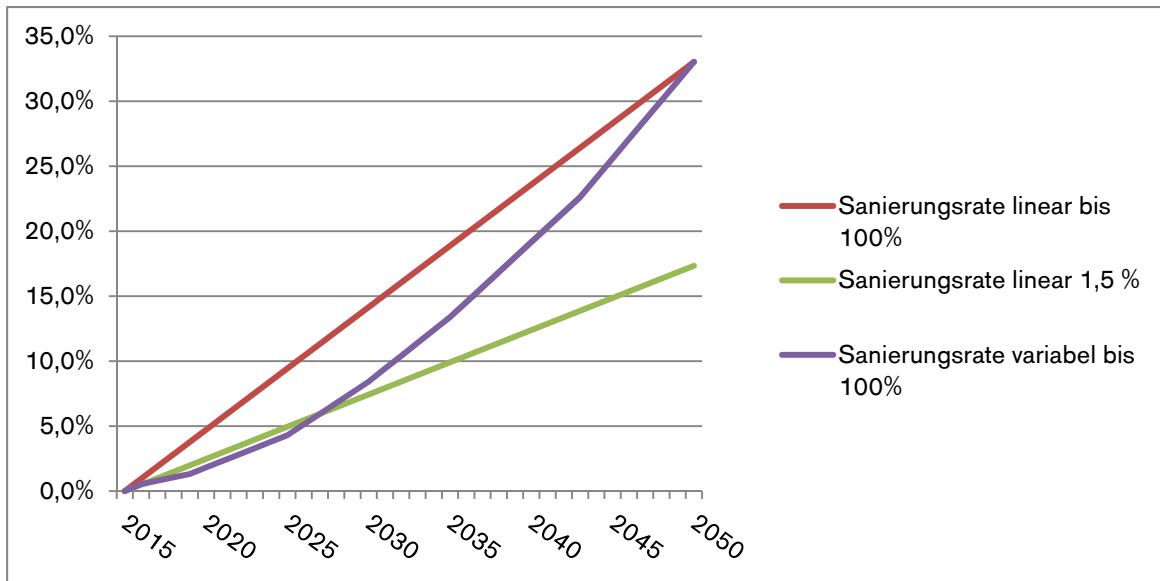


Abbildung 28: Einsparpotenziale der Wohngebäude „konventionell“ saniert bis 2050 (Quelle: eig. Darstellung und Berechnung 2017).

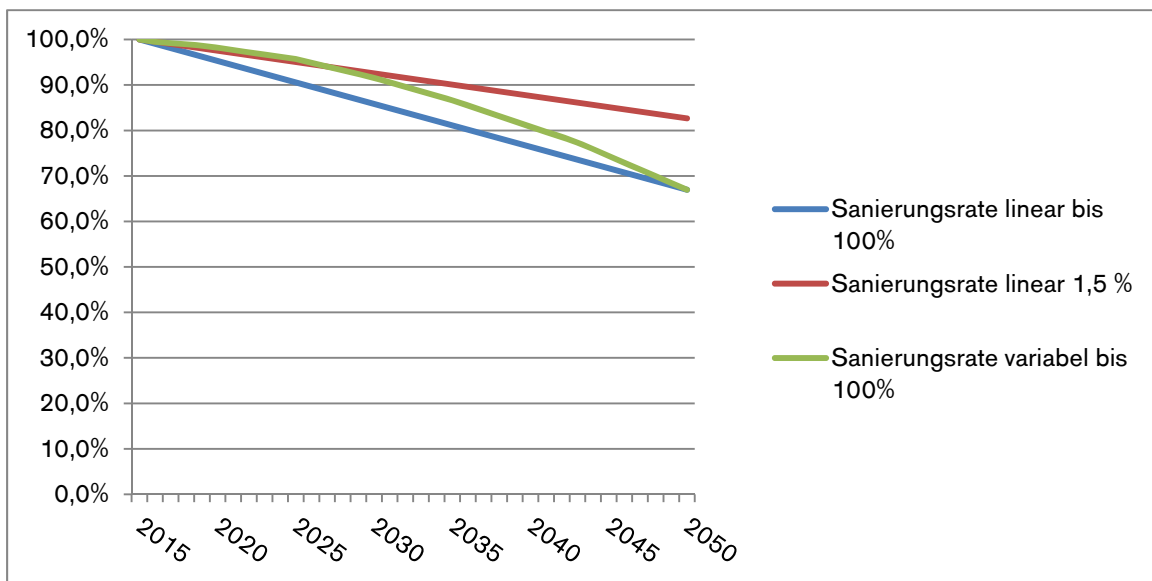


Abbildung 29: Entwicklung des Heizwärmebedarfes der Wohngebäude „konventionell“ saniert bis 2050 (Quelle: eig. Darstellung und Berechnung 2017).

Für die Sanierungsvariante „konventionell“ ergeben sich damit Einsparpotenziale bis 2050 von 33 %.<sup>6</sup>

Des Weiteren ergeben sich für den Wohngebäudebestand im Kreis Lippe für die Sanierungsvariante „zukunftsweisend“ folgende Einsparpotenziale:

<sup>6</sup> Wert ist bezogen auf den berechneten Wärmebedarf.

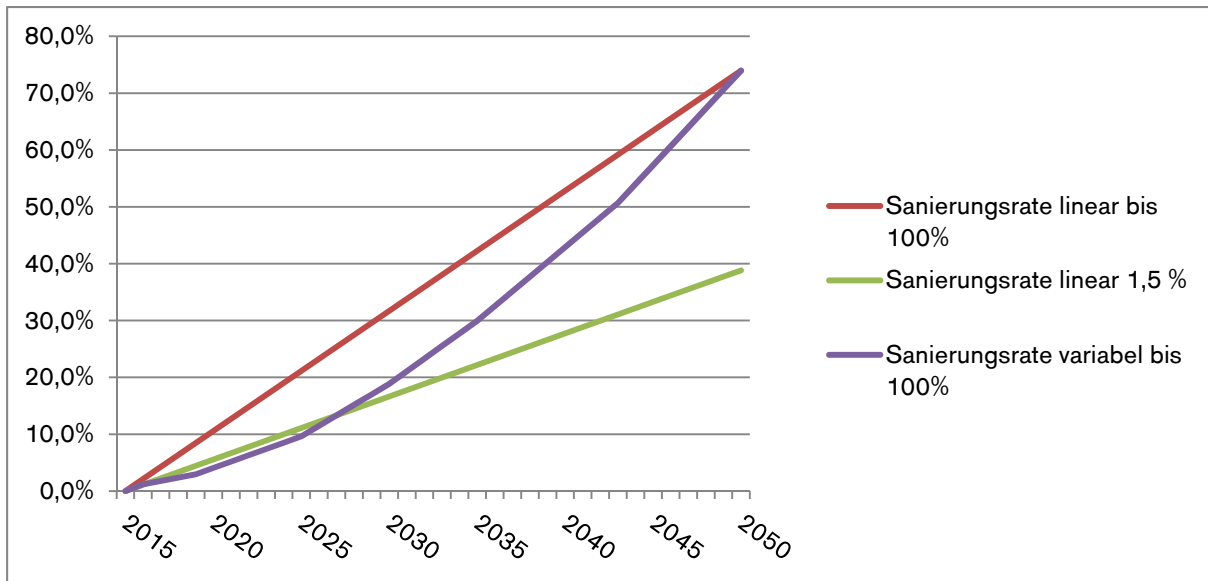


Abbildung 30: Einsparpotenziale der Wohngebäude „zukunftsweisend“ saniert bis 2050 (Quelle: eig. Darstellung und Berechnung 2017).

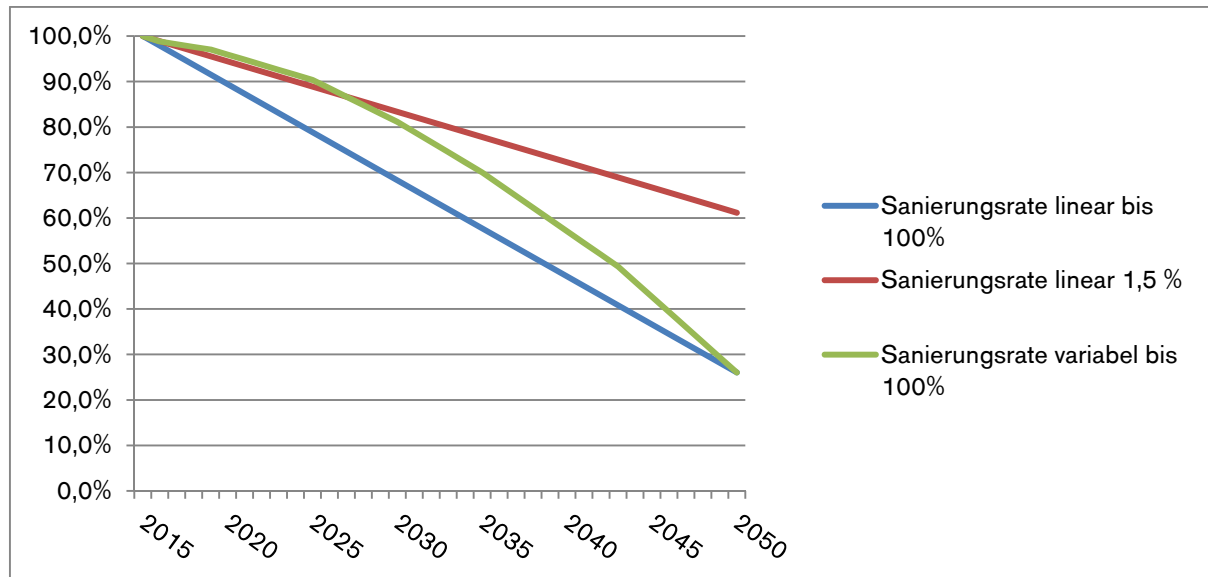


Abbildung 31: Entwicklung des Heizwärmebedarfes der Wohngebäude „zukunftsweisend“ saniert bis 2050 (Quelle: eig. Darstellung und Berechnung 2017).

Für die Sanierungsvariante „zukunftsweisend“ ergeben sich damit Einsparpotenziale bis 2050 von knapp 74 %.

**Tabelle 3: Zusammenfassung Wärmebedarf privater Haushalte für die Sanierungsvariante „konventionell“**  
(Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

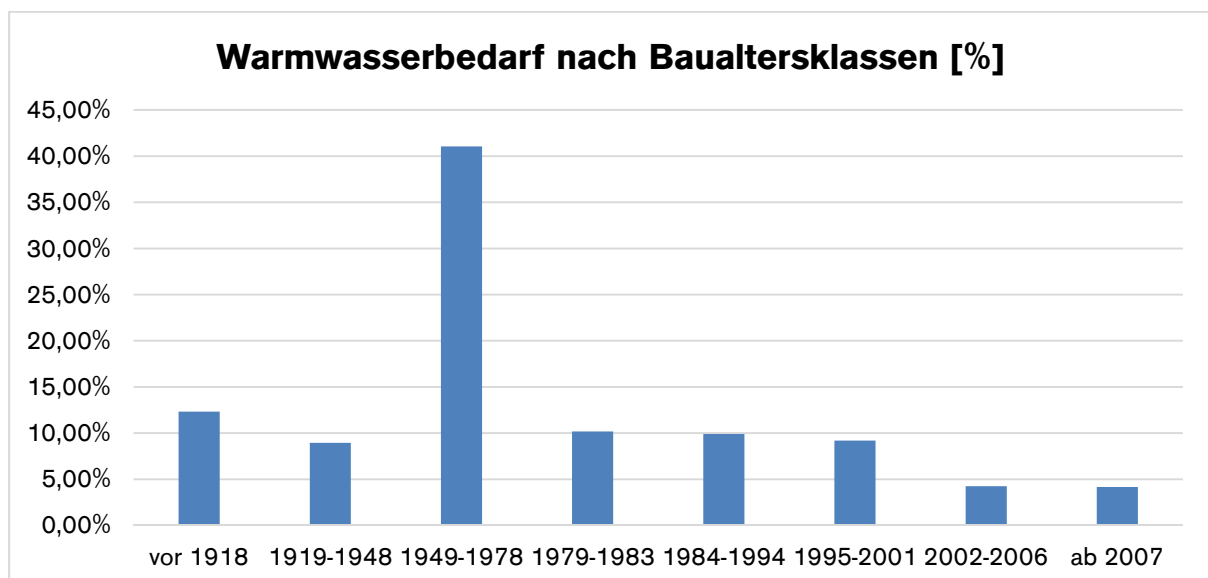
Status quo Wärmeverbrauch 2015 [MWh/Jahr] <sup>7</sup>	Status quo Wärmebedarf heute [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 [MWh/ Jahr]	Wärmebedarf 2050 [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 (gegenüber 2015) in %
2.653.200	2.406.477	794.943	1.611.533	23 %

**Tabelle 4: Zusammenfassung Wärmebedarf privater Haushalte für die Sanierungsvariante „zukunftsweisend“**  
(Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Status quo Wärmeverbrauch 2015 [MWh/Jahr] <sup>8</sup>	Status quo Wärmebedarf heute [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 [MWh/ Jahr]	Wärmebedarf 2050 [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 (gegenüber 2015) in %
2.653.200	2.406.477	1.780.025	626.452	74 %

### A 3.2.3 Ist-Situation Warmwasserbedarf

In der nachfolgenden Grafik ist der berechnete Ist-Warmwasserbedarf für Wohngebäude im Kreis Lippe dargestellt. Grundlage für die Berechnungen sind Zensus-Daten (2011) zu den Gebäudetypen und Gebäudegrößen sowie Warmwasserbedarfe aus der Gebäudetypologie Deutschland (vgl. IWU 2014).



**Abbildung 32: Aufteilung des Warmwasserbedarfs nach Baualtersklasse (BAK)** (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

<sup>7</sup> Wert ist witterungsbereinigt.

<sup>8</sup> Wert ist witterungsbereinigt.

Die Berechnungen für den Ist-Warmwasserbedarf für das Ausgangsjahr ergeben etwa 132 GWh pro Jahr.

#### *A 3.2.4 Zukünftiger Warmwasserbedarf*

Der zukünftige Warmwasserbedarf der Wohngebäude im Kreis Lippe wird auf Grundlage des berechneten Ist-Warmwasserbedarfs dargestellt und wurde ebenfalls mittels der Zensus-Daten (2011) zu den Gebäudetypen und Gebäudegrößen sowie Warmwasserbedarf aus der Gebäudetypologie Deutschland (vgl. IWU 2014) hochgerechnet.

Für die Berechnung des zukünftigen Warmwasserbedarfes werden jeweils drei Korridore für zwei Sanierungsvarianten (konventionell und zukunftsweisend) angegeben. Die drei Korridore definieren sich über folgende unterschiedliche Sanierungsvarianten:

- Variante 1 Sanierungsrate linear: Beschreibt das Ziel der Vollsanierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2050 und nimmt eine lineare Sanierungstätigkeit (→ Sanierungsquote beträgt hier: 2,8 % pro Jahr) an.
- Variante 2 Sanierungsrate linear: Legt die Annahme einer Sanierungsrate von 1,5 % pro Jahr zu Grunde. Damit wären im Jahr 2050 54 % der Gebäude saniert. Diese Variante weist damit die geringsten Einsparpotenziale auf.
- Variante 3 Sanierungsrate variabel: Beschreibt ebenfalls wie Variante 1 das Ziel der Vollsanierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2050, nimmt aber eine variable, gestaffelte Sanierungstätigkeit an, so dass die Sanierungsquoten von 0,8 % pro Jahr bis zu 4,5 % nach 2040 reichen.

Für den Wohngebäudebestand im Kreis Lippe ergeben sich daraus für die Sanierungsvariante „konventionell“ folgende Ergebnisse:

**Tabelle 5: Zusammenfassung Warmwasserbedarf private Haushalte für die Sanierungsvariante "konventionell"**  
 (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Status quo Warmwasserbedarf heute [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 [MWh/ Jahr]	Warmwasserbedarf 2050 [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 (gegenüber 2015) in %
132.725	-45.782	178.507	Zuwachs von 34%

Für den Wohngebäudebestand im Kreis Lippe ergeben sich daraus für die Sanierungsvariante „zukunftsweisend“ folgende Einsparpotenziale:

**Tabelle 6: Zusammenfassung Warmwasserbedarf private Haushalte für die Sanierungsvariante "zukunftsweisend"**  
 (Quelle: eigene Berechnung und Darstellung 2017).

Status quo Warmwasserbedarf heute [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 [MWh/ Jahr]	Warmwasserbedarf 2050 [MWh/Jahr]	Einsparpotenzial bis 2050 (gegenüber 2015) in %
132.725	-65.457	198.182	Zuwachs von 49%

Beim Warmwasserbedarf stellt sich zukünftig kein Einsparpotenzial ein (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6). Dies liegt zum einen daran, dass der zukünftige Warmwasserkomfort steigt, zum anderen ist dies der Legionellen-Problematik geschuldet. Zudem soll zukünftig ein Teil des Warmwasserverbrauchs von Waschmaschinen und Geschirrspülern nicht mehr über Elektrogeräte, sondern durch das Warmwassersystem bereitgestellt werden.



## A 4. HEUTIGER UND ZUKÜNFTIGER ENERGIEBEDARF VON INDUSTRIE UND GHD

Im industriellen Bereich liegen die Einsparpotenziale vor allem im effizienteren Umgang mit Prozesswärme (Brennstoffe) und mechanischer Energie (Strom), im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) wird ein großer Teil der Energie zur Bereitstellung von Raumwärme sowie zur Beleuchtung und Kommunikation eingesetzt. Abbildung 33 zeigt die unterschiedlichen Einsparpotenziale nach Querschnittstechnologien.

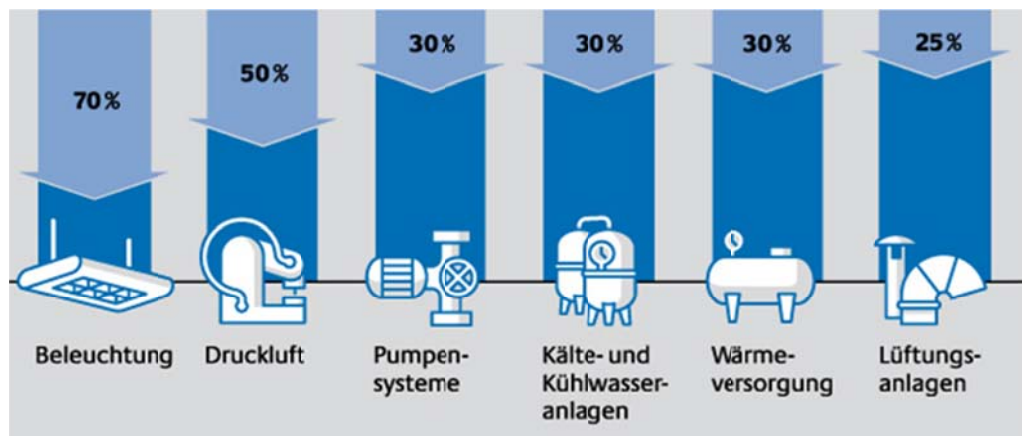


Abbildung 33: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien (dena, 2014)

Zur Ermittlung der Energiebedarfe wurden die Beschäftigtenzahlen des Kreises Lippe nach Wirtschaftszweigen sowie für das produzierende Gewerbe nach Branchen (jeweils IT.NRW) genutzt. Diese wurden mittels verschiedener Energieverbrauchskennwerte je Beschäftigten (ISI, 2015 und Rhode, 2011) auf Energiebedarfe je Branche hochgerechnet. Mit Hilfe dieser Hochrechnung lässt sich auch der Verwendungszweck sowie Energieträger (Brennstoff oder Strom) bestimmen.

Die prozentualen Verteilungen der Bedarfe wurden danach mit den tatsächlich bestimmten Energieträgerbedarfen aus der Energie- und THG-Bilanzierung abgeglichen. So konnten die aus der Bilanz bekannten Gesamtbedarfe auf die einzelnen Branchen umgelegt und Verwendungszwecken zugeordnet werden.

Die Verteilung auf einzelne Branchen wird an dieser Stelle nicht dargestellt, es werden nur die Bedarfe nach Verwendungszweck und Energieträger (Brennstoff und Strom) aufgegliedert.

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD wird auf eine Studie des Institutes für Ressourceneffizienz und Energiestrategien zurückgegriffen. Diese weist in zwei verschiedenen

Szenarien Potenziale für die Entwicklung des Energiebedarfes in Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung aus.

Für die Berechnung werden folgende Größen verwendet:

- Spezifischer Effizienzindex: Entwicklung der Energieeffizienz der entsprechenden Technologie bzw. der Effizienzpotenziale im spezifischen Einsatzbereich
- Nutzungsintensitätsindex: Intensität des Einsatzes einer bestimmten Technologie bzw. eines bestimmten Einsatzbereiches. Hier spiegelt sich in starkem Maße auch das Nutzerverhalten oder die technische Entwicklung hin zu bestimmten Anwendungen wieder
- Resultierender Energiebedarfsindex: Aus der Multiplikation von spezifischem Effizienzindex und Nutzungsintensitätsindex ergibt sich der Energiebedarfsindex. Mit Hilfe dieses Wertes lassen sich nun Energiebedarfe für zukünftige Anwendungen berechnen. Dies geschieht, indem der heutige Energiebedarf mit dem resultierenden Energiebedarfsindex für 2050 multipliziert wird.

Nachfolgend werden die der Entwicklung der Bedarfe zugrunde liegenden Werte dargestellt. Den zwei Szenarien „Trend“ und „Master“ wurden jeweils noch Varianten mit einem angenommenen Wirtschaftswachstum von 10 % bis 2050 zur Seite gestellt.

Wie zu erkennen ist, werden außer bei Prozesswärme und Warmwasser in sämtlichen Bereichen hohe Effizienzgewinne angesetzt.

Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) wird eine stark steigende Nutzungsintensität prognostiziert. Die übrigen Bereiche werden in der Nutzung gleich bleiben oder abnehmen.

**Tabelle 7: Grundlagen zur Berechnung der Szenarien für die Wirtschaft**

*Grundlagendaten Masterszenario*

	Energie- bedarfsindex in 2010	Spezifischer Effizienzindex in 2050	Nutzungs- intensitäts- index in 2050	Resultierender Energiebedarfs- index in 2050	+ 10% Wirtschafts- wachstum
Prozess- wärme	100 %	95 %	90 %	86 %	94 %
Mech. Energie	100 %	67 %	90 %	60 %	66 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %	111 %
	100 %	67 %	100 %	67 %	74 %
Kälte- erzeuger	100 %	67 %	100 %	67 %	74 %
Klimakälte	100 %	67 %	100 %	67 %	74 %
Beleuch- tung	100 %	55 %	100 %	55 %	61 %
Warm- wasser	100 %	95 %	90 %	86 %	94 %
Raum- wärme	100 %	45 %	100 %	45 %	50 %

*Grundlagendaten Trendszenario*

	Energie- bedarfsindex in 2010	Spezifischer Effizienzindex in 2050	Nutzungs- intensitäts- index in 2050	Resultierender Energiebedarfs- index in 2050	+ 10% Wirtschafts- wachstum
Prozess- wärme	100 %	95 %	90 %	86 %	94 %
Mech. Energie	100 %	80 %	90 %	72 %	79 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %	111 %
Kälte- erzeuger	100 %	75 %	100 %	75 %	83 %
Klimakälte	100 %	75 %	100 %	75 %	83 %
Beleuch- tung	100 %	55 %	100 %	55 %	61 %
Warm- wasser	100 %	95 %	100 %	95 %	105 %
Raum- wärme	100 %	60 %	100 %	45 %	66 %

Die oben dargestellten Parameter werden auf die Jahre 2015 bis 2050 in Dekadenschritten hochgerechnet. Dabei wird vor allem für die letzte Dekade ein Technologiesprung angenommen, der zu einer Beschleunigung der Energieeinsparungen führt. Nachfolgende Abbildung zeigt die addierten Ergebnisse der Berechnungen für GHD und Industrie und damit für den gesamten Wirtschaftssektor.

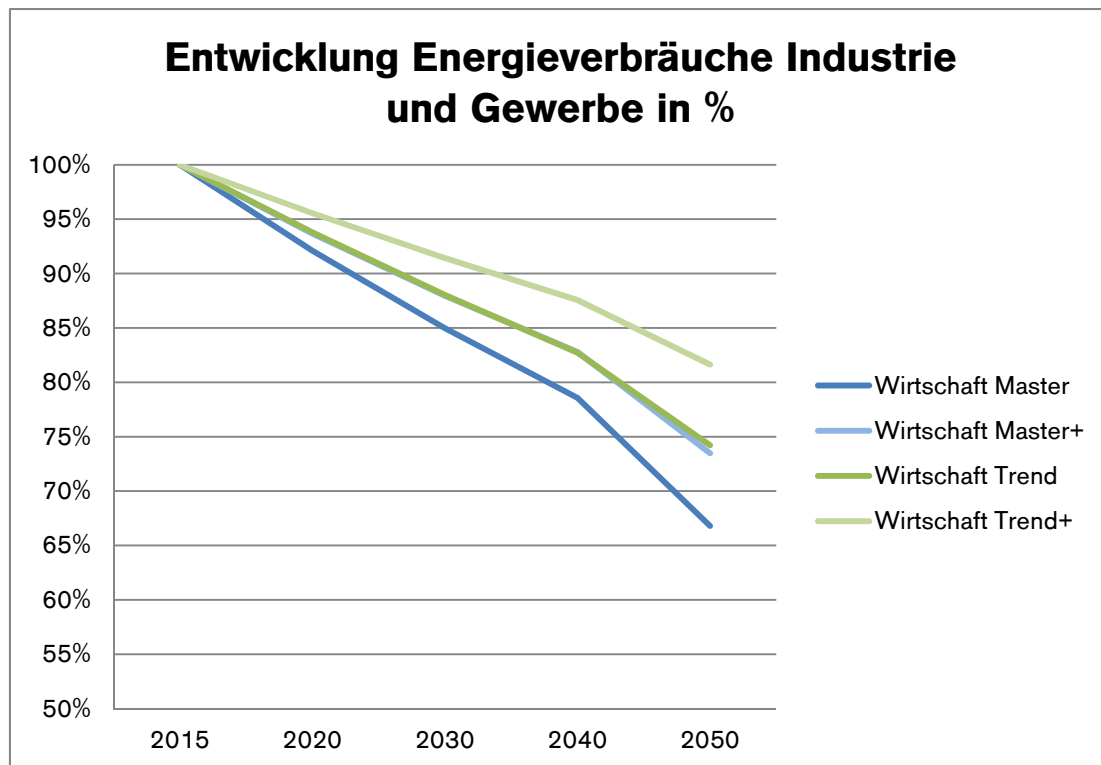


Abbildung 34: Entwicklung der Energiebedarfe von Industrie und Gewerbe im Kreis Lippe in %

Im ambitionierten Masterszenario ohne angesetztes Wirtschaftswachstum können bis zu 33 % Endenergie eingespart werden. Das Trendszenario führt zu Einsparungen von 26 %. Wenn 10 % Wirtschaftswachstum eingerechnet werden, steigt der Energiebedarf gegenüber den Grundszenarien Trend- und Master jeweils um etwa 7 %.

Die Potenziale können auch nach Anwendungsbereichen und Energieträger (Strom oder Brennstoff) aufgeteilt dargestellt werden. Die folgende Abbildung zeigt die Strom- und Brennstoffbedarfe nach Anwendungsbereichen für das Jahr 2015 sowie das Jahr 2050 in den verschiedenen Szenarien.

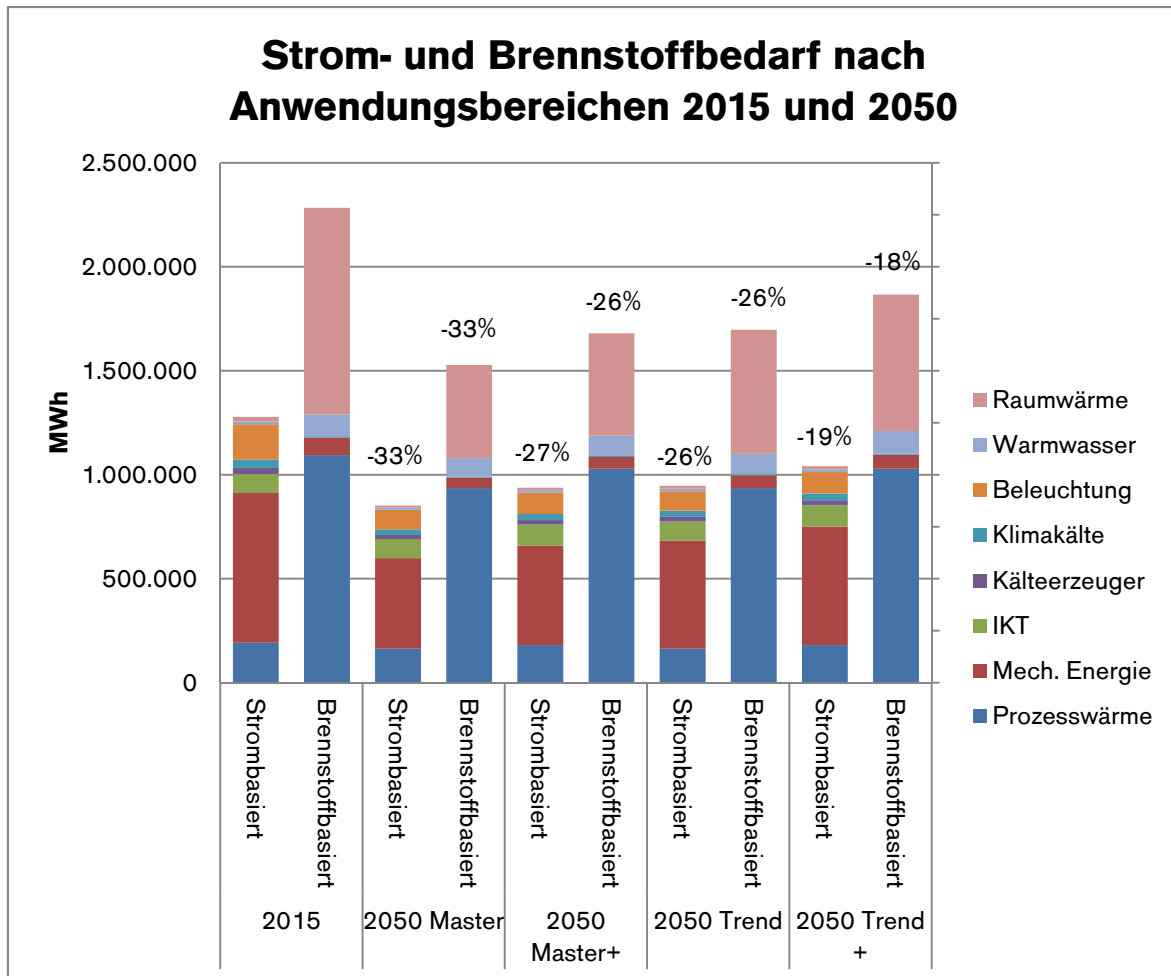


Abbildung 35: Strom- und Brennstoffbedarf nach Anwendungsbereichen 2015 und 2050

Es wird ersichtlich, dass im Kreis Lippe auch im Wirtschaftssektor vor allem Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme liegen. So können im Masterszenario allein 550.000 MWh Raumwärmebedarf eingespart werden.

Um die Potenziale zu heben, muss die Sanierungsquote auch bei den gewerblich und industriell genutzten Immobilien stark gesteigert werden. Da hier kein direkter Zugriff durch die Kreisverwaltung möglich ist, müssen die Eigentümer zur Sanierung motiviert werden. Dies geht vor allem über Öffentlichkeits- und Netzwerkarbeit oder die Ansprache von Akteuren (Handwerker, Berater, Immobilieneigentümer). Ein weiterer Ansatzpunkt wäre die finanzielle Förderung von Sanierungsvorhaben. In diesem Bereich sind jedoch eher Land (z.B. progres.NRW) oder Bund (über die KfW) tätig.

Insgesamt können über alle Anwendungsbereiche bis zu 420.000 MWh Strom eingespart werden. Hierbei zeigen sich mit 290.000 MWh vor allem Einsparpotenziale im Bereich der mechanischen Energie. Dies ist vor allem auf den Einsatz effizienter Technologien zurückzuführen.

Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung tragen zur Hebung der Potenziale abseits der Raumwärme bei.

Die Schaffung von geeigneten Strukturen vor Ort kann durch den Kreis beziehungsweise die kreisangehörigen Kommunen geleistet werden. Dazu zählen die Schaffung von Netzwerken, Austauschplattformen und Beratungsangeboten sowie die Ansprache von und Kooperation mit Unternehmen. Gute Beispiele sind bereits in lippischen Unternehmen vorhanden, u.a. durch ÖKOPROFIT, siehe Haupttext zum Masterplan. Beratung zur Prozessoptimierung wird auch durch das Land NRW angeboten, hier ist die Effizienz-Agentur.NRW zu nennen.

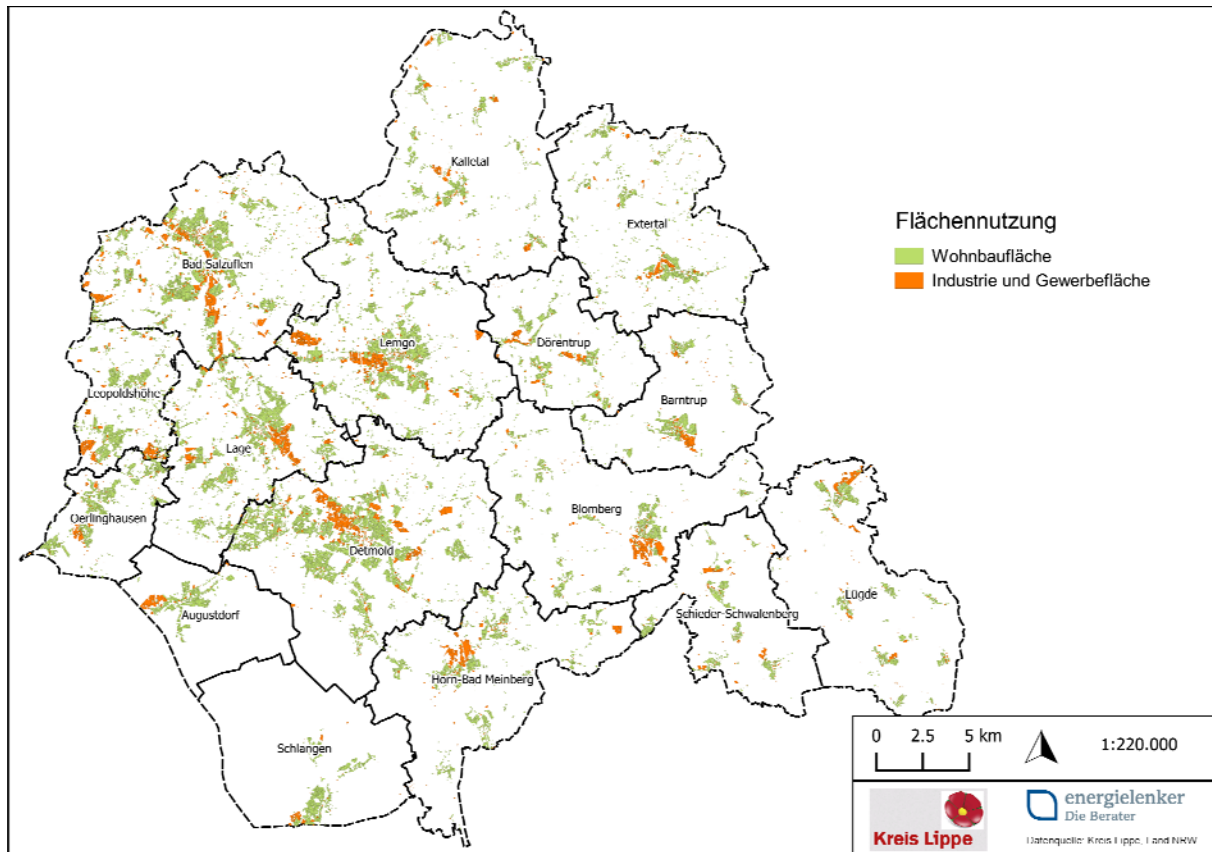
Die Energieversorger im Kreis Lippe können durch Kundenberatung, aber auch durch Contracting-Angebote und durch die Schaffung von Infrastruktur (Erneuerbare Energien-Anlagen, Netze, Energiespeicher und –umwandlung, wie PtG-Anlagen o.ä.) Beiträge zu einer klimafreundlichen Wirtschaft leisten.

Ein zusätzlicher Faktor für energieeffizientere Technologie und rationellen Energieeinsatz können künftige Preissteigerungen für Energie und Rohstoffe sein. Dies wird jedoch entweder über die Erhebung zusätzlicher bzw. die Anhebung von bestehenden Energiesteuern erreicht oder über Angebot und Nachfrage bestimmt.

Über gesetzgeberische Aktivitäten ließen sich zudem Standards für Energieeffizienz anheben. Für größere Energieverbraucher kann zudem ein Anstieg der Preise für Emissionszertifikate Anreiz zum Einsatz effizienterer oder treibhausgasärmerer Prozesse sein. Diese Mechanismen spielen jedoch auf Bundes- oder EU-Ebene eine Rolle.

### A 4.1 Hot-Spots

Hot Spots konnten nicht exakt nach Energieverbräuchen identifiziert werden, daher erfolgt an dieser Stelle vereinfachend eine räumliche Darstellung der Flächennutzung im Kreis Lippe.



**Abbildung 36: Flächennutzung im Kreis Lippe (eigene Darstellung)**

Wie der Grafik zu entnehmen ist, sind die Nutzungen für Industrie- und Gewerbeflächen im Kreis Lippe auf wenige Schwerpunkte innerhalb der Kommunen gebündelt. Dies spricht dafür, dass Potenziale für Wärmeverbünde und Abwärmenutzung bestehen. Für den gesamten Kreis Lippe wurde ein Prozesswärmebedarf von rd. 1 TWh errechnet. Dies spricht für vorhandene Abwärmepotenziale, die in Folgeprojekten identifiziert werden sollten.

Die Datenlage reichte für einige Kommunen auf Grund von Datenschutzgründen leider nicht für eine Berechnung der Bedarfe auf Kommunenebene aus. Daher konnten diese auch aus der Bilanz erkennbaren Bedarfe leider nicht zuverlässig kommunal verortet werden.

Eine Ermittlung von starken Energieverbrauchern und Abwärmepotenzialen soll in Kombination mit der geplanten Maßnahme „Quartierssanierung“ erfolgen.



## A 4.2 Prozesswärmeversorgung

### *A 4.2.1 Ist-Stand und Entwicklung der Prozesswärmeversorgung*

Laut Potenzialanalyse benötigt die Wirtschaft im Kreis Lippe etwa 1.100 GWh/a Prozesswärme. Dieser Stand wird auch im ambitionierten Szenario nicht wesentlich sinken und in 2050 etwa 950 GWh/a betragen.

### *A 4.2.2 Alternative Versorgungsoptionen*

Da bereits heute 50 % der Prozesswärme über Erdgas bereitgestellt werden, kann dieses – bei entsprechend gutem Emissionsfaktor – gegen synthetisches Gas aus Power-to-Gas-Anwendungen ausgetauscht werden. Im Rahmen dieses Berichtes wird nicht davon ausgegangen, dass Power-to-Liquid-Erzeugnisse in größerem Rahmen für stationäre Zwecke zur Verfügung stehen werden. Da Biomasse auf Grund der Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung zukünftig ebenfalls größtenteils entfallen wird und die Anwendungen im Kreis Lippe keine Brennstoffe wie z.B. Biokohle erfordern, wird davon ausgegangen, dass auch die noch benötigte Prozesswärme über synthetisches Gas bereitgestellt wird.

Hier gilt es, bereits heute entsprechende Pilotprojekte in die Wege zu leiten, um einen möglichst hohen Anteil der benötigten Mengen auf dem Kreisgebiet produzieren zu können. Dies wird vor allem auch unter der Prämisse gesehen, dass die gesteckten Ziele für einen THG-armen Strommix auf Bundesebene nicht in vollem Maße erreicht werden. Zusätzlich werden die hohen Erzeugungskapazitäten an Windkraft im Kreisgebiet die Nutzung von Überschussstrom notwendig machen, um Überkapazitäten abpuffern zu können.

## A 5. MOBILITÄTSBEDARF UND – VERSORGUNG

### A 5.1 Ist-Situation Verkehrsangebot und Mobilitätsverhalten

Um die Verkehrsmittelwahl im Kreis Lippe repräsentativ zu ermitteln, wird im Auftrag des Kreises Lippe und der KVG Lippe mbH seit dem 04.09.2017 eine Mobilitätsbefragung zum Verkehrsverhalten der lippischen Bevölkerung durchgeführt. Durch die Erfassung der Wege und Aktivitäten eines ausgewählten Tages soll ermittelt werden, wie das spezifische Verkehrsverhalten der Bevölkerung im Kreis Lippe aussieht. Die Modal Split-Erhebung der Verkehrsmittelwahl dient als Grundlage für die Aufstellung und Fortschreibung des Nahverkehrsplans. Darüber hinaus ist die Durchführung der Modal Split-Analyse für die im Zuge des Masterplans entstandene Maßnahme Schnellbuslinie Lemgo- Blomberg- Schieder-Schwalenberg – Lügde – Bad Pyrmont als wichtige Grundlage für die weitere Projektbearbeitung erforderlich. Des Weiteren lassen sich aus der Erhebung Informationen zu Verlagerungsmöglichkeiten hin zu einem umweltverträglicheren Verkehr gewinnen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Fahrzeugbestände im Kreis Lippe: Diese sind von 2008 bis 2015 um etwa 8 % gestiegen. Begründet liegt dies vor allem an der steigenden Anzahl der Pkw.

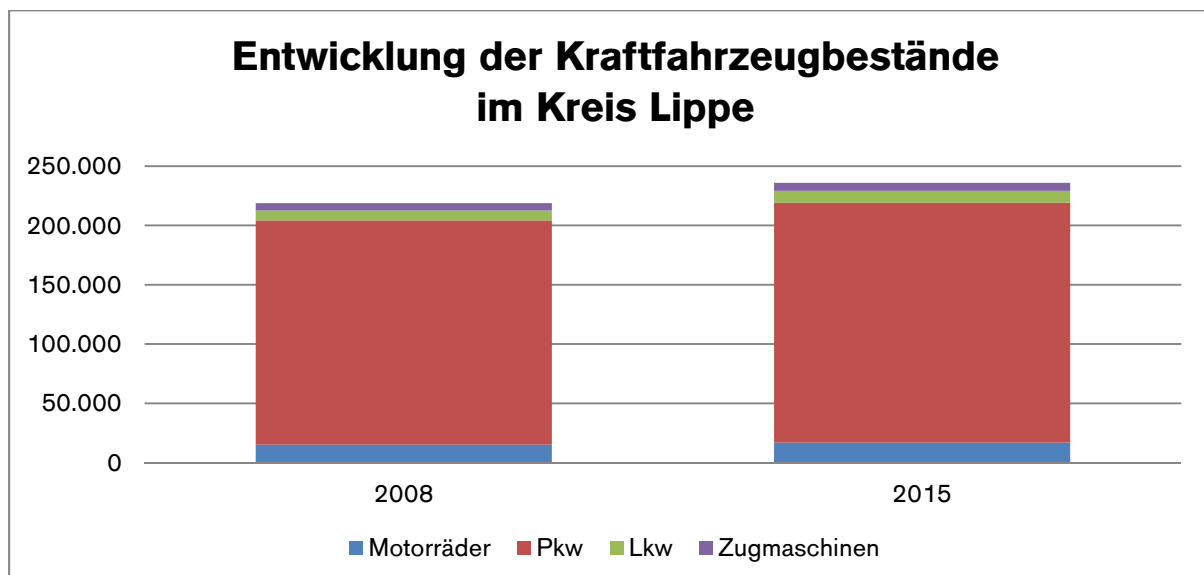


Abbildung 37: Entwicklung der Fahrzeugbestände im Kreis Lippe im Vergleich 2008 zu 2015 (Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlagen des Kraftfahrzeugbundesamtes 2007, 2015).

### THG- und Energiebilanz 2015 für den Sektor Verkehr – Ist-Zustand

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors betrug in 2015 2.545 GWh. Die fossilen Energieträger Diesel und Benzin machen dabei den Hauptanteil von insgesamt 95 % aus. Die Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr betragen 829.710 t im Jahr 2015.

### A 5.2 Zukünftiger Energiebedarf Mobilität

Zugunsten umweltverträglicher Verkehrsmittel (ÖPNV, Rad- und Fußgängerverkehr) bestehen zumeist Verlagerungspotenziale bei Wegelängen unter 5 km. Um die hoch gesteckten Klimaschutzziele des Masterplanes zu erreichen, sollte der Anteil des Umweltverbundes, insbesondere der Anteil des Fuß- und Radverkehrs bis 2050, am Modal Split ansteigen. Das Öko-Institut gibt für das Klimaschutzenszenario 95 einen Rad- und Fußverkehrsanteil von insgesamt 43,8 % an.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, wie sich laut Öko-Institut der Modal Split in Zukunft entwickeln sollte.

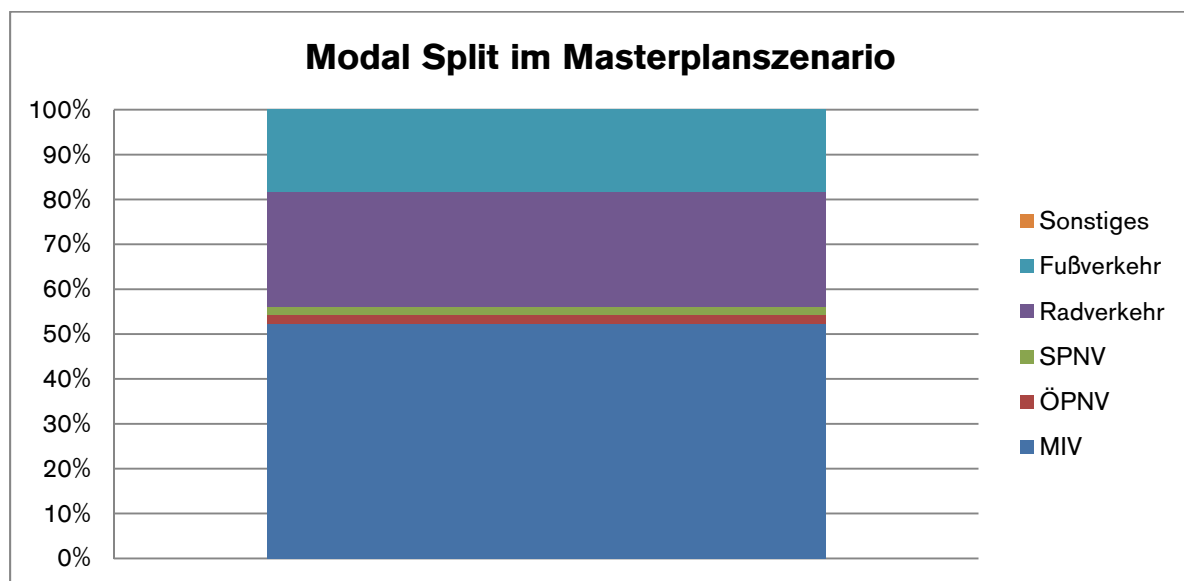


Abbildung 38: Modal Split im Masterplanszenario basierend auf den Angaben aus dem Klimaschutzenszenario 95 (Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlagen des Öko-Instituts 2015: 231).

### A 5.3 Berechnungsgrundlagen

Für die nachfolgenden Potenzialberechnungen werden vorhandene Daten, wie zurückgelegte Fahrzeugkilometer und der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr, verwendet. Des Weiteren werden für die Verkehrsmengenentwicklung und die Effizienzsteigerungen je Verkehrsmittel Faktoren aus der Studie „Klimaschutzenszenario 2050“ (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 223 ff) herangezogen.

Die Potenzialberechnungen erfolgen für ein Trend- und für ein ambitioniertes Masterplanszenario. Für das Trendszenario werden die Faktoren aus dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“, für das Masterplanszenario Faktoren aus dem „Klimaschutzszenario 95 (KS95)“ verwendet (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 223 ff).

#### *Randbedingungen „Aktuelle-Maßnahmen-Szenarios“*

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend die Randbedingungen des „Aktuelle-Maßnahmen-Szenarios“ für die landgebundenen Verkehrsmittel zusammengefasst.

Die Personenverkehrsnachfrage steigt in Summe bis 2050 im Aktuelle-Maßnahmen-Szenario an und wird durch zwei Aspekte, bestimmt:

1. Die Kraftstoffpreise für Benzin und Diesel steigen nur in geringem Maße an (ca. 0,8 % / a) → führt bei höherer Fahrzeugeffizienz und steigendem Wohlstand der Bevölkerung zu einer verbilligten individuellen Mobilität.
2. Der Anteil an Personen mit einem Zugang zu einem Pkw nimmt zu, wodurch die Möglichkeit zur Wahrnehmung des verbilligten individuellen Mobilitätsangebotes steigt. → führt zum Anstieg der täglichen Fahrten mit dem Pkw bis 2050.

Für die Verkehrszwecke Freizeit und Beruf wird eine Zunahme der Fahrten mit Distanzen unter 100 km angenommen. Dieser Effekt verlangsamt sich allerdings bis 2030 durch die nachlassende Steigerungsrate und die sinkenden Einwohnerzahlen, bis er in 2050 nicht mehr sichtbar ist (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 223).

#### *Randbedingungen „Klimaschutzszenario 95“*

Das Klimaschutzszenario 95 beschreibt eine umfassendere Änderung des Mobilitätsverhaltens jüngerer Menschen, die immer weniger einen eigenen Pkw besitzen und stattdessen vermehrt multimodale Verkehrsangebote wie z.B. CarSharing-Angebote nutzen. Damit ist auch die Erhöhung des intermodalen Verkehrsanteils verbunden, bei dem das Fahrrad als Verkehrsmittel eine zentrale Rolle spielt. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Mobilitätsverhalten auch im weiteren Altersverlauf der Personen noch beibehalten wird (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 233).

Des Weiteren wurden für dieses Szenario veränderte Geschwindigkeiten, eine erhöhte Auslastung der Pkw (erhöhte Besetzungsgrade) und die Verteuerung des motorisierten Individualverkehrs angenommen. Dadurch geht die Personenverkehrsnachfrage gegenüber dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ zurück. Dabei bedeutet die abnehmende Personenverkehrsnachfrage nicht gleichzeitig eine Mobilitätseinschränkung, denn es findet eine Verkehrsverlagerung hin zum Fuß- und Radverkehr statt.

Der Endenergiebedarf im Verkehrssektor liegt im Klimaschutzszenario 95 deutlich unter den Werten des „Aktuelle-Maßnahmen-Szenarios“. Zurückzuführen ist dies insbesondere auf die

Veränderungen bei der Verkehrsnachfrage und die Elektrifizierung des Güterverkehrs (→ Oberleitungs-Lkw) (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 233).

Bis zum Jahr 2030 ist die Reduktion des Endenergiebedarfes vor allem auf die Effizienzsteigerung der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor im Personen- und Güterverkehr und die Verlagerung von Gütertransporten auf die Schiene und die Reduktion des MIV zurückzuführen. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors findet größtenteils später, zwischen 2030 und 2050 statt (vgl. Öko-Institut et al. 2015: 236).

#### A 5.4 Potenzialberechnungen Sektor Verkehr für den Kreis Lippe

Nachfolgend sind die Fahrleistungen für das Trend- und das Masterplanszenario bis 2050 berechnet worden. Daran schließen sich die Ergebnisse der Endenergiebedarfs- und Potenzialberechnungen für den Sektor Verkehr an.

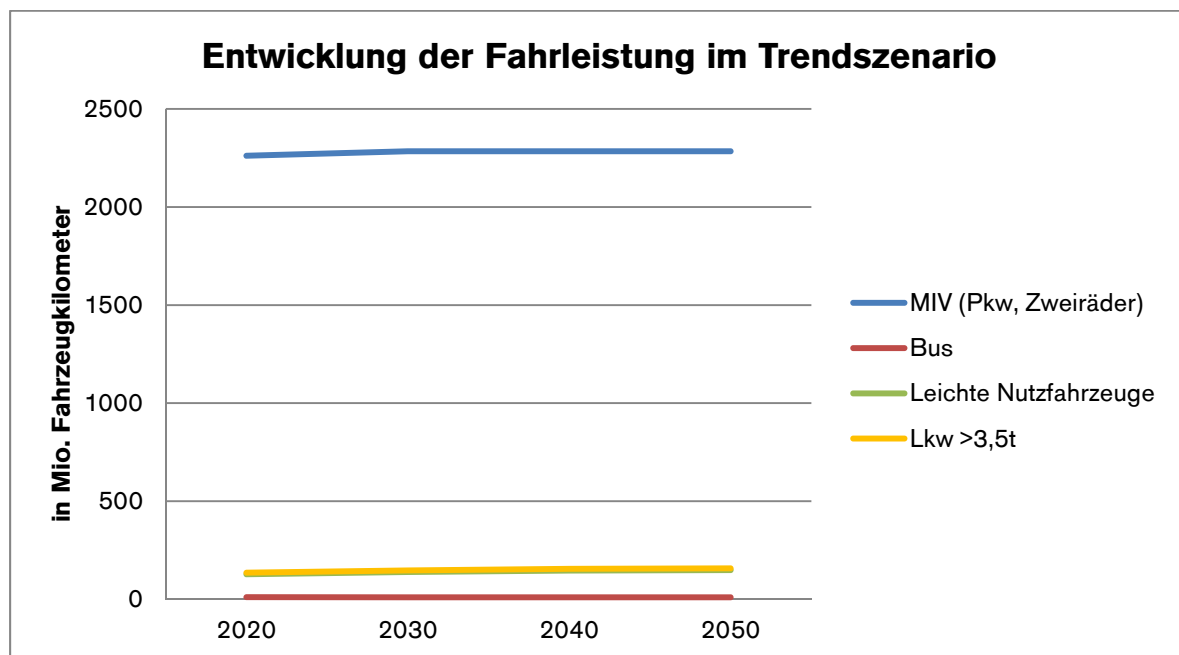


Abbildung 39: Entwicklung der Fahrleistungen im Kreis Lippe bis 2050 in Millionen Fahrzeugkilometern nach dem Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).<sup>9</sup>

Die Entwicklung der Fahrleistungen im Trendszenario zeigt eine leichte Zunahme der Fahrleistungen im MIV und bei den Lkw sowie eine leichte Abnahme der Fahrleistung bei den Bussen bis 2050.

<sup>9</sup> Hinweis: Die Fahrleistungen von LKW und leichten Nutzfahrzeugen sind fast identische und liegen daher im Diagramm übereinander.

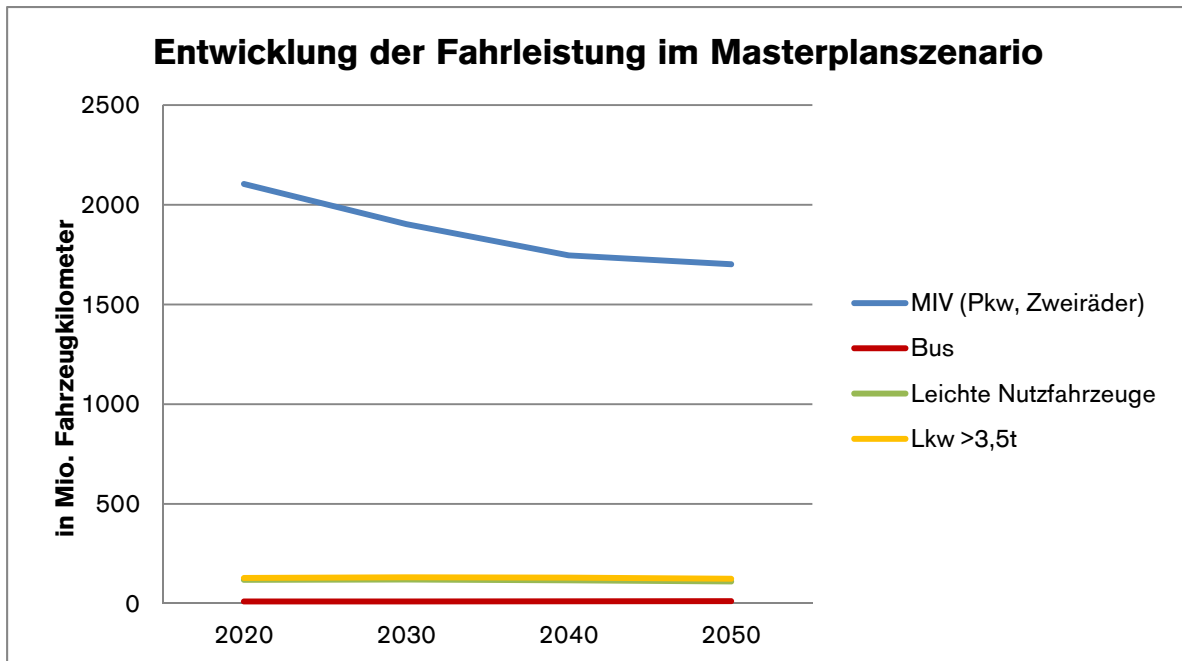


Abbildung 40: Entwicklung der Fahrleistungen im Kreis Lippe bis 2050 in Millionen Fahrzeugkilometern nach dem Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).<sup>10</sup>

Die Entwicklung der Fahrleistungen im Masterplanszenario hingegen zeigt eine Abnahme der Fahrleistungen im MIV und eine leichte Abnahme bei den Lkw und leichten Nutzfahrzeugen sowie eine Zunahme der Fahrleistung bei den Bussen bis 2050 (s. Abbildung 40).

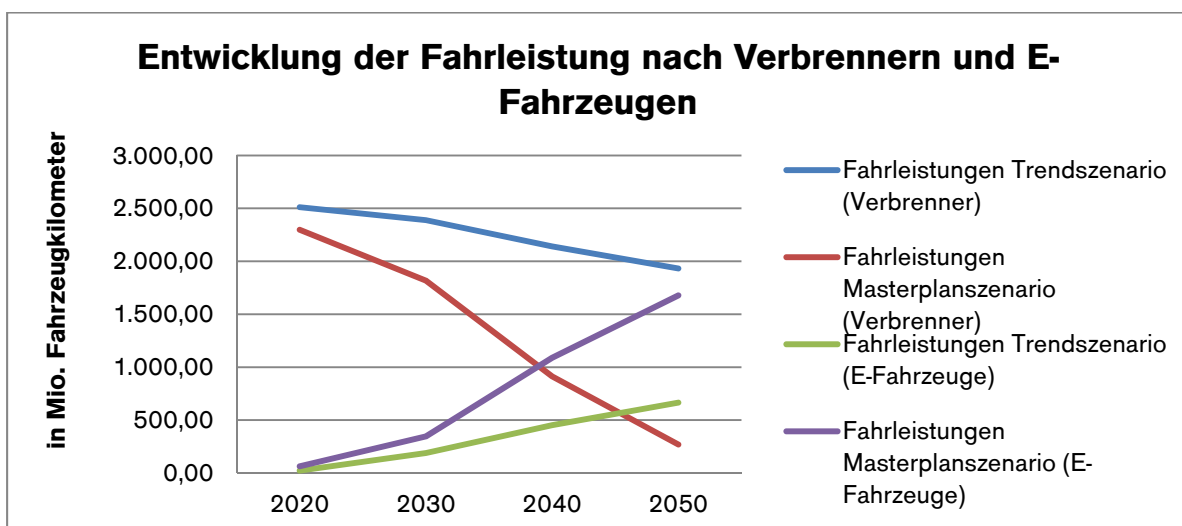


Abbildung 41: Entwicklung der Fahrleistungen im Kreis Lippe bis 2050 in Millionen Fahrzeugkilometern nach Verbrennern und E-Fahrzeugen (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

<sup>10</sup> Hinweis: Die Fahrleistungen von LKW und leichten Nutzfahrzeugen sind fast identische und liegen daher im Diagramm übereinander.

Neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung im Verkehrssektor, verschiebt sich auch der Anteil der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zugunsten von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb (s. Abbildung 41). Im Masterplanszenario ist zu erkennen, dass nach 2030 die Fahrleistung der E-Fahrzeuge die Fahrleistung der Verbrenner übertrifft. Für das Trendszenario gilt dies nicht. Hier ist die Fahrleistung der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor noch immer über der Leistung der E-Fahrzeuge.

Auf diesen Grundlagen werden nachfolgend die Endenergiebedarfe und Endenergieeinsparpotenziale für das Trend- und das Masterplanszenario berechnet.

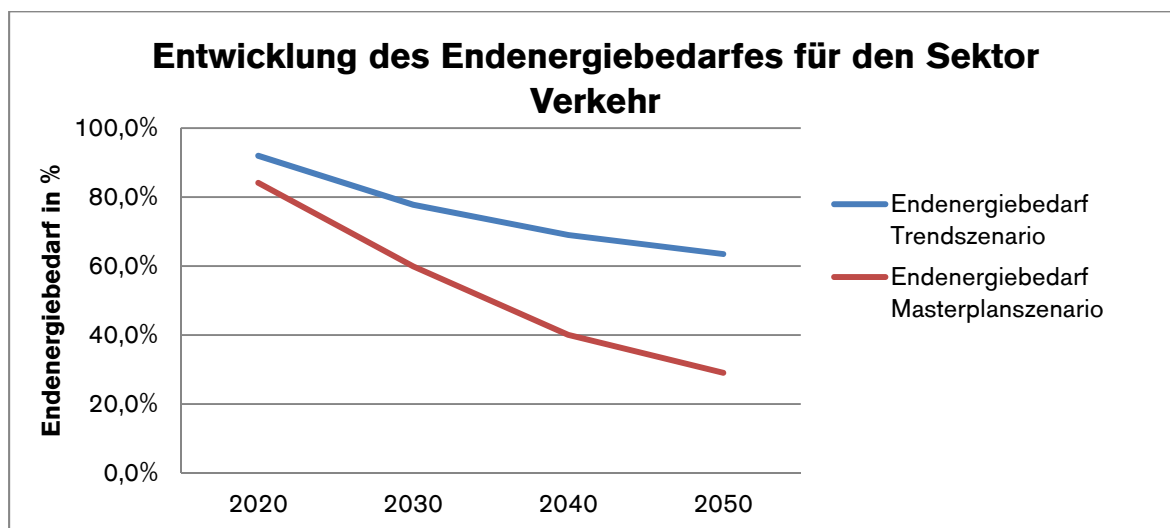


Abbildung 42: Entwicklung des Endenergiebedarfes für den Sektor Verkehr bis 2050 – Trend- und Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

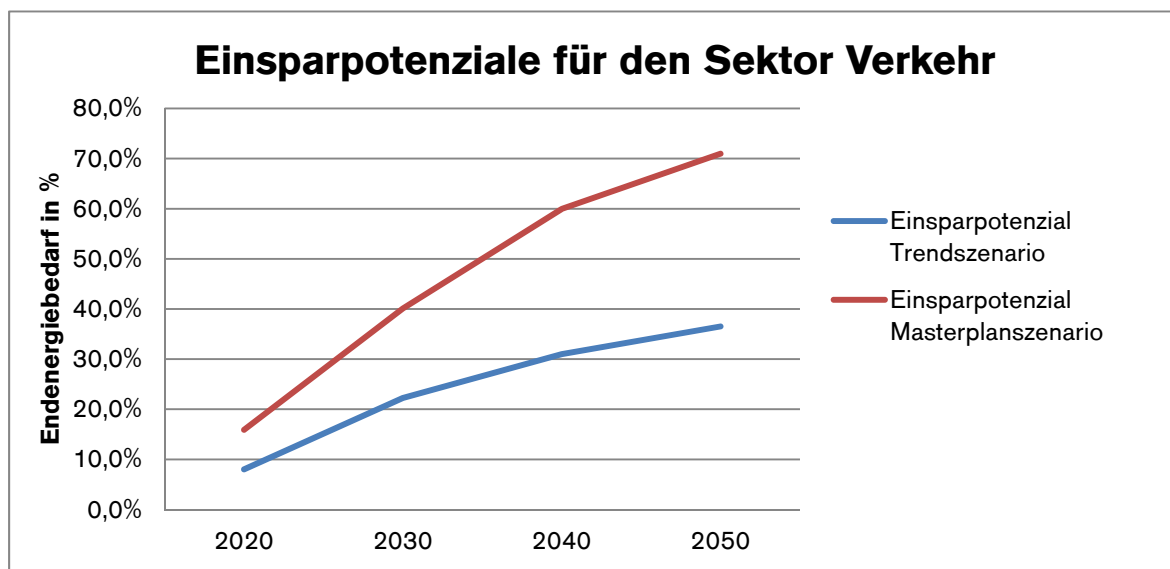


Abbildung 43: Entwicklung des Einsparpotenzials für den Sektor Verkehr bis 2050 – Trend- und Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

Die Endenergiebedarfe sind bis 2050 im Trendszenario auf 64 % und im Masterplanszenario auf 29 % zurückgegangen. Dadurch liegen die Einsparpotenziale bis 2050 im Trendszenario bei 36 % und im Masterplanszenario bei 71 %.



## A 6. STRATEGIEN UND SZENARIEN DER ZUKÜNFTIGEN ENERGIEVERSORGUNG

Im Hauptteil des Masterplans ist unter Kapitel 5 eine Darstellung der Strategien für die Strom- und Wärmeversorgung im Kreis Lippe zu finden. Die folgenden Kapitel konkretisieren die Darstellungen aus dem Hauptteil des Masterplans.

### A 6.1 Möglichkeiten zukünftiger Raumwärmeversorgung

Im nachfolgenden werden mögliche zukünftige Wärmeversorgungsoptionen für die Kommunen im Kreis Lippe mit ihren Vor- und Nachteilen dargestellt.

#### *A 6.1.1 Versorgungskonzept CO<sub>2</sub>-arme Raumwärme und Warmwasser (Wärmewende)*

Eine zentrale Bedeutung hat die Bereitstellung der Energie für Raumwärme und Warmwasser, da derzeit ca. 35 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland auf diese entfallen. Das Energieversorgungssystem zur Bereitstellung dieser Energie ist daher auch in Zukunft eine wichtige Herausforderung.

Zunächst stellt sich die Frage, in welchen Gebieten der Kommune die Wärmeversorgung zentral oder dezentral erfolgen kann bzw. muss. Für die zentrale Lösung wird ein Wärmenetz, für die dezentrale Wärmeversorgung eine Einzelgebäudeversorgung angenommen. Im Kreis Lippe sind bisher nur in einzelnen Städten und Gemeinden Wärmenetze installiert, diese haben aber in den jeweiligen Kommunen teilweise sehr hohe Anteile an der Wärmeversorgung.

#### *Zentrale Wärmeversorgung: Wärmenetz*

Bei einer möglichen zentralen Wärmeversorgung wird die benötigte Wärme der Gebäude in einer Heizzentrale erzeugt oder durch Abwärme bereitgestellt und über ein Wärmenetz an die Gebäude verteilt.

Es können einzelne Gebäude bis hin zu gesamten Ortsteilen über ein Wärmenetz versorgt werden. Das Wärmenetz besteht aus erdverlegten Heizrohren, welche bis zum Heizraum eines Gebäudes verlegt werden. Die Wärme wird über eine Hausübergabestation an das vorhandene Heizungssystem im Gebäude angeschlossen. Ein Wärmeerzeuger innerhalb des Gebäudes wird nicht mehr benötigt (vgl. Abbildung 44).

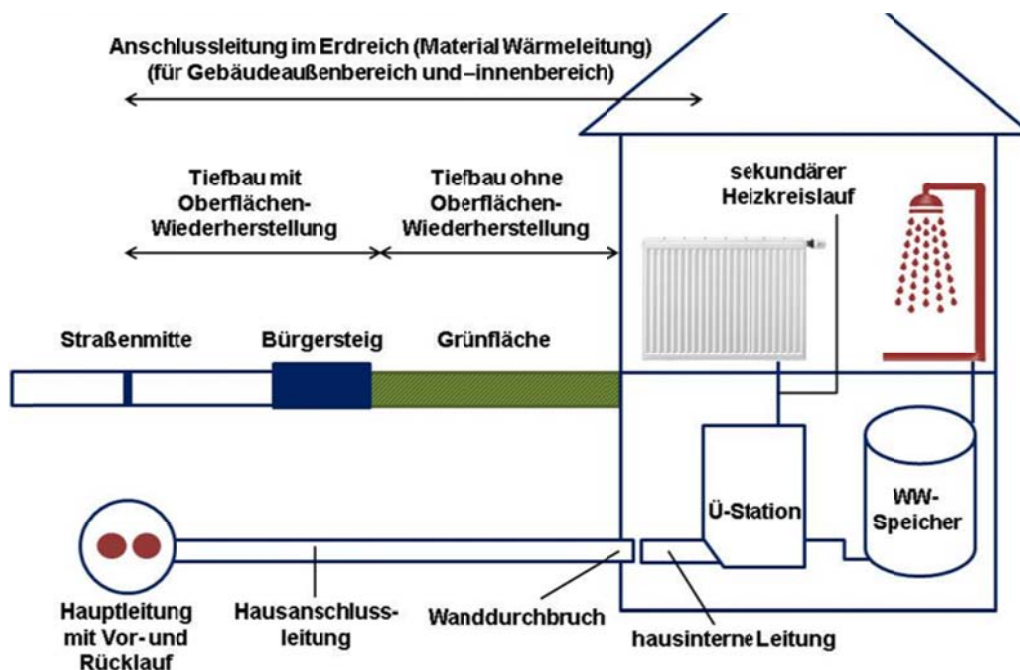


Abbildung 44: Nahwärmeanschluss im Wohngebäude

Für die Bereitstellung der Wärme werden standardmäßig Anlagen eingesetzt, welche besonders günstig und umweltschonend Energie bereitstellen können. Die folgende Auflistung zeigt mögliche Wärmequellen für ein Nahwärmenetz:

- Günstige Abwärme
- Holzheizkessel (Pellet oder Holzhackschnitzel)
- Blockheizkraftwerk (BHKW), betrieben mit Erd-, Bio- oder Holzgas
- Nutzung von Umweltwärme mittels Wärmepumpen (häufig Erdwärmepumpen)
- Solarthermie mit Saisonspeicher

### Umweltwärme und Solarthermie

Nahwärmenetze auf Basis von Wärmepumpen und Solarthermie benötigen für eine effiziente Umsetzung niedrige Heiztemperaturen und werden deshalb üblicherweise nur bei neuen oder sanierten Gebäuden eingesetzt, die über Flächenheizungen verfügen. Aufgrund der älteren Gebäudestruktur kommen diese Wärmeerzeuger derzeit noch nicht in Frage. Für das Jahr 2050 könnte bei einem entsprechenden Umbau und einem erhöhten Dämmstandard von einer effizienten Nutzung dieser Wärmebereitstellungstechnik in bestimmten Bereichen des Kreises Lippe ausgegangen werden.

Kleinere, dezentrale Wärmenetze, z.B. als Bürgergenossenschaften, werden künftig vorrangig die vorhandenen Ölfeuerungsanlagen in kleineren Agglomerationen ersetzen.

---

### *Blockheizkraftwerke*

BHKWs sind aufgrund der gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom die effizientesten Grundlasterzeuger. Sofern kein sehr großer Stromabnehmer in direkter Nähe zu den Wärmeverbrauchern existiert, wird der erzeugte Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Wird das BHKW mit Erdgas betrieben, wird der eingespeiste Strom mit dem mittleren Strombörsenpreis und dem KWK-Bonus des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) vergütet. Bei einem Betrieb des BHKWs mit Biomethan (auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas) wird der eingespeiste Strom derzeit nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet.

Aufgrund der sehr niedrigen Strompreise an der Börse und der begrenzten Laufzeit des KWK-Bonus‘ auf 30.000 Stunden lassen sich Nahwärmenetze mit einem einfachen Erdgas-betriebenen BHKW derzeit nicht wirtschaftlich darstellen. Hierfür wird ein großer Stromabnehmer im Quartier benötigt.

Am 01.08.2014 trat das novellierte EEG (EEG 2014) in Kraft und veränderte die Rahmenbedingungen für neue BHKWs, welche mit Biomethan betrieben werden. Das EEG 2014 schränkt zurzeit durch die Streichung mehrerer Boni für Strom aus Biomethan den Einsatz von Biomethan deutlich ein. Der Fokus liegt auf Biomethan aus Bioabfall.

### *Dezentrale Wärmeversorgung: Einzelgebäudelösungen*

Im Gegensatz zu einer Wärmeversorgung über ein Wärmenetz muss für die Gebäude, in denen sich ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich umsetzen lässt, die Wärme dezentral in den Gebäuden direkt bereitgestellt werden. Dabei kommen verschiedene Wärmebereitstellungstechniken in Frage.

Entscheidend hierfür ist die Art der installierten oder zu installierenden Heizung im Gebäude. Für Flächenheizungen, beispielsweise eine Fußbodenheizung, werden niedrigere Temperaturen benötigt als für herkömmliche Heizkörper. Diese niedrigeren Temperaturen werden durch sog. Wärmepumpen erreicht. Wärmepumpen werden vorzugsweise elektrisch betrieben. Der Strom hierfür kann vorzugsweise von einer auf dem Gebäude installierten Photovoltaik-Anlage gewonnen oder aus dem Stromnetz bezogen werden.

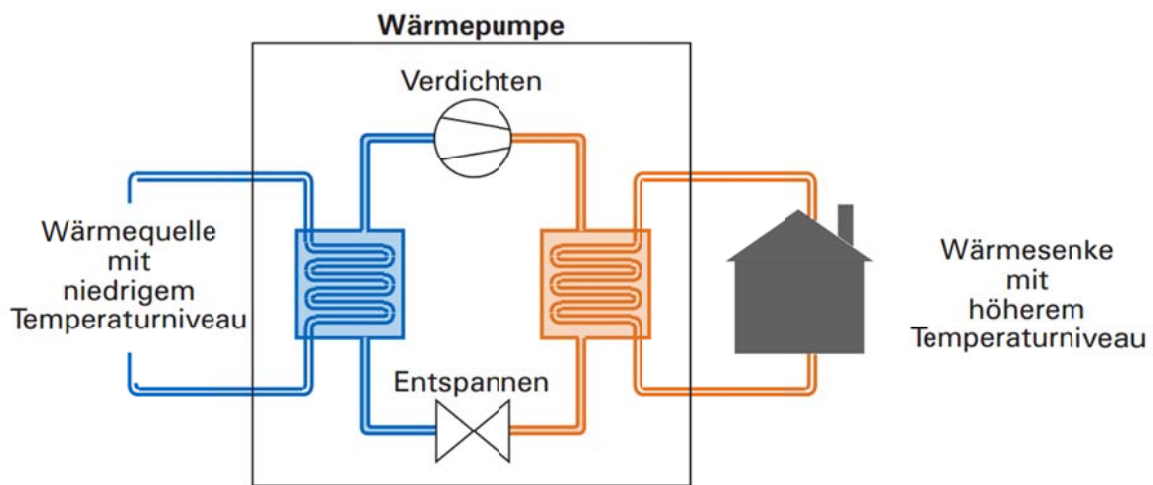


Abbildung 45: Prinzip einer Wärmepumpe (Quelle: Hausladen 2011).

Wichtig beim Einsatz von Wärmepumpen ist ferner, dass die Wärmepumpe stets mehr Energie aus der Umwelt bezieht als Strom zu deren Gewinnung eingesetzt wird, damit sich eine Wärmepumpe gegenüber einer klassischen Heizungsanlage wirtschaftlich darstellen lässt. Mit der Jahresarbeitszahl (JAZ) wird die Effizienz einer Wärmepumpe beschrieben. Dabei wird die pro Jahr abgegebene Wärme zur eingesetzten elektrischen Energie ins Verhältnis gesetzt. Dabei sollte die Jahresarbeitszahl größer als 3 sein, da ansonsten das Bereitstellen der Wärme durch einen einfachen Gaskessel günstiger wäre. Als Wärmequellen für Wärmepumpen kommen beispielsweise Grundwasser, das Erdreich, die Außenluft, Oberflächenwasser, Abwasser oder Abluftströme in Frage.

Da für Heizkörper die Vorlauftemperatur einer Standard-Wärmepumpe jedoch nicht ausreicht, kann entweder eine klassische Feuerungsanlage oder eine Hochtemperatur-Wärmepumpe eingesetzt werden. Die Feuerungsanlagen erzeugen dabei die Wärme durch Verbrennung von Brennstoffen wie Öl oder Gas. Zeitgemäß ist dabei der Einsatz einer Brennwertanlage, wobei die im Wasserdampf der Abgase genutzte Energie zusätzlich ausgenutzt wird.

#### *Strukturen zur Raumwärmeversorgung - Entscheidung Wärmenetz oder Einzelgebäudeversorgung*

Die Frage für oder gegen ein Wärmenetz lässt sich im Wesentlichen aus der Struktur der Wärmebedarfe ableiten. Diese Struktur ist die Basis für die Ermittlung von Wärmeversorgungskonzepten. Bei Wärmenetzen handelt es sich um eine kostenintensive Infrastruktur mit einer langen Lebensdauer, so dass für die Konzeptionierung eines Wärmenetzes als Basis zunächst der gegenwärtige Wärmebedarf ermittelt werden muss. Anschließend wird auch die zukünftig zu erwartende Situation geprüft.

Diese wird anhand des zukünftig zu erwartenden Wärmebedarfes, welcher wiederum von mehreren Faktoren abhängt, geprüft. Für den künftigen Wärmebedarf spielen vor allem Sanierungsfragen,

neue Dämmstandards sowie eine räumliche Verdichtung und die demographische Entwicklung eine große Rolle.

Um zu entscheiden, ob in 2050 ein Wärmenetz rentabel ist, sind zunächst mehrere Schritte zu bearbeiten (s. nachfolgende Abbildung).

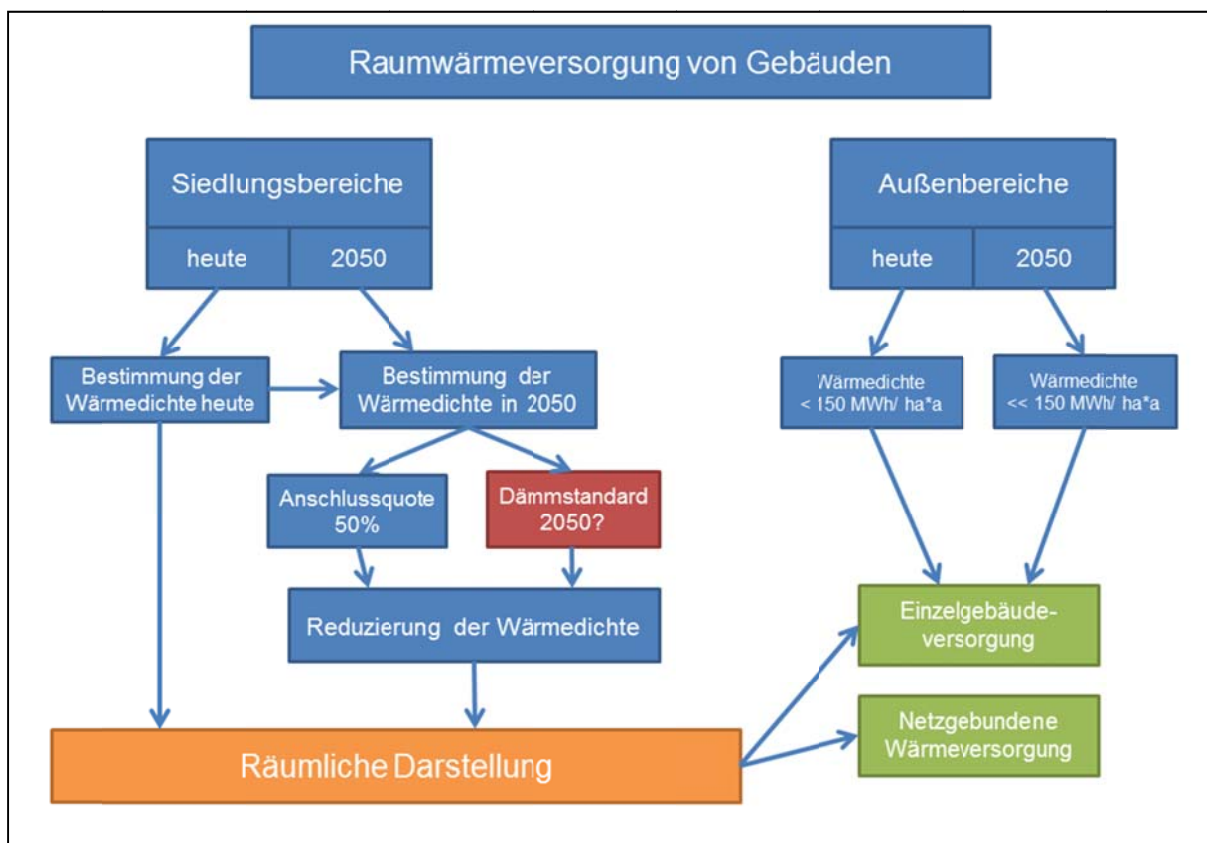


Abbildung 46: Entscheidungsschema Raumwärmeversorgung von Gebäuden (Quelle: Eigene Darstellung 2017).

Für eine erste Einschätzung der Realisierbarkeit bzw. der Wirtschaftlichkeit erfolgt zunächst die Ermittlung der Wärmedichte bzw. die Feststellung, ob ein Mindestwärmebedarf vorhanden ist. Die Wärmedichte beschreibt den jährlichen Wärmebedarf je Hektar. Wärmedichten unter 150 MWh/ha\*a sprechen in der Regel für eine Einzelgebäudeversorgung, da Wärmenetze unterhalb dieser Marke nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

Da diese Untersuchungen im Rahmen der Masterplan-Konzepterstellung auf Grund der Vielzahl von Kommunen noch nicht durchgeführt werden konnten, wird beabsichtigt, im Rahmen von beispielhaft zu bearbeitenden Quartieren verschiedene Lösungen zu erarbeiten, die im Anschluss auf das gesamte Kreisgebiet übertragen werden können. Dies ist als eine Maßnahme für die kurzfristige Umsetzungsphase des Masterplanes hinterlegt.

## A 6.2 Verwendungskonzept zukünftig verfügbarer Brenn- und Kraftstoffe

Im Rahmen des Masterplanes wurde für das Trend- und das Masterplanszenario jeweils ein Verwendungskonzept für die zukünftigen Brenn- und Kraftstoffbedarfe entwickelt.

Nachfolgend werden die angesetzten Berechnungsgrundlagen für die beiden Szenarien zur besseren Übersicht zusammengefasst:

### Trendszenario – Annahmen

- **Zukünftiger Endenergiebedarf privater Haushalte:**  
Zugrundelegung des zukünftigen Strombedarfs in 2050 und des Wärmebedarfes privater Haushalte für die Sanierungsvariante „konventionell“ mit 1,5 % Sanierungsquote und ohne Vollsanieung bis 2050
- **Zukünftiger Endenergiebedarf GHD und Industrie:**  
Zugrundelegung des berechneten Trendszenarios mit gleichbleibender Wirtschaftsleistung
- **Zukünftiger Endenergiebedarf Mobilität:** Zugrundelegung des Trendszenarios

### Masterplanszenario – Annahmen

- **Zukünftiger Endenergiebedarf privater Haushalte:**  
Zugrundelegung des zukünftigen Strombedarfs in 2050 und des Wärmebedarfes privater Haushalte für die Sanierungsvariante „zukunftsweisend“ mit variabler Sanierungsquote bis 4,5 % und mit Vollsanieung bis 2050
- **Zukünftiger Endenergiebedarf GHD und Industrie:**  
Zugrundelegung des berechneten Masterplanszenarios mit gleichbleibender Wirtschaftsleistung
- **Zukünftiger Endenergiebedarf Mobilität:** Zugrundelegung des Masterplanszenarios

Die Verwendungskonzepte für die zukünftig verfügbaren Brennstoffe sind sektorenübergreifend und umfassen die Brennstoffbedarfe der Sektoren Private Haushalte, GHD und Industrie. In den nachfolgenden beiden Abbildungen ist die Entwicklung des Brennstoffbedarfes nach Energieträgern bis 2050 für das Trend- und das Masterplanszenario dargestellt. Bei den verwendeten Zahlen handelt es sich um witterungskorrigierte Werte. Diese können nicht eins zu eins mit den Werten aus

dem Kapitel A 1 THG-Bilanz verglichen werden, da dort, konform zur BSKO-Systematik, alle Werte ohne Witterungskorrektur angegeben sind.

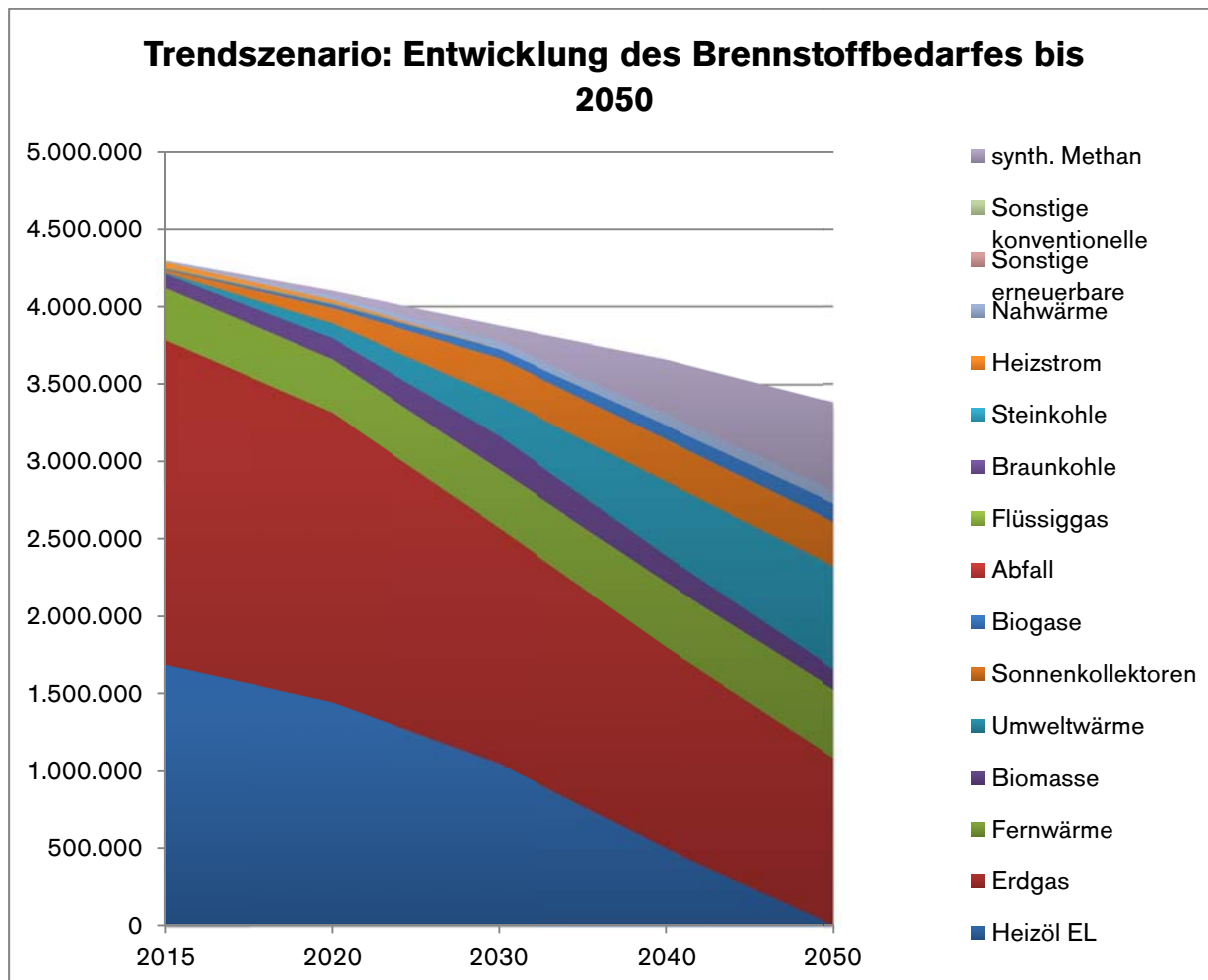
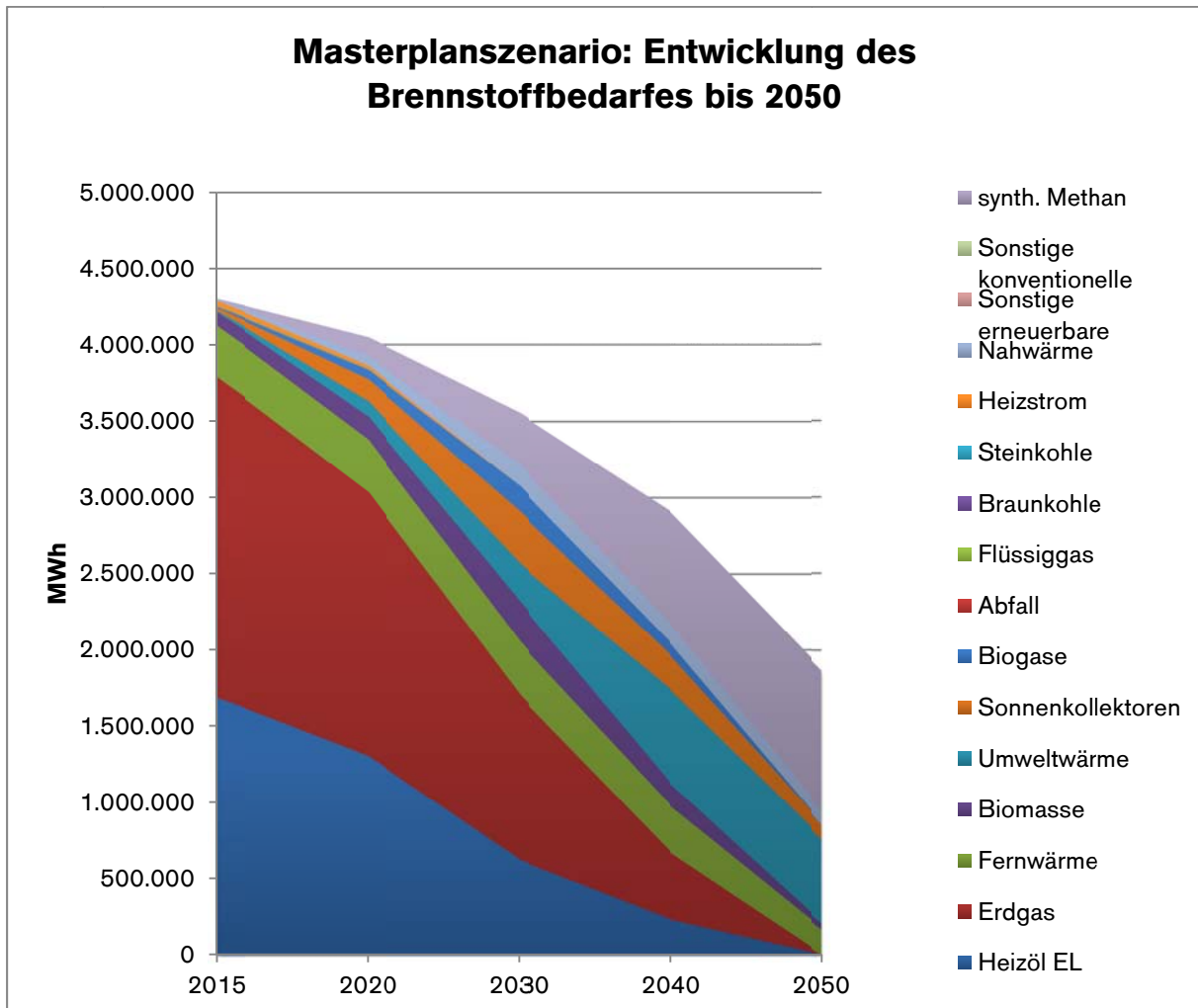


Abbildung 47: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnungen 2017 auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).

Im Trendszenario wird im Jahr 2050 kein Heizöl mehr als Brennstoff verwendet. Der Anteil von Erdgas am Gesamtbrennstoffbedarf nimmt von 2014 bis 2030 hin ab und bleibt bis 2050 relativ konstant, da er einen Teil des Heizölbedarfes abfängt. Der Biomasseanteil steigt bis 2030 an, da dadurch ebenfalls ein Anteil des Heizöls abgefangen wird, nimmt aber danach wieder ab, da Biomasse in Zukunft vermehrt stofflich genutzt wird. Zudem fallen bis 2030 Flüssiggas sowie Braun- und Steinkohle als fossile Energieträger weg. Dafür nehmen ab 2030 die Anteile an Umweltwärme und synthetischem Methan stark zu. Erdgas bleibt im Trendszenario von den Anteilen her der stärkste Energieträger. Da die Synthese von Methan aus Strom mit dem im Trendszenario hinterlegten Strommix zu einem höheren Emissionsfaktor als dem von Erdgas führt und damit keine

Vorteile gegenüber dem Einsatz von Erdgas bestehen, wird synthetisches Methan nur zu einem geringen Anteil zur Energieversorgung eingesetzt.<sup>11</sup>



**Abbildung 48: Zukünftiger Brennstoffbedarf nach Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen 2017 auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).**

Durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren fallen die Energiebedarfe deutlich stärker als im Trendszenario. Bis 2030 fallen Flüssiggas sowie Braun- und Steinkohle als fossile Energieträger weg. Bis 2050 werden keine fossilen Energieträger (Erdgas, Heizöl), keine Biogase und kaum Biomasse mehr eingesetzt. Die fehlenden Energiemengen werden bis 2050 zu einem Drittel durch Umweltwärme und zu zwei Dritteln durch synthetisches Methan kompensiert. Daneben kommen bis 2050 vermehrt Sonnenkollektoren und Wärmenetze zum Einsatz.

<sup>11</sup> Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft- und Brennstoffen hängt von dem eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom für die Synthese von einer kWh Methan eingesetzt werden, hat synthetisches Methan in etwa einen Emissionsfaktor, der doppelt so hoch wie der des eingesetzten Stromes ist. Damit liegt der Emissionsfaktor bei 652 gCO<sub>2eq</sub>/kWh gegenüber 232 gCO<sub>2eq</sub>/kWh für Erdgas im Jahr 2050.



In den nachfolgenden beiden Abbildungen ist die Entwicklung des Kraftstoffbedarfes nach Energieträgern bis 2050 für das Trend- und das Masterplanszenario dargestellt. Das Trendszenario basiert auf der Trendszenario-Potenzialberechnung des Sektors Verkehr, das Masterplanszenario auf den Masterplan-Potenzialberechnungen und den jeweils damit verbundenen Annahmen (s. Kap. 5 dieses Berichtes).

Im Trendszenario nimmt der Endenergiebedarf im Verkehrssektor um etwa 37 % ab. Bis 2050 haben die Energieträger Diesel und Benzin weiterhin den höchsten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch des Verkehrssektors. Der Stromanteil steigt erst ab 2030 nennenswert an und beträgt in 2050 10 %. Es wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen in erster Linie über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen.

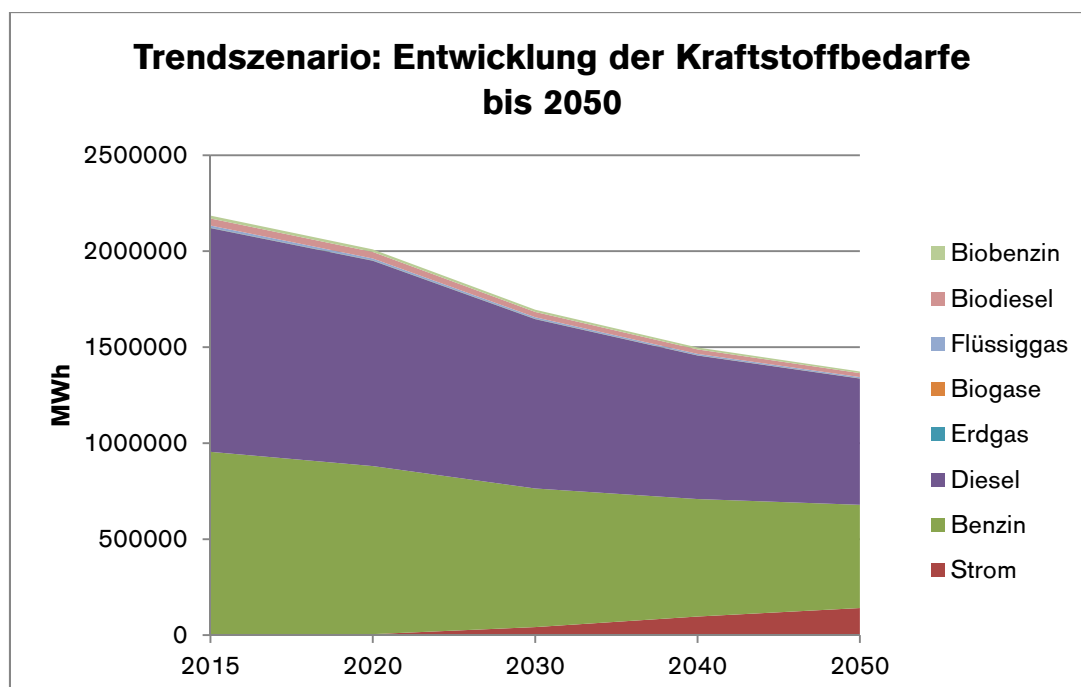


Abbildung 49: Zukünftiger Kraftstoffbedarf nach Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnungen 2017 auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).

Im Masterplanszenario nimmt der Endenergiebedarf im Verkehrssektor um etwa 73 % ab. Im Gegensatz zum Trendszenario spielen Benzin und Diesel 2050 als Kraftstoffe nur noch eine untergeordnete Rolle, da nun Strom als Kraftstoff mit einem Anteil von gut 63 % dominiert (s. Abbildung 50). Aber auch im Masterplanszenario steigt der Stromanteil erst ab 2030 nennenswert an und nimmt 2040 schon knapp ein Drittel des Kraftstoffbedarfes ein. Im Masterplanszenario wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen zwar auch über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen. Allerdings spielt hier zudem der Energieträgerwechsel hin zu strombasierten Antrieben eine erhebliche Rolle.

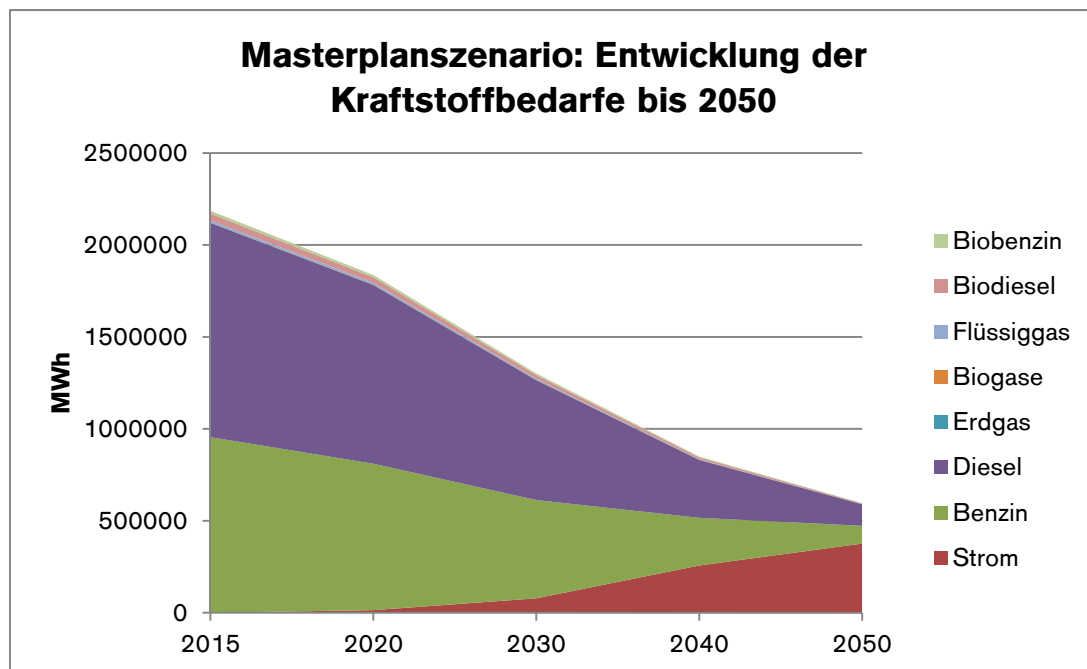


Abbildung 50: Zukünftiger Kraftstoffbedarf nach Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen 2017 auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).

#### A 6.2.1 Nutzungskonzept Biomassepotenzial

Im Masterplanszenario wird angestrebt, dass Biomasse und Biogase bis 2050 nur noch in sehr geringem Maße als Brenn- oder Kraftstoffe zum Einsatz kommen, da diese nun vermehrt stofflich genutzt werden (s. Abbildung 48). Biomasse und Biogas sollen vor allem durch synthetisches Methan ersetzt werden. Dies kann auch nur aufgrund eines im Masterplanszenario für 2050 sehr günstigen Emissionsfaktors für Strom erfolgen, der voraussetzt, dass ein hoher Anteil des für die Erzeugung von synthetischem Methan benötigten Stroms regenerativ erzeugt wird (s. hierzu Kap. A 6.2.2).

Im Masterplanszenario steigt der Biomassebedarf von 2015 bis 2030 an. Begründet ist dies insbesondere durch die Substitution von Heizöl und Erdgas durch andere Energieträger (u. a. Biomasse und Biogas) bis 2030 als Lösung zur Überbrückung bis zur flächendeckenden Verfügbarkeit synthetischer Brenn- und Kraftstoffe. Es wird angenommen, dass der Ausbau der PtX-Technologie vor 2030 noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass synthetisches Methan in einem so großen Umfang produziert werden kann, als dass es den Wegfall von fossilen Energieträgern vollständig ausgleichen könnte. Gleichzeitig ist der Emissionsfaktor durch den noch zu geringen Anteil Erneuerbarer Energien am Strommix noch schlechter als der von Öl oder Erdgas.<sup>12</sup> In 2030

<sup>12</sup> Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft- und Brennstoffen hängt von dem eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom zur Synthese von einer kWh Methan aufgewendet werden müssen, ist der Emissionsfaktor doppelt so hoch, wie der des eingesetzten Stromes. Wenn der eingesetzte Strom zu einem hohen Anteil aus fossilen Quellen stammt, ist der Emissionsfaktor für synthetisches Methan höher als der

wird Biomasse zu gut zwei Dritteln vor allem für den Anwendungsbereich Prozesswärme im Sektor Industrie eingesetzt. Bis 2050 wird die für Prozesswärme eingesetzte Biomasse fast vollständig durch synthetisches Methan substituiert (s. o.).

Im Trendszenario wird bis 2050 weiterhin Biomasse eingesetzt. Der Anstieg des Biomasseanteils fällt im Vergleich zum Masterplanszenario ähnlich stark aus, auch wenn im Trendszenario bis 2040 Heizöl als Energieträger eingesetzt und bis 2050 Erdgas weiterhin als Energieträger genutzt wird. Der Anteil von Biomasse liegt in 2050 50 % über dem Wert von 2015 (s. Abbildung 47).

### A 6.2.2 Strombedarf für synthetische Brennstoffe und Wärmebereitstellung

Der Strombedarf für die Herstellung von synthetischen Brenn- und Kraftstoffen steigt bis zum Jahre 2050 stark an. Vor allem ab dem Jahr 2030 wächst der Strombedarf enorm, da ab dort vermehrt auf den Einsatz von PtG-Anwendungen gesetzt wird und der Anteil an Umweltwärme zunimmt.

Der Anstieg des Strombedarfes für die Herstellung von synthetischen Brenn- und Kraftstoffen ist im Trendszenario wesentlich geringer als im Masterplanszenario. Denn hier beträgt der Anteil an synthetischem Methan am gesamten Brennstoffbedarf nur rund 17 % (→ Masterplanszenario: 49 %). Aufgrund des hohen Emissionsfaktors für Strom im Trendszenario muss auf andere, emissionsärmere Brennstoffe zurückgegriffen werden.

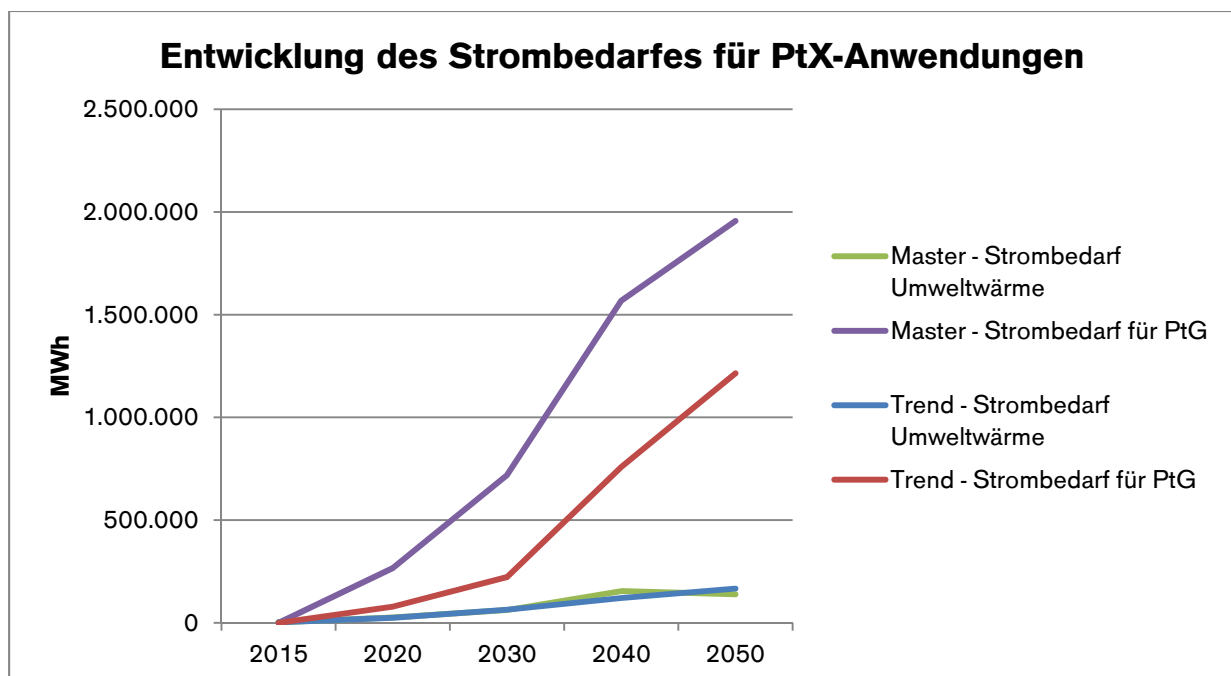


Abbildung 51: Entwicklung des Strombedarfes für Power-to-X-Anwendungen in Lippe (Quelle: Eigene Berechnungen 2017 auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).

von bspw. Erdgas oder Heizöl. Synthetisches Gas ist erst klimafreundlicher als Erdgas, wenn der eingesetzte Strom einen Emissionsfaktor von ca. 115 gCO<sub>2eq</sub>/kWh hat.

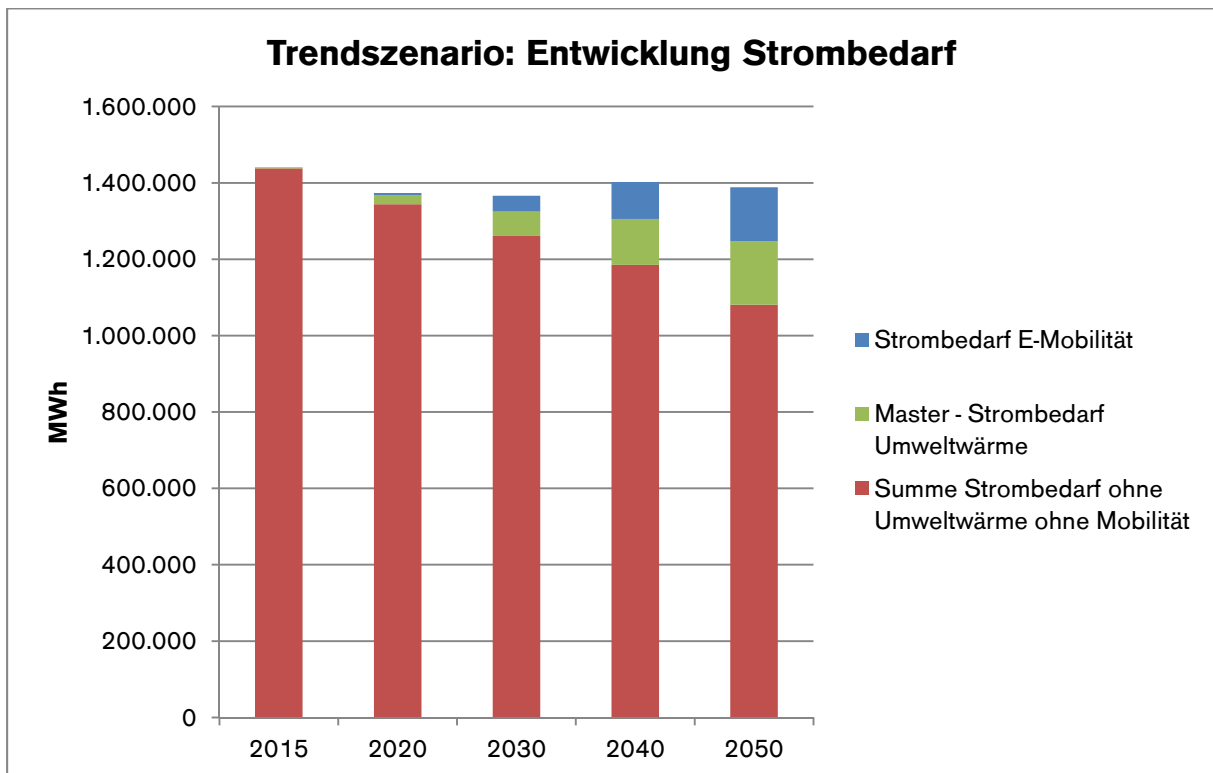
**A 6.2.3 Importbedarf und Exportverfügbarkeit von Strom und Brennstoffen**

*Strom*

Um zu beurteilen, ob es sich um eine Überschuss- oder Importregion handelt, werden nachfolgend die ermittelten EE-Potenziale mit den Strombedarfen für 2050 abgeglichen.

Ohne die zuvor dargestellten Power-to-X-Anwendungen und ohne den Strombedarf für E-Mobilität beläuft sich der Strombedarf 2050 im Trendszenario auf 1.081 GWh und im Masterplanszenario auf 1.031 GWh. Die Strombedarfe für die E-Mobilität belaufen sich für das Trendszenario auf zusätzlich 141 GWh und für das Masterplanszenario auf 377 GWh in 2050.

Somit ist im Trendszenario, ohne die Berücksichtigung von eventuell im Kreisgebiet zu installierenden PtG-Anlagen, von einem leicht sinkenden Strombedarf auszugehen. Im Masterplanszenario dagegen steigt der Strombedarf gegenüber dem heutigen Niveau leicht an (siehe folgende zwei Abbildungen).



**Abbildung 52: Entwicklung des Strombedarfes im Trendszenario inklusive E-Mobilität und Umweltwärme (Quelle: Eigene Abbildung)**

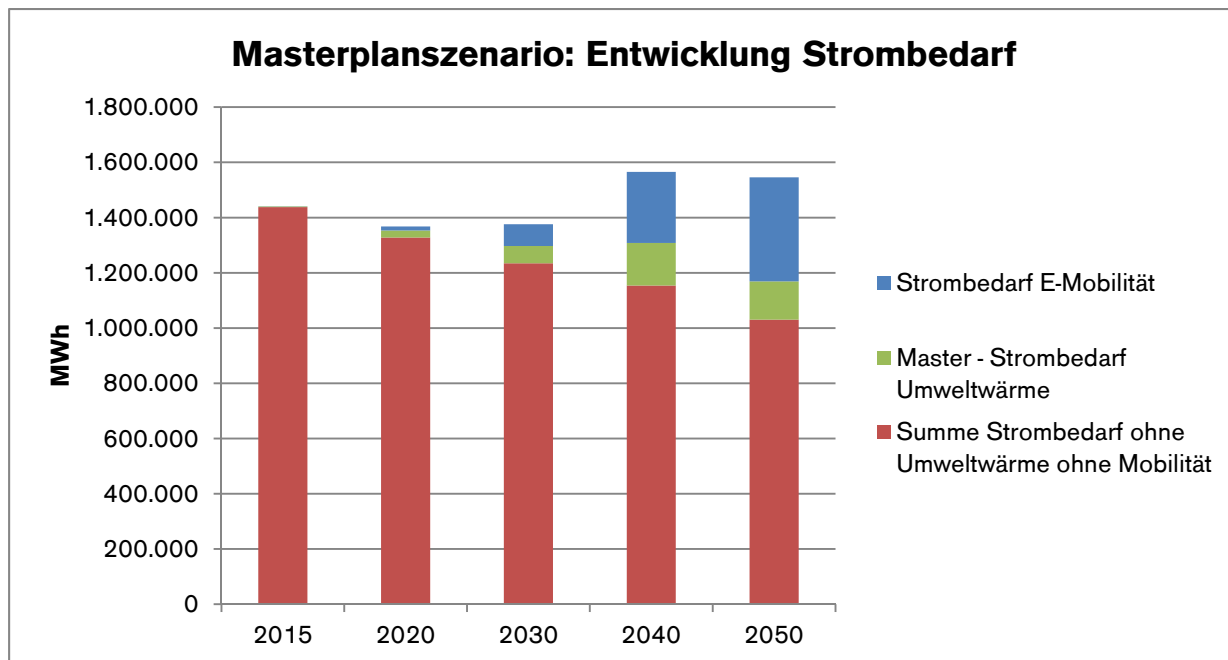


Abbildung 53: Entwicklung des Strombedarfes im Masterplanszenario inklusive E-Mobilität und Umweltwärme (Quelle: Eigene Abbildung)

Die EE-Potenziale belaufen sich in 2050 im Trendszenario auf 1.146 GWh und im Masterplanszenario auf 1.272 GWh. Für das Trendszenario bedeutet das einen Anteil von 80 % Erneuerbaren Energien am Strombedarf im Kreis Lippe für das Jahr 2050. Im Trendszenario bleibt der Kreis Lippe also eine Bedarfsregion. Die Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Strombedarf wird in nachfolgender Abbildung dargestellt.

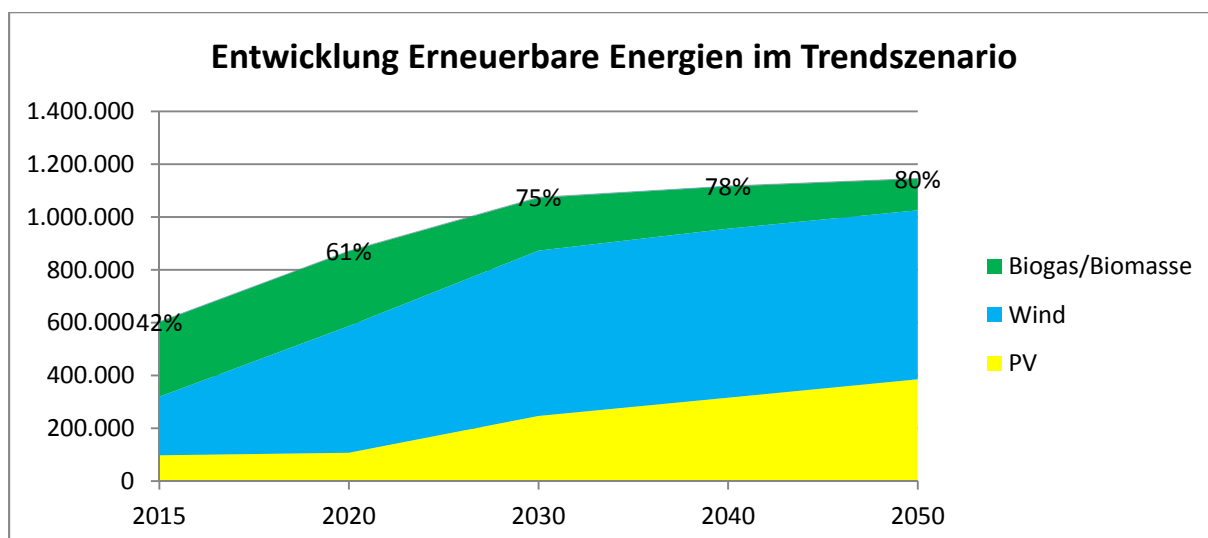
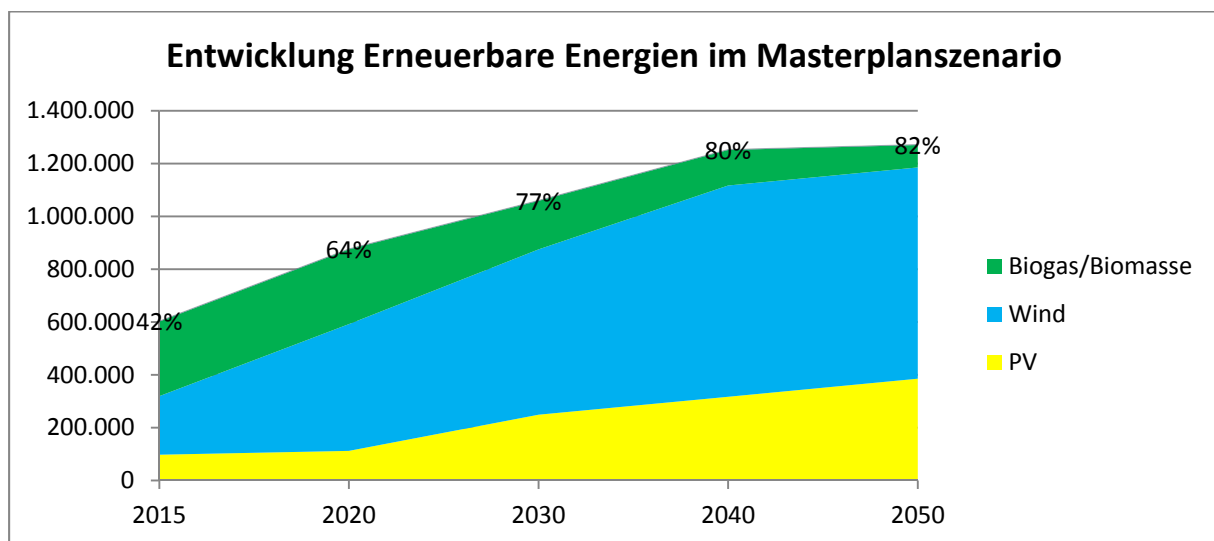


Abbildung 54: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Strombedarf im Trendszenario (Quelle: Eigene Abbildung)

Für das Masterplanszenario bedeuten die beschriebenen Entwicklungen einen Anteil von 82 % Erneuerbaren Energien am Strombedarf im Kreis Lippe im Jahr 2050. Auch im Masterplanszenario bleibt der Kreis Lippe demnach eine Bedarfsregion. Zu berücksichtigen ist dabei, dass hier noch nicht der Strombedarf von möglichen PtG-Anlagen im Kreis Lippe einbezogen wird. Die Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Strombedarf wird in nachfolgender Abbildung dargestellt.



**Abbildung 55: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Strombedarf im Masterplanszenario (Quelle: Eigene Abbildung)**

In Zukunft muss das Stromsystem nicht nur die Fluktuationen durch den klassischen Stromverbrauch, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Strombedarf für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen können (s. Kap. 5 und 6). Werden somit die benötigten Strombedarfe für E-Mobilität, Umweltwärme und vor allem für Power-to-X-Anwendungen hinzugezogen, zeigt sich, dass der Kreis Lippe eine Importregion ist und bleibt.

### *Brennstoffe*

Da der Biomasseanteil zur Wärmeversorgung bis 2030 noch weiter ansteigt und der derzeitige Biomassebedarf die in Lippe vorhandenen Biomassepotenziale bei weitem überschreiten, ist davon auszugehen, dass ab 2020 noch mehr Biomasse importiert werden muss. Ab 2040 könnte nach dem Masterplanszenario Biomasse aus dem Kreis Lippe exportiert werden.

### **A 6.3 Fazit**

Der Kreis Lippe wird auch zukünftig einen großen Teil seines Energiebedarfes aus Importen decken müssen dies gilt insbesondere für den Wärmesektor. Es ist jedoch abzusehen, dass die Brennstoffbedarfe stark sinken werden und damit auch die Importquote sinken wird. Für Strom gilt, dass zukünftig etwa 80 % des Bedarfes auf dem Kreisgebiet produziert werden kann. Mittels

---

Sektorkopplung werden auch ein großer Teil des Energiebedarfes aus dem Verkehrssektor (E-Mobilität) und ein Teil des Wärmebedarfes (Wärmepumpenstrom) gedeckt. Dies führt dazu, dass der Abfluss von finanziellen Mitteln für Energieimporte stark zurückgehen und damit die lokale Wertschöpfung in hohem Maße gestärkt wird.

## A 7. ENDENERGIE- UND THG-SZENARIEN

In diesem Kapitel werden zwei Endenergiebedarfs- und zwei THG-Szenarien als mögliche zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase in Lippe aufgezeigt. Die Szenarien beziehen dabei die in Kapitel 4 berechneten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und die Endenergieeinsparpotenziale für die Sektoren private Haushalte, Verkehr sowie Industrie und GHD mit ein.

### A 7.1 Endenergieszenarien

Für die zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2050 werden ein Trend- und ein Masterplanszenario berechnet. Beide Szenarien zeigen die Entwicklung des Endenergiebedarfes nach den Verwendungszwecken Strom, Wärme, Prozesswärme und Mobilität in 10-Jahres-Schritten bis 2050 auf. Zusätzlich dazu werden jeweils für die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität die Endenergiebedarfe bis 2050 dargestellt.

#### A 7.1.1 Trendszenario

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung des Endenergiebedarfes ausgehend vom Basisjahr 1990 dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen (s. grauer Kasten zuvor).

Es zeigt sich, dass bis 2030 insgesamt 14 % und bis 2050 27 % des Endenergiebedarfes bezogen auf das Bilanzjahr 2015 eingespart werden können. Im Vergleich zum Endenergieverbrauch 1990 beträgt das Einsparpotenzial bis 2050 38 %. Somit erreicht das Trendszenario nicht das Masterplan-Ziel von 50 % Endenergieeinsparung bis 2050.

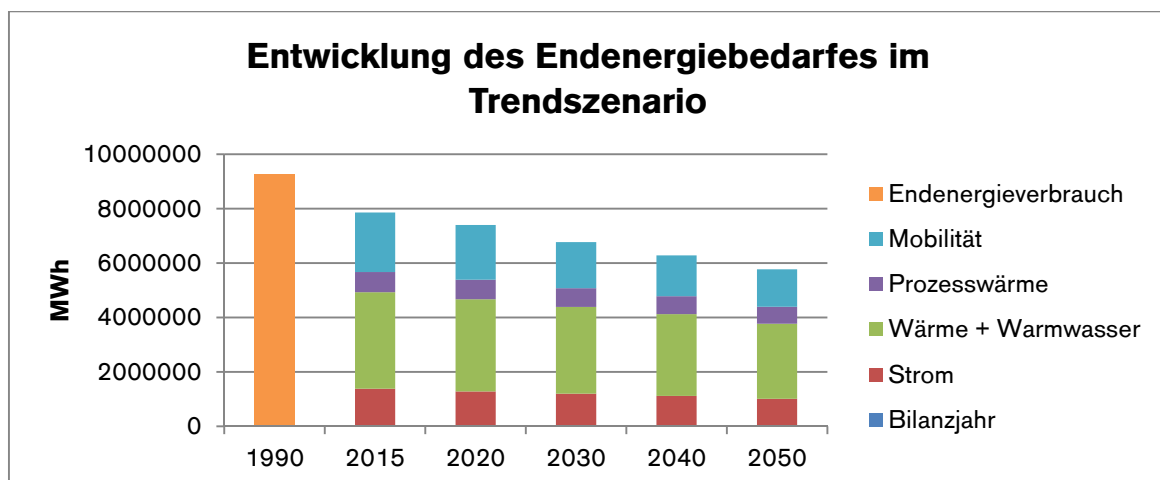


Abbildung 56: Entwicklung des Endenergiebedarfes nach Verwendung im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).



### A 7.1.2 Masterplanszenario

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung des Endenergiebedarfes ausgehend vom Basisjahr 1990 dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen (s. grauer Kasten zuvor). Es zeigt sich, dass bis 2030 insgesamt 23 % und bis 2050 57 % des Endenergiebedarfes bezogen auf das Bilanzjahr 2015 eingespart werden können. Im Vergleich zum Endenergieverbrauch in 1990 beträgt das Einsparpotenzial bis 2050 63 %. Somit kann mit dem Masterplanszenario das Masterplan-Ziel von 50 % Endenergieeinsparung bis 2050 übertroffen werden.

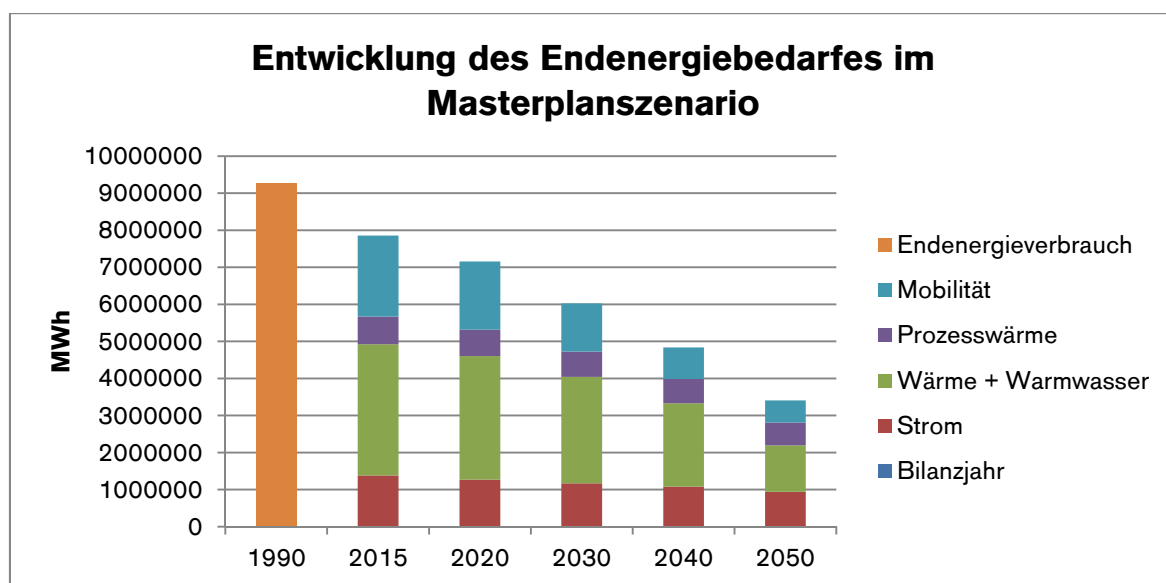


Abbildung 57: Entwicklung des Endenergiebedarfes nach Verwendung im Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung 2017).

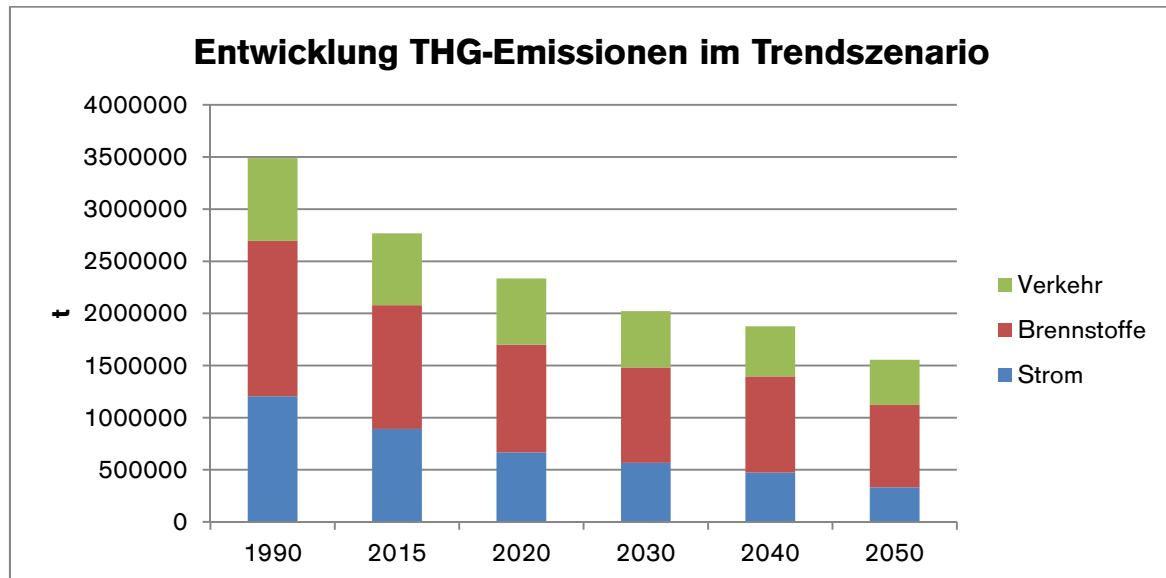
### A 7.2 Entwicklung der zukünftigen THG-Emissionen

In diesem Teil-Kapitel werden zwei verschiedene Szenarien zur Entwicklung der THG-Emissionen dargestellt. Das erste basiert auf dem Trendszenario zum Endenergieverbrauch und stellt die Entwicklung der THG-Emissionen unter der Prämisse dar, dass weniger zusätzliche Anstrengungen für den Klimaschutz unternommen werden und der Einsatz der Energieträger ähnlich der heute vorherrschenden Struktur bleibt. Für die Berechnung der Emissionen wird in 2050 ein LCA-Faktor von 307 g CO<sub>2e</sub>/kWh angenommen, wie er vom ifeu und ÖKO-Institut für das Trendszenario angegeben wird.

Im darauf folgenden Teil-Kapitel werden die resultierenden THG-Emissionen aufbauend auf dem Masterplanszenario berechnet. Es zeigt die resultierenden THG-Emissionen bei hohen Anstrengungen zur Einsparung des Endenergiebedarfes. Für die Berechnung der Emissionen, die durch importierten Strom im Masterplanszenario verursacht werden, wird in 2050 ein LCA-Faktor von 30 g CO<sub>2e</sub>/kWh angenommen, wie er vom ifeu und ÖKO-Institut angegeben wird.

**A 7.2.1 Trendszenario THG-Emissionen**

Dieses Szenario zur Entwicklung der THG-Emissionen basiert auf dem Trendszenario zur Endenergieentwicklung.



**Abbildung 58: Entwicklung der THG-Emissionen bis 2050 – Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung).**

Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario von 2015 um gut 17 % bis 2030 und um gut 44 % bis 2050. Das entspricht 6,2 t THG pro Einwohner und Jahr in 2030 und 5 t pro Einwohner und Jahr in 2050. Verglichen mit 1990 sinken die THG-Emissionen bis 2030 um 42 % und bis 2050 um 55 %. Damit könnten die Zielsetzungen des Masterplanes 100 % Klimaschutz nicht erreicht werden.

### A 7.2.2 Masterplanszenario THG-Emissionen

Das Masterplanszenario zur Entwicklung der THG-Emissionen basiert auf dem Masterplanszenario Endenergie.

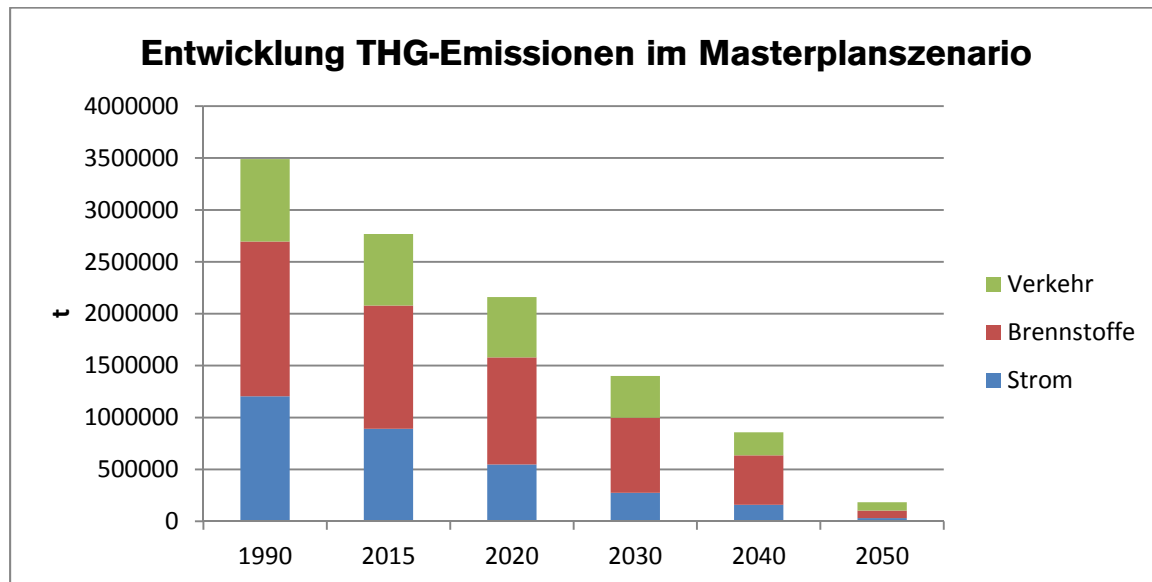


Abbildung 59: Entwicklung der THG-Emissionen bis 2050 – Masterplanszenario (Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung).

Die THG-Emissionen sinken laut dem Masterplanszenario von 2015 um knapp 49 % bis 2030 und um 93 % bis 2050. Das entspricht 4,3 t THG pro Einwohner und Jahr in 2030 und 0,6 t pro Einwohner und Jahr in 2050. Basierend auf 1990 sinken die THG-Emissionen bis 2030 um 60 % und bis 2050 um 95 %. Somit können die dargestellten Ziele des Masterplanes 100 % Klimaschutz durch das Masterplanszenario erreicht werden.

### A 7.3 Fazit

Das Masterplanszenario zeigt, dass die Zielsetzungen des Masterplanprozesses (50 % Endenergieeinsparung, 95 % Treibhausgasreduzierung) im Kreis Lippe erreichbar sind. Dazu ist das Zusammenwirken aller Beteiligten gefragt. Der Einsatz der Bürgerschaft, vielfältiger Akteure auf lokaler Ebene, entschlossenes Handeln in der Verwaltung und Weichenstellungen durch die Kommunalpolitik sind entscheidend für das erfolgreiche Gelingen dieses Vorhabens. Die Analysen und Darstellungen zeigen aber auch, dass die übergeordneten Ebenen (Land, Bund, EU) wichtige Weichensteller für grundlegende Prozesse sind, die die Kommunen alleine nicht steuern können. Förderprogramme und gesetzliche Vorgaben müssen lokale Anstrengungen, auch und gerade in den „Reallabors“ der Masterplankommunen, unterstützen.

Wenn die Entwicklung von Regionen wie Kreis- oder Stadtgebieten als integrierte Aufgabenstellung unter Einbeziehung von Energie- und Klimaschutzaktivitäten als selbstverständlich erachtet wird, die dazu notwendigen Rahmenbedingungen (Gesetze, Richtlinien, Förderungen) eindeutig und

langfristig ausgerichtet sind, dann muss nicht mehr über das „Warum“ des Handelns, sondern nur noch über das „Wie“ gesprochen werden. Der Kreis Lippe hat sich bereits auf den Weg zum „Wie“ gemacht und wird weitere Regionen durch seine Aktivitäten und durch seine Teilnahme am Masterplan 100 % Klimaschutz motivieren wollen, diesen Weg mitzugehen.