



Leipziger Institut
für Energie

ENDBERICHT

Potenziale zur Reduktion des Endenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt

Auftraggeber:

Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH

Leipzig, 26.01.2017

Projektpartner:

 **Fraunhofer**
IFF

The logo for Fraunhofer IFF consists of a green square with white diagonal lines on the left, followed by the text 'Fraunhofer' in a bold, black, sans-serif font, and 'IFF' in a smaller, black, sans-serif font below it.



Impressum

Auftraggeber

Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH
Olvenstedter Straße 4
39108 Magdeburg

Auftragnehmer

Leipziger Institut für Energie GmbH
Lessingstraße 2
04109 Leipzig

Projektpartner

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ein Unternehmen der 
Technischen Universität Hamburg-Harburg
und der TuTech Innovation GmbH

Bearbeitung (IE Leipzig)

Christoph Voigtländer
Werner Bohnenschäfer
Ilka Erfurt
Matthias Reichmuth

Bearbeitung (Fraunhofer IFF)

Sergii Kolomiichuk
Betty Appelt
Dr. Przemyslaw Komarnicki
Holger Seidel
Andreas Wiedemann

Laufzeit

September 2015 bis Dezember 2016

Datum

Leipzig, 26.01.2017

Die Zahlen und Fakten in diesem Bericht beruhen auf Erfahrungen und der gutachterlichen Meinung der Autoren.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung	1
1.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und Ausblick bis 2030	2
1.2 Effizienzpotenziale	3
1.3 Mit-Maßnahmen-Szenario und Zielkorridore bis 2030	4
1.4 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen	8
1.5 Förderprogramme	10
1.6 Handlungsempfehlungen	12
1.7 Fazit	19
2 Einleitung und Hintergrund	21
3 Methodische Grundlagen	22
3.1 Vorgehensweise	22
3.2 Abgrenzung des Untersuchungsraumes	23
3.3 Effizienzbegriff	24
4 Bestandsaufnahme Endenergieverbrauch	25
4.1 Endenergieverbrauch	25
4.1.1 Endenergieverbrauch Verarbeitendes Gewerbe (Industrie)	30
4.1.2 Endenergieverbrauch Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	32
4.1.3 Endenergieverbrauch Haushalte	34
4.1.4 Endenergieverbrauch Verkehr	36
5 Fortschreibung von Strukturen und Mengengerüsten	38
5.1 Grundlagen zur Szenarienerstellung	38
5.1.1 Bevölkerungs- und Wohnungsentwicklung	38
5.1.2 Wirtschaftliche Entwicklung	39
5.1.3 Entwicklung des Kfz-Bestandes	41
5.2 Trend-Szenario	43
5.2.1 Endenergieverbrauch	43
5.3 Mit-Maßnahmen-Szenario	45
5.3.1 Endenergieverbrauch	45
5.4 Szenarienvergleich	47
5.4.1 Endenergieverbrauch	47



5.4.2 Indikatoren zur Energieeffizienz	48
6 Energieeffizienzpotenziale	54
6.1 Begriffsdefinitionen	54
6.1.1 Potenzial	54
6.1.2 Hemmnisse	54
6.1.3 Maßnahmen	55
6.1.4 Vermeidungskostenkurven	56
6.2 Verarbeitendes Gewerbe	57
6.2.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung	57
6.2.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen	62
6.2.3 Hemmnisse	74
6.2.4 Vermeidungskostenkurven	75
6.3 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	79
6.3.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung	79
6.3.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen	81
6.3.3 Hemmnisse	91
6.3.4 Vermeidungskostenkurven	93
6.4 Private Haushalte	97
6.4.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung	97
6.4.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen	101
6.4.3 Hemmnisse	116
6.4.4 Vermeidungskosten	118
6.5 Verkehr	122
6.5.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung	122
6.5.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen	123
6.5.3 Hemmnisse	137
7 Instrumente und Programme	141
7.1 Bundesebene	141
7.1.1 Kommune	142
7.1.2 Private Haushalte	145
7.1.3 Wirtschaft	153
7.2 Landesebene	168
7.2.1 Kommune	170

7.2.2 Private Haushalte	173
7.2.3 Wirtschaft	175
7.3 Handlungsempfehlungen für weitere Instrumente/Programme	178
7.3.1 Verarbeitendes Gewerbe	183
7.3.2 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	185
7.3.3 Private Haushalte	186
7.3.4 Verkehr	187
8 Zielkorridore und Monitoring-Tool	189
8.1 Zielkorridore	189
8.1.1 Verarbeitendes Gewerbe	189
8.1.2 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	190
8.1.3 Haushalte	192
8.1.4 Verkehr	193
8.1.5 Zusammenfassung der Zielkorridore	195
8.1.6 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen	196
8.2 Monitoring-Tool	198
9 Verzeichnisse	202
Glossar	203
Abkürzungsverzeichnis	205
Abbildungsverzeichnis	206
Tabellenverzeichnis	209
Literaturverzeichnis	212

1 Zusammenfassung

Eine umfassende Kenntnis über den aktuellen und sich bis zum Jahr 2030 entwickelnden Endenergieverbrauch sowie der vorhandenen Potenziale zur Verbrauchssenkung in Sachsen-Anhalt bildet die Grundlage zur Festlegung von politischen Zielsetzungen. Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der hierzu durchgeführten Analysen zusammengefasst.

Die mit der Energiewende verbundenen Ziele ergeben sich einerseits aus energiepolitischen Vorgaben (Ausstieg aus der Kernenergie) und andererseits aus klimapolitischen Notwendigkeiten (Klimawandel). Das Gelingen der Energiewende ist in Deutschland nur durch das Zusammenspiel zweier Kernentwicklungen möglich. Auf der einen Seite steht der Ausbau der Erneuerbaren Energien zur umweltfreundlicheren Energiebereitstellung und auf der anderen Seite die Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung.

Die **Leitplanken der Energie- und Klimaschutzpolitik** im Land Sachsen-Anhalt werden durch

- das **Klimaschutzprogramm 2020** vom August 2010 [MLU 2010] und
- das **Energiekonzept 2030** vom April 2014 [MW 2014]

gebildet. In Ergänzung hierzu wurden zwischenzeitlich weitere Detailstudien – u. a. zur Biomasse [INTECUS 2012] oder zu Flexibilitätsoptionen/Speichern [EuPD 2015] – erstellt. Das hiermit verbundene Monitoring hat vor allem die CO₂-Emissionen im Focus. Die hier vorliegende Studie zu den Potenzialen der Energieeffizienz/-einsparung reiht sich ein in die inhaltliche Detaillierung der energie- und klimapolitischen Handlungsmöglichkeiten auf Landesebene.

Das Thema Energieeffizienz/-einsparung wurde im Energiekonzept 2030 neben der Energieversorgung

als einer der zwei wichtigsten Schlüssel zur Erreichung energiepolitischer Ziele bezeichnet. Im Energiekonzept ist die Festschreibung von Effizienzzielen für die Jahre 2020 und 2030 vorgesehen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden endenergiebasierte Effizienzuntersuchungen für die Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Haushalte und Verkehr durchgeführt sowie zwei mögliche Entwicklungspfade bis zum Jahr 2030 aufgezeigt. Auf Basis dieser Ermittlungen können von der Landesregierung sektorale Einsparziele bis zum Jahr 2030 festgelegt werden.

Nicht Gegenstand der Studie sind Aspekte der Energiebereitstellung, also die Energieerzeugung zum Beispiel auf Basis erneuerbarer Energien und damit verbunden eine umfassende Analyse des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen.

Diese Studie zur Energieeinsparung/-effizienz reiht sich somit ein in die vorliegenden Detailstudien zu Teilaspekten der Energieversorgung bzw. möglichen Maßnahmen zum Klimaschutz. Eine Zusammenfassung der vorliegenden Ergebnisse aus den verschiedenen Studien ist somit hier nicht enthalten. Aufgrund der vorliegenden verschiedenen Konzepte/Programme und Ergebnisse der Detailstudien empfiehlt es sich, hier eine Zusammenführung vorzunehmen (► Kap. 1.6 Handlungsempfehlungen).

1.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und Ausblick bis 2030

Bisherige Entwicklung

In der Vergangenheitsbetrachtung ist der Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt seit dem Jahr 2000 deutlich angestiegen. Dies ist vor allem auf gestiegene Endenergieverbräuche im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes zurückzuführen. Während in den Sektoren private Haushalte (PHH), Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und Verkehr leicht gesunkene Verbräuche zu verzeichnen sind, ist der Verbrauch des Verarbeitenden Gewerbes um rund zwei Drittel gestiegen. Letztlich ist dies ein Zeichen für die positive wirtschaftliche Entwicklung in der Industrie.

Insgesamt hatte der Industriesektor im Jahr 2015 einen Anteil von knapp der Hälfte (45 %) am gesamten Endenergieverbrauch des Landes Sachsen-Anhalt. Der Bereich der PHH hatte einen Anteil von 22 %, Verkehr rund 18 % und der GHD-Sektor von rund 15 % am Endenergieverbrauch (Abbildung 1).

Trend-Szenario

Zur Fortschreibung der Endenergiebilanz bis zum Jahr 2030 wurde ein Trend-Szenario erstellt. In diesem wurde die Entwicklung der Verbräuche für die einzelnen Verbrauchssektoren über die Bildung von

Energieeffizienzindikatoren fortgeschrieben und anschließend zum gesamten Endenergieverbrauch aufsummiert. Dabei wurden wirtschaftliche, demografische sowie technische Entwicklungen berücksichtigt.

Ergebnisse für das Trend-Szenario:

- ▶ Bis zum Jahr 2030 wird von stetig sinkenden Verbräuchen ausgegangen, im Industriebereich wird der Rückgang nur leicht ausfallen. In allen weiteren Verbrauchssektoren wird der Endenergiebedarf, nicht zuletzt aufgrund der demografischen Entwicklung, zum Teil deutlich sinken (Abbildung 1).
- ▶ Insgesamt können bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2015 etwa 10 % des Endenergieverbrauchs eingespart werden.
- ▶ Für die einzelnen Verbrauchssektoren ergeben sich folgende Entwicklungen:

▪ Verarbeitendes Gewerbe:	- 3 %
▪ Gewerbe-Handel-Dienstleistungen:	- 13 %
▪ Haushalte:	- 13 %
▪ Verkehr:	- 20 %

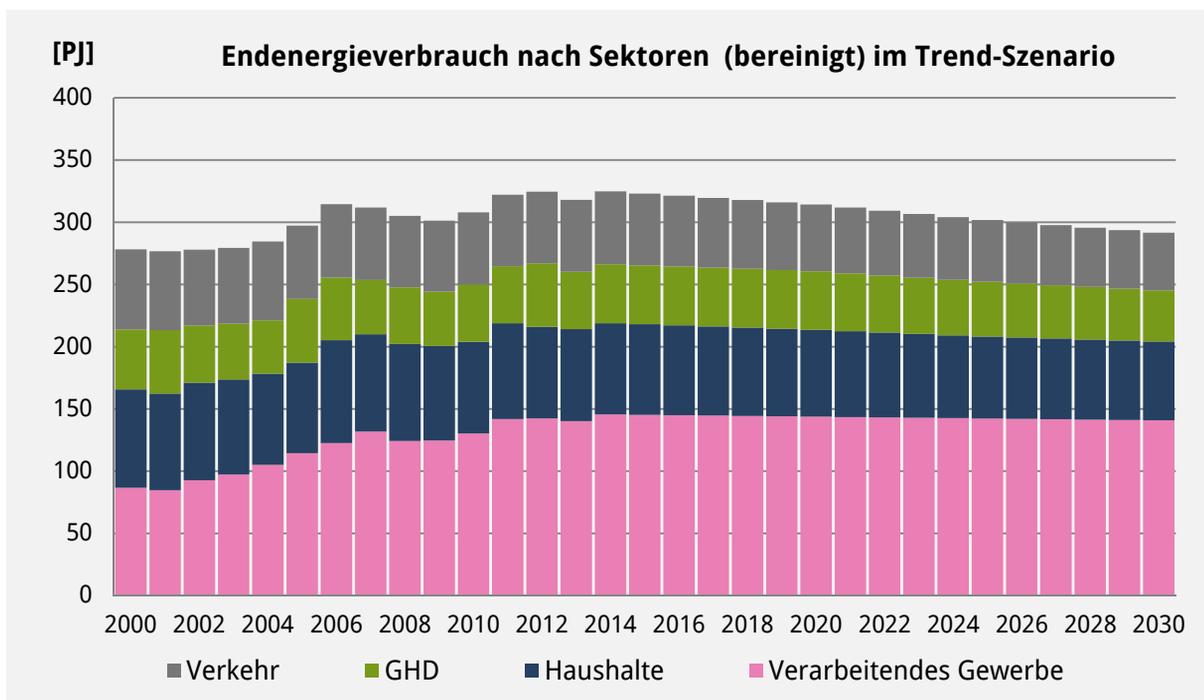


Abbildung 1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und im Trend bis 2030

Quelle: [StaLa 2016], Szenario IE Leipzig

1.2 Effizienzpotenziale

Im Rahmen der Ermittlung der Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz wurde innerhalb der Verbrauchssektoren Verarbeitendes Gewerbe, GHD, PHH und Verkehr jeweils untersucht, durch welche Möglichkeiten der Endenergieverbrauch verringert werden kann.

Zunächst wurden dabei zahlreiche Einzelmaßnahmen definiert und anschließend einer wirtschaftlichen Betrachtung unterzogen. Im Ergebnis konnten in Form von Vermeidungskostenkurven zum einen die absoluten Einsparpotenziale und zum anderen jeweils das Maß der Wirtschaftlichkeit der untersuchten Maß-

nahmen abgeschätzt werden.

Für die jeweiligen Verbrauchssektoren ergeben sich zusammengefasst folgende Effizienzpotenziale.

Verarbeitenden Gewerbes

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes lassen sich die höchsten Einsparpotenziale im Bereich der Wärmeanwendungen durch die Dämmung industrieller Anlagen, Brennoptimierung sowie energetische Gebäudesanierungen erzielen.

Im Bereich der Stromanwendungen weisen die Rückgewinnung von mechanischer Energie sowie die Op-

timierung von Druckluftanlagen und RLT-Systemen die höchsten absoluten Einsparpotenziale auf.

Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen ergeben sich im Wärmebereich die höchsten Einsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierungen und den Austausch ineffizienter Heizkessel.

Im Bereich der Stromanwendungen weisen die Umstellung der Allgemein- und Straßenbeleuchtung die höchsten absoluten Einsparpotenziale auf.

Haushalte

Im Bereich der Wärmeanwendungen sind im Sektor Haushalte, genau wie im GHD-Sektor, die höchsten Einsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierungen und den Austausch ineffizienter Heizkessel zu erwarten.

Im Bereich der Stromanwendungen sind die höchsten Potenziale durch die Umstellung auf effiziente Kühl- und Gefriergeräte, die Umstellung der Beleuchtung sowie durch effiziente Heizungspumpen zu heben.

Verkehr

Im Sektor Verkehr kann der Endenergieverbrauch durch eine Vielzahl von Maßnahmen beeinflusst werden. Der Einfluss der Landesregierung Sachsen-Anhalts auf grundlegende Veränderungen im Verkehr ist dabei aber sehr begrenzt.

Zusammenfassend können verschiedene Maßnahmen zur Senkung des Endenergieverbrauchs beitragen, indem die Verkehrsleistung im Individual- sowie Straßengüterverkehr deutlich verringert, sich der Anteil des Schienenverkehrs am Verkehrsaufkommen deutlich erhöht und der Anteil der E-Mobilität deutlich gesteigert werden kann.

1.3 Mit-Maßnahmen-Szenario und Zielkorridore bis 2030

Zur Darstellung weitergehender Energieeinsparmöglichkeiten wurde neben dem Trend-Szenario ein weiteres Szenario erstellt. Dieses **Mit-Maßnahmen-Szenario** beschreibt einen Pfad, welcher nur durch eine deutlich höhere Ausschöpfung der Effizienzpotenziale zu erreichen ist.

Ergebnisse im Überblick

► Durch die Hebung der identifizierten Potenziale in den Bereichen Strom und Wärme in allen Verbrauchssektoren können zusätzlich jährlich

32,8 PJ eingespart werden (Abbildung 2).

- Gegenüber 2015 ergibt sich in diesem Szenario eine Einsparung von 19,8 %.
- Innerhalb der Verbrauchssektoren ergeben sich gegenüber dem Jahr 2015 folgende Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030:

▪ Verarbeitendes Gewerbe:	- 12 %
▪ Gewerbe-Handel-Dienstleistungen:	- 21 %
▪ Haushalte:	- 22 %
▪ Verkehr:	- 35 %

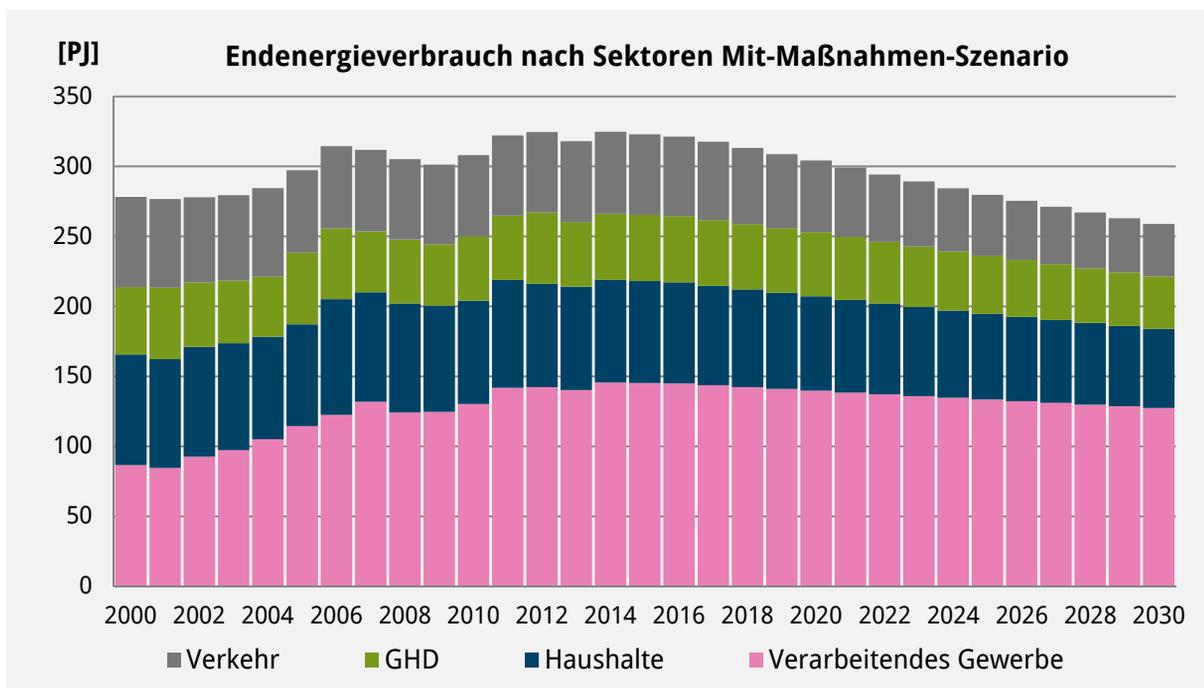


Abbildung 2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und im Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030

Quelle: [StaLa 2016], Szenario IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Effizienzindikatoren

Mit der Potenzialanalyse wurden für die einzelnen Maßnahmen absolute und prozentuale Einsparpotenziale ermittelt. Im Anschluss wurde eine Analyse der **Entwicklung der Effizienzindikatoren** für das Mit-Maßnahmen-Szenario im Vergleich zum Trend-Szenario durchgeführt und mögliche sektorale Entwicklungen bis zum Jahr 2030 dargestellt (vgl. Tabelle 1).

► Verarbeitendes Gewerbe

Zentrale Entwicklungsgröße im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes ist die Entwicklung der Endenergieproduktivität (Verhältnis von Bruttowertschöpfung zur eingesetzten Energiemenge). Im

Rahmen des Projektes wurde, aufgrund der Betrachtung auf sektoraler Ebene, die Entwicklung der Bruttowertschöpfung als Bezugsgröße gewählt.

Im Trend-Szenario wurde eine jährliche Steigerung der Endenergieproduktivität von rund 1,0 % zu Grunde gelegt. Durch eine Steigerung der Aktivitäten im Bereich Effizienz und Einsparung wurde im Mit-Maßnahmen-Szenario eine mögliche jährliche Steigerung der Endenergieproduktivität auf 1,7 % ermittelt.

► Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Auch im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen wurde die Entwicklung der Endenergieproduktivität als zentrale Entwicklungsgröße der

Effizienz betrachtet.

Im Trend-Szenario wurde eine jährliche Steigerung um 1,1 % angenommen, bei Hebung der Potenziale kann im Mit-Maßnahmen-Szenario eine deutliche Steigerung auf 1,9 % erreicht werden.

► **Haushalte**

Im Bereich der Haushalte müssen mehrere Kenngrößen betrachtet werden, um die Entwicklung zu beschreiben.

- Eine der zentralen Einflussgrößen auf den Endenergieverbrauch ist die energetische **Gebäudesanierungsrate**. Für Sachsen-Anhalt wurde diese auf aktuell 0,8 %/a geschätzt und auch für das Trend-Szenario angenommen. Ziel der Bundesregierung ist eine Verdoppelung der aktuellen Sanierungsrate, diese Entwicklung wurde auch für das Mit-Maßnahmen-Szenario angenommen.
- Eine weitere zentrale Größe zur Einsparung von Endenergie ist der **Austausch ineffizienter Heizkessel**, für das Trend-Szenario wurde eine Kesselaustauschrate von rund 3,5 %/a angenommen. Für das Mit-Maßnahmen-Szenario wurde eine Steigerung auf jährlich 5 % zu Grunde gelegt.
- Im Bereich der **Stromanwendungen** wurde die Entwicklung der Stromeffizienz als Quotient aus Stromverbrauch zur vorhandenen Wohnfläche

betrachtet. Im Durchschnitt der Vergangenheitsentwicklung stieg diese um jährlich 0,8 %. Im Rahmen der Untersuchung der Effizienzpotenziale im Sektor Haushalte wurde ermittelt, dass eine Steigerung auf 2,0 %/a realistisch ist.

► **Verkehr**

Im Sektor Verkehr wurden zahlreiche Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung untersucht und modelltechnisch berechnet. Da sich besonders im Verkehrsbereich viele Maßnahmen gegenseitig bedingen, wurde auf die Ausweisung absoluter Einsparpotenziale der Einzelmaßnahmen verzichtet und lediglich das Gesamtpotenzial, nach modelltechnischer Integration aller Maßnahmen, ausgewiesen.

Szenarien im Vergleich

Ein Vergleich der möglichen Entwicklungspfade bis zum Jahr 2030 ist in Abbildung 3 dargestellt. Folgende Ergebnisse ergeben sich:

- Gegenüber 2015 werden im Trend-Szenario im Jahr 2030 rund 9,7 % Endenergie eingespart.
- Im Mit-Maßnahmen-Szenario können durch die Umsetzung der Maßnahmen 19,8 % des Endenergieverbrauchs eingespart werden.

Sektoren	IST Stand 2015	Trend-Szenario 2030			Mit-Maßnahmen-Szenario 2030		
	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Veränderung ggü. 2015	Effizienzentwicklung	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Veränderung ggü. 2015	Effizienzentwicklung
Verarbeitendes Gewerbe	145.311	140.843	-3,1%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,0 %	127.524	-12,2%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,7 %
Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	47.286	41.079	-13,1%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,1 %	37.408	-20,9%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,9 %
Haushalte	72.755	63.403	-12,9%	Vollsanierungsrate 0,8 %/a Kesseltauschrate 3,5 %/a Steigerung Stromeffizienz 0,8 %/a	56.497	-22,3%	Vollsanierungsrate 1,6 %/a Kesseltauschrate 5 %/a Steigerung Stromeffizienz 2,0 %/a
Verkehr	57.625	46.338	-19,6%	diverse Annahmen, vgl. Auswertung Verkehrssektor	37.517	-34,9%	Deutlichere Verringerung der Verkehrsleistung im MIV Deutlicherer Anstieg der E-Mobilität Deutlichere Verringerung der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr Steigerung des Anteils des Schienenverkehrs
Summe	322.977	291.666	-9,7%		258.947	-19,8%	

Tabelle 1 Zusammenfassung der übergeordneten Effizienzentwicklungen in den Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

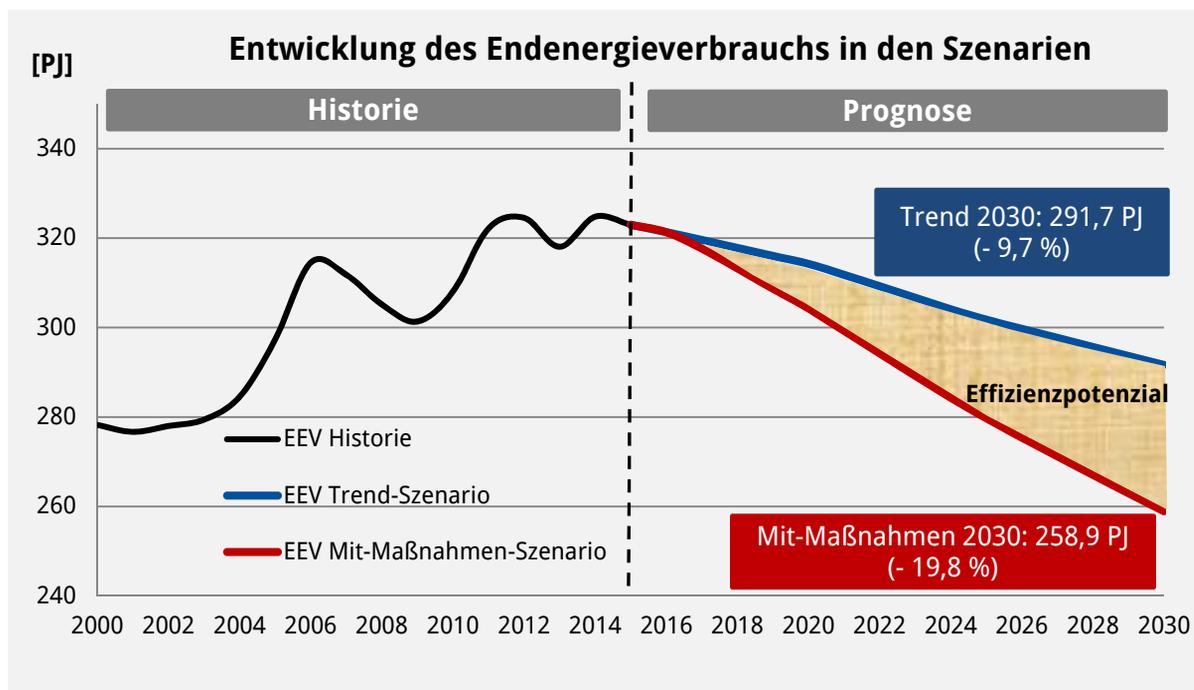


Abbildung 3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und in den Szenarien bis zum Jahr 2030
 Quelle: [StaLa 2016], Szenarien IE Leipzig & Fraunhofer IFF

1.4 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen

Bundesweit liegen bereits zahlreiche Zielsetzungen, zum Teil bis zum Jahr 2050, auf Basis des Energiekonzeptes der Bundesregierung vor. Diese beziehen sich vorwiegend auf die Bereiche Primärenergieverbrauch und regenerative Energieerzeugung. Einige Ziele beziehen sich auch auf die Bereiche Endenergieeinsparung und Energieeffizienz.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich Effizienzpotenziale sowie Einsparmöglichkeiten im Endenergiebereich untersucht. Somit können – zum Teil jedoch nur eingeschränkt – einige Ergebnisse dieser Studie in die bundesweiten Zielsetzungen eingeordnet werden (Tabelle 2).

Endenergieproduktivität

Im Bereich der Endenergieproduktivität kann das bundesweite Ziel einer Steigerung auf durchschnittlich 2,1 % pro Jahr in Sachsen-Anhalt nicht komplett erreicht werden.

Bundesweit ist die Endenergieproduktivität seit 1990 deutlich angestiegen. Grund ist eine vor allem im Dienstleistungssektor deutlich angestiegene Wirtschaftsleistung. In Sachsen-Anhalt zeigte sich bis zum Jahr 2000 ein ähnlicher Verlauf. Etwa seit dem Jahrtausendwechsel ist die Endenergieproduktivität im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt durch einen deutlichen Anstieg energieintensi-

ver Industrie (Chemiebranche) aber gesunken. Aufgrund des weiterhin sehr hohen Anteils der energieintensiven Industrie wird davon ausgegangen, dass die Endenergieproduktivität im Mit-Maßnahmen-Szenario auf maximal 1,7 % pro Jahr steigen kann.

Im GHD-Sektor wurde für das Mit-Maßnahmen-Szenario eine Steigerung der Energieproduktivität auf 1,9 % pro Jahr ermittelt. Bundesweit wird bis zum Jahr 2030 mit einem deutlichen Anstieg der Wirtschaftsleistung im GHD-Bereich gerechnet, somit wird auch die Endenergieproduktivität durch neue, effiziente Betriebe zum Anstieg der Endenergieproduktivität beitragen. Für Sachsen-Anhalt wurde im Rahmen des Projektes aufgrund der demografischen Entwicklung von einer etwa stagnierenden Wirtschaftsleistung (reale Bruttowertschöpfung) im GHD-Sektor ausgegangen, sodass dieser bundesweite Effekt weniger zum Tragen kommt.

Bruttostromverbrauch

Das bundesweite Ziel, den Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 % und bis 2050 um 25 % gegenüber 2008 zu verringern, kann nur zum Teil mit den Ergebnissen dieser Studie verglichen werden, da im Rahmen der Betrachtung der Nettostromverbrauch für Sachsen-Anhalt betrachtet wurde.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario kann der Nettostromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 8 % und bis 2030 um 16 % gegenüber 2008 verringert werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die bundesweiten Ziele zur Senkung des Bruttostromverbrauchs in Sachsen-Anhalt erfüllt oder übererfüllt werden können.

Endenergieverbrauch Wärme

Der Endenergieverbrauch der Wärme ist seit dem Jahr 2008 in Sachsen-Anhalt deutlich angestiegen. Ursächlich dafür ist der deutliche Anstieg des Energieverbrauchs im Sektor Verarbeitendes Gewerbe. Somit kann das bundesweite Ziel, bis zum Jahr 2020 gegenüber 2008 den Wärmeverbrauch um 20 % zu senken, in Sachsen-Anhalt nicht realisiert werden.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario wird der Wärmeverbrauch im Jahr 2020 – trotz nunmehr sinkender Verbräuche in den nächsten Jahren – weiterhin um 5 % über dem Niveau von 2008 liegen. Bis zum Jahr 2030 ist dann allerdings durch die weiter steigende Energieeffizienz eine Verringerung um 9 % gegenüber 2008 möglich.

Endenergieverbrauch Verkehr

Das bundesweite Ziel, den Endenergieverbrauch im Verkehr bis zum Jahr 2020 um 10 % gegenüber 2005 zu verringern, wird deutschlandweit nur schwer zu realisieren sein. Im Jahr 2014 lag der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors deutlich über dem Niveau von 2005.

In Sachsen-Anhalt kann das Ziel dagegen, vor allem aufgrund der demografischen Entwicklung, aber bereits im Trend-Szenario nahezu erfüllt werden. Bis zum Jahr 2050 soll der Endenergieverbrauch um 40 % gegenüber 2005 gesenkt werden, Sachsen-Anhalt befindet sich auf einem guten Weg, dieses Ziel zu erreichen.

Reduktion Energieverbrauch / Steigerung Endenergieeffizienz	Vergleich Deutschland / Sachsen-Anhalt	2020	2030	2040	2050
Endenergieproduktivität	Ziel Deutschland	2,1 % pro Jahr (2008 - 2050)			
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	Verarbeitendes Gewerbe: 1,0 % pro Jahr Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 1,1 % pro Jahr			
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	Verarbeitendes Gewerbe: 1,7 % pro Jahr Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 1,9 % pro Jahr			
Bruttostromverbrauch im Vergleich zu 2008	Ziel Deutschland	-10%			-25%
	Sachsen-Anhalt (Nettostromverbrauch) (Trend-Szenario)	-5%	-8%	Werte nur bedingt vergleichbar (Brutto-und Nettostromverbrauch)	
	Sachsen-Anhalt (Nettostromverbrauch) (Mit-Maßnahmen-Szenario)	-8%	-16%	Werte nur bedingt vergleichbar (Brutto-und Nettostromverbrauch)	
Endenergieverbrauch Wärme im Vergleich zu 2008	Ziel Deutschland	-20%			
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	+8%	+1%		
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	+5%	-9%		
Endenergieverbrauch Verkehr im Vergleich zu 2005	Ziel Deutschland	-10%			-40%
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	-9%	-21%		
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	-13%	-36%		

Tabelle 2 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

1.5 Förderprogramme

Im Rahmen des Projektes wurden Förderprogramme des Bundes sowie des Landes Sachsen-Anhalt mit Bezug zur Steigerung der Endenergieeffizienz innerhalb der Verbrauchssektoren betrachtet und ausgewertet.

Bei Auswertung der **Bundesprogramme** wurde gegenübergestellt, welchen Anteil das Bundesland

Sachsen-Anhalt an den jeweiligen Fördervolumina hatte/hat.

- Dabei wurde festgestellt, dass die Bundesprogramme im Ländervergleich in Sachsen-Anhalt eher unterdurchschnittlich genutzt werden.

Die **Förderprogramme des Landes Sachsen-Anhalt** wurden detaillierter ausgewertet und deren Wirkungsbereiche sowie potenzielle Effekte dargestellt.

In Tabelle 3 sind die betrachteten Förderprogramme sowie deren Zielgruppen dargestellt. Die Mehrheit der Programme fördert die Konzepterstellung oder hat ihren Schwerpunkt im Bereich Beratung.

	Wirtschaft			Haushalte (Gebäude & Wohnen)			Kommune		
	Konzepte	Beratung	Maßnahmen	Konzepte	Beratung	Maßnahmen	Konzepte	Beratung	Maßnahmen
Bundesprogramme									
Kommunalarichtlinie							■	■	■
EnEff:Stadt und EnEff:Wärme				■					
EnOB: Energieoptimiertes Bauen						■			
Forschungsinitiative ZukunftBau						■			
ExWOST				■					
Energetische Stadtsanierung				■					
Vor-Ort-Beratungen					■				
Energieeffizient Bauen und Sanieren						■			
Energieeffizienz in KMU/ Mittelstand		■							
Energiemanagementsysteme		■							
Energieeffizienz - Impulsgespäche		■							
Energieeffizienz - Netzwerke		■							
Energieeffizienzprogramm (KfW)			■						
Kälte- und Klimaanlageanlagen			■						
Hocheffiziente Querschnittstechnologien			■						
Landesprogramme ST									
KLIMA							■	■	
MODERN						■			
STARK III									■
Beratungshilfe		■							
GRW Unternehmensförderung			■						

Tabelle 3 Zusammenfassung der betrachteten Bundes- und Landesprogramme nach Förderschwerpunkten
Quelle: Darstellung IE Leipzig

1.6 Handlungsempfehlungen

Die energie- und klimapolitischen Aktivitäten ergeben sich vor allem aus nationalen und internationalen Rahmensetzungen. Hiermit verbunden sind nicht nur gesetzliche Vorgaben, sondern auch vielfältige Handlungsmöglichkeiten zum Beispiel aufgrund von Förderprogrammen.

Ungeachtet dieser nationalen bzw. internationalen Rahmensetzung ergeben sich für die Bundeslandebene zahlreiche Handlungsfelder, die sowohl den direkten eigenen Zuständigkeitsbereich betreffen als auch die Unterstützung der Akteure im Land ermöglichen.

Die hier dargestellten Handlungsmöglichkeiten haben daher das Land im Fokus und verweisen nur punktuell auf andere Handlungsebenen wie zum Beispiel die Bundespolitik. Gleichfalls konzentrieren sich die Empfehlungen auf die hier betrachtete Thematik Energieeinsparung/-effizienz.

Hiervon ausgehend sind die **Empfehlungen für die Landespolitik** in folgende **Handlungsfelder** untergliedert:

- Energie- und klimapolitische Rahmensetzung
- Vorbildfunktion des Landes
- Förderprogramme
- Kommunikation und Umsetzungsprozess
- Prioritäten

Energie- und klimapolitische Rahmensetzung

Wie bereits eingangs erwähnt, ergeben sich die relevanten energie- und klimapolitischen Ziele sowie da-

mit verbundenen Handlungsfelder im Land Sachsen-Anhalt aus

- dem **Klimaschutzprogramm 2020** vom August 2010 [MLU 2010] und
- dem **Energiekonzept 2030** vom April 2014 [MW 2014].

Zudem existieren ergänzend hierzu verschiedene Detailstudien. Aufgrund der vorliegenden Konzepte/Programme, unterschiedlichen Zeithorizonte und den Ergebnissen der Detailstudien empfiehlt es sich, hier eine Zusammenführung vorzunehmen. Somit leiten sich folgende **Empfehlungen** ab:

- ▶ Prüfung, inwieweit die bestehenden Ziele und Programme sowie Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zusammengeführt werden könnten. Denkbar wäre zum Beispiel die Zusammenführung zu einer „**Integrierten Energie- und Klimaschutzstrategie**“ mit einem einheitlichen Zeithorizont für die jeweiligen landespolitischen Ziele.
- ▶ Analog zur Vorgehensweise auf Bundesebene oder wie in anderen Bundesländern könnte die Strategieentwicklung eingebunden werden in einen **Partizipationsprozess**, der die Akteure im Land frühzeitig einbindet.

Im Koalitionsvertrag der Landesregierung ist dieser Aspekt bereits zum Teil enthalten, indem eine Fortschreibung des Klimaschutzprogramms festgelegt wurde. Mit der vorgenannten Empfehlung ist aber eine eher zusammenführende Betrachtung der Thematik Energie und Klima verbunden, um eine gebündelte Handlungsstrategie zu erhalten.

Vorbildfunktion des Landes

Im Koalitionsvertrag der Landesregierung wurde festgelegt, dass für die landeseigenen Liegenschaften ein systematisches Energiemanagement durchgeführt und ein Sanierungsfahrplan erstellt werden soll. Zudem sollen beim Neubau und der Sanierung von Landesliegenschaften die Einbindung erneuerbarer Energien und die Senkung des Wärme- und Strombedarfs ein zentrales Anliegen sein. Für die landeseigenen Gebäude und Liegenschaften wird eine Klimaneutralität angestrebt.

Eine Prüfung bzw. Evaluation zur Umsetzung dieser landespolitischen Ziele war nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

- ▶ Umso wichtiger erscheint es, dass vom Land entsprechende Aktivitäten nachvollziehbar ergriffen und kommuniziert werden, um der Vorbildfunktion gegenüber den anderen Akteuren im Land gerecht zu werden (▶ Empfehlungen zur Kommunikation und zum Umsetzungsprozess).

Förderprogramme

Für die Realisierung der Potenziale ist u. a. die **Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen** ein relevanter Faktor. Die Wirtschaftlichkeit der Potenziale wurde – basierend auf den quantitativen Ergebnissen – in drei Bewertungsstufen (gering, mittel, hoch) unterteilt. Hierdurch soll bei der Vielzahl der untersuchten Maßnahmen eine erste Orientierung gegeben werden, die aber keine verbindliche Aussage für den konkreten Einzelfall darstellt. Hieraus ergeben sich nachfolgende **Kernaussagen**:

- ▶ Im **Wärmesektor** ergibt sich das folgende Bild zur Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen:

- Im Verarbeitenden Gewerbe ergeben sich die wirtschaftlich günstigsten Möglichkeiten, die Effizienzpotenziale zu realisieren¹.
- Im GHD-Sektor ist die wirtschaftliche Attraktivität zur Maßnahmenrealisierung als mittel einzustufen.
- Bei den Privaten Haushalten ist tendenziell eine mittlere wirtschaftliche Attraktivität gegeben.

- ▶ Beim größten Effizienzpotenzial, der **energetischen Gebäudesanierung**, ergibt sich in den Sektoren PHH und GHD eine mittlere wirtschaftliche Maßnahmenattraktivität. Diese ist im jeweiligen Einzelfall zu prüfen, sie ist davon abhängig, in welcher Form und unter welchen Bedingungen Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenkombinationen durchgeführt werden.
- ▶ Bei den **Stromeinsparpotenzialen** stellen sich die Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit durchgängig in allen Sektoren weitgehend positiv dar.

Mit Blick auf die Handlungsempfehlungen leiten sich aus den Kernaussagen folgende **Schlussfolgerungen** ab:

- ▶ Die **größten Potenziale** – hier im Wärmesektor – sind mit einer eher mittleren Wirtschaftlichkeit und hohen Investitionskosten verbunden.
- ▶ **Vielfältige Hemmnisse** erschweren vor allem im Wärmesektor häufig auch die Realisierung wirtschaftlicher Potenziale.

¹ Diese Feststellung gilt unter der Annahme, dass die Amortisationszeit der Investition innerhalb der Anlagenlebensdauer erfolgt. Bei betriebswirtschaftlich häufig vorgegebenen kürzeren Zeiträumen (3 bis 5 Jahre) ist die Wirtschaftlichkeit nur zum Teil gegeben.

Eine Überwindung dieser wirtschaftlichen und sonstigen Hemmnisse wird nur mit einem vielfältigen Handlungsbündel auf Bundes- und Landesebene möglich sein.

Für den Wärmesektor stellt sich zunehmend die Frage, ob die Minimierung des Energieverbrauchs mittels energetischer Gebäudesanierung ein langfristig gangbarer Weg ist oder künftig Alternativen der Wärmeversorgung zur Effizienzsteigerung noch mehr in den Fokus rücken werden. Bei Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energien kann hierbei neben fossiler Energie auch ein Großteil der Emissionen eingespart werden.

- ▶ Im **Stromsektor** ist die wirtschaftliche Attraktivität der Maßnahmen weniger ein Umsetzungshemmnis. Hier erscheint es eher notwendig, die Erschließung der Potenziale durch geeignete (Informations-)Maßnahmen zu unterstützen, als dass eine finanzielle Förderung notwendig ist.
- ▶ Mit Bezug auf **Förderprogramme** des Landes könnte sich die Ausgestaltung an folgenden Leitlinien orientieren:
 - Für wirtschaftlich attraktive Effizienzpotenziale ist die Informationsverbreitung zu unterstützen. Wirtschaftliche Anreize werden nicht gegeben.
 - Für Maßnahmen mit einer eher mittleren Einstufung bei der Wirtschaftlichkeit könnten neben der Informationsvermittlung auch wirtschaftliche Anreize sinnvoll sein. Es wäre zu prüfen, ob eher das Angebot von günstigen Darlehen sinnvoll wäre, als ohnehin wirtschaftliche Maßnahmen zu bezuschussen.
 - Maßnahmen mit geringer oder eher keiner Wirtschaftlichkeit werden tendenziell nur einge-

schränkt oder nicht umgesetzt. Hier könnten Förderungen auch im Rahmen von Zuschüssen sinnvoll bzw. notwendig sein, wenn attraktive Potenziale vorhanden sind.

Vor dem Hintergrund der einerseits vorhandenen Energieeffizienzpotenziale und dargelegten Umsetzungshemmnisse sowie andererseits der **tatsächlichen Möglichkeiten mit Förderprogrammen** des Landes hier zielgerichtet gegenzusteuern, erscheinen folgende Ergebnisse von Relevanz, bevor auf die mögliche Ausgestaltung zukünftiger Förderung eingegangen wird:

- Bereits heute können u. a. von Kommunen, Unternehmen und privaten Haushalten zahlreiche Beratungs- und Förderprogramme in Anspruch genommen werden. Diese Programme beruhen weitgehend auf einer Bundesförderung. Die vorangegangene Analyse der jeweiligen Programme zeigt in der Regel, dass von allen Gruppen in Sachsen-Anhalt diese Angebote – im Bundesländervergleich – unterdurchschnittlich genutzt werden². Dies gilt auch für finanzielle Zuwendungen für Kommunen im Rahmen der Klimaschutzinitiative. Es erscheint somit erforderlich, die Kommunikation zu den bestehenden Möglichkeiten sowie das Know-how der beteiligten Akteure zu verbessern. Mit Blick auf die Kommunen und deren Haushaltssituation sollten rechtliche Rahmenbedingungen bzw. vorhandene Bewertungsmaßstäbe der Kommunalaufsicht im Hinblick auf Klima-

² Eine Ursache hierfür ist in allen Sektoren u. a. in der finanziellen Situation der Akteure im Land zu vermuten.

schutzprojekte im Sinne der bundespolitischen Zielsetzungen überprüft werden. Zudem kann es auch sinnvoll sein, sowohl bei konzeptionellen als auch investiven Maßnahmen von Landesseite den finanziellen Eigenanteil zu übernehmen bzw. zu verringern, als dass die Bundesförderung nur unzureichend in Anspruch genommen wird.

- Sowohl mit Bundes- als auch Landesförderung wurden zwischen 2009 und 2014/15 über 32.000 Wohnungen unter Einbeziehung von energetischen Maßnahmen saniert. Im Jahresdurchschnitt entspricht dies etwa einer Anzahl von 5.500 Wohnungen.

Bei einem Wohnungsbestand von 1,29 Mio. Wohnungen³ kann mit dem Fördervolumen somit nur in einem geringen Teil des Gebäudebestandes eine energetische Sanierung unterstützt werden.

Es wäre zu prüfen, inwieweit – jedenfalls mit Blick auf die Landesmittel – eine andere Nutzung der Finanzmittel in Betracht gezogen werden sollte? Beispielsweise könnte eine investive Konzentration auf die öffentlichen (Landes-) Gebäude stattfinden oder den Kommunen die Inanspruchnahme von Förderprogrammen durch die teilweise oder vollständige Übernahme des Eigenanteils erleichtert werden.

- Wie vor allem die zuvor beschriebene Situation bei der energetischen Gebäudesanierung zeigt, kann von Landesseite eine breite Maßnahmenunterstützung in finanzieller Form im privaten und

gewerblichen Gebäudebestand nicht gewährleistet werden. Entsprechende Beispielsanierungen können nicht kommuniziert werden, wenn nicht für alle Interessenten ausreichend Fördermittel zur Verfügung stehen.

Es wäre somit zu prüfen, ob das Land ggf. an „best-practice-Beispielen“ demonstriert, welche (wirtschaftlichen) Einsparpotenziale realisierbar sind. In Bezug auf die „best-practice-Beispiele“ wäre dabei zu beachten, dass diese auch tatsächlich eine Vorbildwirkung haben und ohne die Inanspruchnahme von Fördermitteln realisiert werden können.

Somit ist von politischer Seite zu prüfen, ob sich die Förderung nicht auf die Kommunikation und Organisation der Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen konzentrieren sollte, um die bestehenden Hemmnisse in diesem Bereich zu minimieren. Dies würde eine Umorientierung der bisherigen Förderpolitik erfordern und eher zu einem Kommunikations-/Organisationskonzept für Energieeffizienz denn zu einem finanziellen Verteilungskonzept führen.

Bezüglich sektorspezifischer Handlungsoptionen wird an dieser Stelle auf die Erläuterungen in Kapitel 8 verwiesen.

Zusammenfassend ergeben sich mit Bezug zu **Förderprogrammen und zur Finanzierung von Maßnahmen folgende Handlungsempfehlungen** für die Landespolitik:

► **Bundes- und EU-Förderung**

Die Förderprogramme des Bundes und der EU werden von den Akteuren im Land Sachsen-Anhalt im Bundesländervergleich unterdurch-

³ Wohnungsbestand einschließlich der leerstehenden Wohnungen.

schnittlich genutzt.

- Zunächst wäre genauer zu prüfen, welche Hintergründe die geringe Inanspruchnahme der Förderung hat. Gezielte Fachgespräche mit ausgewählten Akteuren/Verbänden erscheinen hier als erster Schritt ausreichend.
- Aufgrund der Fachgespräche sind Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung zu ergreifen.
- Mittelfristig sollte regelmäßig ein Monitoring bzw. eine Evaluation der Inanspruchnahme der Bundes-/EU-Fördermittel erfolgen, um ggf. frühzeitig unterstützend einwirken zu können.
- In diesem Zusammenhang wäre auch zu prüfen, inwieweit im Land eine zentrale Informationsstelle für alle Förderprogramme eingerichtet wird, an die sich alle Akteure wenden können. Hierdurch könnte auch erreicht werden, dass die jeweiligen Interessenten leichter bzw. zielgerichteter an Fördermittel gelangen können.

Die wärmetechnische Gebäudesanierung ist u. a. aufgrund der damit verbundenen hohen Investitionen mit großen Realisierungshemmnissen verbunden. Zwar wird hierfür eine Bundesförderung über die KfW-Bank angeboten, aber die energetischen Sanierungsraten sind weiterhin zu gering. Das Land könnte prüfen, ob analog zur Investitionszulage eine entsprechende Maßnahmenfinanzierung eine Alternative oder Ergänzung der bisherigen Förderung sein könnte und ggf. entsprechende Initiativen auf Bundesebene ergreifen.

► **Kommunen | Landkreise**

Ebenso wie das Land selbst übernehmen auch die übrigen Gebietskörperschaften eine Vorbildfunktion für die übrigen Akteure. Folgende Aktivitäten des Landes zur Unterstützung dieser Funktion

sollten geprüft werden:

- Unterstützung bei der Einrichtung eines flächendeckenden **kommunalen Energiemanagements** für die öffentlichen Liegenschaften. Hierbei könnte sowohl eine dezentrale Lösung für jede Kommune in Betracht kommen als auch eine zentrale Lösung im Sinne einer Dienstleistung für die Kommunen, da diese aufgrund ihrer Größe nur zum Teil die entsprechenden Personalressourcen vorhalten können. Bei einer zentralen Lösung könnte ein Dienstleistungsangebot auf Landes- oder Landkreisebene in Betracht kommen. Eine entsprechende Konzeption müsste entwickelt und mit den Gebietskörperschaften abgestimmt werden.
- Die Maßnahmenfinanzierung stellt häufig ein Hemmnis für die öffentlichen Haushalte dar. Entsprechend sollte die Finanzierung mittels **Contracting** vom Land unterstützt werden. Hierzu gehört auch die Möglichkeit, dass Kommunen mit einem Haushaltskonsolidierungskonzept die Möglichkeit von rentierlichen Energie-sparinvestitionen ermöglicht wird und bestehende Hemmnisse hierzu beseitigt werden.

► **Energieverbraucher**

Wie bereits zuvor erwähnt, bestehen bereits durch Angebote des Bundes zahlreiche Förderprogramme, die nur unzureichend genutzt werden. Entsprechend ist der vorangegangenen Empfehlung zunächst dieses Förderpotenzial vorrangig auszuschöpfen (► Bundes- und EU-Förderung).

Bezüglich detaillierterer Optionen zur Landesförderung wird an dieser Stelle auf die Ausführungen eingangs verwiesen bzw. die Erläuterungen in Kapitel 8. Wichtiger als eine punktuelle Förderung

von „Standardmaßnahmen“ u. a. im Wohnungsbau erscheint die Unterstützung vor allem von neuen Verfahren und Technologien, so dass diese künftig eine selbsttragende Anwendungsbreite erlangen. Entsprechende „best-practice-Beispiele“ sind für die Umsetzung von Bedeutung (► Kommunikation und Umsetzungsprozess).

Kommunikation und Umsetzungsprozess

Konzepte und Programme müssen zu ihrer Realisierung eine operationale Umsetzung erfahren. Hierfür sind in praktischer Hinsicht die jeweiligen Akteure verantwortlich. Der Prozess der Umsetzung bedarf allerdings einer **Organisation und Steuerung**. Folgende Empfehlungen leiten sich daraus ab:

- ▶ Maßnahmen zur Energieeinsparung/-effizienz sind eingebunden in die übergeordnete Thematik „Energie und Klima“. Es handelt sich somit um eine **Querschnittsaufgabe**, in die mehrere Ministerien eingebunden sind. Es erscheint daher sinnvoll, dass die Arbeit der „**IMAK Klima**“ intensiviert wird bzw. um die Thematik Energie erweitert wird.
- ▶ Um die Aktivitäten der Landesregierung – auch mit Blick auf die Vorbildfunktion – transparent zu gestalten und angemessen kommunizieren zu können, könnten z. B. bei einer zentralen „**Steuerungsstelle**“ alle Aktivitäten und Informationen zusammengeführt werden. Dies bezieht sich nicht nur auf die direkten Aktivitäten der Ministerien, sondern auch die mit entsprechenden Aufgaben betrauten Landesgesellschaften. Hier könnte auch das zentrale Monitoring für das Land durchgeführt werden.

Die **Kommunikation** im Zusammenhang mit der Er-

schließung der Energieeffizienzpotenziale kann nicht losgelöst von den übrigen energie- und klimarelevanten Aspekten gesehen werden. Die Energieeffizienzthematik ist somit in die anderen Themen einzubinden. Folgende generelle Empfehlungen hierzu ergeben sich aus den während der Untersuchung erhaltenen Erkenntnissen:

- ▶ Für die Intensivierung der Kommunikation insbesondere mit den Energienutzern im Land können vorhandene Strukturen genutzt und ausgebaut werden. Die LENA bietet hierfür die organisatorische und inhaltliche Basis. Entsprechend wird auch im Koalitionsvertrag der Landesregierung hierauf eingegangen.
- ▶ Vorrangig wäre die Information zu bestehenden Förderprogrammen zu erhöhen (► Bundes- und EU-Förderprogramme)
- ▶ Für ländliche Regionen ist die persönliche Beratung bisher nur unzureichend vorhanden. Hierfür sind konzeptionelle Lösungen zu entwickeln. Denkbar wären beispielsweise mobile Beratungsangebote oder thematische Schwerpunktaktionen zu ausgewählten Zeitpunkten.
- ▶ Kommunikation insbesondere von „best-practice-Beispielen“, die von anderen Akteuren problemlos selbst im eigenen Bereich nachgeahmt werden können.
- ▶ Im Sinne einer Akzeptanzförderung und Unterstützung der Energiewende erscheint die informatorische und ggf. auch anfänglich organisatorische Unterstützung z. B. von Energienetzwerken, Energie(effizienz)genossenschaften usw. sinnvoll zu sein.
- ▶ Zu prüfen wäre, inwieweit die Thematik „Energie

und Klima“ mit ihrer Zuständigkeit bei verschiedenen Ministerien für die Kommunikation unter einem Label im Land kommuniziert wird.

Prioritäten

Wünschenswert wäre selbstverständlich eine sofortige Umsetzung aller Empfehlungen. Dies würde sich kurzfristig aber schon aufgrund der verfügbaren Ressourcen nicht realisieren lassen. Vorausgesetzt, die entsprechenden politischen Entscheidungen zur Umsetzung werden getroffen, erscheint folgende prioritäre Realisierung der Empfehlungen möglich:

- Nutzung der vorhandenen Förderprogramme des Bundes. Die bestehenden Hemmnisse der bisherigen Nutzung sind zu klären.
- Prüfung der vorhandenen Förderprogramme des Landes gemäß ihrer tatsächlichen Breitenwirksamkeit für die Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele und ggf. Fokussierung auf zentrale Förderaspekte gemäß den Hinweisen in den Empfehlungen.
- Wahrnehmung der Vorbildfunktion durch das Land und die übrigen Gebietskörperschaften. Hierzu ist ein funktionierendes Energiemanagement für die öffentlichen Liegenschaften zu implementieren und transparent zu kommunizieren.
- Ausbau der Kommunikation ausgehend von den bestehenden Strukturen/Kommunikationsakteuren im Land.

1.7 Fazit

Der **Endenergieverbrauch** des Bundeslandes Sachsen-Anhalt ist innerhalb der letzten 15 Jahr deutlich angestiegen. Ursache dafür ist eine positive wirtschaftliche Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe und ein dadurch stark gestiegener Endenergieverbrauch in diesem Sektor. Innerhalb der Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Haushalte und Verkehr ist der Endenergieverbrauch seit dem Jahr 2000 gesunken, was nicht zuletzt auf die demografische Entwicklung Sachsen-Anhalts in diesem Zeitraum zurückzuführen ist.

Bei Fortschreibung der Energiebilanz bis zum Jahr 2030, unter Berücksichtigung der demografischen und wirtschaftlichen Entwicklung, wird der Endenergieverbrauch im **Trend-Szenario** um knapp 10 Prozent sinken.

Im Rahmen des Projektes wurden auf Ebene der Verbrauchssektoren zahlreiche Maßnahmen betrachtet, welche zu weiter sinkendem Endenergieverbrauch führen können. Aus diesen Maßnahmen wurden absolute Einspar- und Effizienzpotenziale abgeleitet und die Maßnahmen anschließend wirtschaftlich bewertet. Im Ergebnis konnte ein Großteil der Maßnahmen wirtschaftlich in Form von Vermeidungskostenkurven dargestellt werden. Abschließend wurden Hemmnisse aufgeführt, welche die Umsetzung der Maßnahmen beeinflussen.

Die ermittelten absoluten Einspar- und Effizienzpotenziale flossen in einem zweiten Szenario, dem **Mit-Maßnahmen-Szenario**, zusammen. Bei konsequenter Hebung der Potenziale kann der jährliche Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2030 um knapp 20 Prozent sinken.

Zusätzlich wurden alle relevanten **Förderprogramme** des Bundes sowie des Landes untersucht, die Einfluss auf die Entwicklung des Endenergieverbrauchs haben. Dabei wurde festgestellt, dass die Bundesprogramme in Sachsen-Anhalt im Ländervergleich eher unterdurchschnittlich in Anspruch genommen werden. Aus den Ermittlungen wurden Handlungsempfehlungen zur künftigen Vorgehensweise im Hinblick auf Schwerpunkte für Förderprogramme, nach Verbrauchssektoren, ausgearbeitet.

Abschließend wurden sektorale **Zielkorridore** zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2030 aufgezeigt und diese mittels der Entwicklung geeigneter Effizienzindikatoren dargestellt. Bei Einordnung der Entwicklung des Endenergieverbrauchs Sachsen-Anhalts in bundesdeutsche Zielsetzungen wurde festgestellt, dass die Ziele mit Bezug zur Senkung des Stromverbrauchs sowie der Senkung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor in Sachsen-Anhalt erfüllt oder gar übererfüllt werden können.

Zur künftigen Überwachung der Entwicklung wurde zudem ein webbasiertes **Monitoring-Tool** entwickelt, welches dem Auftraggeber vorliegt. Mittels dieses Tools können durch die Eingabe von Kenngrößen alle wesentlichen Entwicklungen im Hinblick auf Endenergieverbrauch und Effizienzindikatoren visualisiert werden.

2 Einleitung und Hintergrund

Die Untersuchungen zu Energieeffizienzpotenzialen in Sachsen-Anhalt bilden die Grundlage für das politische Handeln der Landesregierung.

Das Thema Energieeffizienz/-einsparung wurde im Energiekonzept 2030 vom April 2014 der Landesregierung Sachsen-Anhalt, neben der Energieversorgung, als einer der zwei wichtigsten Schlüssel zur Erreichung energiepolitischer Ziele bezeichnet. Im Energiekonzept wurde die Festschreibung von Effizienzzielen für die Jahre 2020 und 2030 vorgesehen. Die vorliegende Analyse bildet die Grundlage für diese Zielsetzung. Inhaltliche Schwerpunkte wurden im Rahmen einer Vorstudie durch die Prognos AG erarbeitet und mit dem damals zuständigen Wirtschaftsministerium abgestimmt.

Für die Bearbeitung der Untersuchung wurden durch die Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH die Leipziger Institut für Energie GmbH und deren Kooperationspartner, das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, beauftragt.

Wesentliches Ziel Untersuchung war die Ermittlung der Effizienzpotenziale als Grundlage zur Senkung des Endenergieverbrauchs sowie deren Umsetzungshemmnisse innerhalb der Verbrauchssektoren Industrie, GHD, PHH und Verkehr. Ein weiterer Schwerpunkt lag in der Untersuchung verschiedener Förderrichtlinien, vor allem des Landes Sachsen-Anhalt, aber auch der Bundesförderprogramme. Künftige

Förderrichtlinien des Landes sollen auf den Ergebnissen der Untersuchungen aufbauen, hierzu wurden Handlungsoptionen erarbeitet.

Im Einzelnen wurden im Rahmen der Bearbeitung gemäß Aufgabenstellung folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- Betrachtung der Ausgangssituation zum Endenergieverbrauch.
- Erhebung sektoraler Energieeffizienzpotenziale.
- Wirtschaftliche Betrachtung potenzieller Maßnahmen.
- Ermittlung von Hemmnissen bei der Erschließung der Potenziale.
- Ableitung von Anknüpfungspunkten für die Ausgestaltung und Bewilligung von Projekten gemäß verschiedener Förderrichtlinien des Landes Sachsen-Anhalt.
- Ableitung von Empfehlungen für die Landesregierung zur Adressierung geeigneter Instrumente zur Hebung von Effizienzpotenzialen und Energieeinsparmöglichkeiten.

3 Methodische Grundlagen

3.1 Vorgehensweise

Die Projektbearbeitung wurde in fünf Module untergliedert (vgl. Abbildung 4). Zunächst erfolgten eine ausführliche Auswertung der amtlichen Energiebilanzen und eine Ableitung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungsarten innerhalb der Verbrauchssektoren Verarbeitendes Gewerbe, Verkehr, Haushalte sowie Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (Modul 1). Auf dieser Basis wurden mit Hilfe von Aktivitätsgrößen Effizienzindikatoren abgeleitet. Deren Fortschreibung bildete die Grundlage für die Erarbeitung eines Trend-Szenarios bis zum Jahr 2030 (Modul 2). Dieses Szenario wurde auf Basis verschiedener Quellen zum künftigen spezifischen Endenergieverbrauch in den einzelnen Sektoren erstellt, Prognosen zur Einwohner- und Wirtschaftsentwicklung wurden ebenfalls be-

rücksichtigt. Im dritten Modul wurden die Energieeffizienzpotenziale innerhalb der Sektoren ausführlich vor dem Hintergrund möglicher Hemmnisse untersucht. Die Ergebnisse flossen in einem Mit-Maßnahmen-Szenario zusammen. Laufende und abgeschlossene Förderprogramme des Landes wurden im vierten Modul betrachtet. Ziel war es dabei, aufbauend auf den Ergebnissen der Potenzialermittlung, Handlungsempfehlungen für künftige Förderprogramme abzuleiten. Im letzten Modul wurden mögliche Zielkorridore für die einzelnen Sektoren seitens der Auftragnehmer für politische Ziele bis zum Jahr 2030 abgeleitet und ein Monitoring-Tool zur Überwachung der künftigen Entwicklungen erarbeitet.

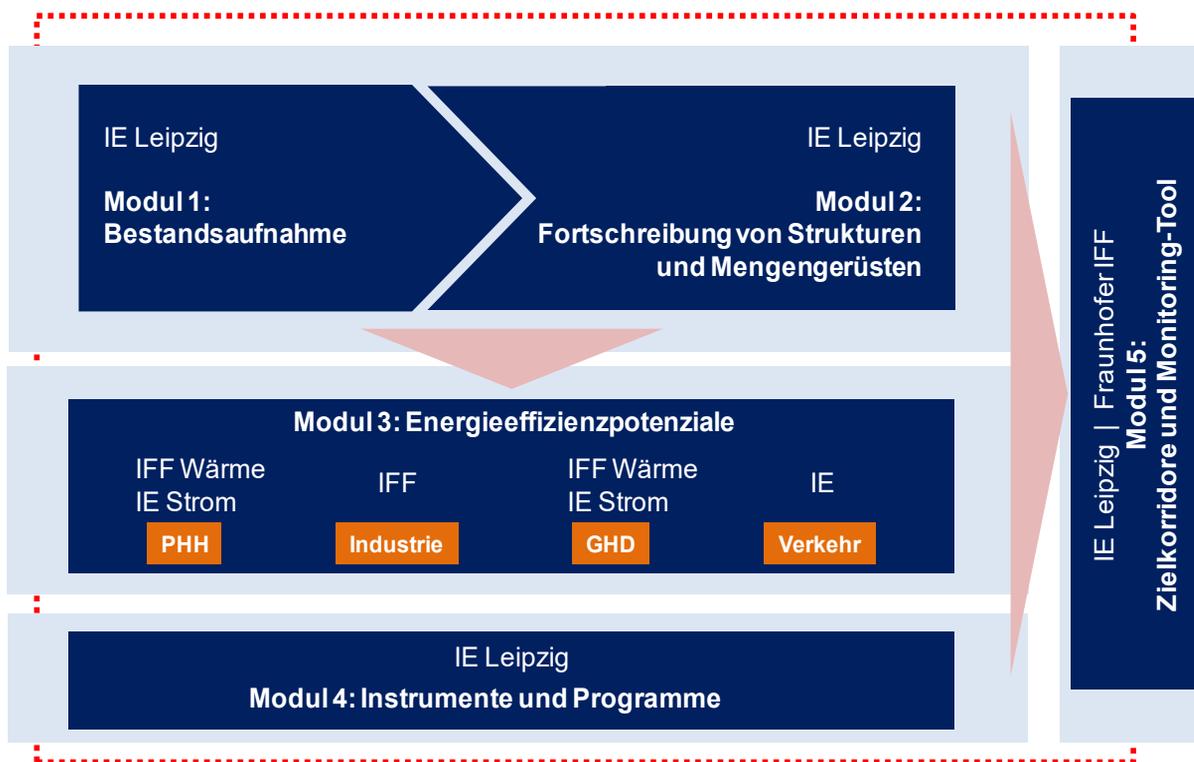


Abbildung 4 Projektstruktur
Quelle: Darstellung IE Leipzig

3.2 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde zunächst festgelegt, dass sich die Untersuchungen zu den Energieeffizienzpotenzialen auf den Endenergieverbrauch innerhalb der Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Verkehr, Haushalte und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen beschränken. Durch diese Betrachtung wurde der Bereich der Energieerzeugung (Umwandlungssektor) und somit auch mögliche Effekte der Energieträgerumstellung bewusst ausgeblendet. Ziel war die Darstellung der Effizienz der Energieanwendungen sowie der Energieeinsparpotenziale innerhalb

der Verbrauchssektoren. Auf dieser Basis können sektorale Effizienzziele für den Endenergieverbrauch abgeleitet werden. Die wesentliche Grundlage für die Untersuchungen bildeten die amtlichen Energiebilanzen des Bundeslandes Sachsen-Anhalt, welche vom Statistischen Landesamt bereitgestellt wurden. Der grundsätzliche Aufbau der Energiebilanzen ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Bilanzen sind in die Bereiche Primärenergiebilanz, Umwandlungsbilanz und Endenergiebilanz unterteilt. Die Bereiche stehen dabei in funktionalem Zusammenhang zueinander.

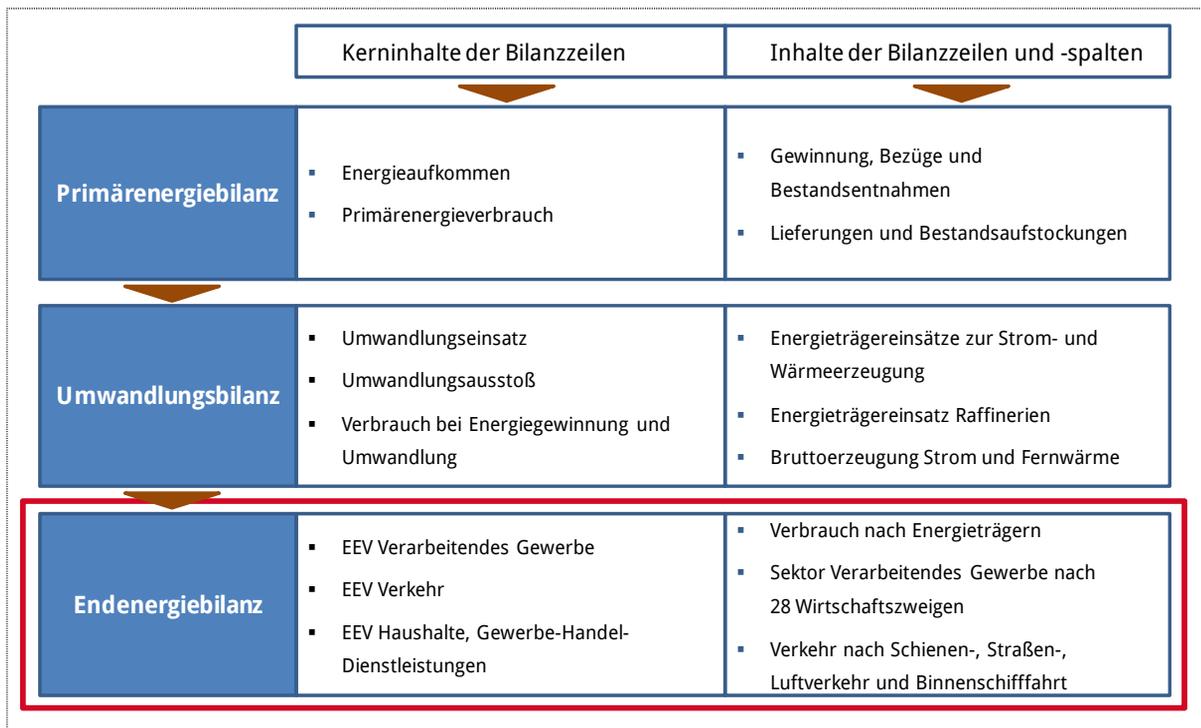


Abbildung 5 Schematischer Aufbau der Energiebilanz Sachsen-Anhalt
Quelle: Darstellung IE Leipzig

3.3 Effizienzbegriff

Gemäß Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27EU bezeichnet Energieeffizienz das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zum Energieeinsatz. Demnach wird unter dem Begriff die rationellere Verwendung von Energie verstanden. Die Effizienz kann durch Minimierung der quantitativen und qualitativen Verluste, welche bei Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie entstehen, erhöht werden. Zudem ist die Erhöhung der Stückzahlen, Waren, Dienstleistungen etc. bei gleichbleibendem Energieeinsatz ein Maß zur Steigerung der Effizienz.

Im Rahmen der Analyse wurde aufgrund der Abgrenzung des Untersuchungsraumes der Fokus auf die Erhöhung der Energieeffizienz im Bereich des Endenergieverbrauchs gelegt. Die erhobenen Potenziale beziehen sich auf eine effizientere Nutzung der Endenergie und die Vermeidung von Verlusten in den Verbrauchsbereichen Verarbeitendes Gewerbe (Industrie), Verkehr, Haushalte und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen.

Aufgrund dieser Abgrenzung wurden Themen wie Strom- und Fernwärmeerzeugung, Transport, Energiespeicherung sowie Power to X im Rahmen der Untersuchungen nur in Ansätzen behandelt.

4 Bestandsaufnahme Endenergieverbrauch

Grundlage für die Ermittlung von Energieeffizienzpotenzialen ist die Kenntnis der Struktur des Endenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt. Hierzu wurden die Energiebilanzen der Jahre 2000 bis 2014 im Hinblick auf Verbrauchssektoren, Energieträger sowie Anwendungsarten ausgewertet. Für das Jahr 2015 wurde vom IE Leipzig eine vorläufige Endenergiebilanz erstellt.

4.1 Endenergieverbrauch

Im Folgenden wird die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt ausgehend vom Jahr 2000 näher betrachtet. Die letzte amtliche Energiebilanz lag zum Zeitpunkt der Projekterstellung für das Jahr 2013 vor. Für das Jahr 2014 wurde die vorläufige Energiebilanz des Landes Sachsen-Anhalt verwendet [StaLa 2016]. Das ebenfalls zurückliegende Jahr 2015 wurde mittels eines Schätzmodells des IE Leipzig,

welches zur Prognose von Energiebilanzen für mehrere Bundesländer zum Einsatz kommt, prognostiziert. In den Betrachtungen wurde zwischen IST-Bilanzen (tatsächlicher Verbrauch) und bereinigten Bilanzen (Korrektur um die Einflüsse von Witterung und Lagerbestandsschwankungen) unterteilt. Zudem wurde der Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsarten [AGEB 2014] unterteilt.

Entwicklung 2000 bis 2015 (IST)

Im Jahr 2015 wurden in Sachsen-Anhalt 310,9 PJ Endenergie eingesetzt. Im Zeitraum von 2000 bis 2015 stieg der Endenergieverbrauch um 44,5 PJ bzw. 17 % (Abbildung 6; Tabelle 4).

In der langfristigen Betrachtung ging der Einsatz von Kohle und vor allem Mineralölprodukten zurück, während die Einsätze von Gasen, erneuerbaren Energien, Strom, Fernwärme und sonstigen Energieträgern deutlich an Bedeutung gewannen.

Der Anteil der erneuerbaren Energien (ohne Berücksichtigung der Strom- und Fernwärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien) am Endenergieverbrauch betrug im Jahr 2000 noch 0,2 % und stieg bis 2015 kontinuierlich auf 8,8 % an. Im gleichen Zeitraum nahm der Anteil von Gasen am Endenergiever-

brauch um 2,6 Prozentpunkte auf 33,5 % zu. Mineralölprodukte hatten im Jahr 2000 einen Anteil von 37,1 % am Endenergieverbrauch, dieser verringerte sich bis 2015 konstant auf 24,8 %. Die Veränderungen der Anteile von Strom, Kohle, Fernwärme und sonstigen Energieträgern am gesamten Endenergieverbrauch bewegten sich im Bereich von jeweils unter einem Prozentpunkt.

Bei Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungsarten (Abbildung 7) wird deutlich, dass Wärme (Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser) mit 67,8 % den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch im Jahr 2015 hatte. Der Einsatz mechanischer Energie hatte einen Anteil von 27,3 %, der Energieverbrauch für Beleuchtungszwecke lag bei 1,9 % ge-

messen am gesamten Endenergieverbrauch. Geräte für Informations- und Kommunikation (IKT) hatten ebenso wie Anwendungen im Kältebereich (Klima- und Prozesskälte) einen Anteil am Endenergieverbrauch von jeweils 1,5 %.

Innerhalb der Zeitreihe von 2000 bis 2015 sind einige „Ausreißer-Jahre“ erkennbar, diese sind auf verschiedene Gründe zurück zu führen. Im Jahr 2006 gab es eine methodische Änderung zur Erfassung des End-

energieverbrauchs der Biomasse, weshalb es zu einem deutlichen Anstieg der erneuerbaren Energien in diesem Jahr kam. Das Jahr 2010 war ein sehr kaltes Jahr, der Endenergieverbrauch war daher besonders im Bereich Wärmeanwendungen deutlich höher. Im Jahr 2014 war der Endenergieverbrauch der Wärmeanwendungen dagegen witterungsbedingt deutlich niedriger gegenüber den Vorjahren.

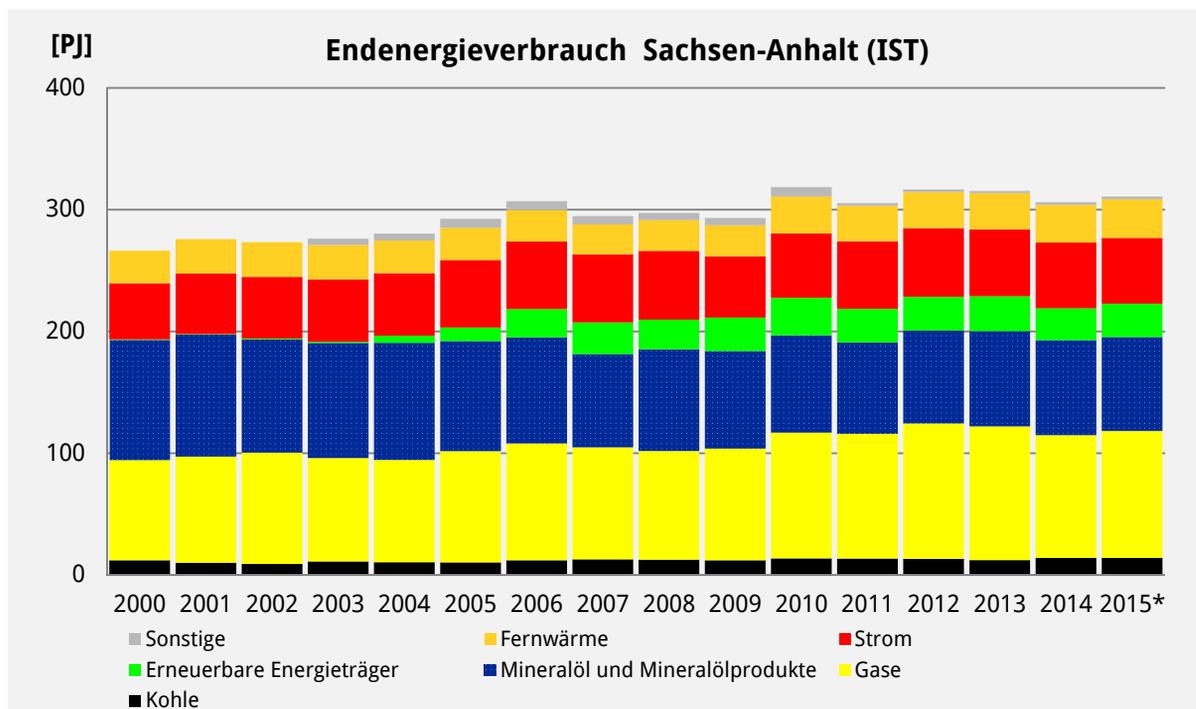


Abbildung 6 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) nach Energieträgern
 Quelle: [StaLa 2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

Endenergieverbrauch (IST)	2000		2015*		Veränderung 2015 ggü. 2000	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Kohle	12,1	4,5	14,2	4,6	+2,1	+17,2
Mineralöl und Mineralölprodukte	98,7	37,1	77,1	24,8	-21,6	-21,9
Gase	82,2	30,9	104,2	33,5	+22,0	+26,7
Erneuerbare Energieträger	0,6	0,2	27,3	8,8	+26,7	+4509,9
Strom	46,1	17,3	54,1	17,4	+8,0	+17,3
Fernwärme	26,6	10,0	31,7	10,2	+5,1	+19,1
Sonstige	-	-	2,3	0,7	+2,3	-
Summe	266,3	100,0	310,9	100,0	+44,5	+16,7

Tabelle 4 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2000 und 2015 (IST)
Quelle: [StaLa 2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

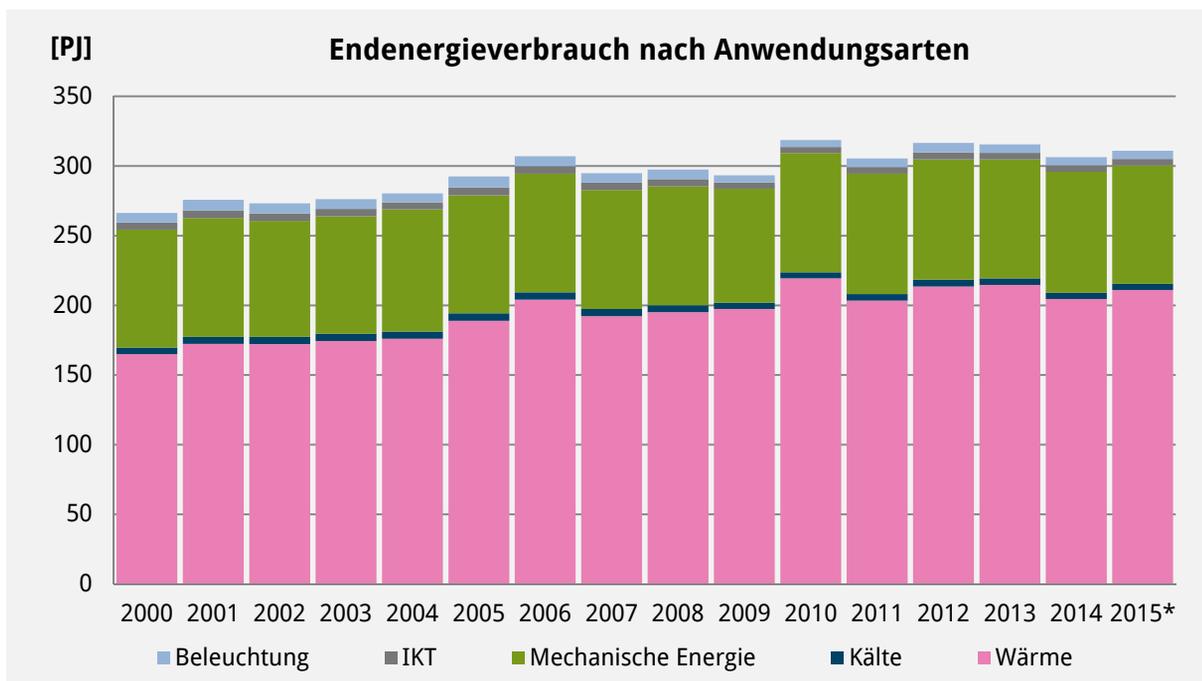


Abbildung 7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungsarten
Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]; *2015 Prognose IE Leipzig

Entwicklung 2000 bis 2015 (bereinigt)

Gegenüber der IST-Entwicklung ist die Entwicklung des um Temperatureinflüsse und Schwankungen des Lagerbestandes bereinigten Endenergieverbrauchs homogener (Abbildung 8). Bereinigt ist der Endenergieverbrauch zwischen den Jahren 2000 und 2015 um 44,8 PJ bzw. 16,1 % angestiegen. Deutlich werden auch hier der Rückgang von Mineralöl und Mineralölprodukten sowie die Steigerungen der Anteile von Erneuerbaren Energien, Gasen und Strom am Endenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2000. Im Jahr 2015 hatte Erdgas mit 34,0 % den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch, gefolgt von Mineralölprodukten mit 24,6 %. Strom hatte einen Anteil von 16,9 %, Fernwärme 10,4 %, Erneuerbare Energien 8,8 %, Kohle 4,6 % und Sonstige 0,7 %.

Absolut betrachtet ist der Endenergieverbrauch des Industriesektors (Verarbeitendes Gewerbe) deutlich

um rund 68 % auf 145 PJ gestiegen (Abbildung 9). In allen anderen Verbrauchssektoren sind zum Teil deutliche Rückgänge zu verzeichnen. So ist der Endenergieverbrauch im Haushaltsbereich um 8 %, im Verkehrssektor um 10 % und im Sektor Gewerbe um 2 % gesunken.

Die Anteile der Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch veränderten sich in Zeitraum von 2000 bis 2015 deutlich. So stieg der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes von 31,2 % auf 45,0 %, während sich der des Sektors GHD von 17,3 % auf 14,6 % verringerte. Der Anteil des Sektors Haushalte am Endenergieverbrauch verringerte sich von 28,4 % auf 22,5 %, der des Sektors Verkehr verringerte sich um 5,3 Prozentpunkte auf 17,9 % (Abbildung 9).

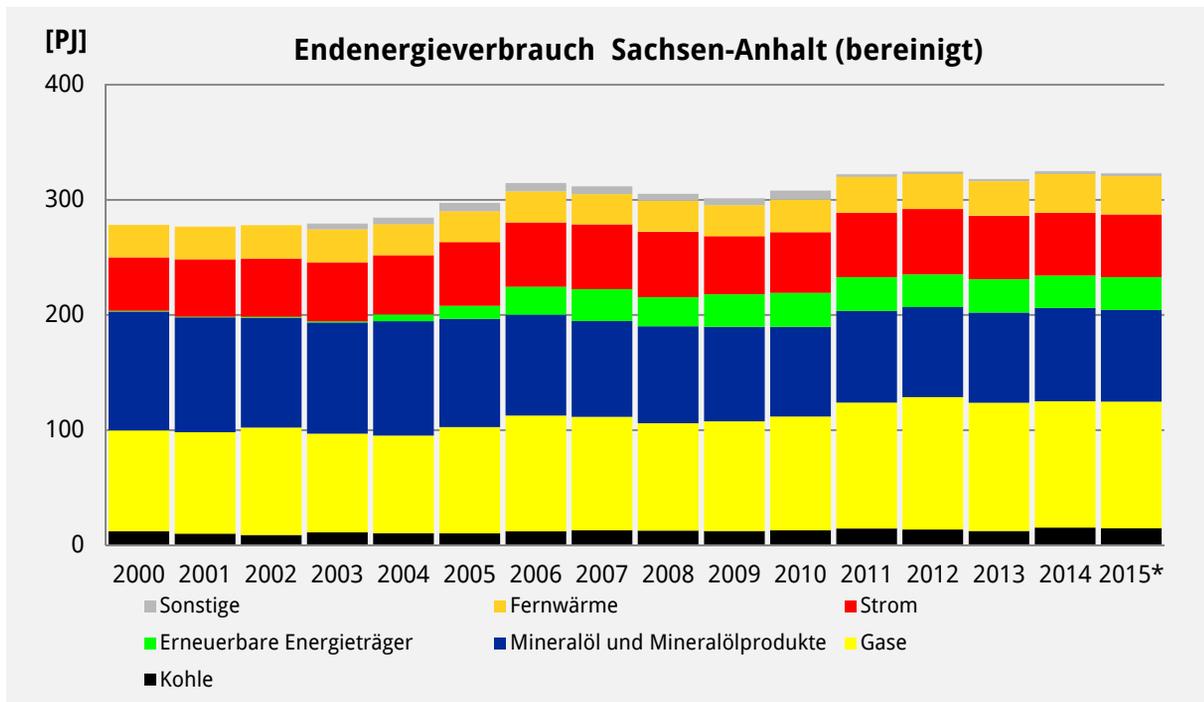


Abbildung 8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Energieträgern
 Quelle: IE Leipzig auf Basis (StaLa2016); *2015 Prognose IE Leipzig

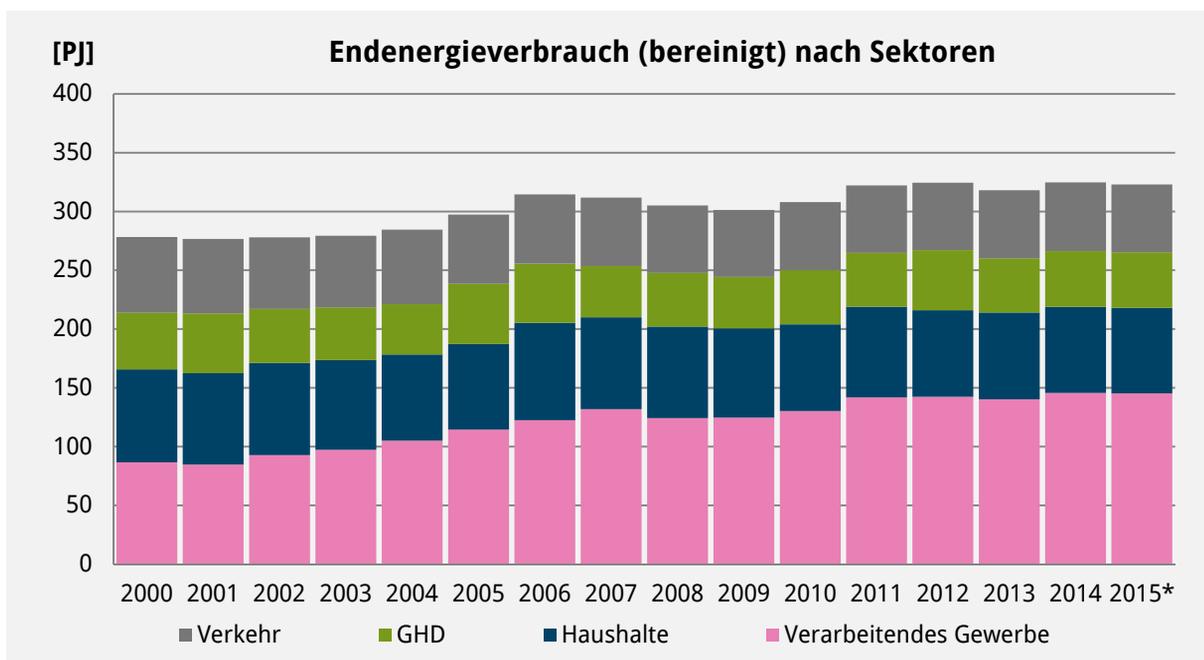


Abbildung 9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Verbrauchssektoren
 Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]; *2015 Prognose IE Leipzig

4.1.1 Endenergieverbrauch Verarbeitendes Gewerbe (Industrie)

Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungen

Absolut betrachtet ist der Endenergieverbrauch im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2015 deutlich um rund 65 % angestiegen (Abbildung 10).

Dominierende Energieträger waren im Jahr 2015 Erdgas, Strom und Fernwärme. Zunehmende Bedeutung haben die erneuerbaren Energieträger im Zeitraum von 2000 bis 2015 erlangt. Im Jahr 2000 wurden gemäß amtlicher Energiebilanz im Sektor Verarbeitendes Gewerbe keine erneuerbaren Energien eingesetzt, im Jahr 2015 wurden bereits knapp 9 % des Endener-

gieverbrauchs mittels erneuerbarer Energien bereitgestellt.

Wärmeanwendungen (Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser) hatten im Jahr 2015 mit rund 80 % den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes (vgl. Tabelle 5). Etwa 16 % der Endenergie wurden in Form von mechanischer Energie verbraucht. Die übrigen 4 % teilten sich in Kälteanwendungen und Strom für Information- und Kommunikationsgeräte sowie für Beleuchtung auf.

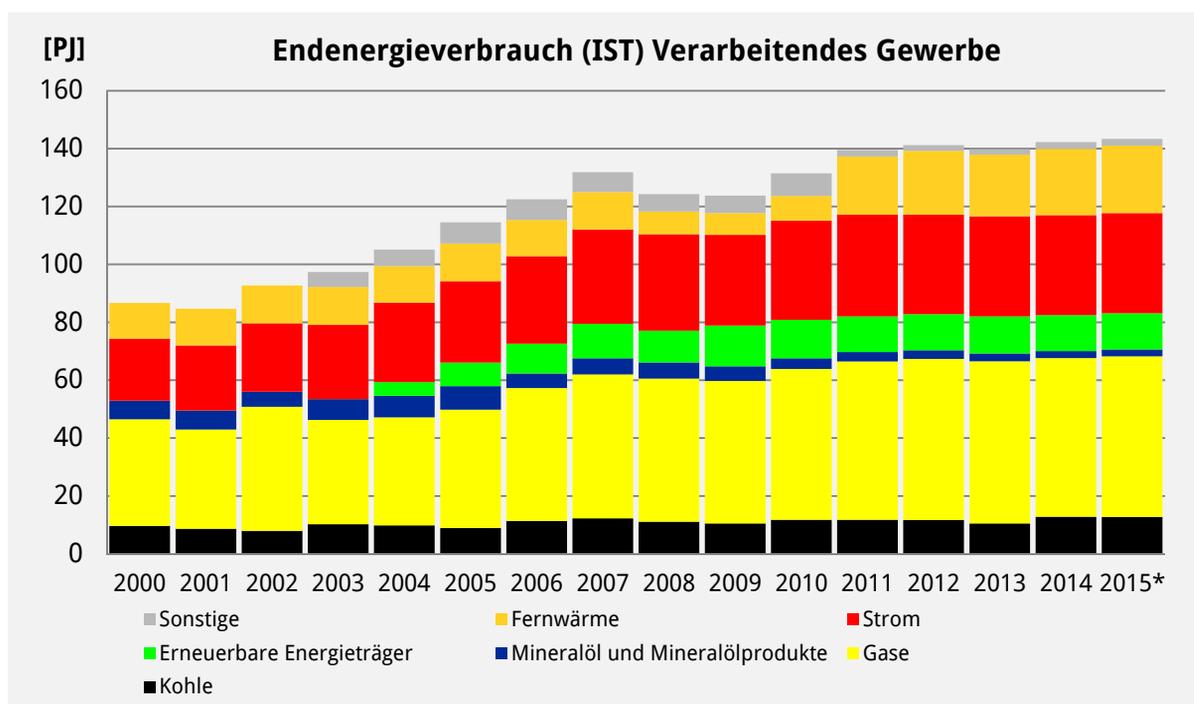


Abbildung 10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) des Verarbeitenden Gewerbes nach Energieträgern
Quelle: [StaLa 2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

in Tj	Wärmeanwendungen			Kälteanwendungen			Mechan. Energie	IKT	Beleuchtung	EEV Industrie 2015	
	Raumwärme	Warmwasser	sonst. Prozesswärme	Wärme gesamt	Klimakälte	sonst. Prozesskälte					Kälte gesamt
Energieträger	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsarten										
Mineralöl	506	45	1.819	2.370	0	0	0	7	0	0	2.378
Gase (fossil)	8.431	832	45.482	54.744	0	0	0	721	0	0	55.465
Strom	138	138	6.989	7.266	796	865	1.661	22.454	1.419	1.799	34.598
Fernwärme	4.613	443	18.244	23.300	0	0	0	0	0	0	23.300
Kohlen	332	38	12.393	12.763	0	0	0	0	0	0	12.763
Erneuerbare	3.000	301	9.252	12.554	0	0	0	0	0	0	12.554
Sonstige	83	9	2.226	2.319	0	0	0	0	0	0	2.319
Summe	17.105	1.807	96.404	115.316	796	865	1.661	23.183	1.419	1.799	143.377

Tabelle 5 Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes (2015) nach Energieträgern und Anwendungen
Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

Endenergieverbrauch nach Wirtschaftszweigen 2015

Gemäß den amtlichen Endenergiebilanzen wird das Verarbeitende Gewerbe in 28 Wirtschaftszweige unterteilt. Die Zahlen zum Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes für das Jahr 2015 (Prognose des IE Leipzig) sind in Tabelle 6 dargestellt. Nahezu die Hälfte des Endenergieverbrauchs ist auf die chemische Industrie mit 70,2 PJ bzw. einem Anteil von 49 % am Gesamtverbrauch zurückzuführen. Zweitgrößter Energieverbraucher ist die Glas verarbeitende Industrie mit einem Endenergieverbrauch

von 24 PJ bzw. 17 % Anteil. Die Holz verarbeitenden Industriebetriebe (inkl. Herstellung von Pappe, Papier) hatten im Jahr 2015 einen Endenergieverbrauch von 17,6 PJ (12 %). Mit einem Anteil von 9 % am Gesamtverbrauch bzw. 12,5 PJ ist der Bereich der Nahrungs- und Futtermittel- sowie Getränkeherstellung viertgrößter Verbraucher. Somit verteilen sich rund 87 % des Endenergieverbrauchs auf 4 Verbrauchsbereiche (8 der insgesamt 28 Wirtschaftszweige).

Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe	EEV in PJ	Anteil in %
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	2,0	1,4
Erbr. v. Dienstleist. für den Bergb. u. für die Gewinnung von St. u. Erden	0,0	0,0
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	11,9	8,3
Getränkeherstellung	0,6	0,4
Herstellung von Textilien	0,4	0,3
Herstellung von Bekleidung	0,0	0,0
Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	0,0	0,0
H. v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (o. Möbel)	4,6	3,2
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	13,0	9,1
H. v. Druckerzeugn.; Vervielf. v. bsp. Ton-, Bild- u. Datentr.	0,4	0,3
Herstellung von chemischen Grundstoffen	64,5	45,0
Sonstige Herstellung von chemischen Erzeugnissen	5,7	4,0
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	0,9	0,6
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	3,0	2,1
H. v. Glas u. Glaswaren, keram. Werkstoffen u. Waren, keram. Baumaterialien	9,8	6,8
Sonstige H. v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	14,2	9,9
Erzeugung von Roheisen, Stahl u. Ferrolegierungen	2,3	1,6
Erzeugung u. erste Bearbeitung von NE-Metallen, Gießereien	3,8	2,6
Sonstige Metallerzeugung und -bearbeitung	0,5	0,3
Herstellung von Metallerzeugnissen	2,2	1,5
H. v. Datenverarbeitungsgeräten, elektron. u. opt. Erzeugn.	0,4	0,3
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	0,2	0,2
Maschinenbau	1,5	1,1
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	0,5	0,3
Sonstiger Fahrzeugbau	0,2	0,2
Herstellung von Möbeln	0,3	0,2
Herstellung von sonstigen Waren	0,1	0,1
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	0,3	0,2
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	143,4	100

Tabelle 6 Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach Subsektoren im Jahr 2015
Quelle: IE Leipzig

4.1.2 Endenergieverbrauch Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungen

Im Rahmen der amtlichen Energiebilanz des Landes Sachsen-Anhalt erfolgt keine Aufgliederung des Endenergieverbrauches des Sektors Gewerbe-Handel-

Dienstleistungen (GHD) in Subsektoren. Der Endenergieverbrauch des GHD-Sektors hat sich im Betrachtungszeitraum um rund 0,9 PJ bzw. 2 % verrin-

gert (Abbildung 11). Schwankungen zwischen einzelnen Jahren sind vorwiegend auf Witterungseinflüsse sowie Lagerbestandsschwankungen zurückzuführen.

Erdgas hat als Energieträger im Zeitraum von 2000 bis 2015 deutlich an Bedeutung gewonnen. Fernwärme hat seit dem Jahr 2011 nur noch einen geringen Anteil am Endenergieverbrauch, dies ist mit Veränderungen der Zuweisung von einigen Betrieben zwischen Verarbeitendem Gewerbe und GHD zu begründen (vergleiche hierzu deutliche Zunahme bei Fernwärme im Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2011 in Abbildung 10).

Rund 78,8 % der Endenergie im GHD-Sektor wurden im Jahr 2015 für Wärmeanwendungen (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme) eingesetzt (Tabelle 7). Etwa 11,1 % wurden für mechanische Energie, 6,1 % für Beleuchtung, 2,4 % für Informations- und Kommunikationsgeräte (IKT) und 1,6 % für Kälteanwendungen (Prozess- u. Klimakälte) verwendet.

Strom wurde im Jahr 2015 zum größten Teil (42 %) für Beleuchtungszwecke verwendet. Für Mechanische Energie werden 20 % des Stroms, für IKT 16 %, für Wärmeanwendungen 13 % und für Kälteanwendungen etwa 9 % eingesetzt (Tabelle 7).

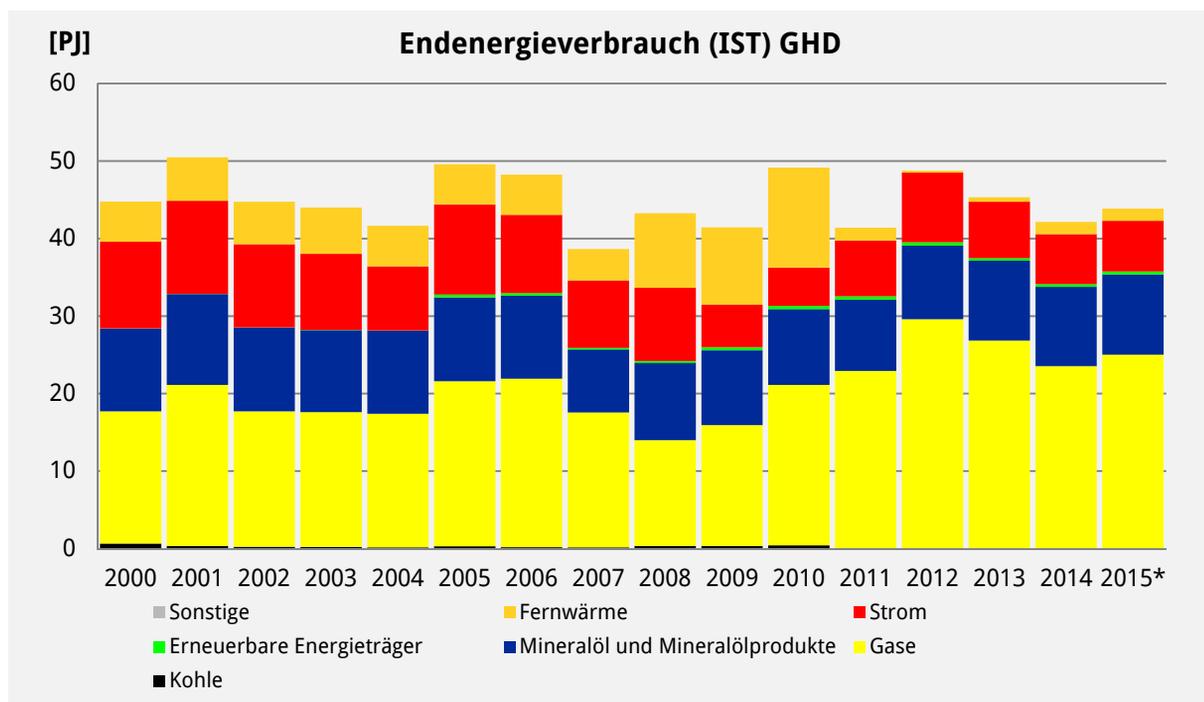


Abbildung 11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) Gewerbe-Handel-Dienstleistungen nach Energieträgern
Quelle: [StaLa 2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

in TJ	Wärmeanwendungen			Kälteanwendungen			Mechan. Energie	IKT	Beleuchtung	EEV GHD 2015	
	Raumwärme	Warmwasser	sonst. Prozesswärme	Wärme gesamt	Klimakälte	sonst. Prozesskälte					Kälte gesamt
Energieträger	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsarten										
Mineralöl	5.390	486	1.024	6.900	0	0	0	3.445	0	0	10.345
Gase (fossil)	21.526	1.650	1.700	24.877	125	0	125	0	0	0	25.002
Strom	300	254	241	796	143	430	574	1.415	1.044	2.694	6.523
Fernwärme	1.256	91	228	1.576	0	0	0	0	0	0	1.576
Kohlen	28	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28
Erneuerbare	247	110	35	392	0	0	0	0	0	0	392
Summe	28.747	2.592	3.229	34.568	269	430	699	4.860	1.044	2.694	43.865

Tabelle 7 Endenergieverbrauch Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (2015) nach Energieträgern und Anwendungen
Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

4.1.3 Endenergieverbrauch Haushalte

Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungen

Der Endenergieverbrauch der Haushalte hat sich absolut betrachtet im Zeitraum von 2000 bis 2015 um 4,5 PJ bzw. rund 6 % verringert. Schwankungen einzelner Jahre sind vorwiegend witterungsbedingt (Abbildung 12). Beispielsweis war das Jahr 2010 sehr kalt, daher war auch der Energieverbrauch gegenüber anderen Jahren deutlich höher. Zum Jahr 2007 erhöhte sich die Umsatzsteuer auf 19 %, daher war der Absatz von Heizöl im Jahr 2007 aufgrund von Vorratskäufen im Jahr 2006 entsprechend niedrig.

Im Jahr 2006 gab es eine methodische Veränderung der Erfassung der Biomasse im Haushaltsbereich. Seither wird der deutschlandweite Einsatz von Biomasse in Haushalten jeweils über die anteiligen Waldflächen der Bundesländer am gesamten Waldbestand Deutschlands verteilt. Würde diese Veränderung rückwirkend bis zum Jahr 2000 angepasst, ergäbe sich eine deutlich rückläufigere Tendenz des Endenergieverbrauchs der Haushalte im Zeitraum von 2000 bis 2015.

Anhand der Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (Abbildung 12) wird deutlich, dass Mineralöl und Mineralölprodukte sowie Erdgas und Fernwärme konstant rückläufig sind, während der Verbrauch von Erneuerbaren Energien deutlich angestiegen ist.

Mehr als 92 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte sind für das Jahr 2015 auf Wärmeanwendungen zurückzuführen (Tabelle 8). Kälteanwendungen hatten einen Anteil von rund 3 %, Informations- und Kommunikationsgeräte (IKT) 3 %, Beleuchtung 1,4 % und mechanische Energie 0,4 % gemessen am gesamten Endenergieverbrauch.

Etwa die Hälfte des Stromeinsatzes (49 %) im Jahr 2015 wurde für Wärmeanwendungen (vorwiegend Warmwasser und Prozesswärme) verwendet. Für Kälteanwendungen wurden rund 21 % des Stroms verwendet, für IKT 18 %, für Beleuchtung 9 % und für mechanische Energie 3 %.

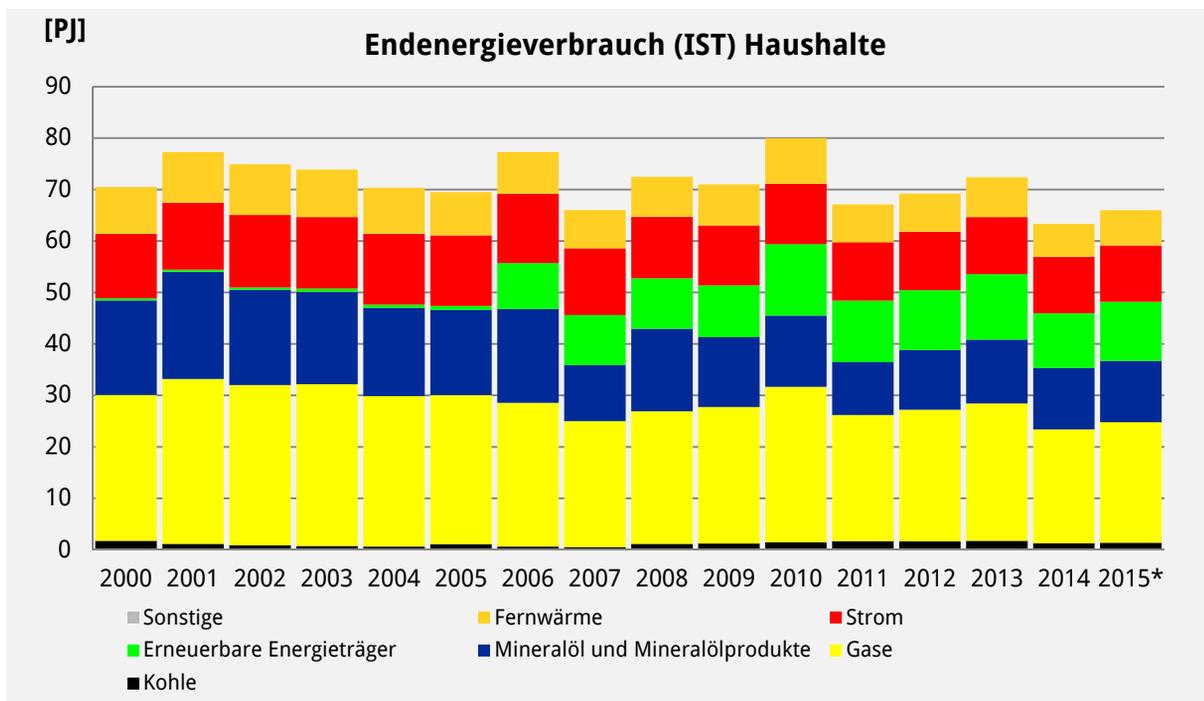


Abbildung 12 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) der Haushalte nach Energieträgern

Quelle: [StaLa2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

in Tj	Wärmeanwendungen				Kälteanwendungen			Mechan. Energie	IKT	Beleuchtung	EEV Haushalte 2015
	Raumwärme	Warmwasser	sonst. Prozesswärme	Wärme gesamt	Klimakälte	sonst. Prozesskälte	Kälte gesamt				
Energieträger	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsarten										
Mineralöl	10.501	1.432	0	11.933	0	0	0	0	0	0	11.933
Gase (fossil)	19.023	4.305	70	23.399	0	0	0	0	0	0	23.399
Strom	1.213	1.487	2.984	5.684	0	2.164	2.164	262	1.869	951	10.932
Fernwärme	6.270	575	0	6.845	0	0	0	0	0	0	6.845
Kohlen	1.383	0	0	1.383	0	0	0	0	0	0	1.383
Erneuerbare	10.967	529	0	11.496	0	0	0	0	0	0	11.496
Summe	49.359	8.328	3.055	60.741	0	2.164	2.164	262	1.869	951	65.988

Tabelle 8 Endenergieverbrauch der Haushalte (2015) nach Energieträgern und Anwendungen

Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

4.1.4 Endenergieverbrauch Verkehr

Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungen

Im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2015 hat sich Endenergieverbrauch des Verkehrssektors um rund 10 % verringert (Abbildung 13). Zum einen ist der Ausstattungsgrad von Kraftfahrzeugen gemessen an der Einwohnerzahl gestiegen, da aber die Einwohnerzahl seit 2000 deutlich gesunken ist, ist die Zahl der gemeldeten Kraftfahrzeuge in Sachsen-Anhalt nur leicht angestiegen (vgl. Abbildung 17). Der Rückgang des Endenergieverbrauchs, besonders zwischen den Jahren 2000 und 2009, ist vorwiegend auf Effizienzsteigerungen der Motoren sowie sinkende Einwohnerzahlen und eine damit verbundene gesunkene Personenverkehrsleistung zurückzuführen.

Bundesweit hat sich der Endenergieverbrauch im Straßengüterverkehr in den letzten Jahren deutlich erhöht, dieser Effekt kommt auch im Transitland Sachsen-Anhalt zur Geltung. Gemäß Berechnungen des IE

Leipzig hatte der Straßengüterverkehr im Jahr 2000 einen Anteil von rund 19 % am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors. Bis zum Jahr 2015 ist dieser Anteil auf über 23 % angestiegen.

Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor wird erwartungsgemäß vom Energieträger Mineralöl und Produkten daraus dominiert (Abbildung 13). Nach dem Jahr 2004 wurde ein kleiner Anteil des Endenergieverbrauchs mittels Biokraftstoffen abgedeckt, seit 2008 ist dieser Anteil leicht rückläufig auf knapp 5 % im Jahr 2015. Der Anteil an Strom hat sich im Betrachtungszeitraum nur wenig verändert und lag im Jahr 2015 bei knapp 4 %, Gase bei deutlich unter 1 %.

Bei Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungen für das Jahr 2015 (Tabelle 10) wird deutlich, dass nahezu die komplette Energie in Form von mechanischer Energie verwendet wird (98 %).

Endenergieverbrauch nach Subsektoren

Innerhalb der amtlichen Energiebilanz des Landes wird der Verkehrssektor in 4 Subsektoren unterteilt (Tabelle 9). Mit einem Anteil von 94,2 % wurde im Jahr 2015 die meiste Energie im Bereich des Straßenverkehrs verbraucht. Der Schienenverkehr hatte einen

Anteil von 5,4 % am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors. Luftverkehr und Binnenschifffahrt hatten mit 0,4 % einen untergeordneten Anteil am Verbrauch. Diese Anteile haben sich im Zeitraum von 2000 bis 2015 kaum verändert.

Subsektoren Verkehr	EEV in PJ	Anteil in %
Schienenverkehr	3,1	5,4
Straßenverkehr	54,3	94,2
Luftverkehr	0,1	0,1
Küsten- und Binnenschifffahrt	0,2	0,3
Verkehr insgesamt	57,6	100

Tabelle 9 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Subsektoren im Jahr 2015
Quelle: IE Leipzig

Der Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs unterteilt sich im Jahr 2015 zu rund 23 % Güterverkehr und 77 % Personenverkehr (Berechnung IE Leipzig auf Basis [BMVI 2014]).

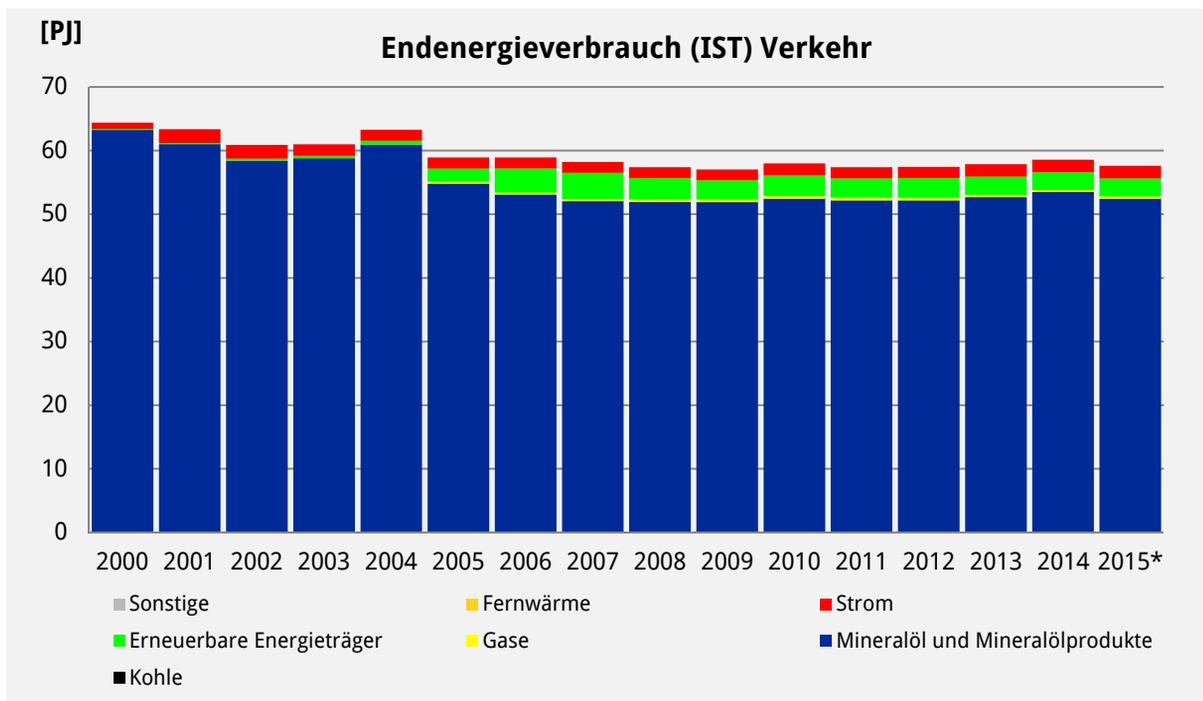


Abbildung 13 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) im Verkehrssektor nach Energieträgern
Quelle: [StaLa 2016]; *2015 Prognose IE Leipzig

in Tj	Wärmeanwendungen				Kälteanwendungen			Mechan. Energie	IKT	Beleuchtung	EEV Verkehr 2015
	Raumwärme	Warmwasser	sonst. Prozesswärme	Wärme gesamt	Klimakälte	sonst. Prozesskälte	Kälte gesamt				
Energieträger	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsarten										
Mineralöl	210	0	0	210	52	0	52	51.817	157	210	52.446
Gase (fossil)	1	0	0	1	0	0	0	341	1	1	345
Strom	100	0	0	100	2	0	2	1.696	100	102	2.000
Fernwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kohlen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare	11	0	0	11	3	0	3	2.797	8	11	2.831
Summe	322	0	0	322	58	0	58	56.651	267	324	57.622

Tabelle 10 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor 2014 nach Energieträgern und Anwendungen
Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

5 Fortschreibung von Strukturen und Mengengerüsten

Ziel ist die Darstellung der Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt auf zwei verschiedenen Pfaden bis zum Jahr 2030. Zum einen wird der Endenergieverbrauch auf Basis der bisherigen Entwicklungen von Energieverbrauchsindikatoren, unter Berücksichtigung der strukturellen Entwicklungen, in einem Trend-Szenario fortgeschrieben. Ein zweiter Pfad, das Mit-Maßnahmen-Szenario, berücksichtigt die Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen und bildet die Grundlage für politische Zielsetzungen bis zum Jahr 2030.

5.1 Grundlagen zur Szenarienerstellung

5.1.1 Bevölkerungs- und Wohnungsentwicklung

Die Einwohnerzahl Sachsens-Anhalts ist von rund 2,62 Millionen im Jahr 2000 auf 2,21 Millionen im Jahr 2015 um über 15 % gesunken. Die Bevölkerungsentwicklung wurde auf Basis der 5. Regionalisierten Bevölkerungsprognose⁴ bis zum Jahr 2025 fortgeschrieben, nach 2025 wurde in Anlehnung an [EuPD 2012] ein Rückgang um jährlich 1 % bis zum Jahr 2030 angenommen. Demnach wird die Einwohnerzahl Sachsens-Anhalts im Jahr 2030 rund 1,84 Millionen Einwohner betragen (Abbildung 14).

Der Bestand an Wohnungen hat innerhalb der vergangenen 15 Jahre im Vergleich zur Einwohnerentwicklung nur leicht von 1,33 Millionen im Jahr 2000 auf 1,28 Millionen Wohnungen im Jahr 2015 abgenommen. Dieser stetige Rückgang wird sich fortsetzen, sodass im Jahr 2030 insgesamt 1,19 Millionen Wohnungen in Sachsen-Anhalt zur Verfügung stehen. Gemäß Zensusdaten aus der Erhebung im Jahr 2011

lag der Leerstand im Jahr 2011 bei rund 9,5 %, bis 2030 ist mit einer Steigerung des Leerstandes zu rechnen. Statistisch betrachtet steigt die vorhandene Wohnfläche je Einwohner im Betrachtungszeitraum seit 2000 kontinuierlich an. Im Jahr 2000 standen jedem Einwohner etwa 37 m² Wohnfläche zur Verfügung, bis zum Jahr 2015 stieg dieser Wert auf über 44 m² an. Da die Einwohnerzahl bis 2030 deutlich sinkt, der Wohnungsbestand demgegenüber aber nur moderat zurückgeht, werden im Jahr 2030 jedem Einwohner theoretisch rund 51 m² Wohnfläche zur Verfügung stehen (Abbildung 14).

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass statistisch betrachtet aufgrund der immer höheren Zahl an Ein-Personen-Haushalten immer weniger Einwohner je Wohneinheit gemeldet sind. Diese Entwicklung wird sich auch bis zum Jahr 2030 fortsetzen. Wohnten im Jahr 2000 noch 2,2 Personen je Wohneinheit, waren es im Jahr 2015 nur noch 1,9 Personen. Bis 2030 wird dieser Indikator auf rund 1,7 Personen je Wohneinheit sinken.

⁴ Seit Juni 2016 liegt auch die 6. Regionalisierte Bevölkerungsprognose vor. Im Rahmen des Projektes erfolgten alle grundlegenden Berechnungen in der ersten Jahreshälfte 2016 ohne Vorliegen der 6. Bevölkerungsprognose.

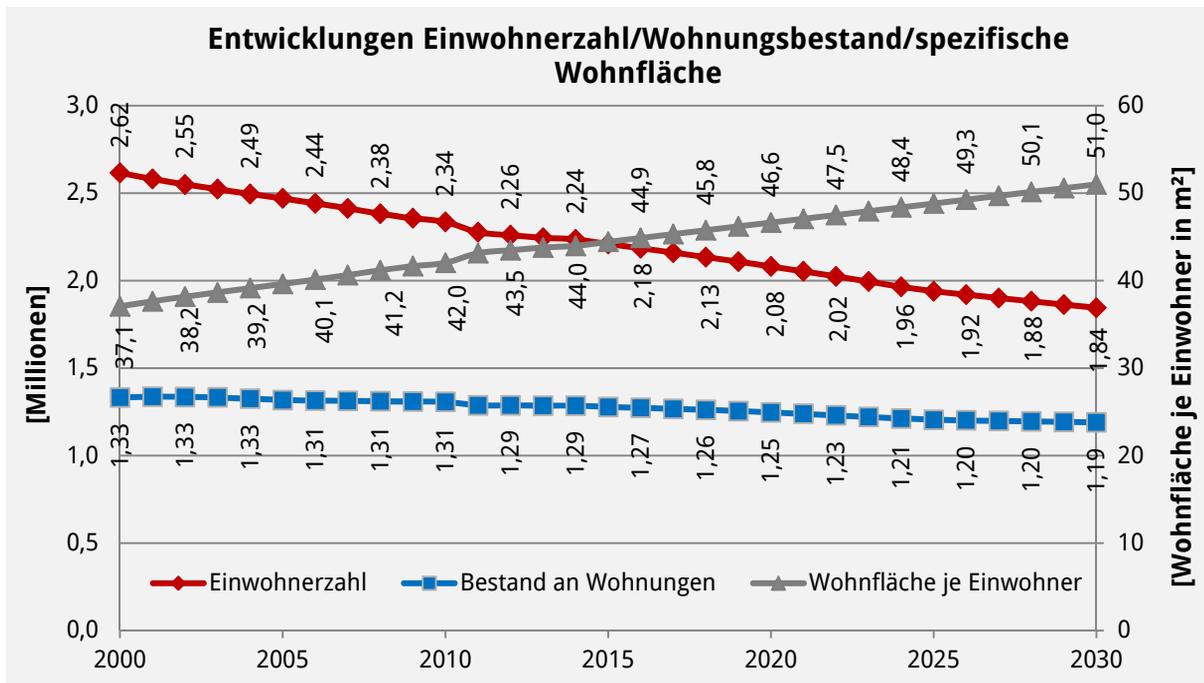


Abbildung 14 Entwicklungen von Einwohnerzahl, Wohnungsbestand und spezifischer Wohnfläche von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030

Quelle: [StaLa 2015]; Prognose spezifische Wohnfläche und Wohnungsbestand IE Leipzig

5.1.2 Wirtschaftliche Entwicklung

Als Grundlage für die Szenarienerstellung im Wirtschaftssektor wurden die Entwicklungen der Bruttowertschöpfung (getrennt nach Industrie und Gewerbe) und der Beschäftigten betrachtet.

Die reale Bruttowertschöpfung des Industriesektors hat sich zwischen den Jahren 2000 und 2014 deutlich von rund 6,6 Milliarden Euro auf rund 9,9 Milliarden erhöht. Diese positive wirtschaftliche Entwicklung lässt sich auch anhand der Entwicklung der Beschäftigten im Industriesektor ableiten (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16). Im Jahr 2009 kam es in Folge der Wirtschaftskrise zu einem deutlichen Einbruch der Bruttowertschöpfung der Industrie. Im Trend wird von einem jährlichen Anstieg von 0,8 % auf knapp

11,2 Milliarden Euro im Jahr 2030 ausgegangen. Die Zahl der Beschäftigten im Industriesektor wird voraussichtlich leicht auf rund 140.000 Beschäftigte sinken. Im Bereich der chemischen Industrie ist die Zahl der Beschäftigten zwischen 2007 und 2015 um rund 13 % auf rund 13.600 Beschäftigte angestiegen, im Trend wird bis 2030 innerhalb des Wirtschaftszweiges von einer weiter leicht steigenden Zahl der Beschäftigten auf über 14.000 ausgegangen. Im Bereich der Glas verarbeitenden Industrie stieg die Zahl der Beschäftigten seit 2007 um 6 % auf rund 8.600 im Jahr 2015, erreichte zwischenzeitlich im Jahr 2012 aber rund 9.000 Beschäftigte und ist seither rückläufig. Im Trend bis 2030 wird daher von einer leicht

sinkenden Zahl der Beschäftigten in diesem Wirtschaftszweig ausgegangen.

Im Sektor GHD ist die reale Bruttowertschöpfung innerhalb des Zeitraums von 2000 bis 2014 um rund 9,5 % auf über 37,5 Milliarden Euro angestiegen. Die Zahl der Beschäftigten sank im gleichen Zeitraum zunächst bis zum Jahr 2005 ab und entwickelte sich im Anschluss bis zum Jahr 2014 sehr positiv. In Anlehnung an [EuPD 2012] wird im Trend von einer etwa stagnierenden Zahl der Beschäftigten im GHD-Sektor

bis 2020 und anschließend von einem Rückgang ausgegangen.

In der Trendentwicklung der realen Bruttowertschöpfung wird in Anlehnung an [ÖKO & ISI 2015] bis zum Jahr 2020 von einer jährlichen Steigerung von 1,0 % und nach 2020 aufgrund der sinkenden Beschäftigung sowie der demografischen Entwicklung von einem leichten Rückgang von jährlich 0,2 % auf rund 38,9 Milliarden Euro im Jahr 2030 ausgegangen.

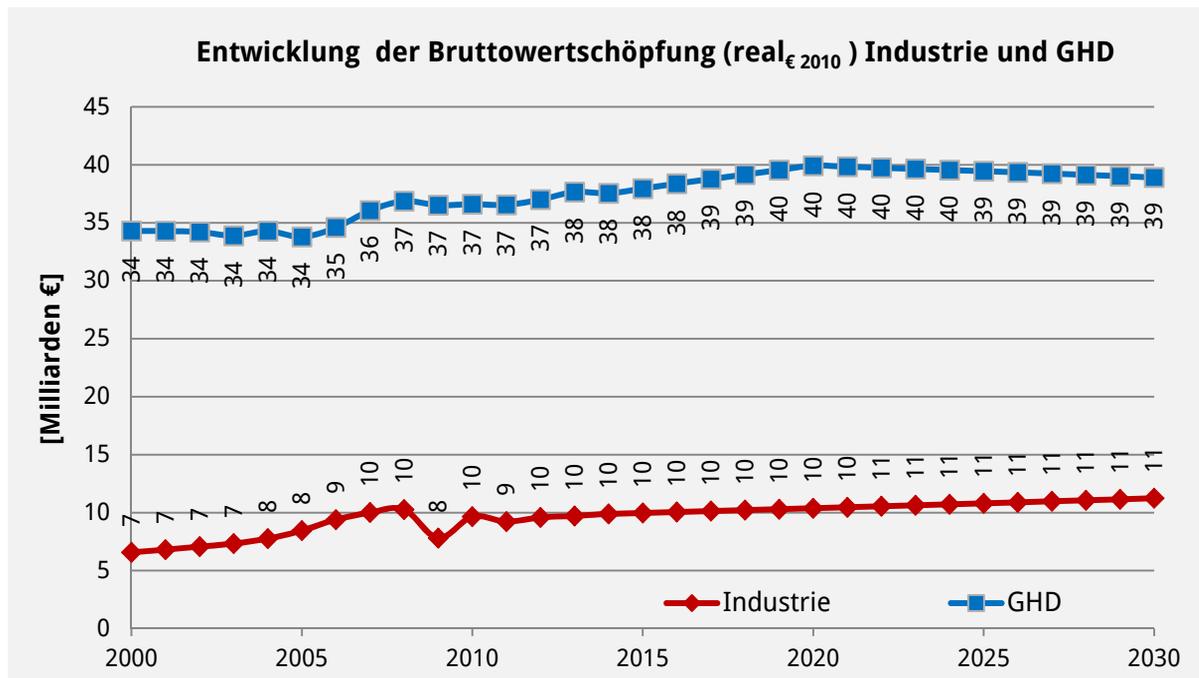


Abbildung 15 Entwicklung der Bruttowertschöpfung von Industrie und Gewerbe von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030

Quelle: [VGRDL 2015]; Prognose IE Leipzig auf Basis von [ÖKO & ISI 2015]

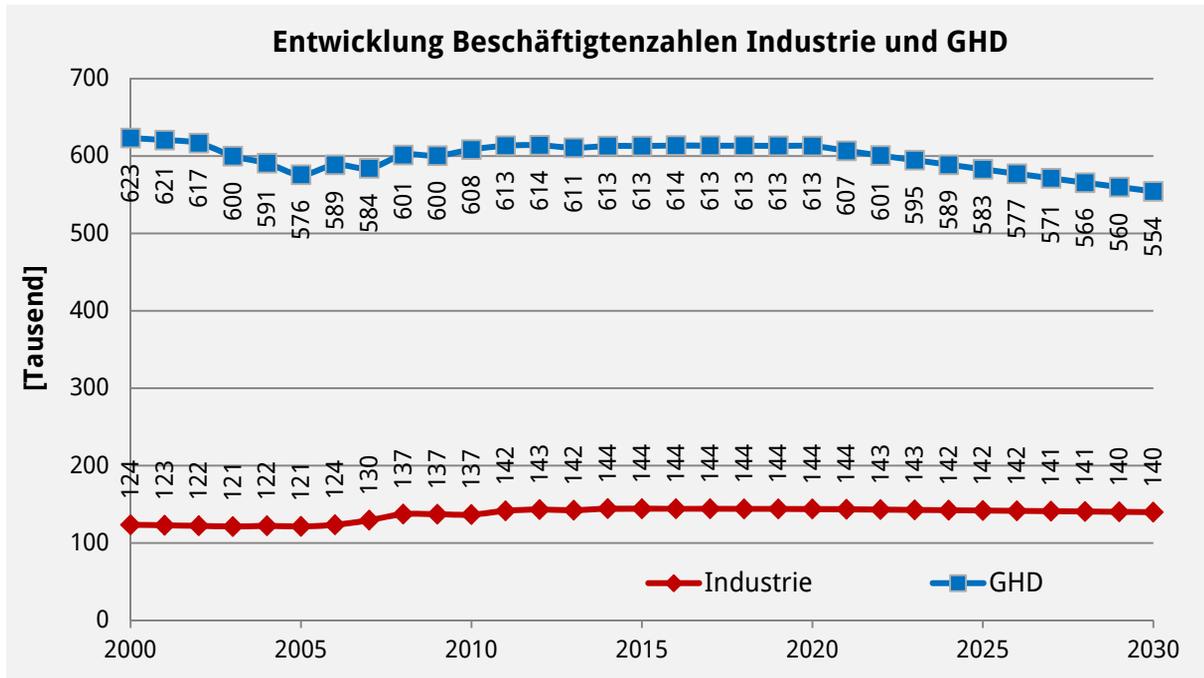


Abbildung 16 Entwicklung der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Industrie und Gewerbe von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030

Quelle: [Bundesagentur für Arbeit 2015]; Prognose IE Leipzig in Anlehnung an [EuPD 2012]

5.1.3 Entwicklung des Kfz-Bestandes

Gemäß Energiebilanz des Landes Sachsen-Anhalts entfallen rund 94 % des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors auf den Straßenverkehr. Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs steht demnach im funktionalen Zusammenhang mit der Verkehrsentwicklung im Straßenverkehr in Form von Straßenpersonen und -güterverkehr, des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge sowie der spezifischen Fahrleistungen.

Trotz der deutlich gesunkenen Zahl der Einwohner hat sich die Zahl der gemeldeten Kraftfahrzeuge im Zeitraum von 2000 bis 2015 um 90.000 Fahrzeuge auf

1,42 Millionen erhöht (Abbildung 17). Dies liegt an einer stetig steigenden Anzahl der Kraftfahrzeuge je Einwohner. Im Jahr 2000 lag die Zahl bei rund 500 Fahrzeugen je 1.000 Einwohner, bis 2015 erhöhte sich dieser Wert deutlich auf etwa 642 Fahrzeuge. Im Trend bis zum Jahr 2030 wird von einem weiteren Anstieg auf etwa 750 Fahrzeuge ausgegangen. Trotz dieses Anstiegs wird aufgrund der deutlich sinkenden Einwohnerzahl die Gesamtzahl der in Sachsen-Anhalt gemeldeten Fahrzeuge bis 2030 um etwa 40.000 Fahrzeuge sinken.

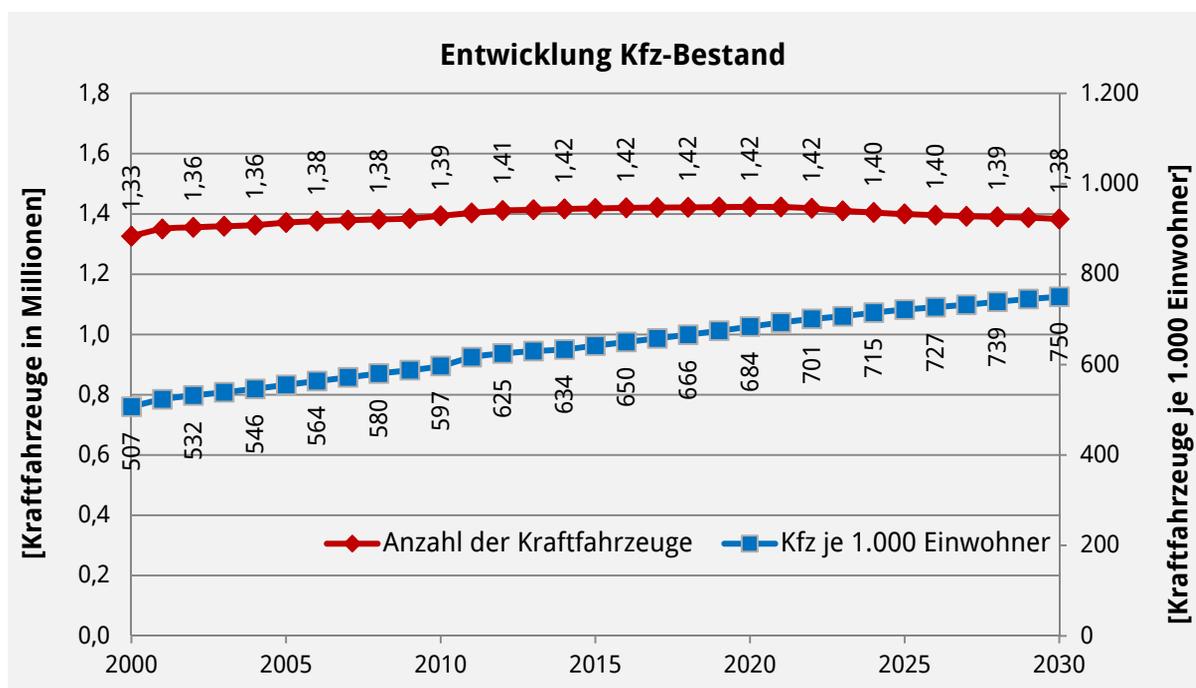


Abbildung 17 Entwicklung des Kfz-Bestandes von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030
 Quelle: [KBA 2015]; Prognose IE Leipzig in Anlehnung an [Prognos & ÖKO 2009]



5.2 Trend-Szenario

5.2.1 Endenergieverbrauch

Es wurde eine modellbasierte Lösung erarbeitet, die eine möglichst realitätsnahe Fortschreibung der Endenergiebilanz für Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2030 ermöglicht.

Die Prognose basiert auf einem Bottom-Up-Ansatz, wobei der Endenergiebedarf beginnend auf Ebene der einzelnen Sektoren (Industrie und Verkehr inkl. Subsektoren, Gewerbe, Haushalte) prognostiziert und anschließend zum Gesamtendenergieverbrauch aufsummiert wird. Hierbei wurde auf die Bildung von

sogenannten Energieverbrauchsindikatoren zurückgegriffen, d.h. der um Temperatureinflüsse und Lagerbestandsschwankungen bereinigte Endenergieverbrauch wurde mit entsprechenden Aktivitätsgrößen verknüpft (z. B. Erdgasverbrauch je m² Wohnfläche, Kraftstoffverbrauch je spezifischer Fahrleistung, Stromverbrauch je Beschäftigten etc.) und anschließend die Entwicklung der Indikatoren analytisch fortgeschrieben.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2030 (bereinigt)

Absolut betrachtet wird der bereinigte Endenergieverbrauch des Landes Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2030 gegenüber 2015 um 31,3 PJ auf 291,7 PJ sinken, dies entspricht einem Rückgang von 9,7 % (Tabelle 11). Während vor allem die Energieträger Kohle und Mineralölprodukte deutlich rückläufig sein werden, wird der Anteil der erneuerbaren Energien weiter um rund 19 % ansteigen. Gemessen am Endenergieverbrauch wird der Anteil der erneuerbaren Energien (ohne Anteile der erneuerbaren Energien an Strom, Erdgas und Fernwärme) von 8,8 % im Jahr 2015 auf 11,7 % im Jahr 2030 ansteigen.

Der Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes wird bis zum Jahr 2030 leicht um rund 3 % sinken, da gleichzeitig die Verbräuche der anderen Ver-

brauchssektoren deutlicher sinken, wird der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes am gesamten Endenergieverbrauch Sachsen-Anhalts weiter auf 48 % im Jahr 2030 steigen. Der Endenergieverbrauch des privaten Sektors wird um rund 14 % gegenüber dem Jahr 2015 sinken, im GHD-Sektor wird ein Rückgang von 13 % erwartet.

Durch diese Entwicklungen ergibt sich eine Verteilung des gesamten Endenergieverbrauches im Jahr 2030 auf die Verbrauchsbereiche von (Abbildung 18):

- Verarbeitendes Gewerbe: 48 %
- Haushalte: 22 %
- Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 14 %
- Verkehr: 16 %

Endenergieverbrauch (ber)	2015		2030		Veränderung 2030 ggü. 2015	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Kohle	15,0	4,6	8,0	2,7	-7,0	-46,7
Mineralöl und Mineralölprodukte	79,5	24,6	58,2	20,0	-21,3	-26,8
Gase	109,9	34,0	108,2	37,1	-1,7	-1,5
Erneuerbare Energieträger	28,5	8,8	34,0	11,7	+5,5	+19,2
Strom	54,4	16,8	52,3	17,9	-2,1	-3,8
Fernwärme	33,4	10,3	28,6	9,8	-4,9	-14,5
Sonstige	2,3	0,7	2,4	0,8	+0,1	+3,2
Summe	323,0	100,0	291,7	100,0	-31,3	-9,7

Tabelle 11 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2015 und im Trend-Szenario 2030 (bereinigt)
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

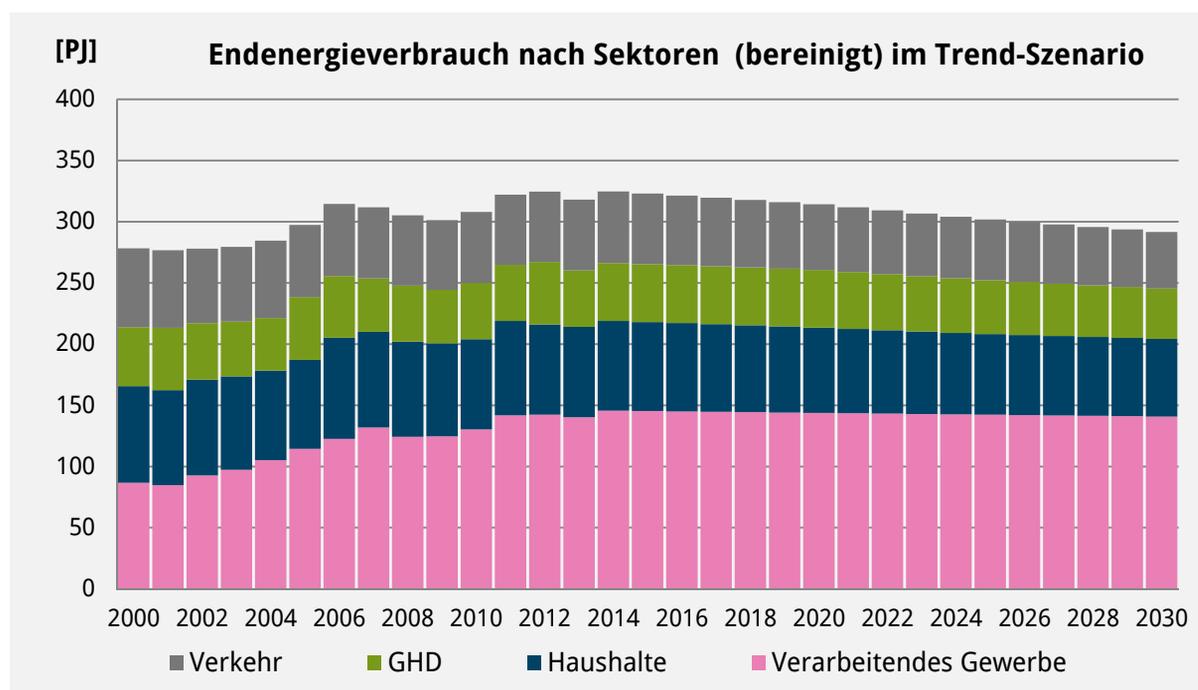


Abbildung 18 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren im Trend-Szenario bis 2030
Quelle: Berechnungen IE Leipzig



5.3 Mit-Maßnahmen-Szenario

5.3.1 Endenergieverbrauch

Auf Basis der im Rahmen des Projektes ermittelten Maßnahmen zur Erschließung von Effizienzpotenzialen (vgl. Kapitel 6) wurde ein Szenario erstellt, wel-

ches die Realisierung des ermittelten Effizienzpotenzials bis zum Jahr 2030 beinhaltet.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2030 (bereinigt)

Im Mit-Maßnahmen Szenario kann der Endenergieverbrauch Sachsen-Anhalts bis zum Jahr 2030 um rund 67 PJ bzw. 19,8 % gegenüber 2015 gesenkt wer-

den (Tabelle 12). Die höchsten Einsparungen sind dabei auf Seiten der Energieträger bei Mineralölen, Gasen, Fernwärme und Strom erreichbar.

Endenergieverbrauch (ber)	2015		2030		Veränderung 2030 ggü. 2015	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Kohle	15,0	4,6	7,2	2,8	-7,8	-51,9
Mineralöl und Mineralölprodukte	79,5	24,6	47,7	18,4	-31,8	-40,0
Gase	109,9	34,0	98,5	38,0	-11,5	-10,4
Erneuerbare Energieträger	28,5	8,8	30,2	11,7	+1,7	+5,9
Strom	54,3	16,8	47,5	18,3	-6,9	-12,6
Fernwärme	33,4	10,3	25,8	10,0	-7,6	-22,9
Sonstige	2,3	0,7	2,2	0,8	-0,2	-6,5
Summe	323,0	100,0	258,9	100,0	-64,0	-19,8

Tabelle 12 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2015 und im Mit-Maßnahmen-Szenario 2030 (bereinigt)
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Bei Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren wird deutlich, dass die höchsten prozentualen Einsparungen im Verkehrssektor erzielbar sind (Abbildung 19). Insgesamt 35 % des Endenergieverbrauchs des Verkehrs könnten bis zum Jahr 2030 eingespart werden. Einsparpotenziale von 22 % und 21 % wurden für die Verbrauchsbereiche Haushalte und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen berechnet.

Das geringste prozentuale Einsparpotenzial wurde mit 12 % gegenüber 2015 für den Bereich des Verarbeitenden Gewerbes ermittelt.

Durch diese Entwicklungen ergibt sich eine Verteilung des gesamten Endenergieverbrauchs im Jahr 2030 auf die Verbrauchsbereiche von (Abbildung 19):

- Verarbeitendes Gewerbe: 50 %
- Haushalte: 22 %
- Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 14 %
- Verkehr: 14 %

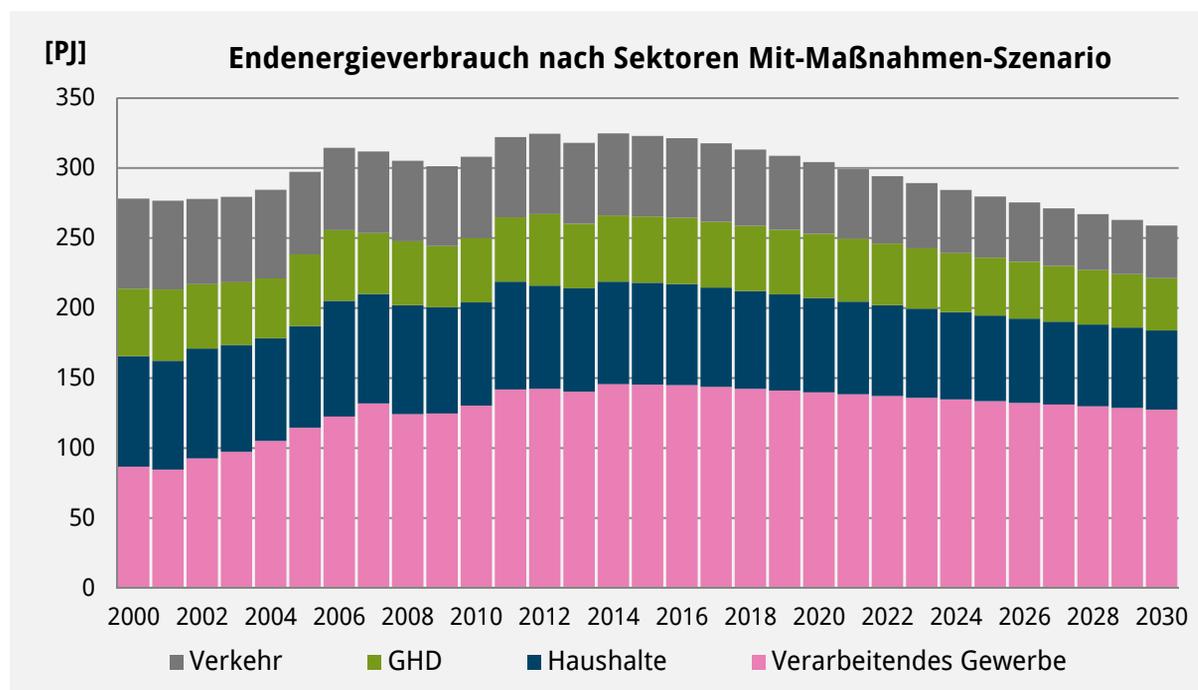


Abbildung 19 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Verbrauchssektoren im Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030

Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

5.4 Szenarienvergleich

5.4.1 Endenergieverbrauch

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, wurden zwei mögliche Entwicklungspfade der Entwicklung des Endenergieverbrauchs Sachsen-Anhalts bis zum Jahr 2030 entwickelt. In den Jahren von 2000 bis 2015 hat sich der Endenergieverbrauch deutlich um rund 44,8 PJ bzw. 16 % erhöht, was aufgrund der positiven wirtschaftlichen Entwicklung auf deutlich gestiegene Verbräuche im Verarbeitenden Gewerbe

zurückzuführen ist. In der Trend-Entwicklung bis zum Jahr 2030 wird der Endenergieverbrauch gegenüber 2015 um rund 9,7 % sinken. Durch die Hebung der in Kapitel 6 dargestellten Potenziale in den Bereichen Strom und Wärme in den Verbrauchssektoren könnten im Mit-Maßnahmen-Szenario zusätzlich 32,8 PJ eingespart werden. Gegenüber 2015 ergibt sich in diesem Szenario eine Einsparung von 19,8 %.

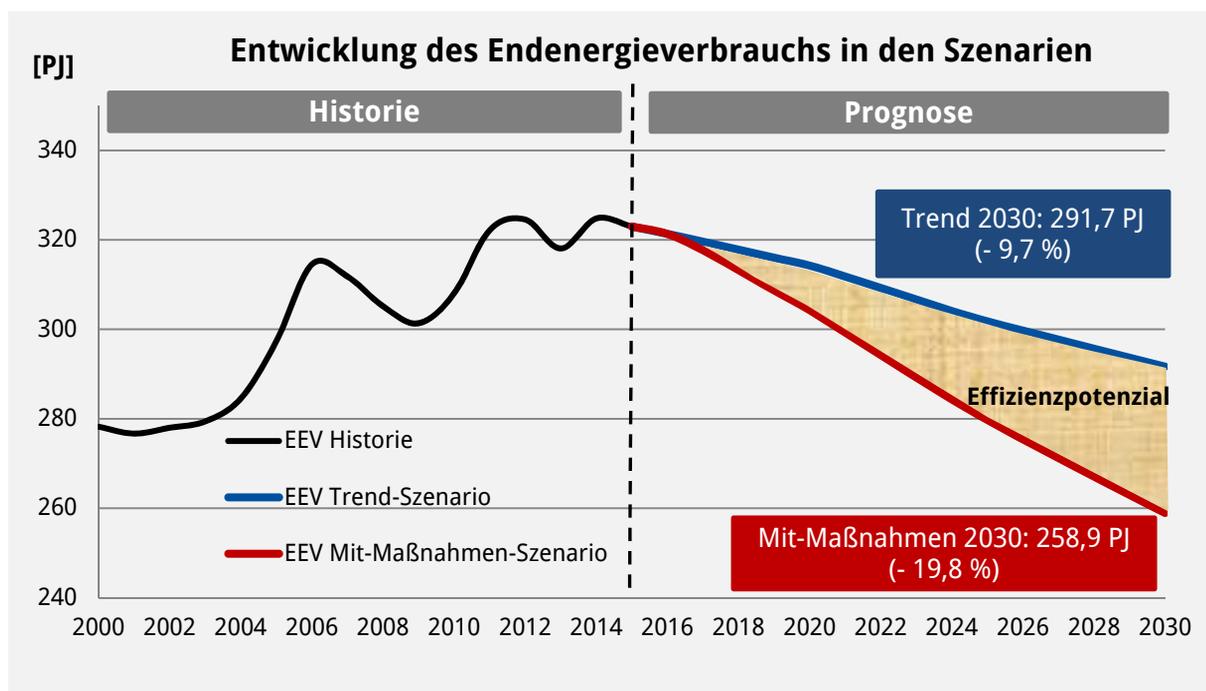


Abbildung 20 Entwicklung des Endenergieverbrauches (bereinigt) in den Szenarien bis zum Jahr 2030
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

5.4.2 Indikatoren zur Energieeffizienz

Endenergieverbrauch je Einwohner

Die Einwohnerzahl Sachsen-Anhalts ist im Betrachtungszeitraum seit dem Jahr 2000 stetig rückläufig, gleichzeitig ist aber der Endenergieverbrauch deutlich angestiegen. Der gestiegene Verbrauch verteilt sich auf immer weniger Einwohner, was zu einem deutlichen Anstieg dieses Indikators von 106 GJ je Einwohner auf 145 GJ je Einwohner geführt hat (Abbildung 21). Im Trend-Szenario wird die Einwohnerzahl bis zum Jahr 2030 gegenüber 2015 um rund 17,5 % sinken, der Endenergieverbrauch sinkt im gleichen Zeitraum aber nur um rund 9,7 %, somit wird der Endenergieverbrauch je Einwohner in der

Trendbetrachtung bis zum Jahr 2030 weiter steigen und im Jahr 2030 einen Wert von rund 158 GJ je Einwohner erreichen.

Durch Hebung der Effizienzpotenziale kann der ansteigende Trend des Indikators gebrochen werden. Bis etwa zum Jahr 2020 wird der Indikator im Mit-Maßnahmen-Szenario stagnieren und anschließend bis zum Jahr 2030 auf rund 140 GJ je Einwohner sinken. Einer gegenüber 2015 um 17,5 % sinkenden Einwohnerzahl steht in diesem Szenario eine Gesamtendenergieeinsparung von 19,8 % gegenüber.

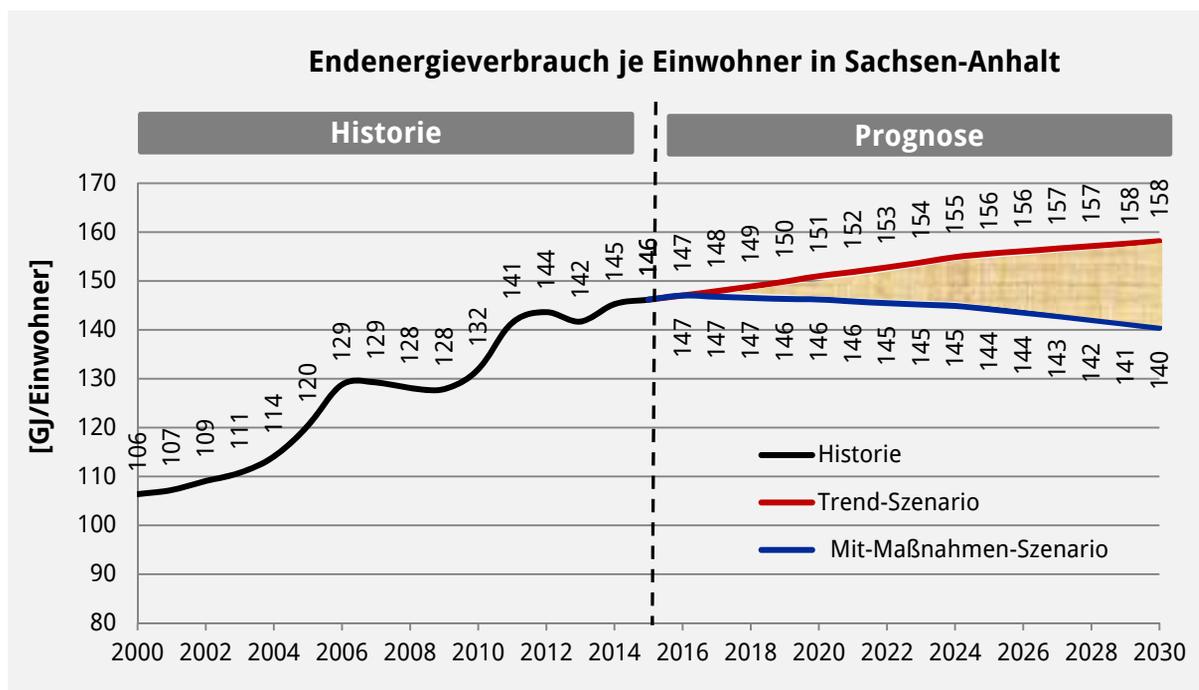


Abbildung 21 Spezifischer Endenergieverbrauch (bereinigt) in Sachsen-Anhalt im Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario

Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF



Verarbeitendes Gewerbe (Industrie)

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes wird als zusammenfassendes Kriterium für die Entwicklung der Effizienz der Energienutzung die Endenergieproduktivität der preisbereinigten Bruttowertschöpfung herangezogen (Abbildung 22).

Zu Beginn des Betrachtungszeitraumes sank die Endenergieproduktivität zwischen den Jahren 2001 und 2005 leicht, bezogen auf die preisbereinigte Bruttowertschöpfung wurde tendenziell mehr Energie benötigt. Dies ist allerdings nicht auf ineffizientere Energienutzung, sondern vielmehr auf einen deutlichen Anstieg des Endenergieverbrauchs der energieintensiven Industrie zurückzuführen. Durch diese Verschiebung hin zur energieintensiven Industrie sank das Verhältnis zwischen Energieeinsatz zu erwirtschafte-

ter Bruttowertschöpfung und damit die Endenergieproduktivität leicht. In den Jahren nach 2005 ist ein deutlicher Anstieg der Endenergieproduktivität erkennbar, welcher durch die Wirtschaftskrise nach 2008 unterbrochen wurde. In den Jahren von 2009 bis 2011 prägten deutliche Schwankungen den Verlauf der Endenergieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes. In den Jahren ab 2011 ist ein tendenzieller Anstieg der Produktivität erkennbar. Im Trend-Szenario wird von einem sich fortsetzenden Anstieg der Endenergieproduktivität von rund 1,0 % jährlich ausgegangen. Im Mit-Maßnahmen-Szenario wurde eine Steigerung dieses Wertes im Sektor Verarbeitendes Gewerbe auf 1,7 % zugrunde gelegt.

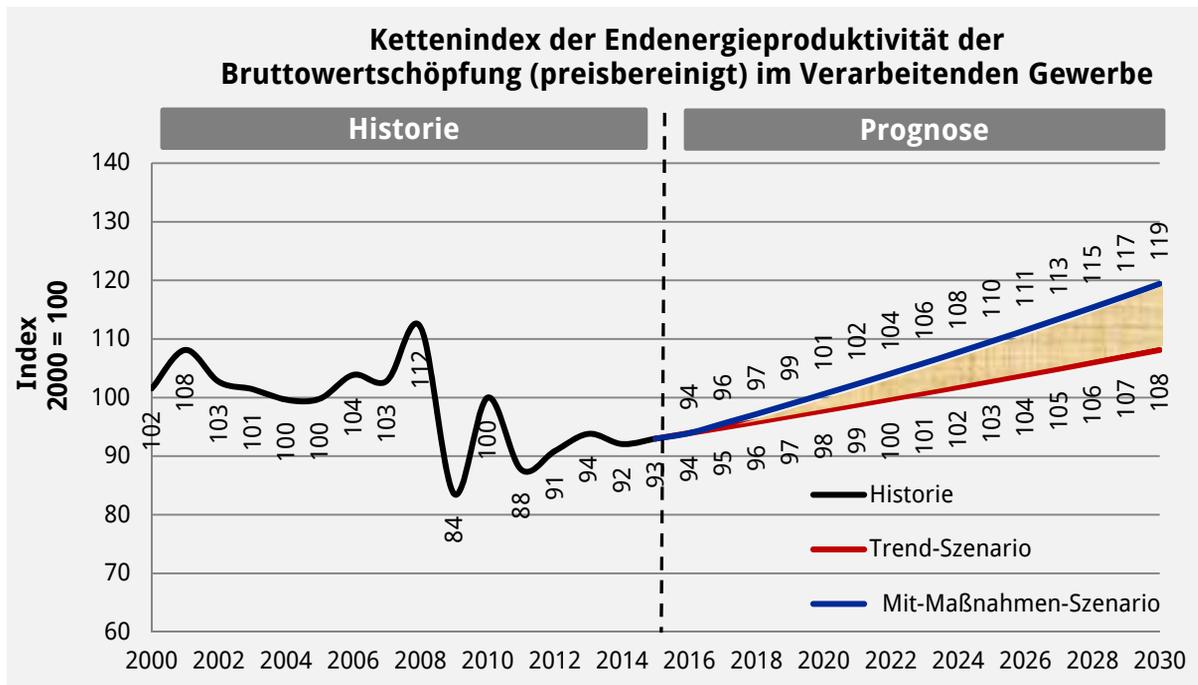


Abbildung 22 Kettenindex der Endenergieproduktivität der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes (bereinigt) im Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario bis zum Jahr 2030

Quelle: Berechnungen Fraunhofer IFF

Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD)

Im Sektor GHD wird ebenfalls, wie beim Verarbeitenden Gewerbe, die Endenergieproduktivität als Kenngröße zur Entwicklung der Energieeffizienz herangezogen. In Abbildung 23 sind die Entwicklungen dieses Effizienzindikators ab dem Jahr 2000 sowie die Entwicklung innerhalb der Szenarien bis zum Jahr 2030 dargestellt. Im Betrachtungszeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2015 ist ein tendenzieller Anstieg der Endenergieproduktivität im Sektor GHD erkennbar. Dieser Trend wurde jeweils in den Jahren 2001, 2005, 2006 und 2012 unterbrochen. Zurückzuführen sind diese Brüche auf die in diesen Jahren deutlich höheren Endenergieverbräuche. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Endenergieverbrauch in den amtlichen Energiebilanzen des Statistischen Lan-

desamtes für die Sektoren Haushalte und GHD nur zusammenfassend dargestellt wird. Eine Unterteilung erfolgt lediglich bei leitungsgebundener Energieversorgung (Strom, Erdgas, Fernwärme). Für alle weiteren Energieträger erfolgte eine Unterteilung auf Basis deutschlandweiter Kennwerte durch den Auftragnehmer.

Im Trend-Szenario wurde eine positive Entwicklung der Endenergieproduktivität von jährlich 1,1 % bis zum Jahr 2030 zugrunde gelegt.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario kann durch Umsetzung verschiedener Effizienzmaßnahmen im GHD-Sektor eine jährliche Steigerung von 1,8 % erreicht werden.

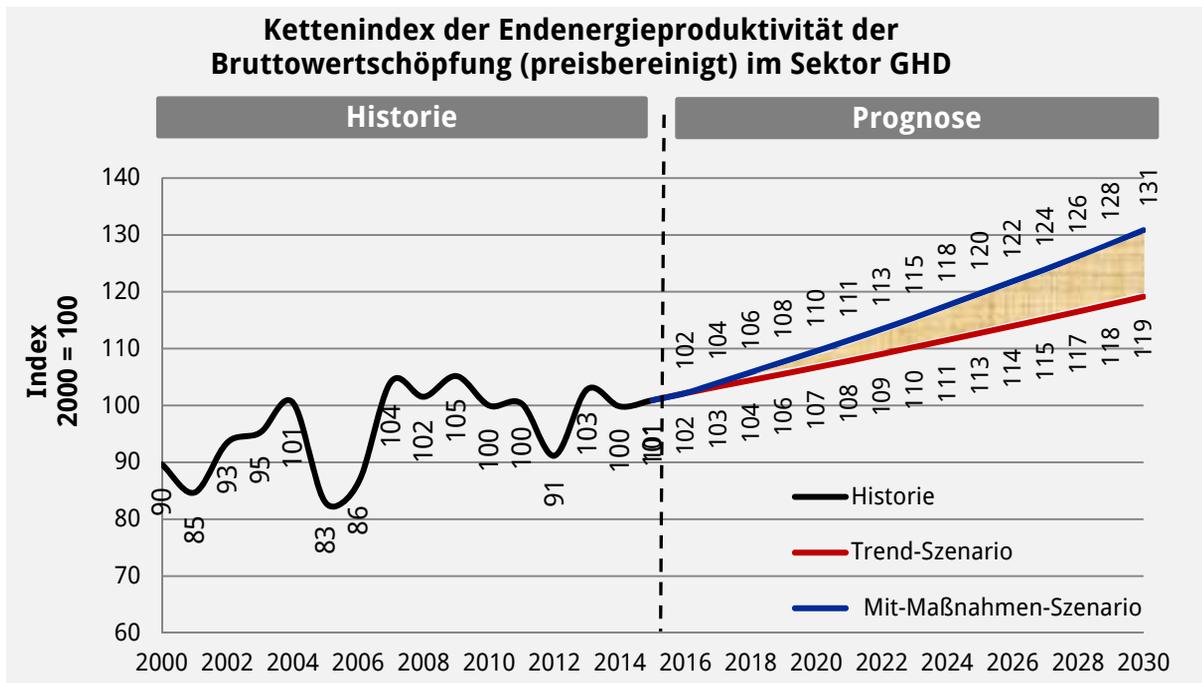


Abbildung 23 Entwicklung der Endenergieproduktivität der Bruttowertschöpfung des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (bereinigt) im Trend bis zum Jahr 2030
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Haushalte

In Abbildung 24 ist der um Temperatur sowie Schwankungen im Lagerbestand bereinigte Endenergieverbrauch bezogen auf die physisch vorhandene Wohnfläche in Sachsen-Anhalt dargestellt. Dieser spezifische Endenergieverbrauch (beinhaltet Wärme- und Stromanwendungen) ist seit 2000 tendenziell rückläufig und erreichte im Jahr 2015 einen Wert von 741 MJ je m² Wohnfläche (entspricht 206 kWh/m²). Der deutliche Sprung im Jahr 2006 ist auf Änderungen im Rahmen der statistischen Erfassung zurückzuführen.

Im Trend-Szenario wird bis zum Jahr 2030 von einem Rückgang dieses Indikators auf 674 MJ/m² (187 kWh/m²) ausgegangen. Grundlegende Annahme

für diesen Rückgang ist eine jährliche Steigerung der Brennstoffeffizienz von 0,6 % (je m² prognostizierter Wohnfläche werden jährlich 0,6 % weniger Brennstoff benötigt) und eine Steigerung der Stromeffizienz von jährlich 0,8 %.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario wurde eine deutliche Erhöhung der Effizienzsteigerungen ermittelt (Kapitel 6). Durch Erschließung der Potenziale kann die Brennstoffeffizienz jährlich auf 1,4 % und die Stromeffizienz auf jährlich 2,0 % erhöht werden. In diesem Szenario kann im Jahr 2030 ein Wert von 601 MJ je m² Wohnfläche erreicht werden (167 kWh/m²).

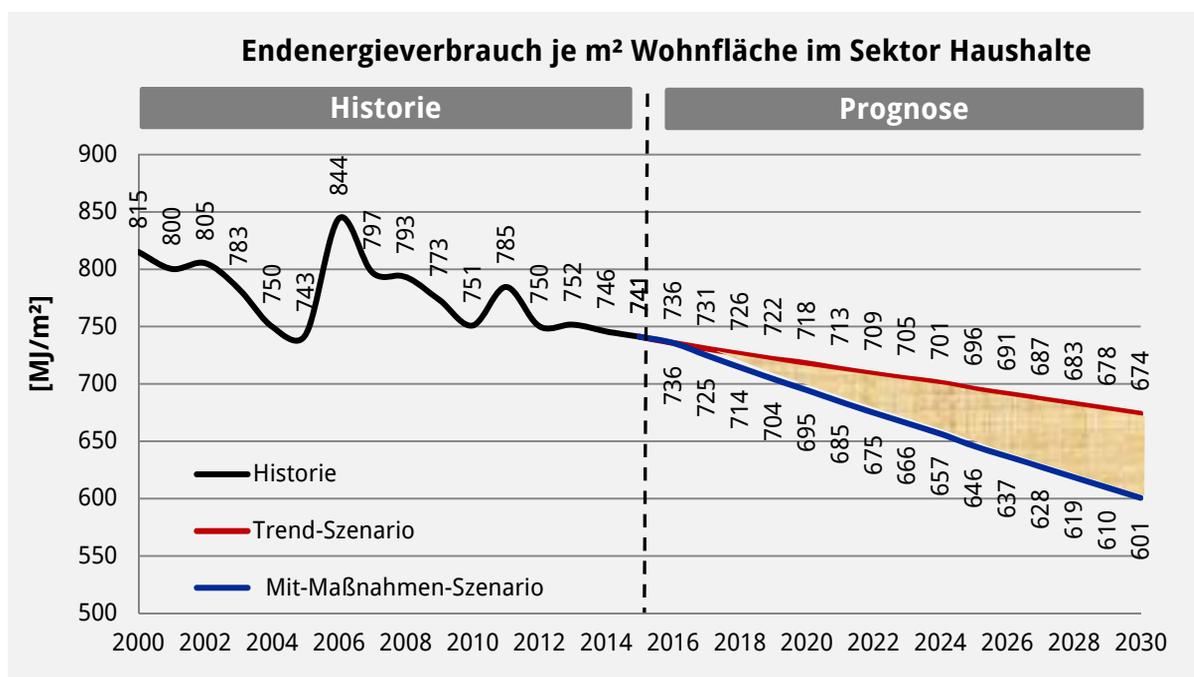


Abbildung 24 Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) je m² Wohnfläche (bereinigt) im Trend bis zum Jahr 2030

Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Verkehr

Der Straßenverkehr (Personen- sowie Güterverkehr) hatte in Sachsen-Anhalt im Jahr einen Anteil von rund 94 % am Gesamtverbrauch im Verkehrssektor. Die Darstellung der Effizienz wird daher im Rahmen dieses Kapitels auf den Straßenverkehr reduziert. Detaillierte Betrachtungen erfolgen im Rahmen der Potenzialermittlung (Kapitel 6).

In Abbildung 25 ist der gesamte Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs in Sachsen-Anhalt bezogen auf die Anzahl der Einwohner als Quotient aus beiden Größen dargestellt.

In der Entwicklung zwischen den Jahren 2000 und 2015 ist ein leichter Anstieg dieses Wertes von 23 GJ

je Einwohner auf knapp 25 GJ erkennbar. Effizienzsteigerungen bei Motoren stehen sinkende Besetzungsgrade der Fahrzeuge, zunehmende Ausstattungen der Bevölkerung mit Kraftfahrzeugen (vgl. 5.1.3) und der Trend zu größeren Autos (SUV) gegenüber. Darüber hinaus ist die Straßengüterverkehrsleistung im Zeitraum von 2000 bis 2015, trotz deutlich gesunkener Einwohnerzahl, stark gestiegen.

Im Trend-Szenario wurde von einem gegenüber 2015 leicht sinkenden spezifischen Endenergieverbrauch im Straßenverkehr ausgegangen.

Durch die in Kapitel 6 beschriebenen Potenziale zur Effizienzsteigerung im Verkehr kann im Mit-

Maßnahmen-Szenario ein deutlich sinkender einwohnerbezogener Endenergieverbrauch im Straßenverkehr erzielt werden.

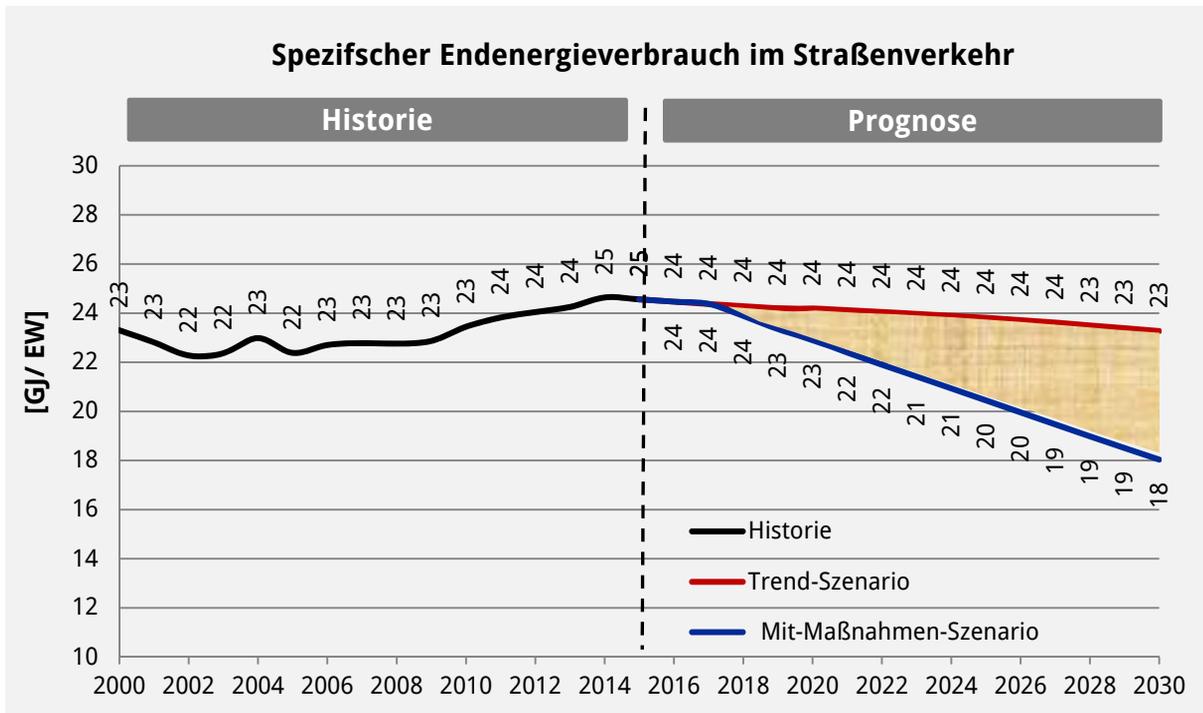


Abbildung 25 Entwicklung des Endenergieverbrauchs je Einwohner im Straßenverkehr Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario bis zum Jahr 2030
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6 Energieeffizienzpotenziale

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes erfolgte eine differenzierte Analyse der vorhandenen Effizienzpotenziale im Land Sachsen-Anhalt. Hinsichtlich der Realisierbarkeit der Potenziale wurden Chancen und Risiken dargestellt. Zusammenfassend wurde die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen in Form von Vermeidungskosten getrennt nach Sektoren und Anwendungsbereichen bewertet.

6.1 Begriffsdefinitionen

6.1.1 Potenzial

Das **technische Potenzial** orientiert sich an dem am Markt verfügbaren Stand der Technik und repräsentiert die Energieeinsparungen, die durch die derzeit effizientesten kommerziell verfügbaren Technologien zu erreichen sind. Es richtet sich nach marktüblichen Instandsetzungszyklen, diese werden bei der Betrachtung beibehalten und es wird unterstellt, dass ein gegenüber dem Referenzzustand verbesserter Zustand jeweils mit der ohnehin anstehenden Sanierung eingeführt wird. Unberücksichtigt bleiben beim technischen Potenzial Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Re-Investitionszyklen.

Als **wirtschaftliches Potenzial** wird diejenige einzusparende Energiemenge bezeichnet, welche gegenüber dem technischen Potenzial wirtschaftlich dar-

stellbar ist, d. h. zu einer definierten Lebensdauer der Maßnahme und einem definierten Zinssatz spezifisch geringere Kosten pro eingesparter Verbrauchseinheit hat als der vom jeweiligen Verbraucher zu entrichtende, marktübliche Preis pro Verbrauchseinheit. Dabei ist es zunächst unerheblich, ob der zu tragende Aufwand (Transaktion, Investition, Betrieb) demselben Akteur zuzuweisen ist wie der Erlös aus der Energieeinsparung.

Mit Blick auf die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen durch die Verbraucher erfolgte im Rahmen der Bearbeitung eine betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise, aber keine volkswirtschaftliche Bewertung.

6.1.2 Hemmnisse

Maßnahmen zur Energieeffizienz werden in der Regel im Rahmen anstehender Investitionen bzw. Erneuerungszyklen vorgenommen. Ein vorzeitiger Ersatz zum Beispiel von funktionstüchtigen Anlagen oder Bauteilen aus Gründen der Energieeffizienz ist nur selten zu beobachten und auch nur eingeschränkt wirtschaftlich realisierbar. Neben diesem Aspekt der

zeitlichen Abfolge von „Erneuerungsmaßnahmen“ ist aber auch die Intensität der Einsparmaßnahme zu berücksichtigen. Selbst bei Ersatzinvestitionen werden nicht grundsätzlich die energieeffizientesten Maßnahmen realisiert. Hier spielen vielfältige Hemmnisse eine Rolle, die sich zudem in den Verbrauchssektoren sehr differenziert ausbilden.

So wurden nicht nur wirtschaftliche, rechtliche, organisatorische und informatorische Aspekte, sondern insbesondere mit Blick auf den Gebäudesektor auch demographische und soziale Aspekte in der Analyse berücksichtigt. Es wurden somit auch gerade die nicht-monetären Faktoren (Hemmnisse) bestimmt, die eine Realisierung wirtschaftlicher Maßnahmen einschränken.

Rechtliche Hemmnisse im Sinne der Untersuchung sind rechtliche Rahmenbedingungen, welche die Erschließung von Potenzialen behindern, die Komplexität einer Maßnahme erhöhen oder Handlungsmöglichkeiten entscheidend beeinflussen.

Ebenso können fehlende **Informationen** als Hemmnis die Umsetzung von Maßnahmen beeinflussen. Dies sind Rahmenbedingungen, bei denen Verantwortlichen oder Akteuren die Möglichkeiten des Handelns unbekannt sind oder das Handeln durch mangelnde Kenntnis eingeschränkt wird.

Wirtschaftliche Hemmnisse bei der Finanzierung beeinflussen die Umsetzung von Maßnahmen und somit die Erschließung von Einsparpotenzialen. Dazu gehören beispielsweise fehlende Liquidität, Vorgaben zu Amortisationszeiten sowie technische und wirtschaftliche Betriebsmodelle.

6.1.3 Maßnahmen

Im Rahmen der Bearbeitung wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht, wie der Endenergieverbrauch innerhalb der Verbrauchssektoren bis zum Jahr 2030 verringert werden kann. Hierfür wurden ausschließlich Maßnahmen untersucht, aus denen sich konkrete Einsparmöglichkeiten berechnen lassen. Außerdem wurden Aussagen zu möglichen Auswirkungen

Im Bereich der **Organisation** können Hemmnisse durch unterschiedliche Interessen von beteiligten Akteuren der Umsetzung von Maßnahmen im Wege stehen. Im Bereich der privaten Haushalte werden Effizienzmaßnahmen beispielsweise durch unterschiedliche Interessen zwischen Mieter und Vermieter beeinflusst, in Unternehmen können Differenzen zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen zur Nicht-Umsetzung von Maßnahmen führen.

Besonders in den neuen Bundesländern, wie Sachsen-Anhalt, können auch **demografische Aspekte** negativ auf die Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen einwirken. Vor allem im ländlichen Bereich werden für Immobilien häufig keine Perspektiven gesehen, ältere Haus- und Wohnungsbesitzer investieren oft nur in notwendige Maßnahmen, ohne besondere Berücksichtigung der Energieeinsparung.

Darüber hinaus kann auch **fehlende Motivation** durch persönliche Wertorientierungen und Interessenlagen ein Hemmnis darstellen. Hierzu können als Beispiele ein fehlendes Bewusstsein beim Energieverbrauch, eine geringe Bedeutung der Energiekosten oder unklare Zukunftsaussichten von Unternehmen oder Gebäudebesitzern aufgeführt werden.

gen bei Veränderung des Verbraucherverhaltens getroffen, welche aber aufgrund der hohen rechnerischen Unsicherheiten nicht gesondert quantifiziert wurden, aber jeweils in den Bereich „Sonstige“ innerhalb der einzelnen Verbrauchssektoren aufgenommen wurden. Weiche Maßnahmen, wie beispielsweise die Gründung von Energieeffizienznetzwerken, wurden

nicht in die Berechnungen aufgenommen, können aber als Instrumente zur Umsetzung der Maßnahmen eine entscheidende Rolle spielen. Auf weitere Instru-

mente wurde im Rahmen der Handlungsempfehlungen (Kapitel 7.3) eingegangen.

6.1.4 Vermeidungskostenkurven

Mithilfe von Vermeidungskostenkurven lassen sich quantitative Ergebnisse übersichtlich veranschaulichen. Die Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen wird durch die Differenzkosten abgebildet, gleichzeitig kann das absolute Einsparpotenzial der Maßnahme

abgeleitet werden. Die Vermeidungskostenkurven werden für die Anwendungsbereiche Strom und Wärme für die einzelnen Sektoren getrennt dargestellt.

6.2 Verarbeitendes Gewerbe

Das Verarbeitende Gewerbe stellte im Jahr 2015 mit einem Anteil von rund 45 % am Endenergieverbrauch den größten Verbrauchsbereich Sachsen-Anhalts dar. Zunächst wird im Folgenden auf die Grundlagen zur

Ermittlung der Einsparpotenziale eingegangen. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Maßnahmen zur Energieeinsparung, welche abschließend vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit bewertet werden.

6.2.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung

Energieverbrauch

Im Sektor Verarbeitendes Gewerbe wurden im Jahr 2015 rund 145.300 TJ Endenergie eingesetzt, davon rund 34.800 TJ im Bereich der Stromanwendungen. Prozesswärme ist im Bereich des Endenergieverbrauchs (ohne Strom) mit einem Anteil von über 82 % die dominierende Energieanwendung. Für Raumwärmewecke wurden rund 16 % der Energie eingesetzt. Zur Warmwassererzeugung und für mechanische Energie wurden rund 2 % des Endenergieverbrauchs (ohne Strom) eingesetzt (Abbildung 26).

Strom wird im Verarbeitenden Gewerbe mit knapp 65 % zum größten Teil in Form von mechanischer Energie verwendet. Zur Erzeugung von Prozesswärme dienen zudem rund 20 % des Stromverbrauchs. Im Vergleich zu den Verbrauchssektoren GHD und Haushalte hat die Beleuchtung mit rund 5 % am Stromverbrauch einen deutlich geringeren Anteil. Für Kältezwecke wurden im Jahr 2015 ebenfalls knapp 5 %, für Informations- und Kommunikationstechnologie rund 4 % des Stroms verwendet. Rund 1 % des Stroms wurde 2015 für die Bereitstellung für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

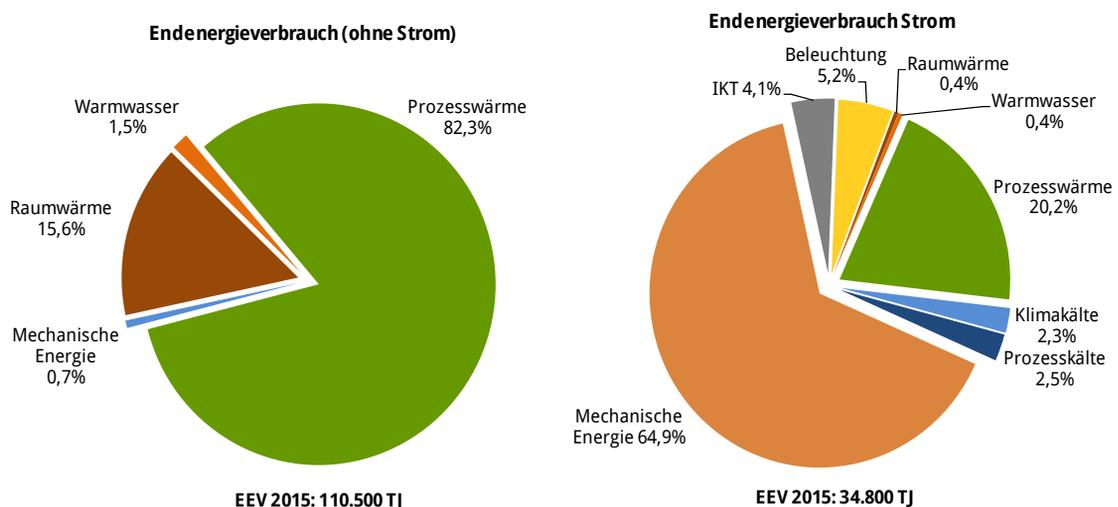


Abbildung 26 Endenergieverbrauch im Jahr 2015 im Sektor Verarbeitendes Gewerbe in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen

Quelle: IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

Um eine detaillierte Betrachtung des Sektors des Verarbeitenden Gewerbes zu ermöglichen, sind in Abbildung 27 die größten Wirtschaftssektoren nach ihrem Anteil am Endenergieverbrauch dargestellt.

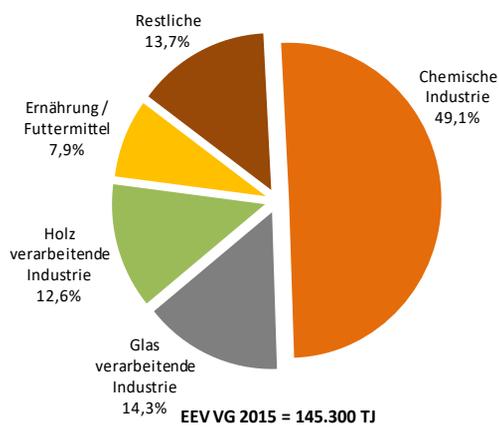


Abbildung 27 Anteile der Wirtschaftszweige am Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt
Quelle: IE Leipzig auf Basis [Stala 2016]

An dieser Stelle wird deutlich, dass die **chemische Industrie** den Endenergieverbrauch des Sektors Verarbeitendes Gewerbe in Sachsen-Anhalt mit einem Anteil von rund 49 % dominiert. Neben der Herstellung von Basischemikalien sind auch die Stickstoffproduktion und die Raffinerien in Sachsen-Anhalt vertreten. Die Herstellung von Harzen und Wachsen sowie die Säure-Baseherstellung stellen an anderen Standorten kleine Branchen dar.

Für die Gewinnung von Prozess- und Raumwärme ist Erdgas derzeit ein kostengünstiger und effizienter Energieträger und hat einen Anteil von rund 43 % am Endenergieverbrauch. Der Einsatz von Wärme spielt bei der Energie-versorgung der chemischen Industrie eine besondere Rolle. Fernwärme hat einen Anteil von über 28 % am Endenergieverbrauch der chemischen Industrie in Sachsen-Anhalt. Hier ist

insbesondere auf eine konsequente Wärmedämmung zu achten, da kontinuierliche Verluste über zum Teil kilometerweite Fernwärmeleitungen die Wirtschaftlichkeit stark beeinflussen können.

Strom hat im Bereich der chemischen Industrie einen Anteil von rund 21 % am Endenergieverbrauch und stellt damit einen weiteren wesentlichen Untersuchungsbereich dar.

Die chemische Industrie nimmt eine gesonderte Rolle in der Verteilung der Endenergie in Sachsen-Anhalt ein. Diese energieintensive Industrie hat ein sehr hohes eigenes Interesse an der Steigerung ihrer Energieeffizienz, da ihr Energiekosten nach eigenen Angaben einen Anteil von mehr als 30 % an den Produktionskosten einnehmen. In der Vergangenheit wurden Maßnahmen nach dem Stand der Technik, wie die Flexibilisierung der Gasturbinen umgesetzt. Ebenfalls sind im „Energieeffizienz-Netzwerk Chemiestandort Leuna“ 15 energieintensive Produzenten des Chemiestandortes Leuna zusammengelassen, um mittels Synergien am Standort Energie einzusparen. [Pressemitteilung InfraLeuna, 30.04.2015]

Ein weiteres Netzwerk ist Chemiestandort Bitterfeld-Wolfen durch die Enviam gegründet worden. Das Enviam Energieeffizienznetzwerk im Sinne des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) hat zum Ziel, einen Informationsaustausch zum Thema Energieeffizienz zwischen Unternehmen und Kommunen zu gestalten. Innerhalb der nächsten 3 Jahre soll ein definiertes Einsparungsziel erreicht werden. [enviam 2016]

Auch aktuell sowie in naher Zukunft sind weitere Innovationen und Investitionen im Bereich Energieeffizienz geplant.

Über den Bereich Energieeffizienz und Energieeinsparung hinaus werden auch Projekte im Bereich Erneuerbare Energien vorangetrieben. Erst in diesem Jahr ist beispielsweise ein Projekt zur Nutzung von grünem Wasserstoff angelaufen. Dabei soll überschüssiger Strom aus Wind- und Solaranlagen für die Herstellung von Wasserstoff genutzt werden. Dadurch wird erreicht, dass grüne Energie speicherfähig wird und der, in der chemischen Industrie eingesetzte Rohstoff Wasserstoff aus erneuerbaren Energie gewonnen werden kann. [Pressemittlung InfraLeuna, MZ 19.10.2016]

Mit rund 14 % ist die **Glas verarbeitende Industrie** zweitgrößter Verbraucher von Endenergie des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt. Dieser ist durch die Be- und Verarbeitung von Glas, Keramik sowie Steinen und Erden charakterisiert. In diesem Wirtschaftszweig wird ein Großteil der Energie durch den Schmelzprozess von Silikaten verbraucht. In diesem Hauptprozess der Schmelze sind nur wenige Potenziale zu heben, da dort in den vergangenen Jahren bereits eine Vielzahl an Maßnahmen zur Energieeinsparung umgesetzt wurden [IHK 2016]. Somit liegt das Augenmerk der Untersuchungen in den vor- und nachgeschalteten Prozessen und in der Peripherie.

Für die Wärmeengewinnung wird auch in der Glas verarbeitenden Industrie häufig Erdgas eingesetzt. Die Befuerung der Schmelzwannen und Öfen bzw. die Erzeugung sonstiger Prozesswärme erfolgt vorrangig mittels Erdgas. Somit hat Erdgas einen Anteil von rund 42 % am Endenergieverbrauch dieser Branche.

Bei der energetischen Nutzung von Kohle, die zu mehr als 25 % des Endenergieverbrauchs der Glas verarbeitenden Industrie beiträgt, sind durch Abwärmenutzung sowie intelligente Steuerung und Regelung der Bedarfe Potenziale zu heben.

Strom hat einen Anteil von etwa 15 % am Endenergieverbrauch der Glasindustrie. Potenziale können vorwiegend im Bereich der mechanischen Energie gehoben werden.

Der Wirtschaftszweig des **Holz verarbeitenden Gewerbes** ist in Sachsen-Anhalt in folgende Branchen gegliedert:

- Sägeindustrie
- Holzwerkstoffindustrie
- Zimmer- und Holzbaugewerbe
- Papier- und Zellstoffproduktion

Diese Branchen haben einen Anteil von 12 % am EEV des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt. Die Holz verarbeitende Industrie ist durch eine hohe Nutzung von holzartiger Biomasse gekennzeichnet. Auf der einen Seite wird das Holz als Rohstoff eingesetzt, um die Basismittel für die Möbel- und Zimmermannsbranche herzustellen. Andererseits werden die Reststoffe aus der Säge- und Holzwerkstoffindustrie auch zur Wärmeengewinnung eingesetzt. Somit ist Biomasse mit einem Anteil von über 56 % am EEV des Holz verarbeitenden Gewerbes der bedeutendste Energieträger.

Weitere rund 20 % des EEV werden in Form von Strom benötigt. Insbesondere für Belüftungsanlagen, Trocknungsanlagen und die Beleuchtung der Produktionsstätten wird ein großer Teil der elektrischen Energie benötigt.

Zur Erzeugung von Wärme für die Prozesse und die Gebäudebeheizung werden vorwiegend Erdgas (14 %) und Fernwärme (10 %) eingesetzt.

Die **Nahrungs-, Futtermittel-, und Getränkeherstellung** hat einen Anteil von 8 % am EEV des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt. Somit stellt

dieser Wirtschaftszweig den vierten großen Bereich im Verarbeitenden Gewerbe dar. Die Bereitstellung von Wärme und Kälte spielt in der Lebensmittelbranche eine entscheidende Rolle. Insbesondere die Lagerung von Lebensmitteln sowie Gärprozesse benötigen einen hohen energetischen Einsatz.

Es werden rund 39 % des Endenergieverbrauchs dieses Wirtschaftszweiges durch den Energieträger Erdgas gedeckt. Den zweithöchsten Anteil am EEV hat Strom mit 33 %. Fernwärme deckt rund 10 % des Energiebedarfs.

Die Technologie der Kraft-Wärme(Kälte)-Kopplung kann hier ein großes Potenzial heben. Hierdurch kann die Wärme- und Stromproduktion bedarfsgerecht je nach Produktionsprozess geregelt und bereitgestellt werden.

Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen

In Sachsen-Anhalt waren im Jahr 2014 im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt mehr als 144.000 Personen beschäftigt [Bundesagentur für Arbeit 2015]. Innerhalb der einzelnen Wirtschaftszweige waren mit jeweils mehr als 20.000 Beschäftigten die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie die Herstellung von Metallerzeugnissen die Branchen mit den meisten Beschäftigten. Im Maschinenbau waren rund 15.600 Personen, in der chemischen Industrie (Herstellung von chemischen Grundstoffen und Herstellung von chemischen Erzeugnissen) rund 13.500 Personen beschäftigt. Mit um oder weniger als 100 Beschäftigten hatten im Jahr 2014 die Wirtschaftszweige Herstellung von Bekleidung, Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen sowie Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau und für die Gewinnung von Steinen und Erden eine geringere Bedeutung (Tabelle 13).

Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe	Beschäftigte 2014
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	6.388
Erbr. v. Dienstleist. für den Bergb. u. für die Gewinnung von St. u. Erden	100
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	20.259
Getränkeherstellung	2.068
Herstellung von Textilien	960
Herstellung von Bekleidung	68
Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	116
H. v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (o. Möbel)	2.743
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	2.951
H. v. Druckerzeugn.; Vervielf. v. besp. Ton-, Bild- u. Datentr.	2.269
Herstellung von chemischen Grundstoffen	9.890
Sonstige Herstellung von chemischen Erzeugnissen	3.668
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	4.648
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	8.176
H. v. Glas u. Glaswaren, keram.Werkstoffen u. Waren, keram. Baumaterialien	2.856
Sonstige H. v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	5.776
Erzeugung von Roheisen, Stahl u. Ferrolegierungen	1.598
Erzeugung u. erste Bearbeitung von NE-Metallen, Gießereien	5.548
Sonstige Metallerzeugung und -bearbeitung	1.294
Herstellung von Metallerzeugnissen	20.575
H. v. Datenverarbeitungsgeräten, elektron. u. opt. Erzeugn.	4.395
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	4.107
Maschinenbau	15.594
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	4.146
Sonstiger Fahrzeugbau	3.102
Herstellung von Möbeln	2.527
Herstellung von sonstigen Waren	3.470
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	5.149
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	144.441

Tabelle 13 Beschäftigte im Verarbeitende Gewerbe in Sachsen-Anhalt im Jahr 2014
Quelle: [Bundesagentur für Arbeit 2015]

6.2.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen

Um einen strukturierten Überblick über die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung zu erhalten, wurden die

Maßnahmen in die Bereiche der Wärme- und Stromanwendungen untergliedert.

Wärmeanwendungen

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes belief sich der Energieverbrauch für Prozesswärme im Jahr 2015 auf 97.951 PJ, für Raumwärme und Warmwasser wurden 19.161 PJ eingesetzt. In den Technologien und Prozessen der Wärmeerzeugung und Wärmenutzung in Sachsen-Anhalt kann sich die Umsetzung der nachstehenden Maßnahmen unter vorausgesetzten

Annahmen effizient und wirtschaftlich gestalten. In folgender Tabelle sind die technologiespezifischen Maßnahmen als Übersicht zusammenfassend dargestellt. Weiterführend werden die Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Wirtschaftlichkeit nachfolgend einzeln erläutert.

Maßnahmen Wärme Verarbeitendes Gewerbe	
Wärmeoptimierung	Drehzahl- und Abgasregelung von Brennern Hydraulischer Abgleich des Heizungssystems Einsatz von Brennwerttechnik
Wärmerückgewinnung	Einsatz einen Luftvorwärmers Einsatz eines Economizers Abwärmenutzung aus Druckluftanlagen
Vermeidung von Wärmeverlusten	Dämmung industrieller Anlagenteile Gebäudesanierung

Tabelle 14 Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe
Quelle: Darstellung Fraunhofer IFF

6.2.2.1 Optimierung von Brennern durch Drehzahl- und Abgasregelung

In den Industriebetrieben Sachsen-Anhalts beinhalten die Nutzung und Erzeugung von Prozesswärme Potenziale zur Energieeinsparung.

Feuerungsanlagen, insbesondere Erdgaskessel, sollen grundsätzlich auf den tatsächlichen Wärmebedarf angepasst werden. Eine Drehzahl- und Abgasregelung von Brennern gewährleistet, dass nur die erforderliche Wärmemenge zur Verfügung gestellt wird.

Bei Brennern im hohen Leistungsbereich und schwankenden Leistungsbedarf wird der Brennstoff zwischen einer oberen und unteren Leistungsgrenze stetig geregelt. Diese beiden Grenzen sind durch die Flammenstabilität gegeben. Zusätzlich zur Brennstoffzufuhr muss auch der Luftstrom geregelt werden, um stets die erforderliche Luftzahl einstellen zu können. Bei technischen Feuerungen wird die Luftzufuhr unabhängig von der Brennstoffzufuhr geregelt. Hierzu wird die Sauerstoffkonzentration im Abgas gemessen. Durch Reduzierung der Drehzahl des Verbrennungsluftgebläses, wenn der Brenner nicht den vollen Leistungsstrom benötigt, ist eine Einsparung von bis zu 80 % des Stromverbrauchs möglich.

Durch eine Installation einer Abgas-Sensorik kann die Zusammensetzung im Abgas kontinuierlich gemessen werden. Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt jeweils durch den optimalen Sauerstoffanteil im Abgas. Bereits eine ein-prozentige Absenkung des Sauerstoff-Anteils führt zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades von 0,5 bis 1 % [dena 2011]. Durch die Drehzahlregelung des Verbrennungsluftgebläses können bis zu 5 % der Brennstoffkosten eingespart werden [Sternberg 2011].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Anteil der potenziell zu optimierenden Brenner der Betriebe liegt bei rund 50 % des Bestandes (Annahme auf Basis der Erfahrungen des IFF).
- Optimierter Bestand an Brennern bis zum Jahr 2030.
- Steigerung des Wirkungsgrades um 6 % durch Optimierung.
- Erzielbares Einsparpotenzial am industriellen Prozesswärmeverbrauch Sachsen-Anhalts von 2,83 %.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme ist wirtschaftlich umsetzbar.
- Das Einsparpotenzial lässt sich durch wenig aufwendige Umbaumaßnahmen heben.

6.2.2.2 Hydraulischer Abgleich

Unter hydraulischem Abgleich versteht man die bedarfsgerechte Anpassung des Volumenstroms innerhalb einer Heizungs-Verteileranlage. Durch Anpassung der Pumpenleistung und des Rohrwiderstandes wird sichergestellt, dass alle Wärmeverbraucher mit einem gleichmäßigen Wärmestrom versorgt werden.

Bei einem unzureichenden hydraulischen Abgleich des Systems kann es zur Überversorgung naheliegender und/oder Unterversorgung weit entfernter Verbraucher kommen, da mit steigender Entfernung oder Höhe des Verbrauchers der Volumenstrom sinkt. Eine weitere Folge kann sein, dass die notwendige Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf des Heizungssystems nicht erreicht wird. Somit wird die notwendige Auskühlung des Heizungswassers nicht erreicht und der Brennwerteffekt der Heizung unwirksam gemacht.

Zu den wesentlichen Maßnahmen gehören:

- Einbau oder Einstellung der voreinstellbaren Thermostatventile.
- Nutzung von effizienten, drehzahlgeregelten Pumpen.
- Anpassung der Volumenströme in den Rohrleitungen mit Vorlaufventilen.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Erhöhung der Abgleichrate auf jährlich 2 % des industriellen Gebäudebestandes.
- Der Wärmeverbrauch des Gebäudes wird bei hydraulischem Abgleich um rund 10 kWh/m² gesenkt.
- Erzielbares Einsparpotenzial beim Raumwärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt in Höhe von 1,67 %.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Aufgrund der derzeit geringen Energiekosten ist die Maßnahme im industriellen Sektor nur bedingt wirtschaftlich. Wenn ohnehin eine Wartung des Systems ansteht, ist die Maßnahme empfehlenswert.

6.2.2.3 Einsatz von Brennwerttechnik

Neben der Optimierung von konventionellen Kesselanlagen zur Wärmebereitstellung ist der Ersatz durch neue Technologieansätze eine Möglichkeit, die Energieeffizienz zu steigern. Die meisten Brennstoffe enthalten Wasser oder Wasserstoff, sodass Wasserdampf im entstehenden Abgas vorhanden ist. Konventionelle Heizkessel führen ihr Abgas mit dem enthaltenen Wasserdampf ab. Daraus resultiert, dass der erreichbare Wirkungsgrad der Anlage unter dem Heizwert

des Brennstoffes liegt. Ein Brennwertkessel gewinnt den Energieinhalt des Abgases (Kondensationswärme des Dampfes) durch einen Wärmeübertrager zurück und diese wird dem Prozess wieder zugeführt. Somit besitzen Brennwertkessel einen höheren Wirkungsgrad. Um die Brennwerttechnik nutzen zu können, muss die Abgastemperatur unter den Kondensationspunkt von Wasser abgesenkt werden können. Im Verarbeitenden Gewerbe liegen die Abgastemperaturen zur Prozesswärmebereitstellung in der Regel wesentlich höher. Der Anwendungsbereich der Brennwerttechnik liegt daher vor allem im Bereich der Raumwärmebereitstellung.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Jährlicher Austausch von rund 2,5 % bestehender, ineffizienter Kessel durch Brennwerttechnik bis 2030.
- 10 % Wirkungsgradsteigerung durch Brennwerttechnik.
- Erzielbares Einsparpotenzial am Raumwärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt von 3,0 %.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme ist wirtschaftlich umsetzbar, wenn ohnehin ein Kesselaustausch ansteht.
- Die Wirtschaftlichkeit ist auch abhängig von der Abgastemperatur und von den Brennstoffkosten.

6.2.2.4 Einsatz eines Luftvorwärmers

Neben der Speisewasservorwärmung (folgend) gibt es weitere Maßnahmen, um die Energie des Abgases zurück zu gewinnen. Mittels eines Luft-Luft-

Wärmeübertragers kann die Verbrennungsluft vorgewärmt werden. Die Luftvorwärmung kommt bei hohen Abgastemperaturen zum Einsatz. In der Regel kommen Luftvorwärmer bei Dampfkesseln mit Abgastemperaturen ab 400 °C zum Einsatz. Die Abgastemperatur wird bis auf 300 °C abgesenkt, auf diese Weise kann eine Brennstoffeinsparung von bis zu 10 % erzielt werden [Sternberg 2011].

Die Auskühlung des Abgases mittels des Kesselspeisewassers ist auf etwa 120 °C Abgastemperatur begrenzt. Für eine weitere Nutzung der im Abgas enthaltenen Energie ist eine Verbrennungsluftvorwärmung denkbar. In den Beispielrechnungen wurde eine Abgasauskühlung bis ca. 80 °C beispielhaft durchgerechnet und eine Luftvorwärmtemperatur von höchstens 100 °C angenommen. Bei Erdgasbrennern ist die Vorwärmung der Verbrennungsluft nur begrenzt möglich, da die Abgasemissionen sonst außerhalb der zulässigen Werte liegen können. Die Berechnungen zeigen, dass die Investition in einen Luftvorwärmer unter den gesetzten Randbedingungen wirtschaftlich darstellbar ist.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Zusätzlicher Einsatz von Luftvorwärmern von jährlich rund 2,5 % in bestehenden Systemen bis 2030.
- Es wird davon ausgegangen, dass eine Wirkungsgradsteigerung von 0,8 % erzielt werden kann, wenn die Heißdampftemperatur 105 °C beträgt.
- Das erzielte Einsparpotenzial liegt bei 0,26 % bezogen auf den Prozesswärmeverbrauch durch Erdgas des Verarbeitenden Gewerbes von Sachsen-Anhalt.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme ist wirtschaftlich umsetzbar, wenn der Kessel seine angenommene Lebensdauer erreicht.
- Die Wirtschaftlichkeit ist abhängig von den vermiedenen Brennstoffkosten und demnach von dem Erdgaspreis.
- In der Kalkulation wurde davon ausgegangen, dass eine Speisewasservorwärmung installiert ist.

6.2.2.5 Einsatz eines Economizers

In der Prozessindustrie sind Großwasserraumkessel sehr weit verbreitet. Der zulässige Betriebsüberdruck solcher Kessel liegt in aller Regel bei höchstens 20 bar, womit die Dampftemperatur des im Großwasserraum befindlichen Sattdampfes auf etwas mehr als 200 °C begrenzt ist. Ohne den Economizer (Speisewasservorwärmer), der die im Abgas enthaltene Wärmeenergie zur Vorwärmung nutzt, weisen solche Dampfkessel Abgastemperaturen von teilweise über 250 °C auf. Durch langfristig steigende Energiepreise kann eine Nachrüstung von Economizern an bestehenden Dampfkesselanlagen sinnvoll sein. Die Abgastemperatur kann in aller Regel unter 150 °C gesenkt werden und der Kessel-Wirkungsgrad um mehrere Prozentpunkte gesteigert werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Zusätzlicher Einsatz eines Economizers bei jährlich rund 2,5 % der bestehenden Systeme bis 2030.
- Es wird davon ausgegangen, dass eine Wirkungsgradsteigerung von 1,9 % erzielt werden kann, wenn die Heißdampftemperatur 105 °C beträgt.

- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 0,62 % bezogen auf den Prozesswärmeverbrauch durch Erdgas.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme ist wirtschaftlich umsetzbar, wenn der Kessel seine angenommene Lebensdauer erreicht.
- Die Wirtschaftlichkeit ist abhängig von den vermiedenen Brennstoffkosten und demnach von dem kalkulierten Erdgaspreis.

6.2.2.6 Abwärmenutzung aus Druckluftanlagen

Druckluftkompressoren setzen über 90 % ihrer elektrischen Antriebsleistung in Wärme um. Nur weniger als 5 % der Antriebsleistung verbleiben in der Druckluft als Druckenergie und Wärme und ein noch kleinerer Teil geht als Wärmeabstrahlung direkt in die Umgebung verloren. Daher bietet sich eine Abwärmenutzung bei Kompressoren an. Bei luftgekühlten Kompressoren kann die erwärmte Abluft unmittelbar an eine vorhandene Lüftungsanlage (RLT-Anlage) angeschlossen werden. Bei wassergekühlten Kompressoren kann das Kühlwasser ohne besondere Maßnahmen als Heizungswarmwasser von 70 °C Vorlauftemperatur verwendet werden. Die namhaften Hersteller von Drucklufttechnik sind bereits dazu übergegangen, im Rahmen der technischen Möglichkeiten des jeweiligen Kompressormodells auf Kundenwunsch auch Vorlauftemperaturen bis 90 °C anzubieten. Damit kann die Abwärmenutzung aus Druckluftanlagen aus technischer Sicht die Wärmeerzeugung aus allen herkömmlichen Warmwasserkesseln verdrängen. Günstig für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist eine

möglichst kurze Entfernung zwischen Druckluftanlagen und Wärmesenke [Fraunhofer ISI 2011].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- 80 % der Netzleistung der Druckluftanlagen ist Abwärme, die zur Nutzung für Raumwärme genutzt wird (abzüglich Wärmeverluste durch den Wärmeübertrager etc.).
- Bis 2030 sollen 30 % der bestehenden Druckluftanlagen mit einer Abwärmenutzung ausgestattet werden [Fraunhofer ISI 2011].
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 1,44 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Wirtschaftlichkeit hängt stark davon ab, ob die gesamte auszukoppelnde Wärme genutzt werden kann.
- Hohe Investitionskosten erschweren die Wirtschaftlichkeit, da die Wärme für die Raumbeheizung nur in den Wintermonaten genutzt werden kann.

6.2.2.7 Dämmung industrieller Anlagenteile

Die Dämmung industrieller Anlagen, Rohrleitungen und anliegender Bauteile ist eine Einsparmaßnahme, die einfach umzusetzen ist und eine hohe Kapitalrendite verspricht. Verschiedene Beispiele [dena 2013] zeigen, dass 20 – 80 % der Wärmeverluste der Anlagen durch die konsequente Dämmung verhindert werden können. Wichtig ist zu beachten, dass alle heißen Anlagenteile isoliert sind.

Auch die Auswahl des Dämmstoffes je nach Transmissionsgraden und Schichtdicke ist entscheidend.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 50 % der bestehenden Anlagen durch eine effiziente Dämmung ausgestattet.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 4,6 % bezogen auf den Prozesswärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes von Sachsen-Anhalt.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme ist gut zu realisieren und bei einer kontinuierlichen Wartung lassen sich große Einsparungen des Energieverbrauchs erzielen.

6.2.2.8 Energetische Gebäudesanierungen

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes wurden im Jahr 2015 rund 17.300 TJ Energie für Raumwärmee Zwecke eingesetzt. Das entspricht einem Anteil von 15 % am Gesamtwärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015. Eine detaillierte Betrachtung des Gebäudebestandes ist auf der vorhandenen Datengrundlage nicht durchzuführen. Die Struktur der Gebäude im Verarbeitenden Gewerbe ist vielfältig. Auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie legt in seinem Fortschrittsbericht von 2014 den Focus auf die Gebäudesanierung im privaten und kommunalen, öffentlichen Raum [BMW 2014].

Detaillierte Betrachtungen zur energetischen Gebäudesanierung erfolgen daher im Sektor der privaten Haushalte (vgl. 6.4.2.2).

Über die energetischen Betrachtungen im Rahmen der Untersuchung hinaus, bieten größere Industriegebäude und Hallen alternative Möglichkeiten im Bereich

Klimaschutz. Beispielsweise hat eine Dachbegrünung mit Nutzpflanzen im Sinne des „urban farming“ nicht nur den Vorteil, dass Wärme aufgenommen wird, sondern trägt auch zu einer CO₂ - Reduktion in Städten bei. Zusätzlich/alternativ können die Dachflächen für Photovoltaik oder Solarthermie genutzt werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verdoppelung der aktuellen Sanierungsrate auf jährlich 1,6 % des Gebäudebestandes.
- Durchschnittlich 40 % Energieeinsparung durch energetische Gebäudesanierung (bei Teilsanierungen entsprechend geringer).
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 11,7 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes von Sachsen-Anhalt.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Energetische Gebäudesanierungen sind aufgrund der niedrigen Energiepreise im Verarbeitenden Gewerbe in vielen Fällen nicht wirtschaftlich darstellbar (vgl. auch 6.2.4).
- Einige Teilsanierungen wie Dämmung der Außenhülle bei Verwaltungsgebäuden der Industriebetriebe können wirtschaftlich sein, wenn das Objekt vor Durchführung der Maßnahme einen sehr hohen Verbrauch aufweist und durch die Maßnahme eine deutliche Energie- und Kosteneinsparung erzielt werden kann. Wenn Objekte zwar äußerlich sanierungsbedürftig sind, aber aufgrund verschiedener Faktoren (Nutzungszeiten, beheizte Flächen etc.) einen weniger hohen Verbrauch aufweisen, werden die Maßnahmen aufgrund der geringen Energiepreise im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes und

demzufolge der geringeren potenziellen finanziellen Einsparung tendenziell weniger wirtschaftlich.

6.2.2.9 Sonstige Maßnahmen Wärme

Durch die zuvor dargestellten Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe kann kein Anspruch auf Vollständigkeit gewährleistet werden. Über die beschriebenen Maßnahmen hinaus wird es weitere Möglichkeiten zur Wärmeeinsparung in Industriebetrieben geben. Hierzu gehört beispielsweise der Einsatz von tiefgreifenden technologischen

Veränderungen, die zu verringertem Einsatz von Brennstoffen bei der Erzeugung von Prozesswärme führen, z. B. Infrarotlaser für die Erzeugung lokaler chemischer Reaktionen oder zur Durchführung von Schmelzprozessen, UV-Bestrahlung zur Desinfektion und weitere. Rechnerisch wurde angenommen, dass durch sonstige Optimierungsmaßnahmen in Prozessen sowie den Einsatz neuer Technologien über die zuvor beschriebenen Maßnahmen hinaus noch einmal rund 4 % des Brennstoffbedarfs im Mit-Maßnahmen-Szenario eingespart werden kann.

Stromanwendungen

Anhand der eingangs des Kapitels dargestellten Grundlagen im Sektor Verarbeitendes Gewerbe wird deutlich, dass die größten Energieverbräuche des Verarbeitenden Gewerbes auf der einen Seite in der Nutzung der Prozesswärme und auf der anderen Seite im Bereich der Stromanwendungen von mechanischer Energie, Prozesswärmeerzeugung mittels Strom und

der Beleuchtung zu finden sind. Der Stromverbrauch lag in Sachsen-Anhalt im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015 bei 34.800 TJ. Die Einsparmaßnahmen für die einzelnen Anwendungen werden im Folgenden erläutert und auf Grundlage einer wirtschaftlichen Betrachtung dargestellt.

Maßnahmen Strom Verarbeitendes Gewerbe	
Antriebe, Motoren und Pumpen	Rückgewinnung mechanischer Energie Einsatz effizienter Elektromotoren
Druckluft	Bedarfsgerechte Anpassung der Steuerung / Regelung Reduzierung der Ventilöffnungsdauer
Lüftungssysteme	Bedarfsgerechte Belüftung Wärmerückgewinnung
Beleuchtung	Einsatz effizienter Leuchtmittel Einsatz von Tageslichtsteuerung + Bewegungsmelder

Tabelle 15 Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe
Quelle: IFF Magdeburg

6.2.2.10 Rückgewinnung mechanischer Energie bei speziellen Antrieben

Im Bereich der Anwendung mechanischer Energie ergibt sich ein großes Einsparpotenzial durch die Rückgewinnung von mechanischer Prozessenergie bei Antrieben wie Zentrifugen, Kränen und Aufzügen. Diese Antriebe wechseln oft zwischen Anfahr- und Bremsverhalten. Wenn die aufgenommene Energie beim Anfahren im Bremsbetrieb wieder abgegeben wird, entsteht Abwärme. Die mechanische Energie kann zurückgewonnen werden, indem der Motor mittels eines Frequenzumrichters zum Generator umgerüstet wird. Dadurch kann die mechanische Energie aufgenommen und an einen anderen Verbraucher abgegeben oder zwischengespeichert werden (Super-Caps).

Diese Maßnahme stellt sich nur bei einer Neuinvestition wirtschaftlich dar. In Kombination der Einsparung und der Netzeinspeisung können Einsparungen von bis zu 30 % erreicht werden. [Baumgartner 2006].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 20 % der bestehenden Antriebe und Aufzüge mit einer mechanischen Rückgewinnung ausgestattet.
- Es wird durch die Umsetzung der Maßnahme 30 % des Stromverbrauchs eingespart.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 6,0 % bezogen auf den Stromverbrauch von mechanischer Energie des Verarbeitenden Gewerbes.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Innerhalb der Kalkulation wurde von einer Zwischenspeicherung der mechanischen Energie und keiner Netzeinspeisung ausgegangen.
- Die Maßnahme amortisiert sich schnell und hat einen geringen Investitionsaufwand.

6.2.2.11 Einsatz effizienter Motoren

Auf Basis der neuen Ökodesign-Richtlinie wurden in Europa verbindliche Regelungen für Motoren und den Einsatz von Frequenzumrichtern sowie neue Energieeffizienzklassen für Motoren entwickelt. Für Drehstrommotoren im Leistungsbereich zwischen 1,1 und 90 kW wurden drei Effizienzklassen (EFF1-3) definiert.

- EFF1 - Hocheffiziente Motoren.
- EFF2 - Im Wirkungsgrad verbesserte Motoren.
- EFF3 - Entspricht den derzeit auf dem Markt befindlichen üblichen Wirkungsgraden.

Im September 2008 wurden durch die IEC 60034-30 drei neue Effizienzklassen für eintourige 3-Phasen Drehstrommotoren definiert. Die neue Klassifizierung gilt weltweit und im größeren Leistungsbereich von 0,75 bis 375 kW [dena 2010a].

- IE1 – Standard Wirkungsgrad (ca. EFF2).
- IE2 – Hoher Wirkungsgrad (ca. EFF1).
- IE3 – Premium Wirkungsgrad.
- IE4 – Super Premium Wirkungsgrad.

Diese Regelungen sind hinsichtlich der verwendeten Wirkungsgrade und Modelle der Motoren nicht eindeutig festgelegt. Demnach ist die jeweilige Gesetzgebung in der Pflicht, weitere Anforderungen zu defi-

nieren. Im März 2009 hat die europäische Union verbindliche Regelungen für Motoren und Einsatz von Frequenzumrichtern festgelegt. Es gelten folgende Mindestenergiestandards für die Leistungsklasse 0,75 - 375 kW [dena 2010a]:

- ab Juni 2011: mindestens IE2 0,75 – 375 kW.
- ab Januar 2015: mindestens IE3 oder IE2 mit FU 7,5 – 375 kW.
- ab Januar 2017: mindestens IE3 oder IE2 mit FU 0,75 – 375 kW.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 20 % der bestehenden Motoren durch IE3 Motoren ausgetauscht.
- Einsparung bei Umsetzung der Maßnahme von durchschnittlich 8,7 %.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 1,74 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Verarbeitenden Gewerbes.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Umsetzung der Maßnahme erfolgt aufgrund gesetzlicher Vorgaben und Zeiträume und lässt sich wirtschaftlich darstellen.

6.2.2.12 Bedarfsgerechte Anpassungen der Steuerung und Regelung von Druckluftsystemen

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes ist die Druckluftbereitstellung vor allem in Form von Prozessluft notwendig. Anwendungsbeispiele können Trocknungsprozesse, die Belüftung von Klärbecken oder die Gärluft für Fermentationsprozesse sein. Ebenso wird Druckluft auch für industrielle Vakuum-

technik eingesetzt. Dadurch können Prozesse wie Verpacken, Spannen, Saugen, Anheben und Positionieren effizienter gestaltet werden. Das bereitgestellte Druckniveau variiert von 1 bar bis 7 bar in den Standardanwendungen. In der Praxis findet man vor allem Kolben-, Schrauben- und Turbokompressoren.

Für die Effizienz eines Druckluftsystems ist die Qualität der Luft entscheidend. Insbesondere Staub, Öl und Feuchtigkeit stellen Störstoffe dar, die den Energieaufwand des Gesamtsystems ansteigen lassen.

Im Bereich der Steuerung und Regelung werden die Druckluftherzeugung und der -verbrauch untersucht. Das Druckluftniveau im Netz ist zu überprüfen und an die Verbraucher anzupassen. Darüber hinaus sichert eine Vollast-Leerlauf-Aussetzregelung, dass der Kompressor bei geringem Luftverbrauch und nach Ablauf einer Leerlaufzeit in Stillstand gesetzt wird. Auch der Einsatz eines Frequenzumrichters kann die Effizienz erheblich steigern.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden zusätzlich 20 % der bestehenden Druckluftanlagen mit einer Steuerung und Regelung ausgestattet.
- Es wird von einer Effizienzsteigerung der Druckluftanlage um 15 % ausgegangen [dena 2010a].
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 3,0 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Verarbeitenden Gewerbes.

Aussagen-Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich und bei geringer Amortisationszeit umsetzbar.

6.2.2.13 Bedarfsgerechte Regelung und Optimierung von raumluftechnischen Systemen

Innerhalb der Lufttechnik wird unterschieden in Prozess- und Raumluftechnik. Die RLT-Systeme beeinflussen die Raumlufthinsichtlich Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftqualität (Staub). Diese Anlagen sorgen sowohl für den Luftaustausch als auch für die thermische Luftbehandlung (Heizen, Kühlen). Klimaanlagen im industriellen Einsatz haben somit die Aufgabe, den für die Fabrikation günstigsten/notwendigen Luftzustand herzustellen.

In der Textil- oder Papierherstellung ist die Einhaltung bestimmter Feuchtezustände für die Produktqualität von entscheidender Bedeutung. Ein weiteres großes Anwendungsgebiet findet man in der chemischen Industrie. Die Herstellung von Medikamenten und die Klimatisierung von Laboren benötigen in manchen Fällen eine bis zu 100%-ige Staub-Partikel-Freiheit der Luft. Die RLT-Anlage besteht aus einem Ventilator, einem Lufterhitzer/-kühler, einem Luftbefeuchter, einem Partikelfilter, einem Schalldämpfer und Regleinrichtungen wie Drosseln, Klappen und Volumenstromreglern.

Zur Verbesserung der Energieeffizienz von RLT-Systemen lassen sich drei Maßnahmen umsetzen:

- Verbesserung der Einzelkomponenten (speziell Ventilatoren),
- Optimierte Auslegung des Systems sowie
- Optimierte Betriebsweise.

Die Energiekosten nehmen 50 bis 70 % der Gesamtkosten des RLT-Systems ein, wobei 90 % davon durch Energiekosten für den Ventilator beansprucht werden. Demnach besitzt die Effizienz dieses Bauteils

den größten Einfluss auf den Energieverbrauch des Gesamtsystems.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 15 % der bestehenden raumluftechnischen Systeme optimiert.
- Je nach Branche beträgt das Einsparpotenzial durchschnittlich 8 % durch die Optimierung.
- Zusätzliches Potenzial (17,5 %) kann durch die Optimierung der Betriebsweise erreicht werden.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 3,9 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Verarbeitenden Gewerbes.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Hohe Wirtschaftlichkeit und kurze Amortisationszeiten zu erwarten, da die Investitionssummen gering sind und das Einsparpotenzial als hoch einzuschätzen ist.
- Die Anlagenleistung (Ventilator) nimmt starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der RLT-Anlage.

6.2.2.14 Einsatz effizienter Beleuchtung mit Tageslichtsteuerung und Bewegungsmeldern

Durch die Ökodesign-Richtlinie (RL 2009/125/EG) dürfen traditionelle Glühlampen auf dem Markt nicht mehr verkauft werden. Demnach werden zukünftig Halogenlampen, Kompaktleuchtstofflampen und LED-Leuchten in allen Anwendungen vorzufinden sein. LED-Leuchten sind aufgrund ihrer langen Lebensdauer (ca. 7-mal höher gegenüber Glühbirnen) und fast vollständigen Umsetzung der Energie in Licht sehr effizient. Auch wenn die Investitionskosten

gegenüber den anderen Leuchtkörpern noch sehr hoch sind, rentiert sich die Leuchte aufgrund ihres geringen Verbrauchs nach wenigen Jahren. Halogenleuchten sind zwar die kostengünstigste Alternative, weisen jedoch eine gerade mal doppelt so hohe Lebensdauer gegenüber Standardglühlampen auf. Damit ist sie nur geringfügig effizienter als eine Glühlampe. Die Kompaktleuchtstofflampe (umgangssprachlich: Energiesparlampe) bildet in diesem Sinne einen Mittelwert und spart gegenüber einer Glühlampe bereits 80 % Strom ein. [ÖKO 2012].

Insbesondere in Produktionsprozessen wird im Schichtsystem gearbeitet und somit sind die Hallen rund um die Uhr beleuchtet. Durch den Ersatz von Halogenlampen durch LED-Leuchtmittel lassen sich die Anzahl der Leuchtmittel und die Tauschrate durch die verlängerte Lebensdauer reduzieren.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- 30 % der bestehenden ineffizienten Leuchtmittel werden bis 2030 durch LED Beleuchtung ausgetauscht.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 21,8 % bezogen auf den Stromverbrauch für Beleuchtung des Verarbeitenden Gewerbes.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Die Investitionskosten sind vergleichsweise hoch, dennoch amortisiert sich die Umstellung durch hohe

Nutzungsstunden im Sektor Verarbeitendes Gewerbe sehr schnell.

6.2.2.15 Sonstige Maßnahmen Strom

Durch die zuvor dargestellten Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe kann kein Anspruch auf Vollständigkeit gewährleistet werden. Der Bereich von Informations- und Kommunikationsgeräten hatte im Jahr 2015 einen Anteil von 4 % des Stromverbrauchs des Verarbeitenden Gewerbes. Somit ist das Einsparungspotential im Vergleich zum Bereich der mechanischen Energie als gering einzuschätzen. Im explizierten Anwendungsfall kann sich eine Betrachtung lohnen. Es wurde angenommen, dass die Einsparpotenziale dieser Geräte den gleichen Potenzialen wie im Haushalts- und Gewerbesektor entsprechen.

Darüber hinaus wird es weitere Maßnahmen und Möglichkeiten zur Stromeinsparung geben. Beispielsweise können im Bereich der Kältebereitstellung durch effiziente Ventilatoren oder durch die Dämmung von Kälträumen zusätzliche Einsparungen erzielt werden. Zu nennen sind hier ferner Power-to-X-Lösungen, die insbesondere für die Speicherung von Energie angewendet werden können.

Zusammenfassend wird angenommen, dass durch sonstige Maßnahmen bis zum Jahr 2030 zusätzlich rund 1,4 % des Stromverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe eingespart werden können.

Zusammenfassung Potenziale im Verarbeitenden Gewerbe

Aus den zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches im Sektor Verarbeitendes Gewerbe sind in Tabelle 16 zusammenfassend die

Einsparpotenziale der einzelnen Maßnahmen aufgezeigt. Die höchsten Einsparpotenziale ergeben sich im Bereich der Wärmeanwendungen demnach durch die

Dämmung industrieller Anlagen, Brenneroptimierung sowie energetische Gebäudesanierungen. Im Bereich der Stromanwendungen weisen die Rückgewinnung von mechanischer Energie sowie die Optimierung von Druckluftanlagen und RLT-Systemen die höchsten absoluten Einsparpotenziale auf.

Beschreibung				Einsparpotenzial Mit-Maßnahmen-Szenario		
Nr.	Maßnahme	Wirkung	Anwendungsart	absolut (TJ)	am EEV der Anwendungsart im VG (%)	am gesamten EEV im VG (%)
1	Brenneroptimierung	Wärme	Prozesswärme	2.041	2,8	1,4
2	Hydraulischer Abgleich	Wärme	Raumwärme	289	1,7	0,2
3	Brennwerttechnik	Wärme	Raumwärme	410	3,0	0,3
4	Luftvorwärmer	Wärme	Prozesswärme	120	0,3	0,1
5	Economizer	Wärme	Prozesswärme	282	0,6	0,2
6	Abwärme aus Druckluft	Wärme	Raumwärme	250	1,4	0,2
7	Dämmung idustrieller Anlagenteile	Wärme	Prozesswärme	4.452	4,6	3,1
8	Energetische Gebäudesanierung	Wärme	Raumwärme	2.035	11,7	1,4
9	Sonstige	Wärme	Diverse	3.652	3,6	2,5
10	Rückgewinnung mechanischer Energie	Strom	mechanische Energie	1.398	6,0	1,0
11	Einsatz effizienter Motoren	Strom	mechanische Energie	405	1,7	0,3
12	Optimierung Druckluft	Strom	mechanische Energie	699	3,0	0,5
13	Optimierung RLT	Strom	mechanische Energie	891	3,9	0,6
14	Effiziente Beleuchtung	Strom	Beleuchtung	393	21,8	0,3
15	Sonstige	Strom	Diverse	469	1,4	0,3
	Summe	Strom/Wärme		17.787		12,2
	EEV VG 2015 (ber)	Wärme		110.544		
	EEV VG 2015 (ber)	Strom		34.767		
	EEV VG 2015 (ber)	Summe		145.311		

Tabelle 16 Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Verarbeitenden Gewerbe im Mit-Maßnahmen-Szenario
Quelle: Berechnungen Fraunhofer IFF

6.2.3 Hemmnisse

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes findet man eine Vielzahl von Einsparungsansätzen und Optimierungsmöglichkeiten. Vorangegangen wurden die für Sachsen-Anhalt relevantesten Effizienzmaßnahmen erläutert und vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit bewertet. Nun erfolgt demgegenüber eine Diskussion möglicher Hemmnisse. An dieser Stelle wird eine Übersicht zu den denkbaren Hemmnissen gegeben, wobei auch hier kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann. Die Hemmnisse sind so divers wie die betrieblichen Strukturen im Verarbeitenden Gewerbe Sachsen-Anhalts. In den meisten Fällen ergibt sich aus den Beobachtungen ein Geflecht von Hemmnissen, die sich gegenseitig bedingen.

Im Allgemeinen erfolgt die Durchführung einer Effizienzmaßnahme im Zuge einer Neuinvestition. Demnach liegt eine solide finanzielle Grundlage vor und die Rahmenbedingungen sind kalkulierbar. Ebenfalls spielen Zukunftsaussichten für langfristige Investitionsmaßnahmen eine entscheidende Rolle.

Wie zu Beginn des 6. Kapitels erläutert wurde, erfolgt eine Darstellung der Hemmnisse unter den Aspekten Information, Recht und Finanzen für den Sektor des Verarbeitenden Gewerbes.

6.2.3.1 Information

Es fehlt vorwiegend bei kleineren Industriebetrieben oft der Überblick über die Energieverbräuche. Daher lassen sich schwerlich Schwachstellen und Einsparpotenziale identifizieren. Die konsequente Umsetzung der Energiedienstleistungsrichtlinie mit der Verpflichtung zum Energieaudit (alle 4 Jahre) wird diese Situation künftig aber verbessern. Andererseits kommt hin-

zu, dass Kenntnisse darüber notwendig sind, welche Maßnahmen es zur Energieeinsparung gibt und welche für den Betrieb relevant und anwendbar sind. Die bestehenden Kanäle zur Information werden im Zweifelsfall nicht genutzt oder sind nicht bekannt. Weiterhin besteht oft Informationsmangel hinsichtlich Fördermöglichkeiten von Seiten des Bundes oder des Landes. Insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen gibt es selten einen ausgebildeten Energiebeauftragten, der sich mit dem Thema intensiv beschäftigt. In manchen Fällen fehlen auch Zeit und Geld für Fortbildungen, Messebesuche und Schulungen.

6.2.3.3 Recht

Die unsichere Entwicklung in der nationalen und internationalen Gesetzgebung, bei Verordnungen und Förderzuschüssen, bietet den Anwendern und Unternehmen eine wenig solide Planungsgrundlage, insbesondere für kostenintensive Investitionen.

6.2.3.4 Finanzen

Ein wesentliches Hemmnis ist in vielen Betrieben die Forderung bzw. betriebswirtschaftliche Notwendigkeit nach kurzen Amortisationszeiten. Dadurch werden viele Maßnahmen, die über die Lebensdauer der Anlagen wirtschaftlich darstellbar sind, nicht berücksichtigt. Vor dem Hintergrund, dass viele Maschinen eine Laufzeit von 10 Jahren oder länger haben, sind kurze Amortisationszeiten aus energetischer Sicht nicht das geeignete Risikomaß. Hinzu kommt, dass die Energiekosten eines Betriebes oft nicht mehr als 2 % der Gesamtkosten ausmachen und im Vergleich

zu Personalkosten oft vernachlässigt werden. [Schmidt 2003]

Bei der Modernisierung von Produktionsanlagen steht dann in den meisten Fällen die Verbesserung der Produktqualität oder die Verringerung des Arbeitsaufwandes im Fokus.

6.2.4 Vermeidungskostenkurven

Im Folgenden werden die vermiedenen Energiekosten der Effizienzmaßnahmen in Form von Vermeidungskostenkurven getrennt nach Maßnahmen im Strom- und Wärmebereich dargestellt.

Energiepreise

Der durchschnittliche Industriestrompreis betrug im Jahr 2015 für energieintensive Industriebetriebe rund 8,2 Cent/kWh und für mittelständische Industriebetriebe etwa 15,2 Cent/kWh [DESTATIS 2016]. Dieser Preis kann stark schwanken, da innerhalb der Industrie je nach Stromabnahmemenge, Anschlusswert und Spannungsebene die Strompreise eine große Spreizung aufweisen.

Gemäß Endenergiebilanz verteilte sich der EEV zur Bereitstellung von Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser im Industriebereich folgendermaßen:

▪ Erdgas:	51 %
▪ Fernwärme:	22 %
▪ Kohlen:	12 %
▪ Erneuerbare:	11 %
▪ Sonstige:	3 %

In Abbildung 29 wurde aufgrund dieser Aufteilung ein durchschnittlicher Preis von 4,3 Cent/kWh, stellvertretend für den hohen Anteil des Erdgases am

Ein geringes Eigenkapital von kleinen Unternehmen stellt den oft entscheidendsten Aspekt für die Umsetzung von Einsparungsmaßnahmen dar. Gegen Fremdfinanzierungen gibt es oft Vorbehalte und die unsicheren Zukunftsaussichten senken zusätzlich die Risikobereitschaft bzw. Möglichkeiten der Kreditfinanzierung.

EEV, zugrundegelegt [IE 2016]. Dieser kann je nach Energieträger und Abnahmemenge abweichen.

Zusätzlich wurden zur Veranschaulichung Preise für das Jahr 2030 angegeben. Für den erwarteten Strompreis (nominal) im Jahr 2030 wurde auf [Prognos/gws/ewi 2014] zurückgegriffen. Die Entwicklung des Wärmepreises (nominal) orientiert sich bis zum Jahr 2022 an [IE 2016], in der Entwicklung nach 2022 wurde von einer jährlichen Preissteigerung von 3 Prozent ausgegangen.

Interpretation

Die Kosten für die Energieeinsparung der einzelnen Maßnahmen wurden als Differenzkosten gegenüber dem vorhandenen Standard berechnet. Im Falle einer Neuinvestition wurde der Stand der Technik als Standard gegenübergestellt.

Die Investitionskosten wurden mit einem Zinssatz von 4 % kalkuliert und mittels eines Annuitätsfaktors abgeschrieben.

Die zugrundeliegenden Kalkulationen zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit sind als beispielhafte Darstellungen zu interpretieren. Die Energieanwendungen in industriellen Unternehmen und Betrieben in Sachsen-Anhalt stellen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Energieeinsparung dar. Die vorrangigsten

Darstellungen sollen einen beispielhaften Querschnitt darstellen.

Es gibt eine Reihe von Faktoren, die einen Einfluss auf die Einsparmaßnahme haben:

- Art der Maßnahme
- Umfang der Maßnahme
- Art des Energieträgers
- Energiepreise
- Kosten für Neuanschaffungen / Materialien / Optimierung / Wartung und Instandhaltung
- Lebenszeit der Anlagen
- Betriebsstunden der Anlagen

In Abbildung 28 und Abbildung 29 stellt jeweils der Abstand zwischen den Kosten der Energieeinsparung (spezifische Kosten für die Umsetzung der Maßnahme) und den vermiedenen Energiekosten (durchschnittlicher Energiepreis 2015 bzw. 2030) dabei das Maß der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen dar.

Je näher die Kosten für die Maßnahmenumsetzung dabei an der Linie der vermiedenen Energiekosten liegen, desto höher ist die jeweilige Amortisationszeit der Maßnahme einzuschätzen. Beispielsweise amortisiert sich die Umstellung der Beleuchtung innerhalb weniger Jahre, während energetische Gebäudesanierungen deutlich höhere Amortisationszeiten aufweisen (Abbildung 28 und Abbildung 29).

Als Basis für die Bestimmung der „Mehrkosten“ für Effizienzmaßnahmen wurden die Kosten für effiziente Materialien und Geräte dem Standard gegenübergestellt. Die Mehrkosten wurden anschließend in Relation zur potenziellen Energieeinsparung über die Lebenszeit der Geräte gestellt und somit die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen abgebildet.

Im Bereich der potenziellen **Stromeinsparmaßnahmen** wird deutlich, dass alle berechneten Maßnahmen über die Lebensdauer der jeweiligen effizienten Produkte höchst wirtschaftlich umsetzbar sind. Die meisten der Maßnahmen amortisieren sich bereits nach wenigen Monaten noch im ersten Jahr nach der Umsetzung. Gegenüber anderen Sektoren liegt der Grund darin, dass im Verarbeitenden Gewerbe besonders hohe jährliche Benutzungsstunden dazu führen, dass mehr Energie verbraucht wird und das Vermeidungspotenzial dementsprechend für einzelne Geräte deutlich höher ist.

Absolut betrachtet stellt die Rückgewinnung mechanischer Energie im Bereich der Stromanwendungen das größte Einsparpotenzial der berechneten Maßnahmen dar (knapp 1.400 TJ). Durch Optimierung von Druckluftanlagen sowie RLT-Systemen können in Summe rund 1.600 TJ Strom eingespart werden. Für den Einsatz von effizienten Motoren sowie effizienter Beleuchtung wurden wirtschaftlich Einsparpotenziale von jeweils rund 400 TJ ermittelt.

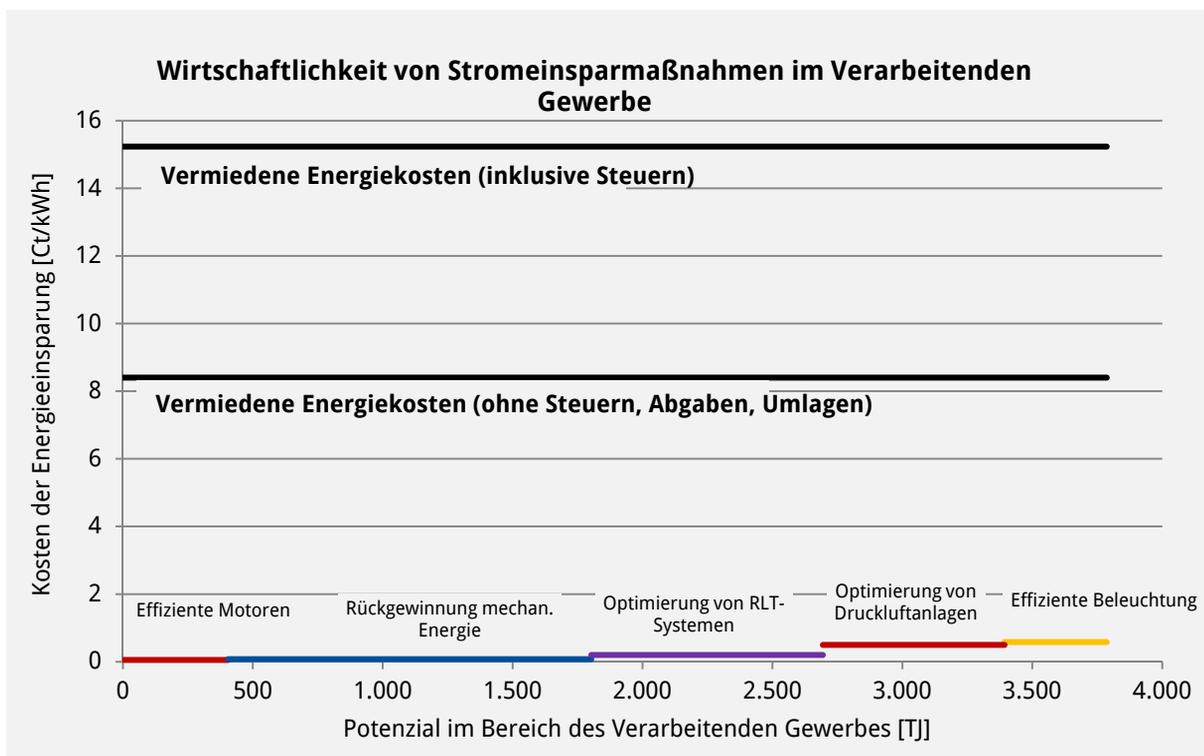


Abbildung 28 Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen im Verarbeitenden Gewerbe

Anmerkung: Energiepreis kann je nach Energieträger und Abnahmemenge deutlich abweichen

Quelle: Berechnungen IFF Magdeburg

Im Bereich der **Wärmeanwendungen** stellt sich die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen gegenüber den Stromanwendungen deutlich differenzierter dar. Verschiedene Maßnahmen wie die Dämmung industrieller Anlagenteile, die Speisewasser- und Luftvorwärmung, die Brennoptimierung oder der Einsatz von Brennwerttechnik lassen sich gut wirtschaftlich abbilden. Bei Maßnahmen wie hydraulischem Abgleich oder der energetischen Gebäudesanierung muss im Einzelfall sehr genau geprüft werden, ob sich die Umsetzung wirtschaftlich darstellen lässt. Hintergrund dafür ist der im Verarbeitenden Gewerbe niedrigere Energiepreis gegenüber anderen Verbrauchssektoren.

Die höchsten absoluten Einsparpotenziale wurden im Bereich der Wärmeanwendungen durch die Dämmung industrieller Anlagenteile, den Einsatz von Brennwerttechnik und die energetische Gebäudesanierung ermittelt.

Im Bereich energetischer Gebäudesanierung wurde aufgrund der Vielfältigkeit verschiedener Maßnahmen eine Spannweite der Wirtschaftlichkeit angegeben. Dabei wird deutlich, dass sich nur ein Teil möglicher Maßnahmen, auch unter Berücksichtigung steigender Energiepreise, darstellen lässt.

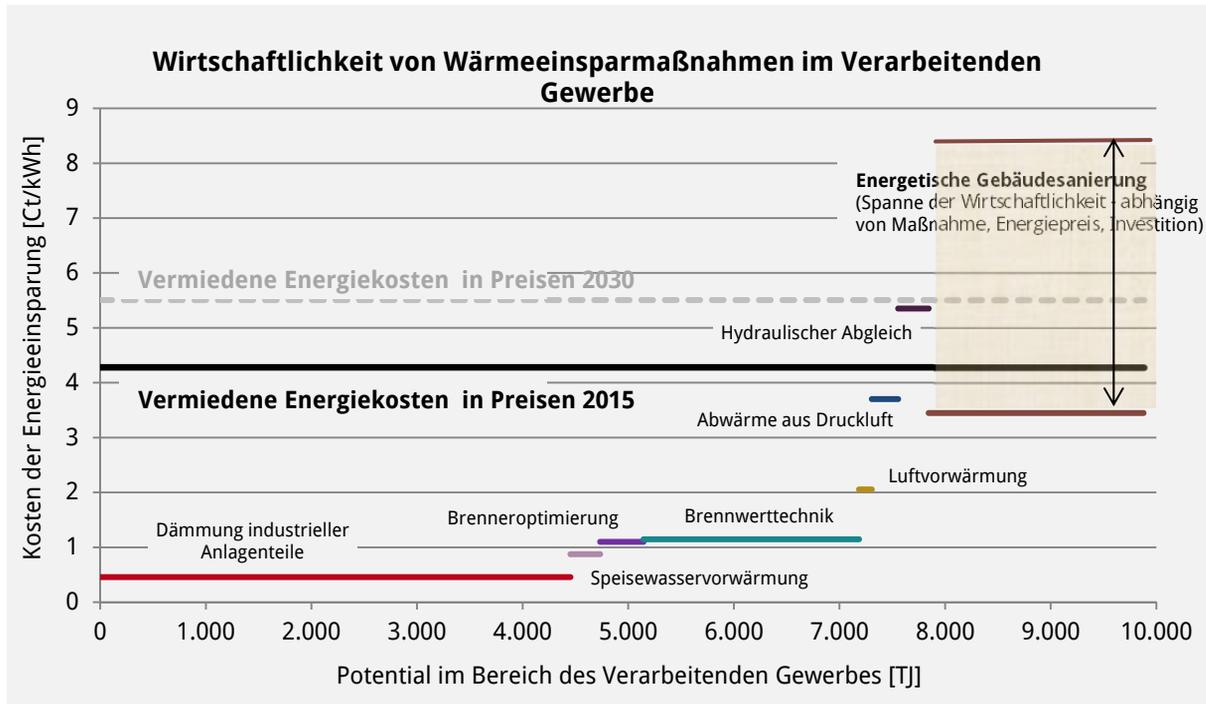


Abbildung 29 Wirtschaftlichkeit von Wärmeinsparmaßnahmen im Verarbeitenden Gewerbe
 Anmerkung: Energiepreis kann je nach Energieträger und Abnahmemenge deutlich abweichen
 Quelle: Berechnung IFF Magdeburg

6.3 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Der Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen hatte in Sachsen-Anhalt im Jahr 2015 einen Anteil von knapp 15 % am gesamten Endenergieverbrauch. Im Folgenden wird zunächst der Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen getrennt nach Strom- und Wärmeanwendungen aufgeführt. Anschließend werden die Beschäftigtenzahlen nach Branchen in Sach-

sen-Anhalt dargestellt. Die Kenntnis über vorhandene Branchen und der Anteile der Beschäftigten ist vor allem im Hinblick auf mögliche Hemmnisse bei der Maßnahmenumsetzung von Bedeutung. Zahlen zu Energieverbräuchen innerhalb der einzelnen Wirtschaftszweige im GHD-Sektor lagen im Rahmen der Projekterstellung nicht vor.

6.3.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung

Im Gewerbe wurden im Jahr 2015 insgesamt rund 47.300 TJ Energie (bereinigt) verbraucht, davon entfielen etwa 6.600 TJ auf Stromanwendungen. Auf Seiten des Endenergieverbrauchs ohne Strom wurde der größte Anteil mit rund drei Viertel der Energie für Raumwärme eingesetzt. Für mechanische Energie wurden etwa 9 %, für Prozesswärme 8 % und für Warmwasser etwas über 6 % verwendet (Abbildung 30). Im Bereich des Stromverbrauchs entfiel der höchste Anteil mit über 41 % auf Beleuchtungszwe-

cke. Knapp 22 % des Stroms wurden für mechanische Zwecke eingesetzt. Geräte zur Information und Kommunikation hatten einen Anteil von etwa 16 %. Etwas mehr als 12 % des Stroms wurden zur Erzeugung von Wärme (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme) eingesetzt. Für Kälte (Prozess- und Klimakälte) wurden knapp 9 % verbraucht (Abbildung 30).

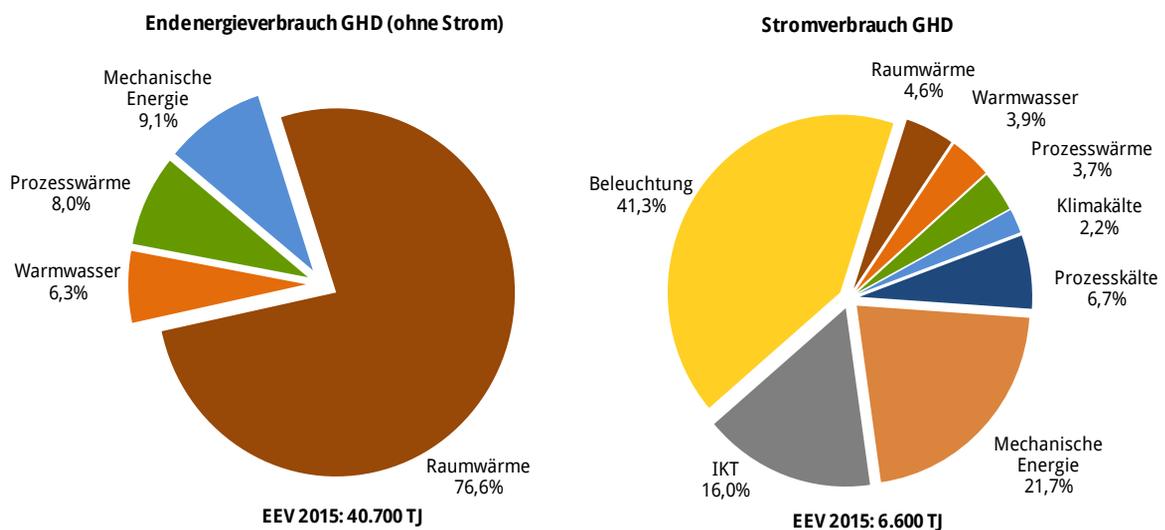


Abbildung 30 Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen
Quelle: Berechnungen IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

Innerhalb des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistungen waren im Jahr 2014 insgesamt knapp 613.000 Personen beschäftigt. Mit über 122.000 Beschäftigten war der Wirtschaftszweig Gesundheits- und Sozialwesen größter Beschäftigungs-

zweig in Sachsen-Anhalt. Rund 98.000 Personen waren im Bereich Handel und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen beschäftigt. Weitere Beschäftigungszahlen nach Wirtschaftszweigen sind in Tabelle 17 dargestellt.

Wirtschaftszweige im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	Beschäftigte 2014
Energieversorgung	6.549
Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung	10.068
Baugewerbe	59.723
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	97.994
Verkehr und Lagerei	44.283
Gastgewerbe	21.225
Information und Kommunikation	9.975
Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	12.657
Grundstücks- und Wohnungswesen	6.700
Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	27.652
Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	68.010
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	62.867
Erziehung und Unterricht	37.799
Gesundheits- und Sozialwesen	122.224
Kunst, Unterhaltung und Erholung	5.567
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	19.243
Private Haushalte	345
Summe	612.881

Tabelle 17 Beschäftigte im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen in Sachsen-Anhalt im Jahr 2014
Quelle: [Bundesagentur für Arbeit 2015]

6.3.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen

Wärmeanwendungen

Der Bereich der Wärmeanwendungen des GHD-Sektors nahm im Jahr 2015 einen Anteil von rund 80 % am Endenergieverbrauch ein. Insbesondere die Anwendung der Raumwärme (Anteil von 83 % am Wärmeverbrauch im GHD-Sektor) ist eine entscheidende Einflussgröße für die Hebung von Energieeffi-

zienzpotenzialen. Die nachfolgende Analyse konzentriert sich auf Querschnittstechniken zur Effizienzsteigerung der Wärmeanwendungen. In Tabelle 18 sind zur Übersicht die wichtigsten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz dargestellt.

Maßnahmen Wärme GHD	
Optimierung der Wärmeversorgung	Kesselaustausch Hydraulischer Abgleich Wärmepumpe Solarthermie
Gebäudesanierung	Energetische Gebäudesanierung
Sonstige	Gebäudeleittechnik / Energiemanagement Ersatzneubau Nutzersensibilisierung

Tabelle 18 Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Sektor GHD
Quelle: IFF Magdeburg

6.3.2.1 Energetische Gebäudesanierung

Die Sanierung und Dämmung von bestehenden Gebäuden wird im Sektor der privaten Haushalte beschrieben, an dieser Stelle wird daher auf eine umfangreichere Beschreibung der Maßnahme verzichtet.

Im Falle von Umbaumaßnahmen können größere Potenziale zur Wärmeeinsparung im GHD Sektor vor allem durch Wärmedämmung und Fenstertausch im Bereich der öffentlichen und gewerblich genutzten Gebäude (Schulen, Krankhäuser, Lagerhallen) gehoben werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate.
- Durchschnittlich 40 % Energieeinsparung bei energetischer Sanierung (bei Teilsanierungen entsprechend geringer).
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 11,7 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch des GHD Sektors.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit vor allem bei ohnehin anstehenden Maßnahmen am Gebäude oftmals gegeben.
- Starke Abhängigkeit vom Energieverbrauch des Gebäudes vor der Sanierung, der erzielbaren Einsparung und dem Energiepreis – Einzelfallbetrachtung und Überprüfung der Inanspruchnahme möglicher Fördermittel unbedingt nötig.
- Hoher Investitionsaufwand.
- Lange Amortisationszeiten.

6.3.2.2 Wärmepumpen

Neben der immer effizienteren Wärmegewinnung aus fossilen Brennstoffen gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien zur Wärmeerzeugung. Mittels Wärmepumpen wird der Umwelt Wärme entzogen und diese auf ein verwertbares höheres Temperaturniveau angehoben. Hierzu wird die Niedrig-Energie-Wärme aus dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft aufgenommen. Durch die gewonnene Energie wird innerhalb der Wärmepumpe ein Kältemittel verdampft und verdichtet. Durch diesen Prozess wird die Energiedichte des Kältemittels erhöht und die Temperatur steigt. Im letzten Schritt wird der verdichtete Dampf in einem Wärmeübertrager kondensiert und die Wärme an das Heizmedium (Wasser, Luft) wieder abgegeben. Aufgrund der niedrigen Vorlauftemperaturen stellt eine Fußbodenheizung eine optimale Wärmeverteilung im Gebäude sicher.

Grundsätzlich führen Wärmepumpen nicht direkt zu einer Endenergieeinsparung, im Gebäude wird nach dem Einbau die gleiche Menge an Energie verbraucht wie mit dem vorherigen System. Als Einsparpotenzial kann daher nur die höhere Effizienz von Wärmepum-

pensystemen gegenüber Referenzsystemen ausgewiesen werden. Haupteffekt des Einsatzes von Wärmepumpen ist die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien und damit die Vermeidung von Emissionen durch fossile Energieträger.

Um die Energieeffizienz der Gesamtanlage beschreiben zu können, sind Jahresarbeitszahlen (JAZ) definiert worden. Diese beschreiben das Verhältnis von erzeugter Wärme zur eingesetzten Strommenge. Für die unterschiedlichen Wärmepumpensysteme liegen die JAZ bei 3,2 – 4.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Erhöhung des Anteils WP-versorgter Gebäude im GHD-Sektor bis 2030.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 0,1 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch des Sektors GHD.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Hoher Investitionsaufwand.
- Hoher Aufwand für Baumaßnahmen.
- Wirtschaftlichkeit bei ohnehin anstehenden, größeren Umbaumaßnahmen gegeben.

6.3.2.3 Solarthermie

In Kombination mit Speichertechnik lassen sich durch Solarthermieanlagen gute Ergebnisse unter wirtschaftlichen Bedingungen erzielen. Über einen Wärmespeicher im angeschlossenen Solarkreislauf wird die solare Wärmeenergie an das Heizungswasser abgegeben und/oder zur Trinkwassererwärmung genutzt. Um die Wirkungsgrade weiter steigen zu lassen und die Ro-

bustheit der Anlagentechnik zu stärken, werden Vakuumröhrenkollektoren eingesetzt. Insbesondere die passgenaue Auslegung und Dimensionierung der Anlage entscheidet über den rentablen Betrieb. Im Durchschnitt beträgt die Solarleistung in Mitteldeutschland $800 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$. Im Durchschnitt können über das Jahr betrachtet davon allerdings nur rund 380 kWh/m^2 genutzt werden [BMWi 2016], weil in den warmen Jahreszeiten zwar die höchste Solarleistung auftritt, jedoch der Wärmebedarf im Jahresdurchschnitt am geringsten ist. Im Winter muss mit konventioneller Technik unterstützt werden. Somit wird für die Warmwasserbereitstellung von einem Deckungsgrad von maximal 50 - 65 % ausgegangen.

Genau wie bei der Wärmepumpe führt auch die Installation von Solarthermieanlagen nicht direkt zur Endenergieeinsparung in Gebäuden. Als Effizienzpotenzial kann lediglich jener Teil ausgewiesen werden, welcher aufgrund des höheren Wirkungsgrades des Systems gegenüber dem Referenzsystem ermittelt wird. Haupteffekt des Einsatzes von Solarthermie ist die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien und die Vermeidung von Emissionen durch fossile Energieträger.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verdoppelung des jährlichen Zubaus von Solarthermieanlagen in Sachsen-Anhalt.
- 10 % der zugebauten Kollektorfläche entfallen auf GHD-Sektor.
- Es werden mit einer solarthermischen Anlage $380 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ an Wärme erzeugt.

- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 0,03 % bezogen auf den Wärmeverbrauch in Form von Raumwärme und Warmwasser des GHD-Sektors

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Hohe Brennstoffkostenreduzierung durch regenerativen Gewinn der Wärme.
- Hoher Investitionsaufwand.
- Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall überprüft werden.

6.3.2.4 Kesselaustausch / Brennwerttechnik

Im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes wurde der Einsatz von Brennwerttechnik (6.2.2.3) bereits ausführlich dargestellt. Die Bedeutung der Raumwärme ist im Sektor GHD gegenüber dem Verarbeitenden Gewerbe aber deutlich höher, demnach hat die Maßnahme Kesselaustausch im Sektor GHD eine höhere Bedeutung.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Effizienzsteigerung von 10 % durch die Brennwerttechnik.
- Anstieg der Kesselaustauschrate auf 5 % pro Jahr bis 2030.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 6,5 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch des GHD-Sektors.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Hoher Investitionsaufwand.

- Im Zuge einer Neuinvestition wirtschaftlich darstellbar.

6.3.2.5 Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heizungssystemen wurde sektorübergreifend im Abschnitt des Verarbeitenden Gewerbes erläutert. Insbesondere bei Heizungssystemen, die lange Rohrleitungen und somit ein weites Netz besitzen (z. B. in Krankenhäusern oder Einkaufszentren) sollte ein hydraulischer Abgleich wiederkehrend durchgeführt werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Anstieg der Rate des hydraulischen Abgleichs auf jährlich 2 % der Gebäudefläche.
- Der Wärmeverbrauch der Gebäude wird durch den hydraulischen Abgleich um 10 kWh/m² gesenkt.
- Erzielbare Einsparung von 1,67 % des Raumwärmebedarfs im GHD-Sektor.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall überprüft werden.

6.3.2.6 Sonstige Maßnahmen Wärme

Gebäudeleittechnik / Energiemanagement

Unter dem Begriff der Gebäudeleittechnik definiert man die Automation des Gebäudes durch die Gesamtheit von Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Optimierungseinrichtungen. Ziel ist es, die Funktionsabläufe gewerkeübergreifend selbstständig durchzuführen. Alle Sensoren, Aktoren, Bedienelemente, Verbraucher und andere technische Einhei-

ten im Gebäude werden miteinander vernetzt. In einer zentralen Automatisierungsstation werden die Daten zusammengefasst und nach vorgegebenen Szenarien ausgewertet. Daraus lassen sich Optimierungspotenziale ableiten und einfacher realisieren.

Durch die Installation eines Energiemanagements und einer Gebäudeleittechnik können große Energiemengen eingespart werden. Eine Kostenabschätzung und Wirtschaftlichkeitsanalyse kann für ein beliebiges Gebäude im GHD-Sektor an dieser Stelle wenig aussagekräftig sein. Eine Abschätzung des Einsparpotenzials durch Gebäudeleittechnik und Energiemanagement erfolgt unter dem Punkt „Sonstige Maßnahmen“.

Ersatzneubau

Im Bereich GHD werden Gebäude, anstatt sie aufwändig zu sanieren, auch häufig neu gebaut. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Effizienz gegenüber dem vorherigen Gebäude deutlich zu erhöhen. Im Rahmen der Berechnungen konnte aufgrund fehlender Daten dazu keine gesonderte Berechnung erfolgen.

Nutzersensibilisierungen

Das Thema der Energieeinsparung ist in den vergangenen Jahren in den Medien und auch in den Unternehmen immer präsenter geworden. Ziel muss es in Unternehmen sein, Personal für Einsparmaßnahmen zu sensibilisieren. Im Zuge von Seminaren, Workshops und Informationen von öffentlichen Quellen kann ein größeres Verständnis erzeugt werden. Entscheidend ist, welche Priorität die Nutzer der Energieeinsparung im praktischen Alltag zuordnen.

Neben den zuvor aufgeführten möglichen Maßnahmen zur Wärmeeinsparung gibt es auch im GHD-Sektor noch weitere Maßnahmen. Die Abwärmenut-

zung aus RLT-Systemen kann hier ebenfalls Anwendung finden. Insbesondere öffentliche Gebäude sind vielfach klimatisiert. Die Abwärme kann zur Vorwärmung des Warmwassers dienen.

Des Weiteren sind Speichertechnologien zur Reduzierung von Wärmeverlusten als Einsparmaßnahme zu nennen.

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde abgeschätzt, dass durch diese sonstigen Maßnahmen zusätzlich rund 6 % des Wärmeverbrauchs im GHD-Sektor eingespart werden können.

Stromanwendungen

Im Sektor GHD stellt die Beleuchtung mit einem Anteil von über 40 % am Stromverbrauch den interessantesten Untersuchungsbereich dar. Hier lassen sich

durch den Einsatz von LED-Technik hohe Einsparpotenziale erzielen. Weitere Maßnahmen sind in Tabelle 19 dargestellt.

Maßnahmen Strom GHD	
Beleuchtung	Allgemeinbeleuchtung Straßenbeleuchtung/Ampelbeleuchtung
Kälte	Optimierung Kühl- und Tiefkühlsysteme
Information und Kommunikation	Vermeidung Leerlaufverluste Vermeidung Betriebsverluste
Mechanische Energie	Effiziente Motoren Optimierung Druckluft Optimierung RLT
Sonstige	Energiemanagement Nutzersensibilisierung

Tabelle 19 Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Sektor GHD
Quelle: IE Leipzig

6.3.2.7 Allgemeinbeleuchtung

Mit über 41 % hat die Beleuchtung den größten Anteil am Stromverbrauch im GHD-Sektor. Im Rahmen der Berechnungen wurde dieser Wert unterteilt in Allgemeinbeleuchtung (92 %) und Straßenbeleuchtung/Ampelanlagen⁵ (8 %). Bei der Allgemeinbeleuchtung kommen sowohl Leuchtstoffröhren in Produktionsstätten, Lagern und Kantinen als auch Effizienz- und Halogenlampen in Büroräumen und Schaufenstern bzw. Verkaufsflächen zum Einsatz. Aber auch herkömmliche Glühbirnen sind im Bestand noch vorhanden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 vollständiger Austausch aller Glühbirnen durch LED.
- Erzielbare Einsparung von rund 20 % gemessen am Stromverbrauch für Beleuchtung im GHD-Sektor.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Gute Wirtschaftlichkeit.
- Lebensdauer kann Wirtschaftlichkeit beeinflussen.

6.3.2.8 Straßenbeleuchtung/ Ampelbeleuchtung

Rund zwei Drittel aller Straßenlampen in Deutschland besitzen Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und hinsichtlich des technischen Zustands sind 51 % aller Straßenbeleuchtungen modernisierungsbedürftig [dena 2015]. Diese gilt es gegen Natriumhochdrucklampen oder LED-Lampen auszutauschen, da diese deutlich effizienter sind.

⁵ Lichtsignalanlagen gemäß Fachterminus (auch öffentliche Straßenbeleuchtung)

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 Austausch von 50 % der Altleuchten durch LED-Lampen.
- Erzielbare Einsparung von 3,5 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung im GHD-Sektor.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit mit kurzer Amortisationsdauer gegeben.

6.3.2.9 Kühl- und Tiefkühlsysteme

Kühlmöbel und Tiefkühlsysteme spielen besonders in der Lebensmittelvermarktung eine wesentliche Rolle. Sie verbrauchen im jährlichen Schnitt rund 0,6 kWh pro Quadratmeter Verkaufsfläche. So fällt etwa die Hälfte des Stromverbrauchs im Lebensmittelhandel auf den Bereich der Kühlung. Der Fokus der Betrachtung wird im Nachfolgenden auf Energieeffizienzgeräte als auch auf Glasdeckel/-türen im Einzelhandel liegen, welche den Stromverbrauch besonders beeinflussen. Beispielsweise müssen in der Schweiz 90% aller Tiefkühl-Truhen im Lebensmittelmarkt mit einer Glasabdeckung ausgestattet sein, um den Verbrauch gering zu halten. [Schleicher, e.a. 2013]

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Austausch von Altgeräten durch Effizienzgeräte.
- Bis 2030 alle Kühlgeräte mit Abdeckungen/Türen ausgestattet.
- Erzielbares Einsparpotenzial bei 8,4 % des Strombedarfs für Kälteanwendungen im GHD-Sektor.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit stark von Annahmen zu Verbrauch von Effizienzgeräten und deren Kosten abhängig, Einzelfallprüfung erforderlich.

6.3.2.10 Vermeidung von Leerlaufverlusten

Leerlaufverluste können zu einem Großteil im Büro eingespart werden, da hier eine bevorzugte Nutzung von Informations- und Kommunikationsgeräten erfolgt. Der Standby-Betrieb bzw. der Verbrauch in der "Schein-Aus"-Phase können mit Hilfe von manuell ausschaltbaren Steckerleisten unterbunden werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Höchstmögliche Vermeidung der Verluste bis 2030 durch Steckerleisten.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 2,7 % des Stromverbrauchs für IKT-Geräte im GHD-Sektor.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit gegeben.

6.3.2.11 Vermeidung Betriebsverluste IKT

Mit der Modernisierung der elektronischen Verarbeitungsgeräte wird meist auch die Rechenleistung gesteigert. Dabei bleibt der Energieverbrauch gleich, sodass die ungenutzte Rechenleistung trotzdem Energie bezieht. Eine Anpassung durch effizientere Rechner kann den Verbrauch senken.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verlustminimierung durch effiziente Rechner

- Erzielbares Einsparpotenzial von 6,5 % des Stromverbrauches für IKT im GHD-Sektor.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit aufgrund der Abhängigkeit der unbekanntem Anzahl der Geräte nur grob abgeschätzt.

6.3.2.12 Einsatz effizienter Motoren

Der Einsatz effizienter Motoren stellt ein zu hebendes Potenzial bei mechanischen Energieanwendungen dar. Der Einsatz wurde bereits im Kapitel Verarbeitendes Gewerbe ausführlich beschrieben.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 20 % der bestehenden Motoren durch IE3 Motoren ausgetauscht.
- Einsparung bei Umsetzung der Maßnahme von durchschnittlich 8,7 %.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 1,7 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Sektors GHD.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Umsetzung der Maßnahme erfolgt aufgrund gesetzlicher Vorgaben und Zeiträume und lässt sich wirtschaftlich darstellen.

6.3.2.13 Optimierung Druckluftanlagen

Die Optimierung von Druckluftanlagen wurde bereits unter 6.2.2.12 beschrieben. Im GHD-Sektor kommen Druckluftanlagen in vielen Prozessen zum Einsatz, beispielsweise in Kfz-Werkstätten.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 20 % der bestehenden Druckluftanlagen mit einer Steuerung und Regelung ausgestattet.
- Es wird von einer Effizienzsteigerung der Druckluftanlage um 15 % ausgegangen [dena 2010a].
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 3,0 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Sektors GHD.

Aussagen-Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich bei geringer Amortisationszeit umsetzbar.

6.3.2.14 Optimierung RLT

Die Optimierung von RLT-Systemen wurde bereits unter 6.2.2.13 beschrieben. Auch im GHD-Sektor sind in Werks- oder Fertigungshallen zahlreiche RLT-Systeme vorhanden und stellen somit ein Potenzial zur Effizienzsteigerung dar.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis 2030 werden 15 % der bestehenden raumlufttechnischen Systeme optimiert.
- Je nach Branche beträgt das Einsparpotenzial 8 % durch die Optimierung.
- Zusätzliches Potenzial (17,5 %) kann durch die Optimierung der Betriebsweise erreicht werden.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 3,9 % bezogen auf den Stromverbrauch mechanischer Energie des Sektors GHD.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Hohe Wirtschaftlichkeit und kurze Amortisationszeiten zu erwarten, da die Investitionssummen gering sind und das Einsparpotenzial als hoch einzuschätzen ist.

6.3.2.15 Sonstige Maßnahmen Strom*Energiemanagement*

Ein betriebliches Energiemanagement ermöglicht einem Unternehmen, energetische Einsparpotenziale aufzudecken und somit Energiekosten einzusparen. Dabei werden Energieverbräuche und -kosten strukturiert ermittelt, mögliche Maßnahmen in der energetischen Prozessfolge stets verbessert und so langfristig Energie und Kosten reduziert. Hilfestellung bietet dabei die Energiemanagement-Norm DIN EN ISO 50001, welche Anforderungen an das Managementsystem stellt und Grundlagen zu einer Zertifizierung beinhaltet. Das Einsparpotenzial durch ein Managementsystem hängt stark von der Struktur des Unternehmens, aber auch Umsetzungsbereitschaft ab. Organisatorische Maßnahmen wie eine regelmäßige Wartung können bis zu 10 % der Energiekosten einsparen [dena 2013].

Bei der Betrachtung wird vorzugsweise auf den Einfluss eines Energiemanagementsystems bei mechanischer Energie eingegangen. Der Anteil mechanischer Energie am Endenergieverbrauch ist hoch, weshalb eine Beeinflussung der Stellgröße entsprechende Auswirkungen aufzeigt. Der Einfluss des Energiemanagements in Bezug auf mechanische Energie liegt zwischen 25 und 50 %.

Nutzersensibilisierung

Genau wie im Bereich der Wärmeanwendungen kann durch das Verhalten der Mitarbeiter ein erheblicher Anteil der Energieanwendungen im Strombereich eingespart werden.

Weitere

Über die beschriebenen Maßnahmen hinaus wird es im Sektor GHD weitere, nicht beschriebene Einspar-

potenziale geben. Ähnlich wie im Verarbeitenden Gewerbe könnte beispielsweise in größeren Gewerbebetrieben das Thema Rückgewinnung mechanischer Energie ein Thema sein. Im Rahmen der Berechnungen wurde angenommen, dass durch zusätzliche Maßnahmen rund 4 % des Stromverbrauches im GHD Sektor bis 2030 eingespart werden können.

Zusammenfassung Maßnahmen im Sektor GHD

Aus den zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches im Sektor GHD sind in Tabelle 20 zusammenfassend die Einsparpotenziale der einzelnen Maßnahmen aufgezeigt. Die höchsten Einsparpotenziale ergeben sich im Bereich der Wär-

meanwendungen demnach durch energetische Gebäudesanierungen und den Austausch ineffizienter Heizkessel. Im Bereich der Stromanwendungen weisen die Umstellung der Allgemein- und Straßenbeleuchtung die höchsten absoluten Einsparpotenziale auf.

Beschreibung				Einsparpotenzial Mit-Maßnahmen-Szenario		
Nr.	Maßnahme	Wirkung	Anwendungsart	absolut (TJ)	am EEV der Anwendungsart GHD (%)	am gesamten EEV GHD (%)
1	Energetische Gebäudesanierung	Wärme	Raumwärme	3.686	11,7	7,8
2	Wärmepumpe	Wärme	Raumwärme/ Warmwasser	38	0,1	0,1
3	Solarthermie	Wärme	Raumwärme/ Warmwasser	8	0,03	0,0
4	Kesseltausch	Wärme	Raumwärme	2.041	6,5	4,3
5	Hydraulischer Abgleich	Wärme	Raumwärme	524	1,7	1,1
6	Sonstige	Wärme	Diverse	2.437	6,5	5,2
7	Allgemeinbeleuchtung	Strom	Beleuchtung	543	20,0	1,1
8	Straßenbeleuchtung/ Ampelbeleuchtung	Strom	Beleuchtung	96	3,5	0,2
9	Kühl- und Tiefkühlsysteme	Strom	Kälte	48	8,4	0,1
10	Vermeidung Leerlaufverluste	Strom	IKT	28	2,7	0,1
11	Betriebsverluste IKT	Strom	IKT	68	6,5	0,1
12	Effiziente Motoren	Strom	mechanische Energie	25	1,7	0,1
13	Optimierung Druckluft	Strom	mechanische Energie	43	3,0	0,1
14	Optimierung RLT	Strom	mechanische Energie	56	3,9	0,1
15	Sonstige	Strom	Diverse	237	3,6	0,5
Summe Potenzial		Strom/Wärme		9.878		20,9
	EEV GHD 2015 (ber)	Wärme		40.724		
	EEV GHD 2015 (ber)	Strom		6.562		
	EEV GHD 2015 (ber)	Summe		47.286		

Tabelle 20 Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Sektor GHD im Mit-Maßnahmen-Szenario
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

6.3.3 Hemmnisse

Im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen sind im vorangegangenen Kapitel Maßnahmen aufgeführt und erläutert, welche zu einer deutlichen Reduzierung des Endenergieverbrauchs beitragen können. Vielen wirtschaftlich umsetzbaren Maßnahmen stehen aber verschiedene Hemmnisse gegenüber, welche die Umsetzung verlangsamen oder gänzlich scheitern lassen. Im Folgenden wird eine Übersicht zu möglichen Hemmnissen gegeben. In den meisten Fällen ergibt sich, wie auch im Sektor Verarbeitendes Gewerbe, ein Geflecht von Hemmnissen, die sich gegenseitig bedingen.

Im Allgemeinen erfolgt die Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung auch im Sektor GHD im Zuge von Neuinvestition. Dann liegt eine solide finanzielle Grundlage vor und die Rahmenbedingungen sind kalkulierbar.

6.3.3.1 Information

Insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) fehlt häufig der Überblick über Strom- und Wärmeverbräuche. Es erfolgt häufig keine regelmäßige Erfassung und Überprüfung der Verbrauchsdaten. Zumindest für einen Teil der Betriebe wird sich diese Situation durch die konsequente Umsetzung der Energiedienstleistungsrichtlinie mit der Verpflichtung zum Energieaudit (alle 4 Jahre) künftig aber verbessern. Schwachstellen und Einsparpotenziale werden dadurch teilweise nicht erkannt. Hinzu kommt, dass fehlendes Know How bei Akteuren und in Betrieben zum Beispiel über am Markt verfügbare Technik oder mögliche Förderangebote die Umsetzung von wirtschaftlichen Maßnahmen negativ beeinflussen können.

6.3.3.2 Organisation

Im Bereich der Organisation von Unternehmen können unterschiedliche Interessen von Verantwortlichen einzelner Unternehmensbereiche ein Hemmnis darstellen. Zusätzlich beeinflusst das Dilemma zwischen Mietern und Vermietern oder Investoren und Nutzern von gewerblich genutzten Gebäuden oder Räumen die Umsetzung von Maßnahmen. Die Handlungsmöglichkeiten für Mieter bzw. Nutzer sind meist stark eingeschränkt, wenn es beispielsweise um bauliche Veränderungen oder Umstellungen von Beleuchtungs- oder Heizsystemen geht.

6.3.3.3 Recht

Auch rechtliche Rahmenbedingungen wie Verordnungen beim Denkmalschutz können der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (wie Gebäudesanierungen etc.) gerade in Innenstadtbereichen entgegenwirken. Häufig ist der öffentliche Sektor mit seinen teilweise historischen Gebäuden davon betroffen. Zudem stellen unsichere Entwicklungen in der nationalen und internationalen Gesetzgebung, bei Verordnungen und Förderzuschüssen für Unternehmen eine wenig solide Planungsgrundlage, insbesondere für kostenintensive Investitionen, dar.

In der jüngeren Vergangenheit standen auch rechtliche Bewertungsmaßstäbe der Kommunalaufsicht bei finanzschwachen Kommunen der Umsetzung von Projekten im Bereich Klimaschutz - auch bei Projekten mit einem hohen Anteil an Förderung und geringem Eigenanteil - im Wege. Diese Bewertungsmaßstäbe sollten im Sinne der Energiewende überprüft werden.

6.3.3.4 Finanzen

Auch in KMU werden häufig möglichst kurze Amortisationszeiten von Investitionen angestrebt. Dadurch werden viele aus energetischer Sicht rentable Maßnahmen nicht berücksichtigt.

Des Weiteren können fehlendes Eigenkapital sowie die Bonität von Unternehmen Einfluss auf die Entscheidungen nehmen. Durch aktuell deutlich schwankende Energiepreise können zudem Amortisationszeiten von Maßnahmen nur schwer abgeschätzt werden.

6.3.3.5 Motivation

Auf motivatorischer Ebene kommt hinzu, dass die Energiekosten von Unternehmen oft nur wenige Prozente der Gesamtausgaben ausmachen und im Vergleich zu Personalkosten oft vernachlässigt werden. Geht es daher darum, Kosten einzusparen, werden zuerst andere Bereiche wie Personal näher beleuchtet. Zudem können fehlendes Interesse oder einseitige Wertorientierungen von Verantwortlichen in Bezug zum Thema Klimaschutz der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im Wege stehen.

Ebenfalls spielen unsichere Zukunftsaussichten für langfristige Investitionsmaßnahmen eine entscheidende Rolle.

6.3.4 Vermeidungskostenkurven

Im Folgenden werden die vermiedenen Energiekosten der Effizienzmaßnahmen in Form von Vermeidungskostenkurven getrennt nach Maßnahmen im Strom- und Wärmebereich dargestellt.

Energiepreise

Der durchschnittliche Strompreis betrug im Jahr 2015 rund 22 Cent/kWh [DESTATIS 2016], dieser kann je nach Menge des Energieverbrauchs zwischen einzelnen Unternehmen deutlich schwanken.

Gemäß Endenergiebilanz verteilte sich der EEV zur Bereitstellung von Raumwärme, Prozesswärme und Warmwasser im GHD-Bereich folgendermaßen:

▪ Erdgas:	67 %
▪ Heizöl:	27 %
▪ Fernwärme:	4 %
▪ Sonstige:	2 %

Aufgrund dieser Aufteilung wurde in Abbildung 32 ein durchschnittlicher Wärmepreis von 6 Cent/kWh, stellvertretend für den hohen Anteil des Erdgases am EEV, zugrundegelegt.

Zusätzlich wurden zur Veranschaulichung Preise für das Jahr 2030 angegeben. Für den erwarteten Strompreis (nominal) im Jahr 2030 wurde auf [Prognos/gws/ewi 2014] zurückgegriffen. Die Entwicklung des Wärmepreises (nominal) orientiert sich bis zum Jahr 2022 an [IE 2016], in der Entwicklung nach 2022 wurde von einer jährlichen Preissteigerung von 3 Prozent ausgegangen.

Interpretation

Die Kosten für die Energieeinsparung der einzelnen Maßnahmen wurden als Differenzkosten gegenüber dem vorhandenen Standard berechnet. Im Falle einer

Neuinvestition wurde der Stand der Technik als Standard gegenübergestellt.

Die Investitionskosten wurden mit einem Zinssatz von 4 % kalkuliert und mittels eines Annuitätsfaktors abgeschrieben.

Die zugrunde liegenden Kalkulationen zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit sind als beispielhafte Darstellungen zu interpretieren. Die Energieanwendungen in Unternehmen und Betrieben in Sachsen-Anhalt stellen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Energieeinsparung dar. Somit sollen die vorrangigsten Darstellungen einen Querschnitt darstellen.

In Abbildung 31 und Abbildung 32 stellt jeweils der Abstand zwischen den Kosten der Energieeinsparung (spezifische Kosten für die Umsetzung der Maßnahme) und den vermiedenen Energiekosten (durchschnittlicher Energiepreis 2015 bzw. 2030) das Maß der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen dar. Je näher die Kosten für die Maßnahmenumsetzung dabei an der Linie der vermiedenen Energiekosten liegen, desto höher ist die jeweilige Amortisationszeit der Maßnahme einzuschätzen. Beispielsweise amortisiert sich die Umstellung der Beleuchtung innerhalb weniger Jahre, während der hydraulische Abgleich deutlich höhere Amortisationszeiten aufweist (Abbildung 31 und Abbildung 32).

Als Basis für die Bestimmung der „Mehrkosten“ für Effizienzmaßnahmen wurden die Kosten für effiziente Materialien und Geräte dem Standard gegenübergestellt. Die Mehrkosten wurden anschließend in Relation zur potenziellen Energieeinsparung über die Lebenszeit der Geräte gestellt und somit die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen abgebildet.

Im Bereich der potenziellen **Stromeinsparmaßnahmen** wird deutlich, dass alle berechneten Maßnahmen über die Lebensdauer der jeweiligen effizienten Produkte wirtschaftlich umsetzbar sind. Die meisten der Maßnahmen im Bereich der mechanischen Energieanwendungen amortisieren sich bereits innerhalb der ersten Jahre nach der Umsetzung. Bei Maßnahmen wie der Verminderung der Betriebsverluste in Büros sowie der Beschaffung effizienter Kühlgeräte im Ernährungsgewerbe wird die Differenz zwischen vermiedenen Energiekosten und den Kosten der Energieeinsparung geringer. Diese Maßnahmen lassen sich

demnach als wirtschaftlich über die Lebensdauer einschätzen, haben gegenüber den anderen Maßnahmen im Strombereich aber deutlich längere Amortisationszeiten.

Absolut betrachtet stellt die Beleuchtung (Allgemeinbeleuchtung und Straßenbeleuchtung) das größte Einsparpotenzial der berechneten Maßnahmen dar (knapp 640 TJ). Durch effiziente Motoren, die Optimierung von Druckluftanlagen sowie RLT-Systemen können in Summe rund 120 TJ Strom eingespart werden. Rund 150 TJ können durch die weiteren aufgeführten Maßnahmen eingespart werden.

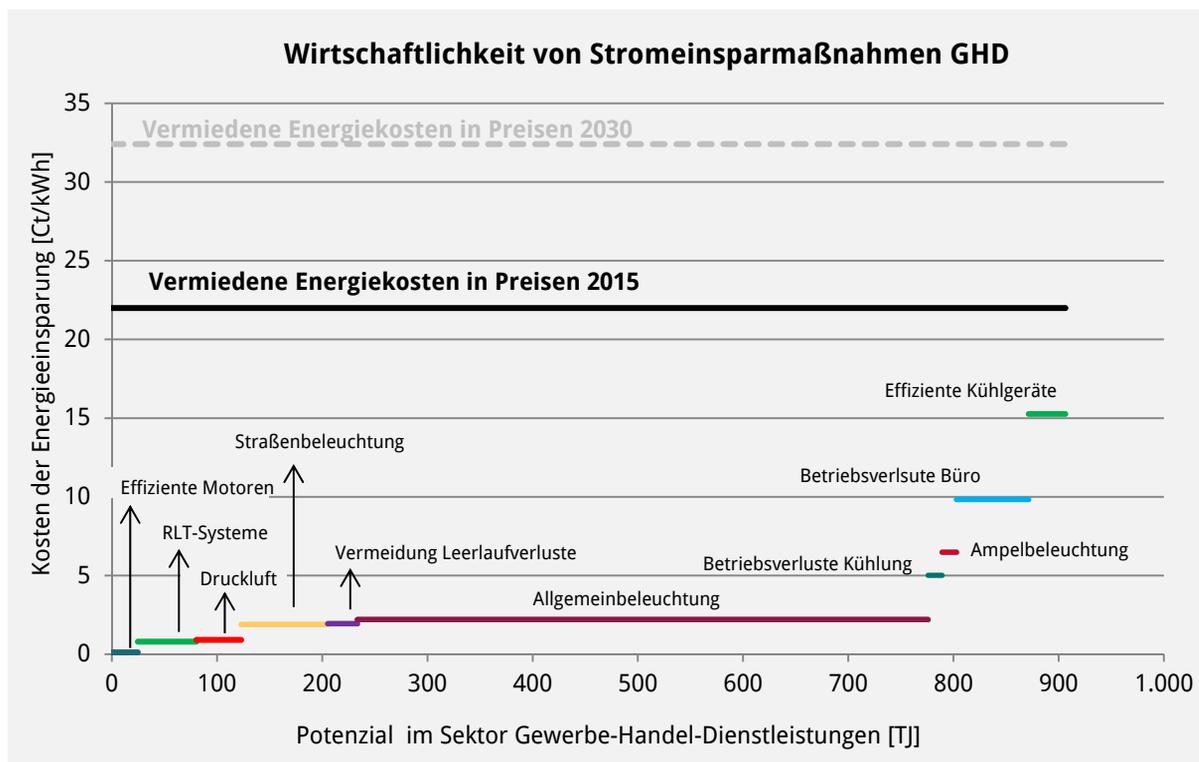


Abbildung 31 Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen im Sektor GHD

Anmerkung: Energiepreis kann je nach Energieträger und Abnahmemenge deutlich abweichen

Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Im Bereich der **Wärmeanwendungen** stellt sich die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen gegenüber den Maßnahmen im Strombereich tendenziell ungünstiger dar. Die Differenzen zwischen vermiedenen Energiekosten und Kosten der Energieeinsparung sind zum Teil gering, so dass die wirtschaftliche Umsetzung nicht in allen Fällen garantiert werden kann bzw. betriebswirtschaftlich besonders attraktiv ist.

Die höchsten absoluten Einsparpotenziale können im Bereich der Wärmeanwendungen durch die energetische Gebäudesanierung erzielt werden. Aufgrund der Vielfältigkeit verschiedener Maßnahmen und deren Investitionskosten (Teilsanierungen etc.) wurde eine Spannbreite der Wirtschaftlichkeit dargestellt. Demnach sind zahlreiche Maßnahmen im Bereich der energetischen Sanierung wirtschaftlich darstellbar,

aber stark abhängig vom Energieverbrauch des Gebäudes vor der Sanierung sowie den Energiekosten (variieren nach Energieträgern zum Teil deutlich). Je niedriger der Energiepreis sowie der Energieverbrauch des Objektes vor Maßnahmenumsetzung, desto höher sind die Amortisationszeiten und desto geringer die Wirtschaftlichkeit. Einzelprüfungen sind daher in jedem Fall unabdingbar.

Neben der energetischen Sanierung lässt sich auch durch den Austausch alter Heizkessel, optimalerweise in Verbindung mit hydraulischem Abgleich, ein hohes Einsparpotenzial erzielen.

Des Weiteren kann im Wärmebereich durch Solarthermie und Wärmepumpen, durch höhere Wirkungsgrade dieser Systeme, ein Teil des Endenergieverbrauchs eingespart werden.

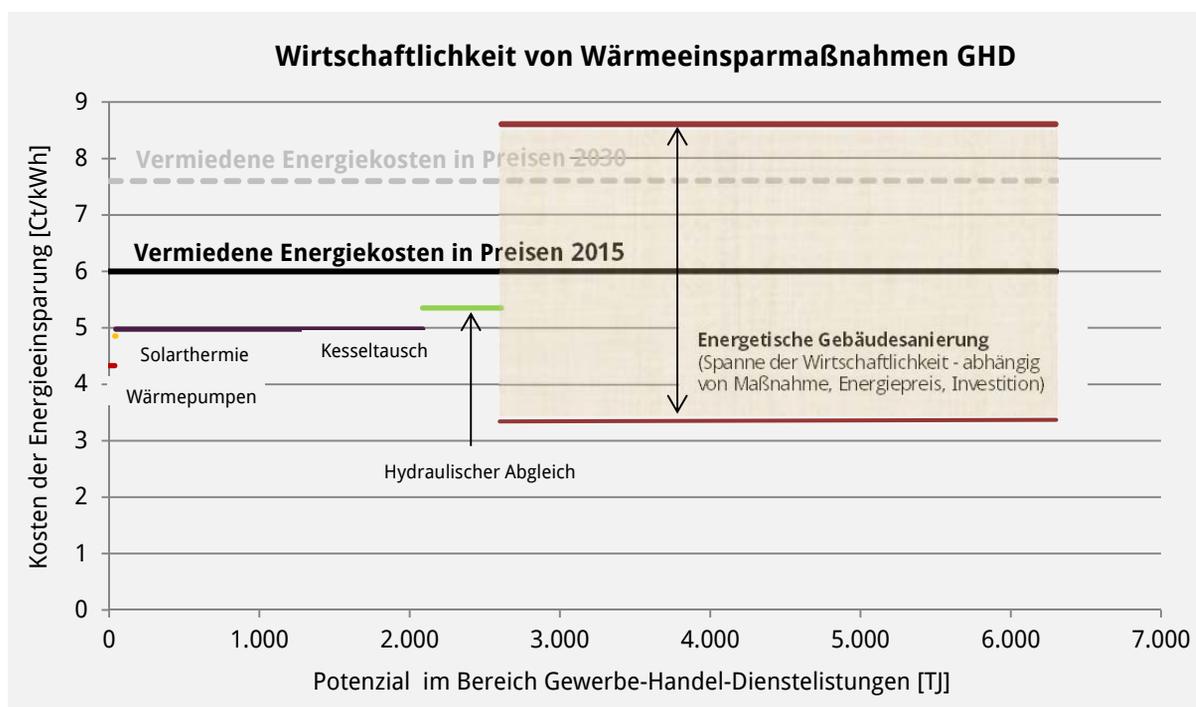


Abbildung 32 Wirtschaftlichkeit von Wärmeeinsparmaßnahmen im Sektor GHD
 Anmerkung: Energiepreis kann je nach Energieträger und Abnahmemenge deutlich abweichen
 Quelle: Berechnungen Fraunhofer IFF

6.4 Private Haushalte

Im Sektor der privaten Haushalte ist eine umfangreiche Kenntnis über die aktuelle Situation zum Endenergieverbrauch nötig, um Maßnahmen zur Energieeinsparung differenziert bewerten zu können. Im Folgenden wird zunächst der Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen getrennt nach Strom- und

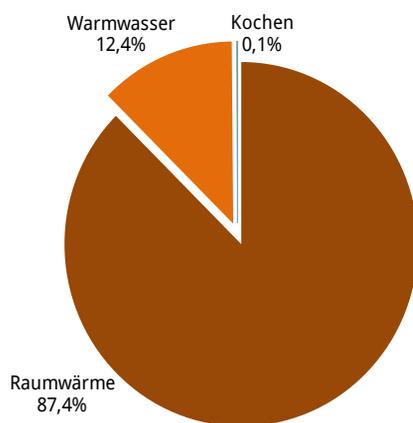
Wärmeanwendungen aufgeführt. Anschließend wird Bezug zum Gebäudebestand sowie der Besitzverhältnissen genommen. Vor dem Hintergrund der Hemmnisse bei der Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen wird auch die Altersstruktur der Bevölkerung Sachsen-Anhalts näher betrachtet.

6.4.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung

Im Sektor der privaten Haushalte wurden im Jahr 2015 insgesamt rund 72.700 TJ Energie (bereinigt) verbraucht, davon entfielen etwa 11.100 TJ auf Stromanwendungen (Abbildung 33). Der größte Teil der Energie wurde für die Erzeugung von Raumwärme verwendet. Auf diese Anwendung entfallen knapp 88 % des Endenergieverbrauchs (ohne Strom). Über 12 % der Energie wird für die Bereitstellung von Warmwasser benötigt.

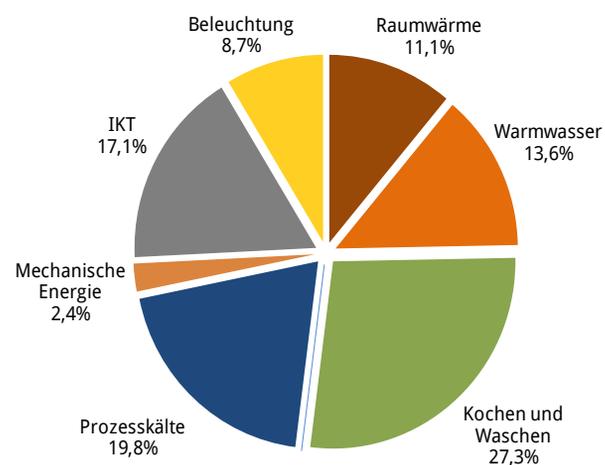
Auf Seiten des Stromverbrauchs wird rund ein Viertel für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser eingesetzt. Etwas mehr als ein Viertel wird zu Koch- und Waschwzwecken benötigt, etwa ein Fünftel für Prozesskälte und rund ein Sechstel für Informations- und Kommunikationsgeräte. Beleuchtung hat einen Anteil am Stromverbrauch der Haushalte von weniger als 10 % (Abbildung 33).

Endenergieverbrauch Haushalte (ohne Strom)



EEV 2015 (ohne Strom): 61.700 TJ

Stromverbrauch der Haushalte



EEV 2015 (Strom): 11.100 TJ

Abbildung 33 Endenergieverbrauch (bereinigt) der privaten Haushalte in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen

Quelle: Berechnungen IE Leipzig auf Basis [AGEB 2014]

Insgesamt gab es im Jahr 2015 in Sachsen-Anhalt rund 571.000 Gebäude mit Wohnraum [StaLa 2016]. 84 % der Gebäude, also rund 479.000 Gebäude waren im Besitz von Privatpersonen (Abbildung 34). Rund 6 % der Gebäude gehörten Eigentümergemeinschaften, der Anteil kommunaler Gebäude lag bei 4 %, etwa 3,3 % waren in Hand von Wohnungsgenossenschaften. Der restliche Gebäudebestand in Höhe von 14.250 Gebäuden bzw. 2,5 % des Gesamtbestandes teilte sich im Jahr 2015 auf privatwirtschaftliche Wohnungsunternehmen, Bundes- und Landesliegenschaften sowie Organisationen ohne Erwerbszweck, wie Kirchen, auf. Über die Hälfte der Gebäude wurde vor 1948 gebaut, in etwa zu gleichen Teilen vor 1919 und zwischen 1919 und 1948. Etwa 17 % des Bestandes wurde zwischen 1948 und 1978 erbaut.

Parallel zur ersten Wärmeschutzverordnung (1977) in der BRD unterlagen Neubauten ab Ende der 70er Jahre in der DDR der TGL 35424 (TGL = Technische

Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen), welche inhaltlich auf der TGL 10686 (erste Vorschriften zum Wärmeschutz, Inkrafttreten 1.1.1966) aufbaute. Darin wurden Vorgaben zum bautechnischen Wärmeschutz verbindlich vorgeschrieben. In den 80er Jahren wurden die Vorgaben hinsichtlich eines erhöhten Wärmeschutzes mehrfach erhöht. Ein Vergleich der Anforderungen zwischen TGL 35424 und der Wärmeschutzverordnung zeigte, dass die Werte der TGL nur zeitlich etwas verzögert den Forderungen der jeweils gültigen Wärmeschutzverordnung entsprachen. [Neef & Müller 1998]

Etwa ein Viertel des Gebäudebestandes Sachsen-Anhalts unterlag demnach bereits beim Bau Richtlinien und Verordnungen zur Energieeinsparung, welche sich bis zum aktuellen Zeitpunkt stetig verschärft haben.

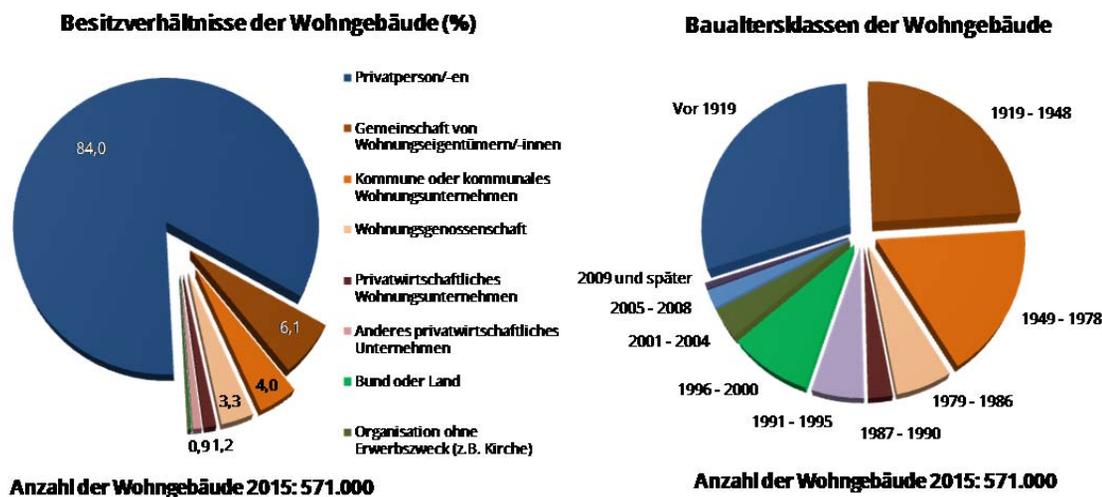
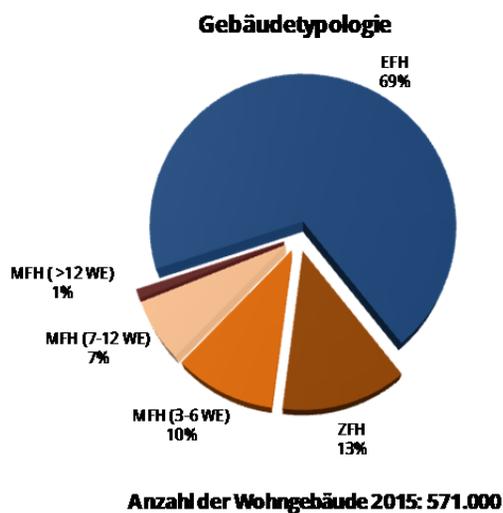


Abbildung 34 Besitzverhältnisse und Baualtersklassen der Gebäude in Sachsen-Anhalt
Quelle: [StaLa 2016] auf Basis von [GWZ 2011]

Rund 393.000 Gebäude und damit 69 % der Gebäude in Sachsen-Anhalt sind Einfamilienhäuser. Mehrfamilienhäuser (3 oder mehr Wohneinheiten im Gebäude) haben einen Anteil von 18 % (103.000 Gebäude), ins-

gesamt rund 74.000 Gebäude und somit 13 % sind Zweifamilienhäuser. Der Großteil des Bestands der Mehrfamilienhäuser hat zwischen 3 und 12 Wohneinheiten (Abbildung 35).



Obwohl nur etwa jedes fünfte Wohngebäude in Sachsen-Anhalt 3 oder mehr Wohnungen hat, befinden sich rund 57 % der Wohnungen in diesen Mehrfamilienhäusern. Wohnungen in Einfamilienhäusern haben einen Anteil von knapp einem Drittel am gesamten Wohnungsbestand. Etwa jede achte Wohnung befindet sich in einem Zweifamilienhaus (Abbildung 36).

Rund die Hälfte des Wohnungsbestandes in Sachsen-Anhalt wurde im Jahr 2015 vermietet. Selbst genutztes Eigentum hatte einen Anteil von 38 % am Gesamtbestand. Fast jede zehnte Wohnung stand im Jahr 2015 leer, ein marginaler Anteil der Wohnungen wurde für Ferien- und Freizeitzwecke genutzt (Abbildung 36).

Abbildung 35 Gebäudetypologie Sachsen-Anhalts 2014
Quelle: [StaLa 2016] auf Basis von [GWZ 2011]

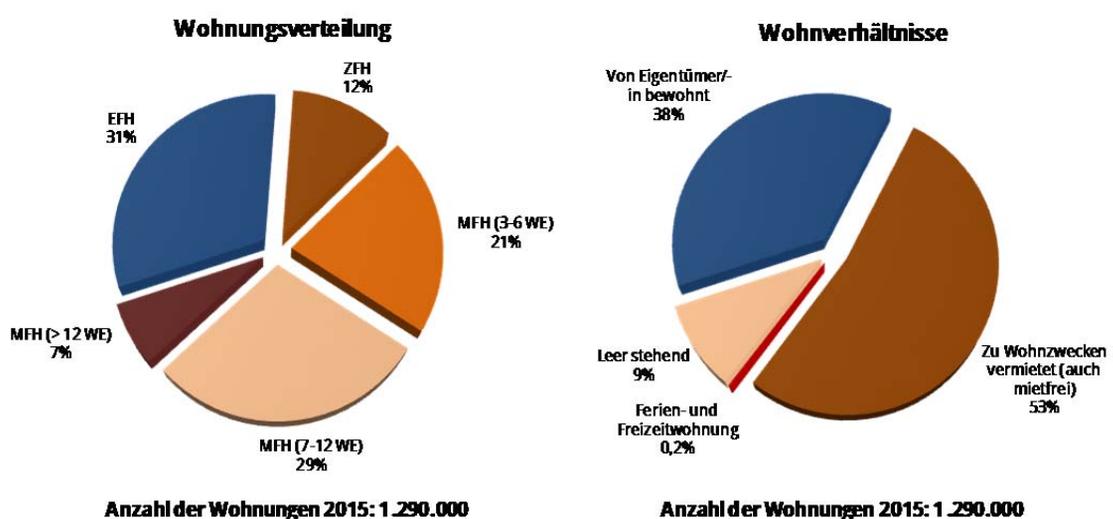


Abbildung 36 Wohnungsverteilung und Wohnverhältnisse in Sachsen-Anhalt
Quelle: [StaLa 2016] auf Basis von [GWZ 2011]

Bei Betrachtung der Alterspyramide Sachsen-Anhalts wird deutlich, dass die größte Bevölkerungsgruppe zwischen 45 und 65 Jahren alt ist (Abbildung 37). Im Betrachtungszeitraum der Szenarien bis zum Jahr 2030 wird sich dieser „Bauch“ der Pyramide weiter verschieben. Besonders vor dem Hintergrund der Maßnahmen im Bereich Gebäudesanierung kann das Alter der Gebäudeeigentümer ein deutliches Hemmnis darstellen. Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang insbesondere auf zwei Tatbestände:

- Die Investitionsbereitschaft – vor allem bei hohen Investitionen – ist bei älteren Hauseigentümern tendenziell geringer. Der langfristige Nutzen einer Investition wird nicht mehr persönlich wirksam und vorhandene Finanzmittel werden prioritär für andere Ausgaben (Reisen, Gesundheit usw.) genutzt.
- Soweit für umfangreichere Energiesparmaßnahmen Kredite in Anspruch genommen werden sollen/müssen, wird die Kreditvergabe an ältere – aber auch jüngere – Hauseigentümer durch die Umsetzung der EU Wohnimmobilienkreditrichtlinie in deutsches Recht weiter erschwert. Der deutsche Gesetzgeber hat zudem die EU-Anforderungen zusätzlich verschärft, so dass einerseits energie- und kli-

mapolitische Ziele propagiert werden und andererseits durch eigene Gesetze die Zielerreichung zusätzlich erschwert wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der durchschnittliche Sachsen-Anhalter zwischen 50 und 60 Jahre alt ist und als Mieter in einem Mehrfamilienhaus wohnt, welches vor 1948 gebaut wurde.

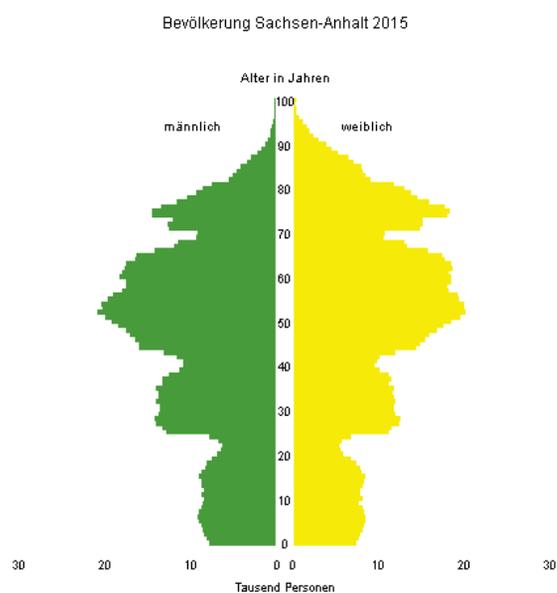


Abbildung 37 Alterspyramide Sachsen-Anhalts 2015
Quelle: [StLa 2016]

6.4.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen

Wärmeanwendungen

Nach den diskutierten Statistiken und Daten werden nun, wie in den vorangegangenen Kapiteln, Energieeinsparmaßnahmen aufgeführt und wirtschaftlich bewertet.

Im Sektor der privaten Haushalte wird der Endenergieverbrauch ebenfalls in die bekannten Bereiche Strom- und Wärmeanwendungen unterteilt. Insbesondere in den privaten Haushalten gestaltet sich der

Energieverbrauch sehr unterschiedlich, je nach Bewohner(-zahl) und Gebäude/Heizungsart.

In der nachfolgenden Übersicht sind die untersuchten Maßnahmen im Bereich des Wärmeverbrauchs dargestellt.

Maßnahmen im Bereich Wärme in Haushalten	
Optimierung der Wärmeversorgung	Kesselaustausch Hydraulischer Abgleich Wärmepumpe Solarthermie
Gebäudesanierung	Energetische Gebäudesanierung
Sonstige	Effizienzhäuser Nutzersensibilisierung

Tabelle 21 Übersicht über Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Sektor PHH
Quelle: IFF Magdeburg

6.4.2.1 Kesselaustausch

Um im Bereich der Wärmeversorgung der privaten Haushalte Einsparpotenziale identifizieren zu können, wird mithilfe des Zensus 2011 Aufschluss über die Wohnverhältnisse und Heizungsarten gegeben. Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften nehmen einen Anteil von 73 % der Anzahl von Gebäuden mit Wohnraum ein. Demnach erfolgt die Wärmeversor-

gung dieser Wohnräume über eine Zentralheizung (70 % aller Heizungsarten). Daneben wird ein kleiner Teil der Wohngebäude mit Fernwärme oder Etagenheizungen mit Raumwärme versorgt. Die Arten der Zentralheizung unterscheiden sich vor allem durch die eingesetzten Energieträger.

Über alle Gebäudetypen hinweg erfolgt die Raumwärmeversorgung der privaten Haushalte vor allem

mittels Erdgas (38 %). Ebenfalls kommen Ölheizungen (22 %) zum Einsatz und der Einsatz von erneuerbaren Energien (22 %, Biomassekessel, Wärmepumpe, Solarthermie) nimmt stetig zu. Etwa 13 % der Wohnungen werden mit Fernwärme versorgt. Die übrigen rund 5 % teilen sich auf elektrische Heizungen und Kohleöfen auf.

Somit stellt die Optimierung der Heizkessel zur Energieeinsparung auch im Sektor der privaten Haushalte ein wesentliches Einsparpotenzial dar. Im Abschnitt der Wärmeanwendungen des Verarbeitenden Gewerbes (6.2.2.2) wurde der Tausch eines konventionellen Erdgaskessels durch einen effizienten Brennwert-Erdgaskessel bereits ausführlich beschrieben. Die Technologie ist vergleichbar. Die Leistungsgrößen der Kessel sind in der privaten Anwendung sehr viel kleiner. Wenn der alte Kessel älter als 15 Jahre ist, lohnt sich ein Kesselaustausch und es können bis zu 15 % der Energie eingespart werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Erhöhung der Kesselaustauschrate auf jährlich 5 %.
- Durchschnittliche Energieeinsparung von 10 % durch Kesselaustausch.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 6,5 % des Raumwärmeverbrauchs privater Haushalte.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar, wenn ohnehin ein Kesselaustausch ansteht.
- Vorzeitiger Austausch abhängig vom Wirkungsgrad des Altgerätes.

6.4.2.2 Energetische Gebäudesanierung

Die energetische Gebäudesanierung im Bereich der privaten Wohnräume ist stark abhängig von den Wohnverhältnissen und dem Sanierungsstand. Da in Sachsen-Anhalt 73 % der Wohngebäude Ein- und Zweifamilienhäuser sind, entsteht bei diesen weniger das Eigentümer-Nutzer-Dilemma. Fast drei Viertel des Gebäudebestandes in Sachsen-Anhalt wurde vor Erlass erster Richtlinien zum Wärmeschutz erbaut.

Aktuell wurde eine Sanierungsrate für Sachsen-Anhalt von 0,8 %/a abgeschätzt. Hierbei ist von einer äquivalenten Vollsaniierungsrate zu sprechen, da ein Großteil der Gebäude nicht vollständig saniert wird, sondern meist Teilsanierungen am Gebäude durchgeführt werden. Die Raten dieser Teilsanierungen liegen deutlich höher, ergeben in Summe umgerechnet auf die potenzielle Einsparung bei Vollsaniierung aber eben diese äquivalente Vollsaniierungsrate von 0,8 %/a. Im Wohnungsbestand Sachsens-Anhalts betrug der Wärmeverbrauch, bezogen auf die Wohnfläche, im Jahr 2015 rund 175 kWh je m². Damit liegt Sachsen-Anhalt etwa im deutschen Durchschnitt, wobei in den neuen Bundesländern der spezifische Flächenverbrauch, aufgrund der Sanierungswelle Anfang der 1990er Jahre, etwas unter dem Niveau der alten Bundesländer liegt.

In den meisten Fällen werden Gebäude nicht vollsaniert, sondern es werden einzelne Maßnahmen zur Energieeinsparung an Gebäuden umgesetzt. Die häufigsten Teilsanierungen im Bereich der privaten Haushalte sind:

- Dämmung der Außenhülle
- Fenstertausch

- Dämmung der obersten Geschossdecke oder des Daches
- Dämmung der Kellerdecke

Bei der *thermischen Dämmung* der Gebäudehülle sind die Dämmdicken (üblicherweise ca. 10 bis 25cm) durch die vorhandene Gebäudehülle und den Aufwand für den Umbau limitiert. Am häufigsten kommen verschiedene Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) zum Einsatz, gelegentlich finden auch Isolierklinker oder hinterlüftete Vorhangfassaden Anwendung. WDVS sind besonders geeignet für Bestandsgebäude, an denen Baumaßnahmen an der Fassade geplant sind. Im Bereich denkmalgeschützter Gebäude werden WDVS kaum eingesetzt, hier muss meist auf Innendämmung zurückgegriffen werden. Die Kosten (Materialkosten und Lohnkosten) für die Dämmung mittels WDVS werden, je nach Material und Dämmdicke, mit 100 – 150 €/m² angegeben [FIW 2015].

Sind in Gebäuden Keller vorhanden, welche ungedämmt sind, können bis zu 10 Prozent der Wärme verloren gehen. Hier empfiehlt es sich, die *Kellerdecke* mittels Dämmplatten auszustatten. Der finanzielle Aufwand zur Umsetzung dieser Maßnahme ist überschaubar, je nach Material wird von 15 - 25 € pro m² ausgegangen (Anbieterrecherche).

Durch die oberste Geschossdecke bzw. Dächer können bis zu 20 Prozent der Wärmeenergie verloren gehen, wenn nicht gedämmt wird. Durch die EnEV 2014 werden Gebäudeeigentümer (mit wenigen Ausnahmen) zur Dämmung der obersten Geschossdecke verpflichtet. Mit ca. 15 - 25 €/m² sind die Investitionen (Anbieterrecherche) der Dämmung überschaubar und amortisieren sich durch die eingesparten Energiekosten nach einigen Jahren.

Der Austausch von Fenstern durch Wärmeschutzverglasung (0,9 W/m²K) birgt ein hohes Einsparpotenzial. Edelgas (i.d.R. Argon) zwischen den Glasschichten weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf und verringert den Wärmeverlust verglasteter Flächen deutlich. Die Kosten für den Austausch von Fenstern und Fenstertüren variieren je nach Hersteller deutlich.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verdoppelung der Vollsanierungsrate auf jährlich 1,6 %.
- Durchschnittliche Einsparung durch Sanierung von 40 %.
- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 11,7 % bezogen auf den Raumwärmeverbrauch der privaten Haushalte.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit ist abhängig von Energiepreis, Investitionskosten, Energieeinsparung, Zustand des Gebäudes sowie Zinssatz und muss daher im Einzelfall immer aufgrund der Spezifika überprüft werden.
- Beispiel: Zu sanierendes Einfamilienhaus mit 125 m² Wohnfläche, Verbrauch vor der Sanierung 220 kWh/m², Energiepreis aktuell 7 Cent/kWh (Erdgas). Der Eigentümer des Gebäudes entscheidet sich anstatt einer günstigen Dämmung mit einer potenziellen Einsparung von 15 - 20 % für eine Dämmung durch WDVS (25 cm) und erwartet eine Energieeinsparung von 40 %. Die höheren Investitionskosten von rund 5.000 € gegenüber der günstigeren Alternative (Annahme, dass die zu dämmende Fläche der Außenwände rund 100 m² beträgt und die Mehrkosten der Dämmung je m² rund 50 € betragen [FIW 2015]) amortisieren sich bei einem

Zinssatz von 4 % nach 14 Jahren über die eingesparte Energie (ungeachtet steigender Energiepreise).

Positivbeispiel (hohe Wirtschaftlichkeit): Hat das gleiche Gebäude vor der Sanierung einen höheren Verbrauch von 250 kWh/m² und bezieht Energie zum aktuellen Preis von 9,2 Cent/kWh (z. B. Fernwärme), so amortisiert sich die Investition durch die eingesparte Energie bereits nach 9 Jahren (ungeachtet steigender Energiepreise).

Negativbeispiel (Wirtschaftlichkeit fraglich): Hat das Gebäude vor der Sanierung einen Verbrauch von nur 150 kWh/m² und beträgt der aktuelle Energiepreis nur 6 Cent/kWh (Bsp. Heizöl), dann amortisieren sich die Mehrkosten der Maßnahme erst nach 32 Jahren (ungeachtet steigender Energiepreise).

Anhand der Spannbreite der Amortisationszeiten wird deutlich, dass eine individuelle Betrachtung in jedem Fall nötig ist.

- Zahlreiche Maßnahmen im Bereich der Gebäudesanierung sind wirtschaftlich umsetzbar, die Wirtschaftlichkeit ist aber von vielen Faktoren abhängig.

6.4.2.3 Wärmepumpe

Die Nutzung von alternativen Methoden zur Energieversorgung erlangen immer mehr an Bedeutung. Die privaten Haushalte in Sachsen-Anhalt nutzen erneuerbare Energieträger bereits für 22 % des Raumwärmeverbrauchs.

Die Funktionsweise einer Wärmepumpe wurde bereits im Abschnitt 6.3.2.2 erläutert. Um die Energieeffizienz

der Gesamtanlage beschreiben zu können, sind Jahresarbeitszahlen (JAZ) definiert wurden. Diese beschreiben das Verhältnis von Erzeugter Wärme zur eingesetzten Strommenge. Für die unterschiedlichen Wärmepumpensysteme liegen die JAZ bei 3,2 – 4.

Der Zubau von Wärmepumpen erfolgt vorwiegend beim Neubau, da hier durch das EEWärmeG ein Anteil der Wärmeversorgung auf Basis regenerativer Energien vorgeschrieben wird. Wegen der geringen Neubauaktivität in Sachsen-Anhalt aufgrund der demografischen Entwicklung und vor dem Hintergrund, dass Neubauten ab 2021 im Niedrigstenergiestandard (< 40 kWh/m²) errichtet werden müssen, wurde der Einsatz von Wärmepumpen in Neubauten nicht gesondert als Effizienzmaßnahme betrachtet. Dieser unterliegt demnach der Trend-Entwicklung.

Grundsätzlich führen Wärmepumpen nicht direkt zu einer Endenergieeinsparung. Im Gebäude wird nach dem Einbau die gleiche Menge an Energie verbraucht wie mit dem vorherigen System. Als Einsparpotenzial kann daher nur der Teil aufgeführt werden, welcher durch einen höheren Wirkungsgrad der Wärmepumpe eingespart wird. Haupteffekt des Einsatzes von Wärmepumpen ist die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien und die Vermeidung von Emissionen durch fossile Energieträger.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Zusätzlich zum Zubau von Wärmepumpen bei Neubauten wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2030 auch im Bestand rund 0,8 % der Raumwärme durch Wärmepumpen bereitgestellt wird, umgerechnet entspricht dies einer Umstellung der Wärmeversorgung auf Wärmepumpen in rund 4.500 Gebäuden.

- Das erzielbare Einsparpotenzial liegt bei 0,1 % bezogen auf den Raumwärme- und Warmwasserverbrauch des Sektors private Haushalte.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Die Wirtschaftlichkeit ist vom Einzelfall abhängig (System, Rahmenbedingungen, Strompreis für Wärmepumpentarif).

6.4.2.4 Solarthermie

Im Bereich der erneuerbaren Energien wird neben dem Einsatz einer Wärmepumpe auch der Einsatz einer solarthermischen Anlage betrachtet. Die Funktionsweise wurde bereits in den Sektoren GHD/ VG beschrieben.

Genau wie bei der Wärmepumpe führt auch die Installation von Solarthermieanlagen nicht direkt zur Endenergieeinsparung in Gebäuden, als Effizienzpotenzial kann lediglich jener Teil ausgewiesen werden, welcher aufgrund des höheren Wirkungsgrades des Systems gegenüber dem Referenzsystem ermittelt wird. Haupteffekt des Einsatzes von Solarthermie ist die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien und die Vermeidung von Emissionen durch fossile Energieträger.

Im Bereich der privaten Haushalte ist die kombinierte Nutzung von Solarthermie für die Warmwasserbereitstellung und die Heizungsunterstützung wirtschaftlich am besten darstellbar.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Verdoppelung des aktuellen Zubaus (jährlich rund 15.000m²) auf jährlich 30.000m² in Sachsen-Anhalt.

- 90 % der zugebauten Anlagen im Bereich privater Haushalte.

- Die spezifische Wärmeerzeugung liegt bei 380 kWh/m².

- Das erzielte Einsparpotenzial liegt bei 0,1 % bezogen auf den Raumwärme- und Warmwasserverbrauch der privaten Haushalte.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

- Die Wirtschaftlichkeit ist über die Lebensdauer des Systems gegeben, besonders bei ohnehin anstehenden Maßnahmen beim Heizungssystem.
- Einzelbetrachtung notwendig.

6.4.2.5 Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heizungssystemen wurde sektorübergreifend bereits im Abschnitt des Verarbeitenden Gewerbes erläutert. Ebenfalls wurde im Sektor GHD darauf eingegangen.

Laut einer Erhebung durch die co2online gGmbH führen lediglich 10 % der Haushalte bundesweit überhaupt eine regelmäßige Heizungsoptimierung durch.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Erhöhung der Rate des hydraulischen Abgleiches auf jährlich 2 % der Gebäudefläche.
- Senkung des Endenergieverbrauchs durch den Abgleich von rund 10 kWh/m².
- Erzielbares Einsparpotenzial am Raumwärmeverbrauch in privaten Haushalten von 1,67 %.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit gegeben.

- Je größer das Gebäude, desto höher die Einsparung, desto wirtschaftlicher die Umsetzung.

6.4.2.6 Sonstige Maßnahmen Wärme

Effizienzhäuser

Effizienzhäuser weisen einen Heizenergiebedarf von weniger als 15 kWh/m² auf. Durch die stetige Verschärfung dürfen Neubauten seit dem Jahr 2016 nicht mehr als 60 kWh/m² Primärenergiebedarf aufweisen. Ab 2021 müssen alle Neubauten in der EU den neuen Standard des „Niedrigstenergiegebäudes“ erfüllen. Das fordert die 2010 verabschiedete EU-Gebäude-richtlinie. Eine genaue Definition hierzu wird voraussichtlich im Jahr 2018 gegeben. Die konkreteste Formulierung in der Richtlinie lautet: „Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden.“

Der Endenergieverbrauch von Effizienzhäusern zeigt im Prognosezeitraum demnach nur noch geringere Abweichungen gegenüber Referenzgebäuden wie Niedrigstenergiehäusern. Aufgrund der überschaubaren Neubautätigkeiten in Sachsen-Anhalt wurde auf eine gesonderte Berechnung dieser Effizienzmaßnahmen verzichtet.

Nutzerverhalten

Zahlreiche Institutionen wie beispielsweise die deutsche Energieagentur (dena) mit ihrer Initiative Energie Effizienz – Privathaushalte (IEE) informieren über Einsparmöglichkeiten. Ziel soll es sein, den Endverbraucher im privaten Bereich zum Energieeinsparung zu motivieren. Dies kann durch Aufklärung über neue

nutzbare Technologien erfolgen oder auch durch Online-Plattformen mit Informationsangebot. Datenbanken über Händler und Berater geben Auskunft über die Leistungen und können zur Kaufentscheidung beitragen.

Im Bereich der Raumwärme können folgende Beispiele (kostenlos oder mit geringer Investition umsetzbar) zu deutlicher Energieeinsparung führen [dena 2016]:

- Richtige Raumtemperatur wählen (ein Grad Temperaturabsenkung führt zu 6 % Energieeinsparung).
- Sinnvolles Lüften (Heizkörperventile schließen und kurz Stoßlüften statt Fenster für längere Zeit anzukippen).
- Wärmestau vermeiden (Heizkörper nicht zustellen).
- Heizkörper entlüften (Optimale Funktion muss gegeben sein).
- Rohrleitungen dämmen (vor allem, wenn diese durch kalte Räume führen).

Um die Bürger zu einem Umdenken beim Umgang mit Energie zu sensibilisieren, ist eine intensive und überzeugende Öffentlichkeitsarbeit erforderlich. Hierzu müssen vorhandene Angebote kommuniziert werden.

Weitere

Neben den aufgeführten Möglichkeiten zur Einsparung von Endenergie können weitere Maßnahmen wie effiziente Speichertechnologien zur Vermeidung von Wärmeverlusten zu einer Einsparung von Endenergie führen. Im Rahmen der Berechnungen wurde angenommen, dass durch sonstige Maßnahmen zusätzlich 2,3 % der Wärme in privaten Haushalten eingespart werden können.

Stromanwendungen

Im Bereich der Haushalte sind die Einsparmöglichkeiten von Strom sehr vielfältig, da sich dieser auf eine Vielzahl von Elektrogeräten verteilt. In der nachfol-

genden Tabelle sind die untersuchten Maßnahmen nach Art der Anwendungsbereiche dargestellt.

Maßnahmen im Bereich Strom in Haushalten	
Licht	Umstellung der Beleuchtung
IKT	Fernseher, Computer Leerlaufverluste Smart Meter
Prozesswärme / mechanische Energie	E-Herd, Waschmaschine, Geschirrspüler, Wäschetrocker, Umwälzpumpen
Kälte	Kühlgeräte Gefriergeräte
Sonstige	Nutzerverhalten Weitere

Tabelle 22 Übersicht über Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Sektor PHH
Quelle: IE Leipzig

6.4.2.7 Beleuchtung

Durch die Ökodesign-Richtlinie (RL 2009/125/EG) dürfen traditionelle Glühlampen auf dem Markt nicht mehr verkauft werden. Demnach werden zukünftig Halogenlampen (nach September 2016 nur noch Effizienzklassen B und besser), Kompaktleuchtstofflampen und LED-Leuchten in den Haushalten vorzufinden sein.

LED-Leuchten sind aufgrund ihrer langen Lebensdauer und fast vollständigen Umwandlung in Licht sehr effizient. Auch wenn die Investitionskosten ge-

genüber anderer Leuchtkörper noch sehr hoch sind, rentiert sich die Anschaffung der Leuchte aufgrund ihres geringen Verbrauchs nach wenigen Jahren. Halogenleuchten sind zwar die kostengünstigste Alternative, weisen jedoch eine gerade mal doppelt so hohe Lebensdauer gegenüber Standardglühbirnen auf. Die Kompaktleuchtstofflampe (umgangssprachlich: Energiesparlampe) bildet in diesem Sinne einen Mittelwert und spart gegenüber einer Glühbirne bereits 80 % Strom ein. [ÖKO 2012].

Für das Mit-Maßnahmen-Szenario wurden Kompaktleuchtstofflampen und LED-Leuchten als "Effizienz-

lampen" zusammengefasst und hinsichtlich der Differenzkosten sowie der Einsparpotenziale für Sachsen-Anhalt gegenüber Halogenlampen analysiert.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 wird die Beleuchtung komplett auf Kompaktleuchtstofflampen und LED umgestellt.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 31 % gemessen am Stromverbrauch für Beleuchtung in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar
- Wenige Ausnahmen (sehr geringer Nutzungsdauer)

6.4.2.8 Umwälzpumpen

Ungeregelte Heizungsumwälzpumpen gehören der Vergangenheit an, seit 2013 dürfen nach der europäischen Ökodesign-Richtlinie (RL 2009/125/EG) nur noch energiesparende Pumpen verkauft werden. Dazu zählen die Hocheffizienzpumpen, die mit besseren Motoren und automatischer Regelung der Pumpenleistung betrieben werden. So können bis zu 80 % Strom gegenüber herkömmlichen Pumpen eingespart werden. Eine Orientierung erfolgt dabei anhand des eingeführten Energie-Effizienz-Indexes (EEI), welcher bei einer neuen Pumpe nicht höher als 0,23 liegen sollte. Weiterhin ist bei der Installation ein hydraulischer Abgleich (zur gleichmäßigen Verteilung der Wärme in den beheizten Räumen) als auch eine richtige Dimensionierung der Pumpe zu berücksichtigen. Alte Heizungsumwälzpumpen sind oft das 2- bis 3-fache zu groß und demnach ineffizient [LfU 2015].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle ineffizienten Heizungspumpen gegen Effizienzpumpen ausgetauscht.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 7,7 % gemessen am Stromverbrauch für mechanische Energie in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar.

6.4.2.9 E-Herd

Rund 2/3 aller Haushalte in Sachsen-Anhalt besitzen einen Elektroherd, in diesen Haushalten entfallen rund 14 % des Stromverbrauchs auf Kochen und Backen. Durch effizientere Geräte kann der Endenergieverbrauch deutlich gesenkt werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 3,5 % gemessen am Prozesswärmeverbrauch (Strom) in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar bei Ansetzung von Durchschnittspreisen für Bestgeräte.
- Bei sehr teuren Geräten (Preis mehr als 35 % über Vergleichsgerät) kann die Anschaffung unwirtschaftlich werden.

6.4.2.10 Kühlgeräte

Nahezu jeder Haushalt besitzt mindestens einen Kühlschrank, der 10 - 15 Jahre mit Strom zu versorgen ist. Dadurch entsteht ein hohes wirtschaftliches Potenzial zur Stromeinsparung. Zum einen kommt es auf die richtige Größe, zum anderen auf den Verbrauch der Geräte an. Besonders energiesparend erweisen sich Geräte mit Energieeffizienzklassen (EEK) zwischen A+ und A+++ . Kleinere, energiesparende Geräte verbrauchen jährlich zwischen 60 und 120 kWh Strom, Großgeräte zwischen 100 und 200 kWh. Jedoch werden oft noch funktionstüchtige Altgeräte als Vorratskühler genutzt, so können Verbräuche dieser Altgeräte zwischen 160 kWh bei den Kleingeräten und 400 kWh bei den großen Geräten pro Jahr verursachen [Halatsch 2011a]; [Halatsch 2011b]. Seit 2012 sind Kühlschränke mit Energieeffizienzklasse A und schlechter nicht mehr im Handel vertreten.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Mindestens 50 % des Bestandes sind im Jahr 2030 Bestgeräte auf dem aktuellen Stand von A+++.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 30 % gemessen am Stromverbrauch für Kälteanwendungen in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar, wenn Durchschnittspreise für Bestgeräte (A+++) zugrunde gelegt werden.
- Zu teure Bestgeräte können zur Unwirtschaftlichkeit der Maßnahme führen.

6.4.2.11 Gefriergeräte

Wie bei den Kühlgeräten dürfen auch bei den Gefriergeräten seit 2012 keine Produkte mit einer schlechteren Effizienzklasse als A+ mehr verkauft werden. Dadurch werden die effizienten Geräte mit A+ bis A+++ immer weiter in den Haushalten etabliert werden. Allerdings werden neben einer Neuananschaffung die funktionsfähigen Altgeräte oft als Ersatz weiter betrieben, sodass eine wirkungsvolle Einsparung häufig nicht gewährleistet werden kann.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Mindestens 50% des Bestandes sind im Jahr 2030 Bestgeräte auf dem aktuellen Stand von A+++.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 15 % gemessen am Stromverbrauch für Kälteanwendungen in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar, wenn Durchschnittspreise für Bestgeräte (A+++) zugrunde gelegt werden.
- Zu teure Bestgeräte können zur Unwirtschaftlichkeit der Maßnahme führen.

6.4.2.12 Waschmaschinen

Mit einem Ausstattungsgrad von 95 % sind Waschmaschinen in fast allen Haushalten vertreten [DESTATIS 2013]. Effiziente Geräte können mehr als ein Viertel des Stroms und damit auch Kosten einsparen. Weitere Kosteneinsparungen können durch

einen niedrigen Wasserverbrauch der Maschine realisiert werden. Neben der Anschaffung effizienter Geräte führt auch ein verändertes Waschverhalten zu Stromeinsparungen. Diese können beispielsweise durch den Verzicht des Vorwaschgangs zu 10-30 % erzielt werden [VZ NRW 2014].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Mindestens 50% des Bestandes sind im Jahr 2030 Bestgeräte auf dem aktuellen Stand von A+++.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 5,5 % gemessen am Stromverbrauch für Prozesswärme und mechanische Energie in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar, wenn Durchschnittspreise für Bestgeräte (A+++ zugrunde gelegt werden.
- Preise für Bestgeräte müssen verglichen werden, um Wirtschaftlichkeit gegenüber A+ Maschinen zu gewährleisten.

6.4.2.13 Wäschetrockner

Circa 40 % aller Haushalte besitzen einen Wäschetrockner [DESTATIS 2013], der je nach Häufigkeit der Benutzung bis zu 10 % des Stromverbrauchs dieser Haushalte ausmachen kann.

Im Bundesvergleich weisen die ostdeutschen Bundesländer einen geringeren Stromverbrauch je Einwohner auf. Sachsen-Anhalt hatte im Jahr 2015 einen durchschnittlichen Stromverbrauch von rund 1.400 kWh je

Einwohner. Bundesweit lag der Verbrauch bei etwa 1.600 kWh je Einwohner.

Begründet wird der niedrigere Verbrauch mit geringeren Ausstattungsgraden von beispielsweise Wäschetrocknern und Geschirrspülern. Für Sachsen-Anhalt wurde daher angenommen, dass die Ausstattung mit Wäschetrocknern unter dem deutschen Durchschnitt liegt.

Die Effizienzklassen A+ bis A+++ wurden erst 2013 mit der Ökodesign-Richtlinie eingeführt. Wäschetrockner sind im Allgemeinen günstiger im Stromverbrauch als Waschtrockner (Waschen und Trocknen in einem Gerät), können mit der Trocknung auf der Leine allerdings kostentechnisch nicht mithalten.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Mindestens 50 % des Bestandes sind im Jahr 2030 Bestgeräte auf dem aktuellen Stand von A+++.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 7,7 % gemessen am Stromverbrauch für Prozesswärme und mechanische Energie in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar.
- Preise für Effizienzgeräte sollten verglichen werden.

6.4.2.14 Geschirrspüler

Zwei Drittel aller deutschen Haushalte besitzen einen Geschirrspüler [DESTATIS 2013]. Dieser nimmt rund 7 % des Stromverbrauchs in diesen Haushalten

ein, wobei etwa 5 bis 6 Spülgänge pro Woche durchlaufen werden. Genau wie bei Wäschetrocknern wurde für Sachsen-Anhalt eine, gegenüber den bundesweiten Zahlen, geringere Ausstattung mit Geschirrspülern angenommen (vgl. Begründung 6.4.2.13).

Zu den effizientesten Geschirrspülern gehören derzeit Geräte mit einer Effizienzklasse von A+++, die Geräte mit dem höchsten Verbrauch sind mit einer Effizienzklasse von A gekennzeichnet. Neben der Nutzung effizienter Geschirrspülmaschinen kann auch der Anschluss an das Warmwassernetz Strom und Kosten sparen [ÖKO 2012].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Mindestens 50% des Bestandes sind im Jahr 2030 Bestgeräte auf dem aktuellen Stand von A+++.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 5,1 % gemessen am Stromverbrauch für Prozesswärme und mechanische Energie in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme nur bedingt wirtschaftlich umsetzbar, stark abhängig vom Preis des Bestgerätes, Preisvergleich nötig.

6.4.2.15 Fernseher

Mittlerweile befinden sich statistisch betrachtet im Durchschnitt in jedem Haushalt 1,6 Fernseher. Das Interesse hin zu größeren und besser auflösenden Geräten in Richtung Heimkino steigt stetig an. Große Apparate, wie Plasmafernseher, die meist zur Effizienz-

klasse B gehören, sind jedoch sehr stromintensiv. Weiterhin beträgt die durchschnittliche Laufzeit bei Fernsehgeräten mittlerweile 4 h pro Tag, sodass hier die Nutzung effizienter Geräte hohe Auswirkungen auf den Stromverbrauch haben kann. Derzeit sind A+-Geräte die effizientesten, die auf dem Markt erhältlich sind. Bis 2017 sollen die Effizienzklassen A++ und bis 2020 A+++ folgen. Fernsehgeräte mit der Effizienzklasse E; F und G sind seit 2012 nicht mehr im Handel erhältlich [Halatsch 2011c].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Bis zum Jahr 2030 werden alle vorhandenen Altgeräte gegen Neugeräte, welche mindestens der Energieeffizienzklasse A+ entsprechen, ausgetauscht.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 8,9 % gemessen am Stromverbrauch für IKT in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar, wenn statt eines Gerätes mit Effizienzklasse B ein Gerät der Effizienzklasse A+ angeschafft wird.

6.4.2.16 PC

Computer sind mittlerweile in fast jedem Haushalt zu finden. Rund 50 % aller Haushalte besitzen einen stationären PC. Fast zwei Drittel besitzen (zusätzlich) ein mobiles Gerät (Laptop, Notebook oder Tablet-PC) [DESTATIS 2013b]. Die Nutzung und somit auch der Verbrauch können dabei sehr unterschiedlich sein. Sehr energieintensiv können sogenannte "Gamer-PCs" sein, die mit Hochleistungsgrafikkarten und -prozessoren ausgestattet sind. Dabei können Verbräuche von 1.000 kWh/a und mehr auftreten. Normale Verbräuche liegen zwischen 200 bis 250 kWh/a.

Stromsparende Modelle hingegen weisen einen Verbrauch zwischen 85 und 230 kWh/a auf, wobei auch die Zusammensetzung der Computer eine Rolle spielt. Günstiger und effizienter sind mobile Computer wie Laptop, Notebook und Tablet-PC. Die energiesparendsten Geräte weisen Verbräuche zwischen 20 bis 30 kWh pro Jahr auf und ermöglichen so ein Einsparpotenzial von rund 80 % gegenüber energieintensiven Geräten.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Umstellung der vorhandenen energieintensiven stationären Computer auf energiesparende stationäre und mobile Computer.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 6,2 % gemessen am Stromverbrauch für IKT in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit immer gegeben, da mobile Systeme energiesparender und meist günstiger gegenüber stationären Systemen sind.
- Bei der Anschaffung von PC's sollte vom Nutzer genau abgewogen werden, für welche Zwecke der Rechner gebraucht wird.
- Grundsätzlich wirtschaftlich ist die Anschaffung eines mobilen Gerätes anstatt eines stationären Systems.

6.4.2.17 Vermeidung von Leerlaufzeiten

Viele Elektrogeräte im Haushalt werden am Tag nur für eine kurze Zeit aktiv genutzt. Die restliche Zeit befinden sie sich meist in einem Standby-Modus, der unnötig Strom verbraucht. Zur Vermeidung von Standby-Verlusten sind Steckerleisten mit manueller

Abschaltfunktion hilfreich. Dahingehend wurden verschiedene Elektrogeräte hinsichtlich ihrer Leerlaufzeit und -leistung untersucht. Für die Betrachtung erfolgte eine Beschränkung auf folgende Geräte: PC (stationär); PC (mobil); Drucker; Festnetztelefon; Mobiltelefon; Flachbildfernseher; sonstige Fernseher und DVD/Blue-Ray Gerät.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Einsparpotenzial von 60 % der gegenwärtigen Leerlaufverluste, da bestimmte Geräte wie Telefone auch künftig rund um die Uhr im Standby-Modus Strom verbrauchen werden.
- Erzielbares Einsparpotenzial von 11,3 % gemessen am Stromverbrauch für IKT in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Anschaffung von Steckerleisten rechnet sich durch die Stromeinsparung, Maßnahme wirtschaftlich umsetzbar.

6.4.2.18 Einsatz Smart Meter (Neubau)

Das Smart-Meter-System zur Unterstützung der Stromeinsparung in Haushalten soll weiter etabliert werden. Dazu verpflichtete das Energiewirtschaftsgesetz seit 2010 Neubauten und grundsanierte Wohnungen mit Smart-Metern auszustatten. Dies kann jedoch vom Kunden abgelehnt bzw. vom Messstellenbetreiber umgangen werden, sodass ein Ausbau nur langsam voranschreitet. Smart Meter sollen mit Hilfe von Feedbacksystemen, bspw. einer Online-Anwendung, eine Stromeinsparung von 5 bis 10 % ermöglichen [Hakenes 2013]. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme gab 2011 die Feldstudie "Nachhaltiger Energiekonsum von Haushalten durch intelligente

Zähler-, Kommunikations- und Tarifsysteme" heraus. Bei der Untersuchung nutzten 2.000 Haushalte Feedbacksysteme, wodurch eine Einsparung erzielt werden sollte. Das Ergebnis fiel mit einer Einsparrate von 3,7 % dabei geringer aus [Intellekon 2011] als bei [Hakenes 2013] vermutet.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Einsatz von Smart Metern in allen Neubaugebäuden bis 2030.
- Einsparung bei Smart Metern 7,5 % gegenüber Referenzsystemen (höher als Feldversuch, da von Weiterentwicklungen in diesem Bereich ausgegangen wird).
- Erzielbares Einsparpotenzial von 0,04 % gemessen am Stromverbrauch in privaten Haushalten.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall überprüft werden, bei gegenwärtigen Stromkosten aber fraglich, da der Preis für ein Smart-Meter-System gegenüber Referenzsystem rund 4mal höher ist und zusätzlich Wartungskosten entstehen. Bei künftig steigenden Strompreisen ist davon auszugehen, dass diese Maßnahme wirtschaftlich darstellbar sein wird

6.4.2.19 Sonstige Maßnahmen Strom

Sonstige Elektrogeräte

Auf eine detaillierte Einzelbewertung von weiteren Elektrogeräten wie beispielsweise Radio, DVD-Recorder, Drucker, Fax, Kaffeemaschine, Föhn, Entlüfter, elektrische Rollläden etc. wurde im Rahmen der Bearbeitung verzichtet. Die sonstigen Geräte wur-

den im Rahmen der Berechnungen zusammenfassend betrachtet.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Einsparpotenzial durch Fokus auf Kauf von Bestgeräten bei Neuanschaffungen von 25 % bis zum Jahr 2030.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Aufgrund sehr unterschiedlicher Nutzzeiten von sonstigen Geräten und hohen Preisunterschieden keine differenzierten Aussagen zur Wirtschaftlichkeit möglich.
- Bei der Anschaffung von Neugeräten sollte vom Nutzer genau verglichen werden, häufig ist die Anschaffung von effizienten Geräten teurer, dennoch amortisiert sich die Investition über die Lebenszeit des Gerätes.

Nutzerverhalten

Auch im Bereich der Stromanwendungen werden von der deutschen Energieagentur einige Beispiele über die bisher aufgeführten Möglichkeiten hinaus empfohlen, welche zur Stromeinsparung führen, hierzu gehören beispielsweise:

- Energiesparendes Kochen (ohne Deckel wird doppelte bis dreifache Energie benötigt).
- Klimafreundlich Waschen und Trocknen (Waschmaschine stets voll beladen und möglichst geringe Temperatur wählen, Wäsche wenn möglich an der Luft trocknen).

Um die Bürger zu einem Umdenken beim Umgang mit Energie zu sensibilisieren ist eine intensive und überzeugende Öffentlichkeitsarbeit erforderlich

Insgesamt wird im Bereich der Stromanwendungen davon ausgegangen, dass durch sonstige Maßnahmen

zusätzlich rund 3,4 % des Stromverbrauchs privater Haushalte eingespart werden kann.

Zusammenfassung Maßnahmen im Sektor Haushalte

Aus den zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches im Sektor Haushalte sind in Tabelle 23 zusammenfassend die Einsparpotenziale der einzelnen Maßnahmen aufgezeigt. Die höchsten Einsparpotenziale ergeben sich im Bereich der Wärmeanwendungen demnach durch die energetische Gebäudesanierungen und den Austausch ineffi-

zienter Heizkessel. Im Bereich der Stromanwendungen sind die höchsten Potenziale durch die Umstellung auf effiziente Kühl- und Gefriergeräte, die Umstellung der Beleuchtung sowie durch effiziente Heizungspumpen zu heben.

Beschreibung				Einsparpotenzial Mit-Maßnahmen-Szenario		
Nr.	Maßnahme	Wirkung	Anwendungsart	absolut (TJ)	am EEV der Anwendungsart HH (%)	am gesamten EEV HH (%)
1	Kesseltausch	Wärme	Raumwärme	3.586	6,5	4,9
2	Energetische Gebäudesanierung	Wärme	Raumwärme	6.477	11,7	8,9
3	Wärmepumpe	Wärme	Raumwärme/ Warmwasser	66	0,1	0,1
4	Solarthermie	Wärme	Raumwärme/ Warmwasser	72	0,1	0,1
5	Hydraulischer Abgleich	Wärme	Raumwärme	920	1,7	1,3
6	Sonstige	Wärme	Diverse	1.998	3,0	2,7
7	Beleuchtung	Strom	Beleuchtung	297	30,9	0,4
8	Umwälzpumpen	Strom	mechanische Energie	260	7,7	0,4
9	Elektroherd	Strom	Prozesswärme	106	3,5	0,1
10	Kühlgeräte	Strom	Kälte	653	29,8	0,9
11	Gefriergeräte	Strom	Kälte	326	14,9	0,4
12	Waschmaschinen	Strom	Prozesswärme/ mechanische Energie	185	5,5	0,3
13	Wäschetrockner	Strom	Prozesswärme/ mechanische Energie	260	7,7	0,4
14	Geschirrspüler	Strom	Prozesswärme/ mechanische Energie	171	5,1	0,2
15	Fernseher	Strom	IKT	168	8,9	0,2
16	PC	Strom	IKT	117	6,2	0,2
17	Vermeidung Leerlaufverluste	Strom	IKT	214	11,3	0,3
18	Smart Meter	Strom	IKT	4	0,04	0,0
19	Sonstige	Strom	Diverse	377	3,4	0,5
	Summe	Strom/Wärme		16.257		22,3
	EEV PHH 2015 (ber)	Wärme		61.691		
	EEV PHH 2015 (ber)	Strom		11.064		
	EEV PHH 2015 (ber)	Summe		72.755		

Tabelle 23 Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Sektor Haushalte im Mit-Maßnahmen-Szenario
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

6.4.3 Hemmnisse

Im Bereich der privaten Haushalte steht den einzelnen Maßnahmen zur Energieeinsparung eine Vielzahl von Hemmnissen gegenüber. Diese führen dazu, dass zum Teil hoch wirtschaftliche Maßnahmen nicht umgesetzt werden. Im Folgenden wird eine Übersicht zu möglichen Hemmnissen gegeben. Im Allgemeinen erfolgt die Umsetzung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung auch im Sektor Haushalte im Zuge von Neuinvestition oder ohnehin durchzuführenden Maßnahmen.

6.4.3.1 Information

Informatische Hemmnisse können im Bereich der privaten Haushalte sein:

- Maßnahmen wie Austausch der Heizungspumpe oder hydraulischer Abgleich häufig unbekannt
- Einspareffekte und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen unbekannt
- Fehlende Entscheidungsgrundlagen wie Kosteneinsparungen oder Benutzungsstunden bei Kauf von Effizienzgeräten (Entscheidung fällt auf günstigere Geräte)
- Fehlendes Know-how von Akteuren zur Durchführung von Maßnahmen wie hydraulischem Abgleich

6.4.3.2 Organisation

Ein organisatorisches Hemmnis tritt in Form des Investor-Nutzer-Dilemmas im Mietwohnbereich auf. Über die Hälfte des Wohnungsbestandes in Sachsen-Anhalt sind Mietwohnungen. Das Dilemma beschreibt das Problem, dass auf Investitionen verzichtet wird, da der Investor keinen Ertrag aus seiner Investi-

tion erzielen kann und der Nutzer einen kostenlosen Vorteil erhält. Die Modernisierungumlage gestattet es Vermietern, einen Zuschlag zur Nettomiete bei baulichen Veränderungen zu verlangen, die eine nachhaltige Energieeinsparung bewirken. Diese Umlage ist auf 11 % der Investitionskosten begrenzt und kann vom Vermieter zeitlich unbegrenzt auf den Mieter umgelegt werden, jedoch nur solange, bis eine ohnehin übliche Mieterhöhung erfolgt. Investitionen müssen sich für den Investor demzufolge möglichst schnell amortisieren, dies ist bei Investitionen im Wohnungsbau aber nur in wenigen Fällen möglich.

6.4.3.3 Recht

Im Haushaltssektor treten rechtliche Hemmnisse in Form von Richtlinien und Bestimmungen im Baurecht, Mietrecht, Förderrecht und Steuerrecht auf. Auch Regelungen im Denkmalschutz stellen Hemmnisse zur Umsetzung umfassender energetischer Sanierungen dar. Wie schon bei den organisatorischen Hemmnissen erwähnt führen auch gesetzliche Hemmnisse zur Regelung von Umlagen zu gehemmter Bereitschaft von Maßnahmenumsetzung durch Investoren.

6.4.3.4 Finanzen

Gemäß [IE 2013] können Haushalte mit einem Nettoeinkommen von weniger als 1.500 € pro Monat keine weiteren Belastungen ohne Konsumverzicht bzw. einer grundlegenden Änderung ihres Konsumverhaltens tragen. Finanzielle Freiräume weisen Haushalte erst mit einem Nettoeinkommen von mehr als 2.000 € je Monat auf. Im Jahr 2008 hatten 57 % der Haushalte in

Sachsen-Anhalt ein monatliches Nettoeinkommen von weniger als 2.000 € und demnach kaum oder keinen Spielraum zur Umsetzung von kostenintensiven Effizienzmaßnahmen.

84 % der Gebäude Sachsens-Anhalts sind in Hand von Privatpersonen, daher ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Gebäudebesitzer, vor allem im Ein- und Zweifamilienhausbereich, kaum finanzielle Möglichkeiten zur Umsetzung von Effizienzmaßnahmen haben. Durch die Umsetzung der EU-Wohnimmobilienkreditrichtlinie in deutsches Recht ist die Finanzierung für junge und ältere Hauseigentümer zusätzlich erschwert worden. Wobei der deutsche Gesetzgeber die Anforderungen über den EU-Standard festgelegt hat.

Zusätzlich kann die fehlende Bonität von Wohnungsbauunternehmen ein Hemmnis zur Maßnahmenumsetzung darstellen. Durch derzeit stark schwankende Energiepreise können Amortisationszeiten bestimmter Maßnahmen für Hausbesitzer nur schwer kalkuliert werden.

6.4.3.5 Motivation

Besonders im Sektor der Privathaushalte hängt die Maßnahmenumsetzung vom individuellen Verhalten

von Gebäudeeigentümern ab. Aufgrund der Alterspyramide in Sachsen-Anhalt wird deutlich, dass sich ein Großteil des Gebäudebestandes in Hand von älteren Menschen befindet. Bereits im Jahr 2008 waren die Haupteinkommensbezieher in 30 % der Haushalte über 65 Jahre alt [IE 2013]. Besonders in strukturschwachen ländlichen Gebieten Sachsens-Anhalts stellt sich den Eigentümern die Frage: Warum soll ich mein Gebäude umfassend sanieren? Die Nachkommen der Eigentümer sind häufig arbeitsbedingt weggezogen und Wertsteigerungen durch Sanierungen sind überschaubar. Den Eigentümern fehlen demnach schlicht die Perspektive für die eigene Immobilie sowie der finanzielle Nutzen von umfassenden Maßnahmen.

Der derzeit sehr niedrige Preis für Heizöl führt dazu, dass weniger Heizölkessel auf klimafreundlichere alternative Energieformen umgestellt werden.

Darüber hinaus können fehlendes Interesse oder einseitige Wertorientierungen von Gebäudeeigentümern in Bezug zum Thema Klimaschutz der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im Wege stehen.

6.4.4 Vermeidungskosten

Im Folgenden werden die vermiedenen Energiekosten der Effizienzmaßnahmen in Form von Vermeidungskostenkurven getrennt nach Maßnahmen im Strom- und Wärmebereich dargestellt.

Energiepreise

Der durchschnittliche Haushaltsstrompreis betrug im Jahr 2015 rund 29,5 Cent/kWh [DESTATIS 2016].

Im Bereich Wärme schwankten die Preise im Jahr 2015 je nach Energieträger zwischen 5,1 Cent/kWh für Holzpellets, 6,1 Cent/kWh für Heizöl über rund 7,0 Cent/kWh bei Erdgas bis hin zu rund 9,2 Cent/kWh für Fernwärme.

Gemäß Endenergiebilanz verteilte sich der EEV zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser im Haushaltsbereich folgendermaßen:

▪ Erdgas:	42 %
▪ Heizöl:	22 %
▪ Biomasse:	21 %
▪ Fernwärme:	12 %
▪ Sonstige:	3 %

Das heißt, dass für rund 85 % der Endenergie zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser Preise von 7 Cent/kWh und weniger bezahlt wurden. In Abbildung 39 wurde aufgrund dieser Aufteilung ein durchschnittlicher Wärmepreis von 7 Cent/kWh, stellvertretend für den hohen Anteil des Erdgases am EEV, zugrundegelegt.

Zusätzlich wurden zur Veranschaulichung Preise für das Jahr 2030 angegeben. Für den erwarteten Strompreis (nominal) im Jahr 2030 wurde auf [Prognos/gws/ewi 2014] zurückgegriffen. Die Entwicklung des Wärmepreises (nominal) orientiert sich bis zum

Jahr 2022 an [IE 2016], in der Entwicklung nach 2022 wurde von einer jährlichen Preissteigerung von 3 Prozent ausgegangen.

Interpretation

Die Kosten der Energieeinsparung wurden als Differenzkosten gegenüber Standardmaßnahmen (z. B. Anschaffung eines besonders effizienten Kühlschranks anstatt Anschaffung eines günstigeren Standardgerätes mit höherem Verbrauch) berechnet. Die Kosten für Investitionen bzw. Anschaffungen wurden über die Lebensdauer der Produkte annuitätisch mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % abgeschrieben.

In Abbildung 38 und Abbildung 39 stellt jeweils der Abstand zwischen den Kosten der Energieeinsparung (spezifische Kosten für die Umsetzung der Maßnahme) und den vermiedenen Energiekosten (durchschnittlicher Energiepreis 2015 bzw. 2030) dabei das Maß der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen dar.

Je näher die Kosten für die Maßnahmenumsetzung an der Linie der vermiedenen Energiekosten liegen, desto höher ist die jeweilige Amortisationszeit der Maßnahme einzuschätzen. Beispielsweise amortisiert sich die Umstellung der Beleuchtung innerhalb weniger Jahre, während sich effiziente Waschmaschinen gegenüber Standardgeräten gerade noch im Laufe ihrer Lebensdauer amortisieren (Abbildung 38 und Abbildung 39).

Grundsätzlich sind die Berechnungen als pauschale Betrachtungen zu interpretieren. Aufgrund der hohen Bedeutung der energetischen Gebäudesanierung sowie der Vielfältigkeit möglicher Maßnahmen in diesem Bereich, wurde hier eine Spanne der Wirtschaftlichkeit dargestellt. Jede Maßnahme ist individuell

von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu zählen:

- Art der Maßnahme
- Umfang der Maßnahme
- Art des Energieträgers
- Energiepreise
- Kosten für Neuanschaffungen / Materialien / Optimierung / Dienstleistungen
- Bei Sanierungen der Zustand des Gebäudes
- Nutzungszeiten von Geräten

Im Bereich der **Strommaßnahmen** kann die Umstellung der Beleuchtung auf Energiesparlampen als hoch wirtschaftliche Maßnahme abgebildet werden (Abbildung 38). Weiterhin können der Austausch von ineffizienten Heizpumpen durch Hocheffizienzpumpen, Vermeidung von Leerlaufverlusten sowie ef-

fiziente Wäschetrockner als sehr gut wirtschaftlich umsetzbare Maßnahmen interpretiert werden. Elektroherde, Fernseher und Gefriergeräte sind ebenfalls gut wirtschaftlich darstellbar bei Kauf von effizienten Neugeräten anstatt günstigeren Standardgeräten. Hocheffiziente Kühlschränke, Waschmaschinen und Geschirrspüler weisen gegenüber Standardgeräten zum Teil deutlich höhere Kosten auf, dadurch steigen die Amortisationszeiten und nicht alle Anschaffungen rechnen sich über die Lebensdauer der Geräte. Durch Preisvergleiche von Effizienzgeräten sind aber auch diese Maßnahmen meist wirtschaftlich umsetzbar.

Unter Betrachtung aktueller Strompreise aus dem Jahr 2015 ist die Anschaffung von Bestgeräten bei Geschirrspülern sowie die Installation von Smart Metern nicht wirtschaftlich darstellbar, unter der Annahme weiter steigender Strompreise wird aber auch die Umsetzung dieser Maßnahmen wirtschaftlich.

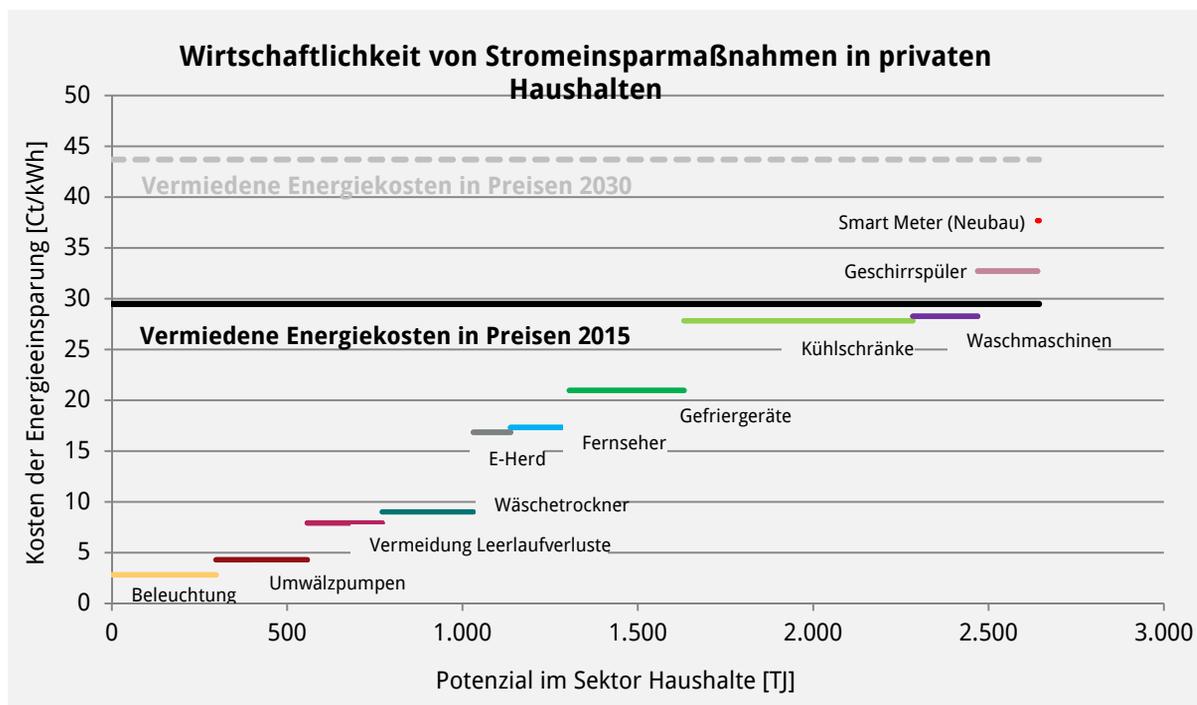


Abbildung 38 Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen im Sektor PHH

Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Auch die Maßnahmen im Bereich der **Wärmeeinsparungen** lassen sich wirtschaftlich darstellen (Abbildung 39), wenngleich die Amortisationszeiten aufgrund der hohen Investitionen gegenüber einigen Maßnahmen im Stromsektor deutlich höher sind.

Besonders hohe Einsparungen lassen sich im Haushaltsbereich durch energetische Sanierungen am Gebäude erzielen. Hierbei sind besonders Dämmungen der Außenhülle, der obersten Geschossdecke, der Kellerdecke und des Daches zu nennen. Aber auch ein Fenstertausch lässt, je nach vorherigem Zustand, hohe Einsparungen erwarten. Die Spanne der Wirtschaftlichkeit bei der energetischen Gebäudesanierung stellt dar, dass es eine Reihe von Maßnahmen gibt, welche sich wirtschaftlich sehr gut darstellen lassen (z. B. Teilsanierungen von Kellerdecke und oberster Geschossdecke, Dämmung der Außenhülle bei hohem

Verbrauch vor der Sanierung). Andererseits gibt es auch Maßnahmen, welche sich unter bestimmten Annahmen nur begrenzt wirtschaftlich darstellen lassen (z. B. Dämmung der Außenhülle, wenn das Gebäude vor der Sanierung ohnehin einen niedrigen Verbrauch hatte, vgl. hierzu Kapitel 6.4.2.2). An dieser Stelle sei angemerkt, dass Maßnahmen im Bereich der energetischen Gebäudesanierung stets Einzelfälle sind und daher individuell einer wirtschaftlichen Betrachtung unterzogen werden sollten. Über die rein wirtschaftliche Betrachtung hinaus können Maßnahmen an Gebäuden auch zur Wertsteigerung des Objektes beitragen.

Ein sehr hohes Einsparpotenzial lässt sich neben der energetischen Sanierung durch den Austausch alter Heizkessel, optimalerweise in Verbindung mit hydraulischem Abgleich, erzielen. Diese Maßnahmen

sind in den meisten Fällen wirtschaftlich darstellbar, hängen aber ebenso wie die Sanierung im Wesentlichen vom energetischen Zustand des Gebäudes und dem Preis des Energieträgers ab und sollten im Einzelfall geprüft werden.

Des Weiteren kann im Wärmebereich durch Solarthermie und Wärmepumpen, durch höhere Wirkungsgrade dieser Systeme, ein Teil des Endenergieverbrauchs eingespart werden.

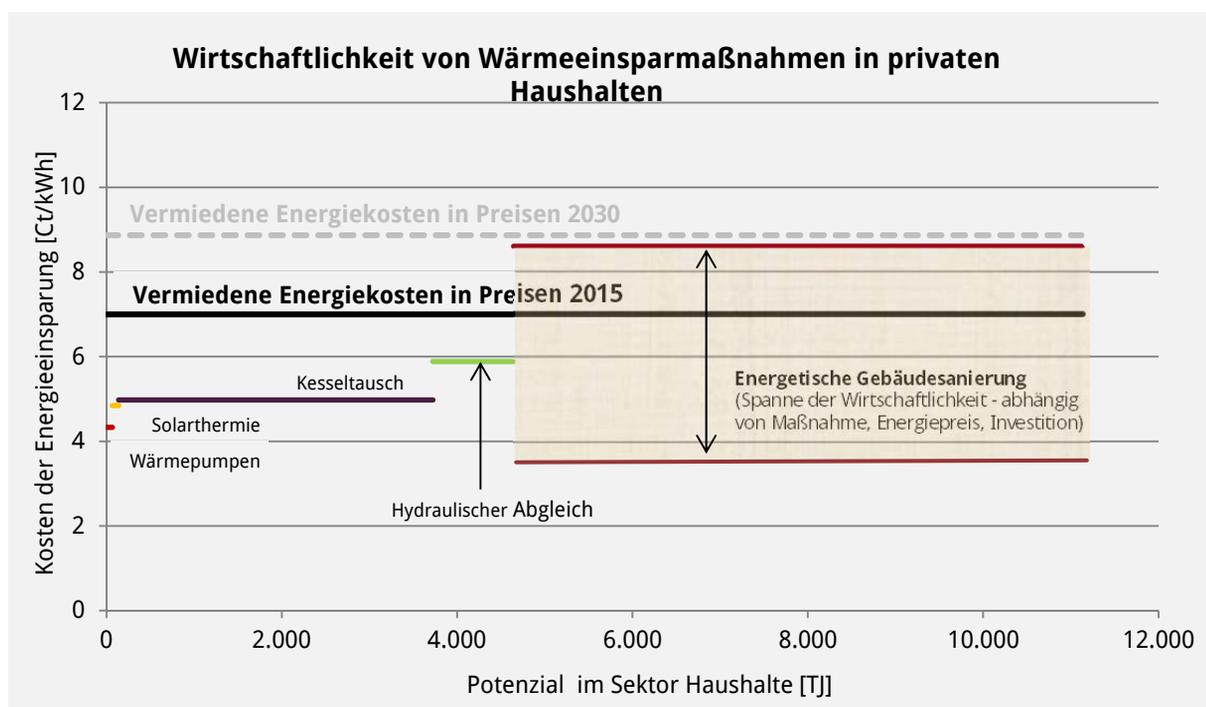


Abbildung 39 Wirtschaftlichkeit von Wärmeinsparmaßnahmen in Sektor PHH

Anmerkung: Energiepreis 2015 als durchschnittlicher Preis angegeben. Tatsächlich schwankten die Energiepreise für PHH im Jahr 2015 je nach Energieträger (Holzpellets: 5,1 Cent/kWh; Heizöl: 6,1 Cent/kWh; Erdgas: 7,0 Cent/kWh; Fernwärme: 9,2 Cent/kWh)

Quelle: Berechnungen Fraunhofer IFF

6.5 Verkehr

Der Sektor Verkehr hatte im Jahr 2015 in Sachsen-Anhalt einen Anteil von rund 18 % am Endenergieverbrauch. Zunächst wird im Folgenden auf die Grundlagen zur Ermittlung der Einsparpotenziale ein-

gegangen. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Maßnahmen zur Energieeinsparung, auf welchen vor dem Hintergrund der bestehenden Hemmnisse die Handlungsempfehlungen in Kapitel 7.3.4 basieren.

6.5.1 Grundlagen zur Potenzialermittlung

Im Sektor Verkehr wurden im Jahr 2015 insgesamt rund 56.700 TJ Energie verbraucht, wobei der Straßenverkehr mit einem Anteil von rund 94 % den wesentlichen Teil des Sektors Verkehr in Sachsen-Anhalt darstellt (Abbildung 40). Der Schienenverkehr

hatte einen Anteil von 5,5 %, Schiffsverkehr 0,4 % und der Flugverkehr 0,1 %.

Der Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs unterteilt sich in rund 77 % Individualverkehr und 23 % Güterverkehr.

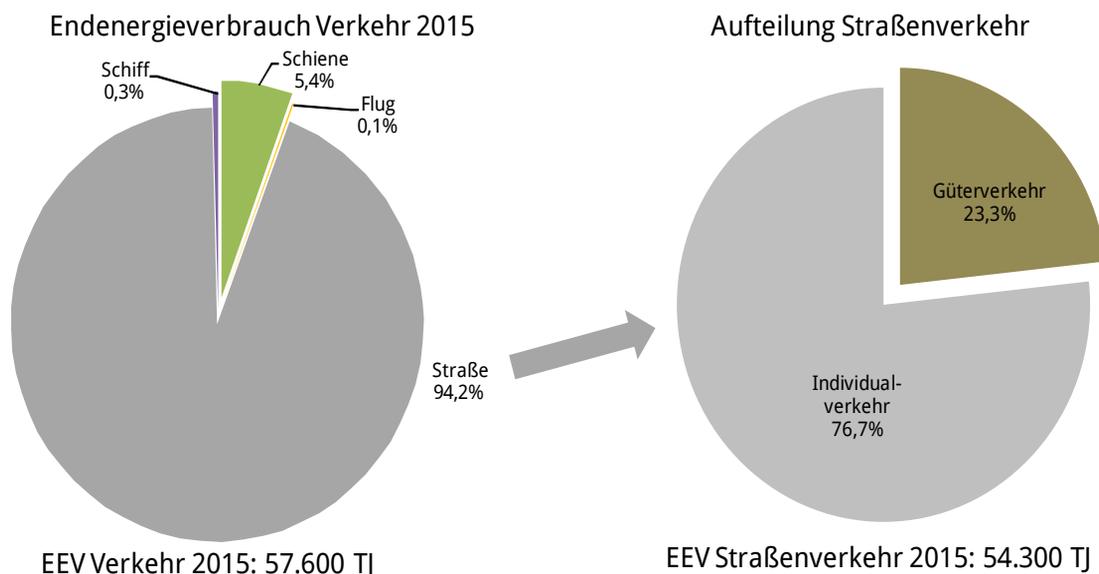


Abbildung 40 Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr in Sachsen-Anhalt nach Verkehrsbereichen

Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6.5.2 Bewertung von Effizienzmaßnahmen

Die Veränderung der Energienachfrage im Verkehr kann auf sehr unterschiedlichen Wegen erfolgen. Der Begriff „Effizienz“ wird hier zunächst auf die Mobilitätsbedürfnisse insgesamt bezogen, d. h. auf den Energieaufwand zum Zurücklegen eines Weges (z. B. von der Wohnung zur Arbeit oder von der Schule nach Hause). Strukturell gibt es daher vier Ebenen, auf denen die Effizienz im Verkehrssektor verändert werden kann, und zwar sowohl im Personen- wie im Güterverkehr:

- Vermeidung von Verkehrsaufwand (z. B. durch Telearbeit (Home-Office) oder durch Verkürzung der Wege.
- Verlagerung von Verkehrsaufwand von weniger effizienten auf effizientere Verkehrsmittel (pro Personenkilometer sind öffentliche Verkehrsmittel bei durchschnittlicher Auslastung z. B. in Bezug auf den Energieverbrauch effizienter als Pkw).
- Senkung des spezifischen Verbrauchs pro Personenkilometer bzw. Tonnen-Kilometer durch bessere Auslastung der Fahrzeuge (mehr Personen bzw. mehr Tonnen Last pro Fahrt).
- Senkung des spezifischen Verbrauchs je Fahrzeugkilometer (z. B. gleichmäßigere Fahrweise, effizientere Motoren).

Der Einfluss des Bundeslandes sowie anderer Ebenen der öffentlichen Hand (Kommunen, Bund, EU) ist dabei in vielen Fällen nur indirekt. Bei den jeweiligen Maßnahmen ist daher dokumentiert, inwiefern das Land bzw. die öffentliche Hand Einfluss auf die Veränderung des Verkehrsgeschehens haben.

Die nachfolgend benannten Maßnahmen sind in diese vier Gruppen gegliedert.

Gruppe 1 Vermeidung von Verkehrsaufwand

6.5.2.1 Verkehrsvermeidung durch Heimarbeit

Durch die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt ist es für viele Arbeitsplätze technisch möglich geworden, die Arbeit ortsunabhängig durchzuführen. Viele Berufstätige könnten daher – zumindest an einem Teil der Arbeitstage – ihre Arbeit am heimischen PC erledigen (Home-Office bzw. Telearbeit). An diesen Arbeitstagen entfällt für die betroffenen Beschäftigten der Berufsverkehr vollständig. Gerade für Beschäftigte mit langen Arbeitswegen wird damit nicht nur Energie im Verkehrssektor, sondern auch Zeit eingespart.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Eine landesweite Kampagne motiviert zahlreiche Dienstleistungsunternehmen, ihren (räumlich abkömmlichen) Mitarbeitern an durchschnittlich zwei Arbeitstagen pro Woche die Heimarbeit zu ermöglichen.
- Die Landesverwaltung geht mit gutem Beispiel voran.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Je nach Einzelfall muss zusätzliche oder transportable IT-Technik beschafft werden.

- Je nach Wegelänge werden erhebliche Fahrtkosten eingespart.
- In der Regel ist die Maßnahme sowohl für Unternehmen (weniger Bürofläche nötig) als auch den Angestellten (vermiedene Wegekosten) wirtschaftlich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann in den eigenen Dienststellen und nachgeordneten Behörden beispielgebend wirken.
- Weitere Wirtschaftssektoren sind nur indirekt über eine Informationskampagne erreichbar.
- Anzahl der geeigneten Arbeitsplätze noch unsicher, daher noch nicht quantifizierbar.

6.5.2.2 Kürzere Wege durch Dezentralisierung

Durch die räumliche Konzentration zahlreicher Einrichtungen (Behörden, Unternehmen) an wenigen Standorten haben sich die Arbeitswege der Beschäftigten in den letzten Jahren oft verlängert, was mit einer Steigerung des Verkehrs- und Energieaufwands verbunden war. Bereits die Stadtplanung verfolgt das Ziel kurzer Wege durch Nutzungsmischung anstelle von siedlungsfernen, reinen Gewerbe- und Industriegebieten. Dies ist heute besser möglich als vor 50 Jahren, da an den meisten Arbeitsplätzen heute deutlich weniger Lärm-, Staub-, Geruchs- und Schadstoffemissionen anfallen, die für umliegende Siedlungen unzumutbar wären. Heute sind es eher befristete Arbeitsverträge und Familienangehörige mit Arbeitsplätzen an anderen Orten, die einen Umzug an den Arbeitsort verhindern.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Konzentration von Behördenstandorten wird auf den Prüfstand gestellt. Die Entfernung zwischen Wohn- und Arbeitsort wird für die Personalabteilungen zu einem wichtigen Entscheidungskriterium, d. h. es wird versucht, die Bediensteten so wohnortnah wie möglich einzusetzen.
- Bei Behörden und Betriebsstandorten mit großem Pendlereinzugsbereich wird geprüft, inwieweit eine Dezentralisierung möglich ist (z. B. Eröffnung von Außenstellen).
- Die Zahl der befristeten Arbeitsverhältnisse wird zugunsten von unbefristeten Arbeitsverhältnissen vermindert, um die Neigung zum Umzug zu fördern.
- Diese Annahmen sind vermutlich nur für einen kleineren Teil der Betriebe umsetzbar, eine Quantifizierung ist hier nicht möglich.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Je nach Struktur des Arbeitgebers können die Kosten gegen die Dezentralisierung von Betriebsstätten sprechen, eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle jedoch nicht möglich.
- Die Motivation der Beschäftigten durch die Aussicht auf kürzere Arbeitswege und damit eingesparte Zeit kann das Ergebnis positiv beeinflussen.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung trifft die Standortentscheidungen für ihre eigene Verwaltung.
- Anders als bei der Heimarbeit wäre eine Informationskampagne zu wenig für die betrieblichen Einzel-

fälle angemessen. Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

6.5.2.3 Förderung Nah-Tourismus

Die Fremdenverkehrsregionen des Landes sollen vermehrt inländische Touristen ansprechen. Das Marketing im Ausland führt zu einem vielfach höheren Verkehrs- und Energieaufwand bei der Anreise. Dieser Gedanke steht mit gängigen Vorstellungen im Widerspruch, nach denen es Fremdenverkehrsregionen als besonderen Erfolg ansehen, wenn sie von Touristen mit besonders langer Anreise (z. B. aus Japan oder aus den USA) als Ziel ausgewählt werden.⁶

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Nach dem Vorbild des Nationalparks Harz orientieren sich weitere Ziele an dem Marketing-Auftritt von „Fahrtziel Natur“ und sprechen inländische Touristen mit dem Hinweis auf eine mögliche Bahn-Anreise an.
- Schlecht vorab quantifizierbar ist, in welchem Maß sich die regionale Zusammensetzung der ankommenden Touristen damit ändert. Hier ist eine integrierte Bewertung mit der Maßnahme unter 6.5.2.13 erforderlich.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Den Kosten des Marketings stehen möglicherweise zusätzliche Einnahmen durch Touristen gegenüber. Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle jedoch nicht möglich.

⁶ Die Förderung der Nutzung des ÖPNV durch Urlaubsgäste am Zielort ist Teil der Maßnahmengruppe 2, siehe Punkt 6.5.2.13.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann indirekt ihren Einfluss auf die regionalen Fremdenverkehrsverbände geltend machen. Aus deren Sicht sind die Herkunft und die Anreise der Touristen jedoch anderen Zielen untergeordnet, eine Wirkung wird voraussichtlich erst bei längerer Überzeugungsarbeit erzielt.

6.5.2.4 Regionale Wirtschaftskreisläufe

Die regionale Wirtschaftsförderung setzt bereits häufig auf die Bildung von Clustern, um für bestimmte Branchen Agglomerationsvorteile zu schaffen. Trotzdem bestehen häufig umfangreiche Lieferbeziehungen zu sehr weit entfernten Geschäftspartnern, durch welche Güterverkehr induziert wird. Ursache sind entweder das Fehlen spezieller Unternehmen in der Region oder deren mangelnde internationale Wettbewerbsfähigkeit. Hier sollte die Wirtschaftsförderung verstärkt ansetzen, um Lücken in regionalen Wertschöpfungsketten durch gezielte Ansiedlungspolitik oder Produkterweiterungen ansässiger Unternehmen zu schließen und damit kürzere Wege zwischen den Lieferanten und den belieferten Unternehmen zu erreichen. Vorrang sollte dabei die Schließung von Lücken haben, bei denen es um den Transport großer Ladevolumina oder großer Massen geht.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Wirtschaftsförderung akquiriert erfolgreich die Gründung oder Ansiedlung von Unternehmen des produzierenden Gewerbes oder unterstützt vorhandene Unternehmen bei der Anpassung ihrer Produkte an die regionale Nachfrage, sodass durch deren Produkte die Fern-Belieferung vorhandener Unternehmen ersetzt werden kann.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Für die belieferten Unternehmen kann die Maßnahme nur dann funktionieren, wenn die Belieferung durch die neuen regionalen Lieferanten nicht teurer als die Fern-Belieferung ist.
- Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann hier nur in Zusammenarbeit mit den Institutionen der regionalen und kommunalen Wirtschaftsförderung tätig werden.
- Der Einfluss bleibt trotzdem begrenzt, da die Bildung von Wertschöpfungsketten im Bereich der unternehmerischen Entscheidungen bleibt.

6.5.2.5 Regionale Einkaufsführer

Auch Endkunden sollen durch die Bevorzugung regional produzierter Produkte zu kürzeren Wegen beitragen. Sie fördern zugleich heimische Arbeitsplätze.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Endkunden werden verstärkt für regionale Produkte sensibilisiert. Diese Produkte werden im Handel entsprechend gekennzeichnet bzw. in speziellen Regalen präsentiert.
- Bei Lebensmitteln muss in der Energiebilanz jedoch neben dem Transport auch Anbau und Einkaufsweg der Konsumenten mit berücksichtigt werden [IFEU 2009].

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung müsste aus verschiedenen Blickwinkeln erfolgen, d. h. aus der betriebswirtschaftlichen Sicht von Großhandel, Einzelhandel und regionalen Erzeugern. Daneben wäre auch eine volkswirtschaftliche Betrachtung unter dem Aspekt der regionalen Wertschöpfung sinnvoll.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann eine entsprechende Informationskampagne unterstützen, am Ende treffen allerdings weiterhin die Verbraucher ihre Einkaufsentscheidungen.

6.5.2.6 Verminderung von Retour-Sendungen

Im Lieferservice stellen Retouren heute einen hohen Anteil der Sendungen dar. Dieser Anteil kann vermindert werden, indem etwa Internet-Händler dazu verpflichtet werden, für die Retoursendungen auch Entgelte zu erheben.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Retouren werden im Online-Handel nicht mehr kostenfrei angeboten. Ein großer Teil der Kunden wählt daraufhin vor der Bestellung die Produkte genauer aus, um das Risiko für Retouren zu vermindern. Ein Teil der Kunden wechselt für bestimmte Produkte von Online-Einkauf zurück zum stationären Einkauf.
- Die Zahl und Länge der dadurch eingesparten Lieferfahrten sowie die Zahl und Länge der zusätzlichen Wege der Privatkunden sowie deren Verkehrsmittelwahl lassen sich vorab nicht quantifizieren.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme setzt ein ordnungsrechtliches Eingreifen voraus. Unter ansonsten gleichen Wettbewerbsbedingungen ist von einer Wirtschaftlichkeit auszugehen, da das Gesamtsystem insgesamt effizienter wird.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann hier nur indirekt über den Bundesrat aktiv werden, um entsprechende Regelungen vorzuschlagen.

Gruppe 2 Verkehrsverlagerung**6.5.2.7 Förderung von E-Bikes**

Die Elektromobilität auf zwei Rädern (Pedelec oder E-Bike) ermöglicht die Vergrößerung des Aktionsradius für den Radverkehr, sowohl hinsichtlich der Entfernungen (Zielgruppe sind hier Pendler mit bis zu 20 km Entfernung zum Arbeitsort) als auch hinsichtlich des Reliefs (Steigungen können überwunden werden, die für viele Personen mit dem Fahrrad nicht bewältigt werden können). Damit bietet dieser alte Verkehrsträger mit neuem Antriebssystem eine gute Möglichkeit, motorisierten Individualverkehr auf energieeffizientere Verkehrsmittel zu verlagern.

Der Markt entwickelt sich bereits unabhängig von staatlichen Anreizen positiv. Um die Nutzung auf breiter Basis – auch für Pendler – zu begünstigen, ist es wichtig, diebstahlsichere Abstellanlagen (z. B. Fahrradboxen) mit Steckdosen zu schaffen, sowohl an den Arbeitsstätten als auch an den Bahnhöfen (für Bike-&-Ride-Pendler).

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- An allen größeren Bahnhöfen sowie an zahlreichen mittleren und größeren Unternehmen werden diebstahl- und wettergeschützte Abstellanlagen für E-

Bikes zusätzlich zu den vorhandenen Fahrradabstellanlagen geschaffen.

- Die Zahl der Nutzer von E-Bikes im Berufsverkehr nimmt zu und setzt sich zur Hälfte aus bisherigen Autofahrern und zur Hälfte aus bisherigen Radfahrern zusammen.
- Die Anzahl der bisherigen Autofahrer, die zum E-Bike wechseln und die dabei eingesparten Pkw-Kilometer entwickeln sich schrittweise. Erfahrungswerte dazu liegen noch nicht vor, daher nicht quantifizierbar.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme erfordert zunächst öffentliche Investitionen in überschaubarem Umfang. Für die Umsteiger vom Pkw zum E-Bike ist der Wechsel des Verkehrsmittels durch die geringeren Betriebskosten in jedem Fall wirtschaftlich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung sowie die Kommunen können als Investoren oder Fördermittelgeber aktiv werden, um z. B. die Abstellboxen zu errichten oder ihre Errichtung durch Dritte (z. B. private Unternehmen) zu fördern.

6.5.2.8 Ausweisung von Radschnellwegen

Im Zusammenhang mit E-Bikes sowie auch durch die verstärkte Nutzung von Fahrrädern im Berufsverkehr wurde in den letzten Jahren das Instrument der Radschnellwege entwickelt, die mit hoher Oberflächenqualität, möglichst umwegarm und mit wenigen Lichtsignalanlagen den schnellen überörtlichen Radverkehr ermöglichen. Vom ADFC wurde z. B. bereits ein Radschnellweg von Halle (Saale) nach Leipzig vorgeschlagen [Deike 2016]. Auch für andere Regionen mit starken Pendlerverflechtungen (z. B. entlang der Saale von Halle über Weißenfels bis Naumburg oder entlang der Elbe von Schönebeck über Magdeburg bis Wolmirstedt) bietet sich dieses Instrument an, um den Radverkehr auch auf größeren Entfernungen zu erleichtern und damit als Alternative zum Pkw attraktiver zu machen.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Kommunen planen mit Unterstützung des Landes mehrere Radschnellwege durch Sachsen-Anhalt und errichten diese teils als Neubauten und teils durch Umwidmung von Streifen vorhandener Straßen (v. a. innerörtlich).
- Die Zahl der Nutzer von E-Bikes und Fahrrädern im Berufs-, Ausbildungs- und Freizeitverkehr nimmt in diesen Regionen zu und setzt sich zur Hälfte aus bisherigen Autofahrern und zur Hälfte aus bisherigen Radfahrern zusammen.
- Die genaue Anzahl der bisherigen Autofahrer, die zum Fahrrad oder E-Bike wechseln und die dabei eingesparten Pkw-Kilometer hängen von den örtlichen Fortschritten und Potenzialen ab und können daher an dieser Stelle noch nicht eingeschätzt werden.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Maßnahme erfordert wesentliche öffentliche Investitionen in die Infrastruktur. Für die Umsteiger vom Pkw zum E-Bike ist der Wechsel des Verkehrsmittels durch die geringeren Betriebskosten in jedem Fall wirtschaftlich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung sowie die Kommunen können als Bauherren und/oder Fördermittelgeber aktiv werden.

6.5.2.9 Radverkehrs-Sicherheit

Nicht in allen Städten und Gemeinden wird das Fahrrad stark genutzt. Oft ist die (empfundene) Verkehrssicherheit nicht hoch genug, besonders für nur gelegentliche Nutzer des Fahrrades. Deutlich wird dies beispielsweise an den Ergebnissen des Fahrradklimatests, der zuletzt 2014 durchgeführt wurde [ADFC 2014]. Nur Dessau-Roßlau oder Wernigerode erreichten eine bessere Gesamtnote als 3,5, während vier Städte schlechter als mit der Note 4 bewertet wurden.

Durch angepasste Geschwindigkeiten und Fahrradstreifen auf wichtigen Achsen lässt sich die Sicherheit im Fahrradverkehr sowohl objektiv wie subjektiv verbessern.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Städte und Gemeinden berücksichtigen die Belange des Fahrradverkehrs bei ihrer kommunalen Verkehrsplanung konsequent und mit höherer Priorität im Vergleich zu anderen Interessen als bisher.
- In den Gemeinden steigt damit der Anteil des Radverkehrs am Modal Split um mehrere Prozentpunkte

an, etwa die Hälfte dieses Anstiegs entfällt auf ehemalige Autofahrer. Der Rückgang des Energieverbrauchs hängt davon ab, in wie vielen Städten sich messbare Effekte der Verkehrsverlagerung einstellen.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die kommunalen Haushalte werden zunächst belastet, allerdings wesentlich geringer als bei Straßen- oder Schienenplanungen.
- Für die Umsteiger vom Pkw zum Fahrrad ist der Wechsel des Verkehrsmittels sehr wirtschaftlich, es bleibt mehr Kaufkraft übrig, die für andere Zwecke genutzt werden kann.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann die Kommunen durch Fördermittel und einen Leitfaden bei der Verkehrsplanung unterstützen – die Verkehrsteilnehmer entscheiden jedoch am Ende selbst über die Wahl des Verkehrsmittels.

6.5.2.10 Förderung des Fußgängerverkehrs

Der Fußgängerverkehr kann in den Städten gezielt gefördert werden, indem eine attraktive Infrastruktur zu den fußläufig für die Einwohner erreichbaren Zielen vorgehalten wird. Zudem fördert ein hoher Anteil des Fußgängerverkehrs die Neigung von Investoren, ihre Ladengeschäfte in zentralen Lagen einzurichten und nicht an Sonderstandorten (wie etwa in Leuna-Günthersdorf). Auch bei der Flächenaufteilung innerstädtischer Verkehrsflächen soll deutlich werden, dass dem Fußgängerverkehr ein hoher Stellenwert eingeräumt wird.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Städte und Gemeinden berücksichtigen die Belange des Fußgängerverkehrs bei ihrer kommunalen Verkehrsplanung konsequent und mit höherer Priorität im Vergleich zu anderen Interessen als bisher.
- In den Gemeinden steigt damit der Anteil des Fußgängerverkehrs am Modal Split an, vorrangig im Bereich von Wegen bis 1 km Länge. Etwa ein Drittel dieses Anstiegs entfällt auf ehemalige Autofahrer. Der Rückgang des Energieverbrauchs hängt davon ab, in wie vielen Städten sich messbare Effekte der Verkehrsverlagerung einstellen.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die kommunalen Haushalte werden zunächst belastet, allerdings wesentlich geringer als bei Straßen- oder Schienenplanungen.
- Für die Umsteiger vom Pkw zum Zufußgehen ist der Wechsel des Verkehrsmittels wirtschaftlich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann die Kommunen durch Fördermittel und einen Leitfaden bei der Verkehrsplanung unterstützen – die Verkehrsteilnehmer entscheiden jedoch am Ende selbst über die Wahl des Verkehrsmittels.

6.5.2.11 Mobilitätsmanagement in Unternehmen

Mobilitätsmanagement ist ein wirksames Instrument zur Steigerung der Effizienz im Verkehr. Es setzt auf individualisierte Informationen und Anreize, um ohne Infrastruktur-Investitionen das Verhalten zu beeinflussen. Im Falle des betrieblichen Mobilitätsmana-

gements liegt der Schwerpunkt beim Berufsverkehr zu Arbeitsstätten mit mindestens 100 Beschäftigten.

Das Umweltbundesamt in Dessau-Roßlau fördert beispielsweise bereits seit 10 Jahren durch Mobilitätsmanagement die Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel durch dessen Beschäftigte, so dass der Anteil der Pkw-Nutzer im Berufsverkehr bei nur noch rund 30 % liegt [UBA 2016].

Für Maßnahmen des Mobilitätsmanagements sind größere Industriebetriebe und Dienstleister (Krankenhäuser, Behörden usw.), an deren Standort bereits Alternativangebote zum Pkw bestehen (z. B. Anbindung an den öffentlichen Verkehr), besonders geeignet. Die Maßnahmenpalette kann von der Einführung von Jobtickets über Parkraumbewirtschaftung und neuen Fahrradabstellanlagen bis hin zu eigenen Bushaltestellen im Firmengelände reichen. Eine gute Übersicht bietet etwa die Programmdokumentation des Programms „effizient mobil“ [dena 2010b].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Das Land legt ein Förderprogramm auf, um betriebliches Mobilitätsmanagement in Unternehmen zu fördern und informiert die Unternehmen aktiv über die Möglichkeiten von dessen Nutzung.
- 100 Unternehmen mit durchschnittlich je 200 Beschäftigten nutzen das Programm und lassen Konzepte erstellen, wie Mobilitätsmanagement im Unternehmen umsetzbar ist.
- Die Unternehmen und deren Beschäftigte setzen die vorgeschlagenen Maßnahmen um und reduzieren den Energieaufwand im Berufsverkehr für 20.000 Beschäftigte um durchschnittlich 10 %.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Das Bundesland muss zunächst die Konzepte für 100 Betriebe fördern und öffentlich für das Programm werben.
- Für die Beschäftigten ist der Wechsel des Verkehrsmittels wirtschaftlich, da sowohl Fahrgemeinschaften als auch ÖPNV, Radverkehr und Zufußgehen in der Vollkostenrechnung preisgünstiger sind als Fahrten mit gering besetzten Pkw.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Da das Mobilitätsmanagement auf der Ebene der Unternehmen und ihrer Beschäftigten umgesetzt wird, ist der Einfluss der Landesregierung nicht unmittelbar. Durch ein entsprechendes Förderprogramm kann jedoch ein wirksamer Einfluss genommen werden.

6.5.2.12 Job-Tickets im Berufsverkehr

Die Einführung von Job-Tickets im Berufsverkehr ist eine der typischen Maßnahmen des Mobilitätsmanagements. Voraussetzung dafür sind entsprechende Angebote der Verkehrsunternehmen bzw. Verkehrsverbünde. Da auch die DB Regio als landesweit agierendes Verkehrsunternehmen solche Jobtickets anbietet, ist diese Voraussetzung bereits dadurch flächendeckend erfüllt.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Etwa 60 % der Unternehmen, die im Rahmen der Maßnahme 6.5.2.11 beraten werden sowie 100 weitere Betriebsstätten führen Jobtickets für ihre Beschäftigten ein.
- Das Land Sachsen-Anhalt, das seit 2008 Erfahrungen mit Jobtickets hat, wertet diese Erfahrungen aus und stellt sie anderen Institutionen und Unterneh-

men im Sinne eines Best-Practice-Beispiels zur Verfügung.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Für die Landesbeschäftigten muss das Land Sachsen-Anhalt einen gewissen Zuschuss berücksichtigen. Zugleich besteht die Chance, die Bewirtschaftungskosten für Parkplätze zu vermindern.
- Für die Beschäftigten ist die Nutzung des ÖPNV mit dem Jobticket in aller Regel wirtschaftlich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Für die Landesbediensteten kann das Land unmittelbar aktiv werden.
- Für die Beschäftigten anderer öffentlicher Einrichtungen und von Unternehmen greifen die unter 6.5.2.11 genannten Instrumente des Mobilitätsmanagements.

6.5.2.13 Gästekarten: ÖPNV für Touristen

Als Vorbilder können die Konus-Karte im Schwarzwald oder Angebote im Bayerischen Wald gelten: Hier ist der ÖPNV in der Kurtaxe enthalten. Das HATIX-Ticket im Landkreis Harz stellt einen vergleichbaren Ansatz dar, der jedoch noch auf die Züge des Schienennahverkehrs ausgeweitet werden muss, um das Gesamtsystem des ÖPNV zu erreichen. Die Einbindung der Harzer Schmalspurbahnen wäre ebenfalls zu prüfen.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Das HATIX-Ticket wird auf den SPNV ausgedehnt.
- Weitere touristisch interessante Regionen (z. B. Burgenland, Altmark, Elbe-Saale-Winkel, Raum Wittenberg) organisieren vergleichbare Angebote für die Übernachtungsgäste.
- Nach dem Vorbild des Nationalparks Harz orientieren sich weitere Ziele an dem Marketing-Auftritt von „Fahrtziel Natur“ und sprechen inländische Touristen mit dem Hinweis auf eine mögliche Bahn-Anreise an, um auch den Modal Split der Anreise zu verändern.
- Schlecht quantifizierbar ist, in welchem Maß sich der Modal Split der Anreise dadurch ändert. Daten zur Inanspruchnahme der Tickets und zum Einfluss des Angebotes auf die Entscheidungen der Touristen müssen vor einer Wirkungsabschätzung erhoben werden.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann hier über die regionalen Akteure ihren Einfluss geltend machen.

6.5.2.14 Car-Sharing

Die Nutzung von Car-Sharing führt zur Abschaffung zahlreicher privater Pkw und verändert dadurch wesentlich das Mobilitätsverhalten der Nutzer. Insgesamt gibt es erfahrungsgemäß mehr Nutzer, die durch Car-Sharing weniger Pkw fahren als solche, die durch

Car-Sharing erst den Zugang zum Pkw finden. In Sachsen-Anhalt wurden (Stand September 2013) 113 Fahrzeuge in acht Städten für Car-Sharing angeboten, darunter allein 70 in Halle (Saale) und 30 in Magdeburg [teilauto 2016].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Angebot, Nachfrage und Nutzung von Car-Sharing-Angeboten in Sachsen-Anhalt werden bis 2030 um 200 % ansteigen (d. h. auf das Dreifache des heutigen Angebots).

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Für Car-Sharing-Anbieter sind Stationen nur dann wirtschaftlich, wenn im Umfeld eine Mindestzahl von Kunden mit weiteren Mobilitätsoptionen wohnt. In kleineren Städten und Landgemeinden ist die Etablierung daher generell schwieriger als in den dicht besiedelten Kernen größerer Städte. Eine genauere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung hat nur einen sehr indirekten Einfluss auf die Entwicklung von Car-Sharing-Systemen, etwa über die Landesplanung (Verdichtung von Wohnen und Arbeiten in Zentren).

6.5.2.15 P+R-Systeme

Für den Verkehr von Berufs- und Ausbildungspendlern erleichtern P+R-Systeme die verkehrsmittelübergreifende (intermodale) Fortbewegung. Sie sind insbesondere an Haltepunkten der Bahn sinnvoll, von denen aus zahlreiche Pendler in größere Städte aus-

pendeln und dann den überwiegenden Teil ihrer Strecke ohne Pkw zurücklegen.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Das Schnittstellenprogramm der NASA (Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt) GmbH, mit dem regelmäßig P+R-Plätze im Umfeld von Bahnhöfen und –haltepunkten gefördert werden, wird konsequent fortgeführt. Die Zugangsstellen werden perspektivisch zu Mobilitätsstationen weiter entwickelt, bei denen auch Pkw und Fahrräder gemietet werden können.
- Für Pendler mit Elektro-Pkw wird ein Teil der Parkplätze mit Ladesäulen ausgerüstet.
- Strecken mit Angebotsverbesserungen (neues S-Bahn-Angebot, neue Bahnsteige etc.) werden im Schnittstellenprogramm vorrangig berücksichtigt.
- Die Kommunen erhalten im Rahmen des Schnittstellenprogramms weiterhin eine Förderung von bis zu 80 % der Investitionskosten.
- Nach Umsetzung der Maßnahmen nutzen 10 % der Pendler aus dem Einzugsbereich der entsprechenden Stationen, die heute noch den gesamten Weg zur Arbeit im Pkw zurücklegen, das nächstgelegene P+R-Angebot.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Ein wirtschaftlicher Betrieb der P+R-Plätze selbst ist nicht möglich, da erst durch die kostenfreie Nutzung ein hinreichender Anreiz für Pendler besteht.
- Durch die höhere Auslastung der Nahverkehrszüge verbessert sich die Wirtschaftlichkeit bei den Eisenbahnverkehrsunternehmen. Damit kann das Land

längerfristig mit der gleichen Summe an Regionalisierungsmitteln mehr Fahrzeugkilometer bestellen.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann über die NASA GmbH weitere Mittel für das Schnittstellenprogramm bereitstellen.

6.5.2.16 Schienenverladestellen

Eine wichtige Voraussetzung für die Verlagerung von Gütern auf die Schiene ist der Erhalt bzw. Ausbau des Netzes von Ladestellen, an denen Güter auf die Bahn verladen werden können. Hier war es zuletzt aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen der DB Cargo AG heraus zur Einstellung der Bedienung gekommen, weitere Bedienungseinstellungen waren für 2016 geplant. Dazu hat der Landtag bereits einen Beschluss gefasst [Landtag 2016].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Das System von Güterverladestellen auf die Schiene wird erhalten, aktuell nicht bediente Güterverladestellen werden wieder bedient.

- Die Güterverladestellen werden von der verladenden Wirtschaft angenommen, das Transportaufkommen im Schienengüterverkehr steigt an.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich, da die Wirtschaftlichkeit von den Verladetarifen der Bahn einerseits und der Preissituation im Straßengüterverkehr andererseits abhängen.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann den Erhalt von Anschlussgleisen fördern, ansonsten jedoch nur indirekt tätig werden.

Gruppe 3 Bessere Auslastung

6.5.2.17 Förderung Fahrgemeinschaften

Mehrere Pendlerportale sind heute in der Lage, nicht nur einmalige Mitfahrgelegenheiten zu schaffen, sondern auch regelmäßige Fahrten von Berufspendlern so zu bündeln, dass die Auslastung der genutzten Pkw regelmäßig ansteigt. Auch die Vermittlung von Teilabschnitten ist inzwischen technisch möglich. Das Kernproblem liegt derzeit in der Vermarktung, da nur ein sehr kleiner Anteil der Pkw-Pendler ihre regelmäßigen Fahrten bei solchen Portalen anmeldet.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Das Land Sachsen-Anhalt kooperiert – nach entsprechender Ausschreibung – mit einem der bestehenden Mitfahrportale und macht die Pkw-Fahrerinnen und Fahrer auf das Portal aufmerksam.

- Der Mehrzahl aller Pkw-Fahrer wird dadurch das Anbieten einer „Mitfahrgelegenheit“ als praktische Option bewusst. Umgekehrt rückt dadurch auch die Nutzung der Mitfahrgelegenheiten als Beifahrer durch bisherige Pkw-Alleinfahrer ins Bewusstsein.

- Die Nutzung durch Fahrer und Mitfahr-Interessenten steigt bis 2030 auf das Zehnfache der heutigen Nutzung an.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Die Bildung von Fahrgemeinschaften trägt generell zur Wirtschaftlichkeit des Verkehrs bei.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Da die Entscheidungen bei den Verkehrsteilnehmern bleiben, kann die Landesregierung die Nutzung entsprechender Portale (bzw. eines Portals) nur durch die Öffentlichkeitsarbeit bewerben.

6.5.2.18 Verpackungsdichte

Waren haben derzeit oft höheres Packvolumen als es das reine Warenvolumen erfordern würde. Selbst voll befüllte Lkw und Lieferfahrzeuge erreichen ihr zulässiges Ladungsgewicht selten.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Industrie erkennt Effizienzvorteile durch kompaktere Verpackungen und wird dabei innovativ tätig.
- Die Vorteile werden auch gegenüber den Verbrauchern als Entscheidungskriterium kommuniziert.
- Die Verbraucher erfahren über eine Beschriftung an der Verpackung die Relation zwischen Masse und Packvolumen und entscheiden sich vermehrt für kompakter verpackte Waren.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung hat in diesem Wirtschaftsbe- reich nur sehr indirekte Möglichkeiten der Kommu- nikation.

6.5.2.19 Bessere Auslastung in der Logistik

Das Ziel besteht darin, den Anteil der teilausgelaste- ten Fahrten zu reduzieren. Hierzu zählt die City- Logistik (räumliche Bündelung). Auch die zeitliche Bündelung von Sendungen über längere Zeiträume (mehr Geduld beim Empfänger) kann den Beladungs- grad verbessern. Frachtbörsen helfen bereits heute, die Zahl der Leerfahrten zu reduzieren.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die Logistikbranche führt einheitliche Systeme der Sendungsverfolgung ein, so dass Waren auch bei Umladevorgängen in andere Unternehmen leicht verfolgbar bleiben.
- In den Städten Magdeburg und Halle (S.) werden City-Logistik-Systeme eingeführt und bewähren sich.
- Die Tendenz zu immer kurzfristigeren Lieferzeit- punkten wird umgekehrt, so dass auch die zeitliche Bündelung verschiedener Sendungen erleichtert wird.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann hier über Gespräche mit den im Land aktiven Akteuren der Logistikbranche die Bereitschaft zur Kooperation ermitteln.

Gruppe 4 Effizienz der Fahrzeuge

6.5.2.20 Leichtere Fahrzeuge

Der spezifische Verbrauch der Pkw ist in den letzten beiden Jahrzehnten trotz großer technischer Fortschritte durch den Trend zu größeren und schwereren Fahrzeugen überkompensiert worden. Vorteile für die Nutzer von leichteren Pkw sollten den Absatz dieses Segments verbessern und damit langfristig den spezifischen Verbrauch senken.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- In einigen Städten und Gemeinden erhalten Nutzer leichter und kleinerer Fahrzeuge bevorzugte Parkmöglichkeiten.
- Die Verbrauchskennzeichnung und der CO₂-Ausstoß von Pkw werden stärker überprüft, so dass die Automobilindustrie in ihrer Modellpalette kleinere Fahrzeuge anbietet, mit denen schärfere Grenzwerte auch im Alltagsbetrieb eingehalten werden können.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich, da die Kfz-Branche sowie deren Kunden großflächig betroffen sind.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann versuchen, ihren Einfluss über den Bundesrat und die Europäische Union geltend zu machen.

6.5.2.21 Elektro-Pkw

Die Förderung der Elektromobilität wird intensiviert, da der Wirkungsgrad der Elektromotoren – auch bezogen auf die gesamte Kette – besser als der von Verbrennungsmotoren ist (*Beispiel: VW Golf mit 85 kW Leistung benötigt 12,7 kWh/100 km bei Elektroantrieb, aber konventionell 5,6 bis 8,7 l Superbenzin, d. h. umgerechnet 50 bis 80 kWh/100 km Endenergie. Selbst bei Strommix mit hohen Umwandlungsverlusten wird dieser Vorteil nicht wieder eingeholt*).

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Die derzeitige Förderung der Elektromobilität auf der Bundesebene, insbesondere die Förderung der Markteinführung durch Kaufprämien, wird in Sachsen-Anhalt mindestens gleich stark wie in anderen Bundesländern genutzt.
- Für Nutzer von Elektromotoren werden Vergünstigungen – etwa bei der Bereitstellung von Parkplätzen – gegenüber Verbrennungsmotoren eingeführt.
- Die Lade-Infrastruktur für Elektrofahrzeuge wird in Sachsen-Anhalt so verdichtet, dass an keiner bewohnten Stelle des Landes die nächste Schnellladesäule mehr als 10 km entfernt ist.
- Kombination der Ladesäulen mit erneuerbaren Energien (z. B. PV) – damit steht trotz Mehrbedarf für die E-Mobilität der andernorts im Stromsystem erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien weiterhin den übrigen Sektoren zur Verfügung.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Eine pauschale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich, da mit einer Markteinführung neuer und Verdrängung älterer Technologien regelmäßig Umstellungskosten anfallen.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann das Thema eigenständig voranbringen, indem sie für die bestehende Bundesförderung wirbt und auf Bundesebene noch bestehende Lücken durch eigene Förderungen schließt.

6.5.2.22 Tempolimit auf Autobahnen

Auf Autobahnen werden die niedrigsten spezifischen Verbrauchswerte bei Geschwindigkeiten zwischen 80 und 110 km/h erreicht. Durch ein Tempolimit von 120 km/h kann der Verkehrsfluss bei effizienten Geschwindigkeiten verstetigt werden.

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Auf den Autobahnen in Sachsen-Anhalt gilt eine allgemeine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Als ordnungsrechtliche Maßnahme fallen bei der Umsetzung keine hohen Kosten an.
- Für die Fahrzeuge sinkt der spezifische Energieverbrauch und führt somit zu Kosteneinsparungen.
- Für den Wirtschaftsverkehr schlägt sich eine Verlängerung von Fahrzeiten in höheren Personalkosten nieder. Der Effekt ist aber eng begrenzt und nur auf längeren Strecken relevant.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Festlegung von Tempolimits auf Bundesautobahnen unterliegt dem Bundesgesetzgeber. Die Landesregierung kann hier über den Bundesrat aktiv werden.

6.5.2.23 Effizientere Lkw-Bauformen

Aerodynamik birgt noch umfangreiches Potenzial zur Senkung des spezifischen Verbrauchs von Lkw [ICCT 2016].

Annahmen Mit-Maßnahmen-Szenario

- Der spezifische Verbrauch von Lkw sinkt so, dass pro Tonnenkilometer Verkehrsaufwand der Energiebedarf um 20 % sinkt.

Aussagen Wirtschaftlichkeit

- Für die Lkw-Betreiber ist die Nutzung sparsamerer Lkw wirtschaftlich, sofern die bisherigen Lkw abgeschrieben sind und die Fahrzeugindustrie entsprechende Modelle anbietet.

Aussagen Beeinflussbarkeit

- Die Landesregierung kann hier nur über die europäische Ebene ihren Einfluss geltend machen, um dort die Einführung von CO₂-Grenzwerten für Lkw zu erwirken.

6.5.3 Hemmnisse

Wesentliche Hemmnisse für die Umsetzung einer höheren Energieeffizienz im Verkehr beruhen auf der Vielzahl betroffener Entscheidungsträger (jeder Verkehrsteilnehmer entscheidet selbst), auf Gewohnheiten und anderen ökonomischen Prioritäten, wie nachfolgend an Beispielen erläutert wird

6.5.3.1 Hemmnisse bei der Verkehrsvermeidung

Wesentliche Hemmnisse für die Umsetzung einer höheren Energieeffizienz im Verkehr beruhen auf der Vielzahl betroffener Entscheidungsträger sowie auf der Priorität anderer Effizienz-Überlegungen im Wirtschaftssystem. Die meisten Hemmnisse ergeben sich bei den wirksamsten Maßnahmen, die bei der Entstehung des Verkehrs ansetzen (hier am Beispiel der Maßnahmen aus Kap. 6.5.2.2⁷ und 6.5.2.4⁸):

Hier spielen Standortentscheidungen eine wesentliche Grundlage. So führt jede Standortentscheidung eines Investors für eine Arbeitsstätte zu neuem Berufsverkehr. Sofern ein Standort gewählt wird, in dessen Umfeld nur wenige der potenziellen Beschäftigten leben, entsteht mit jedem neuen Arbeitsvertrag ein neuer Arbeitsweg, der dann in der Regel überdurchschnittlich lang ist. Auch Standortentscheidungen der Verwaltung spielen eine Rolle: Sobald verschiedene Behördenstandorte zentralisiert werden oder Funktionen von einem zum anderen Standort verlegt werden, muss damit gerechnet werden, dass sich die Wege zur Arbeit für die betroffenen Beschäftigten verlängern.

Grundsätzlich ist der Wohnungsmarkt in Sachsen-Anhalt (anders als etwa in westdeutschen Ballungs-

räumen wie Hamburg, Frankfurt oder München) jedoch sehr aufnahmefähig. Es besteht daher für Beschäftigte mit neuen Arbeits-Standorten grundsätzlich die Möglichkeit, am Arbeitsort oder in Fahrradentfernung zum Arbeitsort eine Wohnung zu finden.

Hier kommen jedoch zwei weitere strukturelle Hemmnisse ins Spiel:

- Zum einen ist es die Regel, dass in Mehrpersonenhaushalten auch mehr als eine Person erwerbstätig ist (hohe Erwerbsquote bzw. Erwerbsneigung). Die aktuelle Arbeitsmarktlage sowie die Spezialisierung der Berufsbilder macht es nicht allen Haushalten möglich, dass mehr als eine Person ihren Arbeitsplatz am gleichen Arbeitsort findet. Daher wird der Wohnstandort in solchen Fällen so gewählt, dass mindestens ein Haushaltsmitglied pendeln muss. Analog hierzu wird durch private Präferenzen – wie z. B. Schule der Kinder oder Bindung an Freunde und Vereine – ein Umzug zum Arbeitsort häufig verhindert.
- Zum anderen ist es die Regel, dass neue Arbeitsverträge zunächst eine Probezeit oder eine Befristung aufweisen. So lange noch keine dauerhafte Perspektive besteht, wird der mit einem Umzug verbundene hohe Aufwand aus verständlichen Gründen oft vermieden. Eine Rückkehr zu einer größeren Zahl unbefristeter Arbeitsverträge würde die Umzugsbereitschaft erhöhen und damit die Verkehrsvermeidung unterstützen.

Im Bereich des Güterverkehrs liegen die strukturellen Hemmnisse in der überregionalen Arbeitsteilung. Diese hat sich im europäischen Binnenmarkt sowie auch global inzwischen sehr weit entwickelt. Durch den Abbau von Handelsschranken wurden der Wett-

⁷ Kürzere Wege durch Dezentralisierung

⁸ Regionale Wirtschaftskreisläufe

bewerb sowie die Kooperation zwischen Standorten gefördert, die in der Vergangenheit aufgrund ihrer großen Entfernung keine Beziehungen zueinander hatten. Durch Transportkosten, die durch die Rationalisierung sowie günstige Energiepreise (über Jahrzehnte sind diese wesentlich langsamer gestiegen als etwa Lohnkosten für Dienstleistungen) relativ niedrig sind, spielt der Produktionsfaktor „Transport“ eine zunehmend untergeordnete Rolle im Vergleich etwa zum Rationalisierungsgrad des Standortes, zur Nutzung von Innovationen, zu Lohnkosten etc. Zur Kostensenkung im Wettbewerb werden Vorprodukte oder Teilleistungen aus dem Unternehmen an andere Standorte ausgelagert, die sich im Rahmen von Ausschreibungen als besonders kostengünstig erweisen, etwa durch niedrige Lohnkosten.

Vor diesem Hintergrund ist die Regionalisierung von Wertschöpfungsketten – quasi als Gegenbewegung zur Globalisierung – nur sehr schwer zu erreichen. Insbesondere müssen zu den vermiedenen Transportkosten weitere Vorteile (z. B. regionale Cluster) für derartige Konzepte kommen, damit kurzen Wegen bei Standortentscheidungen wieder Vorrang eingeräumt wird.

Die Option der Heimarbeit (Maßnahme Kap. 6.5.2.1) wird aufgrund der starken Digitalisierung unter technischen Aspekten dagegen immer attraktiver. Hier liegen die Hemmnisse oft beim Kontrollbedürfnis der Unternehmen, weil die tatsächlich geleistete Arbeitszeit und Anwesenheit weniger gut nachgewiesen werden kann. Die Heimarbeit hat dort die beste Chance, wo die Arbeitsergebnisse unabhängig von der dafür aufgewandten Arbeitszeit als Grundlage für die Bewertung der zu Hause arbeitenden Personen dienen.

Bei der Förderung des Nah-Tourismus (Maßnahme Kap. 6.5.2.3) spielt einerseits das positive Image von Fernreisen (globale Reisefreiheit) bei der Zielgruppe der Touristen aus dem Nahbereich eine Rolle, andererseits beruht das Bedürfnis der Tourismuswirtschaft nach großen Einzugsbereichen auch auf dem Ziel, eine große Gesamtzahl von Touristen zu erreichen. Falls im Nahbereich keine Ballungsräume mit großen Potenzialen zu finden sind, wird der Einzugsbereich – auch der der Werbung für die Destinationen – entsprechend erweitert. Beide Effekte können sich gegenseitig verstärken: Falls die Einwohner aus Sachsen-Anhalt ihren Urlaub nicht im Harz verbringen möchten, werden möglicherweise Touristen aus Asien geworben, für die der Harz ein Fernziel darstellt.

Weitere Maßnahmen (z. B. Maßnahme Kap. 6.5.2.6 zur Verminderung von Retour-Sendungen) liegen im Ermessen der Unternehmen, sofern nicht der Gesetzgeber (zumindest bundesweit, idealerweise europaweit) hier Vorgaben macht bzw. zusätzliche Regeln aufstellt.

6.5.3.2 Hemmnisse bei der Verkehrsverlagerung

Im Verkehrswesen gilt noch mehr als in anderen Lebensbereichen: Die Gewohnheit ist der stärkste Einflussfaktor auf das Verkehrsverhalten. Für den Wechsel des Verkehrsmittels hat der Faktor „Gewohnheit“ als wichtigste Einflussgröße die Rolle eines wesentlichen Hemmnisses.

Hinzu kommt, dass die effizienteren Verkehrsmittel oft nicht die gleichen Reisegeschwindigkeiten erreichen wie der Pkw- oder Lkw-Verkehr. Die Reisezeit von Haus zu Haus bzw. die Transportdauer vom Ver-

lader zum Empfänger ist jedoch nach der Gewohnheit der zweitgrößte Einflussfaktor.

Die Tatsache, dass hier zwei zentrale Einflussfaktoren den Fortschritt der Effizienz hemmen, führt indirekt zu weiteren Effekten. So könnte etwa durch ein Tempolimit im Straßenverkehr (Maßnahme Kap. 6.5.2.22) die Wettbewerbsfähigkeit der anderen Verkehrsmittel gesteigert werden. Da sich die Gewohnheiten der Pkw-Nutzer in den meisten Fällen verfestigt haben, ist die Akzeptanz für alle Arten von Einschränkungen des Straßenverkehrs in dieser großen Gruppe sehr gering.

6.5.3.3 Hemmnisse bei der besseren Auslastung

Der Vorteil einer besseren Auslastung von Fahrzeugen ist ökonomisch und ökologisch unmittelbar einleuchtend. Trotzdem treten auch hier Hemmnisse auf.

Im Personenverkehr spielt in erster Linie die Gewohnheit eine Rolle, beim Verzicht auf Fahrgemeinschaften auch der Aspekt der Privatheit im Pkw-Fahrgastraum.

Im Güterverkehr bestehen oft nicht kompatible technische Systeme (z. B. für die Sendungsverfolgung oder das Umladen) eine Rolle, am stärksten wirkt hier jedoch der Zeitdruck, nach dem Lieferungen möglichst schneller als bei der Konkurrenz das Ziel erreichen sollen. Dieser Aspekt steht jedem Umladevorgang entgegen und verhindert insbesondere das Bündeln von Sendungen über längere Zeiträume zu einer Fahrt.

6.5.3.4 Hemmnisse bei der Fahrzeug-Effizienz

Wesentliche Hemmnisse bei der Markteinführung effizienterer Fahrzeuge liegen im Bereich der Fahrzeugindustrie und des Fahrzeughandels. Dies verbunden mit den Kaufpräferenzen der Kunden.

Derzeit können mit größeren und schwereren Fahrzeugen größere Gewinne als mit Kleinfahrzeugen erzielt werden, weil in größeren Fahrzeugen auch mehr Zusatzfunktionen integriert werden können, die als Zusatznutzen die Wertschöpfung steigern. Dadurch sind auch Werbung und die Anreizsysteme im Handel derzeit überwiegend auf größere Fahrzeuge ausgerichtet, beispielsweise werden die größeren Fahrzeuge auch als „Premium-Segment“ bezeichnet. Die Vorstellung von der Höherwertigkeit größerer Fahrzeuge hat sich über Jahrzehnte so stark verfestigt, dass auch unter den Endkunden mit dem Erwerb solcher Fahrzeuge die Vorstellung verbunden wird, sich etwas Wertvolleres leisten zu können als ein kleines und effizientes Fahrzeug.

Seit Jahrzehnten zeigt die Bestandsstatistik des Kraftfahrtbundesamtes ein Anwachsen von Pkw mit großen Hubräumen und einen Rückgang von Pkw mit kleineren Hubräumen. Der Paradigmenwechsel hin zu effizienteren und damit in der Regel kleineren und leichteren Fahrzeugen stößt hier auf ein sehr großes Hemmnis.

6.5.3.5 Überwindung von Hemmnissen

Da ein wesentlicher Teil der Hemmnisse auf Verkehrsgewohnheiten basiert, sind Informationen zu den effizienteren Alternativen sowie die Vorbilder von öffentlich angesehenen Persönlichkeiten ein wesentlicher Einflussfaktor. Die Vermittlung von Informatio-

nen kann bereits auf dem Wege der Schulbildung die nachwachsende Generation erreichen, die noch keine dauerhaft verfestigten Mobilitätsroutinen entwickelt hat.

Die Hemmnisse im ökonomischen Bereich (internationaler Wettbewerb, hoher Zeitdruck etc.) lassen sich dagegen am ehesten durch europaweite oder deutschlandweite Regeln überwinden (etwa zur Senkung des Treibstoffverbrauchs), deren Einhaltung dann auch konsequent überprüft werden muss.

Auf der Landesebene sind somit die Vorbildwirkung der Landesregierung sowie die Information über effi-

ziente Alternativen im Verkehr (etwa im Rahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements oder durch landesweite Informationskampagnen) sinnvolle Ansatzpunkte. Da mit den Faktoren Gewohnheit und Geschwindigkeit sehr starke Hemmnisse zu überwinden sind, ist es wichtig, den entsprechenden Nutzen der Alternativen (z. B. entspannte Reisezeit, die auch für andere Zwecke nutzbar ist, Fitness, soziale Kontakte etc.) hervorzuheben, damit die Argumente zugunsten einer Verhaltensänderung bei der Zielgruppe auch ernst genommen werden.

7 Instrumente und Programme

7.1 Bundesebene

Im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms (EFP) des Bundes wurden vier Themenbereiche im Zeitraum von 2008 bis 2013 gefördert:

- Erneuerbare Energien
- Energieeffizienz
- Nukleare Sicherheit und Endlagerung
- Fusion

Neben den regenerativen Energien (Fördersumme in Höhe von 303 Mio. €) hat sich im Jahr 2013 die Energieeinsparung und -effizienz mit 300 Mio. € als zweiter wichtiger Förderschwerpunkt etabliert.

Im Jahr 2013 flossen für die nichtnukleare Energieforschung 4,1 Mio. € nach Sachsen-Anhalt. Seit dem Jahr 2010 sind die Fördermittel aus dem EFP für das Land Sachsen-Anhalt wieder rückläufig, so dass Sachsen-Anhalt im Zeitraum von 2008 bis 2013 insgesamt 28 Mio. € Fördergelder aus dem EFP erhalten hat.

Zum Vergleich 2013: Das Bundesland Thüringen erhielt Mittel in Höhe von 3,4 Mio. €, während der Freistaat Sachsen mit 44,1 Mio. € nach Bayern zu den Bundesländern gehört, die die meisten Mittel im Jahr 2013 erhielten (vgl. Abbildung 41).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Σ 2008 bis 2013	
	[Mio. €]	[€ je Einwohner]						
Baden-Württemberg	12	27	15	23	25	36	137	13
Bayern	17	14	23	32	88	115	289	23
Berlin	4	16	5	2	3	1	30	9
Brandenburg	11	5	4	6	4	8	38	15
Bremen	3	2	3	4	3	3	18	27
Hamburg	1	2	1	1	2	16	22	13
Hessen	7	6	9	8	13	10	52	9
Mecklenburg-Vorpommern		2	6	4	9	3	23	15
Niedersachsen	16	25	26	31	33	33	163	21
Nordrhein-Westfalen	32	23	32	27	37	29	178	10
Rheinland-Pfalz	2	3	2	3	2	2	15	4
Saarland	1	1	1	1	1	1	5	5
Sachsen	14	29	17	24	25	44	153	38
Sachsen-Anhalt	3	4	8	6	3	4	28	12
Schleswig-Holstein	4	4	3	2	2	4	19	7
Thüringen	3	1	3	1	4	3	15	7
Summe	129	161	157	174	253	312	1.186	15

Abbildung 41 Aufwendungen der Bundesländer für nichtnukleare Energieforschung

Quelle: [BMWIE 2015]

Im Folgenden wird dargestellt, welche Förderprogramme das Land Sachsen-Anhalt in den letzten Jahren in Anspruch genommen hat, um Projekte/ Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz durchführen zu können:

- Kommunalrichtlinie
- ExWOST
- Energetische Stadtsanierung
- Energieberatung in Wohngebäuden vor Ort / Vor-Ort-Beratung
- Energieeffizient Bauen/ Energieeffizient Sanieren/ Energieeffizienz in KMU (Sonderfonds)
- BMUB-Umweltinnovationsprogramm
- Energieberatungen im Mittelstand
- Energieeffizienz Impulsgespräche
- Energieeffizienz-Netzwerke

7.1.1 Kommune

Für Kommunen gibt es zahlreiche Möglichkeiten und Handlungsfelder, um Energieeffizienz und Klimaschutz voranzutreiben. Die Nationale Klimaschutzinitiative des BMUB deckt ein großes Spektrum ab. Sie umfasst die Förderprogramme Kommunalrichtlinie, innovative Einzelprojekte, gewerbliche Kälteanlagen, Mini-KWK-Anlagen und Hybridbusse.

Für Kommunen ist die Kommunalrichtlinie von großer Bedeutung. Deshalb wird zunächst ein Überblick zur Kommunalrichtlinie und deren Inanspruchnahme durch Kommunen aus Sachsen-Anhalt geben.

Für Kommunen gibt es weitere Förderprogramme. Die meisten fördern Effizienzmaßnahmen im Bereich Gebäude und Wohnen, weshalb diese Programme dem Sektor Private Haushalte zugeordnet wurden.

- Energiemanagementsystemen
- Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien im Mittelstand
- Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlageanlagen in Unternehmen
- Förderung von energieeffizienten und klimaschonenden Produktionsprozessen

Die Programme werden, soweit es möglich ist, den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr oder Haushalte zugeordnet.

Vorab wird im folgenden Abschnitt das wichtigste Förderprogramm für kommunalen Klimaschutz - die Nationale Klimaschutzinitiative mit der Kommunalrichtlinie – als zentrales Programm zur Umsetzung von kommunalen Klimaschutzprojekten ausführlicher betrachtet.

Kommunalrichtlinie

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative will das BMUB die Potenziale zur Emissionsminderung erschließen und hat dafür sechs Teilprogramme aufgelegt. Der Projektträger Jülich setzt das "Förderprogramm für Kommunen, soziale und kulturelle Einrichtungen", die "Förderung von Klimaschutzprojekten für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung" sowie die „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutz in Masterplan-Kommunen“ um.

Die geförderten Projekte unterstützen oft die konzeptionelle Phase, d.h. es werden Konzepte für verschiedene Fragestellungen im Bereich des kommunalen Klimaschutzes gefördert. Die konkreten Effekte dieser

Konzepte sind kaum quantifizierbar, da zunächst nicht bekannt ist, wie hoch die Umsetzungsrate der in den Konzepten identifizierten Maßnahmen letztendlich ist. Neben der Erstellung von Konzepten wurden auch investive Maßnahmen, wie z.B. die Sanierung von Beleuchtung, gefördert.

In Sachsen-Anhalt wurden 80 kommunale Klimaschutzprojekte seit 2008 bis 2016 über die Nationale Klimaschutzinitiative gefördert. 41 Kommunen haben das Programm zur Sanierung der Beleuchtung (Hallen, Innen- und Außenbeleuchtung) genutzt; d.h. hier

wurden konkrete Effizienzpotenziale realisiert. Eine Förderung zur Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes erhielten zehn Kommunen, während fünf Kommunen ein Konzept für ihre Liegenschaften erstellten.

Zur Umsetzung der Konzepte können Kommunen eine geförderte Personalstelle in Form eines so genannten Klimaschutzmanagers für mindestens drei Jahre beantragen. Diese Möglichkeit haben drei Kommunen in Anspruch genommen (vgl. Abbildung 42). Die regionale Verteilung der Projekte in Sachsen-Anhalt ist in Abbildung 43 dargestellt.

Förderbereich:	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]
Anfängerkommunen							2	1	
Klimaschutzkonzept			1	4	1	3	2	1	1
Stelle für Klimaschutzmanagement			1	1			1		
Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagemen						1			
Klimaschutz in eigenen Liegenschaften		1	1		1		1	1	
Sanierung der Hallenbeleuchtung						7	1	3	
Sanierung der Innenbeleuchtung		1		1			3	2	
Sanierung der Außenbeleuchtung				5	6	10	2		
Klimafreundliche Abwasserbehandlung				2		2	1	1	
Integrierte Wärmenutzung in Kommunen	1								
Mehrere klimarelevante Bereiche					1		1		
Anpassung an den Klimawandel									1
Klimafreundliche Abfallentsorgung								1	
Sonstiges			1	1					
Innovativen Klimaschutz-Einzelprojekten									1
Summe	1	2	4	14	9	23	14	10	3

Abbildung 42 Geförderte Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative 2008 bis 2016
Quelle: [BMUB 2016]; Darstellung: IE Leipzig

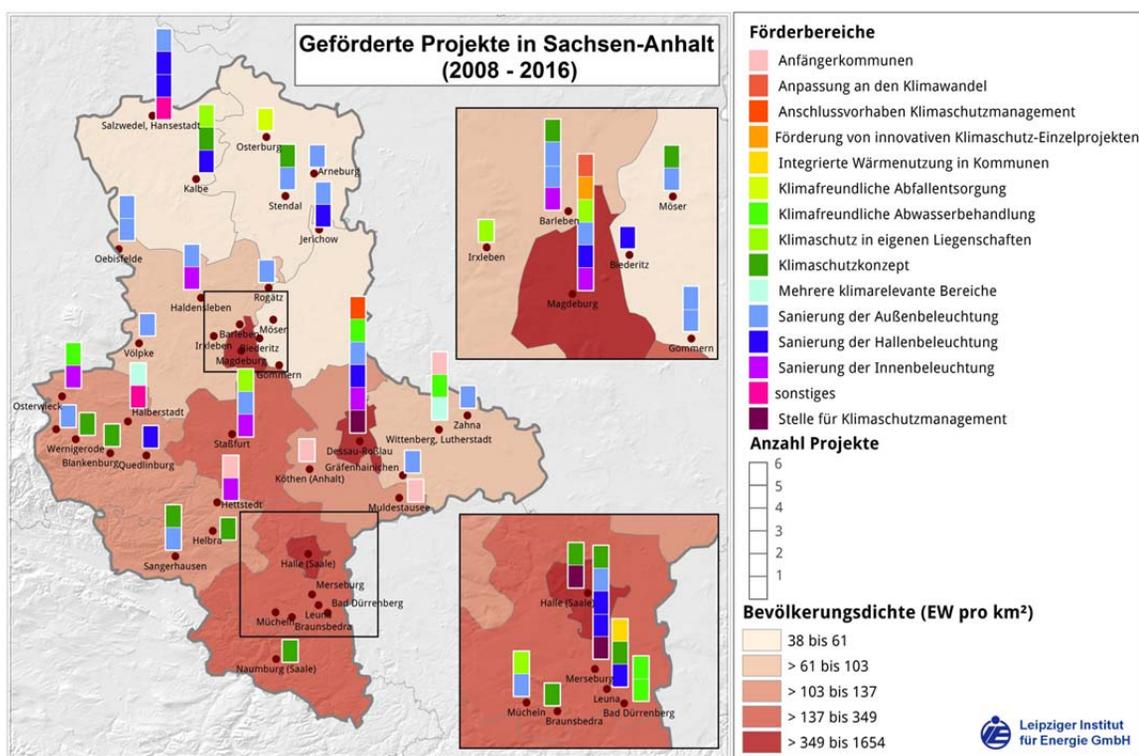


Abbildung 43 Regionale Verteilung geförderte Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative 2008 bis 2016

Quelle: [BMUB 2016]; Darstellung: IE Leipzig

Im Vergleich mit anderen Bundesländern ist auffällig, dass die Inanspruchnahme des Programms, auch bezogen auf die Anzahl der Einwohner, sehr gering ist. Bei Nicht-Berücksichtigung der Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen, hat nur der Freistaat Sachsen noch weniger geförderte Projekte erhalten (vgl. Abbildung 44).

	[Anzahl geförderter Projekte]	[Anzahl geförderter Projekte je 10.000 EW]
BB	141	0,6
BE	50	0,1
BW	1.410	1,3
BY	1.046	0,8
HB	23	0,3
HE	524	0,9
HH	18	0,1
MV	103	0,6
NI	1.193	1,5
NW	1.258	0,7
RP	625	1,6
SH	521	1,8
SL	103	1,0
SN	60	0,1
ST	71	0,3
TH	85	0,4
Deutschland	5.230	0,4

Abbildung 44 Anzahl bewilligter Projekte nach Bundesländern (2008 – Anfang 2015)

Quelle: [BMUB 2015]

7.1.2 Private Haushalte

Ziel der Bundesregierung ist es, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, dessen Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird, zu erreichen. Maßnahmen zur Erreichung der Ziele umfassen gesetzliche Rahmenbedingungen, wie z. B. die Energieeinsparverordnung (EnEV) oder das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sowie verschiedene Förderprogramme.

Im Folgenden werden die relevanten Bundesprogramme vorgestellt und deren Inanspruchnahme in Sachsen-Anhalt aufgezeigt. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen dabei die Programme, die im weitesten Sinne den Bereich Gebäude und Wohnen und somit den Sektor Private Haushalte als Adressanten haben.

Die bundesweiten Programme lassen sich vereinfachend in drei Kategorien einteilen:

- Konzepte (Effiziente Energieversorgung und Energieeffizienz in Gebäuden):
 - EnEff:Stadt und EnEff:Wärme
 - ExWOST
 - Energetische Stadtsanierung
- Beratung (Energieeffizienz in Gebäuden)
 - Energieberatung (bafa)
- Technische bzw. investive Maßnahmen
 - Gebäudesanierung und Neubau (KfW)

Besonders in der Kategorie Konzepte sind die Themen sehr vielfältig und Energieeffizienz ist ein wichtiger Teilaspekt, der im Zusammenhang mit vielen anderen Fragestellungen der Stadtentwicklung diskutiert wird.

EnEff:Stadt und EnEff:Wärme

Ein wichtiges Programm zur Hebung von Effizienzpotenzialen im Bereich Gebäude ist die Forschung für die energieeffiziente Stadt (EnEff:Stadt) mit energieeffizienten Wärme- und Kältenetzen (EnEff:Wärme). Neben EnEff:Stadt und EnEff:Wärme fördert das BMWI auch die Forschung für **Energieoptimiertes Bauen (EnOB)**. Hier wird der Schwerpunkt auf die Entwicklung von Bautechnik und technischer Gebäudeausrüstung gesetzt. Die Konzepte, Technologien und Materialien werden in Modellprojekten erprobt. In Sachsen-Anhalt wurde mit dem Neubau des Umweltbundesamtes in Dessau-Roßlau ein Projekt im Bereich EnBau umgesetzt. Im Bereich EnBop (Energetische Betriebsoptimierung) wurde das Projekt Schaltbare Verschattungen für Membran-Konstruktionen vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Halle durchgeführt (vgl. Tabelle 24).

Seit 2006 baut das Bundesbauministerium seine **Forschungsinitiative ZukunftBAU** kontinuierlich aus. Sie unterstützt die Umsetzung von Strategien und Konzepten für ein energieeffizientes und nachhaltiges Bauwesen. Dabei wurde u.a. ein Programm für Modellhäuser aufgelegt, die den sogenannten "Effizienzhaus Plus Standard" erfüllen. Insgesamt beteiligten sich bundesweit am Netzwerk der „Effizienzhäuser Plus“ bereits 35 Gebäude bzw. Vorhaben, aber bisher keines aus Sachsen-Anhalt (Forschungsinitiative ZukunftBau 2016).

Energieeffiziente Stadt

Der Wettbewerb "Energieeffiziente Stadt" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) hat das Ziel, Energieeffizienz in Städten und Kom-

munen zu steigern. Sachsen-Anhalt ist mit der erfolgreichen Teilnahme der Landeshauptstadt Magdeburg vertreten. Ziel des Projektes unter dem Titel MD-E⁴ ist es den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um ca. 2/3 gegenüber 1990 (bzw. rund 25% gegenüber 2007) zu reduzieren und den Endenergieverbrauch um mindes-

tens 20% gegenüber 2007 zu senken. Hierfür wurden Fördermittel in Höhe von rund 5. Mio. Euro bereitgestellt. Die anderen Gewinner waren Delitzsch, Essen, Stuttgart und Wolfhagen (BMWIE 2015).

EnOB: Energieoptimiertes Bauen	Projekte aus Sachsen-Anhalt
EnBau	Neubau: Umweltbundesamt Dessau Roßlau
ENSan	-
EnBop	Schaltbare Verschattungen für Membran-Konstruktionen; Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Halle
LowEx	Fernwärme an GuD Kraftwerksgelände in Halle/ Saale (TU Dresden & Energieversorgung Halle GmbH)
ViBau	-

Tabelle 24 Projekt aus Sachsen-Anhalt-im Forschungsbereich Energieeffizienz in Gebäuden
Quelle: [eneff-stadt]; Darstellung: IE Leipzig

ExWOST

Mit dem Forschungsprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) fördert das BMUB innovative Planungen und Maßnahmen zu städtebaulichen und wohnungspolitischen Themen. Eingesetzt werden dazu folgende Instrumente:

- Wissenschaftliche Begleitung von Planungs- und Bauvorhaben (Modellvorhaben)
- Fachgutachten
- Initiativen und Fachveranstaltungen
- Dokumentation guter Beispiele

An den Modellvorhaben beteiligen sich Akteure im Bereich des Wohnungs- und Städtebaus. Insgesamt wurden bisher 255 Projekte in sehr unterschiedlichen Forschungsfeldern wie Jugendliche im Quartier, Unternehmen und Stiftungen für die soziale Quartiers-

entwicklung, Jugend.Stadt.Labor, Baukultur konkret durchgeführt, 21 davon in Sachsen-Anhalt (vgl. Tabelle 25).

Das Forschungsfeld „**Energetische Stadterneuerung**“ hat hierbei den größten Bezug zur Thematik Energieeffizienz sowie den Bereich Gebäude und Wohnen. Dieses Forschungsfeld startete bereits im Jahr 2007 in 15 Städten in Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Heute gibt es hierzu 15 Projekte, fünf davon in Sachsen-Anhalt (Wanzleben, Naumburg, Havelberg, Tangermünde und Weißenfels; vgl. Tabelle 25).

In Tangermünde wurden beispielsweise folgende Maßnahmen im Rahmen der Energetischen Stadterneuerung initiiert (BMVBS 2011):

- Erstellung eines Integrierten Stadtentwicklungskonzepts (INSEK) unter Einbeziehung energetischer Komponenten und dessen Fortschreibung bis 2020

- Umstellung der erdölbasierten städtischen Fernwärmeversorgung auf BHKW-Lösungen (in Einzelfällen geothermiebasierte Lösungen)
 Die Stadt Weißenfels entwickelte hingegen eine energieverorgungstechnische Gesamtstrategie und setzt diese nun schrittweise um.
- Energetische Sanierung von Einzelobjekten, wie Schulen, Turnhallen, Kitas etc.

Titel	Programm	Ort	Jahr
Gesamtstädtisches Energiekonzept "Familienfreundliche Stadt"	Energetische Stadterneuerung	Wanzleben	2011
Entwicklung und Umsetzung eines gesamtstädtischen Energiekonzeptes	Energetische Stadterneuerung	Naumburg	2011
Ökologische Energieversorgung unter Einbeziehung regionaler Energieträger	Energetische Stadterneuerung	Havelberg	2011
Gesamtstädtisches Energiekonzept	Energetische Stadterneuerung	Tangerhütte	2011
Energetisches Konzept Weißenfels	Energetische Stadterneuerung	Weissenfels	2011
Modellstadt Dessau	GenderMainstreaming	Dessau	2006
Magdeburg: Lesezeichen und Stadtrejal	Innovationen für familien und altengerechte Stadtquartiere	Magdeburg	2011
Sangerhausen: Kumpelplätze	Innovationen für familien und altengerechte Stadtquartiere	Sangerhausen	2011
DessauRoßlau: Interkultureller Generationenpark	Innovationen für familien und altengerechte Stadtquartiere	Dessau	2011
Modellvorhaben Magdeburg	Kooperation im Quartier mit privaten Eigentümern	Magdeburg	laufend
Modellvorhaben: Integriertes Innenstadtkonzept Halle	Innovationen für Innenstädte	Halle	laufend
Dessau: Jugend baut Zukunft	Jugendliche im Stadtquartier	Dessau	2011
Halle: Lebendiges Lutherviertel	Modelle genossenschaftlichen Wohnens	Halle	2006
Zielgruppenorientierter Wohnungsbedarf im Stadtumbau, Halle	Kommunale Konzepte: Wohnen	Halle	2010
Stadtumbau für die Innenstadt Halle-Glauchau	Eigentümerstandortgemeinschaften im Stadtumbau	Halle	2012
Magdeburger ESG im Wettbewerb	Eigentümerstandortgemeinschaften im Stadtumbau	Magdeburg	2012
Modellvorhaben: Urban Aktiv, Halle/Saale	Jugend.Stadt.Labor	Halle	laufend
Modellvorhaben: VorOrt-Pioniere, Dessau-Roßlau	Jugend.Stadt.Labor	Dessau	laufend
Steckbrief: Halle - Stadthof Glaucha	Jugendliche im Stadtquartier	Halle	2012
Magdeburg: Modellvorhaben "Kreative Stadtteilentwicklung - Buckaus"	Leitprojekte "Kooperation konkret"	Magdeburg	laufend
Modellvorhaben: Stadt Dessau-Roßlau	Innovationen für Innenstädte	Dessau	laufend

Tabelle 25 Modellvorhaben des ExWoSt in Sachsen-Anhalt
 Quelle: [BBSR], Darstellung: IE Leipzig

Energetische Stadtsanierung

Gefördert werden in diesem Programm Kommunen, welche die Energieeffizienz verbessern und insbesondere die CO₂-Belastung in einem Stadtquartier senken wollen. Hierfür erhalten diese Zuschüsse und Darlehen für die Erstellung integrierter Sanierungskonzepte und für die Kosten eines Sanierungsmanagements zur Begleitung und Koordinierung der Umsetzung solcher Konzepte (MLV 2016). Die Mittel dafür stellt der Bund aus dem Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ durch die KfW-Kommunalbank zur Verfügung.

Bei Einführung des KfW-Programms Energetische Stadtsanierung 2011 starteten bundesweit 63 Pilotprojekte mit der Erstellung integrierter energetischer Quartierskonzepte. Pilotprojekte in Sachsen-Anhalt waren im Jahr 2012 die Städte Leuna und Naumburg, welche ihre Konzepterstellung bereits abgeschlossen haben. In Naumburg wurde nach der Erarbeitung des gesamtstädtischen energetischen Stadtsanierungskonzepts "Naumburg atmet auf" mit dem integrierten Quartierskonzept eine vertiefende Untersuchung geleistet. In Verbindung mit Energieeffizienz und -einsparung sollen Bauaktivitäten angeregt werden, die auf bestehenden Potenzialen aufbauen. Öffentliche Einrichtungen sind bereits gezielt als Vorbilder energetisch saniert bzw. errichtet worden (Energetische Stadtsanierung - Naumburg 2015).

Das Projektgebiet in Leuna umfasst Teile der Gartenstadt Neu-Rössen. Die ehemalige Werkssiedlung der Leuna-Werke (Chemieindustrie) befindet sich bereits seit 1995 in der denkmalgerechten Sanierung. Innerhalb des Konzepts wird untersucht, wie die Energieversorgung des benachbarten Industriestandorts besser in das Wohngebiet eingebunden und die vorhan-

dene Energieinfrastruktur effizienter ausgelastet werden kann (Energetische Stadtsanierung - Leuna 2015).

In der Stadt Halle wird ein ähnliches Modellprojekt mit dem Titel „Unternehmensnetzwerk Energieeffizienz und CO₂-Einsparung im Gebäudebestand auf Quartiersebene“ durchgeführt (MW 2014).

Im Rahmen der Städtebauförderung beteiligt sich das Land Sachsen-Anhalt auf Antrag anteilmäßig an der Finanzierung (MLV 2016). Für neun weitere Kommunen wurden die Zuschussanträge bewilligt:

- Stadt Bernburg – Schlossviertel
- Stadt Haldensleben – Rolandviertel
- Lutherstadt Eisleben – Altstadt
- Stadt Magdeburg - Buckau
- Stadt Magdeburg - Salbke/Nord – Mariannenviertel
- Stadt Halberstadt – Altstadt (ehemals Judenviertel)
- Stadt Zeitz – Brühl
- Stadt Osterwieck – Quartier Bahnhofstraße
- Stadt Halle – Lutherviertel"

Vor-Ort-Beratungen

Die Förderung von Energieberatungen in Wohngebäuden (Vor-Ort-Beratung) ist ein Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), das mit inhaltlichen Veränderungen bereits seit den neunziger Jahren besteht. Aktuell ist eine Programmdauer bis 2019 geplant. Als Bewilligungsbehörde fungiert das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (BAFA und BfEE 2014).

Die Energiesparberatung ist eine vertiefte Individualberatung am Wohngebäudebestand durch qualifizierte und unabhängige Energieberater (BAFA und BfEE 2014). Zielgruppen sind Unternehmen, Privatpersonen sowie Verbände oder Vereinigungen. Für

die Beratungskosten erhalten sie vom Fördermittelgeber einen Zuschuss.

Nach der aktuellen Förderrichtlinie (am 01.07.2012 in Kraft getreten) müssen die einzelnen Maßnahmenempfehlungen aufeinander abgestimmt sein und auch bei schrittweiser Sanierung (Maßnahmenfahrplan) am Ende zu einem Gebäudezustand führen, der im Rahmen des Wirtschaftlichkeitsgebots als dauerhaft energetisch saniert angesehen werden kann. In der Regel wird dem Beratungsempfänger eine Sanierung auf ein von der KfW gefördertes Effizienzhausniveau empfohlen (BAFA und BfEE 2014).

Schwerpunkt ist die Energieberatung in Wohngebäuden (energetische Sanierung und Verbesserung der Energieeffizienz). Dabei gibt es die Wahlmöglichkeit zwischen der Erstellung eines energetischen Sanierungskonzeptes für

a) eine Sanierung des Wohngebäudes (zeitlich zusammenhängend) zum KfW-Effizienzhaus (Komplettsanierung)

oder

b) eine umfassende energetische Sanierung in Schritten mit aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen (Sanierungsfahrplan).

Trotz steigender Anforderungen an die Beratungsleistungen und Qualifizierung der Berater ist seit 2008 deutschlandweit eine rückläufige Inanspruchnahme des Beratungsangebotes bzw. der eingereichten Förderanträge zur „Vor-Ort-Beratung“ zu verzeichnen (vgl. Tabelle 26).

Jahr	[Anzahl]
1998	1.034
1999	2.731
2000	3.627
2001	5.222
2002	5.413
2003	5.958
2004	6.885
2005	12.445
2006	22.743
2007	15.810
2008	29.141
2008	32.661
2010	20.428
2011	18.259
2012	16.247
2013	7.075
2014	10.274

Tabelle 26 Jährliche Förderanträge für Vor-Ort-Beratungen 1998 bis 2014

Quelle: [BAFA und BfEE 2014]
Darstellung: IE Leipzig

Im Jahr 2014 wurden in Deutschland 10.274 Beratungen gefördert, davon 127 in Sachsen-Anhalt. Bezogen auf die Einwohnerzahl weisen nur die Stadtstaaten Berlin und Hamburg ähnlich niedrige Werte auf. Für Vor-Ort-Beratungen in Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2014 ca. 56.000 € an Zuschüssen gezahlt (vgl. Tabelle 26). Im Jahr 2013 waren es für 113 Beratungen ca. 50.000 € Fördermittelzuschüsse. Auffällig sind auch die niedrigen durchschnittlichen Kosten je Beratung im bundesweiten Vergleich. Mit 797 € für Ein- und Zweifamilienhäuser und 887 € für Mehrfamilienhäuser liegen sie in beiden Fällen deutlich unter dem bundesdeutschen Durchschnitt. Somit waren in keinem anderen Bundesland die durchschnittlichen Beratungskosten niedriger als in Sachsen-Anhalt (vgl. Tabelle 27).

	Gesamt		
	[Anzahl Beratungen]	[Anzahl Beratung je Mio. EW]	[Zuschüsse in €]
BB	153	62	68.564 €
BE	199	57	92.522 €
BW	1.521	142	670.983 €
BY	1.314	104	574.748 €
HB	166	251	70.487 €
HE	1.016	167	441.802 €
HH	63	36	25.904 €
MV	95	59	40.700 €
NI	1.169	149	503.818 €
NW	2.435	138	1.073.633 €
RP	940	234	402.228 €
SH	482	170	200.426 €
SL	125	126	56.383 €
SN	328	81	147.055 €
ST	127	57	55.877 €
TH	141	65	63.004 €
Deutschland	10.274	127	4.488.134 €

Tabelle 27 Geförderte Vor-Ort-Beratungen nach Bundesländern 2014
 Quelle: [BAFA 2014 Vor-Ort-Beratung Statistik], Darstellung IE Leipzig

	Ein- und Zweifamilienhäuser Richtlinie 2013		Mehrfamilienhäuser Richtlinie 2013	
	[Anzahl]	[€]	[Anzahl]	[€]
BB	44	737 €	43	1.029 €
BE	58	816 €	57	1.164 €
BW	344	858 €	332	1.159 €
BY	368	804 €	341	1.121 €
HB	21	881 €	21	1.136 €
HE	191	814 €	181	1.101 €
HH	30	750 €	27	1.065 €
MV	131	790 €	107	1.055 €
NI	182	797 €	171	1.083 €
NW	390	781 €	370	1.064 €
RP	132	797 €	126	1.042 €
SH	72	720 €	66	1.017 €
SL	17	802 €	16	1.122 €
SN	79	758 €	77	1.028 €
ST	34	668 €	30	887 €
TH	53	757 €	52	1.030 €
Deutschland	2.146	799 €	2.017	1.090 €

Tabelle 28 Durchschnittliche Beratungskosten inkl. MWST für Vor-Ort-Beratungen
 Quelle: [BAFA und BfEE 2014], Darstellung IE Leipzig

Energieeffizient Bauen und Sanieren

Neben der Fördermittelbereitstellung für gesamtstädtische und quartiersbezogene Konzepte sowie die Energieberatung für Gebäudesanierungen werden mit dem KfW-Programm Energieeffizient Bauen und Sanieren bauliche Maßnahmen für Effizienzmaßnahmen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser gefördert.

Das Programm der KfW-Bankengruppe fördert Modernisierungsvorhaben (Energieeffizient Sanieren) und Neubauvorhaben (Energieeffizient Bauen). Die Vorläuferprogramme waren das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (2005 bis 2009) und „Ökologisch Bauen“ (2006 bis 2010).

Die Förderung bietet finanzielle Anreize für Immobilieneigentümer sowie Investoren und begrenzt die Belastung für Mieter, Nutzer und Eigentümer. Zusätzlich werden durch eine mit der Förderung verbundenen professionellen Energieberatung Informationsdefizite abgebaut und Entscheidungsgrundlagen für ein umfassendes Sanierungskonzept erarbeitet.

Gefördert werden energieeffiziente Einzelmaßnahmen sowie umfassende Sanierungsmaßnahmen zu einem sogenannten KfW-Effizienzhaus. Die Förderung erfolgt durch Zuschüsse oder Darlehen.

Im Neubau förderte die KfW zukunftsweisende Standards für das Gesamtgebäude, bei denen Vorgaben an den Primärenergiebedarf und an den Wärmeschutz einzuhalten sind: Bei den Einzelmaßnahmen und

Maßnahmenkombinationen zur Erreichung der verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards liegen die eingehaltenen Qualitätsniveaus deutlich über den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV).

Die KfW lässt im Auftrag der Bundesregierung die Wirkungen ihrer Förderprogramme jährlich durch externe Forschungseinrichtungen untersuchen. Anhand schriftlicher Befragungen von Fördermittelempfängern werden die Effekte analysiert: Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

Von 2005 bis 2014 wurden im Rahmen von **Energieeffizient Sanieren** in Deutschland ca. 2 Mio. Wohnungen energetisch saniert, davon 30.268 in Sachsen-Anhalt (vgl. Abbildung 45). Bei den sanierten Gebäuden konnte eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um etwa 31 % gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung erreicht werden (izt & IER 2014).

Folgenden Maßnahmen wurden dabei umgesetzt:

- Wärmeschutzmaßnahmen bei über 60%.
- Erneuerung der Heizung bei mehr als 50%.
- Thermische Solaranlagen bei 17%.
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei 5%.

Im Rahmen von **Energieeffizient Bauen** wurden von 2006 bis 2014 in Deutschland ca. 520.000 Wohnungen (Wohnungsbestand Deutschland 2014: 41,2 Mio.), davon 5.107 in Sachsen-Anhalt (Wohnungsbestand Sachsen-Anhalt 2014: 1,28 Mio.), gefördert (Abbildung 46).

	geförderte Wohnungen		Minderung Treibhausgase		Endenergieeinsparung	
	Deutschland [Anzahl]	Sachsen-Anhalt [Anzahl]	Deutschland [t CO ₂ äq/a]	Sachsen-Anhalt [t CO ₂ äq/a]	Deutschland [GWh/a]	Sachsen-Anhalt [GWh/a]
2005	70.000		340.000			
2006	155.000		700.000			
2007	89.000		330.000			
2008	134.000		546.000			
2009	310.085	5.103	744.000	12.244	2.090	34
2010	343.454	6.543	847.000	16.136	2.450	47
2011	180.675	5.087	457.210	12.873	1.247	35
2012	242.396	3.506	576.000	8.331	1.700	25
2013	275.631	5.338	650.000	12.588	1.700	33
2014	230.209	4.691	514.000	10.474	1.370	28
SUMME	2.030.450	30.268	5.704.210	72.646	10.557	202

Abbildung 45 Effekte des Programms Energieeffizient Sanieren/ CO₂-Gebäudesanierung

Quelle: Daten: [IWU Fraunhofer IFAM 2014], [IWU Fraunhofer IFAM 2013], [IWU BEI 2012 kr. 2013], [IWU BEI 2011]; Darstellung: IE Leipzig

	geförderte Wohnungen		Minderung Treibhausgase		Endenergieeinsparung	
	Deutschland [Anzahl]	Sachsen-Anhalt [Anzahl]	Deutschland [t CO ₂ äq/a]	Sachsen-Anhalt [t CO ₂ äq/a]	Deutschland [GWh/a]	Sachsen-Anhalt [GWh/a]
2010	84.245	746	93.000	824	290	3
2011	81.244	1.079	85.000	1.129	292	4
2012	116.055	1.054	103.000	935	360	3
2013	128.829	1.111	94.000	811	336	3
2014	107.969	1.117	101.000	1.045	331	3
SUMME	518.342	5.107	476.000	4.744	1.609	16

Abbildung 46 Effekte des Programms Energieeffizient Bauen

Quelle: Daten: [IWU Fraunhofer IFAM 2015], [IWU Fraunhofer IFAM 2014], [IWU Fraunhofer IFAM 2013], [IWU BEI 2012 kr. 2013], [IWU BEI 2011]; Darstellung: IE Leipzig

7.1.3 Wirtschaft

Im Folgenden werden die relevanten Bundesprogramme vorgestellt, die im weitesten Sinne den Bereich Wirtschaft als Adressanten haben. Die Programme lassen sich vereinfachend in zwei Kategorien einteilen:

- Beratung:
 - Energieeffizienz in KMU / Mittelstand
 - Energiemanagementsystemen
 - Energieeffizienz Impulsgespräche
 - Energieeffizienz - Netzwerke
- Investive Maßnahmen:
 - KfW-Energieeffizienzprogramm...
 - Kälte- und Klimaanlage
 - Hocheffiziente Querschnittstechnologien

Zunächst werden die Programme aus der Kategorie Beratung vorgestellt und deren Inanspruchnahme in Sachsen-Anhalt aufgezeigt.

Energieberatung Mittelstand

Den Sonderfond Energieeffizienz in KMU gibt es seit 2008, damals unter dem Namen KMU-Energieeffizienzberatung. Im Jahr 2012 trat die Richtlinie "Energieberatung Mittelstand" als Fortsetzung in Kraft. Die geförderte Beratung soll Anreize zur Umsetzung von Investitionen zur Verbesserung der Energieeffizienz geben. Zusätzlich stehen im Sonderfonds zinsgünstige Förderkredite zur Verfügung, die Investitionen erleichtern sollen (IREES & Fraunhofer ISI 2010). Hierbei handelt es sich wiederum um ein KfW-Programm. Zielgruppen sind kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) mit bis zu 250 Beschäftigten, die einen Zuschuss oder ein Darlehen für qualifizierte und unabhängige Energieberatungen beantragen können.

Bei der Vergabe von Zuschüssen durch die KfW für Energieberatungen wird nach Initial- und Detailberatung unterschieden:

- Bei der Initialberatung wird der Betrieb generell auf Energieeffizienzpotenziale analysiert, Schwachstellen aufgedeckt und geeignete Maßnahmen empfohlen. Die Unternehmen erhalten für die ein- bis zweitägige Initialberatung einen Zuschuss in Höhe von bis zu 80 % des vereinbarten Tageshonorars (maximal 640 € pro Beratungstag) bei einer maximalen Bemessungsgrenze von 1.600 €.
- In der Detailberatung werden konkrete Vorschläge und Maßnahmenpläne für Energie und Kosten sparende Verbesserungen erarbeitet. Für die Detailberatung gibt es einen Zuschuss in Höhe von bis zu 60 % des maximal förderfähigen Tageshonorars (maximal 480 € pro Tag) bei einer maximalen Bemessungsgrundlage von 8.000 €.

Initial- und Detailberatung können aufeinander aufbauend oder unabhängig voneinander beantragt werden.

Die Kommunikation erfolgt über Regionalpartner, wie die HWK, IHK, Wirtschaftsfördergesellschaften und der LENA.

Mit der Novelle der Förderrichtlinie wurden Mindestenergiekosten in Höhe von jährlich 5.000 € als Bewilligungsaufgabe für Unternehmen festgelegt. Das Zulassungsverfahren für die Energieberater wurde neu gestartet, die Qualifikationsanforderungen wurden neu definiert und Vorlagen für Beratungsberichte überarbeitet (Passfähigkeit zu normativen Anforderungen bei der Einführung von Energiemanagement-

systemen und Energieaudits) (IREES & Fraunhofer ISI 2014).

Im Jahr 2015 wurden bundesweit 2.238 Anträge für eine Beratungsförderung gestellt, 54 davon in Sachsen-Anhalt. An ausgezahlten Anträgen gab es jedoch nur 488 Stück bzw. 7 Stück in Sachsen-Anhalt. Die Fördersumme in Sachsen-Anhalt zur Energieeffizienzberatung für den Mittelstand betrug 2014 ca. 40.000 €.

Die Wirtschaftsbereiche Verarbeitendes Gewerbe, Handel und Gastgewerbe stellten mit fast 70 % der Energieberatungen die Mehrheit. (vgl. Tabelle 29).

Schwerpunkt der vorgeschlagenen Maßnahmen ist die Beleuchtung, insbesondere die Umstellung auf LED. Auf Platz zwei folgt die Erneuerung von Heizungssystemen (vgl. Tabelle 31).

Problematisch erscheint die niedrige Umsetzungsquote, da bundesweit lediglich 62 Anträge gestellt und 52 bewilligt wurden; davon nur 2 Stück in Sachsen-Anhalt.

	Anträge [Anzahl]
Verarbeitendes Gewerbe	19
Energieversorgung	2
Baugewerbe	3
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	7
Verkehr und Lagerei	1
Gastgewerbe	11
Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1
Grundstücks- und Wohnungswesen	3
Gesundheits- und Sozialwesen	3
Kunst, Unterhaltung und Erholung	2
Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	2
SUMME	54

Tabelle 29 Energieberatungen im Mittelstand Sachsen-Anhalt nach Wirtschaftsbereichen 2015

Quelle: [BAFA 2015] Energieberatung Mittelstand Jahresstatistik; [Email BAFA Wiesenberg 17.03.2016 Energieberatung Mittelstand ST Daten]; Darstellung: IE Leipzig

	Anträge [Anzahl]	Eingang von Verwendungsna [Anzahl]	Ausgezahlte Anträge [Anzahl]	Ausgezahlte Summe [€]
BB	51	13	11	69.784 €
BE	52	11	11	49.308 €
BW	477	98	86	322.936 €
BY	367	93	83	391.419 €
HB	8	2	2	3.280 €
HE	126	26	23	102.308 €
HH	18	4	3	19.648 €
MV	31	6	6	47.160 €
NI	182	42	34	149.763 €
NW	365	74	65	341.028 €
RP	144	19	16	61.600 €
SH	86	22	22	129.915 €
SL	93	11	10	37.560 €
SN	81	17	15	71.746 €
ST	54	10	7	38.304 €
TH	103	40	39	232.960 €
Deutschland	2.238	488	433	2.068.719 €

Tabelle 30 Energieberatungen im Mittelstand nach Bundesländer 2015

Quelle: [BAFA 2015] Energieberatung Mittelstand Jahresstatistik; Darstellung: IE Leipzig

	Nennung [Anzahl]	Investition [Mio. €]	Einsparung Verbrauch [MWh/a]	Einsparung Kosten [€/a]	Amorti- sation [a]
Beleuchtung (insbesondere Umrüstung auf LED)	456	12,1 €	24.127	2.627.402	5
Heizungssystem	340	6,0 €	16.647	942.333	6
Sonstige Maßnahmen	126	3,2 €	6.909	655.106	5
Erneuerbare Energien	100	5,4 €	3.089	663.493	8
Lüftung und Klimatisierung	93	4,3 €	11.023	1.391.949	3
Druckluft	82	1,0 €	2.072	234.014	4
Gebäudehülle	71	9,2 €	16.129	927.483	10
KWK	68	4,3 €	7.626	993.739	4
Kälteanlage	57	1,6 €	1.454	232.797	7
Abwärmenutzung	41	1,3 €	2.883	185.056	7
Organisatorisches	40	0,1 €	426	134.739	1
Produktionsprozesse	38	1,0 €	1.524	116.203	9
Steuerung und Ersatz von Motoren, Regelung	25	1,5 €	757	214.495	7
Aufbau Energiecontrolling /Energiemanagement	7	0,1 €	325	27.283	4
Informations-/Kommunikationstechnologie	6	0,0 €	39	7.430	3
Summe	1.550	51,2 €	95.030	9.353.522	

Tabelle 31 Energieberatung im Mittelstand: Vorgeschlagene Maßnahmen 2015

Quelle: [BAFA 2015] Energieberatung Mittelstand Jahresstatistik; Darstellung IE Leipzig

Energiemanagementsysteme

Antragberechtigt für Energiemanagementsysteme sind Unternehmen, die zur Einführung eines entsprechenden Systems nicht gesetzlich verpflichtet sind. Es wird ein anteiliger Zuschuss zu den förderfähigen Ausgaben bewilligt. Die Gesamtsumme der Zuwendungen beläuft sich dabei auf maximal 20.000 € pro Unternehmen und ist auf einen Zeitraum von 36 Monaten beschränkt. Gegenstand der Förderung sind folgende:

- Erstzertifizierung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 5000.
- Erstzertifizierung eines alternativen Systems gemäß Anlage 2 der SpaEfV.
- Erwerb von Mess-, Zähler- und Sensoriktechnologien (Messtechnik).
- Software für Energiemanagementsysteme.

In Verbindung mit der Erstzertifizierung sind zusätzliche Förderungen einer externen Beratung zur Entwicklung, Umsetzung und Aufrechterhaltung eines Energiemanagementsystems sowie die Schulung der Mitarbeiter zum Energie- oder Managementbeauftragten möglich (BAFA 2016).

Den Schwerpunkt bilden die Anträge für die Erstzertifizierung und den Erwerb von Messtechnik (vgl. Tabelle 32). 306 Zuwendungen wurden hauptsächlich für die Erstzertifizierung erteilt, 149 für den Erwerb von Messtechnik und 119 für den Erwerb von Software, wobei die Erstzertifizierung die meisten Fördermittel erhielt (vgl. Tabelle 33). Insgesamt wurden von 2013 bis Mitte 2016 bundesweit 424 Anträge gestellt. Eine Auswertung für Bundesländer liegt nicht vor.

Anträge	Bewilligung Erstzertifizierung [€]	Bewilligung für Alternatives [€]	Bewilligung für Erwerb Messtechnik [€]	Bewilligung für Erwerb Software [€]	Summe der Tatbestände [€]
2013	468.436	13.300	425.674	305.945	
2014	459.153	3.880	870.065	545.692	
2015	948.294	6.000	737.296	558.017	
2016	175.605	1.350	132.969	86.463	
Summe	2.051.488	24.530	2.166.003	1.496.116	

Tabelle 32 Energiemanagementsysteme Anträge Deutschland 2013 bis 2016⁹
 Quelle: [Email BAFA Lobmüller 04.03.2016 Energiemanagement_Daten]

⁹ Eine Auswertung nach Bundesländern kann nicht abgefragt werden. Eine Auswertung nach einzelnen Fördertatbeständen ist automatisiert bislang nicht möglich (geplant erst für 2016). [[E-Mail BAFA Hoffmann 17.02.2016]

Zuwendungsbescheide	Bewilligung Erstzertifizierung [€]	Bewilligung für Alternatives [€]	Bewilligung für Erwerb Messtechnik [€]	Bewilligung für Erwerb Software [€]	Summe der Tatbestände [€]
2013	246.471	0	38.826	22.771	
2014	324.631	0	110.226	74.688	
2015	517.825	0	126.436	86.549	
2016	145.936	1.080	10.638	13.580	
Summe	1.234.863	1.080	286.127	197.588	

Tabelle 33 Energiemanagementsysteme Zuwendungsbescheide Deutschland 2013 bis 2016
Quelle: [Email BAFA Lobmüller 04.03.2016 Energiemanagement Daten]

Energieeffizienz Impulsgespräche RKW

Zur Förderung der rationellen Energieverwendung bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) fördert das BMWi seit 2011 die Koordination und Durchführung von Energieeffizienz Impulsgesprächen durch das RKW Kompetenzzentrum und das RKW Netzwerk. Das Angebot ist niederschwellig, so dass die Impulsgespräche in den Räumen der Unternehmen durchgeführt werden. Zielgruppe sind KMUs, die bisher keine oder wenige Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Unternehmen ergriffen haben. Erreicht werden Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, des Hotel- und Gaststättengewerbes sowie Handwerksbetriebe mit 20 und mehr Beschäftigten (izt & IER 2014).

Die kostenlosen, ca. zweistündigen Impulsgespräche bestehen aus einem Eingangsgespräch und einem Betriebsrundgang. Im Anschluss werden Energieeffizienzpotenziale anhand von konkreten Beispielen mit

den Gesprächspartnern in den Unternehmen diskutiert. Im Zeitraum von 2012 bis 2014 wurden fast 6.000 Impulsgespräche bundesweit geführt (izt & IER 2014, S. 75).

Seit 2012 bietet das RKW Sachsen-Anhalt als Teil des bundesweiten Netzwerks KMU die Möglichkeit zur Teilnahme am Projekt. In einen Zeitraum von über drei Jahren wurden rund 600 KMU in Sachsen-Anhalt besucht (RKW Sachsen-Anhalt 2014, S. 6), wobei Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe (255) am stärksten, gefolgt vom Handel mit 58 Gesprächen vertreten waren (vgl. Tabelle 34).

Hauptmotivation für die Beratungsgespräche war bei fast allen die Erwartungen an eine mögliche Kostenreduktion (vgl. Tabelle 35).

Beratungsschwerpunkte waren darüber die Beleuchtung sowie die finanzielle Förderung von Maßnahmen.

		Impulsgespräche [Anzahl]
Verarbeitendes Gewerbe	Herstellung von Metallerzeugnissen	84
	Maschinenbau	38
	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	23
	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	17
	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	15
	Sonstige	78
Handel	Handel mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur	39
	Sonstige	19
Gastgewerbe	Gastronomie	19
	Beherbergung	15
Gesundheits- und Sozialwesen		27
Erbringung von Dienstleistungen		20
Baugewerbe		18
Sonstige		61

Tabelle 34 Branchenverteilung der teilnehmenden Unternehmen
Quelle: [RKW Sachsen-Anhalt 2014]; Darstellung: IE Leipzig

Motivationsgründe	Nennungen [Anzahl]	Beratungsthemen	Nennungen [Anzahl]
keine Antwort	484	Erneuerbare Energien	29
Kostenreduktion	476	Druckluft	34
Gesellschaftliche Verantwortung	216	Heizung	35
Technische Anlagen	186	Energieeinkauf/Lastmanagement	35
Gebäude	141	Wärmedämmung	35
Marketing	46	Finanzierung/Investitionsförderung	36
Technischer Maßnahmen	25	KWK/KWK-Kälte	38
Kundendruck	19	Mitarbeitermotivation	40
Andere	7	Beratung/Förderung	50
		Beleuchtung	83

Tabelle 35 Motivationsgründe und Beratungsthemen der Impulsgespräche in Sachsen-Anhalt
Quelle: [RKW Sachsen-Anhalt 2014] & [RKW ST 2016-02-08] Impulsgespräche Auswertung; Darstellung: IE Leipzig

Obwohl für die Impulsgespräche zunächst kein Monitoring vorgesehen war, beauftragte die LENA ein Monitoring in 20 ausgewählten Unternehmen in Sachsen-Anhalt, welche die folgenden wichtigsten Ergebnisse lieferten:

- **Inanspruchnahme Energieberatung:**
In fünf Fällen konnte in Verbindung mit einem Energieberater die kurzfristige Beantragung initiiert werden. Das RKW Sachsen-Anhalt hat bereits seit August 2012 jährlich alle im Land ansässigen Energieberater (EBM) zu Energieberatertreffen eingeladen und somit die Grundlagen für ein zukünftiges Netzwerk geschaffen. Das Interesse der Energieberater an weiteren Veranstaltungen zum Erfahrungsaustausch ist groß. Diese Veranstaltungen sollten aber auch von der dena als Weiterbildungsveranstaltung anerkannt werden.
- **Inanspruchnahme Programm „Hocheffiziente Querschnittstechnologien“**
Acht Unternehmen erklärten, den Antrag bezüglich Beleuchtungsförderung noch in diesem Jahr stellen zu wollen (RKW Sachsen-Anhalt 2014, S. 23).
- **Das Anfang 2012 von der IB herausgegebene Programm „Sachsen-Anhalt KLIMA“** war nicht bekannt und wurde daher nicht genutzt. Zum Zeitpunkt der Konzeptgespräche war es bereits ausgefallen (RKW Sachsen-Anhalt 2014, S. 21).
- **Einführung von Energiemanagement**
In fünf Unternehmen konnte im Rahmen der Vereinbarung eines Energiechecks die Vorbereitung für die Auditierung nach DIN 16 247 empfohlen und vermittelt werden. Sechs Unternehmen haben bereits ein EMS eingeführt oder sind derzeit dabei (RKW Sachsen-Anhalt 2014).

Energieeffizienz-Netzwerke

Ein Energieeffizienz-Netzwerk (EEN) ist ein systematischer, zielgerichteter Erfahrungs- und Ideenaustausch von 8-15 und mindestens fünf Unternehmen über 2-3 Jahre zur gemeinsamen Steigerung der Energieeffizienz. Es richtet sich an Unternehmen mit Jahresenergiekosten zwischen 150.000 € und 50 Mio. €.

Ziel der Netzwerke ist es, dauerhaft eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz und damit eine Senkung der Energiekosten zu erreichen (Initiative Energieeffizienz Netzwerke). Mit der Netzwerkgründung wird eine Forderung aus dem NAPE umgesetzt, nachdem bundesweit bis zum Jahr 2020 rund 500 neue Netzwerke entstehen sollen.

Derzeit gibt es in Sachsen-Anhalt drei Energieeffizienz-Netzwerke:

- EEN Mitte,
- Energieeffizienz-Netzwerk der mitteldeutschen Industrie sowie das
- Energieeffizienz-Netzwerk Chemiestandort Leuna

Das Netzwerk EEN MITTE wurde bereits im März 2011 gegründet. Netzwerkträger ist die M-VENA Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH. Beteiligte Unternehmen sind die Mitteldeutsche Druck- und Verlagshaus GmbH & Co. KG, ARO-PRINT Druck- und Verlagshaus GmbH, Infra Zeitz Servicegesellschaft GmbH, EVH GmbH, Stadtwerke Zeitz GmbH, Salutas Pharma GmbH und Umformtechnik Stendal. Die fachliche Begleitung erfolgt durch das Fraunhofer ISI und die IREES GmbH sowie der Modell Hohenlohe e.V.

Das Energieeffizienz-Netzwerk Chemiestandort Leuna wurde im April 2015 gegründet und von InfraLeu-

na als Energiedienstleister des Chemiestandortes initiiert. Die Hochschule Merseburg ist Moderator und fachlicher Begleiter für dieses Netzwerk mit 15 Netzwerkpartnern aus der energieintensiven Produktion des Chemiestandortes Leuna.

Das Energieeffizienz-Netzwerk der mitteldeutschen Industrie wurde im Januar 2016 gegründet. Es besteht

aus energieintensiven Unternehmen aus Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Thüringen. Aus Sachsen-Anhalt sind mit Alufin GmbH Tabularoxid (Teutschenthal), Rotkäppchen Mumm Sektkellereien GmbH und der Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft mbH drei Unternehmen vertreten. Die enviaM-Gruppe fungiert als Initiator und Netzwerkmoderator.

Energieeffizienzprogramm

Neben den bereits dargestellten Beratungsprogrammen und Netzwerkunterstützungen werden auch konkrete technische Maßnahmen gefördert. Das KfW-Energieeffizienzprogramm unterstützt u.a. Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich Produktionsanlagen/-prozesse gewerblicher Unternehmen mit zinsgünstigen Darlehen.

Gefördert werden Investitionen, die Energieeinsparungen zum Ziel haben und dabei bestimmte Mindestanforderungen an die Energieeffizienz erfüllen:

- Gebäude und Gebäudehülle (Neubau und Sanierung)
- Maschinenpark
- Prozesskälte/-wärme
- Wärmerückgewinnung/ Abwärme
- Energieeffiziente Energiebereitstellung
- Umweltfreundlicher Einzelhandel

Im Jahr 2012 wurden bundesweit 3,1 Milliarden € an Fördermitteln zugesagt. Auf Sachsen-Anhalt entfielen 122 Mio. €, bezogen auf die Einwohnerzahl entspricht dies 54,5 € je Einwohner. Bundesweit liegt der Wert bei 38,9 €. Nach Hessen, Baden-Württemberg, Bayern und Schleswig-Holstein liegt Sachsen-Anhalt auf Platz 5 (vgl. Tabelle 36).

Von den 122 Mio. € Fördervolumen wurden 95 % in den Bereich Anlagentechnik investiert. So viel wie in keinem anderen Bundesland, auf Platz 2 folgt hier Baden-Württemberg mit 34 Mio. €. Aufgrund dieser Maßnahmen konnte in Sachsen-Anhalt eine Endenergieeinsparung von 59 GWh erreicht werden (vgl. Tabelle 37).

	Gebäude-neubauten	Anlagen-technik	Sanierung Gebäude	Gebäude-hülle	Maschinen- + Querschnitts-techn.	Energieer-zeugung/ KWK	Prozess-kälte/-wärme	Wärmerück-gewinning/ Abwärme	mehrere Verwendungszwecke	Umwelt-freundlicher Einzelhandel	Gesamt	Je Einwohner
	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	[Mio.€]	€/EW
BB	11	0	0	0	7	0	0	0	0	0	19	7,6
BE	36	1	3	0	8	0	0	0	0	0	47	13,6
BW	455	34	66	5	72	5	2	0	49	3	690	64,4
BY	493	16	36	6	109	80	8	1	10	0	759	59,8
HB	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	32,6
HE	258	1	12	1	158	3	1	0	0	1	435	71,3
HH	22	0	0	1	10	2	0	0	0	0	35	19,9
MV	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	9	5,7
NI	139	8	6	18	67	22	12	0	0	0	272	34,7
NW	177	8	14	9	199	10	7	3	28	0	453	25,7
RP	38	1	1	2	27	7	0	0	2	0	77	19,2
SH	110	3	1	3	32	1	0	0	4	8	162	57,1
SL	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12	12,3
SN	16	0	0	0	8	0	0	0	0	0	25	6,1
ST	4	116	0	0	1	0	0	0	0	0	122	54,5
TH	6	0	0	0	17	0	0	0	0	0	24	11,0
Deutschland	1.800	189	139	46	719	130	31	4	92	12	3.161	38,9

Tabelle 36 KfW-Energieeffizienzprogramm- Investitionsvolumen (in Mio. €) nach Bundesland und Verwendungszweck für den Fördergang 2012
 Quelle: [Prognos 2014], Darstellung: IE Leipzig

	Gebäude- neubauten	Anlagen- technik	Sanierung Gebäude	Gebäude- hülle	Maschinen- + Querschnitts- techn.	Energieer- zeugung/ KWK	Prozess- kälte/- wärme	Wärmerück- gewinnung/ Abwärme	mehrere Verwendungs- zwecke	Umwelt- freundlicher Einzelhandel	Gesamt
	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]
BB	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	7
BE	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
BW	35	11	9	2	12	1	4	0	6	0	80
BY	27	20	7	2	54	34	3	3	1	0	151
HB	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
HE	13	1	1	1	227	0	1	0	0	0	245
HH	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
MV	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	7
NI	8	13	5	20	8	2	6	0	0	0	61
NW	13	11	8	5	139	3	3	2	3	0	187
RP	3	2	1	2	9	1	1	0	0	0	19
SH	2	5	1	2	51	0	0	0	1	0	63
SL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SN	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
ST	0	57	0	0	2	0	0	0	0	0	59
TH	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10
Deutschland	113	122	33	35	517	42	19	5	11	1	899

Tabelle 37 KfW-Energieeffizienzprogramm- Endenergieeinsparung (GWh/a) nach Bundesland und Verwendungszweck für den Fördergang 2012
 Quelle: [Prognos 2014], Darstellung: IE Leipzig

Kälte- und Klimaanlage

Von 2008 bis 2015 wurden in KMU energieeffiziente Kälte- und Klimaanlage bezuschusst. Das Bundesumweltministerium (BMU) förderte Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative. Als Bewilligungsbehörde fungiert das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Konkret wurden folgende Beratungs- und Emissionsminderungsmaßnahmen gefördert:

- a) Erhebung von Daten für die Erteilung eines Energieeffizienz-Ausweises einer bestehenden Kälte- und Klimaanlage durch einen Sachkundigen, die den Energieeffizienz-Ausgangszustand sowie Komponenten und Systeme zur Steigerung der Energieeffizienz beinhalten – für die nachfolgenden unter b) bis e) genannten Maßnahmen (Beratungsförderung).
- b) Maßnahmen an Kompressions-Kälteanlagen mit einer elektrischen Antriebsleistung der oder des Verdichter(s) von mindestens 5 kW und höchstens 150 kW (Basisförderung).
- c) Maßnahmen an Kompressions-Klimaanlagen mit einer elektrischen Antriebsleistung der oder des Verdichter(s) von mindestens 10 kW und höchstens 150 kW (Basisförderung).
- d) Maßnahmen an Sorptionskälte- und -klimaanlagen mit einer Kälteleistung von mindestens 5 kW und höchstens 500 kW (Basisförderung).
- e) Maßnahmen zur Nutzung von Abwärme aus Produktionsprozessen und Kälteanlagen (Bonusförderung).

Bundesweit wurden von 2008 bis 2015 2.534 Anträge gestellt, wobei zu 95 % die Basisförderung und zu

51 % die Bonusförderung beantragt wurde. In diesem Zeitraum wurden somit 1.315 Kälte- und Klimaanlage mit Fördermitteln in Höhe von 114 Mio. € gefördert (vgl. Tabelle 39).

Eine Auswertung nach Bundesländern liegt nur für das Jahr 2015 vor.

	Antrags- eingang [Anzahl]	Geförderte Anlagen [Anzahl]	Fördermittel [€]
BB	8	3	335.047
BE	7	6	575.206
BW	96	41	2.806.311
BY	115	57	4.125.062
HB	1	2	149.997
HE	34	12	761.050
HH	12	6	356.740
MV	11	4	267.829
NI	53	19	1.210.168
NW	116	58	4.416.539
RP	22	4	245.590
SH	16	16	1.159.132
SL	5	2	118.228
SN	13	7	424.151
ST	13	8	432.843
TH	11	7	302.067
ohne Zuordnung	6		
Deutschland	539	252	17.685.960

Tabelle 38 Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage Antragseingang und geförderte Anlagen nach Bundesländer 2015

Quelle: [Email BAFA Hoffmann 18.02.2016 Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage in Unternehmen_Daten]

In Sachsen-Anhalt wurden 13 Anträge gestellt und letztlich acht Anlagen mit insgesamt ca. 433.000 € gefördert (vgl. Tabelle 38). Ähnliche Größenordnungen erreichten auch Thüringen und Sachsen.

Jahr	Gesamt [Anzahl]	Antragseingang			Geförderte Anlagen	
		Beratung [Anzahl]	Basis [Anzahl]	Bonus [Anzahl]	Anzahl [Anzahl]	Fördermittel [€]
2008	85	22	82	33	0	0
2009	195	56	189	98	28	2.547.325
2010	200	43	191	106	125	10.177.423
2011	244	62	217	116	129	13.960.760
2012	334	61	320	164	143	14.988.385
2013	455	92	394	234	299	23.900.277
2014	482	103	478	261	339	30.861.360
2015	539	95	523	285	252	17.685.960
Summe	2.534	534	2.394	1.297	1.315	114.121.490

Tabelle 39 Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage Antragseingang und geförderte Anlagen von 2008 bis 2015
Quelle: [Email BAFA Hoffmann 18.02.2016 Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage in Unternehmen_Daten]

Hocheffiziente Querschnittstechnologien

Neben dem Einsatz von effizienten Kälte- und Klimaanlage wurde für KMU auch der Einsatz von hocheffizienter Querschnittstechnologie zur Erschließung energetischer Einsparpotenziale und Erhöhung der Energieeffizienz gefördert. Die Förderung erfolgte wiederum in Form von Zuschüssen.

Das Programm lief von 2012 bis 2015, bevor am 10.05.2016 die neue Richtlinie veröffentlicht wurde. Das Förderprogramm wird bis Ende 2019 fortgeführt und besteht aus zwei Bestandteilen: Die Förderung von Einzelmaßnahmen und die Systemische Optimierung.

Förderfähige Einzelmaßnahmen sind folgende:

- Elektrische Motoren und Antriebe.
- Pumpen für industrielle und gewerbliche Anwendung, soweit sie nicht in Heizkreisen von Gebäuden zur Versorgung mit Heizwärme und Warmwasser genutzt werden.

- Ventilatoren in lufttechnischen sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung in raumlufttechnischen Anlagen.
- Druckluftherzeuger sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung in Druckluftherzeugungsanlagen.
- Wärmerückgewinnung bzw. Abwärmenutzung in Prozessen innerhalb des Unternehmens.
- Dämmung von industriellen Anlagen bzw. Anlagenteilen.

Bei der Systemischen Optimierung wird der Ersatz und die Erneuerung von mindestens zwei Querschnittstechnologien sowie der technischen Systeme, in die sie eingebunden sind, gefördert.

Bundesweit wurden zwischen 2012 und 2015 insgesamt 27.221 Anträge mit einem Förderbetrag von 186 Mio. € bewilligt, sie verteilen sich wie folgt:

- Für Einzelmaßnahmen ca. 25.000 Förderanträge mit einem Förderbetrag von fast 110 Mio. €.

- Für systemische Optimierung ca. 1.801 Anträge mit einem Förderbetrag von 76 Mio. €.

In Sachsen-Anhalt wurden 290 Anträge davon (95 % für Einzelmaßnahmen) in Höhe von 1,6 Mio. € bewilligt (vgl. Tabelle 40)

	Anträge		Förderbetrag	
	gestellt [Anzahl]	bewilligt [Anzahl]	gestellt [Mio. €]	bewilligt [Mio. €]
Deutschland				
Einzelmaßnahme	33.151	25.420	136	110
Systemische Optimierung	3.100	1.801	121	76
Summe	36.251	27.221	257	186
Sachsen-Anhalt				
Einzelmaßnahme	367	273	1,4	1,1
Systemische Optimierung	35	17	1,1	0,6
Summe	402	290	2,5	1,6

Tabelle 40 Förderung / Bewilligung Deutschland und Sachsen-Anhalt für den Zeitraum 2012 – 2015
Quelle: [BAFA 2016-03-03 Hocheffiziente Querschnittstechnologien Mittelstand]

Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse

Die Fördermaßnahme „Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse bezuschusst Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung in gewerblichen und industriellen Produktionsprozessen und richtet sich an Unternehmen des produzierenden Gewerbes (Industrie) (BMW 2014). Gefördert werden folgende Maßnahmen:

- Produktionsprozess- und Produktionsverfahrensumstellungen auf energieeffiziente Technologien.

- Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Energie aus Produktionsprozessen bzw. Produktionsanlagen.
- Abwärmenutzung innerhalb des Unternehmens.
- Sonstige Maßnahmen zur energetischen Optimierung von Produktionsprozessen.

Aus Sachsen-Anhalt liegt kein Antrag bzw. Projekt vor (Projektträger Karlsruhe 2016).

Umweltinnovationsprogramm

Das Umweltinnovationsprogramm (UIP) ist ein Förderprogramm des BMUB. Das UIP unterstützt seit 1979 Unternehmen dabei, innovative und umweltent-

lastende technische Verfahren in die Praxisanwendung zu bringen. In den letzten Jahren stehen vor allem integrierte Umweltschutzmaßnahmen in allen

technischen Bereichen und Branchen im Vordergrund. Es umfasst eine Spitzenförderung von großtechnischen Erstanwendungen von technologischen Verfahren und Verfahrenskombinationen. Das Programm ist zeitlich unbefristet und die Förderung erfolgt in Form von Zuschüssen oder Darlehen. Thematisch lassen sich die Projekte in folgende Bereiche unterteilen (Umweltinnovationsprogramm):

- Abfall
- Boden
- Klimaschutz
- Lärm
- Luft
- Ressourcen
- Wasser/Abwasser

In den letzten Jahren hat besonders der Bereich Ressourcen (Effizienz) und Klimaschutz an Bedeutung gewonnen. In diesem Bereich wurden bundesweit 150 Projekte gefördert. In Sachsen-Anhalt wird hierzu ein Projekt der Halko GmbH (Halberstadt) gefördert. Dort wird, um die Abgase der Räucheranlagen zu reinigen, eine innovative Abgasbehandlungsanlage vorgeschaltet. Zusätzlich ist geplant, die Prozessabluft über einen Lamellenwärmetauscher von 60°C auf 30°C abzukühlen und die dabei anfallende Abwärme zur Erwärmung von Brauchwasser zu nutzen (Umweltinnovationsprogramm).

Im Bereich Wasser/Abwasser wurden bundesweit 36 Projekte gefördert - in Sachsen-Anhalt das Gemein-

schaftskläwerk Bitterfeld-Wolfen GmbH. Im Gemeinschaftskläwerk wurden sowohl häusliche Abwässer als auch Industrieabwasser aus dem angrenzenden Chemiepark gereinigt. Eine neue innovative Prozessführung soll für eine optimale Behandlung des Methylcelluloseabwassers sorgen, und es wird erwartet, dass mit der dort installierten Biogasanlage jährlich 5,7 GWh Strom erzeugt werden können. Der Strom wird zur Eigenverwertung genutzt, während die BHKW-Wärme für den stabilen Betrieb der Anaerobreaktoren erforderlich ist (Umweltinnovationsprogramm).

Im Bereich Luft wurden bundesweit 14 Projekte initiiert, davon eins in Sachsen-Anhalt. Die Gut Mennewitz GmbH plant die Errichtung einer Biogasanlage am Standort Flugplatz Köthen. Geplant ist eine Trockenfermentationsanlage mit drei parallelen Linien. Der besondere Umweltaspekt liegt im sehr hohen Anteil des Einsatzstoffes Geflügelkot (70 v. H.). Darüber hinaus soll eine Gärrest- und Abwasseraufbereitung mittels Decantertechnik, Ultrafiltration und Umkehrosmose eingesetzt werden. (Umweltinnovationsprogramm). Eine Zusammenfassung der geförderten Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms enthält Tabelle 41.

Themenbereich	Projekte in Sachsen-Anhalt	Maßnahme
Ressourcen und Klimaschutz Projekte in Deutschland: 150	Halko GmbH (Halberstadt)	innovative Abgasbehandlungsanlage mit Abwärmenutzung
Wasser/ Abwasser Projekte in Deutschland: 36	Gemeinschaftskläwerk Bitterfeld-Wolfen GmbH	anaerobe Behandlung der Abwässer mit innovativer Prozessführung sowie Eigenstromerzeugung und Abwärmenutzung
Luft Projekte in Deutschland: 14	Gut Mennewitz GmbH	Biogasanlage mit Trockenfermentationsanlage zur Gärrest- und Abwasseraufbereitung
Lärm Projekte in Deutschland: 1	Havelländische Eisenbahn	Lärminderungsmaßnahmen an drei Großdieselloks
Abwasser Boden Projekte in Deutschland: 1 3	keins in ST	

Tabelle 41 Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen des Umweltinnovationsprogramm
Quelle: [Umweltinnovationsprogramm]

7.2 Landesebene

Ein Großteil der Daten wurde von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt (IB) zur Verfügung gestellt. Die IB bereitet die statistischen Informationen zur Anzahl der Projekte, Höhe der bewilligten Darlehen, Zuschüsse und Investitionen gegliedert nach Landkreisen auf.

Für das Programm MODERN werden die Antragsteller wie folgt erfasst:

- Selbstnutzer,
- Private Vermieter,
- Gewerbliche Vermieter und
- Wohnungsbaugesellschaften.

Zum Fördervorhaben liegen folgende Informationen vor:

- Anzahl der sanierten Wohnungen,
- Art des Gebäudes (EFH, ZFH, MFH) sowie
- Art der energetischen Sanierung (Wärmedämmung, Austausch Heizung, Erneuerung Fenster, Einbau Lüftungsanlage, Sonstiges, Erstinvestition, Investition).

Bei dem Programm KLIMA werden die Antragsteller nach Gemeindeverbände, Zweckverbände, Gebietskörperschaften (Hochschulen), kommunale Eigenbetriebe und Unternehmen unterschieden. Zur Kategorisierung der geförderten Projekte wird in Forschungsprojekte, Machbarkeitsstudien¹⁰, European Energy Award und Erkundungsbohrungen unterschieden. Für die Kategorie Machbarkeitsstudien liegen keine weiteren Zuordnungen vor, sie erscheint aber sinnvoll,

¹⁰ Die IB verwendet hierbei die Zuordnung „Machbarkeitsstudie Wärmenetze“. Dies ist aber inhaltlich nicht für alle Projekte zutreffend.

um das breite thematische Spektrum der Studien und Konzepte besser abzubilden.

Im Rahmen von STARK III werden die Antragsteller in kommunale oder freie Träger unterschieden. Die Art der geförderten Maßnahme wird in drei Kategorien unterschieden:

- Ersatzneubau,
- Energieeffizienz und
- Klimaschutz/ Regenerative Energien.

Für ein Monitoring ist es denkbar, diese Kategorien weiter zu untergliedern (z. B. nach Effizienzstandards der Vorhaben). Für die neun Modellregionen ist ein Monitoring geplant. Am Anschluss sollte geprüft werden, inwieweit eine Erhebung weiterer Merkmale notwendig und zielführend ist.

Für das Programm Beratungshilfe liegen sehr detaillierte Informationen vor. Sowohl die Antragsteller als auch die Beratung wird mit zahlreichen Merkmalen erfasst. Neben der Einordnung nach dem generellen Ziel der Beratung (Energieeffizienz, Implementierung Umweltmanagementsystem & Umweltschutzberatung) werden die Themen sehr ausführlich erfasst.

Für GRW Unternehmen erfolgte eine Sonderauswertung seitens der IB für die relevanten Vorgänge mit einem Umweltbonus. Der Umweltbonus wird für folgende Maßnahmen gewährt:

- Umwelt- und Energiemanagement einschließlich Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes.
- Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung.
- Reduktion gefährlicher Stoffe.
- Einsatz nachwachsender Rohstoffe.
- Verbesserung des Immissions-, Gewässer-, Natur- und Bodenschutzes.

- Energieeinsparung und Einsatz erneuerbarer Energien. Eine weitere Untergliederung für Maßnahmen im Bereich Energieeinsparung und Einsatz erneuerbarer Energien erfolgt nicht.

Programm	MODERN	KLIMA	STARK III	Beratungshilfe	GRW Unternehmen
Anträge					
Zielgruppe	Haushalte	Kommunen/ Unternehmen	Kommunen	Wirtschaft	Wirtschaft
Branche der Antragsteller	■	■	■	■	■
Alter der Antragsteller	■			■	■
Anzahl Mitarbeiter				■	
Anzahl bewilligte Anträge	■	■	■	■	■
Jahr der Bewilligung	■	■	■	■	■
Vorhaben					
Bezeichnung	Energieeffizient Sanieren	European Energy Award	EFRE (Energetische Sanierung)	Energieeffizienzberatung	Umweltbonus
		Machbarkeitsstudien	ELER (Daseinsvorsorge)	Implementierung UMS	
		Forschungsprojekte		Umweltschutzberatung	
Einzelmaßnahmen					
Bezeichnung	- Wärmedämmung		Neubau	Ausführliche Einzelbeschreibung	Umwelt- und Energiemanagement einschließlich Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes
	- Austausch Heizung		Sanierung		Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung
	- Erneuerung Fenster		Um- und Erweiterung		Reduktion gefährlicher Stoffe
	- Einbau Lüftungsanlage		Erneuerungsbau		Einsatz nachwachsender Rohstoffe
	- Sonstiges				Verbesserung des Immissions-, Gewässer-, Natur- und Bodenschutzes
	- Erstinvestition				Energieeinsparung und Einsatz erneuerbarer
	- Investition				
Anzahl	■	■	■	■	■
Weitere Details	Art des sanierten Objektes		Art des sanierten Objektes		Teilnahme Umweltallianz
	Anzahl sanierte Wohnungen				
Erfolgskontrolle			bei Modellprojekten geplant	teilweise vorhanden	
Finanzmittel					
Darlehen	■		■		
Zuschuss		■	■	■	■
Investitionen	■	■	■	■	■
Liste Einzelvorhaben	■	■	■	■	■

Tabelle 42 Datenerhebung zu den relevanten Förderprogrammen des Landes Sachsen-Anhalt
Quelle: Darstellung IE Leipzig

7.2.1 Kommune

KLIMA

Im Rahmen des Programmes KLIMA werden investitionsvorbereitende Untersuchungen gefördert; d.h. es werden hauptsächlich Machbarkeitsstudien zur Minderung von CO₂-Emissionen für Kommunen (Gebietskörperschaften, kommunale Eigenbetriebe, Unternehmen) unterstützt, wobei die Zuständigkeit hierfür beim Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (MLU) liegt. Da die Förderung in Form von Zuschüssen erfolgte, wurden bisher über 40 Projekte zu drei verschiedenen Themenschwerpunkten gefördert:

- Forschungsprojekte (7 Projekte),
- European Energy Award (6 Projekte),
- Machbarkeitsstudien (27 Projekte).

Der vierte Förderaspekt „Erkundungsbohrungen“ spielte bisher keine Rolle.

Fast 50 % der Zuschüsse von ca. 1,8 Mio. € wurden für Machbarkeitsstudien (vgl. Tabelle 39) und 48 % für Forschungsprojekte bewilligt. Bezogen auf die Aufwendung der Zuschüsse spielen die Projekte zur Implementierung des European Energy Award (eea) eine eher untergeordnete Rolle, wobei die Investi-

onskosten für den eea nur schwer mit den Aufwendungen für Forschungsprojekte vergleichbar sind. Anders formuliert, kann aber auch festgestellt werden, dass fast 50 % der Zuschüsse aus dem Programm KLIMA für Forschungsprojekte an wissenschaftliche Einrichtungen flossen, wobei ein Großteil auf das Forschungsprojekt REStabil-Sachsen-Anhalt entfiel.

Ob die Ergebnisse des Forschungsprojektes zur Hebung von Energieeffizienzpotenzialen dienen, kann nach derzeitigem Arbeitsstand nicht eingeschätzt werden.

Ebenfalls nicht eindeutig zuzuordnen sind die Schwerpunkte der Machbarkeitsstudien. Die thematische Ausrichtung der Studien ist sehr vielfältig. Acht Konzepte setzen sich schwerpunktmäßig mit der Energieerzeugung sowie verschiedenen Wärmeversorgungskonzepten auseinander. Das Thema Energieeffizienz wurde teilweise im Rahmen von Klimaschutzkonzepten sowie in speziellen Teilkonzepten für kommunale und/oder kreiseigene Gebäude, denkmalgeschützte Gebäude, Straßenbeleuchtung, Abwasserreinigung sowie Energieeffizienzsteigerung bei der Abfall- und Reststoffaufbereitung untersucht.

Themen	Anzahl	Zuschüsse	Ø Zuschuss	Anteil
Forschungsprojekte	7	1.693.177 €	241.882 €	48%
European Energy Award	6	91.343 €	15.224 €	3%
Machbarkeitsstudien	27	1.778.359 €	65.865 €	50%
Erkundungsbohrungen	0	0 €	0 €	0%
Summe	40	3.562.879 €	89.072 €	100%

Tabelle 43 Verteilung der bewilligten Zuschüsse nach Themen in Rahmen des Programms KLIMA
Quelle: [Daten IB 11/2015], Darstellung: IE Leipzig

Da es sich hierbei um Machbarkeitsstudien (11 Projekte) handelt, sind die direkten Folgewirkungen von Effizienzmaßnahmen durch real umgesetzte Maßnahmen zum derzeitigen Zeitpunkt nicht qualifizierbar. Bei weiteren 8 Projekten war eine Zuordnung der thematischen Ausrichtung nicht eindeutig ableitbar (vgl. Abbildung 47).

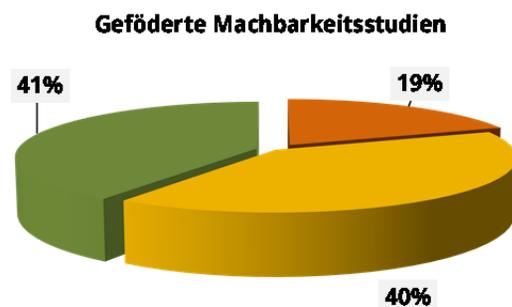
Die Einführung des **European Energy Award (eea)** wurde für folgende Kommunen (mit)finanziert:

- Stadt Gräfenhainichen,
- Stadt Arendsee,
- Verbandsgemeinde Seehausen,
- Gemeinde Benndorf,
- Stadt Dessau-Roßlau und
- Hansestadt Osterburg.

Inwieweit durch die Einführung des eea Effizienzpotenziale gehoben werden können, lässt sich zurzeit noch nicht abschätzen.

Einen regionalen Förderschwerpunkt bilden die energetischen Modellregionen:

- Zukunftsregion Altmark mit Kernkommunen Arendsee und VG Seehausen (ca. 160.000 €).
- Energieavantgarde Anhalt mit Kernkommune Gräfenhainichen / Ferropolis (ca. 122.400).
- Regenerative Modellregion Harz mit Kernkommune Osterwieck / Dardesheim (ca. 82.5000 €).
- Energieallianz Mansfeld-Südharz mit Kernkommune VG Mansfelder Grund-Helbra / Benndorf (ca. 410.000€).



- **Energieversorgung**
Zuschüsse: 344 Tsd. € | Anzahl Projekte: 8
- **Energieeffizienz**
Zuschüsse: 712 Tsd. € | Anzahl Projekte: 11
- **Energieversorgung/
Energieeffizienz**
Zuschüsse: 721 Tsd. € | Anzahl Projekte: 8

Abbildung 47 Zuschüsse für Machbarkeitsstudien nach Themen in Rahmen des Programms KLIMA
Quelle: [Daten IB 11/2015], Darstellung: IE Leipzig

Somit sind im ersten Förderzeitraum von 2013 bis 2014

- 27 Machbarkeitsstudien,
- 7 Forschungsprojekte und
- 6 eea-Kommunen.

in Höhe von 3,5 Mio. gefördert worden.

STARK III

Im Rahmen des Innovations- und Investitionsprogramms STARK III wurden für Kommunen Zuschüsse und Darlehen zur anteiligen Finanzierung von zuwendungsfähigen Ausgaben zur Modernisierung und Sanierung von Betreuungseinrichtungen in Sachsen-Anhalt gewährleistet. Die Zuständigkeit liegt beim Ministerium für Finanzen.

Für die Sanierung der öffentlichen Gebäude wurden Landesmittel sowie europäische Mittel aus den Bereichen der regionalen Entwicklung (EFRE) und der ländlichen Entwicklung (ELER) eingesetzt. Davon waren 70 Mio. € Fördermittel der EU (aus den Fonds EFRE und ELER), knapp 24 Mio. € stammen aus dem Landeshaushalt sowie ca. 58 Mio. € aus Eigenanteilen der Einrichtungsträger (MF 2016).

Bei Fördermaßnahmen aus dem Programm **ELER** steht die allgemeine Sanierung der Liegenschaften (Daseinsvorsorge) im Vordergrund. So wurden bei Kindertagesstätten Bau- und Ausstattungsmaßnahmen zu Sanierung, Erweiterung, Neubau und Ersatzneubau gefördert, wobei für Schulen ähnliche Regelungen gelten. Zusätzlich waren Bau- und Ausstattungsmaßnahmen zum Neubau, zur baulichen Erweiterung, zum Umbau und zur baulichen Sanierung einer zu sanierten Schule gehörenden Sportstätte möglich. Die energetische Sanierung erfolgt nach dem jeweiligen EnEV-Standard. Im Rahmen von ELER wurden 32 Projekte mit einem Investitionsvolumen von 64 Mio. € realisiert (vgl. Tabelle 44).

Bei Projekten aus dem Programm **EFRE** waren die Anforderungen an die energetische Sanierung der öffentlichen Gebäude höher. Gefördert wurde bei Kindertagesstätten und Schulen nur die Sanierung von

Bestandsgebäuden – mindestens nach KfW-Standard 85. Neubau und Ersatzneubauten wurden nicht gefördert. Insgesamt belief sich die Förderung von 66 Projekten auf Investitionen in Höhe von 86 Mio. €.

Programm	EFRE	ELER	Summe
Anzahl	66	32	98
Zuschuss EU	33 Mio. €	34 Mio. €	67 Mio. €
Zuschuss Land	15 Mio. €		15 Mio. €
Investitionen	86 Mio. €	64 Mio. €	150 Mio. €

Tabelle 44 Aufteilung EFRE/ELER Programm STARK III (erste Förderperiode)
Quelle: [MF 2016]

Weiterhin wurden neun Modellprojekte initiiert, wo sehr anspruchsvolle energetische Gebäudestandards gefordert waren: u.a. die Senkung des jährlichen Heizenergiebedarfs unter 15 kWh/m² bei gleichzeitiger Senkung des Primärenergiebedarfs unter 120 kWh/m² bzw. Übererfüllung der EnEV 2009 um mindestens 10 %.

Insgesamt wurden in 97 Kitas und Schulen über 150 Mio. € Euro investiert.

Maßnahme	Anzahl	Investitionen
Neubau	15	45 Mio. €
Sanierung	75	87 Mio. €
Um- und Erweiterung	1	1,1 Mio. €
Erneuerungsbau	6	17 Mio. €
Summe	97	150 Mio. €

Tabelle 45 Programm STARK III (erste Förderperiode)
Quelle: [MF 2016]

Zur Bilanzierung der energetischen Effekte der Förderprojekte liegen noch keine belastbaren Zahlen vor; eine Einschätzung und Bewertung ist erst nach Auswertung der energetischen Monitoring-Daten möglich

(ISW Institut 2015). Dieses Monitoring ist zunächst für die neun Modellprojekte vorgesehen, deren Moni-

toring-Konzeption derzeit in Bearbeitung ist.

7.2.2 Private Haushalte

Das Landesprogramm zur Hebung der Effizienzpotenziale im Bereich der Privaten Haushalte heißt MODERN, es förderte investive Maßnahmen u.a. zur energetischen Gebäudesanierung.

MODERN

Das Programm MODERN knüpft an die aus Bundesmitteln finanzierte KfW-Programme an (Kapitel 7.1.2). Folgendes wurde/wird daraus gefördert:

- Energetische Sanierung von Wohnungen,
- Altersgerechter Umbau von Wohnungen,
- Objekterwerb sowie
- Maßnahmen zur Beseitigung von Vernässungsschäden und zur Sicherung gesunder Wohnverhältnisse.

Die Zuständigkeit liegt beim Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr (MLV). Zielgruppe sind die Haushalte (Selbstnutzer, private und gewerbliche Vermieter sowie Wohnungsbaugesellschaften). Die Förderung wird in Form von Darlehen gezahlt.

Im Folgenden konzentrieren sich die Ausführungen auf den Förderbestand der energetischen Gebäudesanierung.

Seit dem Jahr 2011 wurde über dieses Programm die energetische Gebäudesanierung von 2.143 Wohnungen gefördert. Die Sanierungen fanden in 153 Einfamilienhäusern, 28 Zweifamilienhäusern und 160 Mehrfamilienhäusern statt.

Das Programm wurde in diesem Zeitraum nicht nur von privaten Vermietern und Selbstnutzern in Anspruch genommen, sondern auch von gewerblichen Vermietern und Wohnungs(bau)gesellschaften. Fast 50 % aller im Jahr 2015 sanierten Wohnungen waren im Bestand der Wohnungs(bau)gesellschaften (vgl. Abbildung 48). Im Vergleich zu 2011 ist dies eine deutliche Steigerung von 8 %.

Nutzergruppe	2011	2015
Selbstnutzer	17%	10%
Private Vermieter	33%	36%
Gewerbl. Vermieter	11%	7%
Wohnungs(bau)-gesell.	39%	47%

Abbildung 48 Prozentuale Anteile der Nutzer im Rahmen des Programms MODERN¹¹
Quelle: [Daten IB 11/2015], Darstellung: IE Leipzig

Zwischen den Jahren 2011 bis 2015 wurden pro Jahr durchschnittlich 630 Wohnungen saniert (vgl. Tabelle 42). Auffällig ist dabei, dass die Höhe der durchschnittlichen Investitionen je sanierter Wohnung von ca. 49.000 € im Jahr 2011 auf 17.000 € im Jahr 2015 gesunken ist.

Die vorliegenden Daten geben keinen Aufschluss über die Qualität der energetischen Sanierungen. Eine Ursache, warum die spezifischen Investitionen je Sanierung rückläufig sind, ist sicherlich darin begründet, dass zunehmend mehr Wohnungen in Mehrfamilienhäusern saniert wurden. Hier sind die Kosten je

¹¹ Anmerkung: Auswertung nur hinsichtlich energetischer Sanierung

Wohneinheit spezifisch betrachtet niedriger als im Einfamilienhausbereich.

Zusätzlich wurde ein Großteil der Sanierungen von Wohnungs(bau)gesellschaften durchgeführt, die hauptsächlich Mehrfamilienhäuser bzw. Wohnblocks in ihren Beständen haben.

Maßnahmenswerpunkt mit über ca. 50 % war die Wärmedämmung. Sie wurde bei 1.196 Wohnungen durchgeführt und hatte ein Investitionsvolumen von

ca. 35 Mio. €. Mit deutlichem Abstand folgt der Austausch der Heizung in 109 Wohnungen und einem Investitionsvolumen von ca. 18 Mio. € (vgl. Tabelle 47).

Für die energetische Gebäudesanierung von Wohnungen in Sachsen-Anhalt wurden im Rahmen des Programms MODERN insgesamt Darlehen in Höhe von ca. 30 Mio. € bewilligt und Investitionen in Höhe von 70 Mio. € getätigt.

Jahr	Sanierte Wohnungen	Darlehen in Mio. €	Investitionen in Mio. €	Ø Investition pro Wohnung in €
2011	72	2	4	49.744
2012	182	3	9	49.455
2013	679	9	27	39.431
2014	577	6	20	34.514
2015	633	10	11	17.171
Summe	2.143	30	70	

Tabelle 46 Anzahl der sanierten Wohnungen sowie Höhe der Darlehen und Investitionen im Rahmen des Programms MODERN von 2011 bis 2015

Quelle: [Daten IB 11/2015]; Darstellung: IE Leipzig; Anmerkung: Auswertung nur hinsichtlich energetischer Sanierung

Art der Maßnahme	Anträge [Anzahl]	Sanierte Wohnungen [Anzahl]	Darlehen [Mio. €]	Investitionen [Mio. €]	Ø Investition je Wohnung in €
Wärmedämmung	152	1.196	16	35	29.011
Austausch Heizung	109	605	7	18	29.351
Erneuerung Fenster	59	211	5	15	70.759
Einbau Lüftungsanlage	3	74	0	0	3.095
Sonstiges	11	39	1	2	48.096
Erstinvestition	2	8	0	0	41.526
Investition	5	10	0	0	31.838
Summe	341	2.143	30	70	

Tabelle 47 Maßnahmen der energetischen Sanierung im Rahmen des Programms MODERN

Quelle: [IB 03/2016]; Darstellung: IE Leipzig; Anmerkung: Auswertung nur hinsichtlich energetischer Sanierung

7.2.3 Wirtschaft

Eine ausführliche Betrachtung bezüglich der Förderung von Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz wurde für folgende relevante Landesprogramme durchgeführt:

- Beratungshilfe und
- GRW Unternehmen.

Folgende Programme fanden nach Abstimmung mit den zuständigen Ministerien¹² keine weitere Berücksichtigung:

- Das Darlehensprogramm ego.-PLUS unterstützt Existenzgründer, Freiberufler sowie kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) bis zu drei Jahre nach der Existenzgründung. Es sieht in seinen Vergabekriterien keine Förderung von energetischen Effizienzmaßnahmen vor. (MW 2016).
- Im Darlehensprogramm KMU-IDEE werden Investitionen sowie Ausgaben für die Markteinführung eines Produkts, eines Verfahrens oder einer Dienstleistung aus einem Forschungs- und Entwicklungsprozess sowie anderweitige Betriebsausgaben gefördert. KMU-WACHSTUM und KMU-IMPULS stellen Darlehen für Auftragsvorfinanzierung, anderweitige Betriebsausgaben, Ausgaben für Forschung und Entwicklung und Innovation, Investitionen in Grundstücke, Gebäude, Maschinen, Anlagen und Einrichtungen zur Verfügung.

Im Rahmen des KMU-Darlehensfonds werden aber umweltfreundliche Produkte und Produktionsverfahren gefördert. Für insgesamt 42 Projekte wurden Darlehen in Höhe von 25 Mio. € und somit Investitionen in Höhe von 100 Mio. € gefördert (IB 2015).

¹² Ergebnis Workshop vom 19.01.2016

Schwerpunkt war hierbei das Programm IMPULS mit 31 geförderten Projekten sowie 19 Mio. € bewilligten Darlehen und Investitionen von 76 Mio. €.

Weitere Daten zur Förderung von Effizienzmaßnahmen für die Wirtschaftsförderungsprogramme ego.-PLUS, KMU-IDEE, KMU-Wachstum sowie KMU-IMPULS liegen nicht vor.

Beratungshilfe (Programm für Unternehmen)

Im Zeitraum von 2007 bis 2013 wurden für Unternehmen Zuschüsse zur anteiligen Finanzierung von zuwendungsfähigen Ausgaben für Beratungsleistungen gewährleistet.

Zuwendungszweck waren spezifische Beratungen zur nachhaltigen Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens mit dem Ziel, Impulse und Anregungen zur weiteren Entwicklung und Festigung des Unternehmens und zur Stärkung seiner Innovationsfähigkeit zu vermitteln.

In diesem Zeitraum wurden 42 Beratungen zur Thematik Energie und Umwelt gefördert. Inhaltlich lassen sich diese Beratungen wie folgt gliedern:

- Beratungen zur Energieeffizienz,
- Beratung zur Implementierung eines Managementsystemen nach EMAS, DIN EN ISO 14001 oder des Umweltsiegels des Handwerks des Landes Sachsen-Anhalt und
- Beratungen zu Umweltschutzmaßnahmen.

Es wurden 20 Beratungen zur Energieeffizienz und jeweils 11 zur Implementierung eines Managementsystems und zu Umweltschutzmaßnahmen durchgeführt.

Beratungen zur Energieeffizienz haben mehrheitlich Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe in Anspruch genommen (vgl. Tabelle 48). Die Fördermittel für Beratungen zur Energieeffizienz belaufen

sich auf ca. 220.000 €, somit kostete eine Beratung im Durchschnitt 11.000 €. Zur Implementierung eines Energiemanagements betrug der Investitionsumfang für die 11 Beratungen ca. 135.000 €.

Wirtschaftsbereiche	Energieeffizienz		Energiemanagement		Umweltschutz	
	Anzahl	Investitionen	Anzahl	Investitionen	Anzahl	Investitionen
Verarbeitendes Gewerbe	9	97.199 €	7	92.820 €	4	45.696 €
Wasserversorgung	6	64.974 €			4	37.128 €
Handel, Inst. Und Reparatur von Kfz	4	40.222 €				
Gastgewerbe	1	17.136 €	1	8.568 €		
Wirtschaftliche Dienstleistungen			2	28.560 €	1	11.424 €
Weitere Dienstleistungen			1	4.998 €		
Sand- u. Kiesgewinnung					1	3.213 €
Kunst, Unterhaltung und Erholung					1	9.520 €
Summe	20	219.531 €	11	134.946 €	11	94.248 €

Tabelle 48 Beratungen nach Bereichen und Wirtschaftsbranchen

Quelle: [Daten IB 12/2015], Darstellung: IE Leipzig;

GRW Unternehmensförderung

Zur Unterstützung der Unternehmen wurde bereits 2007 das Programm Gemeinschaftsaufgabe zur „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW Unternehmensförderung) initiiert. Zuständig für dieses Landesprogramm ist das Ministerium für Wirtschaft. Ziel des Programms ist die Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen und somit die Wachstums- und Investitionsbedingungen für KMU zu verbessern. Die Förderung erfolgt in Form von Zuschüssen zu Sachanlageninvestitionen oder Lohnkosten.

Gemäß den geltenden Landesregelungen zur GRW¹³ können Unternehmen durch die Erfüllung von Struktureffekten den Fördersatz für ihren Zuschuss erhö-

hen. Unter anderem kann der Basisfördersatz um 3 Prozentpunkte erhöht werden, wenn bei einem Vorhaben mit einem förderfähigen Investitionsvolumen von mindestens 500 Tsd. € freiwillige Umweltschutzmaßnahmen verwirklicht werden und die Unternehmen der Umweltallianz angehören.

Förderfähig sind nur Neuinvestitionen, keine Ersatzinvestitionen, so dass der Austausch von Maschinen/ Teilen/ Aggregaten usw. nicht möglich ist (IB 2016).

Diese freiwilligen Umweltschutzmaßnahmen, die in einem Zusammenhang mit dem geförderten Unternehmen stehen müssen, können folgende Themen umfassen:

- Umwelt- und Energiemanagement einschließlich Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes,
- Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung,
- Reduktion gefährlicher Stoffe,

¹³ Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur"

- Einsatz nachwachsender Rohstoffe,
- Verbesserung des Immissions-, Gewässer-, Natur- und Bodenschutzes und
- Energieeinsparung und Einsatz erneuerbarer Energien.

10- bzw. 11-mal bewilligt. In den folgenden Jahren gab es 12 und 5 Bewilligungen (vgl. Tabelle 49). Thematischer Schwerpunkt war dabei das Umwelt- und Energiemanagement einschließlich Maßnahmen zum integrierten Umweltschutz. (vgl. Tabelle 50).

Die Regelung mit dem Zuschlag Umweltbonus gilt seit dem 01.07.2012. Im Jahr 2012 und 2013 wurde er

	Bewilligte Anträge	Investition Maßnahme	Zuschuss Maßnahmen	Höhe Umweltbonus
	[Anzahl]	[Mio. €]	[Mio. €]	[Mio. €]
2012	10	100	22	2
2013	11	80	19	2
2014	12	132	34	3
2015	5	24	5	1
	38	336	80	7

Tabelle 49 Bewilligter Umweltbonus im Rahmen des Programms GRW
Quelle: IB Email Pöttsch 2016-04-14 GRW mit Umweltbonus

	Umwelt- und Energiemanagement einschließlich integrierter Umweltschutz	Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Energieeinsparung und Einsatz erneuerbarer Energien	Verbesserung des Immissions-, Gewässer-, Natur- und Bodenschutzes
	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]
2012	7		3	
2013	6	1	3	1
2014	10	1	1	
2015	3		2	
	26	2	9	1

Tabelle 50 Bewilligter Umweltbonus im Rahmen des Programms GRW
Quelle: IB Email Pöttsch 2016-04-14 GRW mit Umweltbonus

7.3 Handlungsempfehlungen für weitere Instrumente/Programme

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen für künftige Förderschwerpunkte innerhalb der Verbrauchssektoren aufgeführt, welche sich aus der Projektbearbeitung im Hinblick auf aktuelle und künftige Förderprogramme sowie Wirtschaftlichkeit, Einsparpotenzial und Hemmnisse bei der Maßnahmenumsetzung ergeben haben.

Zunächst werden die relevanten Ergebnisse zu den vorgenannten Aspekten noch einmal im Überblick für die Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Private Haushalte dargestellt, um daraus Schwerpunkte und Ansätze für die Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Die für die drei Sektoren zuvor dargestellten **Maßnahmen mit ihren quantitativen Effekten** sind in Tabelle 51 im Überblick dargestellt¹⁴. Hieraus leiten sich folgende Kernaussagen ab:

- Mit gut 80 % entfällt der deutlich größte Anteil der Effizienzpotenziale auf den Wärmesektor.
- Die Effizienzpotenziale (Wärme & Strom) entfallen etwa zu gleichen Anteilen auf die Sektoren Verarbeitendes Gewerbe und Private Haushalte (jeweils etwa 40 %), während der Anteil des GHD-Sektors mit gut 20 % nur etwa halb so hoch ist.
- Die größten Effizienzpotenziale entfallen – über alle Sektoren betrachtet – bei der Wärme auf folgende drei Maßnahmen, die zusammen fast 2/3 der identifizierten Wärme-Potenziale umfassen:

Energetische Gebäudesanierung	34 %
Brennwerttechnik Kesselaustausch	17 %
Dämmung industrieller Anlagenteile	13 %

- Die größten Effizienzpotenziale entfallen – über alle Sektoren betrachtet – beim Strom auf folgende vier Maßnahmen, die zusammen gut 60 % der identifizierten Strom-Potenziale umfassen:

Haushaltsgroßgeräte	20 %
Rückgewinnung mechanischer Energie	16 %
Effiziente Beleuchtung	14 %
Optimierung RLT	11 %

Für die Realisierung der Potenziale bzw. Attraktivität einer Potenzialrealisierung aus Sicht der Energienutzer ist u. a. die **Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen** ein relevanter Faktor. Erreicht eine Maßnahme z. B. erst im Laufe der Zeit in Verbindung mit steigenden Energiepreisen eine hohe Wirtschaftlichkeit, kann zwar bereits heute eine Realisierung – auch wirtschaftlich – möglich sein, aber für die Energienutzer ist die Wirtschaftlichkeit gegenwärtig weniger attraktiv und zudem mit der Ungewissheit künftiger Energiepreissteigerungen verbunden. Die Wirtschaftlichkeit der Potenziale ist – basierend auf den quantitativen Ergebnissen (Kap. 6) – in drei Bewertungskategorien (gering, mittel, hoch) in Tabelle 52 im Überblick dargestellt. Hieraus ergeben sich nachfolgend aufgelistete Kernaussagen.

¹⁴ Zum Teil wurden zuvor betrachtete Einzelmaßnahmen im Überblick zusammengefasst. Dies bezieht sich zum Beispiel auf verschiedene Haushaltsgeräte, die zur Gruppe der Haushaltsgroßgeräte zusammengefasst wurden.

Effizienzpotenziale Wärme					
Maßnahme	Verarbeitendes Gewerbe	GHD	Private Haushalte	SUMME	
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
Brenneroptimierung	2.041			2.041	6%
Luftvorwärmer Economizer	402			402	1%
Hydraulischer Abgleich	289	524	920	1.733	5%
Brennwerttechnik Kesseltausch	410	2.041	3.586	6.037	17%
Wärmepumpe Solarthermie		46	138	184	1%
Abwärme aus Druckluft	250			250	1%
Dämmung industrieller Anlagenteile	4.452			4.452	13%
Energetische Gebäudesanierung	2.035	3.686	6.477	12.198	34%
Sonstige	3.652	2.437	1.998	8.087	23%
SUMME	13.531	8.734	13.119	35.384	100%
	38%	25%	37%	100%	

Effizienzpotenziale Strom					
Maßnahme	Verarbeitendes Gewerbe	GHD	Private Haushalte	SUMME	
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
Rückgewinnung mech. Energie	1.398			1.398	16%
Eff. Motoren Umwälzpumpen	405	25	260	690	8%
Optimierung Druckluft	699	43		742	9%
Optimierung RLT	891	56		947	11%
Effiziente Beleuchtung	393	543	297	1.233	14%
Straßen-/Ampelbeleuchtung		96		96	1%
Kühl-/Tiefkühlsysteme		48		48	1%
Haushaltsgroßgeräte			1.701	1.701	20%
Vermeidung Leerlaufverluste		28	214	242	3%
Betriebsverluste/Optimierung IKT		68	289	357	4%
Sonstige	469	237	377	1.083	13%
SUMME	4.255	1.144	3.138	8.537	100%
	50%	13%	37%	100%	

Effizienzpotenziale Wärme & Strom					
Maßnahme	Verarbeitendes Gewerbe	GHD	Private Haushalte	SUMME	
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
Wärme	13.531	8.734	13.119	35.384	81%
Strom	4.255	1.144	3.138	8.537	19%
SUMME	17.786	9.878	16.257	43.921	100%
	40%	22%	37%	100%	

Tabelle 51 Überblick zu den Energieeffizienzpotenzialen
Quelle: IE Leipzig

Wärme Bewertung der Wirtschaftlichkeit			
Maßnahme	Verarbeitendes Gewerbe	GHD	Private Haushalte
Brenneroptimierung	■■■	.	.
Luftvorwärmer Economizer	■■	.	.
Hydraulischer Abgleich	■	■■	■■
Brennwerttechnik Kesseltausch	■■■	■■	■■
Wärmepumpe Solarthermie	.	■■	■■
Abwärme aus Druckluft	■	.	.
Dämmung industrieller Anlagenteile	■■■	.	.
Energetische Gebäudesanierung	■	■■	■■
Sonstige	■■	■	■■
Wirtschaftlichkeit: ■■■ hoch ■■ mittel ■ gering bis eher nein			

Strom Bewertung der Wirtschaftlichkeit			
Maßnahme	Verarbeitendes Gewerbe	GHD	Private Haushalte
Rückgewinnung mechanischer Energie	■■■	.	.
Effiziente Motoren Umwälzpumpen	■■■	■■■	■■■
Optimierung Druckluft	■■■	■■■	.
Optimierung RLT	■■■	■■■	.
Effiziente Beleuchtung	■■■	■■■	■■■
Straßen-/Ampelbeleuchtung	.	■■	.
Kühl-/Tiefkühlsysteme	.	■■	.
Haushaltsgroßgeräte	.	.	■■
Vermeidung Leerlaufverluste	.	■■■	■■■
Betriebsverluste/Optimierung IKT	.	■■	■
Sonstige	■■	■■	■■
Wirtschaftlichkeit: ■■■ hoch ■■ mittel ■ gering bis eher nein			

Tabelle 52 Überblick zur qualitativen Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Energieeffizienzpotenziale
Quelle: IE Leipzig

- Im Wärmesektor ergibt sich folgendes Bild zur Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen (vgl. Kapitel 6.1.4; 6.2.4; 6.3.4):

Im Verarbeitenden Gewerbe ergeben sich die wirtschaftlich günstigsten Möglichkeiten, die Effizienzpotenziale zu realisieren¹⁵.

Im GHD-Sektor ist die wirtschaftliche Attraktivität zur Maßnahmenrealisierung als mittel einzustufen.

Bei den Privaten Haushalten ist tendenziell eine mittlere wirtschaftliche Attraktivität gegeben.

- Beim größten Effizienzpotenzial, der energetischen Gebäudesanierung, ergibt sich in den Sektoren PHH und GHD eine mittlere wirtschaftliche Maßnahmenattraktivität. Diese ist im jeweiligen Einzelfall zu prüfen, sie ist davon abhängig, in welcher Form und unter welchen Bedingungen Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenkombinationen durchgeführt werden.
- Bei den Stromeinsparpotenzialen stellen sich die Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit durchgängig in allen Sektoren weitgehend positiv dar (vgl. Kapitel 6.1.4; 6.2.4; 6.3.4).

Mit Blick auf die Handlungsempfehlungen leiten sich aus den Kernaussagen folgende **Schlussfolgerungen** ab:

- Die größten Potenziale – hier im **Wärmesektor** – sind im Vergleich zum Stromsektor mit einer geringeren Wirtschaftlichkeit verbunden. Weitere

Hemmnisse (vgl. Kap. 6) erschweren darüber hinaus häufig die Realisierung dieser Potenziale.

Eine Überwindung dieser wirtschaftlichen und sonstigen Hemmnisse wird nur mit einem vielfältigen Handlungsbündel auf Bundes- und Landesebene möglich sein.

Für den Wärmesektor stellt sich zunehmend die Frage, ob die Minimierung des Energieverbrauchs mittels energetischer Gebäudesanierung ein langfristig gangbarer Weg ist oder künftig Alternativen der Wärmeversorgung zur Effizienzsteigerung noch mehr in den Fokus rücken werden. Bei Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energien kann hierbei neben Energie auch ein Großteil der Emissionen eingespart werden.

- Im **Stromsektor** ist die wirtschaftliche Attraktivität der Maßnahmen weniger ein Umsetzungshemmnis. Hier erscheint es eher notwendig, die Erschließung der Potenziale durch geeignete (Informations-) Maßnahmen zu unterstützen, als dass eine finanzielle Förderung notwendig ist.
- Mit Bezug auf **Förderprogramme** könnte sich die Ausgestaltung an folgenden Leitlinien orientieren:

Für wirtschaftlich attraktive Effizienzpotenziale ist die Informationsverbreitung zu unterstützen. Wirtschaftliche Anreize werden nicht gegeben.

Für Maßnahmen mit einer eher mittleren Einstufung bei der Wirtschaftlichkeit könnten neben der Informationsvermittlung auch wirtschaftliche Anreize sinnvoll sein. Es wäre zu prüfen, ob eher das Angebot von günstigen Darlehen sinnvoll wäre, als ohnehin wirtschaftliche Maßnahmen zu bezuschussen.

¹⁵ Diese Feststellung gilt unter der Annahme, dass die Amortisationszeit der Investition innerhalb der Anlagenlebensdauer erfolgt. Bei betriebswirtschaftlich häufig vorgegebenen kürzeren Zeiträumen (3 bis 5 Jahre) ist die Wirtschaftlichkeit nur zum Teil gegeben.

Maßnahmen mit geringer oder eher keiner Wirtschaftlichkeit werden tendenziell nur eingeschränkt oder nicht umgesetzt. Hier könnten Förderungen auch im Rahmen von Zuschüssen sinnvoll bzw. notwendig sein, wenn attraktive Potenziale vorhanden sind.

Vor dem Hintergrund der einerseits vorhandenen Energieeffizienzpotenziale und dargelegten Umsetzungshemmnisse sowie andererseits der **tatsächlichen Möglichkeiten mit Förderprogrammen** hier zielgerichtet gegenzusteuern, erscheinen folgende Ergebnisse von Relevanz, bevor auf die mögliche Ausgestaltung zukünftiger Förderung eingegangen wird:

- Bereits heute können u. a. von Kommunen, Unternehmen und privaten Haushalten zahlreiche Beratungs- und Förderprogramme in Anspruch genommen werden. Diese Programme beruhen weitgehend auf einer Bundesförderung.

Die vorangegangene Analyse der jeweiligen Programme zeigt in der Regel, dass von allen Gruppen in Sachsen-Anhalt diese Angebote – im Bundesländervergleich – unterdurchschnittlich genutzt werden¹⁶. Dies gilt auch für finanzielle Zuwendungen für Kommunen im Rahmen der Klimaschutzinitiative.

Es erscheint somit dringend erforderlich, die Kommunikation zu den bestehenden Möglichkeiten sowie das Know-how der beteiligten Akteure zu verbessern.

Mit Blick auf die Kommunen und deren Haushaltssituation sollten rechtliche Rahmenbedingungen bzw. vorhandene Bewertungsmaßstäbe der Kom-

munalaufsicht im Hinblick auf Klimaschutzprojekte im Sinne der bundespolitischen Zielsetzungen überprüft werden. Zudem kann es auch sinnvoll sein, sowohl bei konzeptionellen als auch investiven Maßnahmen von Landesseite den finanziellen Eigenanteil zu übernehmen bzw. zu verringern, als dass die Bundesförderung nur unzureichend in Anspruch genommen wird.

- Sowohl mit Bundes- als auch Landesförderung wurden zwischen 2009 und 2014/15 über 32.000 Wohnungen unter Einbeziehung von energetischen Maßnahmen saniert. Im Jahresdurchschnitt entspricht dies etwa einer Anzahl von 5.500 Wohnungen. Bei einem Wohnungsbestand von 1,29 Mio. Wohnungen¹⁷ kann mit dem Fördervolumen somit nur in einem geringen Teil des Gebäudebestandes eine energetische Sanierung unterstützt werden. Es wäre zu prüfen, inwieweit – jedenfalls mit Blick auf die Landesmittel – eine andere Nutzung der Finanzmittel in Betracht gezogen werden sollte? Beispielsweise könnte eine investive Konzentration auf die öffentlichen (Landes-)Gebäude stattfinden oder den Kommunen die Inanspruchnahme von Förderprogrammen durch die teilweise oder vollständige Übernahme des Eigenanteils erleichtert werden.
- Wie vor allem die zuvor beschriebene Situation bei der energetischen Gebäudesanierung zeigt, kann von Landesseite eine breite Maßnahmenunterstützung in finanzieller Form im privaten und gewerblichen Gebäudebestand nicht gewährleistet werden. Entsprechende Beispielsanierungen können nicht kommuniziert werden, wenn nicht für alle Interessenten

¹⁶ Eine Ursache hierfür ist in allen Sektoren u. a. in der finanziellen Situation der Akteure im Land zu vermuten.

¹⁷ Wohnungsbestand einschließlich der leerstehenden Wohnungen.

ausreichend Fördermittel zur Verfügung stehen.

Es wäre somit zu prüfen, ob das Land ggf. an „best-practice-Beispielen“ demonstriert, welche (wirtschaftlichen) Einsparpotenziale realisierbar sind. In Bezug auf die „best-practice-beispiele“ wäre dabei zu beachten, dass diese auch tatsächlich eine Vorbildwirkung haben und ohne die Inanspruchnahme von Fördermitteln realisiert werden können.

Somit ist von politischer Seite zu prüfen, ob sich die Förderung nicht auf die Kommunikation und Organisation der Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen konzentrieren sollte, um die bestehenden Hemmnisse in diesem Bereich zu minimieren. Dies würde eine Umorientierung der bisherigen Förderpolitik erfordern und eher zu einem Kommunikati-

ons-/Organisationskonzept für Energieeffizienz denn zu einem finanziellen Verteilungskonzept führen.

Nachfolgend werden die zuvor dargelegten generellen Überlegungen um sektorspezifische Handlungsoptionen ergänzt. Hierbei wird auch nachrichtlich Bezug genommen auf den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE), wo detailliert Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz beschrieben sind [BMWi 2014a]. Hintergrund des NAPE ist das bundesweite Ziel, bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2008 den Primärenergieverbrauch um 20 % zu senken. Ohne Umsetzung der Maßnahmen aus dem NAPE kann dieses Ziel nicht erreicht werden.

7.3.1 Verarbeitendes Gewerbe

Das Verarbeitende Gewerbe ist einerseits geprägt durch energieintensive (Groß-)Unternehmen und andererseits durch eine Vielzahl von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU).

Für die **energieintensiven Unternehmen** ist bekannt, dass diese bereits über ein umfassendes Energiemanagementsystem verfügen – u. a. auch, um von Befreiungstatbeständen des EEG und der Energiesteuer profitieren zu können – und häufig aufgrund der Standortkonzentration energetische Verbundlösungen realisieren bzw. an deren Optimierung ständig arbeiten. Eine weitergehende Einflussnahme oder Unterstützung von Landesseite bei diesen Unternehmen erscheint nicht erforderlich, da hier bereits ein umfassendes Problembewusstsein vorhanden ist und betriebswirtschaftlich mögliches Handeln erfolgt.

Eine Unterstützung bei der Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen bei den **KMU** durch das Land er-

scheint demgegenüber sinnvoll und notwendig. Hier könnte eine gemeinsame Aufgabe – im Sinne von Information und Unterstützung – für die LENA und die Verbände sein. Eine intensive Förderung der Beratung von KMU zu Effizienzpotenzialen, insbesondere zu wirtschaftlichen Maßnahmen mit kurzen Amortisationszeiten ist notwendig. Dabei sollte es das Ziel sein, vorhandene Energieeffizienzpotenziale weitgehend in „Selbstorganisation“ zu realisieren. Eine finanzielle Unterstützung sollte sich auf neue Anwendungen/Technologien beschränken oder wenn komplexe Systemlösungen – z. B. durch Einbeziehung mehrerer Akteure/Unternehmen – realisiert werden sollen. Gerade in frühen Phasen bei Investitionen kann es sinnvoll sein, die Zusammenarbeit mit F&E Einrichtungen zu unterstützen. Dadurch können weitere Potenziale technologieneutral gehoben werden und die konzeptionelle Phase bis zur Dimensionierung begleitet werden.

Mit dem NAPE liegt auf Bundesebene bereits ein umfassender Energieeffizienzplan vor (siehe Infobox I). Die damit verbundenen Maßnahmen und Förderprogramme gilt es für das Land Sachsen-Anhalt bzw. die Unternehmen im Land zu nutzen. Hier erscheint es wichtiger, keine eigene landesspezifische Förderung zu installieren, sondern eher die Unternehmen bei der Erlangung von Mitteln aus der Bundesförderung zu unterstützen.

INFOBOX I

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

- Weiterentwicklung und Aufstockung CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm
- Weiterentwicklung und Verstetigung des Marktanzreizprogrammes (MAP)
- Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)
- Wettbewerbliche Ausschreibungen zu Stromeffizienz (STEP up)
- Förderung von Einsparcontracting
- Weiterentwicklung von KfW-Effizienzprogrammen
- Förderrichtlinie „Abwärmevermeidung und Abwärmennutzung in gewerblichen Unternehmen“
- Pilotprogramm „Einsparzähler“
- Initiative Energieeffizienz-Netzwerke
- Energieeffizienzmanager in Gewerbegebieten
- Informationsangebote zum branchenspezifischen Energiesparen entwickeln
- Bessere Kennzeichnung sparsamer Elektrogeräte (EU-Energieeffizienzkennzeichnung)

- „National Top-Runner-Initiative“ – Informationen über energieeffiziente Produkte
- Durchführung Energieaudits
- Weiterentwicklung Mittelstandsinitiative Energie-wende und Klimaschutz
- Weiterentwicklung Energieberatung Mittelstand
- Förderung hocheffizienter Querschnittstechnologien

Soweit das Land Sachsen-Anhalt eine **eigenständige Schwerpunktsetzung bei der Förderung** vornehmen will, erscheinen folgende Handlungsfelder sinnvoll:

Wärmeanwendungen:

- Wärmespeicher und Wärmetransportkonzepte zur Nutzung von Abwärme aus Produktionsprozessen und der Kraft-Wärme-Kopplung.
- Power-to-X-Konzepte als Zwischenspeichertechnologie (Elektrolyse, CO₂-Abtrennung, Methanisierung).
- Hochtemperaturabwärmennutzung aus Industrieöfen in anliegenden Produktionsprozessen (z. B. Kohlenwasserstoff-Reststoff aus der chemischen Industrie, Hochtemperaturwärme aus glasverarbeitender Industrie, Schaffung von Wärmeverbundsystemen).
- Reststoffnutzungskonzepte zur thermischen Verwertung und Ressourcenrückgewinnung (geschlossene Energie- und Stoffkreisläufe, z. B. Kohlenwasserstoff – Reststoff aus chemischer Industrie).
- Energetische Synergien in Gewerbeparks und Unterstützung eines aktiven Managements (Energie- und Ressourcenmanagement).

- Fernwärmeconzepte innerhalb von Industriestandorten in Verbindung mit Wohngebieten.
 - Nutzung von Wärmeüberschuss im Niedertemperaturbereich durch Low-Ex, insbesondere für sektorübergreifende Anwendungen.
- Stromanwendungen:*
- Anwendung von Speichertechnologien (anwendungs- und technologiespezifisch).
 - Weiterentwicklung von EMS-Systemen für das integrierte Ressourcenmanagement.
 - Steuerung der Ansiedlung von energieintensiven Unternehmen – soweit dies möglich ist – aus verbrauchstechnischen Gesichtspunkten in Gebiete mit vorrangig dezentralisierter Erzeugung.
 - Vorausschauende Instandhaltung und Wartung bis hin zu Industrie 4.0 Anwendungen in Prozessen und Anlagen zur Datenerfassung und Ableitung von Effizienzpotentialen.

7.3.2 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Der GHD-Sektor ist ein sehr inhomogener Verbrauchssektor, der neben einer Vielzahl von sehr unterschiedlichen Branchen auch den öffentlichen Sektor¹⁸ einschließt.

Somit ergibt sich beim **öffentlichen Sektor** ein direkter Einflussbereich des Landes. Einerseits in Bezug auf die eigenen Einrichtungen und andererseits über (Förder-)Mittelzuweisungen an die nachgelagerten Gebietskörperschaften. Für den öffentlichen Sektor ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Zentrale Verbrauchsdatenerfassung aller Liegenschaften des Landes mit der anschließenden bzw. begleitenden Erstellung eines umsetzungsorientierten und zeitlich fixierten Energieeffizienzplans.
- Initiierung und ggf. Förderung kommunaler Projekte zum aktiven Energiemanagement für den öffentlichen Gebäudebestand.
- Unterstützung der Gebietskörperschaften bei der Fördermittelakquisition, u. a. aus dem Klimaschutz-

fonds der Bundesregierung für konzeptionelle und investive Maßnahmen.

- Prüfung, inwieweit vor allem Kommunen durch die Bereitstellung von Landesmitteln für den Eigenanteil die Durchführung/Finanzierung von Förderprojekten ermöglicht werden kann.

Hinsichtlich der finanziellen Unterstützung von konzeptionellen und investiven Maßnahmen wäre zu prüfen, ob nicht hier der Schwerpunkt der Landespolitik liegen sollte, statt nur in begrenztem Umfang im Wohnungssektor energetische Maßnahmen zu fördern. Die Vorbildfunktion der öffentlichen Gebäude könnte so – auch in Bezug auf die Erhaltung und den Zustand – wahrgenommen werden.

Für die **Unternehmen im GHD-Sektor** gelten annähernd ähnliche Lösungen – in der Regel in kleinem Maßstab – wie zuvor im verarbeitenden Gewerbe dargestellt. Auch hier sollte eine Fokussierung auf die Eigenverantwortung der Unternehmen bei der Realisierung der Energieeffizienzpotenziale gelegt werden. Es würde somit vorrangig gelten, die Unternehmen bei der Inanspruchnahme bestehender Förderpro-

¹⁸ *Liegenschaften und Einrichtungen des Landes, der Kreise und Kommunen*

gramme auf Bundesebene zu unterstützen bzw. zu informieren.

Aufgrund der Vielzahl von Branchen könnten z. B. temporär stattfindende Informationskampagnen für einzelne Branchen durchgeführt werden. Darüber hinaus könnte über Querschnittsthemen (z. B. Beleuchtung, Druckluft) branchenunabhängig informiert werden.

Sollte vom Land eine spezielle Förderung für diese Verbrauchsgruppe angestrebt werden, ergeben sich hierfür folgende thematische Ansätze:

Wärmeanwendungen:

- Förderung innovativer neuer Geschäftsmodelle zur Zentralisierung und Optimierung von Wärme- und Energieverbräuchen.
- Förderung der Entwicklung cloudbasierter Dienste für die Auswertung von energetischen Daten zur Unterstützung von KMU.
- Förderung von Wärmeverbundkonzepten mit der Industrie oder der Wohnungswirtschaft.

Stromanwendungen:

- Fokussierung der KMU-Beratungen auf geringinvestive Maßnahmen und Maßnahmen mit kurzer Amortisationszeit.
- Intensivierung der Bewusstseinsbildung zum energieeffizienten Handeln in Unternehmen.

7.3.3 Private Haushalte

Im Bereich der privaten Haushalte stellt die Umsetzung von umfangreichen Effizienzmaßnahmen vor dem Hintergrund der Hemmnisse (Kapitel 6.4.3) eine besondere Herausforderung dar. Größere Potenziale – mit Blick auf den Wärmesektor – zur Effizienzsteigerung können nur über gezielte Förderprojekte gehoben werden.

Im NAPE wurde hierzu bereits eine breite Auswahl an Maßnahmen definiert (Infobox II).

Vorrangige Aufgabe könnte es sein, die mit dem NAPE verbundenen Förderprogramme für Sachsen-Anhalt zu nutzen. Hierzu sollte gerade für den privaten Gebäudebestand die landesspezifische Information der privaten Akteure ausgeweitet werden. Beispielhaft kommen folgende Aktivitäten in Betracht:

- Information zu Fördermöglichkeiten im Rahmen des NAPE vor allem zur energetischen Gebäudesanierung
- Information zu geringinvestiven Maßnahmen vor allem – aber nicht nur - bei einkommensschwachen Haushalten.
- Förderung von Kampagnen zur Stärkung der Bewusstseinsbildung der Verbraucher.

INFOBOX II**Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz**

- Stärkung der Energieberatung
- Weiterentwicklung und Verstetigung Marktanzreizprogramm (MAP)
- Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)
- Weiterentwicklung und Aufstockung CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm
- Energieeffizienzstrategie für Gebäude
- Ausweitung der EU-Energieeffizienzkenzeichnung sparsamer Elektrogeräte
- „National Top-Runner-Initiative“ – Informationen über energieeffiziente Produkte
- Heizungslabel
- Pilotprogramm „Einsparzähler“

Diese Informationskampagnen für die privaten Haushalte müssen zwar zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele den Wärmesektor besonders im Focus haben, aber die wirtschaftlich interessanteren Effizienzpotenziale liegen bei den Stromanwendungen. Ein entsprechender „Einstieg“ in die „Werbung“ für die Realisierung der Stromeffizienzpotenziale würde für die privaten Anwender mit der

7.3.4 Verkehr

Im Bereich des Verkehrssektors werden folgende Schwerpunkte für künftige Handlungen gesehen:

- a) Schaffung der Voraussetzungen für Verhaltensänderungen (Alternativen zum Pkw- und Lkw-Verkehr)

Botschaft verbunden sein, dass sich Energieeffizienz – auch wirtschaftlich – lohnt und damit das Thema positiv besetzen. Bei den Stromanwendungen erscheinen auch kurzfristig messbare Erfolge realistischer als im „Problemfeld Wärme“.

Wie bereits zu Anfang des Kapitels ausgeführt, muss im Blick auf landesspezifische Förderprogramme kritisch reflektiert werden, ob die Förderung energetischer Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand über „Symbolpolitik“ hinausgeht und zielführend im Sinne einer Breitenwirkung ist oder die verfügbaren Förder-/Haushaltsmittel so eingesetzt werden, dass eine Breitenwirkung eintritt bzw. zu erwarten ist oder sogar eher für den öffentlichen Gebäudebestand genutzt werden.

Sollte vom Land eine spezielle Förderung investiver Maßnahmen für die privaten Haushalte angestrebt werden, ergeben sich hierfür folgende thematische Ansätze:

Wärmeanwendungen:

- Prototypische Anwendung von Niedertemperaturwärmenetzen (Low-Ex Netze).
- Wärmeverbände und Klein-Kraft-Wärme-Kopplungskonzepte.
- Wärmeverbundkonzepte mit Industrie und Gewerbe.

- Förderung des nicht-motorisierten Verkehrs (Fußverkehr und Radverkehr) durch entsprechende Unterstützung der Kommunen durch das Bundesland.
- Förderung des elektrischen Schienenverkehrs (im Personen- und Güterverkehr), einerseits

durch eine Aufstockung der Regionalisierungsmittel des Bundes um entsprechende Landesmittel, so dass die Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH die Bestellung von Nahverkehrszügen erweitern kann, zweitens durch die Unterstützung der Elektrifizierung noch nicht elektrifizierter Bahnstrecken und drittens durch die Förderung von Güteranschlüssen für Industrie und Gewerbe, um so die Voraussetzungen für einen höheren Anteil des Schienengüterverkehrs zu schaffen.

b) Vorbildwirkung der Landesregierung

- Verringerung des Berufsverkehrs (wohnortnahe Arbeitsplätze, Heimarbeit).
- Mobilitätsmanagement (z. B. Jobticket für Landesbedienstete).
- Vorrangige Beachtung der Energieeffizienz bei der Fahrzeugflotte des Landes (unabhängig von der Frage, ob Fahrzeuge gekauft, geleast oder gemietet werden, auch die Beteiligung am Car-Sharing kann zur Vorbildwirkung beitragen).

c) Informationskampagnen

- Informationskampagnen, um positive Beispiele für Energieeffizienz im Verkehr (wie diejenigen der Landesregierung) bekannter zu machen und gute Vorbilder herauszustellen.
- Die Förderung von betrieblichem Mobilitätsmanagement zählt indirekt auch zu dieser Kategorie,

da hier entsprechende Informationen in den Unternehmen zielgerichtet an die Berufstätigen vermittelt werden.

d) Integration der Verkehrseffizienz in die Wirtschaftsförderung

Im Rahmen der Wirtschaftsförderung bestehen zahlreiche Ansatzmöglichkeiten, insbesondere wenn Standortentscheidungen beeinflusst werden können. Die Raumordnung und die Investorensprache sollten daher darauf abzielen, Arbeitsplätze so anzusiedeln,

- dass sich für viele Beschäftigte kurze Wege ergeben,
- dass die Arbeitsstätten gut mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind,
- dass sich regionale Cluster bilden, innerhalb von denen auch kurze Lieferketten im Güterverkehr möglich werden.

e) Bundesratsinitiativen

- Da sich gezeigt hat, dass eine Vielzahl der unter 6.5.2 dargestellten Maßnahmen durch die Landesregierung nur indirekt beeinflusst werden können, sollten andere Maßnahmen bundes- und europaweit angestoßen werden, insbesondere solche, die den Wirtschaftsverkehr beeinflussen.

8 Zielkorridore und Monitoring-Tool

Im Folgenden werden aus den zuvor dargestellten Ergebnissen sektorale Entwicklungspfade bis zum Jahr 2030 in Sachsen-Anhalt abgeleitet. Diese Zielkorridore bilden die Grundlage für künftige politische Zielsetzungen im Bereich der Energieeffizienz und -einsparung. Für die künftige Kontrolle der tatsächlichen Entwicklungen im Vergleich zu den Zielsetzungen wurde ein Monitoring-Tool entwickelt, welches in regelmäßigem Turnus zur Fortschreibung von Effizienzindikatoren dient.

8.1 Zielkorridore

8.1.1 Verarbeitendes Gewerbe

Zentrale Größe zur Messung der Entwicklung der Energieeffizienz ist im Verarbeitenden Gewerbe die Entwicklung der Endenergieproduktivität. Diese bildet das Verhältnis der Bruttowertschöpfung zum Endenergieverbrauch des Sektors ab. Wie in Kapitel 5.2. bereits dargestellt, wurde im Trend-Szenario eine positive Entwicklung dieses Indikators von jährlich 1,0 % angenommen. Das heißt, es kann jedes Jahr mit der gleichen Energiemenge rund ein Prozent mehr Bruttowertschöpfung (real) generiert werden.

Deutschlandweit ist es - über alle Wirtschaftszweige hinweg - das Ziel, die Endenergieproduktivität in etwa zu verdoppeln. Aufgrund der Besonderheit Sachsen-Anhalts mit einem sehr hohen Anteil energieintensiver Industrie (rund die Hälfte des Verbrauches im Sektor Verarbeitendes Gewerbe allein durch chemische Industrie) und einem dadurch sehr hohen Anteil an benötigter Prozesswärme, wird davon ausgegangen, dass dieses deutschlandweite Ziel für Sachsen-

Anhalt kaum umsetzbar ist. Innerhalb der energieintensiven Industrie wurden in der Vergangenheit durch betriebsinternes Energiemanagement bereits zahlreiche Effizienzmaßnahmen zur Verbrauchsminderung ergriffen und ein Großteil der in Kapitel 6 aufgeführten möglichen Maßnahmen bereits umgesetzt [IHK 2016]. Größere Effizienzpotenziale werden daher vor allem im Bereich der weniger energieintensiven Industrie (kleine und mittelständische Industriebetriebe) gesehen.

Durch die in Kapitel 6 dargestellten Potenziale zur Verbrauchsminderung innerhalb des Sektors Verarbeitendes Gewerbe wurde eine mögliche Steigerung der Endenergieproduktivität im Mit-Maßnahmen-Szenario auf jährlich 1,7 % ermittelt. Im Ergebnis können durch Umsetzung der Maßnahmen im Mit-Maßnahmen-Szenario gegenüber 2015 rund 17,8 PJ Endenergie eingespart werden (Abbildung 49).

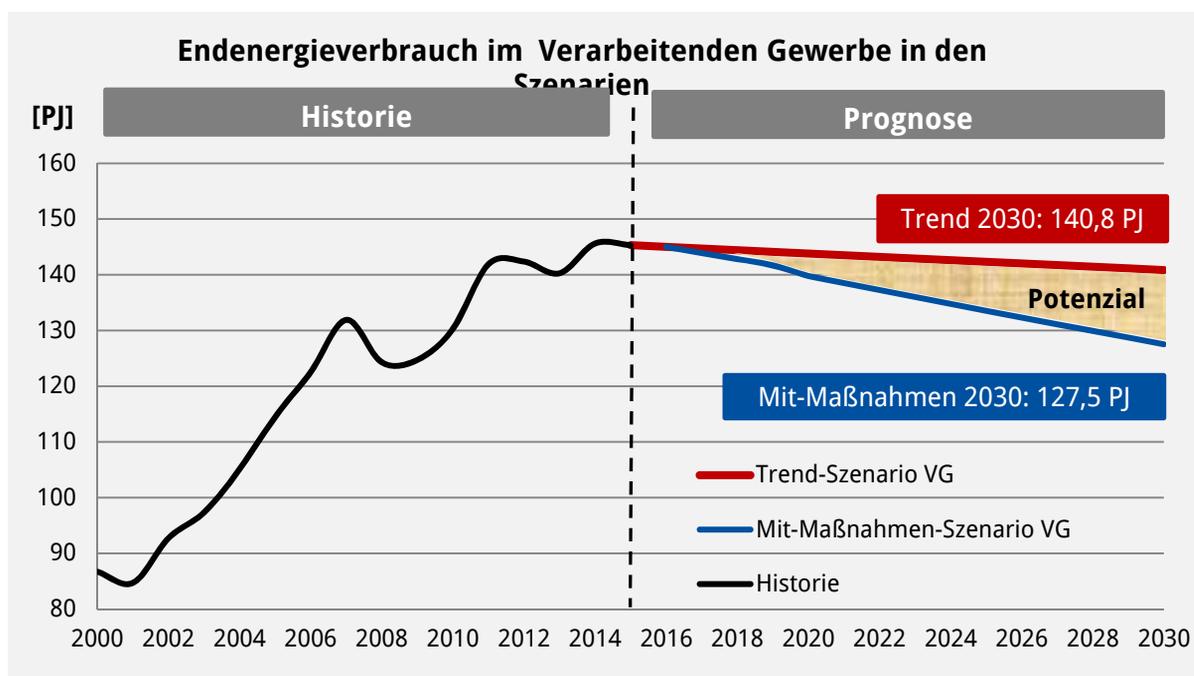


Abbildung 49 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe in den Szenarien bis 2030

Quelle: Berechnungen Fraunhofer IFF

Durch die dargestellten Berechnungen können folgende Ziele für den Verbrauchssektor Verarbeitendes Gewerbe bis zum Jahr 2030 festgehalten werden:

- Steigerung der Endenergieproduktivität von derzeit jährlich 1,0 % auf jährlich 1,7 %
- Verringerung des Endenergieverbrauchs gegenüber 2015 um rund 12,2 % bzw. rund 17,8 PJ

8.1.2 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Genau wie im Sektor Verarbeitendes Gewerbes ist es im Bereich Gewerbe-Handel-Dienstleistungen üblich, die Entwicklung der Energieeffizienz anhand der Kenngröße der Endenergieproduktivität als Verhältnis der Bruttowertschöpfung und dem Endenergieverbrauch darzustellen. In der Vergangenheitsentwicklung lag die jährliche Steigerung dieser Kenngröße in Sachsen-Anhalt im GHD-Sektor bei durchschnittlich 1,1 %. Modelltechnisch wurde vom Auftragnehmer in Stromeffizienz (0,5 % jährliche Steigerung) und

Brennstoffeffizienz (1,2 % jährliche Steigerung) unterteilt.

Diese Werte wurden auch als Grundlage für die Berechnungen im Trend-Szenario angenommen. Durch diese Annahmen sowie die Entwicklung der Bruttowertschöpfung (real) bis zum Jahr 2030 (vgl. Kapitel 5.1.2) wird sich der Endenergieverbrauch im Trend zunächst aufgrund der bis zum Jahr 2020 leicht steigenden Bruttowertschöpfung nur wenig verändern. Nach 2020 wird von sinkenden Beschäftigtenzahlen

ausgegangen, die reale Bruttowertschöpfung wird bis zum Jahr 2030 marginal sinken, dies führt zu einem ab 2020 sinkenden Endenergieverbrauch. Dieser wird sich im Jahr 2030 in der Trend-Berechnung gegenüber dem Jahr 2015 um 6,2 PJ bzw. 13,1 % verringern.

Auf Basis der Potenzialanalyse wurde für das Mit-Maßnahmen-Szenario eine Steigerung der Stromeffi-

zienz auf 1,5 % und eine Steigerung der Brennstoffeffizienz auf 1,8 % ermittelt. Im Ergebnis ergibt sich eine Steigerung der Endenergieproduktivität auf 1,8 %. Durch die konsequente Erschließung der ermittelten Potenziale kann der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 gegenüber 2015 um 9,9 PJ bzw. 21 % gesenkt werden (Abbildung 50).

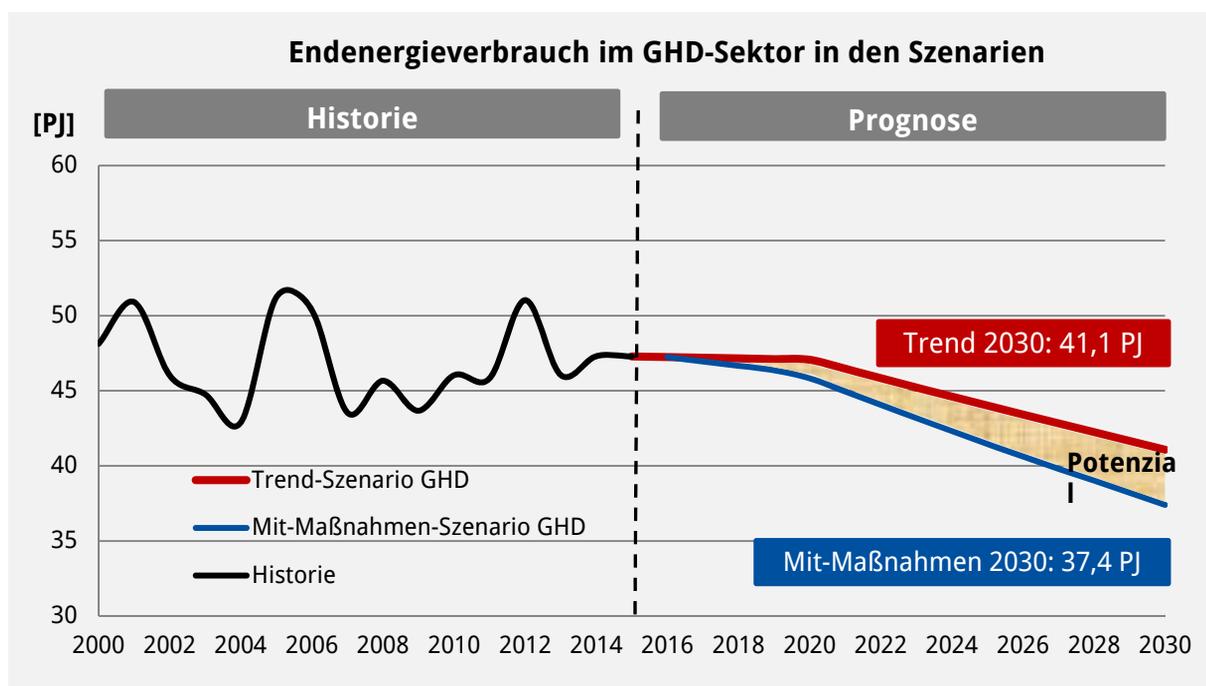


Abbildung 50 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD in den Szenarien bis 2030

Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Durch die dargestellten Berechnungen können folgende Ziele für den Verbrauchssektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen bis zum Jahr 2030 festgehalten werden:

- Steigerung der Endenergieproduktivität von derzeit jährlich 1,1 % auf jährlich 1,8 %.
- Deutliche Erhöhung der Stromeffizienz von jährlich 0,5 % auf jährlich 1,5 %.
- Steigerung der Brennstoffeffizienz von jährlich 1,2 % auf jährlich 1,8 %.
- Verringerung des Endenergieverbrauchs gegenüber 2015 um rund 21 % bzw. rund 9,9 PJ.

8.1.3 Haushalte

Für den Sektor Haushalte wurden, ähnlich wie im Sektor GHD, als Maß der Effizienz die Entwicklungen der Strom- und Brennstoffeffizienz betrachtet. Während diese im GHD-Sektor auf die Bruttowertschöpfung bezogen wurde, wurde als Bezugsgröße im Sektor Haushalte die Wohnfläche herangezogen.

In Anlehnung an die Vergangenheitsentwicklung wurde im Trend-Szenario eine jährliche Steigerung der Brennstoffeffizienz von 0,6 % (je m² prognostizierter Wohnfläche werden jährlich 0,6 % weniger Brennstoff benötigt) und eine Steigerung der Stromef-

fizienz von jährlich 0,8 % zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich im Trend-Szenario für das Jahr 2030 eine Einsparung von 13,1 % bzw. 9,9 PJ gegenüber 2015.

Durch die Erschließung der ermittelten Effizienzpotenziale sind im Mit-Maßnahmen-Szenario deutliche Effizienzsteigerungen möglich (Kapitel 6). Die Brennstoffeffizienz kann auf jährlich 1,4 % und die Stromeffizienz auf jährlich 2,0 % erhöht werden. Daraus ergibt sich im Mit-Maßnahmen-Szenario ein Einsparpotenzial bis zum Jahr 2030 von 23,4 % bzw. 16,3 PJ gegenüber dem Jahr 2015 (Abbildung 51).

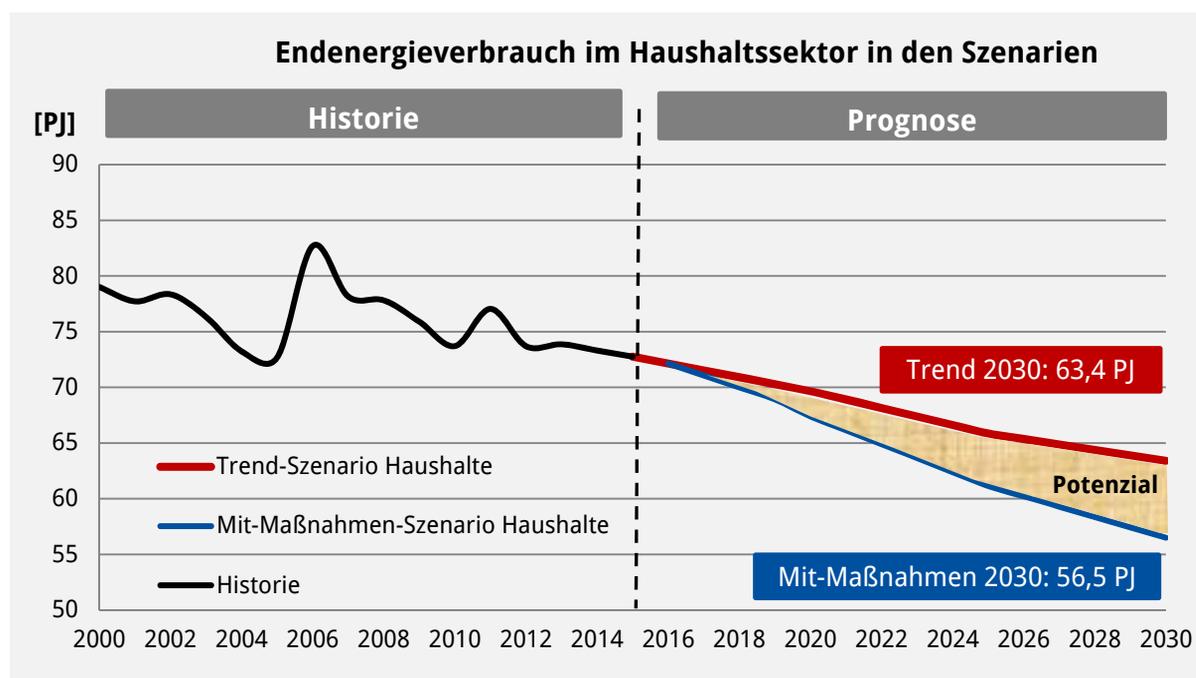


Abbildung 51 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Haushalte in den Szenarien bis 2030

Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

Durch die dargestellten Berechnungen können folgende Ziele für den Verbrauchssektor Haushalte bis zum Jahr 2030 festgehalten werden:

- Verdoppelung der Vollsanierungsrate auf 1,6 %/a.
- Deutliche Erhöhung der Kesselaustauschrate auf 5 %/a.
- Deutliche Steigerung der Stromeffizienz von jährlich 0,8 % auf jährlich 2,0 %.

- Verringerung des Endenergieverbrauchs gegenüber

2015 um rund 22 % bzw. rund 16,3 PJ.

8.1.4 Verkehr

Anders als in den zuvor beschriebenen Verbrauchsbereichen ist im Verkehrssektor ein Maß zur Abbildung der Effizienzsteigerung nicht eindeutig festzulegen. In Kapitel 5.4.2 wurde als Indikator für den Bereich des Straßenverkehrs die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Straßenverkehr auf die Einwohnerzahl Sachsen-Anhalts bezogen. Sinkt dieser Indikator, ist dies aber nicht allein auf effizienter werdende Motoren zurückzuführen. Vielmehr spielen auch Faktoren wie Besetzungsgrad, Fahrzeuggewicht, spezifische Fahrleistungen oder die Ausstattung der Bevölkerung mit Kraftfahrzeugen eine Rolle. Zudem hat beispielsweise auch das Kaufverhalten der Bevölkerung durch mehr online-Bestellungen dazu geführt, dass das Transportaufkommen für Konsumgüter in den letzten Jahren deutlich gestiegen ist.

Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2030 wurden folgende wesentlichen Annahmen rechnerisch zu Grunde gelegt:

- Sinkende Verkehrsleistung im Individualverkehr um 14 %.
- Sinkende Anzahl gemeldeter Kfz um 2 %.
- Sinkender spezifischer Endenergieverbrauch je Kfz um 20 %.
- Anstieg der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr um 9 %.
- Steigender Anteil des Güterverkehrs am Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs.
- Steigende Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr um 11 %.

- Sinkende Verkehrsleistung im Schienenpersonenverkehr um 13 %.
- Leicht sinkende Verkehrsleistung im Schiffsgüterverkehr.

Aus den Berechnungen für das Trend-Szenario ergibt sich für das Jahr 2030 ein Rückgang des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor gegenüber dem Jahr 2014 um 20,9 % bzw. 12,2 PJ.

Durch die in Kapitel 6 aufgeführten möglichen Maßnahmen zur Einsparung und Effizienzsteigerung wurden für das Mit-Maßnahmen-Szenario folgende Entwicklungen für die Berechnungen zugrunde gelegt:

- Sinkende Verkehrsleistung im Individualverkehr um 27 %.
- Sinkende Anzahl gemeldeter Kfz um 2 %.
- Sinkender spezifischer Endenergieverbrauch je Kfz um 38 %.
- Deutlicher Anstieg der E-Mobilität auf 10 % im Fahrzeugbestand.
- Rückgang der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr um 4 %.
- Deutlich steigender Anteil des Güterverkehrs am Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs.
- Steigende Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr um 23 %.
- Deutlich steigende Verkehrsleistung im Schienenpersonenverkehr um 75 %.
- Leicht sinkende Verkehrsleistung im Schiffsgüterverkehr.

Aus den Berechnungen für das Mit-Maßnahmen-Szenario ergibt sich ein Einsparpotenzial von 35,9 % bzw. 21,0 PJ gegenüber dem Jahr 2014 (Abbildung 52).

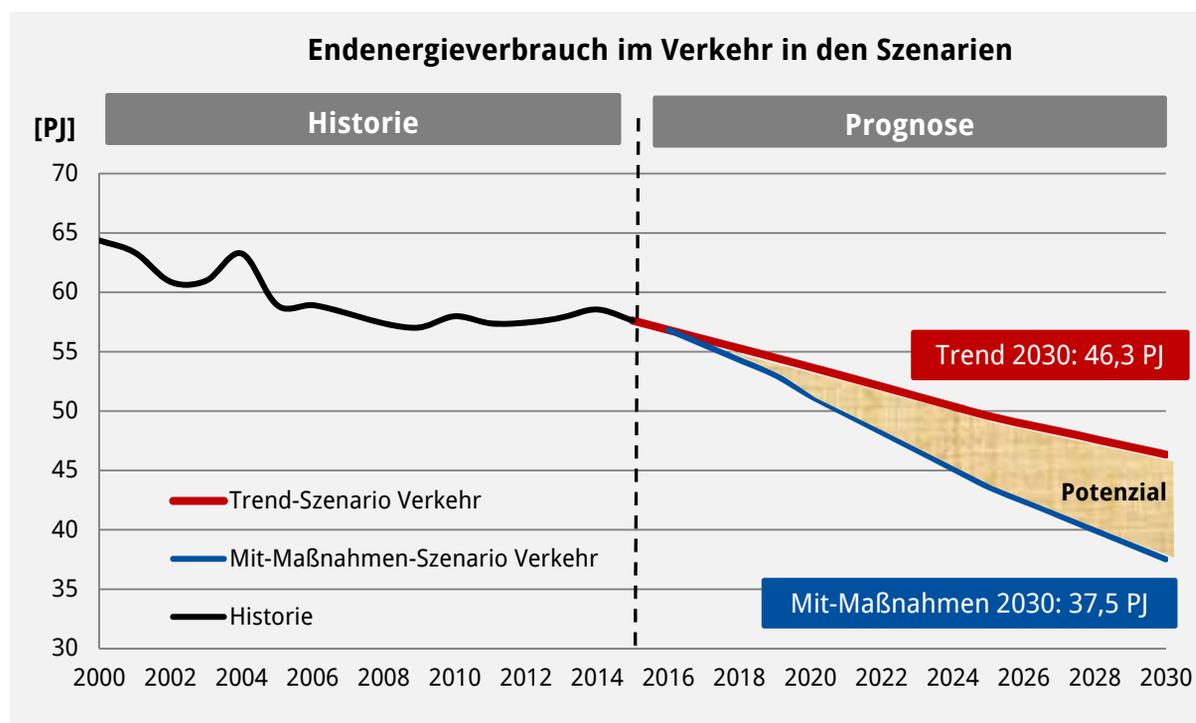


Abbildung 52 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr in den Szenarien bis 2030
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Durch die dargestellten Berechnungen können folgende Ziele für den Verbrauchssektor Verkehr bis zum Jahr 2030 festgehalten werden:

- Verringerung der Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr.
- Deutlicher Anstieg der E-Mobilität in der Personenverkehrsleistung.
- Rückgang der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr.
- Deutliche Steigerung des Anteils des Schienenverkehrs (Personen- und Güterverkehr) durch Verkehrsverlagerung auf die Schiene.

8.1.5 Zusammenfassung der Zielkorridore

In der folgenden Übersicht (Tabelle 53) sind die Ergebnisse für die einzelnen Verbrauchssektoren zusammenfassend dargestellt. Es wird jeweils in Trend- und Mit-Maßnahmen-Szenario unterschieden und die wesentlichen Kenngrößen aufgeführt. Aufgrund der Vielzahl der im Verkehr zugrunde liegenden Annah-

men für das Trend-Szenario wurde auf eine Einzeldarstellung an dieser Stelle verzichtet. Im Mit-Maßnahmen-Szenario sind für diesen Bereich die wesentlichen Entwicklungen aufgeführt, welche im Kapitel 8.1.4 detailliert dargestellt wurden.

Sektoren	IST Stand 2015	Trend-Szenario 2030			Mit-Maßnahmen-Szenario 2030		
	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Veränderung ggü. 2015	Effizienzentwicklung	Endenergieverbrauch (bereinigt) TJ	Veränderung ggü. 2015	Effizienzentwicklung
Verarbeitendes Gewerbe	145.311	140.843	-3,1%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,0 %	127.524	-12,2%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,7 %
Gewerbe-Handel-Dienstleistungen	47.286	41.079	-13,1%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,1 %	37.408	-20,9%	Steigerung der Endenergieproduktivität um jährlich 1,9 %
Haushalte	72.755	63.403	-12,9%	Vollsanierungsrate 0,8 %/a Kesseltauschrate 3,5 %/a Steigerung Stromeffizienz 0,8 %/a	56.497	-22,3%	Vollsanierungsrate 1,6 %/a Kesseltauschrate 5 %/a Steigerung Stromeffizienz 2,0 %/a
Verkehr	57.625	46.338	-19,6%	diverse Annahmen, vgl. Auswertung Verkehrssektor	37.517	-34,9%	Deutlichere Verringerung der Verkehrsleistung im MIV Deutlicherer Anstieg der E-Mobilität Deutlichere Verringerung der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr Steigerung des Anteils des Schienenverkehrs
Summe	322.977	291.666	-9,7%		258.947	-19,8%	

Tabelle 53 Zusammenfassung der übergeordneten Effizienzentwicklungen in den Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig & Fraunhofer IFF

8.1.6 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen

Bundesweit liegen bereits zahlreiche Zielsetzungen, zum Teil bis zum Jahr 2050, auf Basis des Energiekonzeptes der Bundesregierung vor. Diese beziehen sich vorwiegend auf die Bereiche Primärenergieverbrauch und regenerative Energieerzeugung. Einige Ziele beziehen sich auch auf die Bereiche Endenergieeinsparung und Energieeffizienz. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich Effizienzpotenziale sowie Einsparmöglichkeiten im Endenergiebereich untersucht. Somit können einige Ergebnisse in die bundesweiten Zielsetzungen eingeordnet werden (Tabelle 2).

Im Bereich der Endenergieproduktivität kann das bundesweite Ziel einer Steigerung auf durchschnittlich 2,1 % pro Jahr in Sachsen-Anhalt nicht komplett erreicht werden. Bundesweit ist die Endenergieproduktivität seit 1990 deutlich angestiegen. Grund ist eine vor allem im Dienstleistungssektor deutlich angestiegene Wirtschaftsleistung. In Sachsen-Anhalt zeigte sich bis zum Jahr 2000 ein ähnlicher Verlauf. Etwa seit dem Jahrtausendwechsel ist die Endenergieproduktivität im Sektor des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt durch einen deutlichen Anstieg energieintensiver Industrie (Chemiebranche) aber gesunken. Aufgrund des weiterhin sehr hohen Anteils der energieintensiven Industrie wird davon ausgegangen, dass die Endenergieproduktivität im Mit-Maßnahmen-Szenario auf maximal 1,7 % pro Jahr steigen kann.

Im GHD-Sektor wurde für das Mit-Maßnahmen-Szenario eine Steigerung auf 1,9 % pro Jahr ermittelt. Bundesweit wird bis zum Jahr 2030 mit einem deutlichen Anstieg der Wirtschaftsleistung im GHD-Bereich gerechnet, somit wird auch die Endenergieproduktivität durch neue, effiziente Betriebe zum An-

stieg der Endenergieproduktivität beitragen. Für Sachsen-Anhalt wurde im Rahmen des Projektes aufgrund der demografischen Entwicklung von einer etwa stagnierenden Wirtschaftsleistung (reale Bruttowertschöpfung) im GHD-Sektor ausgegangen, sodass dieser bundesweite Effekt weniger zum Tragen kommt.

Das bundesweite Ziel, den Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 % und bis 2050 um 25 % gegenüber 2008 zu verringern, kann nur zum Teil mit den Ergebnissen verglichen werden, da im Rahmen der Betrachtung der Nettostromverbrauch für Sachsen-Anhalt betrachtet wurde. Im Mit-Maßnahmen-Szenario kann der Nettostromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 8 % und bis 2030 um 16 % gegenüber 2008 verringert werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die bundesweiten Ziele zur Senkung des Bruttostromverbrauchs in Sachsen-Anhalt erfüllt oder übererfüllt werden können.

Der Endenergieverbrauch der Wärme ist seit dem Jahr 2008 in Sachsen-Anhalt deutlich angestiegen. Daher kann das bundesweite Ziel, bis zum Jahr 2020 gegenüber 2008 den Wärmeverbrauch um 20 % zu senken, in Sachsen-Anhalt nicht realisiert werden. Im Mit-Maßnahmen-Szenario wird der Wärmeverbrauch im Jahr 2020 (trotz sinkender Verbräuche) um 5 % über dem Niveau von 2008 liegen, bis zum Jahr 2030 ist eine Verringerung um 9 % gegenüber 2008 möglich.

Das bundesweite Ziel, den Endenergieverbrauch im Verkehr bis zum Jahr 2020 um 10 % gegenüber 2005 zu verringern, wird deutschlandweit nur schwer zu realisieren sein. Im Jahr 2014 lag der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors deutlich über dem Niveau von 2005. In Sachsen-Anhalt kann das Ziel dagegen,

vor allem aufgrund der demografischen Entwicklung, 40 % gegenüber 2005 gesenkt werden. Sachsen-
 aber bereits im Trend-Szenario nahezu erfüllt werden. Anhalt befindet sich auf einem guten Weg, dieses Ziel
 Bis zum Jahr 2050 soll der Endenergieverbrauch um zu erreichen.

Reduktion Energieverbrauch / Steigerung Endenergieeffizienz	Vergleich Deutschland / Sachsen-Anhalt	2020	2030	2040	2050
Endenergieproduktivität	Ziel Deutschland	2,1 % pro Jahr (2008 - 2050)			
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	Verarbeitendes Gewerbe: 1,0 % pro Jahr Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 1,1 % pro Jahr			
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	Verarbeitendes Gewerbe: 1,7 % pro Jahr Gewerbe-Handel-Dienstleistungen: 1,9 % pro Jahr			
Bruttostromverbrauch im Vergleich zu 2008	Ziel Deutschland	-10%			-25%
	Sachsen-Anhalt (Nettostromverbrauch) (Trend-Szenario)	-5%	-8%	Werte nur bedingt vergleichbar (Brutto-und Nettostromverbrauch)	
	Sachsen-Anhalt (Nettostromverbrauch) (Mit-Maßnahmen-Szenario)	-8%	-16%	Werte nur bedingt vergleichbar (Brutto-und Nettostromverbrauch)	
Endenergieverbrauch Wärme im Vergleich zu 2008	Ziel Deutschland	-20%			
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	+8%	+1%		
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	+5%	-9%		
Endenergieverbrauch Verkehr im Vergleich zu 2005	Ziel Deutschland	-10%			-40%
	Sachsen-Anhalt (Trend-Szenario)	-9%	-21%		
	Sachsen-Anhalt (Mit-Maßnahmen-Szenario)	-13%	-36%		

Tabelle 54 Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen
 Quelle: Berechnungen IE Leipzig

8.2 Monitoring-Tool

Zum Vergleich von Szenarien mit IST-Daten und zur Fortschreibung von Effizienzkennzahlen wurde im Rahmen des Projektes ein softwaregestütztes Werkzeug (Monitoring-Tool) entwickelt. Dieses System ermöglicht die Bewertung des Zielerreichungsgrades von einzelnen Maßnahmen sowie deren Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz auf Landesebene. Folgende Funktionen/Bereiche sind Bestandteil des Tools:

- Datenverwaltung (Import/Export/Korrektur).
- Maßnahmenverwaltung und Visualisierung von Maßnahmenauswirkungen in Form von Verläufen der Energieeffizienzindikatoren.
- Visualisierung von Verläufen der Energieeffizienzindikatoren.
- Visualisierung von Szenarien (Trendszenario und Mit-Maßnahmen-Szenario) und Vergleich von

prognostizierten Kennzahlenverläufen mit IST-Daten.

- Rechtenmanagement von registrierten Benutzern, die Zugriff zum Tool haben.

Das erarbeitete System ermöglicht dem Nutzer über die vordefinierten Datenmasken zur Eingabe (Datenimport) die aktuellen Energiebilanzen und Mengenfaktoren/Bezugsgrößen wie Bevölkerung, Kfz-Bestand etc. zu pflegen oder schon vorhandene Daten zu korrigieren.

Andererseits soll das Tool der Überwachung und Auswertung von Energieeffizienzmaßnahmen bzw. Programmen zur Förderung derselben dienen. Diese Funktionalität ist im Tool durch den sogenannten „Maßnahmenverwaltung-Bereich“ (Abbildung 53) abgedeckt.

Abbildung 53 Monitoring-Tool – Maßnahmenverwaltung Maske

Jede Maßnahme verfügt über Eigenschaften wie Maßnahmenstart, Zeitraum, Anwendungsbereich (Sektor, Wirtschaftszweig etc.), Inhaber der Richtlinie usw. Somit ist es möglich, bei der Auswertung einzelner Programme deren Einfluss auf die Energieeffizienzindikatoren bzw. Beitrag zur Erreichung der gestellten Energieeffizienzziele darzustellen. Vorausgesetzt, es werden alle dazu benötigten Eigenschaften der Maßnahme eingetragen.

Die Visualisierung von Eingabemasken und Ergebnisdarstellung erfolgt auf einer Web-Oberfläche, die mittels gängigem Web-Browser aufrufbar ist.

Die Berechnungen der Effizienzindikatoren (Tabelle 55) erfolgen im Tool automatisch anhand eines hinter-

legten Modells. Die Indikatoren sind nicht fest definiert, sondern können in Form von dynamischen Werten als beliebige Kombination von Mess- und Bezugsgrößen durch den Nutzer angelegt werden.

Die zu visualisierenden Indikatoren werden als dynamische Grafiken dargestellt und können zusätzlich wie folgt unterteilt werden:

- Absolut
- Nach Energieträgern
- Nach Sektor und Wirtschaftszweig
- Nach Anwendung

Anwendung	Sektor	Indikator	Einheit	Mögliche Unterteilung
Raumwärme	Haushalte	Endenergieverbrauch je Einwohner	GJ/Ew	Absolut / Nach Energieträgern
Raumwärme	Haushalte	Endenergieverbrauch je Haushalt	GJ/HH	Absolut / Nach Energieträgern
Prozesswärme	Verarbeitendes Gewerbe	Endenergieverbrauch je Beschäftigtem	GJ/B	Absolut / Nach Energieträgern
Mech. Energie	Verarbeitendes Gewerbe	Endenergieverbrauch je Beschäftigtem	GJ/B	Absolut / Nach Energieträgern
Gesamt	Verkehr	Endenergieverbrauch je Kraftfahrzeug	GJ/Kfz	Absolut / Nach Energieträgern
Gesamt	Verkehr	Endenergieverbrauch je Tonne Güterumschlag (Binnenschifffahrt)	MJ/t	Absolut / Nach Energieträgern

Tabelle 55 Energieeffizienzindikatoren (Auswahl)

Die flexible Anzeige von Grafiken (Abbildung 54) bietet die Möglichkeit, die Szenarien (Trend- und Mit-Maßnahmen) parallel zu den IST- Daten anzuzeigen. Somit kann die tatsächliche Entwicklung von Ef-

fizienzindikatoren als Abgleich zwischen den Szenarien und IST-Daten grafisch nachvollzogen werden. Demzufolge besteht die Möglichkeit, die ermittelten Differenzen zwischen gemessenen und prognostizier-

ten Werten quantitativ auszuweisen und diese bestimmten Maßnahmen, soweit die benötigten Maß-

nahmeneigenschaften definiert wurden, zuzuordnen.

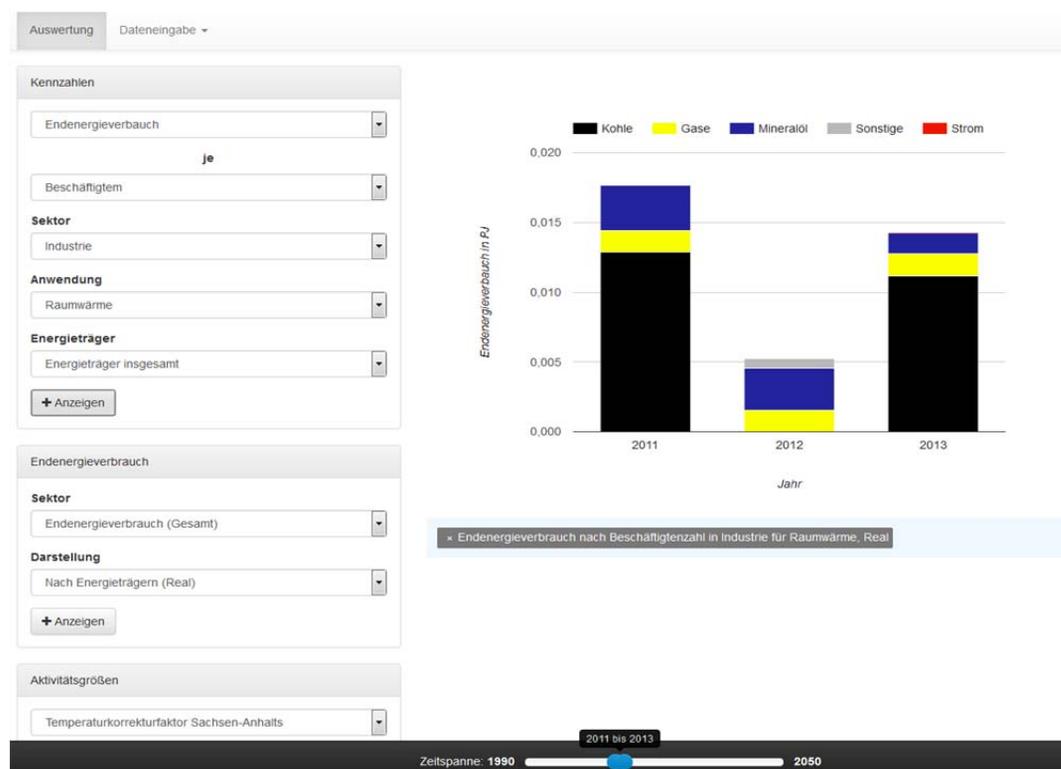


Abbildung 54 Monitoring-Tool – Visualisierung von Auswertungsergebnissen

Das entwickelte Tool wurde als eine browsergestützte Web-Anwendung umgesetzt. Der Nutzer braucht keine zusätzlichen Programme auf dem Rechner zu installieren, um das System zu nutzen. Dank zentraler Datenverwaltung in einer NOSQL-basierten Datenbank kann sichergestellt werden, dass alle Nutzer mit gleichen und stets aktuellen Daten im Gegensatz zu lokal verteilten, dateibasierten Anwendungen arbeiten. Die Flexibilität bei der Definition von Energieeffizienzindikatoren und Darstellung von Auswertungsergebnissen ermöglicht dem Nutzer, dem konkreten Anwendungsfall angepasste Berichte zu erstellen und somit verschiedene nationale und europäische Be-

richtspflichten bzw. Anforderungen zu erfüllen. Ferner besteht die Möglichkeit, die ausgewählten Ergebnisse in Form von Grafiken auf externen Web-Seiten zu verlinken, um die Veröffentlichung von Auswertungen zu vereinfachen.

Das Monitoring Tool wurde in die IT-Landschaft der Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH (LENA) integriert. Die vorhandenen Daten zur Szenarienerstellung und sämtliche Aktivitätsgrößen zur Bildung von Kennzahlen sind in der Datenbank vorhanden. Anschließend erfolgte eine Schulung für die Mitarbeiter von LENA, die später das Monitoring Tool



nutzen sollen. Zur schnellen und einfachen Einarbeitung von neuen Benutzern in das System wurde eine Bedienungsanleitung erstellt und an die LENA mit dem Tool übergeben.

9 Verzeichnisse

Glossar	203
Abkürzungsverzeichnis	205
Abbildungsverzeichnis	206
Tabellenverzeichnis	209
Literaturverzeichnis	212

Glossar

Äquivalente Vollsanierrate	Im Gebäudebestand ist die energetische Sanierungsrate der Gebäudehülle von Interesse. Sie beschreibt die Höhe des Anteils am Gebäudebestand, der vollständig wärme gedämmt wird (Fenster, Dach, Keller, Außenwand). In der Realität werden aber nicht alle Gebäude voll saniert, sondern eine höhere Anzahl teilsaniert. Somit handelt es sich eigentlich um eine äquivalente Vollsanierrate.
Basischemikalien	Sind im großindustriellen Maßstab hergestellte Chemikalien, die als Ausgangsmaterial für andere Industrieprodukte verwendet werden.
Brennwert	Der Brennwert eines Brennstoffes gibt die chemisch gebundene Energie an, die bei der Verbrennung und anschließender Abkühlung der Verbrennungsgase auf 25 °C sowie deren Kondensation freigesetzt wird.
Bruttoinlandsprodukt	Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) gibt den Gesamtwert aller Güter, d. h. Waren und Dienstleistungen, an, die innerhalb eines Jahres innerhalb der Landesgrenzen einer Volkswirtschaft hergestellt wurden, nach Abzug aller Vorleistungen.
Bruttowertschöpfung	Die Bruttowertschöpfung (BWS) ist eine Kennzahl der Entstehungsrechnung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Sie ergibt sich aus dem Gesamtwert der im Produktionsprozess erzeugten Waren und Dienstleistungen (Produktionswert), abzüglich des Werts der Vorleistungen.
Endenergieproduktivität	Gibt das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zur eingesetzten Energiemenge an. Im Rahmen des Projektes wurde, aufgrund der Betrachtung auf sektoraler Ebene, die Entwicklung der Bruttowertschöpfung innerhalb der Sektoren als Bezugsgröße gewählt.
Endenergieverbrauch	Die an Endkunden im Inland abgegebene Energie (Fernwärme, Erdgas, Strom, Heizöl etc.) wird als Endenergie bezeichnet.
Endenergieverbrauch (bereinigt)	Endenergieverbrauch, korrigiert um Temperaturschwankungen und Schwankungen im Lagerbestand (Heizöl). Ziel der Bereinigung ist die Vergleichbarkeit der einzelnen Jahre der Endenergiebilanz.
Frequenzumrichter	Ein Frequenzumrichter ist ein Stromrichter, der aus Wechselspannung eine in der Frequenz und Amplitude veränderbare Wechselspannung für die direkte Versorgung von elektrischen Maschinen wie Drehstrommotoren generiert.
Gasturbine	Eine durch die Verbrennung von Gas angetriebene Turbine

Luftzahl	Verbrennungsluftverhältnis – dimensionslose Kennzahl, die das Massenverhältnis von Luft zu Brennstoff in einem Verbrennungsprozess beschreibt												
Peripherie	Gesamtheit der peripheren (umgebenden) Geräte und Armaturen												
Primärenergieverbrauch	Ist der Verbrauch von Primärenergie, den ein Vorgang erfordert. Der Primärenergieverbrauch ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch und den Verlusten, die bei der Erzeugung der Endenergie aus der Primärenergie auftreten.												
Raffinieren	Aufarbeitung, Reinigung oder Veredelung von Rohöl durch Fraktionierung und Destillation												
Reststoff	bei industriellen und landwirtschaftlichen Produktionsprozessen neben dem eigentlichen Produkt entstehender Stoff												
Sattdampf	Stellt den Zwischenbereich von Nass- und Heißdampf dar. Heißdampf besitzt eine Temperatur oberhalb des Siedepunktes von Wasser.												
Silikate	Salz einer Kieselsäure												
Synergien	Energie, die für den Zusammenhalt und die gemeinsame Erfüllung von Aufgaben zur Verfügung steht.												
Transmission	Durchlässigkeit eines Mediums für die Übertragung von Licht, Schall oder Wellen												
Umrechnungsfaktoren	Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten:												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Einheit</th> <th style="width: 25%;">MWh</th> <th style="width: 25%;">TJ</th> <th style="width: 25%;">PJ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.000 kWh</td> <td>1</td> <td>0,0036</td> <td>0,0000036</td> </tr> <tr> <td>1 TJ</td> <td>277,8</td> <td>1</td> <td>0,001</td> </tr> </tbody> </table>	Einheit	MWh	TJ	PJ	1.000 kWh	1	0,0036	0,0000036	1 TJ	277,8	1	0,001
Einheit	MWh	TJ	PJ										
1.000 kWh	1	0,0036	0,0000036										
1 TJ	277,8	1	0,001										
Vorlauf/Rücklauf	Teil der Heizungstechnik eines Wasserkreislaufes in Gebäuden. Vorlauf stellt die Warmwasserzulaufversorgung und Rücklauf die Rückführung des Wassers dar.												
Wärmeleitfähigkeit	Beschreibt die Eigenschaft eines Stoffes Wärme zu leiten. Gibt als Kenngröße den übertragenen Wärmestrom an.												

Abkürzungsverzeichnis

B	Beschäftigte
ber	Endenergieverbrauch, bereinigt um Temperatur- und Lagerbestandsschwankungen
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BWS	Bruttowertschöpfung
dena	Deutsche Energieagentur
EFH	Einfamilienhaus
EEV	Endenergieverbrauch
EW	Einwohner
GHD	Sektor Gewerbe Handel und Dienstleistung und übrige Verbraucher
GWh	Gigawattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
NAPE	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NASA	Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH
PHH	Private Haushalte
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IST	Endenergieverbrauch (unbereinigt um Temperatur u. Lagerbestandsschwankungen)
kWh	Kilowattstunde
MFH	Mehrfamilienhaus
PJ	Petajoule
StaLa	Statistisches Landesamt
TJ	Terrjoule
VG	Verarbeitendes Gewerbe
ZFH	Zweifamilienhaus

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und im Trend bis 2030	3
Abbildung 2	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und im Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030	5
Abbildung 3	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) in Sachsen-Anhalt von 2000 bis 2015 und in den Szenarien bis zum Jahr 2030	8
Abbildung 4	Projektstruktur	22
Abbildung 5	Schematischer Aufbau der Energiebilanz Sachsen-Anhalt	23
Abbildung 6	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) nach Energieträgern	26
Abbildung 7	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungsarten	27
Abbildung 8	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Energieträgern	29
Abbildung 9	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Verbrauchssektoren	29
Abbildung 10	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) des Verarbeitenden Gewerbes nach Energieträgern	30
Abbildung 11	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) Gewerbe-Handel-Dienstleistungen nach Energieträgern	33
Abbildung 12	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) der Haushalte nach Energieträgern	35
Abbildung 13	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (IST) im Verkehrssektor nach Energieträgern	37
Abbildung 14	Entwicklungen von Einwohnerzahl, Wohnungsbestand und spezifischer Wohnfläche von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030	39
Abbildung 15	Entwicklung der Bruttowertschöpfung von Industrie und Gewerbe von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030	40
Abbildung 16	Entwicklung der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Industrie und Gewerbe von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030	41
Abbildung 17	Entwicklung des Kfz-Bestandes von 2000 bis 2014 und im Trend bis 2030	42
Abbildung 18	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren im Trend-Szenario bis 2030	44
Abbildung 19	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) nach Verbrauchssektoren im Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030	46

Abbildung 20	Entwicklung des Endenergieverbrauches (bereinigt) in den Szenarien bis zum Jahr 2030	47
Abbildung 21	Spezifischer Endenergieverbrauch (bereinigt) in Sachsen-Anhalt im Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario	48
Abbildung 22	Kettenindex der Endenergieproduktivität der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes (bereinigt) im Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario bis zum Jahr 2030	50
Abbildung 23	Entwicklung der Endenergieproduktivität der Bruttowertschöpfung des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (bereinigt) im Trend bis zum Jahr 2030	51
Abbildung 24	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (bereinigt) je m ² Wohnfläche (bereinigt) im Trend bis zum Jahr 2030	52
Abbildung 25	Entwicklung des Endenergieverbrauchs je Einwohner im Straßenverkehr Trend- sowie Mit-Maßnahmen-Szenario bis zum Jahr 2030	53
Abbildung 26	Endenergieverbrauch im Jahr 2015 im Sektor Verarbeitendes Gewerbe in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen	57
Abbildung 27	Anteile der Wirtschaftszweige am Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt	58
Abbildung 28	Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen im Verarbeitenden Gewerbe	77
Abbildung 29	Wirtschaftlichkeit von Wärmeeinsparmaßnahmen im Verarbeitenden Gewerbe	78
Abbildung 30	Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen	79
Abbildung 31	Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen im Sektor GHD	94
Abbildung 32	Wirtschaftlichkeit von Wärmeeinsparmaßnahmen im Sektor GHD	96
Abbildung 33	Endenergieverbrauch (bereinigt) der privaten Haushalte in Sachsen-Anhalt nach Wärme- und Stromanwendungen	97
Abbildung 34	Besitzverhältnisse und Baualtersklassen der Gebäude in Sachsen-Anhalt	98
Abbildung 35	Gebäudetypologie Sachsen-Anhalts 2014	99
Abbildung 36	Wohnungsverteilung und Wohnverhältnisse in Sachsen-Anhalt	99
Abbildung 37	Alterspyramide Sachsen-Anhalts 2015	100
Abbildung 38	Wirtschaftlichkeit von Stromeinsparmaßnahmen in privaten Haushalten	120

Abbildung 39	Wirtschaftlichkeit von Wärmeeinsparmaßnahmen in privaten Haushalten	121
Abbildung 40	Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr in Sachsen-Anhalt nach Verkehrsbereichen	122
Abbildung 41	Aufwendungen der Bundesländer für nichtnukleare Energieforschung	141
Abbildung 42	Geförderte Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative 2008 bis 2016	143
Abbildung 43	Regionale Verteilung geförderte Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative 2008 bis 2016	144
Abbildung 44	Anzahl bewilligter Projekte nach Bundesländern (2008 – 2014)	144
Abbildung 45	Effekte des Programms Energieeffizient Sanieren/ CO ₂ -Gebäudesanierung	152
Abbildung 46	Effekte des Programms Energieeffizient Bauen	152
Abbildung 47	Zuschüsse für Machbarkeitsstudien nach Themen in Rahmen des Programms KLIMA	171
Abbildung 48	Prozentuale Anteile der Nutzer im Rahmen des Programms MODERN	173
Abbildung 49	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe in den Szenarien bis 2030	190
Abbildung 50	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD in den Szenarien bis 2030	191
Abbildung 51	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Haushalte in den Szenarien bis 2030	192
Abbildung 52	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr in den Szenarien bis 2030	194
Abbildung 53	Monitoring-Tool – Maßnahmenverwaltung Maske	198
Abbildung 54	Monitoring-Tool – Visualisierung von Auswertungsergebnissen	200

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Zusammenfassung der übergeordneten Effizienzentwicklungen in den Szenarien	7
Tabelle 2	Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen	10
Tabelle 3	Zusammenfassung der betrachteten Bundes- und Landesprogramme nach Förderschwerpunkten	11
Tabelle 4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2000 und 2015 (IST)	27
Tabelle 5	Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes (2015) nach Energieträgern und Anwendungen	31
Tabelle 6	Endenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach Subsektoren im Jahr 2015	32
Tabelle 7	Endenergieverbrauch Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (2015) nach Energieträgern und Anwendungen	34
Tabelle 8	Endenergieverbrauch der Haushalte (2015) nach Energieträgern und Anwendungen	35
Tabelle 9	Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Subsektoren im Jahr 2015	36
Tabelle 10	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor 2014 nach Energieträgern und Anwendungen	37
Tabelle 11	Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2015 und im Trend-Szenario 2030 (bereinigt)	44
Tabelle 12	Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2015 und im Mit-Maßnahmen-Szenario 2030 (bereinigt)	45
Tabelle 13	Beschäftigte im Verarbeitende Gewerbe in Sachsen-Anhalt im Jahr 2014	61
Tabelle 14	Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe	62
Tabelle 15	Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Verarbeitenden Gewerbe	68
Tabelle 16	Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Verarbeitenden Gewerbe im Mit-Maßnahmen-Szenario	73
Tabelle 17	Beschäftigte im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen in Sachsen-Anhalt im Jahr 2014	80
Tabelle 18	Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Sektor GHD	81
Tabelle 19	Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Sektor GHD	85

Tabelle 20	Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Sektor GHD im Mit-Maßnahmen-Szenario	90
Tabelle 21	Übersicht über Maßnahmen im Bereich der Wärmeanwendungen im Sektor PHH	101
Tabelle 22	Übersicht über Maßnahmen im Bereich der Stromanwendungen im Sektor PHH	107
Tabelle 23	Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Sektor Haushalte im Mit-Maßnahmen-Szenario	115
Tabelle 24	Projekt aus Sachsen-Anhalt-im Forschungsbereich Energieeffizienz in Gebäuden	146
Tabelle 25	Modellvorhaben des ExWoSt in Sachsen-Anhalt	147
Tabelle 26	Jährliche Förderanträge für Vor-Ort-Beratungen 1998 bis 2014	149
Tabelle 27	Geförderte Vor-Ort-Beratungen nach Bundesländern 2014	150
Tabelle 28	Durchschnittliche Beratungskosten inkl. MWST für Vor-Ort-Beratungen	150
Tabelle 29	Energieberatungen im Mittelstand Sachsen-Anhalt nach Wirtschaftsbereichen 2015	154
Tabelle 30	Energieberatungen im Mittelstand nach Bundesländer 2015	155
Tabelle 31	Energieberatung im Mittelstand: Vorgeschlagene Maßnahmen 2015	155
Tabelle 32	Energiemanagementsysteme Anträge Deutschland 2013 bis 2016	156
Tabelle 33	Energiemanagementsysteme Zuwendungsbescheide Deutschland 2013 bis 2016	157
Tabelle 34	Branchenverteilung der teilnehmenden Unternehmen	158
Tabelle 35	Motivationsgründe und Beratungsthemen der Impulsgespräche in Sachsen-Anhalt	158
Tabelle 36	KfW-Energieeffizienzprogramm- Investitionsvolumen (in Mio. €) nach Bundesland und Verwendungszweck für den Fördergang 2012	161
Tabelle 37	KfW-Energieeffizienzprogramm- Endenergieeinsparung (GWh/a) nach Bundesland und Verwendungszweck für den Fördergang 2012	162
Tabelle 38	Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlageanlagen Antragseingang und geförderte Anlagen nach Bundesländer 2015	163
Tabelle 39	Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlageanlagen Antragseingang und geförderte Anlagen von 2008 bis 2015	164

Tabelle 40	Förderung / Bewilligung Deutschland und Sachsen-Anhalt für den Zeitraum 2012 – 2015	165
Tabelle 41	Projekte in Sachsen-Anhalt im Rahmen des Umweltinnovationsprogramm	167
Tabelle 42	Datenerhebung zu den relevanten Förderprogrammen des Landes Sachsen-Anhalt	169
Tabelle 43	Verteilung der bewilligten Zuschüsse nach Themen in Rahmen des Programms KLIMA	170
Tabelle 44	Aufteilung EFRE/ELER Programm STARK III (erste Förderperiode)	172
Tabelle 45	Programm STARK III (erste Förderperiode)	172
Tabelle 46	Anzahl der sanierten Wohnungen sowie Höhe der Darlehen und Investitionen im Rahmen des Programms MODERN von 2011 bis 2015	174
Tabelle 47	Maßnahmen der energetischen Sanierung im Rahmen des Programms MODERN	174
Tabelle 48	Beratungen nach Bereichen und Wirtschaftsbranchen	176
Tabelle 49	Bewilligter Umweltbonus im Rahmen des Programms GRW	177
Tabelle 50	Bewilligter Umweltbonus im Rahmen des Programms GRW	177
Tabelle 51	Überblick zu den Energieeffizienzpotenzialen	179
Tabelle 52	Überblick zur qualitativen Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Energieeffizienzpotenziale	180
Tabelle 53	Zusammenfassung der übergeordneten Effizienzentwicklungen in den Szenarien	195
Tabelle 54	Einordnung der Ergebnisse in bundesweite Zielsetzungen	197
Tabelle 55	Energieeffizienzindikatoren (Auswahl)	199

Literaturverzeichnis

- [AGEB 2014] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Anwendungsbilanzen für die Jahre 2008 bis 2012
- [ADFC 2014] Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC, Hrsg.): ADFC-Fahrradklima-Test, Ergebnistabelle Bundesländer. Bremen, 2014.
- [BAFA 2014] BfEE: Energieeffizienzkriterien für Produkte. Online verfügbar unter http://www.bfeeonline.de/bfee/informationsangebote/energieeffizienzkriterien_fuer_produkte/index.html, zuletzt aktualisiert am 15.04.2014, zuletzt geprüft am 09.09.2016.
- [BAFA 2016] Förderung von Energiemanagementsystemen. Online verfügbar unter <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiemanagementsysteme/>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2016, zuletzt geprüft am 08.09.2016.
- [BAFA und BfEE 2014] Evaluation der Energiesparberatung vor Ort, zuletzt geprüft am 15.04.2016.
- [Baumgartner 2006] Maßnahmen zum Stromsparen bei elektrischen Antrieben. Marktanalyse in der Industrie. Schweizerische Genossenschaft, Bundesamt für Energie BFE. Bern.
- [BBSR 2016] ExWOST - Modellvorhaben. Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ExWoSt/TabelleModellvorhaben/modellvorhaben_node.html, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- [Bundesagentur für Arbeit 2015] Bundesagentur für Arbeit – Statistik (2015), Datenabfrage zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen in Sachsen-Anhalt
- [BMUB 2015] Die Nationale Klimaschutzinitiative. Daten. Fakten. Erfolge. 2015, zuletzt geprüft am 07.09.2016.
- [BMUB 2016] Klimaschutzprojekte in Deutschland | BMUB | Nationale Klimaschutzinitiative. Auswertung Projekte Sachsen-Anhalt. Online verfügbar unter <https://www.klimaschutz.de/de/projektliste>, zuletzt geprüft am 08.09.2016.
- [BMWi 2014] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Die Energie der Zukunft, Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende, Berlin
- [BMWi 2014a] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE), online Zugriff
- [BMWi 2014b] Förderung von energieeffizienten und klimaschonenden Produktionsprozessen 2014. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/flyerfoederungenergieeffizienteklimaschonendeproduktionsprozesse,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 09.09.2016.
- [BMWi 2016] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin, Februar 2016
- [BMWiE 2015] Bundesbericht Energieforschung 2015, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- [BMVBS 2011] Handlungsleitfaden zur Energetischen Stadtsanierung 2011, zuletzt geprüft am 08.09.2016.

- [BMVI 2014] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030
- [Deike 2016] Neuer Vorstand dringt auf Umsetzung des Koalitionsvertrags und fordert Radschnellwege auch in Sachsen-Anhalt, in: <http://adfc-sachsen-anhalt.de/2016/09/neuer-vorstand-dringt-auf-umsetzung-des-koalitionsvertrags-und-fordert-radschnellwege-auch-in-sachsen-anhalt/>
- [dena 2010a] Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe. Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinien. Berlin. Online verfügbar unter
- [dena 2010b] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): effizient mobil. Das Aktionsprogramm für Mobilitätsmanagement. Programmdokumentation 2008 – 2010. Berlin, 87 Seiten, 2010.
- [dena 2011] Energieeffizienz bei Wärmeversorgungssystemen in der Industrie und Gewerbe. Berlin. Online verfügbar unter www.industrie-energieeffizienz.de.
- [dena 2013] Dämmung von Anlagen in Industrie und Gewerbe. Kosten sparen und Energieeffizienz steigern. Hg. v. DENA Deutsche Energie-Agentur GmbH. Berlin.
- [dena 2015] Initiative EnergieEffizienz (2015): "Energieeffiziente Straßenbeleuchtung." Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (DENA); Hamburg
- [dena 2016] Initiative EnergieEffizienz (2015): "Energiespartipps für TV, PC & Co.;" Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur (dena)
- [DESTATIS 2013] Statistisches Bundesamt (Destatis) (2013): "Ausstattung privater Haushalte mit Haushalts- und sonstigen Geräten - Deutschland"; Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2013
- [DESTATIS 2013b] Statistisches Bundesamt (Destatis) (2013): "Ausstattung privater Haushalte mit Unterhaltungselektronik - Deutschland"; Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2013
- [DESTATIS 2016] Statistisches Bundesamt (Destatis) (2016): Industriestrompreise (inklusive Stromsteuer) in Deutschland in den Jahren 1998 bis 2016 (in Euro-Cent pro Kilowattstunde); Industriestrompreis in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2015 (in Euro-Cent pro Kilowattstunde) auf <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155964/umfrage/entwicklung-der-industriestrompreise-in-deutschland-seit-1995/>; letzter Zugriff: 08.09.2016
- [EnEV 2016] Energieeinsparverordnung (EnEV)
- [enviam 2016] Gründung eines Energieeffizienz-Netzwerks am Chemiestandort Bitterfeld-Wolfen Anfang 2016. <https://www.enviam-gruppe.de/presse/pressemitteilungen/2016/neues-energieeffizienz-netzwerk-startet-am-chemiestandort-bitterfeld-wolfen>
- [EuPD 2012] EuPD Research | Deutsches CleanTech Institut (2012): Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzeptes der Landesregierung von Sachsen-Anhalt

- [EuPD 2015] EuPD Research | Deutsches CleanTech Institut (2015): Studie zur Optimierung des Gesamtsystems der Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern.
- [FIW 2015] Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (2015): Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen; FIW Bericht FO-2015/02
- [Forschungsinitiative ZukunftBau 2016] Effizienzhaus Plus. Online verfügbar unter <http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/modellvorhaben/netzwerk/>, zuletzt aktualisiert am 17.03.2016, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- [Fraunhofer ISI 2011] Druckluft effizient. Fakten zur Druckluft. Karlsruhe.
- [GWZ 2011] Gebäude- und Wohnungszählung 2011, Auswertungen für Sachsen-Anhalt
- [Halatsch 2011a] A. Halatsch (2011): "Kühlschränke ohne Sternefach - Vergleich des Energieverbrauchs bei Kühlgeräten ohne Tiefkühlfach und Mehrkostenberechnung zu einem A+++ Gerät gleicher Größe über 12 Jahre"; Hrsg.: Umweltbundesamt
- [Halatsch 2011b] A. Halatsch (2011): "Kühlschränke mit **** Sternefach - Vergleich des Energieverbrauchs bei Kühlgeräten mit Tiefkühl-Fach und Mehrkostenberechnung zu einem A+++ Gerät gleicher Größe über 12 Jahre"; Hrsg.: Umweltbundesamt
- [Halatsch 2011c] A. Halatsch (2011): "Vergleich des Energieverbrauchs bei Fernsehgeräten und Mehrkostenberechnung zu einem A+ Gerät gleicher Größe über 10 Jahre"; Hrsg.: Umweltbundesamt
- [Hakenes 2013] J. Hakenes (2013): "Smart Metering: intelligente Stromzähler"; Hrsg.: CO2online.de
- [IB 2015] Email Frau Brozio vom 24.11.2015. KMU-Darlehen, zuletzt geprüft am 11.03.2016.
- [IB 2016] Email Frau Pöttsch vom 11.01.2016. GRW Unternehmen, zuletzt geprüft am 15.03.2016.
- [ICCT 2016] European Federation for Transport and Environment (Hrsg.): ICCT: „Trucks can cut carbon emissions by up to 40 % if the EU sets CO2 standards now.“ Zitiert in: T&E Bulletin No. 247, Juni 2016, S. 4. Brüssel, 2016.
- [IB STARK III] Förderangebote 2015, zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- [IE 2013] Leipziger Institut für Energie GmbH (2013): Auswirkungen einer Übertragung des EEWärmeG auf den Bestand; Untersuchung der wirtschaftlichen, klimaschutzrelevanten und sozialen Auswirkungen einer Übertragung der Verpflichtung aus dem EEWärmeG auf den Bestand bereits errichteter Gebäude in Sachsen-Anhalt, die keine öffentlichen Gebäude sind
- [IE 2016] Leipziger Institut für Energie GmbH (2016): Energiepreisbericht Baden-Württemberg 2015; Strommarkt | Gasmarkt | Ölmarkt | Wärmemarkt

- [IFEU 2009] Reinhardt, G. et al (ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH): Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen. 60 Seiten, Heidelberg, 2009.
- [IHK 2015] Förderprogramme im Bereich Energie und Umwelt. Zuschuss- und Darlehensprogramme, zuletzt geprüft am 15.04.2016.
- [IHK 2016] Workshop im Rahmen des Energiepolitischen Arbeitskreises der IHK Halle-Dessau am 21.04.2016
- [INTECUS 2012] Biomassepotenzialstudie Sachsen-Anhalt. Hrsg.: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, November 2012.
- [Intelliekon 2011] Intelliekon (2011): "Nachhaltiger Energiekonsum von Haushalten durch intelligente Zähler-, Kommunikations- und Tarifsyste"; Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
- [IREES & Fraunhofer ISI 2010] Evaluation des Förderprogramms „Energieeffizienzberatung“ als eine Komponente des Sonderfonds' Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), zuletzt geprüft am 14.04.2016.
- [ISW 2015] STARK III im Spiegel wissenschaftlicher Begleitforschung, zuletzt geprüft am 15.03.2016.
- [IWU BEI 2011] Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006 - 2010. Energieeffizientes Bauen und Sanieren, zuletzt geprüft am 08.04.2016.
- [IW BEI 2012] Monitoring der KfW-Programme "Energieeffizient Sanieren" und "Energieeffizient Bauen" 2011, zuletzt geprüft am 08.04.2016.
- [IWU Fraunhofer IFAM 2013] Monitoring der KfW-Programme "Energieeffizient Sanieren" und "Energieeffizient Bauen" 2012, zuletzt geprüft am 08.04.2016.
- [IWU Fraunhofer IFAM 2014] Monitoring der KfW-Programme "Energieeffizient Sanieren" und "Energieeffizient Bauen" 2013, zuletzt geprüft am 08.04.2016.
- [IWU Fraunhofer IFAM 2015] Monitoring der KfW-Programme "Energieeffizient Sanieren" und "Energieeffizient Bauen" 2014, zuletzt geprüft am 08.04.2016.
- [izt & IER 2014] Evaluation ausgewählter Maßnahmen zur Energiewende, zuletzt geprüft am 13.04.2016.
- [KBA 2015] Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes in Sachsen-Anhalt
- [Kroll 2015] Hinweise zur EFRE-Förderung. STARK III. 03.09.2015, zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- [Landtag 2016] Landtag von Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Beschluss: Schienengüterverkehr in Sachsen-Anhalt weiter stärken. Drucksache 7/104. Magdeburg, Juni 2016
- [LfU 2015] Ökoenergie-Institut Bayern (2015): "Mit hocheffizienten Heizungsumwälzpumpen Stromkosten sparen"; Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU); 4. aktualisierte Auflage
- [MF 2015] Vorstellung der Auswahlkriterien ELER/EFRE und des künftigen Punktesystems. Präsentation. MF, zuletzt geprüft am 21.03.2016.

- [MF 2016] Pressemitteilung. Magdeburg, den 26. Juli 2015, zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- [MLV 2016] Energetische Stadtsanierung - KfW Programm 432. Online verfügbar unter <http://www.mlv.sachsen-anhalt.de/fachthemen/staedtebau-und-bauaufsicht/energetische-stadtsanierung/>, zuletzt geprüft am 13.04.2016.
- [Neef & Müller 1998] Dr.-Ing. Franziska Neef & Michael Müller; „Bauphysik – Einflussgröße der Wertermittlung, Anforderungen des baulichen Wärmeschutzes gestern – heute –morgen; Fachpublikation auf www.expert-service.de; Heft 1/98
- [MLU 2010] Klimaschutzprogramm 2020 des Landes Sachsen-Anhalt, August 2010.
- [MW 2014] Energiekonzept 2030 der Landesregierung von Sachsen-Anhalt, zuletzt geprüft am 13.04.2016.
- [MW 2016] Email Frau Arendt vom 15.01.2016. ego.-plus, zuletzt geprüft am 10.03.2016.
- [ÖKO 2012] Öko-Institut e.V. (2012): "Energieverbrauch von Lampen"; Hrsg.: Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.; Öko-Institut e.V.
- [ÖKO & ISI 2015] Öko-Institut | Fraunhofer ISI: Klimaschutzszenario 2050; Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- [Prognos & ÖKO 2009] Prognos AG | Öko-Institut: Modell Deutschland 2050 – Klimaschutz bis 2050, Studie im Auftrag des WWF
- [Prognos | gws | ewi 2014] Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose; Projekt Nr. 57/12 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin
- [Projektträger Karlsruhe 2016] Email Frau Göttel vom 04.04.2016. Energieeffizienz und klimaschonende Produktionsprozesse, zuletzt geprüft am 15.04.2016.
- [RKW ST 2016] Konzeptgespräche für die LENA, zuletzt geprüft am 15.04.2016.
- [Schleicher, e.a. 2013] T. Schleicher, Dr. D. Quack (2013): "PROSA-Umweltfreundliche Verkaufsmärkte des Lebensmitteleinzelhandels"; Hrsg.: Öko-Institut e.V.
- [Schmidt 2003] Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE), Technische Universität München (TUM), I-REES GmbH. München/ Karlsruhe.
- [Schulz Darup 2010] energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10. Hg. v. Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU. Nürnberg.
- [StaLa 2015] Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2015): online Abfrage zur Entwicklung der Einwohner, Wohnflächen und Haushalten
- [StaLa 2016] Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2016): Datenlieferung Energiebilanzen 2000 bis 2014 sowie Zugriff auf Daten zur Wohnungsstatistik
- [Sternberg 2011] Kennzahlen zur Betriebsoptimierung von Kesselanlagen. Neuruppin (Energie aus Abfall, Band 8).

[ST OP EFRE 2014-2020]	Übersicht (Excel-Tabelle), zuletzt geprüft am 21.03.2016.
[teilauto 2016]	Mobility Center GmbH teilauto: Gebietsbezogene Kartendarstellung der im System verfügbaren Fahrzeuge. Leipzig 2016. Information im Internet unter: www.teilauto.net , letzter Zugriff am 12.09.2016
[UBA 2016]	Umweltbundesamt (Hrsg.): Wie umweltfreundlich ist das UBA unterwegs? Dessau-Roßlau 2016. Dokumentation unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-umweltfreundlich-ist-das-uba-unterwegs , letzter Zugriff am 12.09.2016
[Umweltinnovationsprogramm]	Umweltinnovationsprogramm. Übersicht Projekte. Online verfügbar unter http://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte?field_checkbox_project_status_value=All&kate=7&kate=8&field_pk_kategorie_tid%5b%5d=8&field_pk_kategorie_tid%5b%5d=7&sorter=created&sort_by=created&sort_order=DESC , zuletzt geprüft am 17.03.2016.
[VGRDL 2015]	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder; Auswertung zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Branchen in Sachsen-Anhalt
[VZ NRW 2014]	Verbraucherzentrale NRW e.V. (2014): "Strom sparen einfach gemacht!"



VERZEICHNISSE
