



# Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2016





# **Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2016**

Wiesbaden 2016



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Energieverbrauch und Energieeffizienz</b> .....	<b>11</b>
3.1 Primärenergieverbrauch.....	11
3.2 Endenergieverbrauch.....	12
3.3 Stromverbrauch und -erzeugung.....	16
3.4 Energieeffizienz.....	18
<b>4 Erneuerbare Energien</b> .....	<b>23</b>
4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch.....	23
4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch.....	24
<b>5 Wärme</b> .....	<b>30</b>
5.1 Endenergieverbrauch.....	30
5.2 Strukturvergleich des Wohnungsbestandes.....	30
5.3 Gebäuderelevanter Energieverbrauch.....	37
5.4 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden.....	40
<b>6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung</b> .....	<b>45</b>
6.1 Konventionelle Anlagen.....	45
6.2 Erneuerbare Energieanlagen.....	46
6.3 Regionale Verteilung der EEG-geförderten Anlagen.....	49
6.4 Kraft-Wärme-Kopplung.....	52
<b>7 Netzbestand und Netzausbau</b> .....	<b>55</b>
7.1 Stromnetzbestand und -ausbau.....	55
7.2 Investitionen in Stromnetze.....	59
7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich.....	59
7.4 Gasverteilnetz.....	62
7.5 Fernwärmenetz.....	62
<b>8 Verkehr</b> .....	<b>65</b>
8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor.....	65
8.2 Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor.....	67
8.3 Elektromobilität.....	67
<b>9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen</b> .....	<b>72</b>
9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen.....	72
9.2 Entwicklung der Treibhausgasintensität.....	73
9.3 Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren.....	73
<b>10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende</b> .....	<b>76</b>
10.1 Energiekosten und Energiepreise.....	76
10.2 Investitionen.....	83
10.3 Beschäftigung im Energiebereich.....	85
10.4 Forschung und Entwicklung.....	87
<b>11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung</b> .....	<b>90</b>
<b>12 Ausblick</b> .....	<b>97</b>

	Seite
<b>Abbildungs- / Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>99</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>102</b>
<b>Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren</b> .....	<b>104</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>105</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>111</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>115</b>
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern .....	117
A 2 Biomasseanlagen .....	119
A 3 Windenergieanlagen .....	123
A 4 Photovoltaikanlagen .....	127
<b>Impressum</b> .....	<b>133</b>

## Vorwort

Die Energiewende ist eine der größten wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Aufgaben unserer Zeit. Wir haben begonnen, unsere Versorgung schrittweise auf erneuerbare Quellen umzustellen, um auf Atomkraft und klimaschädliche Brennstoffe wie Kohle und Öl zu verzichten. Dies sichert die Lebensgrundlagen künftiger Generationen, stößt Innovationen an, schafft regionale Wertschöpfung und eröffnet unserem wirtschaftsstarken Bundesland neue Exportchancen. Auf diesem Weg wollen wir alle beteiligen und teilhaben lassen.

Die Energiewende beschränkt sich nicht auf die Erzeugung. Unser Ziel werden wir nur erreichen, wenn wir auch effizienter mit Energie umgehen, als das heute der Fall ist. Wenn man sich vor Augen führt, dass die Beheizung unserer Wohn- und Arbeitsgebäude ein Drittel unseres Energieverbrauchs ausmacht, kann man ermessen, welche Potenziale sich hier noch mobilisieren lassen. Deshalb legt der zweite Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen den Schwerpunkt auf den Wärmebereich. Es ist unser Ziel, den Verbrauch von Wärme und Strom bis zum Jahr 2050 vollständig aus erneuerbaren Energien zu decken.

Dafür streben wir an, die jährliche Sanierungsrate im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 Prozent anzuheben. Die Maßnahmen, mit denen wir dieses und die anderen Ziele der Energiewende erreichen wollen, finden Sie in diesem Bericht. Die Übersicht ist nach den Themengebieten Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Netzinfrastruktur und Verkehr gegliedert.

Mein Dank gilt den Autoren und all jenen Beteiligten aus Verbänden und Forschungseinrichtungen, die an der Entstehung des Berichts mitgewirkt haben.

Ich wünsche Ihnen eine anregende und informative Lektüre.



Tarek Al-Wazir

Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr  
und Landesentwicklung



## Zusammenfassung

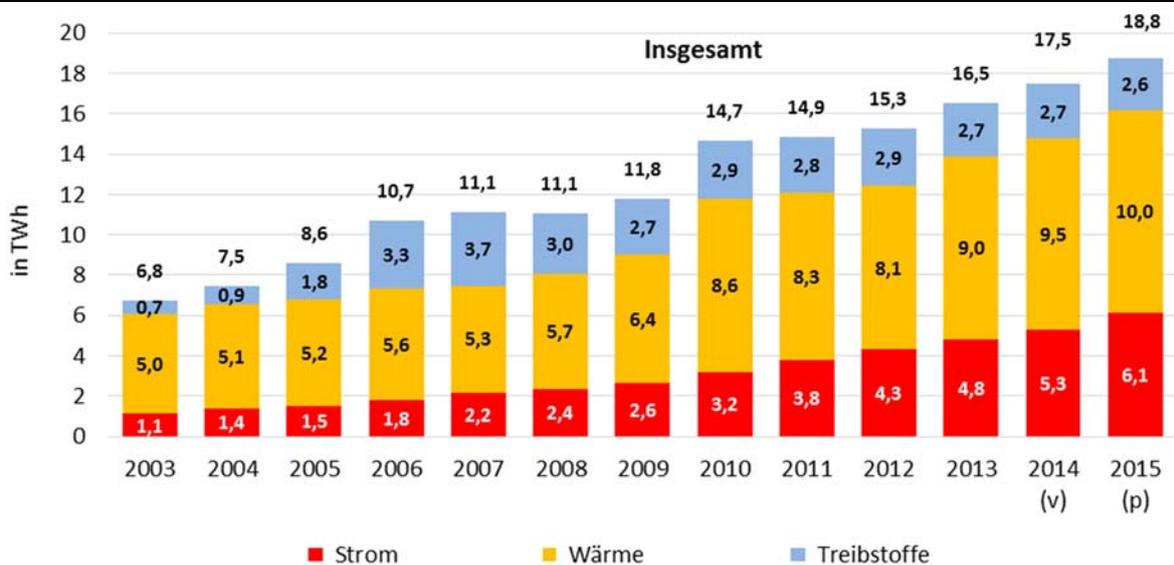
Im vorliegenden zweiten Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen werden die Fortschritte seit dem im November 2015 erschienenen ersten hessischen Monitoringbericht dargestellt. Die Monitoringberichte sind faktenbasiert, d. h. es werden Indikatoren zu wichtigen Feldern der Energiewende – Energieverbrauch und Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Netzausbau, Verkehr, Treibhausgasemissionen, gesamtwirtschaftliche Effekte – anhand von verfügbaren Daten fortgeschrieben. Schwerpunkt des aktuellen Berichts ist der Wärmesektor, auf den über ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen entfällt.

Der Endenergieverbrauch in Hessen beträgt im Jahr 2015 insgesamt 777 Petajoule (PJ) bzw. 216 Terawattstunden (TWh). Gegenüber dem Jahr 2014 bedeutet dies eine Zunahme um 2,3 Prozent. Dieser Anstieg ist im Wesentlichen auf die kühlere Witterung im Vergleich zum sehr milden Vorjahr und einem damit verbundenen höheren

Heizenergiebedarf zurückzuführen. Gemessen anhand des temperaturbereinigten Endenergieverbrauchs und des realen Bruttoinlandsprodukts steigt die Endenergieproduktivität als Indikator für Energieeffizienz um 1,9 Prozent gegenüber 2014. D. h. mit einer gegebenen Menge an Energie wird eine höhere Wirtschaftsleistung produziert.

Erneuerbare Energien leisten im Jahr 2015 einen Beitrag zum Endenergieverbrauch in Höhe von 18,8 TWh (siehe Abbildung 1). Das entspricht einer Steigerung um 1,3 TWh bzw. 8 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Mit 0,8 TWh bzw. 16 Prozent fiel der Zuwachs bei Strom aus erneuerbaren Energien am stärksten aus. Bei Wärme aus erneuerbaren Energien beziffert sich der Anstieg auf absolut 0,5 TWh bzw. 6 Prozent. Bei erneuerbaren Treibstoffen ist eine leichte Abnahme von 0,1 TWh bzw. - 4 Prozent festzustellen.

**Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe 2003 – 2015 (in TWh)**



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch in Hessen ist weiter gestiegen. Im Jahr 2015 tragen erneuerbare Energien 6,1 TWh bzw. 16,4 Prozent zum Bruttostromverbrauch in Hessen (37,4 TWh) bei. Im Jahr 2014 waren es noch 14,4 Prozent.

Ende 2015 stand in Hessen eine elektrische Leistung von insgesamt 3.507,1 MW aus EEG-geförderten Anlagen

zur Verfügung. Dies waren 259,6 MW bzw. 8,0 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Insgesamt wurden im Jahr 2015 mit diesen Anlagen 5,3 TWh Strom produziert und in das Stromnetz eingespeist. 2,1 TWh bzw. 40,4 Prozent der in Hessen durch EEG-geförderte Anlagen erzeugten Gesamtstrommenge wurden dabei durch Windenergieanlagen erzeugt, weitere 1,6 TWh (30,3 %) durch Photovoltaik-Anlagen und 1,3 TWh (23,9 %) durch Bio-

masseanlagen. Bei den Inbetriebnahmen von EEG-geförderten Anlagen liegen Windenergieanlagen mit einer im Jahr 2015 neu installierten Leistung in Höhe von 200,5 MW deutlich vor PV-Anlagen (58,0 MW) und Biomasseanlagen (2,0 MW). Diese Entwicklung setzt sich auch im ersten Halbjahr 2016 fort. Hier beträgt der Zubau bei Windenergieanlagen 87,9 MW, bei PV-Anlagen 20,3 MW und bei Biomasseanlagen 1,7 MW.

Auf den Wärmesektor entfällt im Jahr 2015 mit insgesamt 290 PJ bzw. 80,5 TWh ein Anteil von 37,3 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch in Hessen. Ein Großteil davon wird in Gebäuden für die Bereitstellung von Heizwärme, Kälte und Warmwasser verbraucht. Der gebäuderelevante Endenergieverbrauch, zu dem neben dem Wärmeverbrauch (90 %) auch Beleuchtung (9 %) und Raumkühlung (1 %) zählen, beziffert sich im Jahr 2015 auf 260 PJ bzw. 72 TWh. Das entspricht einem Drittel des gesamten hessischen Endenergieverbrauchs. Den absolut höchsten gebäuderelevanten Endenergieverbrauch haben private Haushalte mit 163 PJ. Dies entspricht 87 Prozent des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte. Bisher konnten bereits erhebliche Energieeinsparungen realisiert werden. So ist z. B. in Mehrfamilienhäusern der Heizölverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche von 17 Litern im Jahr 2000 auf unter 13 Liter im Jahr 2015 zurückgegangen.

Nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) sollen die Übertragungsnetze in Deutschland insgesamt um rund 1.800 km ausgebaut werden. Davon ist bereits rund ein Drittel der Leitungskilometer realisiert. Von den in hessischer Zuständigkeit zu verantwortenden Vorhaben sind rund 38 Prozent bereits in Betrieb. Mit den Planfeststellungsbeschlüssen der beiden verbliebenen ‚hessischen‘ EnLAG-Vorhaben ‚Kriftel – Eschborn‘ und ‚Wahle – Mecklar‘ ist bis Ende 2017 zu rechnen.

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors steigt im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr geringfügig um 0,1 Prozent auf 365 PJ. Dabei kommt dem Luftverkehr mit einem Anteil von 47 Prozent aufgrund des Flughafens Frankfurt am Main eine besondere Bedeutung zu. Zum Jahresbeginn 2016 gibt es in Hessen 1.966 PKW mit Elektroantrieb, 38 Prozent mehr als im Vorjahr. Deren Anteil an allen PKW liegt aber damit noch unter 0,1 Prozent.

Der Gesamtausstoß der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegt im Jahr 2013, dem aktuellsten zur Verfügung stehenden Jahr, bei 36,4 Mio. Tonnen und damit um 0,3 Mio. Tonnen niedriger als im Vorjahr. Hierfür maßgeblich war die Stilllegung der mit Kohle betriebenen Blöcke 1, 2 und 3 des Kraftwerks Staudinger.

Für die privaten Haushalte haben sich die Ausgaben für Energie aufgrund des Preisverfalls für Heizöl (-23,0 Prozent) und Dieselmotortreibstoff (-16,3 Prozent) verringert. Der Strompreis liegt im Januar 2016 mit 28,69 Cent je kWh auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr, aber niedriger als im Jahr 2014 (29,14 Cent/kWh).

Auch für Industriekunden ist der Preis für Heizölprodukte gesunken. Der Strompreis liegt für Industriekunden mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh im Januar 2016 mit 15,44 Cent je kWh jedoch um 0,21 Cent/kWh höher als im Vorjahr. Der Preisanstieg ist im Wesentlichen auf die gestiegene EEG-Umlage zurückzuführen. Gegenüber dem Vorjahr hat sich in Hessen im Jahr 2016 die Anzahl der Abnahmestellen, für die eine Befreiung von der EEG-Umlage beantragt wurde, leicht erhöht.

Der Großhandelsstrompreis ist weiter rückläufig. Im ersten Halbjahr 2016 müssen durchschnittlich 24,98 Euro je MWh gezahlt werden, was einem Rückgang von 21 Prozent gegenüber dem Durchschnittspreis von 2015 entspricht. Ebenfalls weiterhin stark rückläufig sind die Rohstoffpreise für Rohöl, Erdgas und Steinkohle.

# 1 Einleitung

Die Ziele der Energiewende in Hessen sind im Hessischen Energiezukunftsgesetz (HEG) festgeschrieben, das im November 2012 beschlossen wurde (HEG 2012). Benannt werden die Steigerung der Energieeffizienz, die Verbesserung der Energieeinsparungen, die Förderung des Ausbaus einer möglichst dezentralen Energieinfrastruktur aus erneuerbaren Energien, die Schaffung der gesellschaftlichen Akzeptanz für den Umbau hin zu einer Energieversorgung aus erneuerbaren Energien und die Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels. Im Koalitionsvertrag für die Wahlperiode 2014 – 2019 hat die Hessische Landesregierung diese Ziele der Energiewende nochmals bekräftigt (Hessische Landesregierung 2013).

Aufgabe des Energiemonitorings ist es, auf Basis von Daten und Fakten über die Fortschritte der Energiewende in Hessen zu berichten. Das Energiemonitoring dient somit der Information und Transparenz sowie zur Dokumentation der Fortschritte bei der Umsetzung der Energiewende. Der gesetzliche Auftrag des vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (im Folgenden HMWEVL) eingerichteten Energiemonitorings ergibt sich aus § 11 HEG.

Im Rahmen des Energiemonitorings arbeiten das HMWEVL, die Hessen Agentur (im Folgenden HA) und das Hessische Statistische Landesamt (im Folgenden HSL) eng zusammen. Zur Unterstützung des Monitoringprozesses in Hessen wurde eine begleitende Arbeitsgruppe mit Vertretern von Verbänden, Forschungsinstitutionen und Unternehmen aus dem Energiebereich eingerichtet. Mitglieder sind (alphabetisch geordnet):

- AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
- Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V. (B.KWK)
- BSW – Bundesverband Solarwirtschaft
- Fachverband Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Hessen
- Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
- Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V. – LDEW
- SUN Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
- VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.
- Verband kommunaler Unternehmen Landesgruppe Hessen e.V. (VKU)
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW).

In regelmäßig stattfindenden Arbeitsgruppensitzungen erfolgt ein kontinuierlicher Austausch über das dem hessischen Energiemonitoring zugrundeliegende Indikatorensystem sowie über Möglichkeiten der Schließung noch bestehender Datenlücken.

Nachdem im November 2015 der erste Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen mit dem Schwerpunkt erneuerbare Energien veröffentlicht worden ist, liegt jetzt der zweite Monitoringbericht vor. Als Fortschrittsbericht informiert er auf Basis einer Vielzahl von Indikatoren über die aktuellen Entwicklungen in den verschiedenen Handlungsfeldern der Energiewende.

Im Fokus des zweiten Monitoringberichts steht der Themenbereich Wärme, der in einem eigenen Kapitel betrachtet wird. Die Bedeutung des Wärmesektors zeigt sich im Anteil am Endenergieverbrauch: Über 37 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen entfällt auf den Wärmesektor. Auch im Hinblick auf Energieeinsparung und Energieeffizienz kommt insbesondere dem gebäuderelevanten Energieverbrauch für Wärme eine besondere Bedeutung zu.

Der vorliegende zweite Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen gliedert sich wie folgt:

Zunächst werden im folgenden Kapitel die Ziele und Grundlagen des hessischen Energiemonitorings sowie die Indikatoren des Monitoringsystems beschrieben.

Kapitel 3 widmet sich der Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energieeffizienz. Dargestellt werden zum einen der Primär- und Endenergieverbrauch, jeweils differenziert nach Energieträgern, sowie der Stromverbrauch differenziert nach Verbrauchssektoren. Zum anderen werden die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energie- und Stromproduktivität wie auch der Energie- und Stromintensität in der Industrie betrachtet. Neu im Vergleich zum ersten Monitoringbericht ist, dass die Entwicklung der erneuerbaren Energien in einem eigenen Kapitel kompakt dargestellt wird. Dies erfolgt in Kapitel 4.

Das Schwerpunktthema Wärme des diesjährigen Monitoringberichts ist im 5. Kapitel aufbereitet. Um Aussagen über den gebäuderelevanten Endenergieverbrauch in Hessen treffen zu können, wird in diesem Kapitel ein Strukturvergleich des Wohnungsbestandes und der Heizungsart in Deutschland und Hessen vorgenommen. Im Anschluss wird die Anwendungsbilanz zur Quantifizierung des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs, die von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für Deutschland entwickelt wurde, auf Hessen übertragen.

Um Aussagen zur Sanierungsdynamik in Hessen treffen zu können, werden Förderstatistiken der Kreditanstalt für Wiederaufbau und des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle herangezogen.

In Kapitel 6 werden die Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung betrachtet. Neben Angaben zur Bestandsentwicklung werden auch Bau und Planung sowie Stilllegungen dargestellt. Darüber hinaus erfolgt differenziert nach den erneuerbaren Energieträgern Wind, Solar und Biomasse eine Darstellung der installierten Leistung sowie der erzeugten Strommengen auf Ebene der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte sowie auch auf Gemeindeebene. Hierzu finden sich im Anhang ausführliche Kartendarstellungen. Als ein neues Angebot für interessierte Nutzer ist unter „[www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten](http://www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten)“ auch eine interaktive Karte eingestellt, in der für die einzelnen hessischen Gemeinden Angaben zur installierten Leistung und erzeugten Strommenge nach Energieträgern abrufbar sind.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien stellt neue Herausforderungen an die Netzinfrastruktur. In Kapitel 7 werden daher der Netzbestand und der Netzausbau in Hessen thematisiert. Im Vordergrund stehen dabei der Stand des Ausbaus des Übertragungsnetzes sowie die Versorgungssicherheit im Strombereich.

Der Sektor Verkehr spielt eine herausragende wirtschaftliche Rolle für Hessen als zentrale nationale und internationale Verkehrsdrehscheibe. Der Flughafen Frankfurt am Main ist eines der weltweit bedeutendsten Luftfahrt-drehkreuze und einer der größten Flughäfen in Europa. In Kapitel 8 wird der Energieverbrauch im Verkehrssektor beleuchtet. Dabei wird auch die Entwicklung der Elektromobilität betrachtet.

Es folgt in Kapitel 9 die Entwicklung der Treibhausgasemissionen, insbesondere der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren.

Kapitel 10 wendet sich den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Energiewende zu. Im Fokus stehen hierbei die Entwicklung von Kosten und Preisen für Unternehmen und Haushalte, die Entwicklung der Investitionen und der Beschäftigung im Energiebereich sowie die Ausgaben im Bereich Forschung und Entwicklung.

Kapitel 11 liefert eine Zusammenstellung der Maßnahmen der Hessischen Landesregierung im Rahmen der Umsetzung der Energiewende.

Schließlich gibt Kapitel 12 einen kurzen Ausblick auf zu erwartende Entwicklungen in der bundesweiten Berichterstattung und Energiestatistik, die für das weitere Monitoring in Hessen von Bedeutung sein werden.

Im Anhang befinden sich ein ausführliches Glossar mit einer Beschreibung der verwendeten Fachbegriffe und eine Übersicht zu den verschiedenen Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren.

# 2

## Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings



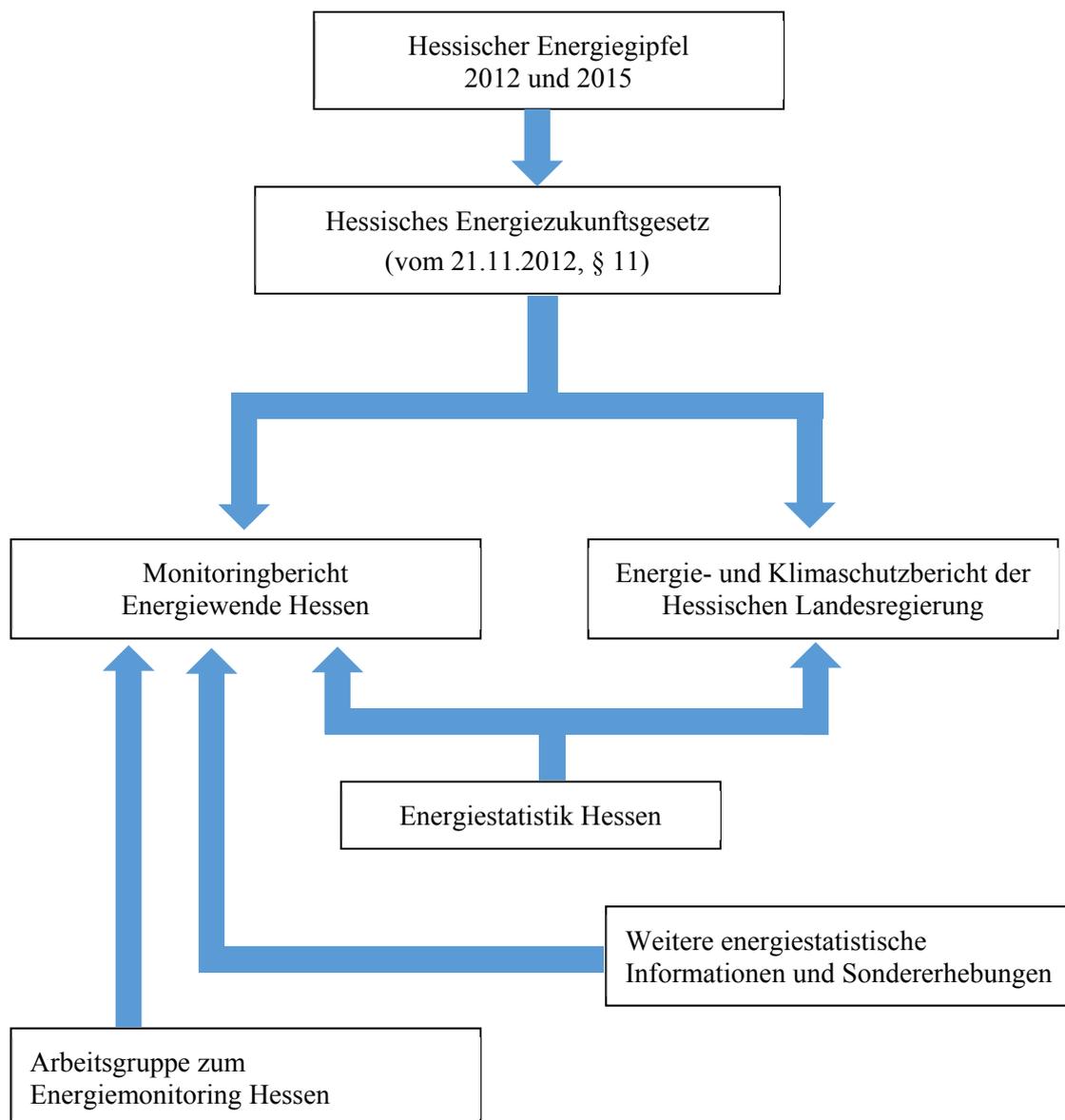
## 2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings

Die Grundlagen des Hessischen Energiemonitorings und die Einbettung des Monitoringberichts in die energiepolitische Berichterstattung der Landesregierung sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die im ersten hessischen Energiegipfel unter Mitwirkung aller Fraktionen des Hessischen Landtags, von Vertretern der Kommunen, Wirtschafts- und Umweltverbänden,

Gewerkschaften und der Industrie formulierten Ziele der Energiewende in Hessen wurden im Hessischen Energiezukunftsgesetz (HEG) vom 21. November 2012 als Ziele der hessischen Energiepolitik festgeschrieben. § 11 HEG bildet auch den gesetzlichen Auftrag für das hessische Energiemonitoring.

**Abbildung 2: Grundlage und Einbettung des Hessischen Energiemonitorings**



Quelle: Zusammenstellung der Hessen Agentur.

Zur Überprüfung der Zielerreichung der Energiewende in Hessen wurde ein umfangreiches Indikatorensystem aufgebaut, welches auf Basis von energiestatistischen Informationen Kenngrößen zu wichtigen Handlungsfeldern der Energiepolitik umfasst und laufend fortgeschrieben wird.

Das dem Monitoring zugrundeliegende Indikatorensystem orientiert sich an den Zielen der Energiewende.

### Ziele der Energiewende in Hessen

- Deckung des Endenergieverbrauchs in Hessen von Strom und Wärme möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050
- Zwischenziel: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2019 auf 25 Prozent
- 2 Prozent der Landesfläche für Windenergieanlagen
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung deutlicher Energieeinsparungen sowie Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 Prozent
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit – so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft

Darüber hinaus wurde im Jahr 2015 als Klimaschutzziel beschlossen, dass Hessen bis zum Jahr 2050 klimaneutral sein soll. Die Treibhausgasemissionen sollen im Vergleich zum Jahr 1990 bis 2050 um mindestens 90 Prozent reduziert werden. Mittelfristig sollen die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 30 Prozent und bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent gesenkt werden.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die im hessischen Energiemonitoring verwendeten Indikatoren, gegliedert nach den unterschiedlichen Themenbereichen. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte in enger Anlehnung an das Energiemonitoring des Bundes.

Zentrale Datenquelle des Monitorings ist die Energiestatistik Hessens, mit Energiebilanz, Satellitenbilanz „Erneuerbare Energien“ und CO<sub>2</sub>-Bilanz. Vorläufige Werte liegen für das Jahr 2014 vor. Da Ziel des Monitorings eine möglichst zeitnahe Berichterstattung ist, hat das Leipziger Institut für Energie (IE-Leipzig) eine Schät-

zung der Energiebilanz für Hessen für das Jahr 2015 sowie der Stromerzeugung der durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geförderten Anlagen in Hessen vorgenommen. Damit liegen im Bericht aktuelle Daten zum Energieverbrauch und zur Energieerzeugung für das Jahr 2015 vor.

Die Bundesnetzagentur stellt die Datengrundlage für die Auswertungen zu den Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung zur Verfügung. Basis sind die Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen der EEG-Jahresendabrechnung 2014. Ebenfalls auf Informationen und Daten der Bundesnetzagentur wird im Kapitel Netzausbau zurückgegriffen.

Für den Themenbereich Wärme gibt es in den Energiebilanzen nur Angaben für die Endverbrauchssektoren. Eine gebäudebezogene Auswertung fehlt. Für die Auswertungen zum gebäuderelevanten Energieverbrauch wurden daher neben den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. auch Angaben des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks, des Landesinnungsverbands Schornsteinfegerhandwerk Hessen, des Energiedienstleisters Techem Energy Services GmbH, der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) herangezogen.

Weitere Daten insbesondere für die Themenbereiche Netze, Verkehr und gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende lieferten u. a. der LDEW Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz, das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Patent- und Markenamt, der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft und die Deutsche Börse. Zur Entwicklung der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Hessen hat das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), das den entsprechenden Indikator auch für den Bund berechnet, eine Schätzung für Hessen vorgenommen. Ein ausführliches Quellenverzeichnis befindet sich im Anhang.

Sofern die Datenlage es erlaubt, werden die Entwicklungen für den Zeitraum von 2000 bis 2015 grafisch dargestellt. Darüber hinaus werden – wenn verfügbar – auch aktuelle Daten für das Jahr 2016 ausgewertet. Datenstand des vorliegenden Berichts ist der 30. Juni 2016.

Bei der textlichen Aufarbeitung liegt der Fokus auf den Entwicklungen am aktuellen Rand, um den Fortschritt gegenüber dem ersten Monitoringbericht aufzuzeigen.

Abbildung 3: Indikatorensystem

<b>Energieverbrauch und Energieeffizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärenergieverbrauch nach Energieträgern</li> <li>- Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren</li> <li>- Brutto- und Nettostromverbrauch</li> <li>- Bruttostromerzeugung nach Energieträgern</li> <li>- Primär- und Endenergieproduktivität der Gesamtwirtschaft</li> <li>- Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft</li> <li>- Energie- und Stromintensität der Industrie</li> </ul>
<b>Erneuerbare Energien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch</li> <li>- Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe</li> <li>- Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch</li> <li>- Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien</li> <li>- Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien</li> <li>- Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien</li> </ul>
<b>Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagen und installierte Erzeugungsleistung</li> <li>- Bau und Planung von Anlagen</li> <li>- Bestand, installierte Leistung und erzeugte Strommengen EEG-geförderter Anlagen nach Landkreisen, kreisfreien Städten und Gemeinden</li> <li>- KWK: Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen</li> </ul>
<b>Wärme / Gebäude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch für Wärme</li> <li>- Struktur des Gebäudebestands: Alter der Wohngebäude, Anzahl der Wohnungen, Größe und Art der Beheizung der Wohnungen</li> <li>- Anteil des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs am gesamten Endenergieverbrauch</li> <li>- Förderung von Gebäudesanierung</li> </ul>
<b>Netzbestand und Netzausbau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromkreislänge Übertragungs- und Verteilnetz</li> <li>- EnLAG und Bundesbedarfsplan-Projekte</li> <li>- Kosten für Systemdienstleistungen</li> <li>- Netz-Investitionen</li> <li>- SAIDI-Strom</li> <li>- Gasnetz</li> <li>- Fernwärmenetz</li> </ul>
<b>Verkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern und Energieträgern</li> <li>- Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch</li> <li>- Spezifischer Endenergieverbrauch Verkehr</li> <li>- Bestand an Elektrofahrzeugen</li> <li>- Ladestationen für Elektrofahrzeuge</li> </ul>
<b>Treibhausgasemissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibhausgasemissionen nach Gasen</li> <li>- Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren</li> <li>- Treibhausgasemissionen bezogen auf Bevölkerung und BIP</li> </ul>
<b>Gesamtwirtschaftliche Effekte</b>	
<b>Energiepreise und Energiekosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieausgaben privater Haushalte</li> <li>- Energiekosten der Industrie</li> <li>- Strompreise für Haushalte und Industrieunternehmen</li> <li>- EEG-Vergütungen und Marktprämien</li> <li>- Von EEG-Umlage befreite Abnahmestellen</li> <li>- Großhandelsstrompreis</li> <li>- Preise energetischer Rohstoffe</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Preise</li> </ul>
<b>Investitionen und Beschäftigte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investitionen in erneuerbare Energieerzeugungsanlagen</li> <li>- Investitionen hessischer Betriebe zur Nutzung erneuerbarer Energien und in Energieeffizienz</li> <li>- Beschäftigte im Bereich erneuerbarer Energien</li> <li>- Beschäftigte in der Energiewirtschaft</li> </ul>
<b>Forschung und Entwicklung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung der Energieforschung in Hessen</li> <li>- Patente im Bereich erneuerbarer Energien</li> </ul>

Quelle: Hessen Agentur.

# 3

## Energieverbrauch und Energieeffizienz



### 3 Energieverbrauch und Energieeffizienz

Eine möglichst lückenlose Erfassung des gesamten Energieverbrauchs einer Volkswirtschaft ist eine unabdingbare Voraussetzung, um z. B. Fortschritte bei der Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz messen zu können. Von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) und den statistischen Landesämtern werden dazu jährlich Energiebilanzen für Deutschland und die Bundesländer erstellt. Angesichts der Komplexität der dabei erfassten Daten liegen endgültige Energiebilanzen erst mit größeren zeitlichen Verzögerungen vor – für Deutschland für das Jahr 2014 und für Hessen und die anderen Bundesländer für das Jahr 2013.

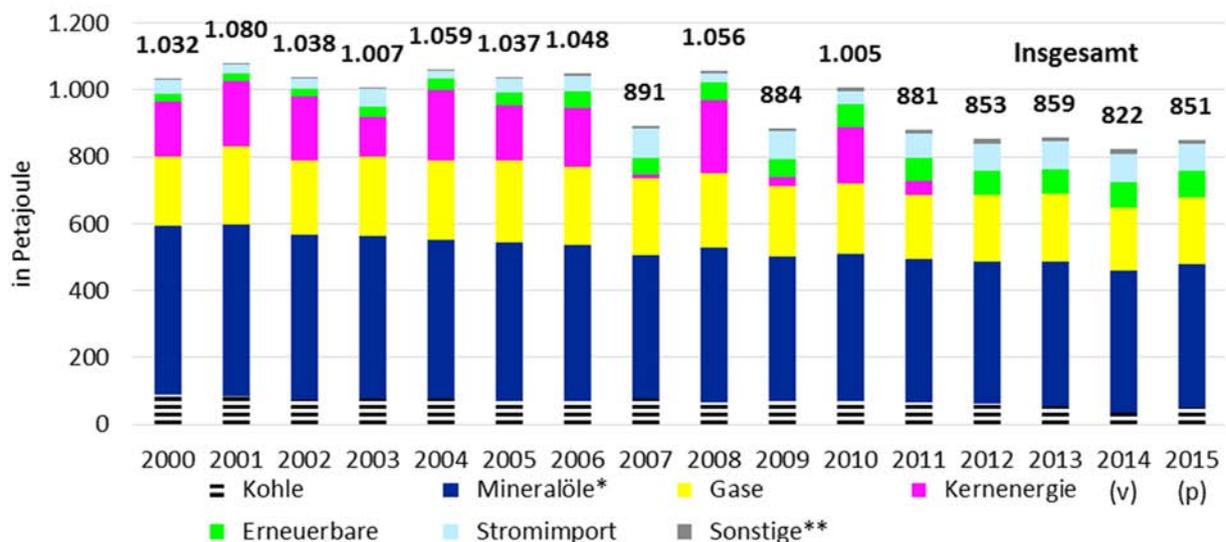
Um auch über aktuelle Entwicklungen berichten zu können, werden für das Jahr 2014 die vom Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) erstellte vorläufige hessische Energiebilanz und für das Jahr 2015 eine vom Leipziger Institut für Energie (IE-Leipzig) auf Grundlage

der bereits vorliegenden Informationen geschätzte Energiebilanz für Hessen ausgewertet. Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs und des Endenergieverbrauchs dokumentiert.

#### 3.1 Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch (PEV) in Hessen beziffert sich nach Schätzung des Leipziger Instituts für Energie im Jahr 2015 auf 851 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 4). Gegenüber dem Vorjahr steigt der PEV damit um 3,5 Prozent an, was im Wesentlichen auf die kühlere Witterung gegenüber dem sehr milden Vorjahr und dem damit verbundenen höheren Heizenergiebedarf zurückzuführen ist.

Abbildung 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas \*\*) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Differenziert nach Energieträgern dominieren wie auch im Vorjahr Mineralöle und Gase mit Anteilen von 51 bzw. 23 Prozent den Primärenergieverbrauch in Hessen. Es folgen erneuerbare Energien und Stromimporte mit jeweils 9 Prozent.

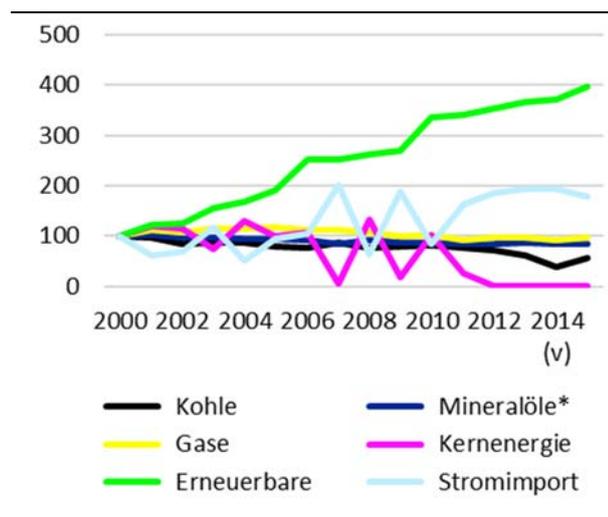
Abbildung 4 zeigt auch, dass sich im Zeitverlauf sowohl die länger anhaltenden Produktionsunterbrechungen des

Atomkraftwerks Biblis in den Jahren 2007 und 2009 sowie dessen komplette Stilllegung im Jahr 2011 spürbar dämpfend auf den Primärenergieverbrauch in Hessen ausgewirkt haben. Gemäß internationaler Vereinbarung hat die Energieerzeugung aus Kernenergie einen Wirkungsgrad von 33 Prozent, wohingegen für erneuerbare Energien, aber auch für Stromimporte, Wirkungsgrade

von 100 Prozent angenommen werden. Wird Kernenergie durch Energieträger mit höheren Wirkungsgraden substituiert, reduziert sich der Primärenergieverbrauch entsprechend. So zeigen Berechnungen des HSL beispielhaft für das Jahr 2010, dass sich bei einer angenommenen Substitution der Kernkraft durch erneuerbare Energien und durch Stromimporte eine Reduzierung des Primärenergieeinsatzes für Hessen in Höhe von 11 Prozent ergeben würde (HSL 2014b, S. 176).

Die Produktionsschwankungen in Biblis wurden jeweils durch Stromimporte ausgeglichen (siehe Abbildung 5). Für den ausgeprägten Rückgang beim Energieträger Kohle im Jahr 2014 ist ein mehrmonatiger Produktionsausfall im Kohlekraftwerk Staudinger ursächlich, der ebenfalls durch Stromeinfuhren kompensiert werden konnte. Nach Wiederinbetriebnahme im Jahr 2015 ist der Kohleverbrauch wieder angestiegen und entsprechend hat sich der Stromimport am aktuellen Rand verringert.

**Abbildung 5: Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100)**



\*) einschl. Flüssiggas

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a;  
2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Im betrachteten Zeitraum verzeichnen erneuerbare Energien die höchsten Zuwächse, deren Beitrag zum PEV sich vervierfacht hat (siehe auch Kapitel 4.1).

### 3.2 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch (EEV) umfasst die gesamte an die Endkunden im Inland abgegebene Energie, wobei die endgültige Nutzung der Energie in Form von Beleuchtung, Wärme usw. hier unberücksichtigt bleibt. Der Unterschied zwischen PEV und EEV ist im Wesentlichen

auf Umwandlungs- und Übertragungsverluste zurückzuführen, die bei der Erzeugung im Umwandlungssektor und beim Transport zum Endverbraucher entstehen. Unterschiede zeigen sich zudem bei der Aufteilung nach Energieträgern, da ein großer Teil der Primärenergieträger zunächst in Sekundärenergieträger (wie z. B. Strom oder Fernwärme) umgewandelt werden.

Der EEV in Hessen beträgt nach vorläufiger Bilanzierung für das Jahr 2014 insgesamt 760 PJ (siehe Abbildung 6). Für das Jahr 2015 ist nach ersten Schätzungen ein Anstieg auf 777 PJ zu erwarten; dies ist ein Plus von 17 PJ bzw. 2,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Bei langfristiger Betrachtung ist der Endenergieverbrauch in Hessen deutlich rückläufig und ist z. B. im letzten Jahrzehnt seit 2005 um 66 PJ bzw. 7,8 Prozent gesunken.

#### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

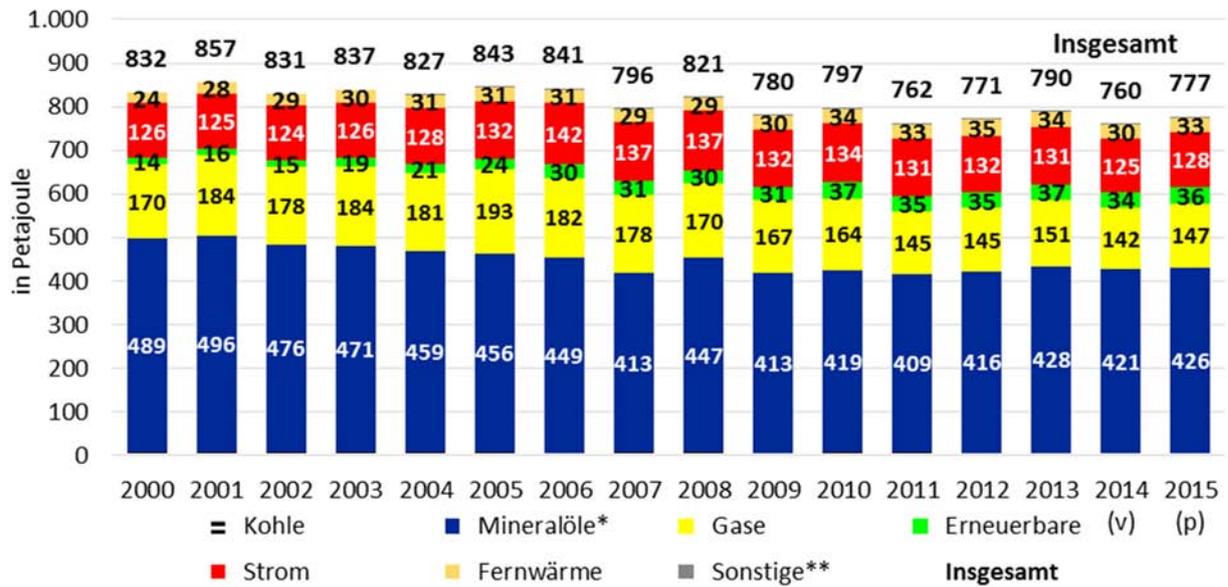
Im Vergleich zum milden Vorjahr 2014 haben die Verbrauchsmengen aller Energieträger im Jahr 2015 in Hessen zugenommen.

Insgesamt tragen Mineralöle mit 426 PJ zu mehr als der Hälfte (55 %) des gesamten EEV im Jahr 2015 bei. Ein großer Teil davon wird im Verkehrssektor verbraucht. Innerhalb des Verkehrssektors kommt dem Sektor Luftverkehr aufgrund des Flughafens Frankfurt am Main eine besondere Bedeutung zu (siehe dazu z. B. Abbildung 47 in Kapitel 8).

Hohe Anteile weisen zudem Gase mit 147 PJ (19 %) und der Sekundärenergieträger Strom mit 126 PJ (16 %) auf. Fernwärme, die einen Anteil von gut 4 Prozent am Endenergieverbrauch im Jahr 2015 hat, bewegt sich seit vielen Jahren relativ stabil um einen Jahresverbrauch in Höhe von 33 PJ.

Im Jahr 2015 haben erneuerbare Energien 36 PJ zum EEV beigetragen und damit ebenfalls gegenüber dem Vorjahr zugenommen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch, der z. B. vor zehn Jahren noch bei 2,8 Prozent lag, ist bis 2015 kontinuierlich auf 4,7 Prozent angestiegen. Dieser Anstieg ist vor allem auf Zuwächse bei der festen Biomasse und dabei insbesondere auf Holz zum Heizen sowie auf den vermehrten Verbrauch von Biokraftstoffen im Verkehrssektor zurückzuführen. Der Einsatz erneuerbarer Energien für die Strom- und Fernwärmeerzeugung, der in Kapitel 4.2 dargestellt wird, ist darin aus methodischen Gründen nicht enthalten.

Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas \*\*) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

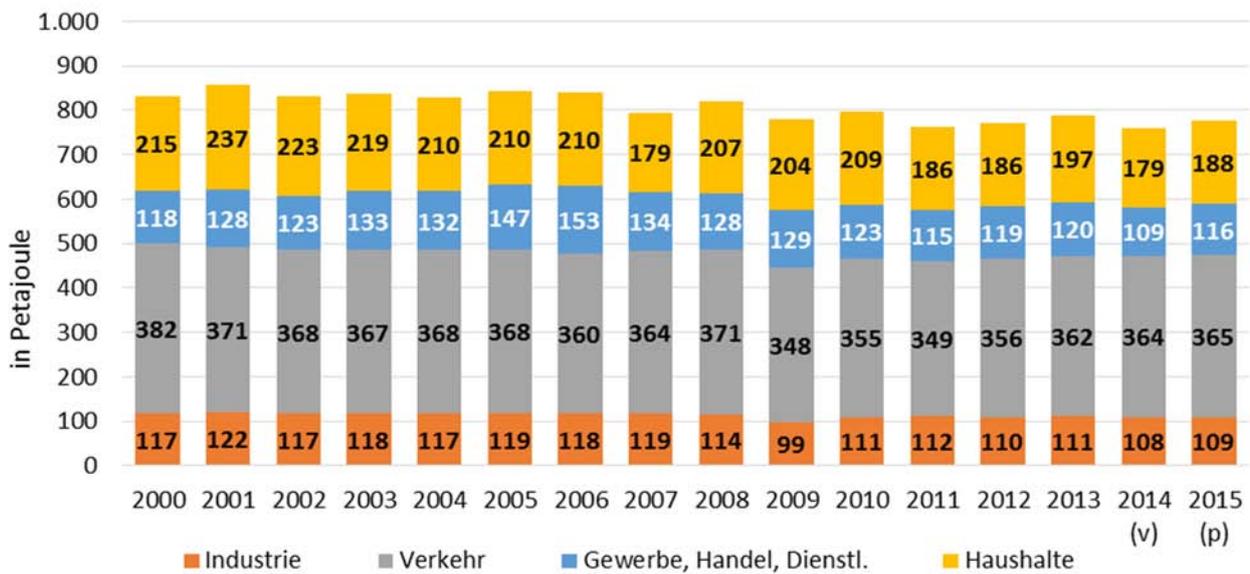
Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### Endenergieverbrauch nach Sektoren

Der Endenergieverbrauch lässt sich in die vier Verbrauchssektoren private Haushalte, Industrie,<sup>1</sup> Verkehr sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) unterteilen. Die Zunahme des EEV im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr von insgesamt 17 PJ bzw. 2,3 Prozent ist vor allem auf die beiden Sektoren private Haushalte (9 PJ) und GHD (7 PJ) zurückzuführen, wobei insbesondere die kühlere Witterung ursächlich hierfür war.

Bei Betrachtung der Entwicklung im Zeitverlauf (siehe Abbildung 7) führte die Wirtschaftskrise im Jahr 2009 zu deutlichen Verbrauchsrückgängen sowohl in der Industrie als auch im Verkehrssektor. Demgegenüber ist der im Jahr 2007 zu beobachtende Rückgang auf die Sektoren private Haushalte und GHD zurückzuführen und hängt mit der Erhöhung des Mehrwertsteuersatzes zusammen, der vor allem bei nicht vorsteuerabzugsberechtigten privaten Haushalten und Kleinunternehmen zu Vorabkäufen von Mineralölprodukten geführt hat.

1 Der Begriff Industrie wird in diesem Bericht synonym für Unternehmen und Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes verwendet.

**Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000 – 2015 (in PJ)**

Quelle: Sektoren Industrie und Verkehr: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Haushalte: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

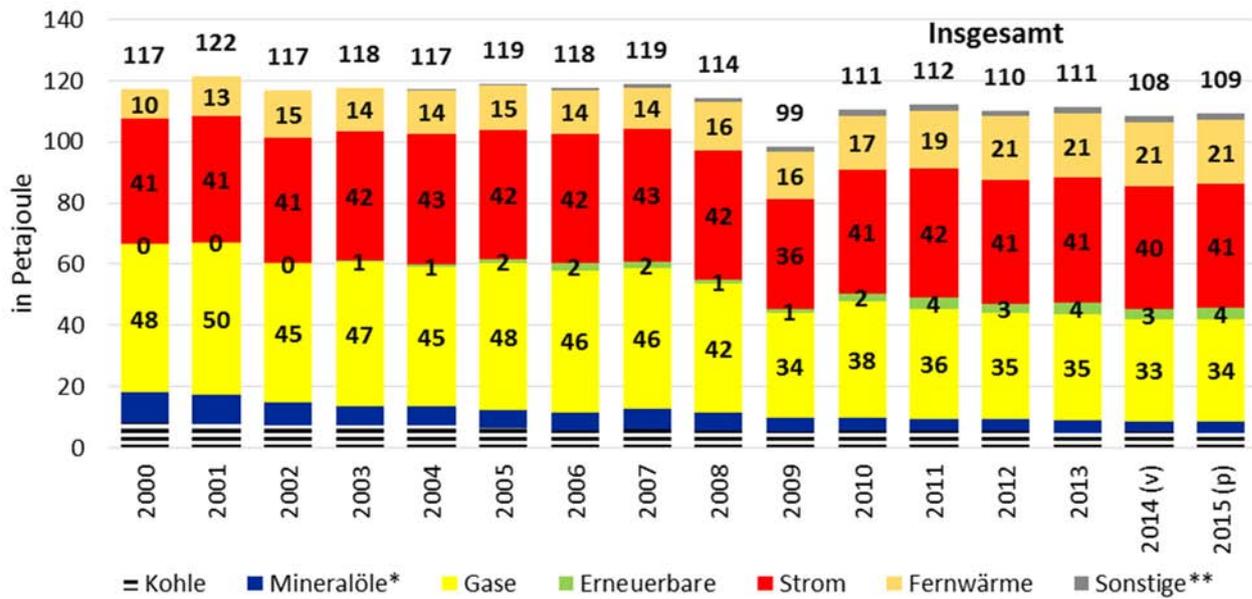
In den drei folgenden Abbildungen ist der Endenergieverbrauch differenziert nach Energieträgern für die einzelnen Verbrauchssektoren mit Ausnahme des Verkehrssektors dargestellt. Der Verkehrssektor wird wegen seiner Bedeutung für das Transitland Hessen in Kapitel 8 detailliert behandelt.

Der EEV der Industrie (siehe Abbildung 8) beträgt im Jahr 2015 109 PJ und hat sich gegenüber dem Vorjahr marginal erhöht. Die Zusammensetzung nach Energieträgern blieb dabei nahezu unverändert. Deutlich erkennbar ist der starke Rückgang des EEV im Jahr der Wirtschaftskrise 2009. Seit dem Jahr 2010 ist die Bedeutung von Gasen deutlich rückläufig. Erneuerbare Energien und Fernwärme konnten hingegen an Bedeutung gewinnen. Der Beitrag von Strom bewegt sich über den gesamten Zeitraum relativ konstant um Werte von 40 bis 43 PJ.

In den beiden Sektoren GHD (siehe Abbildung 9) und private Haushalte (siehe Abbildung 10) hat sich der EEV im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr spürbar um 5,0 bzw. 6,4 Prozent erhöht. Als ein wesentlicher Grund ist dafür die deutlich kühlere Witterung im Jahr 2015 zu nennen. Bei den privaten Haushalten ist dabei sowohl der Verbrauch der fossilen Brennstoffe Gase und Mineralöle als auch der Einsatz von erneuerbaren Energien angestiegen.

Im Sektor GHD spielen hingegen erneuerbare Energien nach wie vor nur eine geringe Rolle. Die Zunahme des EEV ist auf Fernwärme, Strom und Mineralöle zurückzuführen. Der Anstieg bei Gasen ist vergleichsweise gering. Sowohl bei GHD als auch bei privaten Haushalten spielen Kohle und sonstige Energieträger, worunter u. a. sonstige Gase und fossile Abfälle zusammengefasst werden, nur eine zu vernachlässigende Rolle. Anzumerken ist, dass bei den erfassten erneuerbaren Energien die zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht enthalten sind.

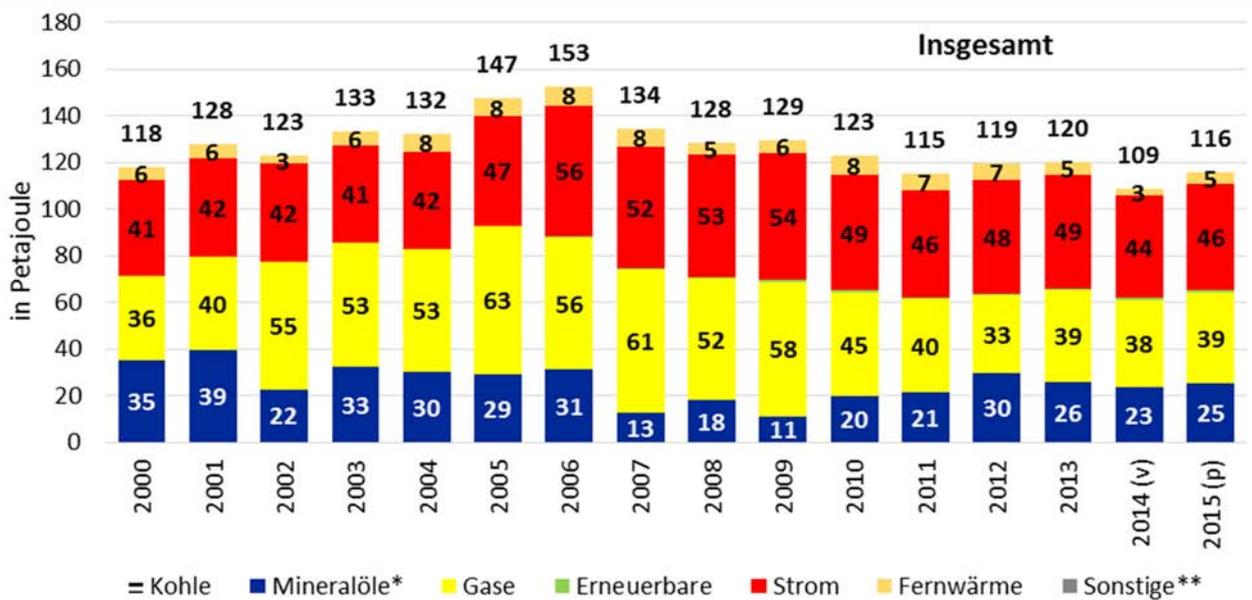
Abbildung 8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas \*\*) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

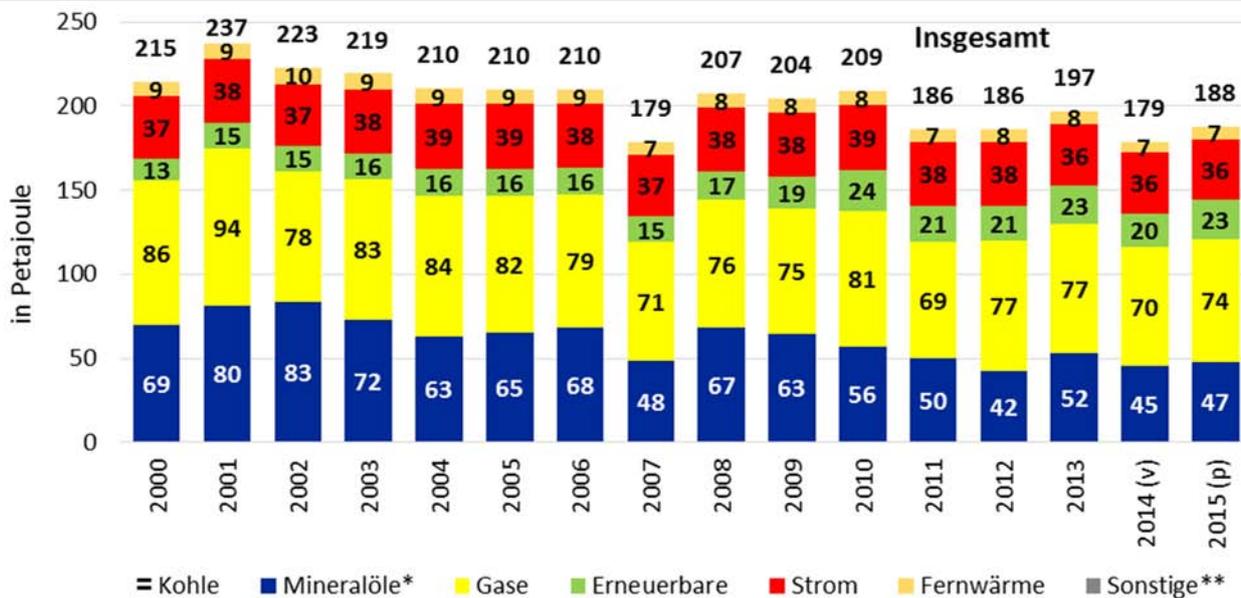
Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas \*\*) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

**Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)**



\*) einschl. Flüssiggas \*\*) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### 3.3 Stromverbrauch und -erzeugung

In Hessen wurden im Jahr 2015 insgesamt 15,7 Terawattstunden (TWh) Strom erzeugt und 37,4 TWh Strom verbraucht. Die Lücke von knapp 21,8 TWh wurde durch Stromimporte ausgeglichen (siehe Abbildung 11). Der erkennbare Anstieg bei der Stromerzeugung im Jahr 2015 ist vor allem auf das Wiederanfahren des Kraftwerks Staudinger zurückzuführen.

Insgesamt wurde die Stromversorgung in Hessen zu rund 58 Prozent durch Stromimporte aus anderen Bundesländern gewährleistet. Die Einbindung in das deutsche und auch europäische Fernübertragungsnetz und die Umsetzung des Übertragungsnetzausbaus ist daher – wie in Kapitel 7 gezeigt wird – elementar für die langfristige Versorgungssicherheit.

Im dargestellten Zeitraum war die Entwicklung des Bruttostromverbrauchs bei insgesamt geringen Schwankungen leicht rückläufig. Demgegenüber weist die Stromerzeugung erhebliche Schwankungen auf. Die besonders ausgeprägten Veränderungen 2007 und 2009 sind durch längere Stillstände des Atomkraftwerkes Biblis zu erklären.

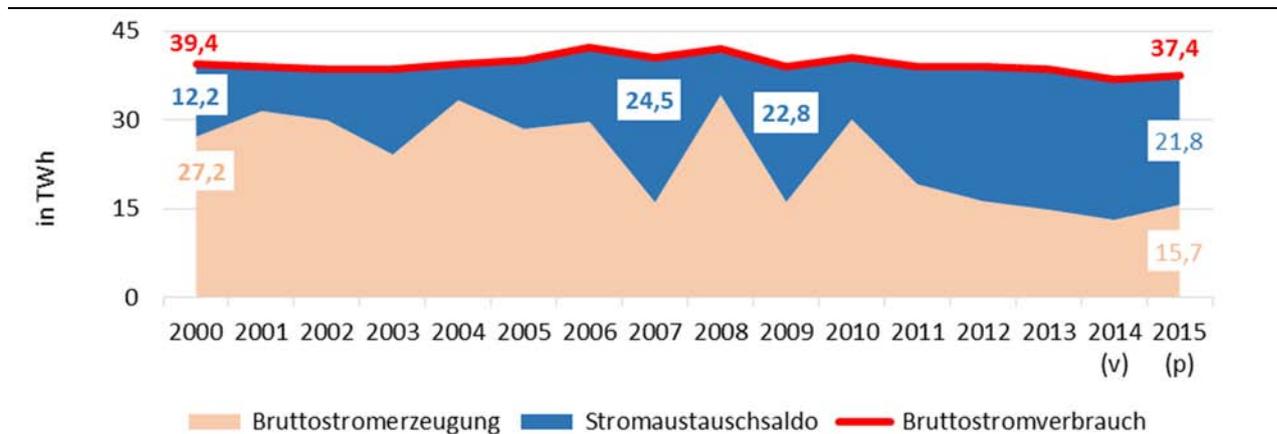
### Brutto- und Nettostromverbrauch

Für das Jahr 2015 wird für Hessen ein Nettostromverbrauch von 35,5 TWh geschätzt und liegt damit um 0,8 TWh über dem Vorjahresniveau (siehe Abbildung 12). Der Unterschied zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch besteht sowohl im Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Stromerzeugung als auch in Übertragungs- und Verteilungsverlusten.

Im Zeitverlauf ist für den Nettostromverbrauch – ähnlich wie beim Bruttostromverbrauch – zunächst ein Anstieg auf fast 40 TWh im Jahr 2006 und anschließend ein kontinuierlicher Rückgang auf zuletzt 35,5 TWh zu beobachten.

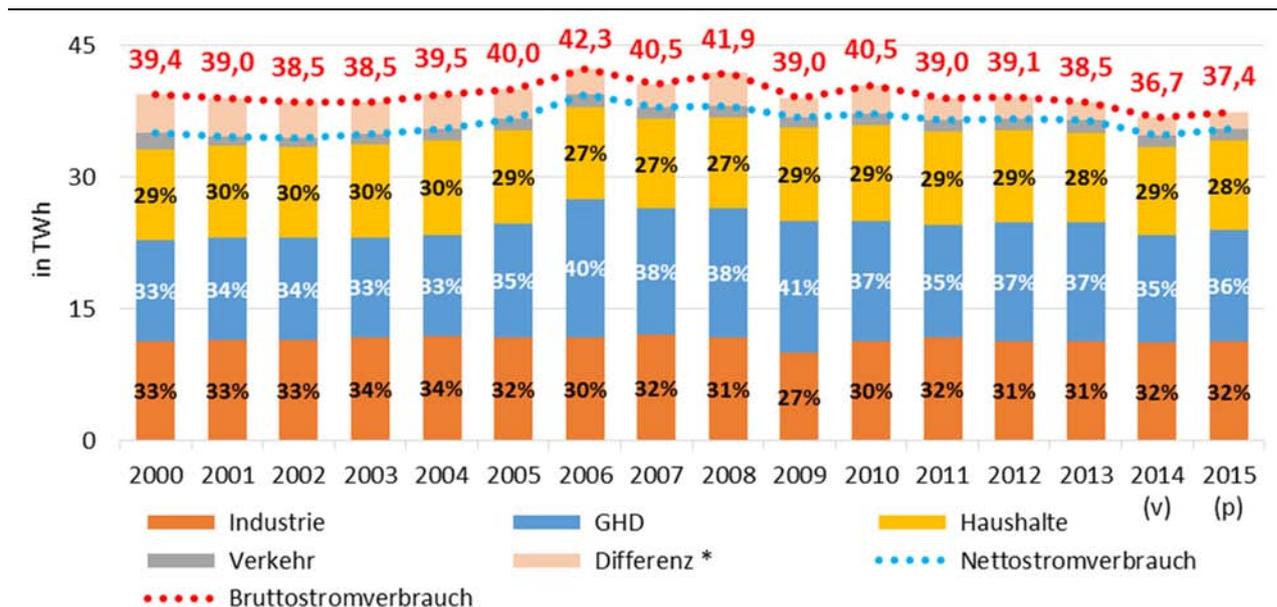
Die hohe Bedeutung des Dienstleistungssektors für die hessische Wirtschaft spiegelt sich auch im Stromverbrauch nach Verbrauchssektoren wider: So weist auch im Jahr 2015 der Bereich GHD mit einem Anteil von 36 Prozent den höchsten Beitrag am gesamten hessischen Nettostromverbrauch auf, gefolgt von der Industrie (32 %) und den privaten Haushalten (28 %). Der Verkehrssektor hat demgegenüber für den Stromverbrauch in Hessen nur eine marginale Bedeutung.

**Abbildung 11: Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000 – 2015**  
(in TWh)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

**Abbildung 12: Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000 – 2015** (in TWh, Anteilswerte in %)



\* Verbrauch im Umwandlungssektor/Eigenverbrauch und Übertragungsverluste

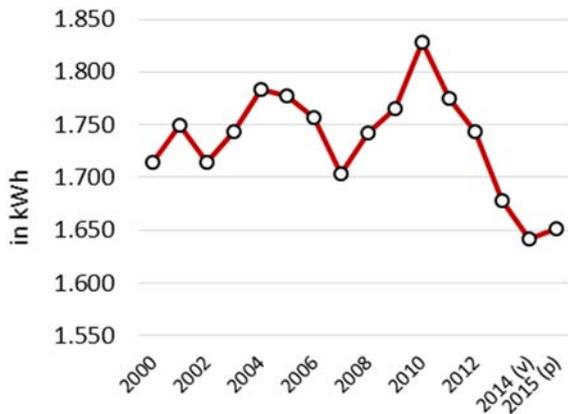
Quelle: Sektoren Industrie und Verkehr: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Haushalte: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### Stromverbrauch pro Einwohner

In Abbildung 13 ist die Entwicklung des Pro-Kopf-Stromverbrauchs der privaten Haushalte in Hessen seit dem Jahr 2000 dargestellt. Im Jahr 2015 ist der Verbrauch gegenüber dem Vorjahr zwar leicht auf 1.650 Kilowattstunden (kWh) je Einwohner angestiegen, das Niveau von 1.715 kWh je Einwohner im Jahr 2000 wird

allerdings deutlich um 3,7 Prozent unterschritten. Gegenüber dem Höchststand des Jahres 2010, ein Jahr mit einem relativ strengen Winter und einem verstärkten Einsatz von strombetriebenen Heizgeräten und Wärmepumpen, errechnet sich sogar ein Rückgang von 9,7 Prozent. Die privaten Haushalte haben damit in den letzten Jahren einen großen Beitrag zur Einsparung von Strom geleistet.

**Abbildung 13: Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000 – 2015 (in kWh)**



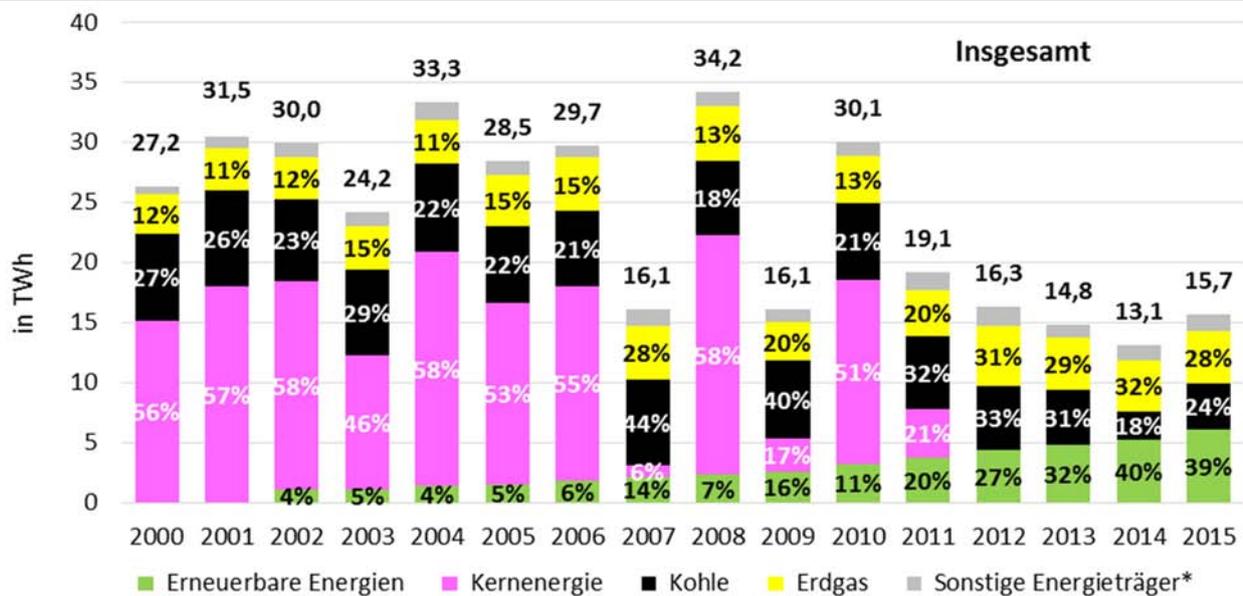
Quelle: HSL 2016a und IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

Im Jahr 2015 wurden in Hessen insgesamt 15,7 TWh Strom erzeugt, 2,5 TWh bzw. 19,4 Prozent mehr als im Vorjahr. Besonders stark fiel die Zunahme beim Energieträger Kohle mit der Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Staudinger aus.

Aber auch im Jahr 2015 leisteten wie bereits im Vorjahr erneuerbare Energien mit 39 Prozent den größten Beitrag aller Energieträger zur Stromerzeugung, vor Erdgas (28 %) und Kohle (24 %) in Hessen (siehe Abbildung 14).

**Abbildung 14: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000 – 2015 (in TWh, Anteilswerte in %)**



\*) Mineralöl, nicht-biogene Abfälle, Pumpspeicherwerke usw.

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

### 3.4 Energieeffizienz

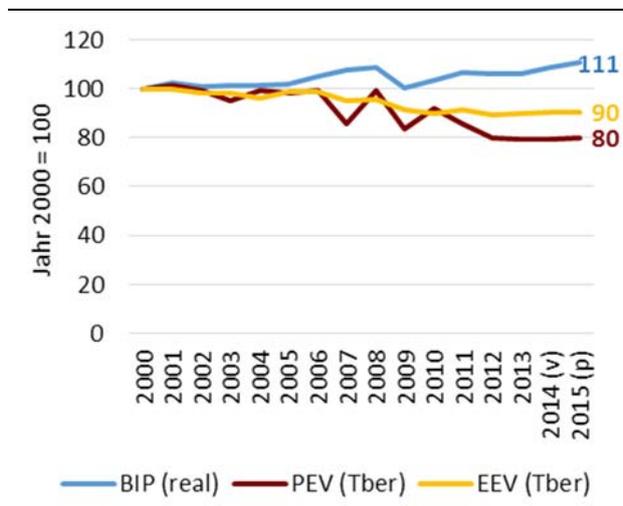
Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz sind wesentliche Handlungsfelder der Energiewende in Hessen. Im Folgenden wird daher die Entwicklung der Energieeffizienz, gemessen anhand der Energieproduktivität, betrachtet.

In Abbildung 15 sind zunächst die Entwicklungen des temperaturbereinigten Primär- und des temperaturbereinigten Endenergieverbrauchs im Zeitraum von 2000 bis 2015 der Entwicklung der hessischen Wirtschaftsleistung gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP) gegenübergestellt. Die Temperaturbereinigung (Tber) wurde

vorgenommen, um Witterungseinflüsse wie z. B. besonders strenge oder besonders milde Winter zu eliminieren. Ohne eine solche Temperaturbereinigung würde in einem besonders milden Winter auch ohne Energiesparmaßnahmen eine Effizienzsteigerung suggeriert werden. Um die Zeitreihen miteinander vergleichen zu können, wurde eine Indexdarstellung gewählt.

Das reale BIP hat sich im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr um 1,7 Prozent erhöht.<sup>2</sup> Der temperaturbereinigte PEV weist hingegen nur eine leichte Zunahme in Höhe von 0,9 Prozent im Vergleich zu 2014 auf. Beim temperaturbereinigten EEV ist sogar ein leichter Rückgang um 0,2 Prozent gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen.<sup>3</sup>

**Abbildung 15: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt, Primär- und Endenergieverbrauch**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Insgesamt hat sich die langfristig zu beobachtende Entkopplung von einem signifikanten Wirtschaftswachstum auf der einen Seite einhergehend mit einem moderaten bzw. rückläufigen Energieeinsatz auf der anderen Seite weiter fortgesetzt: So ist seit 2000 ein ansteigendes BIP bei gleichzeitig sinkendem Endenergie- und Primärenergieverbrauch erkennbar.

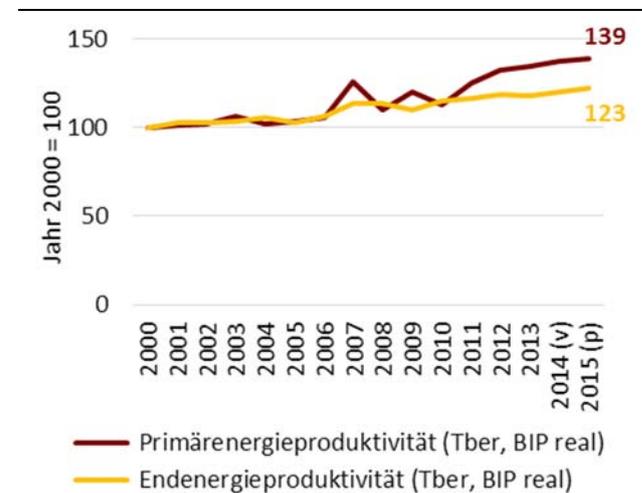
Die hessische Wirtschaftsleistung ist über den gesamten betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2015 real um 11 Prozent gewachsen. Im gleichen Zeitraum ist der Endenergieverbrauch um 10 Prozent und der Primärenergieverbrauch um 20 Prozent zurückgegangen. Die deutlichen

Schwankungen beim PEV in Abbildung 15 sind auf Sondereffekte aufgrund von reparaturbedingten Abschaltungen in den Jahren 2007 und 2009 bzw. auf die endgültige Stilllegung des Atomkraftwerks Biblis im Jahr 2011 zurückzuführen.

### Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

Die gegenläufigen Entwicklungen von Wirtschaftsleistung und Energieverbrauch schlagen sich in einer deutlich steigenden Energieproduktivität nieder, d. h. mit einer gegebenen Menge an Energie kann im Zeitverlauf immer mehr Wirtschaftsleistung produziert werden. Im Jahr 2015 ist die temperaturbereinigte Primärenergieproduktivität gegenüber dem Vorjahr um 0,8 Prozent und die temperaturbereinigte Endenergieproduktivität um 1,9 Prozent angestiegen. Im gesamten Betrachtungszeitraum beträgt der Produktivitätszuwachs des PEV 39 Prozent, wie Abbildung 16 zeigt. Die Endenergieproduktivität ist in einem etwas geringeren Umfang um 23 Prozent gestiegen.

**Abbildung 16: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität 2000 – 2015** (Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

- Für die Berechnungen im Kapitel 3.4 wurden die für den Zeitraum von 2000 bis 2015 als Kettenindizes vorliegenden Zeitreihen des Bruttoinlandsprodukts und der Bruttowertschöpfung verwendet.
- Ausführliche Daten zum temperaturbereinigten Primär- und Endenergieverbrauch für Hessen sind in der Veröffentlichung des IE Leipzig (2016a) zu finden.

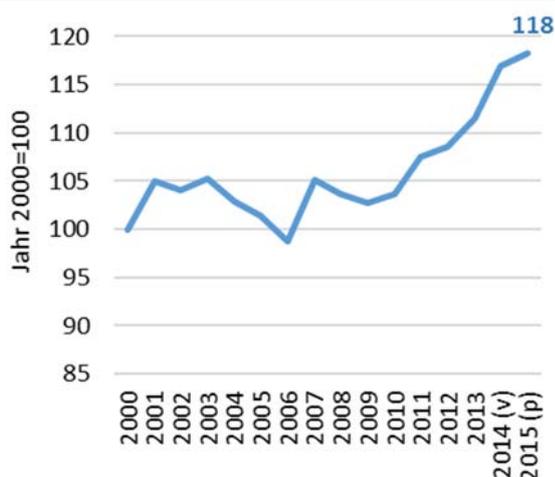
### Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Im Jahr 2015 ist die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität (reales BIP je MWh temperaturbereinigtem Bruttostromverbrauch) um 1,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Ursächlich für diesen Anstieg ist die stärkere Zunahme des realen BIP in Höhe von 1,7 Prozent im Vergleich zum Anstieg des temperaturbereinigten Bruttostromverbrauchs in Höhe von 0,6 Prozent.

Im gesamten Betrachtungszeitraum ist die Stromproduktivität um 18 Prozent gestiegen (siehe Abbildung 17). Ein deutlicher Anstieg der Stromproduktivität ist seit dem Jahr 2009 erkennbar. Gründe hierfür sind vor allem der Einsatz effizienterer Technologien sowie der bewusster Umgang der Verbraucher mit Energie.

**Abbildung 17: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität 2000 – 2015**

(Tber, Index 2000 = 100)



Quelle: IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

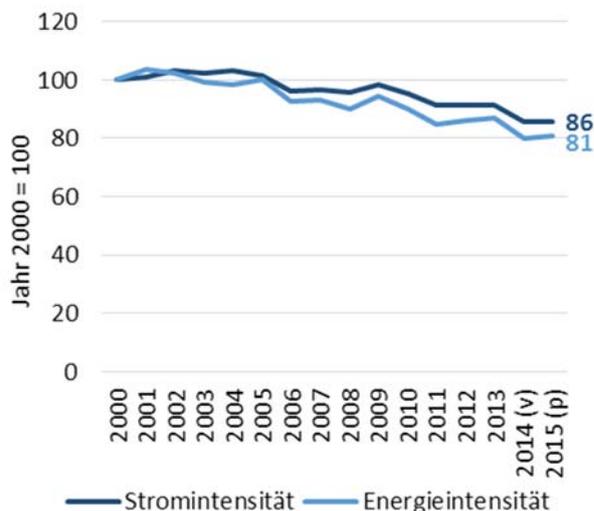
### Energie- und Stromintensität der Industrie

Neben der gesamtwirtschaftlichen Energie- und Stromproduktivität wird nachfolgend die Energie- und Stromintensität der Industrie betrachtet. Die Energie- bzw. Stromintensität gibt an, wie viel Energie bzw. Strom aufgewendet wird, um eine Einheit wirtschaftliche Leistung zu erzeugen. Sie wird berechnet durch den Quotienten

aus Energieverbrauch (MWh) bzw. Nettostromverbrauch<sup>4</sup> (MWh) je Bruttowertschöpfung (Euro). In Abbildung 18 wird die Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen dargestellt.<sup>5</sup> Nach einem deutlichen Rückgang der Energie- und Stromintensität seit dem Jahr 2009 hat sich im Jahr 2015 der Energie- und Stromeinsatz im Verarbeitenden Gewerbe in Hessen etwas stärker erhöht als die reale Wirtschaftsleistung. Zur Erzeugung von realer Bruttowertschöpfung im Wert von 1.000 Euro wurden knapp 716 kWh Energie, davon 265 kWh Strom, verbraucht.

**Abbildung 18: Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000 – 2015**

(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Differenzierte Angaben zur Bruttowertschöpfung für die einzelnen Industriebranchen (Verarbeitendes Gewerbe und Bergbau) liegen aktuell bis zum Jahr 2013 vor. Abbildung 19 zeigt, dass die Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen die mit Abstand energieintensivste Industriebranche in Hessen ist, auf die allerdings nur 3,6 Prozent der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung entfallen. Für je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung aus der Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen wurden im Jahr 2013 im Durchschnitt 3.338 kWh Energie (davon 786 kWh Strom) eingesetzt. Die stromintensivste Branche mit 848 kWh je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung ist der Bergbau, der

- Im Gegensatz zur gesamtwirtschaftlichen Betrachtung des Bruttostromverbrauchs werden in sektoraler Betrachtung der Kraftwerkseigenverbrauch und sonstige Verbrauch im Energiesektor, Netzverluste sowie Pumpstromverbrauch nicht berücksichtigt.
- Angaben zur Bruttowertschöpfung der Industrie (d. h. des Verarbeitenden Gewerbes und des Bergbaus) liegen momentan nur bis zum Jahr 2013 vor. Aktuelle Daten zur Bruttowertschöpfung bis zum Jahr 2015 liegen allerdings für das Verarbeitende Gewerbe vor. Deshalb wird hier zunächst die Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe dargestellt.

aber nur einen sehr geringen Anteil an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung von 0,3 Prozent aufweist.

Mit einigem Abstand folgt die Chemische Industrie mit einer durchschnittlichen Energieintensität von über 2.000 kWh je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung. Dabei ist die Chemische Industrie von großer Bedeutung für die hessische Wirtschaft. Über 13 Prozent der industriellen Bruttowertschöpfung in Hessen werden hier erwirtschaftet.

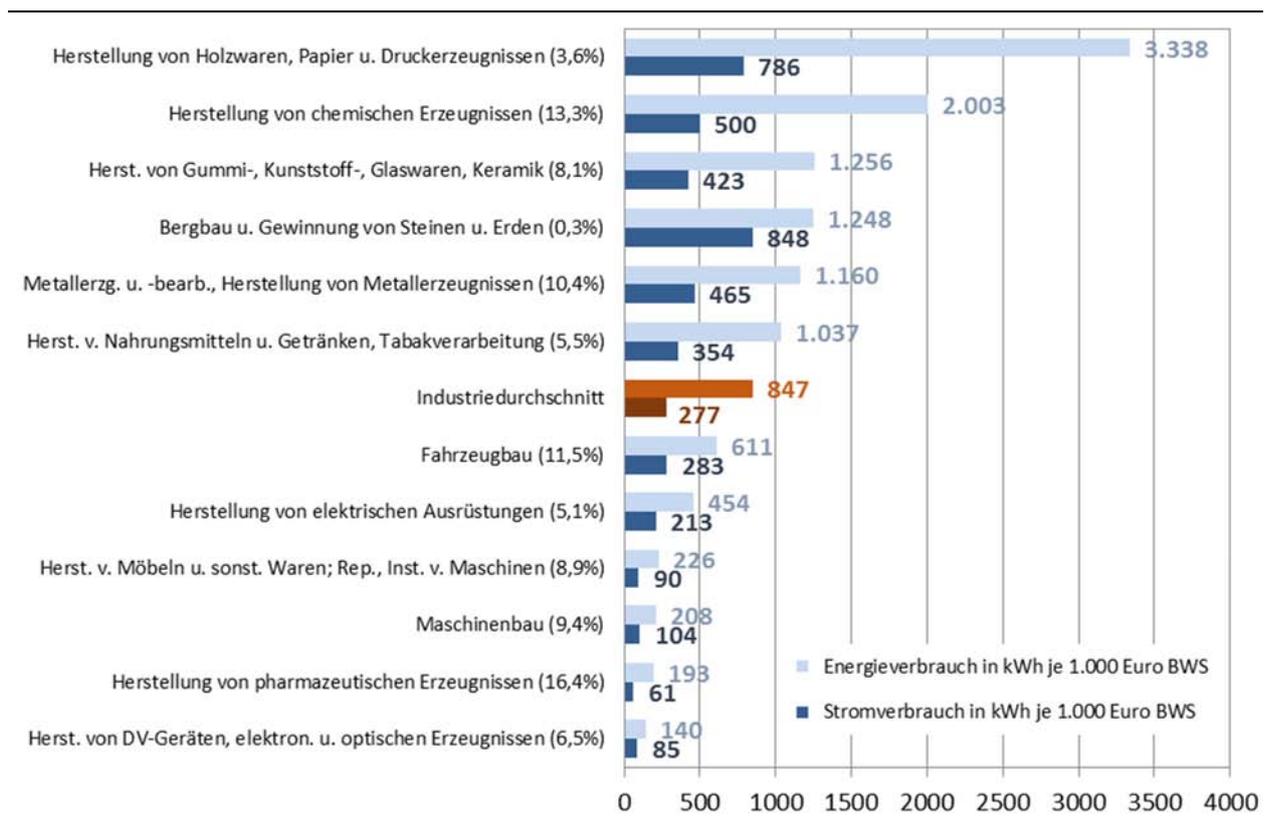
Die Branchen Herstellung von Gummi, Kunststoff, Glas und Keramik, Metallherzeugung und Metallbearbeitung sowie Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken weisen ähnliche Energieintensitäten von rund 1.000 bis 1.200 kWh je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung auf. Mit

über 10 Prozent hat die Metallindustrie unter diesen drei Branchen den höchsten Anteil an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung in Hessen.

Die Pharmaindustrie, die mehr als 16 Prozent der industriellen Bruttowertschöpfung in Hessen erwirtschaftet, gehört mit einer Energieintensität von 193 kWh je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung zusammen mit der Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (140 kWh je 1.000 Euro BWS) zu den zwei Branchen mit der niedrigsten Energie- und auch Stromintensität in Hessen.

Weitere für Hessen bedeutende Branchen, die ebenfalls vergleichsweise niedrige Energieintensitäten aufweisen, sind u. a. der Fahrzeugbau und der Maschinenbau.

**Abbildung 19: Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2013\***  
(in kWh je 1.000 Euro BWS)



\* Die Angabe in Klammern hinter den Branchenbezeichnungen gibt deren Anteil an der Bruttowertschöpfung der Industrie insgesamt an. Berücksichtigt bei den Angaben zu Energie- und Stromverbrauch werden alle Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten.

Quelle: HSL 2015, HSL 2016c, Berechnungen der Hessen Agentur.

# 4

## Erneuerbare Energien



## 4 Erneuerbare Energien

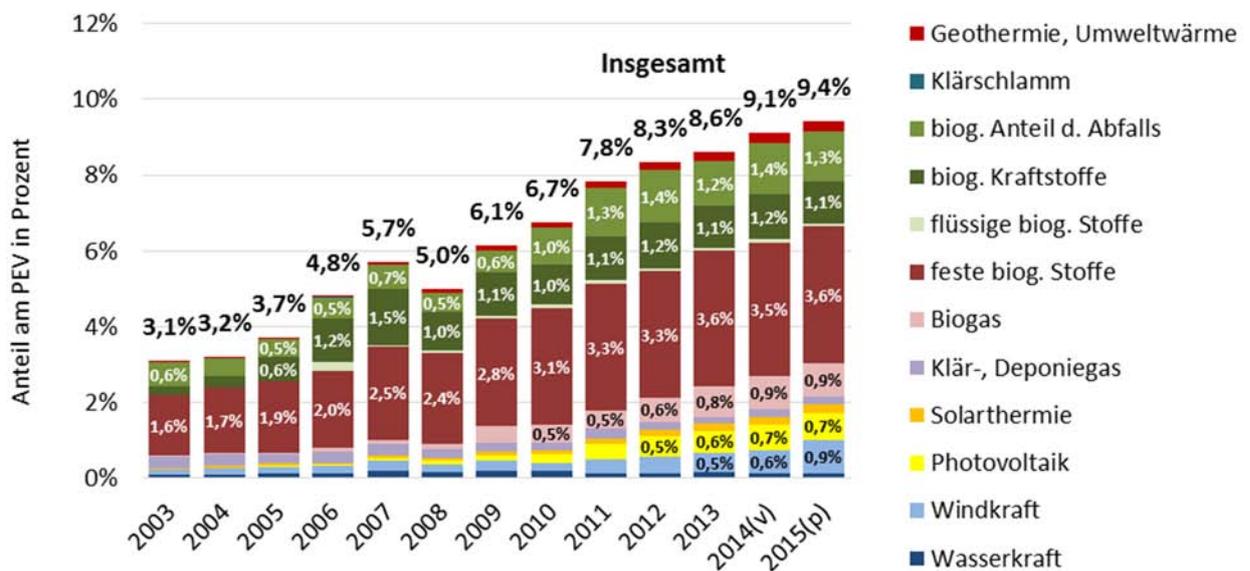
Die Umgestaltung der Energieversorgung – zunehmender Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien – trägt entscheidend zum Gelingen der Energiewende in Hessen bei. Die Energiewende umfasst die drei Sektoren Strom, Wärme sowie Verkehr. Die Darstellung der Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und des Treibstoffverbrauchs aus erneuerbaren Energien ist daher eine wichtige Aufgabe des Monitorings und wird in diesem Kapitel zusammengefasst. Differenziert nach erneuerbaren Energieträgern wird zunächst deren Bedeutung für den Primärenergieverbrauch (PEV) und im Anschluss für den Endenergieverbrauch (EEV) dargestellt.

### 4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch

Im Jahr 2015 haben erneuerbare Energien insgesamt 80,3 Petajoule (PJ) zum PEV beigetragen, dies entspricht einem Anteil von 9,4 Prozent (siehe Abbildung 20). Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr beziffert sich auf 7 Prozent. Dabei haben Windenergie und feste Biomasse maßgeblich zu dem Anstieg beigetragen.

Gegenüber dem Jahr 2003 hat sich die Bedeutung erneuerbarer Energien mehr als verdreifacht. Der hohe Bedeutungsgewinn der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch ist vor allem auf Zuwächse bei den biogenen Energieträgern zurückzuführen. Aber auch Windenergie und Photovoltaik, die im Jahr 2003 nur marginale Beiträge zum gesamten PEV leisteten, tragen mittlerweile zusammen zu 1,6 Prozent zum PEV in Hessen bei.

Abbildung 20: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003 – 2015 (in %)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

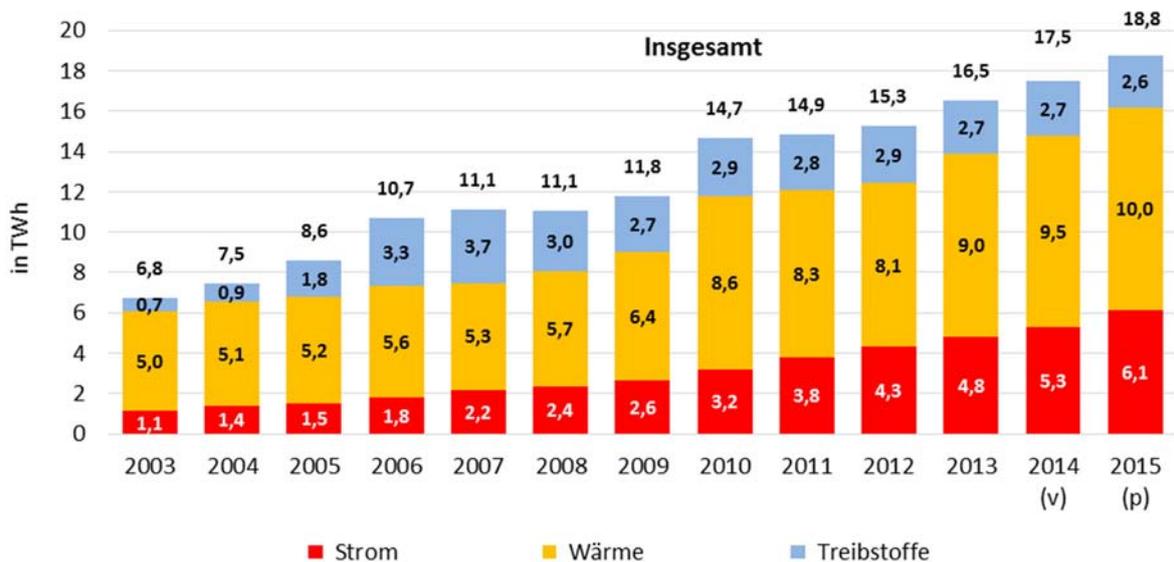
## 4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch

### Endenergieverbrauch an Strom, Wärme und Treibstoffen im Überblick

Der Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien betrug im Jahr 2015 insgesamt 18,8 Terawattstunden (TWh). Gegenüber dem Vorjahr ist dies ein Anstieg von

1,3 TWh bzw. 8 Prozent (siehe Abbildung 21). Mit 0,8 TWh bzw. 16 Prozent fiel dabei der Zuwachs bei Strom aus erneuerbaren Energien am stärksten aus. Bei Wärme aus erneuerbaren Energien beziffert sich der Anstieg im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr auf absolut 0,5 TWh bzw. 6 Prozent. Bei erneuerbaren Treibstoffen ist hingegen eine leichte Abnahme von 0,1 TWh bzw. -4 Prozent festzustellen.

**Abbildung 21: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe 2003 – 2015 (in TWh)**



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Abbildung 22 zeigt die Entwicklung des EEV an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe im Zeitraum von 2003 bis 2015 in Form einer Indexdarstellung. Über den gesamten Zeitraum hinweg ist die Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kontinuierlich steigend, am aktuellen Rand mit zunehmendem Tempo. Der Kurvenverlauf der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien ist zunächst bis zum Jahr 2008 nur relativ schwach aufwärtsgerichtet, hat seitdem an Bedeutung gewinnen können und steigt seit dem Jahr 2012 kontinuierlich an. Bei den Biotreibstoffen ist zunächst von 2000 bis 2007 ein sehr dynamischer Verlauf zu erkennen. Ursächlich hierfür war eine Steuerbefreiung für Biodiesel bis zum Jahr 2007. Mit Rücknahme dieser Befreiung kam dieser Aufwärtstrend unmittelbar zum Erliegen.

### Stromsektor

Im Jahr 2015 trugen erneuerbare Energien mit insgesamt 6.140 Gigawattstunden (GWh) zur Stromerzeugung in Hessen bei (siehe Abbildung 23). Dies waren 850 GWh bzw. 16 Prozent mehr als im Vorjahr. Die mit Abstand stärkste absolute Zunahme ist bei der Windenergie mit einer Steigerung von rund 700 GWh festzustellen (siehe dazu auch Kapitel 6.2).

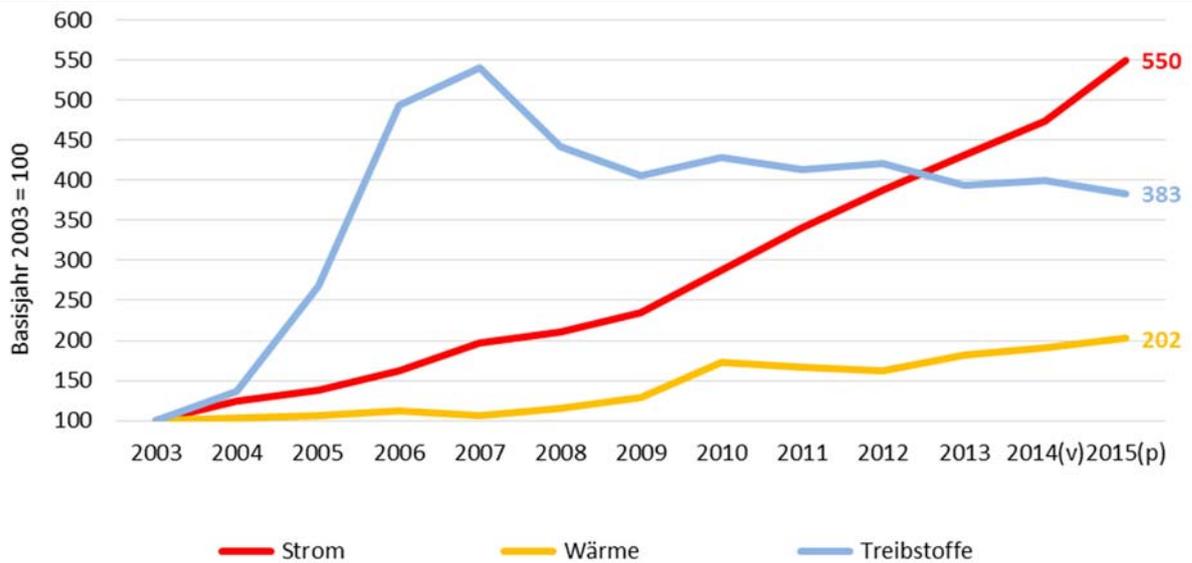
Bei differenzierter Betrachtung waren die Anteile von Windenergie (35 %) und Photovoltaik (27 %) am größten, gefolgt von Biogas (12 %), fester Biomasse und biogenem Anteil des Abfalls mit jeweils 9 Prozent.

Die Hessische Landesregierung strebt eine Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien ausgehend von 12,5 Prozent im Jahr 2013 auf 25 Prozent bis zum Ende der Legislaturperiode im Jahr 2019 an. Nach dem Hessischen Energiezukunftsgesetz (HEG) soll zudem im Jahr

2050 der Stromverbrauch in Hessen möglichst vollständig durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Abbildung 24 zeigt die Anteilsentwicklung der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch für den Zeitraum von 2000

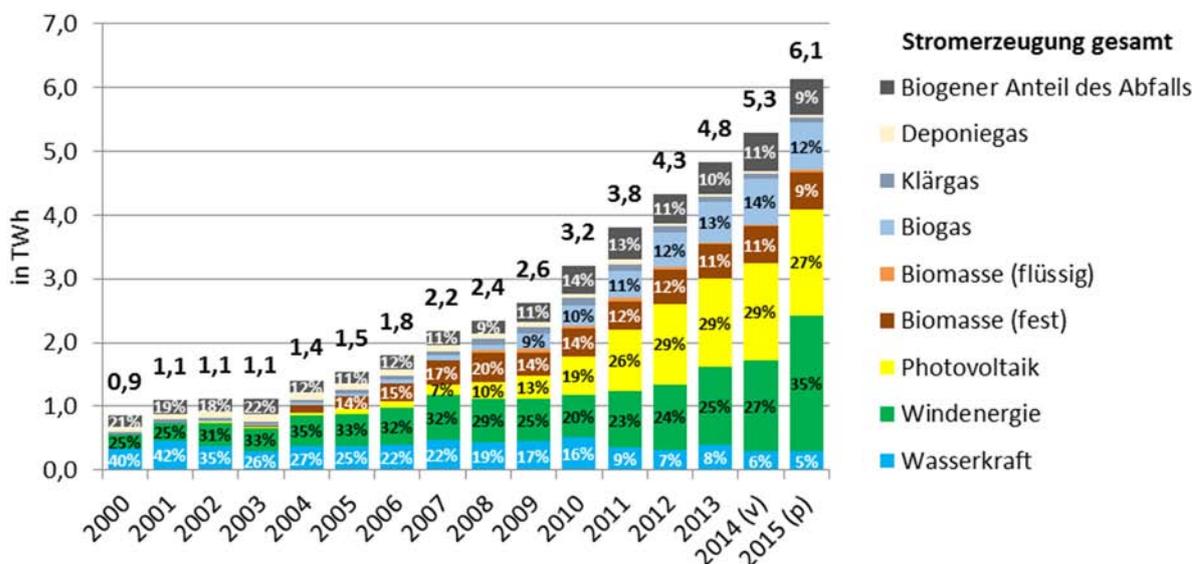
bis 2015. So konnten im Jahr 2015 in Hessen 16,4 Prozent des gesamten Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Im Jahr 2014 waren es 14,4 Prozent.

**Abbildung 22: Entwicklung von Strom, Wärme und Treibstoffen aus erneuerbaren Energien 2003 – 2015**  
(Index 2003 = 100)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

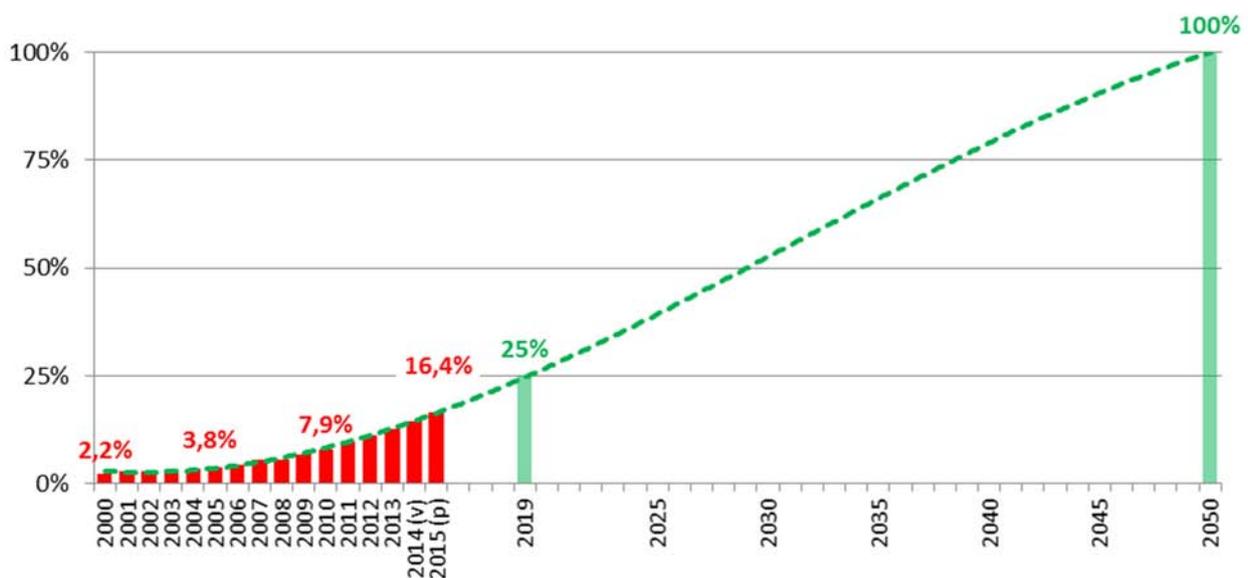
**Abbildung 23: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000 – 2015**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

In Abbildung 24 sind ebenfalls die Zielvorgaben für die Jahre 2019 (25 %) und 2050 (100 %) dargestellt. Wie die eingefügte Trendlinie zeigt, könnten diese Ziele bei einer weiter anhaltenden hohen Ausbaudynamik wie in der Vergangenheit erreicht werden. Mit dem am 1. Januar 2017 in Kraft tretenden EEG 2017, dem Strommarktgesetz und dem Digitalisierungsgesetz der Energiewende verändern sich allerdings die Rahmenbedingungen deutlich. Insbesondere wird ab 2017 die Vergütungshöhe des erneuerbaren Stroms nicht wie bisher gesetzlich festgelegt, sondern soll durch Ausschreibungen am Markt ermittelt werden.

**Abbildung 24: Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch (in %)**



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

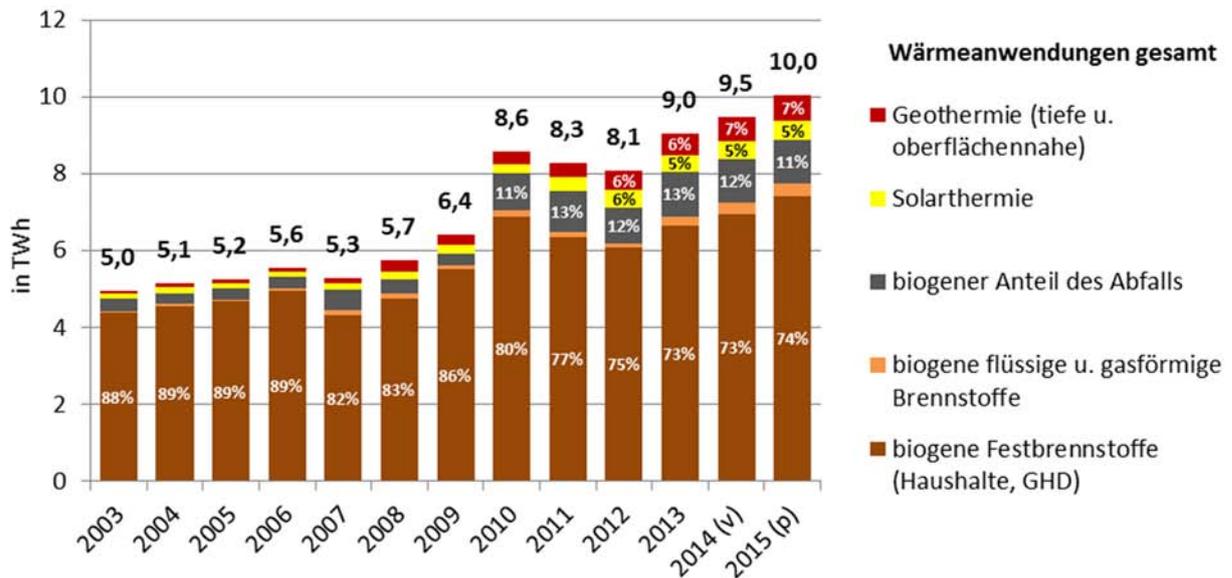
## Wärmesektor

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien beträgt im Jahr 2015 insgesamt 10 TWh. Gegenüber dem Vorjahr ist dies eine Zunahme in Höhe von rund 0,5 TWh bzw. 6 Prozent.

In Abbildung 25 ist die langfristige Entwicklung differenziert nach den einzelnen Energieträgern dargestellt. Eine dominierende Rolle nehmen über den gesamten betrachteten Zeitraum hinweg die biogenen Festbrennstoffe und dabei insbesondere Holz ein. So trug feste Biomasse im Jahr 2015 fast drei Viertel zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bei. Flüssige Biomasse und Biogas weisen relativ geringe Anteile an der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien auf.

Gemeinsam deckten Solarthermieranlagen und Wärmepumpen im Jahr 2015 rund 12 Prozent der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien ab. Solarthermieranlagen stellten dabei gut 510 GWh bereit. Geothermische Quellen und Umweltwärme konnten ihren Beitrag – mit fast 670 GWh im Jahr 2015 – in den letzten Jahren besonders deutlich ausbauen.

**Abbildung 25: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003 – 2015**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

## Verkehr

Im Verkehr sind erneuerbare Energien im Hinblick auf Treibstoffe von Relevanz. Biokraftstoffe werden als Reintreibstoffe und als Beimischung zu fossilen Treibstoffen genutzt. Daneben wird zwar auch Strom zu Mobilitätszwecken eingesetzt, zu dessen Gewinnung ebenfalls erneuerbare Energien beitragen. Da im Jahr 2015 der Stromanteil am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors insgesamt nur ein Prozent betrug (siehe Abbildung 48 in Kapitel 8.1), wird Strom hier nicht weiter betrachtet.

In Abbildung 26 ist der Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien in Hessen im Zeitraum von 2000 bis 2015 dargestellt. Insgesamt wird in Hessen für das Jahr 2015 vom Leipziger Institut für Energie ein Verbrauch an Biotreibstoffen von rund 2.600 GWh prognostiziert. Gegenüber dem Jahr 2014 mit einem Verbrauch von gut 2.700 GWh bedeutet dies einen Verbrauchsrückgang in Höhe von 4 Prozent.

Dabei war ab dem Jahr 2000 zunächst ein erheblicher Zuwachs des Einsatzes von Biotreibstoffen festzustellen. Dies war auf die Steuerbefreiung für Biodiesel, die den Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2007 auf einen Maximalwert von rund 3.700 GWh ansteigen ließ, zurückzuführen. Mit Rücknahme der Befreiung endete dieser Aufwärtstrend und der Verbrauch

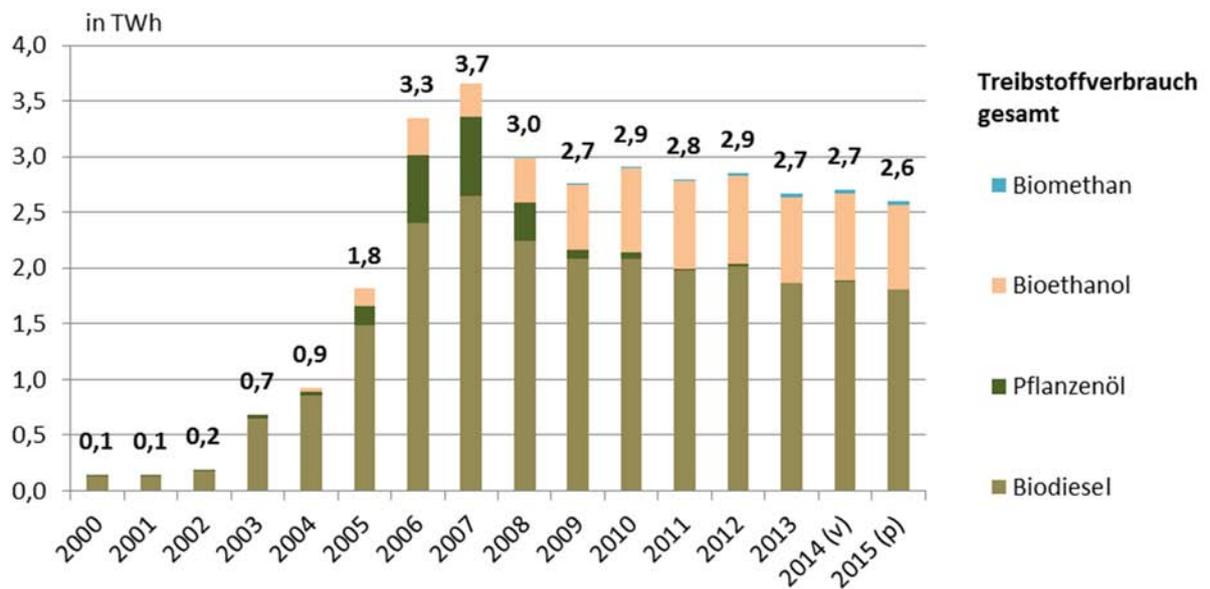
von Biotreibstoffen stagniert seitdem um Werte zwischen 2.600 und 2.900 GWh pro Jahr.

Mit einem Anteil von rund 70 Prozent ist Biodiesel der meistgenutzte Biotreibstoff. Der Verbrauch von Biodiesel bewegte sich in den letzten Jahren um einen Wert von rund 2.000 bis 1.800 GWh, für 2015 werden rund 1.800 GWh prognostiziert.

Weitere 29 Prozent entfallen auf Bioethanol. Der Einsatz von Bioethanol erreichte seinen bisherigen Höhepunkt mit einem Verbrauch von 800 GWh im Jahr 2012. Seitdem stabilisiert sich der Verbrauch auf einem geringfügig niedrigeren Niveau von voraussichtlich rund 760 GWh in 2015.

Pflanzenöl und Biomethan zusammengenommen machen im Jahr 2015 nur wenig mehr als ein Prozent der Biotreibstoffe aus. Der Verbrauch von Biomethan nahm zunächst stetig zu und erhöhte sich bis auf 36 GWh im Jahr 2014. Für 2015 wird ein leichter Rückgang auf 31 GWh prognostiziert.

Das Maximum des Verbrauchs von Pflanzenöl als Treibstoff wurde im Jahr 2007 mit einem Wert von gut 700 GWh erreicht. Seither ist die Bedeutung von Pflanzenöl als Treibstoff deutlich zurückgegangen und spielt im Jahr 2015 mit einem Verbrauch von 2 GWh nur noch eine marginale Rolle.

**Abbildung 26: Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000 – 2015 (in TWh)**

Quelle: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

# 5

## Wärme



-16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 °C

⊕ SPOT MAX 6.16°C

## 5 Wärme

Das Schwerpunktthema des ersten Monitoringberichts zur Energiewende in Hessen war die Entwicklung der erneuerbaren Energien, deren Ausbau elementar für den Erfolg der Energiewende ist. Mit dem Schwerpunkt Wärmesektor stehen im zweiten Monitoringbericht der Endenergieverbrauch (EEV) für die Wärmeerzeugung und der gebäuderelevante EEV im Fokus. Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen bei der Wärmeerzeugung und -verwendung können ebenfalls entscheidend zum Gelingen der Energiewende beitragen.

Auf die Erzeugung von Wärme entfällt mehr als ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen, ein großer Teil davon auf die Nutzung in Gebäuden, z. B. für Heizung und Warmwasseraufbereitung. Energiebilanzen zeigen detailliert den Endenergieeinsatz in den Sektoren Industrie, Verkehr, private Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Damit wird die Energienutzungskette jedoch nicht vollständig abgebildet. So wird aus der Energiebilanz nicht direkt ersichtlich, wie die Energie in den einzelnen Verwendungsbereichen für Wärme und Kälte, Prozesswärme, mechanische Energie, Elektronik und Beleuchtung eingesetzt wird. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass der Endverbraucher die von ihm letztlich gewünschte Energiedienstleistung (z. B. gute Beleuchtung, angenehm temperierter Wohnraum) realisieren kann. Da dazu die Kenntnis der verschiedenen Anwendungsbereiche erforderlich ist, wurde unter Leitung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen eine Methode zur Erstellung einer Anwendungsbilanz für Deutschland entwickelt. Damit kann der Endenergieverbrauch für einzelne Wärmeanwendungen z. B. für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasseraufbereitung der privaten Haushalte quantifiziert werden.

Diese Methode lässt sich auf Hessen übertragen, wenn die Wohnungs- und Heizungsstrukturen in Hessen und Deutschland relativ ähnlich sind. Dazu wird ein Strukturvergleich nach Alter und Größe der Wohnungen sowie der überwiegend zum Heizen verwendeten Energieart zwischen Hessen und Deutschland vorgenommen. Abschließend wird die Nachfrageentwicklung von Förderprogrammen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden in Hessen dargestellt.

### 5.1 Endenergieverbrauch

Im Jahr 2015 betrug der EEV für Wärmeanwendungen 290 Petajoule (PJ) in Hessen (siehe Abbildung 27). Dies waren 14 PJ bzw. 5,2 Prozent mehr als im Vorjahr, was insbesondere auf die kühlere Witterung zurückzuführen

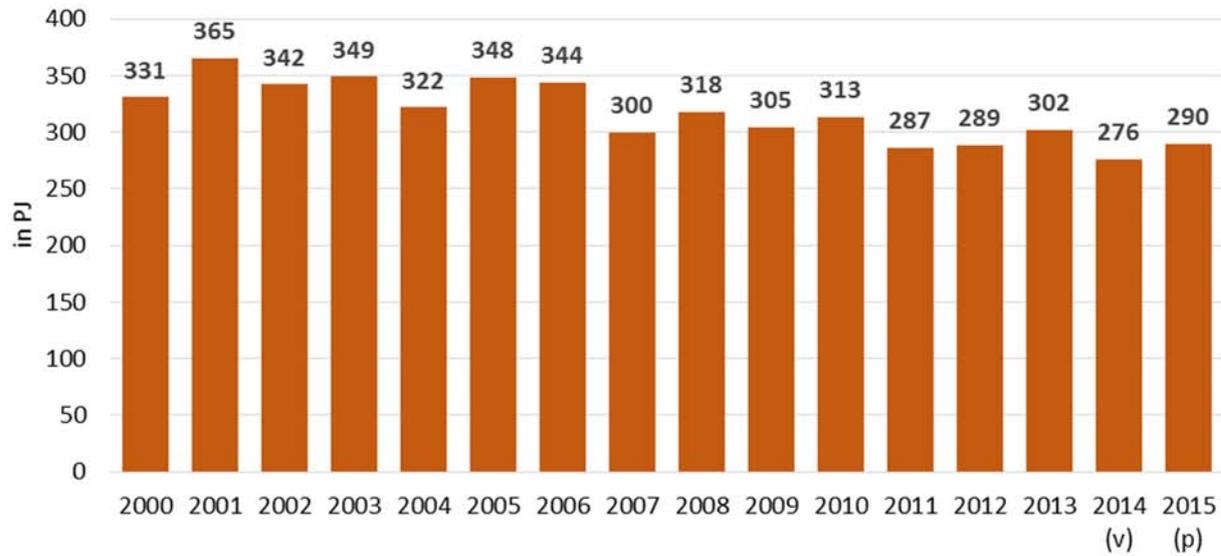
ist. In Hessen betrug der Anteil des Wärmebereichs (Raumwärme, Warmwasseraufbereitung und Prozesswärme) am gesamten EEV im Jahr 2015 zusammen 37,3 Prozent. In Deutschland hatte der Wärmebereich mit mehr als der Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs einen deutlich höheren Anteil. Zu erklären ist dieser Unterschied zwischen Hessen und Deutschland durch die hohe Bedeutung, die der Verkehrssektor für den EEV in Hessen hat. So hat der Verkehrssektor durch den Flughafen Frankfurt am Main in Hessen mit 47 Prozent einen wesentlich höheren Anteil am EEV als in Deutschland (29,5 %).

Erneuerbare Energien haben im Jahr 2015 insgesamt 36,2 PJ zum EEV für Wärmeanwendungen beigetragen, was einem Anteil von 12,5 % entspricht (siehe hierzu auch Kapitel 4.2).

### 5.2 Strukturvergleich des Wohnungsbestandes

Alle vier Jahre wird die jährlich durchgeführte Grunderhebung des Mikrozensus um eine Zusatzerhebung speziell zur Wohnsituation der Bevölkerung ergänzt. Dabei werden ein Prozent aller Haushalte in Deutschland nach Art und Größe des Gebäudes, nach Alter und Fläche der Wohnung, nach der Ausstattung der Wohnung mit Heizungsanlagen sowie nach den überwiegend verwendeten Energieträgern befragt. Da im Jahr 2010 sowohl die Anzahl als auch die Formulierungen der Fragen zur Wohnsituation weiterentwickelt wurden, um die Plausibilisierungs- und Hochrechnungsverfahren zu verbessern, ist ein Vergleich mit vorherigen Erhebungen nicht möglich. Turnusgemäß wurde auch im Jahr 2014 wieder eine Zusatzerhebung durchgeführt. Da deren Ergebnisse aber bisher noch nicht vorliegen, werden im folgenden Strukturvergleich der Wohnsituation von Hessen mit Deutschland die Ergebnisse für das Jahr 2010 verwendet. Allerdings handelt es sich auch bei den Ergebnissen der 2010er Erhebung noch nicht um endgültige Werte (Statistisches Bundesamt 2012).

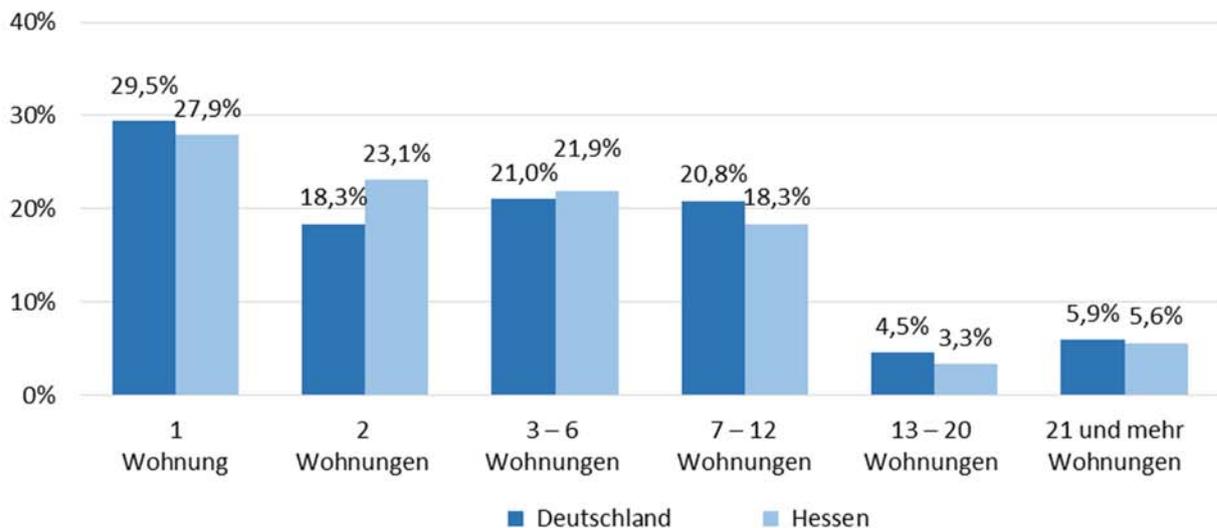
In Hessen gab es demnach im Jahr 2010 insgesamt 2,82 Mio. Wohnungen in Wohngebäuden, rund 188.000 davon waren zur Zeit der Erhebung nicht bewohnt, was einer Leerstandsquote von 7,2 Prozent entsprach. In Deutschland lag die Leerstandsquote bei 9,1 Prozent. In den folgenden Analysen werden ausschließlich die im Jahr 2010 bewohnten Wohnungen betrachtet: Für Hessen waren dies 2,63 Mio. und für Deutschland 36,1 Mio. Wohnungen.

**Abbildung 27: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000 – 2015 (in PJ)**

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Abbildung 28 zeigt vergleichend die Anzahl der Wohnungen je Gebäude in Hessen und Deutschland. Demnach gab es in Hessen etwas weniger Einfamilienhäuser, aber deutlich mehr Zweifamilienhäuser als im Bundes-

durchschnitt. Auf diese beiden Kategorien zusammengenommen entfielen in Hessen rund 51 Prozent und in Deutschland 48 Prozent aller Wohnungen. Insgesamt fallen die Unterschiede damit relativ gering aus.

**Abbildung 28: Anzahl der Wohnungen je Gebäude in Hessen und Deutschland 2010 (in %)**

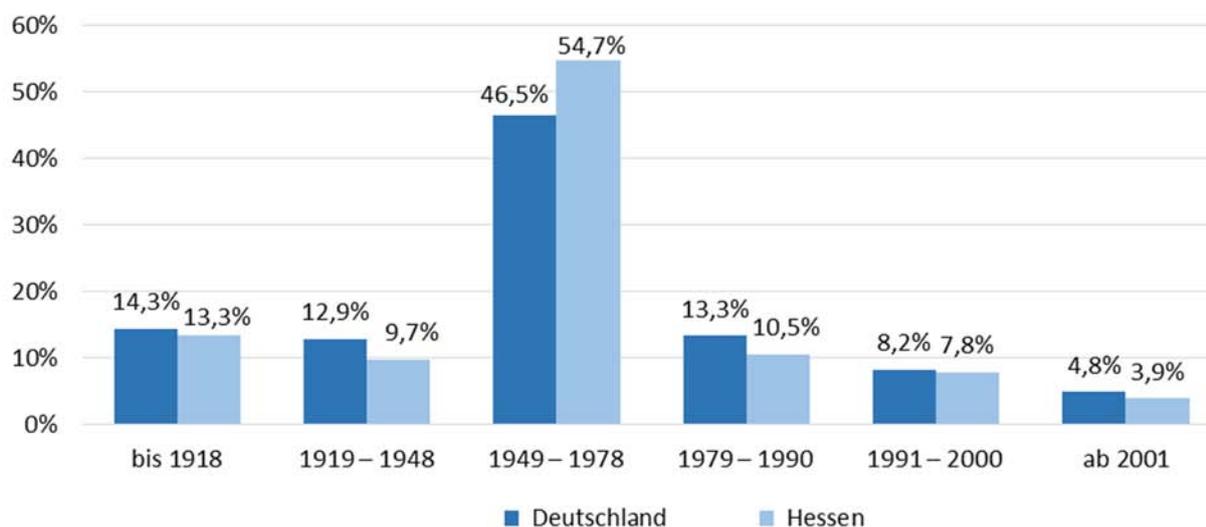
Quelle: Statistisches Bundesamt 2012.

Differenziert nach dem Alter der Wohnungen zeigt Abbildung 29, dass etwa die Hälfte aller Wohnungen in den Jahren zwischen 1949 und 1979 erbaut wurde. Der Anteil war in Hessen mit knapp 55 Prozent deutlich höher als im Bundesdurchschnitt mit knapp 47 Prozent. In allen anderen betrachteten Altersgruppen lagen die hessischen Anteile jeweils leicht unter dem Deutschlandwert. Die jeweiligen Unterschiede sind dabei insgesamt relativ gering ausgeprägt, was sich auch im Vergleich des Durchschnittsalters über alle Wohnungen zeigt: Im Bundes-

durchschnitt war eine Wohnung 52 Jahre alt, in Hessen betrug der Durchschnitt 51,5 Jahre.

Im jüngsten betrachteten Zeitraum von 2001 bis 2010 wurden in Hessen 102.000 Wohnungen neu errichtet, das entspricht knapp 4 Prozent aller hessischen Wohnungen. Im Bundesdurchschnitt trugen jüngere Wohnungen zu knapp 5 Prozent zum Wohnungsbestand bei.

**Abbildung 29: Alter der Wohngebäude in Hessen und Deutschland 2010 (in %)**



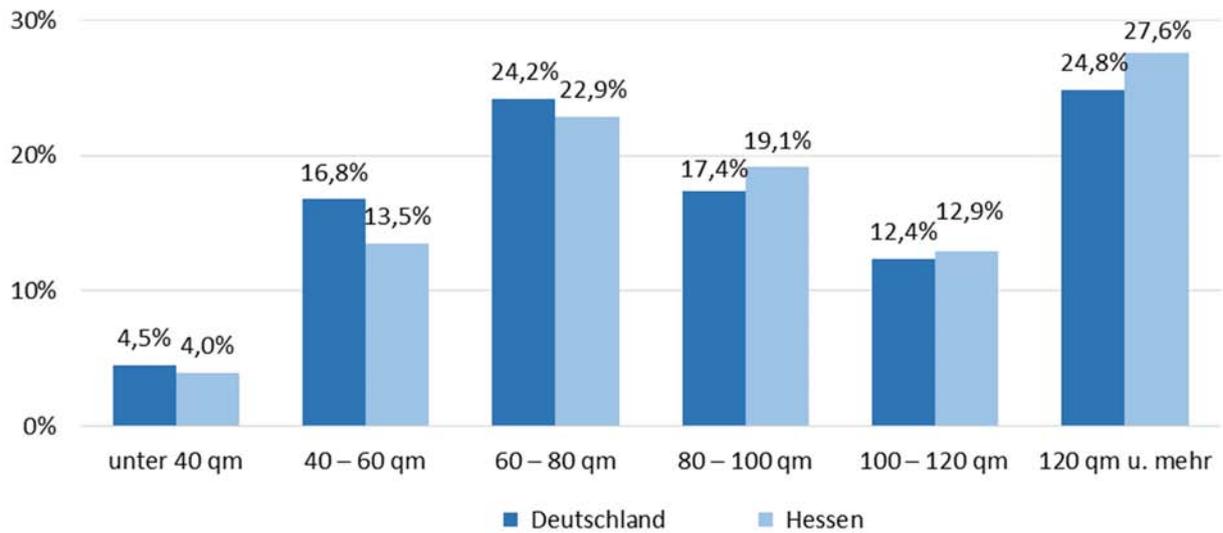
Quelle: Statistisches Bundesamt 2012.

Eine Wohnung in Hessen war im Schnitt 96,4 m<sup>2</sup> groß, gut 4 m<sup>2</sup> größer als im Bundesdurchschnitt (92,1 m<sup>2</sup>). Dies zeigt auch der differenzierte Vergleich in Abbildung 30. Dabei lagen die Anteile aller kleineren Wohnungsgruppen bis 80 m<sup>2</sup> für Deutschland über den Werten für Hessen, bei allen größeren Wohnungsgruppen war dies umgekehrt.

Bezogen auf die jeweilige Einwohnerzahl nehmen die Größenunterschiede zwischen Hessen und Deutschland deutlich ab. So entfielen in Hessen im Jahr 2010 auf einen Einwohner 46,3 m<sup>2</sup> Wohnfläche, in Deutschland lag der Wert bei 45,1 m<sup>2</sup>.

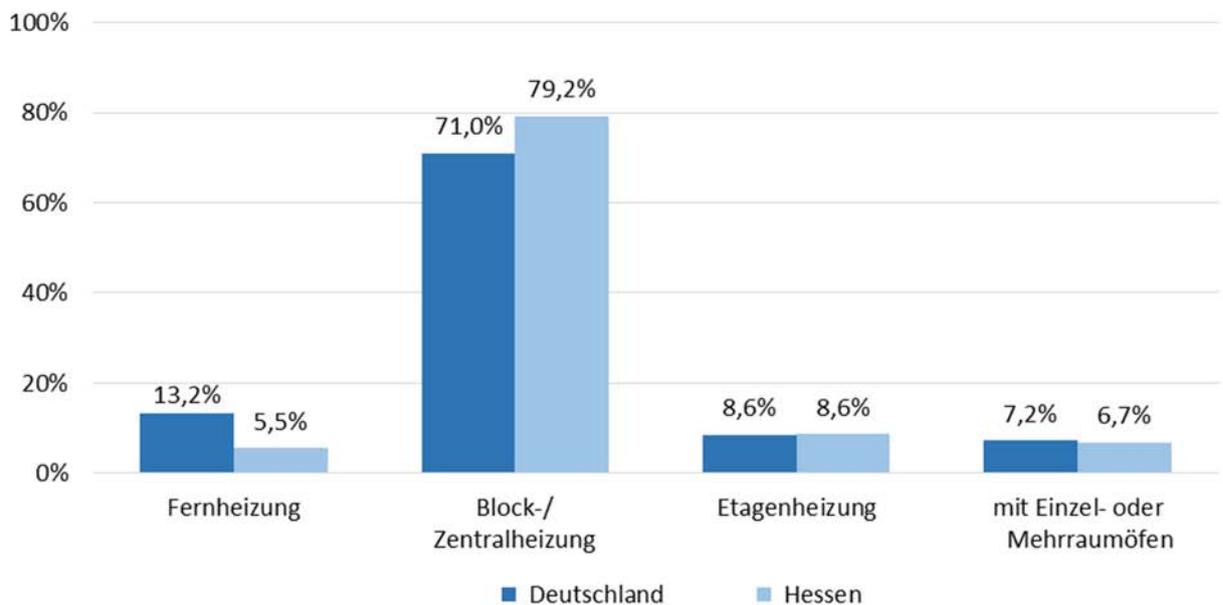
Die Wärmeaufbereitung erfolgt für die überwiegende Mehrzahl aller Wohnungen in Deutschland (71,0 %) und stärker noch in Hessen (79,2 %) durch eine Zentral- bzw. Blockheizung (siehe Abbildung 31). Im Jahr 2010 wurden 145.000 aller hessischen Wohnungen durch Fernwärme beheizt, was einem Anteil von 5,5 Prozent entspricht. Damit spielen Fernheizungen für den Wohnungsbestand in Hessen eine deutlich geringere Rolle als in Deutschland (13,2 %). Der hohe Fernheizungsanteil in Deutschland dürfte auf Entwicklungen in der ehemaligen DDR zurückzuführen sein. Die Anteilswerte von Etagenheizungen und Einzelöfen waren im Vergleich Deutschland und Hessen nahezu identisch.

Abbildung 30: Größe der Wohnungen in Hessen und Deutschland 2010 (in %)



Quelle: Statistisches Bundesamt 2012.

Abbildung 31: Art der Beheizung in Hessen und Deutschland 2010\* (in %)



\* Bei der Art der Beheizung unterscheidet man Fernheizung (Beheizung größerer Bezirke von einem entfernten, zentralen Heizwerk aus), Blockheizung (Beheizung eines Häuserblockes von einem außerhalb der Gebäude liegenden Heizsystem aus), Zentralheizung (Beheizung eines Gebäudes von einer im Gebäude befindlichen Heizung aus), Etagenheizung (Beheizung aller Räume einer Etage von einer Heizquelle aus) und Einzelraumheizung.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2012.

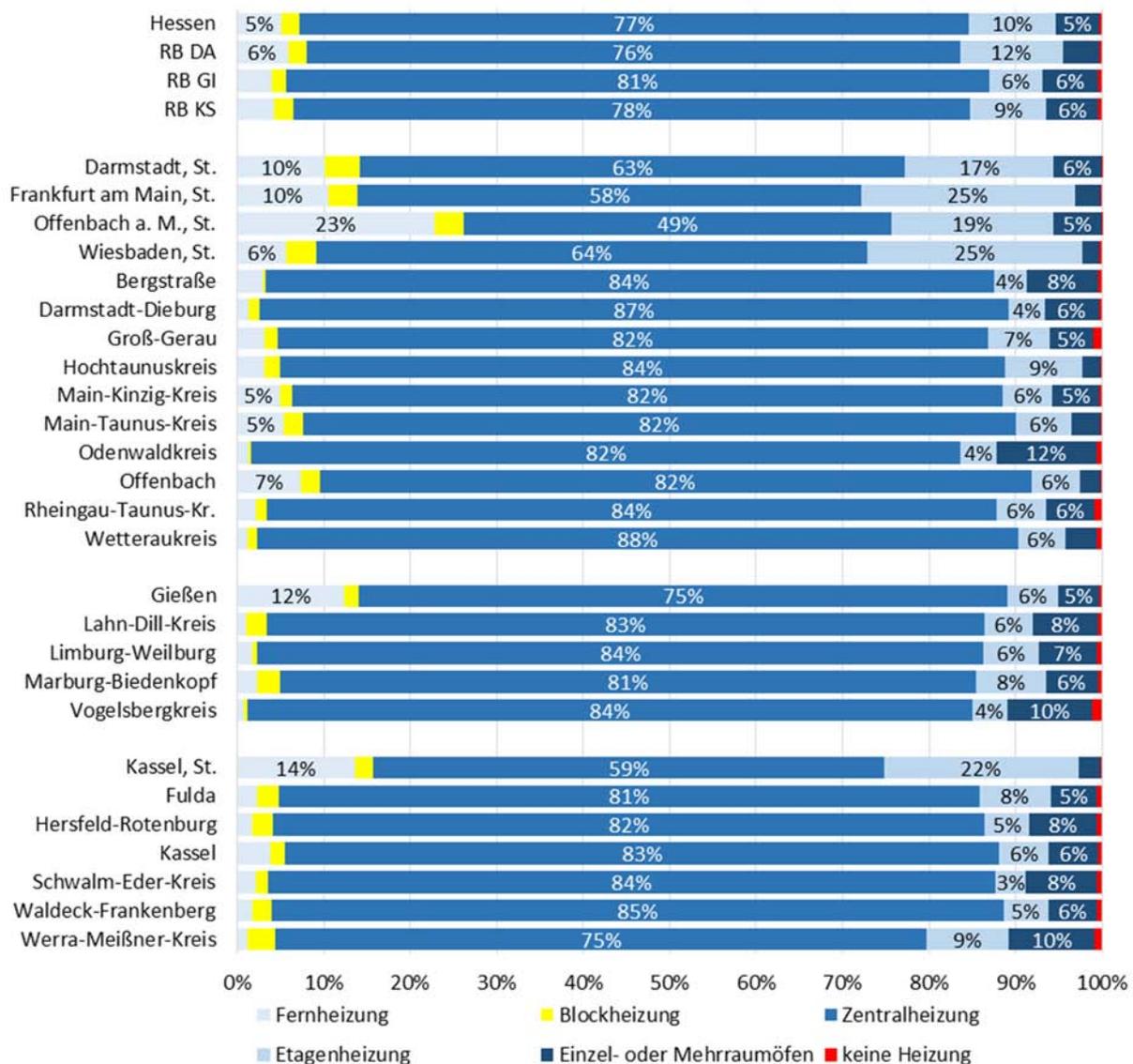
Das Merkmal „überwiegende Art der Beheizung“ wurde auch im Rahmen der Zensuserhebung abgefragt, die im Jahr 2011 durchgeführt wurde. Mit der Datengrundlage

des Zensus kann ein Vergleich der Beheizung für alle 26 hessischen Landkreise und kreisfreien Städte durchgeführt werden (siehe Abbildung 32).

Generell zeigt sich auch durch die Zensuszahlen die große Dominanz von Zentralheizungen für Hessen. Zusammen mit den Blockheizungen deckten sie in allen drei hessischen Regierungsbezirken jeweils weit mehr als die Hälfte aller Heizungen ab, in einigen Landkreisen – wie z. B. im Wetteraukreis – werden Anteilswerte von fast 90 Prozent erreicht. Eine deutlich niedrigere Bedeutung haben Zentralheizungen allerdings in allen kreisfreien Städten. Auch darüber hinaus zeigen sich deutliche Unterschiede bei der Art der Beheizung zwischen den großen Städten und den Landkreisen. So haben Etagen- und Fernheizungen für die Wärmeerzeugung in den hessischen Großstädten eine hohe Bedeutung. In Frankfurt und Wiesbaden haben Etagenheizungen einen Anteil von 25 Prozent, bei Fernheizungen hat die Stadt Offenbach

mit 23 Prozent den höchsten Anteil. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Errichtung eines Fernwärmenetzes erst bei großen Abnahmemengen ökonomisch rentabel wird. Zudem ist der Anteil von Mehrfamilienhäusern, die oftmals mit Etagenheizungen bestückt sind, an den Wohngebäuden insgesamt in großen Städten deutlich höher als in kleineren Städten und Gemeinden. In den Landkreisen liegen die Anteilswerte für beide Beheizungsarten daher überwiegend im niedrigen einstelligen Bereich. In den eher ländlich geprägten Regionen Hessens – wie z. B. Odenwald-, Vogelsberg- und Werra-Meißner-Kreis – haben hingegen Einzel- und Mehrraumöfen mit Anteilen von 10 Prozent und mehr eine relativ hohe Bedeutung für die Wärmebereitstellung in Wohnhäusern.

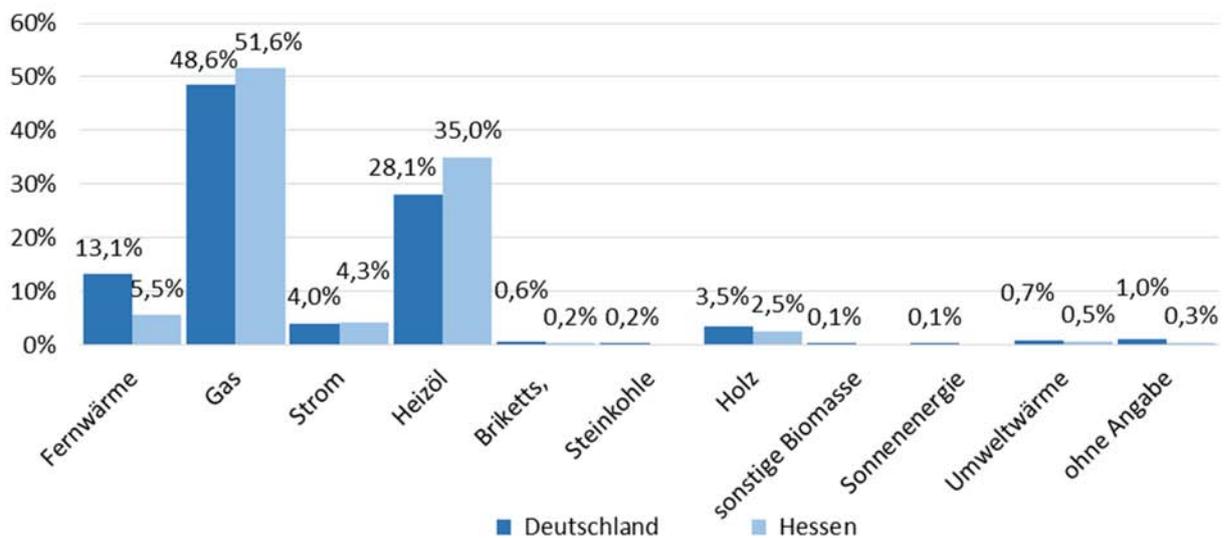
**Abbildung 32: Art der Beheizung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten:  
Ergebnisse der Zensuserhebung 2011 (in %)**



In Abbildung 33 ist die überwiegend verwendete Energiequelle der Beheizung auf Basis der Mikrozensuserhebung 2010 aufbereitet. Die mit großem Abstand wichtigste Energiequelle für die Wärmebereitstellung war Gas, das in Deutschland und Hessen für knapp bzw. gut die Hälfte aller Wohnungen als Brennstoff zur Wärmeerzeugung verwendet wird. Darauf folgt Heizöl mit Anteilen von 28,1 Prozent in Deutschland und sogar 35,0 Prozent in Hessen. Auf diese beiden Energiequellen zusammen entfallen damit knapp 77 Prozent in Deutschland und sogar knapp 87 Prozent in Hessen.

Die Unterschiede bei der Fernwärmenutzung korrespondieren mit der bereits in Abbildung 31 gezeigten Art der Beheizung. Der Anteil von Strom als Energiequelle der Beheizung ist in Deutschland und Hessen mit 4,0 Prozent bzw. 4,3 Prozent ähnlich hoch. Holz trägt in Deutschland zu 3,5 Prozent und in Hessen zu 2,5 Prozent zur Beheizung bei. Die Beiträge der übrigen Energiequellen liegen jeweils unter einem Prozent.

**Abbildung 33: Überwiegend verwendete Energiequelle der Beheizung in Hessen und Deutschland 2010 (in %)**



Quelle: Statistisches Bundesamt 2012.

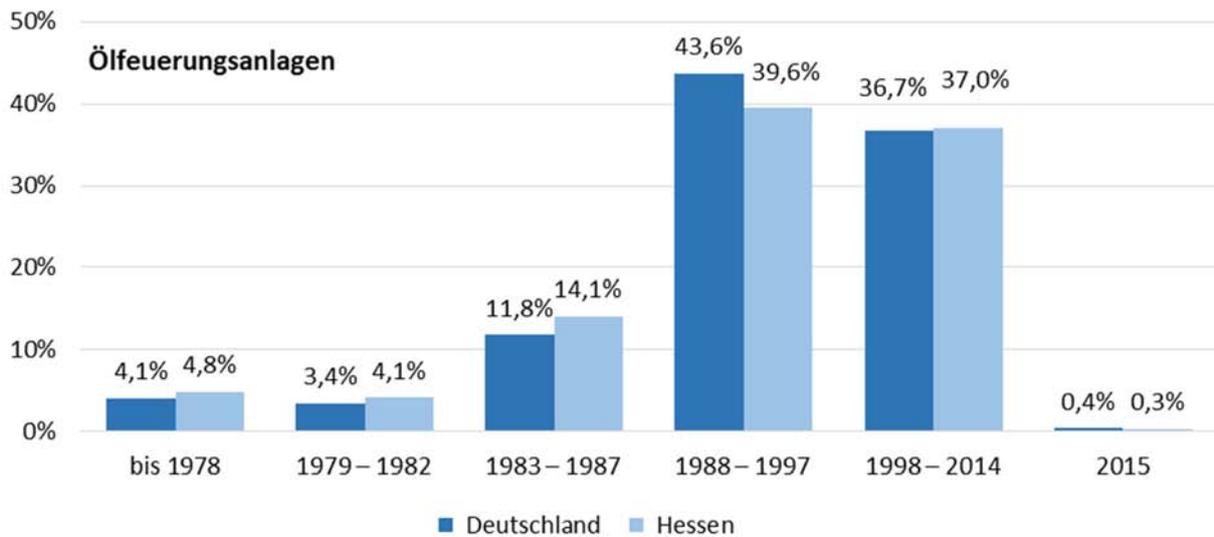
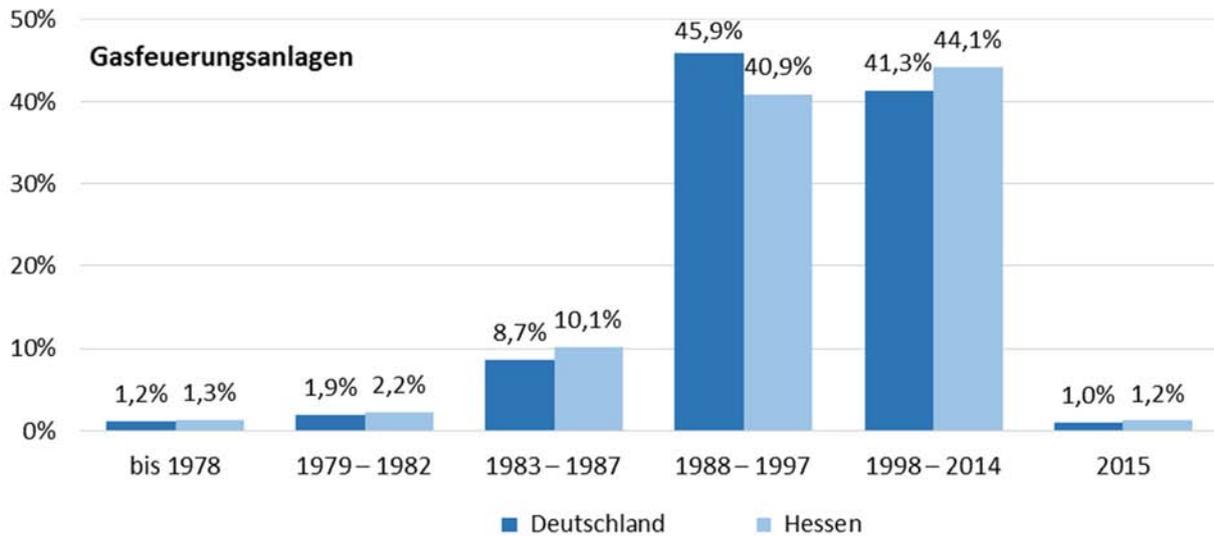
Abbildung 33 zeigt auch, dass erneuerbare Energiequellen im Jahr 2010 für den Gesamtwohnungsbestand noch eine relativ geringe Bedeutung hatten: 65.000 bzw. 2,5 Prozent aller hessischen Wohnungen werden überwiegend durch Holz, Holzscheite und Holzpellets beheizt. Hinzu kommen 14.000 Wohnungen bzw. 0,5 Prozent, die überwiegend durch Umweltwärme – aus Erde, Wasser und Luft – beheizt werden. Deutschlandweit summiert sich die Zahl der Wohnungen, die überwiegend mit Biomasse (ohne Holz) und Sonnenenergie heizen, auf 44.000 bzw. 0,2 Prozent. Angaben für Hessen hinsichtlich dieser beiden Energiequellen liegen in dieser Befragung nicht vor.

Angesichts der hohen Bedeutung von Gas- und Ölfeuerungsanlagen für die Wärmebereitstellung in Hessen und in Deutschland sollen diese im Folgenden auch differenziert nach Altersgruppen analysiert werden. Dazu konnten detaillierte Strukturdaten des Bundesverbandes (ZIV 2016) sowie des Landesinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks Hessen (LIV 2016) ausge-

wertet werden. Nach Angaben des Landesinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks Hessen waren am Ende des Jahres 2015 in Hessen insgesamt rund 592.000 Gasfeuerungsanlagen sowie rund 467.000 Ölfeuerungsanlagen in Betrieb. Die entsprechenden Deutschlandwerte belaufen sich auf 8,7 Mio. Gas- bzw. 5,1 Mio. Ölfeuerungsanlagen.

Differenziert nach dem Alter der Anlagen zeigt sich in Abbildung 34 folgendes Bild: Prinzipiell sind beim Strukturvergleich nach Altersgruppen sowohl bei Gas- als auch bei Ölfeuerungsanlagen nur geringe Unterschiede zwischen Deutschland und Hessen feststellbar. Sowohl in Hessen als auch in Deutschland ist die Mehrzahl der Gas- und Ölfeuerungsanlagen vor dem Jahr 1998 errichtet worden und damit mittlerweile schon mindestens 18 Jahre alt: Bei Gasfeuerungsanlagen sind dies in Hessen 55 Prozent (Deutschland 58 Prozent) und bei Ölfeuerungsanlagen in Hessen und Deutschland jeweils knapp 63 Prozent.

Abbildung 34: Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen und Deutschland nach Errichtungsjahr (in %)



Quelle: ZIV 2016, LIV 2016.

### Heizung in neu errichteten Wohngebäuden und Wohnungen

Werden nur neu errichtete Wohngebäude und Wohnungen betrachtet, spielen erneuerbare Energien mittlerweile eine prägende Rolle für die Beheizung (siehe Tabelle 1). Im Jahr 2015 wurden in Hessen rund 5.900 Wohngebäude mit zusammen rund 15.100 Wohnungen fertiggestellt. Für die Heizung wurde in den meisten Fällen Gas als hauptsächlicher bzw. primärer Energieträger verwendet, und zwar in 44,5 Prozent aller Wohngebäude und 43,5 Prozent aller Wohnungen. Für Wohngebäude waren erneuerbare Energien mit 42,6 Prozent die zweitwichtigste primäre Energiequelle. Dabei kommen erneuerbare

Energien insbesondere in Einfamilienhäusern zum Einsatz. Bezogen auf die Zahl der Wohnungen ist Fernwärme mit 28,3 Prozent die zweitwichtigste Heizquelle, knapp vor erneuerbaren Energien mit 26,9 Prozent. Fernwärme wird vor allem in großen Mehrfamilienhäusern und Wohnheimen zum Heizen genutzt.

Der Statistik ist zu entnehmen, dass in der überwiegenden Mehrzahl aller Wohngebäude (63,5 %) und insbesondere aller Wohnungen (69,8 %) nur eine einzige Energiequelle zum Heizen verwendet wird. Kommt allerdings eine zusätzliche Energiequelle zum Einsatz, dann handelt es sich meistens um erneuerbare Energien.

In Tabelle 1 werden erneuerbare Energien differenziert dargestellt. Demnach kommt in Neubauten vor allem Umweltwärme für Heizzwecke zum Einsatz. Die dabei eingesetzten Wärmepumpen nutzen Temperaturunterschiede von Wasser und Luft. Als weitere primäre erneuerbare Energien sind Holz und Geothermie zu nennen.

Erneuerbare Energien kommen auch als sekundäre Energiequelle für Heizzwecke zum Einsatz. Solarenergie ist dabei mit großem Abstand die wichtigste sekundäre Energie, gefolgt von Holz. Alle anderen erneuerbaren Energien spielen als sekundäre Energiequelle für die Beheizung kaum eine Rolle.

**Tabelle 1: Im Jahr 2015 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %)**

	Primäre Energiequelle*		Sekundäre Energiequelle*	
	Wohngebäude	Wohnungen	Wohngebäude	Wohnungen
<b>A) Alle Heizarten</b>				
Öl	76 (1,3%)	102 (0,7%)	2 (0,0%)	2 (0,0%)
Gas	2.604 (44,5%)	6.583 (43,5%)	61 (1,0%)	608 (4,0%)
Fernwärme	645 (11,0%)	4.282 (28,3%)	5 (0,1%)	6 (0,0%)
Erneuerbare Energien	2.495 (42,6%)	4.067 (26,9%)	2.049 (35,0%)	3.931 (26,0%)
Sonstige	29 (0,5%)	102 (0,7%)	19 (0,3%)	30 (0,2%)
keine Energie	4 (0,1%)	5 (0,0%)	3.717 (63,5%)	10.564 (69,8%)
<b>Summe</b>	<b>5.853 (100%)</b>	<b>15.141 (100%)</b>	<b>5.853 (100%)</b>	<b>15.141 (100%)</b>
<b>B) Erneuerbare Energien</b>				
Umweltwärme	1.888 (75,7%)	2.380 (58,5%)	39 (1,9%)	93 (2,4%)
Holz	319 (12,8%)	1.153 (28,4%)	812 (39,6%)	1.047 (26,6%)
Geothermie	250 (10,0%)	467 (11,5%)	6 (0,3%)	32 (0,8%)
Solarenergie	30 (1,2%)	59 (1,5%)	1.190 (58,1%)	2.754 (70,1%)
sonstige EE	8 (0,3%)	8 (0,2%)	2 (0,1%)	5 (0,1%)
<b>Summe</b>	<b>2.495 (100%)</b>	<b>4.067 (100%)</b>	<b>2.049 (100%)</b>	<b>3.931 (100%)</b>

\* Bei der Angabe „zur Heizung verwendete Energie“ wird unterschieden in primäre und sekundäre Energiequellen. Als primäre Energiequelle gilt die – bezogen auf den Heizenergieanteil – überwiegende Energiequelle. Die primäre Heizenergie ist beim Einsatz nur einer Energiequelle die alleinige eingesetzte Heizenergie. Die Angabe zur sekundären Heizenergie ist daher nur erforderlich, wenn mindestens eine weitere Energiequelle für die Beheizung eingesetzt wird. Bei mehr als zwei Energiequellen sind die beiden überwiegender entsprechend ihrer Bedeutung (primär/sekundär) anzugeben.

Quelle: HSL 2016d.

### 5.3 Gebäuderelevanter Energieverbrauch

Im Kapitel 5.2 wurde für den Wohnungsbestand in Deutschland und Hessen ein Strukturvergleich sowohl nach Größe und Alter als auch nach Art der Beheizung und den dabei verwendeten Energiequellen durchgeführt. Bei allen Kriterien konnte dabei eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Hessen und Deutschland festgestellt werden. Daher kann im Folgenden die von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) für Deutschland entwickelte Methode zur Berechnung des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs auf Hessen

übertragen werden. Die AGEB selbst erstellt eine Anwendungsbilanz für den Bereich Verkehr und hat für die Erstellung der Anwendungsbilanz Industrie das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, für die Anwendungsbilanz Gewerbe, Handel, Dienstleistungen den Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der TU München und für die Anwendungsbilanz Haushalte das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung beauftragt. Eine detaillierte Methoden- und Ergebnisbeschreibung ist für die Jahre 2008 bis 2012 im Internet verfügbar (siehe AGEB 2016).

Zum gebäuderelevanten Endenergieverbrauch (EEV) zählen die Nutzungsarten Raumwärme, Warmwasser, Raumkühlung und Beleuchtung für die Sektoren Haushalte, GHD, Industrie und Verkehr (siehe Tabelle 2). Der Unterschied zum EEV für Wärme (siehe Kapitel 5.1) besteht insbesondere in der Nutzungsart Prozesswärme, die für die Industrie von großer Bedeutung ist, aber nicht zum gebäuderelevanten EEV gerechnet wird. Als weiterer Unterschied ist die Kategorie Beleuchtung beim gebäuderelevanten EEV zu nennen, die zu 100 Prozent durch Strom erzeugt wird und daher nicht zum EEV Wärme zählt.

Das IE-Leipzig hat auf Basis der von der AGEB für Deutschland veröffentlichten Anwendungsbilanzen die Strukturdaten auch für die Jahre 2013 bis 2015 fortgeschrieben. Mit diesen Angaben konnte für Hessen der gebäuderelevante EEV insgesamt für die Jahre 2010 bis 2015 und detailliert für das Jahr 2015 abgeschätzt werden.

In der folgenden Tabelle 2 ist der gebäuderelevante Endenergieverbrauch für Hessen im Jahr 2015 dargestellt: Demnach wurden in Hessen 260 PJ bzw. ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs in Höhe von 777 PJ in Gebäuden – d. h. für die Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser, Raumkühlung und Beleuchtung – verbraucht. Den mit Abstand höchsten Anteil hat dabei die

Bereitstellung von Raumwärme, auf die alleine 25,8 Prozent des gesamten EEV in Hessen entfällt. Es folgen Warmwasseraufbereitung und Beleuchtung mit 4,3 bzw. 3,1 Prozent. Raumkühlung hat mit 0,3 Prozent nur eine sehr geringe Bedeutung.

Differenziert nach Sektoren weist der Sektor private Haushalte einen gebäuderelevanten EEV in Höhe von 163,4 PJ auf. Dies entspricht 21 Prozent des gesamten hessischen EEV, der Großteil des gebäuderelevanten EEV der privaten Haushalte entfällt auf Heizung und Warmwasseraufbereitung mit zusammen 20,6 Prozent. Der Energieverbrauch für Beleuchtung ist mit 0,4 Prozent sehr gering.

Es folgt der Sektor GHD, der einen gebäuderelevanten EEV in Höhe von 79,2 PJ aufweist, dies entspricht 10,2 Prozent des gesamten hessischen EEV. Die Beleuchtung von Gebäuden hat mit 18,9 PJ im Vergleich zu den anderen Sektoren eine relativ hohe Bedeutung.

Demgegenüber spielt für die Industrie und stärker noch für den Verkehrssektor der gebäuderelevante EEV bezogen auf den gesamten EEV dieser Sektoren eine deutlich geringere Rolle.

**Tabelle 2: Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2015 (in PJ, Anteilswerte in %)**

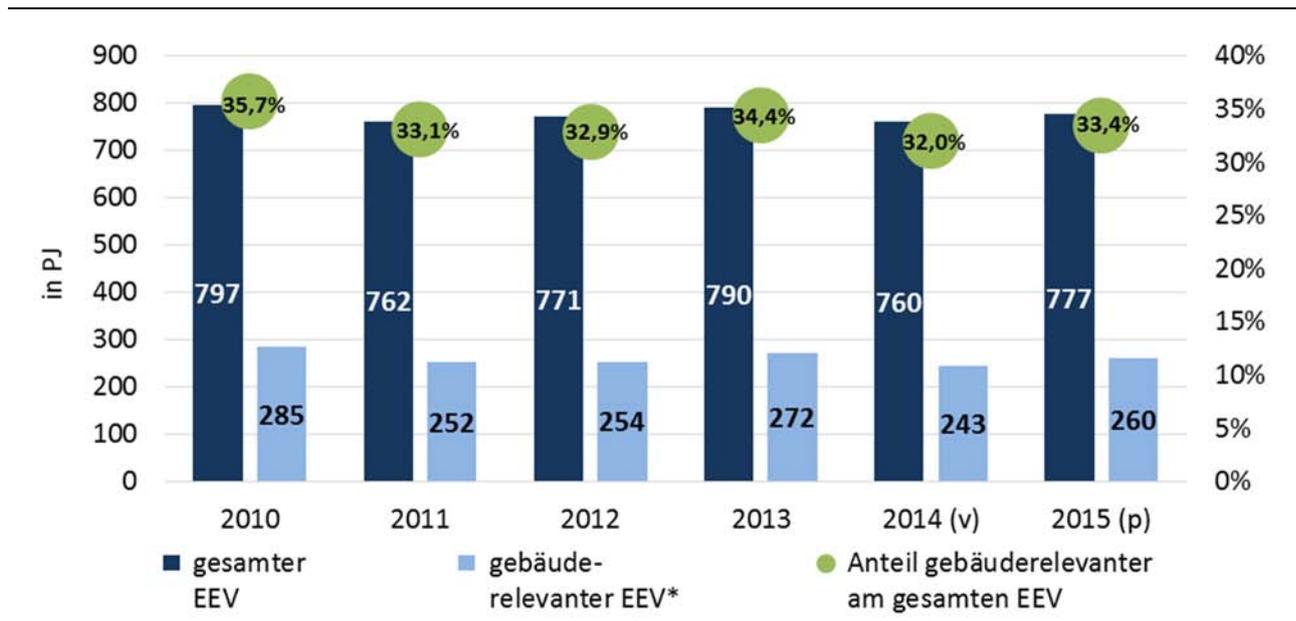
	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr	Insgesamt
Raumwärme	134,4	53,0	11,2	1,7	200,4
Warmwasser	25,8	6,1	1,2	-	33,1
Raumkühlung	-	1,2	0,9	-	2,1
Beleuchtung	3,2	18,9	2,1	-	24,2
Gebäuderelevanter EEV	163,4	79,2	15,5	1,7	259,8
<b>EEV insgesamt</b>	<b>187,8</b>	<b>115,5</b>	<b>109,3</b>	<b>364,6</b>	<b>777,2</b>
	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr	Insgesamt
Raumwärme	17,3%	6,8%	1,4%	0,2%	25,8%
Warmwasser	3,3%	0,8%	0,2%	-	4,3%
Raumkühlung	-	0,2%	0,1%	-	0,3%
Beleuchtung	0,4%	2,4%	0,3%	-	3,1%
Gebäuderelevanter EEV	21,0%	10,2%	2,0%	0,2%	33,4%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>24,2%</b>	<b>14,9%</b>	<b>14,1%</b>	<b>46,9%</b>	<b>100%</b>

Quelle: AGEB 2016, Berechnungen des IE-Leipzig und der Hessen Agentur.

Im Zeitverlauf bewegt sich der Anteil des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV relativ stabil zwischen 32 und 36 Prozent (siehe Abbildung 35). Witterungseffekte schlagen sich spürbar im gebäuderelevanten EEV nieder. So wurde im Jahr 2010 mit einem besonders kühlen Winter 285 PJ für den gebäuderelevanten EEV benötigt, insbesondere für die Bereitstellung von Raumwärme. Im

sehr milden Jahr 2014 lag der gebäuderelevante EEV mit 243 PJ um 42 PJ bzw. 15 Prozent niedriger. Entsprechend lag der Anteilswert des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV im Jahr 2010 bei fast 36 Prozent und im Jahr 2014 bei 32 Prozent.

**Abbildung 35: Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2010 – 2015**  
(in PJ, Anteilswerte in %)



\* Geschätzte Werte.

Quelle: IE-Leipzig 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

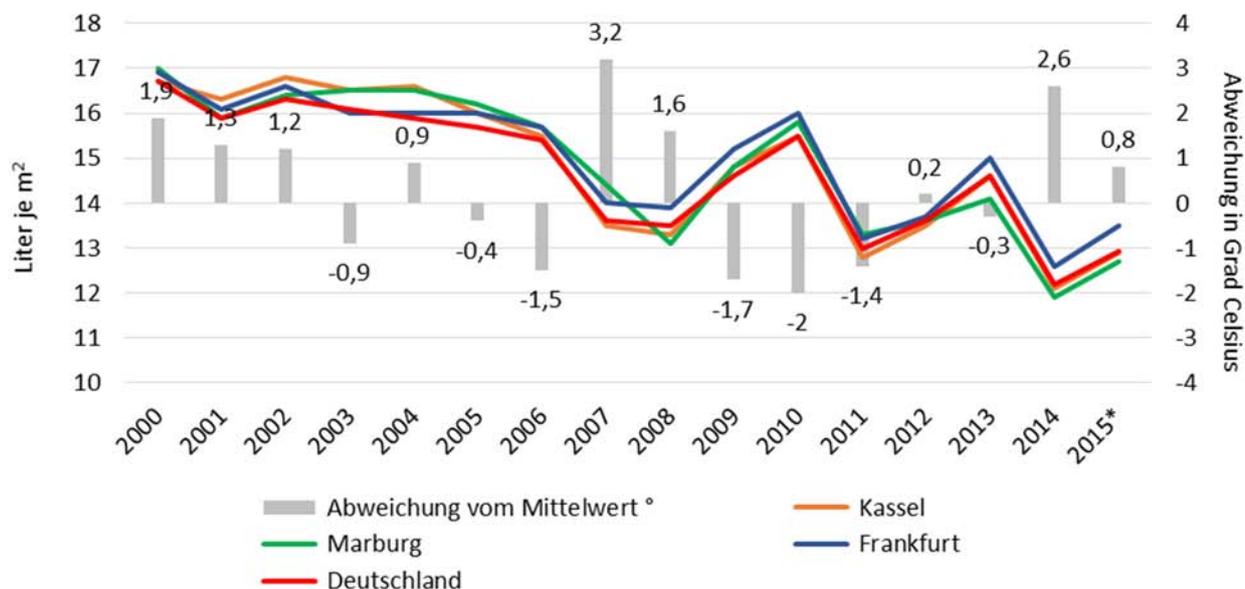
Wie gezeigt hat die Erzeugung von Raumwärme der privaten Haushalte den höchsten Anteil am gebäuderelevanten Endenergieverbrauch in Hessen. Dabei konnten in der Vergangenheit erhebliche Fortschritte bei der Energieeinsparung realisiert werden. Der Energiedienstleister Techem Energy Services erhebt dazu jährlich im Rahmen der Studie „Energiekennwerte“ den Heizölverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche in Mehrfamilienhäusern (vgl. Techem 2016). Für Hessen liegen diese Verbrauchswerte als Zeitreihen für die drei Postleitzahlregionen Kassel (33000 bis 34999), Marburg (35000 bis 36999) und Frankfurt (60000 bis 65999) für die Jahre von 2000 bis 2015 vor. Diese regionalen Entwicklungen werden mit der Bundesentwicklung verglichen (siehe Abbildung 36).

Im Zeitverlauf zeichnet sich ein deutlich rückläufiger und in allen Vergleichsregionen sehr ähnlicher Heizölverbrauch ab. Im Jahr 2000 lag der Durchschnittsverbrauchswert bei knapp 17 Liter Heizöl je m<sup>2</sup>. Im Jahr 2015 wurden vorläufige Durchschnittswerte von 12,7 Liter je m<sup>2</sup> in Marburg, 12,9 Liter je m<sup>2</sup> in Kassel und

13,5 Liter je m<sup>2</sup> in Frankfurt ermittelt. Obwohl entsprechende Verbrauchangaben für Gasheizungen nicht vorliegen, ist davon auszugehen, dass sich auch der Gasverbrauch im betrachteten Zeitraum ähnlich rückläufig entwickelt hat.

Die Verbrauchsschwankungen im Zeitverlauf hängen eng mit den Witterungsverhältnissen zusammen. Daher sind auch die jährlichen Temperaturabweichungen vom langjährigen Durchschnittswert in den Wintermonaten dargestellt. Als Referenz wurde die Stadt Gießen gewählt, deren im Winter gemessene Durchschnittstemperatur in den Jahren 2000 bis 2015 zwischen den in Frankfurt und den in Kassel gemessenen Temperaturen lag. Deutlich zu erkennen ist, dass in besonders milden Jahren – wie z. B. 2007, 2008 und 2014 – auch der Durchschnittsverbrauch deutlich absinkt und entsprechend in kühleren Jahren – wie z. B. 2010 und 2013 – wieder ansteigt.

**Abbildung 36: Entwicklung des Heizölverbrauchs in zentralbeheizten Mehrfamilienhäusern 2000 – 2015 im Regionalvergleich** (in Liter je m<sup>2</sup> im Jahr; Temperaturabweichung in Grad Celsius)



° Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittelwert in den Wintermonaten gemessen in Gießen.

\* Für 2015 noch vorläufige Werte.

Quelle: Techem 2016, Wetterkontor 2016.

## 5.4 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden

Wie in Kapitel 5.3 gezeigt wurde, entfällt rund ein Drittel des gesamten EEV in Hessen auf den Gebäudesektor. Modernisierungsmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden sowie die Substitution von fossiler durch erneuerbare Wärmeerzeugung können daher einen großen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten. Insbesondere bei älteren Wohngebäuden mit schlechter Wärmedämmung und einer oftmals veralteten Heizungstechnik bestehen große Modernisierungspotenziale.

Die Hessische Landesregierung strebt eine Modernisierungsquote von 2,5 bis 3 Prozent im Jahr an. Das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) führt ein Forschungsvorhaben zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand durch. Ergebnisse werden im Jahr 2017 erwartet.

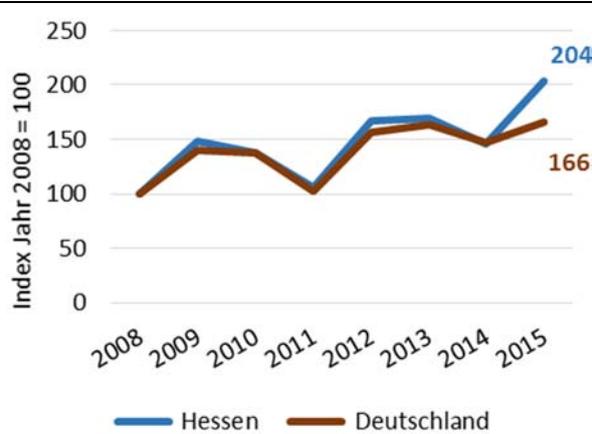
In Hessen gibt es bereits eine Reihe von Förderprogrammen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden, wie z. B. das Programm zur Förderung der energetischen Modernisierung kommunaler Nichtwohngebäude im Rahmen des kommunalen Finanzausgleichs oder das Programm zur Steigerung der Energieeffizienz im Mietwohnungsbau. In Kapitel 11 sind die Maßnahmen der

Landesregierung zur Steigerung der Effizienz in Gebäuden zusammengestellt (siehe die Maßnahmen 10 bis 18).

Auf Bundesebene werden von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) privaten, gewerblichen und öffentlichen Investoren Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor angeboten. Im Rahmen des Marktanzreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP) werden z. B. kleinere Anlagen in privaten Haushalten und Unternehmen durch die BAFA und größere Anlagen durch die KfW fördert. Die Nachfrageentwicklung der Bau- und Sanierungsförderung von Wohngebäuden der KfW sowie der Bestand der im Rahmen des MAP in den hessischen Landkreisen geförderten Anlagenarten werden im Folgenden dargestellt. Die KfW bietet Förderprogramme sowohl für den Neubau als auch für die Modernisierung von Gebäuden an. Im Jahr 2015 belief sich das Fördervolumen bundesweit auf insgesamt knapp 10,6 Mrd. Euro, 888 Mio. Euro davon entfielen auf Hessen, was einem Anteil von 8,4 Prozent entspricht.

Die Nachfrage nach Fördermitteln zur Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden hat sich von 2008 bis 2014 in Hessen und Deutschland nahezu identisch entwickelt (siehe Abbildung 37).

**Abbildung 37: Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung in Hessen und Deutschland 2008 – 2015 (Index 2008 = 100)**



Quelle: KfW 2016.

Im aktuellen Jahr 2015 ist das Fördervolumen in Hessen jedoch sehr viel stärker als im Bundesdurchschnitt angestiegen. Ein Grund dafür sind die überdurchschnittlichen Ausweitungen sowohl der Neubau- als auch der Sanierungsförderung.

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich wird, entfielen auf die Neubauförderung im Jahr 2015 mit 560 Mio. Euro etwa zwei Drittel der gesamten Fördermittel in Höhe von 888 Mio. Euro in Hessen. Damit konnten im Jahr 2015 in Hessen insgesamt 13.400 neu errichtete Wohneinheiten gefördert werden. Im Schnitt wurde im Jahr 2015 jede neu errichtete Wohneinheit in Hessen mit rund 42.000 Euro gefördert. Mit den Sanierungsprogrammen Effizienzhaus

und Einzelmaßnahmen konnten weitere 10.000 Wohneinheiten in Hessen energieeffizienter gemacht werden. Vergleichsweise gering war hingegen das Fördervolumen durch Sanierungszuschüsse im Jahr 2015 mit 21 Mio. Euro, die Zahl der damit geförderten Wohneinheiten beziffert sich im Jahr 2015 jedoch auf 16.500.

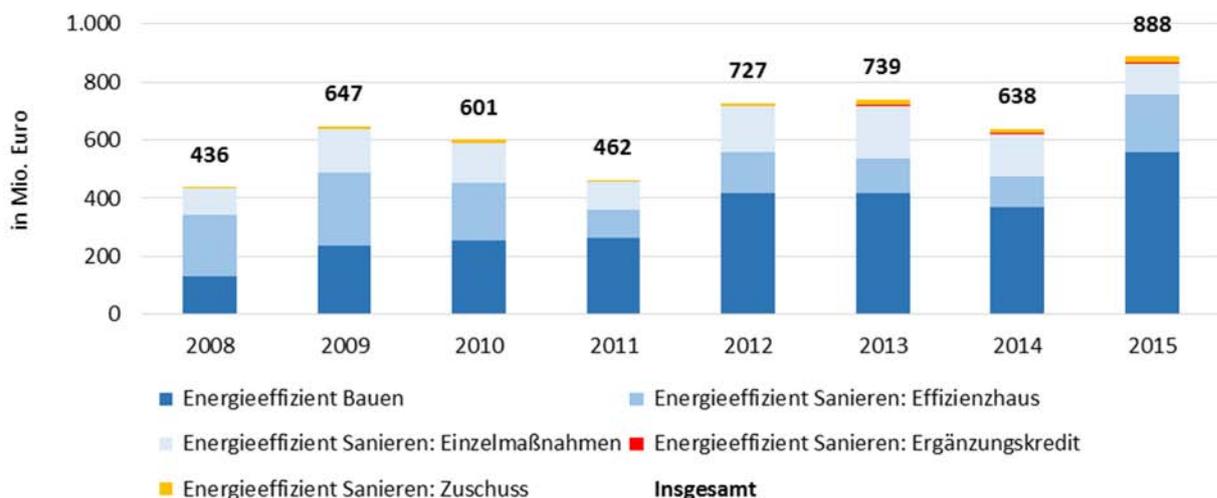
**Tabelle 3: Bau- und Sanierungsförderung der KfW nach Anzahl, Fördervolumen und geförderten Wohneinheiten 2015 in Hessen**

	Anzahl	Mio. Euro	geförderte Wohneinheiten
Bauen	6.716	560	13.371
Sanieren	12.397	328	26.761
davon:			
Effizienzhaus	792	194	4.208
Einzelmaßnahmen	2.120	109	5.865
Ergänzungskredit	152	4	214
Zuschuss	9.333	21	16.474
<b>Insgesamt</b>	<b>19.113</b>	<b>888</b>	<b>40.132</b>

Quelle: KfW 2016.

Abbildung 38 zeigt die Entwicklung des Fördervolumens der einzelnen KfW-Förderprogramme seit dem Jahr 2008 für Hessen. Dabei wird der kontinuierliche Bedeutungszuwachs der Neubauförderung deutlich, der sich auch in der Zunahme des gesamten Fördervolumens niederschlägt.

**Abbildung 38: KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008 – 2015 (in Mio. Euro)**



Quelle: KfW 2016.

Das Marktanreizprogramm (MAP) soll Haus- und Wohnungseigentümer, aber auch Unternehmen und Kommunen motivieren, bei der Wärmeerzeugung deutlich stärker als bisher auf Sonne, Biomasse und Umweltwärme zu setzen. Unterstützt werden Solarthermieanlagen, Biomasseheizungen und Wärmepumpen sowie der Neubau von größeren Heizwerken, die erneuerbare Energien nutzen, von Tiefengeothermieanlagen oder von Nahwärmenetzen zur Verteilung erneuerbar erzeugter Wärme, z. B. für Quartierslösungen in Kommunen.

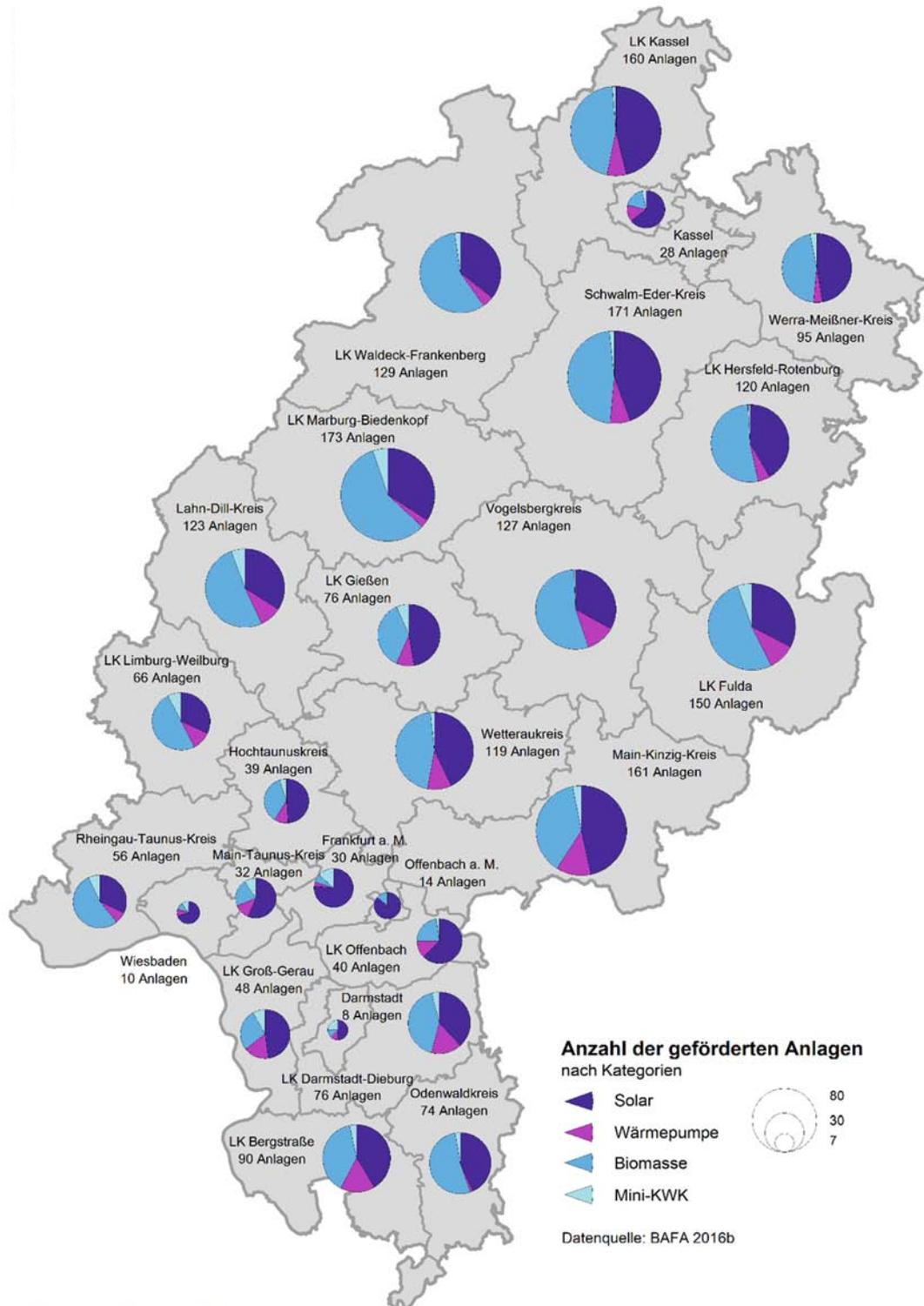
Im Rahmen des MAP wurden in Hessen im Jahr 2015 insgesamt 2.215 Anlagen gefördert. Mit rund 1000 Biomasseanlagen und rund 930 Solaranlagen kommen diese beiden Gruppen auf 87 Prozent aller Anlagen. Auf Wärmepumpen und Mini-BHWK entfallen die restlichen rund 9 und rund 4 Prozent.

In regionaler Betrachtung verteilen sich die geförderten Anlagen zu rund 38 Prozent auf den Regierungsbezirk Kassel, zu rund 36 Prozent auf den Regierungsbezirk Darmstadt und zu 26 Prozent auf den Regierungsbezirk Gießen.

Biomasseanlagen konzentrieren sich dabei überwiegend auf die eher ländlich geprägten Regionen. Solaranlagen sind hingegen deutlich gleichmäßiger verteilt (siehe Abbildung 39). Mit insgesamt 173 Anlagen wurden die meisten Anlagen im Landkreis Marburg-Biedenkopf gefördert, dicht gefolgt vom Schwalm-Eder-Kreis (171).

Die wenigsten im Rahmen des MAP geförderten Anlagen haben auf der anderen Seite die großen kreisfreien Städte Darmstadt (8), Wiesbaden (10) und Offenbach (14) zu verzeichnen.

Abbildung 39: Im Rahmen des MAP von der BAFA im Jahr 2015 geförderte Anlagen in Hessen



# 6

## Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung



## 6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung

### 6.1 Konventionelle Anlagen

Die Bundesnetzagentur publiziert eine regelmäßig aktualisierte Kraftwerksliste mit Daten zur installierten Leistung bestehender Anlagen der Energieerzeugung sowie Angaben zum Zu- und Rückbau von Kraftwerken. Für Hessen ergibt sich aus der Kraftwerksliste eine elektrische Netto-Nennleistung der 35 in Betrieb befindlichen konventionellen (nicht nach EEG vergütungsfähigen) Kraftwerke von insgesamt rund 3.210 Megawatt (MW) zum 10.05.2016. Einbezogen sind dabei zwei aufgrund ihrer Systemrelevanz gesetzlich an der Stilllegung gehinderte Kraftwerke: das mit Erdgas betriebene Gasturbinenkraftwerk Darmstadt mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von 94,6 MW und der bislang als Reservekraftwerk zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit geführte und ebenfalls mit Erdgas betriebene Block 4 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von 622 MW.

Neben Block 4 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg gehören zu den größten Kraftwerken in Hessen der mit Steinkohle betriebene Block 5 des Kraftwerks Staudinger mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von 510 MW und die Pumpspeicherwerke Waldeck 2 und 1 in Edertal mit 480 MW bzw. 143 MW.

Größter Betreiber konventioneller Kraftwerke in Hessen ist die Uniper Kraftwerke GmbH. Die von ihr betriebenen konventionellen Kraftwerke haben eine elektrische Netto-Nennleistung von insgesamt 1.775 MW. Als zweitgrößter Betreiber konventioneller Kraftwerke in Hessen folgt die Mainova AG, die konventionelle Kraftwerke mit knapp 421 MW elektrischer Netto-Nennleistung betreibt.

Tabelle 4 zeigt die Anzahl der konventionellen Anlagen und die installierte Leistung differenziert nach Energieträgern in Hessen. Sofern Kraftwerke mit mehreren Energieträgern betrieben werden, ist ergänzend der Hauptbrennstoff angegeben. Aus der differenzierten Betrachtung nach Energieträgern ergibt sich, dass Erdgas der mit Abstand wichtigste Energieträger in Hessen ist. Gemessen an der installierten Leistung sind zudem vor allem Pumpspeicher und Steinkohle relevante konventionelle Energieträger.

Im Vergleich zum Vorjahr verringerte sich die elektrische Netto-Nennleistung der in Betrieb befindlichen konventionellen Kraftwerke in Hessen insgesamt um knapp 20 MW. Ursächlich dafür ist die endgültige Stilllegung von Block M4 des Heizkraftwerks West in Frankfurt.

**Tabelle 4: Anzahl und installierte elektrische Leistung der konventionellen Anlagen zur Stromerzeugung in Hessen**

Energieträger	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung (in MW)
Erdgas	16	1.444,3
Pumpspeicher	2	623,0
Steinkohle	1	510,0
Mineralölprodukte	1	24,8
Abfall	2	20,9
Speicherwasser	1	20,0
Sonstige Energieträger	2	42,7
Mehrere Energieträger		
- Hauptbrennstoff Steinkohle	4	243,0
- Hauptbrennstoff Erdgas	3	175,5
- Hauptbrennstoff Abfall	2	72,5
- Hauptbrennstoff Braunkohle	1	33,5
<b>Summe</b>	<b>35</b>	<b>3.210,2</b>

Quelle: BNetzA 2016a (Stand: 10.05.2016), Auswertung der Hessen Agentur.

Der Veröffentlichung der Bundesnetzagentur gemäß sind in Hessen in den nächsten Jahren sowohl ein Zubau als auch ein Rückbau von Erzeugungskapazitäten in konventionellen Kraftwerken zu erwarten. So soll im Heizkraftwerk West in Frankfurt eine neue Dampfturbine installiert werden. Mit der Inbetriebnahme wird im Jahr 2016 gerechnet. Die geplante elektrische Netto-Nennleistung der auf Steinkohle als Energieträger basierenden zugebauten Anlage beträgt 39 MW. Im Heizkraftwerk Niederrad in Frankfurt ist laut Veröffentlichung der Bundesnetzagentur dagegen ein Rückbau von Erzeugungskapazitäten geplant. Der im Jahr 1973 in Betrieb genommene Block 2 (mehrere Energieträger, Hauptbrennstoff Erdgas) mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von 56 MW soll im Jahr 2017 stillgelegt werden.

## 6.2 Erneuerbare Energieanlagen

Erneuerbare Energieanlagen spielen bei der Stromerzeugung in Hessen eine immer größere Rolle. Zum 31.12.2015 stand in Hessen eine elektrische Leistung von insgesamt 3.507,1 MW aus EEG-geförderten Anlagen zur Verfügung.

Mittlerweile liegt die gesamte installierte elektrische Leistung von EEG-geförderten Anlagen höher als die Leistung von konventionellen Energieanlagen. Daraus lässt sich aufgrund der höheren Volllaststunden bei konventionellen Anlagen aber kein direkter Rückschluss auf die tatsächlich erzeugte Strommenge ziehen. Die Volllaststunden einer Anlage geben an, wie viele Stunden sie bei maximaler Leistung laufen müsste, um die Jahresstromerzeugung zu erreichen. Der maximal mögliche Wert beträgt 8.760 Stunden in einem 365-Tage-Jahr. Im Jahr 2014 kamen in Hessen Windenergieanlagen auf 1.483 und Photovoltaik-Anlagen auf 869 Volllaststunden (BDEW 2016a). Die Volllaststunden von konventionellen Kraftwerken wie Steinkohlekraftwerke und Erdgaskraftwerke liegen höher. Erdgaskraftwerke in Deutschland kamen im Jahr 2014 auf 2.070 und Steinkohlekraftwerke auf 4.050 Volllaststunden (BDEW 2016d).

Ein Blick auf die Energieträgerstruktur der hessischen EEG-geförderten Anlagen zeigt, dass die Energieträger Photovoltaik mit einer installierten Leistung von 1.822,6 MW und Windenergie mit einer installierten Leistung von 1.336,6 MW zusammen 90 Prozent der in Hessen installierten elektrischen Leistung bereitstellen. Die in Biomasseanlagen installierte Leistung beträgt 250,3 MW. Darüber hinaus gibt es in Hessen auch Deponiegas-, Klärgas- und Wasserkraftanlagen. Anteilig haben diese aber nur eine geringe Bedeutung. In Tabelle 5 sind die Anzahl der Anlagen sowie die installierte elektrische Leistung zum 31.12.2015 differenziert nach Energieträgern dargestellt.

### Informationen zur Datenquelle

Datengrundlage für die Auswertungen in Kapitel 6.2 sind die von der Bundesnetzagentur aufbereiteten Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen der EEG-Jahresendabrechnung 2014 (ÜNB 2015). Darüber hinaus wurden das Anlagenregister und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2016b und 2016c) ausgewertet. Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die EEG-Jahresendabrechnung für das Jahr 2015 noch nicht vorlag, wurde eine Schätzung des IE-Leipzig (2016b) zu den eingespeisten Strommengen im Jahr 2015 herangezogen.

Die Datenbasis lässt einen kleinen Teil erneuerbarer Energieanlagen außer Acht. Nicht erfasst sind Anlagen, die keine Förderung nach EEG erhalten. Betroffen sind einige Wasserkraftanlagen und Abfallverbrennungsanlagen, die Strom aus dem biogenen Anteil des Abfalls erzeugen.

Bei der Prüfung der Daten der Übertragungsnetzbetreiber sind Fehler, vor allem bezüglich des Energieträgers Windenergie, aufgefallen. Häufig werden ganze Windparks aggregiert ausgewiesen oder als Standort wird der Netzanschlusspunkt und nicht der tatsächliche Standort der Anlage genannt. Offensichtliche Fehlzuordnungen wurden bereinigt. Die so ermittelten Daten weichen von den Ergebnissen der Energiestatistik bzw. Energiebilanz ab. Entscheidend für die Erfassung der eingespeisten Mengen ist dort nicht der tatsächliche Standort, sondern der Einspeisepunkt.

Die Bundesnetzagentur führt den Anlagenbestand derzeit in ein Marktstammdatenregister nach § 53b Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) zusammen, in der inkonsistente Angaben von Betreiberseite beseitigt werden sollen. Eine Veröffentlichung wird frühestens im Jahr 2017 erfolgen.

**Tabelle 5: Anzahl und installierte elektrische Leistung von EEG-geförderten Anlagen am 31.12.2015 in Hessen nach Energieträgern**

Energieträger	Anlagenzahl	Installierte Leistung (in MW)	Anteil installierte Leistung
Biomasse	494	250,3	7,1%
Deponiegas	41	22,9	0,7%
Klärgas	24	11,1	0,3%
PV-Anlagen	102.417	1.822,9	52,0%
Wasserkraft	493	63,3	1,8%
Windenergie	849	1.336,6	38,1%
<b>Summe</b>	<b>104.318</b>	<b>3.507,1</b>	<b>100,0%</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen. Durch Bereinigungen sind Abweichungen zu vorherigen Datenständen möglich.

Quelle: BNetzA 2016b, BNetzA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Neben dem Bestand sind die Inbetriebnahmen von neuen EEG-geförderten Anlagen ein wichtiger Indikator für die Umsetzung der Energiewende. Diese sind in Tabelle 6 für die Jahre 2014, 2015 und für das erste Halbjahr 2016 differenziert nach Energieträgern dargestellt.

Im betrachteten Zeitraum vom 1. Januar 2014 bis 30. Juni 2016 gab es Inbetriebnahmen von insgesamt 190 Wind-

energieanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 503,9 MW. In den Jahren 2014 und 2015 wurden jährlich ca. 200 MW an Windenergie zugebaut. Im ersten Halbjahr 2016 konnten bereits 30 Anlagen mit einer installierten Leistung von 87,9 MW in Betrieb gehen.

Bei den Photovoltaik-Anlagen fiel der Zubau an installierter Leistung geringer aus. Im Jahr 2014 wurden 83,5 MW und im Folgejahr 58,0 MW neu installiert. Im ersten Halbjahr 2016 belief sich die neu installierte Leistung auf 20,3 MW. Insgesamt wurden seit 2014 demnach 161,7 MW zugebaut.

Im Jahr 2014 kam es zu Inbetriebnahmen von 23 Biomasseanlagen mit einer Leistung von 12,3 MW. In 2015 und im ersten Halbjahr 2016 fiel der Zubau von Biomasseanlagen wesentlich geringer aus, sodass die zugebaute Gesamtleistung seit 2014 bei 16,0 MW liegt.

Die anderen Energieträger tragen zum Ausbau der erneuerbaren Energien in Hessen nur in geringem Umfang bei. Erwähnenswert ist lediglich der Zubau einer großen Deponiegasanlage im Jahr 2014 mit einer installierten Leistung von 2,2 MW.

Durch die Inbetriebnahmen von EEG-geförderten Anlagen summiert sich der Zubau der installierten Leistung von Jahresbeginn 2014 bis Jahresmitte 2016 auf insgesamt 684,5 MW.

**Tabelle 6: Inbetriebnahmen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen ab dem Jahr 2014, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung**

Energieträger	Anlagenzahl				Installierte Leistung (in MW)			
	2014	2015	I. Halbjahr 2016	Summe	2014	2015	I. Halbjahr 2016	Summe
Biomasse	+23	+15	+8	+46	+12,3	+2,0	+1,7	+16,0
Deponiegas	+1	+1	-	+2	+2,2	+0,1	-	+2,3
Klärgas	-	+2	-	+2	-	+0,2	-	+0,2
PV-Anlagen	+4.630	+2.962	+1.375	+8.967	+83,5	+58,0	+20,3	+161,7
Wasserkraft	+1	+2	+2	+5	+0,02	+0,02	+0,3	+0,3
Windenergie	+85	+75	+30	+190	+215,5	+200,5	+87,9	+503,9
<b>Insgesamt</b>	<b>+4.740</b>	<b>+3.057</b>	<b>+1.415</b>	<b>+9.212</b>	<b>+313,5</b>	<b>+260,8</b>	<b>+110,1</b>	<b>+684,5</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen. Durch Bereinigungen sind Abweichungen zu vorherigen Datenständen möglich.

Quelle: BNetzA 2016b, BNetzA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Stilllegungen von EEG-geförderten Anlagen sind in Hessen im Zeitraum zwischen Januar 2014 und Juni 2016 nur wenige gemeldet. Im Jahr 2014 wurden insgesamt 22 An-

lagen (6,9 MW) stillgelegt, davon 18 Windenergieanlagen (5,8 MW). Für das Jahr 2015 ist nur eine Stilllegung einer Deponiegasanlage (1,2 MW) registriert. Im ersten

Halbjahr 2016 wurde eine kleine Biomasseanlage mit einer Leistung von 11 kW stillgelegt.

Der Nettozubau (Inbetriebnahmen abzüglich Stilllegungen) beläuft sich im Jahr 2015 auf 259,6 MW. Das entspricht einer Steigerung der gesamten installierten Leistung von EEG-geförderten Anlagen um 8,0 Prozent.

Die Anzahl an Genehmigungen von EEG-geförderten Anlagen gibt einen Hinweis auf den zukünftig zu erwartenden Zubau. Informationen über Genehmigungen sind im Anlagenregister der Bundesnetzagentur verzeichnet. Laut Auskunft der Bundesnetzagentur muss jedoch davon ausgegangen werden, dass Genehmigungen nicht vollständig gemeldet werden. Aus diesem Grund wurden Informationen aus dem Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2016) ausgewertet und mit dem Anlagenregister verknüpft. Das Länderinformationssystem für Anlagen wurde gemeinsam von acht Bundesländern entwickelt und dient u. a. der Durchführung von Genehmigungs- und Anzeigeverfahren von genehmigungspflichtigen Anlagen. In Hessen wird LIS-A vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, den Regierungspräsidien und dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie betrieben. Zum 30.06.2016 lagen Genehmigungen für insgesamt 131 Windenergieanlagen mit einer elektrischen Leistung von 353,1 MW vor. Darunter befinden sich jedoch auch Windenergieanlagen, deren Genehmigungsbescheide beklagt werden. Weitere 500 Windenergieanlagen durchlaufen derzeit das Genehmigungsverfahren. Außer den Genehmigungen beim Energieträger Windenergie sind im Anlagenregister noch die Genehmigungen von zwei Biomasseanlagen aufgeführt.

### Festlegung von Vorranggebieten für Windenergie

Als energiepolitischen Zielwert strebt das Land Hessen eine Flächennutzung in der Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche für die Windenergie an. Die Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 – Vorgaben zur Nutzung der Windenergie (HMWVL 2013) enthält entsprechende Festlegungen zur regionalplanerischen Ermittlung der Windvorranggebiete. Außerhalb der Windvorranggebiete ist die Errichtung von Windenergieanlagen auszuschließen. Windvorranggebiete kennzeichnen Flächen, in denen aus regionalplanerischer

Sicht die Nutzung der Windenergie Vorrang hat und entgegenstehende Nutzungen ausgeschlossen sind. Sie werden abschließend in den Regionalplänen durch die jeweiligen Regionalversammlungen (Planungsträger der Regionalplanung in den Planungsregionen) beschlossen. In der Planungsregion Nordhessen erfolgte der Beschluss im Oktober 2016. In der Planungsregion Mittelhessen ist der Beschluss im November 2016 erfolgt. In der Planungsregion Südhessen ist das Verfahren noch nicht so weit fortgeschritten. Mit der in Südhessen anstehenden erneuten Offenlegung sind Änderungen der Gebietskulisse der potenziellen Windvorranggebiete wahrscheinlich.

### Erzeugte Strommengen aus EEG-geförderten Anlagen

In Hessen wurden im Jahr 2015 insgesamt 5.281 Gigawattstunden (GWh) produziert und in das Stromnetz eingespeist.<sup>6</sup> Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch keine endgültigen Informationen über die erzeugten Strommengen im Jahr 2015 vorlagen, wurden die Strommengen für 2015 auf Basis des Vorjahres vom IE-Leipzig (2016b) geschätzt.

**Tabelle 7: Erzeugte Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2015**

Energieträger	Strommenge (in GWh)	Anteil (in %)
Biomasse	1.263,2	23,9%
Deponiegas	42,9	0,8%
Klärgas	6,8	0,1%
PV-Anlagen	1.602,3	30,3%
Wasserkraft	233,2	4,4%
Windenergie	2.132,5	40,4%
<b>Summe</b>	<b>5.280,9</b>	<b>100,0%</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: IE-Leipzig 2016b.

<sup>6</sup> Hier werden ausschließlich Energieerzeugungsanlagen betrachtet, die nach dem EEG gefördert werden. Dadurch kommt es zu Abweichungen zu der in Abbildung 23 dargestellten durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass in Abbildung 23 z. B. auch der biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt wird, der nicht durch das EEG gefördert wird. Darüber hinaus ist in Abbildung 23 auch die selbstverbrauchte und nicht ins Netz eingespeiste Strommenge erfasst, in Tabelle 7 hingegen sind diese Strommengen nicht enthalten. Darüber hinaus sind in Tabelle 7 nur Wasserkraftanlagen berücksichtigt, die nach EEG gefördert werden.

Bei Betrachtung der erzeugten Strommenge nach Energieträgern zeigt sich, dass die höchste erzeugte Strommenge durch Windenergie gewonnen wurde (siehe Tabelle 7). 2.132,5 GWh bzw. 40,4 Prozent der in Hessen erneuerbar erzeugten Gesamtstrommenge wurden durch Windenergieanlagen erzeugt, weitere 1.602,3 GWh (30,3 %) durch Photovoltaik-Anlagen und 1.263,2 GWh (23,9 %) durch Biomasseanlagen. Darüber hinaus entfallen 233,2 GWh bzw. 4,4 Prozent der gesamten erneuerbar produzierten Strommenge auf Wasserkraftanlagen. Die Energieträger Deponie- und Klärgas tragen zusammen genommen nur 0,9 Prozent zur Stromproduktion aus EEG-geförderten Anlagen in Hessen bei.

### 6.3 Regionale Verteilung der EEG-geförderten Anlagen

Wie die installierte Leistung von EEG-geförderten Anlagen innerhalb Hessens verteilt ist, zeigt Abbildung 40 auf Ebene der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte zum Stichtag 31.12.2015. Abbildung 41 gibt eine Übersicht über die im Jahr 2015 erzeugten Strommengen auf regionaler Ebene. Die Rangfolge der Landkreise und kreisfreien Städte ist im Anhang A 1 dargestellt.

Tiefer differenzierte Informationen zur installierten elektrischen Leistung und zu den erzeugten Strommengen sind in den Abbildungen A 2 bis A 4 im Anhang zu finden. Für die Energieträger Photovoltaik, Windenergie und Biomasse sind entsprechende thematische Karten auf Gemeindeebene dargestellt. Darüber hinaus sind unter der Internetadresse „www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten“ interaktive Karten abrufbar, in denen die Informationen benutzerfreundlich aufbereitet zur Verfügung stehen.

**Tabelle 8: Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau von elektrischer Leistung aus EEG-geförderten Anlagen 2015**

Rang	Landkreis	Zugebaute elektrische Leistung 2015 (in MW)
1	Main-Kinzig-Kreis	51,0
2	Rheingau-Taunus-Kreis	33,7
3	Lahn-Dill-Kreis	29,6
4	Vogelsbergkreis	26,4
5	LK Marburg-Biedenkopf	24,6

Quelle: BNetzA 2016b, BNetzA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Tabelle 8 zeigt die fünf Landkreise in Hessen mit dem größten Ausbau an erneuerbaren Energien gemessen an der installierten elektrischen Leistung von EEG-geförderten Anlagen im Jahr 2015.

Der Main-Kinzig-Kreis konnte den größten Zuwachs verzeichnen. Die installierte Leistung stieg im Landkreis um insgesamt 51,0 MW. Für den Main-Kinzig-Kreis bedeutet das einen Zuwachs von 20,1 Prozent gegenüber 2014. Auf Rang zwei steht der Rheingau-Taunus-Kreis mit einem Ausbau an installierter Leistung von 33,7 MW, was einem Zuwachs von 63,2 Prozent entspricht. Es folgen auf den Rängen drei bis fünf der Lahn-Dill-Kreis (+16,2 %), der Vogelsbergkreis (+6,8 %) und der Landkreis Marburg-Biedenkopf (+13,0 %).

Die zehn Gemeinden mit dem größten Zubau an elektrischer Leistung aus EEG-geförderten Anlagen im Jahr 2015 sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Rangliste wird von Schlüchtern angeführt, gefolgt von Heidenrod und Schlitz.

**Tabelle 9: Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau von elektrischer Leistung aus EEG-geförderten Anlagen 2015**

Rang	Gemeinde	Zugebaute elektrische Leistung 2015 (in MW)
1	Schlüchtern, St.	31,7
2	Heidenrod	25,1
3	Schlitz, St.	12,8
4	Sinntal	12,7
5	Rabenau	10,2
6	Schauenburg	9,6
7	Bischoffen	9,2
8	Hessisch Lichtenau, St.	9,1
9	Haiger, St.	9,0
10	Steffenberg	9,0

Quelle: BNetzA 2016b, BNetzA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Allein 31,7 MW wurden in Schlüchtern zugebaut. Das entspricht 12,2 Prozent des gesamthessischen Zubaus im Jahr 2015. In Heidenrod wurde eine zusätzliche Leistung von 25,1 MW installiert. Danach folgen mit einigem Abstand die Stadt Schlitz mit 12,8 MW, die Gemeinde Sinntal mit 12,7 MW und die Gemeinde Rabenau mit 10,2 MW.

Abbildung 40: Installierte elektrische Leistung nach dem EEG-geförderter Anlagen am 31.12.2015 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW<sub>el</sub>)

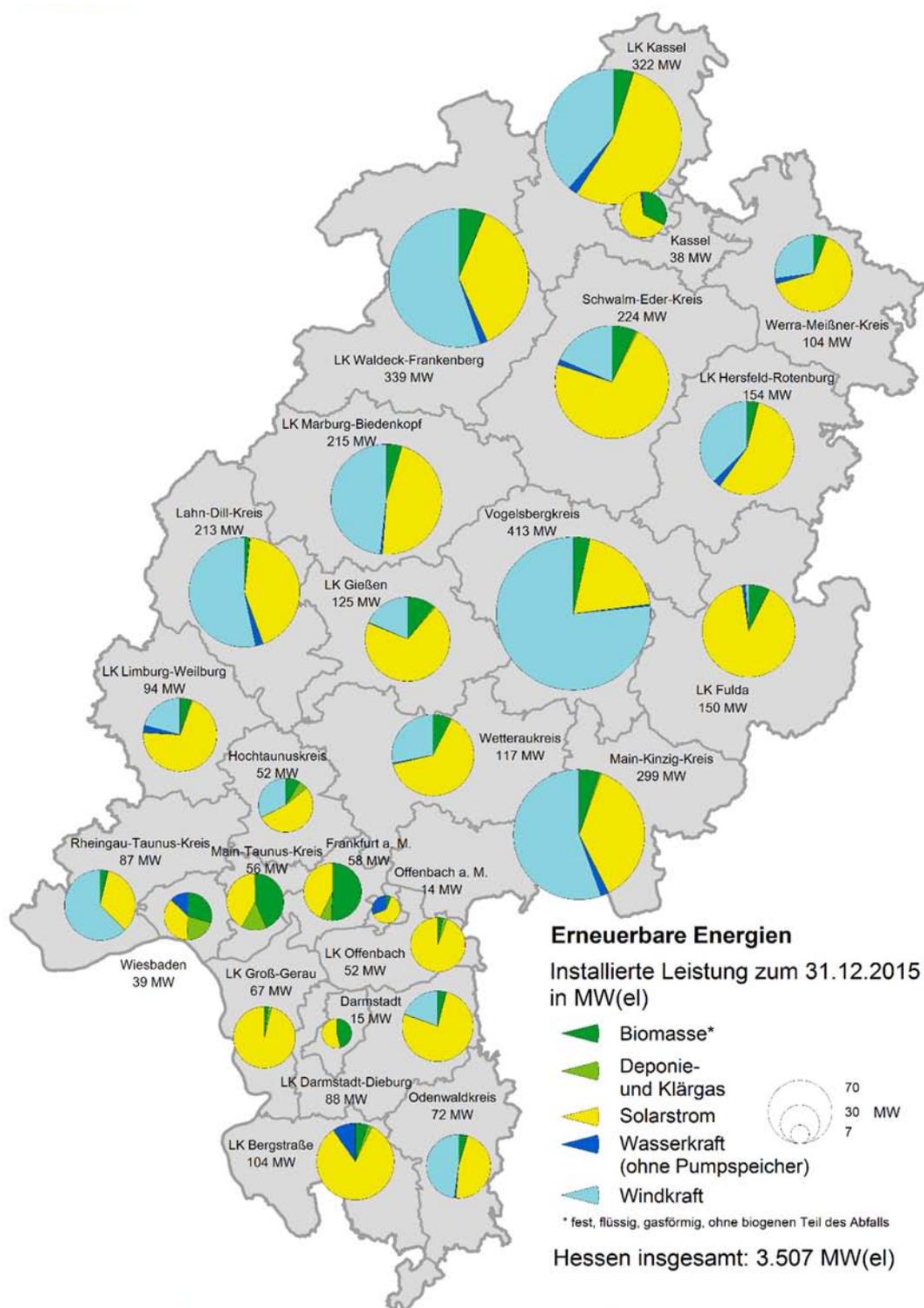
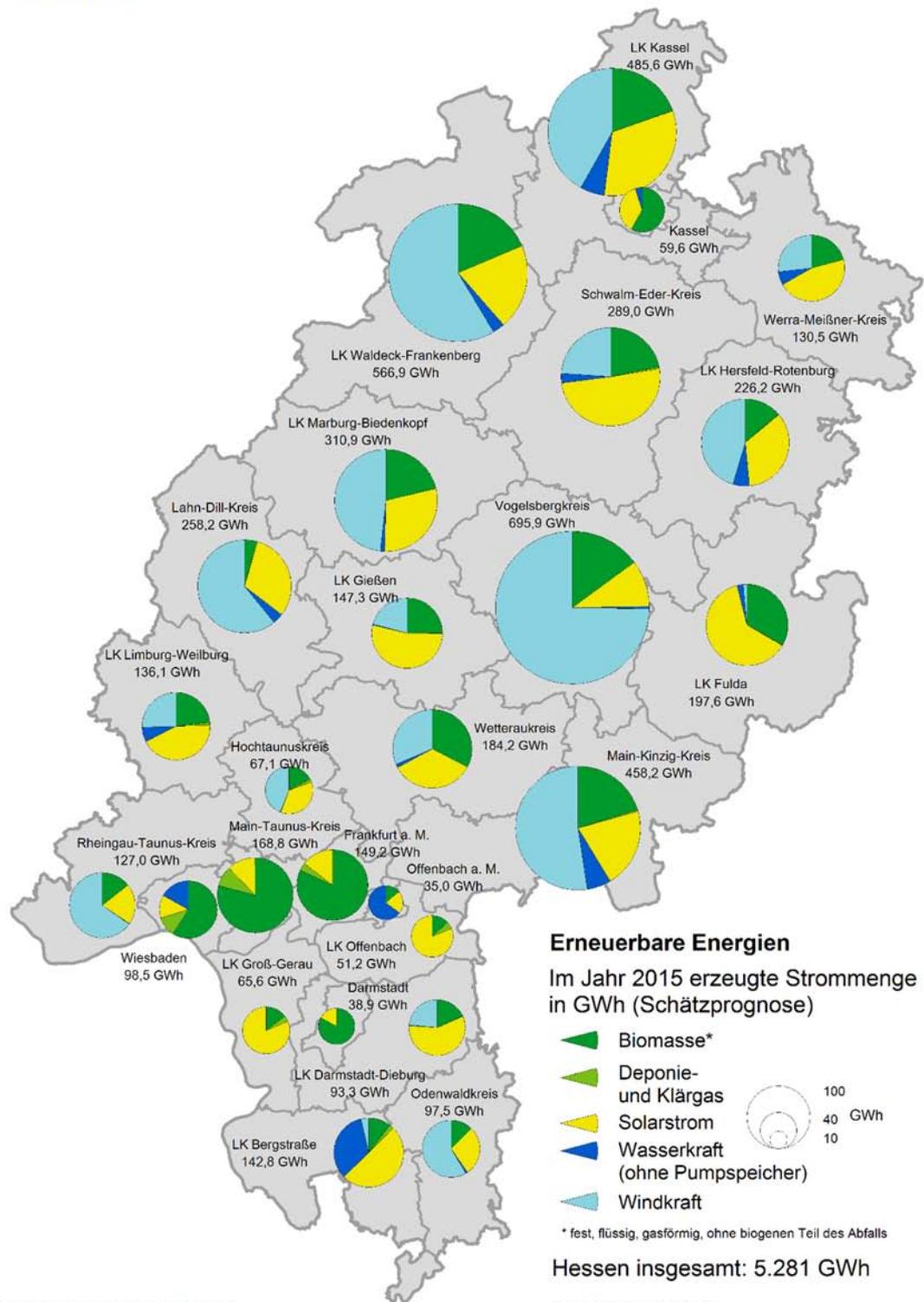


Abbildung 41: Erzeugte Strommenge von EEG-geförderten Anlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2015 nach Energieträgern (in GWh)



## 6.4 Kraft-Wärme-Kopplung

Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ist, dass die anfallende Wärme bei der Stromerzeugung als Nutzwärme zur Verfügung gestellt wird und nicht verloren geht. Dadurch wird der eingesetzte Brennstoff effizienter genutzt und es entstehen weniger klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Große Kraftwerke greifen häufig auf das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zurück. Die Kraftwerke sind an Fernwärmenetze angeschlossen und versorgen Industriestandorte mit Prozesswärme bzw. private Haushalte mit Raumwärme. In Hessen gibt es vier große Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von mehr als 100 MW, die das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung nutzen. Darunter zählt auch das Kraftwerk Staudinger. Aber nicht nur große Kraftwerke nutzen Kraft-Wärme-Kopplung. In Hessen gibt es mittlerweile eine Vielzahl an kleineren KWK-Anlagen. Diese sind meistens unmittelbar in der Nähe der Verbraucher aufgestellt, z. B. zur Versorgung von Wohnquartieren mit Strom und Raumwärme. Weil der Strom nicht erst vom Kraftwerk über Stromnetze zum Verbraucher transportiert werden muss, werden Übertragungsverluste vermieden, wodurch die eingesetzte Primärenergie nochmals effizienter genutzt werden kann.

KWK-Anlagen sind über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) förderfähig. Die geförderten Anlagen sind in Tabelle 10 differenziert nach Leistungskategorien dargestellt. Fast 90 Prozent der in Hessen geförderten KWK-Anlagen haben eine elektrische Leistung von unter 50 kW. Dabei kann differenziert werden zwischen Mini-KWK-Anlagen mit einer Leistung von 20 bis 50 kW, Mikro-KWK-Anlagen mit einer Leistung von 2 bis 20 kW und Nano-KWK-Anlagen mit einer Leistung von unter 2 kW. Darüber hinaus gibt es in Hessen vier große KWK-Anlagen mit einer Leistung von über 100 MW, die zusammengenommen eine elektrische Leistung von 1,3 GW haben. Das ist in etwa die Hälfte der elektrischen Leistung von KWK-Anlagen in Hessen.

Insgesamt sind in Hessen knapp 4.400 KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 2,6 GW vorhanden. Gegenüber dem Vorjahr ist die installierte elektrische Leistung um 0,5 Prozent gestiegen, die Zahl der Anlagen dagegen um 11 Prozent. Der Zubau erfolgte demnach insbesondere bei kleinen Anlagen. So hat sich die Zahl der geförderten Nano-KWK-Anlagen gegenüber dem Vorjahr um 24 Prozent erhöht. Mikro-KWK-Anlagen konnten um 9 Prozent zulegen und Mini-KWK-Anlagen um 13 Prozent.

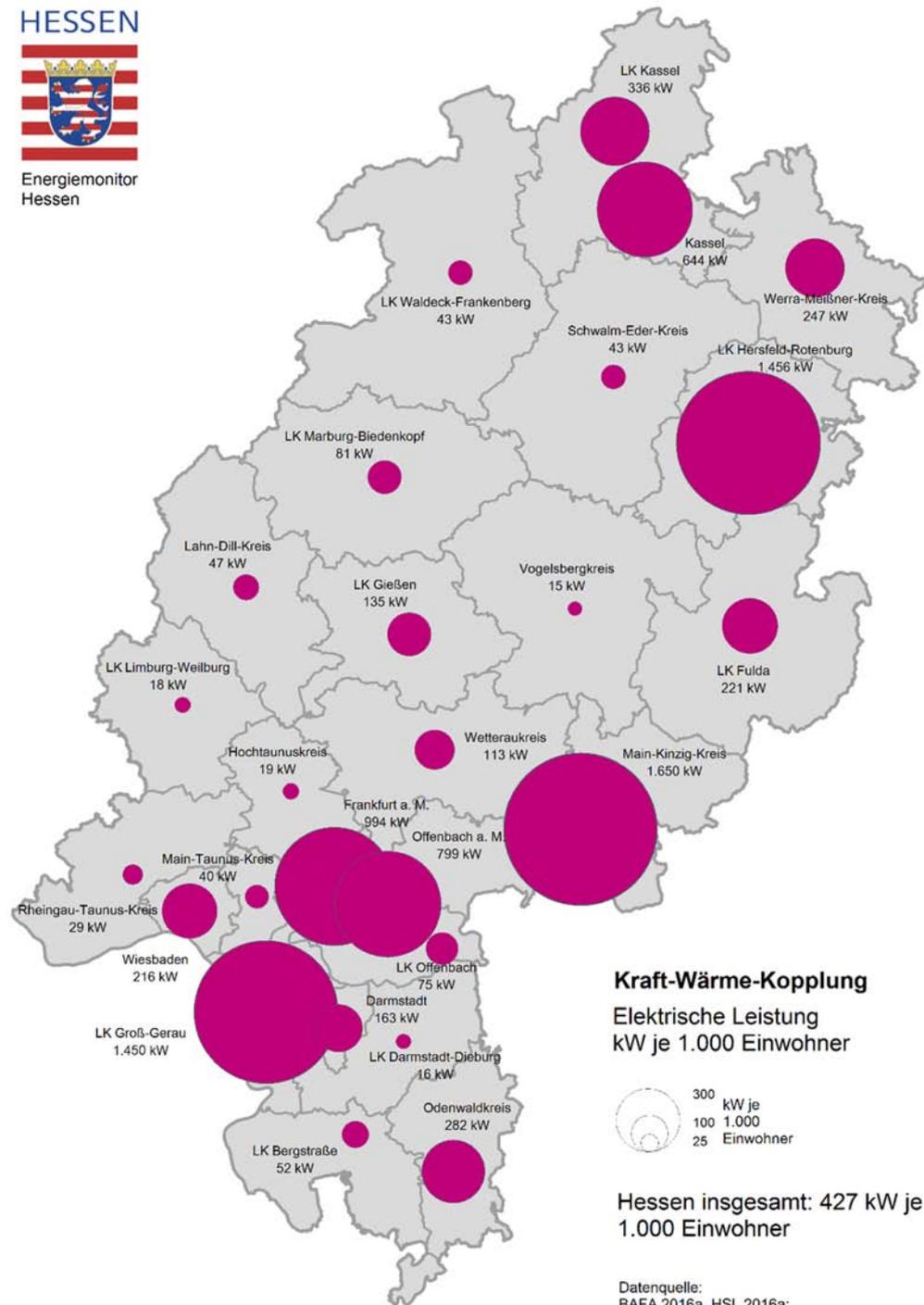
**Tabelle 10: Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2015**

Leistungskategorie (in kW)	durchschnittl. elektrische Leistung (in kW)	Anzahl der Anlagen	elektrische Leistung (in kW)
<= 2 kW	1,05	568	596,4
> 2 <= 10 kW	5,32	2.268	12.065,8
> 10 <= 20 kW	17,90	634	11.348,6
> 20 <= 50 kW	42	433	18.186,0
> 50 <= 100 kW	74	104	7.696,0
> 100 <= 250 kW	170	192	32.640,0
> 250 <= 500 kW	369	61	22.509,0
> 500 <= 1000 kW	720	37	26.640,0
> 1 <= 2 MW	1.600	36	57.600,0
> 2 <= 10 MW	5.000	37	185.000,0
> 10 <= 50 MW	21.400	11	235.400,0
> 50 <= 100 MW	74.100	9	666.900,0
> 100 MW	332.000	4	1.328.000,0
<b>Insgesamt</b>		<b>4.394</b>	<b>2.604.581,8</b>

Quelle: BAFA 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur.

Abbildung 42 zeigt für das Jahr 2015 die elektrische Leistung von KWK-Anlagen je 1.000 Einwohner differenziert für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich in den hessischen Regionen nur wenig verändert. Dies liegt daran, dass überwiegend kleine KWK-Anlagen hinzukamen. Erwähnenswert ist jedoch die Veränderung im Werra-Meißner-Kreis. Im Jahr 2015 kamen im Werra-Meißner-Kreis auf 1.000 Einwohner 247 kW, im Vorjahr waren es nur 83 kW. Dieser Effekt ist durch das Hinzukommen von einer großen Anlage mit einer Leistung von 21,4 MW zu erklären. In Darmstadt gab es hingegen einen Rückgang von 309 kW auf 163 kW je 1.000 Einwohner, was durch den Wegfall einer größeren KWK-Anlage verursacht wurde.

Abbildung 42: In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner im Jahr 2015 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten



# 7

## Netzbestand und Netzausbau



## 7 Netzbestand und Netzausbau

### 7.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Gut ausgebaute Netze sind eine wesentliche Voraussetzung zum Gelingen der Energiewende. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien und der damit einhergehenden Veränderung der Erzeugungsstruktur – Strom aus Wind und Sonne wird zunehmend dezentral und zum Teil verbrauchsfern erzeugt – stellen sich neue Herausforderungen an den Stromtransport. So muss beispielsweise der in Norddeutschland erzeugte Strom aus Windenergieanlagen und der in Süddeutschland erzeugte Strom aus Photovoltaikanlagen im Netz aufgenommen und weiträumig an die Verbraucher verteilt werden. Die Stromerzeugung wird zudem ungleichmäßiger (der Wind weht, die Sonne scheint nicht immer), was Auswirkungen auf die Stabilität der Netze hat.

Das Stromnetz umfasst die Übertragungsnetze (Höchstspannung) sowie die Verteilnetze (Hoch-, Mittel- und Niederspannung), wobei der Strom aus erneuerbaren Energieträgern überwiegend auf niedrigen Spannungsebenen eingespeist wird.

#### Übertragungsnetze

Übertragungsnetze mit einer Spannung von 220 kV oder 380 kV ermöglichen den Transport von Strom über große Entfernungen und dienen der überregionalen Verbindung von Erzeugungs- und Lastschwerpunkten sowie dem Anschluss großer Kraftwerke und sehr großer Verbraucher. Über sogenannte Kuppelleitungen ist das deutsche Höchstspannungsnetz an das europäische Verbundnetz angeschlossen. Die Stromkreislänge der Übertragungsnetze beträgt deutschlandweit nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ca. 35.000 km (BMWi 2016a).

Für die Instandhaltung der Übertragungsnetze, den Ausbau und die Modernisierung dieser Netze sowie die Gewährleistung des Zugangs für Stromhändler und -lieferanten sorgen die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB). Sie haben mit Blick auf die Gewährleistung der Versorgungssicherheit zudem die Aufgabe, Netzschwankungen, welche sich durch Abweichungen zwischen aktuell erzeugter Strommenge und Stromnachfrage ergeben können, möglichst gering zu halten. Das Höchstspannungsübertragungsnetz in Hessen fällt im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche der Übertragungsnetzbetreiber TenneT (73 %) und Amprion (26 %).

Rechtliche Grundlage für den Netzausbau bilden das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG), das Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) und das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG). Zentrales Instrument für den Ausbau der Stromnetze auf Übertragungsebene ist der Bundesbedarfsplan, der im BBPIG geregelt ist. Er identifiziert auf Grundlage des Netzentwicklungsplans die vordringlichen Ausbauprojekte. Notwendige und ausschließlich in der Zuständigkeit der Länder verbleibende vorrangige Projekte enthält neben dem Bundesbedarfsplan das EnLAG aus dem Jahr 2009.

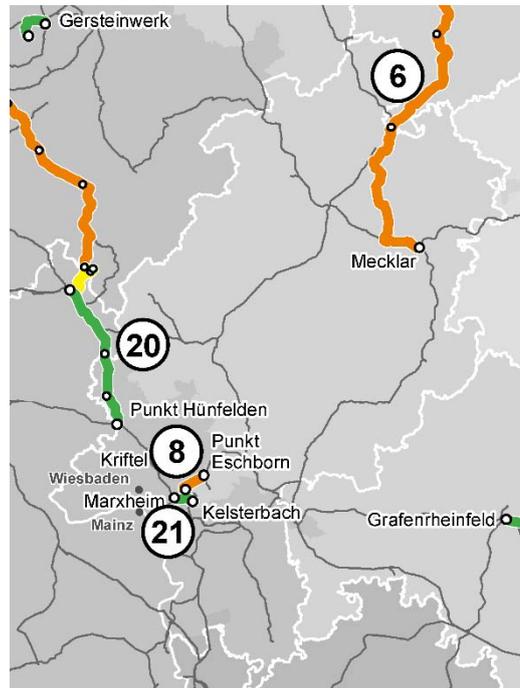
Der Stromtransport über die Übertragungsnetze erfolgt bislang in der Regel über Freileitungen. Dabei kommt derzeit ausschließlich Drehstrom (Wechselstrom) zum Einsatz. Zukünftig sollen bei den großen Stromautobahnen in Nord-Süd-Richtung auch Höchstspannungsgleichstrom-Übertragungsleitungen – vorrangig als Erdkabel verlegt – zum Einsatz kommen.

#### Stand des Ausbaus nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)

Die Gesamtlänge des Leitungszubaus, der sich aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) ergibt, liegt aktuell bei rund 1.800 km. Nach den Angaben der Bundesnetzagentur sind mit Stand 31.03.2016 insgesamt rund 800 km genehmigt und rund 600 km realisiert. Von den in hessischer Zuständigkeit zu verantwortenden Vorhaben sind rund 38 Prozent bereits in Betrieb. Mit den Planfeststellungsbeschlüssen der beiden verbliebenen ‚hessischen‘ EnLAG-Vorhaben ‚Kriftel – Eschborn‘ und ‚Wahle – Mecklar‘ ist bis Ende 2017 zu rechnen.

Abbildung 43 zeigt kartografisch den Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem EnLAG und nennt für die einzelnen Vorhaben Angaben zu Träger, technischen Merkmalen, Stand des Verfahrens sowie die geplante Inbetriebnahme. Als grüne Linien sind die bereits fertiggestellten Leitungen dargestellt, orange sind die Leitungen, die sich in der Planfeststellung befinden. Auf hessisches Gebiet entfallen vier EnLAG-Projekte mit einer Gesamtleitungslänge von 128 km.

Abbildung 43: Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)



orange Linie:  
in der Planfeststellung

grüne Linie:  
abgeschlossen

8

Lfd. Nr des EnLAG-  
Vorhabens  
(Zuständigkeit der  
Landesbehörden)

Nr.	Abschnitt	Teilerdverkabelung	Träger	Technische Charakteristika	Raumordnungsverfahren	Planfeststellungsverfahren	Länge in Hessen	geplante Inbetriebnahme
6	Wahle – Mecklar	ja	Tennet	380 kV Neubau, Erdkabel	abgeschlossen	eröffnet	70 km	2021
8	Kriftel – Eschborn	nein	Amprion	380 kV Zubeseilung	nicht notwendig	eröffnet	10 km	2017
20	Dauersberg – Hünfelden	nein	Amprion	380 kV Neubau	abgeschlossen	abgeschlossen	41 km	
21	Marxheim – Kelsterbach	nein	Amprion	380 kV Neubau	abgeschlossen	abgeschlossen	7 km	

Quelle: BNetzA 2016d.

Vorhaben 6 verbindet in Nord-Süd-Richtung Wahle in Niedersachsen mit dem hessischen Mecklar. Aufgrund der gestiegenen Einspeisung der Windenergie in Norddeutschland ist die Erhöhung der Übertragungskapazität aus dem Raum Braunschweig nach Fulda erforderlich geworden. Es handelt es sich um ein bundesweites Pilotprojekt zur Erprobung von Erdkabeln beim Betrieb von Drehstrom-Höchstspannungsleitungen. Das Vorhaben hat eine Gesamtlänge von rund 230 km, davon entfallen 70 km auf Hessen. Für den hessischen Abschnitt ist das Raumordnungsverfahren abgeschlossen. Das Planfeststellungsverfahren wurde beim Regierungspräsidium

Kassel im ersten Quartal 2015 eröffnet. Der geplante Fertigstellungszeitpunkt für das hessische Teilstück hat sich von 2018 auf das Jahr 2019 verschoben, die Gesamtinbetriebnahme soll 2021 erfolgen.

Im Rahmen des EnLAG-Vorhabens 8 sollen 10 km Höchstspannungsleitung zwischen Kriftel und Eschborn aufgerüstet werden. Die Leitung ist erforderlich, um Netzengpässe im Rhein-Main-Gebiet zu beseitigen. Die ursprünglich für 2016 avisierte Realisierung der Leitung soll in 2017 erfolgen.

Beim Vorhaben 20 von Dauersberg (Rheinland-Pfalz) nach Hünfelden (Hessen) wurde die bisherige 220-kV-Leitung durch eine leistungsstärkere 380-kV-Leitung ersetzt, womit die Übertragungskapazität deutlich erhöht werden konnte und der Weitertransport von Windenergie aus den nördlich gelegenen Regionen ermöglicht wird. Die Leitung ist seit 2012 in Betrieb. Im Rahmen des Vorhabens 21 wurde zur Sicherstellung der Versorgung des Frankfurter Raumes das 380-kV-Netz durch den Neubau einer 7 km langen Leitung zwischen Marxheim und Kelsterbach erweitert. Diese Leitung ist seit 2010 in Betrieb.

### Stand des Ausbaus nach dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG)

Das Bundesbedarfsplangesetz stellt für die darin aufgeführten Vorhaben die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und den vordringlichen Bedarf zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebs fest. Es enthält die von der Bundesnetzagentur bestätigten Vorhaben des Netzentwicklungsplans. Das aktuelle Bundesbedarfsplangesetz trat am 31. Dezember 2015 in Kraft. Gegenüber der früheren Fassung vom Juli 2013 wurde die Liste der energiewirtschaftlich notwendigen Vorhaben aktualisiert. Dabei wurde u. a. in Hessen das Vorhaben 16 Kriftel – Obererlenbach gestrichen, da es im Netzentwicklungsplan Strom 2024 nicht mehr bestätigt ist. Die Gesamtlänge der Leitungen, die sich aus dem Bundesbedarfsplangesetz ergeben, liegt aktuell bei etwa 6.100 km. Im Netzentwicklungsplan sind davon etwa 3.050 km als Netzverstärkung kategorisiert. Die tatsächliche Gesamtlänge hängt stark vom späteren Verlauf der Nord-Süd-Korridore ab und wird sich im weiteren Verfahrensverlauf noch konkretisieren. Insgesamt sind deutschlandweit derzeit rund 350 km genehmigt und 65 km tatsächlich realisiert, das ist 1 Prozent der Gesamtlänge.

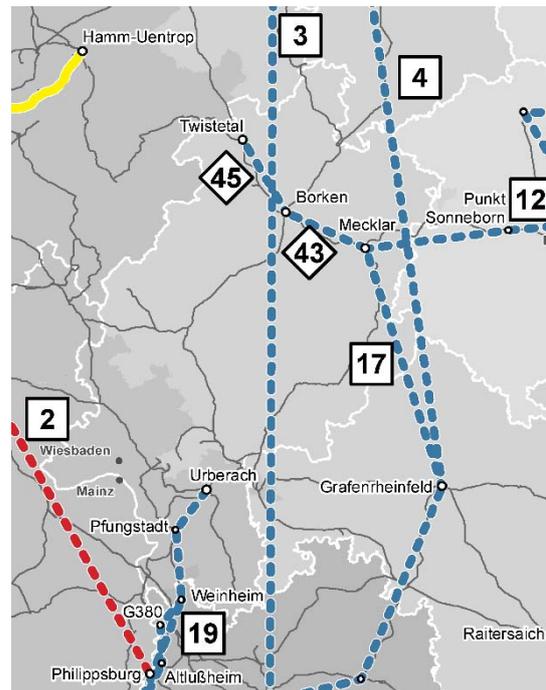
Abbildung 44 zeigt die acht innerhalb bzw. durch Hessen verlaufenden Leitungsvorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz sowie für die einzelnen Vorhaben besondere Kennzeichnungen, Träger, technische Merkmale und die geplante Inbetriebnahme. Das sogenannte ULTRANET-Vorhaben 2 soll über etwa 340 km zwischen Osterath in Nordrhein-Westfalen und Philippsburg in Baden-Württemberg verlaufen. Abschnitt A (Riedstadt – Mannheim – Wallstadt) und Abschnitt D (Weißenthurm – Riedstadt) verlaufen durch Hessen. Das Vorhaben ist als von gemeinsamem Interesse (PCI) kategorisiert und ein Pilotprojekt für die verlustarme Übertragung hoher Leistungen über weite Entfernungen. Es soll in Hochspannungsgleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) mit 380 Kilovolt (kV) Spannung ausgeführt werden. Da es sich um eine Gleichstromverbindung handelt, kann die Leitung

nicht in Abschnitten, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden. Die geplante Gesamtinbetriebnahme wurde von ursprünglich 2019 auf das Jahr 2021 verschoben. Die beiden sogenannten „SuedLink“-Vorhaben 3 und 4 sollen künftig den in Norddeutschland an Land und auf See erzeugten Windstrom nach Süden transportieren und damit einen Beitrag dazu leisten, den Energiebedarf in Süddeutschland abzudecken. Beide Vorhaben dienen auch der Integration in das europäische Übertragungsnetz. Die geplante Länge von Vorhaben 3 beträgt etwa 770 km, die von Vorhaben 4 etwa 620 km. Vor dem Hintergrund des seit Ende 2015 gesetzlich geltenden Erdkabelvorrangs gehen die Übertragungsnetzbetreiber TenneT und TransnetBW davon aus, für beide Vorhaben die jetzt angestrebte Gesamtinbetriebnahme im Jahr 2025 (vorher: 2022) zu erreichen.

Vorhaben 12 soll die Übertragungskapazität zwischen Thüringen und Hessen erhöhen. Die Trassenlänge beträgt 135 km. Bisher wurde noch kein Antrag auf Bundesfachplanung gestellt und die Vorhabenträger gehen von einer Antragsstellung nicht vor 2017 aus. Die Gesamtinbetriebnahme ist für das Jahr 2023 geplant. Vorhaben 17 soll eine direkte Verbindung zwischen dem hessischen Mecklar und dem bayerischen Grafenrheinfeld schaffen, um die Übertragungskapazität zwischen beiden Bundesländern zu erhöhen. Es dient als Fortsetzung des EnLAG-Projekts 6 „Wahle – Mecklar“. Die Übertragungsnetzbetreiber haben im Netzentwicklungsplan Strom 2025 infolge eines politischen Auftrags eine Alternative zu diesem Vorhaben mit einem Endpunkt im hessischen Urberach aufgenommen. Welche Variante weiterverfolgt werden soll, wird aktuell geprüft. Die bisher avisierte Inbetriebnahme im Jahr 2022 wurde auf 2029 aktualisiert.

Im Rahmen des Vorhabens 19 sollen im Großraum Frankfurt/Karlsruhe die vorhandenen Leitungen auf einen 380-kV-Betrieb umgestellt werden, um die Übertragungskapazität zu erhöhen. Der in Hessen verlaufende Abschnitt Urberach – Pfungstadt – Weinheim besitzt eine Länge von 75 km. Die Bundesfachplanung ist bislang noch nicht eröffnet. Neu in den Bundesbedarfsplan aufgenommen sind die Vorhaben 43 Borken – Mecklar und 45 Borken – Twistetal. An den beiden Netzverknüpfungspunkten Borken und Mecklar verlaufen jeweils wichtige Trassen vom Norden in den Süden Hessens. Das Vorhaben 43 beinhaltet eine Verstärkung der bestehenden 380-kV-Freileitung, um einen besseren Leistungsausgleich zwischen den Trassen zu gewährleisten. Das Projekt sorgt mit der geplanten Verstärkung für eine Steigerung der Redundanz für den Fall, dass eine der beiden parallel liegenden Querverbindungen ausfällt. Vorhaben 45 beinhaltet eine Verstärkung der bestehenden 380-kV-Freileitung, da die bestehende Leitung hoch ausgelastet ist und keine ausreichende Sicherheit mehr gewährleistet werden kann.

Abbildung 44: Leitungsvorhaben in Hessen aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG)



blau schraffierte Linie:  
Vorhaben nicht im  
Genehmigungsverfahren

rot schraffierte Linie:  
Vorhaben im Raumordnungs- bzw.  
Bundesfachplanungsverfahren

**2** Lfd. Nr des BBPIG-Vorhabens  
(Zuständigkeit der  
Bundesnetzagentur)

**43** Lfd. Nr des BBPIG-Vorhabens  
(Zuständigkeit der Landesbehörden)

Nr.	Abschnitt	Kennzeichnungen	Träger	Technische Charakteristika	Geplante Inbetriebnahme
2	Osterath – Philippsburg: Abschnitt D: Weißen- thurm – Riedstadt Abschnitt A: Riedstadt – Mannheim – Wallstadt ULTRANET	HGÜ-Pilotprojekt, Vorhaben von gemein- samem Interesse (PCI)	Amprion	380 kV Gleichstrom	2021
3	Brunsbüttel – Großgartach SUED.LINK	HGÜ-Pilotprojekt, Erdkabelprojekt, PCI	TenneT, TransnetBW	500 kV Gleichstrom	2025
4	Wilster – Grafenrheinfeld SUED.LINK	HGÜ-Pilotprojekt, Erdkabelprojekt, PCI	TenneT, TransnetBW	Gleichstrom	2025
12	Vieselbach – Mecklar	keine	TenneT, 50Hertz	380 kV Drehstrom	2023
17	Mecklar – Grafenrheinfeld	keine	TenneT	380 kV Drehstrom	2029
19	Urberach – Daxlanden: Abschnitt: Urberach – Weinheim	keine	Amprion	380 kV Drehstrom	2022
43	Borken – Mecklar	keine	TenneT	380 kV Drehstrom	2022
45	Borken – Twistetal	keine	TenneT	380 kV Drehstrom	2024

Quelle: BNetzA 2016e.

## Verteilnetze

Die Verteilnetze sorgen für den Stromtransport direkt zum Endverbraucher. Sie machen mit 1,7 Mio. km Leitungslänge ca. 98 Prozent des gesamten deutschen Stromnetzes aus. Die Verteilung erfolgt in der Regel über Erdverkabelung. Für die Wartung und Instandhaltung im Verteilnetz ist eine Vielzahl von regionalen und kommunalen Netzbetreibern tätig.

Die Anforderungen an die Verteilnetze nehmen mit dem voranschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien stark zu. Wichtige Aufgaben sind die Aufnahme und das Lastmanagement des dezentral durch erneuerbare Energien erzeugten Stroms. Gemäß einer Studie für das BMWi sind 90 Prozent der in erneuerbare Energieanlagen installierten Leistung an Verteilnetze angeschlossen (E-Bridge Consulting, IAEW, OFFIS 2014). Durch den Zubau der erneuerbaren Energien wird ein Ausbau der Verteilnetze notwendig.

Mit dem Ziel, den erforderlichen Netzausbaubedarf in Hessen zur Integration erneuerbarer Energien zu bestimmen, wurde Ende 2015 bei Bearing Point und dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) eine „Verteilnetzstudie Hessen“ in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse voraussichtlich im Frühjahr 2017 vorliegen werden.

Aktuelle Angaben zum hessischen Verteilnetz liegen seitens des LDEW für das Jahr 2014 vor (LDEW 2016). Die Stromkreislänge des gesamten Verteilnetzes beträgt demnach gut 107.000 km. Rund 69 Prozent davon entfallen auf das Niederspannungs-, 27 Prozent auf das Mittelspannungs- und 4 Prozent auf das Hochspannungsnetz. Gegenüber dem Jahr 2012 hat sich die Netzlänge insgesamt um über 3.200 km verlängert. Der größte Ausbau erfolgte dabei mit einem Zubau von 2.048 km im Niederspannungsnetz. Im Mittelspannungsnetz steigerte sich die Länge der Stromleitungen um 1.109 km. Das Hochspannungsnetz wurde um 57 km ausgebaut.

## 7.2 Investitionen in Stromnetze

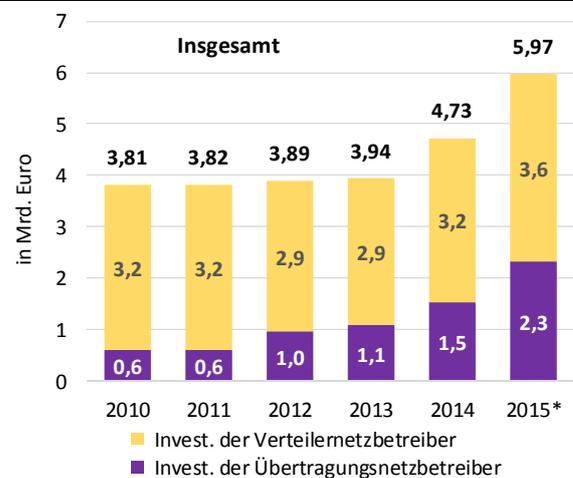
Um den steigenden Anforderungen der Stromnetze durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gerecht zu werden, sind erhebliche Investitionen in den Ausbau und die Modernisierung der Verteiler- und Übertragungsnetze erforderlich.

In Abbildung 45 sind für Deutschland die Investitionen in den Neu- und Ausbau sowie den Erhalt und die Erneuerung der Stromnetze für den Zeitraum von 2010 bis 2014 sowie der Planwert für 2015 dargestellt. Deutlich wird ein sprunghafter Anstieg der Investitionen. Während 2010 und 2013 die Netzbetreiber jährlich konstant

zwischen 3,8 und 3,9 Mrd. Euro für den Neu- und Ausbau sowie den Erhalt und die Erneuerung von Stromnetzen investiert haben, lag das Investitionsvolumen im Jahr 2014 mit einem Wert von über 4,7 Mrd. Euro deutlich höher. Für das Jahr 2015 weisen die Plandaten sogar einen Anstieg auf fast 6 Mrd. Euro auf.

Differenziert man die Gesamtinvestitionen nach Verteiler- und Übertragungsnetzen, wird ersichtlich, dass die Investitionen in Verteilnetze im Zeitraum von 2010 bis 2014 nahezu konstant blieben, während die Investitionen in die Höchstspannungsnetze seit 2012 stark angestiegen sind. Für das Jahr 2015 zeigen die Plandaten für beide Netze einen deutlichen Anstieg. Die Investitionen in das Verteilnetz steigen um mehr als 12 Prozent auf 3,6 Mrd. Euro, die Investitionen in das Übertragungsnetz sogar um mehr als 50 Prozent auf 2,3 Mrd. Euro. Die Investitionen in das Verteilnetz gehen in etwa gleicher Höhe in Maßnahmen zur Netzoptimierung und zur Netzverstärkung (z. B. Erhöhung von Kabelquerschnitt und Trafoleistungen, Verkabelung von Freileitungen, Trennstellenoptimierung) und zum Netzausbau ein.

**Abbildung 45: Investitionen in Neu- und Ausbau, Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen in Deutschland (in Mrd. Euro)**



\* Plandaten

Quelle: BNetzA, BKartA 2015.

## 7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich

Die Netzbetreiber müssen das Stromnetz und alle angeschlossenen Erzeugungseinheiten und Lasten überwachen. Bei Bedarf sollen sie steuernd eingreifen, um einen sicheren Betrieb des Gesamtsystems zu gewährleisten. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Stromnetze

steigt der Steuerungsbedarf zur Sicherung der Netzqualität an.

Das Übertragungsnetz ist insbesondere zwischen den Monaten Oktober und April hohen Belastungen ausgesetzt, da jahreszeitbedingt hohe Einspeisungen aus den Windenergieanlagen erfolgen, wodurch starke Lastflüsse im Netz auftreten. Um die Netzbelastung zu reduzieren und möglichen Schäden an Netzbestandteilen vorzubeugen, führen die ÜNB sogenannte Redispatchmaßnahmen durch.

Im Jahr 2015 ist der Bedarf an Redispatchmaßnahmen deutlich gestiegen. Ursachen hierfür waren insbesondere die vorzeitige Abschaltung des AKW Grafenrheinfeld, ein hoher Zubau an Windenergieanlagen und ein relativ windreiches Wetter sowie die verspätete Umsetzung von Netzausbaumaßnahmen. Insgesamt wurden an 331 Tagen und somit an nahezu jedem Tag von den ÜNB in Deutschland entsprechende Maßnahmen ergriffen. Insgesamt wurden der Bundesnetzagentur strom- und spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen mit einer Gesamtdauer von 15.811 Stunden gemeldet. Dies waren 7.358 Stunden bzw. 87 Prozent mehr als im Vorjahr. Dabei mussten überwiegend strombedingte Redispatchmaßnahmen durchgeführt werden (Gesamtdauer 13.660 Stunden). Die Gesamtmenge der Einspeisereduzierungen und Einspeiserhöhungen umfasste ein Volumen von 16.000 GWh. Gegenüber dem Vorjahr (5.197 GWh) hat sich die Redispatchgesamtmenge somit mehr als verdreifacht. Diese Erhöhung schlägt sich auch in den Kosten nieder. Die geschätzten Kosten belaufen sich auf rund 402,5 Mio. Euro (2014: 185,4 Mio. Euro).

In Abbildung 46 sind die strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den besonders kritischen Netzelementen in Deutschland – d. h. Dauer der Redispatchmaßnahme je Leitung länger als 12 Stunden – dargestellt. In Hessen sind vier Netzelemente betroffen. Maßnahmen mit einer Dauer von insgesamt 270 Stunden entfielen auf das Netzelement Borken – Gießen (in Abbildung Netzelement 8). Im Netzelement Mecklar – Borken, (Netzelement 9) lag die Dauer bei 268 Stunden und im Netzelement Mecklar – Dipperz (Netzelement 11) bei 231 Stunden. Maßnahmen mit einer Gesamtdauer von 174 Stunden wurden im Netzelement Großkrotzenburg (Netzelement 12) getätigt.

Neben den strombedingten Redispatchmaßnahmen erfolgten im Jahr 2015 auch in Hessen spannungsbedingte

Redispatchmaßnahmen, die auf die Aufrechterhaltung der Spannung in den Netzgebieten abzielen. Deutschlandweit wurden spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen von insgesamt 2.151 Stunden bzw. ein Volumen von 440 GWh gemeldet. Davon entfielen auf das Netzgebiet Borken (Borken – Dipperz – Großkrotzenburg, Gießen, Karben) 435 Stunden bzw. 83 GWh.

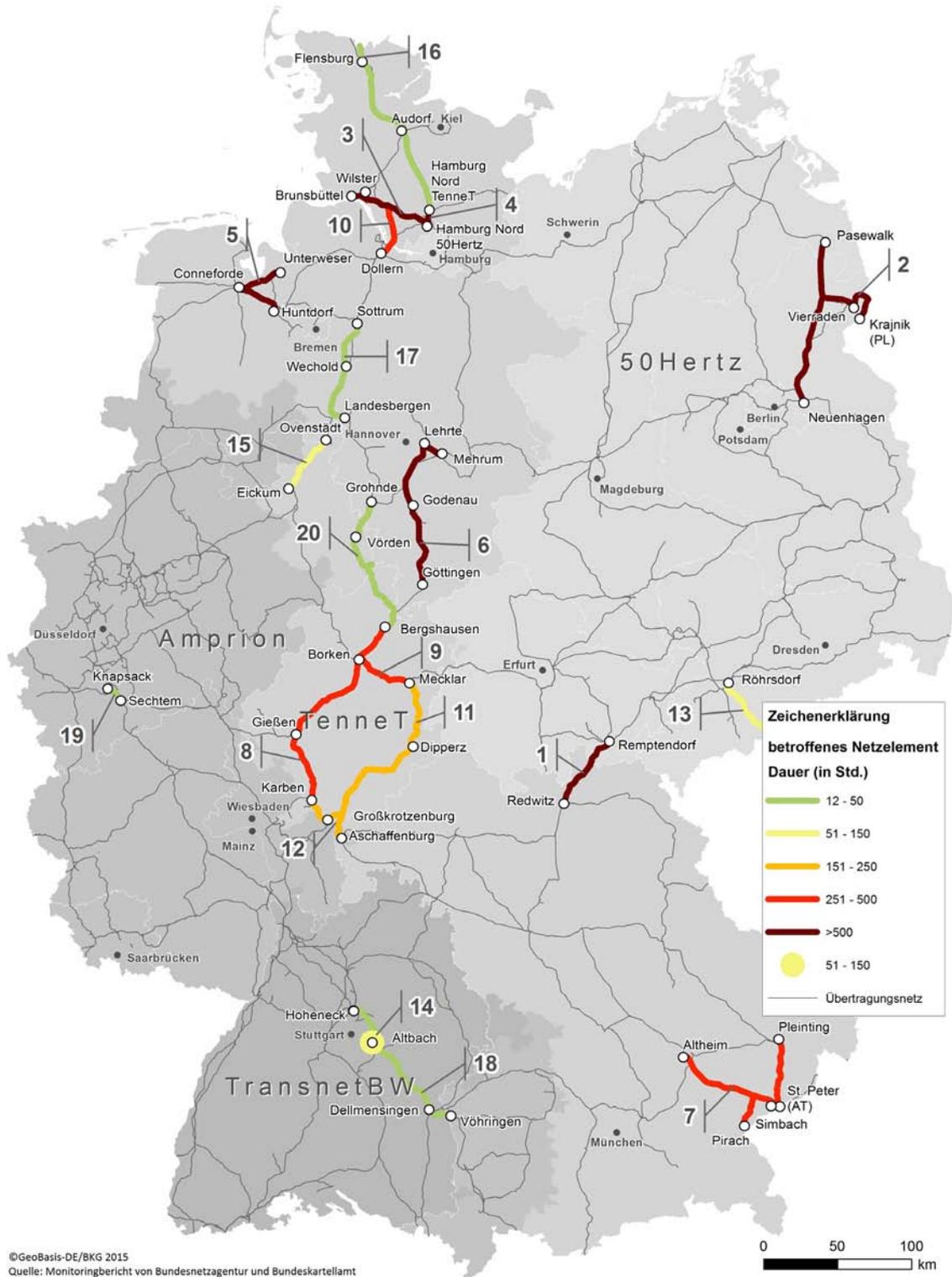
Als Maßstab für die Netzqualität veröffentlicht die Bundesnetzagentur jährlich den so genannten „System Average Interruption Duration Index“ (SAIDI).<sup>7</sup> Der SAIDI gibt die durchschnittliche Unterbrechungsdauer der Stromversorgung an. Da der SAIDI-Wert die Qualität des Nieder- und Mittelspannungsnetzes widerspiegeln soll, werden bei der Berechnung z. B. durch Wartungen am Stromnetz geplante Unterbrechungen oder Unterbrechungen durch Naturkatastrophen nicht berücksichtigt. Erhoben werden Unterbrechungen, die länger als drei Minuten andauern und auf atmosphärische Einwirkungen (z. B. Gewitter), auf Einwirkungen Dritter (z. B. versehentliche Beschädigungen von Stromleitungen), auf Rückwirkungen aus anderen Netzen oder auf andere Störungen im Verantwortungsbereich der Netzbetreiber zurückzuführen sind.

Gegenüber dem Monitoringbericht 2015 liegen sowohl für Deutschland als auch für Europa keine aktuelleren Werte vor. In Deutschland bewegte sich der SAIDI-Wert für die Nieder- und Mittelspannung zwischen 2009 und 2013 mit marginalen Abweichungen um den Wert von 15 Minuten pro Jahr. Für das Jahr 2014 lag der Wert mit 12,3 Minuten deutlich darunter. Auch im internationalen Vergleich weist Deutschland zusammen mit der Schweiz, Dänemark und Luxemburg die niedrigsten Unterbrechungszeiten auf (CEER 2015). Ein negativer Einfluss der Energiewende und der damit einhergehenden steigenden dezentralen Erzeugungsleistung auf die Versorgungsqualität ist demnach nicht erkennbar.

Die Gewährleistung der Systemstabilität gehört zu den Kernaufgaben der ÜNB und erfolgt mithilfe von Systemdienstleistungen. Die Gesamtkosten der Systemdienstleistungen sind deutschlandweit im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr um rund 8 Prozent auf 1.096 Mio. Euro zurückgegangen. Dies ist insbesondere auf die gesunkenen Kosten für Sekundärregelung, Minutenreserve und Verlustenergie zurückzuführen (BNetzA, BKartA 2015, S. 120-139).

7 Zur Berechnung des SAIDI werden deutschlandweit die Unterbrechungsminuten mit der Zahl der betroffenen Letztverbraucher multipliziert und durch die Zahl aller im Netz angeschlossenen Letztverbraucher dividiert: Fällt beispielsweise der Strom in einer Großstadt mit 1 Mio. Haushalte für 1 Stunde aus, trägt dies auf die bundesweit 40 Mio. Haushalte umgerechnet rund 1,5 Minuten zum SAIDI-Wert bei.

Abbildung 46: Strombedingte Redispatchmaßnahmen 2015 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber



Quelle: BNetzA, BKartA 2016.

Die volatile Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erfordert eine effiziente Verknüpfung der Erzeugung, der Netze und des Verbrauchs. Um die Versorgungssicherheit zu erhalten, werden Informations- und Kommunikationstechnologien zukünftig eine immer wichtiger werdende Rolle spielen. Der Begriff "intelligentes Stromnetz" (smart grid) beschreibt die digitale Vernetzung der Akteure von der Erzeugung über den Transport, die Speicherung und die Verteilung bis hin zum Verbrauch im Energieversorgungsnetz. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit sollen Erzeugung, Netzbelastung und Verbrauch weitgehend automatisiert aufeinander abgestimmt werden. Mit Hilfe von intelligenten Messsystemen (smart meter) und deren Einbindung in das intelligente Stromnetz sollen Stromangebot und -nachfrage in Einklang gebracht werden. Smart meter machen zudem den Stromverbrauch transparenter, wodurch Anreize für einen effizienten Umgang mit Strom gegeben werden. Zur Einführung intelligenter Messsysteme hat der Bundestag am 23. Juni 2016 das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende beschlossen.

## 7.4 Gasverteilnetz

Erdgas hat eine hohe Bedeutung am Primärenergieverbrauch in Hessen: mit einem Anteil von 23 Prozent am Primärenergieverbrauch ist Erdgas nach Mineralölen (Anteil von 50 Prozent am PEV) der wichtigste Energieträger (vgl. Kapitel 3.1).

Nach Angaben des LDEW betrug im Jahr 2014 die Rohrnetzlänge des Gasnetzes in Hessen insgesamt 29.174 km (LDEW 2016). Dabei entfielen 36 Prozent auf das Niederdruckgasnetz, 37 Prozent auf das Mitteldruckgasnetz und 27 Prozent auf das Hochdruckgasnetz.

Die Bundesnetzagentur ermittelt auch im Gasbereich die Versorgungssicherheit für den Letztverbraucher anhand des SAIDI-Wertes. Dieser lag in den vergangenen Jahren zwischen einer halben Minute und zwei Minuten. Im Jahr 2014 lag der SAIDI-Wert mit 16,8 Minuten um ein Vielfaches über den Werten der Vorjahre. Ursache hierfür war eine Explosion an der Erdgasleitung Rhein-Main am 23. Oktober 2014 in Ludwigshafen-Oppau im Rahmen von Bauarbeiten, wodurch die Pipeline temporär außer Betrieb genommen werden musste. Dadurch entstand ein Kapazitätsausfall von 35 Stunden. Ohne diesen Unfall läge der SAIDI-Wert in 2014 bei rund 1,3 Minuten und somit im langfristigen Mittel.

Untergrundspeicher für Erdgas spielen eine wichtige Rolle bei der Energieversorgung in Deutschland. Aufgabe von sogenannten Untertage-Gasspeichern ist der Ausgleich tages- und jahreszeitlicher Verbrauchsspitzen

von Erdgas. Man unterscheidet Porenspeicher, die zur saisonalen Grundlastabdeckung dienen, und Kavernenspeicher, die besonders für tageszeitliche Spitzenlastabdeckungen geeignet sind. Hessen ist Standort von zwei Porenspeichern in Stockstadt und Hähnlein in Südhessen sowie eines Kavernenspeichers in Reckrod in Nordhessen (vgl. LBEG 2015).

## 7.5 Fernwärmenetz

Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (AGFW) erstellt jährlich einen Hauptbericht zur Fernwärmeversorgung in Deutschland. In Tabelle 11 sind die entsprechenden Informationen zu den Netzen in Hessen dargestellt. Das Fernwärmenetz in Hessen umfasste am Jahresende 2014 eine Trassenlänge von insgesamt knapp 1.052 km, davon entfielen 1.006 km auf Wassernetze und knapp 46 km auf Dampfnetze. Gegenüber dem Vorjahr ist die Länge des Wassernetzes um 2,1 Prozent gestiegen, die Länge des Dampfnetzes leicht zurückgegangen.

Tabelle 11: Fernwärmenetze in Hessen

Netzdaten und Leistung	2012	2013	2014	Veränderung 2013/2014
<b>Trassenlänge (in km)</b>				
Insgesamt	961,2	1.031,0	1.051,6	2,0%
Wassernetz	915,0	985,0	1.006,0	2,1%
Dampfnetz	46,2	46,0	45,6	-0,9%
<b>Hausübergabestationen (Anzahl)</b>				
Insgesamt	17.300	19.177	19.498	1,7%
Wassernetz	16.947	18.827	19.145	1,7%
Dampfnetz	353	350	353	0,9%
<b>Leistung (in MW)</b>				
Insgesamt	2.540,6	3.155,9	3.023,9	-4,2%
Wassernetz	2.027,0	2.660,0	2.505,0	-5,8%
Dampfnetz	513,6	495,9	518,9	4,6%
<b>Nutzbare Wärmeabgabe (in TJ)</b>				
Insgesamt	13.611	15.016	12.660	-15,7%
Wassernetz	10.883	12.291	10.377	-15,6%
Dampfnetz	2.728	2.725	2.283	-16,2%

Quelle: AGFW 2015.

Im Jahr 2014 waren insgesamt 19.498 Hausübergabestationen mit einer Leistung in Höhe von insgesamt 3.024 MW angeschlossenen. Gegenüber dem Vorjahr reduzierte sich die angeschlossene Leistung geringfügig um 132 MW. Im Vergleich zu 2012 ist die installierte Leistungen jedoch um 483 MW gestiegen. Die nutzbare Wärmeabgabe bildet die Energiemenge ab, die an den Kunden geliefert wird. Sie wird stark von den klimatischen Witterungsbedingungen beeinflusst und weist dadurch jährliche Schwankungen auf. Während im Jahr 2013 die Heizgradtage annähernd einem normalen Winter entsprachen, lagen die Heizgradtage in 2012 und insbesondere in 2014 aufgrund der milden Winter unter dem langjährigen Durchschnitt. Dies erklärt die im Vergleich zu 2013 niedrigeren Werte der nutzbaren Wärmeabgabe in 2012 und insbesondere 2014.

# 8

## Verkehr



## 8 Verkehr

### 8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Eine hohe Relevanz für die Umsetzung der Energiewende in Hessen hat der Verkehrssektor. Rund 6,0 Prozent der hessischen Bruttowertschöpfung entfallen auf den Wirtschaftsbereich Verkehr.<sup>8</sup> Im Vergleich dazu ist dem Verkehrssektor in Deutschland ein Anteil von 4,7 Prozent an der Bruttowertschöpfung zuzurechnen (Vgl. Statistisches Bundesamt 2016). Der Wirtschaftsbereich Verkehr ist demnach für Hessen von überdurchschnittlich hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Die zentrale Lage Hessens in Deutschland und Europa, ein gut ausgebautes Straßen- und Schienennetz, der internationale Flughafen Frankfurt am Main und die vorhandenen Distributions- und Umschlagzentren sind Faktoren, die Hessen zur wichtigen Drehscheibe für den internationalen Waren- und Personenverkehr in Deutschland machen.

Auch in der Energiebilanz kommt dem Verkehrssektor in Hessen eine erhebliche Bedeutung zu. Für das Jahr 2015 wird der Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch vom IE-Leipzig auf 47 Prozent prognostiziert, fast doppelt so hoch wie der Anteil des Sektors private Haushalte am Endenergieverbrauch von 24 Prozent und mehr als dreimal so hoch wie in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 15 Prozent und Industrie mit 14 Prozent (siehe Kapitel 3.2). Von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. liegen auf Bundesebene die vorläufigen Anteilswerte für das Jahr 2014 vor. Der Verkehrssektor hat bundesweit einen Anteil am Endenergieverbrauch von 30 Prozent, also einen deutlich geringeren Anteil als im Land Hessen (vgl. AGE 2015).<sup>9</sup>

Im Jahr 2015 beträgt der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in Hessen 365 PJ. Gegenüber dem Vorjahr mit einem Endenergieverbrauch des Verkehrssektors von 364 PJ bedeutet dies einen leichten Anstieg um etwa 0,1 Prozent. Seit dem Jahr 2011 ist ein stetiger Aufwärtstrend zu verzeichnen, nachdem der Endenergieverbrauch zuvor rückläufig war.

Abbildung 47 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs differenziert nach Verkehrsträgern. Die größten Anteile am Endenergieverbrauch entfallen auf den Straßenverkehr und den Luftverkehr. Der Endenergieverbrauch für das Jahr 2015 liegt im Bereich des Straßenverkehrs bei 185 PJ (51 %) und im Bereich des Luftverkehrs bei 173 PJ (47 %). Es ist zu beachten, dass der Endenergieverbrauch im Luftverkehr aus der Flugtreibstoffmenge, die in Hessen getankt wurde, resultiert. Folglich sind beträchtliche Anteile von Flugtreibstoff enthalten, die im internationalen Luftverkehr eingesetzt werden. Schienenverkehr und Binnenschifffahrt tragen nur in geringem Umfang zum Energieverbrauch im hessischen Verkehrssektor insgesamt bei. Im Schienenverkehr beträgt der Endenergieverbrauch im Jahr 2015 knapp 6 PJ (2 %), in der Binnenschifffahrt 0,7 PJ (0,2 %).

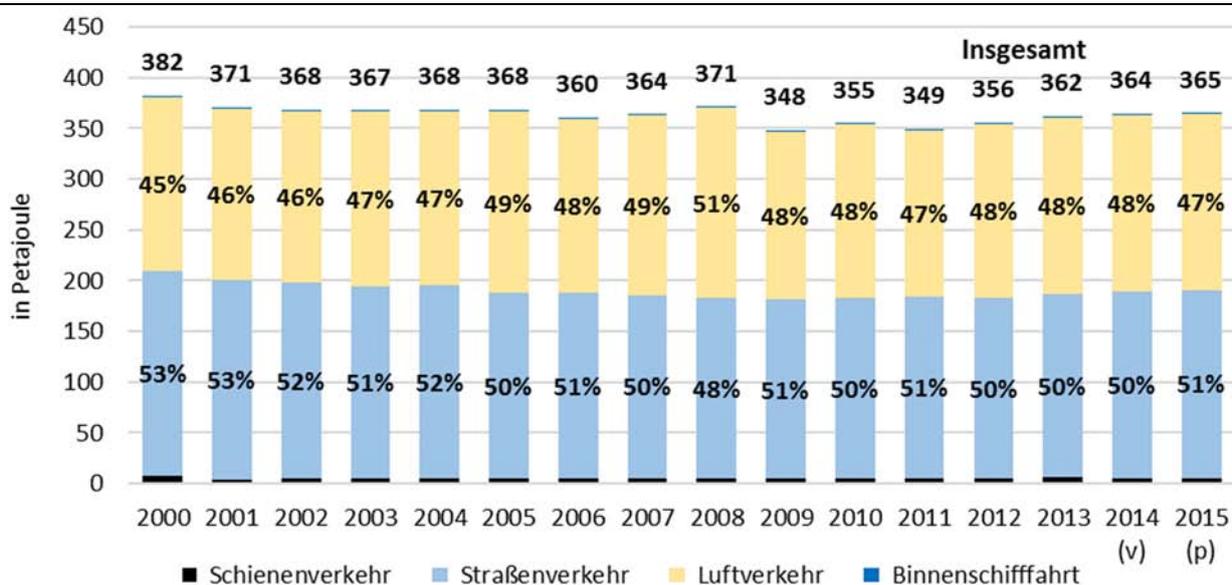
Gegenüber dem Vorjahr wird im Luftverkehr ein Rückgang des Endenergieverbrauchs um knapp ein Prozent erwartet. Im Schienenverkehr und in der Binnenschifffahrt wird im Jahr 2015 ebenfalls eine rückläufige Entwicklung prognostiziert. Im Straßenverkehr wird für das Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr hingegen eine leichte Verbrauchserhöhung um rund ein Prozent angenommen.

Abbildung 48 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor unterschieden nach Energieträgern. Mit weitem Abstand dominieren Mineralöle und Mineralölprodukte. Ihr Anteil am gesamten Endenergieverbrauch liegt im Jahr 2015 mit 350 PJ bei 96 Prozent. Der Anteil erneuerbarer Energien beträgt 2,5 Prozent, dies entspricht 9 PJ (siehe hierzu auch Kapitel 4.2). Auf den Energieträger Strom entfällt 2015 ein Anteil am Endenergieverbrauch von einem Prozent bzw. 5 PJ. Gasen kommt mit 0,4 PJ Endenergieverbrauch nur eine marginale Rolle zu.

8 Gemäß Abschnitt H der Wirtschaftszweigklassifikation 2008 zählen hierzu Personen- und Güterbeförderung im Landverkehr sowie in Schiff- und Luftfahrt, Transport in Rohrfernleitungen, Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr, Post-, Kurier- und Expressdienste.

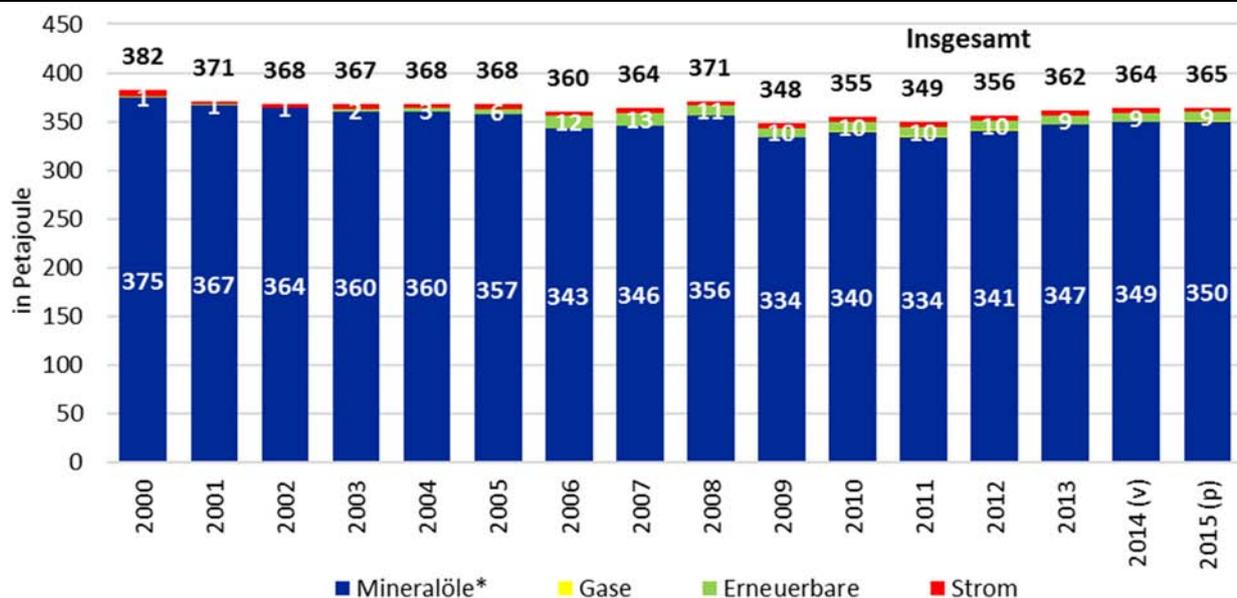
9 Statistisch erfasster Energieverbrauch für die unmittelbare Erstellung von Transportleistungen aller Verkehrsträger (Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr, Schifffahrt), ohne mittelbarer Energieverbrauch z. B. für Heizung und Beleuchtung sowie Treibstoffverbrauch in der Landwirtschaft.

**Abbildung 47: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern 2000 – 2015**  
(in PJ, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

**Abbildung 48: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000 – 2015**  
(in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas

Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Seit dem Jahr 2011 steigt der absolute Beitrag von Mineralöl und Mineralölprodukten zum Endenergieverbrauch im hessischen Verkehrssektor an, nachdem der Trend zuvor rückläufig war. Für das Jahr 2015 wird gegenüber

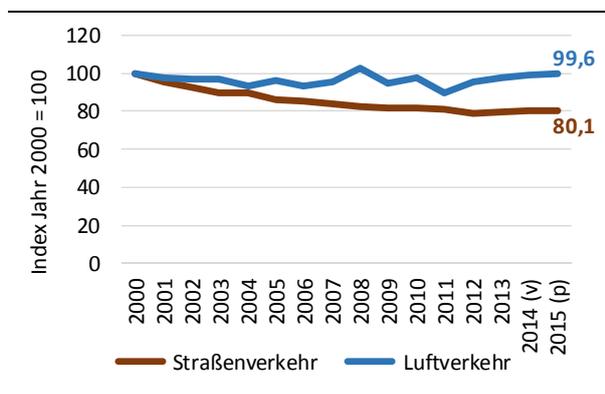
dem Vorjahr eine weitere Zunahme von 0,2 Prozent prognostiziert. Hintergrund dafür ist nach Angaben des IE-Leipzig vor allem ein steigender Dieselverbrauch im Straßenverkehr.

## 8.2 Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor

Aufschluss über die Energieeffizienz im Verkehrssektor gibt der spezifische Endenergieverbrauch. Der spezifische Endenergieverbrauch bezeichnet dabei das Verhältnis von Endenergieverbrauch zu Verkehrsleistung. Das IE-Leipzig zieht für die Verkehrsleistung im Straßenverkehr die Anzahl der Kraftfahrzeuge (inkl. Personenkraftwagen, Krafträder, Kraftomnibusse, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstige Kraftfahrzeuge) und für die Verkehrsleistung im Luftverkehr die Anzahl der Flugbewegungen (inkl. Starts und Landungen) heran. Da Straßenverkehr und Luftverkehr zusammen 98 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor ausmachen, erfolgt im Folgenden eine Fokussierung auf diese Bereiche.

Der spezifische Endenergieverbrauch (temperaturbereinigt) im Straßenverkehr hat sich in den letzten Jahren stabilisiert. Der spezifische Endenergieverbrauch je Kraftfahrzeug liegt im Jahr 2015 bei 44,6 Gigajoule. Zuvor zeigte die Entwicklung bis 2012 einen deutlichen Abwärtstrend, wie aus Abbildung 49 ersichtlich ist. Die Entwicklungen sind vor dem Hintergrund stetig steigender Kraftfahrzeugzahlen in Hessen zu sehen.

**Abbildung 49: Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs (temperaturbereinigt) im Straßen- und Luftverkehr (Index 2000 = 100)**



Quelle: IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Der spezifische Endenergieverbrauch (temperaturbereinigt) im Luftverkehr nimmt am aktuellen Rand geringfügig zu, im Jahr 2015 um rund ein Prozent gegenüber dem Vorjahr. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Anzahl der Flugbewegungen im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahr um knapp zwei Prozent verringert, während der Endenergieverbrauch in diesem Sektor um ein Prozent abgenommen hat (vgl. Kapitel 8.1). Abbildung 49 zeigt, dass der spezifische Endenergieverbrauch je Flug

in den vergangenen Jahren relativ konstant ist. Der spezifische Endenergieverbrauch im Luftverkehr bewegt sich im Jahr 2015 um 372,7 Gigajoule.

### Entwicklung des Treibstoffverbrauchs von PKW

Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch neu zugelassener PKW hat sich am aktuellen Rand in Fortführung des langfristigen Trends weiterhin verringert (siehe Tabelle 12). So ging der durchschnittliche Treibstoffverbrauch von neu zugelassenen PKW von 5,4 Liter je 100 km im Jahr 2014 auf 5,3 Liter je 100 km im Jahr 2015 leicht zurück.

**Tabelle 12: Entwicklung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland 2000 – 2015 (in Liter je 100 km)**

	Benzin	Diesel	Gesamt
2000	8,1	6,4	7,6
2005	7,4	6,5	7,0
2010	6,5	5,8	6,2
2011	6,3	5,5	5,9
2012	6,1	5,4	5,8
2013	5,8	5,2	5,5
2014	5,7	5,1	5,4
2015	5,6	4,9	5,3
<b>2000-2015:</b>			
absolut	-2,5	-1,5	-2,3
in %	-30,9%	-23,4%	-30,3%

Quelle: KBA 2016a.

Bei mit Benzin betriebenen Neuzulassungen verringerte sich der durchschnittliche Treibstoffverbrauch 2015 gegenüber dem Vorjahr von 5,7 Liter je 100 km auf 5,6 Liter je 100 km. Bei PKW mit Diesel-Motoren sank der durchschnittliche Treibstoffverbrauch von 5,1 Liter je 100 km im Jahr 2014 auf 4,9 Liter je 100 km im Jahr 2015.

## 8.3 Elektromobilität

Elektrofahrzeuge kommen sowohl im privaten als auch im gewerblichen oder kommunalen Umfeld zum Einsatz. Sie tragen zur Deckung der Mobilitätsbedürfnisse bei und gelten als geeignet, gerade in den belasteten Innenstädten Umweltbeeinträchtigungen zu reduzieren, da sie lokal kaum Schadstoffe emittieren. Das Spektrum umfasst elektrische Bahnen, Nutzfahrzeuge wie Elektro-

busse oder Elektro-Müllsammelfahrzeuge und Personenkraftwagen mit Elektroantrieb ebenso wie Elektrofahräder. Als Elektrofahrzeuge gelten reine Elektrofahrzeuge, die ausschließlich über einen Elektromotor verfügen. Die elektrische Energie wird in der Regel in aufladbaren Fahrzeugbatterien gespeichert. Hinzu kommen sogenannte Hybridantriebe, also eine Kombination aus verschiedenen Motoren (Elektro- und Verbrennungsmotor), die parallel oder wechselweise zum Einsatz gelangen. Die Marktfähigkeit der Elektromobilität im Individualverkehr mit Personenkraftwagen dürfte in hohem Maße von der elektrischen Speicherkapazität und damit der Fahrzeugreichweite abhängen. Auch Ladedauer und Preise spielen eine Rolle. PKW mit Elektroantrieb werden durch die kürzlich von der Bundesregierung beschlossene Kaufprämie, die Kraftfahrzeugsteuerbefreiung sowie das Angebot besonderer Parkplätze oder die Möglichkeit der Busspurnutzung (vgl. Elektromobilitätsgesetz 2015) begünstigt.<sup>10</sup> Die Hessische Landesregierung unterstützt eine nachhaltige und zukunftsfähige Gestaltung des Verkehrs durch Elektromobilität mit dem Landesprogramm „Strom bewegt – Elektromobilität Hessen“ (siehe Maßnahmenliste in Kapitel 11).

Eine Differenzierung der PKW nach deren Antriebsart zeigt, dass es sich nur bei einem geringen Teil der PKW

in Hessen um Elektrofahrzeuge handelt (siehe Tabelle 13). Insgesamt waren zum Jahresbeginn 2016 in Hessen mehr als 3,5 Mio. PKW registriert. Seit Jahresbeginn 2010 bedeutet dies einen Zuwachs um rund 260.000 Fahrzeuge bzw. 7,9 Prozent. Dabei handelt es sich ganz überwiegend um PKW mit Benzinmotoren, welche 2,3 Mio. Fahrzeuge bzw. 65 Prozent aller PKW in Hessen ausmachen. Weitere fast 1,2 Mio. Fahrzeuge bzw. 33 Prozent sind PKW mit Dieselmotoren. Benziner und Dieselfahrzeuge stellen gemeinsam rund 98,5 Prozent aller PKW in Hessen. Die Zahl der PKW mit Dieselmotoren stieg dabei im Zeitraum von 2010 bis Jahresbeginn 2016 um 295.000 Fahrzeuge bzw. 33,2 Prozent. Gegenüber dem Vorjahr ist die Zahl der PKW mit Dieselmotoren um 4,8 Prozent gestiegen.

Auf alle anderen Antriebsarten wie Flüssiggas, Erdgas, Elektro- und Hybridantriebe zusammen entfallen im Jahr 2016 nur rund 52.000 PKW, d. h. diese Antriebsarten machen nur 1,5 Prozent aller PKW in Hessen aus.

Die Anzahl der Elektrofahrzeuge verzeichnet unter allen Antriebsarten den größten Zuwachs. Die Zahl der PKW mit Elektroantrieb stieg von 153 Fahrzeugen im Jahr 2010 auf knapp 2.000 zu Beginn des Jahres 2016. Im Vergleich zum Vorjahr nahm die Zahl um 540 PKW bzw. 37,9 Prozent zu (siehe Abbildung 50).

**Tabelle 13: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten 2010 und 2016 im Vergleich**

Antriebsart	2010		2016		Veränderung 2010 - 2016		Veränderung 2015 - 2016	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
<b>Insgesamt</b>	<b>3.279.051</b>		<b>3.539.412</b>		<b>260.361</b>	<b>7,9%</b>	<b>55.447</b>	<b>1,6%</b>
darunter:								
Benzin	2.357.597	72%	2.303.896	65%	-53.701	-2,3%	-572	0,0%
Diesel	888.535	27%	1.183.315	33%	294.780	33,2%	54.735	4,8%
Flüssiggas	24.592	0,75%	32.431	0,92%	7.839	31,9%	-1.082	-3,2%
Erdgas	5.479	0,17%	5.972	0,17%	493	9,0%	-256	-4,1%
<b>Elektro</b>	<b>153</b>	<b>0,00%</b>	<b>1.966</b>	<b>0,06%</b>	<b>1.813</b>	<b>1185,0%</b>	<b>540</b>	<b>37,9%</b>
Hybrid	2.598	0,08%	11.708	0,33%	9.110	350,7%	2.074	21,5%

Quelle: KBA 2016b, Angaben jeweils zum 1. Januar eines Jahres.

Abbildung 50 zeigt die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge. Rein privat zugängliche Ladepunkte sind bei der Darstellung zur Ladeinfrastruktur nicht berücksichtigt.

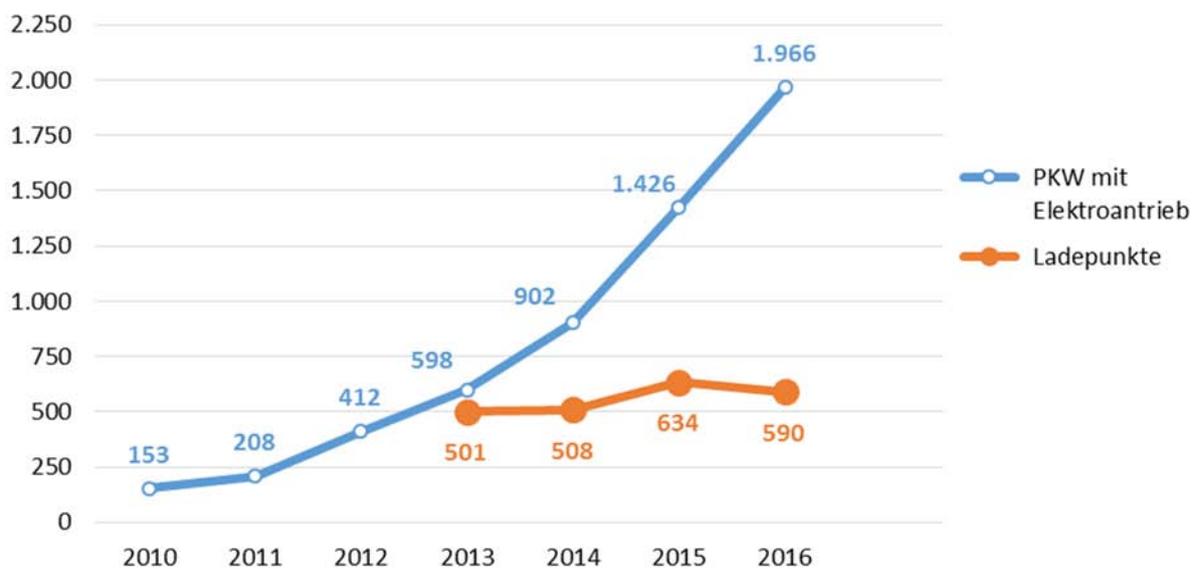
In Relation zur steigenden Anzahl der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb wächst die Anzahl der öffentlich

zugänglichen Ladepunkte für Hessen in deutlich geringerem Maße. Im Vergleich zum Vorjahr fällt die Zahl der Ladepunkte zu Jahresbeginn 2016 mit 590 Ladepunkten verhältnismäßig niedrig aus. Dieser Rückgang ist nach Angaben des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) allerdings primär auf eine Be-

<sup>10</sup> Siehe zur Übersicht auf Bundesebene BMWi (2016d).

reinigung der Statistik um Doppelzählungen zurückzuführen. Hessen gehört (nach Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern) zu den Bundesländern mit den meisten öffentlich zugänglichen Ladepunkten. Die Daten basieren auf freiwilligen Angaben. Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Ladepunkte tendenziell untererfasst wird. Derzeit kommt in Hessen auf rund drei Personenkraftwagen mit Elektroantrieb ein Ladepunkt.

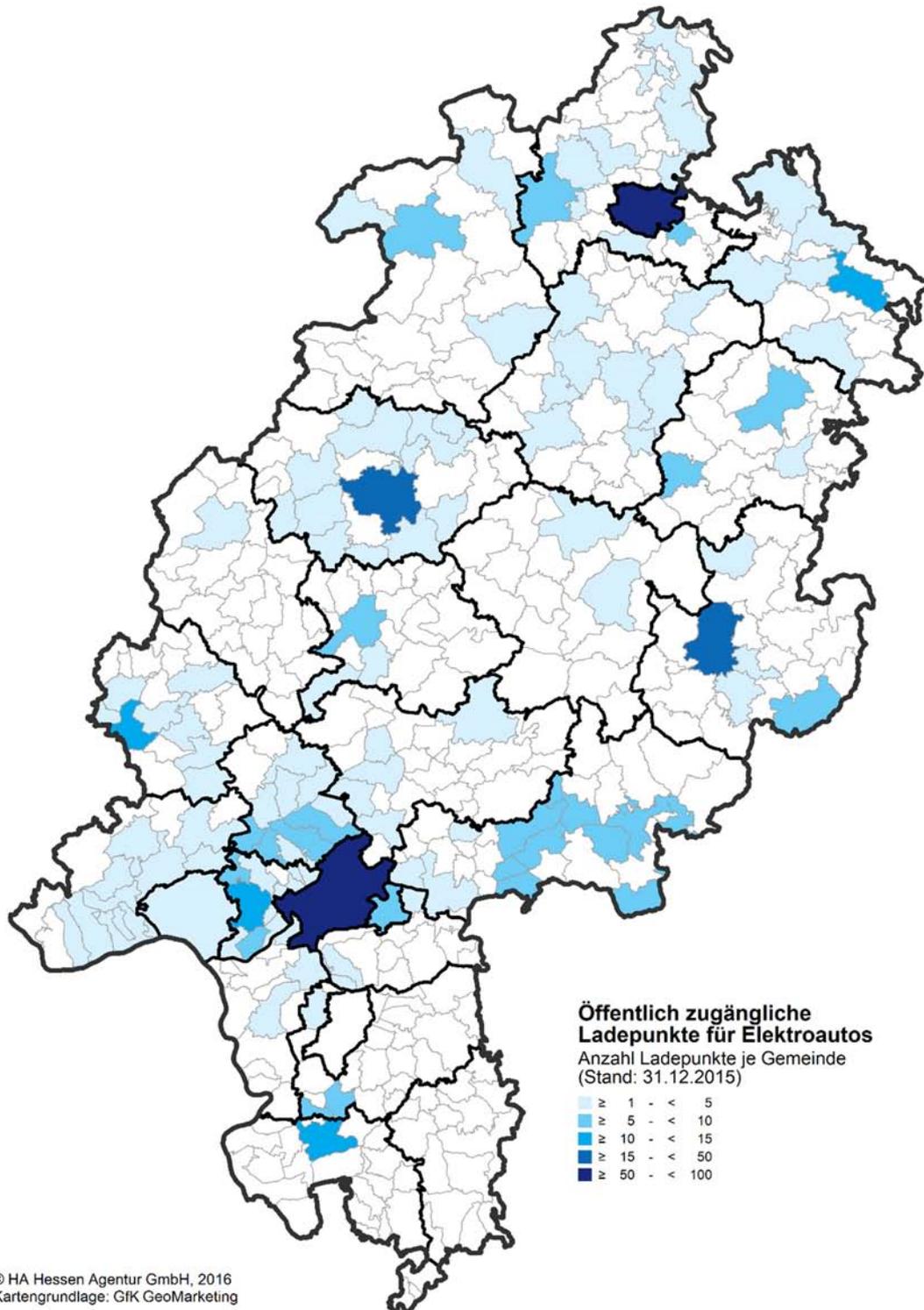
**Abbildung 50: Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und Ladepunkte in Hessen**



Quelle: KBA 2016b (Stand:01.01.2016), BDEW 2016b (Stand:31.12.2015).

Abbildung 51 zeigt die regionale Verteilung der 590 öffentlich zugänglichen hessischen Ladepunkte für Elektroautos zum Jahresbeginn 2016, wobei wiederum die Daten des BDEW die Grundlage bilden. In 123 hessischen Gemeinden existieren demnach öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektroautos. Eher wenige Ladepunkte sind auf Basis der freiwilligen Erhebung in Südhessen beispielsweise im Odenwaldkreis, in Darmstadt und den Landkreisen Darmstadt-Dieburg, Bergstraße und Offenbach zu finden. Auch in Teilen Mittelhessens – beispielsweise im südlichen Teil des Lahn-Dill-Kreises und im westlichen Teil des Vogelsbergkreises – sind bisher relativ wenige Ladepunkte vorhanden. Eine Häufung an Ladepunkten ist primär in den Agglomerationszentren Frankfurt und Kassel feststellbar, gefolgt von Marburg und Fulda.

Abbildung 51: Regionale Verteilung der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektroautos auf Gemeindeebene



# 9

## Entwicklung der Treibhausgasemissionen



## 9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

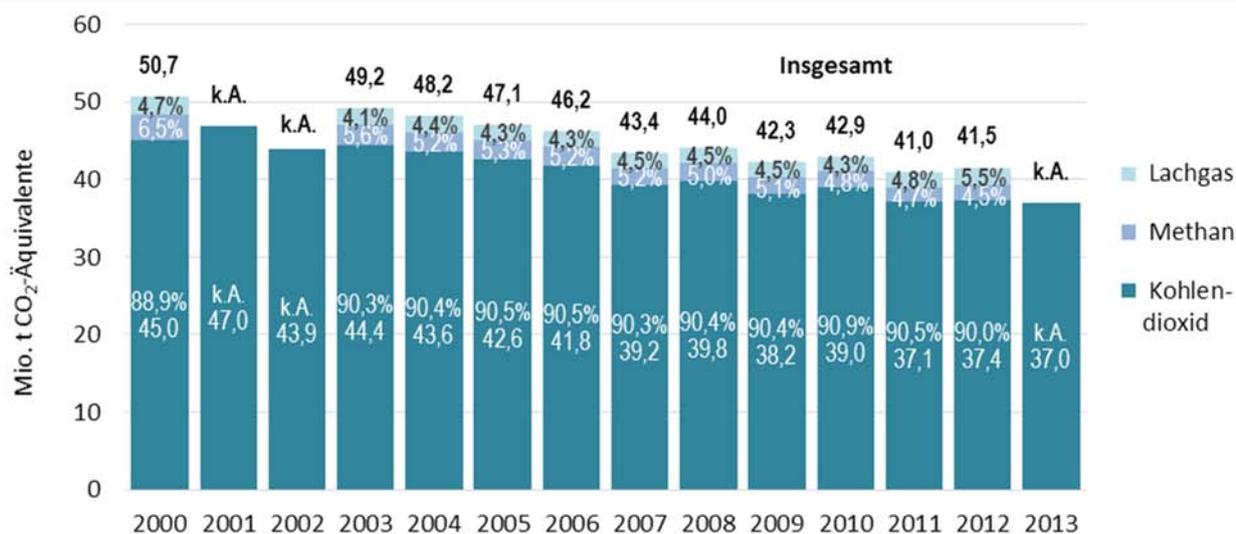
Hessen strebt eine deutliche Reduktion der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen an, die hauptsächlich bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Gemäß dem beschlossenen Klimaschutzziel sollen in Hessen die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent reduziert werden. Bis zum Jahr 2020 wird eine Reduktion um 30 Prozent und bis 2025 um 40 Prozent angestrebt. In der hessischen Treibhausgasbilanz, die vom HSL sowie dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) erstellt wird, werden die drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (Distickstoffoxid N<sub>2</sub>O) dargestellt. Diese Gase haben zusammen einen Anteil von ca. 99 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen. Derzeit liegt die Treibhausgasbilanz für das Jahr 2012 vor (HMUKLV 2016b). Darüber hinaus sind Angaben zu den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2013 verfügbar (HMUKLV 2016a). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des internationalen Flugverkehrs zählen gemäß Nationalem Inventarbericht nicht zum deutschen Treibhausinventar und werden dementsprechend bei den Berechnungen der Treibhausgasemissionen nicht berücksichtigt (Umweltbundesamt 2016).

### 9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen

Im Jahr 2012 lag der in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnete Gesamtausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen in Hessen mit 41,5 Mio. Tonnen um 0,5 Mio. Tonnen bzw. 1,2 Prozent höher als im Vorjahr (siehe Abbildung 52). Dabei sind die Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid, auf das 90 Prozent der Gesamtemissionen entfallen, um 0,3 Mio. Tonnen gestiegen. Die Kohlendioxidemissionen werden nahezu ausschließlich durch Verbrennungsprozesse verursacht und unterliegen witterungsbedingten Schwankungen. So ist in 2013 für das Treibhausgas Kohlendioxid ein Rückgang der Emissionen um 0,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente festzustellen, so dass der Ausstoß an Kohlendioxid wieder leicht unter dem Wert von 2011 liegt.

In der Langfristbetrachtung sind die Treibhausgasemissionen deutlich rückläufig. Wichtige Ursachen dafür sind die zunehmende Substitution fossiler Brennstoffe durch die Nutzung erneuerbarer Energien sowie emissionsärmere gasförmige Brennstoffe wie auch der Rückgang der deponierten Abfallmengen, die Verbesserungen in der Anlageneffizienz und eine weniger intensive Viehhaltung.

**Abbildung 52: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2000 – 2013**  
(in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %\*)



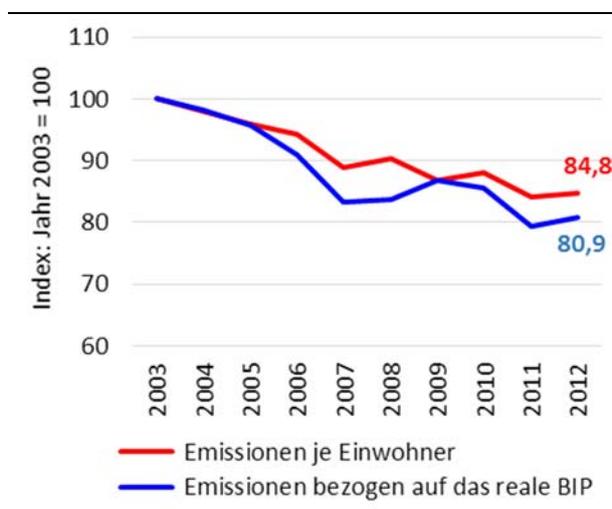
Quelle: HSL 2016a.

## 9.2 Entwicklung der Treibhausgasintensität

Die Treibhausgasemissionen je Einwohner und auch die Treibhausgasintensität, gemessen an den Treibhausgasemissionen bezogen auf das reale Bruttoinlandsprodukt, sind in 2012 gegenüber dem Vorjahr gestiegen (siehe Abbildung 53). Dies ist auf die Steigerung der Treibhausgasemissionen insgesamt bei einer gleichzeitig deutlich schwächeren Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung zurückzuführen.

Bei langfristiger Betrachtung sind die Treibhausgasemissionen je Einwohner im Zeitraum von 2003 bis 2012 um 15,2 Prozent gesunken. Noch stärker rückläufig war mit 19,1 Prozent die Treibhausgasintensität, und dies trotz eines kontinuierlichen Wirtschaftswachstums. Der vom Trend abweichende Anstieg in den Jahren 2008 und 2009 ist auf den wirtschaftlichen Einbruch und den entsprechenden Rückgang der wirtschaftlichen Leistung infolge der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise zurückzuführen.

**Abbildung 53: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und BIP (Index 2003 = 100)**



Quelle: HSL 2016a.

## 9.3 Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

In Abbildung 54 sind die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen differenziert nach Sektoren dargestellt. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken, Heizwerken und Kesseln zur Erzeugung von Prozesswärme, in Heizungsanlagen und im Verkehr. Sie haben einen Anteil von nahezu 88 Prozent an den gesamten Treibhausgasemissionen.

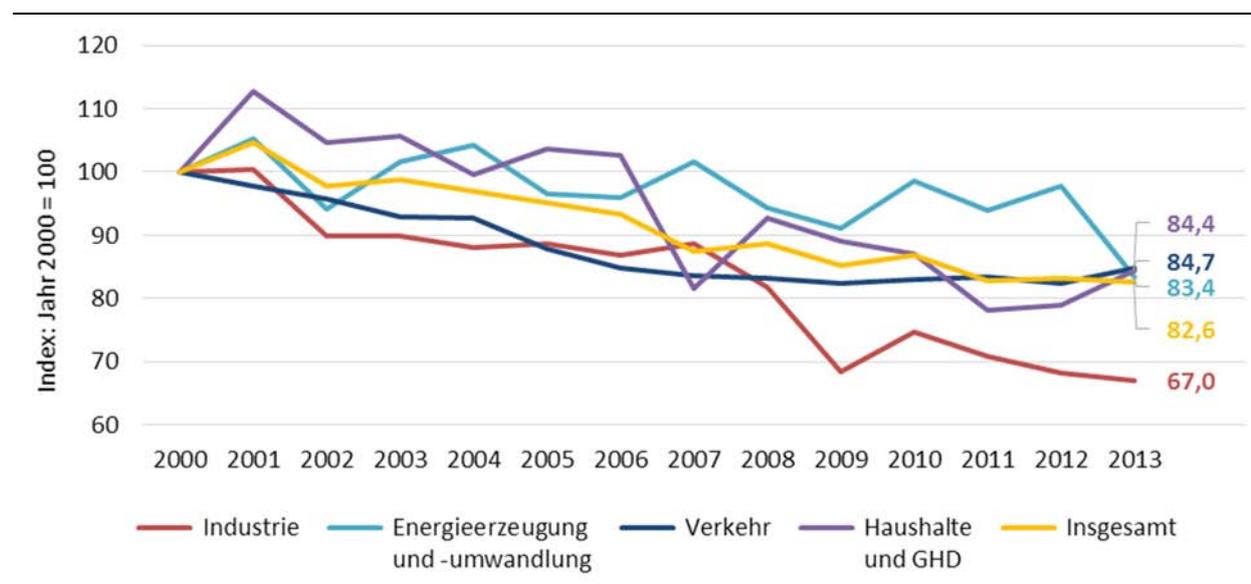
Der Gesamtausstoß der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen lag im Jahr 2013 bei 36,4 Mio. Tonnen und damit um 0,3 Mio. Tonnen bzw. 0,8 Prozent niedriger als im Vorjahr. Dieser Rückgang folgt dem langfristigen Trend: Durch die Erhöhung der Energieeffizienz und des technischen Wirkungsgrads konnten im Zeitraum von 2000 bis 2013 die energiebedingten Emissionen insgesamt um 17,4 Prozent gesenkt werden.

Maßgeblich für den Rückgang im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr war die rückläufige Entwicklung im Sektor Energieerzeugung und -umwandlung, welche auf die Stilllegung der mit Kohle betriebenen Blöcke 1, 2 und 3 im Kohlekraftwerk Staudinger zurückzuführen war (HMUKLV 2016a). Generell sind die im Zeitverlauf erkennbaren Schwankungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Energiesektor vor allem auf eine jährlich unterschiedliche Bruttostromerzeugung der Kraftwerke mit fossilen Energieträgern zu erklären. Im Jahr 2013 wurden im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung insgesamt 8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert, was einem Anteil von 22 Prozent der Emissionen insgesamt entspricht.

Einen höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß haben mit einem Anteil von jeweils über einem Drittel an den Gesamtemissionen der Verkehrssektor (ohne den internationalen Luftverkehr) mit 13,2 Mio. Tonnen und der Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 12,3 Mio. Tonnen. In beiden Sektoren sind aufgrund des witterungsbedingten Wärmebedarfs und einer höheren Mobilität im Straßenverkehr die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Langfristig weisen aber auch diese Sektoren einen Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Der Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Verkehrssektor (ohne den internationalen Luftverkehr) dürfte auf die Ausweitung der biogenen Anteile in Treibstoffen für den Straßenverkehr und die Verringerung des Treibstoffverbrauchs zurückzuführen sein. Zu der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen haben effektivere Heizungssysteme sowie eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger beigetragen.

Die sektoral geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen hatte im Jahr 2013 die Industrie mit 2,9 Mio. Tonnen bzw. einem Anteil von 7,9 Prozent, wobei ein Großteil auf die Chemische und Pharmazeutische Industrie, die Glas und Keramikindustrie sowie die Metallindustrie entfiel. Bei Betrachtung der Entwicklung seit dem Jahr 2000 weist die Industrie mit 33 Prozent den größten Rückgang bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen auf, was auf den sektoralen Strukturwandel zu mehr Dienstleistungen, aber auch auf die Substitution fossiler Brennstoffe bei der Industrieproduktion sowie auf Verbesserungen in der Anlageneffizienz zurückzuführen sein dürfte. In Abbildung 54 wird zudem der starke Rückgang der industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen infolge von Produktionsrückgängen während der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise in den Jahren 2008 und 2009 deutlich.

**Abbildung 54: Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 2000 – 2013**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2016a.

# 10

## Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



## 10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Die Energiewende bewirkt große Veränderungen für die Wirtschaft und die Arbeitswelt in Hessen. So sind Auswirkungen auf die Entwicklung der Energiepreise und damit auf die Kostensituation der Unternehmen und der Haushalte zu erwarten. Auf der anderen Seite eröffnen sich aber auch ökonomische Chancen. Investitionen in erneuerbare Energien und in die Steigerung von Energieeffizienz lösen gesamtwirtschaftliche Wachstumsimpulse aus, wodurch Arbeitsplätze beispielsweise zur Herstellung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien und auf den vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen gesichert und geschaffen werden können. Darüber hinaus stärken Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich innovativer Energietechnologien die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen auf den international stark wachsenden Märkten für erneuerbare Energieerzeugung sowie energieeffiziente Produkte und Produktionsanlagen. In diesem Kapitel werden ausgewählte gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende für Deutschland und Hessen dargestellt. Im Vergleich zum letzten Monitoringbericht wurde der Indikator Investitionen in erneuerbare Energien neu aufgenommen. Die Darstellung der Beschäftigungseffekte wurde gestrafft, da hierfür keine neuen Ergebnisse vorliegen. Nicht mehr dargestellt werden kann die Verteilung der EEG-Zahlungsströme nach Bundesländern, da diese Zahlen nicht mehr vom BDEW ermittelt werden.

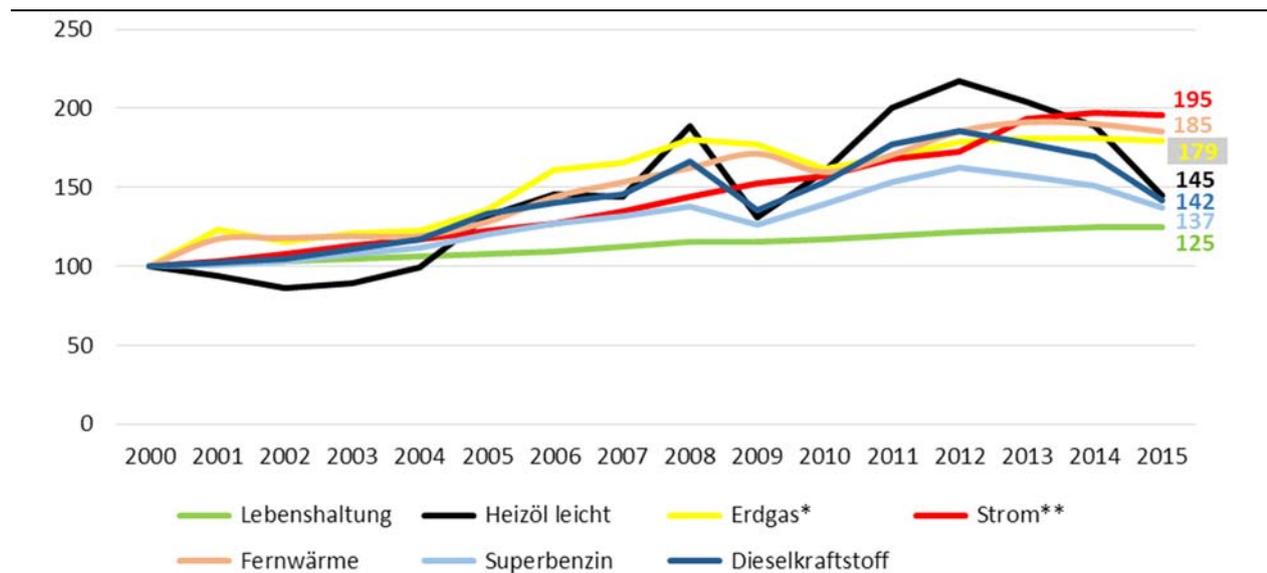
### 10.1 Energiekosten und Energiepreise

Energiekosten umfassen in Haushalten und Unternehmen alle Kosten, die durch den Energieverbrauch verursacht werden. Steigende Energiekosten senken in Unternehmen den Gewinn und können in privaten Haushalten zu Umschichtungen des Konsums führen. Allerdings erhöhen sich bei steigenden Energiepreisen auch die Anreize zur Energieeinsparung.

#### Energiekosten und -preise privater Haushalte

Die allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte haben sich im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr leicht um 0,3 Prozent erhöht. Preistreiber waren dabei Ausgaben für Wohnung und Nahrungsmittel, wohingegen sich die Ausgaben für Energie teilweise deutlich verringert haben. Am stärksten gesunken ist der Preis für leichtes Heizöl (-23,0 %), Dieselkraftstoff (-16,3 %) und Superbenzin (-8,9 %). Damit hat sich der bei Mineralölprodukten bereits seit 2012 zu beobachtende Trend deutlich sinkender Energiepreise weiter fortgesetzt. Aber auch für Fernwärme (-2,5 %), Erdgas (-1,0 %) und Strom (-0,7 %) mussten die Verbraucher weniger bezahlen als im Vorjahr (siehe Abbildung 55).

**Abbildung 55: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Ausgaben für Energie privater Haushalte in Deutschland 2000 – 2015 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)**



\*) bei Abnahme von 19.200 kWh/Jahr \*\*) bei Abnahme von 3.900 kWh/Jahr

Quelle: BMWi 2016b.

Bei Betrachtung des Gesamtzeitraums von 2000 bis 2015 sind die Ausgaben der privaten Haushalte für Energie stärker gestiegen als die Entwicklung der allgemeinen Lebenskosten. Die deutlichsten Steigerungen fanden bei den Ausgaben für Strom statt. Als Preistreiber für die Entwicklung der Stromkosten für Haushalte wirkte vor allem die EEG-Umlage, die sich von 0,2 Cent im Jahr 2000 auf 6,35 Cent je kWh im Jahr 2016 erhöht hat. Nach einem Rückgang der EEG-Umlage von 6,24 Cent im Jahr 2014 auf 6,17 Cent im Jahr 2015 erfolgte wieder ein Anstieg in 2016. Die Entwicklung der EEG-Umlage und des durchschnittlichen Börsenstrompreises seit 2010 sind in Tabelle 14 dargestellt. Die seit dem Jahr 2013 rückläufigen Börsenstrompreise haben den Anstieg der EEG-Umlage dabei mehr als ausgleichen können.

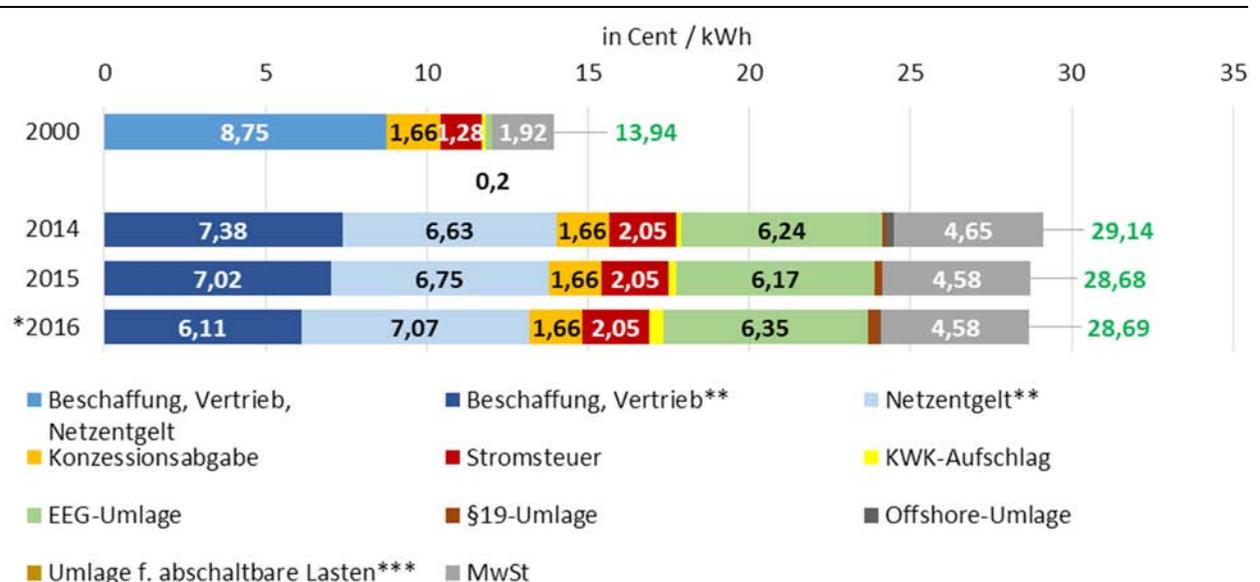
In Abbildung 56 ist die Entwicklung des Strompreises für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen dargestellt. So stieg für einen Haushalt mit einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr der Preis pro kWh von 13,94 Cent im Jahr 2000 auf 29,14 Cent im Jahr 2014. Seitdem ist der Strompreis für die Endverbraucher wieder leicht gesunken, und zwar auf 28,69 Cent im Januar 2016.

**Tabelle 14: Entwicklung des Börsenstrompreises und der EEG-Umlage (in Cent je kWh)**

Jahr	EEG-Umlage	Börsenpreis	Summe
2010	2,05	5,55	7,60
2011	3,53	5,43	8,96
2012	3,58	5,99	9,57
2013	5,28	5,27	10,55
2014	6,24	4,22	10,46
2015	6,17	3,79	9,96
2016	6,35	3,42	9,77

Quelle: BMWi (2015).

**Abbildung 56: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014 – 2016 (in Cent je kWh)**



\*) Januar 2016

\*\*) seit dem Jahr 2006 werden Netzentgelte gesondert ausgewiesen.

\*\*\*) nur 2014/2015

Quelle: BDEW 2016a.

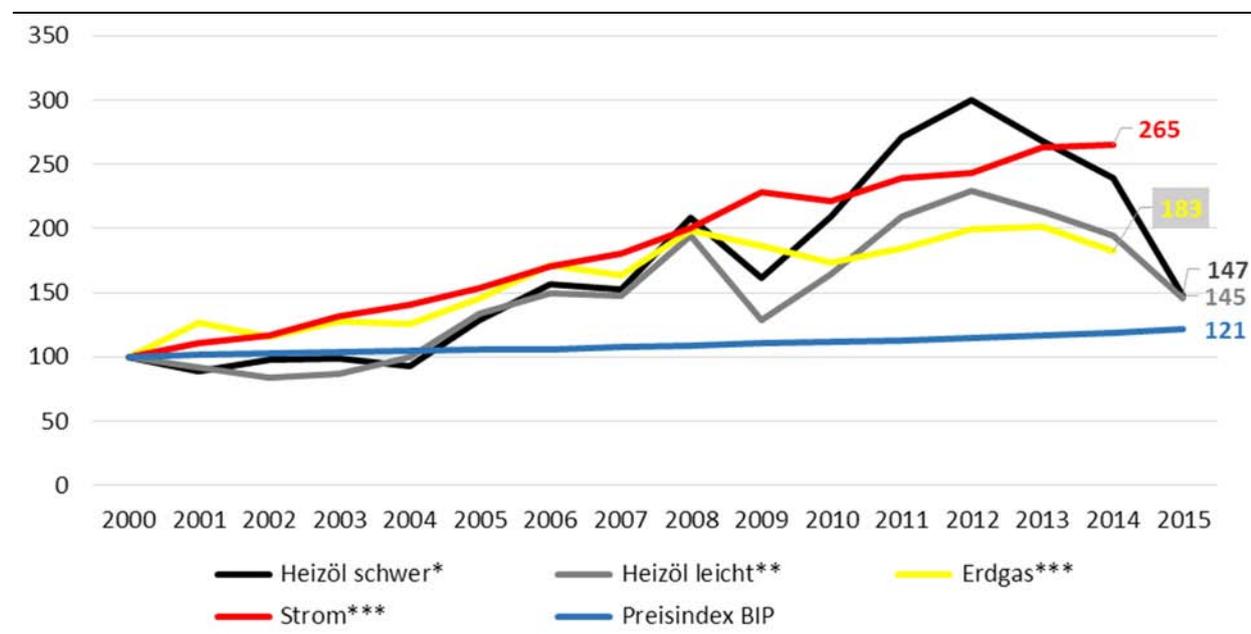
Neben der EEG-Umlage sind gegenüber dem Vorjahr zudem die Netzentgelte relativ stark angestiegen, die zuletzt bei 7,07 Cent lagen. Die Stromsteuer, die 1999 zur Entlastung der Lohnnebenkosten eingeführt wurde, liegt in den letzten Jahren stabil bei 2,05 Cent je kWh. Die Konzessionsabgabe, die z. B. Energieversorgungsunternehmen für ihre Stromleitungen an Gemeinden auszahlen, blieb seit dem Jahr 2000 unverändert bei 1,66 Cent pro kWh. Ebenfalls gegenüber dem Vorjahr unverändert blieb der als Mehrwertsteuer zu entrichtende Betrag von 4,58 Cent. Weitere Bestandteile des Strompreises sind der KWK-Aufschlag sowie die § 19- und die Offshore-Umlagen, die zusammengenommen den Strompreis im Jahr 2016 aber nur um 0,86 Cent gegenüber dem Vorjahr verteuerten.

### Energiekosten und -preise der Industrie

Am aktuellen Rand haben sich für Industriekunden die Preise für Heizölprodukte deutlich verringert (siehe Abbildung 57). Während auch der Preis für Erdgas leicht gesunken ist, ist für Industriekunden der Strompreis weiter angestiegen.<sup>11</sup>

Auch für Industrieunternehmen haben sich die Energiekosten im betrachteten Zeitraum deutlich stärker erhöht als der gesamtwirtschaftliche Preisanstieg, welcher als Entwicklung des Preisindex des Bruttoinlandsprodukts dargestellt ist.

**Abbildung 57: Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000 – 2015 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)**



\* Durchschnittspreis bei Abnahme von 15 t und mehr im Monat und Schwefelgehalt von maximal 1%

\*\* Lieferung von mindestens 500 t a. d. Großhandel, ab Lager

\*\*\* Durchschnittserlöse

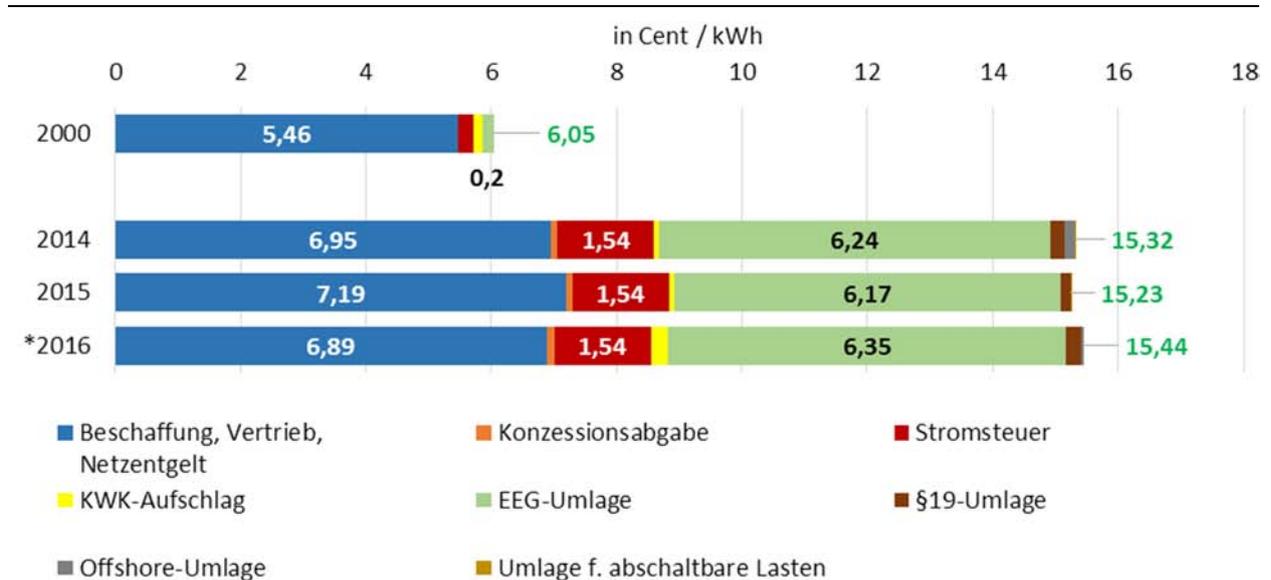
Quelle: BMWi 2016b.

Der Strompreis für Industriekunden mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh liegt im Januar 2016 mit 15,44 Cent je kWh um 0,21 Cent/kWh geringfügig höher als im Vorjahr (siehe Abbildung 58). Der Preisanstieg ist im Wesentlichen auf die gestiegene EEG-Umlage in Höhe von 6,35 Cent je kWh (2015: 6,17 Cent je kWh)

zurückzuführen. Bei der Komponente Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelt ist gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang festzustellen, was auf die stark gesunkenen Großhandelspreise für Strom zurückzuführen sein dürfte (siehe Abbildung 61).

<sup>11</sup> Zum Redaktionsschluss des Berichts lagen die Grenzpreise (Durchschnittserlöse) für Strom und Erdgas für das Jahr 2015 noch nicht vor.

**Abbildung 58: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014 – 2016 (in Cent je kWh)**



\*) Januar 2016

Quelle: BDEW 2016a.

Die Stromsteuer beträgt in 2016 wie auch in den Vorjahren 1,54 Cent je kWh und liegt damit unter dem Betrag, den private Haushalte zu entrichten haben.

Insgesamt müssen Industrieunternehmen in Deutschland für den Produktionsfaktor Strom heute im Durchschnitt mehr als das Doppelte wie vor sechzehn Jahren bezahlen.

#### Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Bei Industriekunden hängt der individuelle Preis stark von speziellen gesetzlichen Regelungen zur möglichen Reduktion bestimmter Preisbestandteile ab. Diese Regelungen zielen überwiegend auf eine Preisreduktion für stromintensive Unternehmen ab. Durch die Privilegierung soll die Wettbewerbsfähigkeit besonders stromintensiver Industrieunternehmen und von Betreibern von Schienenbahnen gestärkt werden, um die Arbeitsplätze in diesen Unternehmen zu erhalten.

In Hessen ist im Jahr 2016 für 140 Abnahmestellen eine Befreiung von der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,3 TWh beantragt worden. Gegenüber dem Vorjahr hat sich damit die Anzahl der Abnahmestellen um 5 erhöht. Gleichzeitig ist die privilegierte Strommenge um 3 Prozent gesunken.

In Tabelle 15 ist die Entwicklung der privilegierten Strommengen von 2010 bis 2016 nach Bundesländern zusammengestellt. Demnach hat sich in Hessen die privilegierte Strommenge im Vergleich der Bundesländer am stärksten erhöht. Ein Großteil des Anstiegs hat zwischen den Jahren 2013 und 2014 stattgefunden und ist auf Unternehmenssitzverlagerungen von Schienenbahnbetreibern zurückzuführen.

Im Jahr 2010 hatte Hessen einen Anteil von 4,8 Prozent am gesamten privilegierten Strom in Deutschland, im Jahr 2016 lag der entsprechende Anteil bei 8,7 Prozent.

**Tabelle 15: Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Mengen nach Bundesländern 2010 – 2016**

Land	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Veränderung 2010 / 2016	Anteil an Deutschland	
									in (TWh)	
Baden-Württemberg	6,2	5,7	5,8	6,7	6,8	7,0	6,6	7,2%	7,1%	6,2%
Bayern	9,8	8,4	10,5	12,4	13,7	13,9	14,2	45,0%	11,3%	13,2%
Berlin	0,9	0,9	0,6	1,0	1,2	1,4	1,3	43,2%	1,0%	1,2%
Brandenburg	4,6	4,4	5,0	5,4	5,6	4,8	5,0	9,3%	5,3%	4,6%
Bremen	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	54,4%	0,2%	0,2%
Hamburg	3,7	3,3	3,6	4,1	4,5	4,6	4,5	21,5%	4,3%	4,2%
<b>Hessen</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>8,4</b>	<b>9,6</b>	<b>9,3</b>	<b>124,5%</b>	<b>4,8%</b>	<b>8,7%</b>
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	112,5%	0,6%	1,0%
Niedersachsen	9,6	8,6	9,7	10,7	11,8	10,8	10,9	13,6%	11,1%	10,1%
Nordrhein-Westfalen	32,2	26,0	29,0	31,5	32,6	32,8	32,2	0,1%	37,2%	30,0%
Rheinland-Pfalz	3,2	2,8	3,0	3,8	5,9	5,4	5,5	72,3%	3,7%	5,1%
Saarland	1,0	1,1	1,4	1,4	1,5	1,4	1,6	51,9%	1,2%	1,5%
Sachsen	3,2	3,0	3,5	4,4	5,1	4,7	5,0	56,7%	3,7%	4,6%
Sachsen-Anhalt	4,4	4,4	4,7	5,2	6,0	6,1	5,9	34,1%	5,1%	5,5%
Schleswig-Holstein	1,4	1,3	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	32,1%	1,7%	1,8%
Thüringen	1,6	1,4	1,6	2,4	2,5	2,4	2,3	40,2%	1,9%	2,1%
Ausland	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	0,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>86,6</b>	<b>76,0</b>	<b>85,4</b>	<b>96,7</b>	<b>108,2</b>	<b>108,1</b>	<b>107,5</b>	<b>41%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

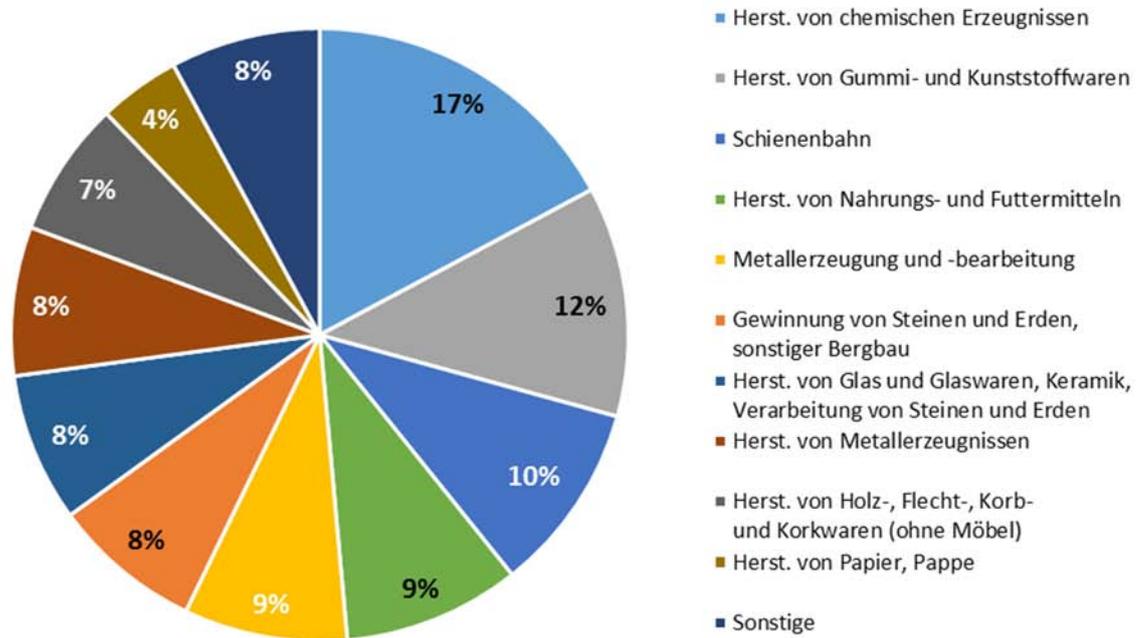
Quelle: BAFA 2016b, Berechnungen der Hessen Agentur.

Differenziert nach Branchen entfallen auf die Chemische Industrie, die für die hessische Wirtschaft traditionell eine hohe Bedeutung hat, 24 der insgesamt 140 Abnahmestellen. Das entspricht einem Anteil von 17 Prozent (siehe Abbildung 59). Es folgen die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren mit 17 Abnahmestellen (12 %) und Schienenbahnen mit 14 Abnahmestellen (10 %).

Im Vergleich zum Vorjahr sind zum Teil deutliche Veränderungen in der Branchenzusammensetzung der begünstigten Unternehmen zu erkennen. Unverändert blieben einzig die 24 Abnahmestellen der Chemischen Industrie. Im Jahr 2015 lag die Branche Gewinnung von Steinen und Erden mit 17 Abnahmestellen auf dem zweiten Rang, in diesem Jahr waren es 6 Abnahmestellen weniger. Auch bei der Branche Metallerzeugung und -bearbeitung ging die Zahl der Abnahmestellen von 14 auf 12 zurück.

Demgegenüber stieg in der Branche Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren die Zahl der Abnahmestellen auf 17, gegenüber 14 im Vorjahr. Bei den Schienenbahnen hat sich im Vorjahresvergleich die Anzahl um eine Abnahmestelle erhöht.

**Abbildung 59: Verteilung von der EEG-Umlage befreiter Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2016**  
(in %)



Quelle: BAFA 2016c.

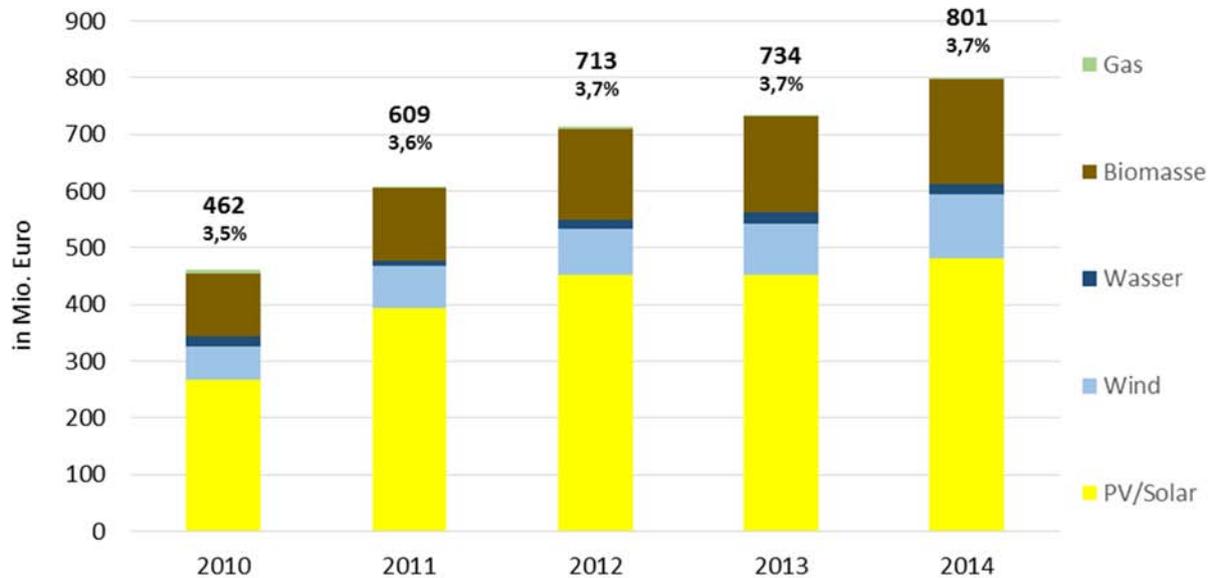
### Auszahlungen aus EEG-Vergütungen und Marktprämien

Seit der EEG-Novelle vom August 2014 sind die Betreiber neuer Windenergie-, Solar-, Biomasse- und anderer Anlagen dazu verpflichtet, ihren Strom selbst am Markt zu verkaufen (BMWi 2015). Sie erhalten dafür von den Übertragungsnetzbetreibern eine sogenannte Marktprämie, die die Differenz zwischen der festen Einspeisevergütung und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis ausgleicht. Ziel ist es, Strom aus erneuerbaren Energien besser in das System der Stromversorgung zu integrieren. Für bestehende Anlagen und kleinere Neuanlagen bis 500 kW (2016 bis 250 kW, 2017 bis 100 kW) ist die Direktvermarktung optional, stattdessen kann auch weiterhin eine feste Vergütung beansprucht werden.

Mit der Marktprämie wurden in Deutschland im Jahr 2014 rund 52 Prozent des gesamten Stroms aus erneuerbaren Energien gefördert. Knapp drei Viertel davon stammen aus Windenergieanlagen, 14 Prozent aus Photovoltaik und rund 10 Prozent aus Biomasse.

In Abbildung 60 wird für Hessen die Entwicklung der EEG-Vergütungen einschließlich der erzielten Marktprämien differenziert nach erneuerbaren Energieträgern für den Zeitraum 2010 bis 2014 dargestellt. Im Jahr 2014 flossen EEG-Vergütungen in Höhe von insgesamt 801 Mio. Euro nach Hessen, 67 Mio. bzw. 9 Prozent mehr als im Vorjahr. Die darin enthaltenen Auszahlungen für die Marktprämie beziffern sich auf knapp 207 Mio. Euro.

**Abbildung 60: Auszahlungen aus EEG-Vergütungen (§ 16 EEG) und Marktprämien für Hessen 2010 – 2014**  
(in Mio. Euro und Anteilswerte an Deutschland in %)



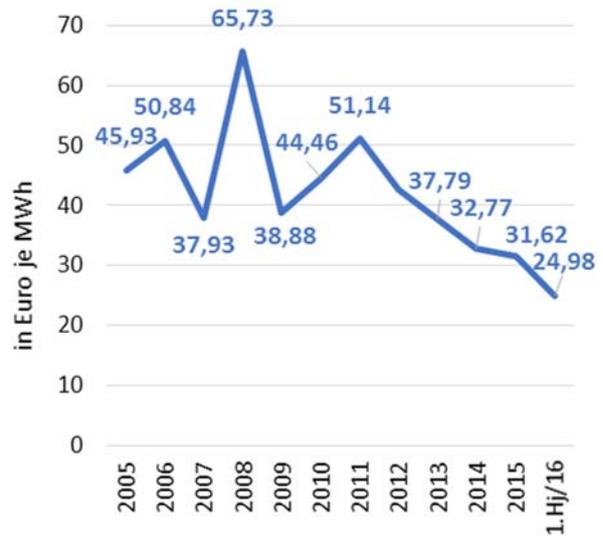
Quelle: BDEW 2016a, Berechnungen der Hessen Agentur.

### Entwicklung des Großhandelsstrompreises

Der Großhandel mit Strom erfolgt in Deutschland zum überwiegenden Teil außerbörslich direkt zwischen Stromerzeugern und großen Stromabnehmern (sog. OTC- bzw. „Over the Counter“-Handel). Der börsliche Stromgroßhandel wird durch die Strombörse EEX (European Energy Exchange) mit Sitz in Leipzig und der kurzfristige börsliche Stromgroßhandel (Spotmarkt) durch ihre Tochtergesellschaft, die europäische Strombörse European Power Exchange (EPEX SPOT SE) mit Sitz in Paris, abgewickelt. Auch der börsliche Stromhandel erfolgt in der Regel zwischen großen Energieerzeugern und Netzbetreibern auf der einen und Energieversorgern und stromintensiven Unternehmen auf der anderen Seite.

Die Entwicklung des Großhandelsstrompreises war im Gegensatz zu den Strompreisen für Haushalte und Unternehmen im Zeitraum von 2005 bis 2016 stark rückläufig (siehe Abbildung 61). Der im betrachteten Zeitraum höchste Preis war im Jahr 2008 mit 65,73 Euro je MWh zu beobachten. Seit dem Jahr 2011 ging der Preis kontinuierlich zurück. Im ersten Halbjahr 2016 mussten 24,98 Euro je MWh gezahlt werden, was einem Rückgang von 21 Prozent gegenüber dem Durchschnittspreis von 2015 entspricht. In den vergangenen zehn Jahren ging der Preis insgesamt um über 51 Prozent zurück.

**Abbildung 61: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2005 – 2016** (in Euro / MWh)

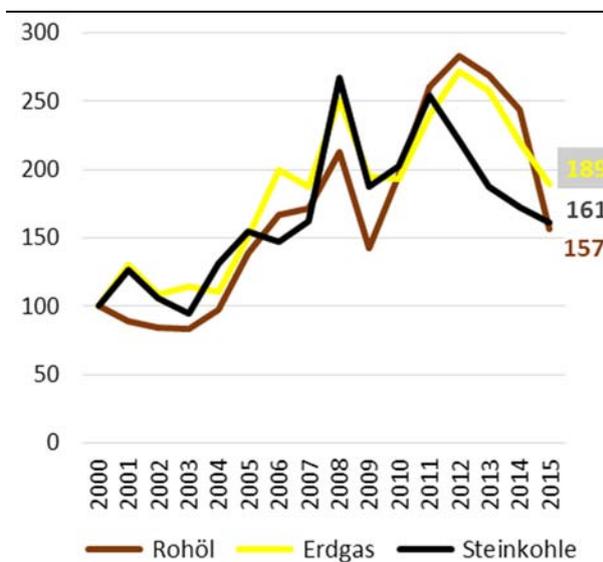


Quelle: European Energy Exchange 2016.

## Internationale Rohstoffpreise

Während steigende Preise für fossile Energieträger über viele Jahre die Wettbewerbssituation für erneuerbare Energien begünstigt hatten, verschlechtert sich diese unter der seit dem Jahr 2011 (für Steinkohle) bzw. Jahr 2012 (für Erdgas und Rohöl) anhaltenden Entwicklung sinkender Rohstoffpreise (siehe Abbildung 62). Auch im Jahr 2015 gingen die Rohstoffpreise weiter zurück. Bei Rohöl fand ein drastischer Preisverfall von 555 Euro je Tonne in 2014 auf 356 Euro je Tonne statt. Dies entspricht einem Rückgang um 35 Prozent. Erdgas verbilligte sich gegenüber dem Vorjahr um knapp 15 Prozent und Steinkohle um knapp 7 Prozent.

**Abbildung 62: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000 – 2015**  
(nominal; Index 2000 = 100)



Quelle: BMWi 2016b.

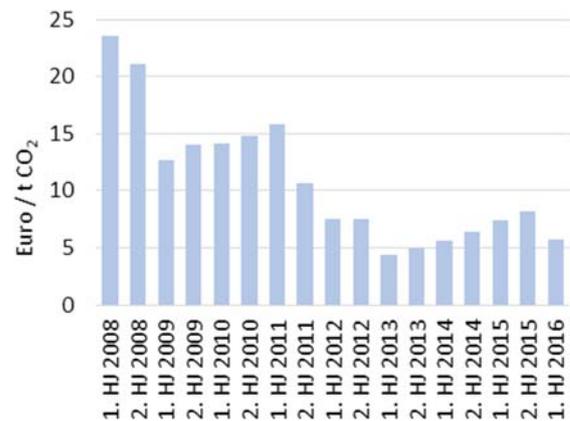
## Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preise

Seit dem 1. Januar 2005 werden im Rahmen des EU-Emissionshandels europaweit Zertifikate zur Berechtigung für den Ausstoß von Treibhausgasen gehandelt. Hohe Preise für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß wirken sich dabei positiv auf die Gewinnung erneuerbarer Energien aus, da sich dadurch die Kosten für die Nutzung fossiler Energieträger relativ zu den Kosten für die Nutzung erneuerbarer Energien erhöhen.

Wie Abbildung 63 zeigt, ist im ersten Halbjahr 2016 der durchschnittliche Preis für den Ausstoß einer Tonne CO<sub>2</sub> auf 5,73 Euro gesunken. Gegenüber dem zweiten Halbjahr 2015 bedeutet dies einen Rückgang um 30 Prozent. Damit wurde der ansteigende Trend seit dem Jahr 2013 –

das Jahr mit dem niedrigste Halbjahreswert (4,39 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>) im betrachteten Zeitraum – gestoppt.

**Abbildung 63: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preise 2008 – 2016**  
(in Euro je Tonne CO<sub>2</sub>)



Quelle: Deutsche Börse 2016 (Stand: 21.07.2016).

## 10.2 Investitionen

Investitionen sind ein wesentlicher Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Die Energiewende bietet Chancen, eine Technologieführerschaft in zukunftsträchtigen Bereichen zu erlangen. Im Rahmen der Umsetzung der Energiewende werden sowohl seitens des Staates als auch durch die private Wirtschaft Investitionen beispielsweise in erneuerbare Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz getätigt.

### Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW) hat für Hessen die jährlichen Investitionssummen für die Errichtung von Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien von 2011 bis 2015 ermittelt. Die in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien getätigten Investitionen werden auf Basis der zugebauten Leistung sowie der Fläche bzw. Anlagenzahl berechnet. Diese Vorgehensweise entspricht der für die Berechnung der EE-Investitionen auf Bundesebene für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) eingesetzten Methode. Auch der Umfang der einbezogenen Anlagen orientiert sich an den Berechnungen für die AGEE-Stat. Durch die Verwendung konsistenter Datengrundlagen für den Anlagenzubau sowie die spezifischen Investitionskosten sind die ermittelten Werte konsistent mit den durch die AGEE-Stat veröffentlichten Daten für Deutschland.

In Hessen wurden im Jahr 2015 insgesamt 577 Mio. Euro in die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien investiert. Seit 2011 weisen die Investitionen in Summe eine rückläufige Entwicklung auf (siehe Tabelle 16). Besonders stark fiel der Rückgang im Jahr 2012 mit über 25 Prozent im Vergleich zum Vorjahr aus.

Während die Investitionen in Stromerzeugungsanlagen von 2011 bis 2015 um 60 Prozent gesunken sind, stieg die Investitionstätigkeit im Wärmebereich im betrachteten Zeitraum zunächst auf 250,8 Mio. Euro im Jahr 2013 an, um schließlich auf einen Wert in Höhe von 183,4 Mio. Euro im Jahr 2015 zu sinken. Das entspricht einem Minus von 16 Prozent im Vergleich zum Ausgangswert im Jahr 2011.

In Abbildung 64 sind die Entwicklungen der Investitionen in erneuerbare Energien-Anlagen differenziert nach Anlagearten dargestellt. Deutlich wird, dass der insgesamt starke Rückgang des Investitionsvolumens auf den stark gesunkenen Zubau von Photovoltaikanlagen zurückzuführen ist. Nachdem im Jahr 2010 eine Änderung des EEG in Kraft getreten ist, durch die insbesondere die

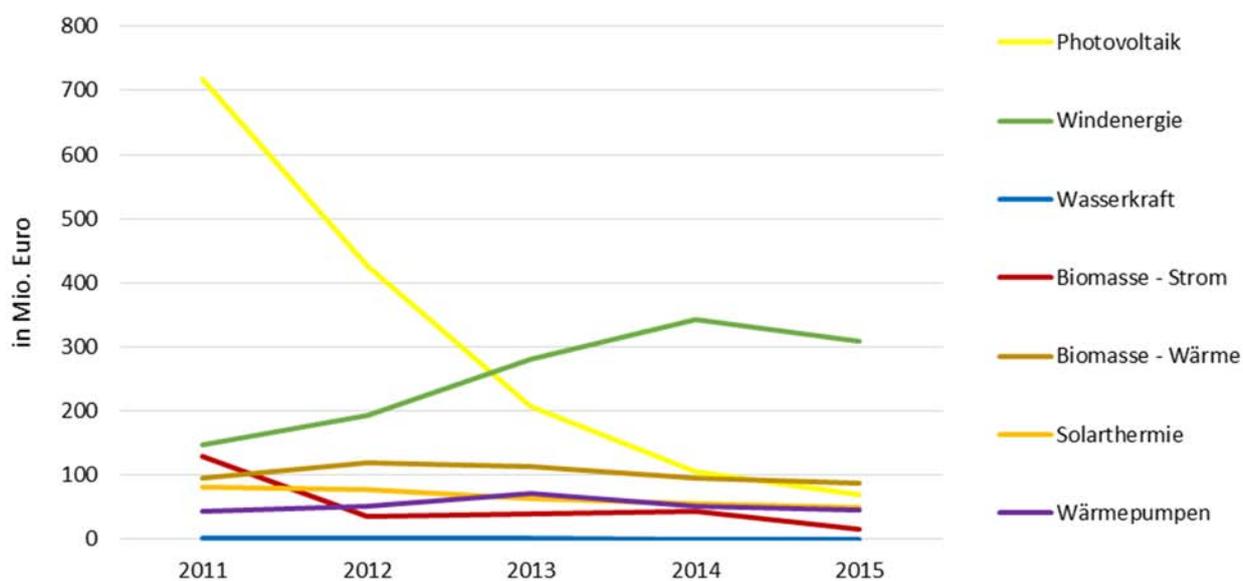
Förderung für neue Photovoltaikanlagen gekürzt wurde, sind die entsprechenden Investitionen von 2011 bis 2015 um 90 Prozent zurückgegangen. Zwar verdoppelten sich die Investitionen im Bereich Windkraftanlagen, konnten aber den Rückgang in den anderen Sparten nicht ausgleichen.

**Tabelle 16: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energien-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro)**

Jahr	Investitionen in Mio. Euro		
	Strom	Wärme	Gesamt
2011	996,4	219,2	1.215,6
2012	656,3	248,7	905,0
2013	529,8	250,8	780,6
2014	492,9	203,7	696,5
2015	393,7	183,4	577,1

Quelle: ZSW 2016.

**Abbildung 64: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energien-Anlagen nach Anlagearten in Hessen 2011 – 2015 (in Mio. Euro)**



Quelle: ZSW 2016.

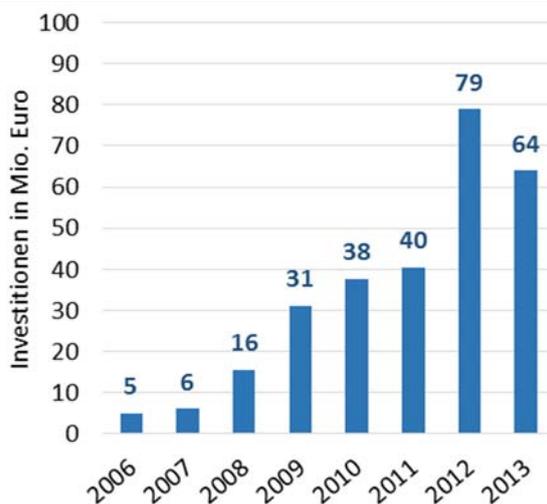
### Investitionen hessischer Unternehmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Zum Umfang der Umweltschutzinvestitionen von Betrieben aus dem Produzierenden Gewerbe liegen in der amtlichen Statistik Daten für den Zeitraum von 2006 bis 2013 vor. Als Teil der Umweltschutzinvestitionen werden Investitionen für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz erfasst. Hierfür bezifferten sich die Investitionsausgaben der hessischen Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) im Jahr 2013 auf 64 Mio. Euro.

Abbildung 65 zeigt die Entwicklung der Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz zwischen 2006 und 2013, dem letzten Jahr, für das aktuell Werte vorliegen. Nach einem stetigen Zuwachs der Investitionen erfolgte im Jahr 2012 eine massive Ausweitung der Investitionsausgaben. Sie haben sich gegenüber dem Vorjahr nahezu verdoppelt, konnten aber dieses Niveau im Folgejahr 2013 nicht halten und sind wieder um rund 15 Mio. Euro zurückgegangen.

#### Abbildung 65: Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) zur Steigerung der Energieeffizienz 2006 – 2013

(in Mio. Euro)



Quelle: HSL 2016a.

### 10.3 Beschäftigung im Energiebereich

Investitionen in erneuerbare Energien, in den Ausbau der Netze oder zur Steigerung der Energieeffizienz führen zu Wachstum und Beschäftigung in den Wirtschaftszweigen, die die entsprechenden Güter und Dienstleistungen herstellen. Für Hessen liegen Daten zur Entwicklung der Beschäftigten in der konventionellen Energiewirtschaft vor und werden im Folgenden dargestellt. Da jedoch keine aktuellen Angaben zur Beschäftigtenentwicklung im Bereich erneuerbarer Energien sowie zur Nettobeschäftigungsentwicklung der Energiewende für Hessen vorliegen, wird hier auf Daten und Schätzungen für Deutschland zurückgegriffen.

#### Beschäftigungsentwicklung in der konventionellen Energiewirtschaft

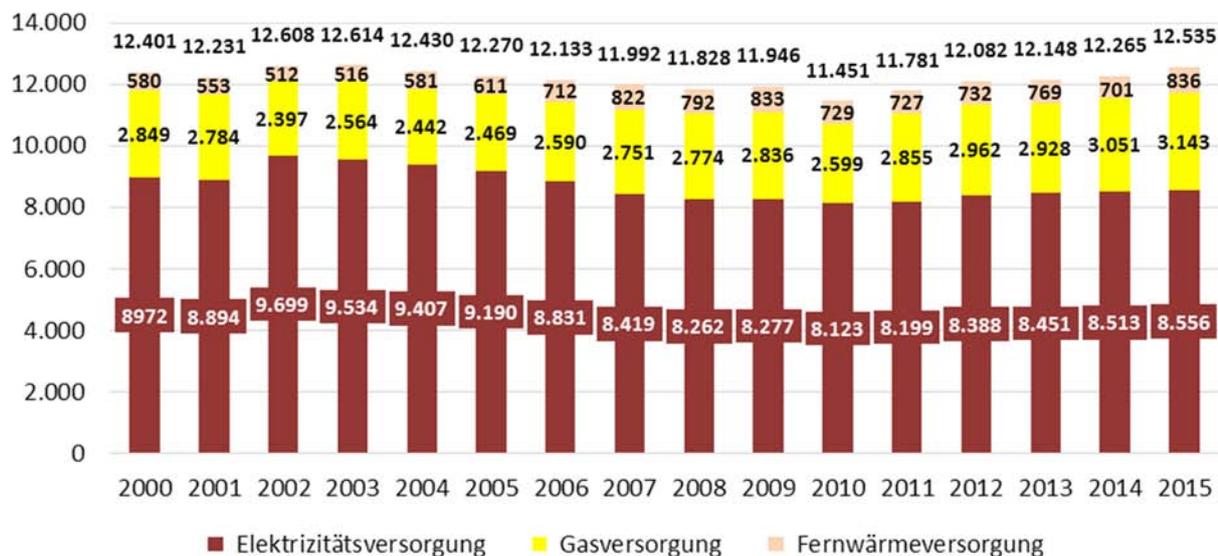
Im Jahr 2015 waren in Hessen insgesamt 12.535 Menschen in Energieversorgungsunternehmen tätig. Dies waren 270 Beschäftigte bzw. 2,2 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 66). Den größten Anteil hatte die Elektrizitätsversorgung mit 68,3 Prozent, gefolgt von der Gasversorgung mit einem Viertel der Beschäftigten und der Fernwärmeversorgung mit 6,7 Prozent.

Im Zeitverlauf war die Beschäftigungsentwicklung insgesamt relativ stabil. Für Hessen ist aus den bisherigen Daten kein Verdrängungseffekt von Beschäftigten in den überwiegend konventionell betriebenen Energieversorgungsunternehmen durch den Zuwachs erneuerbarer Energien festzustellen.

#### Beschäftigungseffekte der Energiewende

Neben der Beschäftigtenentwicklung im Energiesektor steigt durch den Ausbau der erneuerbaren Energien die Nachfrage nach Leistungen aus anderen Industriebranchen (z. B. Maschinenbau), aber auch im Dienstleistungsbereich (z. B. Forschung, Planung). Zur Darstellung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien wurde von der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) auf Basis von Unternehmens- und Verbandsbefragungen eine Abschätzung der Beschäftigungsentwicklung vorgenommen, die unmittelbar mit der Erzeugung erneuerbarer Energie durch Planung, Bau und Wartung zusammenhängen. Dabei wurde für das Jahr 2013 eine Beschäftigungszahl in Höhe von 20.160 Personen ermittelt (GWS 2014). Diese Zahl umfasst sowohl Personen, die direkt Waren und Dienstleistungen für erneuerbare Energien erstellen, als auch Personen in vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen.

Abbildung 66: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000 – 2015



Quelle: HSL 2016b, Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

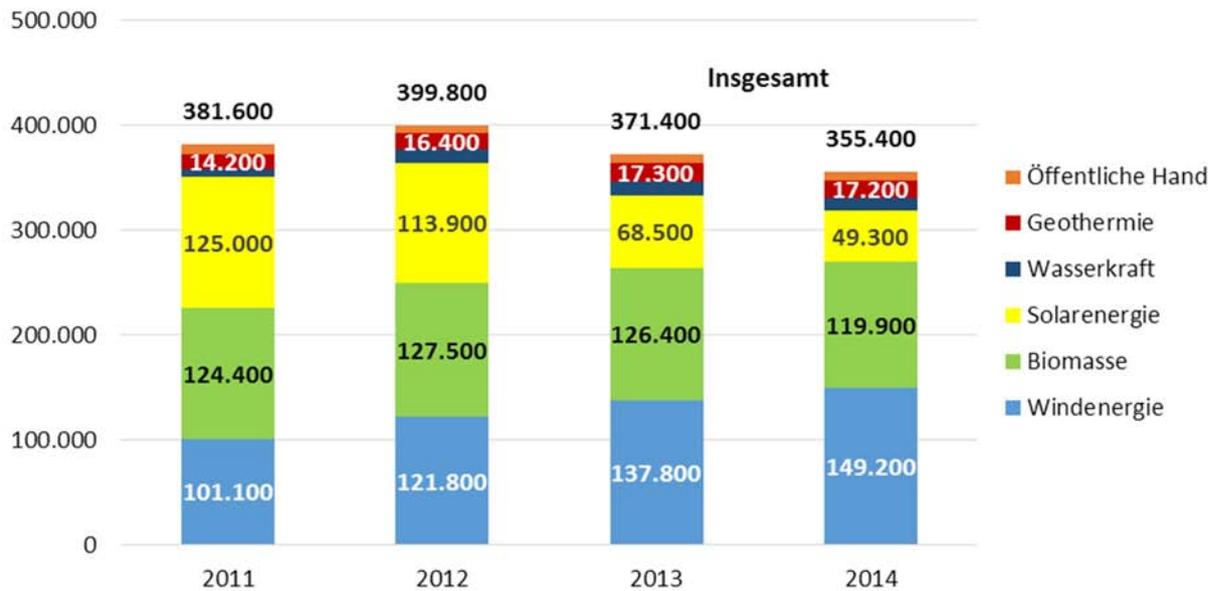
Für das Jahr 2014 liegen nur für Deutschland insgesamt Schätzungen zur Beschäftigungszahl durch erneuerbare Energien vor (siehe Abbildung 67). Im Vergleich zum Vorjahr war die Zahl der Beschäftigten um 16.000 bzw. 4,3 Prozent rückläufig und lag bei 355.400 Beschäftigten. Dieser Rückgang ist größtenteils auf den Bereich Solarenergie zurückzuführen, in dem die Zahl der Beschäftigten um 19.200 Personen bzw. 28 Prozent schrumpfte. Auch im Bereich Biomasse ging die Beschäftigung mit 6.500 Personen bzw. gut 5 Prozent deutlich zurück. Positive Impulse gingen ausschließlich von der Windenergie aus, wo die Beschäftigung um 11.400 Personen bzw. 8,3 Prozent zunahm.

Die Umstrukturierung der Energieversorgung kann z. B. durch Substitutions- und Preiseffekte auch die Beschäftigungsentwicklung in anderen Wirtschaftsbereichen positiv wie negativ beeinflussen. Daher ist die Frage, ob die Energiewende netto zu zusätzlicher Beschäftigung führt, von besonderer Bedeutung. Laut verschiedenen Studien – wie etwa den beiden im Folgenden dargestellten Studien im Auftrag des BMWi – ist von positiven Nettobeschäftigungseffekten auszugehen.

Nach einer Studie im Auftrag des BMWi aus dem Jahr 2014 lag der Nettobeschäftigungseffekt im Jahr 2010 bei 85.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen, im Jahr 2011 bei 106.000, im Jahr 2012 – bei steigenden Löhnen und einer sinkenden Investitionsdynamik – bei 62.000 und im Jahr 2013 bei 25.000 zusätzlichen Beschäftigten (GWS, Prognos, EWI 2014). Der Beschäftigungszuwachs konzentrierte sich dabei insbesondere auf das Baugewerbe, aber auch im Dienstleistungssektor und im Verarbeitenden Gewerbe hat die Beschäftigung zugenommen. Bis zum Jahr 2020 wird in dieser Studie mit einem durchschnittlichen jährlichen Nettobeschäftigungseffekt von rund 18.000 Beschäftigten gerechnet.

Eine andere Studie für das BMWi aus dem Jahr 2015 kommt – allerdings mit unterschiedlichen Annahmen und unterschiedlicher Methodik – zu deutlich höheren Schätzergebnissen für die künftigen Nettobeschäftigungseffekte durch den Ausbau der erneuerbaren Energien (BMW 2015c). So nehmen diese Effekte kontinuierlich von 50.000 Beschäftigten im Jahr 2015 über 110.000 Beschäftigte im Jahr 2030 bis 232.000 Beschäftigten im Jahr 2050 zu.

Abbildung 67: Bruttobeschäftigung in Deutschland durch erneuerbare Energien 2011 – 2014



Quelle: GWS, DLR, DIW, ZSW 2015.

## 10.4 Forschung und Entwicklung

### EU-Förderung der Energieforschung

Im Rahmen des EU-Programms Horizon 2020 haben sich im Jahr 2014 insgesamt 188 Zuwendungsempfänger aus Deutschland erfolgreich an Aufrufen zum Thema Energie beteiligt. An diese flossen über 90 Mio. Euro Fördermittel (BMWi 2016c). Der thematische Schwerpunkt lag bei den erneuerbaren Energien: rund 35 Prozent der Mittel entfielen auf diesem Themenbereich. Die nächstgrößeren Themenbereiche waren Elektrizitätsnetze mit einem Anteil von rund 18 Prozent und Lighthouse Cities<sup>12</sup> mit einem Anteil von rund 13 Prozent der gesamten Fördermittel.

### Bundes-Förderung der Energieforschung

Im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms wurden von der Bundesregierung für die Energieforschung im Jahr 2015 Mittel in Höhe von 863 Mio. Euro bereitgestellt, wobei rund drei Viertel der Mittel in die zentralen Forschungsgebiete erneuerbare Energien und Energieeffizienz flossen (BMWi 2016c). Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies eine Steigerung von 44 Mio. Euro bzw. 5 Prozent. Teil des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung sind die „Kopernikus-Projekte für die

Energiewende“. Das BMBF stellt für die erste, dreijährige Förderphase bis zu 120 Mio. Euro bereit, bis 2025 sollen weitere 280 Mio. Euro zur Verfügung gestellt werden. An drei der vier für die Förderung ausgewählten Kopernikus-Projekte in den Themenfeldern „Industrieprozesse“, „Systemintegration“ und „Neue Netzstrukturen“ wird die Technische Universität Darmstadt beteiligt sein (TU Darmstadt 2016). Im Projektkonsortium „Systemintegration“ sind auch das Fraunhofer-Institut IWES und die Universität Kassel eingebunden.

### Förderung der Energieforschung in Hessen

Die Förderung der Energieforschung in Hessen ging nach einem Spitzenwert von 12,6 Mio. Euro im Jahr 2012 auf ein Fördervolumen in Höhe von 5,7 Mio. Euro im Jahr 2014 zurück.

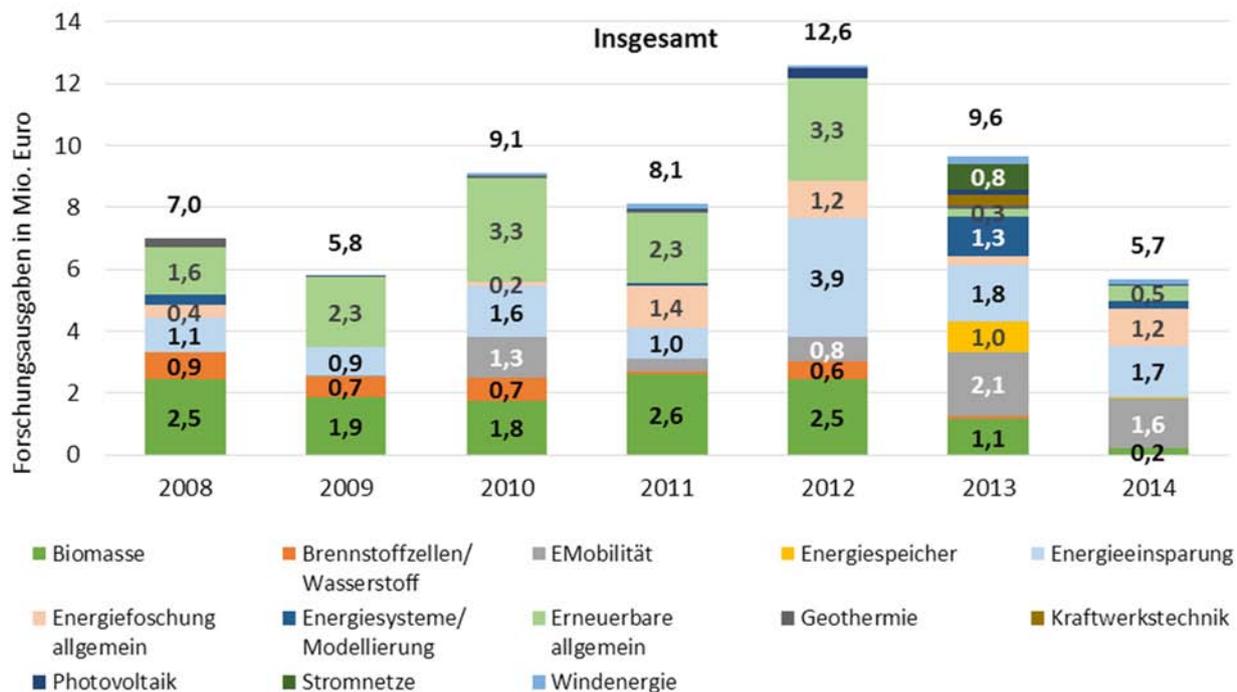
Über den betrachteten Zeitraum von 2008 bis 2014 bildeten die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Biomasse die wichtigsten Förderfelder der Energieforschung in Hessen, wobei vor allem die Biomasse am aktuellen Rand deutlich an Bedeutung verloren hat, wie aus Abbildung 68 ersichtlich wird. Seit dem Jahr 2010 spielt auch die Elektromobilität eine wichtige Rolle. Mit einem Fördervolumen von 1,6 Mio. Euro im Jahr 2014 liegt die Elektromobilität – knapp hinter dem For-

12 Für Informationen vgl. z. B. <https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/smart-cities-communities>.

schungsfeld Energieeinsparung mit 1,7 Mio. Euro Fördervolumen – mit an der Spitze der Ausgaben des Landes für die Energieforschungsförderung. Neben den Landesprojekten zur Förderung der Elektromobilität sind hier auch die Verbundfördermaßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Rahmen von LOEWE, die Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, zu nennen.

Auf den Förderbereich allgemeine Energieforschung entfielen im Jahr 2014 mit 1,2 Mio. Euro die dritthöchsten Forschungsausgaben des Landes. Forschungsvorhaben im Bereich der erneuerbaren Energien allgemein wurden im Jahr 2014 mit 0,5 Mio. Euro und Projekte in den Feldern Energiesysteme/Modellierung, Biomasse und Windenergie mit jeweils rund 0,2 Mio. Euro gefördert.

**Abbildung 68: Förderung der Energieforschung in Hessen 2008 – 2014 (in Mio. Euro)**



Quelle: Projektträger Jülich 2015, für das Jahr 2014 korrigierte Zahlen.

### Entwicklung von Patenten im Bereich erneuerbarer Energien

Ein Indikator für die praktische Umsetzung von Forschungsergebnissen in neue Technologien und neue Produkte ist die Entwicklung von Patenten.

In Tabelle 17 ist die Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien differenziert nach Bundesländern in 4-Jahreszeiträumen dargestellt (DPMA 2016). Im Zeitraum von 2012 bis 2015 wurden 42 Patente im Bereich erneuerbarer Energien angemeldet. Gegenüber dem betrachteten Vergleichszeitraum von 2008 bis 2011 ging die Zahl der Patente um 17 bzw. 29 Prozent zurück. Mit dieser Abnahmerate liegt Hessen im Bundesdurchschnitt.

Mit Ausnahme von Thüringen und Hamburg ist in allen Bundesländern eine rückläufige Entwicklung der Patente im Bereich erneuerbarer Energien festzustellen.

Die Anzahl der Patente bildet jedoch nur einen Teil der Umsetzung von Energieforschung ab. So können verbesserte Produktionsverfahren, Produkte und Dienstleistungen auch auf nicht patentiertem Wissen basieren. Bei Betrachtung von Patenten auf Bundeslandebene ist zudem zu berücksichtigen, dass Patente dem Unternehmenssitz zugeordnet werden, der von dem Betrieb, in dem das Verfahren bzw. das Produkt entwickelt wurde, abweichen kann. Beispielsweise werden im Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel oder im Volkswagenwerk in Baunatal entwickelte Patente dem jeweiligen Hauptsitz in München bzw. Wolfsburg zugeordnet.

**Tabelle 17: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern  
2008 – 2015**

Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien			
	Zeitraum I	Zeitraum II	Veränderung
	2008-11	2012-15	von I zu II
Baden-Württemberg	304	246	-19%
Bayern	298	231	-22%
Berlin	61	43	-30%
Brandenburg	33	20	-39%
Bremen	15	5	-67%
Hamburg	73	75	3%
<b>Hessen</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>-29%</b>
Mecklenburg-Vorpommern	39	33	-15%
Niedersachsen	121	105	-13%
Nordrhein-Westfalen	244	141	-42%
Rheinland-Pfalz	46	30	-35%
Saarland	9	6	-33%
Sachsen	85	41	-52%
Sachsen-Anhalt	56	13	-77%
Schleswig-Holstein	69	23	-67%
Thüringen	13	20	54%
<b>Deutschland</b>	<b>1.529</b>	<b>1.073</b>	<b>-30%</b>

Quelle: DPMA 2016.

## 11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Allgemein</b>		
1	Überarbeitung der Energie-Förderrichtlinie	Die überarbeitete Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes wurde am 2. Dezember 2015 im Staatsanzeiger veröffentlicht und ist am 1. Januar 2016 in Kraft getreten.
2	„Förderkompass Hessen“	Förderkompass Hessen: Serviceangebot im Online-Portal <a href="http://www.energieland-hessen.de">www.energieland-hessen.de</a> zum Auffinden geeigneter Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene.
3	Energiemonitoring	2014 wurde eine Monitoringstelle im Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung eingerichtet. Im Monitoringbericht werden neben dem Energieverbrauch und der Energieerzeugung auch die Themen Netze, Verkehr, Treibhausgasemissionen sowie gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende beschrieben. Zusätzlich werden wechselnde Schwerpunktthemen behandelt. Die erste Veröffentlichung des Monitoringberichts zur Energiewende in Hessen erfolgte im November 2015.
4	House of Energy	Das House of Energy ist eine Kommunikations- und Projektplattform für einen landesweiten Verbund aus Politik, Industrie- und Energieunternehmen sowie energiewissenschaftlich orientierten universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Es vernetzt das energiewissenschaftliche Know-how in Hessen und initiiert innovative Pilot- und Demonstrationsprojekte.
5	Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Cup“	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Der Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Cup“ soll junge Start-ups im Energiebereich bei der Umsetzung von Business-Ideen für neue Energieprodukte und -dienstleistungen in einem mehrstufigen Wettbewerb unterstützen.
6	Neuausrichtung des Städtebauförderungsprogramms "Stadtumbau in Hessen"	Der bisherige Programmschwerpunkt "Anpassung an den demografischen und wirtschaftsstrukturellen Wandel" wird um die Programmschwerpunkte Klimaschutz und Klimaanpassung im Stadtumbau erweitert. In 2016 erfolgt die Aufnahme von 20 Programmstandorten (jeweils mit 10-jähriger Programmlaufzeit). Weitere Neuaufnahmen sind in 2017 vorgesehen.
7	Hessen Aktiv: 100 Kommunen für den Klimaschutz	Im Projekt der Nachhaltigkeitsstrategie verpflichten sich bereits über 142 Kommunen zu kommunalen Aktionsplänen für den Klimaschutz. Mit verschiedensten Maßnahmen sparen sie Treibhausgasemissionen ein und bieten ihren Bürgerinnen und Bürgern durch Energiesparberatungen Hilfen für eine energie- und klimabewusste Lebensweise.
8	Richtlinie zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen	In 2015 wurde eine Förderrichtlinie zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen neu erarbeitet. Diese ist zum 1.1.2016 in Kraft getreten. Förderberechtigt sind hessische Kommunen und kommunale Unternehmen. Mitgliedskommunen des Projekts „100 Kommunen für den Klimaschutz“ mit einem Klimaschutzkonzept erhalten höhere Fördersätze.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
9	Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025	Im Mai 2015 hat Hessen ein 2050-Klimaschutzziel per Kabinettschluss verankert. Bis 2050 wird Hessen klimaneutral, die Mindestreduktion der THG-Emissionen soll um 90 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Bereits bis 2020 sollen die Treibhausgasemissionen um 30 Prozent und bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 sinken. Ebenfalls regelt der Kabinettschluss die Gestaltung des Prozesses zur Erstellung des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025. Dies erfolgt über die in Hessen seit 2008 existierende Nachhaltigkeitskonferenz über einen Steuerungskreis „Klimaschutz und Klimawandelanpassung“ und darunter geordnete Arbeitsgruppen sowie eine Interministerielle Arbeitsgruppe. Die Maßnahmen und der Klimaschutzplan werden durch ein wissenschaftliches Fachkonsortium erarbeitet. Neben der Aufhebung der Trennung von Anpassung und Klimaschutz ist auch die Umsetzungsorientierung ein besonderes Merkmal des Erarbeitungsprozesses.
<b>Energieeffizienz (Gebäude)</b>		
10	Energieeffizienz im Mietwohnungsbau	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Für hocheffiziente Modernisierungs- und Neubaumaßnahmen an/in größeren Mietwohngebäuden (ab 3 WE) wird in Ergänzung zu den KfW-Programmen ein zusätzlicher Tilgungszuschuss von 5 Prozent bei der energetischen Modernisierung (mind. KfW-Effizienzhaus 115) und 3,5 Prozent bei energieeffizientem Neubau (mind. KfW-Effizienzhaus 55) gewährt.
11	Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus im Bestand	Weiterführung des bestehenden Programms. Fördermerkblatt im April 2016 aktualisiert. Seit 2014 Förderung von 15 Gebäuden mit 200 Wohneinheiten. Förderbetrag insgesamt 1,4 Mio. Euro.
12	KFA-Programm zur Förderung der energetischen Modernisierung von kommunalen Nichtwohngebäuden, der sozialen Infrastruktur sowie von kommunalen Verwaltungsgebäuden	Weiterführung des bestehenden Programms. Förderung von investiven kommunalen Maßnahmen (§ 3 HEG) gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 17. Dezember 2012 (am 01.01.2013 in Kraft getreten). Aus diesem Programm wird die gesamte Palette von Maßnahmen zur Energieeinsparung bezuschusst (Strom und Wärme): baulicher Wärmeschutz durch Dämmung und Fenstererneuerung, Umstellung der Heizungsanlage auf erneuerbare Energien, Ersatz der alten Heizung durch moderne Brennwertkessel, Pumpenaustausch, energiesparende Beleuchtungstechnik. Der Großteil der Förderanträge wird für Schulgebäude und Sport- und Mehrzweckhallen gestellt. 2013-2015 sind den hessischen Kommunen insgesamt 43,2 Mio. Euro für 167 Vorhaben bewilligt worden. Es wird eine Energieeinsparung von 4,5 Mio. Litern Heizöl(-Äquivalent) und eine CO <sub>2</sub> -Emissionsminderung von über 10.000 t jährlich erzielt.
13	Bürgschaftsprogramm für Wohnungseigentümergeinschaften	Weiterführung des bestehenden Programms. Wohnungseigentümergeinschaften stehen vor der Schwierigkeit, sich am Markt kaum mit günstigen Förderkrediten für die Durchführung energetischer Modernisierungsmaßnahmen versorgen zu können. Deshalb bietet die W-Bank KfW-Darlehen an und sichert diese mit einer Bürgschaft des Landes ab.
14	CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Landesliegenschaften	Weiterführung des bestehenden Programms. Für die energetische Sanierung der vom Landesbetrieb Bau und Immobilien (LBIH) betreuten Landesliegenschaften stehen insgesamt 160 Millionen Euro zur Verfügung.
15	Aufnahme des Effizienzziels für den Staatlichen Hochbau	Die Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren von Landesliegenschaften ist am 4. Februar 2014 in Kraft getreten. Neubauten sind grundsätzlich so zu errichten, dass der Standard der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 um 50 Prozent unterschritten wird. Bei energetischen Sanierungen soll mindestens der Neubaustandard der EnEV 2009 erreicht werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
16	Fortbildungskonzept für Energiebeauftragte und Haushandwerker in Landesgebäuden	Für Energiebeauftragte und Haushandwerkerinnen und Haushandwerker des Landesbetriebs Bau und Immobilien Hessen (LBIH), der Justizvollzugsanstalten und der Universitäten und Hochschulen wurde 2015 ein Fortbildungskonzept entwickelt, um sie im Bereich Energieeffizienz in Nutzung und Betrieb von Gebäuden zu schulen.
17	Pilot für ein Energiemanagementsystem 2015	Im Rahmen der pilotweisen Einführung eines Energiemanagementsystems werden ausgewählte Liegenschaften dabei unterstützt, ungenutzte Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren sowie zielgerichtete Maßnahmen zu definieren und umzusetzen, so dass ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess in diesen Liegenschaften angestoßen werden kann.
18	Ermittlung der energetischen Sanierungsrate im hessischen Gebäudebestand	Das Institut Wohnen und Umwelt führt ein Forschungsvorhaben zu den energetischen Merkmalen im hessischen Wohngebäudebestand durch. Die Ergebnisse liegen voraussichtlich Ende 2017 vor.

#### Energieeffizienz (Strom und sektorenübergreifend)

19	Förderung KWK	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung einer Informationskampagne des Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere in kommunalen Gebäuden, Gewerbetrieben, Krankenhäusern, Alten-Pflegeheimen und Hotels. Damit sollen neue Potenziale im KWK-Bereich erschlossen werden.</li> <li>- Abschluss der Mikro-KWK-Brennstoffzellenförderung im Jahr 2015 aufgrund eines neuen Bundesprogramms.</li> <li>- Beratungsinitiative Mikro-KWK-Brennstoffzelle für das Bundesprogramm ist am 01.09.2016 gestartet.</li> </ul>
20	Markteinführung und Marktdurchdringung für kleine KWK-Anlagen (Gasmotoren)	Im Rahmen dieses Projektes sollte der Markteintritt von hocheffizienten Mikro-BHKWs im Rahmen eines geeigneten Contracting-Modells für Gasversorgungsunternehmen gefördert werden. Das Projekt wurde 2015 abgeschlossen.
21	Unterstützung Energieeffizienz-Netzwerke	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. In Zusammenarbeit mit den hessischen Wirtschafts- und Unternehmerverbänden wird eine hessische Initiative zur Gründung möglichst vieler Energieeffizienznetzwerke im Rahmen der Netzwerkvereinbarung zwischen Bund und Bundesverbänden durchgeführt.
22	Förderung von LED-Straßenbeleuchtung	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Ergänzend zur Bundesförderung wird eine hessische Förderung angeboten, bei der alle juristischen Personen gefördert werden können, in deren Eigentum sich die zu modernisierende Straßenbeleuchtungsanlage befindet, und die nicht im Rahmen des Bundesprogrammes förderberechtigt sind. Es finden kostenlose Beratungen zur Unterstützung von Kommunen und bei der Antragstellung nach dem Bundesprogramm statt.
23	Förderung von Einrichtungen und Maßnahmen zur Energieberatung	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Sie wird gewährt zur Einrichtung von Energieberatungsstellen und Energieagenturen für einen Zeitraum von 3 Jahren und u. U. für weitere 2 Jahre als Anschlussförderung zur Verstetigung der Arbeit.
24	Förderung von Maßnahmen zur Qualifikations- und Informationsvermittlung von Technologien auf dem Gebiet der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Über diesen Fördertatbestand können Weiterbildungsangebote der Architekten- und Handwerkskammern und Qualifikationsangebote von Hochschulen gefördert werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
25	Förderung von kommunalen Informations- und Akzeptanzinitiativen	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Im Rahmen der Vorbereitung und Planung komplexer kommunaler Projekte in den Bereichen Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien können Kommunen die Förderung eines Energie-Coachings für Mandatsträger und Mitarbeiter der Verwaltung sowie Veranstaltungen im Rahmen eines Bürgerdialogs zum Austausch von Anregungen, Bedenken und Einwänden mit den Bürgern zu dem geplanten Projekt beantragen.
26	Hessische Energiesparaktion (HESA)	Weiterführung des seit 2001 bestehenden Programms. Tipps und Tricks für Bürgerinnen und Bürger zur Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten: <a href="http://www.energiesparaktion.de/">http://www.energiesparaktion.de/</a>
27	Hessische Initiative für Energieberatung im Mittelstand (HIEM)	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Verlängerung des seit 2012 bestehenden Programms (Lotsenfunktion) bis Ende 2017. Seit Oktober 2015 zusätzlich kostenlose niederschwellige Impulsberatung für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) zu Energieeffizienzmaßnahmen.
<b>Erneuerbare Energien</b>		
28	Bürgerdialoge Windenergie	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Das Landesprogramm Bürgerforum Energieland Hessen unterstützt die Energiewende in Hessen durch zielgerichtete Informations- und Dialog-Angebote für die Bürgerinnen und Bürger in den besonders betroffenen Kommunen.
29	Jährliche Investorenkonferenz Windenergie	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Die jährliche Investorenkonferenz im Format eines Dialogforums soll dem Austausch zwischen Verwaltung, Planern und Investoren von Windenergieanlagen dienen.
30	Expertenworkshops	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Im Rahmen der Expertenworkshops werden thematische Aspekte des Windenergieausbaus aufgegriffen werden, die sich aus den Entwicklungen auf Bundesebene (z. B. EEG-Ausschreibungsmodell, LAI-Schallimmissionsprognose) ergeben oder von besonderer Relevanz für Hessen sind (Milan-Dichtezentrum, Flugsicherheit etc.).
31	Förderung von innovativen Energietechnologien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Beispiele: Abwasserwärmenutzung, Eisspeicher im Quartier, Smarthome-Technologieprojekt in Wohngebiet, innovatives Erdkabeltestprojekt
32	Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten	Die Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Energiekonzepte bilden die Entscheidungsgrundlagen für innovative Quartierslösungen mit einem hohen Grad an Eigenversorgung, z. B. durch BHKW und erneuerbare Energien. Weitere Themen sind Nahwärmelösungen auf der Basis von Biomasse oder auch interkommunale Projekt wie z. B. zur Nutzung der Windenergie.
33	Förderung von Mieterstrommodellen	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. In dem Pilotvorhaben "Mieterstrommodelle" sollen bis zu 1.000 Wohneinheiten gemeinsam mit Wohnbaugesellschaften, Energieversorgern oder Energiegenossenschaften auf eine hauseigene Stromversorgung umgestellt werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
34	Hessenweites Solar-Kataster	Jedes der hessischen Dächer und jede Freifläche lässt sich ab dem 01.09.2016 online auf ihre Eignung für eine Solaranlage prüfen. Das Solar-Kataster Hessen ( <a href="https://www.energieland.hessen.de/solar-kataster">https://www.energieland.hessen.de/solar-kataster</a> ) berücksichtigt nicht nur physikalische Größen wie Neigungswinkel und Verschattung, sondern kalkuliert auch z. B. unter Berücksichtigung von Batteriespeichern die Wirtschaftlichkeit für unterschiedlichste Verbrauchsprofile.
35	Solarthermische Anlagen im Mehrfamilienhaus	Es sollen beispielhafte solarthermische Großanlagen gefördert werden, die in Mehrfamilienhäusern oder im Gewerbe Anwendung finden können. Ein entsprechendes Förderangebot liegt vor.
36	Planungswerkzeug für Tiefengeothermieanlagen	Es ist das erste 3D-Modell in Deutschland, das den tiefen Untergrund für ein komplettes Bundesland geologisch und strukturell erfasst und diesen mit nutzungsbezogenen Kennwerten belegt, wodurch eine Abschätzung des tiefengeothermischen Potenzials ermöglicht wird. Weitere Informationen unter <a href="http://www.energieland.hessen.de/tiefe-geothermie">http://www.energieland.hessen.de/tiefe-geothermie</a>
37	Aufbau einer Power-to-Gas-Versuchsplattform im Technikumsmaßstab	Direktmethanisierung von Biogas im Technikumsmaßstab in einer 50 kWel Power-to-Gas-Anlage am Eichhof, Bad Hersfeld. Der Wasserstoff wird direkt mit Biogas methanisiert. Das neue Anlagenkonzept wird im kombinierten Betrieb getestet.
38	Mobilisierung, Aufbereitung und Verwertung holziger Biomasse in der ländlichen Region am Beispiel des Werra-Meißner-Kreises	Der Werra-Meißner-Kreis möchte mit dem Projekt weitere Holzsegmente, wie Grüngut und Landschaftspflegeholz, zur Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Brennstoffe erschließen. Dazu wurde ein Akteursnetzwerk aufgebaut, Vorversuche zur Sammlung von Grüngut und Landschaftspflegeholz durchgeführt sowie Potentiale und Nutzungskonzepte für verschiedene Holzsortimente entwickelt. Die Ergebnisse sind auf ähnlich strukturierte Landkreise übertragbar. Projektphase I ist abgeschlossen.
39	Förderung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe	Förderung von automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen, Beratung bei neuen oder bereits bestehenden Anlagen. Checks bereits geförderter Anlagen. Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur weiteren Optimierung.
40	Anwendungsmöglichkeiten der Wasserstofftechnologie	Informationsangebot besteht, Wasserstoff- und Brennstoffzellen Initiative (H2BZ-Initiative), Förderung von Einzelprojekten, z. B. Flottenprojekt, Vorbereitung von Förderprojekten im Bereich ÖPNV
<b>Netzinfrastuktur</b>		
41	Verteilnetzstudie	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Erstellung einer Verteilnetzstudie für Hessen bis 2019 zur Ermittlung der Grenzen und Anpassungsoptionen für die Einspeisung Erneuerbarer Energien in Verteilnetze.
42	Intelligente Energienetze im Quartier	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Entwicklung und Förderung von Pilotprojekten zur Optimierung der Erneuerbaren Energien im Stromnetz.
43	Speichertechnologien – Studie und Unterstützung P & D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilot- und Demonstrationsvorhaben sind wichtige Schritte bei der Technologieentwicklung. Daher sollen auch die für eine sichere zukünftige Energieversorgung wichtigen Speichertechnologien (z. B. Batteriespeicher, Wärmespeicher) in Hessen gefördert werden.</li> <li>- Eine erste Batteriespeicherstudie wurde 2016 fertiggestellt.</li> </ul>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Verkehr</b>		
44	Schienengüterverkehr: Gleisanschlussförderung	2015 hat das Land Hessen ein Förderprogramm zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schienen neu aufgelegt. Ziel ist die Verminderung des LKW-Verkehrs. Gefördert werden Investitionen (Neuanlagen und Sanierung) sowie Gutachten.
45	Elektromobilität: e-Beschaffung	Bei der Beschaffung von Dienstwagen für die Hessische Landesverwaltung können im Rahmen dieses Programms die Mehrkosten eines E-PKW im Vergleich zu einem herkömmlichen PKW bis zu einem Höchstbetrag gefördert werden.
46	Elektromobilität: E-PORT AN	Unter diesem Namen werden alle Maßnahmen im Bereich der Elektromobilität auf dem Frankfurter Flughafen zusammengefasst. Der Schwerpunkt der Projekte liegt auf dem elektrischen Rollen und Schleppen von Flugzeugen sowie auf der Elektrifizierung der Fahrzeuge, die notwendig sind, ein Flugzeug abzufertigen, d. h. auf den nächsten Start vorzubereiten. Nähere Informationen sind unter <a href="http://www.eport-an.de">www.eport-an.de</a> zu finden.
47	Allianz Elektromobilität	Unter diesem Namen werden alle 7 Projekte verstanden, die seit 2013 in Hessen mit Förderung des BMVI umgesetzt werden.  Näheres siehe: <a href="http://www.offenbach.de/stadtwerke/microsite/le/rubrik-3/index.php">http://www.offenbach.de/stadtwerke/microsite/le/rubrik-3/index.php</a> .
48	Elektromobilität: Handwerkerprojekt	2014 konnten sich Handwerksbetriebe aus Frankfurt und Wiesbaden auf ein Förderprojekt der Landesregierung bewerben. Dieser Zielgruppe wurde eine Förderung von betrieblich genutzten E-Fahrzeugen angeboten. Rund 50 Handwerksbetriebe haben sich gemeldet und fahren ihr E-Fahrzeug für drei Jahre.

# 12

Ausblick



## 12 Ausblick

Aufgabe des hessischen Energiemonitorings ist es, auf Basis von Daten und Fakten die Energiewende in Hessen zu begleiten und über deren Fortschritte zu berichten. Die hierbei betrachteten Themenbereiche – Energieverbrauch, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Energieerzeugung, Netze, Verkehr, Treibhausgasemissionen, gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende – ergeben sich aus den Zielen der Energiewende. Grundlage des Monitorings ist ein umfangreiches Indikatorensystem, in dem für alle relevanten Themenbereiche Kennzahlen erfasst und fortgeschrieben werden.

Das Energiemonitoring ist nicht statisch, sondern versteht sich vielmehr als ein laufender Prozess: Manche Indikatoren können aufgrund fehlender Datenverfügbarkeit oder aus methodischen Gründen nicht fortgeschrieben werden, andere Indikatoren können neu abgebildet werden. So kann im vorliegenden zweiten Monitoringbericht beispielsweise der Themenbereich Wärme ausführlich dargestellt werden. Neu ist zudem eine Schätzung der Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien, die vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung für Hessen vorgenommen wurde.

Weiterhin besteht das Ziel, noch vorhandene Datenlücken, beispielsweise zum Selbstverbrauch der Energieerzeuger, zu Netzinvestitionen sowie zur energetischen Modernisierungsrate, zu schließen. Zum letztgenannten Indikator führt das Institut Wohnen und Umwelt derzeit ein Forschungsvorhaben zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohnungsbestand durch. Die Ergebnisse werden in das Energiemonitoring einfließen.

Darüber hinaus sind durch Änderungen bei wesentlichen Datengrundlagen weitere Informationsgewinne zu erwarten. So wird im kommenden Jahr die Bundesnetzagentur den Anlagenbestand in einem Marktstammdatenregister nach § 53b Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) zusammenführen. Ein Jahr später werden voraussichtlich neue Daten auf Basis des Energiestatistikgesetzes vorliegen, das derzeit novelliert wird. Hierdurch wird die amtliche Datenlage der Energiestatistik, insbesondere für die erneuerbaren Energieträger und die Kraft-Wärme-Kopplung, weiter verbessert.

Das hessische Energiemonitoring wird weiter fortgeführt, um den Fortschritt bei der Umsetzung der Energiewende in Hessen zu dokumentieren. Dabei sollen auch zukünftig wechselnde Themenbereiche als Schwerpunkt in den Fokus genommen werden.



# Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>Seite</b>
1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe 2003 – 2015 (in TWh).....	2
2 Grundlage und Einbettung des Hessischen Energiemonitorings.....	7
3 Indikatorensystem .....	9
4 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ).....	11
5 Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100) .....	12
6 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ) .....	13
7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000 – 2015 (in PJ).....	14
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ).....	15
9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ) .....	15
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ) .....	16
11 Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000 – 2015 (in TWh) .....	17
12 Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000 – 2015 (in TWh, Anteilswerte in %).....	17
13 Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000 – 2015 (in kWh).....	18
14 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000 – 2015 (in TWh, Anteilswerte in %).....	18
15 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt, Primär- und Endenergieverbrauch (Index 2000 = 100).....	19
16 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität 2000 – 2015 (Index 2000 = 100).....	19
17 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität 2000 – 2015, (Tber, Index 2000 = 100).....	20
18 Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000 – 2015 (Index 2000 = 100).....	20
19 Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2013 (in kWh je 1.000 Euro BWS).....	21
20 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003 – 2015 (in %) .....	23
21 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe 2003 – 2015 (in TWh).....	24
22 Entwicklung von Strom, Wärme und Treibstoffen aus erneuerbaren Energien 2003 – 2015 (Index 2003 = 100).....	25
23 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000 – 2015 (in TWh, Anteilswerte in %).....	25
24 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch (in %) .....	26
25 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003 – 2015 (in TWh, Anteilswerte in %).....	27
26 Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000 – 2015 (in TWh).....	28
27 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000 – 2015 (in PJ).....	31
28 Anzahl der Wohnungen je Gebäude in Hessen und Deutschland 2010 (in %) .....	31
29 Alter der Wohngebäude in Hessen und Deutschland 2010 (in %) .....	32
30 Größe der Wohnungen in Hessen und Deutschland 2010 (in %).....	33
31 Art der Beheizung in Hessen und Deutschland 2010 (in %).....	33
32 Art der Beheizung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städte Ergebnisse der Zensuserhebung 2011 (in %).....	34

33	Überwiegend verwendete Energiequelle der Beheizung in Hessen und Deutschland 2010 (in %)	35
34	Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen und Deutschland nach Errichtungsjahr (in %)	36
35	Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2010 – 2015 (in PJ, Anteilswerte in %)	39
36	Entwicklung des Heizölverbrauchs in zentralbeheizten Mehrfamilienhäusern 2000 – 2015 im Regionalvergleich (in Liter je m <sup>2</sup> im Jahr; Temperaturabweichung in Grad Celsius)	40
37	Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung in Hessen und Deutschland 2008 – 2015 (Index 2008 = 100)	41
38	KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008 – 2015 (in Mio. Euro)	41
39	Im Rahmen des MAP von der BAFA im Jahr 2015 geförderte Anlagen in Hessen	43
40	Installierte elektrische Leistung nach dem EEG-geförderter Anlagen am 31.12.2015 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MWel)	50
41	Erzeugte Strommenge von EEG-geförderten Anlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2015 nach Energieträgern (in GWh)	51
42	In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner im Jahr 2015 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten	53
43	Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)	56
44	Leitungsvorhaben in Hessen aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG)	58
45	Investitionen in Neu- und Ausbau, Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen in Deutschland (in Mrd. Euro)	59
46	Strombedingte Redispatchmaßnahmen 2015 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber	61
47	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern 2000 – 2015 (in PJ, Anteilswerte in %)	66
48	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000 – 2015 (in PJ)	66
49	Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs (temperaturbereinigt) im Straßen- und Luftverkehr (Index 2000 = 100)	67
50	Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und Ladepunkte in Hessen	69
51	Regionale Verteilung der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektroautos auf Gemeindeebene	70
52	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2000 – 2013 (in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %)	72
53	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und BIP (Index 2003 = 100)	73
54	Entwicklung der energiebedingten CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 2000 – 2013 (Index 2000 = 100)	74
55	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Ausgaben für Energie privater Haushalte in Deutschland 2000 – 2015 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)	76
56	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014 – 2016 (in Cent je kWh)	77
57	Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000 – 2015 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)	78
58	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014 – 2016 (in Cent je kWh)	79
59	Verteilung von der EEG-Umlage befreiter Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2016 (in %)	81
60	Auszahlungen aus EEG-Vergütungen (§ 16 EEG) und Marktprämien für Hessen 2010 – 2014 (in Mio. Euro und Anteilswerte an Deutschland in %)	82
61	Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2005 – 2016 (in Euro / MWh)	82
62	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000 – 2015 (nominal; Index 2000 = 100)	83

63	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Preise 2008 – 2016 (in Euro je Tonne CO <sub>2</sub> ) .....	83
64	Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energien-Anlagen nach Anlagearten in Hessen 2011 – 2015 (in Mio. Euro) .....	84
65	Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) zur Steigerung der Energieeffizienz 2006 – 2013 (in Mio. Euro) .....	85
66	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000 – 2015.....	86
67	Bruttobeschäftigung in Deutschland durch erneuerbare Energien 2011 – 2014 .....	87
68	Förderung der Energieforschung in Hessen 2008 – 2014 (in Mio. Euro) .....	88

## Tabelle

## Seite

1	Im Jahr 2015 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %).....	37
2	Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2015 (in PJ, Anteilswerte in %).....	38
3	Bau- und Sanierungsförderung der KfW nach Anzahl, Fördervolumen und geförderten Wohneinheiten 2015 in Hessen.....	41
4	Anzahl und installierte elektrische Leistung der konventionellen Anlagen zur Stromerzeugung in Hessen .....	45
5	Anzahl und installierte elektrische Leistung von EEG-geförderten Anlagen am 31.12.2015 in Hessen nach Energieträgern .....	47
6	Inbetriebnahmen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen ab dem Jahr 2014, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung.....	47
7	Erzeugte Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 .....	48
8	Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau von elektrischer Leistung aus EEG-geförderten Anlagen 2015 ...	49
9	Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau von elektrischer Leistung aus EEG-geförderten Anlagen 2015 .	49
10	Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2015.....	52
11	Fernwärmenetze in Hessen.....	62
12	Entwicklung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland 2000 – 2015 (in Liter je100 km) .....	67
13	Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten 2010 und 2016 im Vergleich .....	68
14	Entwicklung des Börsenstrompreises und der EEG-Umlage (in Cent je kWh) .....	77
15	Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Mengen nach Bundesländern 2010 – 2016.....	80
16	Entwicklung der Investitionen in EE-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro).....	84
17	Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2008 – 2015 .....	89

## Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BKartA	Bundeskartellamt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BWS	Bruttowertschöpfung
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEX	European Energy Exchange
EFRE	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher
GWh	Gigawattstunde
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung
HA	HA Hessen Agentur GmbH
HEG	Hessisches Energiezukunftsgesetz
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMWEVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
HMWK	Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst
HSL	Hessisches Statistische Landesamt
IE-Leipzig	Institut für Energie Leipzig GmbH
IWES	Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kV	Kilovolt
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAK	Länderarbeitskreis Energiebilanzen

LDEW	Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V.
LIV	Landesinnungsverband Schornstefegerhandwerk Hessen (LIV)
LOEWE	Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz
MAP	Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
PCI	Vorhaben von gemeinsamem Interesse
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SUN	Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
Tber	Temperaturbereinigt
TJ	Terajoule
TWh	Terawattstunde
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
ZIV	Bundesverband des Schornstefegerhandwerks – Zentralinnungsverband
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

## Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren

### Einheiten für Energie:

- Joule (J) für Energie, Arbeit, Wärmemenge
- Watt (W) für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom
- 1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws)

Vorsätze und Vorsatzzeichen für Energieeinheiten:

Vorsatz	Vorsatzzeichen	Zehnerpotenz
Kilo	k	$10^3$ (Tausend)
Mega	M	$10^6$ (Millionen)
Giga	G	$10^9$ (Milliarden)
Tera	T	$10^{12}$ (Billionen)
Peta	P	$10^{15}$ (Billiarden)

### Umrechnungsfaktoren:

Energie wird in Joule gemessen. Energie kann aber auch als Produkt von Leistung (W) und Zeit (s) umgerechnet werden, da ein Joule als diejenige Energiemenge definiert ist, die notwendig ist, um die Leistung von einem Watt für eine Sekunde zu erzeugen:  $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws}$ . Entsprechend sind  $3.600 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1 \text{ Wh}$  und  $3600000 \text{ J} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 1.000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1.000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$ .

Daraus ergeben sich folgende Relationen zwischen Angaben in Joule und deren Umrechnung in kWh:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} \text{ bzw. } 1 \text{ J} = 1/3.600 \text{ Wh} = 0,00027778 \text{ Wh}$$

$$1 \text{ kJ} = 0,00027778 \text{ kWh}$$

$$1.000 \text{ kJ} = 1 \text{ MJ} = 0,27777778 \text{ kWh}$$

$$1.000 \text{ MJ} = 1 \text{ GJ} = 277,777778 \text{ kWh} = 0,27777778 \text{ MWh}$$

$$1.000 \text{ GJ} = 1 \text{ TJ} = 277,777778 \text{ MWh} = 0,27777778 \text{ GWh}$$

$$1.000 \text{ TJ} = 1 \text{ PJ} = 277,777778 \text{ GWh} = 0,27777778 \text{ TWh}$$

sowie von Angaben in kWh und deren Umrechnung in Joule:

$$1 \text{ kWh} = 3.600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$1.000 \text{ kWh} = 1 \text{ MWh} = 3.600 \text{ MJ}$$

$$1.000.000 \text{ kWh} = 1.000 \text{ MWh} = 1 \text{ GWh} = 3.600 \text{ GJ}$$

$$1.000.000 \text{ MWh} = 1.000 \text{ GWh} = 1 \text{ TWh} = 3.600 \text{ TJ}$$

$$1.000.000 \text{ GWh} = 1.000 \text{ TWh} = 1 \text{ PWh} = 3.600 \text{ PJ}$$

## Glossar

<b>Biogas</b>	Biogas entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einem Gärbehälter, dem Fermenter einer Biogasanlage, durch bestimmte Bakterien abgebaut wird. Biogas besteht aus Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff und Spurengasen (u. a. Schwefelwasserstoff). Der Hauptbestandteil, das Methan, ist energetisch nutzbar. Biogas kann sowohl aus Energiepflanzen (z. B. Mais, Getreide) als auch aus Rest- und Abfallstoffen wie Biomüll, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie, Ernteresten und Stroh sowie tierischen Exkrementen wie Gülle und Mist gewonnen werden.
<b>Biotreibstoff</b>	Aus Biomasse gewonnener Treibstoff für den Betrieb von Verbrennungsmotoren (z. B. in Fahrzeugen oder Blockheizkraftwerken) oder Heizungen. Zu Biotreibstoffen zählen Biodiesel, Bioethanol, Biomethan (aus Biogas), reine Pflanzenöle und die synthetischen Biomass-to-Liquid-Treibstoffe.
<b>Biomasse</b>	<p>Biomasse ist der Oberbegriff für alle Stoffe organischer Herkunft, die ihr Wachstum letztlich der Nutzung der Solarenergie verdanken. Es kann unterschieden werden zwischen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den in der Natur lebenden Pflanzen und Tieren,</li> <li>• deren Rückständen (z. B. abgestorbene Pflanzen wie Stroh) und Nebenprodukten (z. B. Exkremente wie Gülle),</li> <li>• im weiteren Sinne allen organischen Stoffen, die durch eine technische Umwandlung (z. B. Papier, Zellstoff, Pflanzenöl) oder durch eine andere Nutzung entstanden sind (z. B. Biomüll, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie).</li> </ul>
<b>Blockheizkraftwerk</b>	Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung.
<b>Brutto-/Netto-beschäftigung</b>	<p>Bruttobeschäftigung bezeichnet die Zahl der Beschäftigten, die der Branche der erneuerbaren Energien in Deutschland zugerechnet werden kann und die alle direkt in der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, dem Betrieb, der Wartung, der Bereitstellung von Brennstoffen beschäftigten Personen sowie die indirekt durch die Nachfrage dieser Bereiche nach Vorlieferungen Beschäftigten umfasst.</p> <p>Bei der Nettobeschäftigung werden Mitnahme-, Verlagerungs- und Substitutionseffekte sowie gegebenenfalls Multiplikationseffekte mitberücksichtigt. So können z. B. im Rahmen einer Szenarioanalyse die Effekte eines Ausbaus der erneuerbaren Energien mit den Effekten einer Entwicklung ohne Ausbau der erneuerbaren Energien auf die gesamtwirtschaftlichen Veränderungen der Beschäftigtenzahl miteinander verglichen werden.</p>
<b>Bruttostromerzeugung / Nettostromerzeugung</b>	Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes oder einer Region. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Kraftwerke verbleibt die Nettostromerzeugung.
<b>Bruttostromverbrauch / Nettostromverbrauch</b>	Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromgewinnung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Netz- bzw. Übertragungsverluste.

<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	Die Einheit für das Treibhauspotenzial eines Gases gibt an, welche Menge CO <sub>2</sub> in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie das betrachtete Vergleichsgas.
<b>EEG</b>	Das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Gesetz, „EEG“) aus dem Jahr 2000 regelt die Vorrang-Abnahmepflicht erneuerbarer Energien durch die Netzbetreiber, die (degressiven) Vergütungssätze der einzelnen Erzeugungsarten wie auch das Umlageverfahren der resultierenden Mehrkosten auf alle Stromabnehmer.
<b>EEG-Umlage</b>	Das Umlageverfahren wurde 2010 geändert. Elektrizitätslieferanten müssen nach der Ausgleichsmechanismusverordnung seit dem 1. Januar 2010 für jede Kilowattstunde Strom eine EEG-Umlage an den jeweiligen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) entrichten. Die EEG-Umlage ist bundesweit einheitlich. Mit der EEG-Umlage soll die Differenz zwischen den zu zahlenden EEG-Einspeisevergütungen und den Einnahmen der ÜNB aus der Vermarktung des EEG-Stromes an der Börse gedeckt werden. Elektrizitätslieferanten, die Strom an Letztverbraucher liefern, dürfen die EEG-Umlage an ihre Kunden weitergeben.
<b>Emissionszertifikate</b>	Ein Emissionszertifikat ist ein verbrieftes und übertragbares Nutzungsrecht für die Emission einer bestimmten Menge an Treibhausgasen. Die Zertifikate werden im Rahmen des EU-Emissionshandels (European Union Emission Trading System, EU ETS) gehandelt.
<b>Endenergie</b>	Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und der dann zur weiteren Verfügung steht. Endenergieformen sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.
<b>Endenergieverbrauch</b>	Als Endenergieverbrauch wird die Verwendung von Energieträgern in einzelnen Verbrauchssektoren bezeichnet, sofern sie unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie oder für Energiedienstleistungen eingesetzt werden.
<b>Energiebilanz</b>	Eine Energiebilanz gibt in Form einer Matrix Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energieträgern in einer Volkswirtschaft für einen bestimmten Zeitraum, meist ein Jahr, an.
<b>Energiedienstleistung</b>	Eine Energiedienstleistung ist die Lieferung einer Dienstleistung wie z. B. beheizter Raum oder Licht anstelle der heute überwiegend üblichen Lieferung der Energieträger wie Erdgas oder elektrischer Strom durch ein Energieversorgungsunternehmen.
<b>Energieeffizienz</b>	Allgemein bezeichnet das Wort Effizienz das Verhältnis vom erzielten Ertrag zur eingesetzten Arbeit, also von Aufwand und Nutzen. Bei der Energieeffizienz geht es um einen möglichst hohen Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung bzw. um einen möglichst geringen Energieverbrauch von Gebäuden, Geräten und Maschinen. Die Steigerung der Energieeffizienz bedeutet, dass die gleiche (oder mehr) Energiedienstleistung mit einem geringeren Energieaufwand bereitgestellt wird.

<b>Energieeinsparung</b>	Umfasst allgemein alle Maßnahmen, die den Energieverbrauch senken. Energieeinsparung ist allerdings nicht das Gleiche wie die Steigerung der Energieeffizienz: Bei der Steigerung der Energieeffizienz geht es darum, durch technische Mittel weniger Energie für die gleiche Leistung aufzuwenden. Demgegenüber bezieht sich der Begriff Energieeinsparung meist auf ein geändertes Nutzerverhalten, das den Energieverbrauch reduziert. Im Falle des Autoverkehrs bedeutet Effizienzsteigerung zum Beispiel, dass durch technische Weiterentwicklungen für dieselbe Strecke weniger Energie in Form von Treibstoff benötigt wird. Energie einsparen lässt sich aber auch durch ein verändertes Nutzerverhalten, zum Beispiel durch die Reduktion der Geschwindigkeit oder den Umstieg auf das Fahrrad.
<b>Energieintensität</b>	Das Verhältnis des Energieverbrauchs (z. B. Primär- oder Endenergieverbrauchs) zum Bruttoinlandsprodukt oder zur Bruttowertschöpfung einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Energieintensität berechnen. Die Energieintensität ist eine Kennzahl, die Aufschluss über die Effizienz des Einsatzes von Energie liefert. Sie wird beispielsweise in GJ Energieverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.
<b>Energieproduktivität</b>	Die Energieproduktivität ist ein Maß dafür, wie viel Geldeinheiten wirtschaftlicher Leistung pro Einheit eingesetzter Energie erzeugt werden und ist somit der Kehrwert der Energieintensität. Die Energieproduktivität liefert Aufschluss über die Effizienz des Energieeinsatzes.
<b>Energieträger</b>	Energieträger sind Stoffe, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.
<b>Erneuerbare Energien</b>	Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Nahezu alle erneuerbaren Energien werden letztendlich durch die Sonne gespeist. Die drei originären Quellen sind Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.
<b>Fernwärme</b>	Fernwärme ist thermische Energie, die durch ein System isolierter Rohre zum Endverbraucher gelangt. Die Energie wird überwiegend zur Heizung von Gebäuden genutzt. Das heiße Wasser, das in das Fernwärmenetz eingespeist wird, stammt aus Heizwerken oder Heizkraftwerken. Letztere gewinnen mittels Kraft-Wärme-Kopplung gleichzeitig Strom und nutzbare Abwärme.
<b>Geothermie</b>	Wärmeenergie unterhalb der Erdoberfläche. Bei der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) wird Energie aus dem Erdinneren zur Strom-, Wärme- oder Kältegewinnung genutzt. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Energie, welche in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Auch die hier herrschenden relativ geringen Temperaturen lassen sich auf verschiedene Arten nutzen. Sie können je nach Temperatur und Bedarf sowohl zur Bereitstellung von Wärme und zur Erzeugung von Klimakälte als auch zur Speicherung von Energie dienen.
<b>Gesicherte Leistung (auch: Gesicherte Kraftwerksleistung)</b>	Von der installierten Leistung ist die gesicherte Leistung zu unterscheiden. Dieser Wert fällt oft deutlich geringer aus als die installierte Leistung, da sie nur die zu jedem Zeitpunkt verfügbare Kraftwerkskapazität berücksichtigt, d. h. nur die Leistung, die von einem Erzeuger unter Berücksichtigung von technologiespezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten durch Revisionen, technische Störungen usw. mit einer Wahrscheinlichkeit

von mehr als 99,5 Prozent bereitgestellt werden kann. Auch ist zum Beispiel den Eigenbedarf an Strom bei Wärmekraftwerken (5 bis 10 Prozent) und die Ausfälle durch Revisionen (10 bis 15 Prozent) einberechnet.

Bei Laufwasserkraftwerken werden die Verluste durch Niedrigwasserstände, Revisionsarbeiten oder Eisgang abgezogen, bei der Windenergie wird kalkuliert, mit welcher Leistung trotz weitgehender Windflaute gerechnet werden kann.

<b>GHD-Bereich</b>	Gewerbe- und Handwerksbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten, soweit sie nicht in der Gewinnung von Steinen und Erden, im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe erfasst sind, Betriebe der Energie- und Wasserversorgung (ohne Umwandlungsbereich), Betriebe des Baugewerbes, Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Verkehrsverbrauch), Kreditinstitute, Versicherungs- und Handelsunternehmen, private und öffentliche Dienstleistungsunternehmen und Einrichtungen, Behörden, militärische Dienststellen.
<b>Installierte Leistung</b>	Die installierte Leistung, auch Erzeugungskapazität genannt, ist die elektrische Leistung, die ein Kraftwerk oder ein Kraftwerkspark maximal bereitstellen kann, inklusive der für den Eigenverbrauch benötigten Kapazität. Sie wird in Megawatt (MW) oder Gigawatt (GW) angegeben. Derzeit (Stand 16.11.2016) sind nach Angaben der Bundesnetzagentur in Deutschland Erzeugungsanlagen mit einer Netto-Nennleistung von insgesamt 204,1 GW installiert.
<b>Kraft-Wärme-Kopplung</b>	Bei der Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken entsteht immer auch Wärme. Bei herkömmlichen Kraftwerken wird diese Abwärme ungenutzt über Kühltürme an die Umwelt abgegeben, wohingegen sie bei der KWK ausgekoppelt und über ein Wärmenetz als Nah- oder Fernwärme nutzbar gemacht wird. Das steigert den Wirkungsgrad und bedeutet somit eine wesentlich höhere Energieeffizienz.
<b>Leistung</b>	Physikalische Größe, die die bereitgestellte oder genutzte thermische oder elektrische Energie bezogen auf eine bestimmte Zeiteinheit angibt. Die Einheit für Leistung wird in Watt (W) angegeben. 1.000 W entsprechen einem Kilowatt (1 kW), 1.000 kW sind ein Megawatt (MW) und 1.000 MW ein Gigawatt (GW). Häufig wird die installierte Leistung eines Kraftwerks auch als Kapazität bezeichnet.
<b>Nennleistung</b>	Nennleistung bezeichnet die maximale Leistung eines Kraftwerks unter Nennbedingungen.
<b>Netto-Nennleistung</b>	Kraftwerke erzeugen eine Gesamtmenge an elektrischer Energie, wovon ein gewisser Anteil für den Eigenverbrauch, beispielsweise für den Betrieb von Pumpen, Kühlung oder für mechanische Verluste benötigt wird. Zieht man diesen Eigenverbrauch von der Gesamtmenge der erzeugten Energie ab, so erhält man die Netto-Leistung, die als elektrischer Strom an das Stromnetz abgegeben wird.
<b>Photovoltaik</b>	Umwandlung von Solarenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.
<b>Primärenergie</b>	Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er einer Umwandlung unterworfen wird. Zu den Primärenergieträgern zählen erschöpfliche Energieträger wie Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas und spaltbares Material wie Uranerz sowie erneuerbare Energien (Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie). Die Primärenergie wird in Kraftwerken

oder Raffinerien in eine weiterführende Stufe der energetischen Reihe umgewandelt. Dabei kommt es zu Umwandlungsverlusten. Ein Teil der Primärenergieträger wird auch dem nicht-energetischen Verbrauch zugeführt (zum Beispiel Rohöl für die Kunststoffindustrie).

- Primärenergieverbrauch** Primärenergieverbrauch ist das saldierte Ergebnis aus inländischer Produktion, dem Außenhandelsaldo bei Energieträgern unter Abzug der Hochseebunkerungen sowie unter Berücksichtigung der Lagerbestandsveränderungen.
- Redispatchmaßnahmen** Unter Redispatch sind Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken zu verstehen, um Leitungsabschnitte vor einer Überlastung zu schützen. Droht an einer bestimmten Stelle im Netz ein Engpass, so werden Kraftwerke diesseits des Engpasses angewiesen, ihre Einspeisung zu drosseln, während Anlagen jenseits des Engpasses ihre Einspeiseleistung erhöhen müssen. Auf diese Weise wird ein Lastfluss erzeugt, der dem Engpass entgegenwirkt.
- Solarthermie** Nutzung der Solarenergie zur Erzeugung von Wärme. Eine typische Nutzungsmöglichkeit der Solarthermie sind Sonnenkollektoren. Sie dienen der Warmwasserversorgung und je nach Dimensionierung auch der Raumheizung. Solarenergie kann auch zur Raumkühlung genutzt werden: Bei der solaren Kühlung wird die Solarthermie an Stelle von elektrischem Strom als Antriebsenergie für Kältemaschinen, wie etwa eine Klimaanlage, genutzt. In den Sonnengürteln der Erde können solarthermische Kraftwerke Strom erzeugen. Hier erhitzt das über Spiegel konzentrierte Sonnenlicht Wasser oder andere Wärmeträger, um Dampf zu erzeugen und damit Dampfturbinen anzutreiben.
- Stromintensität** Das Verhältnis des Stromverbrauchs zum Bruttoinlandsprodukt oder zur Bruttowertschöpfung einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Stromintensität berechnen. Die Stromintensität ist eine Kennzahl, die Aufschluss über die Effizienz des Einsatzes von Strom liefert. Sie wird beispielsweise in kWh Stromverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.
- Stromproduktivität** Die Stromproduktivität ist ein Maß dafür, wie viel Geldeinheiten wirtschaftlicher Leistung pro Einheit eingesetzter Strom erzeugt werden und ist somit der Kehrwert der Stromintensität. Die Stromproduktivität liefert Aufschluss über die Effizienz des Stromeinsatzes.
- Volllaststunden** Die Volllaststundenzahl eines Kraftwerks ist als Quotient aus im Jahr erzeugter Strommenge und Maximalleistung definiert. Der theoretische Maximalwert beträgt 8.760 h, denn dies ist die Zahl der Stunden eines Jahres.
- Wasserkraft** Energie, die mit Hilfe von Wasserrädern oder Wasserturbinen aus fließendem Wasser gewonnen wird. Das Wasser setzt eine Turbine in Bewegung, die einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dabei wird die Wasserkraftnutzung im Binnenland in folgende drei Bereiche unterteilt:  
 Laufwasserkraftwerke (Flusskraftwerke)  
 Speicherwasserkraftwerke (Talsperren, Stauseen)  
 Pumpspeicherkraftwerke
- Wirkungsgrad** Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.

**Wirkungsgradprinzip**

Statistisches Bewertungsverfahren bei der Erstellung einer Energiebilanz. Dabei werden die Energieträger, für die es keinen einheitlichen Umrechnungsfaktor wie den Heizwert gibt, auf Basis von definierten Wirkungsgraden bewertet. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt, für die Stromerzeugung aus Wind, Sonne und Wasserkraft ein Wirkungsgrad von 100 Prozent. Die Wirkungsgradmethode findet in Deutschland in Angleichung an die internationale Konvention seit dem Berichtsjahr 1995 Anwendung.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

### **AGEB (2016)**

Zusammenfassung der Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren von 2008 bis 2012, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Berlin, 2016 (<http://www.ag-energiebilanzen.de/8-0-Anwendungsbilanzen.html>).

### **AGEB (2015)**

Auswertungen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2014, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Berlin, 2015 (<http://www.ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungen.html>).

### **AGFW (2015)**

AGFW-Hauptbericht 2015, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Frankfurt, Juli 2015.

### **BAFA (2016a)**

Sonderauswertung über KWK-Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz 2015, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Datenstand 15.04.2016.

### **BAFA (2016b)**

Sonderauswertung über die in Hessen geförderten Anlagen im Rahmen des Marktanzreizprogramms im Jahr 2015, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Datenstand 08.07.2016.

### **BAFA (2016c)**

Besondere Ausgleichsregelung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2016 ([http://www.bafa.de/bafa/de/energie/besondere\\_ausgleichsregelung\\_eeg/](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/besondere_ausgleichsregelung_eeg/)) abgerufen am 18.07.2016.

### **BDEW (2016a)**

Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2016.

### **BDEW (2016b)**

Sonderauswertung, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2016.

### **BDEW (2016c)**

Jahresvolllaststunden 2010 bis 2015. Gesamte Elektrizitätswirtschaft, Unveröffentlichte Auswertung des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2016.

### **BMWi (2016a)**

Stromnetze und Infrastruktur, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2016 (<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Netze-und-Netzausbau/stromnetze-der-zukunft.html>).

### **BMWi (2016b)**

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2016. (<http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/energiedaten.html>) abgerufen am 20.06.2016.

### **BMWi (2016c)**

Bundesbericht Energieforschung 2016, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, April 2016.

### **BMWi (2016d)**

Rahmenbedingungen und Anreize für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juni 2016 (<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Elektromobilitaet/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html>).

### **BMWi (2015a)**

Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland: Ausbau und Betrieb, heute und morgen. Studie von GWS, DIW, DLR, Prognos, ZSW im Auftrag des BMWi, März 2015.

### **BMWi (2015b)**

Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien und verringerte Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz; Beitrag von DLR, GWS, DIW im Forschungsvorhaben des BMWi "Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende", Osnabrück, Berlin, Stuttgart, September 2015.

### **BMWi (2015c)**

Ein gutes Stück Arbeit. Die Energie der Zukunft. Vierter Monitoring-Bericht zur Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, November 2015.

### **BNetzA (2016a)**

Kraftwerksliste (inkl. Kraftwerksliste Bundesnetzagentur zum erwarteten Zu- und Rückbau 2016 bis 2019), Bundesnetzagentur, Bonn, Mai 2016 ([http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html)).

### **BNetzA (2016b)**

Anlagenregister, Bundesnetzagentur, Bonn, August 2016 ([http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister\\_Veroeffentlichung/Anlagenregister\\_Veroeffentlichungen\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister_Veroeffentlichung/Anlagenregister_Veroeffentlichungen_node.html)).

**BNetzA (2016c)**

Photovoltaik-Meldezahlen, Bundesnetzagentur, Bonn, August 2016 ([http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze_node.html)).

**BNetzA (2016d)**

EnLAG-Monitoring: Stand des Ausbaus nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) zum ersten Quartal 2016, Bundesnetzagentur, Bonn, 2016 (<http://data.netzausbau.de/Vorhaben/BBPIG/BBPIG-2016Q1.pdf>).

**BNetzA (2016e)**

BBPIG-Monitoring: Stand des Ausbaus nach dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) zum ersten Quartal 2016, Bundesnetzagentur, Bonn, 2016 (<http://data.netzausbau.de/Vorhaben/BBPIG/BBPIG-2016Q1.pdf>).

**BNetzA, BKartA (2014)**

Monitoringbericht 2014 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur. Bundeskartellamt, Bonn, November 2014.

**BNetzA, BKartA (2015)**

Monitoringbericht 2015 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur. Bundeskartellamt, Bonn, Stand: 10. November 2015, Korrektur: 21. März 2016.

**CEER (2015)**

CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply, Council of European Energy Regulators, Brüssel, Ref: C14-EQS-62-0312, 2015.

**Deutsche Börse (2016)**

Deutsche Börse, CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte ([http://www.boerse-frankfurt.de/rohstoffe/kurshistorie/co2-emissionsrechte/EURO/1.1.2015\\_1.7.2016#HistorischeKurse](http://www.boerse-frankfurt.de/rohstoffe/kurshistorie/co2-emissionsrechte/EURO/1.1.2015_1.7.2016#HistorischeKurse)), abgerufen am 21.07.2016.

**DPMA (2016)**

Datenbank DEPATISnet des Deutschen Patent- und Markenamtes, Auswertung durch das ZSW Baden-Württemberg nach festgelegten Suchkriterien (<https://www.foederal-erneuerbar.de>), abgerufen am 27.06.2016.

**E-Bridge Consulting, IAEW, OFFIS (2014)**

Moderne Verteilernetze für Deutschland (Verteilernetzstudie). Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), E-Bridge Consulting, Institut und Lehrstuhl für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen, Oldenburger Institut für Informatik (OFFIS): Forschungsprojekt Nr. 44/12, 2014.

**EEG (2014)**

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014, Bundesgesetzblatt I S. 1066, 2014, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. Juni 2015 (BGBl. I S. 1010).

**EEG (2017)**

Gesetz zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus erneuerbaren Energien und zu weiteren Änderungen des Rechts der erneuerbaren Energien, kurz: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017, Bundesrat Drucksache 355/16, vom 08.07.16.

**European Energy Exchange (2016)**

European Energy Exchange, Leipzig, Juli 2016 (<https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/spotmarkt>).

**GWS (2014)**

Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2013, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH, Osnabrück, 2014.

**GWS, Prognos, EWI (2014)**

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Studie im Auftrag des BMWi. Osnabrück, Köln, Basel, September 2014.

**Hessisches Energiezukunftsgesetz (2012)**

Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Ausgegeben zu Wiesbaden am 30. November 2012, Nr. 23, S. 444-448.

**Hessische Landesregierung (2013)**

Verlässlich gestalten, Perspektiven eröffnen – Koalitionsvertrag, Hessen 2014-2019, Koalitionsvertrag zwischen der CDU Hessen und Bündnis 90/Die Grünen Hessen für die 19. Wahlperiode des Hessischen Landtages 2014-2019, Wiesbaden, Dezember 2013 ([https://www.hessen.de/sites/default/files/media/staatskanzlei/koalitionsvertrag\\_2013-12-18.pdf](https://www.hessen.de/sites/default/files/media/staatskanzlei/koalitionsvertrag_2013-12-18.pdf)).

**HMUKLV (2016a)**

Bericht zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hessen Bilanzjahr 2013, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2016.

**HMUKLV (2016b)**

Treibhausgasbilanz für das Land Hessen Bilanzjahr 2012, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2016.

**HMWVL (2013)**

Änderung des Landesentwicklungsplans 2000 nach § 8 Abs. 7 HLPG – Vorgaben zur Nutzung von Windenergie – Beschluss der Hessischen Landesregierung nach § 8 Abs. 3 HLPG vom 18. Juni 2012, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, 2013.

**HSL (2016a)**

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts. Sonderauswertungen und Zeitreihen aus verschiedenen Fachstatistiken (Energiestatistik, Statistik des Verarbeitenden Gewerbes, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Bevölkerungsstatistik, Umweltstatistik), Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2016.

**HSL (2016b)**

Energieversorgung in Hessen im Dezember 2015, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2016.

**HSL (2016c)**

Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2008 bis 2015, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2016.

**HSL (2016d)**

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2015, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2016.

**HSL (2015)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2013, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2015.

**HSL (2014a)**

Ausgewählte Strukturdaten über Gebäude und Wohnungen am 9. Mai 2011 für kreisfreie Städte und Landkreise, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2014.

**HSL (2014b)**

Nachhaltigkeitsstrategie Hessen Ziele und Indikatoren, Fortschrittsbericht 2014, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2014.

**IE-Leipzig (2016a)**

Prognose Energiebilanz Hessen. Prognose der Energiebilanz Hessen sowie Ermittlung aktueller Zahlen zur Stromerzeugung sowie Wärme- und Kraftstoffbereitstellung auf Basis erneuerbarer Energien in Hessen für das Jahr 2015, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Juni 2016.

**IE-Leipzig (2016b)**

Schätzprognose für erzeugte Strommengen der EEG-geförderten Anlagen in Hessen für 2015. Kurzfristprognose für Windenergie, Photovoltaik und weitere

erneuerbare Energien, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Juni 2016.

**KBA (2016a)**

Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2016.

**KBA (2016b)**

Fahrzeugbestand nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2016 ([http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2016\\_b\\_umwelt\\_dusl.html?nn=663524](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2016_b_umwelt_dusl.html?nn=663524)).

**KfW (2016)**

Kreditanstalt für Wiederaufbau, Förderreporte 2009 bis 2016, Frankfurt, 2016 (<https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Über-die-KfW/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/Förderreport/index.html>) abgerufen am 18.07.2016.

**LDEW (2016)**

Netzlängen der Energie- und Wasserversorger in Hessen, Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V., Mainz, 2016, unveröffentlicht.

**LBEG (2015)**

Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2014, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover, 2015.

**LIS-A (2016)**

LänderInformationssystem für Anlagen, Stichtag 03.07.2016, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2016.

**LIV (2016)**

Landesinnungsverband Schornsteinfegerhandwerk Hessen (LIV) – hessischer Beitrag zu den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2015, unveröffentlicht, Bebra, 2016.

**Projekträger Jülich (2015)**

Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer, Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich, Jahrgang 2010 bis 2015.

**Statistisches Bundesamt (2016)**

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2016.

**Statistisches Bundesamt (2012)**

Bauen und Wohnen: Mikrozensus – Zusatzerhebung 2010 Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte, Fachserie 5 Heft 1, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2012.

**Techem (2016)**

Energiekennwerte 2015, Eschborn, 2016.

**TU Darmstadt (2016)**

Kräftiger Schub für die Energieforschung. Kopernikus-Projekte: TU platziert sich in drei von vier Schlüsselbereichen, Technische Universität Darmstadt ([http://www.tu-darmstadt.de/vorbeischauen/aktuell/einzelansicht\\_145536.de.jsp](http://www.tu-darmstadt.de/vorbeischauen/aktuell/einzelansicht_145536.de.jsp)), abgerufen am 31.08.2016.

**Umweltbundesamt (2016)**

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2014, Climate Change 23/2016, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Mai 2016.

**ÜNB (2015)**

EEG-Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW, im Rahmen der EEG-Jahresendabrechnung 2014, Aufbereiteter Datensatz der Bundesnetzagentur, Bonn, 2015.

**Wetterkontor (2016)**

Monats- und Jahreswerte für Deutschland und einzelne Orte; (<http://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte.asp?y=2000&m=13>) abgerufen am 20.07.2016.

**ZIV (2016)**

Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2015, Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV), Berlin, 2016 ([http://www.schornsteinfeger.de/bilder\\_ziv/files/erhebungen2015.pdf](http://www.schornsteinfeger.de/bilder_ziv/files/erhebungen2015.pdf)), abgerufen am 30. Juni 2016.

**ZSW (2016)**

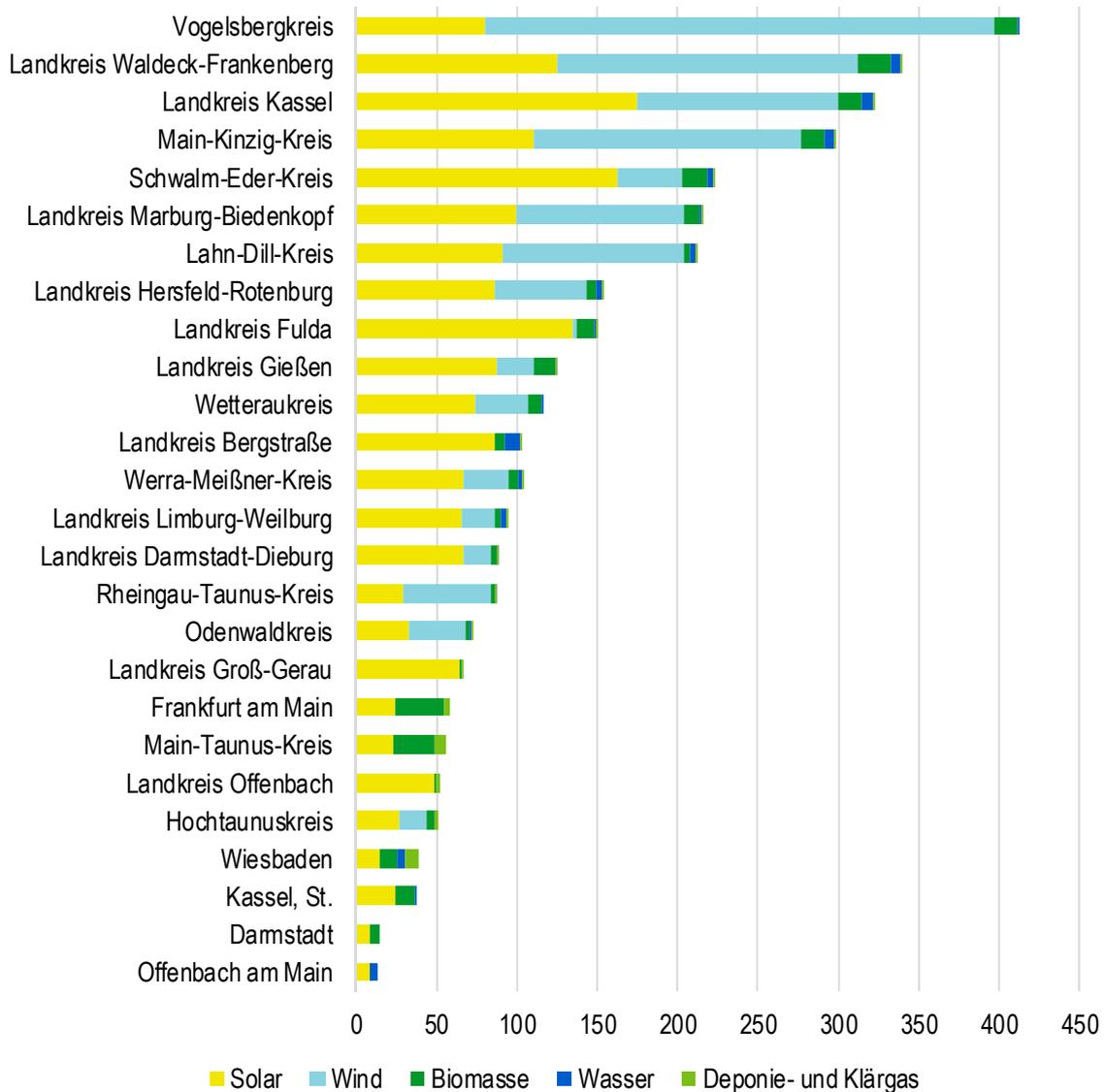
Zeitreihe der Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen in den Jahren 2011 bis 2015, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2016.

# Anhang



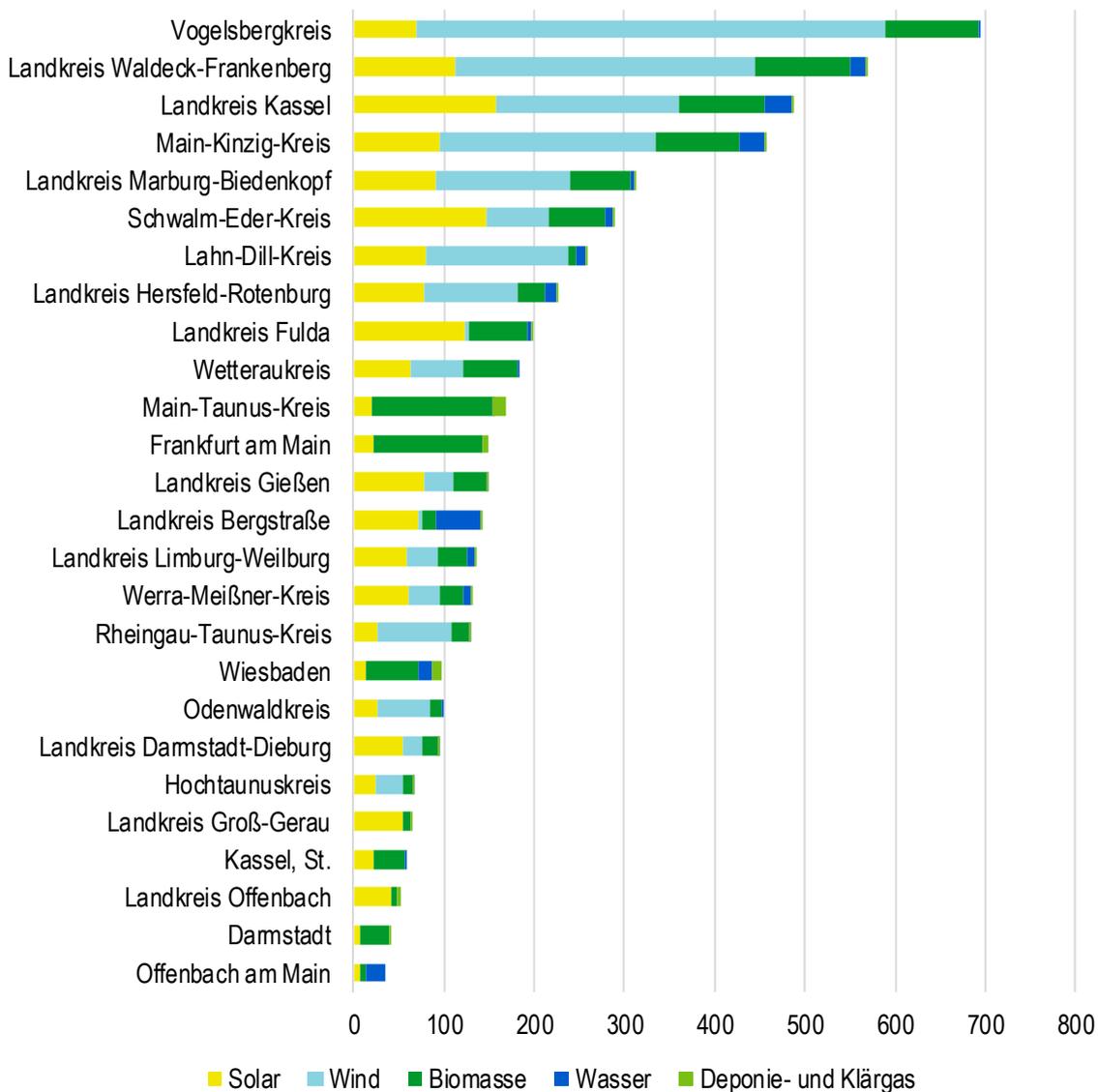
## A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern

### A 1.1: Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2015 nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: BNetzA 2016b, BNetzA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

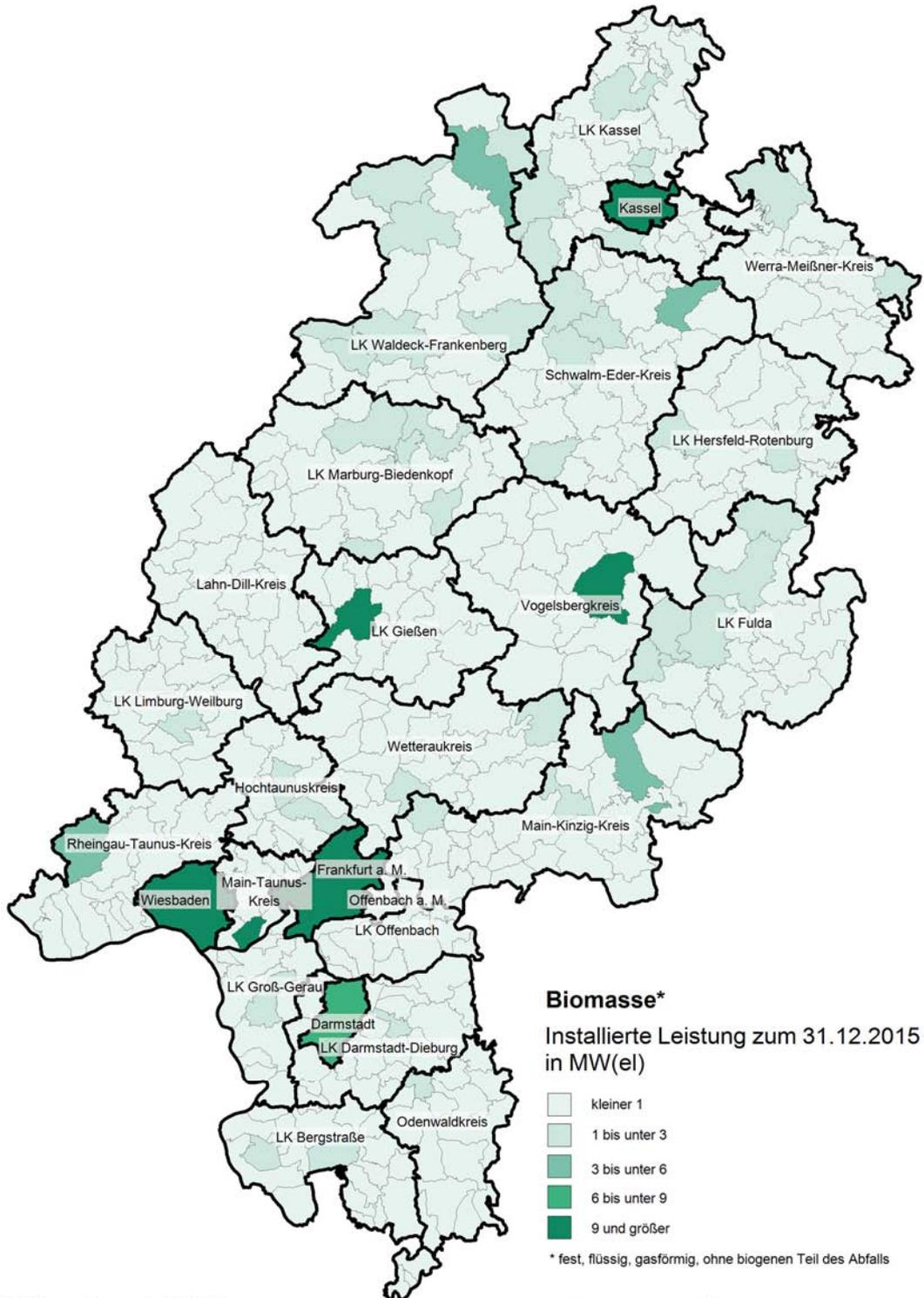
### A 1.2: Erzeugte Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2015 nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



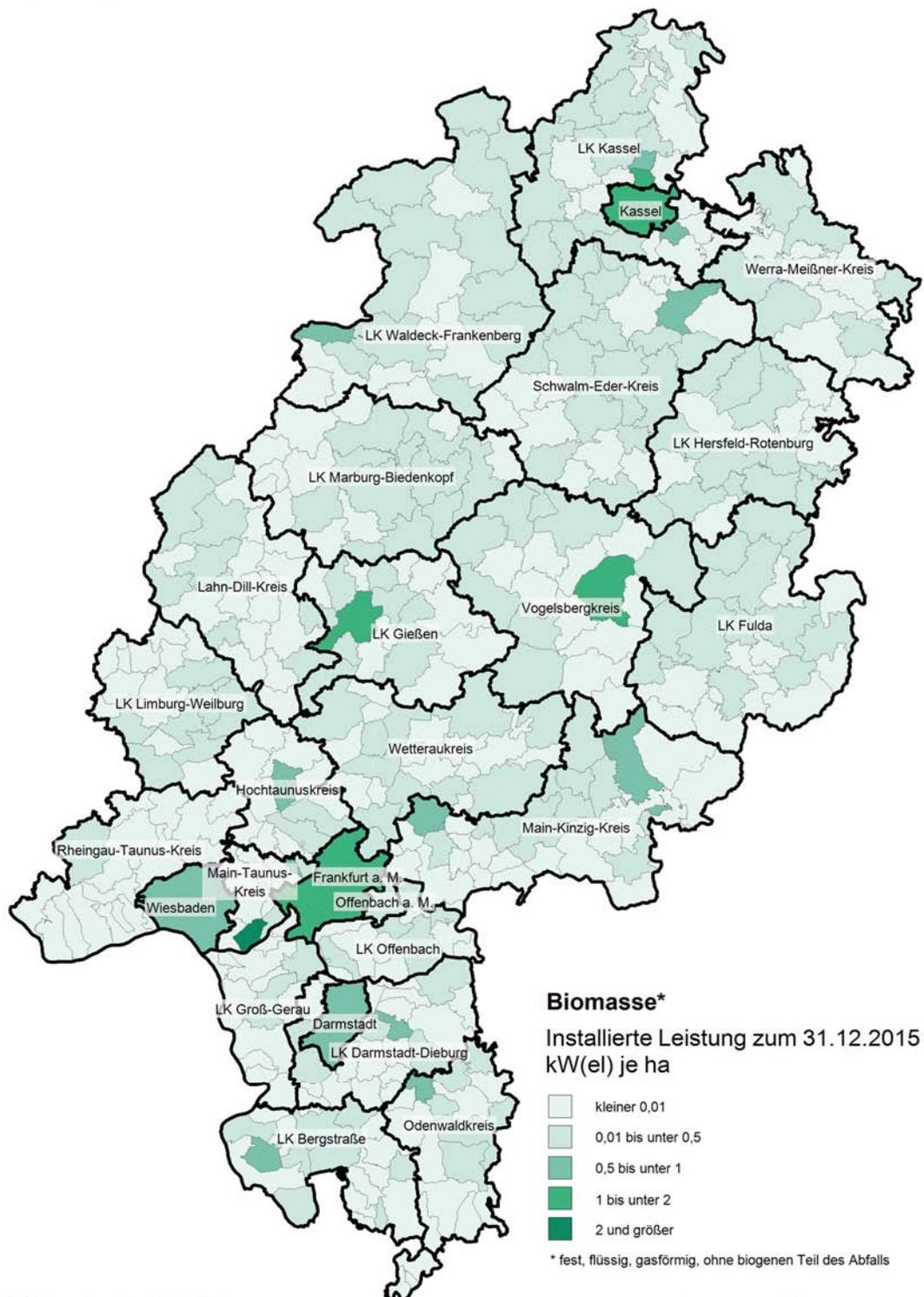
Quelle: IE-Leipzig 2016b.

## A 2 Biomasseanlagen

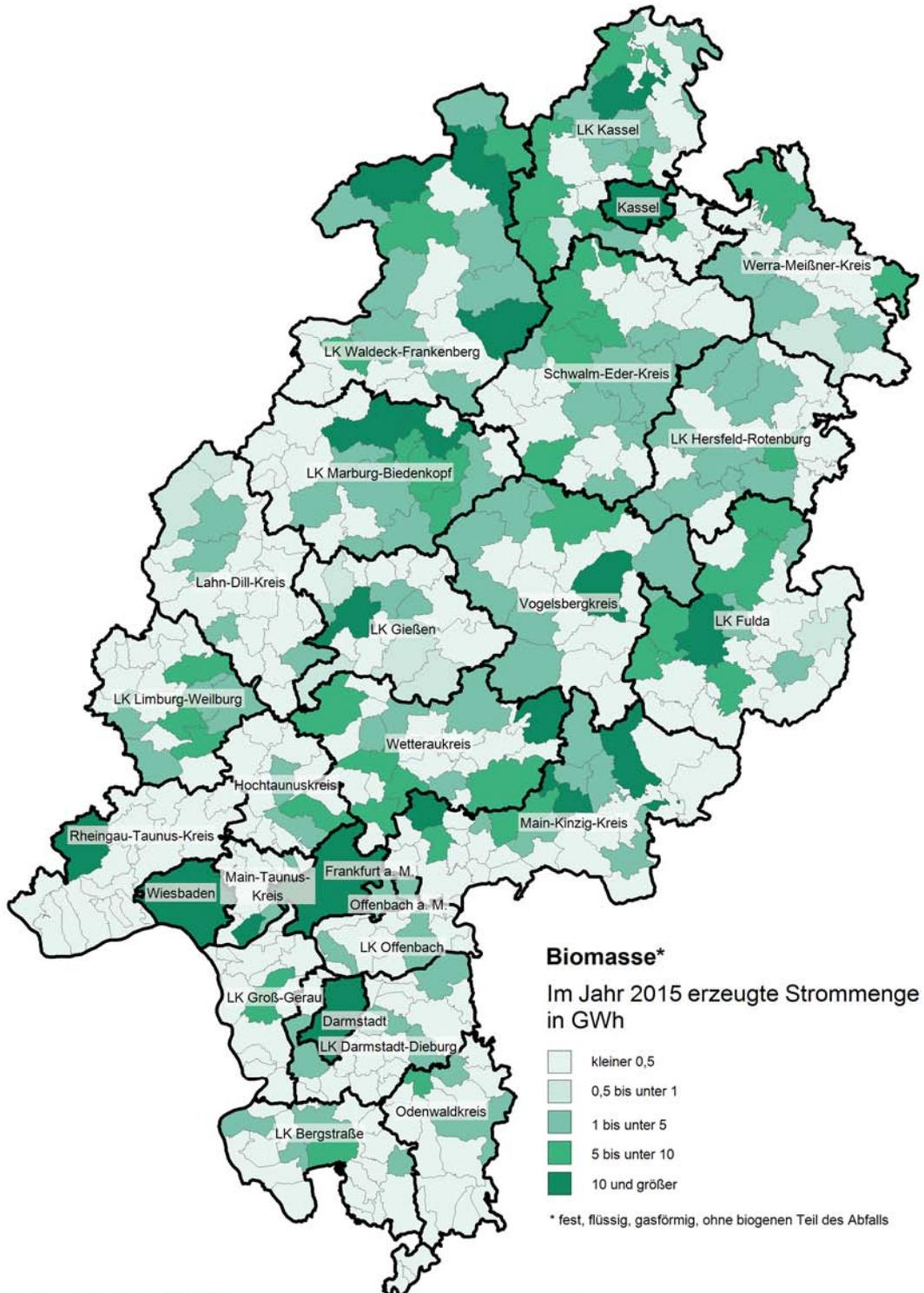
### A 2.1: Installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden



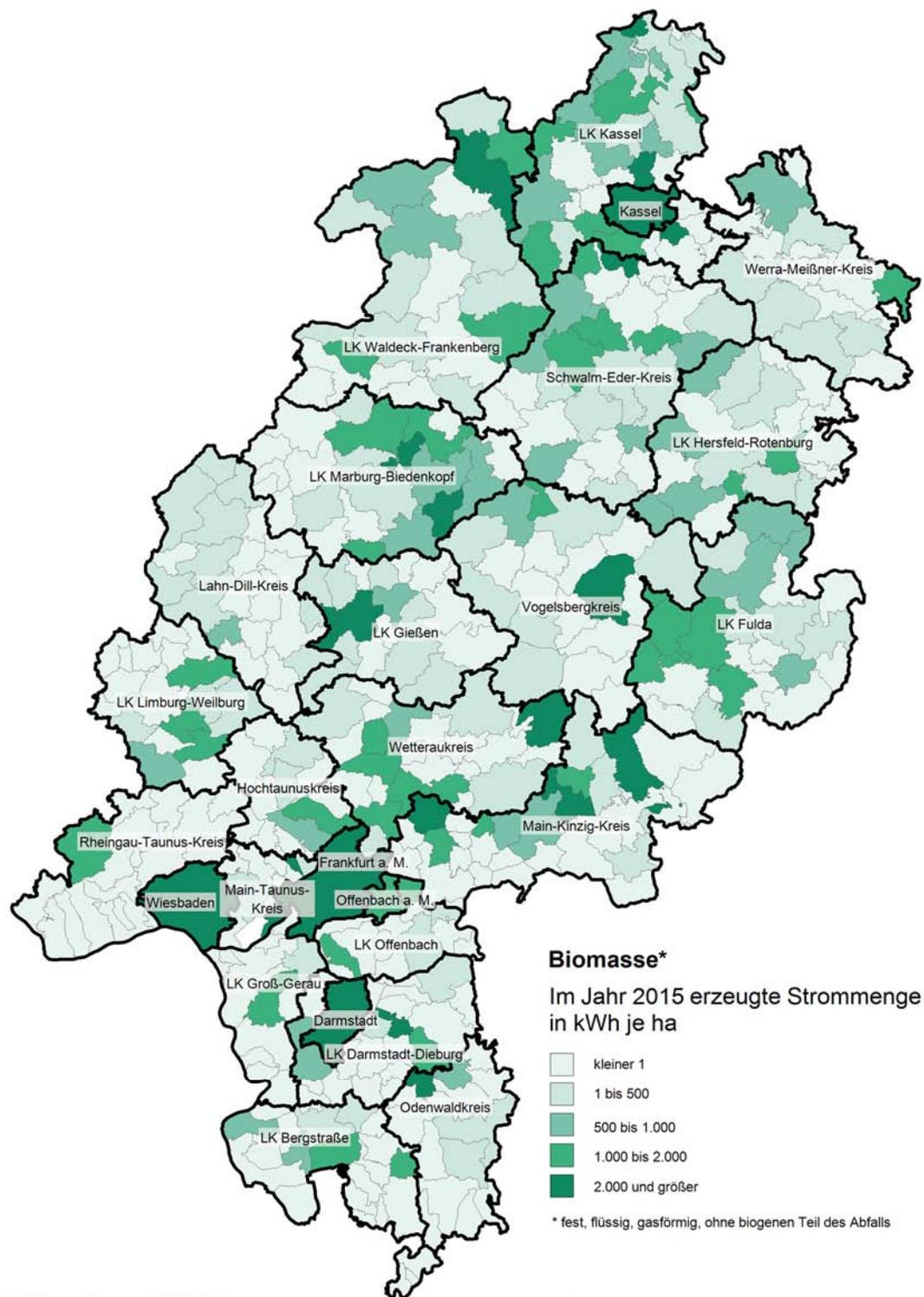
### A 2.2: Installierte elektrische Leistung je ha von Biomasseanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden



### A 2.3: Erzeugte Strommengen von Biomasseanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden

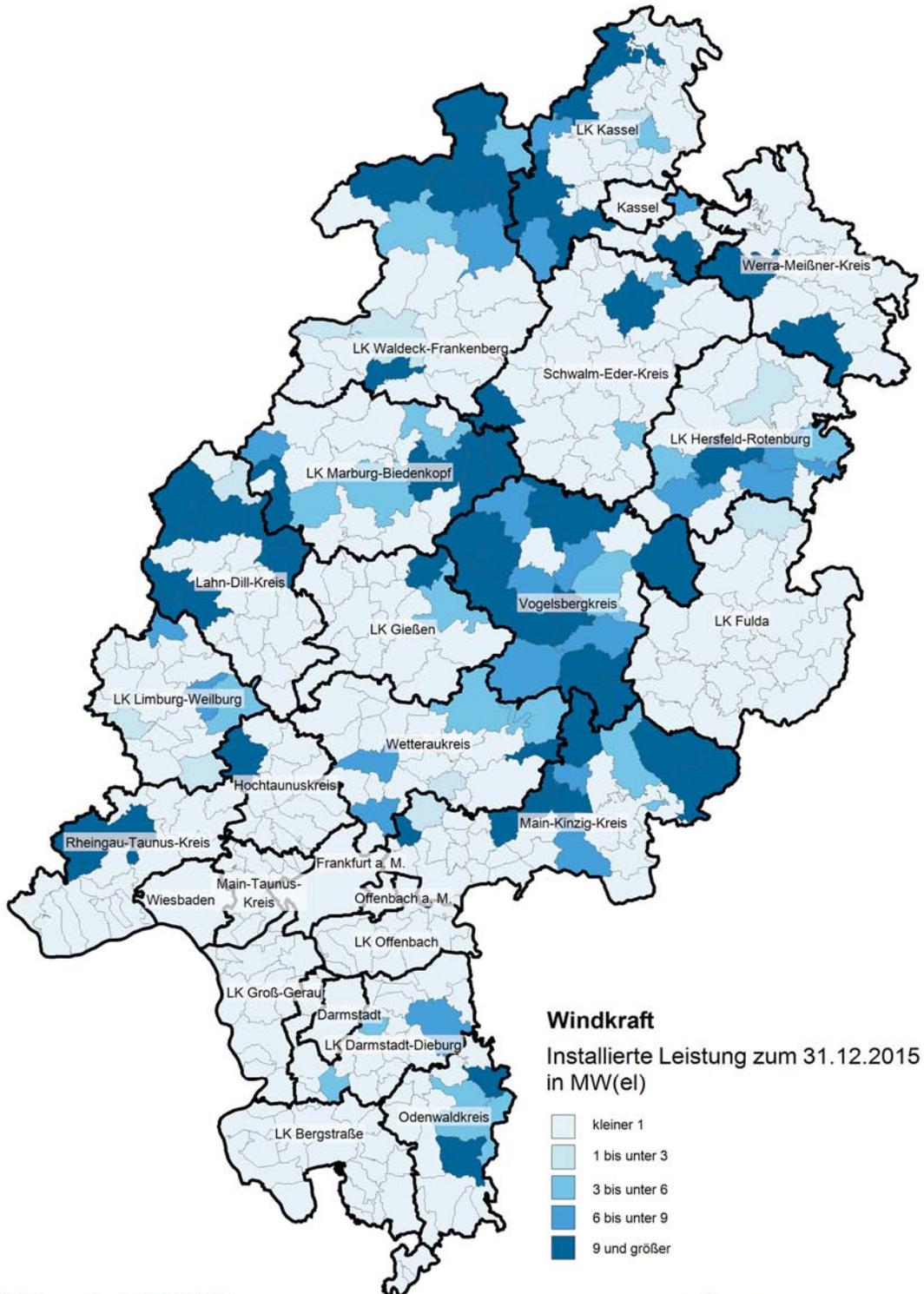


#### A 2.4: Erzeugte Strommengen je ha von Biomasseanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden

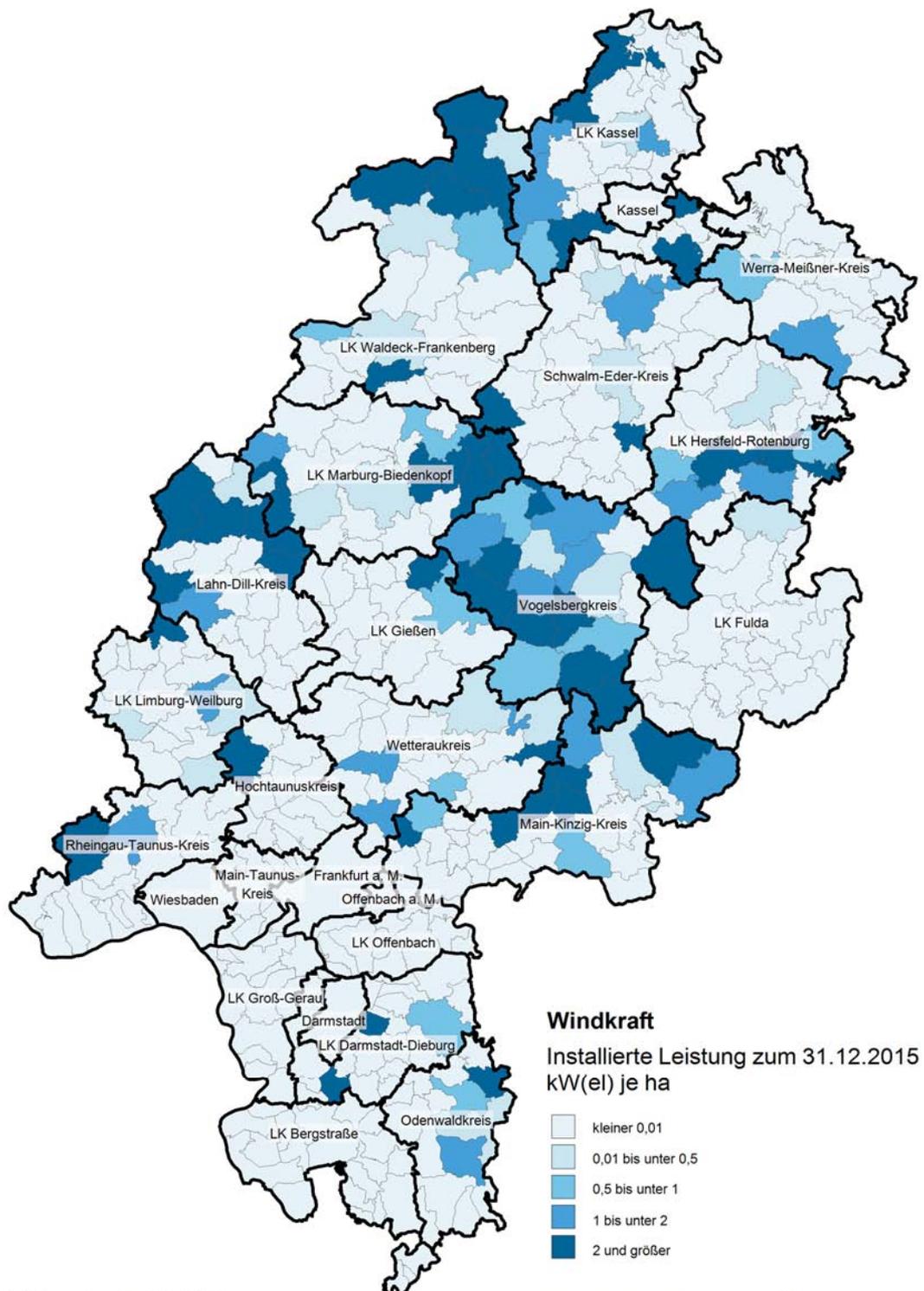


## A 3 Windenergieanlagen

### A 3.1: Installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden

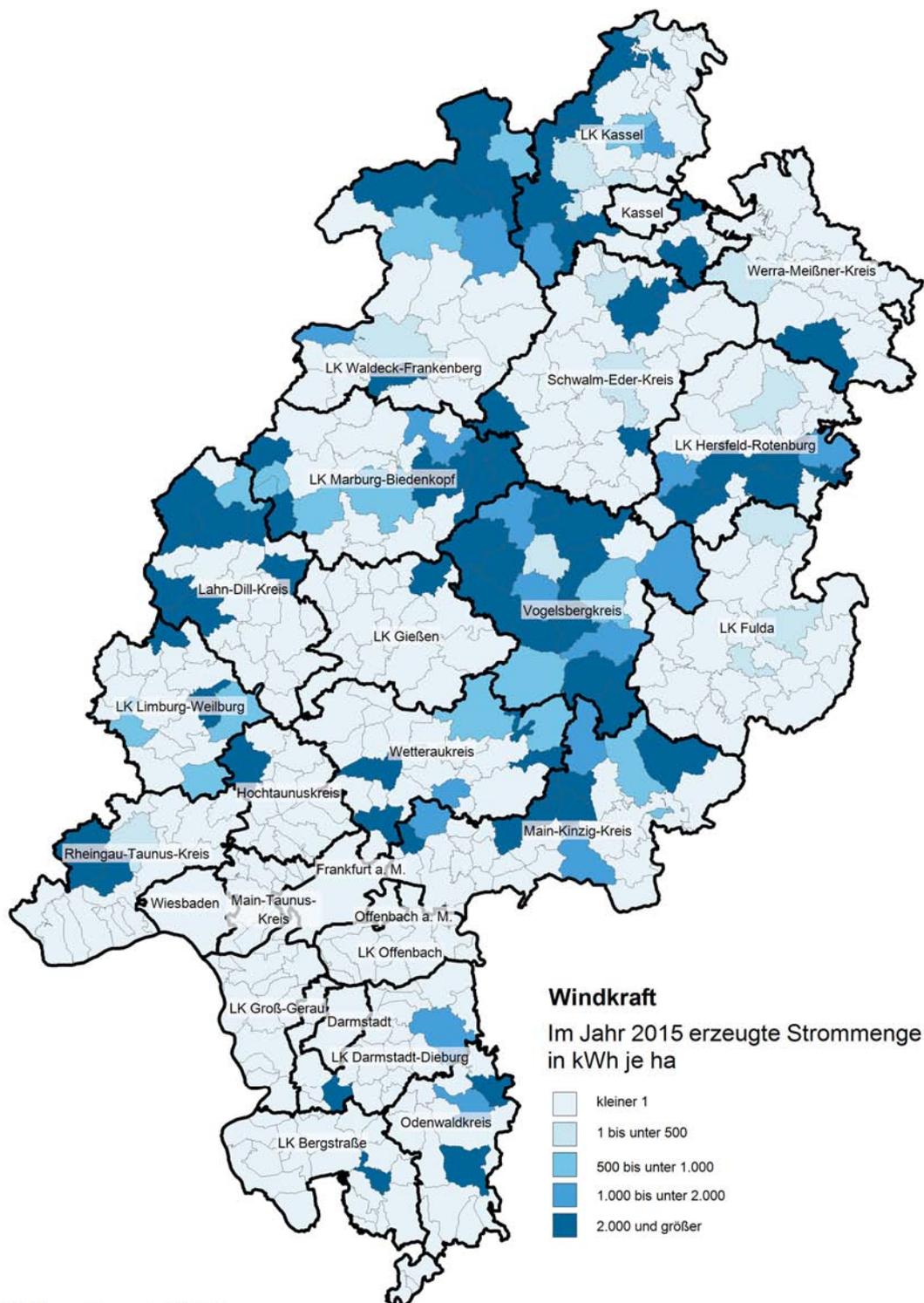


### A 3.2: Installierte elektrische Leistung je ha von Windenergieanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden



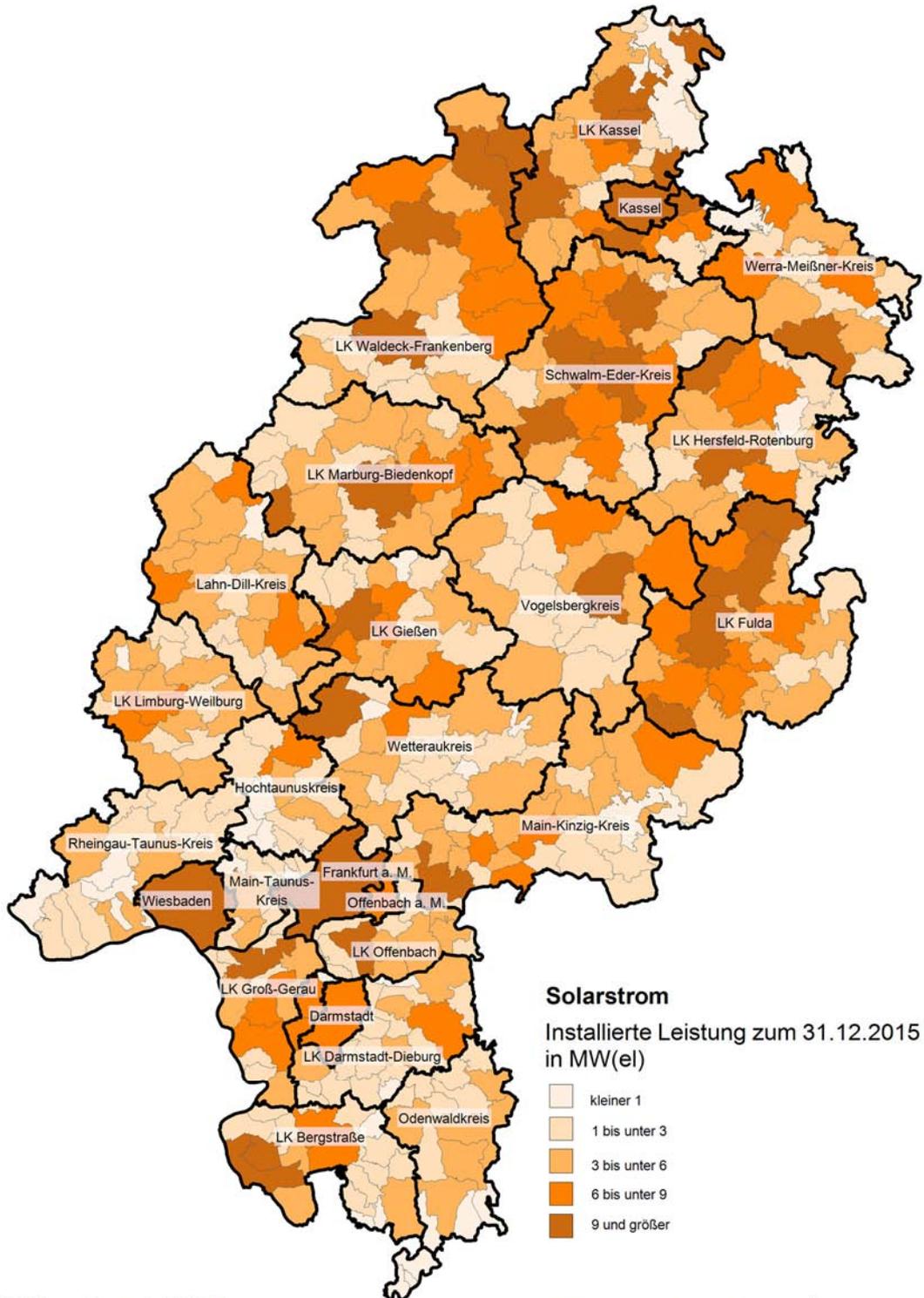


### A 3.4: Erzeugte Strommengen je ha von Windenergieanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden

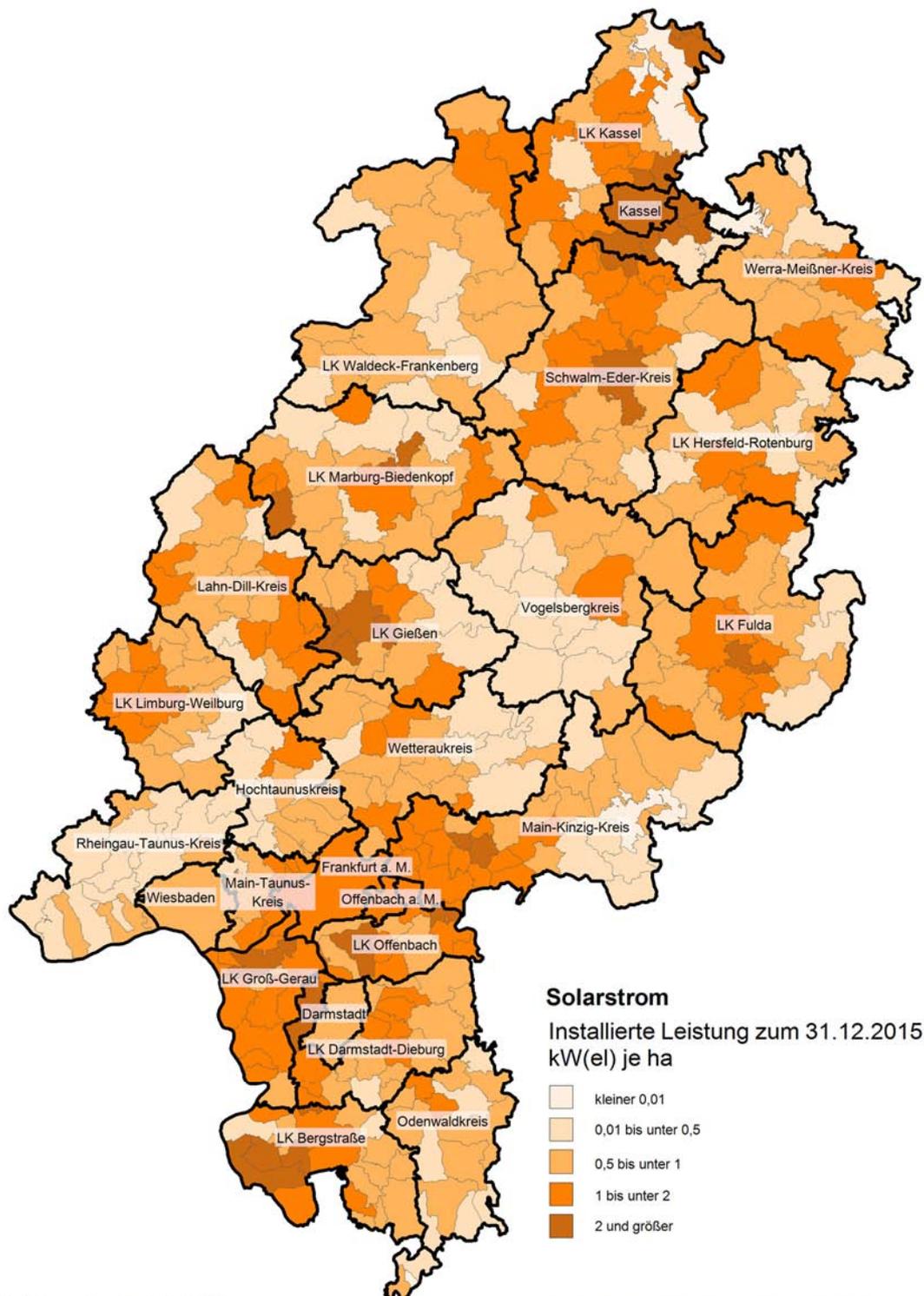


## A 4 Photovoltaikanlagen

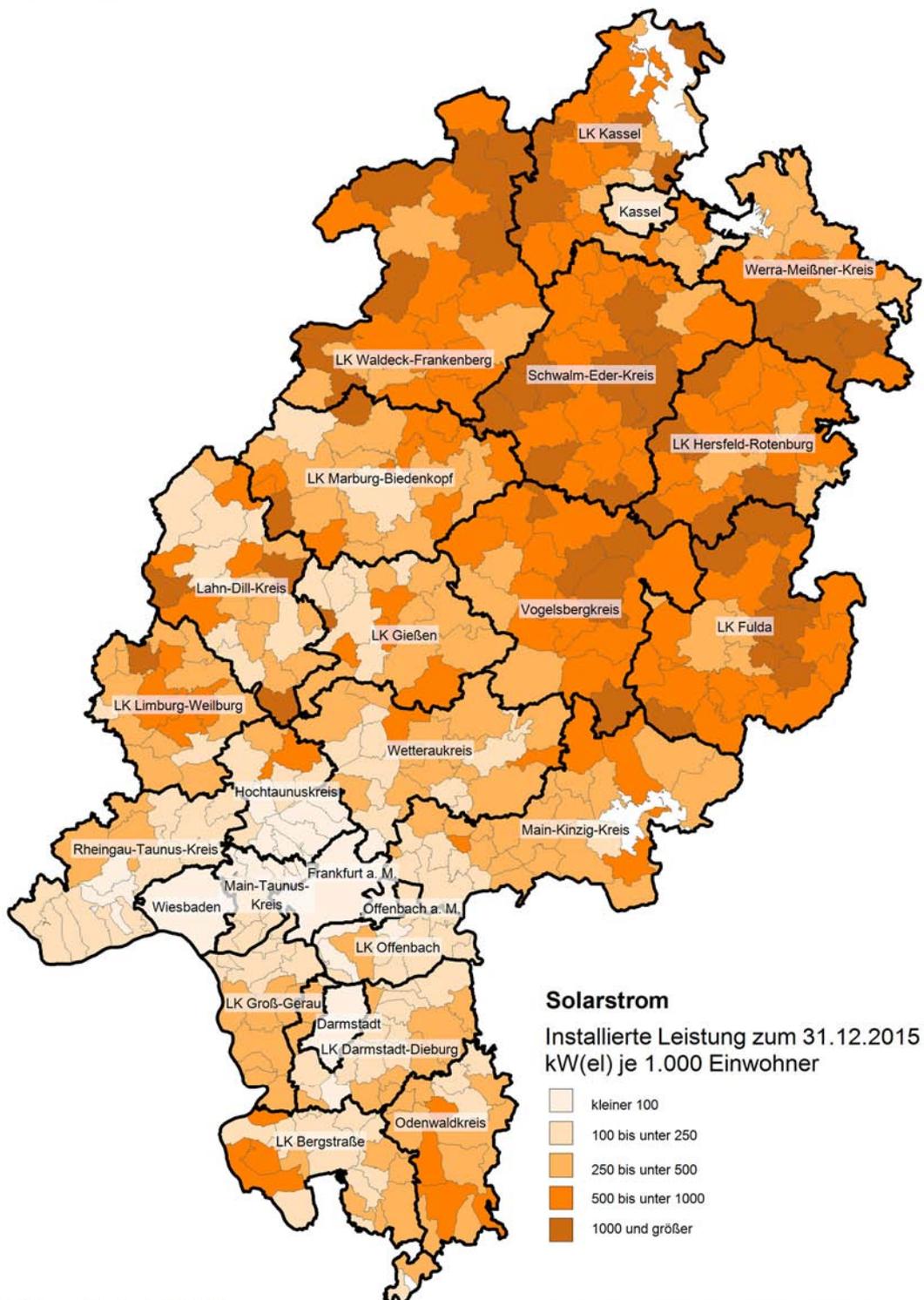
### A 4.1: Installierte elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden



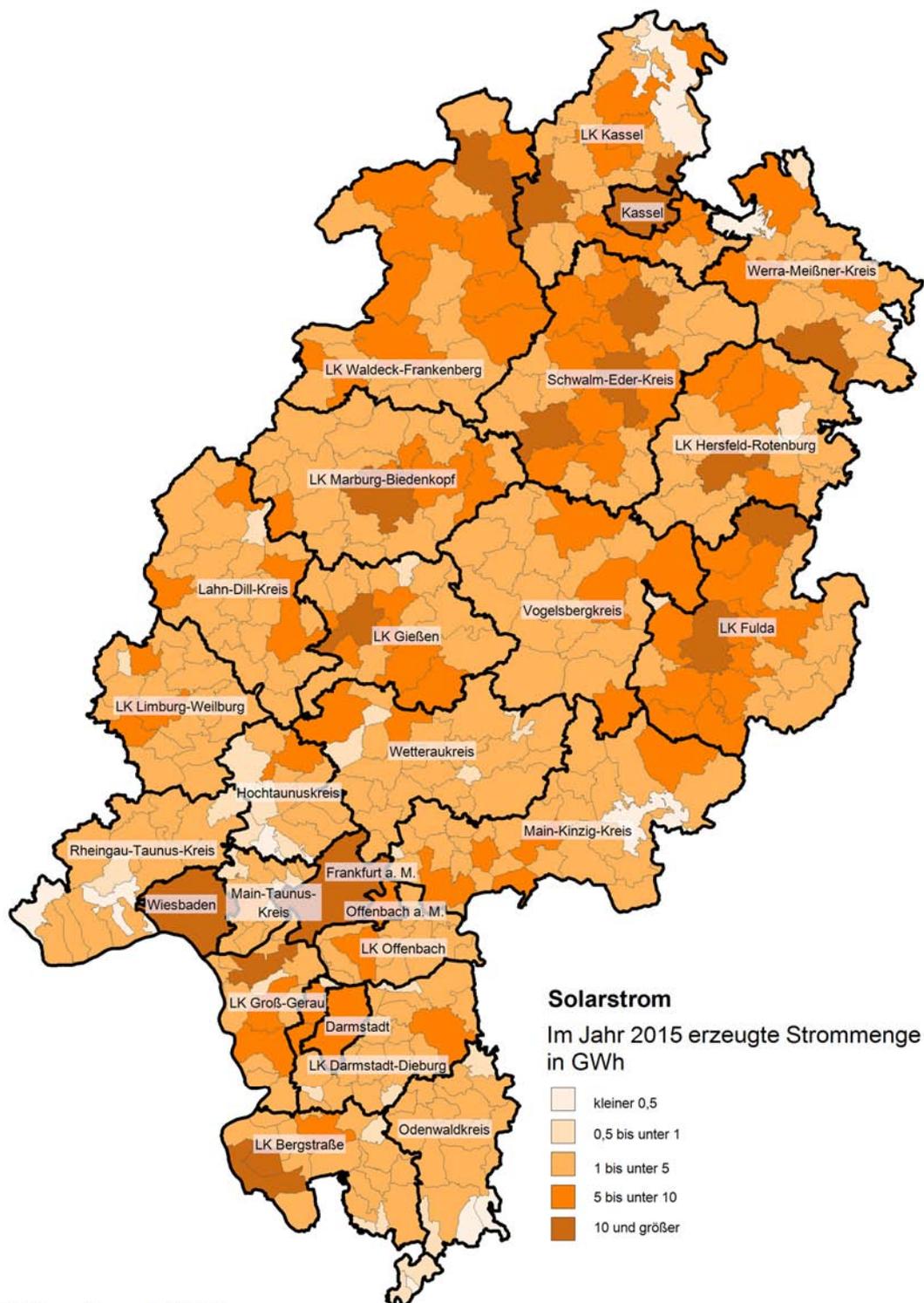
#### A 4.2: Installierte elektrische Leistung je Hektar von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden



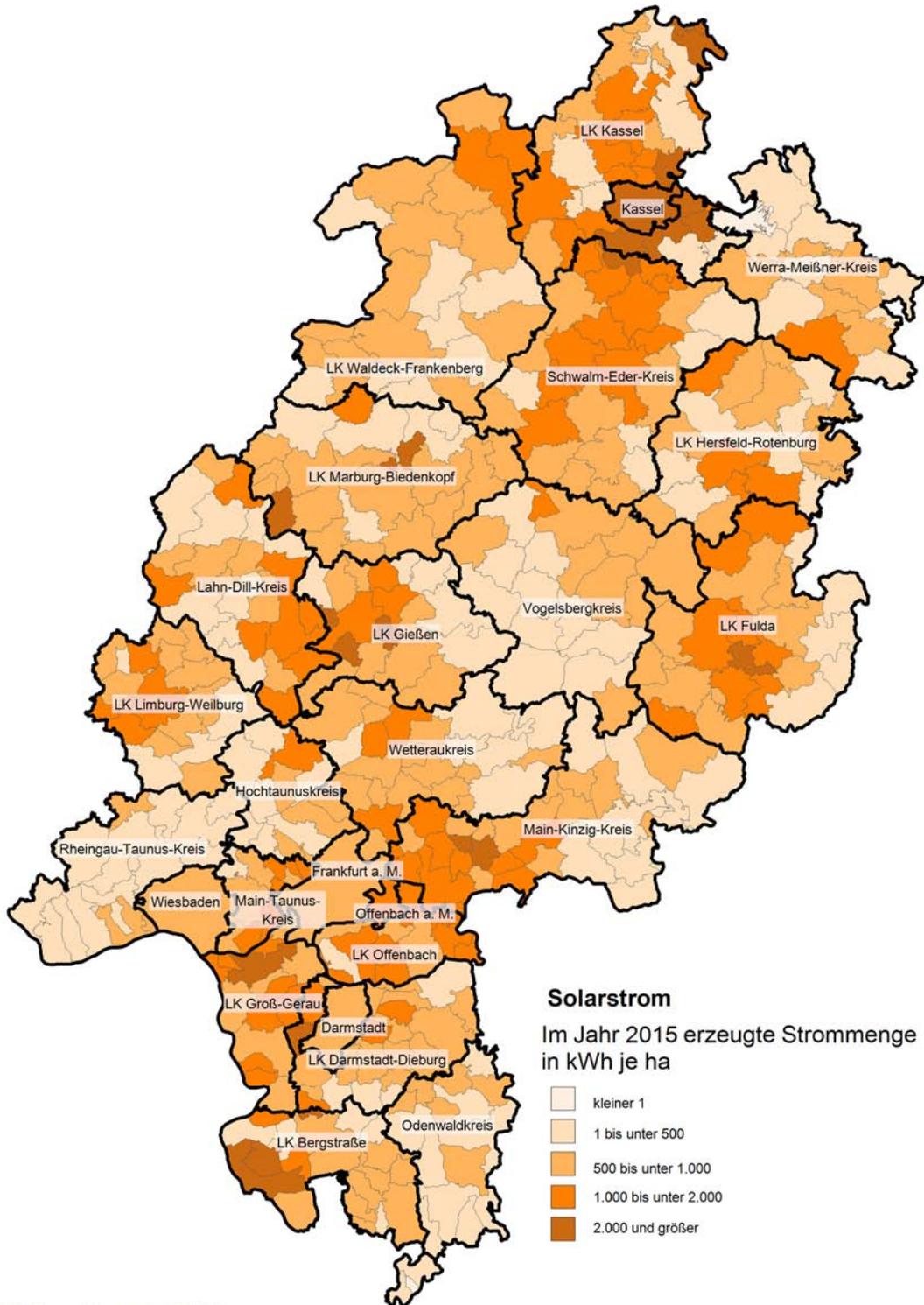
**A 4.3: Installierte elektrische Leistung je 1.000 Einwohner von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2015 in den hessischen Gemeinden**



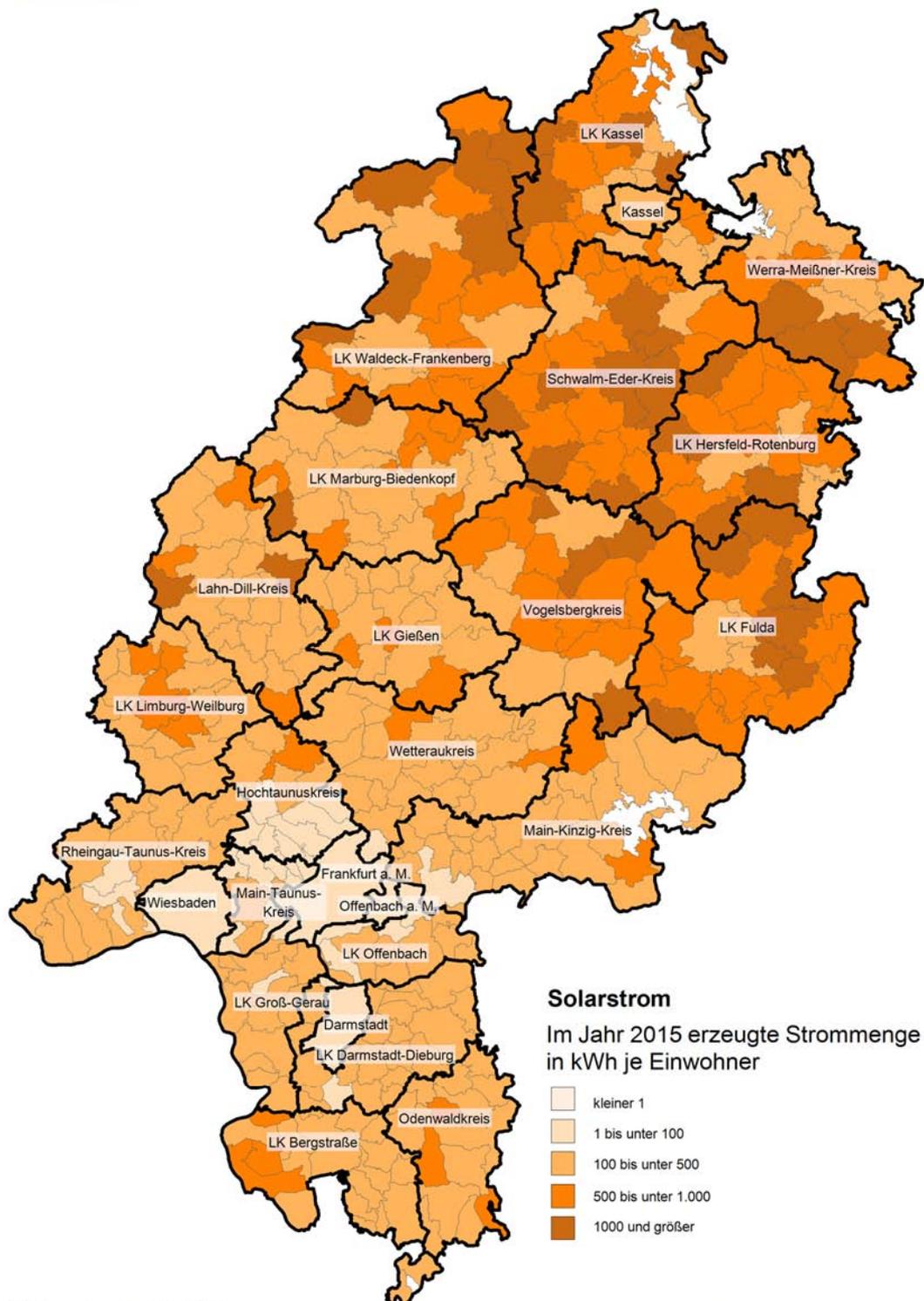
#### A 4.4: Erzeugte Strommengen von Photovoltaikanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden



#### A 4.5: Erzeugte Strommengen je ha von Photovoltaikanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden



#### A 4.6: Erzeugte Strommengen je Einwohner von Photovoltaikanlagen im Jahr 2015 in den hessischen Gemeinden



# Impressum

**Herausgeber**

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden  
www.wirtschaft.hessen.de

**Verfasser**

Uwe van den Busch, Anja Gauler, Heiko Müller, Dr. Kerstin Frings, Gergana Petkova  
HA Hessen Agentur GmbH  
Konradinerallee 9  
65189 Wiesbaden  
www.hessen-agentur.de

**Redaktion**

Rüdiger Schweer, Susanne Becker: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr  
und Landesentwicklung  
Dr. Anne-Katrin Wincierz, Peer Pfennig: Hessisches Statistisches Landesamt

**Stand**

Dezember 2016

**Anmerkung zur Verwendung**

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

**Bildnachweis**

Gina Sanders – Fotolia, (Titel), Robert Kneschke – Fotolia (S. 6), DOC RABE Media – Fotolia (S. 10), hykoe – Fotolia (S. 22), Ingo Bartussek – Fotolia (S. 29), visdia – Fotolia (S. 44), Stephan Leyk – Fotolia (S. 54), kasto – Fotolia (S. 64), VanderWolf Images – Fotolia (S. 71), industrieblick – Fotolia (S. 75), Stefan Körber – Fotolia (S. 96).

**Druck**

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden

**Auflage**

500

**Bestellung**

Download im Internet unter:

www.wirtschaft.hessen.de

erscheint auch als HA-Report Nr. 922

HESSEN



Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,  
Energie, Verkehr und Landesentwicklung

Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden

[www.wirtschaft.hessen.de](http://www.wirtschaft.hessen.de)

HESSEN



**HessenAgentur**

HA Hessen Agentur GmbH