



## ENERGIEWENDE IN HESSEN MONITORINGBERICHT 2018





# **Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2018**

Wiesbaden 2018



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Energieverbrauch und Energieeffizienz</b> .....	<b>13</b>
3.1 Primärenergieverbrauch.....	13
3.2 Endenergieverbrauch.....	14
3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung.....	18
3.4 Energieeffizienz.....	21
<b>4 Erneuerbare Energien</b> .....	<b>26</b>
4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch.....	26
4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch.....	27
<b>5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch</b> .....	<b>34</b>
5.1 Endenergieverbrauch für Wärme.....	34
5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch.....	35
5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden.....	39
<b>6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung</b> .....	<b>47</b>
6.1 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung.....	47
6.2 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung.....	48
6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung.....	55
<b>7 Netzausbau und Versorgungssicherheit</b> .....	<b>59</b>
7.1 Stromnetzbestand und -ausbau.....	59
7.2 Investitionen in Stromnetze.....	65
7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich.....	66
7.4 Gasverteilnetz.....	69
7.5 Fernwärmenetz.....	69
<b>8 Verkehr und Elektromobilität</b> .....	<b>72</b>
8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor.....	72
8.2 Elektromobilität.....	74
<b>9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen</b> .....	<b>79</b>
9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen.....	79
9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen.....	80
9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität.....	80
9.4 Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren.....	81
<b>10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende</b> .....	<b>84</b>
10.1 Energiekosten und Energiepreise.....	84
10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz.....	89
10.3 Beschäftigung im Energiebereich in Hessen.....	91
10.4 Forschung und Entwicklung.....	94
<b>11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung</b> .....	<b>98</b>
<b>12 Ausblick</b> .....	<b>107</b>

<b>Abbildungs- / Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>109</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>113</b>
<b>Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren .....</b>	<b>115</b>
<b>Glossar.....</b>	<b>116</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis .....</b>	<b>123</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>129</b>
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern .....	131
A 2 Biomasseanlagen.....	133
A 3 Windenergieanlagen .....	137
A 4 Photovoltaikanlagen .....	141
<b>Impressum.....</b>	<b>147</b>

## Vorwort



Liebe Leserinnen,  
liebe Leser,

Hessen hat sich ein ambitioniertes Ziel gesetzt. Bis zum Jahr 2050 soll das Land seinen Bedarf an Wärme und Strom vollständig aus erneuerbaren Energien decken. Die Zahlen belegen, dass Hessen auf einem guten Weg ist. Die Energieeffizienz der

hessischen Wirtschaft nimmt zu, und der Zubau von Windenergie- und PV-Anlagen dauert an. Das Leipziger Institut für Energie schätzt zum Ende des ersten Halbjahres 2018 den Anteil der erneuerbaren Energien am hessischen Stromverbrauch auf 22,5 Prozent. Das zeigt: In Hessen kommt die Energiewende voran.

Gleichwohl gibt es Bereiche, die noch einige Anstrengungen benötigen. Dazu zählt die energetische Modernisierung unserer Wohngebäude, die im Fokus des Monitoringberichts 2018 steht. Denn ein Viertel des gesamten Energieverbrauchs in Hessen entsteht beim Heizen bzw. Kühlen unserer Gebäude. Um die hier ruhenden Effizienzpotenziale besser zu erschließen, strebt die Hessische Landesregierung an, die jährliche Sanierungsrate im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 Prozent anzuheben. Sie hat dazu bereits eine Vielzahl von Maßnahmen und Projekten angestoßen. Dazu gehören u. a. die Förderung der energetischen Modernisierung kommunaler Liegenschaften, Zinszuschüsse für hocheffiziente Modernisierungsmaßnahmen in Mietwohngebäuden und das Modellprojekt „Smarte Energie in hessischen Schulen“.

Dieser und viele andere Aspekte der Energiewende wie der Verkehrssektor und die Modernisierung der Netze werden im vorliegenden Bericht vertieft. Mein Dank gilt im Besonderen den Autorinnen und Autoren sowie allen 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

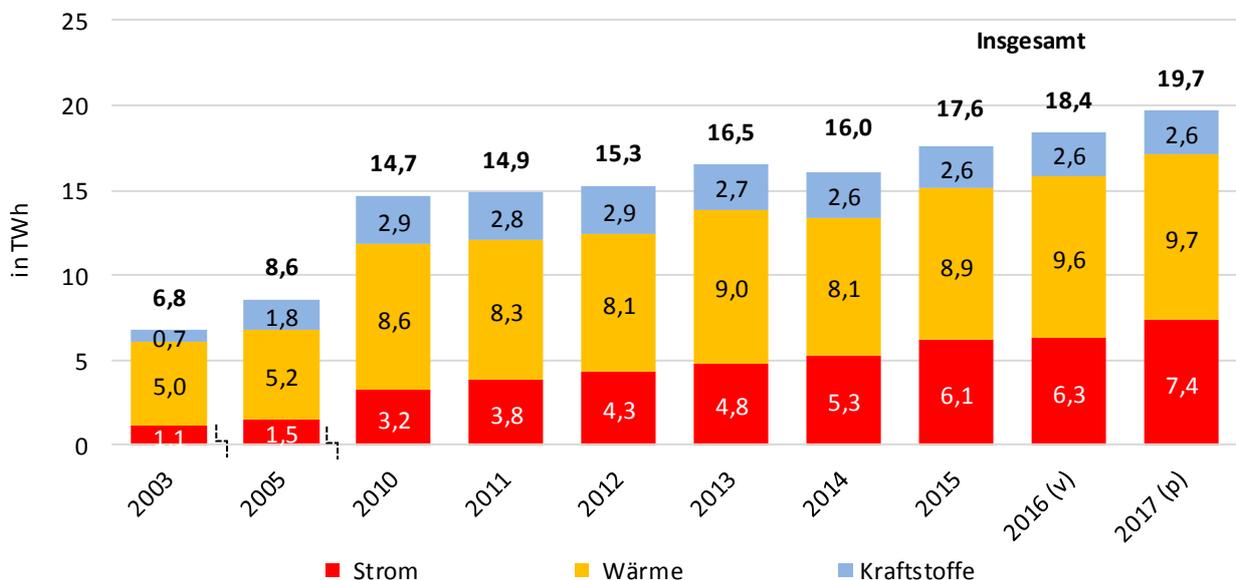
Mit dem vierten Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen werden die Entwicklungen von Energieverbrauch und Energieeffizienz, erneuerbaren Energien, Wärme und gebäuderelevantem Energieverbrauch, Netzausbau, Verkehr, Treibhausgasemissionen sowie gesamtwirtschaftlichen Effekten für das Jahr 2017 und zum Teil bis zum 1. Halbjahr 2018 faktenbasiert aufgezeigt.

Im Jahr 2017 konnten nach Schätzungen des Leipziger Instituts für Energie GmbH (IE-Leipzig) erneuerbare Energien insgesamt 19,7 Terawattstunden (TWh) – dies entspricht 70,9 Petajoule (PJ) – zum gesamten Endenergieverbrauch (EEV) in Hessen beitragen (siehe Abbildung 1). Das sind 1,3 TWh (4,7 PJ) bzw. 6,9 Prozent mehr als im Vorjahr. Den höchsten Zuwachs von 1,1 TWh (4,0 PJ) hatte dabei Strom aus erneuerbaren Energien zu verzeichnen. Demgegenüber fiel der Zuwachs bei Wärme aus erneuerbaren Energien mit 0,1 TWh geringer aus. Bei erneuerbaren Kraftstoffen war der Verbrauch mit einem Plus von 0,05 TWh nahezu identisch mit dem des Vorjahres.

Mit Strom aus erneuerbaren Energien in Höhe von 7,4 TWh (26,6 PJ) konnte bereits ein Fünftel (20 %) des gesamten hessischen Bruttostromverbrauchs in Höhe von 36,8 TWh (132,5 PJ) gedeckt werden (siehe Abbildung 2). Dabei wird ersichtlich, dass insbesondere die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen im Jahr 2017 stark angestiegen ist.

Insgesamt schätzt das IE-Leipzig für Hessen einen Primärenergieverbrauch (PEV) von 878 PJ, 3 PJ bzw. 0,3 Prozent weniger als im Vorjahr, und einen EEV von 807 PJ, 2,2 PJ bzw. 0,2 Prozent mehr als im Vorjahr. Der leichte Anstieg des EEV ist ausschließlich auf die Zunahme von Mineralölen zurückzuführen. So beziffert sich das Plus bei Mineralölen auf 4,9 PJ bzw. 1,1 Prozent, während der Verbrauch von Gasen und Sonstigen Energieträgern nahezu unverändert auf dem Vorjahresniveau blieb. Der Einsatz aller anderen Energieträger war rückläufig.

**Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2017 (in TWh)**



Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.  
Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

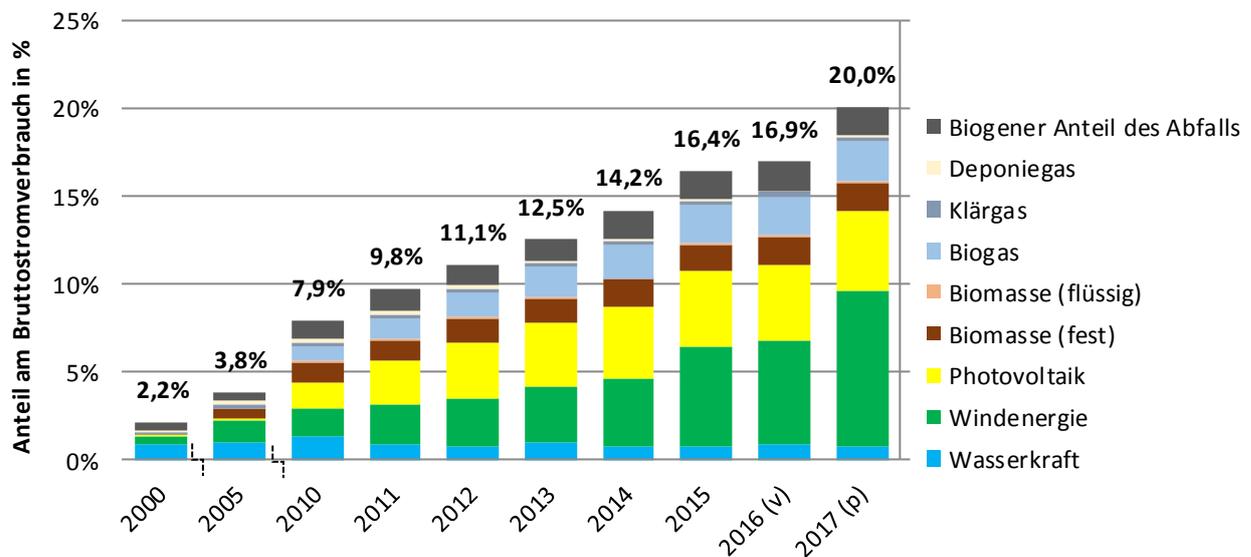
Verschiedene Randbedingungen tragen zu einem wachsenden Energieverbrauch bei. Dies waren im Jahr 2017 das hohe reale Wachstum der hessischen Wirtschaft von

insgesamt 2,2 Prozent und die noch dynamischere Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe mit einem Zuwachs der realen Bruttowertschöpfung in Höhe von

3,4 Prozent. Hinzu kommt eine leichte Zunahme der Einwohnerzahl. Die etwas mildere Witterung und der Wegfall des Schaltjahreffektes – das Jahr 2016 hatte mit dem 29.02. einen Wintertag mehr – wirkten im Jahresvergleich hingegen leicht dämpfend auf den Energieverbrauch. Das Wirtschaftswachstum verbunden mit einem nahezu unveränderten Energieverbrauch hat positive Auswirkungen auf die Energieeffizienzkennzahlen.

Die temperaturbereinigte Primärenergieproduktivität ist im Vorjahresvergleich um 2,3 Prozent und die temperaturbereinigte Endenergieproduktivität um 1,7 Prozent angestiegen und damit deutlich höher als im langjährigen Durchschnitt (1,9 % bzw. 1,1 %).

**Abbildung 2: Anteilentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2017 (in %)**



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

Für Wärmezwecke wurden in Hessen im Jahr 2017 insgesamt 296 PJ Endenergie und damit geringfügig weniger als im Vorjahr (-2 PJ bzw. -0,7 %) verbraucht. Der größte Teil davon entfällt auf den gebäuderelevanten Endenergieverbrauch, der sich im Jahr 2017 in Hessen auf insgesamt 250,2 PJ beziffert. Das sind 31,0 Prozent bzw. knapp ein Drittel des gesamten hessischen EEV im Jahr 2017. Sektorspezifisch verwenden die privaten Haushalte 86,1 Prozent ihres gesamten EEV bei der Nutzung von Gebäuden, im Wesentlichen für Raumwärme (69,7 %) und Warmwasserbereitung (14,7 %). Im Sektor GHD entfallen zwei Drittel (66,7 %) auf die Gebäudenutzung, insbesondere auf die Heizung (47,9 %), gefolgt von der Beleuchtung der Gebäude (13,4 %), der Warmwasserbereitung (4,3 %) und Kühlung (1,0 %). In der Industrie spielt der gebäuderelevante EEV mit weniger als 10 Prozent des gesamten EEV der Industrie hingegen nur eine vergleichsweise geringe Rolle.

Angesichts der hohen Energieverbräuche kommt dem Wohngebäudesektor bei der Einhaltung der Energiespar-

und Klimaschutzziele eine besondere Bedeutung zu. Wie eine Datenerhebung des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) zeigt, lag die Modernisierungsrate beim Wärmeschutz im hessischen Wohngebäudebestand für die Periode 2010-2016 im Mittel bei 0,99 Prozent pro Jahr. Beschränkt man sich auf Wohngebäude bis Baujahr 1978 und damit auf solche Wohngebäude, deren Genehmigung im Regelfall vor Ende 1977 und damit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung erfolgte, ergibt sich für den Zeitraum von 2010 bis 2016 eine höhere jährliche Wärmeschutz-Modernisierungsrate von 1,33 Prozent pro Jahr. Differenziert nach Bauteilen unterscheiden sich die Wärmeschutz-Modernisierungsraten deutlich. So liegt die Modernisierungsrate für die Außenwände hessischer Wohngebäude über den gesamten Wohnungsbestand bei 0,71 Prozent pro Jahr und für Wohngebäude bis Baujahr 1978 bei 0,97 Prozent pro Jahr; entsprechend für Dach und Obergeschossdecke bei 1,55 bzw. 2,14 Prozent pro Jahr.

Die energetische Modernisierungsrate der Wärmeversorgung – definiert als der jährliche Anteil der Wohngebäude, in denen der Haupt-Wärmeerzeuger erneuert wird oder die erstmalig einen Fernwärmeanschluss erhalten – liegt für die Periode 2010-2016 hessenweit bei 2,81 Prozent pro Jahr. Langfristig anhaltende energetische Modernisierungsraten der Wärmeversorgung in einer solchen Größenordnung von annähernd 3 Prozent pro Jahr würden bedeuten, dass das Gros der Wärmeerzeuger bis 2050, dem Zieljahr der langfristigen Klimaschutzkonzepte, noch einmal ausgetauscht werden kann. Allerdings dominieren sowohl im Bestand als auch beim Ersatz der für die Gebäudeheizung eingesetzten Haupt-Wärmeerzeugungssysteme bisher überwiegend herkömmliche Systeme. Dabei handelt es sich um mit fossilen Brennstoffen betriebene Heizkessel und Öfen sowie um direktelektrische Heizungen (inklusive Nachtspeicherheizung). Der Anteil dieser herkömmlichen Anlagensysteme am Gesamtbestand beziffert sich auf 89,0 Prozent. Aber auch bei den im Zeitraum 2010-2016 bei Erneuerungsmaßnahmen installierten Systemen liegt der Anteilswert herkömmlicher Wärmeerzeuger bei 87,1 Prozent. Entsprechend gering ist bisher die Bedeutung alternativer Technologien (Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Fernwärme, Biomasse-Heizsystemen) sowohl im Bestand (11 %) als auch bei der Modernisierung (12,9 %). Der Ersatz herkömmlicher durch alternative Heizungssysteme wird daher zukünftig eine große Herausforderung darstellen.

Für Solarthermieanlagen, die als ergänzende Wärmeerzeugungssysteme zur Warmwasserbereitung und gegebenenfalls auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, lagen die Installationsraten im Zeitraum 2010-2016 im hessischen Wohngebäudebestand (inklusive Neubau) bei knapp 0,7 Prozent pro Jahr. Insgesamt 14,5 Prozent aller hessischen Wohngebäude weisen Solarthermieanlagen auf.

Eine entscheidende Steuergröße der Energiewende ist der Ausbau der erneuerbaren Energien in Hessen. Im ersten Halbjahr 2018 ist in Hessen die installierte Leistung von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien um 218 MW gestiegen. Das entspricht bereits 58 Prozent des Zubaus des gesamten Jahres 2017. Schon im Jahr 2017 wurde ein hoher Zubau an erneuerbaren Energieanlagen erreicht. Die installierte Leistung hat sich im Jahr 2017 um 381 MW bzw. 9,9 Prozent erhöht. Damit wurde der Ausbau der Vorjahre deutlich übertroffen. Von den 381 MW wurden 375 MW neu zugebaut und 8 MW kamen durch Leistungserhöhungen von Bestandsanlagen hinzu, 2 MW wurden rückgebaut. Die treibende Kraft der Energiewende in Hessen ist die Windenergie. Im Jahr 2017 entfielen 80 Prozent der neu installierten Leistung auf diesen Energieträger. Es konnten 103 Windenergieanlagen mit insgesamt 300 MW neu in Betrieb genommen werden. Auch der Zubau von Photovoltaikanlagen hat wieder an Dynamik gewonnen. Im Jahr 2017 wurden

rund 4.700 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 74 MW zugebaut. Dies bedeutet ein Plus von 48 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Bei den Energieträgern Biomasse, Wasserkraft, Klär- und Deponiegas bestehen hingegen kaum Ausbauaktivitäten. Lediglich bei den Biomasseanlagen konnte durch Leistungserhöhungen in Summe eine zusätzliche installierte Leistung von 8 MW erreicht werden. Insgesamt beläuft sich die installierte Gesamtleistung Ende des Jahres 2017 auf 4.241 MW.

Der hessische Teil der Höchstspannungsleitung Wahlen-Mecklar ist genehmigt, der Planfeststellungsbeschluss liegt seit dem ersten Quartal 2018 vor und die Bauarbeiten haben im Juli begonnen. Dieses Vorhaben zählt zu den vier Projekten, die gemäß Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) ausschließlich in der Zuständigkeit des Landes Hessen liegen. Die drei weiteren Vorhaben sind bereits in Betrieb. Der Übertragungsnetzausbau, der sich aus dem Bundesbedarfsplangesetz ergibt, kommt demgegenüber nur schleppend voran. Die Gesamtlänge der geplanten Leitungen liegt deutschlandweit bei etwa 5.900 km. Zum 31.03.2018 waren Stromleitungen mit einer Länge von rund 500 km genehmigt, hiervon konnten bislang etwa 150 km realisiert werden. Rund 2.850 km Stromleitungslänge befinden sich derzeit im Bundesfachplanungsverfahren. Auch bei den geplanten Vorhaben, die in Hessen liegen bzw. voraussichtlich durch Hessen verlaufen werden, sind die notwendigen Genehmigungs- bzw. Bundesfachplanungsverfahren noch nicht abgeschlossen.

Über die regionalen und lokalen Verteilnetze werden Haushalte und Unternehmen ans Stromnetz angeschlossen. Die Stromkreislänge der Verteilnetze in Hessen lag Ende 2016 bei knapp 111.700 km, dies bedeutet einen Zuwachs um 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Gemäß der von BearingPoint und Fraunhofer IEE erstellten Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034 wird in den nächsten zwei Jahrzehnten eine höhere Aufnahmefähigkeit der Verteilnetze für die Einspeisung aus erneuerbaren Energien benötigt. Dies kann im Wesentlichen durch Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen erfolgen. Wenn neben der Ertüchtigung der Netze auch ein Ausbau notwendig ist, ist dies in aller Regel mit unterirdischen Kabeln zu bewältigen. Die mit dem Netzausbaubedarf verbundenen Investitionen zum Erreichen der Ziele der Energiewende in Hessen belaufen sich gemäß der Studie - über alle Netzebenen zusammengefasst und auf das Jahr 2015 diskontiert - bis zum Jahr 2024 auf rund 760 Mio. Euro und bis zum Jahr 2034 auf rund 1.520 Mio. Euro. Die geschätzten Netzausbaukosten können jedoch durch effiziente Planung und innovative Maßnahmen um mindestens 10 Prozent (2024) bis 15 Prozent (2034) reduziert werden.

Die Versorgungsqualität der Stromnetze war 2016 auf gleichbleibend hohem Niveau. Der SAIDI-Wert, ein Index zur Messung von Versorgungsunterbrechungen, lag

für das Bundesgebiet mit einem Wert von knapp 13 Minuten unter dem Mittelwert der vergangenen zehn Jahre (15,9 Minuten). Dabei erreichte Hessen mit einem SAIDI-Wert von 9 Minuten den zweitniedrigsten Wert aller Bundesländer. Die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit haben im Jahr 2017 deutschlandweit deutlich zugenommen. Die Gesamtdauer der gemeldeten Redispatchmaßnahmen lag mit 14.202 Stunden um mehr als 6 Prozent über dem Vorjahreswert. Der Anstieg der Redispatchmaßnahmen hat sich in steigenden Kosten niedergeschlagen. Diese sind um etwa 173,9 Mio. Euro auf 396,5 Mio. Euro gestiegen. Von den Redispatchmaßnahmen waren in Hessen insbesondere das Netzelement Borken – Gießen – Karben sowie Netzelemente im Umfeld des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg betroffen.

Auf den Verkehrssektor entfallen im Jahr 2017 voraussichtlich 392 PJ und damit annähernd die Hälfte (48,6 %) des gesamten EEV in Höhe von 807 PJ in Hessen. Der Unterschied zu Deutschland – hier beträgt der entsprechende Anteilswert 29,5 Prozent – ist hauptsächlich auf den Flughafen Frankfurt am Main zurückzuführen. Durch die hohe Bedeutung des Luftverkehrs entfällt in Hessen rund die Hälfte des gesamten EEV des Verkehrssektors auf diesen Verkehrsträger. Insgesamt hat sich der EEV des Verkehrssektors im Vergleich zum Vorjahr abermals um 5,1 PJ bzw. 1,3 Prozent erhöht. Der seit 2011 zu beobachtende, kontinuierlich wachsende Trend hat sich weiter fortgesetzt. Ursächlich für den Anstieg im Jahr 2017 sind der Straßenverkehr mit knapp 3,8 PJ und der Luftverkehr mit gut 1,3 PJ. Zu Jahresbeginn 2018 waren in Hessen 4.139 Elektroautos (0,1 % an PKW insgesamt) und 19.822 Hybridfahrzeuge (0,4 %) gemeldet. Im Vergleich zum Vorjahr ist dies ein Zuwachs von 1.547 reinen Elektrofahrzeugen und 5.522 Hybridfahrzeugen. Ebenfalls deutlich erhöht hat sich die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte auf insgesamt 1.179 zum 31.07.2018. Gegenüber dem 31.12.2016 bedeutet dies eine Zunahme um 537 Ladepunkte.

Angaben zu den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen bis zum Jahr 2016 vor. In Hessen betragen die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen – ohne Berücksichtigung des internationalen Luftverkehrs – 37,0 Mio. Tonnen. Mit einem Anteil von 38 Prozent ist der Verkehrssektor der größte Emittent, gefolgt von den Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (32 %), Energieerzeugung und Energieumwandlung (22 %) und Industrie (8 %). Gegenüber dem Vorjahr sind in allen Sektoren die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gestiegen, insgesamt um 2,5 Prozent. Während in der Langfristbetrachtung seit dem Jahr 2000 die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt und besonders stark ausgeprägt im Industriesektor zurückgegangen sind, ist für den Verkehrssektor in den vergangenen Jahren wieder ein Trend zu steigenden Emissionen festzustellen.

Der Strompreis für private Haushalte betrug im Jahr 2017 im Schnitt 29,28 Cent je Kilowattstunde Strom. Das sind 0,49 Cent bzw. 1,7 Prozent mehr als im Jahr 2016. Gegenüber dem Jahr 2014 beträgt der Preisanstieg lediglich 0,14 Cent bzw. 0,5 Prozent. Nach der BDEW-Strompreisanalyse (Stand Mai 2018) zeichnet sich für das Jahr 2018 ein leicht höherer Strompreis von 29,44 Cent je kWh (+0,16 Cent bzw. +0,5 %) ab.

Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh zahlten im Jahr 2017 durchschnittlich 17,09 Cent für die Kilowattstunde Strom. Das sind 1,54 Cent bzw. 9,9 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Laut BDEW steigt der Strompreis im Jahr 2018 ebenfalls leicht um 0,08 Cent bzw. 0,5 Prozent auf 17,17 Cent je kWh an.

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien beziffern sich in Hessen im Jahr 2017 auf insgesamt 710,3 Mio. Euro und liegen damit um 9,5 Mio. Euro bzw. 1,3 Prozent unter dem Vorjahresniveau. In Anlagen zur Stromerzeugung wurden dabei 560,6 Mio. Euro investiert, 18,3 Mio. Euro bzw. 3,4 Prozent mehr als im Vorjahr. Dies reichte allerdings nicht aus, um die rückläufigen Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung zu kompensieren. In Anlagen zur Wärmeerzeugung wurden 2017 knapp 150 Mio. Euro und damit etwa 28 Mio. Euro bzw. 15,6 Prozent weniger als im Vorjahr investiert.

Für den Bereich erneuerbare Energien liegen nach Bundesländern differenzierte Beschäftigtenzahlen aktuell bis zum Jahr 2016 vor. In Hessen waren dies insgesamt 17.630 Beschäftigte und damit erstmals seit dem Jahr 2012 wieder ein Anstieg gegenüber dem Vorjahr in Höhe von 310 Beschäftigten bzw. 1,8 Prozent. Differenziert nach Sparten ist der Zuwachs vor allem auf die Bereiche Windenergie (460 Beschäftigte bzw. +9,0 %), Biokraftstoffe (200 Beschäftigte bzw. +16,3 %) und Geothermie (120 Beschäftigte bzw. +7,9 %) zurückzuführen. Einen leichten Zuwachs (30 Beschäftigte bzw. +2,5 %) hatte zudem die Sparte Biogas. Durch diesen Beschäftigungsaufbau konnten die Arbeitsplatzverluste in den Bereichen Photovoltaik (-300 Beschäftigte bzw. -7,9 %) und Solarthermie (-90 Beschäftigte bzw. -11,0 %) sowie Biomasse (-80 Beschäftigte bzw. -2,4 %) und Wasserkraft (-30 Beschäftigte bzw. -10,3 %) mehr als ausgeglichen werden.

Die Mittel des Landes Hessen zur Förderung der Energieforschung sind entgegen dem Bundestrend im Jahr 2016 kräftig gestiegen. Das Fördervolumen lag bei insgesamt 9,1 Mio. Euro (+76,2 %). Deutlicher Schwerpunkt war der Bereich Energieeinsparung mit einem Volumen von 4,8 Mio. Euro. Die Förderung von Forschungsvorhaben im Bereich der E-Mobilität lag mit 1,6 Mio. Euro an zweiter Stelle der wichtigsten Förderfelder.

# 1 Einleitung

Der vierte hessische Monitoringbericht zeigt auf Basis von Daten und Fakten den aktuellen Stand der Umsetzung der Energiewende in Hessen auf. Betrachtet werden dabei die Entwicklungen in den Handlungsfeldern Energieverbrauch, Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch, Energieerzeugung, Netzausbau, Verkehr und Elektromobilität sowie Treibhausgasemissionen. Darüber hinaus werden gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende wie die Entwicklung von Energiekosten und Energiepreisen, die Beschäftigungsentwicklung oder die Ausgaben für Forschung und Entwicklung dargestellt.

Schwerpunkt des diesjährigen Berichts ist die Darstellung des energetischen Zustands der Wohngebäude in Hessen sowie der Modernisierungsdynamik beim Wärmeschutz und der Wärmeversorgung. Die Ergebnisse eines Forschungsprojekts des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) zum energetischen Zustand der Gebäude, zur Sanierungsdynamik sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien werden vorgestellt.

Der Bericht wird in diesem Jahr durch Praxisbeispiele von hessischen Projekten ergänzt. Die Beispiele sind in blauen Kästen in den jeweiligen thematischen Kapiteln dargestellt.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert:

In Kapitel 2 werden die Ziele der hessischen Energiewende sowie die Grundlagen und Indikatoren des Monitorings dargestellt.

Wie viel Energie in Hessen insgesamt für die Erzeugung von Strom, Wärme und Mobilität verbraucht wird, welche Energieträger verwendet werden, in welchen Sektoren der Verbrauch stattfindet und wie sich die Energieeffizienz im Zeitverlauf entwickelt, ist Gegenstand von Kapitel 3.

Kapitel 4 geht der Frage nach, welchen Beitrag erneuerbare Energien zur Energieversorgung in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr leisten.

In Kapitel 5 wird der Energieverbrauch zur Wärmeerzeugung und dabei insbesondere der gebäuderelevante Energieverbrauch thematisiert. Dabei werden die Ergebnisse der Untersuchung des IWU zur energetischen Wohngebäudemodernisierung in Deutschland und Hessen dargestellt. Aufgezeigt werden zudem die Nachfrageentwicklung der KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz sowie die Ergebnisse der Förderung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungskontrolle (BAFA) für erneuerbare Energieanlagen in Hessen im Rahmen des Marktanreizprogramms.

Kapitel 6 zeigt den aktuellen Bestand an konventionellen und erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen in Hessen auf. Für die erneuerbaren Energieanlagen erfolgt eine regionale Aufbereitung sowohl der installierten elektrischen Leistung als auch der erzeugten und eingespeisten Strommengen. Diese detaillierten Informationen sind auch in Form interaktiver Karten im Internet unter [www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten](http://www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten) abrufbar. Darüber hinaus werden in diesem Kapitel die Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung differenziert nach Leistungskategorien und die in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten in KWK-Anlagen installierte Leistung dargestellt.

Für das Gelingen der Energiewende sind der Ausbau und die Modernisierung der Netze unabdingbar. Kapitel 7 zeigt den aktuellen Ausbaustand der Vorhaben gemäß dem Bundesbedarfsplangesetz und dem Energieleitungsausbaugesetz. Bezüglich der Verteilnetze werden neben dem bisherigen Ausbau zudem die Ergebnisse einer Studie dargestellt, in der für unterschiedliche Energieszenarien der notwendige Ausbau des Verteilnetzes in Hessen und die damit verbundenen notwendigen Investitionen untersucht werden. Die bisherige Entwicklung der Investitionen in die Stromnetze insgesamt wird für Deutschland aufgezeigt. Im Abschnitt zur Versorgungssicherheit im Strombereich werden Versorgungsunterbrechungen sowie die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit der Stromnetze dokumentiert. Ein Blick auf die Entwicklung des Gasverteils- und des Fernwärmenetzes rundet das Kapitel ab.

Kapitel 8 zeigt die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor, der Anzahl der Elektrofahrzeuge sowie des Angebots der Ladeinfrastruktur.

Im Fokus von Kapitel 9 stehen die Treibhausgasemissionen nach Gasen und Quellgruppen sowie die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

In Kapitel 10 werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiewende z. B. auf Energiepreise und -kosten, Investitionen und Beschäftigung sowie Forschung und Entwicklung diskutiert.

Eine Zusammenstellung der Maßnahmen der Hessischen Landesregierung im Rahmen der Umsetzung der Energiewende liefert Kapitel 11. Der Fokus liegt dabei auf aktuellen und noch laufenden Maßnahmen. Zur besseren Übersicht ist die Liste nach Themenfeldern gegliedert.

Kapitel 12 gibt einen kurzen Ausblick auf neue Datengrundlagen für das hessische Energiemonitoring, wie z. B. die Einführung des Marktstammdatenregisters und

den Aufbau eines Monitorings zur Evaluation von Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE).

Im Rahmen des Energiemonitorings arbeiten das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL), die Hessen Agentur (HA) und das Hessische Statistische Landesamt (HSL) eng zusammen. Für einen regelmäßigen fachlichen Austausch wird das hessische Energiemonitoring durch eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von Forschungsinstitutionen und Verbänden begleitet. Folgende Institutionen sind in der Arbeitsgruppe vertreten (alphabetisch geordnet):

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

Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe sei an dieser Stelle für den fachlichen Input und die immer konstruktiv geführten Diskussionen vielmals gedankt.

Redaktionsschluss für die in diesem Bericht verarbeiteten Daten ist der 31.08.2018.

# 2

## Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings



## 2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings

Die Ziele der Energiewende wurden im Hessischen Energiezukunftsgesetz aus dem Jahr 2012 festgeschrieben und bilden mit den Zielsetzungen der Koalitionsvereinbarung den Rahmen des Energiemonitorings. Darüber hinaus wurden im „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2015“ (HMUKLV 2017) Zielwerte für den Rückgang der Treibhausgasemissionen festgelegt. Im Einzelnen ergeben sich danach folgende Ziele der hessischen Energiewende:

### Ziele der Energiewende in Hessen

- Deckung des Endenergieverbrauchs 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
- Festlegung von Windvorrangflächen in einer Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche in den Regionalplänen
- 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
- Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent
- Zwischenziele: Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2020 um 30 Prozent und bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent gegenüber 1990

Zur Überprüfung der Zielerreichung wurde im Hessischen Energiezukunftsgesetz das Monitoring der hessischen Energiewende festgelegt. Aufgabe des Energiemonitorings ist es, auf Basis von Daten und Fakten die Fortschritte in der Umsetzung der Energiewende in Hessen zu dokumentieren.

Die Grundlagen des Energiemonitorings sind im Folgenden schematisch dargestellt.

Abbildung 3: Grundlagen des hessischen Energiemonitorings



Quelle: Zusammenstellung der Hessen Agentur.

Zur Messung der Fortschritte der Energiewende wurde ein umfassendes Indikatorensystem aufgebaut. Dieses umfasst – gegliedert nach den Handlungsfeldern der Energiepolitik – eine Vielzahl an unterschiedlichen Kenngrößen. Wesentliche Grundlagen des Indikatorensystems bilden die hessische Energiestatistik und Daten der Bundesnetzagentur sowie weiterer Institutionen und Verbände. Sofern die Datenlage es erlaubt, werden die Indikatoren für den Zeitraum von 2000 bis 2017 grafisch oder tabellarisch aufbereitet.

Um darüber hinaus weitere aktuelle und auf Hessen bezogene Angaben zu ermitteln, werden für das hessische Energiemonitoring spezifische Analysen und Schätzungen durchgeführt. So wird wie bereits in den Vorjahren eine Schätzung des Primär- und Endenergieverbrauchs in Hessen für das Jahr 2017 vorgenommen, da im Rahmen der amtlichen Statistik bislang nur vorläufige Werte für die hessische Energiebilanz 2016 vorliegen.

Die nachfolgende Abbildung stellt das Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings dar.

**Abbildung 4: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings**

<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 des Verarbeitenden Gewerbes und nach Industriebranchen</li> </ul>
<b>Erneuerbare Energien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch nach Energieträgern</li> <li>- Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe</li> <li>- Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch</li> <li>- Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</li> <li>- Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</li> <li>- Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</li> </ul>
<b>Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagen und installierte elektrische Leistung</li> <li>- Bau, Planung und Stilllegungen von Anlagen</li> <li>- Bestand, installierte Leistung und erzeugte Strommengen EEG-geförderter Anlagen nach Energieträgern in Hessen, den Landkreisen, kreisfreien Städten und Gemeinden</li> <li>- Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen, Hessen und Landkreise</li> </ul>
<b>Wärme / Gebäude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch für Wärme</li> <li>- Struktur des Gebäudebestands: Alter, Anzahl der Wohnungen, Wohnfläche, Art der Beheizung</li> <li>- Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch</li> <li>- Förderung von Gebäudemodernisierung</li> <li>- Marktanreizprogramm: geförderte Anlagen</li> </ul>
<b>Netzbestand und Netzausbau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromkreislänge Übertragungs- und Verteilnetz</li> <li>- Netzausbau: Bundesbedarfsplan- und EnLAG-Projekte</li> <li>- Versorgungssicherheit im Stromnetz: SAIDI, Redispatchmaßnahmen, Reservekraftwerke</li> <li>- Netz-Investitionen</li> <li>- Gasverteilnetz: Netzlänge, SAIDI</li> <li>- Fernwärmenetzlänge</li> </ul>
<b>Verkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern und Energieträgern</li> <li>- Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch neu zugelassener PKW</li> <li>- PKW nach Antriebsarten</li> <li>- Spezifischer Endenergieverbrauch im Straßenverkehr</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 und Quellgruppen</li> <li>- Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren</li> <li>- Treibhausgasemissionen bezogen auf Bevölkerung und BIP</li> </ul>

**Fortsetzung Abbildung 4: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings****Gesamtwirtschaftliche Effekte****Energiepreise und  
Energiekosten**

- Energieausgaben privater Haushalte
- Energiekosten der Industrie
- Strompreise für Haushalte und Industrieunternehmen
- EEG-Vergütungen und Marktprämien
- Von EEG-Umlage befreite Abnahmestellen
- Großhandelsstrompreis
- Preise energetischer Rohstoffeinfuhren
- CO<sub>2</sub>-Preise

**Investitionen und  
Beschäftigte**

- Investitionen in erneuerbare Energieerzeugungsanlagen
- Investitionen hessischer Betriebe zur Steigerung der Energieeffizienz
- Beschäftigte in der Energiewirtschaft
- Beschäftigte durch erneuerbare Energien

**Forschung und Entwicklung**

- Förderung der Energieforschung
- Patente im Bereich erneuerbarer Energien

Quelle: Hessen Agentur.

# 3

## Energieverbrauch und Energieeffizienz



### 3 Energieverbrauch und Energieeffizienz

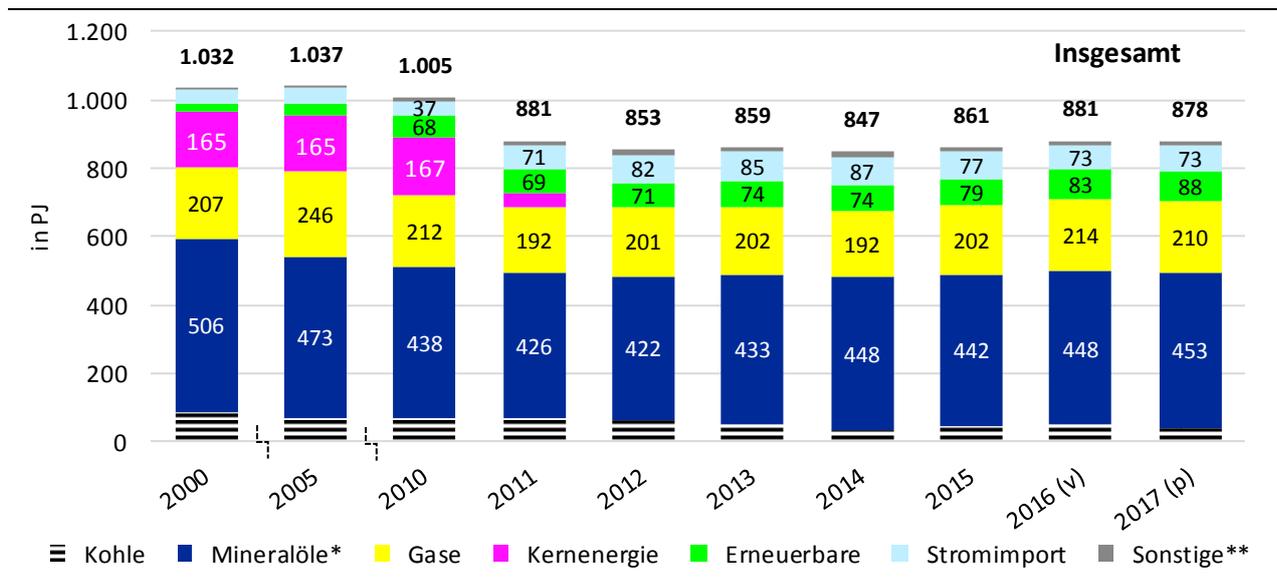
Nach den bisher vorliegenden Berechnungen des Arbeitskreises „VGR der Länder“ ist das Bruttoinlandsprodukt in Hessen im Jahr 2017 real um 2,2 Prozent gewachsen.<sup>1</sup> Noch dynamischer war die Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe mit einem Zuwachs der realen Bruttowertschöpfung in Höhe von 3,4 Prozent. Durch Zuwanderungen hat sich zudem die Einwohnerzahl in Hessen auf rund 6,25 Mio. zum Jahresende 2017 weiter erhöht. Temperatureinflüsse und auch der Wegfall des Schaltjahreffektes – das Jahr 2016 hatte mit dem 29.02. einen Wintertag mehr – hatten nur geringe Einflüsse auf den Energieverbrauch. Da nach Schätzung des Leipziger Instituts für Energie GmbH (IE-Leipzig) sowohl der Primär- als auch der Endenergieverbrauch in Hessen nahezu unverändert auf dem Vorjahresniveau blieben, lassen alle genannten Faktoren zusammengenommen auf einen deutlichen Anstieg der Energieeffizienz schließen.

#### 3.1 Primärenergieverbrauch

Für das Jahr 2017 schätzt das IE-Leipzig für Hessen einen Primärenergieverbrauch (PEV) von 878 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 5). Das sind 3 PJ bzw. 0,3 Prozent weniger als im Vorjahr. Nach zwei Jahren mit steigendem PEV wird damit wieder ein leichter Rückgang erwartet.

Insgesamt bewegt sich der PEV seit 2011 mit geringen, überwiegend witterungsbedingten Schwankungen auf diesem Niveau. Der Anstieg im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr ist u. a. auf die kühle Witterung und den damit verbundenen höheren Heizenergiebedarf zurückzuführen. Der starke Rückgang ab 2011 gegenüber den in Abbildung 5 ebenfalls dargestellten Jahren 2000, 2005 und 2010 resultiert überwiegend aus der Abschaltung des Kernkraftwerks Biblis.<sup>2</sup>

Abbildung 5: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

- 1 Siehe dazu Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (VGRdL 2018).
- 2 Gemäß internationaler Vereinbarung hat die Energieerzeugung aus Kernenergie einen Wirkungsgrad von 33 Prozent, wohingegen für erneuerbare Energien und auch für Stromimporte Wirkungsgrade von 100 Prozent angenommen werden. Wird Kernenergie durch Energieträger mit höheren Wirkungsgraden substituiert, reduziert sich der Primärenergieverbrauch entsprechend. Berechnungen des HSL zeigten, dass sich bei einer Substitution der Kernkraft durch erneuerbare Energien und Stromimporte eine Reduzierung des Primärenergieeinsatzes ergibt (HSL 2014, S. 176).

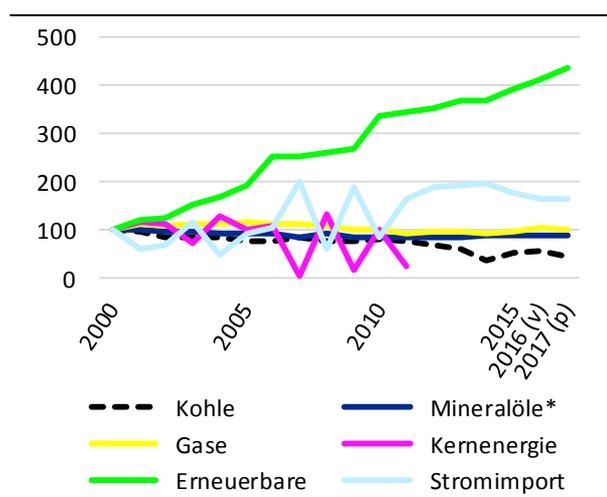
### Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Erneuerbare Energien haben mit 88 PJ zum hessischen PEV im Jahr 2017 beigetragen, wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist. Gegenüber dem Vorjahr beziffert sich der Zuwachs der erneuerbaren Energien auf 4,9 PJ bzw. 6,0 Prozent. Dies ist sowohl absolut als auch relativ die höchste Zunahme aller Energieträger. Der Beitrag erneuerbarer Energien zum PEV beläuft sich damit mittlerweile auf 10 Prozent.

Dominiert wird der hessische PEV unverändert durch Mineralöle und Gase mit Anteilswerten von 52 bzw. 24 Prozent. Gegenüber dem Vorjahr stieg der Mineralölverbrauch um 4,7 PJ bzw. 1 Prozent an. Der Verbrauch von Gasen nahm hingegen um 4,7 PJ bzw. 2,2 Prozent ab.

Die Beiträge von Stromimporten und Sonstigen Energieträgern zum PEV im Jahr 2017 blieben mit 73 PJ bzw. 14 PJ unverändert auf dem Vorjahreswert. Demgegenüber lag der Kohleverbrauch mit 42 PJ um 7,6 PJ bzw. 15,5 Prozent deutlich unter dem Vorjahresergebnis. Aus Abbildung 6 wird dabei deutlich, dass der aktuell rückläufige Kohleverbrauch vor allem mit einer Zunahme der erneuerbaren Energien einhergeht. Auch langfristig ist der starke Anstieg der erneuerbaren Energien deutlich erkennbar: Seit dem Jahr 2000 hat sich der Verbrauch an erneuerbaren Energien mehr als verfünffacht, während der Verbrauch an Gasen und Mineralölen stagnierte und der Kohleverbrauch zurückging.

**Abbildung 6: Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100)**



\*) einschl. Flüssiggas.

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a;  
2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### 3.2 Endenergieverbrauch

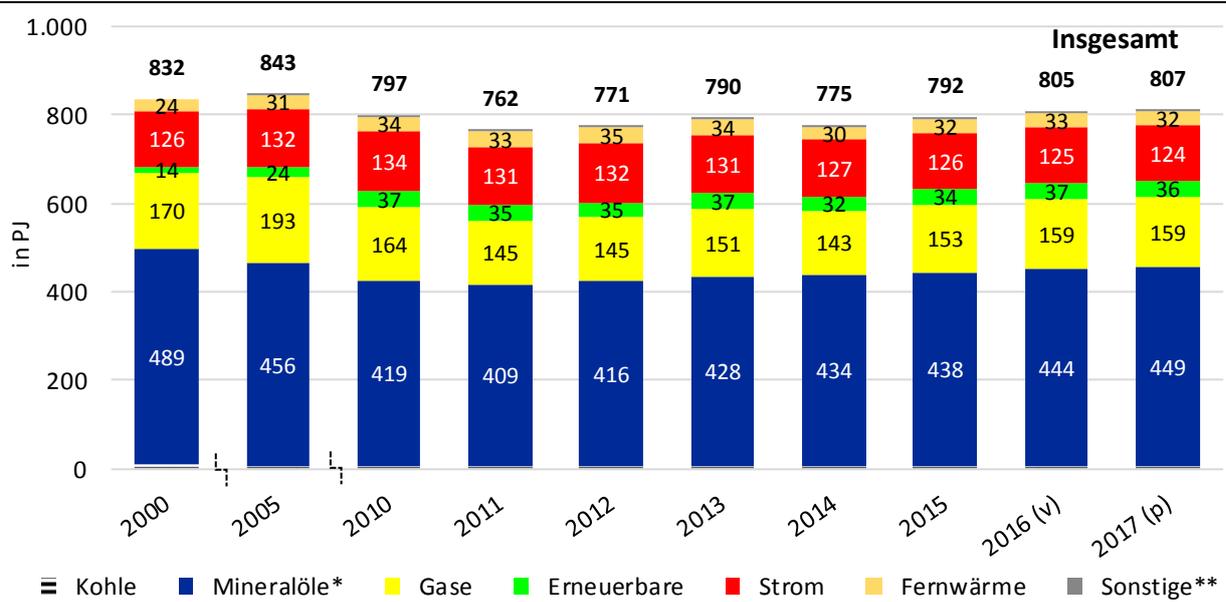
Der Endenergieverbrauch (EEV), der die gesamte an die Endkunden im Inland abgegebene Energie umfasst, beträgt in Hessen nach erster Schätzung für das Jahr 2017 insgesamt 807 PJ (siehe Abbildung 7). Dies bedeutet eine leichte Zunahme gegenüber dem Vorjahr in Höhe von 2,2 PJ bzw. 0,2 Prozent. Damit ist der EEV bereits das dritte Jahr in Folge angestiegen.

#### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Der Anstieg des EEV im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr ist ausschließlich auf die Zunahme von Mineralölen zurückzuführen (siehe Abbildung 7). So beziffert sich das Plus bei Mineralölen auf 4,9 PJ bzw. 1,1 Prozent, während der Verbrauch von Gasen und Sonstigen Energieträgern nahezu unverändert auf dem Vorjahresniveau blieb. Der Einsatz aller anderen Energieträger war sogar rückläufig. Absolut und relativ am stärksten war der Rückgang von Fernwärme (-1,7 PJ bzw. 5,1 %), gefolgt von Strom (-1 PJ bzw. -0,8 %), von erneuerbaren Energien (-0,2 PJ bzw. -0,4 %) und von Kohle (-0,1 PJ bzw. -0,9 %). Dabei ist allerdings zu beachten, dass aus methodischen Gründen der Einsatz erneuerbarer Energien für die Strom- und Fernwärmeerzeugung im EEV nicht in der Kategorie „Erneuerbare Energien“ enthalten ist; dieser wird in Kapitel 4.2 dargestellt. Unter „Erneuerbare Energien“ berücksichtigt sind feste Biomasse in Form von Holz zum Heizen sowie Biokraftstoffe im Verkehrssektor.

Insgesamt hat sich die Zusammensetzung der Energieträger am EEV im Jahr 2017 kaum verändert. Mit einem Anteil von 56 Prozent haben Mineralöle die mit Abstand größte Bedeutung. Es folgen Gase und Strom mit 20 bzw. 15 Prozent. Auf erneuerbare Energien (5 %), Fernwärme (4 %), Kohle (1 %) und Sonstige (0,3 %) entfallen zusammengekommen etwa 10 Prozent.

Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Endenergieverbrauch nach Sektoren

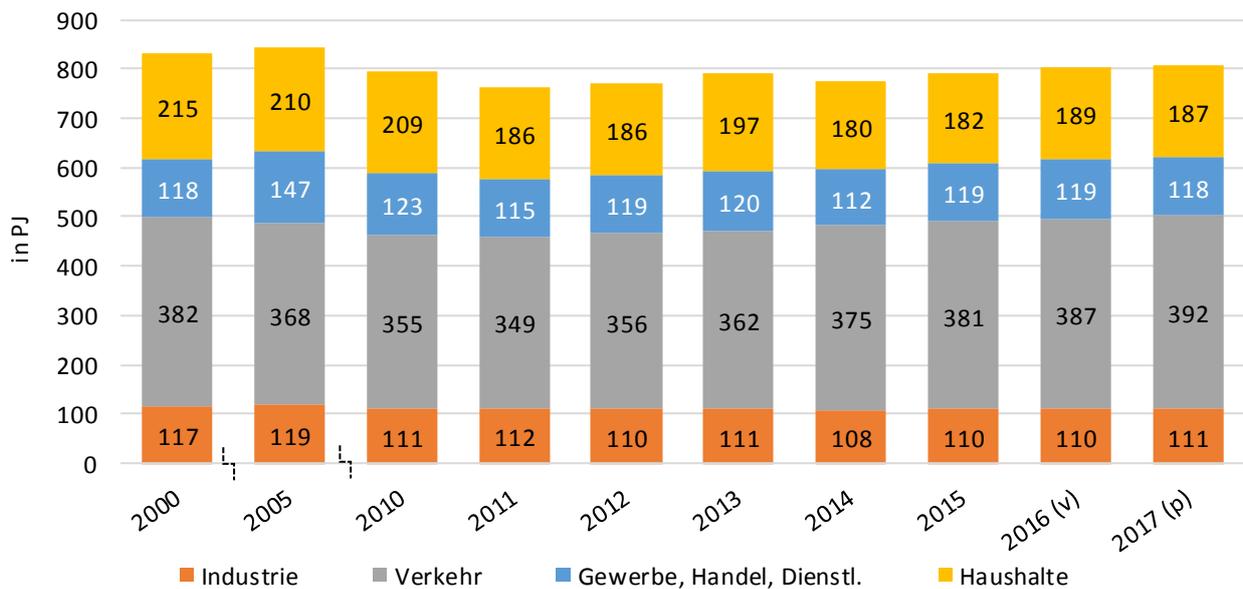
Bei Betrachtung des EEV nach Verbrauchssektoren ist der Anstieg des EEV im Jahr 2017 wieder überwiegend auf den Verkehrssektor zurückzuführen (siehe Abbildung 8). Für Verkehrsleistungen wurden im Jahr 2017 in Hessen insgesamt 392 PJ verbraucht, das sind rund 5 PJ bzw. 1,3 Prozent mehr als im Vorjahr. Geringfügig erhöht hat sich zudem der Energieverbrauch in der Industrie<sup>3</sup> (0,2 PJ bzw. 0,2 %).

Demgegenüber ging der EEV in den Sektoren private Haushalte (-2,1 PJ bzw. -1,1 %) sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) (-1,0 PJ bzw. -0,9 %) zurück. Ursächlich für diesen Rückgang dürfte die etwas mildere Witterung im Vergleich zum Vorjahr gewesen sein.

Mit Blick auf die letzten fünf Jahre sind in den Sektoren private Haushalte, GHD und Industrie nur geringe Veränderungen festzustellen. Demgegenüber hat sich im Verkehrssektor der EEV kontinuierlich erhöht.

In langfristiger Betrachtung ist seit dem Jahr 2000 in der Industrie und stärker noch bei den privaten Haushalten ein Rückgang des EEV zu beobachten. Demgegenüber ist der EEV im Sektor GHD aktuell genauso hoch wie vor 17 Jahren. Der anfänglich rückläufige Trend des EEV im Verkehrssektor kehrte sich 2012 um.

3 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 8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2017 (in PJ)**

Quelle: Sektoren Industrie und Verkehr: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Haushalte: IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

In den folgenden Abbildungen 9 bis 11 ist der Endenergieverbrauch differenziert nach Energieträgern für die Verbrauchssektoren Industrie, GHD und private Haushalte aufgezeigt. Der EEV im Verkehrssektor ist im Kapitel 8 detailliert dargestellt.

In der Industrie blieb der EEV im Jahr 2017 mit 110,7 PJ und auch die Zusammensetzung nach Energieträgern gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert (siehe Abbildung 9). Eine Ausnahme davon stellen Fernwärme und Gase dar. Während der Verbrauch von Fernwärme um 1,6 PJ zurückgegangen ist, hat sich der Verbrauch von Gasen um 1,8 PJ erhöht. Generell zeichnet sich der Sektor Industrie in den vergangenen Jahren durch einen nahezu konstanten EEV und eine hohe Strukturkonstanz bei den Energieträgern aus.

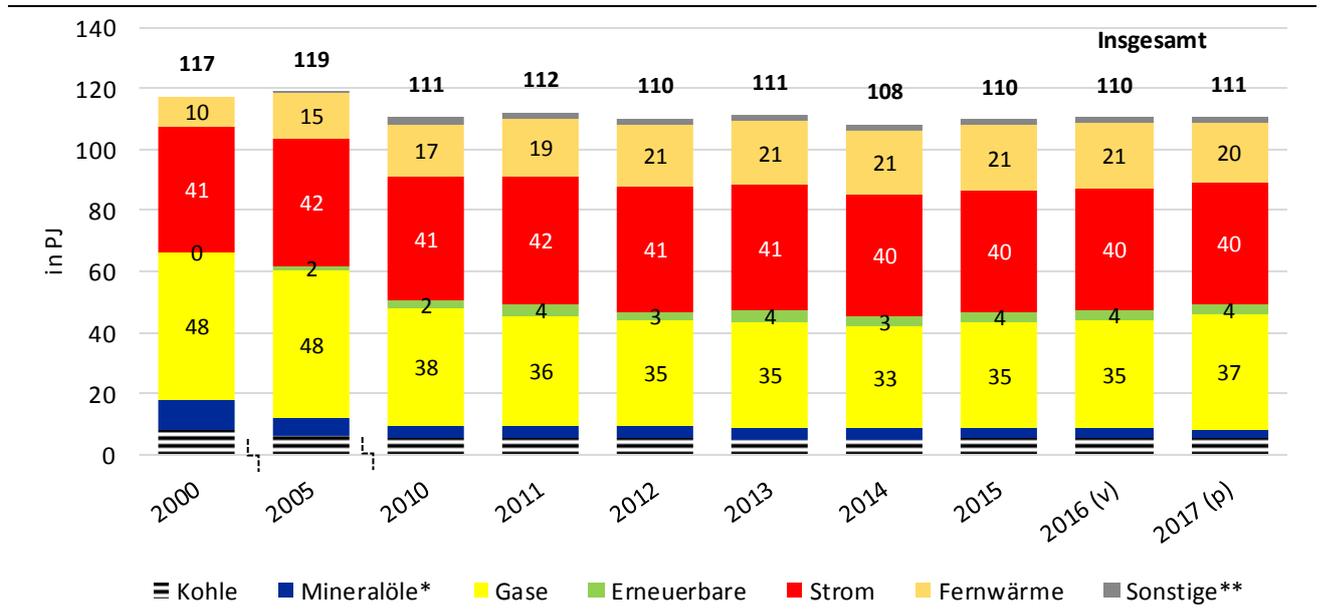
In den beiden Sektoren GHD (siehe Abbildung 10) und private Haushalte (siehe Abbildung 11) ging der EEV im Jahr 2017 im Vergleich zum Vorjahr um 1,0 PJ bzw. 2,1 PJ zurück. Ein Grund dafür dürfte die etwas mildere Witterung gewesen sein. So ging der Verbrauch von Gasen im Sektor GHD um 0,5 PJ bzw. -1,0 Prozent und im Sektor private Haushalte um 1,2 PJ bzw. -1,5 Prozent zurück. In den privaten Haushalten nahm auch der Verbrauch von erneuerbaren Energien, die überwiegend für

Heizzwecke Verwendung finden, um 0,5 PJ bzw. 2,0 Prozent ab. Rückläufig war zudem der Stromverbrauch, der im Sektor GHD um 0,6 PJ bzw. 1,3 Prozent und im Sektor private Haushalte um 0,4 PJ bzw. 1,0 Prozent niedriger lag als ein Jahr zuvor.

Bei Betrachtung seit dem Jahr 2000 nimmt in beiden Sektoren der Verbrauch von Mineralölen ab. Dies ist – wie in Kapitel 5 noch ausführlich für Wohngebäude gezeigt wird – zu großen Teilen auf Veränderungen bei den Heizungsanlagen zurückzuführen. Statt Ölfeuerungsanlagen werden Gasheizungen und insbesondere von privaten Haushalten auch Holz- oder Pelletöfen bevorzugt. Dies schlägt sich in dem relativ hohen Anteilswert von gut 12 Prozent nieder, den erneuerbare Energien am EEV der privaten Haushalte mittlerweile haben. Für den Sektor GHD leisten erneuerbare Energien dagegen mit einem Anteilswert von 0,8 Prozent keinen nennenswerten Beitrag. Anzumerken ist, dass bei den erfassten erneuerbaren Energien die zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht enthalten sind.

Im Sektor GHD ist der stark rückläufige Fernwärmeverbrauch auffällig. So ist der Fernwärmeverbrauch nach Berechnungen des IE-Leipzig von 8 PJ in den Jahren 2005 und 2010 auf weniger als 3 PJ im Jahr 2017 zurückgegangen.

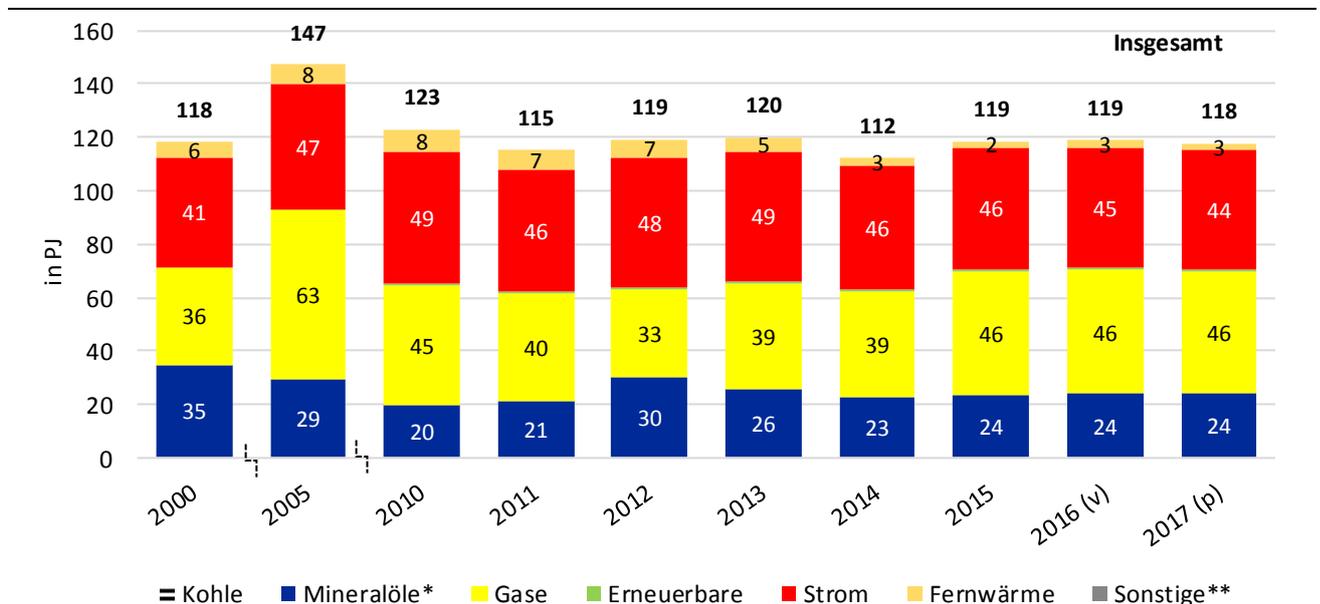
**Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ)**



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

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

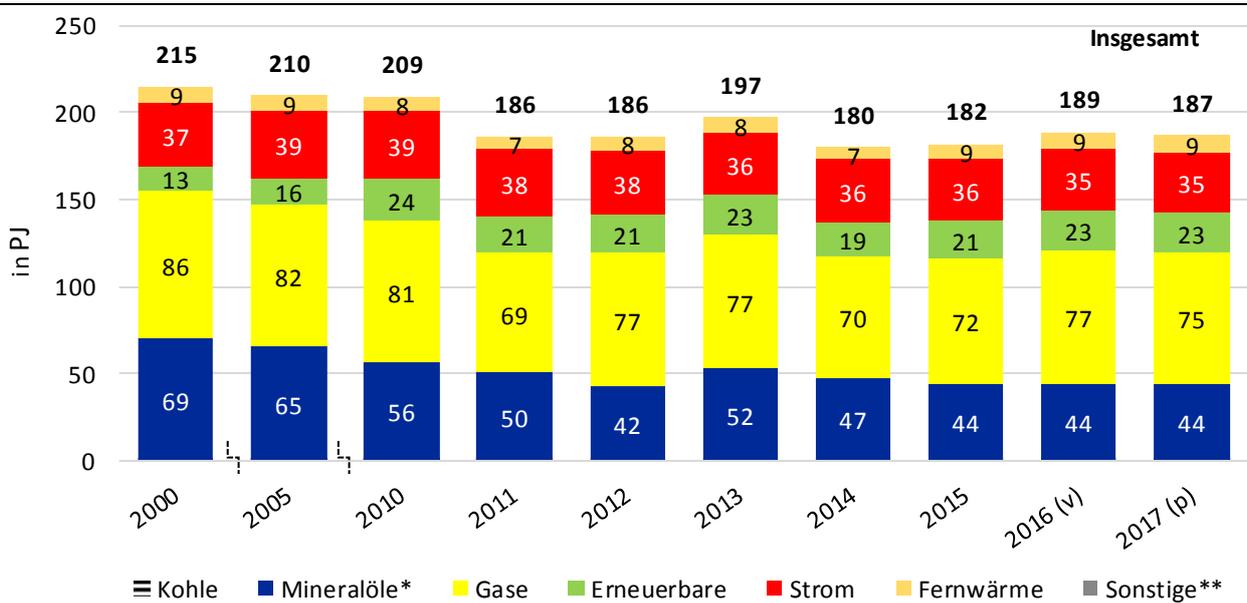
**Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ)**



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

Quelle: IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

**Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2017**  
(in PJ)



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

Quelle: IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### 3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung

In Abbildung 12 sind die Entwicklungen von Bruttostromerzeugung und Bruttostromverbrauch in Hessen sowie der sich aus der Differenz zwischen den beiden Größen ergebende Stromaustauschsaldo dargestellt. Die Stromerzeugung belief sich in Hessen im Jahr 2017 auf insgesamt 16,6 Terawattstunden (TWh), 0,3 TWh weniger als im Vorjahr. Der Stromverbrauch ging ebenfalls um 0,3 TWh auf 36,8 TWh zurück. Die in Hessen fehlende Strommenge konnte durch Stromimporte in Höhe von 20,2 TWh aus anderen Bundesländern ausgeglichen werden. Der Anteil der Stromimporte am Bruttostromverbrauch beträgt im Jahr 2017 rund 55 Prozent. Für die Versorgungssicherheit von Hessen ist daher die Einbindung in das deutsche und europäische Fernübertragungsnetz von größter Bedeutung (siehe dazu Kapitel 7).

Der Bruttostromverbrauch zeichnet sich über den gesamten Zeitraum seit 2000 hinweg durch einen relativ stabilen und tendenziell leicht rückläufigen Verlauf aus. Demgegenüber weist die Stromerzeugung ausgeprägte Auf- und Abwärtsbewegungen auf, die im Wesentlichen auf schwankende Jahreslaufzeiten der großen hessischen Kraftwerke zurückzuführen sind. So bildeten sich die längeren Stillstände des Kernkraftwerkes Biblis in den Jahren 2007 und 2009 und dessen endgültige Stilllegung im Jahr 2011 ebenso deutlich ab wie der durch einen Unfall

verursachte Ausfall des Kraftwerks Staudinger im Jahr 2014 und dessen Wiederanfahren im Jahr 2015.

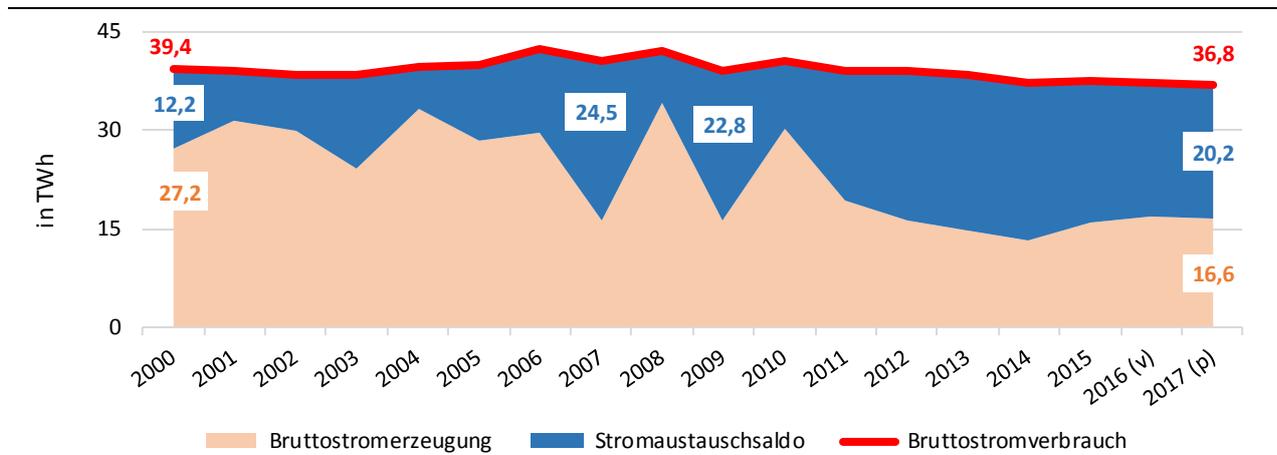
#### Brutto- und Nettostromverbrauch

Der Nettostromverbrauch lag im Jahr 2017 bei 34,3 TWh und damit geringfügig (0,3 TWh) unter dem Vorjahreswert (siehe Abbildung 13). Der Unterschied zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch beträgt im Jahr 2017 rund 2,5 TWh und entsteht aus dem Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Stromerzeugung sowie den Übertragungs- und Verteilungsverlusten auf dem Weg zum Endverbraucher.

Seit 2011, dem Jahr der Abschaltung der Atomreaktoren in Biblis, bewegen sich die jährlichen Differenzen zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch relativ stabil zwischen 2 und 2,5 TWh.

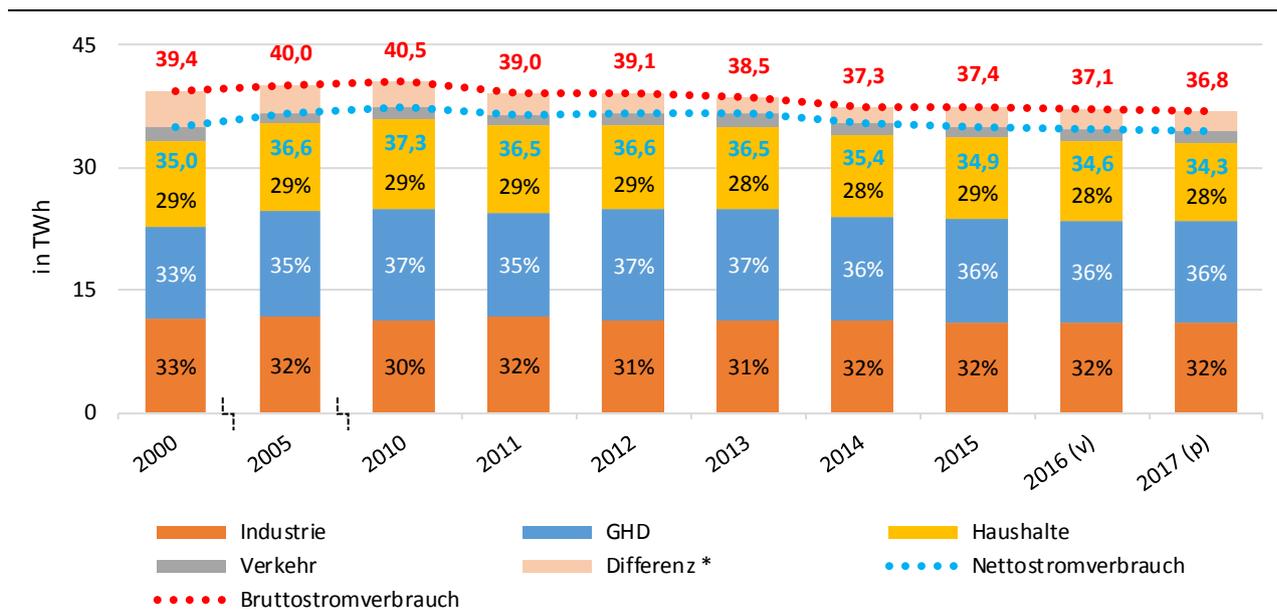
Mit Blick auf die Verbrauchsstruktur nach Sektoren spiegelt sich die hohe Bedeutung des Dienstleistungssektors für die hessische Wirtschaft auch im Stromverbrauch wider. Mit einem Anteil von 35,8 Prozent entfällt rund ein Drittel des hessischen Stromverbrauchs auf den Sektor GHD. Es folgen Industrie (32,2 %) und private Haushalte (28,2 %). Im Vergleich dazu spielt der Verkehrssektor mit einem Anteilswert von 3,8 Prozent nur eine untergeordnete Rolle für den Stromverbrauch in Hessen.

**Abbildung 12: Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2017**  
(in TWh)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

**Abbildung 13: Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2017 (in TWh, Anteilswerte in %)**



\*) Verbrauch im Umwandlungssektor / Eigenverbrauch und Übertragungsverluste.

Quelle: Sektoren Industrie und Verkehr: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Haushalte: IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Stromverbrauch pro Einwohner

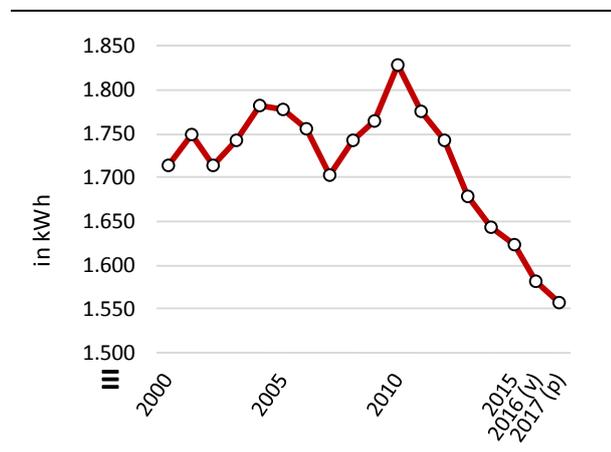
Seit dem Jahr 2010 ist der Pro-Kopf-Stromverbrauch der privaten Haushalte in Hessen stark rückläufig (siehe Abbildung 14).<sup>4</sup> So verbrauchte im Jahr 2017 jeder Hesse

im Schnitt 1.557 kWh. Dies sind 25 Kilowattstunden (kWh) bzw. 1,6 Prozent weniger als im Vorjahr und 272 kWh bzw. 14,9 Prozent weniger als im Jahr 2010, einem Jahr mit relativ strengem Winter und starkem Ein-

4 Für die Pro-Kopf-Berechnungen wird für den Jahresdurchschnittswert 2017 eine geschätzte Bevölkerungszahl von 6.230.000 für Hessen zugrunde gelegt.

satz von strombetriebenen Heizgeräten und Wärmepumpen. Der Pro-Kopf-Stromverbrauch erreichte damals den Höchststand von 1.829 kWh.

**Abbildung 14: Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2017 (in kWh)**



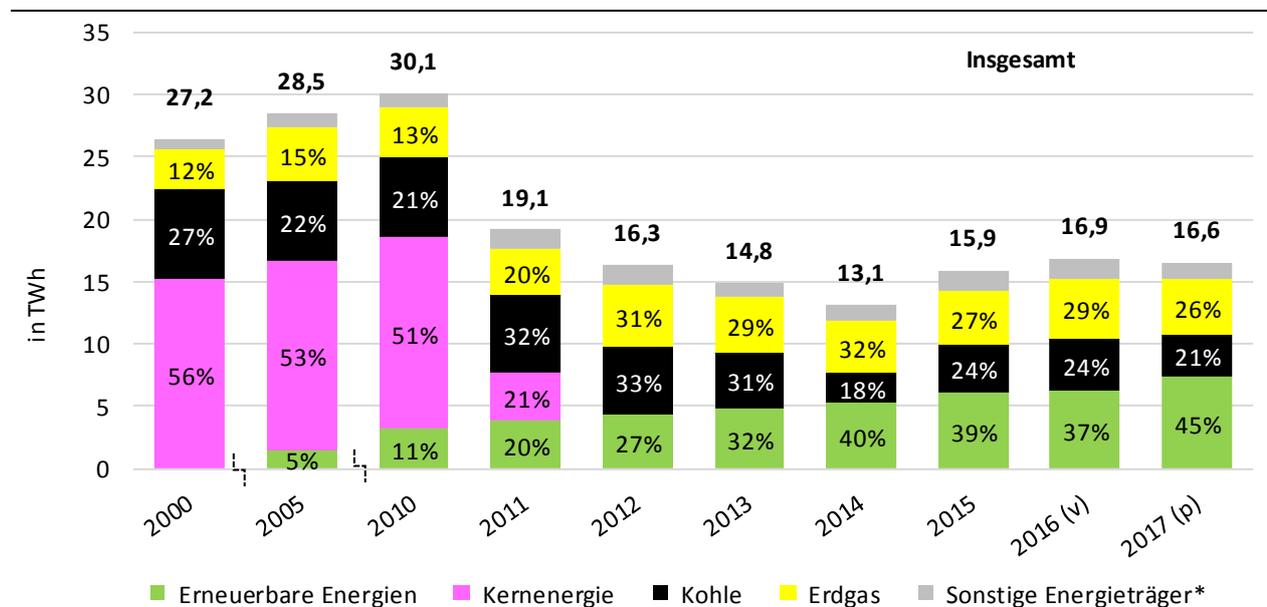
Quelle: HSL 2018a und IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

**Bruttostromerzeugung nach Energieträgern**

Im Jahr 2017 wurden in Hessen insgesamt 16,6 TWh Strom und damit geringfügig weniger (-0,3 TWh bzw. -1,8 %) als im Vorjahr erzeugt. Mit Ausnahme der erneuerbaren Energien war der Einsatz aller übrigen Energieträger rückläufig: Mit -0,7 TWh bzw. -17,5 Prozent war der Einsatz von Kohle zur Stromerzeugung absolut und relativ am stärksten rückläufig. Erdgas nahm um -0,5 TWh bzw. -10,3 Prozent ab. Die Gruppe der sonstigen Energieträger, unter der Mineralöle, nicht-biogene Abfälle und Pumpspeicherwerke zusammengefasst werden, ging um -0,2 TWh bzw. -10,4 Prozent zurück.

Der Einsatz erneuerbarer Energien hat sich dagegen im Jahr 2017 deutlich auf 7,4 TWh erhöht. Dies ist ein Plus von 1,1 TWh bzw. 17,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung erreichte 45 Prozent, womit diese den mit Abstand größten Beitrag aller Energieträger zur Stromerzeugung in Hessen vor Erdgas (26 %) und Kohle (21 %) leisten konnten (siehe Abbildung 15). Rückblickend erweisen sich erneuerbare Energien zunehmend als Motor der Stromerzeugung in Hessen. Deren Anteil an der Stromerzeugung betrug beispielsweise im Jahr 2011 rund ein Fünftel und bewegt sich mittlerweile auf rund die Hälfte zu.

**Abbildung 15: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2017 (in TWh, Anteilswerte in %)**



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

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016(v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

Generell zeichnete sich in der mittelfristigen Betrachtung nach Abschaltung des Kernkraftwerks Biblis zunächst ein rückläufiger Verlauf der Stromerzeugung insgesamt ab. Zusätzlich hat der längere Betriebsausfall des Kohlekraftwerks Staudinger im Jahr 2014 zum bisher niedrigsten Wert der Bruttostromerzeugung in Hessen von 13,1 TWh geführt. Der Bruttostromverbrauch wurde damals zu 65 Prozent durch Stromimporte aus anderen Bundesländern abgedeckt. Seit 2014 hat sich dieser Trend gewendet und die Stromproduktion in Hessen steigt tendenziell wieder.

### 3.4 Energieeffizienz

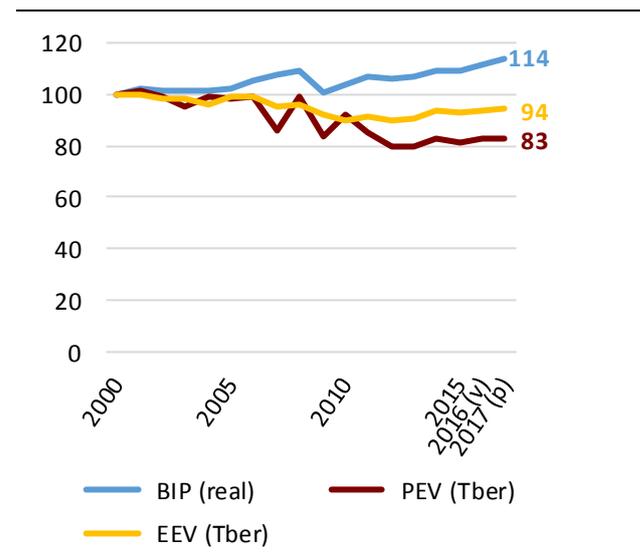
Die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien (siehe dazu Kapitel 4 und 6) sind die zentralen Handlungsfelder der Energiewende in Hessen.<sup>5</sup> Eine steigende Energieeffizienz bzw. ein höherer Produktivitätswert ergibt sich dann, wenn in einer Volkswirtschaft für die Erzeugung einer Einheit an Gütern oder Dienstleistungen weniger Energie verbraucht wird.<sup>6</sup> Dies lässt sich anhand der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energie- und Stromproduktivität darstellen.

Abbildung 16 zeigt zunächst die Entwicklung des temperaturbereinigten Primärenergieverbrauchs und des temperaturbereinigten Endenergieverbrauchs sowie der hessischen Wirtschaftsleistung, gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP). Um Witterungseinflüsse zu eliminieren, wurde eine Temperaturbereinigung (Tber) vorgenommen. Ansonsten würde bei einem besonders milden Winter ohne Temperaturbereinigung auch ohne Energieeinsparungen eine Effizienzsteigerung suggeriert werden. Um die Zeitreihen miteinander vergleichen zu können, wurde eine Indexdarstellung gewählt.

Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2017 hat die hessische Wirtschaftsleistung real um insgesamt 13,7 Prozent bzw. im Schnitt um 0,8 Prozent pro Jahr zugenommen. Mit Ausnahme des Jahres 2009, als aufgrund der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise auch in Hessen die Wirtschaftsleistung stark einbrach, ist ein nahezu kontinuierlicher Zuwachs der wirtschaftlichen Leistung zu verzeichnen. Im Vergleich zum durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 0,9 Prozent jährlich im Zeitraum von 2000 bis 2017 wurde in den Jahren 2016

und 2017 mit Zuwachsraten von 2,3 Prozent und 2,2 Prozent jeweils ein weit überdurchschnittliches reales Wirtschaftswachstum realisiert.

**Abbildung 16: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2017**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

Dem im Gesamtzeitraum gestiegenen BIP steht ein Rückgang des gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauchs gegenüber. So lag der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch im Jahr 2017 um 6 Prozent niedriger als im Ausgangsjahr 2000. Der temperaturbereinigte Primärenergieverbrauch ist sogar um 17 Prozent zurückgegangen. Es zeigt sich eine zunehmende Entkopplung von Wirtschaftswachstum auf der einen Seite und Energieverbrauch auf der anderen Seite. Insbesondere der Zeitraum zwischen 2005 und 2012 zeichnet sich durch stark rückläufige Energieverbräuche sowohl des EEV und insbesondere des PEV aus. Beim PEV spiegeln sich die Produktionsunterbrechungen und die endgültige Abschaltung des Kernkraftwerks Biblis wider (siehe Fußnote 2 auf Seite 13).

<sup>5</sup> Siehe Hessische Landesregierung 2013, Präambel S. 4.

<sup>6</sup> Der Energieverbrauch ist der Gesamtverbrauch an Kohle, Mineralöl, Erdgas, erneuerbaren Energieträgern, Abfall, Fernwärme, Strom und sonstigen Energieträgern, einschließlich der Mengen, die in eigenen Anlagen in andere Energiearten umgewandelt werden. Ausgewiesen werden sowohl die in den Betrieben zur Strom- und Wärmeerzeugung (Prozesswärme, Heizung, Warmwasser einschließlich Kälte) eingesetzten als auch die nicht-energetisch genutzten Energieträger bzw. Brennstoffe. Nicht erfasst werden Einsatzkohle für die Brikett- und Koksherstellung, Kraftstoffe für den Einsatz in Fahrzeugen sowie technische Gase (siehe auch die Begriffserläuterungen in HSL 2018d).

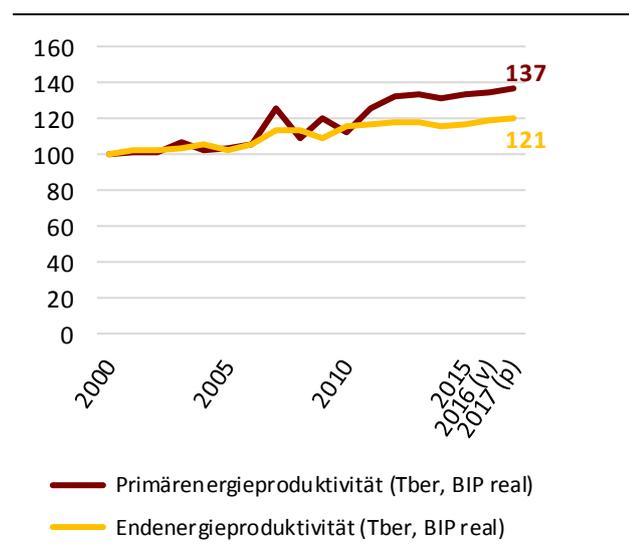
Nach 2012 stabilisierten sich der EEV und PEV in Hessen und sind seit 2014 tendenziell wieder leicht angestiegen. Eine Ursache hierfür könnte der ab 2013/2014 zu beobachtende Preisrückgang für fossile Brennstoffe sein (siehe Kapitel 10.1). Im Jahr 2017 erhöhte sich der temperaturbereinigte EEV nach den vorliegenden Schätzergebnissen gegenüber dem Vorjahr leicht um 0,5 Prozent, der PEV blieb geringfügig (-0,1 %) unter dem Vorjahreswert.

### Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

Abbildung 17 zeigt die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität. Hierzu wurden die Quotienten aus realem Bruttoinlandsprodukt und temperaturbereinigtem Primär- bzw. Endenergieverbrauch gebildet. Seit dem Jahr 2000 haben sich demnach die Primärenergieproduktivität um 37 Prozent und die Endenergieproduktivität um 21 Prozent erhöht. Daraus ergibt sich für den Zeitraum von 2000 bis 2017 für die Primärenergieproduktivität eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in Höhe von 1,9 Prozent und für die Endenergieproduktivität von 1,1 Prozent.

Im Jahr 2017 hat sich die Primärenergieproduktivität um 2,3 Prozent und die Endenergieproduktivität um 1,7 Prozent erhöht. Damit sind beide Indikatoren deutlich stärker gestiegen als im langfristigen Mittel.

**Abbildung 17: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2017** (Index 2000 = 100)

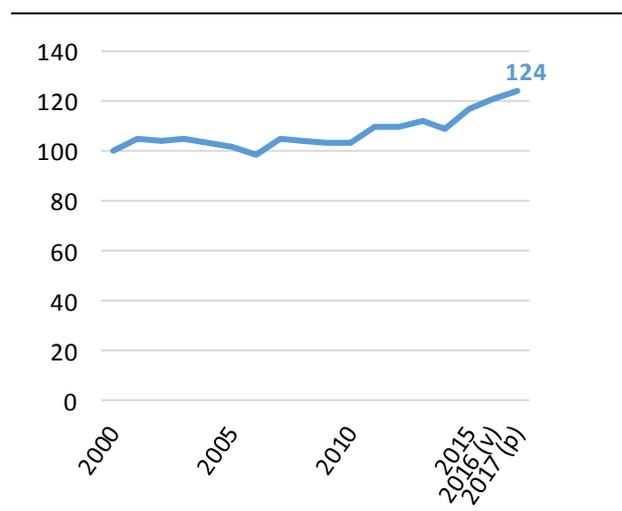


Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität errechnet sich als Quotient aus realem BIP und temperaturbereinigtem Bruttostromverbrauch. Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2017 errechnet sich ein Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität in Höhe von insgesamt 24 Prozent bzw. 1,3 Prozent jährlich. Mit Zuwachsraten von 3,4 Prozent im Jahr 2016 und 3,1 Prozent im Jahr 2017 konnten am aktuellen Rand deutlich höhere Zuwächse erzielt werden als in den Vorjahren (siehe Abbildung 18). Ursächlich hierfür ist das hohe reale Wirtschaftswachstum bei gleichzeitig leicht rückläufigem Bruttostromverbrauch. So stieg das reale BIP in Hessen in den Jahren 2016 und 2017 um 2,3 bzw. 2,2 Prozent an und der Bruttostromverbrauch ging jeweils um 0,9 Prozent zurück.

**Abbildung 18: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität 2000-2017** (Tber, Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Energie- und Stromintensität der Industrie

Die Energie- bzw. Stromintensität der Industrie wird durch den Quotienten aus Energieverbrauch und Bruttowertschöpfung bzw. Stromverbrauch und Bruttowertschöpfung berechnet. Diese Indikatoren geben an, wie viel Energie bzw. Strom aufgewendet werden muss, um eine Einheit wirtschaftliche Leistung zu erzeugen. Da Witterungseinflüsse für den Energie- und Stromverbrauch der Industrie nur eine geringe Bedeutung haben, kann auf eine Temperaturbereinigung bei der Berechnung der Energie- und Stromintensität verzichtet werden.

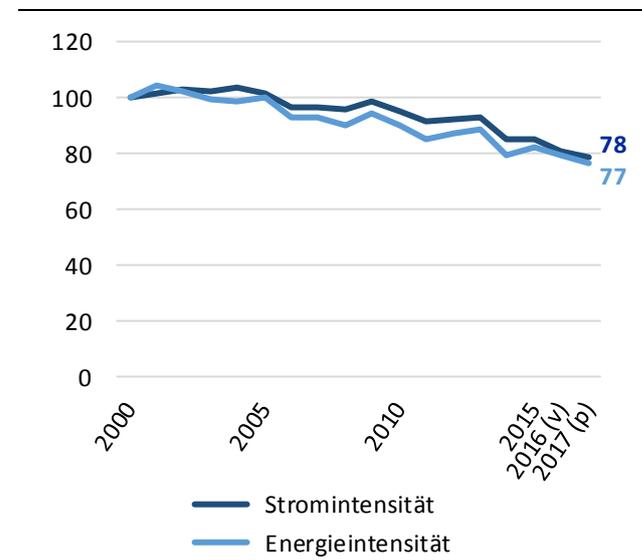
Im Jahr 2017 stieg die reale Bruttowertschöpfung (BWS) im hessischen Verarbeitenden Gewerbe um 3,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr an. Zudem wurde das Ergebnis für das Jahr 2016 revidiert und dabei deutlich nach oben korrigiert. So beziffert sich nach der vorliegenden 2. Fortschreibung der VGRdL der reale Zuwachs im hessischen Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2016 auf 4,9 Prozent gegenüber 2015, nachdem in der 1. Fortschreibung noch ein Minus in Höhe von 0,5 Prozent ausgewiesen wurde.

Demgegenüber haben sich die im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt eingesetzten Strommengen (2016: +0,1 %; 2017: +0,1 %) und Energiemengen (2016: +0,6 %; 2017: +0,2 %) nur leicht erhöht. Im Jahr 2017 wurden je 1.000 Euro erzeugter Bruttowertschöpfung 678,2 kWh Energie bzw. 241,3 kWh Strom verbraucht. Das war ein deutlich niedrigerer Energie- (-3,1 %) bzw. Stromverbrauch (-3,2 %) je Einheit BWS als im Vorjahr. Im Jahr 2016 verringerte sich der Stromverbrauch um 4,5 Prozent je Einheit BWS und der Energieverbrauch um 3,7 Prozent je Einheit BWS gegenüber dem Vorjahr.

Abbildung 19 zeigt für den Zeitraum von 2000 bis 2017 die langfristige Entwicklung von Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen. Der Trendverlauf ist über den gesamten Zeitraum betrachtet abwärtsgerichtet. Abnehmende Intensitäten bedeuten dabei, dass zur Herstellung einer Einheit Güter im Zeitverlauf im Produktionsprozess weniger Energie und Strom eingesetzt werden müssen. Insbesondere am aktuellen Rand sind sowohl die Strom- als auch die Energieintensität – begünstigt durch das hohe Wirtschaftswachstum bei einer gleichzeitig mäßigen Zunahme des Strom- und Energieverbrauchs wie oben beschrieben – deutlich gesunken.

Tiefer differenzierte Angaben zur Energie- und Stromintensität für die einzelnen Industriebranchen (Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) liegen aktuell für das Jahr 2015 vor (siehe Abbildung 20).<sup>7</sup> Den mit Abstand höchsten spezifischen Energie- und Stromverbrauch weist die Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen mit 3.130 kWh Energie bzw. 736 kWh Strom je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung auf. Diese Industriebranche spielt mit einem Anteil von 3,4 Prozent an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung allerdings nur eine geringe Rolle.

**Abbildung 19: Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2017**  
(Index 2000 = 100)



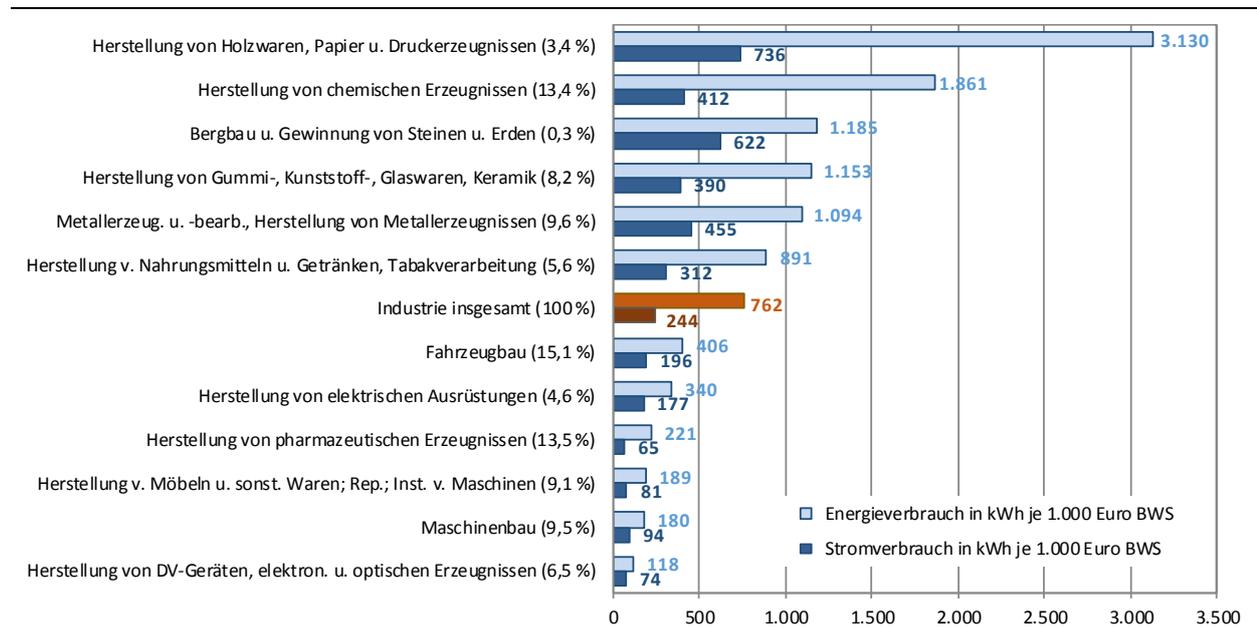
Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

An zweiter Stelle der Branchen mit hoher Energieintensität liegt die chemische Industrie, die gemessen an der Bruttowertschöpfung zu den bedeutendsten Industriebranchen in Hessen zählt. Ebenfalls einen überdurchschnittlichen Energieverbrauch sowie eine hohe Bedeutung für die hessische Industrie weisen die Branchen Herstellung von Gummi, Kunststoff, Glas und Keramik sowie Metallerzeugung und Metallbearbeitung auf.

Bei Betrachtung der Stromintensität der hessischen Industriebranchen ergibt sich prinzipiell ein sehr ähnliches Bild, wobei die Spannweite zwischen den Branchen jedoch weniger stark ausgeprägt ist.

<sup>7</sup> Während Daten zur Bruttowertschöpfung für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt bis zum Jahr 2017 vorliegen, reichen die Angaben zur Bruttowertschöpfung für einzelne Industriebranchen momentan nur bis zum Jahr 2015.

**Abbildung 20: Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2015**  
(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 werden bei den Angaben zu Energie- und Stromverbrauch alle Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten.

Quelle: HSL 2018a, HSL 2018d, Berechnungen der Hessen Agentur.

### Energieeffiziente LED-Beleuchtung an Hessens Staatstheatern

Die Staatstheater in Darmstadt, Kassel und Wiesbaden erhielten im Rahmen der CO<sub>2</sub>-neutralen Landesverwaltung sowie im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie und des Klimaschutzplans des Landes insgesamt rund 475.000 Euro für die Erneuerung ihrer Beleuchtungsanlagen. Durch die Förderung können jährlich Einsparungen von mindestens 50.000 Euro und bis zu 150 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt werden.

Im Großen Haus des **Staatstheaters Wiesbaden** sorgen seitdem 250 LED-Lampen für energiesparendes Saallicht. Das Design der Lampen erinnert an historische Glühbirnen der 20er Jahre. Zudem wurden die Farbwechsel-Scheinwerfer erneuert. Sie sind an etwa 300 Tagen im Jahr über zehn Stunden im Einsatz und verbrauchen jetzt weniger als die Hälfte an Energie. Von den alten Bühnenscheinwerfern (pro Scheinwerfer 1.000 Watt) wurden 70 Stück gegen LED-Scheinwerfer (pro Scheinwerfer 180 Watt) ausgetauscht. Auch die Arbeits- und Umbaulichter sind nun energiesparend. Das **Staatstheater Kassel** hat ebenfalls das Arbeits- und Probenlicht bei zwei Proebühnen durch eine effiziente LED-Beleuchtung ersetzt.

Beim **Staatstheater Darmstadt** wurden erste Bühnenscheinwerfer ausgetauscht. Die LED-Scheinwerfer sind nahezu wartungsfrei und haben eine höhere Lebensdauer.

Weitere Informationen unter:

<http://co2.hessen-nachhaltig.de/de/aktuelles/hessens-staatstheater-erhalten-energieeffiziente-led-beleuchtung.html>



Saalbeleuchtung Großes Haus

Foto: Staatstheater Wiesbaden

# 4

## Erneuerbare Energien



## 4 Erneuerbare Energien

Nach den Ergebnissen des Hessischen Energiegipfels und der Koalitionsvereinbarung (Hessische Landesregierung 2013, S. 19) soll die Energieversorgung in Hessen bis zum Jahr 2050 möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien erfolgen. Die Darstellung von Fortschritten bei der Strom- und Wärmeerzeugung sowie des Kraftstoffverbrauchs aus erneuerbaren Energien zählt daher zu einer der wesentlichen Aufgaben des Energiemonitorings.

Prinzipiell können die fossilen Brennstoffe Mineralöl, Erdgas und Kohle durch erneuerbare Energien sowohl bei der Strom- und Wärmeerzeugung als auch im Verkehrssektor ersetzt werden. Durch die Verzahnung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr – die sogenannte Sektorkopplung – sollen das Energiesystem optimiert und langfristig die fossilen Energieträger vollständig durch erneuerbare Energieträger substituiert werden. Beispiele für Technologien der Sektorkopplung sind Wärmepumpen, Brennstoffzellen, Batteriespeicher und Elektroautos.<sup>8</sup>

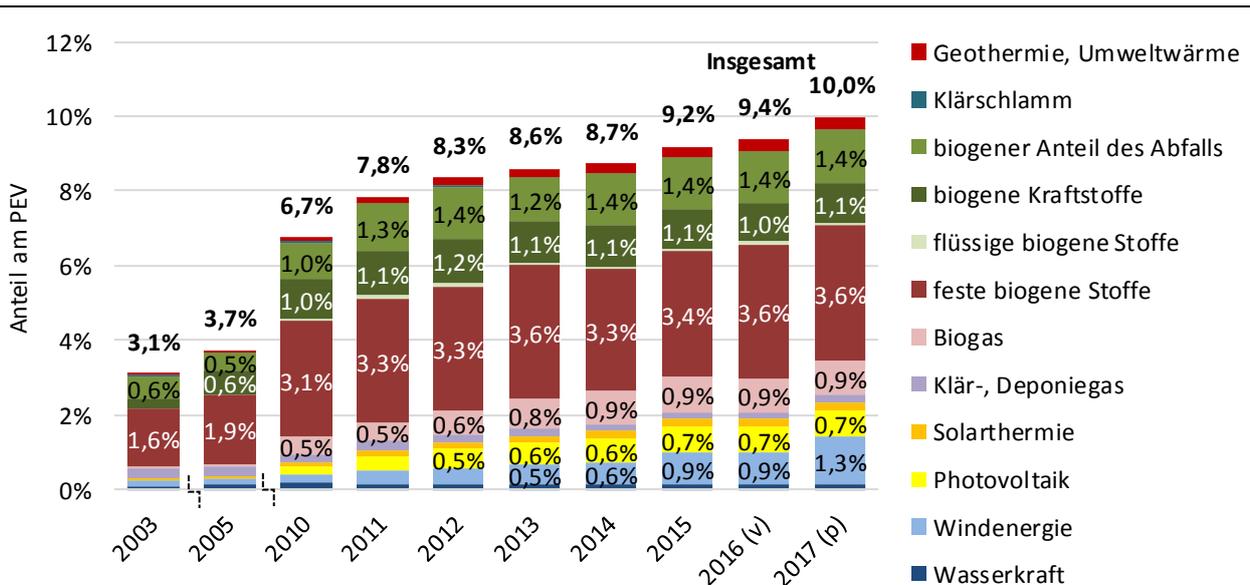
Durch eine enge Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr können darüber hinaus auch Schwankungen im Stromangebot (insbesondere von Windenergie und Sonnenenergie) durch den Stromeinsatz in den anderen Sektoren ausgeglichen werden, z. B. für das Laden von

Batterien von Elektroautos, für die Erzeugung von Brenn- und Kraftstoffen oder für die Erzeugung von Wärme. So könnten beispielsweise auch kurzfristig anfallende Stromüberschüsse effizient genutzt werden und zu einer Entlastung der Stromnetze bzw. einer Reduzierung notwendiger Netzeingriffe beitragen (siehe Kapitel 7.3).

### 4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch

Mit insgesamt 87,6 Petajoule (PJ) haben erneuerbare Energien im Jahr 2017 rund 10 Prozent zum Primärenergieverbrauch (PEV) beigetragen (siehe Abbildung 21). Im Vergleich zum Vorjahr konnte die Wachstumsdynamik der erneuerbaren Energien deutlich an Tempo gewinnen. Dies ist maßgeblich auf den Zuwachs bei der Windenergie zurückzuführen. So wurden in Windenergieanlagen im Jahr 2017 insgesamt 11,7 PJ Energie erzeugt, 3,7 PJ bzw. 47 Prozent mehr als im Vorjahr. Ursächlich dafür sind die im Vergleich zum Vorjahr höheren Winderträge sowie der weitere Zubau von Windenergieanlagen (siehe Kapitel 6). Der Anteil der Windenergie am gesamten PEV erhöhte sich im Jahr 2017 auf 1,3 Prozent.

Abbildung 21: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003-2017 (in %)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

<sup>8</sup> Siehe dazu auch die ausführlichen Erläuterungen im letztjährigen Monitoringbericht 2017 zur Energiewende in Hessen (HMWEVL 2017, S. 30f.).

Im Vergleich zur Windenergie fielen die Veränderungen bei allen übrigen erneuerbaren Energieträgern deutlich geringer aus. So folgen biogene Kraftstoffe mit +0,3 PJ bzw. +2,9 Prozent, Umweltwärme und Geothermie mit +0,2 PJ bzw. +9,0 Prozent, der biogene Anteil des Abfalls mit +0,2 PJ bzw. +1,8 Prozent und Photovoltaik mit +0,2 PJ bzw. +3,6 Prozent. Der Zuwachs aller übrigen erneuerbaren Energieträger belief sich zusammengenommen auf knapp 0,3 PJ.

Feste biogene Stoffe trugen auch im Jahr 2017 mit einem Anteilswert von 3,6 Prozent am meisten zum PEV bei. Es folgen der biogene Teil des Abfalls (1,4 %), Windenergie (1,3 %), biogene Kraftstoffe (1,1 %), Biogas (0,9 %) und Photovoltaik (0,7 %). Relativ geringe Beiträge zum PEV in Hessen leisteten die Energieträger Wasserkraft, Solarthermie, Klär- und Deponiegas, flüssige biogene Stoffe, Klärschlamm sowie Geothermie und Umweltwärme mit einem Anteilswert von zusammen weniger als 1 Prozent.

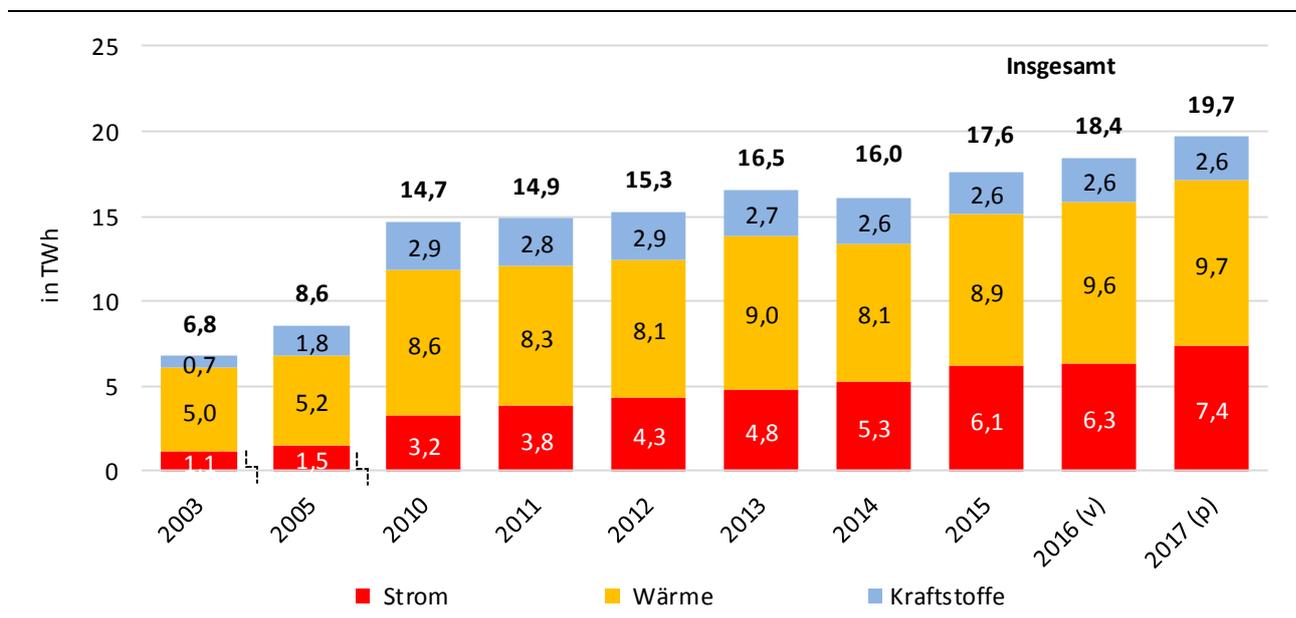
Seit dem Jahr 2013 steuern Windenergie und Photovoltaik zusammengenommen über 1 Prozent zum PEV in Hessen bei, im Jahr 2017 wurde erstmals die 2-Prozent-Marke erreicht.

## 4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch

Im Jahr 2017 konnten erneuerbare Energien insgesamt fast 20 Terawattstunden (TWh) zum EEV in Hessen beitragen (siehe Abbildung 22).

Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beläuft sich auf 1,3 TWh bzw. 6,9 Prozent. Der hohe Zuwachs ist vor allem auf die Entwicklung beim Strom zurückzuführen. Hier beziffert sich der Zuwachs auf 1,1 TWh bzw. 17,3 Prozent. Demgegenüber fällt der Zuwachs bei Wärme aus erneuerbaren Energien mit 0,1 TWh geringer aus. Bei erneuerbaren Kraftstoffen war der Verbrauch mit einem Plus von 0,05 TWh nahezu identisch mit dem des Vorjahres.

**Abbildung 22: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2017 (in TWh)**



Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

In Abbildung 23 wird die Entwicklung des EEV aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe als Indexreihen ab dem Jahr 2003 dargestellt.

Dabei zeigt sich über den gesamten Zeitraum hinweg, dass sich die Verläufe der einzelnen Sektoren erheblich voneinander unterscheiden.

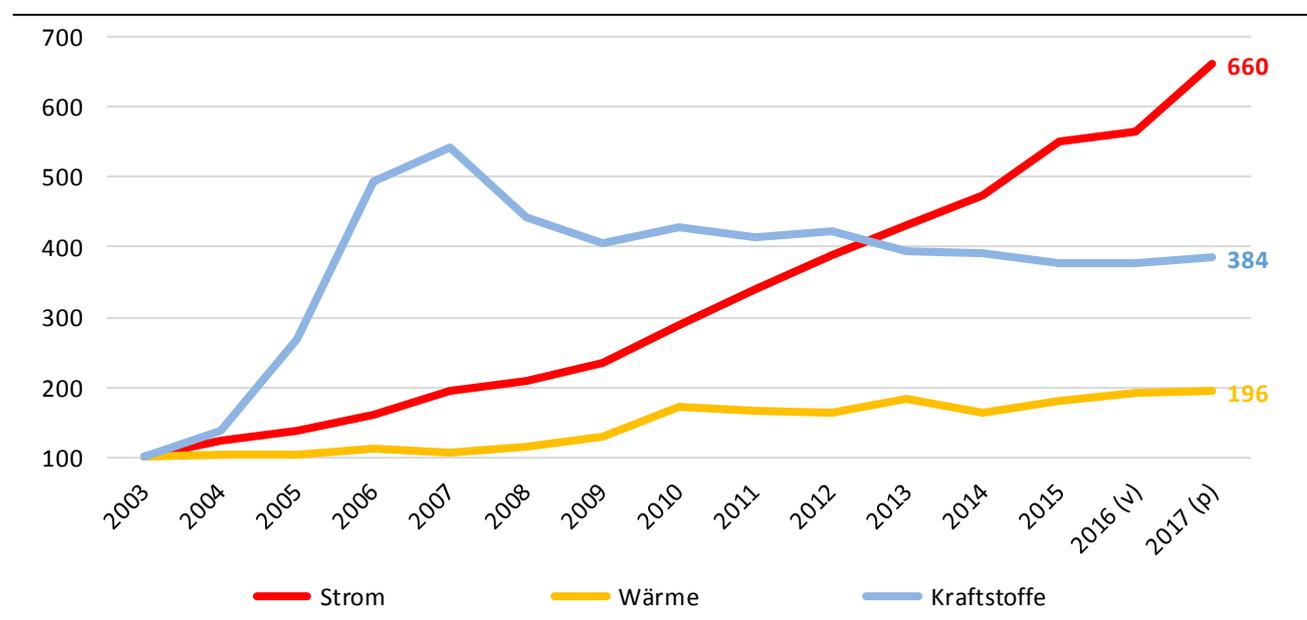
Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat mit Abstand den stärksten relativen Zuwachs zu verzeichnen und hat sich gegenüber dem Ausgangsniveau im Jahr 2003 fast versiebenfacht. Es ist zudem der einzige Sektor, der über den gesamten Zeitraum von Jahr zu Jahr angestiegen ist. Insbesondere durch den Zuwachs bei der Windenergie konnte das Wachstumstempo im Jahr 2017 deutlich zulegen.

Die Wärmeenergieerzeugung aus erneuerbaren Energien erhöhte sich bis zum Jahr 2008 kaum, wuchs dann jedoch zwei Jahre lang relativ stark an. Seit dem Jahr 2010 ist die Entwicklung bei einer insgesamt geringen Dynamik tendenziell aufwärtsgerichtet. Der Indexwert für das Jahr 2017

hat sich mit einem Wert von 196 im Vergleich zum Ausgangsniveau fast verdoppelt.

Die Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs in Hessen war aufgrund von Steuerbefreiungen für Biodiesel zunächst stark angestiegen. Mit der Rücknahme dieser Befreiung im Jahr 2007 verringerte sich der Biokraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2009 deutlich und bewegt sich seither mit leicht rückläufiger Tendenz um einen Indexwert von 400. Zum Biokraftstoffverbrauch zählen auch die Anteile an Biokraftstoffen, die Benzin in Form von Bioethanol, einem aus Pflanzen gewonnenen Ethanol-Alkohol, beigemischt werden.

**Abbildung 23: Entwicklung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003-2017**  
(Index 2003 = 100)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Stromsektor

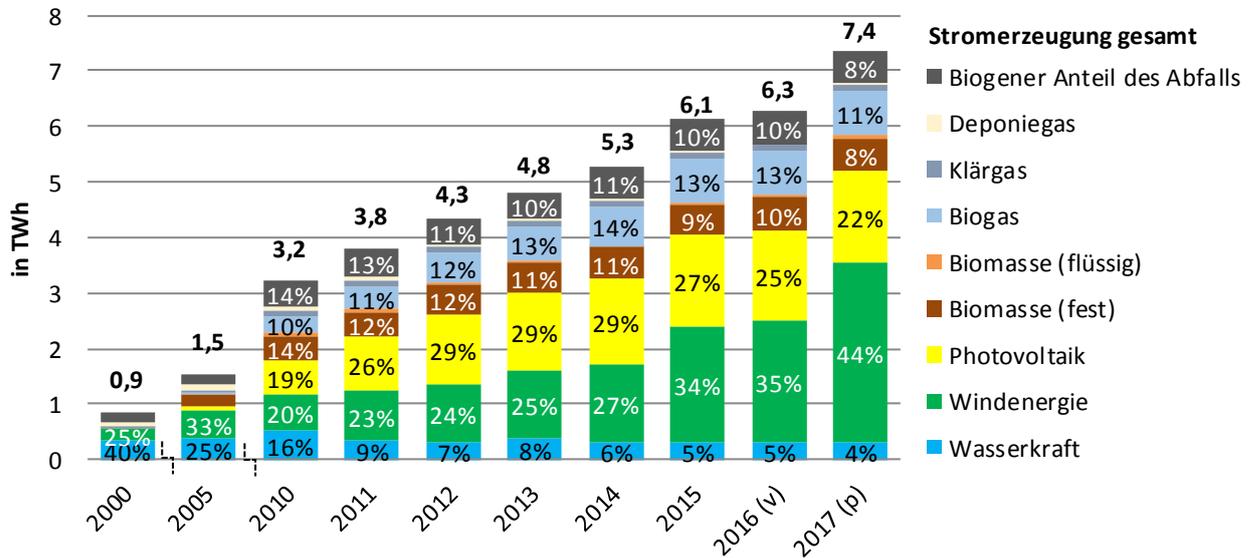
Im Jahr 2017 haben erneuerbare Energien mit insgesamt 7.371 GWh zur Stromerzeugung in Hessen beigetragen, 1.089 GWh bzw. 17,3 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 24). Den höchsten Beitrag hat dazu die Windenergie mit einem Zuwachs von 1.039 GWh bzw. 47,2 Prozent geleistet (siehe dazu auch Kapitel 6.2). Alle übrigen erneuerbaren Energieträger haben zusammen 50 GWh zum Anstieg der Stromerzeugung beigetragen. Zuwächsen bei Photovoltaik (+57 GWh bzw. +3,6 %), Biogas (+15 GWh bzw. +1,9 %), Deponiegas (+15 GWh

bzw. +67,2%) und flüssiger Biomasse (+4 GWh bzw. +8,1%) stehen dabei Abnahmen bei Klärgas (-19 GWh bzw. -17,5 %), Wasserkraft (-11 GWh bzw. -3,6 %), fester Biomasse (-8 GWh bzw. -1,4 %) und dem biogenen Anteil des Abfalls (-2 GWh bzw. -0,4 %) gegenüber.<sup>9</sup>

Die herausragende Bedeutung der Windenergie für die gesamte erneuerbare Stromerzeugung wird auch durch den Anteilswert in Höhe von 44 Prozent deutlich. Die Anteile aller übrigen erneuerbaren Energieträger haben sich hingegen im Vergleich zum Vorjahr verringert.

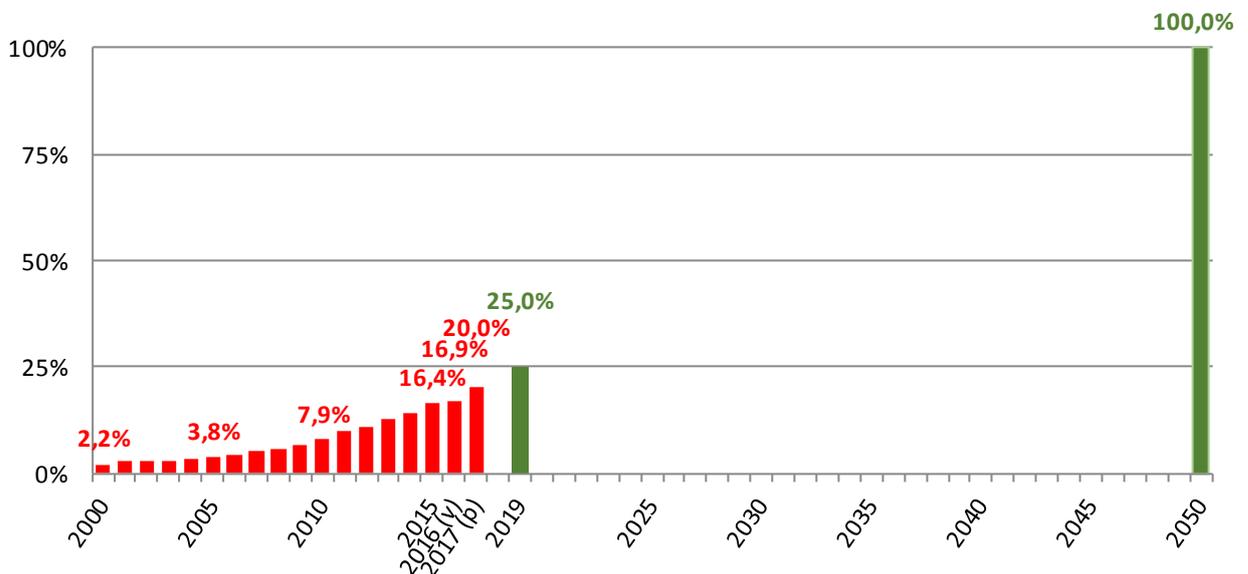
<sup>9</sup> Abfälle werden in Heizkraftwerken – meist in KWK – zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung oder in Heizwerken zur Wärmeenergieerzeugung eingesetzt. Der biogene Anteil dieser Abfallfraktionen wird getrennt nach Strom- und Wärmeenergieerzeugung ausgewiesen.

**Abbildung 24: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2017**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

**Abbildung 25: Anteilentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2017 sowie die Zielwerte 2019 und 2050 (in %)**



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

Die im Jahr 2017 in Hessen erneuerbar erzeugte Strommenge in Höhe von 7,4 TWh entspricht 20 Prozent des gesamten hessischen Bruttostromverbrauchs in Höhe von 36,8 TWh. Im Vorjahr lag der entsprechende Anteilswert

noch bei 16,9 Prozent. Damit erhöhte sich der Anteilswert binnen eines Jahres um 3,1 Prozentpunkte. Ursächlich hierfür war vor allem der starke Zuwachs der Windenergie bei einer gleichzeitig rückläufigen Entwicklung

des Bruttostromverbrauchs von 0,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr.

In Abbildung 25 sind die Anteilsentwicklung der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch seit dem Jahr 2000 sowie die Zielvorgaben für die Jahre 2019 (25 %) und 2050 (100 %) dargestellt. Demnach müssen in den nächsten zwei Jahren Anteilsgewinne in Höhe von jeweils 2,5 Prozentpunkten realisiert werden (2018: 22,5 %, 2019: 25 %), um für das Jahr 2019 die Zielvorgabe eines Anteilswertes von 25 Prozent Stromerzeugung durch erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch zu erfüllen.

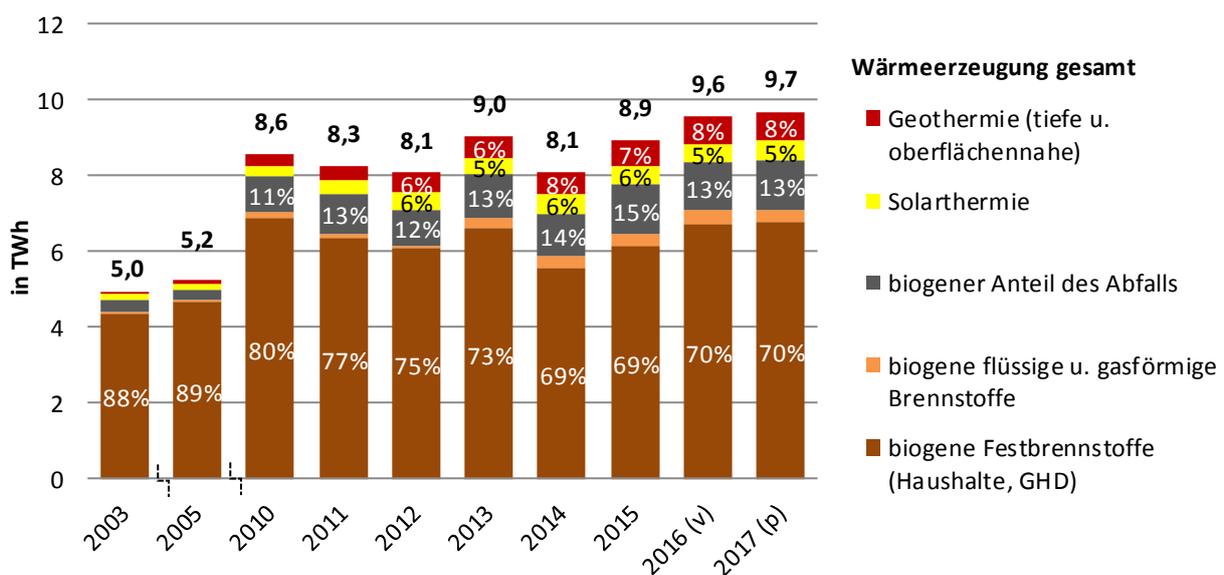
Unter der Annahme eines gleichbleibenden Bruttostromverbrauchs in Höhe von rund 37 TWh bis zum Jahr 2019 muss demnach jährlich etwa 1 TWh mehr Strom durch erneuerbare Energien in Hessen erzeugt werden (2018: 8,3 TWh, 2019: 9,3 TWh). Wenn es also gelingt, den Zuwachs des Jahres 2017 auch in den beiden kommenden Jahren zu erreichen, ist das Ziel eines 25-prozentigen Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch durchaus in Reichweite. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich die Rahmenbedingungen durch das am 01.01.2017 in Kraft getretene EEG 2017 grundlegend verändert haben. So erfolgt die Vergütung für neue Anlagen seither nicht mehr über gesetzlich festgelegte Einspeisetarife, sondern wird im Rahmen von Ausschreibungsverfahren für Windenergie an Land unter Wettbewerbsbedingungen ermittelt.

## Wärmesektor

Im Jahr 2017 trugen erneuerbare Energien zur Wärmezeugung in Hessen 9.702 GWh bei. Dies waren 122 GWh bzw. 1,3 Prozent mehr als im Vorjahr. Die Zusammensetzung aller dabei eingesetzten Energieträger blieb dabei nahezu unverändert (siehe Abbildung 26). Den absolut und relativ höchsten Zuwachs verzeichnete die Geothermie mit 65 GWh bzw. 9,0 Prozent. Es folgen der biogene Anteil des Abfalls (+24 GWh bzw. +1,8 %) und biogene Festbrennstoffe (+17 GWh bzw. +0,2 %). Zudem haben Solarthermie um 11 GWh bzw. 2,2 Prozent sowie biogene flüssige und gasförmige Brennstoffe um 6 GWh bzw. 1,9 Prozent zugenommen.

Über 70 Prozent der erneuerbaren Energieträger in der Wärmezeugung entfallen auf biogene Festbrennstoffe. Zu den biogenen Festbrennstoffen zählen z. B. Scheitholz, Pellets, Holzhackschnitzel, aber auch Stroh. Es folgen der biogene Anteil des Abfalls mit 13 Prozent, die Nutzung von Geothermie und dabei insbesondere der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen mit 8 Prozent, die Nutzung von Solarthermie mit 5 Prozent sowie die Nutzung von flüssigen und gasförmigen biogenen Brennstoffen mit zusammen 3,5 Prozent.

**Abbildung 26: Wärmezeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2017**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

Der Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung hat sich ausgehend von 5,0 TWh im Jahr 2003 auf 9,7 TWh im Jahr 2017 nahezu verdoppelt. Der Großteil dieses Anstiegs konnte dabei von 2008 bis 2010 realisiert werden (siehe auch Abbildung 23). Zwischen 2010 und 2014 ist kein eindeutiger Trend zu erkennen, wobei der hohe Wert im Jahr 2013 auf die kühle Witterung zurückzuführen ist. Nach 2014 ist vor allem durch den Anstieg der biogenen Feststoffe wieder ein aufwärtsgerichteter Trend erkennbar.

### Bioenergiedorf Amöneburg-Erfurtshausen

In Erfurtshausen wurde 2012 eine Energiegenossenschaft gegründet, die einen schrittweisen Umbau der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Energien umsetzt und sich das Ziel eines Bioenergiedorfes gesetzt hat. Für die Wärmeversorgung des Dorfes wird zur Grund- und Mittellastbereitstellung auf eine Biogasanlage zurückgegriffen, die Spitzenlast wird durch eine Hackschnitzelanlage bestehend aus zwei Kesseln mit je 440 kW Nennwärmeleistung bereitgestellt. Die Hackschnitzelanlage wird nur im Winterhalbjahr und den Übergangszeiträumen von Oktober bis Mai betrieben und verwendet zum Teil auch Holzhackschnitzel aus eigener Grünschnittsammlung. Zum Wärmetransport wurde im Dorf ein Nahwärmenetz installiert, wobei eine Breitbandversorgung mit verlegt wurde.

Die Anlage hat im Januar 2014 ihren Regelbetrieb aufgenommen. Fast das ganze Dorf wurde an das Nahwärmenetz angeschlossen, bis zum Jahresende 2018 werden 125 Häuser angeschlossen sein.

Weitere Informationen unter:

<https://www.energiegenossenschaft-erfurtshausen.de/>



Zu sehen sind die beiden Biomassekessel sowie eine Hausübergabestation und ein Schaukasten mit Rohrteilen, die in der Straße verlegt wurden.

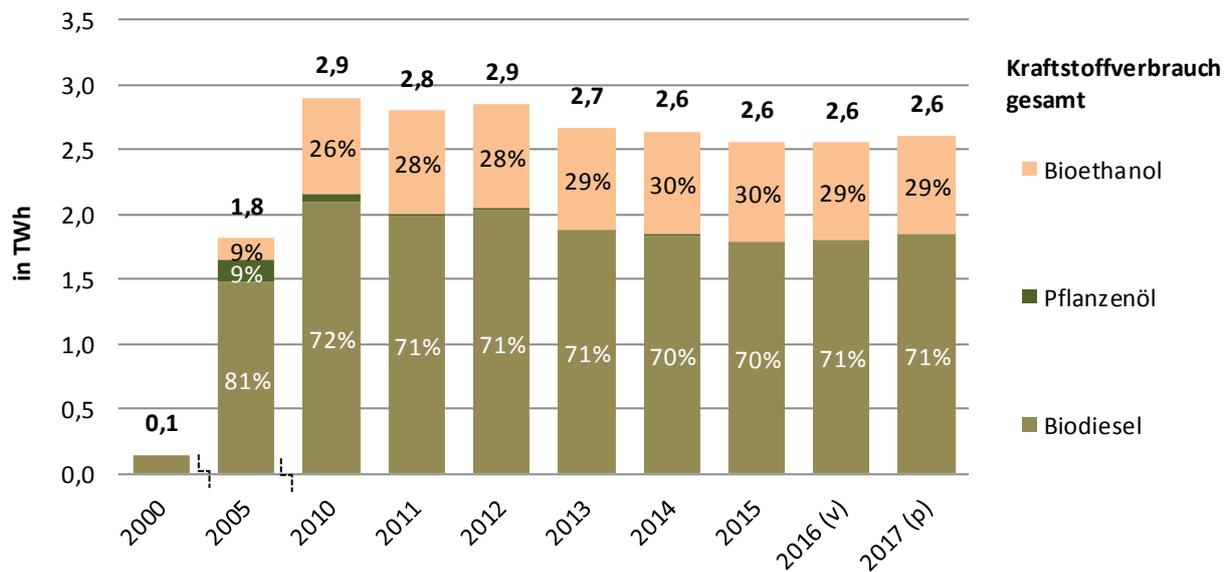
Foto: Bernd Riehl

### Verkehrssektor

Im Jahr 2017 belief sich der Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien in Hessen auf insgesamt 2,6 TWh, geringfügig (52 GWh bzw. 2 %) mehr als im Vorjahr. Damit setzt sich die insgesamt seit mehreren Jahren zu beobachtende stagnierende Entwicklung weiter fort (siehe Abbildung 27). Ebenfalls kaum Änderungen sind in der Zusammensetzung der Kraftstoffarten feststellbar: Im Jahr 2017 entfallen 71 Prozent auf Biodiesel und 29 Prozent auf Bioethanol. Pflanzenöl hat als Kraftstoff mittlerweile keine Bedeutung mehr.

Erneuerbare Energien, die im Verkehrssektor vor allem als Biokraftstoffe eingesetzt werden, dürften bei steigenden Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen (siehe Kapitel 8.2) zunehmend aber auch in Form von erneuerbar erzeugtem Strom Verwendung finden. Im hessischen Verkehrssektor wurden im Jahr 2017 insgesamt 4,7 PJ Strom für Mobilitätszwecke verbraucht. Dies entspricht in etwa 1 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs dieses Sektors (siehe Kapitel 8.1). Zum Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor liegen auf Ebene der Bundesländer allerdings keine amtlichen Daten vor.

Abbildung 27: Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2017 (in TWh)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

# 5

## Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch



## 5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch

In Hessen entfällt gut ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs (EEV) auf die Wärmeerzeugung, der größte Teil davon wiederum auf die Beheizung von Gebäuden und die Aufbereitung von Warmwasser. Beim Neubau und mehr noch bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes bieten sich daher große Potenziale für Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz. Zur Ermittlung der energetischen Sanierungs- und Modernisierungsrate im Wohngebäudebestand hat das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) eine umfangreiche Datenerhebung im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand durchgeführt. Die zentralen Ergebnisse werden in Abschnitt 5.3 vorgestellt.

Von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) werden Anwendungsbilanzen veröffentlicht, die zeigen, wie viel Energie die Endverbraucher für Wärme und Kälte, Prozesswärme, mechanische Energie, Elektronik und Beleuchtung in Deutschland einsetzen. Vom IE-Leipzig wurde diese für Deutschland entwickelte Methode auf Hessen übertragen. Damit kann in Abschnitt 5.2 die Entwicklung des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs für den Zeitraum von 2000 bis 2017 für Hessen aufgezeigt werden.

Abschließend wird die Inanspruchnahme der Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

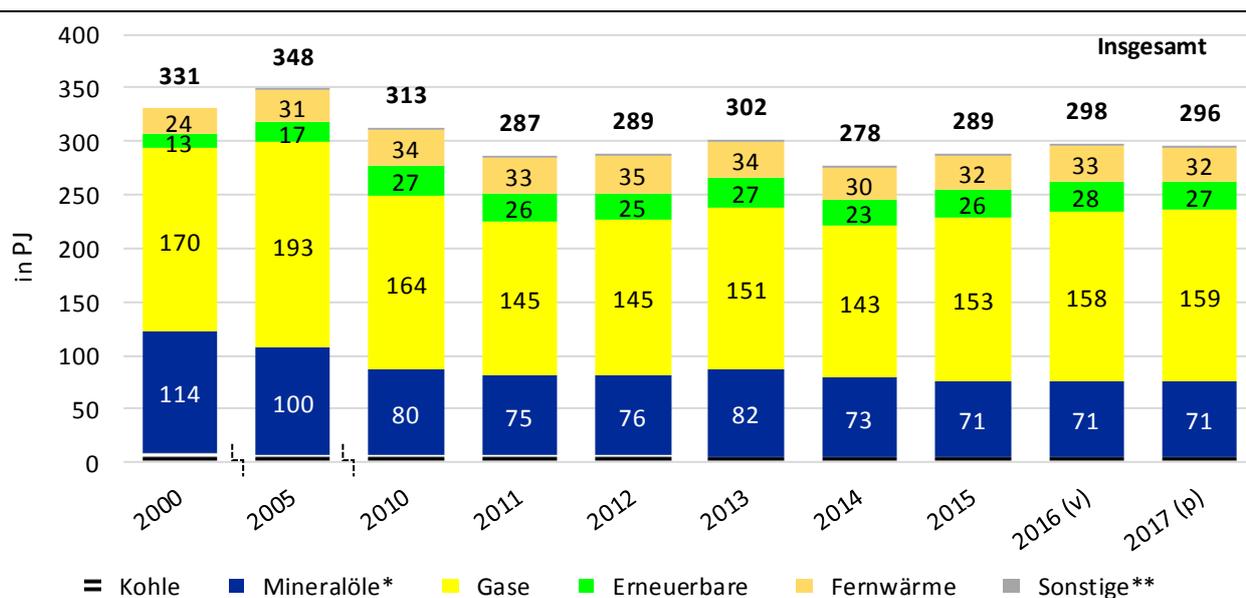
(BAFA) zur Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden in Hessen dargestellt.

### 5.1 Endenergieverbrauch für Wärme

Im Jahr 2017 betrug der Endenergieverbrauch für Wärme in Hessen insgesamt 296 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 28). Dies war geringfügig (-2 PJ bzw. -0,7 %) weniger als im Vorjahr und ist im Wesentlichen auf eine etwas mildere Witterung zurückzuführen. Leicht rückläufig war auch der Anteil des Wärmeverbrauchs am gesamten EEV, der von 37,0 Prozent im Jahr 2016 auf 36,7 Prozent im Jahr 2017 zurückging.

Nach Berechnungen des IE-Leipzig zur Zusammensetzung des EEV nach Energieträgern hat sich die Struktur der Energieträger im Jahr 2017 im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert. Gase (54 %) und Mineralöle (24 %) dominieren den Endenergieverbrauch für Wärme. Das verbleibende Viertel setzt sich überwiegend aus Fernwärme (11 %) und erneuerbaren Energien (9 %) zusammen. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden erneuerbare Energien, die zur Erzeugung von Fernwärme genutzt werden, hierbei als Fernwärme berücksichtigt. Auf Kohle und Sonstige Energieträger entfallen zusammen weniger als 3 Prozent.

Abbildung 28: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2017 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

In längerfristiger Betrachtung hat in Hessen der EEV für Wärme zwischen 2000 und 2011 tendenziell abgenommen und bewegt sich seitdem mit witterungsbedingten Schwankungen zwischen 278 und 302 PJ. Die Bedeutung von Mineralöl und Erdgas hat zunächst deutlich ab- und die der erneuerbaren Energien zugenommen. Seit 2010 ist die Zusammensetzung der Energieträger relativ stabil geblieben.

## 5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch

In den letzten beiden Monitoringberichten wurden Sondererhebungen des Mikrozensus aus den Jahren 2010 und 2014 speziell zum Wohnungsbestand ausgewertet. Dabei konnte jeweils eine hohe Strukturäquivalenz beim Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen, z. B. in Hinblick auf Alter und Größe der Wohnungen, bei der Zusammensetzung aus Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern und bei der Zusammensetzung der verwendeten Heizungsanlagen in Hessen und Deutschland aufgezeigt werden.<sup>10</sup>

### Endenergieverbrauch für Gebäude

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen hat eine Methodik zur Erstellung von Anwendungsbilanzen für Deutschland entwickeln lassen, womit für die Bereiche Industrie sowie Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD), private Haushalte und Verkehr der Endenergieverbrauch nach einzelnen Verwendungszwecken – z. B. Wärme- und Kälteanwendungen, mechanische Energie, Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik – aufgezeigt werden kann.<sup>11</sup> Auf Basis dieser Methode hat das IE-Leipzig den gebäuderelevanten EEV für Hessen abgeschätzt.

Der gebäuderelevante EEV setzt sich aus den Nutzungsarten Raumwärme, Warmwasser, Raumkühlung und Beleuchtung für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie zusammen. Für den Verkehrssektor werden in relativ

geringem Umfang auch Energieverbräuche für Raumwärme und -kühlung sowie für Beleuchtung ausgewiesen. Da diese allerdings z. B. durch die Beheizung bzw. Kühlung der Fahrgastzellen und die Innen- und Außenbeleuchtung der Fahrzeuge entstehen, sind sie nicht gebäuderelevant.<sup>12</sup> In methodischer Übereinstimmung mit der Monitoringberichterstattung zur Energiewende des Bundes wird daher für den Verkehrssektor auch in der Berichterstattung für Hessen kein Energieverbrauch für Raumwärme ausgewiesen.

Der gebäuderelevante Endenergieverbrauch in Hessen beziffert sich demnach auf insgesamt 250,2 PJ, das sind 31,0 Prozent des gesamten hessischen EEV im Jahr 2017 (siehe Tabelle 1).<sup>13</sup> Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt mit 194,3 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme; dies alleine entspricht fast einem Viertel (24,1 %) des gesamten EEV. Es folgen Warmwasseraufbereitung und Beleuchtung mit 4,1 bzw. 2,5 Prozent. Mit einem Anteil von 0,3 Prozent hat Raumkühlung eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

Bei Betrachtung der Verbrauchssektoren verwenden die privaten Haushalte 86,1 Prozent ihres gesamten EEV für die Nutzung von Gebäuden, im Wesentlichen für Raumwärme (69,7 %) und Warmwasseraufbereitung (14,7 %). Im Sektor GHD entfallen zwei Drittel (66,7 %) des EEV auf die Gebäudenutzung, am meisten davon auf die Heizung. Zugleich entfällt auch ein signifikanter Anteil auf die Beleuchtung der Gebäude (13,4 %). In der Industrie spielt der gebäuderelevante EEV mit weniger als 10 Prozent des gesamten EEV hingegen nur eine vergleichsweise geringe Rolle.

Der Abwärtstrend hat aber deutlich an Dynamik verloren. Seit 2011 bewegen sich die Verbrauchswerte um 250 PJ. Ähnlich bewegen sich in den letzten Jahren auch die Anteile relativ stabil um den Wert von 31 Prozent.

<sup>10</sup> Siehe dazu die detaillierten Ausführungen in HMWEVL 2016 und insbesondere in HMWEVL 2017 jeweils im 5. Kapitel.

<sup>11</sup> Die AGEV hat für die Erstellung der Anwendungsbilanz der Industrie das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, für die Anwendungsbilanz von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen den Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der TU München und für die Anwendungsbilanz der Haushalte und des Verkehrssektors das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung beauftragt. Eine detaillierte Methoden- und Ergebnisbeschreibung ist für die Jahre 2008 bis 2012 (siehe AGEV 2016) sowie für die Jahre 2013 bis 2016 (siehe AGEV 2018) im Internet verfügbar.

<sup>12</sup> Siehe dazu die Erläuterungen in RWI 2017, S. 6.

<sup>13</sup> 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.

**Tabelle 1: Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2017 (in PJ, Anteilswerte in %)**

Absoluter Verbrauch in PJ	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	160,6	78,5	11,0	—	250,2
<i>davon:</i>					
<i>Raumwärme</i>	130,1	56,4	7,8	—	194,3
<i>Warmwasser</i>	27,4	5,1	0,8	—	33,3
<i>Raumkühlung</i>	0,3	1,2	0,8	—	2,3
<i>Beleuchtung</i>	2,8	15,8	1,6	—	20,2
<b>EEV insgesamt</b>	<b>186,6</b>	<b>117,8</b>	<b>110,7</b>	<b>392,3</b>	<b>807,4</b>
Anteil am EEV insgesamt in %	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	19,9%	9,7%	1,4%	—	31,0%
<i>davon:</i>					
<i>Raumwärme</i>	16,1%	7,0%	1,0%	—	24,1%
<i>Warmwasser</i>	3,4%	0,6%	0,1%	—	4,1%
<i>Raumkühlung</i>	0,0%	0,1%	0,1%	—	0,3%
<i>Beleuchtung</i>	0,3%	2,0%	0,2%	—	2,5%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>23,1%</b>	<b>14,6%</b>	<b>13,7%</b>	<b>48,6%</b>	<b>100,0%</b>
Anteil am sektorspezifischen EEV in %	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	86,1%	66,7%	9,9%	—	31,0%
<i>davon:</i>					
<i>Raumwärme</i>	69,7%	47,9%	7,0%	—	24,1%
<i>Warmwasser</i>	14,7%	4,3%	0,7%	—	4,1%
<i>Raumkühlung</i>	0,2%	1,0%	0,8%	—	0,3%
<i>Beleuchtung</i>	1,5%	13,4%	1,4%	—	2,5%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	—	<b>100,0%</b>

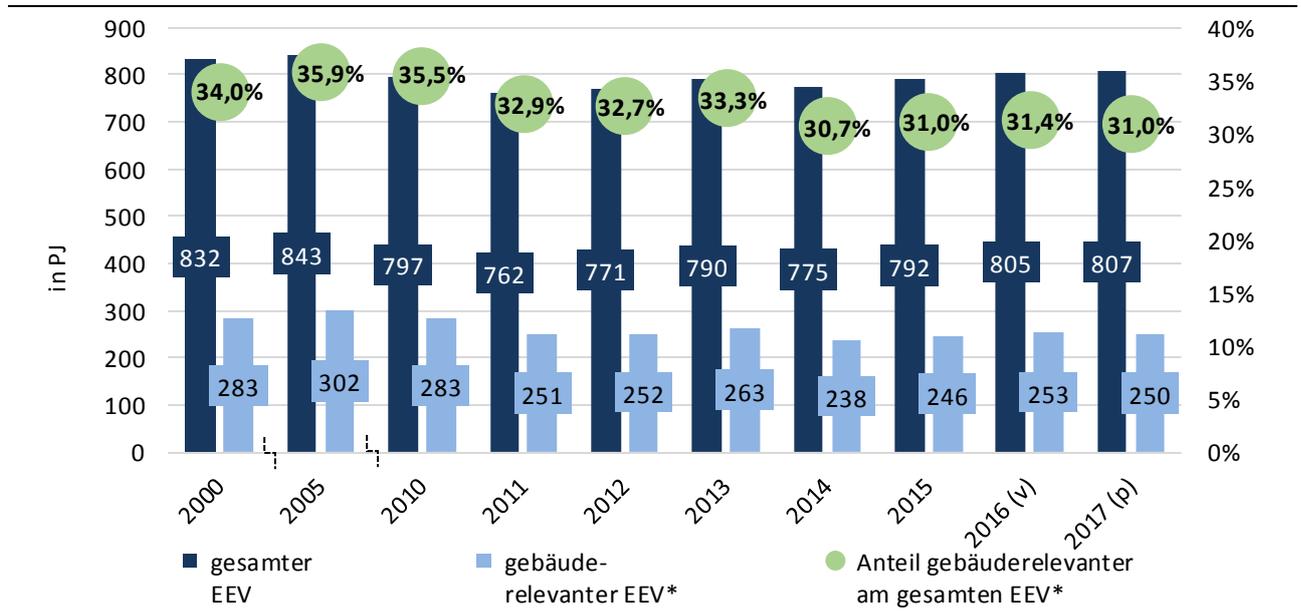
\* — kein gebäuderelevanter Endenergieverbrauch im Verkehrssektor vorhanden.

Quelle: IE-Leipzig 2018a; vorläufige Daten; Berechnungen der Hessen Agentur.

In Abbildung 29 sind der gesamte EEV und der gebäuderelevante EEV sowie der Anteil des gebäudelevanten EEV am gesamten EEV im Zeitverlauf dargestellt. Aus der Abbildung wird der Einfluss der Witterung auf den gebäudelevanten EEV ersichtlich. So sind im relativ kühlen Jahr 2013 auch ein vergleichsweise hoher und im besonders milden Jahr 2014 ein niedriger gebäuderelevanter EEV zu verzeichnen.

Insgesamt ist der gebäuderelevante EEV im betrachteten Zeitraum deutlich gesunken. In der Dekade von 2000 bis 2009 wurden durchschnittlich 293 PJ Endenergie pro Jahr für die Nutzung von Gebäuden verbraucht, in den Jahren von 2010 bis 2017 sank der Durchschnittsverbrauch auf 255 PJ. Dies entspricht einem Rückgang von 13 Prozent.

**Abbildung 29: Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2000-2017 in Hessen (in PJ, Anteilswerte in %)**



\*) geschätzte Werte.

Quelle: HSL 2018a; IE-Leipzig 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Energetische Sanierung der Polizeistation Weilburg

Bei der Sanierung des Dienst- und des Nebengebäudes der Polizeistation Weilburg erfolgte unter der Zielsetzung des CO<sub>2</sub>-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME) eine vollständige Hüllflächensanierung sowie eine Erneuerung und Optimierung der technischen Anlagen.

Mit der energetischen Sanierung wird der Neubaustandard nach EnEV 2009, welcher gem. Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren des Landes Hessen nach § 9 Abs. 3 des Hessischen Energiegesetzes (RL HEG) maßgeblich war, um 43 % unterschritten. Auch in Bezug auf das seit 2016 verschärfte Niveau der EnEV 2014 ist eine deutliche Unterschreitung des Neubaustandards zu erwarten.

Die Fassade wurde gedämmt, die Fenster- und Außentüren wurden gegen dreifach verglaste Elemente ausgetauscht. Ein automatisch betriebener, äußerer Sonnenschutz sowie ein innerer Blendschutz sind ebenso Teil des energetischen Konzepts wie der Einsatz energiesparender LED-Leuchten.

Die oberste Geschossdecke wurde gedämmt und die neuen Dachflächen wurden mit einer PV-Anlage für den Eigenverbrauch ausgestattet.

Durch den Einsatz regenerativer Energien mittels einer neuen Holzpelletanlage mit 46 kW und der Verwendung von Ökostrom kann das Gebäude CO<sub>2</sub>-neutral betrieben werden.

Weitere Informationen unter:

<http://co2.hessen-nachhaltig.de/de/projekte-bestandsbau.html>



### Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen

Im Jahr 2017 wurden in Hessen insgesamt gut 6.800 Wohngebäude mit zusammen fast 18.800 Wohnungen fertiggestellt (siehe Tabelle 2). Dies waren rund 400 Wohngebäude mit zusammen fast 2.500 Wohnungen mehr als im Vorjahr. In fast jedem zweiten neuerrichteten Wohngebäude (48,1 %) waren erneuerbare Energien die primäre Energiequelle und lagen damit erstmals vor Erdgasheizungen, die auf einen Anteil von 42,4 Prozent kamen.

Ein anderes Bild ergibt der Blick auf die Wohnungen: Hier bleibt Erdgas weiterhin mit großem Abstand die wichtigste primäre Energiequelle. Aus den Daten der im Jahr 2017 fertiggestellten Wohnungen wird ersichtlich,

dass erneuerbare Energien bisher wohl überwiegend in Ein- und Zweifamilienhäusern als primäre Energiequelle genutzt werden. Als Heizsysteme im Geschosswohnungsbau dominieren hingegen erdgasbefeuerte Zentralheizungen gefolgt von Fernwärme.

Innerhalb der erneuerbaren Energien prägen Wärmepumpen, die Unterschiede in der Umweltwärme nutzen, als Heizsysteme sowohl bei den Wohngebäuden (77,2 %) als auch bei den Wohnungen (66,7 %) das Bild. Mit deutlichem Abstand folgen Holz und Geothermie als primäre Energiequellen. In gut jedem dritten Wohngebäude (36,7 %) und knapp jeder dritten Wohnung (31,8 %) wird zusätzlich zur primären Energiequelle noch eine sekundäre Energiequelle zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um die erneuerbaren Energien Solarenergie und Holz.

**Tabelle 2: Im Jahr 2017 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	83 (1,2 %)	119 (0,6 %)	2 (0,0 %)	2 (0,0 %)
Gas	2.899 (42,4 %)	9.031 (48,1 %)	92 (1,3 %)	304 (1,6 %)
Fernwärme	560 (8,2 %)	4.113 (21,9 %)	53 (0,8 %)	89 (0,5 %)
Erneuerbare Energien	3.290 (48,1 %)	5.495 (29,3 %)	2.095 (30,6 %)	5.062 (27,0 %)
Sonstige	6 (0,1 %)	6 (0,0 %)	269 (3,9 %)	501 (2,7 %)
Keine Energie	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	4.327 (63,3 %)	12.806 (68,2 %)
<b>Summe</b>	<b>6.838 (100 %)</b>	<b>18.764 (100 %)</b>	<b>6.838 (100 %)</b>	<b>18.764 (100 %)</b>
<b>B) Erneuerbare Energien</b>				
Umweltwärme**	2.541 (77,2 %)	3.663 (66,7 %)	80 (3,8 %)	548 (10,8 %)
Holz	442 (13,4 %)	1.300 (23,7 %)	847 (40,4 %)	1.268 (25,0 %)
Geothermie**	228 (6,9 %)	397 (7,2 %)	18 (0,9 %)	31 (0,6 %)
Solarenergie	68 (2,1 %)	122 (2,2 %)	1.141 (54,5 %)	3.166 (62,5 %)
Sonstige EE	11 (0,3 %)	13 (0,2 %)	9 (0,4 %)	49 (1 %)
<b>Summe</b>	<b>3.290 (100 %)</b>	<b>5.495 (100 %)</b>	<b>2.095 (100 %)</b>	<b>5.062 (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.

\*\*) Wärmepumpen werden nach den Wärmequellen Erde (Geothermie), Luft (Aerothermie) und Wasser (Hydrothermie) eingeteilt. Die Thermiearten Aerothermie und Hydrothermie werden hier unter Umweltwärme zusammengefasst.

Quelle: HSL 2018c.

### Energetische Sanierung des Finanzamts Bad Homburg v. d. H.

Im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME) wurde die gesamte Gebäudehülle des Finanzamts Bad Homburg energetisch saniert und die technischen Anlagen erneuert. Das Gebäude erfüllt den Neubaustandard nach EnEV 2009, welcher zum Projektzeitraum und gem. Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren des Landes Hessen nach § 9 Abs. 3 des Hessischen Energiegesetzes galt, obwohl eine Erfüllung bei Baudenkmalern nicht erforderlich gewesen wäre. Trotz Denkmalschutzauflagen konnten die Anforderungen an die Bauteilqualitäten gemäß der o.g. Richtlinie erfüllt werden. Diese Anforderungen übertreffen noch immer die seit 2016 gültigen Anforderungen der EnEV 2014.

Die energetischen Maßnahmen beinhalteten die Dämmung und Erneuerung des Daches inklusive der obersten Geschossdecke, die Erneuerung der Fenster- und Türelemente mit einer Dreifachverglasung sowie die Dämmung aller Fassadenflächen unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes. Ein automatisch betriebener Sonnenschutz mit Lichtlenkfunktion sowie innerer Blendschutz verbessern die Energiebilanz und tragen gleichzeitig zu einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.

Ein neues Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 4 kW elektrischer und 32 kW thermischer Leistung, Maßnahmen zur Kühlung und der Einsatz energiesparender LED-Beleuchtung sind weitere Bestandteile des energetischen Gesamtkonzeptes.

Weitere Informationen unter:

<http://co2.hessen-nachhaltig.de/de/projekte-bestandsbaue.html>



## 5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden

### Energetische Merkmale und Modernisierungsraten im hessischen Wohngebäudebestand<sup>14</sup>

Bei der Einhaltung der Energiespar- und Klimaschutzziele kommt dem Wohngebäudesektor, auf den der größte Anteil des Endenergieverbrauchs für Wärme entfällt, eine besondere Bedeutung zu. Für eine zielgerichtete strategische Weiterentwicklung dieses Sektors werden dabei aktuelle statistisch belastbare Daten zum energetischen Zustand der Wohngebäude ebenso wie zur Sanierungsdynamik in Bezug auf den Wärmeschutz und die Wärmeversorgung benötigt.

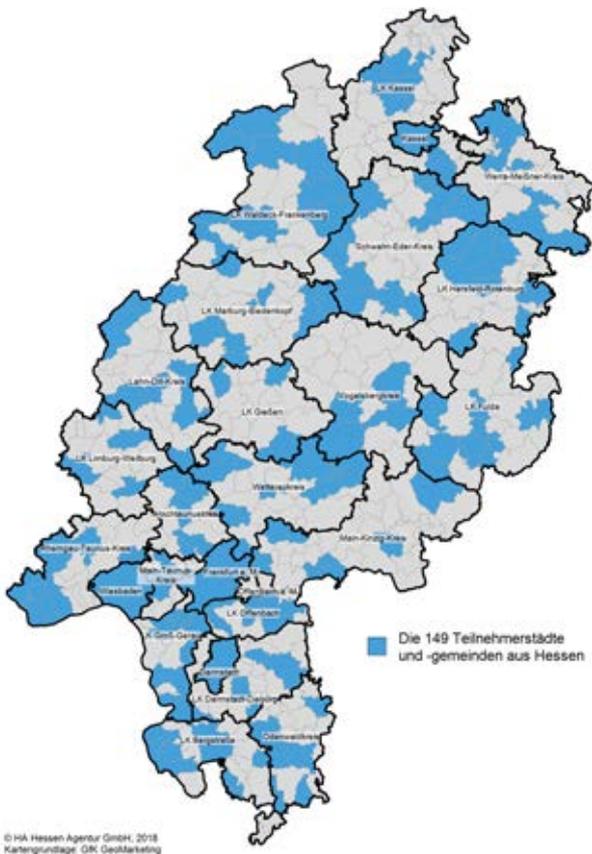
An dieser Stelle setzt ein inzwischen abgeschlossenes Forschungsprojekt des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) aus Darmstadt an. Fördermittelgeber im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ war neben dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL). Ziel des Forschungsvorhabens war es, die beschriebenen Datenlücken durch die Schaffung einer repräsentativen Datenbasis zu schließen, die zum einen im Sinne einer Erfolgskontrolle die bisher erreichten energetischen Standards beim Wärmeschutz und der Wärmeversorgung abbildet und die zum anderen die notwendigen Eingangsdaten für entsprechende Prognosen und Szenarienanalysen zur Verfügung stellt.

Die erforderlichen Gebäudedaten wurden überwiegend durch eine schriftlich-postalische Befragung gewonnen. Dabei wurden deutschlandweit mit einem Schwerpunkt im Bundesland Hessen die Eigentümer von mehr als 90.000 zufällig ausgewählten Wohngebäuden, davon rund 47.000 aus Hessen, mit der Bitte angeschrieben, einen vierseitigen Fragebogen auszufüllen. Neben energetisch relevanten Gebäudemerkmalen wurden auch grundlegende Daten wie z. B. zur Eigentümerstruktur, zum Gebäudetyp und zum Denkmalschutz erhoben, wodurch auch Auswertungen über energetische Fragestellungen hinaus ermöglicht wurden.

Mangels Zugang zu Eigentümeranschriften erfolgte die Befragungsdurchführung unter Mitwirkung von 683 Städten und Gemeinden, davon 149 Kommunen aus Hessen, somit war mehr als jede dritte Kommune in die Erhebung eingebunden. Die hessischen Teilnehmerkommunen verteilen sich über das gesamte Bundesland und schließen kleinere Gemeinden genauso ein wie die Großstädte Frankfurt am Main, Wiesbaden, Kassel und Darmstadt (siehe Abbildung 30).

14 Der Beitrag zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im hessischen Wohnungsbestand stammt vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU).

**Abbildung 30: Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im Wohngebäudebestand: Die 149 Teilnehmerstädte und -gemeinden aus Hessen**



Für das Projekt haben die Grundsteuerstellen der Teilnehmerkommunen die Eigentümeranschriften vorgegebener Wohngebäudeadressen ermittelt und den recherchierten Eigentümern die Befragungsunterlagen zugeschickt. Dieses Versandverfahren hat aus Sicht der befragten Eigentümer ein Höchstmaß an Anonymität gewährleistet, da der „eigentliche“ Versender der Befragungsunterlagen – also das IWU – nicht in Kontakt mit Eigentümeranschriften kam.

Da darüber hinaus die Befragten die Fragebögen ohne Angabe ihrer Person und des Untersuchungsgebäudes an das IWU zurückschickten, war sichergestellt, dass Gebäudeangaben nicht auf einzelne Eigentümer oder konkrete Gebäude zurückverfolgt werden konnten. Der Fragebogenversand erstreckte sich beginnend mit dem 25.08.2016 über exakt ein Jahr. Zurückgeschickte Fragebögen konnten bis zum 21.11.2017 berücksichtigt werden.

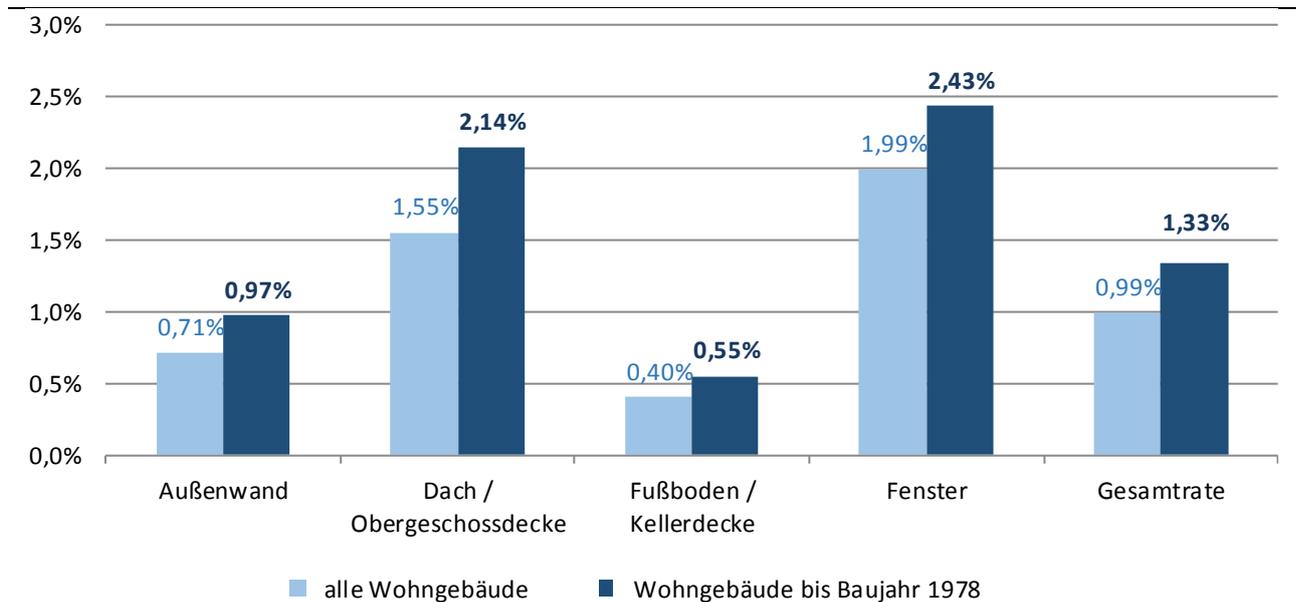
Die nachfolgend vorgestellten Befragungsergebnisse stützen sich auf die Auswertung der aufbereiteten und hochgerechneten Daten von 8.818 hessischen Untersuchungsgebäuden und geben die Situation im hessischen

Wohngebäudebestand zum 31.12.2016 wieder. Dabei beschränkt sich die Ergebnisvorstellung auf grundlegende Befragungsergebnisse. Für detailliertere Ergebnisse wird auf den Projektendbericht verwiesen, der unter [www.wohngebaeuedaten2016.iwu.de](http://www.wohngebaeuedaten2016.iwu.de) zum Download zur Verfügung steht. Darüber hinaus besteht für Forschungsinstitute und andere Interessenten die Möglichkeit, eigene Auswertungen der erhobenen Daten durchzuführen. Zu näheren Informationen gelangt man ebenfalls über den genannten Link.

Die jährliche Modernisierungsrate beim Wärmeschutz im hessischen Wohngebäudebestand lag für die Periode 2010-2016 im Mittel bei 0,99 Prozent pro Jahr und war damit deutlich niedriger als die Zielvorgaben der Energiewende in Hessen (siehe Kapitel 2). Dort wird eine jährliche energetische Sanierungsquote im Gebäudebestand von 2,5 bis 3 Prozent genannt. Zu berücksichtigen ist bei den folgenden Angaben eine gewisse statistische Fehlerbandbreite, die jeweils im Projektendbericht dokumentiert ist. Die Rate gibt als statistischen Durchschnittswert an, wie viel Prozent aller Bestandsgebäude pro Jahr im Durchschnitt energetisch modernisiert werden. Dabei werden vollständige und teilweise Dämmungen von Außenwand, Dach / Obergeschossdecke, Fußboden / Kellerdecke sowie der Einbau von neuen Fenstern bzw. Verglasungen entsprechend ihrem Flächenanteil zu einem Gesamtwert zusammengefasst. Beschränkt man sich auf Wohngebäude bis Baujahr 1978 und damit auf solche Wohngebäude, deren Genehmigung im Regelfall vor Ende 1977 und damit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung erfolgte, ergibt sich für denselben Zeitraum eine jährliche Wärmeschutz-Modernisierungsrate von durchschnittlich 1,33 Prozent pro Jahr.

Im Hinblick auf die Interpretation der Wärmeschutz-Modernisierungsrate ist darauf hinzuweisen, dass die Zusammenfassung in einer einzigen Zahl sinnvoll erscheint, um einen pauschalen Überblick über die aktuelle Dynamik bei der energetischen Sanierung der Gebäudehülle zu geben. Für ein genaueres Verständnis ist dagegen eine Betrachtung der entsprechenden Modernisierungsraten der Einzelbauteile notwendig, aus denen sich der Gesamtwert zusammensetzt. Diese Einzelraten, die hier wiederum als mittlere jährlich gedämmte Flächenanteile (nun bezogen auf die Gesamtfläche des jeweiligen Bauteils) der Periode 2010-2016 zu verstehen sind, betragen für die Außenwände hessischer Wohngebäude 0,71 Prozent pro Jahr, für Dach bzw. Obergeschossdecke 1,55 Prozent pro Jahr, für Fußboden bzw. Kellerdecke 0,40 Prozent pro Jahr und für die Fenster und Verglasungen 1,99 Prozent pro Jahr. Die entsprechenden Raten für Altbauten bis Baujahr 1978 sind durchweg höher (vgl. Abbildung 31). Die Wärmeschutz-Modernisierungsraten unterscheiden sich somit deutlich zwischen den Bauteilen.

**Abbildung 31: Jährliche bauteilbezogene Wärmeschutz-Modernisierungsraten (flächengewichtet) und Gesamtrate im hessischen Wohngebäudebestand für den Zeitraum 2010-2016**



Quelle: IWU 2018.

Betrachtet man alle in der Vergangenheit im hessischen Wohngebäudebestand durchgeführten Wärmeschutz-Modernisierungsmaßnahmen, so ist festzustellen, dass 15,8 Prozent der Außenwandflächen, 37,6 Prozent der Flächen von Dächern bzw. Obergeschossdecken und 8,3 Prozent der Fußboden- bzw. Kellerdeckenflächen bereits nachträglich gedämmt wurden. Bei den Wohngebäuden mit Baujahr bis 1978 ergeben sich entsprechende Anteile von 22,4 Prozent (Außenwandflächen), 52,3 Prozent (Dach- bzw. Obergeschossdeckenflächen) und 11,5 Prozent (Fußboden- bzw. Kellerdeckenflächen).

Bei 56,0 Prozent der Fenster im hessischen Wohngebäudebestand liegt eine Wärmeschutzverglasung vor. Auch in der Gruppe der Wohngebäude mit Baujahr bis 1978 liegt dieser Anteil bei mehr als der Hälfte, nämlich bei 52,5 Prozent.

Die energetische Modernisierungsrate der Wärmeversorgung – definiert als der jährliche Anteil der Wohngebäude, in denen der Haupt-Wärmeerzeuger erneuert wird oder die erstmalig einen Fernwärmeanschluss erhalten – liegt für die Periode 2010-2016 hessenweit bei 2,81 Prozent pro Jahr. Langfristig anhaltende energetische Modernisierungsraten der Wärmeversorgung in einer solchen Größenordnung von annähernd 3 Prozent pro Jahr würden bedeuten, dass das Gros der Wärmeerzeuger bis 2050, dem Zieljahr der langfristigen Klimaschutzkonzepte, noch einmal ausgetauscht werden kann.

Von besonderem Interesse ist daher auch die Struktur der im Bestand eingesetzten und erneuerten Haupt-Wärmeerzeugungssysteme für die Gebäudeheizung. Hier ist festzustellen, dass herkömmliche Systeme – gemeint sind vor allem mit fossilen Brennstoffen betriebene Heizkessel und Öfen sowie weiterhin direktelektrische Heizungen (inklusive Nachtspeicherheizung) – stark dominieren. Dies gilt sowohl für den Gesamtbestand der vorhandenen Anlagen in hessischen Wohngebäuden mit einem Anteil herkömmlicher Systeme von 89,0 Prozent als auch für die im Zeitraum 2010-2016 bei Erneuerungsmaßnahmen installierten Systeme mit einem Anteil herkömmlicher Wärmeerzeuger von 87,1 Prozent. Alternativen Technologien (Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Fernwärme, Biomasse-Heizsystemen) kommt damit sowohl im Bestand als auch bei der Modernisierung ein Anteil von weniger als 15 Prozent zu (11,0 % im Bestand und 12,9 % bei der Modernisierung).

Für Solarthermieanlagen, die als ergänzende Wärmeerzeugungssysteme zur Warmwasserbereitung und gegebenenfalls auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, lagen die Installationsraten im Zeitraum 2010-2016 im hessischen Wohngebäudebestand (inklusive Neubau) bei knapp 0,7 Prozent pro Jahr. Insgesamt 14,5 Prozent aller hessischen Wohngebäude weisen Solarthermieanlagen auf. Unter diesen dienen 63,3 Prozent allein der Warmwasserbereitung, während 36,7 Prozent auch eine Heizungsunterstützung beinhalten.

Im Fall von Solarstromanlagen (Photovoltaik), die in der Regel vorrangig anderen Zwecken als der Wärmeversorgung dienen, aber insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen auch diese Aufgabe übernehmen können, ergibt sich für die Periode 2010-2016 eine Installationsrate (auf oder an hessischen Wohngebäuden) von ebenfalls knapp 0,7 Prozent pro Jahr. Allerdings zeigt sich im Vergleich der Teilperioden 2010-2012 (1,02 % p. a.) und 2013-2015 (ca. 0,55 % p. a.) fast eine Halbierung. Der Anteil der Gebäude mit Photovoltaikanlagen liegt im hessischen Wohngebäudebestand insgesamt bei 8,0 Prozent.

Betrachtet man speziell den Neubausektor, so ist festzustellen, dass rund 70 Prozent der seit 2010 errichteten Wohngebäude in Hessen als KfW-Effizienzhäuser 70, 55 bzw. 40 oder im Passivhausstandard errichtet wurden. Unter diesen wurde etwas mehr als die Hälfte (nämlich 54 %) durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Bei der anderen knappen Hälfte wurden keine Fördermittel zur Erreichung des Standards in Anspruch genommen.

In der Gesamtbetrachtung stellen sich die Ergebnisse für Deutschland im Großen und Ganzen sehr ähnlich dar, auch wenn die bundesdeutschen Einzelwerte erwartungsgemäß nicht genau den hessischen entsprechen.

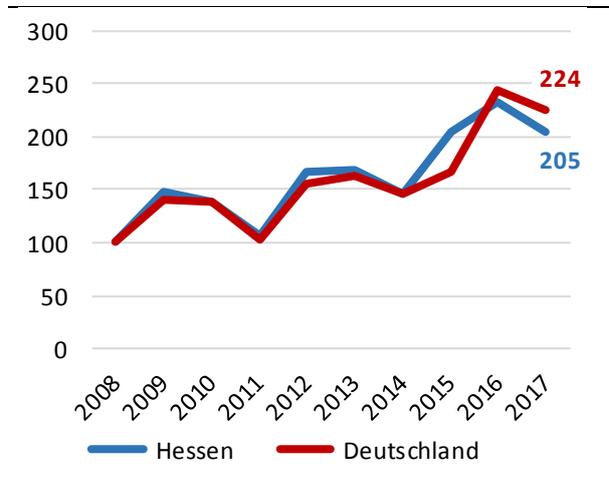
### Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor

Von der KfW und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) werden bundesweit spezielle Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor angeboten. Angaben über die Anzahl der Zusagen, das Fördervolumen sowie die Zahl der geförderten Wohneinheiten und Anlagen werden im Folgenden als Indikatoren für die zeitliche Nachfrageentwicklung aufbereitet.

Von der KfW wurden im Jahr 2017 sowohl der Neubau als auch die Modernisierung von Gebäuden bundesweit mit 14,2 Mrd. Euro gefördert, knapp 900 Mio. Euro bzw. 6,3 Prozent entfielen auf Hessen. Nach dem Rekordjahr 2016 ist das Fördervolumen in Hessen wie auch in Deutschland zurückgegangen (siehe Abbildung 32). Der Rückgang fiel in Hessen mit -11,8 Prozent etwas stärker aus als in Deutschland insgesamt (-7,9 %). Ein Grund für diese rückläufige Entwicklung könnte das historisch niedrige Zinsniveau für Baukredite sein, das eine Baufinanzierung über Geschäftsbanken oder Bausparkassen sehr attraktiv macht.

Im Gesamtzeitraum seit 2008 hat sich die Nachfrage nach Fördermitteln zur Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden in Hessen und Deutschland bisher sehr ähnlich entwickelt.

**Abbildung 32: Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2017 (Index 2008 = 100)**



Quelle: KfW 2018.

In Tabelle 3 ist für das Jahr 2017 die Bau- und Sanierungsförderung der KfW für Hessen, differenziert nach Anzahl der Zusagen, Fördervolumen und geförderten Wohneinheiten zusammengestellt. Auf Neubauten entfielen jeweils 21 Prozent der Zusagen und geförderten Wohneinheiten, aber mit 617 Mio. Euro knapp 70 Prozent der gesamten Fördermittel. Im Schnitt entfielen auf jede im Jahr 2017 geförderte neugebaute Wohneinheit rund 96.000 Euro zinsvergünstigte Kredite. Dies ist eine deutliche Erhöhung um 26.800 Euro bzw. 38,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr und im Wesentlichen auf die Anhebung des Kredithöchstbetrags in diesem Förderprogramm von 50.000 auf 100.000 Euro je Förderfall zum 01.04.2016 zurückzuführen.

Die Gebäudesanierung in Hessen wurde von der KfW im Jahr 2017 mit insgesamt 277 Mio. Euro gefördert. Der größte Teil davon entfiel auf die Programme Effizienzhaus und Einzelmaßnahmen mit zusammen knapp 244 Mio. Euro. Auf jede geförderte Wohneinheit entfallen beim Effizienzhausprogramm eine Fördersumme von im Schnitt 57.700 Euro und bei der Einzelmaßnahmenförderung von im Schnitt 20.400 Euro. Auch hier hat sich die Fördersumme je Wohneinheit im Vorjahresvergleich um 9,2 bzw. 3,5 Prozent erhöht.

**Tabelle 3: Bau- und Sanierungsförderung der KfW 2017 in Hessen**

	Anzahl der Zusagen	Mio. Euro	geförderte Wohneinheiten
Energieeffizient bauen	3.366	617	6.430
Energieeffizient sanieren	12.489	277	24.075
davon:			
Effizienzhaus	598	149	2.581
Einzelmaßnahmen	1.691	95	4.666
Ergänzungskredit	56	1	86
Zuschuss	10.144	32	16.742
<b>Insgesamt</b>	<b>15.855</b>	<b>894</b>	<b>30.505</b>

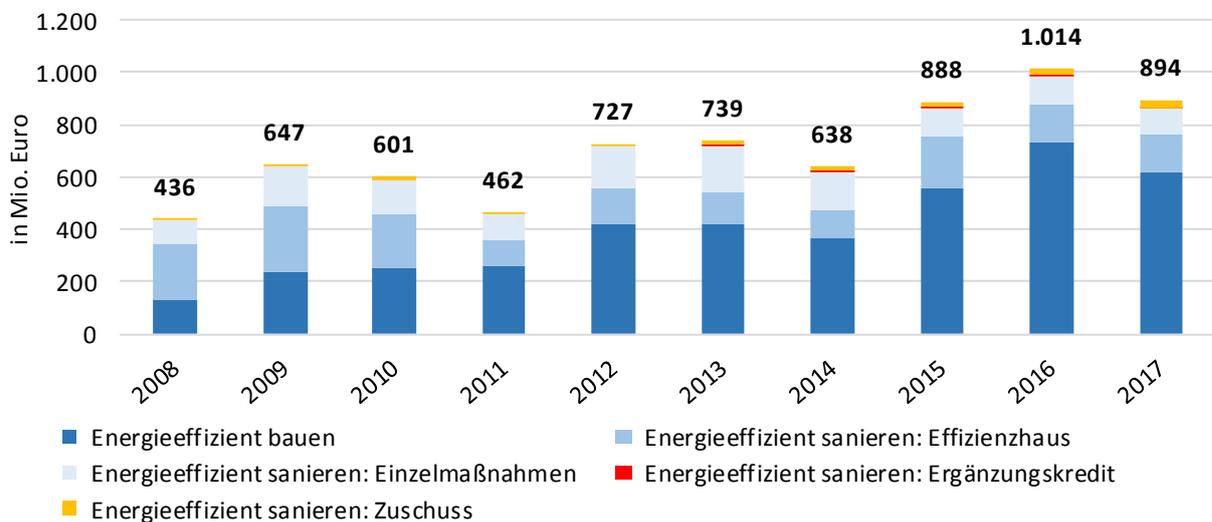
Quelle: KfW 2018.

Das verbleibende Fördervolumen von 33 Mio. Euro für die beiden Förderprogramme Ergänzungskredite und Sanierungszuschüsse ist vergleichsweise gering. Sowohl die Anzahl der Zusagen als auch die Zahl der geförderten

Wohneinheiten werden insgesamt aber stark durch Sanierungszuschüsse geprägt. Je Wohneinheit errechnet sich ein Zuschuss in Höhe von durchschnittlich 1.900 Euro.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung des Fördervolumens der einzelnen KfW-Förderprogramme seit 2008. Sowohl der im Zeitverlauf tendenzielle Anstieg des gesamten Fördervolumens als auch dessen Rückgang am aktuellen Rand wird vor allem durch das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ bestimmt.

Das Marktanreizprogramm (MAP) des BAFA hat das Ziel, den Einsatz von erneuerbaren Energien aus Sonne, Biomasse und Umweltwärme für die Wärmeerzeugung zu steigern. Das Förderspektrum ist weit gefasst und reicht von kleineren Anlagen für einzelne Gebäude, wie z. B. Solarthermieanlagen, Biomasseheizungen und Wärmepumpen, bis hin zu größeren Anlagen wie dem Neubau von Heizwerken, die erneuerbare Energien nutzen, Tiefengeothermieanlagen oder Nahwärmenetzen zur Verteilung erneuerbar erzeugter Wärme, z. B. für Quartierslösungen in Kommunen.

**Abbildung 33: KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2017 (in Mio. Euro)**

Quelle: KfW 2018.

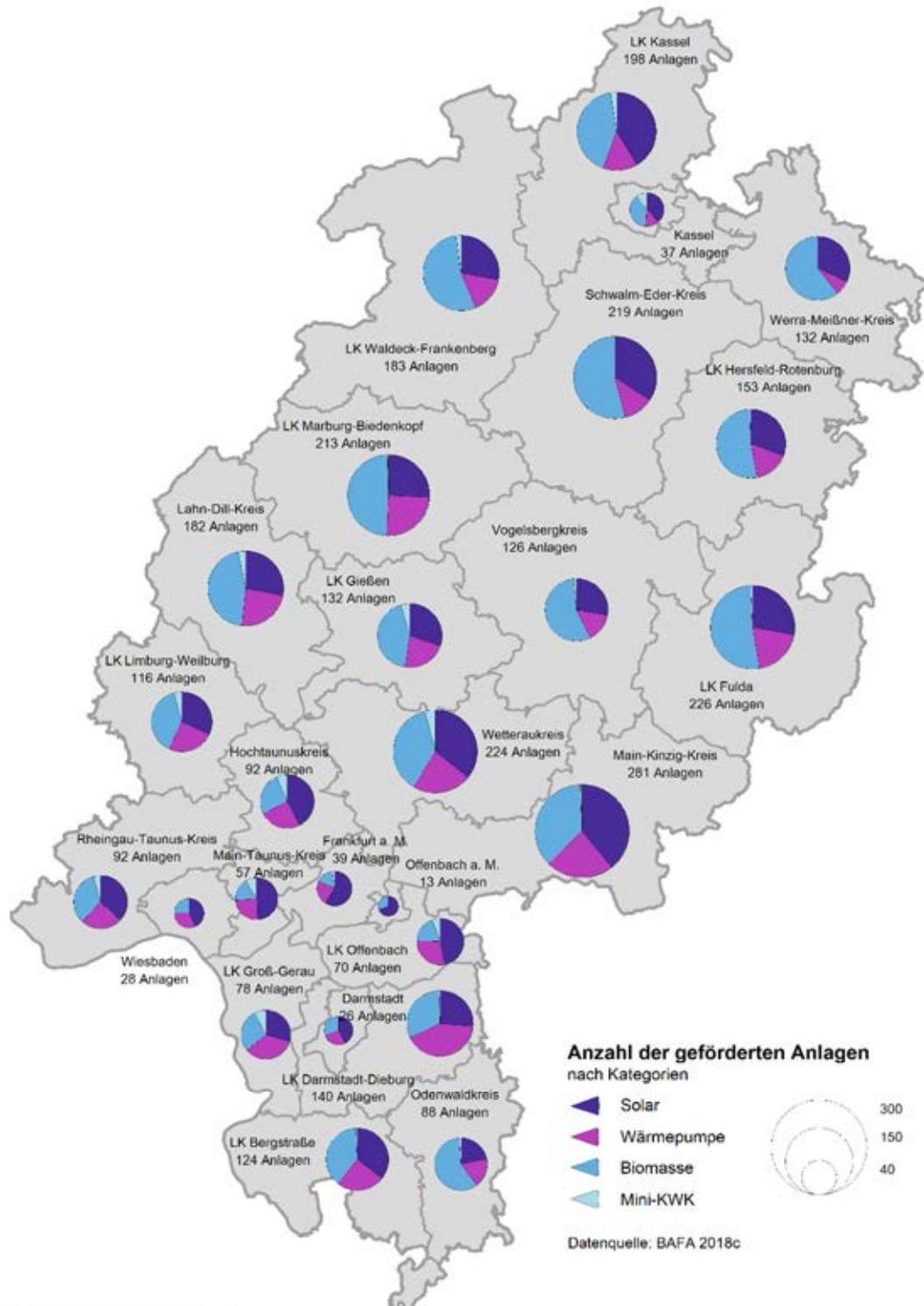
Im Jahr 2017 wurden durch das MAP insgesamt 3.269 Anlagen in Hessen gefördert. Das waren 497 Anlagen bzw. 13,2 Prozent weniger als im Vorjahr.

Bei 43 Prozent aller geförderten Anlagen handelte es sich um Biomasseanlagen, gefolgt von Solarthermieanlagen

(33 %), Wärmepumpen (21 %) und Mini-KWK-Anlagen (2 %).

Bei der regionalen Verteilung konzentrieren sich Biomasseanlagen deutlich stärker auf eher ländlich geprägte Landkreise (siehe Abbildung 34).

Abbildung 34: Im Rahmen des MAP vom BAFA im Jahr 2017 geförderte Anlagen in Hessen



## Projektbeispiele

### Modernisierung des Landratsamts in Groß-Gerau mit Passivhauskomponenten

Der Bauteil B des Landratsamts in Groß-Gerau wurde mit passivhaustauglichen Komponenten energetisch modernisiert. Der Endenergieverbrauch wurde um 86 Prozent reduziert. Die Modernisierung wurde während des regulären Verwaltungsbetriebs durchgeführt. Die Außenwand und das Dach wurden gedämmt. Die Kelleraußenwand wurde mit Dämmschürzen versehen, da die Kellerdecke aus bautechnischen Gründen ungedämmt geblieben ist. Die Fenster wurden als 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Passivhausrahmen ausgeführt. Das Gebäude wurde abschnittsweise mit insgesamt drei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgerüstet. Auch in der Küche wird Wärme aus der gefilterten Abluft auf die Zuluft übertragen. Mehrere Heizungspumpen und Pumpen für einen Wärmetauscher der Lüftungsanlagen wurden durch effiziente Geräte ersetzt. Die Jalousien werden nach der Sonneneinstrahlung geregelt, können aber manuell übersteuert werden. Durch den Austausch der alten Innenraumbeleuchtung durch LED-Leuchten wird der Verbrauch elektrischer Energie stark reduziert. Die berechnete Endenergieeinsparung durch die Modernisierung liegt bei 86 Prozent und die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch die energetische Maßnahme beträgt 248 t pro Jahr. Das Vorhaben wurde mit insgesamt 1,5 Mio. Euro durch das Land Hessen gefördert.

Weitere Informationen unter:

[https://www.energieland.hessen.de/mm/Broschüre\\_Modernisierung\\_kommunaler\\_Liegenschaften.pdf](https://www.energieland.hessen.de/mm/Broschüre_Modernisierung_kommunaler_Liegenschaften.pdf)



### Altbau-Modernisierung zum Passivhaus im Bestand: Mehrfamilienhaus in Gießen

Ein Mehrfamilienhaus mit 13 Wohneinheiten in Gießen wurde in vermietetem Zustand zum „Passivhaus im Bestand“ saniert. Der berechnete Heizwärmebedarf nach der Modernisierung beträgt 19 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Der Wärmeschutz aller Teile der Gebäudehülle wurde entscheidend verbessert. Außenwand, Dach und Kellerdecke wurden sehr gut gedämmt. Hierzu wurde die Mineralfaserdämmung der Kappen- und Gewölbedecke des Kellergeschosses an die Wölbung des Bauteils angepasst. Die Fenster wurden durch passivhaustaugliche Fenster mit Dreifachverglasung ersetzt. Leckagen der Gebäudehülle wurden abgedichtet und Wärmebrücken minimiert. Die ehemaligen in die Fassade einbindenden Balkonplatten wurden abgeschnitten und durch weitgehend freistehende Vorstellbalkone ersetzt. Wohnungsweise Lüftungsanlagen gewinnen durchschnittlich 77 Prozent der Wärme aus der Abluft zurück und halten somit die Wärmeverluste durch die Lüftung gering.

Das Modernisierungsvorhaben wurde vom Land Hessen mit 50 % der Mehrkosten gegenüber einer energetischen Modernisierung nach den Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung gefördert.

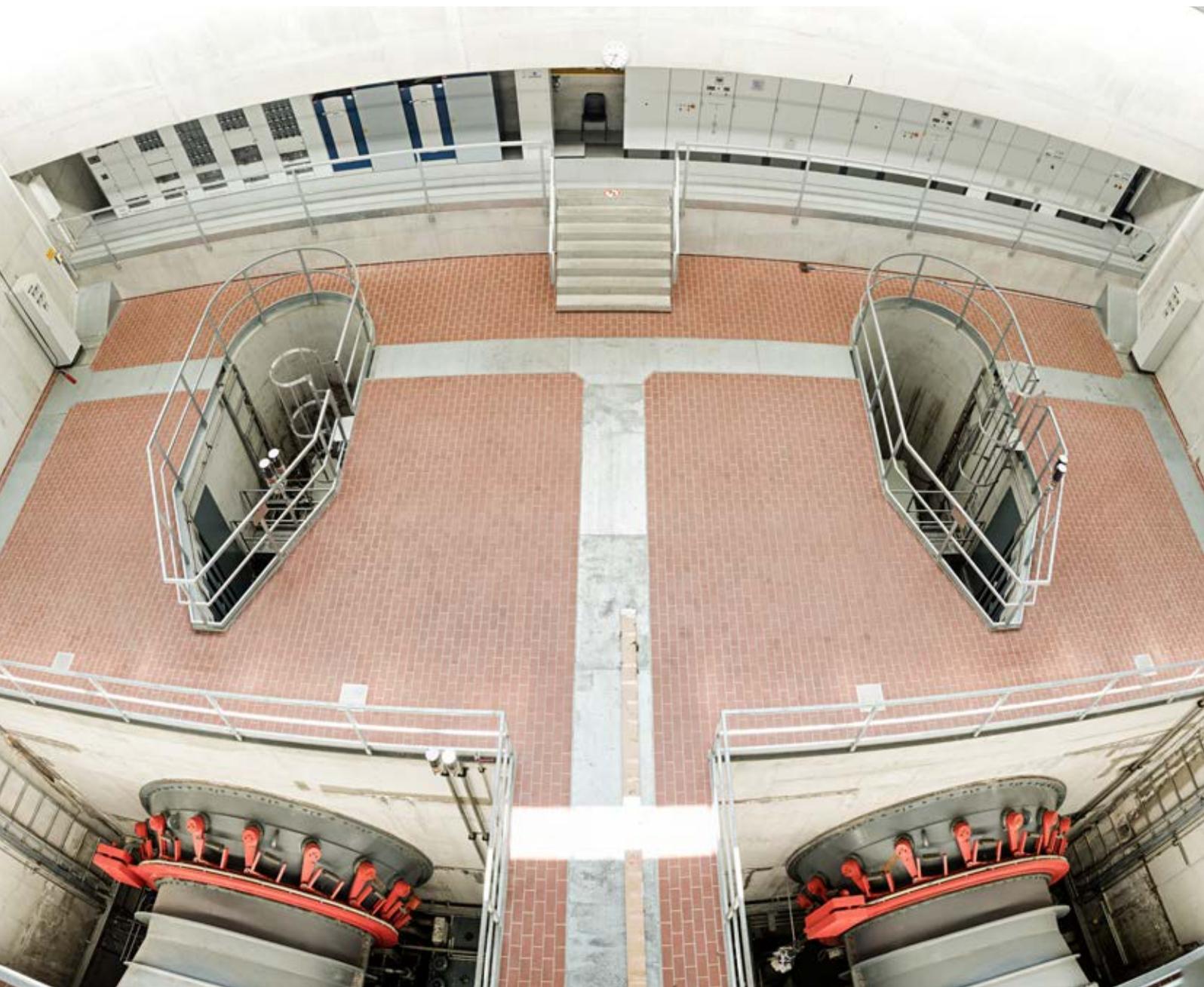
Weitere Informationen unter:

[https://www.energieland.hessen.de/pdf/Giesen\\_Mehrfamilienhaus\\_Gartenstrasse\\_30.pdf](https://www.energieland.hessen.de/pdf/Giesen_Mehrfamilienhaus_Gartenstrasse_30.pdf)



# 6

## Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung



## 6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung

Woher kommt der Strom, der in Hessen verbraucht wird? 55 Prozent werden importiert. Der Rest wird in Hessen erzeugt und zwar durch konventionelle Kraftwerke und in den letzten Jahren vermehrt durch Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung. Die hessische Landesregierung hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2019 25 Prozent des gesamten Stromverbrauchs in Hessen durch erneuerbare Energieanlagen zu erzeugen (siehe Kapitel 4). Dafür ist ein weiterer Ausbau der erneuerbaren Energieanlagen in Hessen notwendig. In Kapitel 6.1 wird zuerst eine Übersicht über die vorhandenen konventionellen Energieanlagen gegeben und im Anschluss in Kapitel 6.2 der Fokus auf die Entwicklung der erneuerbaren Energieanlagen gelegt. Abschließend werden in Kapitel 6.3 die Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung betrachtet.

### 6.1 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung

Erdgas als Energieträger spielt in Hessen bei der konventionellen Stromerzeugung die größte Rolle (siehe Tabelle 4). Von den 34 konventionellen Kraftwerken in Hessen setzen 19 Anlagen Erdgas als Hauptenergieträger ein. Zusammengenommen verfügen diese Anlagen über eine elektrische Leistung von 1.553 MW. Das entspricht der Hälfte der in Hessen in konventionellen Anlagen installierten Leistung. Eine besondere Bedeutung hat dabei das Kraftwerk Staudinger, das mit seinem erdgasbetriebenen Block 4 eine Leistung von 572 MW aufbringt. Jedoch ist dieser Block 4 nicht dauerhaft in Betrieb, sondern wird nur als Reserve bei Versorgungsengpässen eingesetzt.

Mit großem Abstand folgt an zweiter Stelle der Energieträger Steinkohle. Insgesamt gibt es in Hessen fünf steinkohlebetriebene Anlagen mit einer installierten Leistung in Höhe von 753 MW. Auch hier sticht das Kraftwerk Staudinger hervor. Block 5 erbringt eine Leistung von 510 MW. Unter Volllast können 150 Tonnen Steinkohle pro Stunde verbrannt werden (Uniper 2018).

Unter den konventionellen Kraftwerken nimmt der Energieträger Pumpspeicher bei der installierten Leistung Rang drei ein. Die beiden Pumpspeicherkraftwerke am Edersee haben zusammengenommen eine elektrische Leistung von 625 MW. Sie laufen allerdings nur wenige Stunden im Jahr mit Volllast.

Das Portfolio der konventionellen Kraftwerke in Hessen wird durch fünf Müllheizkraftwerke (112 MW), eine

Braunkohleanlage (34 MW), ein Ersatzbrennstoffkraftwerk (28 MW) und ein Kraftwerk, das Mineralölprodukte (25 MW) einsetzt, ergänzt.

Zwei Drittel der vorgehaltenen Leistung befinden sich in Südhessen bzw. im Rhein-Main-Gebiet. Zu nennen sind vor allem die zwei Blöcke des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg (1.082 MW) sowie zehn Anlagen in Frankfurt (652 MW). In Nordhessen stechen die zwei Pumpspeicherwerke in Edertal (625 MW) hervor. In Mittelhessen ist keines der 34 hessischen konventionellen Kraftwerke verortet. Neben den Großanlagen wie Staudinger und den Pumpspeicherwerken am Edersee gibt es in Hessen viele stromerzeugende Anlagen, die von Industrieunternehmen betrieben werden, wie z. B. von der Adam Opel AG, K+S AG, Infraseriv GmbH & Co. Höchst KG, Volkswagen AG und Merck KGaG. Neben der Eigennutzung des erzeugten Stroms wird dieser darüber hinaus auch in das öffentliche Netz eingespeist.

**Tabelle 4: Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2018**

Energieträger*	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung (in MW)
Erdgas	19	1.553
Steinkohle	5	753
Pumpspeicher	2	625
Abfall	5	112
Braunkohle	1	34
Sonstige Energieträger	1	28
Mineralölprodukte	1	25
<b>Summe</b>	<b>34</b>	<b>3.129</b>

\*) Zuordnung von Anlagen mit mehreren Energieträgern nach Hauptenergieträgern.

Quelle: BNetzA 2018a (Stand: 02.02.2018), Auswertung der Hessen Agentur.

Gegenüber dem Vorjahr wurde bei den konventionellen Kraftwerken eine Anlage stillgelegt und eine Anlage zugebaut. Zudem kam es zu kleineren Leistungserhöhungen bei bestehenden Anlagen. Bei der stillgelegten Anlage handelt es sich um Block 2 des Heizkraftwerks Frankfurt-Niederrad (-56 MW). Zugebaut wurde eine neue Dampfturbine im Heizkraftwerk West in Frankfurt (+39,1 MW).

In absehbarer Zeit ist keine weitere Veränderung im Bestand der konventionellen Energieanlagen zu erwarten. Für Hessen ist kein Zu- bzw. Rückbau von Kraftwerken angemeldet (BNetzA 2018b).

## 6.2 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung

Damit die Energiewende in Hessen gelingen kann, muss die Stromerzeugung von konventionellen Kraftwerken auf erneuerbare Energieanlagen umgestellt werden. Damit ist eine fundamentale Veränderung des Energiesystems verbunden. Während die konventionelle Stromerzeugung zentral mit leistungsstarken Kraftwerken stattfindet, ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien durch Dezentralität mit kleinen Leistungseinheiten gekennzeichnet. Den 34 konventionellen Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 3.129 MW standen zum 31.12.2017 mehr als 112.500 erneuerbare Energieanlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 4.241 MW gegenüber. Der enorme Unterschied bei der Anlagenzahl liegt in den unterschiedlichen Technologien begründet.

Erneuerbare Energieanlagen verfügen über eine vergleichsweise geringe elektrische Leistung. Um die Ener-

gieewende voranzutreiben, muss daher die Zahl der Anlagen erhöht und die Systemintegration weiter verbessert werden. Darin besteht eine zentrale Steuerungsaufgabe der Politik.

Obwohl die installierte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen um 36 Prozent höher liegt als die Leistung der konventionellen Kraftwerke, tragen konventionelle Energieanlagen durch eine höhere Energiedichte der Brennstoffe und höhere Volllaststunden mehr zur Stromerzeugung bei. Konventionelle Kraftwerke erzeugten im Jahr 2017 insgesamt 55 Prozent des in Hessen erzeugten Stroms, während erneuerbare Energieanlagen – mit steigender Tendenz – auf 45 Prozent kommen (siehe Abbildung 15 in Kapitel 3).

Darüber hinaus gibt es noch Stromimporte in Höhe von 55 Prozent, um den Strombedarf in Hessen zu decken. Der Unterschied zwischen vorgehaltener Leistung und tatsächlicher Stromerzeugung liegt an den vergleichsweise geringen Volllaststunden bei erneuerbaren Energieanlagen. Besonders Windenergie und Photovoltaik sind stark von der Witterung abhängig und können rechnerisch nur 17 bzw. 10 Prozent der Jahresstunden unter Volllast Strom erzeugen. Bei konventionellen Energieanlagen liegt die Zahl der Volllaststunden bei etwa 45 bis 80 Prozent der 8.760 Jahresstunden.

### Informationen zur Datenquelle

Erneuerbare Energieanlagen werden in diesem Kapitel mit Anlagen gleichgesetzt, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert werden. Dadurch wird ein kleiner Teil erneuerbarer Energieanlagen außer Acht gelassen – und zwar solche, die nicht nach EEG gefördert werden. Dies betrifft Müllheizkraftwerke, die Strom aus dem biogenen Anteil des Abfalls erzeugen, sowie zu einem kleinen Teil den Energieträger Wasserkraft.

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 die EEG-Anlagenstammdaten und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2018c und 2018d) ausgewertet. Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die EEG-Jahresendabrechnung für das Jahr 2017 noch nicht vorlag, wurde eine Schätzung des IE-Leipzig (2018b) zu den eingespeisten Strommengen im Jahr 2017 herangezogen.

Bei der Prüfung der Daten der Übertragungsnetzbetreiber sind Unschärfen, vor allem in Hinblick auf den Energieträger Windenergie, aufgefallen. Häufig werden ganze Windparks aggregiert ausgewiesen oder als Standort wird der Netzanschlusspunkt und nicht der tatsächliche Standort der Anlage genannt. Derartige Anlagen werden nach dem Territorialprinzip, d. h. nach dem geografischen Standort der Stromerzeugung berücksichtigt. Die ermittelten Daten weichen daher von den Ergebnissen der amtlichen Energiestatistik bzw. Energiebilanz ab. Entscheidend für die Erfassung der eingespeisten Mengen ist bei diesen nicht der tatsächliche Standort, sondern der Einspeisepunkt.

Die Bundesnetzagentur plant ein Webportal, das Ende des Jahres 2018 für alle Marktakteure und sämtliche Anlagen freigeschaltet werden soll. Mit diesem Marktstammdatenregister-Online-Portal sollen schrittweise inkonsistente Angaben betreiberseitig durch die Übernahme der Datenverantwortung für die Bestandsanlagen beseitigt werden.

### Installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG

Zum Ende des Jahres 2017 verfügte Hessen über eine installierte elektrische Leistung von 4.241 MW durch erneuerbare Energieanlagen (siehe Tabelle 5 sowie Informationen zur Datenquelle). Das waren 381 MW bzw. 9,9 Prozent mehr als im Vorjahr. Die größte Rolle bei den erneuerbaren Energieanlagen in Hessen spielen die beiden Energieträger Photovoltaik und Windenergie. Zum 31.12.2017 gab es in Hessen 110.442 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von 1.947 MW. Die Leistung der 1.053 Windenergieanlagen summierte sich auf 1.933 MW. Darüber hinaus gab es in Hessen 505 Biomasseanlagen (263 MW), 499 Wasserkraftanlagen (64 MW), 42 Deponiegasanlagen (22 MW) und 29 Klärgasanlagen (12 MW). Gemessen an der installierten Leistung entfallen 91,5 Prozent der erneuerbaren Energieanlagen auf Photovoltaik (45,9 %) und Windenergie (45,6 %). Biomasse kommt auf einen Anteilswert von 6,2 Prozent, Wasserkraft auf 1,5 Prozent, Deponiegas auf 0,5 Prozent und Klärgas auf 0,3 Prozent.

Die Fortschritte des Ausbaus von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen in den letzten Jahren zeigt Tabelle 6. Hier sind ausgehend vom Jahr 2014 bis zum ersten Halbjahr 2018 alle neu in Betrieb genommenen Anlagen sowie deren installierte Leistung nach Energieträgern dargestellt. Informationen zu Leistungsänderungen und Stilllegungen von Bestandsanlagen sind in den Tabellen 7 und 8 zu finden.

In den Jahren 2014, 2016 und 2017 wurde in Hessen jeweils eine Gesamtleistung von mehr als 300 MW neu installiert. Lediglich im Jahr 2015 fiel der Zubau mit rund

260 MW geringer aus. Der größte Zubau war im Jahr 2017 mit 375 MW zu verzeichnen. Im ersten Halbjahr 2018 sind bereits 218 MW hinzugekommen. Die treibende Kraft beim Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen ist die Windenergie. In den dargestellten Jahren seit 2014 wurden 422 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.178 MW zugebaut. Mehr als die Hälfte der aktuell installierten Leistung durch Windenergie kam also in den letzten viereinhalb Jahren dazu.

**Tabelle 5: Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2017 in Hessen nach Energieträgern**

Energieträger	Anlagenzahl	Installierte Leistung (MW)	Anteil installierte Leistung
Biomasse	505	263,3	6,2 %
Deponiegas	42	21,7	0,5 %
Klärgas	29	11,6	0,3 %
Photovoltaik	110.442	1.946,9	45,9 %
Wasserkraft	499	64,4	1,5 %
Windenergie	1.053	1.933,0	45,6 %
<b>Summe</b>	<b>112.570</b>	<b>4.241,1</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 2018c, BNetzA 2018d, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

**Tabelle 6: Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, 2014 bis 1. Halbjahr 2018, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung**

Energieträger	Anlagenzahl					Installierte Leistung (in MW)				
	2014	2015	2016	2017	1. Halbjahr 2018	2014	2015	2016	2017	1. Halbjahr 2018
Biomasse	+23	+15	+10	+4	+1	+12,3	+2,0	+1,8	+0,3	+0,1
Deponiegas	+1	+1	+1	+2	–	+2,2	+0,1	+0,5	+0,4	–
Klärgas	–	+2	+2	+3	–	–	+0,2	+0,2	+0,2	–
Photovoltaik	+4.630	+3.012	+3.290	+4.685	+2.142	+83,5	+58,7	+49,8	+73,5	+50,7
Wasserkraft	+1	+2	+3	+3	+1	+0,02	+0,02	+0,4	+0,3	+0,1
Windenergie	+85	+76	+103	+103	+55	+215,5	+200,5	+294,5	+300,4	+167,0
<b>Insgesamt</b>	<b>+4.740</b>	<b>+3.108</b>	<b>+3.409</b>	<b>+4.800</b>	<b>+2.199</b>	<b>+313,5</b>	<b>+261,6</b>	<b>+347,1</b>	<b>+375,1</b>	<b>+217,9</b>

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

Quelle: BNetzA 2018c, BNetzA 2018d, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Die zugebaute Leistung von Photovoltaik lag im Jahr 2014 bei 83,5 MW. In den beiden darauffolgenden Jahren schwächte sich die Zubaudynamik deutlich ab. 2015 kamen 58,7 MW und 2016 nochmals 49,8 MW hinzu. Im Jahr 2017 hat sich die zugebaute Leistung wieder spürbar erhöht und lag bei 73,5 MW. Im ersten Halbjahr 2018 wurden Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 50,7 MW installiert.

Die anderen Energieträger weisen im Vergleich zu Windenergie und Photovoltaik keinen nennenswerten Zubau auf. Lediglich Biomasse konnte im Jahr 2014 mit neuen Anlagen einen Zuwachs in Höhe von 12,3 MW verzeichnen. Danach hat sich die Dynamik abgeschwächt. Im Jahr 2017 lag die neu in Betrieb genommene Leistung von Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Wasserkraft jeweils bei unter 1 MW.

Besonders beim Energieträger Biomasse reicht allerdings ein Blick auf die neu errichteten Anlagen nicht aus, da es relativ häufig zu einer Leistungserhöhung bestehender Anlagen kommt. Demgegenüber sind jedoch auch Leistungsreduktionen möglich. Die Leistungsänderungen sind in Tabelle 7 dargestellt. Dort ist zu sehen, dass im Jahr 2017 per Saldo 8,16 MW an Leistung bei Bestandsanlagen erhöht wurden. In den Vorjahren 2015 und 2016 lagen die Leistungsänderungen bei +2,23 MW bzw. +2,44 MW. Bei den Energieträgern Deponiegas, Klärgas und Wasserkraft kommt es vereinzelt auch zu Leistungsänderungen, wobei diese keinen großen Umfang haben.

**Tabelle 7: Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2018 (in MW)**

Energieträger	2015	2016	2017	1. Halbjahr 2018
Biomasse	+2,18	+2,23	+8,13	+2,25
Deponiegas	-0,28	-0,07	–	–
Klärgas	+0,10	+0,08	–	–
Photovoltaik	–	–	–	–
Wasserkraft	+0,23	+0,20	+0,03	-0,01
Windenergie	–	–	–	–
<b>Insgesamt</b>	<b>+2,23</b>	<b>+2,44</b>	<b>+8,16</b>	<b>+2,24</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2018c.

Um die Übersicht über die Entwicklung der Anlagenzahl und der installierten Leistung zu komplettieren, ist in Tabelle 8 die stillgelegte Leistung dargestellt. Diese fällt insgesamt gering aus. So wurde für das Jahr 2015 ein Rückbau von 1,2 MW gemeldet. In den Jahren 2016 und

2017 lag die stillgelegte Leistung bei 3,3 MW bzw. 2,0 MW. Im ersten Halbjahr 2018 wurden drei Windenergieanlagen stillgelegt, die zusammengenommen über eine Leistung von 1,8 MW verfügten.

**Tabelle 8: Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2018 (in MW)**

Energieträger	2015	2016	2017	1. Halbjahr 2018
Biomasse	–	-0,01	-1,54	–
Deponiegas	-1,22	-1,23	-0,50	–
Klärgas	–	–	–	–
Photovoltaik	–	–	–	–
Wasserkraft	–	–	–	–
Windenergie	–	-2,10	–	-1,80
<b>Insgesamt</b>	<b>-1,22</b>	<b>-3,34</b>	<b>-2,04</b>	<b>-1,80</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2018c; LIS-A 2018.

## Genehmigungen von Windenergieanlagen

In den Jahren 2016 und 2017 wurden jeweils über 100 Windenergieanlagen zugebaut. Um die gesteckten Ziele der Energiewende zu erreichen, muss der Ausbau weiterhin auf hohem Niveau bleiben. Über die Zahl der erfolgten Genehmigungen von Windenergieanlagen lässt sich abschätzen, wie hoch der Zubau in Zukunft ausfallen kann. Informationen zu Genehmigungen liefern die EEG-Anlagenstammdaten der BNetzA (2018c) sowie das Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2018). Demnach besitzen zum Ende des ersten Halbjahrs 2018 insgesamt 72 Anlagen mit einer Leistung von 215 MW eine Genehmigung. Darunter befinden sich auch Anlagen, deren Bescheide beklagt werden.

Eine Genehmigung durch die Planungsbehörden ist jedoch noch nicht ausreichend für den Baubeginn. Zuerst müssen die genehmigten Anlagen im Ausschreibungsverfahren für Windenergie an Land einen Zuschlag bekommen. Erst dann kann die tatsächliche Errichtung erfolgen (HMWEVL 2017, S. 49). Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses haben seit Einführung des Ausschreibungsverfahrens im Mai 2017 fünf Ausschreibungsrunden stattgefunden (BNetzA 2018i). Dabei haben hessische Windenergieanlagen mit einer Leistung von insgesamt 272 MW das Ausschreibungsverfahren erfolgreich durchlaufen. In der Ausschreibungsrunde im November 2017 waren die hessischen Windenergieprojekte am erfolgreichsten, es wurden 85,2 MW bezuschlagt. In der Ausschreibungsrunde im Mai 2018

haben alle hessischen Projekte einen Zuschlag bekommen, jedoch war die Beteiligung von hessischen Projekten mit 24,9 MW sehr niedrig.

Die Ausschreibungsrunde im Mai 2018 war die erste Runde, die nicht überzeichnet war, d. h. es gab weniger Angebote als das Ausschreibungsvolumen zugelassen hätte. Diese Entwicklung ist dadurch zu erklären, dass ab 2018 eine neue Regelung greift. Vor der Beteiligung am Ausschreibungsverfahren muss eine Genehmigung der Windenergieanlage durch die Planungsbehörde vorliegen (FA Wind 2018). Dies war vorher bei Bürgerenergiegesellschaftsprojekten nicht zwingend erforderlich. Diese Privilegierung führte dazu, dass in den 2017er-Ausschreibungsrunden zu einem großen Anteil Zuschläge an Bürgerenergiegesellschaftsprojekte vergeben wurden, die häufig noch nicht das entsprechende

Genehmigungsverfahren durchlaufen hatten. So wurden im Jahr 2017 ausschließlich Zuschläge an hessische Projekte erteilt, die durch Bürgerenergiegesellschaften eingereicht wurden. Hingegen befand sich in der Ausschreibungsrunde Anfang 2018 unter den sieben bezuschlagten Projekten nur noch eines von einer Bürgerenergiegesellschaft.

Anlagen, die das Genehmigungsverfahren durch die Planungsbehörde vor dem 01.01.2017 erfolgreich durchlaufen haben, sind von der Beteiligung am Ausschreibungsverfahren befreit. Von den 72 genehmigten Anlagen (Stand: 30.06.2018) trifft dies auf 32 Anlagen (94 MW) zu.

### Festlegung von Vorranggebieten zur Nutzung von Windenergie

Mit dem energiepolitischen Ziel, Windvorranggebiete in der Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche zu definieren, will das Land Hessen die Energiewende vorantreiben. Windvorranggebiete kennzeichnen Flächen, in denen aus regionalplanerischer Sicht die Nutzung der Windenergie Vorrang hat und entgegenstehende Nutzungen ausgeschlossen sind. Für die Ermittlung dieser Flächen hat das Land Vorgaben gemacht (siehe HMWEVL 2018a). In den Planungsregionen Nordhessen und Mittelhessen sind mit einer Fläche von rund 2,0 Prozent bzw. 2,2 Prozent bereits Windvorranggebiete festgelegt und damit die rechtlichen Grundlagen für den weiteren Ausbau von Windenergie gesetzt worden. In der Planungsregion Südhessen dauert das Verfahren derzeit noch an.

### Erzeugte und eingespeiste Strommengen von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG

Wie viel Strom durch erneuerbare Energieanlagen produziert und ins Stromnetz eingespeist wurde, ist für EEG-geförderte Anlagen bekannt, da der erzeugte Strom vergütet wird.<sup>15</sup> Informationen über eingespeiste Strommenge und Vergütung werden von den Übertragungsnetzbetreibern jährlich im Rahmen der EEG-Jahresendabrechnung gemeldet – zuletzt für das Berichtsjahr 2016 (siehe ÜNB 2017). Um aktuellere Informationen zu den eingespeisten Strommengen zu erhalten, wurde das IE-Leipzig (2018b) beauftragt, für das Jahr 2017 eine Schätzung vorzunehmen. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse differenziert nach Energieträgern dargestellt. Demnach haben hessische EEG-geförderte Anlagen im Jahr 2017 insgesamt 6.499,0 GWh in das Stromnetz eingespeist.

Bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kristallisiert sich immer mehr die Windenergie als treibende Kraft heraus. Mittlerweile wird die Hälfte des EEG-geförderten Stroms in Hessen durch Windenergie erzeugt. Die hessischen Windenergieanlagen speisten insgesamt 3.243,4 GWh (49,9 %) ins Netz ein, gefolgt von Photovoltaikanlagen mit 1.587,8 GWh (24,4 %). Knapp dahinter liegt der Energieträger Biomasse mit 1.351,8 eingespeisten GWh (20,8 %). Mit großem Abstand folgen die Energieträger Wasserkraft mit 271,5 GWh (4,2 %), Deponiegas mit 37,2 GWh (0,6 %) und Klärgas mit 7,4 GWh (0,1 %). Bei den dargestellten Zahlen handelt es sich immer um den eingespeisten Strom. Selbstverbraucher Strom, der von der Anlage produziert, aber direkt vor Ort verbraucht wird, ist nicht erfasst. Dies ist vor allem bei der Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen häufig der Fall.

<sup>15</sup> Hier werden ausschließlich Energieerzeugungsanlagen betrachtet, die nach dem EEG gefördert werden. Dadurch kommt es zu Abweichungen zu der in Abbildung 23 in Kapitel 4 dargestellten durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass in Abbildung 23 auch der biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt wird, der nicht durch das EEG gefördert wird, ebenso wie die nicht EEG-geförderte Wasserkraft (ohne Pumpspeicher). Darüber hinaus ist dort auch ein Teil der selbstverbrauchten und nicht ins Netz eingespeisten Strommenge erfasst. In Tabelle 9 hingegen sind diese Strommengen nicht enthalten.

**Tabelle 9: Eingespeiste Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2017 (in GWh)**

Energieträger	Strommenge	Anteil
Biomasse	1.351,8	20,8 %
Deponiegas	37,2	0,6 %
Klärgas	7,4	0,1 %
Photovoltaik	1.587,8	24,4 %
Wasserkraft	271,5	4,2 %
Windenergie	3.243,4	49,9 %
<b>Summe</b>	<b>6.499,0</b>	<b>100,0 %</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: IE-Leipzig 2018b.

### Selbstverbrauch von Photovoltaikstrom

Im Monitoringbericht des Vorjahres (HMWEVL 2017, S. 50) war der in der Energiestatistik nicht erfasste Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen dargestellt. Da sich zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die bisherige Schätzmethode des ZSW und des BDEW in Überprüfung befindet und anschließend ggf. revidiert wird, können derzeit keine aktuellen Werte für Hessen dargestellt werden.

### Regionale Verteilung der erneuerbaren Energieanlagen

Obwohl die erneuerbaren Energieanlagen dezentral über ganz Hessen verteilt sind, können dennoch regionale Schwerpunkte erkannt werden. Dies wird in Abbildung 35 deutlich.

Hier ist die installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen zum 31.12.2017 differenziert nach Landkreisen und kreisfreien Städten dargestellt. Der Vogelsbergkreis ist mit einer installierten Leistung von 523 MW der Vorreiter beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Mit einigem Abstand folgen der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 397 MW, der Landkreis Kassel mit 377 MW, der Main-Kinzig-Kreis mit 346 MW und der Landkreis Marburg-Biedenkopf mit 328 MW. In den genannten fünf Landkreisen ist knapp die Hälfte der in Hessen installierten Gesamtleistung aus erneuerbaren Energieanlagen verortet. Abbildung 35 zeigt zudem die Unterschiede zwischen ländlichem Raum und Verdichtungsraum auf. So ist der überwiegende Teil der vorgehaltenen Leistung im ländlichen Raum installiert. Im Verdichtungsraum rund um das Rhein-Main-Gebiet besteht ein anderer Energieträgermix, so spielt der Energieträger Biomasse hier eine größere Rolle.

Abbildung 36 stellt die erzeugte und eingespeiste Strommenge auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte dar. Mit insgesamt 862 GWh wurde im Jahr 2017 der meiste Strom im Vogelsbergkreis erzeugt. Bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch der privaten Haushalte pro Einwohner von 1.557 kWh im Jahr 2017 (siehe Abbildung 14) konnten damit rechnerisch rund 554.000 Einwohner mit Strom versorgt werden. Das ist ein Vielfaches der Einwohnerzahl des Vogelsbergkreises. Ebenfalls eine hohe Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieanlagen weisen der Landkreis Waldeck-Frankenberg (635 GWh), der Landkreis Kassel (589 GWh), der Main-Kinzig-Kreis (557 GWh) und der Landkreis Marburg-Biedenkopf (492 GWh) auf. Eine größensortierte Auflistung aller Landkreise und kreisfreien Städte mit Informationen zur installierten Leistung und erzeugten und eingespeisten Strommenge ist im Anhang A 1 zu finden. Ebenfalls im Anhang sind in den Abbildungen A 2 bis A 4 regionalisierte Informationen auf Ebene der hessischen Gemeinden für die drei wichtigsten Energieträger Photovoltaik, Windenergie und Biomasse dargestellt. Darüber hinaus sind im Internet interaktive Karten abrufbar, in denen die Informationen benutzerfreundlich aufbereitet zur Verfügung stehen: [www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten](http://www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten).

Welche Landkreise besonders aktiv beim Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen sind, ist in Tabelle 10 dargestellt. Dort sind die fünf Landkreise mit dem stärksten Zubau an neu im Jahr 2017 installierter elektrischer Leistung aufgeführt.

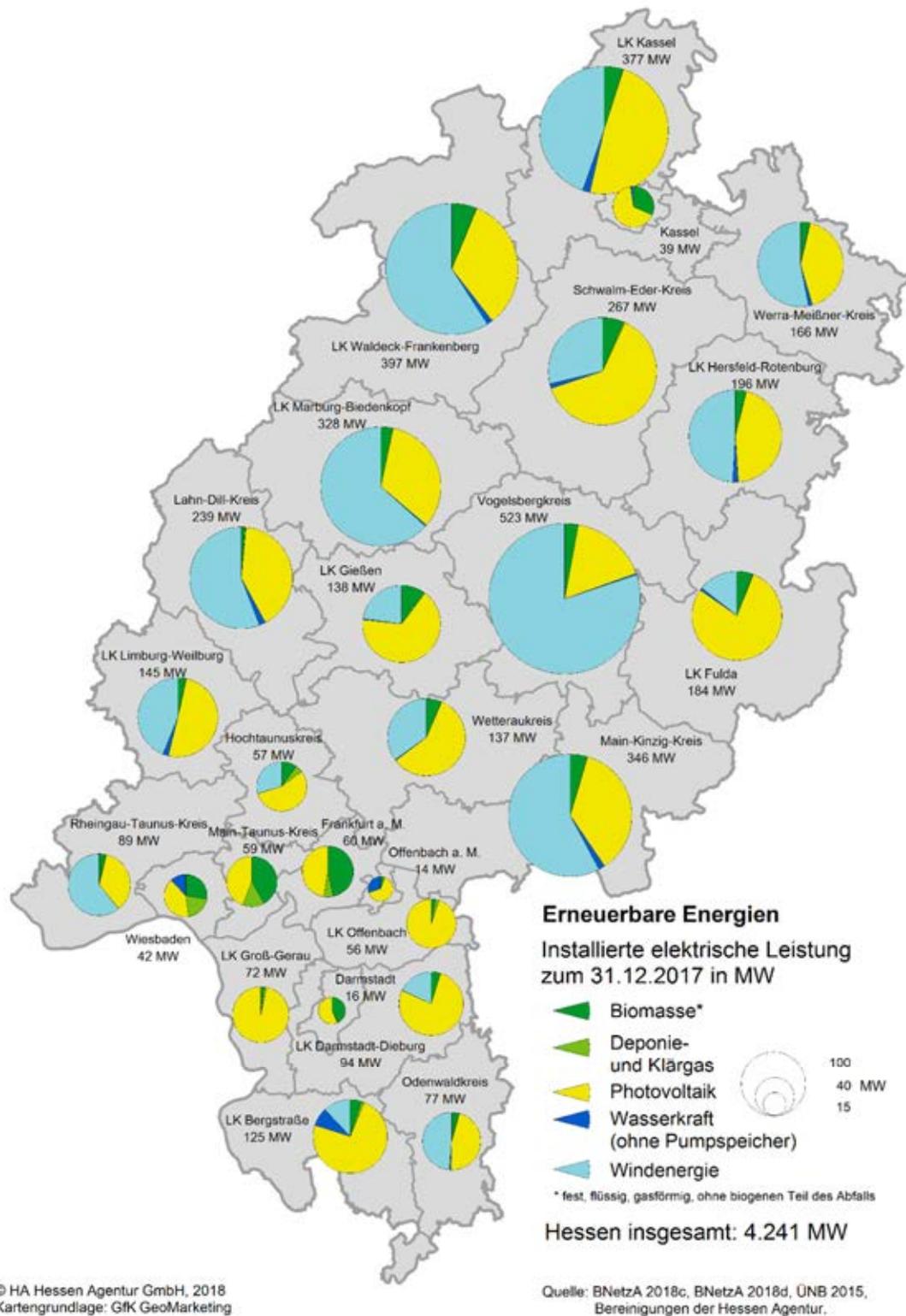
Mit 80 MW führt der Landkreis Marburg-Biedenkopf die Rangliste an. Der Vogelsbergkreis liegt mit 47,6 MW auf dem zweiten Rang, gefolgt vom Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 31,4 MW. Den vierten Platz belegt der Schwalm-Eder-Kreis, in dem im Jahr 2017 insgesamt erneuerbare Energieanlagen mit einer Leistung von 30,9 MW zugebaut wurden. Der Main-Kinzig-Kreis befindet sich mit 30,7 MW auf Platz 5.

**Tabelle 10: Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2017**

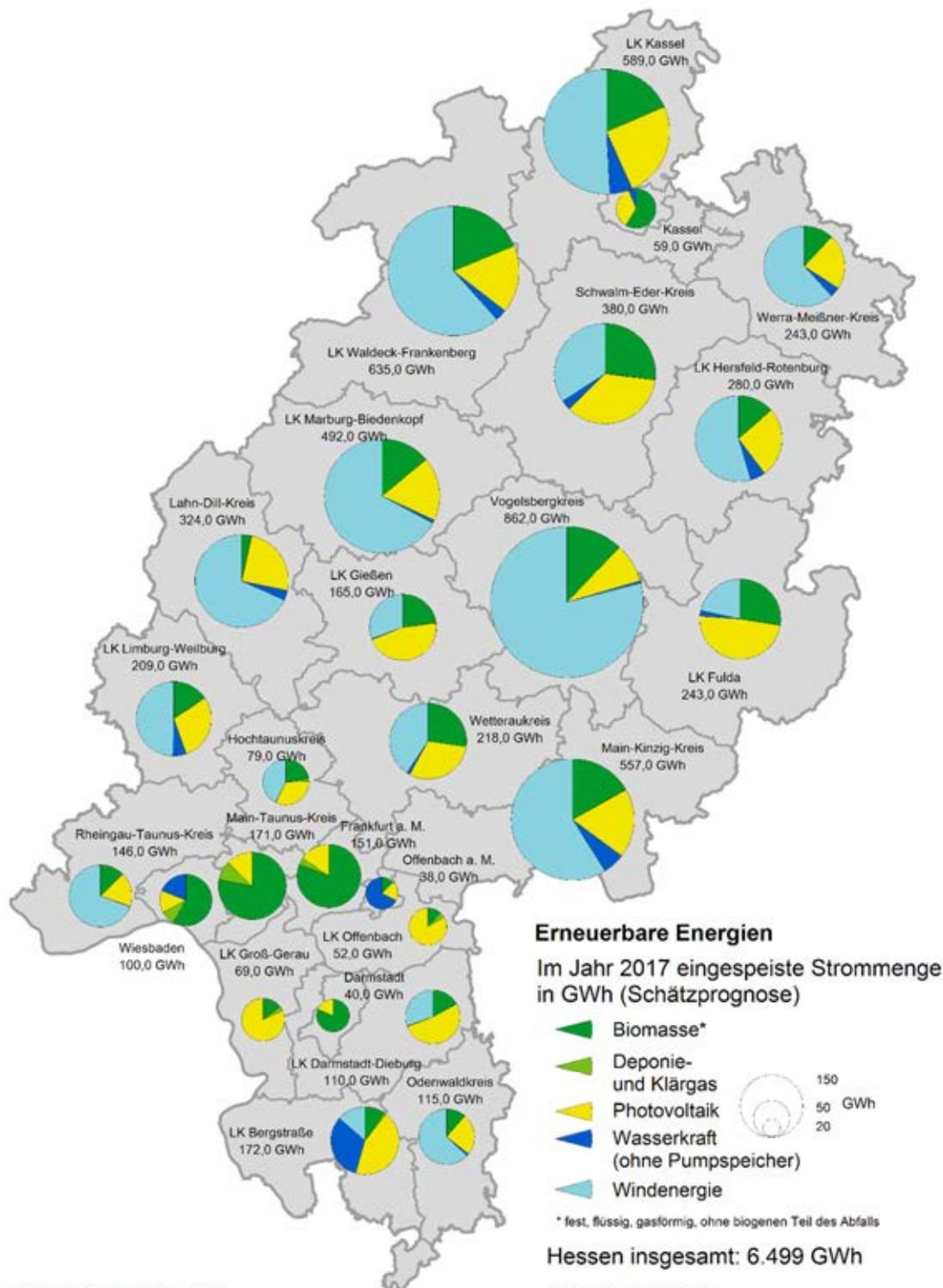
Rang	Landkreis	Zugebaute elektrische Leistung 2017 (in MW)
1	LK Marburg-Biedenkopf	80,0
2	Vogelsbergkreis	47,6
3	LK Waldeck-Frankenberg	31,4
4	Schwalm-Eder-Kreis	30,9
5	Main-Kinzig-Kreis	30,7

Quelle: BNetzA 2018c, BNetzA 2018d, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Abbildung 35: Installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG am 31.12.2017 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW)



**Abbildung 36: Erzeugte und eingespeiste Strommenge von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2017 nach Energieträgern (in GWh)**



Auffällig ist, dass der Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen vor allem dort stattfindet, wo in der Vergangenheit bereits eine hohe Ausbauaktivität festzustellen war und wo infolgedessen bereits viele Anlagen installiert sind.

Einen differenzierten Blick auf das regionale Ausbaugeschehen im Jahr 2017 bietet Tabelle 11. Analog zu Tabelle 10 führt sie den höchsten Zubau an erneuerbaren Energieanlagen auf – diesmal auf Ebene der hessischen Städte und Gemeinden. Auf Rang 1 steht der Gutsbezirk Kaufunger Wald im Norden Hessens. Dort ist im Jahr 2017 ein Zubau von 24 MW zu verzeichnen. Rang 2 nimmt Felsberg mit +18,8 MW ein, gefolgt von den Kommunen Gemünden (Wohra), Aßlar und Wartenberg mit jeweils knapp +17 MW.

**Tabelle 11: Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2017**

Rang	Gemeinde	Zugebaute elektrische Leistung 2017 (in MW)
1	Gutsbezirk Kaufunger Wald*	24,0
2	Felsberg	18,8
3	Gemünden (Wohra)	16,9
4	Aßlar	16,6
5	Wartenberg	16,5
6	Steinau an der Straße	14,4
7	Grebenau	13,5
8	Rauschenberg	12,2
9	Neustadt	12,1
10	Breidenbach	12,1

\*gemeindefreies Gebiet

Quelle: BNetzA 2018c, BNetzA 2018d, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

### 6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung

In Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Anlagen) wird Wärme abgeführt, die bei der Stromerzeugung anfällt. Diese kann dann als Raumwärme oder als Prozesswärme genutzt werden. Durch diese effektive Nutzung des Nebenprodukts Wärme können CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden.

#### Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen

Das Projekt der Nachhaltigkeitsstrategie „Hessen aktiv: 100 Kommunen für den Klimaschutz“ startete im Jahr 2009 mit dem Ziel, mindestens 100 Kommunen für die Unterzeichnung einer Klimaschutz-Charta zu gewinnen, um das Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Klimaschutz in hessischen Kommunen zu schaffen und zu fördern sowie langfristiges Handeln in diesem Sinne zu etablieren. Inzwischen haben weit mehr als 180 Städte und Gemeinden sowie auch einige Landkreise die Charta unterzeichnet. Daher trägt das Projekt seit 2016 den Titel "Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen" und versteht sich als ein Bündnis hessischer Städte, Gemeinden und Landkreise für den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Mit Unterzeichnung der Charta verpflichten sich die Städte, Gemeinden und Landkreise freiwillig, auf der Grundlage einer CO<sub>2</sub>-Bilanz Aktionspläne mit Klimaschutzmaßnahmen zu erstellen, diese umzusetzen und regelmäßig darüber zu berichten. Mit diesen Maßnahmen sollen der kommunale Energiebedarf gemindert, die Energieeffizienz erhöht, regenerative Energieträger verstärkt eingesetzt und die Treibhausgasemissionen vermindert werden.

2017 fand zusätzlich ein Wettbewerb der Klima-Kommunen unter dem Motto „So machen wir’s“ statt, den das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erstmalig ausrichtete. Ausgezeichnet wurden herausragende Projekte in den Kategorien Klimaschutz und Klimaanpassung.

Weitere Informationen unter:

<https://klima-kommunen.hessen-nachhaltig.de>

Es gibt unterschiedliche Arten von KWK-Anlagen. In Großkraftwerken wird häufig das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung genutzt und über Fernwärmenetze Haushalte und Industrie mit Wärme auch über längere Strecken versorgt. Eine weitere Effizienzsteigerung liegt vor, wenn die KWK-Anlagen direkt beim Verbraucher verortet sind. Durch den kurzen Übertragungsweg der Wärme können Leitungsverluste vermieden werden. Bei den KWK-Anlagen vor Ort handelt es sich meistens um

kleinere Anlagen, die z. B. Wohnquartiere oder öffentliche Gebäude wie Krankenhäuser mit Strom und Wärme versorgen.

Die Kraft-Wärme-Kopplung wird vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. In Hessen erhielten zum Stichtag 31.12.2017 insgesamt 5.528 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von rund 2.700 MW Fördermittel. Eine Übersicht über die geförderten Anlagen differenziert nach Leistungskategorien enthält Tabelle 12. Anlagen mit einer jeweils geringen spezifischen Leistung sind in der Überzahl und stehen wenigen Großanlagen mit einer hohen Leistung gegenüber. Die Mini-, Mikro- und Nano-KWK-Anlagen unter 50 kW stellen knapp 90 Prozent der Anlagen, kommen in Summe aber nur auf 2 Prozent der Gesamtleistung.

Die Zahl der geförderten Anlagen hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 832 erhöht. 89 Prozent der Anlagen hatten eine Leistung unter 50 kW, 9 Prozent der Anlagen eine Leistung zwischen 50 kW und 1000 kW und 2 Prozent der Anlagen eine Leistung von mehr als 1000 kW.

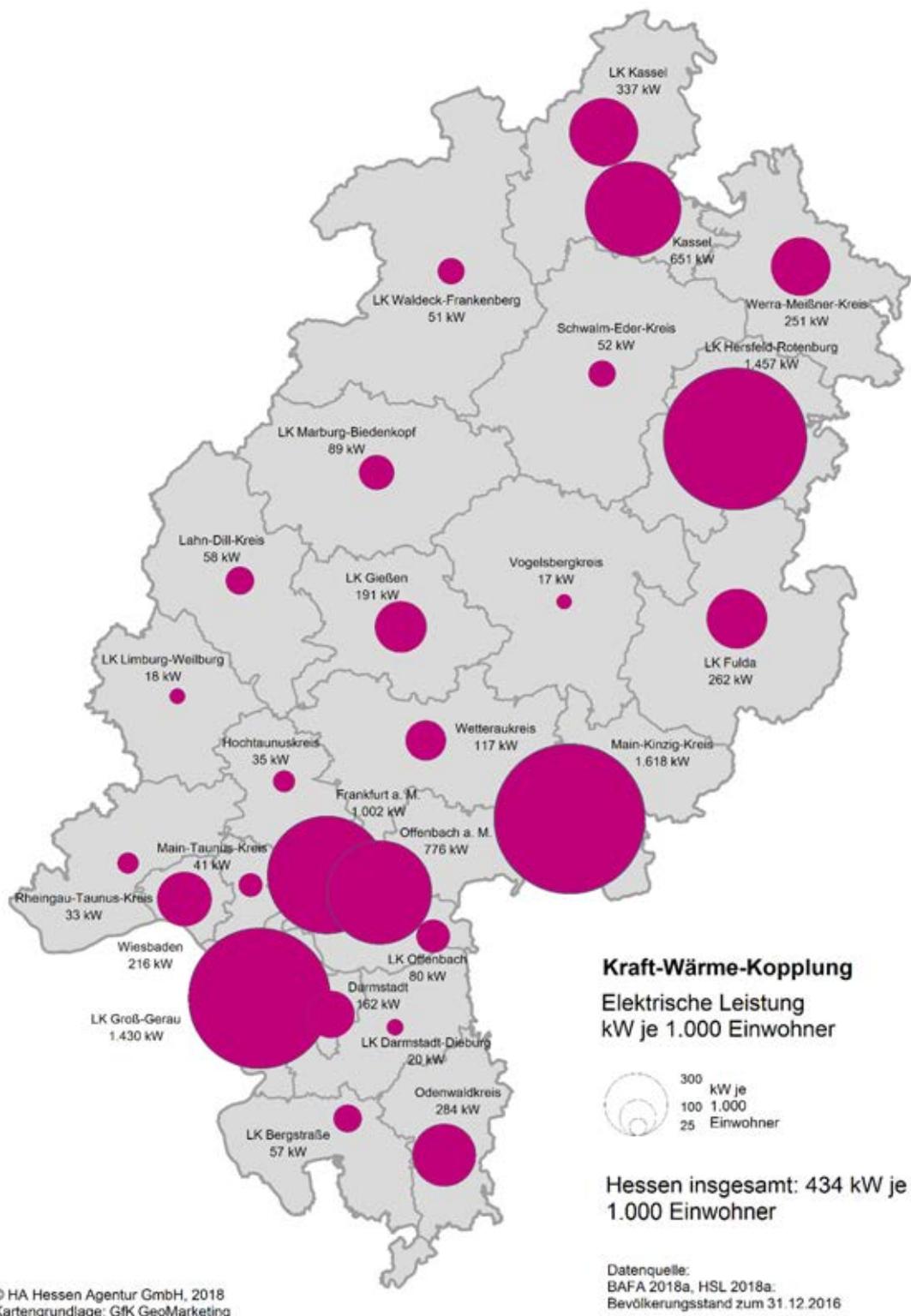
**Tabelle 12: Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2017**

Leistungs-kategorie (in kW/MW)	durch-schnittl. elektrische Leistung (in kW)	Anzahl der Anlagen	elektrische Leistung (in kW)
<= 2 kW	1,05	818	858,9
> 2 <= 10 kW	5,32	2.731	14.528,9
> 10 <= 20 kW	17,90	793	14.194,7
> 20 <= 50 kW	42	579	24.318,0
> 50 <= 100 kW	74	120	8.880,0
> 100 <= 250 kW	170	238	40.460,0
> 250 <= 500 kW	369	83	30.627,0
> 500 <= 1.000 kW	720	52	37.440,0
> 1 <= 2 MW	1.600	51	81.600,0
> 2 <= 10 MW	5.000	38	190.000,0
> 10 <= 50 MW	21.400	12	256.800,0
> 50 <= 100 MW	74.100	9	666.900,0
> 100 MW	332.000	4	1.328.000,0
<b>Insgesamt</b>		<b>5.528</b>	<b>2.694.607,5</b>

Quelle: BAFA 2018a, Berechnungen der Hessen Agentur.

Abbildung 37 stellt die jeweilige elektrische Leistung von KWK-Anlagen bezogen auf die Einwohnerzahl (kW je 1.000 Einwohner) für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte dar. Führende Landkreise sind der Main-Kinzig-Kreis (1.618 kW je Einwohner), der Landkreis Hersfeld-Rotenburg (1.457 kW je Einwohner) und der Landkreis Groß-Gerau (1.430 kW je Einwohner). Gegenüber dem Vorjahr gab es die größte Änderung beim Werra-Meißner-Kreis. Hier fehlte im Vorjahr eine Großanlage im Datenbestand. Ebenfalls eine relativ hohe Veränderung ist beim Hochtaunuskreis festzustellen. Die installierte Leistung je Einwohner hat sich von 20 kW je Einwohner im Jahr 2016 auf 35 kW je Einwohner im Jahr 2017 erhöht. Minimal rückläufig war die Leistung je Einwohner im Main-Kinzig-Kreis (-0,9 %) und in der Stadt Offenbach (-0,6 %). Alle anderen Landkreise und kreisfreien Städte konnten Zuwächse verzeichnen.

Abbildung 37: In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2017 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten



# 7

## Netzausbau und Versorgungssicherheit



## 7 Netzausbau und Versorgungssicherheit

In diesem Kapitel wird zunächst der Stand der Ausbauprojekte im Bereich der überregionalen Höchstspannungsnetze dargestellt. In den sogenannten Übertragungsnetzen erfolgt der Transport der durch Windenergie im Norden Deutschlands erzeugten zunehmenden Strommenge in die Verbraucherzentren in Süddeutschland. Rund 90 Prozent der erneuerbaren Energien werden auf der regionalen und lokalen Netzebene eingespeist, d. h. den Verteilnetzen kommt für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende eine hohe Bedeutung zu. Der notwendige Ausbau der hessischen Verteilnetze sowie Möglichkeiten zur Optimierung der Netzintegration erneuerbarer Energien auf Verteilnetzebene wurden in einer aktuellen Studie für Hessen ermittelt, deren wichtigste Ergebnisse in Kapitel 7.1 vorgestellt werden. Die Entwicklung der Investitionen der Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber ist Gegenstand von Kapitel 7.2. In Kapitel 7.3. sind die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Netze dokumentiert. Abschließend erfolgt in den Kapiteln 7.4 und 7.5 ein Blick auf die Entwicklungen im Gasverteilstromnetz und im Fernwärmenetz in Hessen.

### 7.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Die Modernisierung und der Ausbau der überregionalen Übertragungsnetze und der lokalen Verteilnetze sind eine Schlüsselaufgabe bei der Umsetzung der Energiewende, da die Anforderungen an die Stromübertragung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, die zunehmend dezentrale Stromerzeugung, die steigende Anzahl an Stromproduzenten und den wachsenden europäischen Stromhandel steigen. Durch den wachsenden Anteil der volatilen erneuerbaren Energieträger Wind und Sonne unterliegt die Stromerzeugung und die Einspeisung in die Stromnetze hohen Schwankungen. Um die Erzeugung, den Transport und den Verbrauch von Energie besser aufeinander abzustimmen und auch Sparpotenziale im Verbrauch zu erschließen, müssen Netze und Verbrauch zudem immer flexibler reagieren und intelligent miteinander verknüpft werden. Neben der Netzlänge und den Übertragungskapazitäten der Leitungen rücken immer mehr intelligente Messsysteme in den Blickpunkt, um bestehende Netze zu ertüchtigen. Mit „Smart Grid“ und „Smart Meter“ soll ein schneller und einfacher Austausch von Daten, beispielsweise über dezentrale Erzeugung und flexible Lasten, zur Erhöhung der Transparenz und Effizienz der Netze ermöglicht werden. Die Auslastung bestehender Netze kann hierdurch optimiert werden. Darüber hinaus können Anreize für einen effizienten Umgang mit Strom gegeben werden. Mit dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende hat die Bundesregie-

rung hierfür eine wichtige rechtliche Grundlage geschaffen (Bundesgesetzblatt 2016). Der Fortschritt der Digitalisierung der Energiewende soll bis 2021 jährlich mit einem Digitalisierungsbarometer gemessen und transparent gemacht werden. Begleitet werden die vom BMWi mit der Erstellung des Digitalisierungsbarometers beauftragten Gutachter von einem Beirat, der aus Vertretern von Verbänden, Institutionen und Unternehmen besteht (ZfK 2018).

### Übertragungsnetze

Übertragungsnetze ermöglichen auf Höchstspannungsebene den Transport von Strom über große Entfernungen. Für den sicheren Betrieb und die Instandhaltung der Übertragungsnetze sind in Deutschland die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) TenneT, 50Hertz Transmission, Amprion und TransnetBW verantwortlich. Kontrolliert werden die ÜNB von der Bundesnetzagentur (BNetzA), die auch den Netzausbau und die Entgelte für die Nutzung der Netze genehmigt. Die BNetzA berichtet regelmäßig über den Stand des Netzausbaus (<https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html>).

Die Stromkreislänge der deutschen Übertragungsnetze beträgt aktuell ca. 36.000 km. Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme um rund 1.000 km (BMW 2018a). Im Folgenden wird der Stand des Übertragungsnetzausbaus nach dem Bundesbedarfsplangesetz sowie der Stand der ausschließlich in Zuständigkeit des Landes Hessen liegenden Vorhaben nach dem Energieleitungsausbaugesetz dargestellt.

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

Der Ausbau der Stromnetze auf Übertragungsnetzebene wird im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) geregelt. Die vordringlichen Ausbauprojekte sind im Bundesbedarfsplan festgelegt. Die Gesamtlänge der geplanten Leitungen liegt Ende des ersten Quartals 2018 deutschlandweit bei etwa 5.900 km, davon sind ca. 3.050 km als Netzverstärkung kategorisiert. Die Gesamtlänge wird sich im weiteren Verfahrensverlauf noch konkretisieren, da sie vom realisierten Verlauf der Nord-Süd-Korridore abhängt. Zum 31.03.2018 sind deutschlandweit Leitungen mit einer Länge von rund 500 km genehmigt, wovon rund 150 km realisiert worden sind. Im ersten Quartal 2018 wurden acht Trassenkilometer realisiert. Etwa 2.850 km Stromleitungslänge befinden sich im Bundesfachplanungsverfahren, für rund 600 km sind Raumordnungs- bzw. Planfeststellungsanträge bei den Länderbehörden gestellt worden (BNetzA 2018e).

Abbildung 38 zeigt den Stand der Vorhaben aus dem BBPIG nach dem ersten Quartal 2018. Rot gestrichelte Linien zeigen Vorhaben, die sich im Raumordnungsverfahren befinden, die blau gestrichelten Linien stellen Vorhaben dar, die sich noch nicht im Genehmigungsverfahren befinden. Die innerhalb Hessens bzw. möglicherweise durch Hessen verlaufenden Leitungsvorhaben werden im Folgenden kurz skizziert. Besondere Kennzeichnungen der Vorhaben sowie Träger, technische Charakteristika und der Zeitpunkt der geplanten Inbetriebnahme sind in Tabelle 13 dargestellt. In Hessen fällt das Übertragungsnetz im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche von TenneT (73 %) und Amprion (26 %).<sup>16</sup>

Vorhaben 2, von den Vorhabenträgern auch Ultratnet genannt, ist ein Pilotprojekt für die verlustarme Übertragung hoher Leistungen über weite Entfernungen (HGÜ-Technik). Das Vorhaben bildet eine wichtige Verbindung von der Nordsee bis nach Süddeutschland, der derzeit geplante Vorzugskorridor des Vorhabenträgers durchläuft Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg. Es handelt sich um einen Neubau in bestehender Trasse. Das Vorhaben ist als „von gemeinsamem Interesse“ kategorisiert.<sup>17</sup> Die Trassenlänge beträgt etwa 340 km. Weil es sich um eine Gleichstromverbindung handelt, kann die Leitung nicht in Abschnitten, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden. Die geplante Gesamtinbetriebnahme wurde von 2021 auf 2023 verschoben. Die Abschnitte A (Riedstadt – Mannheim – Wallstadt, Länge 60 km) und D (Weißenthurm – Riedstadt, Länge 110 km) verlaufen durch Hessen. Für Abschnitt A hat die BNetzA die Unterlagen des Vorhabenträgers Amprion vom 25.10. bis zum 24.11.2017 öffentlich ausgelegt und einen Erörterungstermin angesetzt. Für Abschnitt D hat Amprion am 13.11.2017 und am 09.02.2018 Unterlagen nach § 8 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) eingereicht. Die Bundesnetzagentur hat diese vom 21.06. bis zum 20.07.2018 öffentlich ausgelegt.

Die sogenannten SuedLink-Vorhaben 3 von Brunsbüttel nach Großgartach und 4 von Wilster nach Grafenrheinfeld zählen zu den zentralen Transportkorridoren von Nord- nach Süddeutschland. Beide Trassen werden als Erdkabel geplant. Es handelt sich jeweils um einen Neubau in neuer Trasse. Der Untersuchungsrahmen für die jeweiligen Abschnitte wurde festgelegt. Mit der Vorlage der Unterlagen nach § 8 NABEG rechnet die Bundesnetzagentur im ersten Quartal 2019. Ein räumlicher Alternativvorschlag des Freistaats Thüringen wird nach

Prüfung durch die Bundesnetzagentur nicht weiter berücksichtigt. Die Gesamtinbetriebnahme wird für beide Vorhaben für 2025 angestrebt.

Vorhaben 12 verläuft von Vieselbach bei Erfurt in Thüringen nach Mecklar in Hessen. Es sieht eine Umbeseitigung einer bereits bestehenden Verbindung vor, um die Übertragungskapazität zu erhöhen. Das Vorhaben dient einer besseren Verbindung der Netzgebiete von 50Hertz und TenneT. Die geplante Trassenlänge beträgt rund 135 km. Die Vorhabenträger haben bisher noch keinen Antrag auf Bundesfachplanung gestellt. Von einer Antragstellung gehen die Vorhabenträger nicht vor Ende 2018 aus. Die Gesamtinbetriebnahme ist für das Jahr 2023 geplant.

Vorhaben 17 verbindet das hessische Mecklar mit dem bayerischen Grafenrheinfeld und soll das EnLAG-Vorhaben 6 „Wahle – Mecklar“ (siehe folgenden Abschnitt) fortsetzen. Derzeit besteht zwischen den beiden Umspannwerken noch keine direkte Verbindung. Das Vorhaben erhöht die Übertragungskapazität zwischen Bayern und Hessen. Die Leitungslänge liegt bei etwa 130 km, die geplante Inbetriebnahme soll 2027 erfolgen.

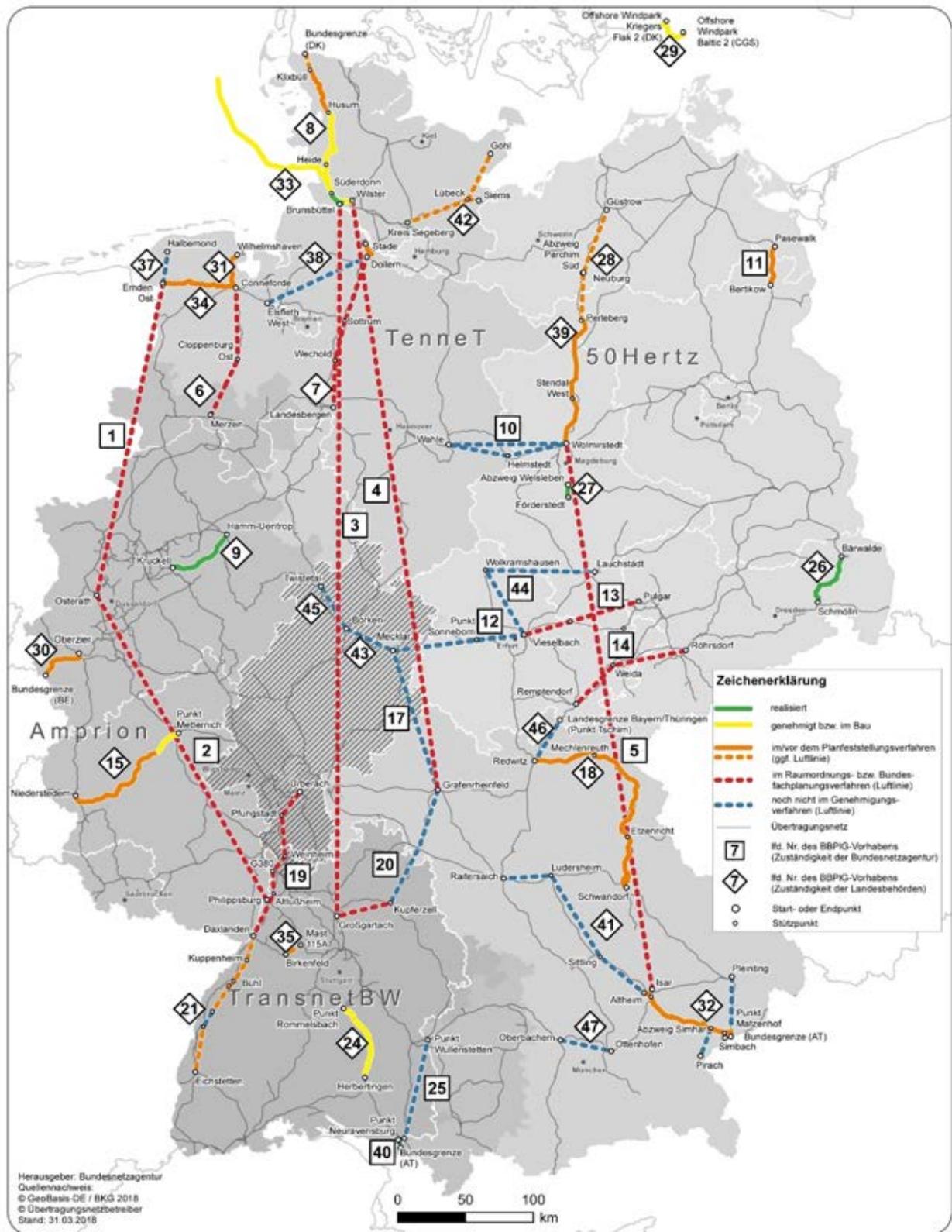
Vorhaben 19 soll die Übertragungskapazität in der Region Frankfurt / Karlsruhe erhöhen. Dafür soll eine großräumige Umstellung vom 220-kV-Betrieb auf einen 380-kV-Betrieb erfolgen. Die Abschnitte Nord (66 km) und Mitte (34 km) verlaufen durch Hessen. Für Abschnitt Nord hat Amprion am 03.04.2018 Unterlagen nach § 8 NABEG eingereicht. Die BNetzA prüft diese auf Vollständigkeit. TransnetBW hat am 12.12.2017 die Bundesfachplanung für die ursprünglichen Abschnitte Mitte und Süd beantragt, welche als Abschnitt Süd zusammengefasst wurden. Die Antragskonferenz fand am 06.02.2018 statt. Am 29.05.2018 hat die BNetzA den Untersuchungsrahmen festgelegt. Mit der Vorlage der Unterlagen nach § 8 NABEG wird im vierten Quartal 2019 gerechnet. Die geplante Inbetriebnahme des Vorhabens ist von 2022 auf 2023 verschoben worden.

Vorhaben 43 von Borken nach Mecklar sieht eine Verstärkung der bestehenden 380-kV-Freileitung vor. Es soll einen besseren Leistungsausgleich zwischen den wichtigen Nord-Süd-Trassen gewährleisten, die an den Netzverknüpfungspunkten Borken und Mecklar verlaufen. Die Trasse ist etwa 41 km lang. Ein Raumordnungsverfahren ist voraussichtlich nicht erforderlich. Der Beginn des Planfeststellungsverfahrens beim Regierungspräsidium Kassel wird nicht vor 2019 erwartet.

16 Das Verhältnis ist nach Anzahl der EEG-Anlagen berechnet. Wird die eingespeiste Strommenge oder die installierte Leistung angelegt, dann ändern sich die Zahlen auf 77 % und 23 %.

17 Um das Erreichen der gemeinsamen europäischen Ziele zu gewährleisten, werden von der EU-Kommission und den Mitgliedstaaten als notwendig identifizierte Netzausbauprojekte als „Vorhaben von gemeinsamem Interesse“ (Projects of Common Interest, PCI) klassifiziert. Sie sollen Lücken in der europäischen Energienetzinfrastruktur schließen und zur Entwicklung erneuerbarer Energien beitragen (BNetzA 2018j).

Abbildung 38: Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) nach dem 1. Quartal 2018



Quelle: BNetzA 2018e, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

**Tabelle 13: Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG**

Vorhaben Nr.	Abschnitt	Kennzeichnungen	Träger von Hessen betreffenden Abschnitt	Technische Charakteristika	Geplante Inbetriebnahme
2	Osterath – Philippsburg (Ultranet) Abschnitt D: Weißenthurm – Riedstadt (110 km) Abschnitt A: Riedstadt – Mannheim – Wallstadt (60 km)	HGÜ-Pilotprojekt, PCI	Amprion	380 kV Gleichstrom	2023
3	Brunsbüttel – Großgartach (SuedLink) Abschnitt C: Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (148 km) Abschnitt D: Gerstungen – Arnstein (137 km)	HGÜ-Pilotprojekt, Erdkabel, PCI	TenneT, TransnetBW	320 oder 525 kV Gleichstrom	2025
4	Wilster – Grafenrheinfeld (SuedLink) Abschnitt C: Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (148 km) Abschnitt D: Gerstungen – Grafenrheinfeld (132 km)	HGÜ-Pilotprojekt, Erdkabel, PCI	TenneT, TransnetBW	320 oder 525 kV Gleichstrom	2025
12	Vieselbach – Mecklar (135 km)	keine	TenneT, 50Hertz	380 kV Wechselstrom	2023
17	Mecklar – Grafenrheinfeld (130 km)	keine	TenneT	380 kV Wechselstrom	2027
19	Abschnitt Süd: Weinheim – Daxlanden (76 km) Abschnitt Nord: Urberach – Weinheim (66 km)	keine	Amprion, TransnetBW	380 kV Wechselstrom	2023
43	Borken – Mecklar (41 km)	keine	TenneT	380 kV Wechselstrom	2022
45	Borken – Twistetal (43 km)	keine	TenneT	380 kV Wechselstrom	2024

Quelle: BNetzA 2018e.

Auch zwischen Borken und Twistetal (Vorhaben 45) soll auf rund 43 km Länge eine bestehende 380-kV-Freileitung verstärkt werden. Die bestehende Leitung ist derart hoch ausgelastet, dass keine (n-1)-Sicherheit mehr gewährleistet werden kann.<sup>18</sup> Ein Raumordnungsverfahren ist voraussichtlich nicht erforderlich. Der Start des Planfeststellungsverfahrens beim Regierungspräsidium Kassel wird nicht vor 2020 erwartet. Die Inbetriebnahme ist für 2024 geplant.

#### Stand des Ausbaus nach dem Energieleitungs- ausbaugesetz (EnLAG)

Ausschließlich in der Zuständigkeit der Länder liegende Projekte sind im Energieleitungsbaugesetz (EnLAG) enthalten. Von den bundesweit 22 EnLAG-Vorhaben, die in Abbildung 39 dargestellt sind, betreffen vier Vorhaben Hessen. Drei der Vorhaben sind bereits fertiggestellt und in Betrieb. Für ein Projekt liegt seit dem ersten Quartal

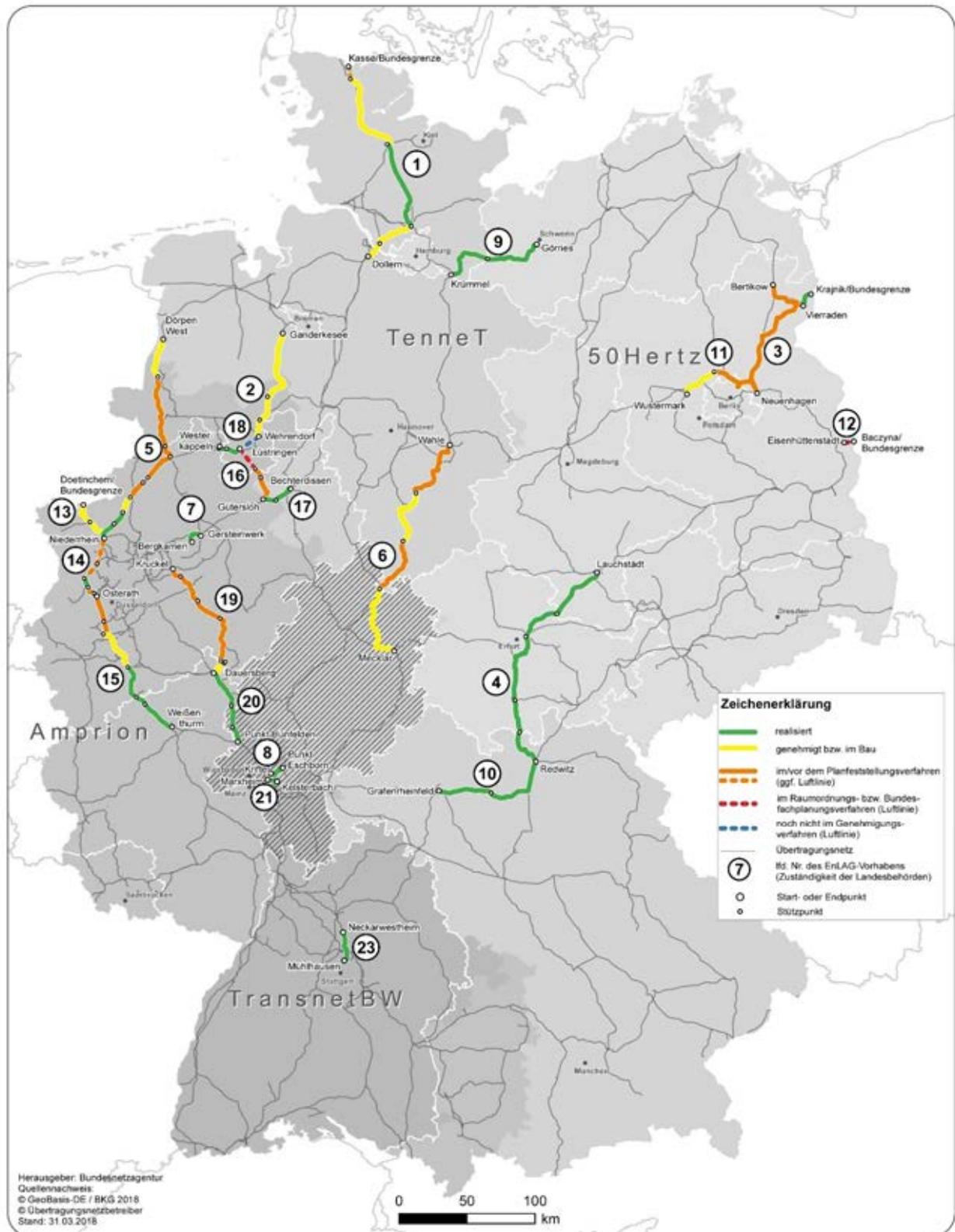
2018 der Planfeststellungsbeschluss vor, im zweiten Quartal haben die Bauarbeiten begonnen.

In Tabelle 14 sind Angaben zum Träger, technische Merkmale, Verfahrensstand und (geplante) Inbetriebnahme der durch Hessen verlaufenden EnLAG-Vorhaben dargestellt. Die einzelnen Vorhaben werden nachfolgend kurz skizziert (BNetzA 2018f).

Vorhaben 6 erstreckt sich von Wahle in Niedersachsen bis nach Mecklar in Nordhessen. Es ist eines der Pilotvorhaben, die der bundesweiten Erprobung von Erdkabelabschnitten beim Betrieb von Höchstspannungsleitungen mit Wechselstrom (220-380 kV) dienen sollen. Innerhalb des durch Hessen verlaufenden Planungsabschnitts „D“ konnte eine raumverträgliche Trasse festgelegt werden, die den Einsatz von Teilerdverkabelung nicht erfordert. Ab 2021 soll die Leitung Strom aus Windenergie von Nord- nach Süddeutschland transportieren. Die Gesamtlänge beträgt 221 km, wovon 66 km auf hessisches Gebiet entfallen.

18 Zur Erklärung siehe Glossar.

Abbildung 39: Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem 1. Quartal 2018



Quelle: BNetzA 2018f, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

Das Planfeststellungsverfahren für den hessischen Teilabschnitt beim Regierungspräsidium Kassel wurde im ersten Quartal 2018 abgeschlossen. Es werden noch Planänderungen durchgeführt. Im zweiten Quartal 2018 haben die Bauarbeiten begonnen. Das hessische Teilstück soll 2020 realisiert sein. Die Gesamtinbetriebnahme ist für 2021 geplant.

Vorhaben 8, in dem 10 Kilometer Höchstspannungsleitung zwischen Kriftel und Eschborn durch 9 Kilometer

Zubeseilung und 1 Kilometer Neubau aufgerüstet wurden, ist abgeschlossen. Die Leitung ist seit dem vierten Quartal 2017 in Betrieb.

Vorhaben 20, das Dauersberg in Rheinland-Pfalz mit Hünfelden in Hessen verbindet, und Vorhaben 21 Marxheim – Kelsterbach sind bereits seit 2012 bzw. 2010 in Betrieb.

**Tabelle 14: Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG**

Vorhaben Nr.	Abschnitt	Kennzeichnung	Träger	Technische Charakteristika	Raumordnungsverfahren	Planfeststellungsverfahren	Länge in Hessen	geplante Inbetriebnahme
6	Wahle – Mecklar (221 km)	Teil-Erdverkabelung	TenneT	380 kV Neubau	abgeschlossen	Für hessischen Teilabschnitt abgeschlossen	66 km	2021
8	Kriftel – Eschborn (10 km)	nein	Amprion	380 kV Zubeseilung und Neubau	nicht erforderlich	abgeschlossen	10 km	seit 2017 in Betrieb
20	Dauersberg – Hünfelden (60 km)	nein	Amprion	380 KV Neubau	abgeschlossen	abgeschlossen	41 km	seit 2012 in Betrieb
21	Marxheim – Kelsterbach (7 km)	nein	Amprion	380 kV Neubau	abgeschlossen	abgeschlossen	7 km	seit 2010 in Betrieb

Quelle: BNetzA 2018f.

## Verteilnetze

Über die regionalen und lokalen Verteilnetze werden Haushalte und Unternehmen ans Stromnetz angeschlossen. Der Strom wird in Hoch-, Mittel- und Niederspannung übertragen. Für die Wartung und Instandhaltung sind die Verteilnetzbetreiber (VNB) verantwortlich. Diese sind verpflichtet, ihre Netze entsprechend dem Stand der Technik zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, um die Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms sicherzustellen. Durch die zunehmende Einspeisung aus erneuerbaren, dezentralen Energieerzeugungsanlagen und durch neue elektrische Verbraucher wie elektrische Wärmepumpen steigen die Anforderungen an die Verteilnetze.

Die Stromkreislänge der Verteilnetze in Hessen beträgt zum 31.12.2016 insgesamt 111.674 km, dies bedeutet einen Zuwachs um 4.288 km bzw. um 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr (LDEW 2018). Der größte Teil des Stromnetzes, nämlich 76.956 km, entfällt auf das Niederspannungsnetz, über das vor allem Haushalte und kleinere Gewerbebetriebe lokal mit Strom versorgt werden. Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr beträgt hier 3.337 km

bzw. 4,5 Prozent. Die Länge des Mittelspannungsnetzes beträgt 30.058 km (+947 km) und die des Hochspannungsnetzes 4.660 km (+4 km). Die Mittelspannungs- und Hochspannungsebene stellen insbesondere für lokale Stromversorger und Industriebetriebe Strom bereit. Dabei ist das Hochspannungsnetz zu über 90 Prozent als Freileitung realisiert, wohingegen im Niederspannungs- und Mittelspannungsbereich die Leitungen überwiegend als Erdkabel verlegt sind (96 % bzw. 84 %). Die Zahl der Entnahmestellen in Hessen lag zum 31.12.2016 bei insgesamt 3,5 Millionen.

Die im April 2018 veröffentlichte Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034, die von BearingPoint und dem Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung erstellt wurde (BearingPoint / Fraunhofer IEE 2018), zeigt die Auswirkungen der Energiewende auf die Verteilnetze in Hessen auf. Für unterschiedliche Energieszenarien werden Varianten des notwendigen Netzausbaus und der damit verbundenen Investitionen untersucht. Auch die Potenziale des Einsatzes innovativer Maßnahmen sind dargestellt. Referenzjahr der Berechnungen ist

2015, d. h. der im Jahr 2015 vorliegende Ausbauzustand der Verteilnetze in Hessen. Die Netzplanungen für die Hochspannung berücksichtigen die Maßnahmen des Netzentwicklungsplans 2024/2034. An der Studie haben zehn VNB mitgearbeitet, die etwa zwei Drittel der hessischen Verteilnetze repräsentieren und umfangreiches Datenmaterial lieferten. Alle Analysen und Netzberechnungen basieren somit auf Realnetzen der VNB in Hessen. Damit sind die Planungsherausforderungen der Netzbetreiber realistisch nachgebildet und eine hohe Repräsentativität und Praxisnähe ist gewährleistet.

Die in der Studie untersuchten drei Energieszenarien bilden verschiedene mögliche Geschwindigkeiten der Energiewende in Hessen ab: Das untere Szenario (gebremste Energiewende) geht von einer verzögerten Realisierung der Energiewende und einem gebremsten Zubau erneuerbarer Energien aus; das mittlere Szenario (Energiewende) geht von einer sich in Deutschland planmäßig fortsetzenden Energiewende aus; das obere Szenario (Landesziele Hessen) legt zugrunde, dass die energiepolitischen Ziele der hessischen Landesregierung realisiert werden und ein entsprechend beschleunigter Zubau an erneuerbaren Energien erfolgt.

Im Hinblick auf die Erzeugung ist in den Szenarien der Zubau wesentlich durch Windenergie und Photovoltaik geprägt. Bei der Entwicklung des Verbrauchs wird infolge der zunehmenden Sektorkopplung ein stark wachsender Bedarf an Ladepunkten durch die E-Mobilität sowie ein Zubau an Wärmepumpen erwartet. Demgegenüber wird der konventionelle Verbrauch aufgrund von Effizienzmaßnahmen sinken, sodass insgesamt eine geringfügige Zunahme des Verbrauchs an elektrischer Energie erwartet wird.

Bei allen Szenarien wird ein durch die Energiewende bedingter Netzausbau zur Integration erneuerbarer Energien und neuer Verbraucher als erforderlich gesehen. Der Netzausbau kann im Wesentlichen durch Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen erfolgen. Wenn neben der Ertüchtigung der Netze auch ein Ausbau notwendig werden sollte, lässt sich dies in aller Regel mit unterirdischen Kabeln bewältigen (HMWEVL 2018b). Über alle Netzebenen zusammengefasst wird bis 2024 in Hessen ein zu Barwerten per 2015 bewerteter Netzausbaubedarf von rund 420 Mio. Euro im unteren Energieszenario, von rund 570 Mio. Euro im mittleren Energieszenario und von rund 760 Mio. Euro im oberen Energieszenario erwartet. Bis 2034 liegt der zu Barwerten per 2015 bewertete Netzausbaubedarf bei rund 630 Mio. Euro im unteren Energieszenario, bei rund 1.050 Mio. Euro im mittleren Energieszenario und bei rund 1.520 Mio. Euro im oberen Energieszenario. Die

Netzausbauskosten können jedoch durch innovative Technologien und effiziente Planung um mindestens 10 bis 15 Prozent reduziert werden.

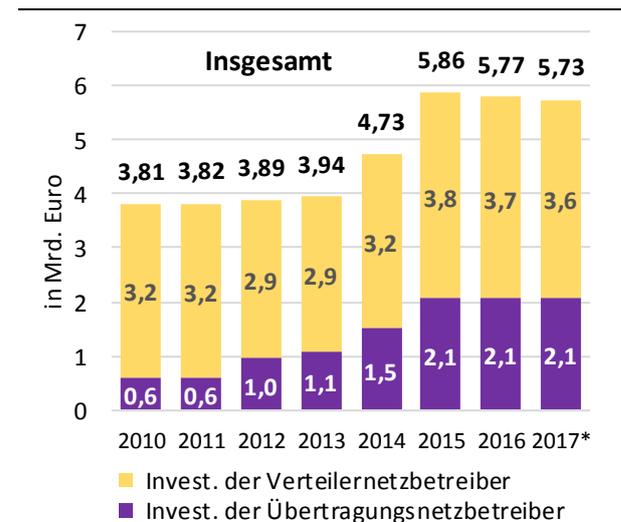
## 7.2 Investitionen in Stromnetze

In Abbildung 40 ist die Entwicklung der Investitionen der ÜNB und VNB in die Stromnetze für Deutschland im Zeitraum von 2010 bis 2017 dargestellt.<sup>19</sup>

Nach einem sprunghaften Anstieg der Investitionen im Jahr 2015 ist für das Jahr 2017 – wie bereits im Jahr 2016 – gegenüber dem Vorjahr ein leichter Rückgang der Investitionen in die deutschen Stromnetze zu erwarten. Der Planwert für 2017 liegt bei 5,73 Mrd. Euro; dies sind 4 Mio. Euro weniger als im Jahr 2016. Bei den ÜNB wird eine leichte Steigerung der Investitionsausgaben um 15 Mio. Euro erwartet. Demgegenüber liegen die für 2017 geplanten Investitionen der VNB um 58 Mio. Euro niedriger als im Jahr 2016.

Die im letztjährigen Monitoringbericht dargestellten für das Jahr 2016 geplanten Investitionen (5,93 Mrd. Euro) wurden zu 97 Prozent realisiert. Die tatsächliche Investitionssumme für 2016 beläuft sich auf 5,77 Mrd. Euro. Bei den Investitionen in das Verteilnetz wurde der Planwert um rund 100 Mio. Euro übertroffen. Die Investitionen in das Übertragungsnetz lagen demgegenüber um über 300 Mio. Euro unter dem Planwert.

**Abbildung 40: Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2017** (in Mrd. Euro)



\*) Plandaten.

Quelle: BNetzA, BKartA 2017.

<sup>19</sup> Als Investitionen gelten die aktivierten Bruttozugänge an Sachanlagen sowie der Wert der neu gemieteten und gepachteten neuen Sachanlagen (BNetzA, BKartA 2017).

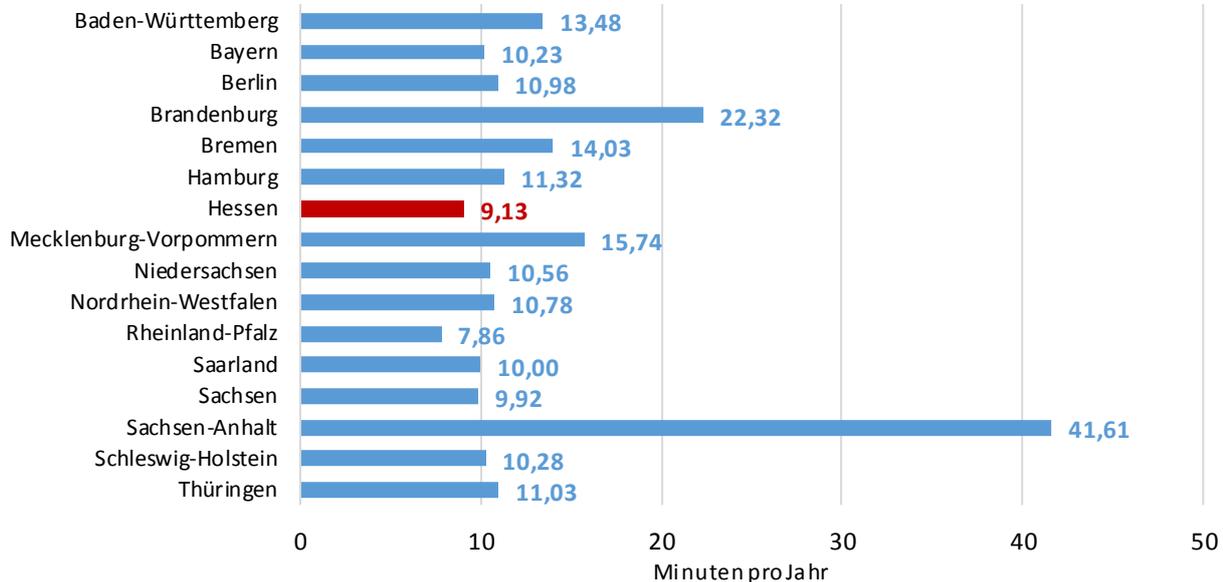
### 7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich

Die Versorgungssicherheit des Elektrizitätssystems ist ein wichtiger Standortfaktor im internationalen Wettbewerb. Mit dem Umbau der Energiesysteme, den steigenden Anteilen der witterungsabhängigen erneuerbaren Energien und der zunehmenden Zahl von Stromproduzenten haben die Herausforderungen für die Stromnetze zugenommen. Die Netzbetreiber sind verpflichtet, Versorgungsunterbrechungen, die länger als drei Minuten andauern, mit Nennung von Zeitpunkt, Dauer, Ausmaß und Ursache der Unterbrechung zu melden. Für das Jahr 2016 wurden deutschlandweit 172.504 Versorgungsunterbrechungen für insgesamt 868 Netze gemeldet. Etwa 86 Prozent aller Unterbrechungen entfielen auf die Niederspannungsebene und rund 14 Prozent auf die Mittelspannungsebene. Der von der BNetzA für die Nieder- und Mittelspannung ermittelte SAIDI-Wert (System Average Interruption Duration Index) beträgt für das Jahr 2016 12,8 Minuten (2,1 Minuten im Bereich der Niederspannung und 10,7 Minuten im Bereich der Mittelspan-

nung) und liegt damit unter dem Mittelwert der vergangenen zehn Jahre (Mittelwert 2006 bis 2015: 15,9 Minuten). Die Versorgungsqualität hält sich somit auf einem hohen Niveau. Ein Einfluss der Energiewende und der damit einhergehenden steigenden dezentralen Erzeugungsleistung auf die Versorgungsqualität ist somit auch für 2016 bei diesem Indikator nicht zu erkennen (BNetzA, BKartA 2017, BNetzA 2018).

Die BNetzA ermittelt auch einen SAIDI-Wert für Bundesländer (siehe Abbildung 41). Der SAIDI-Wert 2016 für Hessen beträgt 9,13 Minuten. Dies ist der zweitniedrigste Wert von allen Bundesländern. Über alle Bundesländer hinweg reicht die Spanne von 7,86 Minuten für Rheinland-Pfalz bis 41,61 Minuten für Sachsen-Anhalt. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass der entsprechende Bundesländerwert nicht unbedingt deckungsgleich mit dem Bundesland ist, da die von den Netzbetreibern gemeldeten Daten dem jeweiligen Netzgebiet des Betreibers zugeordnet werden. Hat ein Netzbetreiber ein Netzgebiet, das sich über mehrere Bundesländer erstreckt, werden die gemeldeten Versorgungsunterbrechungen dem Bundesland zugerechnet, in dem der Betreiber seinen Firmensitz hat.

Abbildung 41: Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern (in min/Jahr)



Quelle: BNetzA 2018l.

#### Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen

Die Netzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet, Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems zu ergreifen.

Dabei werden folgende Maßnahmenkategorien<sup>20</sup> unterschieden:

- Redispatch
- Reservekraftwerke
- Einspeisemanagement und
- Anpassungsmaßnahmen

<sup>20</sup> Zur Erläuterung der unterschiedlichen Maßnahmen siehe Glossar.

Der Gesamtumfang der netzstabilisierenden Maßnahmen ist im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr deutlich gestiegen. Ursächlich hierfür ist der Ausbau der Windenergie – 2017 war das Jahr mit der bislang höchsten Einspeisung aus Windenergieanlagen – bei gleichzeitiger Verzögerung im Netzausbau. Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmenkategorien dargestellt (BNetzA 2018g).<sup>21</sup>

Um die Netzstabilität in kritischen Situationen zu gewährleisten, setzen die ÜNB im Bedarfsfall gezielt Kraftwerke ein und wirken so Leitungsüberlastungen entgegen. Diese Eingriffe in die marktbasierenden Fahrpläne der Kraftwerke werden als **Redispatch** bezeichnet. Nach dem Rückgang der Redispatchmaßnahmen im Jahr 2016 ist für das Jahr 2017 ein deutlicher Anstieg festzustellen (BNetzA 2018g). Die Gesamtmenge der Einspeisereduzierungen und -erhöhungen lag bei 18.456 GWh und damit um 6.981 GWh über dem Vorjahreswert und auch um 3.020 GWh über dem Wert von 2015, dem Jahr mit den bis dahin höchsten Redispatchmaßnahmen. Die Gesamtdauer der für 2017 gemeldeten Redispatchmaßnahmen lag bei 14.202 Stunden, dies sind 863 Stunden mehr als im Vorjahr. Der Anstieg der Redispatchmaßnahmen gegenüber dem Jahr 2016 schlägt sich auch in steigenden Kosten nieder. Diese sind in 2017 um etwa 173,9 Mio. Euro auf 396,5 Mio. Euro gestiegen. Der Vergleichswert für 2015 liegt mit 412 Mio. Euro jedoch noch darüber.

Wie bereits im Vorjahr mussten auch im Jahr 2017 überwiegend strombedingte Redispatchmaßnahmen durchgeführt werden. Diese dienen der Vermeidung bzw. Beseitigung kurzfristig auftretender Überlastungen in Leitungen oder Umspannwerken. Insgesamt wurden Überlastungen mit einer Gesamtdauer von 11.511 Stunden (2016: 10.260 Stunden) und Maßnahmen mit einem Volumen an Einspeisereduzierungen von 6.640 GWh (2016: 5.721 GWh) gemeldet.

In Abbildung 42 sind die Netzelemente mit den längsten strombedingten Redispatchmaßnahmen dargestellt. Die Nummern an den Netzelementen geben den jeweiligen Rang der am stärksten betroffenen Netzelemente wieder. In Hessen sind insgesamt sieben Netzelemente aufgeführt. Von Maßnahmen mit einer Dauer von insgesamt 354 Stunden war das Netzelement Borken – Gießen – Karben betroffen; dies bedeutet Rang 8 unter den am stärksten betroffenen Netzelementen bundesweit und ist in der Abbildung rot dargestellt.

Mit einer Dauer von 290 Stunden liegt das Netzelement Großkrotzenburg – Dettingen auf Platz 10. Ebenfalls am Standort des Kraftwerks Staudinger liegen die Netzelemente Dipperz – Großkrotzenburg mit 183 Stunden (Rang 13) und Gebiet Großkrotzenburg (Rang 16). Unter 50 Stunden betrug die Dauer der Redispatchmaßnahmen bei drei weiteren in bzw. durch Hessen verlaufenden Netzelementen, nämlich beim Netzelement Borken – Waldeck – Twistetal (43 Stunden), beim Netzelement Mecklar – Dipperz (24 Stunden) und beim Netzelement Mecklar – Eisenach (15 Stunden). Die Summe der für Hessen aufgeführten Maßnahmen beträgt insgesamt 1.032 Stunden (2016: 728 Stunden).

Darüber hinaus wurden im Jahr 2017 spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen<sup>22</sup> in Höhe von deutschlandweit 2.691 Stunden gemeldet; dies waren 386 Stunden weniger als im Jahr zuvor. Besonders betroffen war das in Hessen liegende Netzgebiet Borken (Borken – Dipperz – Großkrotzenburg, Gießen, Karben) mit einer Dauer von 1.040 Stunden (2016: 1.255 Stunden).

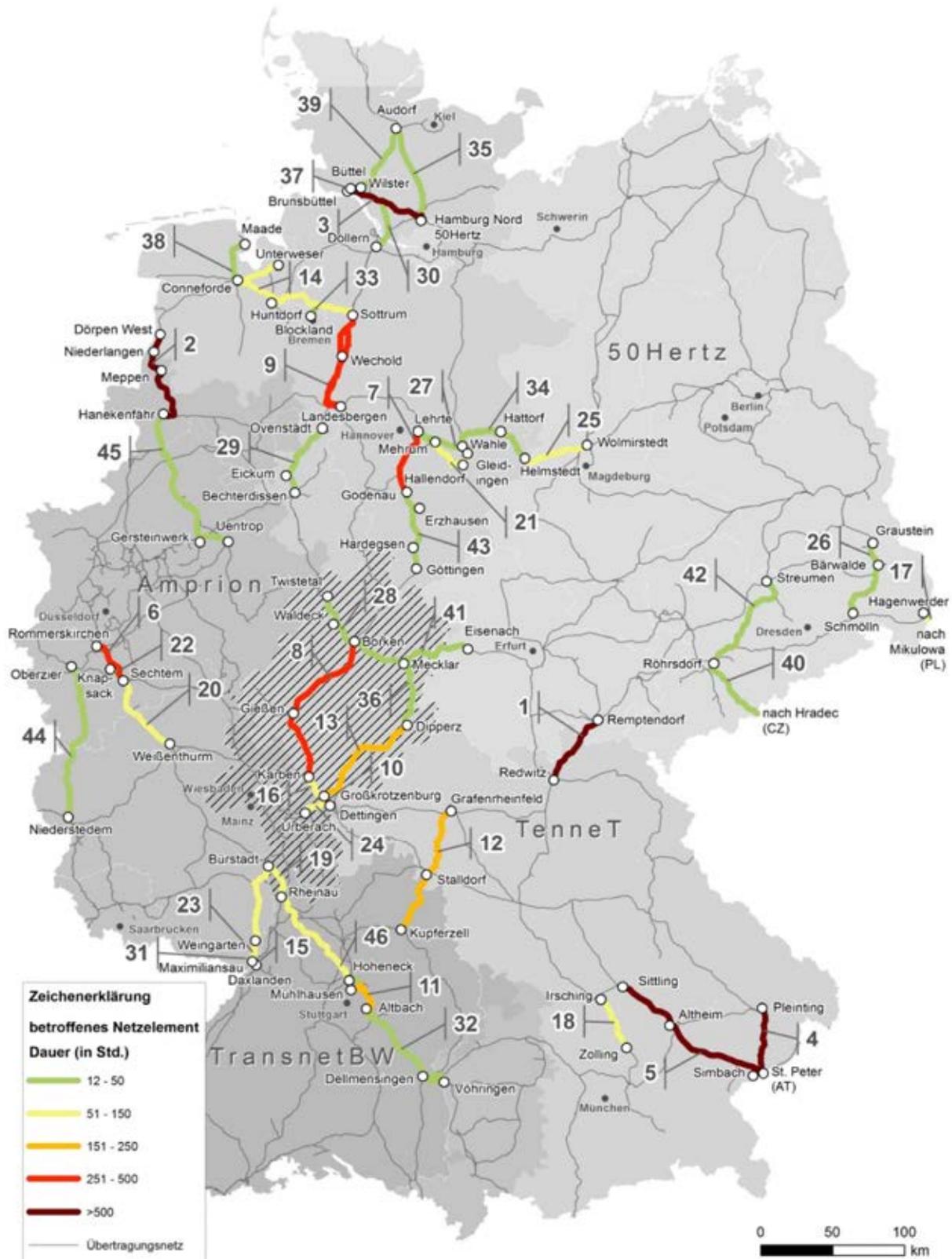
Sind keine Kraftwerkskapazitäten zur Durchführung von Redispatchmaßnahmen in ausreichendem Maße vorhanden, so beschafft der Netzbetreiber aus vorhandenen, aber inaktiven Kraftwerken die zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit des Netzes erforderlichen Kapazitäten. **Netzreservekraftwerke** werden also nicht wegen mangelnder Erzeugungskapazitäten benötigt, sondern wegen zu hohem Stromtransport und der daraus resultierenden Überlastung des Übertragungsnetzes. Diese Netzreservekraftwerke werden ausschließlich zum Redispatch eingesetzt. Im Winter 2017/2018 kamen an insgesamt 105 Tagen Reservekapazitäten mit einer Gesamtleistung von knapp 1.139 GWh zum Einsatz.

Dies bedeutet einen Rückgang um rund 70 GWh im Vergleich zum Winter 2016/2017. Für den Winter 2018/2019 stehen aus Hessen Block 4 des Kraftwerks Staudinger mit einer Einspeiseleistung von 580 MW und das Gasturbinenkraftwerk Darmstadt mit einer Einspeiseleistung von 94,6 MW als Netzreservekraftwerke zur Verfügung (BNetzA 2018h).

21 Die Angaben für 2016 und 2017 sind teilweise noch vorläufig. Die Daten unterliegen fortlaufenden Aktualisierungen.

22 Spannungsbedingter Redispatch zielt auf die Aufrechterhaltung der Spannung im betroffenen Netzgebiet z. B. durch die Anpassung von Blindleistung ab. Dabei wird die Wirkleistungseinspeisung von Kraftwerken angepasst, um diese in die Lage zu versetzen, die benötigte Blindleistung zur Spannungshaltung erbringen zu können. Dies kann z. B. durch Anfahren stillstehender Kraftwerke auf Mindestwirkleistungseinspeisung oder durch Reduzierung der Einspeisung unter Vollast laufender Kraftwerke bis auf Mindestwirkleistungseinspeisung erfolgen (BNetzA 2018g).

Abbildung 42: Strombedingte Redispatchmaßnahmen 2017 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber



Quelle: BNetzA 2018g, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

Zum **Einspeisemanagement** (EinsMan-Maßnahmen) zählen Maßnahmen, die ein Netzbetreiber einsetzen kann, um Leistungsüberlastungen durch Netzengpässe zu vermeiden oder zu beheben. Im Jahr 2017 lag die durch die ÜNB und VNB im Rahmen des Einspeisemanagements deutschlandweit gemeldete Ausfallarbeit von erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen mit rund 5.518 GWh bzw. 47 Prozent deutlich über dem Vorjahr (3.743 GWh). Die meiste Ausfallarbeit entfiel mit 3.258 GWh bzw. 59 Prozent auf Schleswig-Holstein, gefolgt von Niedersachsen mit 1.098 GWh bzw. 20 Prozent. Insbesondere im zweiten und vierten Quartal war ein Anstieg der EinsMan-Maßnahmen zu beobachten, der mit der Abregelung von Offshore-Windanlagen zusammenhing. Auf Hessen entfielen im Jahr 2017 EinsMan-Maßnahmen im Umfang von nur 0,01 GWh (BNetzA 2018g).

Unter **Anpassungsmaßnahmen** fallen Anpassungen von Stromeinspeisungen oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichend sind. Im Jahr 2017 erfolgten von drei Verteilnetzbetreibern Anpassungsmaßnahmen in Höhe von rund 34,5 GWh (2016: 4,0 GWh; 2015: 26,5 GWh). Auf Hessen entfielen keine derartigen Maßnahmen (2016: 1,61 GWh) (BNetzA 2018g).

## 7.4 Gasverteilnetz

Wie in Kapitel 3 gezeigt wurde, sind Gase nach Mineralölen der wichtigste Energieträger sowohl beim Primär- als auch beim Endenergieverbrauch. Ihr Anteil liegt bei 24 bzw. 20 Prozent.

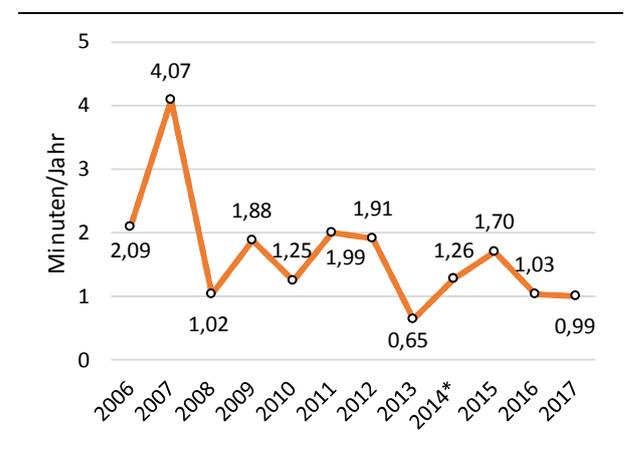
Die Gasnetzlänge in Hessen hat wie bereits im Vorjahr zugenommen. Zum 31.12.2016 lag die Gasnetzlänge einschließlich der Hausanschlussleitungen bei insgesamt 31.265 km (BDEW 2018b). Dies entspricht einer Zunahme der Netzlänge gegenüber 2015 um 1.820 km.

Der SAIDI-Wert für die deutschen Gasnetzbetreiber lag 2017 bei 0,99 Minuten und damit abermals deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt (siehe Abbildung 43). Dieser Wert beschreibt die durchschnittliche Dauer innerhalb eines Jahres, in der ein Kunde von einer Versorgungsunterbrechung betroffen ist.

Im Jahr 2016 hat Deutschland rund 94 Prozent des Erdgasverbrauchs durch Importe gedeckt. Die wichtigsten Bezugsländer sind Norwegen und die Niederlande (BMW 2018e). Eine wichtige Rolle bei der Energieversorgung mit Erdgas spielen Untertage-Gasspeicher. Porenspeicher dienen dabei der saisonalen Grundlastabdeckung, Kavernenspeicher der Abdeckung tageszeitlicher

Verbrauchsspitzen. Etwa 62 Prozent des derzeit nutzbaren Arbeitsgasvolumens sind in Kavernenspeichern und rund 38 Prozent in Porenspeichern verfügbar. Hessen verfügt in Reckrod, südöstlich von Bad Hersfeld gelegen, über einen Erdgas-Kavernenspeicher mit einem Volumen an nutzbarem Arbeitsgas von 110 Mio. m<sup>3</sup>. Zudem liegen in Hessen zwei Porenspeicher in Stockstadt mit einem Gesamtvolumen an nutzbarem Arbeitsgas in Höhe von 135 Mio. m<sup>3</sup> und ein Porenspeicher in Hähnlein mit einem Volumen von 80 Mio. m<sup>3</sup> (LBEG 2018).

**Abbildung 43: Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2017 (in min/Jahr)**



\* Wert für 2014 ohne Unfall an der Erdgasleitung Rhein-Main (ERM), da keine Auswirkung auf Tarifkunden gegeben war. Mit Berücksichtigung des ERM-Unfalls beträgt der SAIDI-Wert für 2014 etwa 16,8 Minuten.

Quelle: BNetzA 2018k.

## 7.5 Fernwärmenetz

Angaben über das Fernwärmenetz in Hessen stellt der AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. zur Verfügung.<sup>23</sup> Danach umfasste das Fernwärmenetz in Hessen zum Jahresende 2016 eine Trassenlänge von insgesamt 1.120 km, wobei 1.072 km auf das Wassernetz und 48 km auf das Dampfnetz entfielen (siehe Tabelle 15). Der gegenüber dem Vorjahr leichte Rückgang der Trassenlänge ist statistisch auf Zu- und Abgänge der meldenden Mitglieder beim AGFW zurückzuführen und bildet keinen realen Rückgang ab.

Gegenüber dem Vorjahr leicht erhöht hat sich die angeschlossene Leistung, und zwar um 20,6 Megawatt (MW) bzw. 0,7 Prozent. Mit einem Zuwachs von 7,5 Prozent ist ein deutlicher Anstieg bei der nutzbaren Wärmeabgabe festzustellen. Diese bildet die Energiemenge ab, die an

23 Der Abdeckungsgrad der AGFW-Mitglieder liegt bei etwa 95 Prozent der Fernwärme-Versorgungsunternehmen.

den Kunden geliefert wird. Sie wird von den Witterungsbedingungen beeinflusst und weist dadurch jährliche Schwankungen auf.<sup>24</sup>

**Tabelle 15: Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2016**

Netzdaten und Leistung	2012	2013	2014	2015	2016	Veränderung 2015/2016
<b>Trassenlänge (in km)</b>						
Insgesamt	961,2	1.031,0	1.051,6	1.134,2	1.120,3	-1,2 %
Wassernetz	915,0	985,0	1.006,0	1.086,0	1.072,0	-1,3 %
Dampfnetz	46,2	46,0	45,6	48,2	48,3	+0,2 %
<b>Hausübergabestationen (Anzahl)</b>						
Insgesamt	17.300	19.177	19.498	20.662	19.533	-5,5 %
Wassernetz	16.947	18.827	19.145	20.315	19.186	-5,6 %
Dampfnetz	353	350	353	347	347	0,0 %
<b>Leistung (in MW)</b>						
Insgesamt	2.540,6	3.155,9	3.023,9	3.142,9	3.163,5	+0,7 %
Wassernetz	2.027,0	2.660,0	2.505,0	2.620,0	2.653,0	+1,3 %
Dampfnetz	513,6	495,9	518,9	522,9	510,5	-2,4 %
<b>Nutzbare Wärmeabgabe (in TJ)</b>						
Insgesamt	13.611	15.016	12.660	15.224	16.371	+7,5 %
Wassernetz	10.883	12.291	10.377	12.023	13.206	+9,8 %
Dampfnetz	2.728	2.725	2.283	3.201	3.165	-1,1 %

Quelle: AGFW 2017.

<sup>24</sup> In den Jahren 2012 und 2014 lagen die Heizgradtage aufgrund der milden Winter unter dem langjährigen Durchschnitt, was die niedrigeren Werte der nutzbaren Wärmeabgabe in diesen Jahren erklärt.

## Verkehr und Elektromobilität



## 8 Verkehr und Elektromobilität

Der Verkehrssektor nimmt aufgrund der zentralen Lage Hessens in Deutschland und Europa eine hohe wirtschaftliche Bedeutung ein. Deutschlands größter Flughafen, der Flughafen Frankfurt am Main, zählt zu den größten Flughäfen der Welt. Nordhessen hat sich als Standort für Distributionslogistik etabliert. Rund 5,6 Prozent der gesamten hessischen Bruttowertschöpfung werden im Verkehrssektor erwirtschaftet, der Anteil für Deutschland beträgt 4,6 Prozent (siehe VGRdL 2018).<sup>25</sup>

Kehrseiten der wirtschaftlichen Bedeutung sind der Energieverbrauch und der Treibhausgasausstoß des Verkehrssektors. In dem Sektor liegen aber auch große Potenziale bei der Umsetzung der Energiewende. Stichworte sind u. a.: Sektorenkopplung, Elektromobilität, Verkehrsverlagerung und -vermeidung, multimodale Lösungen, Umgestaltung der Verkehrsinfrastruktur durch Förderung von Alternativen zum Auto bis hin zu siedlungs- bzw. stadtstrukturellen Anpassungen.

### 8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

In Hessen entfallen von den insgesamt prognostizierten 807 PJ Endenergieverbrauch (EEV) im Jahr 2017 voraussichtlich 392 PJ und damit annähernd die Hälfte (48,6 %) auf den Verkehrssektor.<sup>26</sup> Der Unterschied zu Deutschland – hier beträgt der entsprechende Anteilswert 29,5 Prozent (siehe AGE 2017) – ist hauptsächlich auf den Flughafen Frankfurt am Main zurückzuführen. Die gesamten dort getankten Flugkraftstoffmengen werden dem EEV von Hessen zugerechnet, obwohl der weitaus größte Teil davon für den internationalen Luftverkehr außerhalb der hessischen Landesgrenzen eingesetzt wird. Insgesamt entfallen in Hessen auf den Luftverkehr im Jahr 2017 rund 194 PJ EEV.

Dies entspricht knapp der Hälfte (49,5 %) des gesamten EEV des Verkehrssektors, knapp dahinter liegt der Straßenverkehr mit 48,9 Prozent. Es verbleiben 1,4 Prozent bzw. 5,5 PJ für den Schienenverkehr und 0,2 Prozent bzw. 0,8 PJ für die Binnenschifffahrt in Hessen (siehe Abbildung 44).

Im Vergleich zum Jahr 2016 hat sich der EEV des Verkehrssektors um 5,1 PJ bzw. 1,3 Prozent erhöht. Somit hat sich der seit 2011 zu beobachtende Trend eines kontinuierlich wachsenden EEV im Verkehrssektor weiter fortgesetzt. Ursächlich für den Anstieg im Jahr 2017 sind der Straßenverkehr mit knapp 3,8 PJ und der Luftverkehr mit gut 1,3 PJ. Demgegenüber bleibt der EEV in der Binnenschifffahrt nahezu unverändert und im Schienenverkehr nimmt er leicht um knapp -0,1 PJ ab.

Die hohe Bedeutung des Luft- und Straßenverkehrs spiegelt sich auch in der Zusammensetzung nach Energieträgern wider. Hier dominieren Mineralöl und Mineralölprodukte mit 378 PJ bzw. 96 Prozent den gesamten EEV im Verkehrssektor (siehe Abbildung 45). Der Verbrauch erneuerbarer Energien ist von 8,8 PJ im Jahr 2016 auf 9,1 PJ im Jahr 2017 gestiegen, der Anteilswert bleibt nahezu unverändert bei 2,3 Prozent. Der Stromverbrauch im Verkehrssektor ist leicht von 4,8 PJ im Jahr 2016 auf 4,7 PJ im Jahr 2017 zurückgegangen, dies entspricht einem Anteilswert von 1,2 Prozent. Darin enthalten ist auch Strom aus erneuerbaren Energien, der auf Bundesländerebene jedoch nicht gesondert ausgewiesen werden kann. Mit einem Endenergieverbrauch in Höhe von 0,4 PJ spielen Gase nur eine marginale Rolle für den EEV im Verkehrssektor.

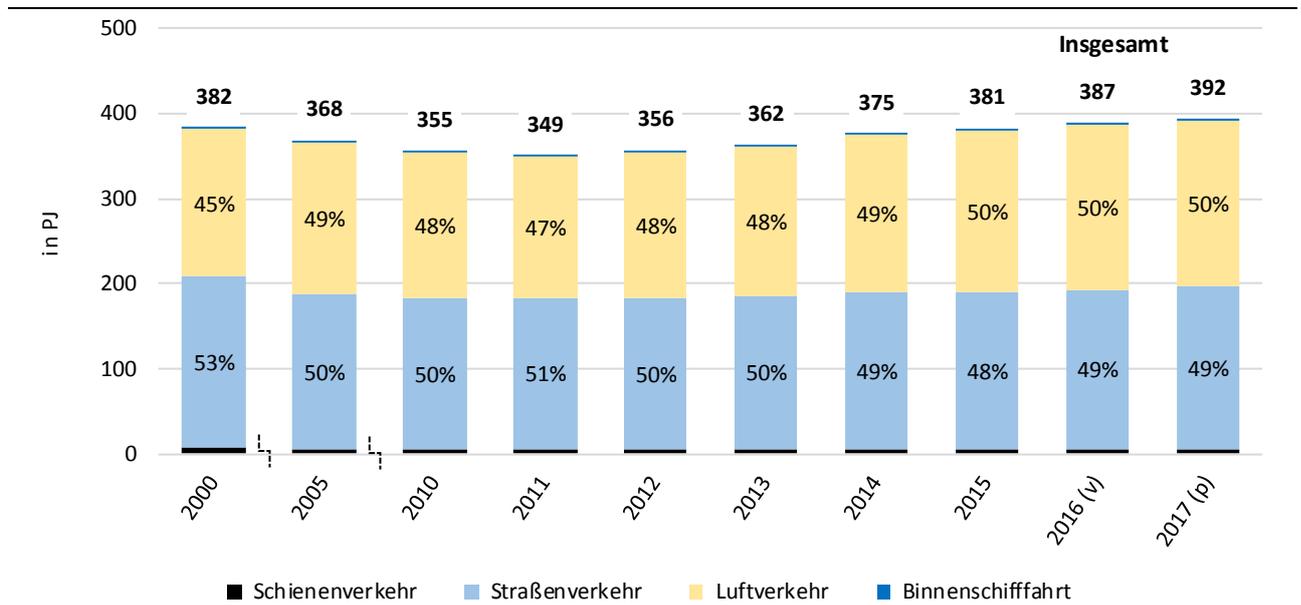
### Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor

Für Bundesländer liegen keine Angaben für den Personentransport – z. B. als zurückgelegte Personenkilometer – und für den Gütertransport als Beförderungsmengen vor. Um die Entwicklung der Energieeffizienz im Straßenverkehr aufzeigen zu können, muss daher ersatzweise auf die Anzahl der Kraftfahrzeuge (Personenkraftwagen, Krafträder, Kraftomnibusse, Lastkraftwagen, Zugmaschinen und sonstige Kraftfahrzeuge) zurückgegriffen werden.

<sup>25</sup> 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. In der Energiebilanzierung werden davon allerdings nur die Personen- und Güterbeförderung im Landverkehr sowie in Schiff- und Luftfahrt berücksichtigt.

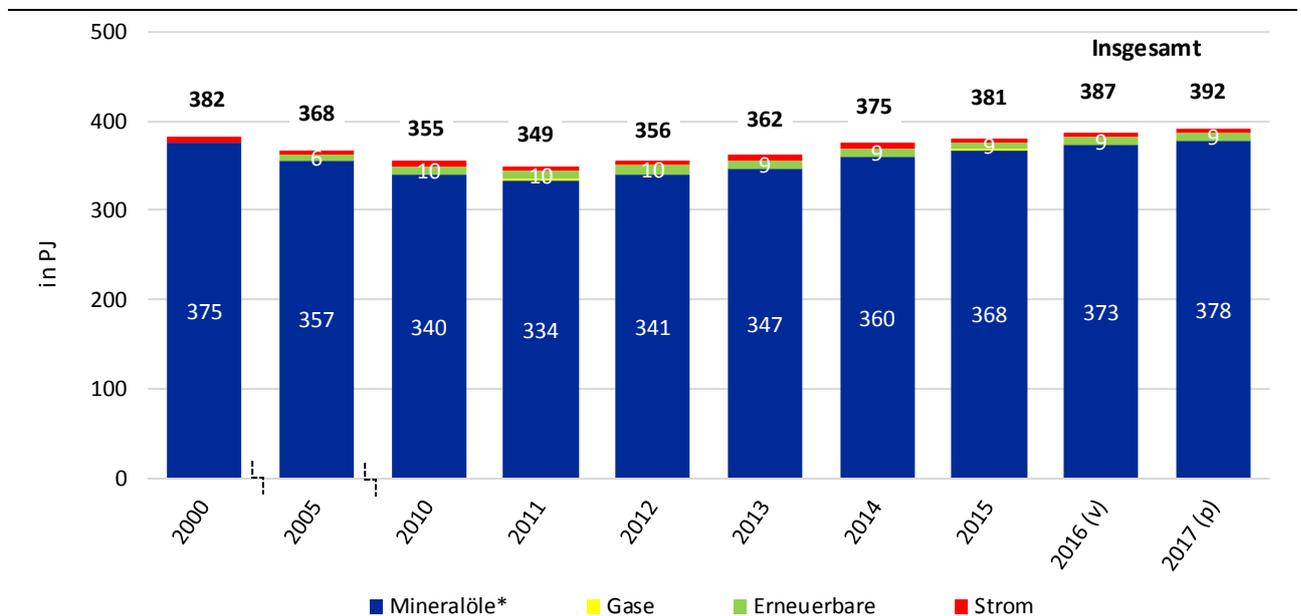
<sup>26</sup> Statistisch erfasster Energieverbrauch für die unmittelbare Erstellung von Transportleistungen aller Verkehrsträger (Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr, Schifffahrt) ohne mittelbaren Energieverbrauch z. B. für Heizung und Beleuchtung sowie ohne Kraftstoffverbrauch in der Landwirtschaft.

**Abbildung 44: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern 2000-2017**  
(in PJ, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

**Abbildung 45: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2017**  
(in PJ)



\*) einschl. Flüssiggas.

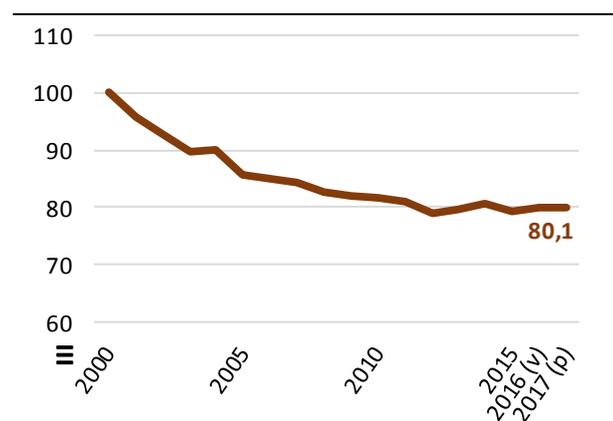
Quelle: HSL 2018a, IE-Leipzig 2018a; 2016 (v) = vorläufig, 2017(p) = Prognose.

Entsprechend ist in Abbildung 46 der Quotient aus Endenergieverbrauch im Straßenverkehr bezogen auf die Anzahl der Kraftfahrzeuge als Indexentwicklung seit dem

Jahr 2000 dargestellt. Mit einem Indexwert von 80,1 lag der Kraftstoffverbrauch je Fahrzeug im Jahr 2017 um etwa 20 Prozent niedriger als im Jahr 2000.

Dabei hat sich der spezifische EEV ausgehend von 55,7 Gigajoule (GJ) je Fahrzeug im Jahr 2000 auf 44,0 GJ im Jahr 2012 deutlich um insgesamt etwa 20 Prozent verringert. Seither ist der Abwärtstrend jedoch zum Erliegen gekommen und es zeichnet sich ein leichtes Wiederansteigen des Kraftstoffverbrauchs je Kraftfahrzeug auf zuletzt 44,6 GJ im Jahr 2017 ab.

**Abbildung 46: Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs im Straßenverkehr**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: IE-Leipzig 2018a;  
2016(v) = vorläufig, 2017 (p) = Prognose.

### Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs von PKW

Deutschlandweit ist der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von neu zugelassenen PKW mit Benzin- oder Dieselantrieb im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr insgesamt leicht von 5,2 Liter je 100 km auf 5,3 Liter je 100 km gestiegen (siehe Tabelle 16).

Ursächlich hierfür ist zum einen die relativ starke Zunahme der Zulassungen von mit Benzin betriebenen PKW. Zum anderen hat sich der Durchschnittsverbrauch der mit Diesel betriebenen PKW im letzten Jahr leicht auf 4,9 Liter je 100 km erhöht. Es wurden wieder die Durchschnittsverbrauchszahlen des Jahres 2015 realisiert und damit setzte sich der bisher seit dem Jahr 2000 erkennbare langfristige Trend kontinuierlich rückläufiger Durchschnittsverbrauchszahlen nicht weiter fort.

**Tabelle 16: Entwicklung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland 2000-2017** (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
2016	5,6	4,8	5,2
2017	5,6	4,9	5,3
<b>2000–2017:</b>			
absolut	-2,5	-1,5	-2,3
in %	-30,9%	-23,4%	-30,3%

Quelle: KBA 2018a.

## 8.2 Elektromobilität

Der Umbau des Verkehrssystems von konventionellen fossilen Antriebsarten zu Antriebsarten auf Basis erneuerbarer Energien kann einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung klimaschädlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten (siehe Kapitel 9).

Eine deutliche Zunahme der Elektromobilität ist daher erklärtes Ziel der Bundesregierung. Unterstützt wird dies z. B. durch Kaufprämien für Elektroautos (Umweltbonus), den Ausbau der Ladeinfrastruktur, Kraftfahrzeugsteuerbefreiung für rein elektrische Fahrzeuge oder die Förderung von Forschung und Entwicklung in den Bereichen Antriebstechnologien, Batterien und Netzintegration (BMW 2016, 2017a, 2017b).

Auch die Hessische Landesregierung fördert den Ausbau der Elektromobilität mit zusätzlichen Mitteln. Ein Überblick über die Aktivitäten ist in Kapitel 11 unter den Maßnahmen Nr. 51-55 zur Förderung der Elektromobilität in Hessen zu finden.

### PKW-Bestand in Hessen nach Antriebsarten

Zum Jahresbeginn 2018 waren in Hessen insgesamt knapp 3,7 Mio. PKW zugelassen (siehe Tabelle 17). Damit stieg der PKW-Bestand im Vergleich zum Vorjahr um rund 60.000 PKW bzw. 1,7 Prozent an. Der Zuwachs gegenüber dem Vergleichsjahr 2010 beläuft sich auf rund 380.000 PKW bzw. 11,6 Prozent.

Differenziert nach Antriebsarten wird der Fahrzeugbestand nach wie vor fast zu zwei Dritteln (64,7 %) durch Benzinern und zu einem Drittel (33,7 %) durch Dieselfahrzeuge geprägt. Die restlichen 1,6 Prozent verteilen sich auf gasbetriebene PKW (0,94 %), Hybridfahrzeuge (0,54 %) und rein strombetriebene PKW (0,11 %). Bei einem Vergleich der längerfristigen Veränderungen seit 2010 und der kurzfristigen Veränderungen 2018 gegenüber dem Vorjahr sind die Auswirkungen der Abgasmanipulationen bei Dieselfahrzeugen sowie der Rückrufaktionen wegen erodierender Gastanks und der Anreiz-

programme zur Förderung von Elektrofahrzeugen deutlich erkennbar.

Am meisten hat vermutlich der Abgasskandal von Dieselfahrzeugen und die Diskussion von Fahrverboten wegen zu hoher Stickoxid-Belastungen das Kaufverhalten verändert. So ist der Bestand an Diesel-PKW zwischen 2010 und 2018 insgesamt um 344.000 Fahrzeuge bzw. 38,7 Prozent gestiegen, was einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 4,2 Prozent entspricht. Im letzten Jahr schwächte sich die Dynamik allerdings auf nur noch +0,5 Prozent ab. Mengenmäßig konnte dieser Nachfragerückgang vor allem durch die gestiegene Nachfrage nach Benzinern kompensiert werden.

Vom Dieselskandal konnten bisher mit Gas betriebene PKW noch nicht profitieren. Ein Grund dafür könnte die Rückrufaktion wegen undichter Gastanks im Jahr 2016 sein. Die Anzahl der gasbetriebenen PKW lag zu Jahresbeginn 2018 in Hessen um fast 2.000 bzw. 5,4 Prozent unter dem Vorjahresniveau.

**Tabelle 17: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2018 sowie im Vorjahresvergleich**

Antriebsart	2010		2018		Veränderung 2010-2018		Veränderung 2017-2018	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
<b>Insgesamt</b>	<b>3.279.051</b>		<b>3.658.894</b>		<b>379.843</b>	<b>11,6 %</b>	<b>60.032</b>	<b>1,7 %</b>
darunter:								
Benzin	2.357.597	71,9 %	2.367.088	64,7 %	9.491	0,4 %	49.348	2,1 %
Diesel	888.535	27,1 %	1.232.773	33,7 %	344.238	38,7 %	5.578	0,5 %
Gas	30.071	0,92 %	34.221	0,94 %	4.150	13,8 %	-1.965	-5,4 %
<b>Elektro</b>	<b>153</b>	<b>0,005 %</b>	<b>4.139</b>	<b>0,11 %</b>	<b>3.986</b>	<b>2.605,2 %</b>	<b>1.547</b>	<b>59,7 %</b>
Hybrid	2.598	0,08 %	19.882	0,54 %	17.284	665,3 %	5.522	38,5 %

Quelle: KBA 2018b, Angaben jeweils zum 01.01. eines Jahres.

Stark erhöht haben sich im Jahr 2017 die Zahlen der reinen Elektrofahrzeuge um 1.547 bzw. fast 60 Prozent und der Hybridfahrzeuge um 5.522 bzw. 38,5 Prozent. Mit dazu beigetragen haben die Kaufanreize der Bundesregierung für PKW mit Elektroantrieb.<sup>27</sup> So lagen dem BAFA zum 31.05.2018 bundesweit insgesamt 63.285 Anträge für den Umweltbonus beim Kauf eines Elektro- oder Brennstoffzellenfahrzeugs vor, davon 36.611 Anträge für reine Batterieelektrofahrzeuge und 26.657 Anträge für Plug-In-Hybride (BAFA 2018b). Die Zahl der Anträge für ein Brennstoffzellenfahrzeug beziffert sich bundesweit nur auf 17. Die entsprechenden Antragszahlen für Hessen lauten: 2.714 für reine Batterieelektrofahrzeuge, 2.419 für Plug-In-Hybride und 1 Antrag für ein

Brennstoffzellenfahrzeug. Dies entspricht einer Summe von insgesamt 5.134 Anträgen. Gegenüber dem Vorjahresstand (31.05.2017) hat sich die Zahl der Anträge bundesweit von 20.627 auf mehr als das Dreifache erhöht. Für Hessen lagen damals 1.676 Anträge vor, womit sich die Nachfrage nach dem Umweltbonus ebenfalls gut verdreifacht hat.

<sup>27</sup> Beim BAFA kann für alle Elektroautos, die nach dem 18.05.2016 gekauft wurden, ein Umweltbonus für reine Elektroautos in Höhe von 4.000 Euro und für Autos mit Plug-In-Hybridantrieb in Höhe von 3.000 Euro beantragt werden.

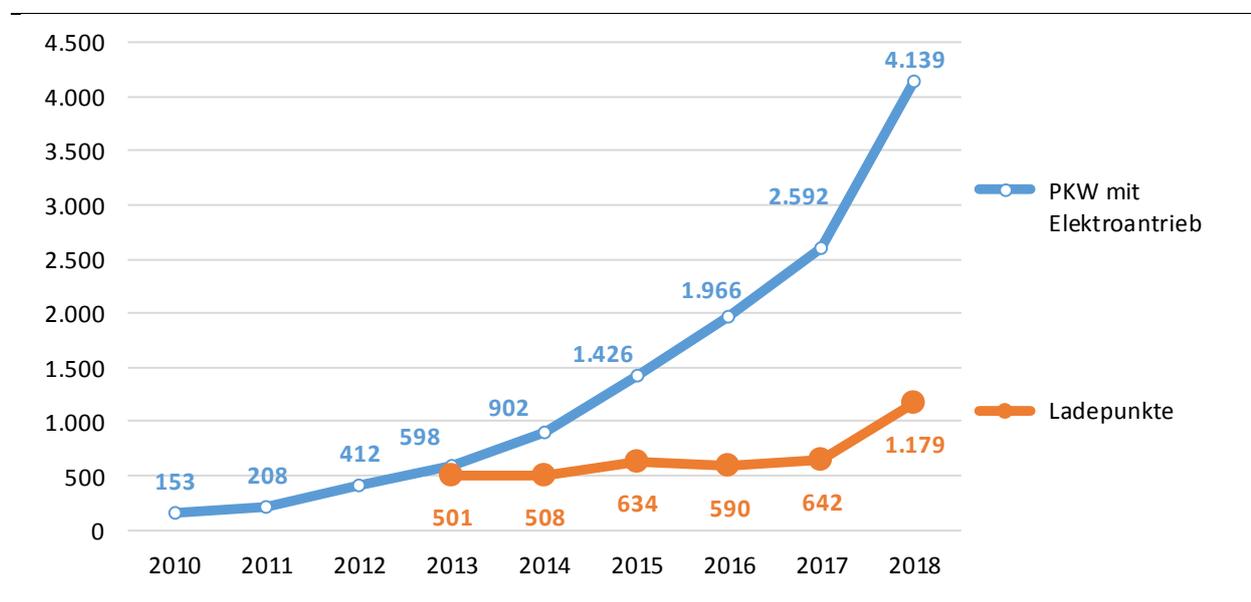
### Ladepunkte für Elektrofahrzeuge

Zum 31.07.2018 standen in Hessen nach den Erhebungsergebnissen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) insgesamt 1.179 öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge zur Verfügung.<sup>28</sup> Gegenüber dem 31.12.2016 bedeutet dies eine Zunahme um 537 Ladepunkte. Rein privat zugängliche Ladepunkte sind in dieser Zahl nicht berücksichtigt. Da die Daten auf freiwilligen Angaben der Unternehmen basieren, ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Ladepunkte tendenziell untererfasst wird.<sup>29</sup>

Bezogen auf die Einwohnerzahl nimmt Hessen mit 190 Ladepunkten je 1 Mio. Einwohner unter den Flächenländern Position 3 hinter Bayern (210) und Baden-Württemberg (201) ein (BDEW 2018c).

In Abbildung 47 ist die Entwicklung der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge seit 2013 sowie die Entwicklung der PKW mit Elektroantrieb im Zeitraum ab 2010 dargestellt. Beide Indikatoren haben am aktuellen Rand deutlich an Dynamik gewonnen.

**Abbildung 47: Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2018**



Quelle: KBA 2018b (Stand: 01.01.2018), BDEW 2018c (Stand: 31.07.2018).

28 Als öffentlich zugänglich gilt ein Ladepunkt, wenn er sich entweder im öffentlichen Straßenraum oder auch auf privatem Grund befindet und der zum Ladepunkt gehörende Parkplatz von einem unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmtem Personenkreis befahren werden kann.

29 Nach der im März 2016 in Kraft getretenen Ladesäulenverordnung sind die Betreiber von öffentlich zugänglichen Normal- und Schnellladepunkten verpflichtet, den Aufbau, den Wechsel des Betreibers, die Außerbetriebnahme und das öffentliche Zugänglichwerden der Ladepunkte der BNetzA zu melden. Betreiber von bestehenden Schnellladepunkten, die vor Inkrafttreten der Verordnung in Betrieb genommen wurden, müssen ebenfalls den Betrieb anzeigen. Ausgenommen von der Anzeigepflicht sind Normalladepunkte, die bereits vor dem 17.03.2016 betrieben wurden. Die BNetzA veröffentlicht seit April 2017 die Ladeeinrichtungen, deren Betreiber einer Veröffentlichung ausdrücklich zugestimmt haben. Zum Stand 05.09.2018 sind im Ladesäulenregister für Hessen 437 Ladepunkte erfasst. Es ist demnach noch von einer unvollständigen Erfassung auszugehen.

### **Aufbau der Ladesäulen-Infrastruktur in Hessen**

Im Jahr 2017 wurden insgesamt 15 Projekte zum Aufbau von Ladesäulen in Hessen mit Landesmitteln gefördert. Mit einer Gesamtprojektsumme in Höhe von rund 5 Mio. Euro – darin enthalten sind Landesmittel in Höhe von rund 2 Mio. Euro – sind in Hessen etwa 620 neue Wechselstromladepunkte (sogenannte AC-Ladepunkte) und 3 Gleichstromladepunkte (sogenannte DC-Ladepunkte) entstanden.

Im Jahr 2018 wurden bisher 7 Anträge zum Aufbau von Ladeinfrastruktur mit einem Gesamtprojektvolumen von rund 850.000 Euro und einer Fördersumme in Höhe von 315.000 Euro beschieden. Damit werden weitere 69 Wechselstromladesäulen mit 138 AC-Ladepunkten sowie 4 Gleichstromladepunkte aufgebaut.

Zusätzlich wurde im Juni 2018 ein Förderprogramm zum Aufbau von Ladeinfrastruktur auf Firmenparkplätzen gestartet. Damit soll auch nicht öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur gefördert werden. Für das 2-jährige Programm stehen 3,5 Mio. Euro bereit. Die Förderquote liegt bei 40 Prozent der Investitionsausgaben.

Eine Übersicht zur regionalen Verteilung der Ladesäulen in Hessen bietet das Land Hessen durch die Geschäftsstelle Elektromobilität in der Landesenergieagentur als interaktive Karte an:

*[https://www.strom-bewegt.de/lademap\\_hessen](https://www.strom-bewegt.de/lademap_hessen).*

# 9

## Entwicklung der Treibhausgasemissionen



## 9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2050 soll Hessen klimaneutral sein. Damit dieses Ziel erreicht wird, sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent reduziert werden. Als Zwischenziele auf dem Weg dorthin wurde die Senkung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 30 Prozent und bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent festgeschrieben. Damit diese ambitionierten klimapolitischen Ziele des Landes erreicht werden können, wurde der „Integrierte Klimaschutzplan Hessen 2025“ (HMUKLV 2017) erarbeitet, der eine Vielzahl an Maßnahmen für verschiedene relevante Handlungsfelder und Akteursgruppen enthält. Die prioritär umzusetzenden sektoralen Maßnahmen liegen in der Nutzung von Effizienzpotenzialen im Personen- und Güterverkehr, in der hessischen Wirtschaft und im Gebäudesektor.

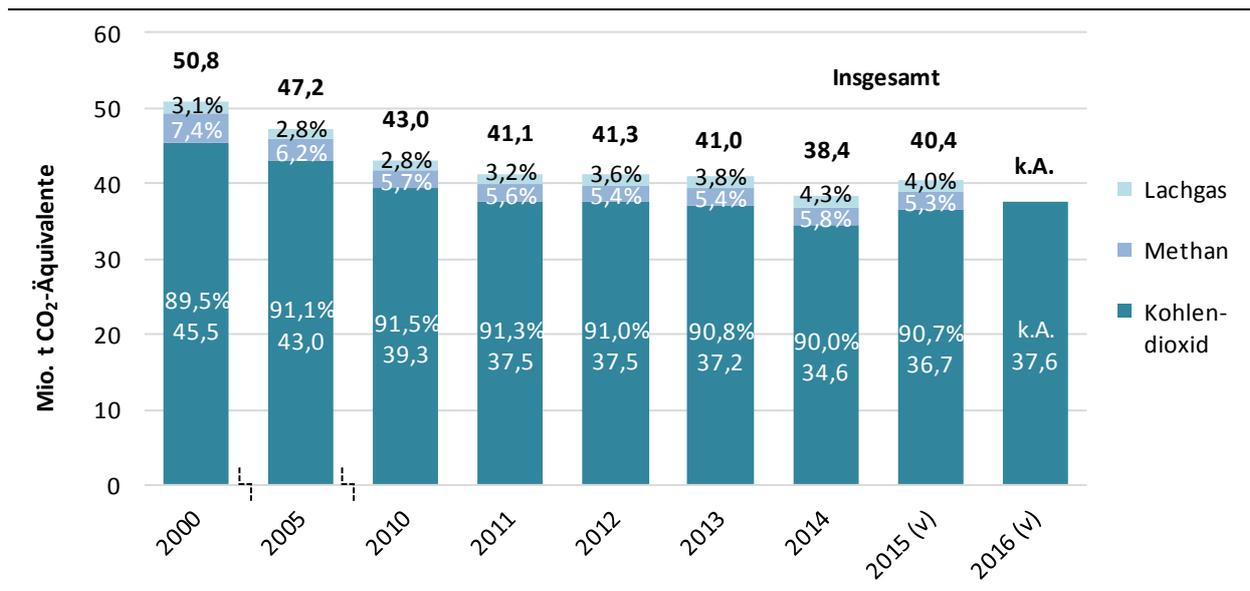
Dazu gehören auch der weitere Ausbau bzw. die Verstärkung der Umstellung auf erneuerbare Energien. Ergänzend bilden übergreifende und Querschnittsmaßnahmen den strategischen Rahmen der Umsetzung sektoraler Maßnahmen.

### 9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen

Statistische Angaben zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen liegen bis zum Jahr 2015 (Kohlendioxid, Methan, Lachgas) bzw. 2016 (Kohlendioxid) vor.<sup>30</sup> Abbildung 48 zeigt einen Anstieg der Treibhausgasemissionen in Höhe von 2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bzw. 5,2 % im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr.<sup>31</sup>

**Abbildung 48: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2000-2015/2016**

(in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %)



Quelle: HMUKLV 2018, HSL 2018a; (v) = vorläufig.

<sup>30</sup> Die Emissionen aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) werden durch das HSL auf Basis der Verbrauchsmengen aus der (für 2016 vorläufigen) Energiebilanz und den vom Umweltbundesamt (UBA) bereitgestellten Emissionsfaktoren berechnet. Um zusätzlich Lachgas- und Methanemissionen abbilden zu können, werden Daten benötigt, die dem HSL durch den Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder bereitgestellt werden. Da die vorläufige Energiebilanz des HSL früher vorliegt als die Daten zu Lachgas- und Methanemissionen und CO<sub>2</sub> für den Hauptteil des Emissionsgeschehens verantwortlich ist, stellt das HSL Daten zu den hessischen CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzeitig zur Verfügung. Für den aktuellen Monitoringbericht konnten daher bereits vorläufige Daten der CO<sub>2</sub>-Emissionen für 2016 geliefert werden. Zu berücksichtigen ist zudem, dass analog zur Berichterstattung des UBA bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen der internationale Luftverkehr nicht berücksichtigt ist (vgl. auch FN 31).

<sup>31</sup> Im Vergleich zum Monitoringbericht 2017 wurde die gesamte Zeitreihe aktualisiert. Die Aktualisierung der Zeitreihe durch das HSL erfolgte im Zuge einer Revidierung der vom UBA zur Verfügung gestellten Emissionsfaktoren. Der Länderarbeitskreis Energiebilanzen hatte auf seiner Herbsttagung 2016 in Bonn die komplette Rückrechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanzen bis 1990 für alle Bundesländer beschlossen, um die revidierten Emissionsfaktoren des UBA zu berücksichtigen. Die Rückrechnung der gesamten Zeitreihe war notwendig, da das Jahr 1990 per internationaler Konvention als Basisjahr festgelegt ist, auf das sich die politisch gesetzten Ziele (z. B. Reduzierung der Treibhausgasemissionen) beziehen.

Für das Jahr 2016 ist mit einem weiteren Anstieg der Treibhausgasemissionen zu rechnen, da der Ausstoß an Kohlendioxid, das einen Anteil von rund 90 Prozent an den gesamten Treibhausgasemissionen hat, gegenüber dem Jahr 2015 um 0,9 Mio. Tonnen zugenommen hat.

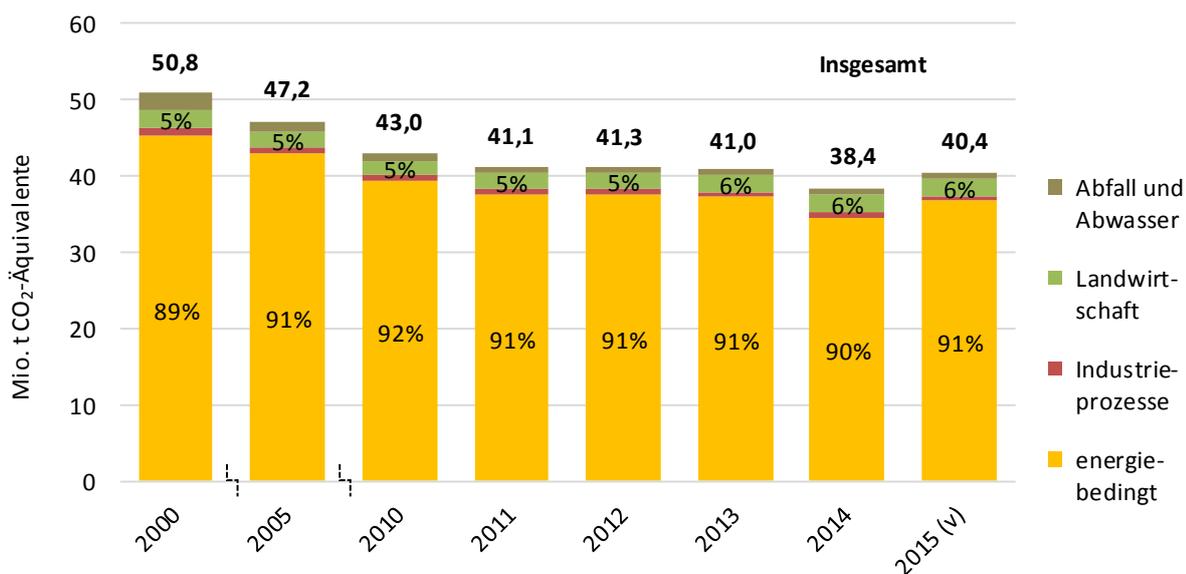
## 9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen

In Abbildung 49 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum von 2000 bis 2015 differenziert nach Quellgruppen dargestellt. Es zeigt sich, dass die Struktur über den gesamten Zeitraum stabil ist. Die mit großem Abstand bedeutendste Quellgruppe stellen mit einem Anteil von rund 90 Prozent energiebedingte

Treibhausgase dar.<sup>32</sup> Diese entstehen durch die Verbrennung fossiler Energieträger z. B. bei der Energieumwandlung in Strom und Wärme sowie im Verkehr. Gegenüber dem Vorjahr sind die energiebedingten Treibhausgasemissionen um 2,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. um 6 Prozent gestiegen. Der erkennbare absolute Rückgang zwischen 2000 und 2010 ist insbesondere auf die Erhöhung des technischen Wirkungsgrads und der Energieeffizienz der Kraftwerke und Anlagen zurückzuführen.

Die Höhe der Emissionen der übrigen Quellgruppen hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert. Auf die Landwirtschaft entfielen im Jahr 2015 6 Prozent der Treibhausgasemissionen, auf Industrieprozesse und den Bereich Abfall und Abwasser jeweils 2 Prozent.

**Abbildung 49: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2015**  
(in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente)



Quelle: HSL 2018a; (v) = vorläufig.

## 9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität

In Abbildung 50 ist die Entwicklung der Treibhausgasintensität im Zeitraum von 2003 bis 2015 dargestellt. Insgesamt ist ein rückläufiger Trend erkennbar, sowohl gemessen an der Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner (helle Linie) als auch bezogen auf das Brut-

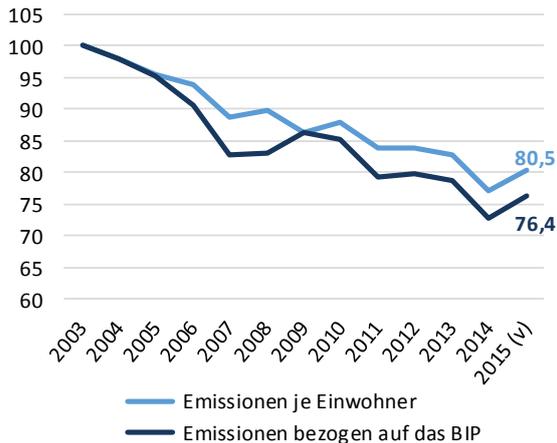
toinlandsprodukt (dunkle Linie). Die Treibhausgasemissionen je Einwohner sind zwischen 2003 und 2015 um 19,5 Prozent zurückgegangen. Die Abnahme bei der Kennziffer Treibhausgasemissionen bezogen auf das BIP lag mit 23,6 Prozent noch darüber.

Im Jahr 2015 sind beide Kennziffern aufgrund der Zunahme der Emissionen gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass der

<sup>32</sup> Im Vergleich zum Monitoringbericht 2017 wurde die gesamte Zeitreihe aktualisiert (vgl. auch FN 29). Dadurch ergeben sich auch Veränderungen in den Anteilswerten.

hessische Emissionsausstoß im Jahr 2014 außergewöhnlich niedrig war, u. a. weil das Kraftwerk Staudinger aufgrund von Revisionsarbeiten längere Zeit stillstand (siehe auch Abschnitt 9.4).

**Abbildung 50: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP**  
(Index 2003 = 100)



Quelle: HSL 2018a; (v) = vorläufig.

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

In Abbildung 51 sind die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen differenziert nach Sektoren dargestellt.<sup>33</sup> Im Jahr 2016 wurden insgesamt 37,0 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert. Gegenüber 2015 stieg der CO<sub>2</sub>-Ausstoß damit um 0,9 Mio. Tonnen bzw. um 2,5 Prozent an.

Mit einem Anteil von 38 Prozent ist der Verkehrssektor der größte Emittent. Knapp ein Drittel des energiebedingten Kohlendioxidausstoßes ist auf den Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zurückzuführen. Nahezu 22 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen auf den Bereich Energieerzeugung und Energieumwandlung zurück. Mit einem Anteil von unter 8 Prozent weist die Industrie die mit Abstand geringsten Emissionen auf.

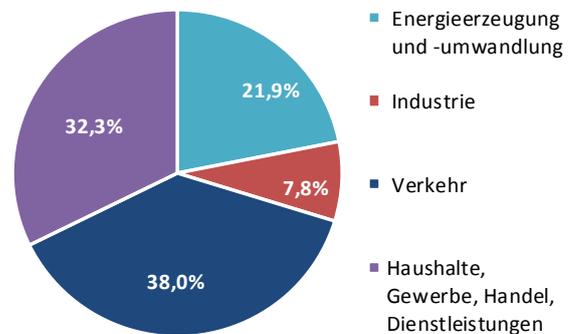
Gegenüber dem Vorjahr sind in allen Sektoren die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gestiegen (siehe Abbildung 52). Am stärksten ausgeprägt war der Zuwachs mit

9 Prozent im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung.

Der deutliche Rückgang im Jahr 2014 ist auf die aufgrund umfangreicher Reparaturmaßnahmen vorgenommene Stilllegung des mit Kohle betriebenen Blocks des Kraftwerks Staudinger zurückzuführen. Ursache für den ebenfalls im Jahr 2014 feststellbaren Rückgang der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Haushalte und GHD war der vergleichsweise milde Winter, der sich in einer kurzen Heizperiode niederschlug.

**Abbildung 51: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren im Jahr 2016 (in %)**

**Emissionen insgesamt im Jahr 2016 (v):**  
37,0 Millionen t



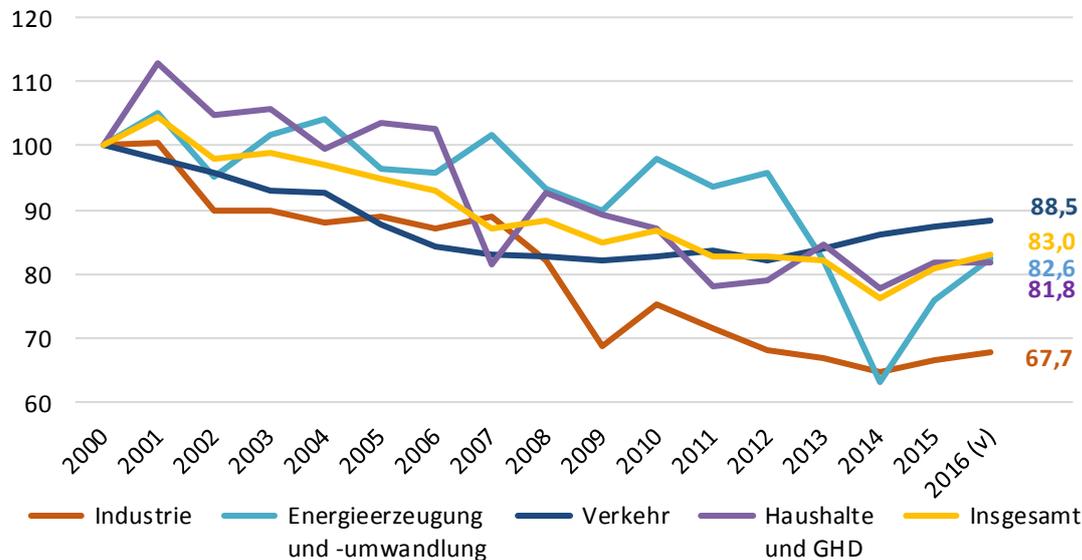
Quelle: HSL 2018a; (v) = vorläufig.

In der Langfristbetrachtung ist die seit dem Jahr 2013 stetige Zunahme der Emissionen im Verkehrssektor auffällig. Im Jahr 2016 lag der absolute Ausstoß der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit 14,0 Mio. Tonnen sogar wieder geringfügig über dem Wert des Jahres 2005 in Höhe von 13,9 Mio. Tonnen.

Insgesamt beläuft sich der Rückgang der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 auf 13,1 Prozent. Einen Zuwachs der Emissionen verzeichnet der Sektor Energieerzeugung und -umwandlung (+17%). Mehr als halbiert haben sich die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie (-53%). Ebenfalls einen überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen weist der Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen auf (-22%). Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verkehrssektor blieb nahezu konstant (-3%).

<sup>33</sup> Analog zur Berichterstattung des UBA ist bei den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der internationale Luftverkehr nicht berücksichtigt. Im Verkehrssektor ist dementsprechend nur der nationale (inländische) Luftverkehr berücksichtigt.

**Abbildung 52: Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 2000-2016**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2018a; (v) = vorläufig.

### Erstes klimaneutrales Museum in Hessen

Das Museum Keltenwelt bietet sehr günstige Voraussetzungen, um als Pilotprojekt für eine Verifizierung der Klimaneutralstellung gemäß ISO 14064 zu fungieren. An diesem Beispiel soll das Verfahren zur Klimaneutralstellung erprobt werden.

Hauptdaten: Bruttofläche 2.190 m<sup>2</sup>, umbauter Raum 9.500 m<sup>3</sup>. Der Energieverbrauch des Museums ist relativ niedrig, die CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen bei rund 7,3 t CO<sub>2</sub>/a im Jahre 2016. Dies wird durch die vorhandene Pelletheizung und den Bezug von Ökostrom bewirkt.

Mit diesem Pilotprojekt wird das bisherige „Werkstorprinzip“ zur Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz der hessischen Landesverwaltung verlassen. Das heißt, bisher wurden die Emissionen betrachtet, die durch Verbrennung in eigenen Anlagen erzeugt werden (Scope 1), und die Emissionen der eingekauften Energie gemessen (Scope 2). Nun wird der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Museums um weitere Kriterien erweitert, die für die Entstehung von Emissionen bei dem Betreiben des Museums relevant sind. Erfasst werden jetzt zusätzlich die sogenannten Scope-3-Emissionen. Das sind sämtliche übrigen Emissionen, die durch die Museumstätigkeit verursacht werden, aber nicht direkt unter der Kontrolle des Museums stehen, z. B. die bei Zulieferern, Dienstleistern oder

Mitarbeitern entstehen (Pendlerverhalten der Beschäftigten, Papierverbrauch durch Druckerzeugnisse, das Abfall- und Abwasseraufkommen). Ebenso werden auch alle Lieferketten (vor- bzw. nachgelagerte Prozesse) erfasst, sofern sie einen relevanten CO<sub>2</sub>-Ausstoß bewirken. Das Ergebnis soll Hinweise liefern, in welchem Rahmen die bisherige Systemgrenze anzupassen ist, damit zur Klimaneutralstellung der Landesverwaltung im Jahr 2030 eine solide CO<sub>2</sub>-Bilanz als Grundlage vorliegt.

Weitere Informationen unter:

<https://co2.hessen-nachhaltig.de/de/aktuelles/hessens-erstes-klimaneutrales-museum.html>



Museum Keltenwelt

Foto: Keltenwelt am Glauberg

# 10

## Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



## 10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Der Umbau der Energieversorgung geht einher mit erheblichen Impulsen für Investitionen und Innovationen. Zum Beispiel findet die Entwicklung energiesparender Technologien und vor allem deren Verwendung in vielen Wirtschaftszweigen statt. Arbeitsplätze entstehen bei den Herstellern von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, aber auch in anderen Wirtschaftsbereichen, so z. B. im Baugewerbe im Zuge von energieeffizienten Gebäudesanierungen. Andererseits ist in der konventionellen Energieerzeugung tendenziell mit einer Abnahme der Arbeitsplätze zu rechnen. Als weiterer Effekt haben sich als Folge der Energiewende die Strompreise für Haushalte und Unternehmen deutlich erhöht.

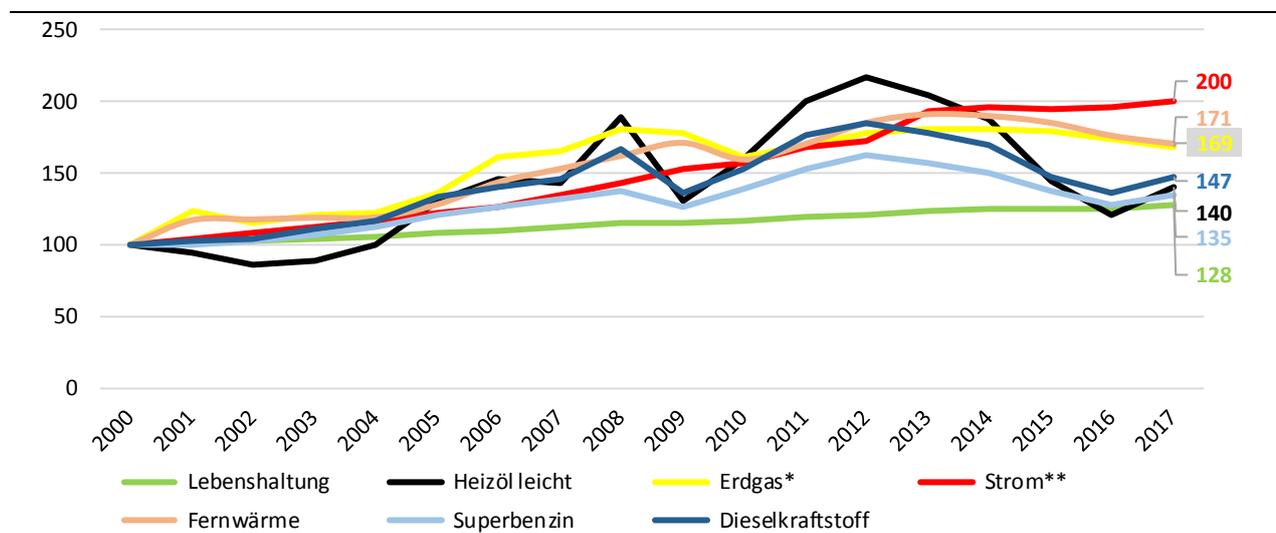
Da die Impulse der Energiewende von zahlreichen Einflussfaktoren überlagert werden, ist die Quantifizierung eines Gesamteffekts nicht möglich. Im Folgenden werden die Entwicklungen der Energiepreise und -kosten

und der Investitionen sowie die Entwicklungen in der Forschung und Entwicklung von erneuerbaren Energien und bei der Beschäftigung im Energiesektor in Hessen und Deutschland aufgezeigt.

### 10.1 Energiekosten und Energiepreise

Unternehmen verwenden Energie zur Erzeugung von Gütern und Dienstleistungen. In Privathaushalten dient sie vor allem zum Heizen und für Mobilitätszwecke. Veränderungen der Energiepreise wirken sich dabei unmittelbar auf die Unternehmensgewinne sowie auf die Zusammensetzung der Konsumnachfrage der privaten Haushalte aus. Entsprechend groß können die Anreize werden, z. B. bei stark steigenden Kosten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern.

**Abbildung 53: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2017 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)**



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

Quelle: BMWi 2018b.

### Energiekosten und -preise privater Haushalte

Im Jahr 2017 hat sich der Index der allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte in Deutschland um 1,8 Prozent erhöht. Dies ist der stärkste Anstieg seit 2012 (siehe Abbildung 53). Dazu haben insbesondere die Preiserhöhungen von Mineralölprodukten beigetragen. So verteuerte sich leichtes Heizöl am stärksten um 15,9 Prozent, gefolgt von Diesekraftstoff (+7,3 %) und

Superbenzin (+5,4 %). Die Preiserhöhung von Strom blieb mit 1,7 Prozent leicht unter dem Anstieg der allgemeinen Lebenshaltungskosten zurück. Fernwärme (-3,1 %) und Erdgas (-3,3 %) haben sich gegenüber dem Vorjahr verbilligt.

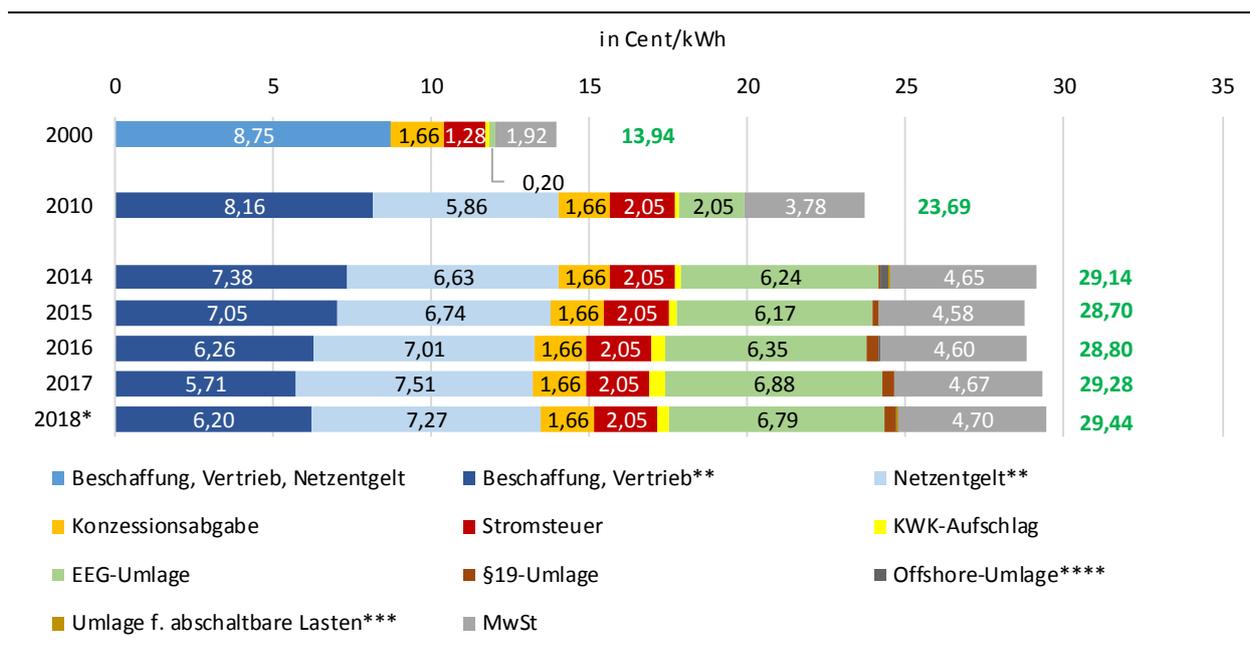
Seit dem Jahr 2000 sind die Preise aller hier betrachteten Energieprodukte zum Teil deutlich stärker gestiegen als der Preisindex der allgemeinen Lebenshaltungskosten,

der im Jahr 2017 um 28 Prozent über dem Ausgangsniveau lag. Trotz unterschiedlicher Amplitudenhöhen weisen die Preisverläufe der Mineralölprodukte Heizöl, Superbenzin und Dieselmotortreibstoffe ähnliche Entwicklungsmuster auf. Dem signifikanten Preiseinbruch im Jahr der Wirtschaftskrise 2009 folgt eine Phase deutlicher Preiserhöhungen, mit dem Höhepunkt im Jahr 2012. Weltweit hohe Fördermengen führten danach zu einem regelrechten Preisverfall, der bis zum Jahr 2016 anhielt. Seitdem ist die Preisentwicklung wieder aufwärtsgerichtet.

Auch die Preisentwicklungen von Fernwärme und Erdgas sind über den betrachteten Zeitraum sehr ähnlich und folgen zumeist um etwa ein Jahr zeitversetzt der Preisentwicklung der Mineralölprodukte. So erreichten die Preise von Fernwärme und Erdgas im Jahr 2013 ihren Höhepunkt und sind seitdem bis zum Jahr 2017 leicht rückläufig.

Den stärksten Preisanstieg hat Strom zu verzeichnen, dessen Preis sich verdoppelt hat. Dabei hat sich der Strompreis vor allem zwischen den Jahren 2000 und 2014 deutlich verteuert und blieb danach bis 2017 relativ stabil. Wie aus Abbildung 54 ersichtlich wird, wird der Strompreis im Jahr 2018 voraussichtlich wieder ansteigen. Als Preistreiber erweist sich erstmals seit 2012 der Börsenpreis für Strom, der sich voraussichtlich von 2,87 Cent auf 3,48 Cent je kWh verteuern wird (siehe Tabelle 18). Die EEG-Umlage wird hingegen leicht von 6,88 auf voraussichtlich 6,79 Cent je kWh sinken. Die Summe aus Börsenpreis und EEG-Umlage liegt mit 10,27 Cent je kWh allerdings immer noch unter dem bisherigen Höchststand von 10,55 Cent je kWh im Jahr 2013.

**Abbildung 54: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2014-2018\* (in Cent je kWh)**



\*) Stand: Mai 2018.

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

\*\*\*) ab 2014, 2016 ausgesetzt.

\*\*\*\*) Offshore-Haftungsumlage 2015 und 2017 wegen Nachverrechnung negativ.

Quelle: BDEW 2018a.

Insgesamt liegt der Strompreis für private Haushalte im Jahr 2018 voraussichtlich bei 29,44 Cent je kWh und damit um 0,5 Prozent über dem Vorjahresniveau (siehe Abbildung 54). Damit zahlt ein Durchschnittshaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh im Jahr 2018 insgesamt 1.030 Euro für Strom. Das sind 5,30 Euro mehr als im Vorjahr. Dieser Anstieg ist fast ausschließlich auf

den höheren Börsenpreis bzw. den Preisbestandteil „Beschaffung und Vertrieb“ zurückzuführen. Für Offshore-Haftungsumlagen sind im Jahr 2018 je kWh 0,04 Cent zu veranschlagen, nachdem im Jahr 2017 durch Nachverrechnungen hierfür eine leichte Entlastung angesetzt werden konnte. Durch den insgesamt leichten Anstieg des Strompreises wird sich zudem die für eine kWh Strom zu

zahlende Mehrwertsteuer geringfügig von 4,67 auf 4,70 Cent erhöhen.

**Tabelle 18: 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	3,59	5,99	9,58
2013	5,28	5,27	10,55
2014	6,24	4,22	10,46
2015	6,17	3,79	9,96
2016	6,35	3,34	9,69
2017	6,88	2,87	9,75
2018	6,79	3,48	10,27

\* Die EEG-Umlage ergibt sich aus einer Prognose der Einnahmen und Ausgaben im Jahr 2018. Sie wird von den Übertragungsnetzbetreibern auf der Grundlage des EEG sowie der Erneuerbare-Energien-Verordnung festgelegt.

Quelle: Berechnungen des BMWi 2018c auf Basis von NETZTRANSPARENZ.DE 2018 und von European Energy Exchange 2018.

Verbilligt haben sich hingegen Netzentgelte, EEG-Umlage und KWK-Aufschlag um 0,24 Cent bzw. jeweils 0,09 Cent je kWh. Unverändert blieben die Stromsteuer (2,05 Cent pro kWh), die 1999 zur Entlastung der Lohnnebenkosten eingeführt wurde, und die Konzessionsabgabe (1,66 Cent pro kWh), die Energieversorgungsunternehmen für ihre Stromleitungen an Gemeinden auszahlen.

### Energiekosten und -preise der Industrie

Der Preisindex des Bruttoinlandsprodukts (BIP) – der sogenannte BIP-Deflator – hat sich im Jahr 2017 im Vergleich zum Vorjahr moderat um 1,1 Prozent und damit weniger stark als die allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte (+1,8 %) erhöht.<sup>34</sup> Dies ist darauf zurückzuführen, dass der BIP-Deflator die Preisniveau-

entwicklung der gesamten Volkswirtschaft berücksichtigt. Zusätzlich zu den Konsumgüterpreisen der privaten Haushalte werden zu seiner Berechnung auch die Preise der Konsumgüter des Staates, der Bau- und Ausrüstungsinvestitionen der Unternehmen und des Staates sowie der Güter- und Dienstleistungsexporte herangezogen. Der BIP-Deflator dient als Referenzwert für die Darstellung der Preisentwicklungen von Unternehmen.

Neben den klassischen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital ist Energie ein wichtiger Inputfaktor für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Insbesondere für energieintensive Unternehmen können sich Preisänderungen der Energieträger auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirken. Für das Jahr 2017 liegt für Industriekunden bisher nur die Preisangabe für leichtes Heizöl vor, das sich um 17,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr verteuert hat.<sup>35</sup> Damit zeichnet sich für leichtes Heizöl ein Ende des von 2012 bis 2016 zu beobachtenden starken Preisrückgangs ab (siehe Abbildung 55). Für die Energieträger schweres Heizöl, Erdgas und Strom liegen Angaben zur Preisentwicklung aktuell nur bis zum Jahr 2016 vor. Demnach sind die Preise gegenüber dem Vorjahr 2015 für Erdgas und Heizöl weiter deutlich und für Strom leicht gesunken. Die Verlaufsmuster aus der Vergangenheit lassen allerdings erwarten, dass die Preisentwicklung für schweres Heizöl im Jahr 2017 dem Verlauf von leichtem Heizöl folgen wird und sich auch Erdgas zeitverzögert wieder verteuern dürfte.

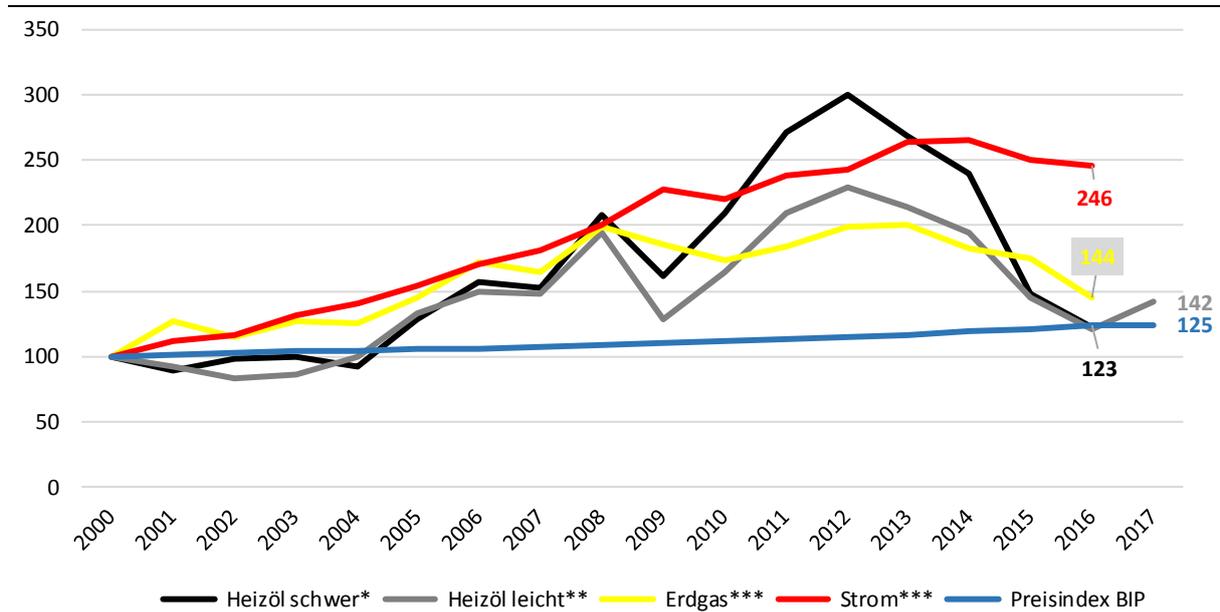
Nach den Berechnungen des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) mussten Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh im Jahr 2016 im Schnitt 15,55 Cent und im Jahr 2017 im Schnitt 17,09 Cent je kWh bezahlen. Dies entspricht einem Preisanstieg von 9,9 Prozent. Für das Jahr 2018 wird ein weiterer leichter Anstieg auf im Schnitt 17,17 Cent je kWh Strom erwartet (siehe Abbildung 56), der Preisanstieg gegenüber dem Vorjahr entspricht 0,5 Prozent.

Der kräftige Preisanstieg von 2016 auf 2017 ist vor allem auf die Preiskomponente Beschaffung, Netzentgelte und Vertrieb mit einem Zuwachs von 7,00 auf 8,02 Cent je kWh und die Anhebung der EEG-Umlage von 6,35 auf 6,88 Cent je kWh zurückzuführen. Auch im Jahr 2018 hat sich die Komponente Beschaffung, Netzentgelte und Vertrieb weiter auf 8,18 Cent je kWh verteuert. Demgegenüber nahm die EEG-Umlage leicht ab, alle übrigen Preiskomponenten blieben nahezu unverändert.

<sup>34</sup> Der Preisindex des BIP wird als Quotient aus nominalem und realem BIP errechnet.

<sup>35</sup> Zum Redaktionsschluss des Berichts lagen für das Jahr 2017 die Grenzpreise (Durchschnittserlöse) für Strom, Erdgas sowie schweres Heizöl noch nicht vor (Quelle: BMWi 2018b).

**Abbildung 55: Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2017 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)**



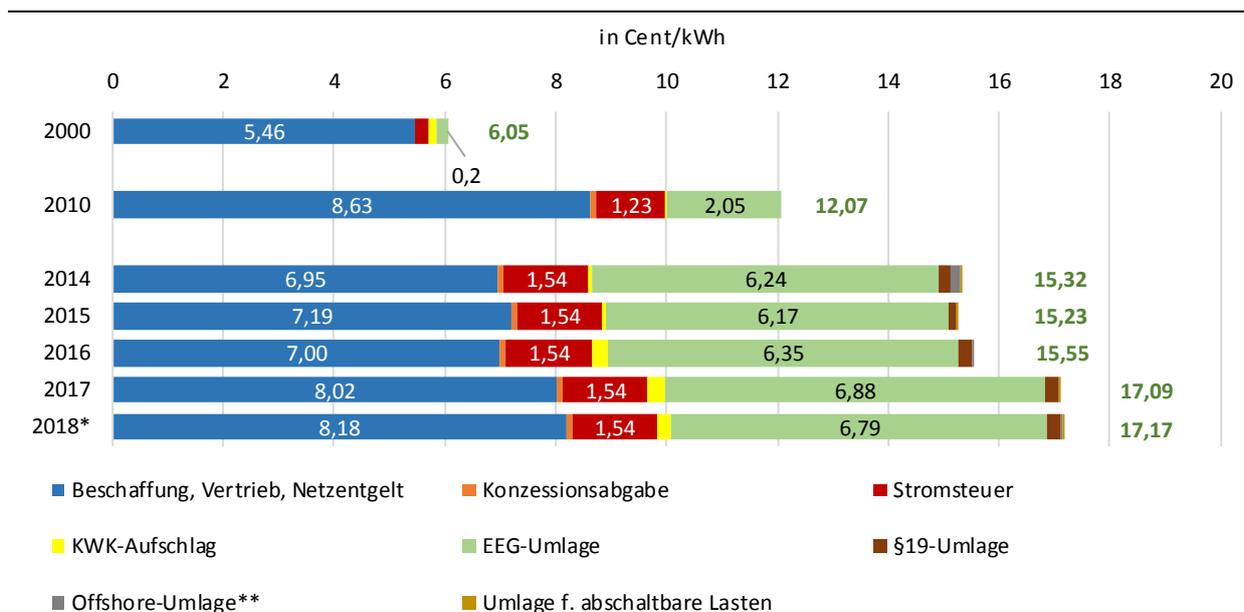
\*) Durchschnittspreis bei Abnahme von 15 t und mehr im Monat und Schwefelgehalt von maximal 1 Prozent.

\*\*) Lieferung von mindestens 500 t an den Großhandel, ab Lager.

\*\*\*) Durchschnittserlöse.

Quelle: BMWi 2018b.

**Abbildung 56: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2014-2018 (in Cent je kWh)**



\*) Stand: Mai 2018

\*\*) Offshore-Haftungsumlage 2015 und 2017 wegen Nachverrechnung negativ.

Quelle: BDEW 2018a.

### Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit besonders stromintensiver Industrieunternehmen zu erhalten, gelten für diese Unternehmen sogenannte „Besondere Ausgleichsregelungen“. Davon begünstigte Unternehmen zahlen die EEG-Umlage für die erste bezogene GWh in voller Höhe und für darüber hinaus verbrauchten Strom nur noch 15 Prozent der EEG-Umlage. Vergünstigungen werden zudem für Schienenbahnen gewährt, um deren Konkurrenzfähigkeit mit anderen Verkehrsträgern nicht zu beeinträchtigen. Im Jahr 2017 wurde in Hessen für insgesamt 126 Abnahmestellen eine Befreiung von der EEG-Umlage mit einer Strommenge von insgesamt 9,2 TWh beantragt. Dies wurde im Monitoringbericht 2017 sowohl im Bundesländervergleich als auch nach Branchen differenziert dargestellt.<sup>36</sup> Aktuelle Daten für das Jahr 2018 lagen bis zum Redaktionsschluss noch nicht vor.

### Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Marktprämien und Flexibilitätsprämien

Die Auszahlungen für im Rahmen des EEG im Jahr 2015 erzeugten erneuerbaren Strom wurden im Monitoringbericht 2017 vorgestellt. Demnach wurden in Hessen im Jahr 2015 an die Anlagenbetreiber insgesamt 886 Mio. Euro ausgezahlt. Davon entfielen mit 594 Mio. Euro etwa zwei Drittel auf EEG-Vergütungen und ein Drittel bzw. 290 Mio. Euro auf Marktprämien. Für Flexibilitätsprämien, die an die Betreiber von Biomasseanlagen gezahlt werden, um das regelbare erneuerbare Stromangebot zu erhöhen, wurden weitere 1,5 Mio. Euro ausgezahlt.<sup>37</sup> Aktuelle Daten für das Jahr 2016 lagen bis zum Redaktionsschluss noch nicht vor.

### Entwicklung des Großhandelsstrompreises

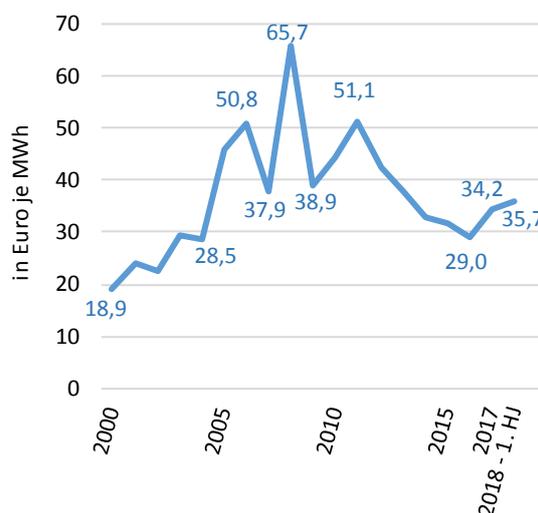
Als Großhandelspreis für Strom wird der reine Beschaffungspreis für Strommengen, die an der Börse und außerbörslich gehandelt werden, bezeichnet. Etwa 80 Prozent des Großhandels mit Strom findet in Deutschland direkt zwischen den großen Stromerzeugern und -abnehmern im bilateralen außerbörslichen Großhandel – dem sog. OTC-Handel („over-the-counter“) – statt. In der Regel sind dabei die Vertragspartner untereinander bekannt und Vertragsdetails können flexibel und individuell gestaltet werden (BNetzA, BKartA 2017).

Auf den Handel an den eigentlichen Strombörsen – für Deutschland die European Energy Exchange EEX in Leipzig und die European Energy Exchange EPEX

SPOT in Paris – entfallen nur rund 20 Prozent des gesamten Handelsvolumens. Dennoch gelten die Börsenstrompreise als Indikator für die allgemeinen Großhandelspreise. 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.

In Abbildung 57 wird die Entwicklung des Großhandelsstrompreises am Beispiel von Grundlaststrom, der überwiegend von KWK-Anlagen erzeugt wird, dargestellt. Dieser sogenannte KWK-Index ist für die Jahre von 2000 bis 2017 als Jahresdurchschnittswert und für das Jahr 2018 als Halbjahresdurchschnittswert abgebildet.

**Abbildung 57: KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2018 (1. Quartal) (in Euro/MWh)**



Quelle: European Energy Exchange 2018.

Ausgehend von 18,90 Euro je MWh Grundlaststrom im Jahr 2000 erhöhte sich der Preis bis auf den bisherigen Jahreshöchstwert von 65,70 Euro im Jahr 2008. Im anschließenden Wirtschaftskrisenjahr 2009 brach der Strompreis stark ein. Von 2011 bis 2016 ist der Börsenstrompreis kontinuierlich bis auf 29 Euro je MWh gesunken. Seither ist tendenziell wieder ein Preisanstieg festzustellen. Im Jahresdurchschnitt 2017 lag der Preis für Grundlaststrom bei 34,20 Euro und damit 18,2 Prozent höher als im Vorjahr. Diese Entwicklung setzte sich auch im ersten Halbjahr 2018 mit einem Anstieg auf 35,70 Euro je MWh (+4,4 %) weiter fort.

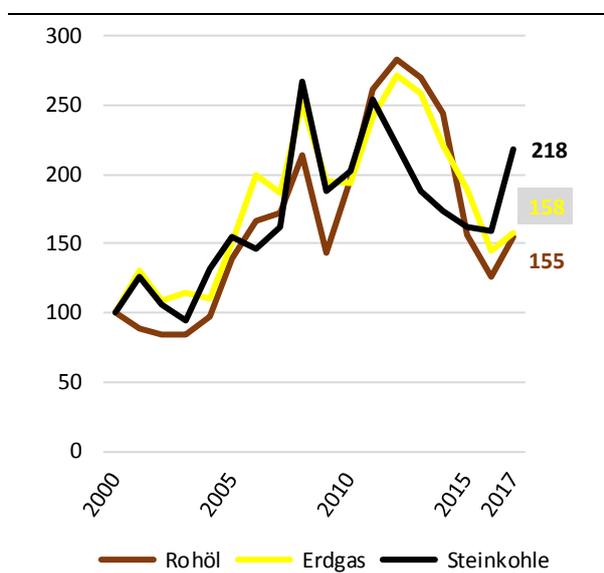
<sup>36</sup> Siehe dazu die detaillierten Ausführungen in HMWEVL 2017 in Kapitel 10.1.

<sup>37</sup> Siehe dazu die detaillierten Ausführungen in HMWEVL 2017 in Kapitel 10.1.

## Internationale Rohstoffpreise

Die Preisentwicklungen der fossilen Energieträger Rohöl, Erdgas und Kohle sind eine wesentliche Rahmenbedingung für die Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbaren Energien. So hat sich die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien im Jahr 2017 deutlich verbessert, da die Preisindices für Steinkohle (+37 %), Rohöl (+23 %) und Erdgas (+10 %) gegenüber dem Vorjahr gestiegen sind (siehe Abbildung 58).

**Abbildung 58: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2017**  
(nominal; Index 2000 = 100)



Quelle: BMWi 2018b, BAFA 2018e.

Mit einem Indexwert von 218 lag der Preis für Steinkohle im Jahresdurchschnitt 2017 um 118 Prozent über dem Preisniveau des Basisjahres 2000, Erdgas war um 58 Prozent und Rohöl um 55 Prozent teurer. Die höchsten Indexwerte wurden für Steinkohle mit 267 im Jahr 2008, direkt vor der Wirtschaftskrise, und für Rohöl und Erdgas jeweils im Jahr 2012 mit 283 bzw. 272 erreicht.

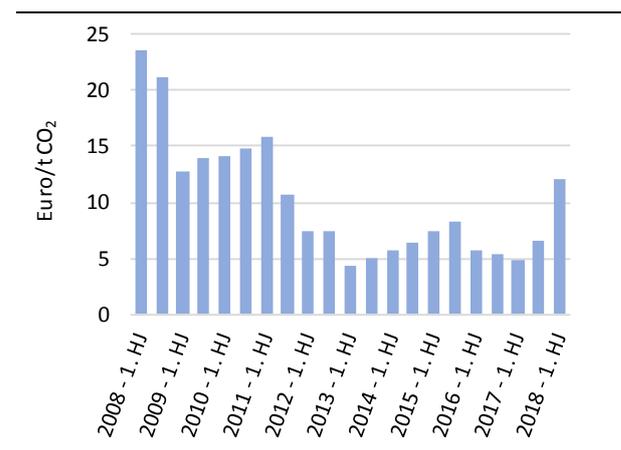
## Entwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionen

Neben der Preisentwicklung fossiler Rohstoffe beeinflussen die Zertifikatspreise für CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehen, die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien entscheidend. Seit dem Jahr 2005 werden europaweit Zertifikate gehandelt, die von den Betreibern von fossilen Kraftwerken und energieintensiven Produktionsanlagen für den Ausstoß von Treibhausgasen erworben werden müssen.

Die Zertifikate wirken wie ein Preisaufschlag für fossile Energieträger und es gilt: je höher der Preisaufschlag, desto mehr lohnen sich Energieeffizienzmaßnahmen und der Einsatz erneuerbarer Energien.

Der bisher höchste Preis für 1 Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen musste mit durchschnittlich 23,58 Euro im ersten Halbjahr 2008 und der niedrigste Preis mit durchschnittlich 4,39 Euro im ersten Halbjahr 2013 bezahlt werden (siehe Abbildung 59). Zwischen dem ersten Halbjahr 2013 und dem ersten Halbjahr 2017 bewegte sich der Preis für Emissionsberechtigungen zwischen 5 und 8 Euro. Seit dem ersten Halbjahr 2017 haben sich die CO<sub>2</sub>-Preise wieder deutlich erhöht und lagen zuletzt im Durchschnitt des ersten Halbjahres 2018 bei 12,05 Euro. Damit gehen gegenwärtig auch von den CO<sub>2</sub>-Zertifikaten positive Impulse für zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien aus.

**Abbildung 59: Halbjahresentwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionen 2008-2018** (in Euro je Tonne CO<sub>2</sub>)



Quelle: Deutsche Börse 2018 (Stand: 24.07.2018).

## 10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Der Erfolg der Energiewende hängt sehr eng mit den Investitionen in erneuerbare Energien und mit Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zusammen. Die Bereitschaft sowohl der Unternehmen als auch der privaten Haushalte, in neue und effektivere Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu investieren bzw. ältere Maschinen, Heizungen und elektrische Geräte durch neue und energieeffizientere zu ersetzen, hängt wiederum stark von der Rentabilität der Investitionen ab.

### Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW) hat für das hessische Energiemonitoring die jährlichen Investitionssummen für die Errichtung von Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Hessen ermittelt. Die verwendete Berechnungsmethode und der Umfang der einbezogenen Anlagen orientieren sich an den von der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) auf Bundesebene verwendeten Methoden und Berechnungen. Dadurch sind die für Hessen ermittelten Werte konsistent mit den von der AGEE-Stat für Deutschland veröffentlichten Daten.

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Hessen waren im Jahr 2017 etwas niedriger als im Vorjahr. Insgesamt wurden 710,3 Mio. Euro für die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien aufgebracht und damit 9,5 Mio. Euro bzw. 1,3 Prozent weniger als im Jahr 2016 (siehe Tabelle 19). In Anlagen zur Stromerzeugung wurden dabei 18,4 Mio. Euro bzw. 3,4 Prozent mehr investiert als im Vorjahr. Dies reichte allerdings nicht aus, um die rückläufigen Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung zu kompensieren. Die Investitionssumme in Anlagen zur Wärmeerzeugung lag 2017 mit 149,8 Mio. Euro um 27,8 Mio. Euro bzw. 15,6 Prozent niedriger als im Vorjahr.

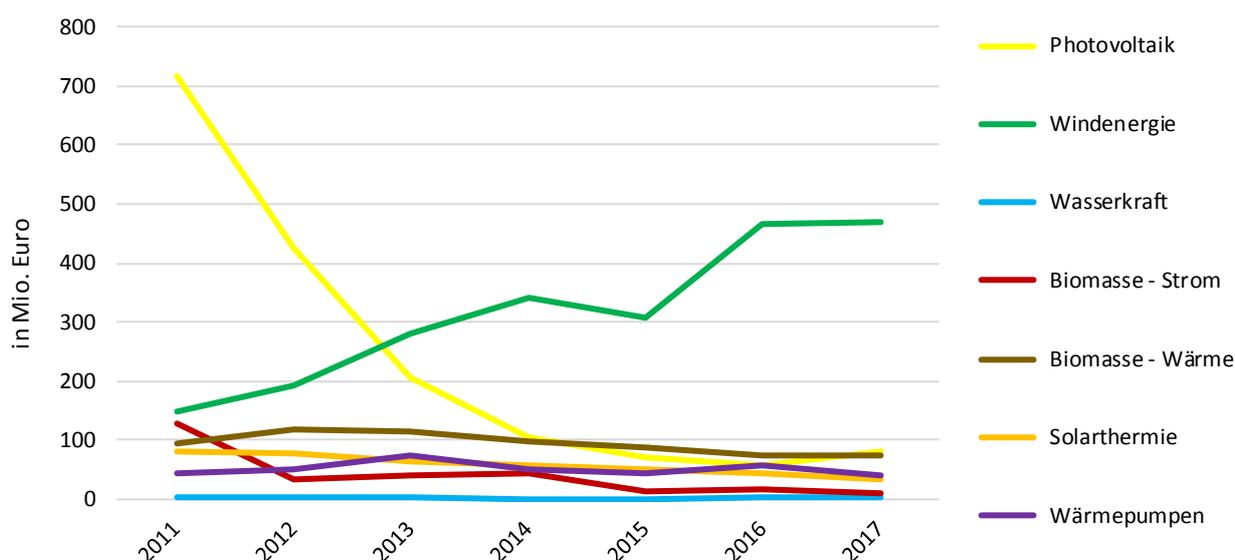
**Tabelle 19: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro)**

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
2016	542,2	177,6	719,8
2017	560,6	149,8	710,3

Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018a.

Bei Betrachtung der einzelnen Anlagearten haben sich Investitionen in Windenergieanlagen im Jahr 2017 auf dem hohen Vorjahresniveau stabilisiert (siehe Abbildung 60). Mit einem Volumen in Höhe von 470 Mio. Euro wurde in Windenergieanlagen im Jahr 2017 annähernd doppelt so viel investiert wie in alle anderen Anlagearten in Hessen zusammen.

**Abbildung 60: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2017 (in Mio. Euro)**



Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018a.

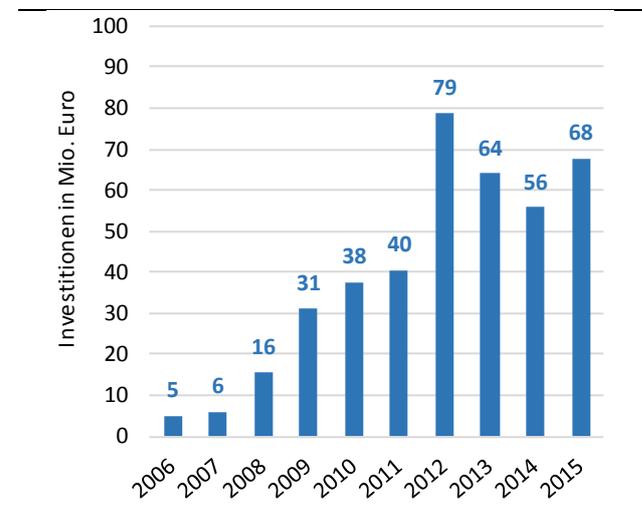
Während im Vorjahr die Entwicklung im Strombereich stark durch den Zuwachs bei den Windenergieanlagen geprägt war, wuchsen im Jahr 2017 vor allem die Investitionen in Photovoltaikanlagen. Mit knapp 82 Mio. Euro wurden im Jahr 2017 rund 24 Mio. Euro bzw. 41 Prozent mehr aufgewendet als im Vorjahr. Damit konnte der seit 2011 zu beobachtende rückläufige Trend erstmals gestoppt werden. Ursächlich für den starken Investitions-einbruch bei Photovoltaikanlagen war die im Jahr 2010 in Kraft getretene Änderung des EEG, wodurch die Förderung für neue Photovoltaikanlagen deutlich verringert wurde.

Bei allen übrigen Anlagearten waren die Investitionsvolumina mit Ausnahme von Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (0,3 Mio. Euro bzw. +0,4 %) gegenüber dem Vorjahr rückläufig: Wasserkraft: -0,8 Mio. Euro bzw. -30,9 Prozent; Biomasseanlagen zur Stromerzeugung: -8,0 Mio. Euro bzw. -49,1 Prozent; Solarthermie: -10,9 Mio. Euro bzw. -4,2 Prozent und Wärmepumpen: -17,2 Mio. Euro bzw. -29,6 Prozent.

### Investitionen hessischer Unternehmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Die Unternehmen des Produzierenden Gewerbes werden von den Statistischen Ämtern differenziert nach den Ausgaben für Umweltschutzinvestitionen befragt. Eine Kategorie sind dabei Investitionen für den Klimaschutz, die wiederum in Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Treibhausgasemission, in Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie in Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung unterteilt werden. Aktuell liegen diese Daten von 2006 bis 2015 vor (siehe Abbildung 61). Demnach haben hessische Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) im Jahr 2015 Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung in Höhe von 68 Mio. Euro getätigt. Das waren 12 Mio. Euro bzw. 21 Prozent mehr als im Jahr 2014. Seit 2006 sind die Investitionen tendenziell deutlich gestiegen. Die bisher höchste Investitionssumme wurde mit 79 Mio. Euro im Jahr 2012 erreicht – dem Jahr mit dem höchsten Rohölpreis seit 2000 (siehe Abbildung 58).

**Abbildung 61: Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz 2006-2015 (in Mio. Euro)**



Quelle: HSL 2018a.

## 10.3 Beschäftigung im Energiebereich in Hessen

Der Umbau des gesamten Energiesystems sowohl auf der Erzeugungs- als auch auf der Verwendungsseite hat Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Positive Beschäftigungseffekte entstehen z. B. durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, negative Beschäftigungseffekte können aus der Stilllegung von konventionellen Kraftwerken resultieren. Im Folgenden wird die Beschäftigungsentwicklung sowohl in den überwiegend konventionellen Energieversorgungsunternehmen als auch durch erneuerbare Energien dargestellt. Ausgewiesen werden dabei ausschließlich die Beschäftigtenzahlen, die direkt den Branchen zugeordnet werden können. Dabei handelt es sich um die sogenannte Bruttobeschäftigung. Indirekte Beschäftigungseffekte, die z. B. durch energetische Gebäudesanierungen im Bauhandwerk entstehen oder im Bergbau durch eine abnehmende Nachfrage nach Braun- und Steinkohle wegfallen, bleiben hingegen unberücksichtigt.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Werden diese Effekte ebenfalls berücksichtigt, handelt es sich um die sogenannte Nettobeschäftigung. Siehe dazu auch die entsprechenden Erläuterungen im Glossar.

### Beschäftigungsentwicklung in der konventionellen Energiewirtschaft

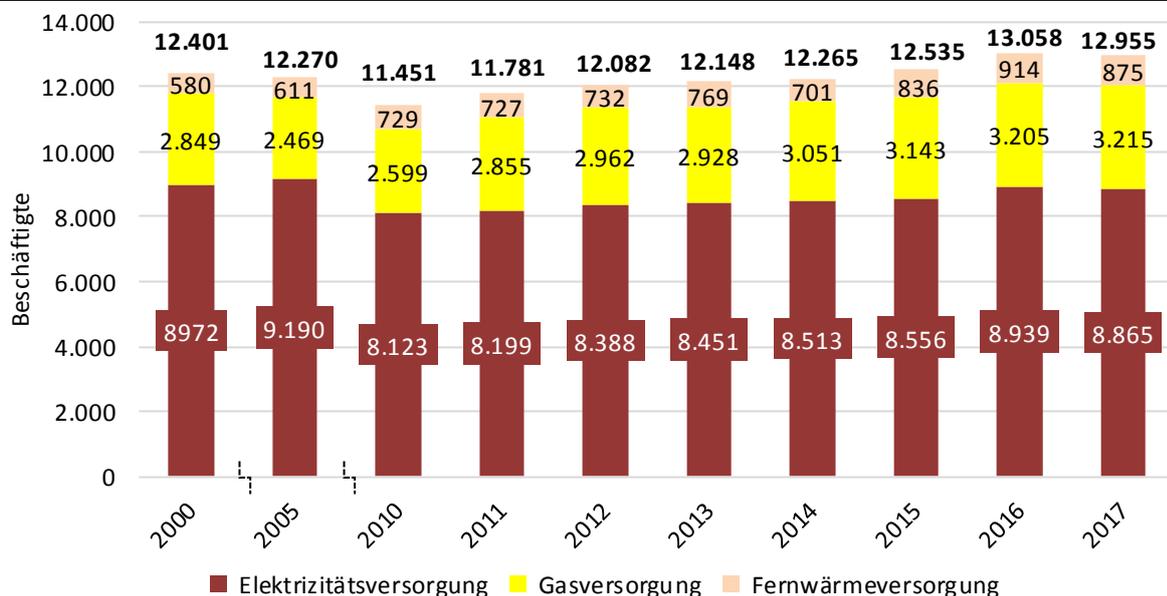
In der konventionellen Energiewirtschaft<sup>39</sup> waren im Jahr 2017 in Hessen 12.955 Menschen in Energieversorgungsunternehmen tätig (siehe Abbildung 62), geringfügig weniger als im Vorjahr (-103 Beschäftigte bzw. -0,8 %). Damit ist erstmals der zuvor seit 2011 zu beobachtende leichte, aber kontinuierliche Beschäftigungszuwachs ins Stocken geraten.<sup>40</sup>

Ein Verdrängungseffekt von Beschäftigten in den überwiegend konventionell betriebenen Energieversorgungs-

unternehmen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien lässt sich daraus aber nicht ableiten. So waren im Bereich Elektrizitätsversorgung, die mit über zwei Dritteln (68,4 %) aller Beschäftigten größte Sparte der konventionellen Energiewirtschaft, nur 74 Personen weniger (-0,8 %) als im Vorjahr beschäftigt.

Im Fernwärmesektor, der mit einem Anteilswert von knapp 7 Prozent kleinsten Sparte, sind 39 Arbeitsplätze (-4,3 %) weggefallen. In der Gasversorgung mit etwa einem Viertel (24,8 %) aller Beschäftigten wurden hingegen 10 Arbeitsplätze (+0,3 %) geschaffen.

Abbildung 62: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2017



Quelle: HSL 2018b, Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

### Beschäftigungsentwicklung durch erneuerbare Energien

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat im Rahmen seines Energiemonitorings die Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturfor-

durch erneuerbare Energien in den Bundesländern im Jahr 2016 beauftragt. Zuletzt wurde eine vergleichbar umfangreiche Gesamtberechnung für das Jahr 2013 durchgeführt. Wegen des großen Interesses auf Länderebene an Informationen über die Beschäftigungseffekte der Energiewende wurden zudem für die beiden Jahre

<sup>39</sup> Als konventionelle Energieversorgungsunternehmen werden alle Unternehmen und Betriebe bezeichnet, die Elektrizität oder Gas erzeugen oder beschaffen und ein Netz für die allgemeine Versorgung betreiben. Dabei wird nicht nach Betrieben unterschieden, die fossile oder erneuerbare Energieträger einsetzen. Deshalb können, obwohl Kraftwerke der Unternehmen und Betriebe des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes sowie Anlagen sonstiger Marktteilnehmer, z. B. Windenergieanlagen privater Betreiber, ausdrücklich nicht dazu gehören, in geringem Umfang auch Beschäftigte, die den erneuerbaren Energien zuzurechnen sind, miteingerechnet sein.

<sup>40</sup> Zu beachten ist, dass es sich bei den Beschäftigtenzahlen um monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten handelt.

2014 und 2015 Abschätzungen der Bruttobeschäftigung in den Bundesländern vorgenommen.<sup>41</sup>

Für die nun erfolgten Neuberechnungen wurden zusätzliche flächendeckende Informationen zur regionalen Verteilung von Herstellern von erneuerbaren Energieanlagen berücksichtigt und zudem Revisionen der Bundesergebnisse für die zurückliegenden Jahre 2012 bis 2015 vorgenommen.<sup>42</sup>

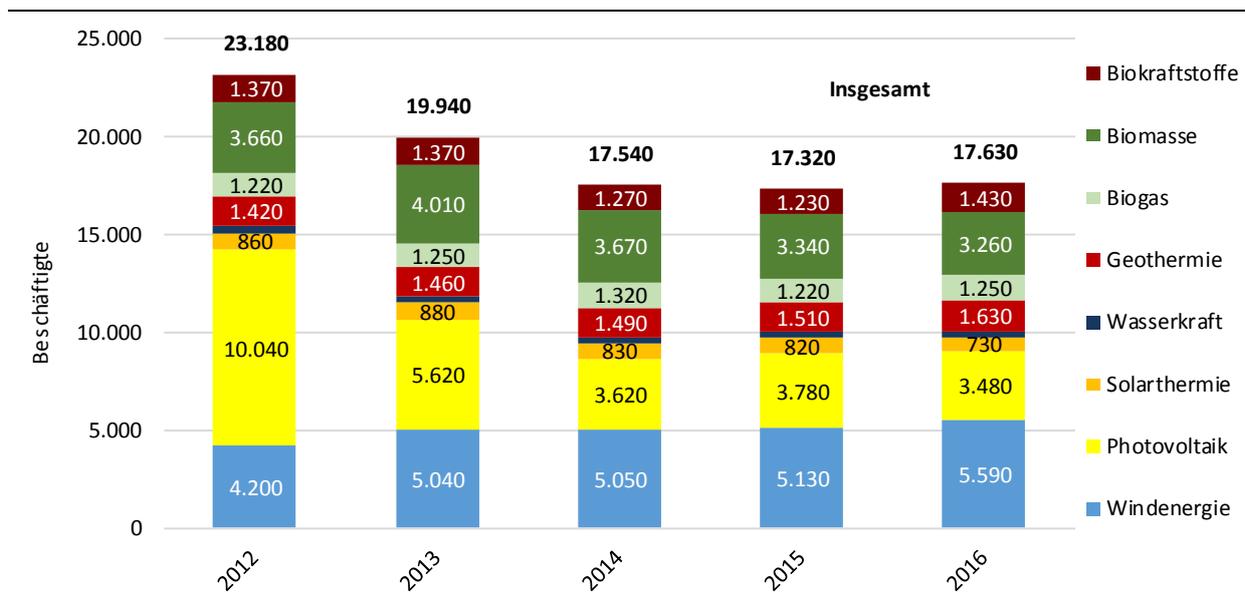
In der folgenden Abbildung 63 sind die Angaben zur Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien nach Sparten dargestellt. Die Bruttobeschäftigung umfasst die direkt mit der Herstellung, dem Betrieb und der Wartung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie für die Bereitstellung von erneuerbaren Brennstoffen Beschäftigten. Zudem werden auch Beschäftigte in anderen

Wirtschaftsbereichen hinzugezählt, die Vorleistungen, Zulieferungen und unterstützende Dienstleistungen beitragen.

In Hessen waren demnach im Jahr 2016 insgesamt 17.630 Personen im Bereich erneuerbare Energien beschäftigt. Damit hat sich die Zahl der Beschäftigten gegenüber dem Vorjahr um 310 bzw. 1,8 Prozent und damit erstmals seit dem Jahr 2012 wieder erhöht.

Differenziert nach Sparten ist der Zuwachs vor allem auf die Bereiche Windenergie (+460 Beschäftigte bzw. +9,0 %), Biokraftstoffe (+200 Beschäftigte bzw. +16,3 %) und Geothermie (+120 Beschäftigte bzw. +7,9 %) zurückzuführen. Einen leichten Zuwachs (+30 Beschäftigte bzw. +2,5 %) weist zudem die Sparte Biogas auf.

**Abbildung 63: Bruttobeschäftigung in Hessen durch erneuerbare Energien 2012-2016**



Quelle: GWS 2018.

Durch diesen Beschäftigungsaufbau konnten die Beschäftigungsverluste in den Bereichen Photovoltaik (-300 Beschäftigte bzw. -7,9 %) und Solarthermie (-90 Beschäftigte bzw. -11,0 %) sowie Biomasse (-80 Beschäftigte bzw. -2,4 %) und Wasserkraft (-30 Beschäftigte bzw. -10,3 %) mehr als ausgeglichen werden.

In Tabelle 20 sind für Hessen und Deutschland die nach Sparten differenzierten relativen Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2016 dargestellt. In Hessen und Deutschland ist die Beschäftigtenzahl über den Gesamtzeitraum insgesamt gesunken. In Hessen fiel der relative Rückgang mit 24 Prozent stärker aus als im Bundesdurchschnitt (-14 %). Zurückzuführen ist die unter-

41 Für den Monitoringbericht 2017 zur Energiewende in Hessen hat die GWS entsprechende Beschäftigungszahlen für Hessen abgeschätzt (GWS 2017).

42 Im Ergebnis führt dies sowohl zu Abweichungen in der Gesamtbeschäftigtenzahl als auch in der Spartenzusammensetzung. Für Hessen werden im Zuge dieser Revision für das Jahr 2015 nun 17.320 Beschäftigte ausgewiesen. Dies sind 1.230 mehr als vor der Revision, wovon 970 Beschäftigte auf die Photovoltaik entfallen.

durchschnittliche Entwicklung vor allem auf die Sparten Windenergie und Photovoltaik.

Dabei hat sich die Windenergiesparte in Hessen zwischen 2012 und 2016 mit einer Beschäftigtenzunahme von 33 Prozent etwas dynamischer entwickelt als im Bundesdurchschnitt (+28 %). Die Ausgangsbasis war im Jahr 2012 in Hessen mit einem Anteilswert von 18 Prozent allerdings deutlich niedriger als in Deutschland, wo bereits 2012 fast ein Drittel der Beschäftigten in der Sparte Windenergie tätig waren.

Umgekehrt verlief die Entwicklung im Bereich der Photovoltaik. Hier hat die Beschäftigung in Hessen um insgesamt 65 Prozent abgenommen und damit etwas weniger als im Bundesdurchschnitt (-68 %). Allerdings hatte die Sparte Photovoltaik im Jahr 2012 mit 43 Prozent in Hessen ein deutlich stärkeres Gewicht für die Gesamtbeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien als in Deutschland (29 %).

**Tabelle 20: Beschäftigungsentwicklung im Bereich erneuerbare Energien in Hessen und Deutschland nach Energieträgern 2012-2016 (Veränderungsraten und Strukturangaben in %)**

Energieträger	Hessen		Deutschland	
	Veränderung 2012-2016	Struktur im Jahr 2012	Veränderung 2012-2016	Struktur im Jahr 2012
Windenergie	33 %	18 %	28 %	32 %
Photovoltaik	-65 %	43 %	-68 %	29 %
Solarthermie	-15 %	4 %	-28 %	3 %
Wasserkraft	-37 %	2 %	-31 %	3 %
Geothermie	15 %	6 %	12 %	5 %
Biogas	2 %	5 %	-1 %	10 %
Biomasse	-11 %	16 %	-17 %	12 %
Biokraftstoffe	4 %	6 %	-6 %	6 %
<b>Insgesamt</b>	<b>-24 %</b>	<b>100 %</b>	<b>-14%</b>	<b>100 %</b>

Quelle: GWS 2018.

## 10.4 Forschung und Entwicklung

Die Förderung von Energieforschung ist ein wichtiges Element einer zukunftssichernden Energiepolitik. Sie trägt dazu bei, die energiewirtschaftlichen und klimapolitischen Ziele im Zuge der Energiewende umzusetzen. Für Forschungsvorhaben stehen Mittel der EU, der Bundesregierung und des Landes zur Verfügung.

### EU-Förderung der Energieforschung

Die Europäische Union (EU) fördert Forschung und technologische Entwicklung in der laufenden Förderperiode von 2014 bis 2020 mit dem Rahmenprogramm "Horizont 2020", das mittlerweile achte Förderprogramm für Forschung und Innovation. Förderschwerpunkte im Teilbereich „Sichere, saubere und effiziente Energie“ sind die Verringerung des Energieverbrauchs, eine kostengünstige Stromversorgung mit niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen, alternative Brennstoffe und mobile Energiequellen, ein

einheitliches, intelligentes europäisches Stromnetz sowie neue Technologien. Ziel der EU-Forschungsförderung ist es, den Übergang zu einem Energiesystem auf der Basis CO<sub>2</sub>-emissionsarmer Energietechnologien in Europa zu beschleunigen und dabei die Energieversorgung bezahlbar und wettbewerbsfähig zu gestalten. Die Nationale Kontaktstelle Energie (NKS Energie) beim Projektträger Jülich informiert Forschungseinrichtungen und Unternehmen zur EU-Forschungs- und Innovationsförderung im Bereich der nicht-nuklearen Energien und unterstützt beim Antrags- und Förderverfahren.

Im Zeitraum von 2014 bis 2017 wurden im Forschungsbereich „Sichere, saubere und effiziente Energie“ rund 2,4 Mrd. Euro für die Förderung ausgewählter Projekte eingesetzt. Deutsche Antragsteller waren an den vergebenen Fördermitteln mit rund 376 Mio. Euro bzw. 15,7 Prozent beteiligt. Antragsteller aus anderen Staaten folgen erst im Abstand von vier oder mehr Prozentpunkten (BMWi 2018d).

## Bundesförderung der Energieforschung

Die Basis der Bundesförderung ist das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Im Jahr 1977, also vor 40 Jahren, trat das 1. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung in Kraft. Das derzeit laufende 6. Energieforschungsprogramm ist 2011 in Kraft getreten. Hierin hat die Bundesregierung ihre Förderpolitik konsequent auf die Ziele der Energiewende ausgerichtet. Im Fokus der Förderaktivitäten steht die Entwicklung innovativer Technologien und Lösungen für den Umbau des Energiesystems unter Gewährleistung einer umweltschonenden, zuverlässigen und bezahlbaren Versorgung in der Zukunft. Im Zeitraum von 2012 bis 2017 wurden rund 5 Mrd. Euro an Fördermitteln für die institutionelle Förderung und die Projektförderung aufgewendet.

Im Jahr 2017 wurden Fördermittel in Höhe von insgesamt 1,01 Mrd. Euro bereitgestellt. In den Bereich Erneuerbare Energien flossen Mittel in Höhe von 418 Mio. Euro, dem entspricht ein Anteil von 41 Prozent an den gesamten Forschungsmitteln. Der Bereich Energieeffizienz partizipierte in Höhe von 382 Mio. Euro bzw. 38 Prozent am Fördertopf. Für das Förderthema Fusion wurden 126 Mio. Euro (12 Prozent) aufgewendet und auf den Förderbereich Nukleare Sicherheit und Entsorgung entfielen 88 Mio. Euro (9 Prozent). Gegenüber dem Vorjahr ist das Fördervolumen insgesamt um 137,5 Mio. Euro bzw. um 15,7 Prozent gestiegen. Die deutlichste Steigerung erfuhr der Bereich Erneuerbare Energien mit einem Anstieg des Fördervolumens um 89 Mio. Euro bzw. um 27,2 Prozent (BMWi 2018d).

Außerhalb des Energieforschungsprogramms fördert die Bundesregierung Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Energiebereich im Rahmen der Programme und Förderinitiativen „EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050“, „Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)“, „SINTEG Schaulenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“, „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ sowie „Vom Material zur Innovation“ (BMWi 2018d).

Beispiele für geförderte Projekte in Hessen bzw. für Projekte mit hessischer Beteiligung sind die ETA-Fabrik an der TU Darmstadt, das Kopernikus-Projekt „Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexib-

len Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung (SynErgie)“, das Kopernikus-Projekt „Energiewende-Navigationssystem (ENavi)“ oder das Projekt „C/sells“ im Rahmen des Förderprogramms SINTEG: Schaulenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“. Eine kurze Beschreibung der Projekte ist im letztjährigen Monitoringbericht enthalten (HMWEVL 2017).

## Förderung der Energieforschung in Hessen

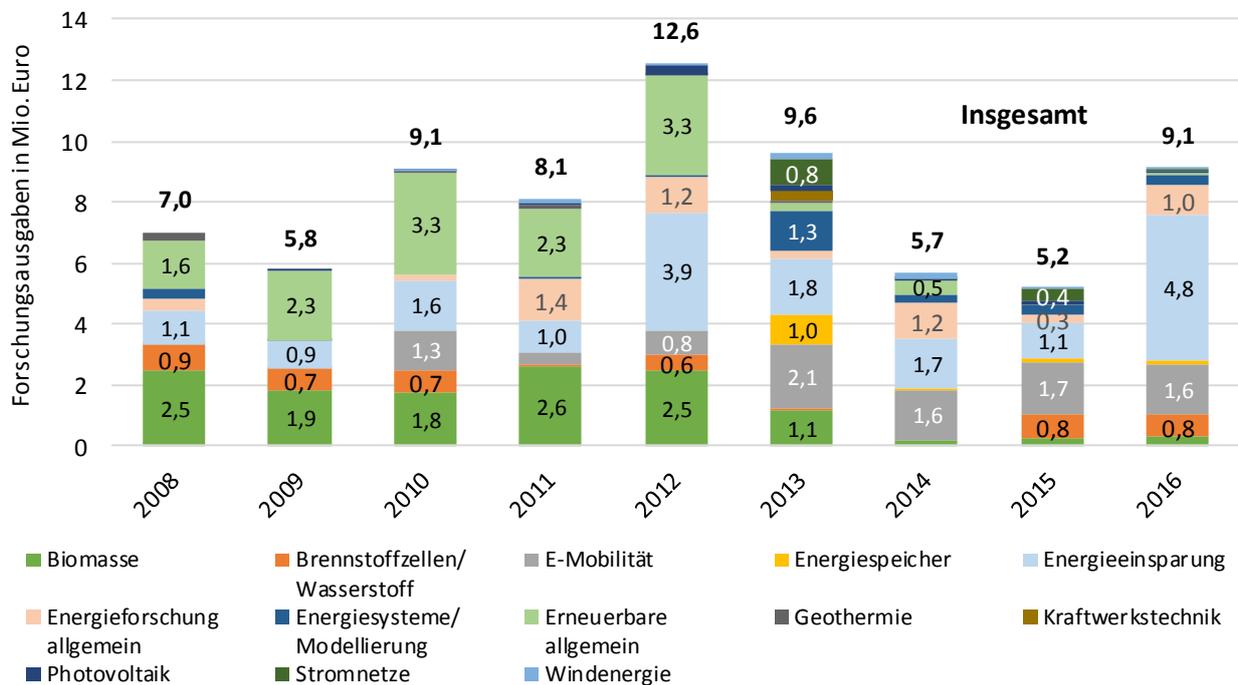
Im Auftrag des BMWi führt der Projektträger Jülich seit 2008 eine jährliche Erhebung der Aufwendungen der Bundesländer für die nichtnukleare Energieforschung durch. Bei Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) wird dabei nur der Eigenanteil der Länder berücksichtigt.

Im Jahr 2016 wurden von den Bundesländern zur Förderung der Energieforschung insgesamt rund 248,6 Mio. Euro aufgebracht. Gegenüber dem Vorjahr ist damit ein Rückgang um 6,9 Prozent zu verzeichnen. Im Gegensatz dazu sind in Hessen die Ausgaben des Landes zur Förderung der Energieforschung mit 3,9 Mio. Euro bzw. 76,2 Prozent kräftig gestiegen (siehe Abbildung 64). Das Fördervolumen lag im Jahr 2016 bei insgesamt 9,1 Mio. Euro.

Deutlicher Schwerpunkt der Förderung war der Bereich Energieeinsparung mit einem Volumen von 4,8 Mio. Euro, das waren 53 Prozent der Gesamtausgaben. Gegenüber dem Vorjahr haben sich die Ausgaben in diesem Feld mehr als vervierfacht. Das Forschungsfeld umfasst die Themen energieoptimierte Gebäude und Quartiere, dezentrale Energiesysteme sowie Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die Förderung von E-Mobilität lag 2016 mit 1,6 Mio. Euro geringfügig unter dem Niveau von 2015 und an zweiter Stelle der wichtigsten Förderfelder 2016.

Wichtige Förderprogramme des Landes sind die Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE), in dem unter der Förderlinie 3 Verbundfördermaßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen<sup>43</sup> gefördert werden, sowie das Landesprogramm zur Förderung der Elektromobilität (siehe Kapitel 11, Maßnahmen Nr. 55–60). Außerdem wurde das House of Energy als wichtige Plattform für Energieforschung in Hessen gefördert (s. Kapitel 11, Maßnahme Nr. 4).

43 Die LOEWE-Förderlinie 3 zielt auf die angewandte Forschung und Entwicklung. Gefördert werden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die von KMU sowie von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Die Förderlinie wird von der Hessen Agentur als Projektträger administriert. Einen Überblick über die geförderten Projekte ist zu finden unter: <https://www.innovationsfoerderung-hessen.de/projektbeispiele>.

**Abbildung 64: Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2016 (in Mio. Euro)**

Quelle: Projektträger Jülich 2018, für das Jahr 2014 korrigierte Zahlen.

### Entwicklung von Patenten im Bereich erneuerbarer Energien

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) wertet jährlich die Datenbank des Deutschen Patentamtes München speziell für Patentanmeldungen im Bereich erneuerbarer Energien aus. Für die diesjährige Auswertung wurden die zugrunde gelegten Suchkriterien überarbeitet und erweitert und rückwirkend auf den Zeitraum von 2011 bis 2017 angewendet. Da das Jahr 2017 bisher allerdings noch unvollständig ist, wird es in der folgenden Tabelle 21 nicht berücksichtigt.

Im Zeitraum von 2014 bis 2016 wurden in Hessen insgesamt 44 Patente im Bereich erneuerbarer Energien angemeldet und damit nur rund halb so viele wie im Vergleichszeitraum von 2011 bis 2013. Mit Ausnahme von Rheinland-Pfalz ist die Zahl der Patentanmeldungen auch in allen anderen Bundesländern zurückgegangen. Der relative Rückgang fiel in Hessen mit 52 Prozent allerdings deutlich stärker aus als im Bundesdurchschnitt mit 37 Prozent.

**Tabelle 21: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2016**

Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien			
	Zeitraum I	Zeitraum II	Veränderung
	2011-13	2014-16	von I zu II
Baden-Württemberg	357	204	-43 %
Bayern	414	236	-43 %
Berlin	61	52	-15 %
Brandenburg	36	19	-47 %
Bremen	15	4	-73 %
Hamburg	126	105	-17 %
<b>Hessen</b>	<b>91</b>	<b>44</b>	<b>-52 %</b>
Mecklenburg-Vorpommern	53	18	-66 %
Niedersachsen	168	163	-3 %
Nordrhein-Westfalen	268	127	-53 %
Rheinland-Pfalz	52	56	8 %
Saarland	13	8	-38 %
Sachsen	91	61	-33 %
Sachsen-Anhalt	29	27	-7 %
Schleswig-Holstein	50	34	-32 %
Thüringen	54	17	-69 %
<b>Deutschland</b>	<b>1.878</b>	<b>1.175</b>	<b>-37 %</b>

Quelle: ZSW 2018b.

## 11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Allgemein</b>		
1	Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015, geändert am 28. Februar 2017	Die Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 02.12.2015 wurde am 28. Februar 2017 in folgendem Punkt geändert: Die Förderung von Betrieblichen Energieeffizienz-Netzwerken („HessEEN“) wurde neu aufgenommen.
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	LandesEnergieAgentur Hessen	Die LandesEnergieAgentur Hessen (LEA) wurde im Mai 2017 als Abteilung in der landeseigenen Gesellschaft Hessen Agentur GmbH eingerichtet. Zielsetzung der LEA ist eine effektive Bündelung, Koordination und Verstärkung der Umsetzungs- und Akzeptanzmaßnahmen zur Energiewende in Hessen. Die LEA soll zu einer zentralen Anlaufstelle bei der Umsetzung von Maßnahmen der Energiewende und des Klimaschutzes für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, Verbände, Vereine und nicht zuletzt für die hessischen Kommunen werden.
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. <a href="http://www.house-of-energy.org/">http://www.house-of-energy.org/</a>
5	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. Seitdem erscheint der Bericht jährlich. <a href="https://www.energieland.hessen.de/daten_und_fakten">https://www.energieland.hessen.de/daten_und_fakten</a>
6	Hessisches Biogas-Forschungszentrum (HBFZ)	Das HBFZ ist eine Kooperation von Fraunhofer IWES mit dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) sowie dem Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) und befindet sich am Eichhof bei Bad Hersfeld. Am HBFZ werden verschiedene Projekte zur bedarfsgerechten Integration von Bioenergie in zukunftsfähige Energieversorgungssysteme durchgeführt. Zur Umsetzung der Forschung steht am Standort eine Biogasanlage mit Versuchsfermenter sowie eine Versuchsplattform bereit. <a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum</a>
7	Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Cup“	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Der Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Cup“ soll junge Startups im Energiebereich bei der Umsetzung von Business-Ideen für neue Energieprodukte und -dienstleistungen in einem mehrstufigen Wettbewerb unterstützen. <a href="http://www.science4life.de/VentureCup/EnergyCup.aspx">http://www.science4life.de/VentureCup/EnergyCup.aspx</a>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
8	Hessischer Staatspreis für innovative Energielösungen	Das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung lobt den Hessischen Staatspreis für innovative Energielösungen aus und prämiert damit Beiträge, die der Erreichung einer sicheren, umweltschonenden, bezahlbaren und gesellschaftlich akzeptierten Energieversorgung in Hessen dienen. Schwerpunkte sind dabei Energieerzeugung, Energiespeicher, Systemintegration, Sektorkopplung, Digitalisierung und Energieeffizienz. Mit dem Staatspreis werden so innovative und zukunftsweisende Lösungen sichtbar gemacht und gefördert. <a href="http://www.hessischer-staatspreis-energie.de">www.hessischer-staatspreis-energie.de</a>
9	Landesnetzwerk Bürger-Energiegenossenschaften Hessen e. V.	Der LaNEG Hessen e. V. ist eine von der Hessischen Landesregierung geförderte Initiative für die Vernetzung und Förderung der hessischen Bürger-Energiegenossenschaften. <a href="http://www.laneg-hessen.de/">http://www.laneg-hessen.de/</a>
10	Contracting-Netzwerk Hessen	Das Contracting-Netzwerk Hessen (CNH) ist eine Initiative des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung. Es bietet eine Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch zum Thema Contracting in Hessen. Im Rahmen des CNH werden Best-Practice-Beispiele von hessischen Contracting-Projekten vorgestellt. <a href="https://www.energieland.hessen.de/CNH">https://www.energieland.hessen.de/CNH</a>
11	Neuausrichtung des Städtebauförderungsprogramms "Stadtumbau in Hessen"	Der bisherige Programmschwerpunkt "Anpassung an den demografischen und wirtschaftsstrukturellen Wandel" wurde um die Programmschwerpunkte „Klimaschutz und Klimaanpassung im Stadtumbau“ erweitert. Im Jahr 2016 erfolgte die Aufnahme von 20 Programmstandorten (jeweils mit 10-jähriger Programmlaufzeit). Weitere Neuaufnahmen erfolgten im Jahr 2017.
12	Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen	Über 180 hessische Städte, Gemeinden und Landkreise engagieren sich in diesem Bündnis, das sich aus den 100 Kommunen für den Klimaschutz der Nachhaltigkeitsstrategie Hessen entwickelt hat, für den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Zu ihrer Unterstützung können seit 2018 auch kommunale Zweckverbände dem Bündnis beitreten. <a href="https://klima-kommunen.hessen-nachhaltig.de/de/">https://klima-kommunen.hessen-nachhaltig.de/de/</a>
13	Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen	Im Jahr 2015 wurde eine Förderrichtlinie zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen neu erarbeitet. Diese ist zum 01.01.2016 in Kraft getreten. Förderberechtigt sind hessische Kommunen und kommunale Unternehmen. Mitglieder des Bündnisses „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“ erhalten höhere Fördersätze.
14	Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025	Am 13.03.2017 hat das Kabinett den Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025 beschlossen. Die Maßnahmen decken dabei alle relevanten Handlungsfelder ab: von der Landwirtschaft über die Wirtschaft, den Energiesektor zum Verkehr bis hin zum Gebäudesektor und der Gesundheit. Maßnahmen für Klimaschutz und für die Anpassung an den Klimawandel wurden gleichzeitig erarbeitet.  Das Land Hessen hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 seine Treibhausgasemissionen um 30 Prozent im Vergleich zu 1990 und bis 2025 um 40 Prozent zu reduzieren. Bis 2050 will Hessen klimaneutral werden und strebt eine Reduzierung von mindestens 90 Prozent an. Der Klimaschutzplan unterlegt diese Ziele mit 140 konkreten Maßnahmen. Mit der Verabschiedung des Klimaschutzplans durch das Kabinett hat die Umsetzung bereits begonnen: 42 Maßnahmen aus dem umfangreichen Set sind sogenannte „prioritäre Maßnahmen“, die in der ersten Umsetzungsphase bis 2019 begonnen werden. Hierfür stehen neben den bereits vorhandenen auch zusätzliche finanzielle Mittel in Höhe von 140 Mio. Euro zur Verfügung.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
15	„Klimaschutz beginnt hier. Mit mir.“ – Klimakampagne für Hessen	Am 28.05.2018 startete die Klimakampagne. Die Kampagne ist eine prioritäre Maßnahme des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025 (IKSP) und soll die Umsetzung des IKSP begleiten. Die Kampagne möchte alle Hessinnen und Hessen für den Klimaschutz vor Ort begeistern und setzt dafür auf kreative Tipps und Aktionen zum CO <sub>2</sub> -Sparen in den Themenfeldern Energie, Mobilität, Konsum und Ernährung. Aber auch Themen der Klimawandelfolgen werden aufgegriffen. Für Unterstützung sorgt ein engagiertes Netzwerk von Botschaftern und Botschafterinnen aus hessischen Unternehmen, Kommunen und Verbänden, die die Kampagne in das Land hineinragen.
16	Hessenstudie	Kern der Studie ist die Beantwortung der Frage, welche wesentliche Rolle das Land Hessen regional, national und international in der Energiewende zukünftig spielen kann. Aus den Ergebnissen der Hessenstudie wurde unter anderem die „Roadmap Energie“ abgeleitet, die unter Maßgabe der wirtschaftlichen und infrastrukturellen Besonderheiten Hessens die energiepolitische Strategie der Landesregierung für die kommenden Jahre skizziert. Besonderes Augenmerk wird demnach auf die Themen Energieeffizienz, Ausbau der erneuerbaren Energien und Infrastruktur in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr gelegt. Von besonderer Bedeutung sind dabei die übergeordneten Themen Sektorenkopplung und Digitalisierung.
17	Zukunftsforum Energiewende	„Bring Deine Energie für den Wandel ein!“ Unter diesem Motto kommen Akteure aus Verwaltung, Kommunal- und Landespolitik sowie Vertreter aus Wirtschaft und Bürgerenergie in Kassel zusammen, um gemeinsam die dezentrale Energieversorgung und den globalen Klimaschutz weiter voranzutreiben. Das Zukunftsforum Energiewende ist die zentrale Plattform für Erfahrungsaustausch, Information sowie Vernetzung und knüpft mit über 500 Teilnehmerinnen und Teilnehmern an den Erfolg der bundesweiten Kongressreihe „100 % Erneuerbare-Energie-Regionen“ an. <a href="https://www.zukunftsforum-energiewende.de">https://www.zukunftsforum-energiewende.de</a>
<b>Energieeffizienz (Gebäude)</b>		
18	Energieeffizienz im Mietwohnungsbau	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Für hocheffiziente Modernisierungs- und Neubaumaßnahmen an / in größeren Mietwohngebäuden (ab 3 Wohneinheiten) wird eine Förderung in Form von Zinszuschüssen auf KfW-Darlehen gewährt, die von der WIBank ausgereicht werden. Gefördert werden Maßnahmen, die dazu beitragen, im modernisierten Mietwohngebäude das Neubau-Niveau nach der jeweils geltenden Energieeinsparverordnung annähernd zu erreichen bzw. zu unterschreiten (KfW-Effizienzhaus 55, 70, 85, 100 bzw. 115 und „Denkmal“), und Neubauten von KfW-Effizienzhäusern 40 PLUS, 40 oder 55 und Passivhäusern nach dem KfW-Programm „Energieeffizient bauen“.
19	Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus im Bestand	Weiterführung des bestehenden Programms. Das Fördermerkblatt wurde im April 2016 aktualisiert. Seit 2014 wurden 26 Gebäude mit 410 Wohneinheiten gefördert.
20	Kommunalrichtlinie Hessen nach § 3 des Hessischen Energiegesetzes (HEG) zur Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kommunen vom 10.02.2017	Förderangebot für energetische Modernisierungsmaßnahmen kommunaler Gebäude sowie zusätzlich für Maßnahmen zur Energieeffizienz, zur Nutzung erneuerbarer Energien und von innovativen Energietechnologien. Fortführung der bereits geförderten energetischen Modernisierungsmaßnahmen kommunaler Gebäude in unterschiedlichen Qualitätsstufen auf der Basis von Kostenrichtwerten. Neu sind die Förderoptionen für kommunal ersetzende Maßnahmen sowie im Ausnahmefall für Ersatzneubauten, wenn besonders hohe energetische Standards erreicht werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
		<p>Seit 01.01.2018 können kommunale Neubauten als Modellvorhaben gefördert werden, wenn sie besonders hohe energetische Qualitätsstandards erreichen.</p> <p>Die Förderhöhe liegt abhängig von der Art der Maßnahme sowie der finanziellen Leistungsfähigkeit der Kommune bei 30 bis 70 Prozent der förderfähigen Ausgaben. Hat sich die antragstellende Kommune im Rahmen des Bündnisses „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“ zur Einführung und Einhaltung von Klimaschutzmaßnahmen verpflichtet, kann die Förderquote um weitere 10 Prozent erhöht werden. Neuer Förderschwerpunkt ist seit 01.01.2018 zusätzlich Solarthermie für Freibäder. Die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des Kommunalen Finanzausgleichs.</p>
21	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 WI-Bank KfW-Darlehen an und sichert diese mit einer Bürgschaft des Landes ab.
22	CO <sub>2</sub> -neutrale Landesverwaltung	Das 2009 gestartete Projekt strebt eine klimaneutral arbeitende Landesverwaltung ab dem Jahr 2030 an. Das Projekt wird federführend vom HMdF betrieben und ist eine prioritäre Maßnahme des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025. Wesentliche Handlungsfelder sind: Erstellung von CO <sub>2</sub> -Bilanzen, Energieeffizienzplan einschließlich Mobilitätskonzepten und Beschaffung sowie Öffentlichkeitsarbeit (siehe folgende fünf Maßnahmen). Es konnte eine Halbierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Vergleich zu 2008 erzielt werden.
23	CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Landesliegenschaften (COME)	Weiterführung des bestehenden Programms. Für die energetische Sanierung der vom Landesbetrieb Bau und Immobilien (LBIH) betreuten Landesliegenschaften stehen insgesamt 160 Mio. Euro zur Verfügung. 57 Projekte wurden bereits fertiggestellt. Das Programm befindet sich auf der Zielgeraden.
24	Aufnahme des Effizienzziels für den Staatlichen Hochbau	Die Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren von Landesliegenschaften ist am 04.02.2014 in Kraft getreten. Neubauten sind grundsätzlich so zu errichten, dass der Standard der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 um 50 % unterschritten wird. Bei energetischen Sanierungen soll mindestens der Neubaustandard der EnEV 2009 erreicht werden.
25	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 wurden von 2015 bis 2017 Fortbildungen durchgeführt, um sie im Bereich Energieeffizienz in Nutzung und Betrieb von Gebäuden zu schulen. An den insgesamt 1.152 Kursangeboten haben mehr als 500 Beschäftigte teilgenommen.
26	Pilot für ein Energiemanagementsystem 2015 bis 2017	Im Rahmen der pilotweisen Einführung eines Energiemanagementsystems werden ausgewählte Landesliegenschaften dabei unterstützt, ungenutzte Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren sowie zielgerichtete Maßnahmen zu definieren und umzusetzen, sodass ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess in diesen Liegenschaften angestoßen werden kann. Alle hessischen Ministerien, sowie Dienststellen mit niedrigem, mittlerem und hohem Energieverbrauch haben daran teilgenommen. Auf Basis der Erkenntnisse konnte die EMA-Hessen (s. u.) fortgeschrieben werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
27	Novellierung des gemeinsamen Runderlasses EMA-Hessen	Mit der Novellierung der EMA-Hessen (Hinweise zum Energiemanagement in den Dienststellen des Landes) vom 15.01.2018 können die Einsparpotenziale in den einzelnen Dienststellen des Landes noch stärker aktiviert werden. Denn in jeder Dienststelle ist künftig eine Mitarbeiterin / ein Mitarbeiter als „Kordinatorin / Kordinator für Energiefragen“ zu benennen. Diese sollen maßgeblich zur Sicherstellung einer sachgerechten und wirtschaftlichen Energieverwendung sowie zur Einwirkung auf das Nutzerverhalten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Sinne einer Energieeinsparung beitragen.
28	Ermittlung der energetischen Sanierungsrate im hessischen Gebäudebestand	Das Institut Wohnen und Umwelt hat ein Forschungsvorhaben zu den energetischen Merkmalen im hessischen Wohngebäudebestand durchgeführt. Die Ergebnisse werden in diesem Bericht dargestellt.
29	Modellprojekt „Smarte Energie in hessischen Schulen“	Förderung nach der Kommunalrichtlinie: Kommunale Schulträger können Anträge stellen zum Einsatz intelligenter Regelungs- bzw. Automatisierungssysteme zur Reduzierung der mit dem Betrieb verbundenen Energieverbräuche und Energiekosten. In dem Modellprojekt werden zunächst bis zu 20 Schulen mit bis zu 90 % der investiven Kosten gefördert.
<b>Energieeffizienz (strom- und sektorenübergreifend)</b>		
30	Landes-KWK-Initiative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung einer Informationskampagne des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere in kommunalen Gebäuden, Gewerbebetrieben, Krankenhäusern, Altenpflegeheimen und Hotels. Damit sollen neue Potenziale im KWK-Bereich erschlossen werden.</li> <li>- Beratungsinitiative Mikro-KWK-Brennstoffzelle für das Bundesprogramm „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“, das am 01.09.2016 startete.</li> </ul>
31	Förderung von Energieeffizienznetzwerken	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Förderprogramm für in Gründung befindliche und bestehende betriebliche Energieeffizienznetzwerke (Zuschüsse für Akquise, externe Referenten, Raummiete und Sachkosten). <a href="https://www.energieland.hessen.de/energieeffizienz-netzwerke">https://www.energieland.hessen.de/energieeffizienz-netzwerke</a>
32	Förderung von LED-Straßenbeleuchtung	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Mit Informationsveranstaltungen, Beratungen und Förderung durch Bund oder Land wird die Modernisierung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik vorangetrieben. Seit 2016 wurden Fördermittel für über 100 hessische Projekte bewilligt. Mit diesen Mitteln werden in den Jahren 2017/2018 über 60.000 Straßenleuchten auf LED modernisiert, dies entspricht ca. 12 Prozent der hessischen Straßenleuchten. Davon entfallen auf das Förderprogramm des Landes Hessen 16 Vorhaben mit 15.000 Leuchten und 815.000 Euro Zuschuss. <a href="https://www.energieland.hessen.de/Stromeffiziente-LED_Strassenbeleuchtung">https://www.energieland.hessen.de/Stromeffiziente-LED_Strassenbeleuchtung</a>
33	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 02.12.2015. 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.
34	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 02.12.2015. Über diesen Fördertatbestand können auch Weiterbildungsangebote der Architekten- und Handwerkskammern und Qualifikationsangebote von Hochschulen gefördert werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
35	Hessische Energiesparaktion (HESA)	Weiterführung des seit 2003 bestehenden Programms bei der Landes-EnergieAgentur. Tipps und Tricks für Bürgerinnen und Bürger zur Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten. <i><a href="http://www.energiesparaktion.de/">http://www.energiesparaktion.de/</a></i>
36	Hessische Initiative für Energieberatung im Mittelstand (HIEM)	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Verlängerung des seit 2012 bestehenden Programms (Lotsenfunktion) bis Ende 2018. Seit Oktober 2015 zusätzlich kostenlose niederschwellige Impulsberatung für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) zu Energieeffizienzmaßnahmen.
37	Modellprojekt „Integrierte energetische Quartierssanierung im Werra-Meißner-Kreis“	Das Modellprojekt „Integrierte energetische Quartierssanierung im ländlich geprägten Raum“ des Werra-Meißner-Kreises wurde vom Land Hessen und der KfW gefördert. In dem interkommunalen Modellprojekt unter Federführung des Werra-Meißner-Kreises wurden für sechs Kommunen gleichzeitig Quartierskonzepte erstellt, wobei frühzeitig Bürger und potenzielle Investoren beteiligt wurden. Als Ergebnis wurden umsetzungsreife Projektansätze und Handlungsstrategien in den sechs ausgewählten Quartieren in Eschwege, Großalmerode, Herleshausen, Meißner-Germerode, Ringgau-Netra und Witzenhausen erarbeitet.
38	Förderprogramm zur Unterstützung des KfW-Programms 432 (energetische Stadt-sanierung)	Als eine prioritäre Maßnahme des Klimaschutzplans wird ein Förderprogramm zur Unterstützung des KfW-Programms 432 (energetische Stadt-sanierung) vorbereitet.
<b>Erneuerbare Energien</b>		
39	Bürgerforum Energieland Hessen	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Das Landesprogramm Bürgerforum Energieland Hessen unterstützt die Energiewende in Hessen durch zielgerichtete Informations- und Dialogangebote für die Bürgerinnen und Bürger in den besonders betroffenen Kommunen.
40	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.
41	Expertenworkshops Windenergie	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Im Rahmen der Expertenworkshops werden thematische Aspekte des Windenergieausbaus aufgegriffen, die sich aus den Entwicklungen auf Bundesebene (z. B. EEG-Ausschreibungsmodell, LAI-Schallimmissionsprognose) ergeben oder von besonderer Relevanz für Hessen sind (Milan-Dichtezentrum, Flugsicherheit, Bürgerbeteiligung etc.).
42	Förderung von innovativen Energietechnologien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 02.12.2015. Beispiele: Abwasserabwärmernutzung, Eisspeicher im Quartier, Smarthome-Technologieprojekt im Wohngebiet, innovatives Erdkabeltestprojekt, innovative Einbindung von Mikrogasturbinen in Produktionsprozessen.
43	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 02.12.2015. 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 Projekte wie z. B. zur Nutzung der Windenergie. <i><a href="https://www.energieland.hessen.de/foerderung-kommunen">https://www.energieland.hessen.de/foerderung-kommunen</a></i>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
44	Förderung von Mieterstrommodellen	<p>Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015.</p> <p>In dem Pilotvorhaben "Mieterstrommodelle" sollen bis zu 1.000 Wohneinheiten gemeinsam mit Wohnungsbaugesellschaften, Energieversorgern oder Energiegenossenschaften auf eine hauseigene Stromversorgung umgestellt werden. Dazu gab es zwei Förderaufrufe in den Jahren 2016 und 2017. Insgesamt wurden 20 Vorhaben mit rund 800 Wohneinheiten eingereicht. Das Förderprogramm wird aufgrund des vom Bund beschlossenen Mieterstromzuschlags nach dem EEG nicht weitergeführt.</p> <p><a href="https://www.energieland.hessen.de/foerderung-unternehmen">https://www.energieland.hessen.de/foerderung-unternehmen</a></p>
45	Hessenweites Solar-Kataster	<p>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 berücksichtigt nicht nur physikalische Größen wie Neigungswinkel und Verschattung, sondern kalkuliert auch z. B. unter Berücksichtigung von Batteriespeichern die Wirtschaftlichkeit für unterschiedlichste Verbrauchsprofile.</p> <p><a href="http://www.solarkataster.hessen.de">www.solarkataster.hessen.de</a></p>
46	Solarthermische Anlagen im Mehrfamilienhaus	<p>Es sollen beispielhafte solarthermische Großanlagen gefördert werden, die in Mehrfamilienhäusern oder im Gewerbe Anwendung finden können. Eine Förderung ist nach der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 02.12.2015 möglich.</p>
47	Aufbau einer Power-to-Gas-Anlage am HBFZ	<p>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.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum</a></p>
48	Mobilisierung, Aufbereitung und Verwertung holziger Biomasse in der ländlichen Region am Beispiel des Werra-Meißner-Kreises	<p>Der Werra-Meißner-Kreis möchte mit dem Projekt weitere Holzsegmente, wie Grüngut und Landschaftspflegeholz, zur Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Brennstoffe erschließen. Die Projektphase I (Konzeptphase) ist abgeschlossen. Nähere Informationen unter <a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/mobilisierung-aufbereitung-und-energetische">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/mobilisierung-aufbereitung-und-energetische</a></p> <p>Aktuell findet Projektphase II (Umsetzungsphase) statt, in welcher das erstellte Konzept zur Sammlung und Aufbereitung von holzigem Grüngut und Landschaftspflegeholz im Werra-Meißner-Kreis umgesetzt wird. Projektlaufzeit: Dezember 2017 bis Ende 2020</p> <p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablierung eines innovativen Gesamtsystems zur Erfassung und Verwertung von Grüngut und Landschaftspflegematerial in Kooperation mit der Abfallwirtschaft</li> <li>- Aufbau eines Landschaftsholz-Katasters und Landschaftsholz-Managements, dazu Beauftragung eines Landschaftsholz-Managers</li> </ul>
49	Förderung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe	<p>Förderung von automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen (BMF), Beratung bei neuen oder bereits bestehenden Anlagen. Förderung von Nahwärmenetzen in Kombination mit geförderten BMF, Umsetzungskonzepten, Info-Materialien und -Veranstaltungen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur weiteren Optimierung.</p> <p><a href="https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070">https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070</a></p>
50	Anwendungsmöglichkeiten der Wasserstofftechnologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e. V. (H2BZ-Initiative Hessen e. V.)</li> <li>- Förderung von Einzelprojekten, z. B. Flottenprojekt</li> <li>- Förderprojekte in den Bereichen ÖPNV und stationäre Systeme</li> </ul>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Netzinfrasturktur</b>		
51	Verteilnetzstudie	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Eine Verteilnetzstudie für Hessen zur Ermittlung der Grenzen und Anpassungsoptionen für die Einspeisung erneuerbarer Energien in die Verteilnetze wurde erstellt. <a href="https://www.energieland.hessen.de/mm/Verteilnetzstudie_Hessen_2024_bis_2034.pdf">https://www.energieland.hessen.de/mm/Verteilnetzstudie_Hessen_2024_bis_2034.pdf</a>
52	Intelligente Energienetze im Quartier	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Entwicklung und Förderung von Pilotprojekten zur Optimierung der erneuerbaren Energien im Stromnetz.
53	Speichertechnologien – Studie und Unterstützung P & D	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.
<b>Verkehr</b>		
54	Schiengüterverkehr: 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.
55	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.
56	Elektromobilität: Projektförderung	Seit 2015 fördert das HMWEVL F&E-Projekte sowie Pilotanwendungen im Bereich der Elektromobilität. Dafür stehen im Haushaltsjahr 2018 rund 5,2 Mio. Euro zur Verfügung.
57	Elektromobilität: E-Busförderung	Seit Ende 2016 können sich die Verkehrsbetriebe in Hessen die Anschaffung von elektrisch angetriebenen Bussen und die dazugehörige Ladeinfrastruktur fördern lassen. Dafür stehen jährlich 5 Mio. Euro zur Verfügung.
58	Elektromobilität: ELISA	ELISA steht für „Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen“. Dabei soll in einem vom Bundesumweltministerium geförderten Projekt eine Teststrecke mit Oberleitungsinfrastruktur für LKW errichtet und betrieben werden. Ende 2018 soll die Teststrecke auf einem Abschnitt der A 5 fertig sein und im Jahr 2019 der Testbetrieb der Oberleitungs-LKW beginnen.
59	Elektromobilität: Ladesäulenförderung	Begrenzt bis Ende 2019 besteht für Antragsteller aus Hessen die Möglichkeit, sich den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge auf Firmenparkplätzen fördern zu lassen. Dafür stehen in den Jahren 2018 und 2019 insgesamt 3,5 Mio. Euro zur Verfügung.
60	Elektromobilität: EFRE-Förderung	Hessische Kommunen bzw. kommunale Unternehmen haben die Möglichkeit, sich die Erstellung und Umsetzung von Plänen für eine „nachhaltige urbane Mobilität“ mit EFRE-Mitteln fördern zu lassen.

# 12

## Ausblick



## 12 Ausblick

Der hessische Monitoringbericht zeigt auf Basis von Daten und Fakten die Umsetzung der Energiewende in Hessen auf. Die Berichterstattung orientiert sich an den Zielen der Energiewende in Hessen und betrachtet eine Vielzahl an Indikatoren in wichtigen Themenfeldern. Wesentliche Grundlagen des Monitorings sind die hessischen Energiestatistiken, Daten der Bundesnetzagentur und eigens für das hessische Energiemonitoring durchgeführte Studien, um aktuelle und landesbezogene Informationen zu ermitteln. Änderungen in der Statistik und Weiterentwicklungen in den Datengrundlagen beeinflussen unmittelbar die Grundlagen des Energiemonitorings.

Zu nennen ist hier beispielsweise der derzeit laufende Aufbau des Marktstammdatenregisters (MaStR), einem umfassenden behördlichen Register des Strom- und Gasmarktes. Mit dem Rückgriff auf die Stammdaten wird eine deutliche Steigerung der Datenqualität und eine erhöhte Transparenz erwartet. Viele behördliche Meldepflichten können durch die zentrale Registrierung vereinfacht und vereinfacht werden. Durch die Einbeziehung der Anlagenbetreiber, die die Verantwortung für die Datenmeldung und -pflege übernehmen müssen, ist von einer Qualitätssteigerung der Datensammlung auszugehen. Bislang können Strom- und Gasnetzbetreiber ihr Unternehmen im MaStR-Webportal registrieren. Für alle anderen Marktakteure soll die Nutzung des MaStR-Webportals ab dem 04.12.2018 möglich sein. Mit Inbetriebnahme des Webportals sollen die registrierten Marktstammdaten öffentlich einsehbar sein. Auch der hessische Monitoringbericht wird dann auf diese neue Datenbasis umstellen.

Mit der Novellierung des im März 2017 in Kraft getretenen Energiestatistikgesetzes (EnStatG) wurden ebenfalls wichtige Weichen zur Weiterentwicklung der statistischen Grunddaten im Energiebereich gestellt. Ziel des EnStatG ist es, sowohl den Veränderungen im Energiesektor als auch den veränderten Anforderungen an Energiedaten auf nationaler und auf internationaler Ebene Rechnung zu tragen. Damit soll beispielsweise die Wärmebilanzierung verbessert werden. Eine wesentliche Neuregelung betrifft den Kreis der Berichtspflichtigen. So wurden Strom- und Gashändler, Netzbetreiber sowie Speicher- und Transportgesellschaften in die Auskunftspflicht einbezogen. Des Weiteren wird künftig die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien monatlich statt wie bisher jährlich erhoben. Zum Schließen der Datenlücke im Bereich Mineralöl wird eine neue Mineralölstatistik als Primärstatistik konstituiert. Die Anpassungen bei den bestehenden Erhebungen sowie die Einführung der Mineralölerhebung sind komplex und bedürfen umfangreicher Vorbereitungen.

Erstmals werden Daten nach dem neuen EnStatG für das Berichtsjahr 2018 erhoben. Die Veröffentlichungen der Energiestatistiken zu den Jahresehebungen 2018 werden 2019 zur Verfügung stehen.

Mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) wurden auf Bundesebene im Jahr 2014 zahlreiche sektorübergreifende Maßnahmen zur Erreichung der nationalen Effizienz- und Klimaschutzziele auf den Weg gebracht. Zur Evaluierung der Gesamtwirkung wurde ein NAPE-Monitoring aufgebaut, das noch weiter verbessert werden soll. Es wird geprüft, ob im NAPE-Monitoring gewonnene und für Hessen relevante Erkenntnisse in den hessischen Monitoringberichten dargestellt werden können.

Das vierteljährliche Monitoring der Bundesnetzagentur über den Ausbaustand der Stromübertragungsnetze ist seit Mitte 2018 durch ein Monitoring der Maßnahmen zur Optimierung der Bestandsnetze (z. B. durch Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen) ergänzt worden. Diese Maßnahmen sollen kurzfristig dazu beitragen, die Übertragungskapazität von Bestandsleitungen signifikant zu erhöhen. Über entsprechende hessenspezifische Vorhaben wird in den künftigen Monitoringberichten zur Energiewende in Hessen berichtet werden.

Auch das Monitoring der Versorgungssicherheit am Strommarkt wird durch die Bundesregierung weiterentwickelt. So hat das BMWi bereits im Jahr 2016 ein Forschungsvorhaben zum Monitoring der Versorgungssicherheit an den europäischen Strommärkten in Auftrag gegeben. Ziel der Untersuchung ist die Definition aussagekräftiger Indikatoren und Schwellenwerte, die für die Messung und Bewertung der Versorgungssicherheit am Strommarkt geeignet sind. Nach Vorliegen der Ergebnisse wird geprüft werden, ob hieraus sich Anpassungsbedarf bzw. Ergänzungsmöglichkeiten des Indikatorensystems ergeben.

Mittelfristig weitergehende Anpassungsbedarfe für das hessische Indikatorensystem könnten sich auch durch einen derzeit auf EU-Ebene in Verhandlung befindlichen Verordnungsvorschlag für ein neues Planungs- und Monitoringsystem zur Umsetzung der Energieunion ergeben. Zentraler Bestandteil der Governance-Verordnung sind die integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne, die jeder EU-Mitgliedstaat bis Ende 2019 vorzulegen hat.



# Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>Seite</b>
1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2017 (in TWh).....	2
2 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2017 (in %).....	3
3 Grundlagen des hessischen Energiemonitorings.....	9
4 Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings.....	10
5 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ).....	13
6 Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100).....	14
7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ).....	15
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2017 (in PJ).....	16
9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ).....	17
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ).....	17
11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ).....	18
12 Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2017 (in TWh).....	19
13 Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2017 (in TWh, Anteilswerte in %).....	19
14 Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2017 (in kWh).....	20
15 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2017 (in TWh, Anteilswerte in %).....	20
16 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2017 (Index 2000 = 100).....	21
17 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2017 (Index 2000 = 100).....	22
18 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität 2000-2017 (Tber, Index 2000 = 100).....	22
19 Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2017 (Index 2000 = 100).....	23
20 Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2015 (in kWh je 1.000 Euro BWS).....	24
21 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003-2017 (in %).....	26
22 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2017 (in TWh).....	27
23 Entwicklung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003-2017 (Index 2003 = 100).....	28
24 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2017 (in TWh, Anteilswerte in %).....	29
25 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2017 sowie die Zielwerte 2019 und 2050 (in %).....	29
26 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2017 (in TWh, Anteilswerte in %).....	30

27	Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2017 (in TWh) .....	32
28	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2017 (in PJ) .....	34
29	Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2000-2017 in Hessen (in PJ, Anteilswerte in %) .....	37
30	Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im Wohngebäudebestand: Die 149 Teilnehmerstädte und -gemeinden aus Hessen .....	40
31	Jährliche bauteilbezogene Wärmeschutz-Modernisierungsraten (flächengewichtet) und Gesamtrate im hessischen Wohngebäudebestand für den Zeitraum 2010-2016 .....	41
32	Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2017 (Index 2008 = 100) .....	42
33	KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2017 (in Mio. Euro) .....	43
34	Im Rahmen des MAP vom BAFA im Jahr 2017 geförderte Anlagen in Hessen .....	44
35	Installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG am 31.12.2017 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW) .....	53
36	Erzeugte und eingespeiste Strommenge von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2017 nach Energieträgern (in GWh) .....	54
37	In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2017 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten .....	57
38	Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) nach dem 1. Quartal 2018 .....	61
39	Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem 1. Quartal 2018 .....	63
40	Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2017 (in Mrd. Euro) .....	65
41	Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern (in min/Jahr) .....	66
42	Strombedingte Redispatchmaßnahmen 2017 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber .....	68
43	Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2017 (in min/Jahr) .....	69
44	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern 2000-2017 (in PJ, Anteilswerte in %) .....	73
45	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2017 (in PJ) .....	73
46	Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs im Straßenverkehr (Index 2000 = 100) .....	74
47	Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2018 .....	76
48	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2000-2015/2016 (in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %) .....	79
49	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2015 (in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente) ..	80
50	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP (Index 2003 = 100) .....	81
51	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren im Jahr 2016 (in %) .....	81
52	Entwicklung der energiebedingten CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 2000-2016 (Index 2000 = 100) .....	82
53	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2017 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100) .....	84

54	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2014-2018 (in Cent je kWh).....	85
55	Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2017 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100) .....	87
56	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2014-2018 (in Cent je kWh).....	87
57	KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2018 (1. Quartal) (in Euro/MWh) .....	88
58	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2017 (nominal; Index 2000 = 100).....	89
59	Halbjahresentwicklung der Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionen 2008-2018 (in Euro je Tonne CO <sub>2</sub> ) .....	89
60	Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2017 (in Mio. Euro).....	90
61	Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz 2006-2015 (in Mio. Euro) .....	91
62	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2017 .....	92
63	Bruttobeschäftigung in Hessen durch erneuerbare Energien 2012-2016 .....	93
64	Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2016 (in Mio. Euro).....	96

<b>Tabelle</b>	<b>Seite</b>
1 Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2017 (in PJ, Anteilswerte in %).....	36
2 Im Jahr 2017 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %) .....	38
3 Bau- und Sanierungsförderung der KfW 2017 in Hessen.....	43
4 Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2018 .....	47
5 Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2017 in Hessen nach Energieträgern .....	49
6 Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, 2014 bis 1. Halbjahr 2018, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung.....	49
7 Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2018 (in MW) .....	50
8 Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2018 (in MW) .....	50
9 Eingespeiste Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2017 (in GWh) .....	52
10 Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2017 .....	52
11 Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2017.....	55
12 Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2017 .....	56
13 Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG.....	62
14 Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG .....	64
15 Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2016 .....	70
16 Entwicklung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland 2000-2017 (in Liter je100 km).....	74
17 Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2018 sowie im Vorjahresvergleich.....	75
18 Entwicklung des Börsenstrompreises und der EEG-Umlage (in Cent je kWh) .....	86
19 Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro) .....	90
20 Beschäftigungsentwicklung im Bereich erneuerbare Energien in Hessen und Deutschland nach Energieträgern 2012-2016 (Veränderungsraten und Strukturangaben in %).....	94
21 Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2016 .....	97

## Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BKartA	Bundeskartellamt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BWS	Bruttowertschöpfung
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEX	European Energy Exchange
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnStatG	Energiestatistikgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher
GWh	Gigawattstunde
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung
HA	HA Hessen Agentur GmbH
HEG	Hessisches Energiegesetz
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik
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 Statistisches Landesamt
IEE	Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik
IWU	Institut Wohnen und Umwelt GmbH
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kV	Kilovolt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

LAK	Länderarbeitskreis Energiebilanzen
LDEW	Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen / Rheinland-Pfalz e. V.
LEA	Landesenergieagentur
LOEWE	Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz
MAP	Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt
MaStR	Marktstammdatenregister
Mio.	Million
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NAPE	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NKS Energie	Nationale Kontaktstelle Energie
PCI	Vorhaben von gemeinsamem Interesse (engl.: Projects of Common Interest)
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PtJ	Projektträger Jülich
PV	Photovoltaik
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SUN	Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
t	Tonnen
Tber	Temperaturbereinigt
TJ	Terajoule
TWh	Terawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VNB	Verteilnetzbetreiber
VGRdL	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder
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:  $1 \text{ J} = 1 \text{ W} * 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws}$ . Entsprechend sind  $3.600 \text{ J} = 1 \text{ W} * 3.600 \text{ s} = 1 \text{ W} * 1 \text{ h} = 1 \text{ Wh}$  und  $3600000 \text{ J} = 1.000 \text{ W} * 3.600 \text{ s} = 1.000 \text{ W} * 1 \text{ h} = 1.000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$ .

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

- Anpassungsmaßnahmen** Anpassungen von Stromeinspeisungen und / oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichen, ohne Entschädigung.
- Biogas** 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, Abfällen aus der Nahrungsmittelindustrie, Ernteresten und Stroh sowie tierischen Exkrementen wie Gülle und Mist gewonnen werden.
- Biomasse** Biomasse ist der Oberbegriff für alle Stoffe organischer Herkunft, die ihr Wachstum letztlich der Nutzung der Solarenergie verdanken. Es kann unterschieden werden zwischen
- den in der Natur lebenden Pflanzen und Tieren,
  - deren Rückständen (z. B. abgestorbene Pflanzen wie Stroh) und Nebenprodukten (z. B. Exkremente wie Gülle),
  - 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).
- Biokraftstoff** Aus Biomasse gewonnener Kraftstoff für den Betrieb von Verbrennungsmotoren (z. B. in Fahrzeugen oder Blockheizkraftwerken) oder Heizungen. Zu Biokraftstoffen zählen Biodiesel, Bioethanol, Biomethan (aus Biogas), reine Pflanzenöle und die synthetischen Biomass-to-Liquid-Kraftstoffe.
- Blindleistung** Damit Strom im Wechselstromnetz fließen kann, muss ein Magnetfeld auf- und abgebaut werden. Weil die Leistung zum Aufbau eines Feldes bei dessen Abbau wieder ans Netz zurückgegeben wird, bezeichnet man diese Leistung als Blindleistung. Sie verrichtet keine nutzbare Arbeit, wird aber für den Aufbau der Spannung benötigt. Durch Blindleistung erfolgt – im Gegensatz zur Wirkleistung – kein Energietransport von A nach B.
- Blockheizkraftwerk** Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme eher geringerer Leistung nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Die ausgekoppelte Wärme wird direkt in der Liegenschaft verbraucht oder über ein Nahwärmenetz an Verbraucher in räumlicher Nähe verteilt. Der nicht vor Ort verbrauchte Strom kann in das öffentliche Netz eingespeist werden.
- Brutto- / Netto-beschäftigung** Bruttobeschäftigung bezeichnet die Zahl der Beschäftigten, die z. B. 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.
- 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.

<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>	Das CO <sub>2</sub> -Äquivalent ist eine einheitliche Bemessungsgrundlage, um eine Vergleichbarkeit der Klimawirksamkeit von Treibhausgasen zu ermöglichen. Hierbei wird das globale Erwärmungspotenzial von Treibhausgasen über einen bestimmten Zeitraum (in der Regel 100 Jahre) in Relation zur mittleren Erwärmungswirkung von CO <sub>2</sub> gestellt. Die Angabe erfolgt in der Regel in Gramm CO <sub>2</sub> pro Kilowattstunde bereitgestellter Energie (g CO <sub>2</sub> /kWh).
<b>EEG</b>	Das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Gesetz, „EEG“) 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. Das EEG trat erstmals im Jahr 2000 in Kraft und wurde mehrmals angepasst, zuletzt 2017.
<b>EEG-Umlage</b>	Durch die Abgabe nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz – kurz EEG-Umlage genannt – werden die Mehrkosten für die Vergütung von Strom aus erneuerbare Energieanlagen nach dem EEG auf die Stromletztverbraucher verteilt. Die Höhe der EEG-Umlage ergibt sich aus der Differenz zwischen der zu zahlenden EEG-Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbare Energieanlagen und dem beim Verkauf durch die Übertragungsnetzbetreiber an der Börse erzielten Strompreis ("Differenzkosten"). Die EEG-Umlage ist bundesweit einheitlich und liegt im Jahr 2018 bei 6,79 ct/kWh.
<b>Einspeisemanagement</b>	Abregelung von Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers mit Entschädigung.
<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 auch 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 Kraftstoff benötigt wird. Energie einsparen lässt sich aber auch durch ein verändertes Nutzerverhalten, zum Beispiel durch die Reduktion der Geschwindigkeit oder den Umstieg auf ein anderes Verkehrsmittel wie beispielsweise 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. 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>GHD-Sektor</b>	Diese statistische Zuordnung umfasst 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>Geothermie</b>	Geothermische Energie wird auch als Erdwärme bezeichnet. Erdwärme ist eine Form gespeicherter Energie unterhalb der Erdoberfläche. Unter Geothermie versteht man die technische Ausnutzung dieser natürlichen Wärmequelle zur Energiegewinnung (Wärme und Strom). Von Tiefengeothermie, die zum Teil auch eine Erzeugung von Strom ermöglicht, spricht man bei der Nutzung von Wärme aus Tiefen zwischen 400 und 7.000 Metern. Die in der Regel durch Wärmepumpen erfolgende Nutzung von Erdwärme oder Grundwasser als Wärmequelle bis zu einer Tiefe von 400 Meter wird oberflächennahe Geothermie genannt.
<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. Der Eigenbedarf an Strom bei Wärmekraftwerken (5 bis 10 %) und die Ausfälle durch Revisionen (10 bis 15 %) ist 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>Horizont 2020</b>	Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation.
<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.
<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>Marktprämie</b>	Nach dem EEG 2017 wird für Strom aus Windenergie an Land, Solaranlagen, Biomasseanlagen und Windenergieanlagen auf See die Marktprämie wettbewerblich über Ausschreibungen bestimmt. Die Höhe der individuellen Förderung wird dabei durch ein Gebotsverfahren der Bundesnetzagentur festgelegt.

<b>n-1-Sicherheit</b>	Der Grundsatz der (n-1)-Sicherheit in der Netzplanung besagt, dass in einem Netz bei prognostizierten maximalen Übertragungs- und Versorgungsaufgaben die Netzsicherheit auch dann gewährleistet bleibt, wenn eine Komponente (z. B. ein Transformator oder ein Stromkreis) ausfällt oder abgeschaltet wird. Das heißt, es darf nicht zu unzulässigen Versorgungsunterbrechungen oder einer Ausweitung der Störung kommen. Außerdem muss die Spannung innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben und die verbleibenden Betriebsmittel dürfen nicht überlastet werden. Diese allgemein anerkannte Regel der Technik gilt grundsätzlich auf allen Netzebenen.
<b>Nennleistung</b>	Nennleistung bezeichnet die maximale Leistung eines Kraftwerks unter Nennbedingungen. Derzeit (Stand 02.02.2018) sind nach Angaben der Bundesnetzagentur in Deutschland Erzeugungsanlagen mit einer Netto-Nennleistung von insgesamt 207,9 GW installiert.
<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>Power-to-Gas</b>	Die in der Entwicklung befindliche Power-to-Gas-Technologie soll in der Regel mit erneuerbarem Überschussstrom durch Wasserelektrolyse Wasserstoff und durch eine weitere optionale Reaktion mit CO <sub>2</sub> synthetisches Methan herstellen. Beide Gase können vor Ort gespeichert sowie, bei Wasserstoff in begrenztem Umfang, in das Erdgasnetz eingespeist werden. Das Erdgasnetz kann dann sowohl der Verteilung als auch der Speicherung der Gase dienen, sodass sie bei Bedarf entweder als Brennstoff zur Strom- und Wärmeversorgung oder als Kraftstoff genutzt werden können. Der Umwandlungszyklus ist allerdings mit erheblichen Energieverlusten behaftet.
<b>Power-to-Liquid</b>	Power-to-Liquid bezeichnet Technologien zur Umwandlung bzw. Synthese von Strom in Kraftstoffe. Dabei wird Wasserstoff, der aus dem Power-to-Gas-Verfahren gewonnen wird, in einem nachfolgenden Prozessschritt verflüssigt. Es wird gemeinsam mit Kohlenstoffdioxid zu flüssigen Kohlenwasserstoffen oder Kerosin synthetisiert. Die Entwicklung dieser Technologien befindet sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium.
<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, Biomasse, 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** Der Primärenergieverbrauch ist die in den eingesetzten Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden (z. B. Steinkohle, Braunkohle, Rohöl oder Erdgas), gebundene Energiemenge. Er wird als Summe aus der Gewinnung im Inland, den Bestandsveränderungen sowie dem Handelssaldo gebildet.
- 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. Der Einsatz von Redispatch kann in strom- und spannungsbedingte Maßnahmen unterschieden werden. Der strombedingte Redispatch dient der Vermeidung bzw. Beseitigung kurzfristig auftretender Überlastungen in Netzbetriebsmitteln (wie Leitungen oder Umspannwerken). Dagegen zielt der spannungsbedingte Redispatch auf die Aufrechterhaltung der Spannung in einem betroffenen Netzgebiet durch die zusätzliche Bereitstellung von Blindleistung. Blindleistung ist die elektrische Leistung, die zum Aufbau von magnetischen Feldern (z. B. in Motoren, Transformatoren) oder von elektrischen Feldern (z. B. in Kondensatoren) benötigt wird, die aber nicht wie Wirkleistung nutzbar ist.
- Reservekraftwerke** Einsatz von Kraftwerken zur Beschaffung fehlender Redispatchleistung aus der Netzreserve nach vertraglicher Vereinbarung unter Erstattung der Kosten.
- SAIDI-Wert** Diese Kenngröße (System Average Interruption Duration Index) bestimmt die durchschnittliche Dauer innerhalb eines Jahres, in der ein Kunde von einer Versorgungsunterbrechung betroffen ist. In die Berechnung fließen nur ungeplante Unterbrechungen ein, die auf atmosphärische Einwirkungen, Einwirkungen Dritter, Rückwirkungen aus anderen Netzen oder andere Störungen im Bereich des Netzbetreibers zurückzuführen sind. 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. Haushalten für 1 Stunde aus, trägt dies auf die bundesweit 40 Mio. Haushalte umgerechnet rund 1,5 Minuten zum SAIDI-Wert bei.
- Sektorkopplung** Ziel der Sektorkopplung ist es, die Durchlässigkeit für Energieflüsse zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität zu erhöhen. Zum Beispiel können überschüssige Strommengen aus der Einspeisung von Wind- und Solarstrom durch Power-to-Gas- und Power-to-Liquid-Technologien gespeichert und in den Anwendungssektoren Wärme und Mobilität genutzt werden.
- 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.

<b>Stromproduktivität</b>	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.
<b>Volllaststunden</b>	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.
<b>Wasserkraft</b>	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.
<b>Wirkungsgrad</b>	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.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

### AGEB (2018)

Zusammenfassung der Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren von 2013 bis 2018, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin, 2018, <http://www.ag-energiebilanzen.de/8-0-Anwendungsbilanzen.html>, abgerufen am 15.05.2018.

### AGEB (2017)

Auswertungen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2016, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin, 2017, <http://www.ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungen.html>, abgerufen am 11.06.2018.

### AGEB (2016)

Zusammenfassung der Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren von 2008 bis 2012, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin, 2016, <http://www.ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungen.html>, abgerufen am 30.05.2017.

### AGFW (2016)

AGFW-Hauptbericht 2016, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main, August 2017.

### BAFA (2018a)

Sonderauswertung über KWK-Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Datenstand Juni 2018, unveröffentlicht.

### BAFA (2018b)

Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 31.05.2018, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2018, [http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob\\_zwischenbilanz.pdf;jsessionid=2EC5162D6F9726ACE7654104A48D0AA2.2\\_cid371?\\_\\_blob=publicationFile&v=30](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_zwischenbilanz.pdf;jsessionid=2EC5162D6F9726ACE7654104A48D0AA2.2_cid371?__blob=publicationFile&v=30), abgerufen am 18.06.2018.

### BAFA (2018c)

Sonderauswertung über die in Hessen geförderten Anlagen im Rahmen des Marktanreizprogramms im Jahr 2017, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2018, unveröffentlicht.

### BAFA (2018e)

Drittlandskohlepreis, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2018, [http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis_node.html), abgerufen am 06.06.2018.

### BDEW (2018a)

BDEW-Strompreisanalyse Mai 2018, Haushalte und Industrie, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2018.

### BDEW (2018b)

BDEW-Gasstatistik 2016 auf Basis von Pflichtveröffentlichungen der Netzbetreiber, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2018, unveröffentlicht.

### BDEW (2018c)

Presseinformation des BDEW vom 14.09.2018 zur Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2018, <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/hamburg-weiterhin-spitzenreiter-im-staedte-ranking/>, abgerufen am 14.09.2018.

### BearingPoint / Fraunhofer IEE (2018)

Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034, Studie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Frankfurt / Kassel, 16.04.2018.

### BMWi (2018a)

Ein Stromnetz für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2018, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/netze-und-netzausbau.html>, abgerufen am 04.06.2018.

### BMWi (2018b)

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2018, <http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/energiedaten.html>, abgerufen am 29.08.2018.

### BMWi (2018c)

EEG-Umlage 2018: Fakten und Hintergründe, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2018, [https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Suche/DE/Servicesuche\\_Formular.html?resourceId=180050&input\\_=180004&pageLocale=de&selectSort=score+desc&templateQueryString=eeg+umlage+2018](https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Suche/DE/Servicesuche_Formular.html?resourceId=180050&input_=180004&pageLocale=de&selectSort=score+desc&templateQueryString=eeg+umlage+2018), abgerufen am 06.06.2018.

### BMWi (2018d)

Bundesbericht Energieforschung 2018: Forschungsförderung für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juni 2018.

**BMWi (2018e)**

Erdgasversorgung in Deutschland, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2018, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>, abgerufen am 01.08.2018.

**BNetzA (2018a)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen) Stand 02.02.2018, Bundesnetzagentur, Bonn, Februar 2018, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html), abgerufen am 19.06.2018.

**BNetzA (2018b)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur zum erwarteten Zu- und Rückbau 2018 bis 2020 Stand 27.04.2018, Bundesnetzagentur, Bonn, April 2018 [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html), abgerufen am 19.06.2018.

**BNetzA (2018c)**

Veröffentlichung der EEG-Anlagenstammdaten, Bundesnetzagentur, Bonn, Juli 2018, [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html), abgerufen am 08.08.2018.

**BNetzA (2018d)**

Photovoltaik-Meldezahlen, Bundesnetzagentur, Bonn, Juli 2018, [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html), abgerufen am 08.08.2018.

**BNetzA (2018e)**

Stromnetze zukunftssicher gestalten, Leitungsvorhaben, Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz, Bundesnetzagentur, Bonn, 2018, <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html;jsessionid=F7E6098738786ED86090294BCEB1B560#AnkerBBPIG>, abgerufen am 04.06.2018.

**BNetzA (2018f)**

Stromnetze zukunftssicher gestalten, Leitungsvorhaben, Vorhaben aus dem Energieleitungsbaugesetz, Bundesnetzagentur, Bonn, 2018, <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html#AnkerEnLAG>, abgerufen am 04.06.2018.

**BNetzA (2018g)**

Quartalsbericht zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen, Gesamtjahr und Viertes Quartal 2017, Bonn, 18.06.2018.

**BNetzA (2018h)**

Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2018/2019 sowie das Jahr 2020/2021, Bonn, April 2018.

**BNetzA (2018i)**

Beendete Ausschreibungen Windenergie an Land, Bonn, Juni 2018, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Wind\\_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Wind_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html), abgerufen am 19.06.2018.

**BNetzA (2018j)**

Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI), Bonn, 2018, <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/Die-Bundesnetzagentur/Internationales/Energie/PCI/pci-node.html>, abgerufen am 04.06.2018.

**BNetzA (2018k)**

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Gas, Bonn, 2018, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung\\_Gas/Versorgungsunterbr\\_Gas\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Gas/Versorgungsunterbr_Gas_node.html), abgerufen am 25.06.2018.

**BNetzA (2018l)**

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Strom, Bonn, 2018, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung\\_Strom/Versorgungsunterbrech\\_Strom\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/Versorgungsunterbrech_Strom_node.html), abgerufen am 30.07.2018.

**BNetzA, BKartA (2017)**

Monitoringbericht 2017 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt, Bonn, Stand: 13.12.2017.

**Bundesgesetzblatt (2016)**

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 43, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.pdf>, abgerufen am 01.07.2017.

**Deutsche Börse (2018)**

Deutsche Börse, CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte, [http://www.boerse-frankfurt.de/rohstoffe/kurshistorie/co2-emissionsrechte/EURO/1.1.2016\\_28.3.2018#HistorischeKurse](http://www.boerse-frankfurt.de/rohstoffe/kurshistorie/co2-emissionsrechte/EURO/1.1.2016_28.3.2018#HistorischeKurse), abgerufen am 24.07.2018.

**EEG (2012)**

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25.10.2008 (BGBl. I S. 2074), zuletzt geändert durch Artikel 5 des dritten Gesetzes zur Neuregelung energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften vom 20.12.2012 (BGBl. I S. 2730).

**EEG (2014)**

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21.07.2014, Bundesgesetzblatt I S. 1066, 2014, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29.06.2015 (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 vom 17.07.2017 (BGBl. I S. 2532).

**European Energy Exchange (2018)**

Marktdaten Strom – KWK-Index, European Energy Exchange AG, Leipzig,  
<http://www.eex.com/de/marktdaten/strom/spot-markt/kwk-index/kwk-index-download>, abgerufen am 24.05.2018.

**FA Wind (2018)**

EEG 2017 – Ausschreibungsbedingte Neuerungen für Windenergieanlagen an Land, Fachagentur Windenergie an Land, Berlin, Juni 2018.

**GWS (2017)**

Erneuerbar beschäftigt – Umsätze und Beschäftigung durch erneuerbare Energien, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH und Agentur für Erneuerbare Energien e. V., Osnabrück, Berlin, Mai 2017.

**GWS (2018)**

Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern – Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH Osnabrück, März 2018.

**Hessisches Energiezukunftsgesetz (2012)**

Gesetz- und Ordnungsblatt für das Land Hessen, Ausgegeben zu Wiesbaden am 30.11.2012, 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), abgerufen am 01.07.2017.

**HMUKLV (2018)**

Treibhausgasbilanz für das Land Hessen Bilanzjahr 2015, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, erstellt vom Hessischen Statistischen Landesamt, Wiesbaden, Januar 2018.

**HMUKLV (2017)**

Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, März 2017.

**HMWEVL (2018a)**

Dritte Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 (GVBl. S. 398, 551), Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, 2018.

**HMWEVL (2018b)**

Verteilnetzstudie Hessen veröffentlicht, Pressemitteilung des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung am 16.04.2018, Wiesbaden,  
<https://wirtschaft.hessen.de/presse/pressemitteilung/verteilnetzstudie-hessen-veroeffentlicht>, abgerufen am 27.09.2018.

**HMWEVL (2017)**

Energiewende in Hessen Monitoringbericht 2017, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, 2017.

**HMWEVL (2016)**

Energiewende in Hessen Monitoringbericht 2016, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, 2016.

**HSL (2018a)**

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, 2018.

**HSL (2018b)**

Energieversorgung in Hessen im Dezember. Berichtsjahre 2000 bis 2017, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2018.

**HSL (2018c)**

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2017, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2018.

**HSL (2018d)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2016, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2018.

**HSL (2014)**

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

**IE-Leipzig (2018a)**

Prognose Energiebilanz Hessen. Bereitstellung aktueller Daten zur Energieerzeugung und Energieversorgung in Hessen für das Jahr 2017, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Mai 2018.

**IE-Leipzig (2018b)**

Schätzprognose für erzeugte Strommengen der EEG-geförderten Anlagen in Hessen für 2017. Kurzfristprognose für Windenergie, Photovoltaik und weitere erneuerbare Energien, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, April 2018.

**IWU (2018)**

Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016  
Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, April 2018.

**KBA (2018a)**

Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2018, [https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz14\\_2017\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz14_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2), abgerufen am 26.07.2018.

**KBA (2018b)**

Fahrzeugbestand nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2018, [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt_node.html), abgerufen am 18.06.2018.

**KfW (2018)**

Förderreporte 2009 bis 2018, Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt, 2018, <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/C3%9Cber-die-KfW/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%3%B6rderreport/>, abgerufen am 23.05.2018.

**LBEG (2018)**

Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2017, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover, 2018.

**LIS-A (2018)**

LänderInformationssystem für Anlagen, Stichtag 15.07.2018, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2018.

**NETZTRANSPARENZ.DE (2018)**

Entwicklung der EEG-Umlage; Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber, 2018 <https://www.netztransparenz.de/EEG/EEG-Umlagen-Uebersicht>, Stichtag 06.06.2018.

**Projektträger Jülich (2018)**

Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Länder im Jahre 2016, Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich, Länderberichte 2008 bis 2016, Jülich 2018.

**RWI (2017)**

Erstellung der Anwendungsbilanzen 2015 und 2016 für den Sektor der Privaten Haushalte und den Verkehrssektor in Deutschland, Rheinisch-Westfälisches Institut, Essen, 2017.

**Uniper (2018)**

Daten und Fakten Steinkohlekraftwerk Staudinger, Uniper, [https://www.uniper.energy/sites/default/files/2017-06/kw\\_staudinger\\_technische\\_daten.pdf](https://www.uniper.energy/sites/default/files/2017-06/kw_staudinger_technische_daten.pdf), abgerufen am 13.06.2018.

**ÜNB (2015)**

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

**ÜNB (2017)**

EEG-Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW, im Rahmen der EEG-Jahresendabrechnung 2016, aufbereiteter Datensatz der Bundesnetzagentur, Bonn, 2017.

**VGRdL (2018)**

Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2017, Reihe 1, Band 1, (Hrsg.): Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“, <https://www.statistik-bw.de/VGRdL/tbls/?lang=de-DE>, abgerufen am 15.05.2018.

**ZfK (2018)**

Digitalisierungsbarometer nimmt Form an, Online-Artikel in ZfK+, Zeitung für kommunale Wirtschaft, [www.zfk.de/digitalisierung/smart-energy/artikel/digitalisierungsbarometer-nimmt-form-an-2018-02-02/](http://www.zfk.de/digitalisierung/smart-energy/artikel/digitalisierungsbarometer-nimmt-form-an-2018-02-02/), abgerufen am: 04.06.2018.

**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, unveröffentlicht.

**ZSW (2017)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2016, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2017, unveröffentlicht.

**ZSW (2018a)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2017, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2018, unveröffentlicht.

**ZSW (2018b)**

Sonderauswertung der Patentstatistik des Deutschen Patent- und Markenamtes (Stand: 09.07.2018), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2018, unveröffentlicht.

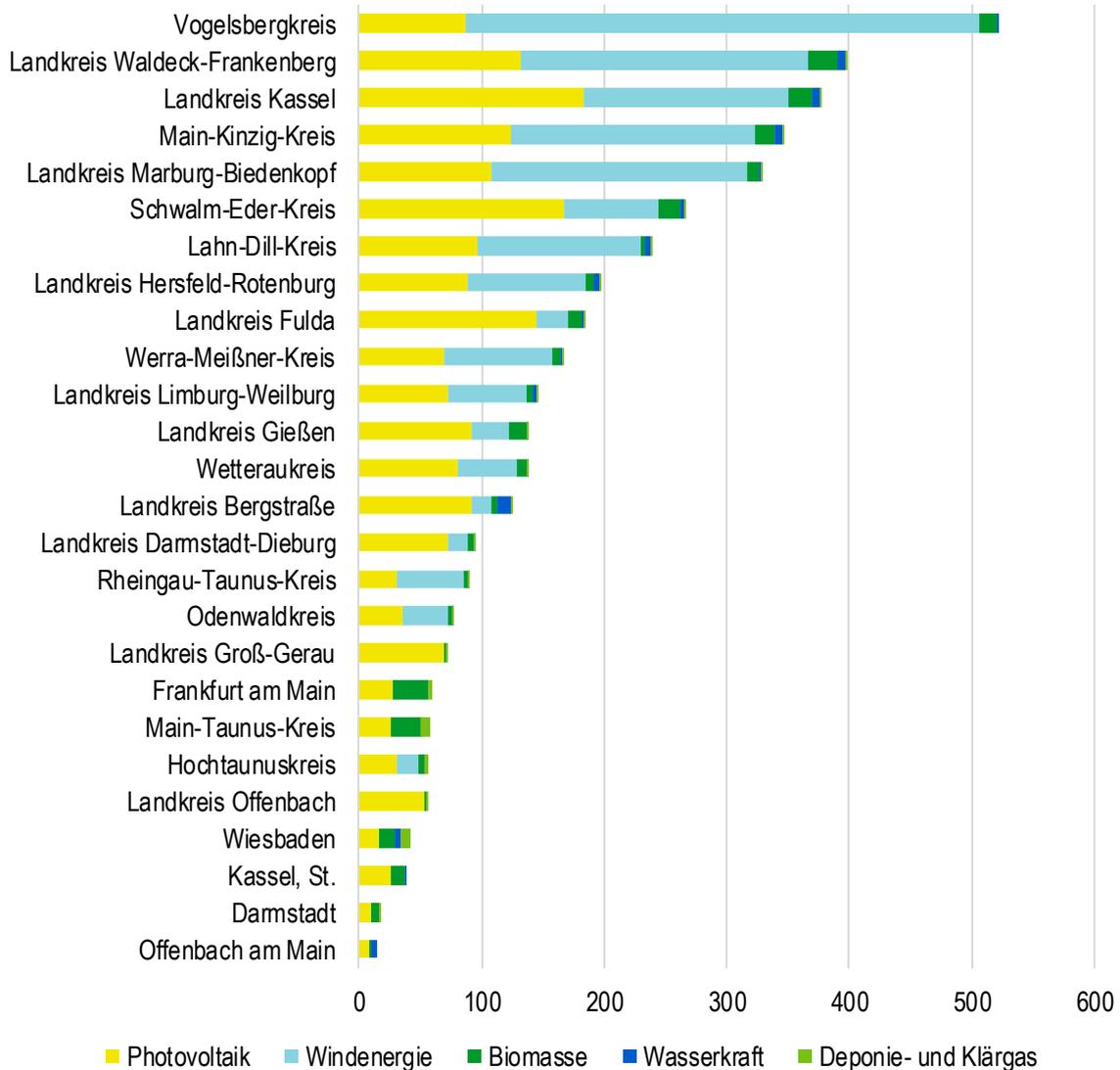


# Anhang



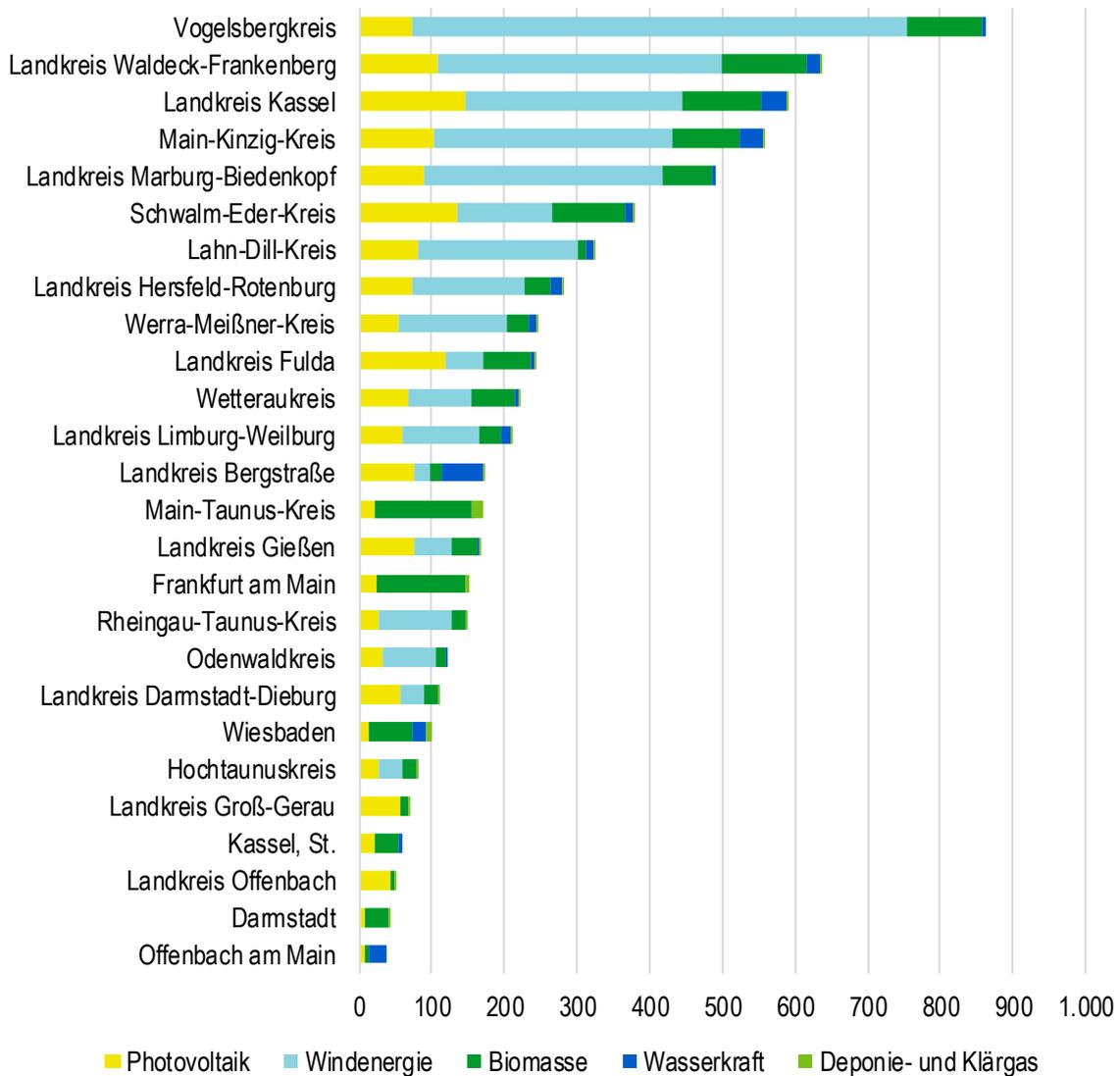
## A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern

### A 1.1 Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2017 nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: BNetzA 2018c, BNetzA 2018d, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

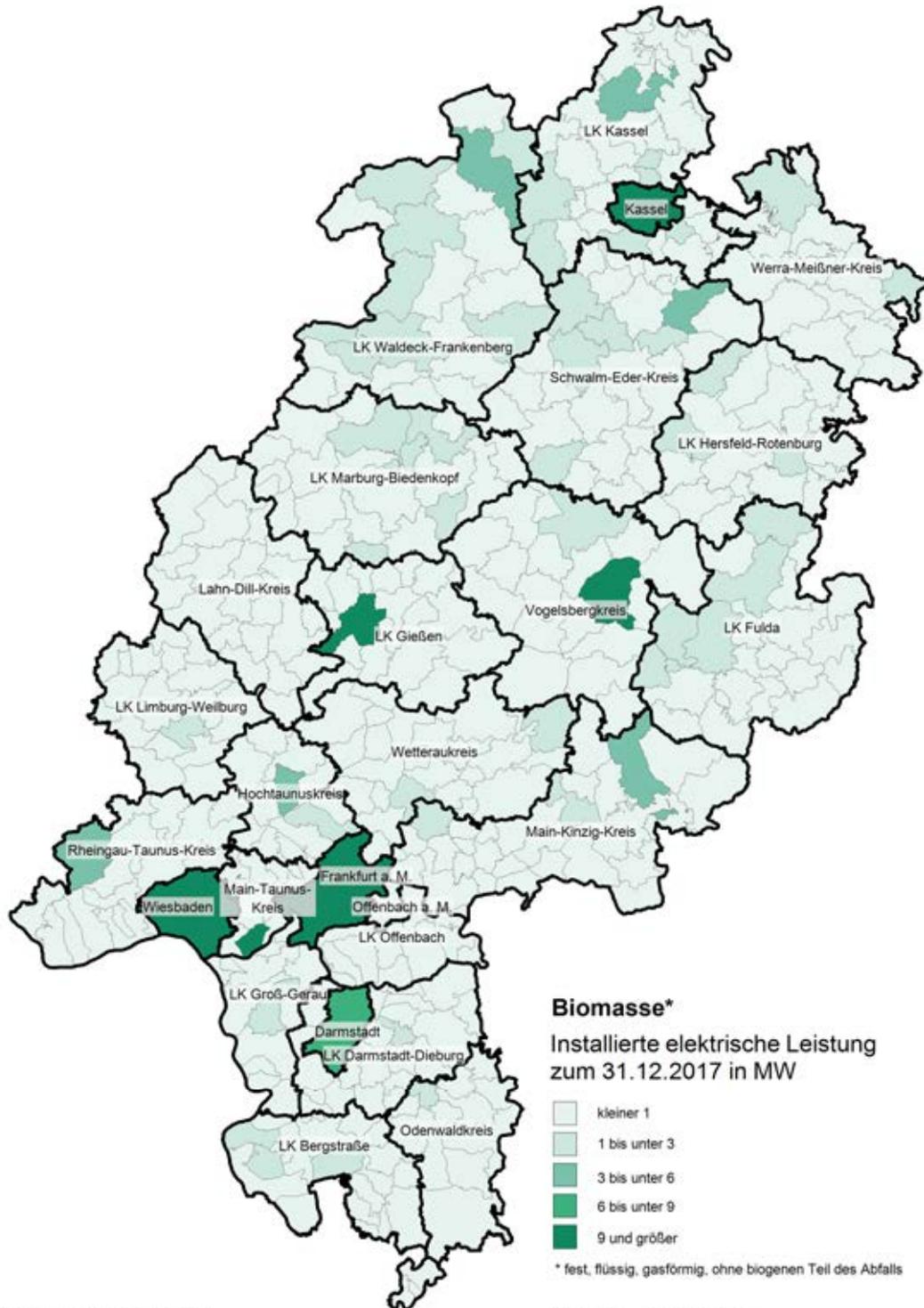
### A 1.2 Erzeugte und eingespeiste Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2017 nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



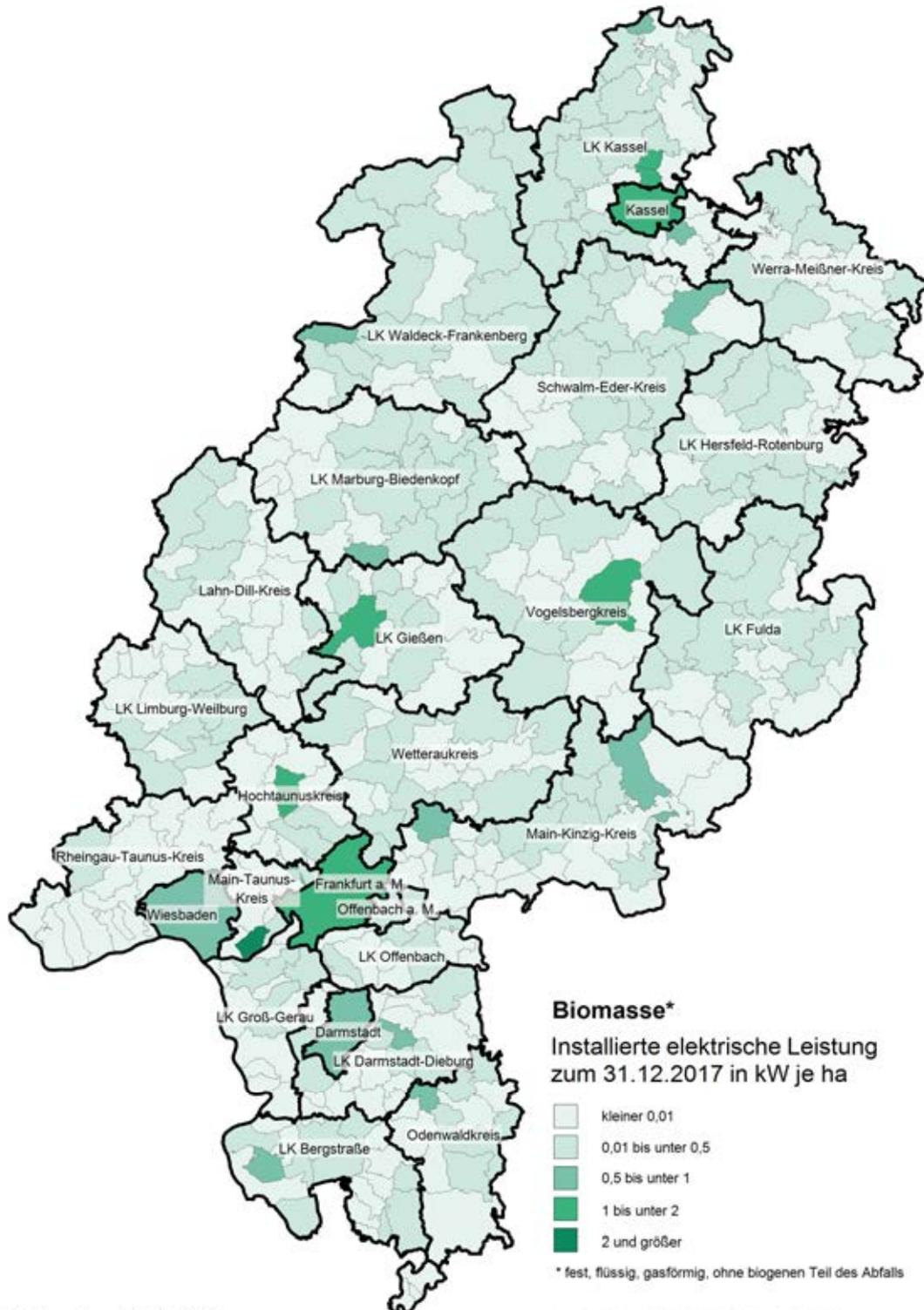
Quelle: IE-Leipzig 2018b.

## A 2 Biomasseanlagen

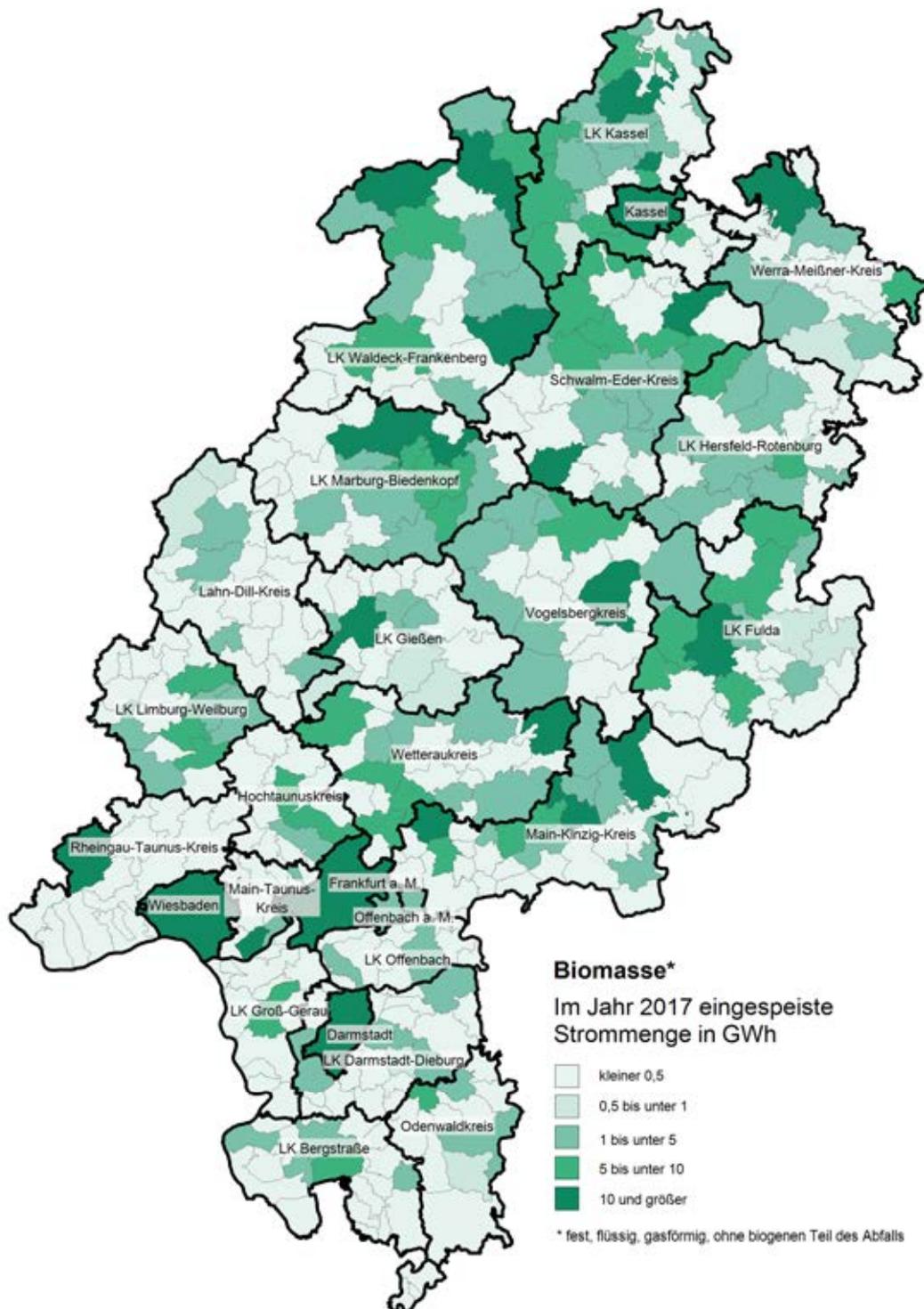
### A 2.1 Installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



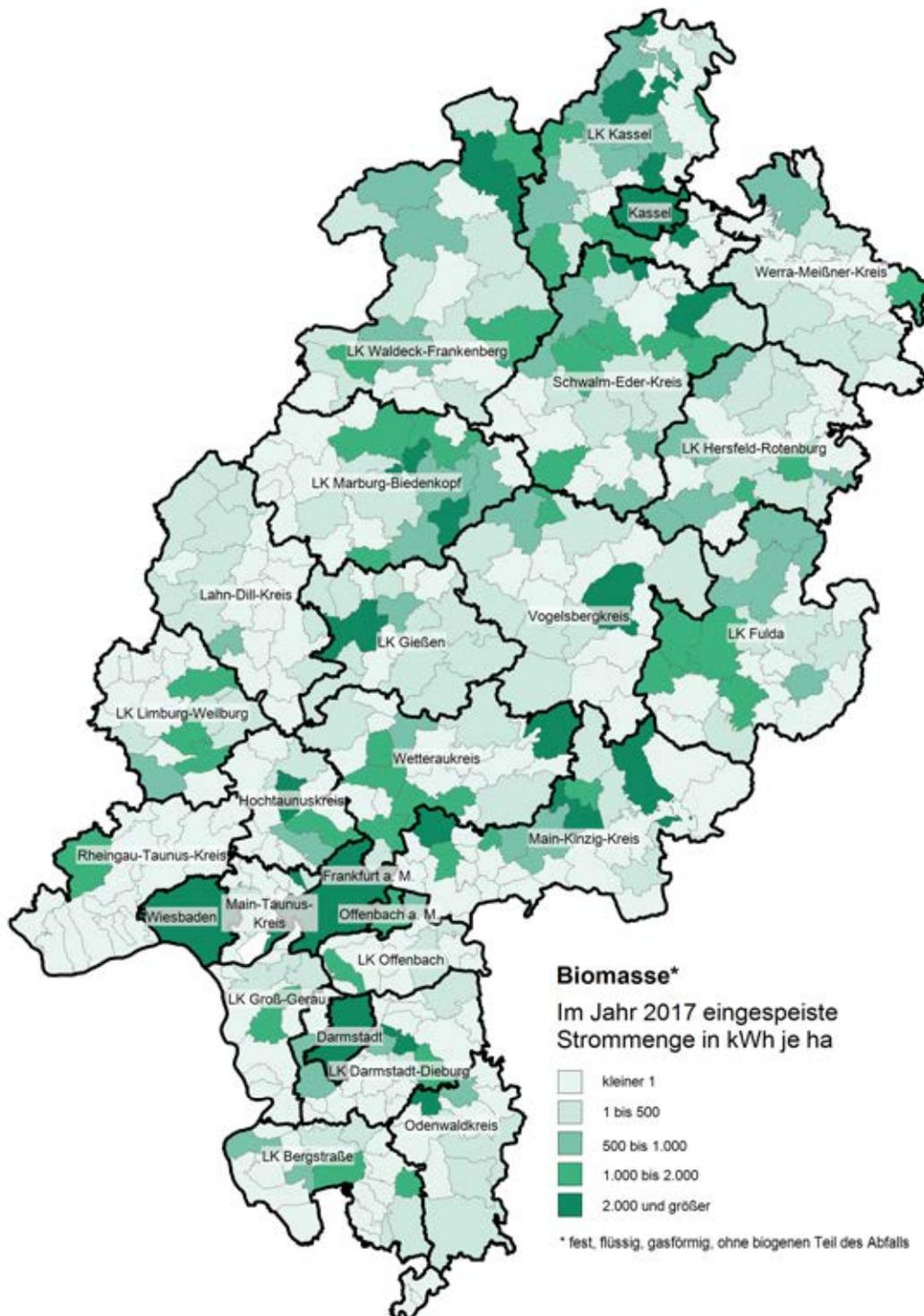
## A 2.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



### A 2.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Biomasseanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden

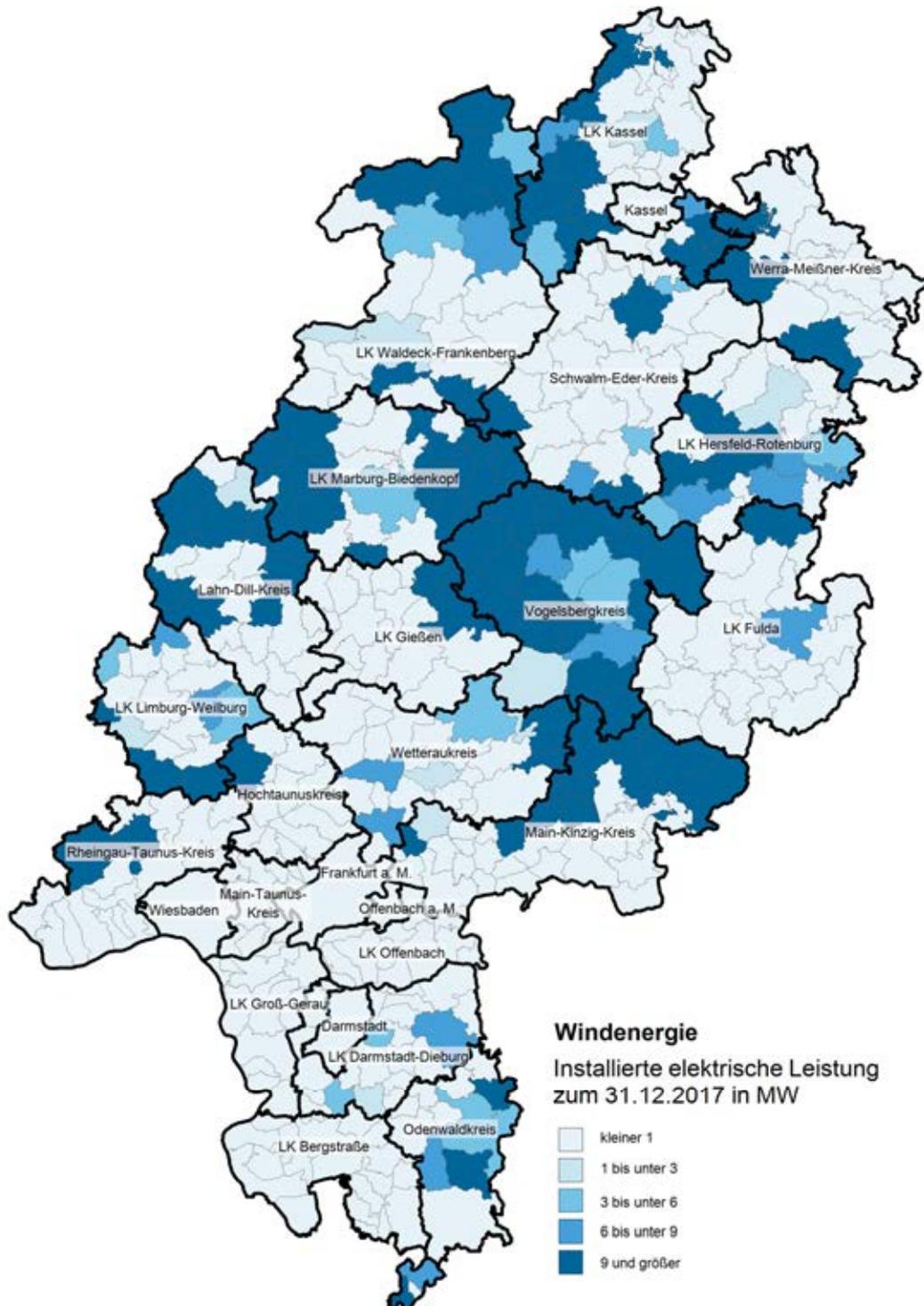


#### A 2.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden

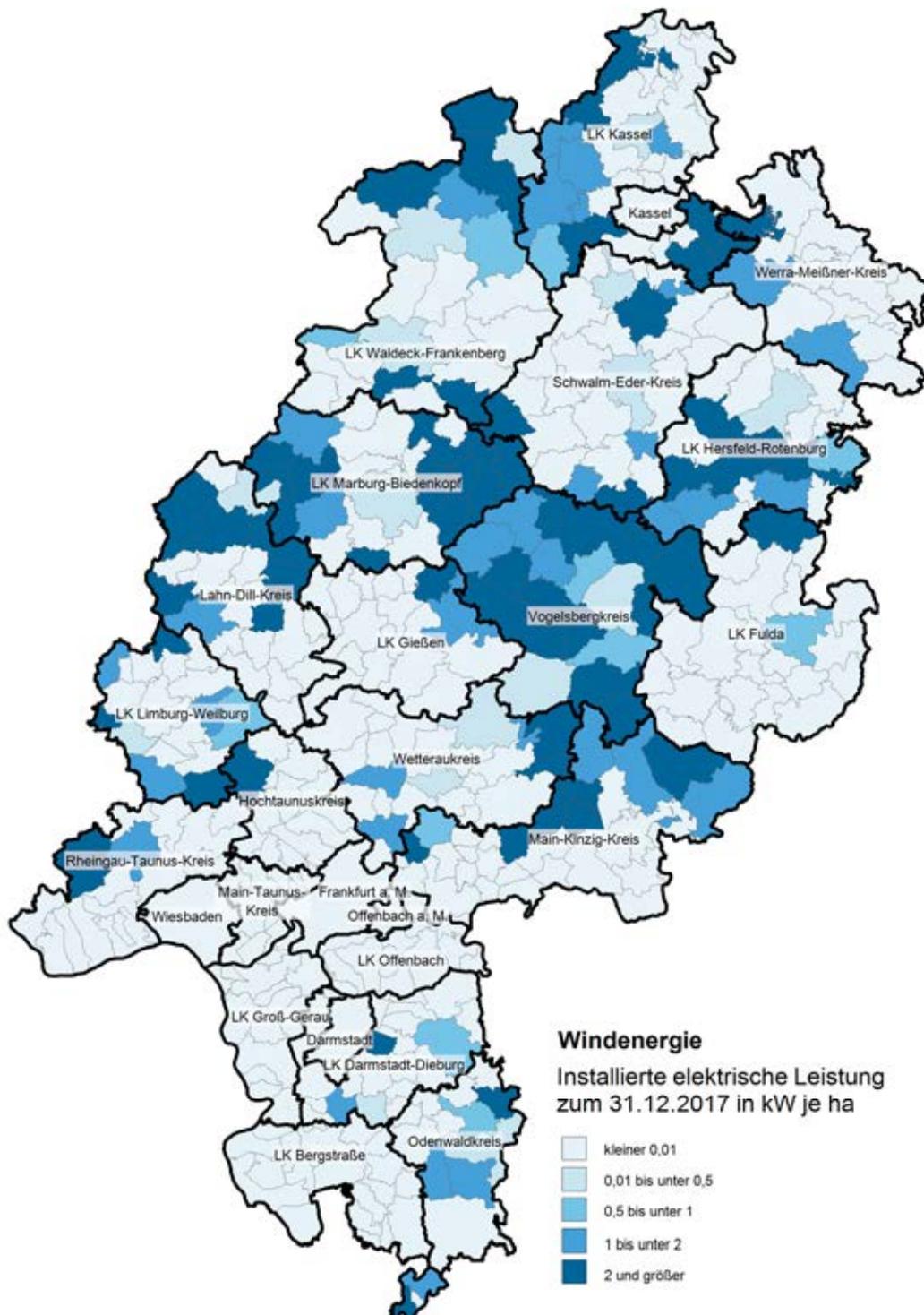


## A 3 Windenergieanlagen

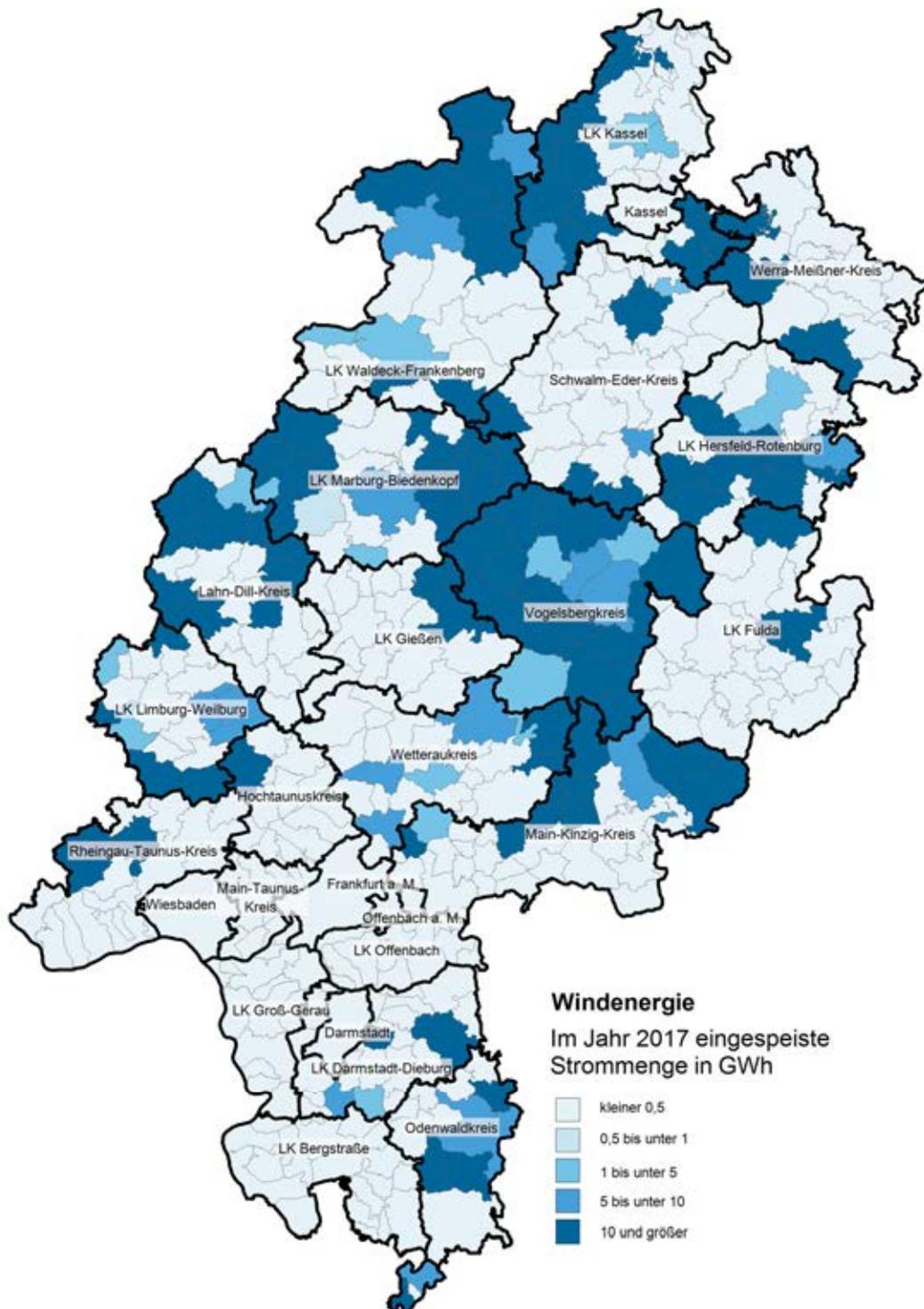
### A 3.1 Installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



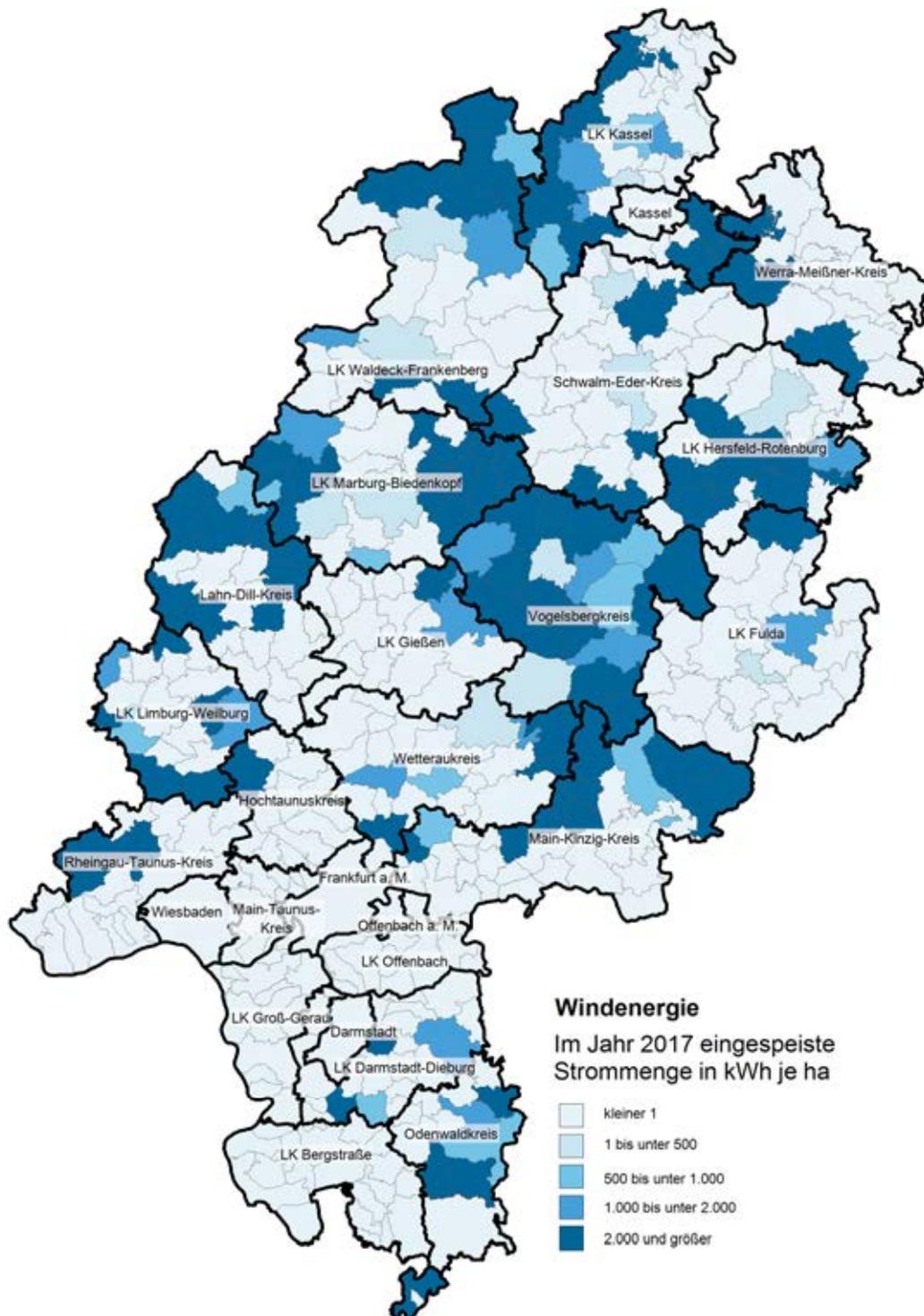
### A 3.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



### A 3.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Windenergieanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden

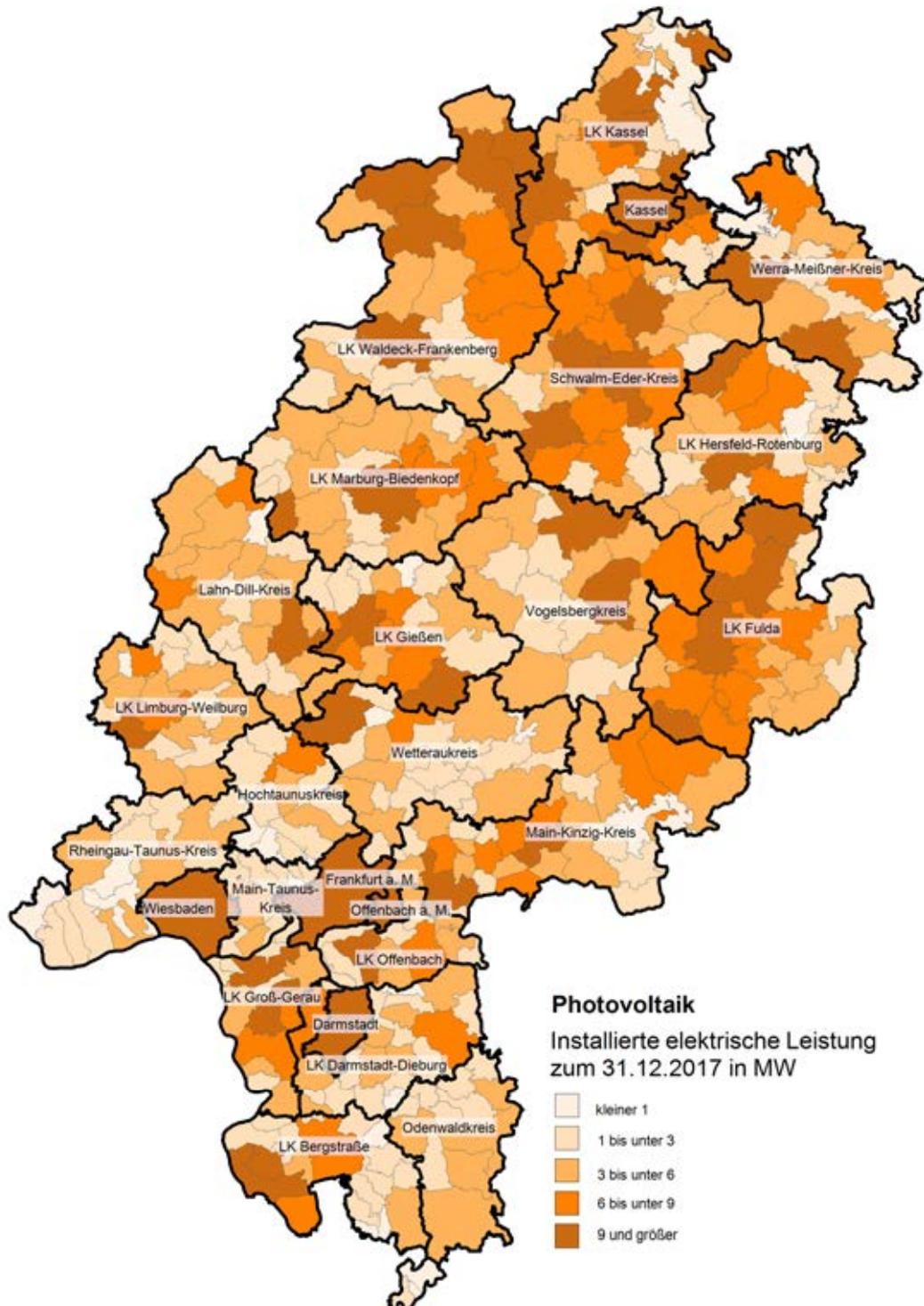


### A 3.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden

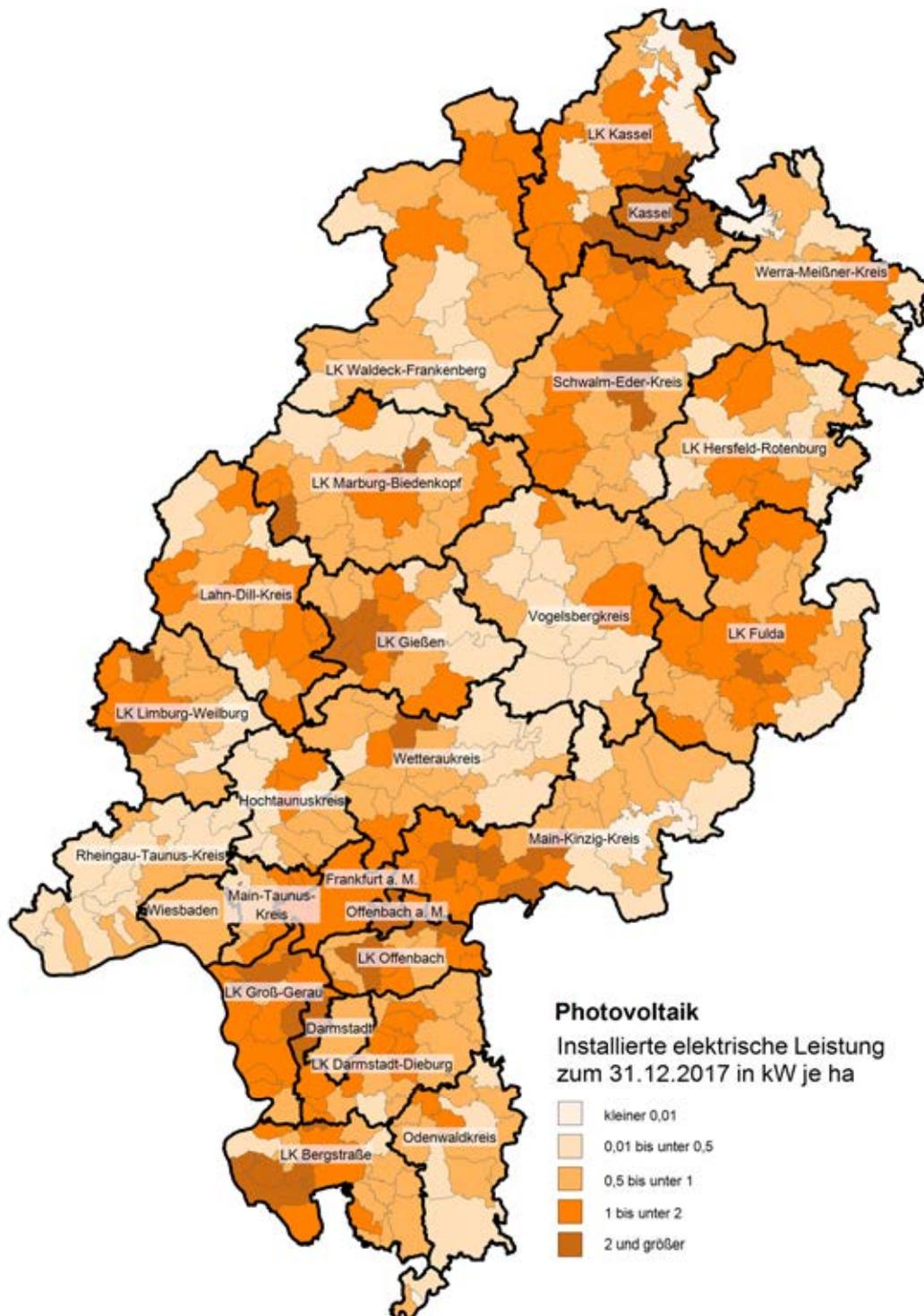


## A 4 Photovoltaikanlagen

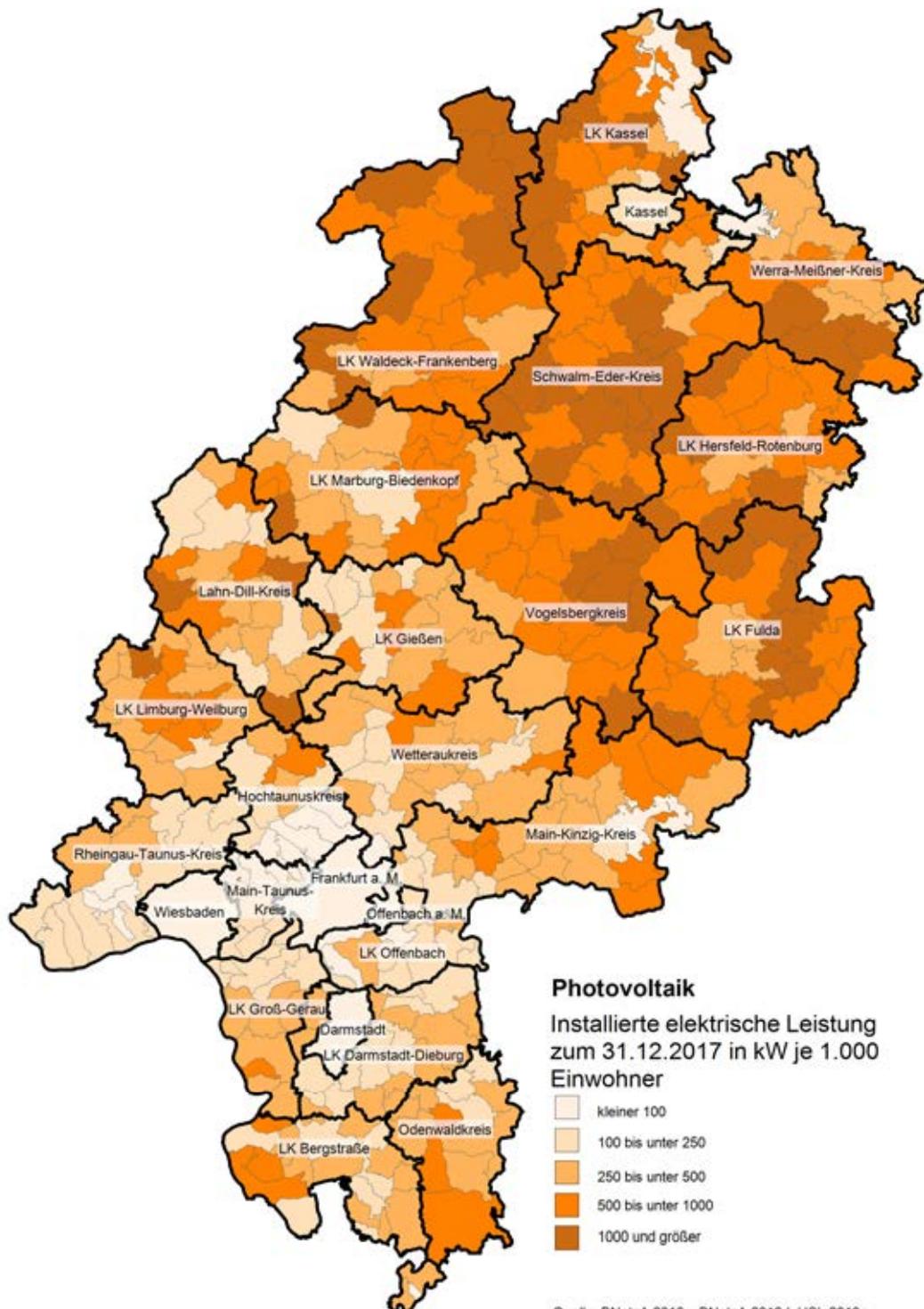
### A 4.1 Installierte elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



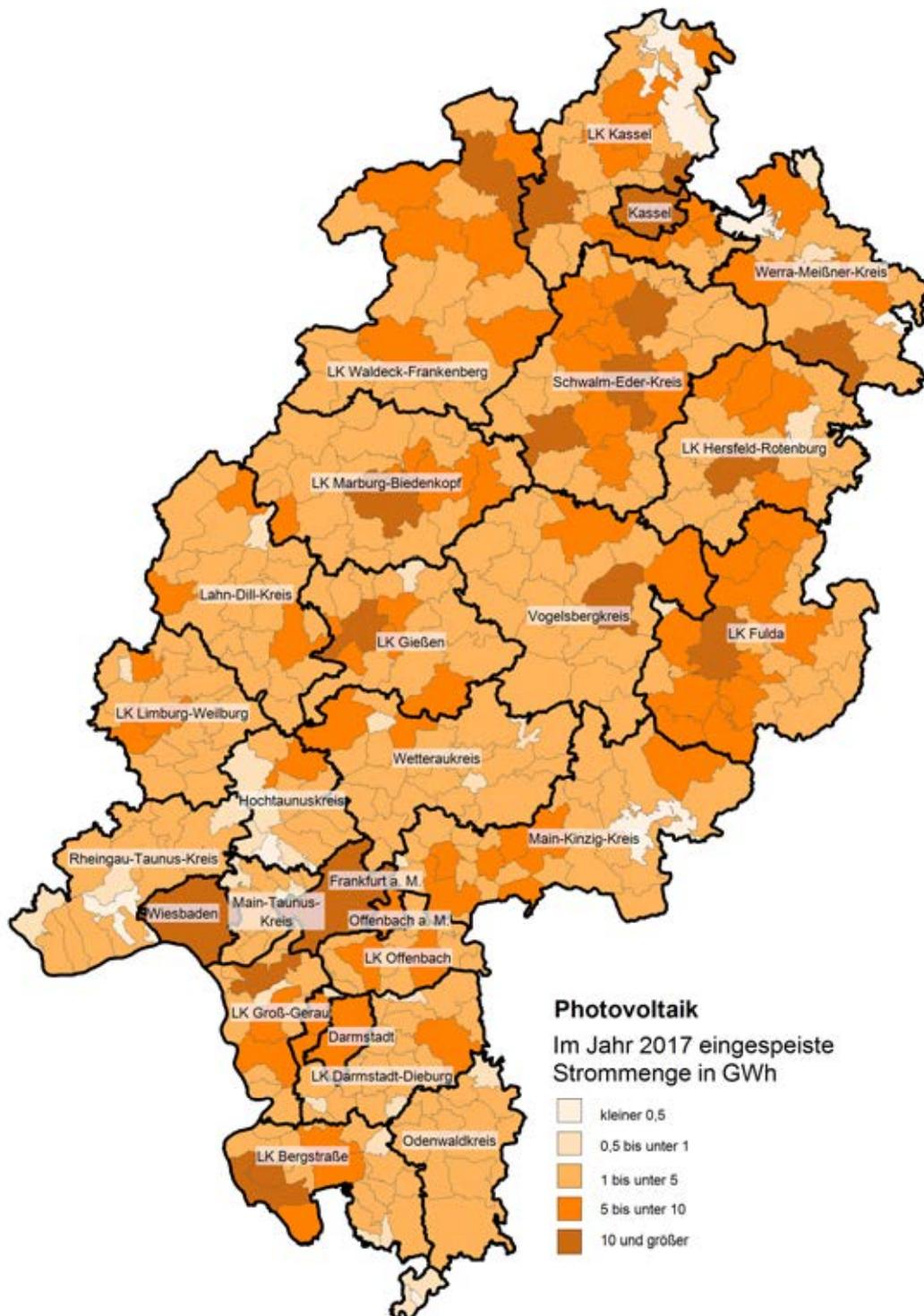
#### 4.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



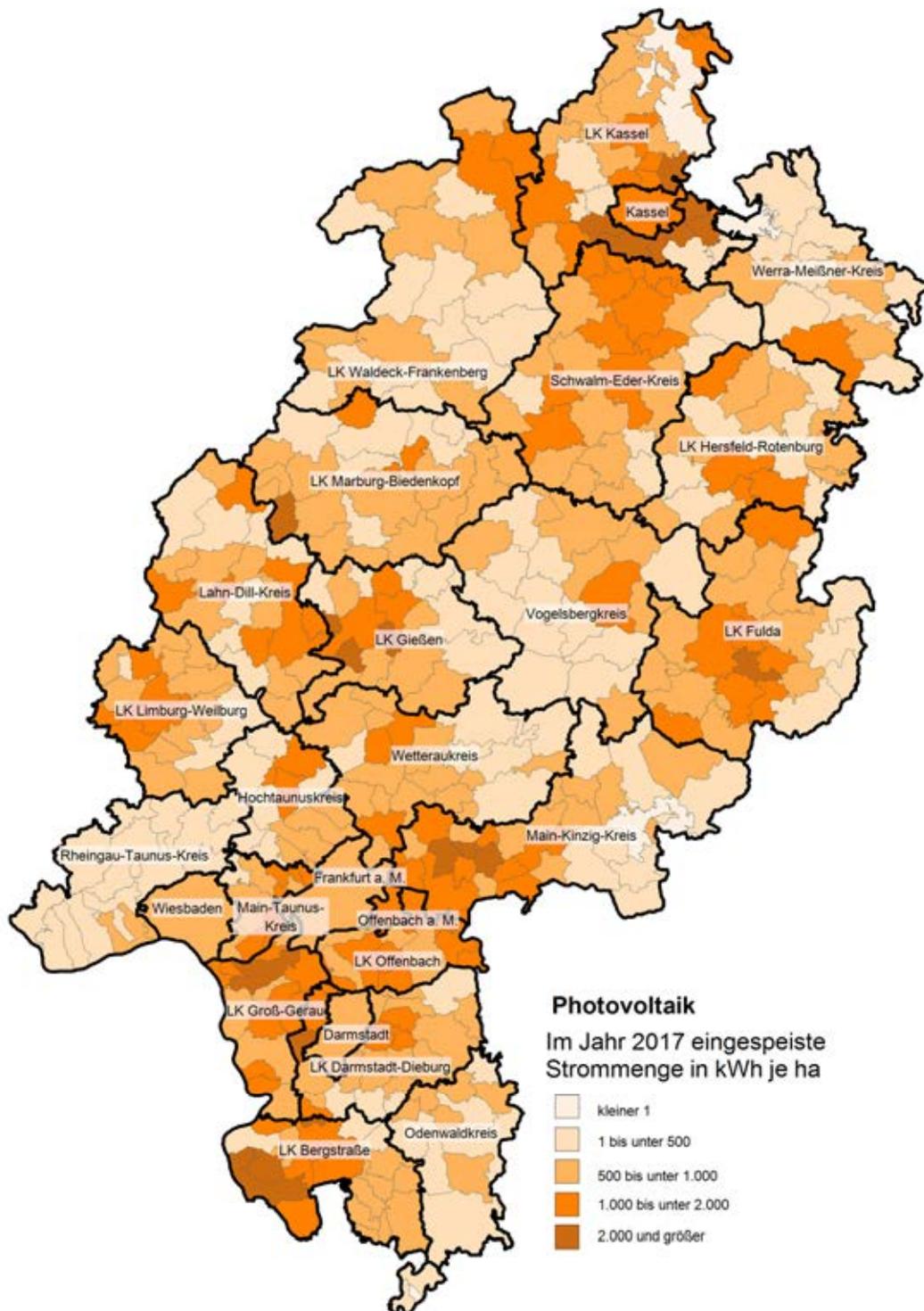
### A 4.3 Installierte elektrische Leistung je 1.000 Einwohner von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2017 in den hessischen Gemeinden



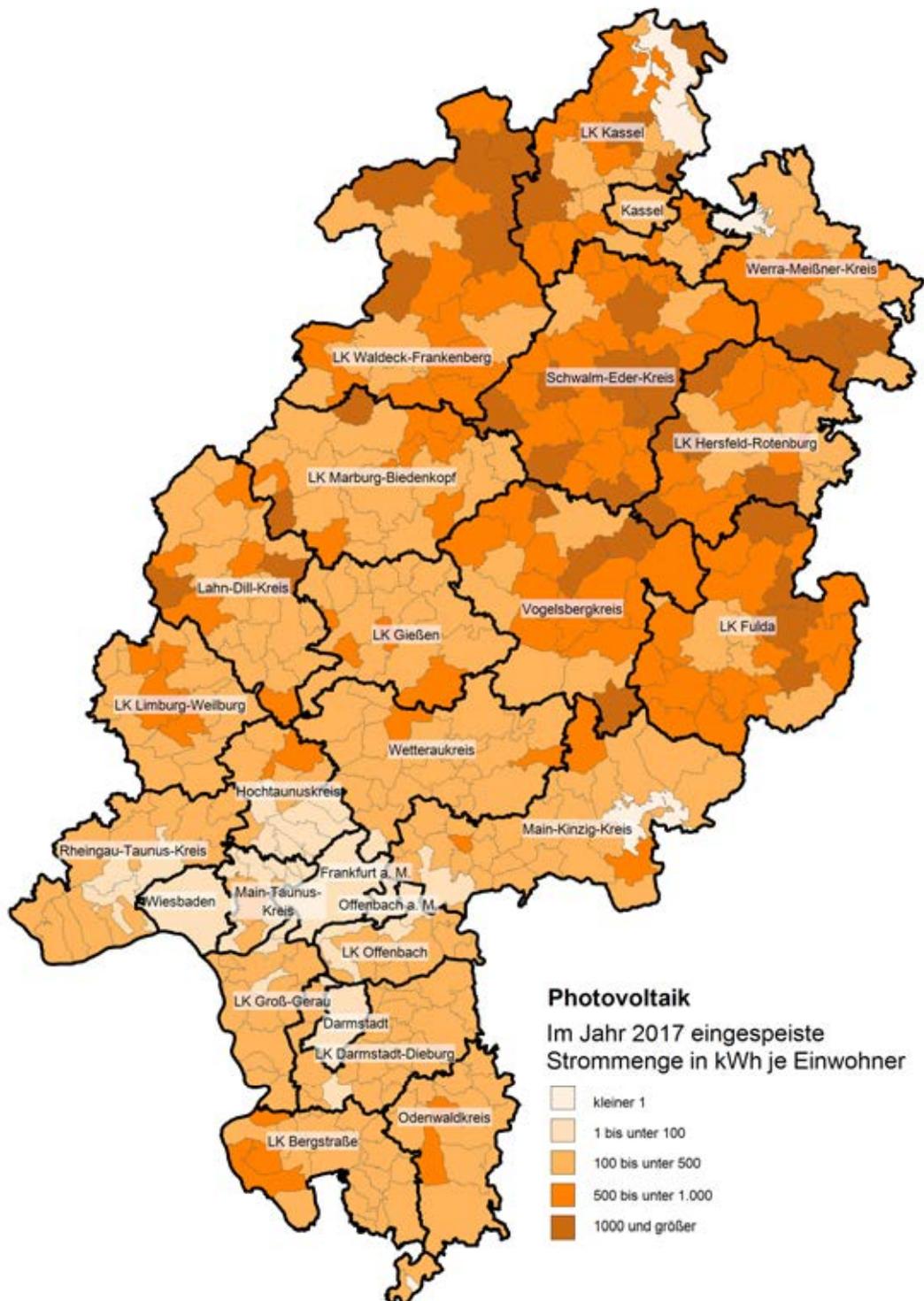
#### A 4.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Photovoltaikanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden



#### A 4.5 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden



#### A 4.6 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je Einwohner von Photovoltaikanlagen im Jahr 2017 in den hessischen Gemeinden



# Impressum

## Herausgeber

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden  
[www.wirtschaft.hessen.de](http://www.wirtschaft.hessen.de)

## Verfasser

Uwe van den Busch, Anja Gauler, Heiko Müller  
HA Hessen Agentur GmbH  
Konradinallee 9  
65189 Wiesbaden  
[www.hessen-agentur.de](http://www.hessen-agentur.de)

## Redaktion

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

## Stand

November 2018

## 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.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung von Funktions- bzw. personenbezogenen Bezeichnungen, wie zum Beispiel Teilnehmer / Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

## Bildnachweis

vm - gettyimages (Titel oben), Wellnhofers Designs – Fotolia (Titel unten), jcomp – Fotolia (S. 8), Tanklager Ginsheim-Gustavsburg – Christof Mattes (S. 12), Photovoltaik-Freiflächenanlage Lauterbach – Christof Mattes (S. 25), Aktiv-Stadthaus Frankfurt am Main – HHS Planer + Architekten AG, Fotograf: Constantin Meyer, Köln (S. 33), Wasserkraftwerk Ginsheim-Gustavsburg – Christof Mattes (S. 46), focus finder – Fotolia (S. 58), Stromtankstelle Ginsheim-Gustavsburg – Christof Mattes (S. 71), NJ – Fotolia (S. 78), Windräder Diemelsee – Christof Mattes (S. 83), Solarpark Wolfhagen – Christof Mattes (S. 107).

## Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden

## Auflage

500

## Bestellung

Download im Internet unter: [www.wirtschaft.hessen.de](http://www.wirtschaft.hessen.de)  
erscheint auch als HA-Report Nr. 973 ([www.hessen-agentur.de/mediathek](http://www.hessen-agentur.de/mediathek))

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