



ENERGIEWENDE IN HESSEN MONITORINGBERICHT 2019



Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2019

Wiesbaden 2019

Inhalt	Seite
Vorwort.....	1
Zusammenfassung.....	2
1 Einleitung.....	6
2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings	9
3 Energieverbrauch und Energieeffizienz.....	14
3.1 Primärenergieverbrauch	14
3.2 Endenergieverbrauch	15
3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung.....	19
3.4 Energieeffizienz	22
4 Erneuerbare Energien	27
4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch.....	27
4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch.....	28
5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch	35
5.1 Endenergieverbrauch für Wärme.....	35
5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch	36
5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden	38
6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung.....	47
6.1 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung.....	47
6.2 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung	48
6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung	58
7 Netzausbau und Versorgungssicherheit.....	61
7.1 Stromnetzbestand und -ausbau.....	61
7.2 Investitionen in Stromnetze	68
7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich.....	68
7.4 Gasverteilnetz.....	72
7.5 Fernwärmenetz.....	73
8 Verkehr und Elektromobilität.....	76
8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor.....	76
8.2 Elektromobilität.....	80
9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen	86
9.1 Zielvorgaben Hessen im Kontext der Klimaschutzziele Deutschland und EU	86
9.2 Treibhausgasemissionen nach Gasen	88
9.3 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen	89
9.4 Entwicklung der Treibhausgasintensität.....	89
9.5 Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Sektoren	91
10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende.....	94
10.1 Energiekosten und Energiepreise.....	94
10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz	102
10.3 Beschäftigung im Energiebereich in Hessen.....	104
10.4 Forschung und Entwicklung.....	105
11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung.....	109
12 Ausblick.....	119

Seite

Abbildungs- / Tabellenverzeichnis.....	121
Abkürzungsverzeichnis	125
Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren	128
Glossar.....	129
Literatur- und Quellenverzeichnis	137
Anhang	143
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern	145
A 2 Biomasseanlagen.....	147
A 3 Windenergieanlagen	151
A 4 Photovoltaikanlagen	155
Impressum.....	161

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



Hessen ist 2018 beim Ausbau der Erneuerbaren Energien ein weiteres Stück vorangekommen. Etliche neue Windkraftanlagen sind ans Netz gegangen, und die Photovoltaik wächst weiterhin stark. Gleichzeitig produziert Hessens Wirtschaft immer energieeffizienter.

All das – und vieles andere – zeichnet dieser Monitoringbericht detailliert nach. Wir sehen die Momentaufnahme eines umfassenden Transformationsprozesses, bei dem allerdings noch viel zu tun bleibt. Denn die Energiewende ist mehr als eine Stromwende. Auf dem Gebiet der Wärmeversorgung und der Mobilität stehen wir erst am Anfang unseres Weges. Und bei der Effizienz muss es darauf ankommen, dass Fortschritte sich auch tatsächlich in der nachhaltigen Reduktion des Energieverbrauchs und des Ausstoßes von Treibhausgasen niederschlagen.

Wir verstehen dies als Ansporn, unsere Bemühungen beharrlich fortzusetzen. So hat die Landesregierung in diesem Jahr mit Hessens größter Wohnungsbaugesellschaft, der Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte | Wohnstadt, eine Vereinbarung über die klimaneutrale Modernisierung ihres gesamten Bestandes unterzeichnet und damit bundesweit Maßstäbe gesetzt. Über die Landesenergieagentur werden wir die Beratung der Haus- und Wohnungseigentümer deutlich intensivieren. Im Verkehrssektor hat der Ausbau der unzureichenden Schieneninfrastruktur Fahrt aufgenommen.

Klar ist aber auch: Hessen kann die Energiewende nicht im Alleingang durchziehen. Ob beim Ausbau der Windkraft, bei der Sanierung des Gebäudebestands oder beim Übergang in eine nachhaltige Mobilität – überall sind wir darauf angewiesen, dass Bundesregierung und Bundestag die richtigen Rahmenbedingungen schaffen. Nie war die Gelegenheit günstiger, denn die öffentliche Unterstützung für Klimaschutz und Energiewende ist dramatisch gewachsen. Leider bleibt das von der Bundesregierung vorgelegte Klimapaket hinter diesem Anspruch zurück.

Was wir auf Landesebene in den vergangenen Jahren erreicht haben, können Sie in diesem Bericht detailliert nachlesen. Ich danke den Autorinnen und Autoren sowie allen Beteiligten aus Verbänden und Forschungseinrichtungen, die an seiner Entstehung mitgewirkt haben, und wünsche eine anregende und informative Lektüre.

A handwritten signature in black ink, reading "Tarek Al-Wazir".

Tarek Al-Wazir

Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

Zusammenfassung

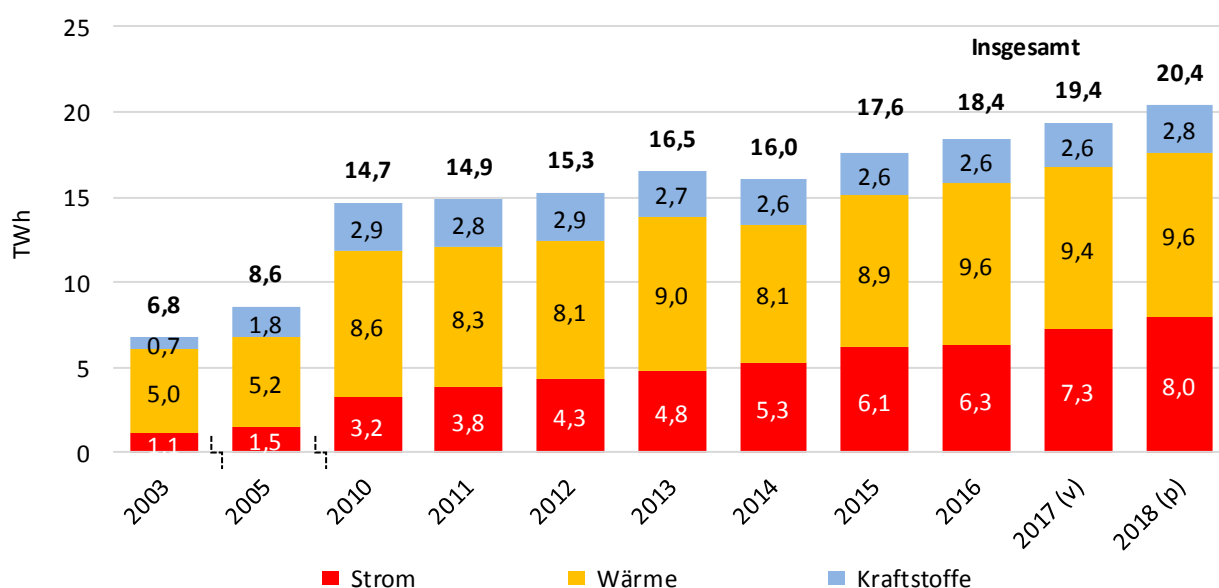
Der vorliegende fünfte Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen stellt die aktuellen Entwicklungen in den wichtigsten Handlungsfeldern der Energiewende dar. Betrachtet werden eine Vielzahl von Indikatoren zu den Themenbereichen Primär-/Endenergieverbrauch und Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch, Netzausbau und Versorgungssicherheit, Verkehr und Elektromobilität, Entwicklung der Treibhausgasemissionen sowie gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Der Berichtszeitraum umfasst bei Verfügbarkeit der entsprechenden Daten den Zeitraum von 2000 bis 2018 und zum Teil bis zum 1. Halbjahr 2019.

Im Jahr 2018 haben erneuerbare Energien nach Schätzung des Leipziger Instituts für Energie GmbH (IE-Leipzig) erstmals über 20 Terawattstunden (20,4 TWh) zum Endenergieverbrauch in Hessen beigetragen (siehe Abbildung 1). Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beläuft sich auf rund 1 TWh bzw. 5,3 Prozent. Dieser Zuwachs ist überwiegend auf die Entwicklung beim Strom zurückzuführen. Hier beziffert sich der Zuwachs auf 0,7 TWh bzw. 9,2 Prozent. Demgegenüber fallen die Zuwächse bei Wärme aus erneuerbaren Energien und bei erneuerbaren Kraftstoffen mit jeweils 0,2 TWh vergleichsweise gering aus.

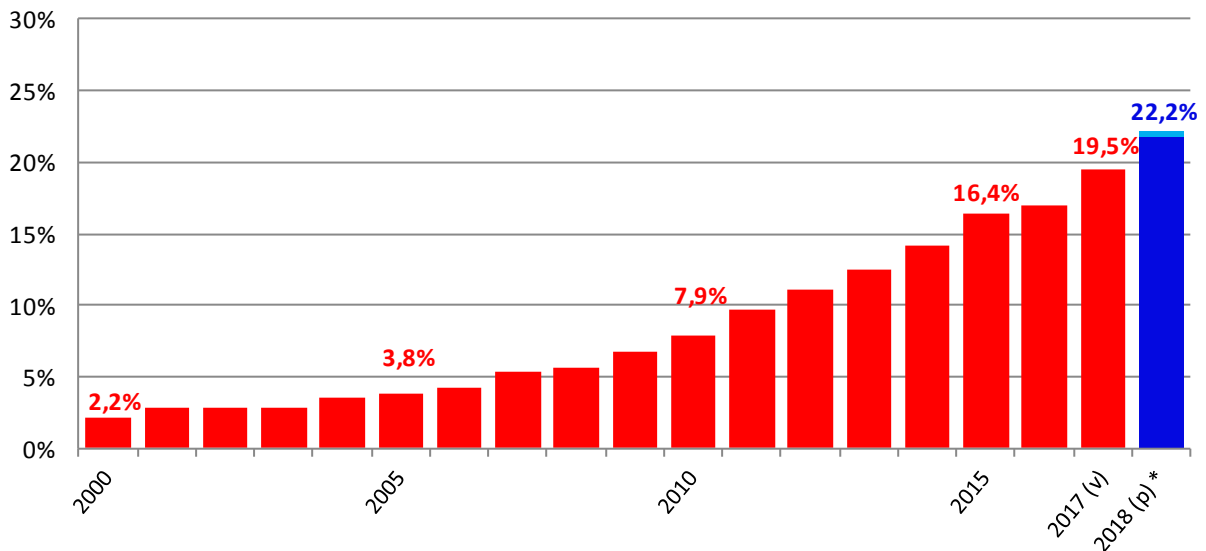
Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch lag unter Berücksichtigung des zugeschätzten PV-Selbstverbrauchs (der in Abbildung 1 nicht erfasst ist) bei 22,2 Prozent; ohne zugeschätzten PV-Selbstverbrauch betrug der Anteil 21,8 Prozent (siehe Abbildung 2). Der zugeschätzte PV-Selbstverbrauch, also jener PV-Selbstverbrauch, der weder von den Netzbetreibern noch von der Bundesnetzagentur erfasst wurde, lag nach Schätzung des IE-Leipzig im Jahr 2018 bei etwa 142 GWh.

Den absolut höchsten Anstieg gegenüber dem Vorjahr hat die Windenergie mit einem Zuwachs von 425 GWh (+13,1 %) zu verzeichnen. Die höchste relative Zunahme weist die Photovoltaik mit 17,3 Prozent (+276 GWh) aus (Vergleich der Werte jeweils ohne zugeschätzten PV-Selbstverbrauch). Neben dem Zubau an PV-Anlagen schlägt sich hierbei die hohe Sonnenscheindauer im Jahr 2018 nieder. Durch die damit einhergehende Trockenheit verringerte sich jedoch die Stromerzeugung durch Wasserkraft um 53 GWh bzw. 18,1 Prozent. Alle übrigen erneuerbaren Energieträger haben zusammen 27 GWh zum Anstieg der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beigetragen.

Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2018 (in TWh)



Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.
 Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Abbildung 2: Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2018 (in %)

* Für 2018 ist erstmalig der Wert mit zugeschätztem PV-Selbstverbrauch (22,2%) benannt. Ohne zugeschätzten PV-Selbstverbrauch liegt der Anteil bei 21,8% (siehe dazu auch die Erläuterungen in Kapitel 4.2).
 Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Damit die Energiewende in Hessen gelingen kann, muss die Energieeffizienz wesentlich gesteigert und die Umstellung der Strom- und Wärmeproduktion von konventionellen Energieanlagen auf erneuerbare Energieanlagen erfolgen. Dies ist nur durch einen erheblichen Ausbau der erneuerbaren Energieanlagen bei gleichzeitig deutlich sinkendem Energiebedarf erreichbar.

In Hessen wurde im Jahr 2018 eine Leistung von insgesamt 346,5 MW durch den Zubau von erneuerbaren Energieanlagen zur Stromerzeugung neu installiert. Darüber hinaus stieg die Leistung aufgrund von Leistungsänderungen bei den Bestandsanlagen um 9,7 MW an. Durch Stilllegungen fielen jedoch 7,1 MW an elektrischer Leistung weg, sodass Ende 2018 die von erneuerbaren Energieanlagen vorgehaltene elektrische Leistung um 349,1 MW bzw. 8,2 Prozent höher lag als im Vorjahr und insgesamt 4.592 MW installiert waren. Während die zugebaute Leistung von Photovoltaikanlagen im Jahr 2018 mit +114 MW bzw. +5,9 Prozent einen neuen Rekord erreichte, war die Zahl der realisierten Windenergieanlagen geringer als im Vorjahr. Im Jahr 2018 kamen insgesamt 76 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 232 MW hinzu. In den beiden Vorjahren wurden jeweils gut 100 Anlagen mit rund 300 MW neu zugebaut. Der stärkere Zubau bei der Photovoltaik konnte den schwächeren Zubau bei der Windenergie nicht kompensieren, sodass der Gesamtzubau erneuerbarer Energieanlagen im Jahr 2018 insgesamt niedriger ausfällt als im

Vorjahr. Daran konnten auch die erneuerbaren Energieträger Biomasse, Klärgas, Deponiegas sowie Wasserkraft mit jeweils einem geringen Ausbau der installierten Leistung nichts ändern. Mit Blick auf das erste Halbjahr zeichnet sich für das Jahr 2019 ein weiterer Rückgang des Zubaus von Leistung aus erneuerbaren Energieanlagen ab, da im ersten Halbjahr keine Windenergieanlage neu in Betrieb genommen wurde.

Der Primärenergieverbrauch (PEV) lag gemäß Schätzung des IE-Leipzig im Jahr 2018 bei 869 Petajoule (PJ). Das sind 1,4 Prozent weniger als im Vorjahr. Der Endenergieverbrauch (EEV) lag mit 800,5 PJ ebenfalls 1,4 Prozent niedriger als im Vorjahr. Sowohl PEV als auch EEV sinken damit erstmals wieder seit 2014. Der wesentliche Grund für diesen Rückgang ist die milde Witterung im letzten Jahr. Daneben trugen zum kleinen Teil auch Effizienzsteigerungen bei.

Mit Ausnahme des Verkehrssektors war der EEV im Jahr 2018 in allen Verbrauchssektoren rückläufig. Für Verkehrsleistungen wurden im Jahr 2018 in Hessen 404 PJ verbraucht, das sind 1,6 Prozent mehr als im Vorjahr. Dem stehen Abnahmen in Höhe von 6,1 Prozent bei den privaten Haushalten, von 4,9 Prozent im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) und von 0,3 Prozent in der Industrie gegenüber.

Der gesunkene Energieverbrauch hat in Verbindung mit dem Anstieg des Bruttoinlandsprodukts um 2,2 Prozent

positive Auswirkungen auf die Energieeffizienzkennzahlen. Der Anstieg der temperaturbereinigten Primärenergieproduktivität lag im Jahr 2018 bei 1,7 Prozent, der entsprechende Zuwachs der Endenergieproduktivität bei 1,5 Prozent.

Mit einem Endenergieverbrauch für Wärme in Höhe von 276 PJ (35 % des gesamten EEV) wurde im Jahr 2018 der bisher niedrigste Wert seit dem Jahr 2000 erreicht. Der Rückgang gegenüber dem Vorjahr um 5,9 Prozent ist vor allem auf die milde Witterung zurückzuführen.

Der gebäuderelevante Endenergieverbrauch belief sich im Jahr 2018 auf rund 229 PJ, dies sind 6,5 Prozent weniger als im Vorjahr. Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt mit 175 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme, davon entfallen 120 PJ auf den Sektor private Haushalte. Der Energieverbrauch privater Haushalte für die Warmwasserbereitung liegt bei 27 PJ. Insgesamt entfallen 66 Prozent des gesamten gebäuderelevanten Energieverbrauchs auf private Haushalte, 30 Prozent auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher sowie 4 Prozent auf den Industriesektor.

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors ist im Jahr 2018 nach vorläufigem Schätzwert im Vergleich zum Vorjahr um 1,6 Prozent auf rund 404 PJ gestiegen. Mehr als die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen entfällt damit auf den Verkehrssektor. Diese im Vergleich zu Deutschland (Anteil rund 30 %) weit überdurchschnittlich hohe Bedeutung des Verkehrs ist auf den Flugkraftstoffverbrauch des Flughafens Frankfurt am Main zurückzuführen.¹ Neben dem Luftverkehr wird der Energieverbrauch des Verkehrssektors in Hessen maßgeblich durch den Straßenverkehr bestimmt. Während der EEV im Luftverkehr im Vergleich zum Vorjahr um 5,3 Prozent gestiegen ist, hat sich der EEV des Straßenverkehrs mit 1,8 % erstmals seit 2009 leicht verringert.

Der Bestand an reinen Elektro-PKW lag zum Jahresbeginn 2019 bei über 6.600 und an Hybridfahrzeugen bei über 29.300. Im Vergleich zum Vorjahr sind bei beiden Antriebsarten deutliche Zunahmen (+2.479 bzw. +9.464) zu verzeichnen. Insgesamt ist deren Anteil an der Gesamtzahl der PKW mit 0,2 Prozent bzw. 0,8 Prozent jedoch nach wie vor sehr gering. Die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte ist zum 31.07.2019 auf 1.584 gestiegen. Gegenüber dem Vorjahr (31.07.2018) bedeutet dies eine Zunahme um 405 Ladepunkte.

Die gesamten Treibhausgasemissionen sind in Hessen im Jahr 2016 (es liegen noch keine aktuelleren Daten über die gesamten Treibhausgasemissionen vor) das zweite Mal in Folge gegenüber dem Vorjahr gestiegen, und zwar um 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 3,0 Prozent. Ebenfalls gestiegen ist die Treibhausgasintensität, gemessen als THG-Emissionen je Einwohner oder als THG-Emissionen bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt. Insgesamt wurden im Jahr 2016 Treibhausgase in Höhe von 41,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente emittiert. Gegenüber dem Jahr 1990 entspricht dies einem Rückgang von 9,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. um rund 19 Prozent. Der Zielwert für 2020 liegt bei absolut 35,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. bei einer Reduktion um 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990.

Für 2017 ist im Vergleich zum Vorjahr jedoch ein leichter Rückgang der CO₂-Emissionen zu verzeichnen, sodass für die THG-Emissionen insgesamt in 2017 eine geringfügige Abnahme zu erwarten ist. Mit einem Anteil von mehr als 40 Prozent war der mit Abstand größte Emittent energiebedingter CO₂-Emissionen wie auch in den Vorjahren der Verkehrssektor. In der Langfristbetrachtung seit 1990 ist ein rückläufiger Trend der CO₂-Emissionen in den Sektoren Industrie sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zu beobachten, während im Verkehrssektor und im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung die CO₂-Emissionen im Jahr 2017 über dem Niveau von 1990 lagen.

Der Stromnetzausbau in der Zuständigkeit des Bundes, ebenfalls eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende, geht nach wie vor nur schleppend voran. Von der Gesamtlänge der im Bundesbedarfsplangesetz enthaltenen Leitungen im Übertragungsnetz im Umfang von rund 5.900 km waren zum 31.03.2019 insgesamt erst ca. 600 Trassenkilometer genehmigt und knapp 300 km fertiggestellt. 150 km des Zubaus entfallen dabei auf das Vorjahr. Von den acht voraussichtlich durch Hessen verlaufenden Ausbauvorhaben befinden sich derzeit vier im Bundesfachplanungsverfahren und bei vier Vorhaben wurde die Notwendigkeit durch Bundesbedarfsplangesetz bestätigt. Die geplanten Inbetriebnahmezeitpunkte der großen Nord-Süd-Stromleitungsvorhaben Ultranet und Suedlink sind weiterhin 2023 bzw. 2025. Die Inbetriebnahme von Vorhaben 12 vom thüringischen Vieselbach nach Mecklar wurde allerdings von 2023 auf 2027 verschoben. Die Inbetriebnahme von Vorhaben 45 Borken – Twistetal wurde dagegen von 2024 auf 2023 vorverlegt. Von den vier ausschließlich in der Zuständigkeit des Landes Hessen liegenden Vorhaben nach Energieleitungsausbaugesetz befindet sich das letzte noch nicht fertiggestellte Vorhaben (Wahle –

1 In den Energiebilanzen der Länder wird der am jeweiligen Flughafen getankte Flugturbinenkraftstoff erfasst (Standortprinzip). Im Unterschied zum Territorialprinzip, das Flugverkehrsleistungen nur bis zur Landesgrenze berücksichtigt, wird beim Standortprinzip der Energieverbrauch bis zum ersten Zielflughafen dem Startflughafen im Inland zugeordnet (Umweltbundesamt 2001, S. 18).

Mecklar) im hessischen Teilabschnitt im Bau und soll 2022 fertiggestellt werden, die Gesamtinbetriebnahme des Vorhabens ist für 2024 geplant.

Die Stromkreislänge der regionalen und lokalen Verteilnetze in Hessen ist auf 116.585 km (Stand: 31.12.2017) gestiegen, dies bedeutet eine Zunahme von 4.911 km bzw. gut 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr.

Hochtemperaturleiterseile als Maßnahme zur Optimierung der Bestandsnetze ermöglichen eine höhere Strombelastbarkeit. In Hessen ist die Nutzung von Hochtemperaturleiterseilen für drei Vorhaben nach Bundesbedarfsplangesetz sowie für zwei Projekte im Netzentwicklungsplan vorgesehen. Zugenommen haben die Investitionen der deutschen Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber: Diese erreichten im Jahr 2018 einen Wert von 6,37 Mrd. Euro und damit eine Zunahme von 2,6 Prozent gegenüber 2017, blieben aber hinter den bisherigen Höchstwerten von 2015 (7,08 Mrd. Euro) und 2016 (6,60 Mrd. Euro) zurück.

Die Stromversorgungsqualität lag auch 2017 auf einem hohen Niveau. Der SAIDI-Wert, ein Index zur Messung von Versorgungsunterbrechungen, lag für das Bundesgebiet mit einem Wert von 15,14 Minuten unter dem Mittelwert der Jahre 2006 bis 2016 in Höhe von 15,59 Minuten. Hessen lag mit einem Wert von 11,66 Minuten wieder deutlich unter dem Bundesdurchschnitt. Auch die zur Netzstabilisierung bundesweit gemeldeten Redispatchmaßnahmen gingen mit einer Dauer von 12.154 Stunden um 14 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurück. Auf in Hessen liegenden Netzelementen wurden strombedingte Redispatchmaßnahmen mit einer Dauer von 1.174 Stunden gemeldet (+14 % ggü. 2017). Mit einer Dauer von 578 Stunden zählt dabei das Netzelement Dipperz – Großkrotzenburg mit dem Kraftwerk Staudinger zu den bundesweit am stärksten betroffenen Netzelementen. Auch bei den spannungsbedingten Redispatchmaßnahmen war ein in Hessen liegendes Netzgebiet (Borken – Dipperz – Großkrotzenburg, Gießen, Karben) mit 1.342 Stunden bundesweit am stärksten betroffen.

Im Jahr 2018 sind die allgemeinen Lebenshaltungskosten für die privaten Haushalte um 1,8 Prozent gestiegen. Unterdurchschnittlich verlief die Preisentwicklung von Strom (+1,2 %), Fernwärme (+1,4 %) und Erdgas (-1,7 %). Deutlich verteuert haben sich dagegen Heizöl (+21,7 %), Dieselmotortreibstoff (+11,5 %) und Superbenzin (+4,3 %). Bei einer Langfristbetrachtung seit 2000 hat sich jedoch der Strompreis mit Abstand am stärksten verteuert. Nach der aktuellen BDEW-Strompreisanalyse (Stand Mai 2019) steigt der Strompreis für private Haushalte im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr um 0,75 Cent je Kilowattstunde (kWh) bzw. 2,5 Prozent auf 30,22 Cent je kWh an.

Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh zahlten im Jahr 2018 durchschnittlich 17,96 Cent für die Kilowattstunde Strom. Das sind 0,87 Cent bzw. 2,8 Prozent mehr als ein Jahr zuvor.

Nach Einschätzung des BDEW ist für das Jahr 2019 eine weitere Steigerung um 1,04 Cent (+5,8 %) auf 19,00 Cent je kWh zu erwarten. Der erwartete Preisanstieg liegt damit höher als beim Strompreis für private Haushalte. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass besonders stromintensiv produzierende Unternehmen einen Antrag auf Befreiung von der EEG-Umlage stellen und damit ihre Stromkostenbelastung reduzieren können. In Hessen wurde im Jahr 2018 für insgesamt 133 Abnahmestellen eine Befreiung von der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,6 TWh beantragt.

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind das zweite Jahr in Folge gesunken. Sie lagen im Jahr 2018 bei 627,5 Mio. Euro und damit um 82,8 Mio. Euro bzw. um knapp 12 Prozent unter dem Vorjahresniveau. Dabei waren die bundesweiten Investitionen sowohl in Anlagen zur Stromerzeugung (-73,2 Mio. Euro) als auch in Anlagen zur Wärmeerzeugung (-9,9 Mio. Euro) rückläufig. Differenziert nach Energieträgern ergibt sich ein unterschiedliches Bild: Während die Investitionen in Windenergieanlagen deutlich gesunken sind, sind die Investitionen in Photovoltaikanlagen wie auch in den Vorjahren abermals gestiegen.

Die Zahl der Beschäftigten in Energieversorgungsunternehmen hat sich im Jahr 2018 nur geringfügig um 57 auf 12.898 Beschäftigte reduziert. Im Jahr 2010 lag die Zahl bei 11.451 Beschäftigten. Ein Abbau von Beschäftigten in den überwiegend konventionell betriebenen Energieversorgungsunternehmen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien ist bisher demnach nicht erkennbar.

Die Mittel des Landes Hessen zur Förderung der nicht-nuklearen Energieforschung sind im Jahr 2017 mit 9,2 Prozent kräftig gestiegen. Das Fördervolumen lag bei 9,95 Mio. Euro.

1 Einleitung

Energiewende und Klimaschutz sind nicht erst seit dem Pariser Klimaschutzabkommen sowohl global, auf Bundesebene als auch für das Land Hessen eine bedeutende Zukunftsaufgabe. Bereits der Hessische Energiegipfel 2011, der alle für Energiefragen relevanten gesellschaftlichen Gruppen – die Fraktionen des Hessischen Landtags, Vertreter der kommunalen Familie, Vertreter von Wirtschafts- und Umweltverbänden, Gewerkschaften und der Industrie – vereinte, benannte als gemeinsames Ziel eine sichere, umweltschonende, bezahlbare und gesellschaftlich akzeptierte Energieversorgung für alle hessischen Bürger und Unternehmen mit einer deutlichen Energieeinsparung, mehr Energieeffizienz und einem 100-Prozent-Anteil der erneuerbaren Energien beim Wärme- und Stromverbrauch. In dem Koalitionsvertrag zur laufenden 20. Legislaturperiode hat die Hessische Landesregierung die im Hessischen Energiegipfel getroffenen Vereinbarungen mit dem Ziel einer möglichst einhundertprozentigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien in den Bereichen Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 nochmals bekräftigt.

Der nunmehr fünfte hessische Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen zeigt auf Basis von Daten und Fakten den aktuellen Stand der Umsetzung der Energiewende in Hessen auf. Wie in den Vorjahresberichten werden die Entwicklungen in allen wichtigen Handlungsfeldern – Energieverbrauch, Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch, Energieerzeugung, Netzausbau, Verkehr und Elektromobilität, Treibhausgasemissionen, gesamtwirtschaftliche Effekte – dargestellt.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert:

Zur Einordnung des Energiemonitorings in die hessische Energiepolitik werden in Kapitel 2 die Ziele der hessischen Energiewende aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Indikatoren des Monitorings und die Datengrundlagen dargestellt.

Kapitel 3 zeigt die Entwicklung des hessischen Energieverbrauchs differenziert nach Energieträgern und Sektoren auf. Als Indikatoren für die Energieeffizienz werden die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energie- und Stromproduktivität sowie die Energie- und Stromintensität der Industrie betrachtet.

Gegenstand von Kapitel 4 sind die erneuerbaren Energien. Im Fokus dieses Kapitels steht die Frage, welchen Beitrag erneuerbare Energien zur Energieversorgung in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr leisten.

Große Potenziale für Energieeinsparung bietet der Gebäudesektor. Kapitel 5 nimmt daher den gebäuderelevanten Energieverbrauch in den Blick. Neu in die Berichterstattung aufgenommen wurde die Entwicklung des Brennholzverbrauchs der privaten Haushalte. Zur Darstellung der Modernisierungsdynamik der Wärmeversorgung wird die Entwicklung der Gas- und Ölfeuerungsanlagen auf Basis von Angaben des Landesinnungsverbands des Schornstefegerhandwerks Hessen für die Jahre 2015 und 2018 betrachtet. Zudem wird die Neubau- und Sanierungsförderung der KfW und die Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt von KfW und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gemäß dem Marktanreizprogramm aufgezeigt.

In Kapitel 6 stehen die stromerzeugenden Energieanlagen in Hessen im Mittelpunkt. Es wird dargestellt, wie viele konventionelle und wie viele erneuerbare Energieanlagen in Hessen existieren und wie hoch die jeweils verfügbare Leistung ist. Zudem wird erstmals auch über die Zahl der in Hessen vorhandenen Solarstromspeicher berichtet. Bei den erneuerbaren Energieanlagen wird aufgezeigt, wie der Ausbau in den vergangenen Jahren vorangeschritten ist. Zudem wird die regionale Verteilung der Anlagen im Jahr 2018 dargestellt. Darüber hinaus wird die Regelbarkeit von erneuerbaren Energieanlagen in den Blick genommen. Bezüglich des regionalen Gesichtspunktes sind detaillierte Informationen auch über interaktive Karten auf der Webseite www.energieland.hessen.de/Monitoring-Karten abrufbar. Abschließend werden in Kapitel 6 die hessischen Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung betrachtet sowie deren installierte elektrische und thermische Leistung.

Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien verschieben sich die Schwerpunkte der Stromerzeugung und die Anforderungen an die Stromnetze. Für den Stromtransport von Nord- nach Süddeutschland ist der Ausbau und die Modernisierung der Übertragungsnetze elementar. Kapitel 7 zeigt den aktuellen Ausbaustand der Leitungsvorhaben, die voraussichtlich durch Hessen verlaufen. Neu in der Berichterstattung sind die Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen beim Netzausbau. Darüber hinaus wird die Entwicklung der Investitionen der Übertragungsnetzbetreiber und der Verteilnetzbetreiber in die Stromnetze in Deutschland aufgezeigt. Insbesondere für die Wirtschaft, aber auch die sozialen Infra- und Kommunikationsstrukturen ist die Versorgungssicherheit von herausragender Bedeutung. Daher werden auch Versorgungsunterbrechungen sowie die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit der Stromnetze dokumentiert.

Kapitel 8 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Energieeffizienz im Verkehrssektor. Erstmals wird die Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen betrachtet. Besonderes Augenmerk liegt auf den aktuellen Entwicklungen in der Elektromobilität. Neben der Anzahl der Elektrofahrzeuge sowie dem Angebot der Ladeinfrastruktur werden als neue Indikatoren die Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge im ÖPNV sowie die regionale Verteilung der Wasserstoff- und Erdgastankstellen dargestellt.

Die hessische Landesregierung hat 2015 beschlossen und im Koalitionsvertrag von 2019 bekräftigt, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um mindestens 90 Prozent zu senken. Kapitel 9 stellt die bisherige Entwicklung der Treibhausgasemissionen differenziert nach Gasen und Quellgruppen dar und zeigt den Zielpfad anhand der vereinbarten Zwischenziele bis zum Jahr 2050 auf.

Kapitel 10 hat die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiewende zum Gegenstand. Dargestellt werden die Auswirkungen auf Energiekosten und Energiepreise, darunter auch internationale Rohstoffpreise und Preise für CO₂-Emissionen, die von der EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen, die Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Marktprämien und Flexibilitätsprämien, die Investitionen in erneuerbare Energien, die Beschäftigung im Energiesektor und die Förderung der Forschung im Energiebereich.

Kapitel 11 enthält eine Übersicht über die Maßnahmen der Hessischen Landesregierung im Rahmen der Umsetzung der Energiewende. Der Fokus liegt dabei auf aktuellen und noch laufenden Maßnahmen.

Kapitel 12 gibt einen kurzen Ausblick auf geplante Veränderungen in den Datengrundlagen für das hessische Energiemonitoring, wie die Einführung des Marktstammdatenregisters, die Novellierung des Energiestatistikgesetzes, den Aufbau eines Monitorings zur Evaluation von Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) sowie die integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne der EU-Mitgliedsstaaten.

Der Bericht wird durch Praxisbeispiele hessischer Projekte veranschaulicht. Die Beispiele sind in blau eingefärbten Kästen in den jeweiligen thematischen Kapiteln dargestellt.

Die Hessen Agentur hat nunmehr den fünften Monitoringbericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) erarbeitet. Die Bearbeitung erfolgt in enger Abstimmung mit dem zuständigen Fachreferat Energiemonitoring im HMWEVW und dem Referat Energiewirtschaft im Hessischen Statistischen Landesamt (HSL).

An dieser Stelle sei auch den Mitgliedern der das hessische Energiemonitoring begleitenden Arbeitsgruppe für den fachlichen Input und die jederzeit konstruktiv geführten Diskussionen vielmals gedankt.

Redaktionsschluss für die in diesem Bericht verarbeiteten Daten ist der 31. Juli 2019.

2

Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings



2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings

Die im Hessischen Energiegipfel im Jahr 2011 und in den Folgesitzungen 2012 und 2015 getroffenen Vereinbarungen mit dem Ziel einer möglichst einhundertprozentigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien in den Bereichen Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 wurden im Hessischen Energiegesetz (HEG) als Ziele der hessischen Energiepolitik festgeschrieben und im Koalitionsvertrag zwischen CDU Hessen und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN Hessen für die laufende, 20. Legislaturperiode bekräftigt (HEG 2012, Hessische Landesregierung 2018).² Sie bilden zusammen mit den im „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2015“ beschlossenen und im Koalitionsvertrag und mit Kabinettsbeschluss vom 09.04.2019 ergänzten Treibhausgaszielen den Rahmen für das Energiemonitoring (HMUKLV 2017, Hessische Landesregierung 2018).

Im Folgenden sind die Ziele der hessischen Energiewende im Überblick dargestellt:

Ziele der Energiewende in Hessen

- Deckung des Endenergieverbrauchs von Strom und Wärme möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050 (HEG 2012)
- Zwischenziel: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2019 auf 25 Prozent (Hessische Landesregierung 2013)
- Festlegung von Windvorranggebieten in einer Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche in den Regionalplänen (HMWEVL 2018a)
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung von Energieeinsparung (HMWEVW 2019)
- Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 Prozent (HEG 2012, Hessische Landesregierung 2018)
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit – so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig (HMWEVW 2019)
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft (HMWEVW 2019)

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent (Energiegipfel 2015 und HMUKLV 2017)
- Zwischenziele: Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2020 um 30 Prozent, bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent und bis zum Jahr 2030 um 55 Prozent gegenüber 1990 (HMUKLV 2017 und Hessische Landesregierung 2018, Kabinettsbeschluss vom 09.04.2019)

Im Hessischen Energiegesetz wurde auch das Monitoring der hessischen Energiewende festgeschrieben (HEG 2012, § 11). Ziel ist die Erfassung und Fortschreibung der Nutzung erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich sowie die Darstellung und Fortschreibung der Potenziale für erneuerbare Energien. In das Monitoring sind möglichst alle Ziele und Schwerpunkte des Gesetzes einzubeziehen. Aufgabe des Energiemonitorings ist es also, auf Basis von Daten und Fakten die Fortschritte in der Umsetzung der Energiewende in Hessen zu dokumentieren.

Zur Messung der Fortschritte der Energiewende wurde ein Indikatorensystem aufgebaut, das gegliedert nach den Handlungsfeldern der Energiepolitik eine Vielzahl an unterschiedlichen Kenngrößen umfasst. Abbildung 3 stellt das Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings dar.

Wesentliche Grundlagen des Indikatorensystems bilden die hessische Energiestatistik und Daten der Bundesnetzagentur sowie weiterer Institutionen und Verbände, wie der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW), der Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen / Rheinland-Pfalz e. V. (LDEW), der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW), das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), das Bundesamt für Güterverkehr (BAG), die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Hessen (LIV).

² Das Hessische Energiegesetz wurde nach Art. 12 des Elften Gesetzes zur Verlängerung der Geltungsdauer und Änderung von Rechtsvorschriften vom 5.10.2017 bis 2022 verlängert (Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen 2017).

Um darüber hinaus aktuelle und auf Hessen bezogene Informationen zu ermitteln, werden zudem spezifische Analysen und Schätzungen durchgeführt. So sind Schätzungen des Primär- und Endenergieverbrauchs am aktuellen Rand erforderlich, da die für die amtliche Bilanzierung benötigten Daten nicht früher vorliegen.

zungen des Primär- und Endenergieverbrauchs am aktuellen Rand erforderlich, da die für die amtliche Bilanzierung benötigten Daten nicht früher vorliegen.

Abbildung 3: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings

Energieverbrauch und Energieeffizienz	- Primärenergieverbrauch nach Energieträgern - Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren - Brutto- und Nettostromverbrauch - Bruttostromerzeugung nach Energieträgern - Primär- und Endenergieproduktivität der Gesamtwirtschaft - Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft - Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes und nach Industriebranchen
Erneuerbare Energien	- Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch nach Energieträgern - Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe - Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch - Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern - Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern
Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energien	- Anlagen und installierte elektrische Leistung - Bau, Planung und Stilllegungen von Anlagen - Bestand, installierte Leistung und erzeugte Strommengen EEG-geförderter Anlagen nach Energieträgern in Hessen, den Landkreisen, kreisfreien Städten und Gemeinden - Anzahl der Solarstromspeicher - Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen, Hessen und Landkreise
Wärme / Gebäude	- Endenergieverbrauch für Wärme - Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch - Altersstruktur der Gas- und Ölfeuerungsanlagen - Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen - Brennholzverbrauch der privaten Haushalte - Förderung von Gebäudemodernisierung - MAP-geförderte erneuerbare Energieanlagen
Netzausbau und Versorgungssicherheit	- Stromkreislänge Übertragungs- und Verteilnetz - Netzausbau: Bundesbedarfsplan- und EnLAG-Projekte - Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen beim Netzausbau - Versorgungssicherheit im Stromnetz: SAIDI, Redispatchmaßnahmen, Netzreservekraftwerke, Einspeisemanagement, Anpassungsmaßnahmen - Netzinvestitionen - Gasverteilnetz: Netzlänge, SAIDI, Untertage-Gasspeicher - Fernwärmenetz: Trassenlänge und Leistung
Verkehr und Elektromobilität	- Endenergieverbrauch im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern und Energieträgern - Spezifischer Endenergieverbrauch im Straßenverkehr - PKW nach Antriebsarten - Bestand an Elektrofahrzeugen - Ladestationen für Elektrofahrzeuge - Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen - Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge im ÖPNV - Wasserstoff- und Erdgastankstellen
Treibhausgasemissionen	- Treibhausgasemissionen nach Gasen und Quellgruppen - Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren - Treibhausgasintensität: Treibhausgasemissionen bezogen auf Bevölkerung und BIP

Fortsetzung Abbildung 3: 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 - Auszahlungen aus EEG-Vergütungen und Marktprämien - Großhandelsstrompreise - Preise energetischer Rohstoffeinfuhren - CO₂-Preise
Investitionen und Beschäftigte	- Investitionen in erneuerbare Energieerzeugungsanlagen - Investitionen hessischer Betriebe zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien - Beschäftigte in der Energiewirtschaft
Forschung und Entwicklung	- Förderung der Energieforschung - Patente im Bereich erneuerbarer Energien

Quelle: Hessen Agentur.

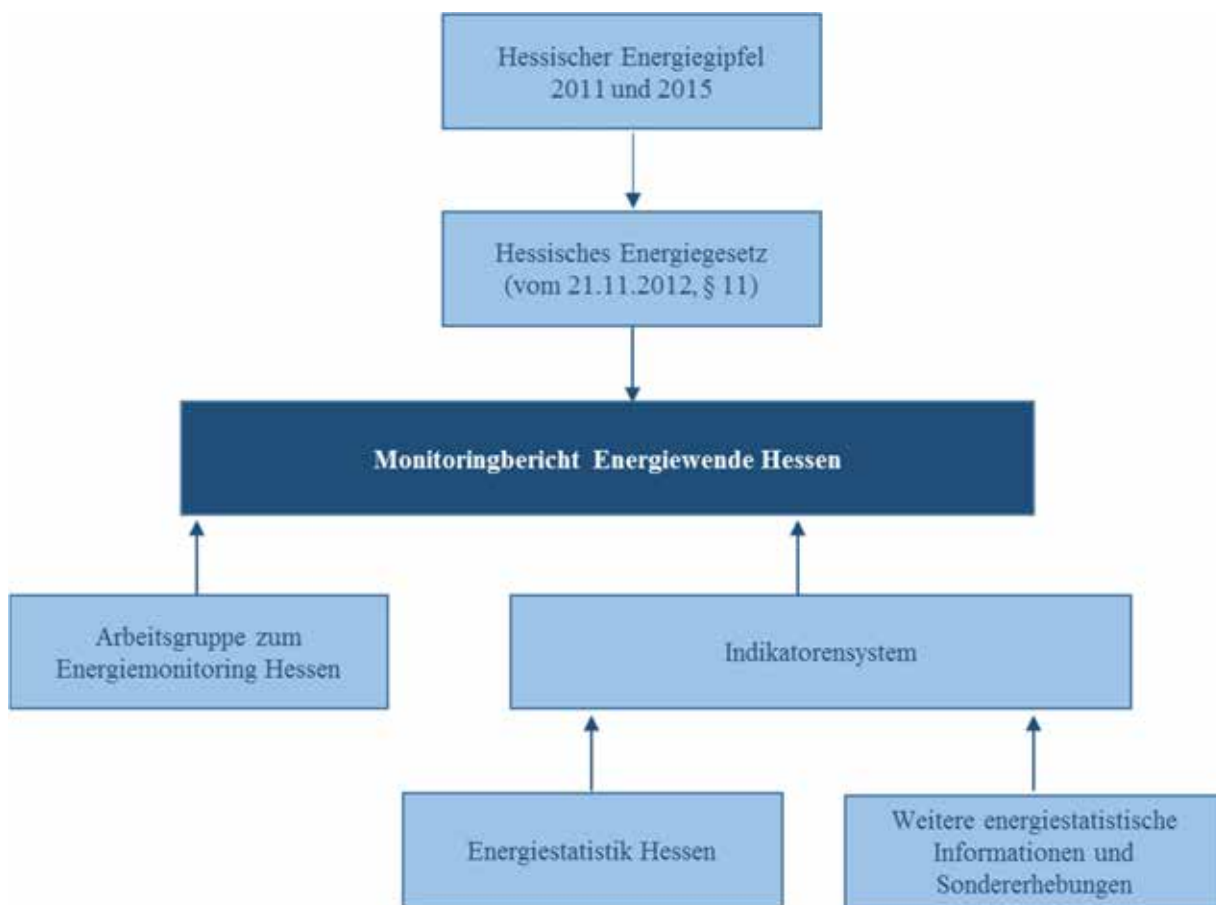
Sofern die Datenlage es erlaubt, werden im vorliegenden Monitoringbericht 2019 die Indikatoren für den Zeitraum von 2000 bis 2018 grafisch oder tabellarisch aufbereitet. Zum Teil werden bereits Daten für das Jahr 2019 berücksichtigt (z. B. Anlagen der erneuerbaren Energien, Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, Gas- und Wasserstofftankstellen, Netzausbau). Bei den Treibhausgasemissionen wird auch das Bezugsjahr 1990 berücksichtigt.

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 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)

Abschließend sind im folgenden Schaubild die Verankerung des Hessischen Energiemonitorings und die Grundlagen der Berichterstattung nochmals schematisch und überblicksartig dargestellt.

Abbildung 4: Basis und Datengrundlagen des hessischen Energiemonitorings

Quelle: Zusammenstellung der Hessen Agentur.

Energieverbrauch und Energieeffizienz



3 Energieverbrauch und Energieeffizienz

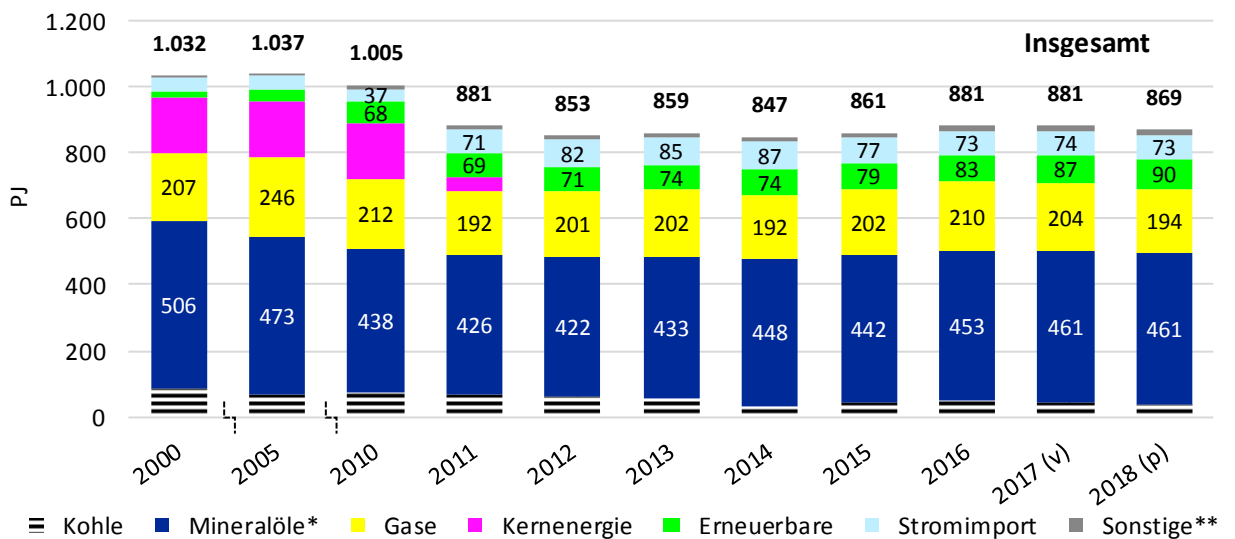
Gemessen am Bruttoinlandsprodukt ist die hessische Wirtschaft im Jahr 2018 real um 2,2 Prozent gewachsen. Dies ist nach den bisher vorliegenden Berechnungen des Arbeitskreises „VGR der Länder“ das höchste Wirtschaftswachstum aller Flächenländer. Nur die Stadt Berlin (+3,1 %) erzielte einen höheren Wert. Das Wirtschaftswachstum für Deutschland insgesamt lag bei 1,4 Prozent.³ Noch dynamischer verlief die Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe mit einem Zuwachs der realen Bruttowertschöpfung in Höhe von 2,7 Prozent (Deutschland 1,0 %). Aufgrund von Zuwanderungsgewinnen hat sich die durchschnittliche Einwohnerzahl in Hessen weiter leicht auf rund 6,25 Mio. im Jahr 2018 erhöht. Da nach Schätzungen des Leipziger Instituts für Energie GmbH (IE-Leipzig) sowohl der Primär- als auch der Endenergieverbrauch in Hessen im Jahr 2018 deutlich niedriger als im Vorjahr gewesen sein dürften, zeichnet sich abermals eine spürbare Verbesserung bei den Energieeffizienzindikatoren und den Pro-Kopf-Energieverbräuchen ab.

3.1 Primärenergieverbrauch

Das IE-Leipzig schätzt für Hessen einen Primärenergieverbrauch (PEV) im Jahr 2018 in Höhe von 869 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 5). Das sind 12,8 PJ bzw. 1,4 Prozent weniger als im Vorjahr. Damit sinkt der PEV erstmals seit 2014 wieder. Der wesentliche Grund für diesen Rückgang ist die milde Witterung im letzten Jahr. Daneben trugen zum kleinen Teil auch Effizienzsteigerungen bei.

Im Jahr 2011 wurde das Kernkraftwerk Biblis vom Netz genommen, was sich in einem deutlichen Rückgang des PEV niederschlug.⁴ Seither bewegt sich der PEV mit geringen, überwiegend witterungsbedingten Schwankungen um Werte zwischen 847 PJ im ebenfalls sehr milden Jahr 2014 und 881 PJ in den Jahren 2011, 2016 und 2017.

Abbildung 5: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

³ Siehe dazu Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (VGRdL 2019).

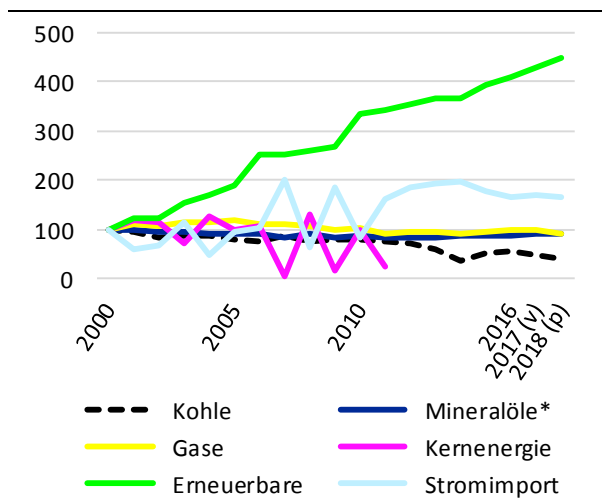
⁴ Gemäß internationaler Vereinbarung hat die Energieerzeugung aus Kernenergie einen Wirkungsgrad von 33 Prozent, wohingegen für erneuerbare Energien und für Stromimporte Wirkungsgrade von 100 Prozent angenommen werden. Wird Kernenergie durch Energieträger mit höheren Wirkungsgraden substituiert, reduziert sich der Primärenergieverbrauch entsprechend. Berechnungen des HSL zeigen, dass sich bei einer Substitution der Kernkraft durch erneuerbare Energien und Stromimporte eine Reduzierung des Primärenergieeinsatzes ergibt (HSL 2014, S. 176).

Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Differenziert nach Energieträgern hat sich nur der Einsatz erneuerbarer Energien nennenswert erhöht. Erneuerbare Energien haben 90,4 PJ zum hessischen PEV im Jahr 2018 beigetragen. Gegenüber dem Vorjahr beziffert sich deren Zuwachs auf 3,8 PJ bzw. 4,4 Prozent. Der Beitrag erneuerbarer Energien zum PEV beläuft sich damit auf 10,4 Prozent. Ein leichtes Plus von 0,3 PJ bzw. 2,5 Prozent verzeichnete ansonsten nur die Gruppe Sonstige. Darunter fallen z. B. hergestellte Gase und fossile Abfälle. Der Verbrauch aller anderen Energieträger blieb unverändert (Mineralöle) oder ging zurück. Vor allem witterungsbedingt hat sich der Einsatz von Gasen um 10,3 PJ bzw. 5 Prozent und von Kohle um 5,1 PJ bzw. 12,1 Prozent verringert. Zudem ging der Stromimport um 1,5 PJ bzw. 2,1 Prozent leicht zurück.

Die Zusammensetzung der Energieträger wird von Mineralölen dominiert, die einen Anteil von 53 Prozent ausmachen. Gase folgen mit 22 Prozent auf dem zweiten und erneuerbare Energien mit gut 10 Prozent auf dem dritten Rang. Die hohe Bedeutung der Mineralöle ist auf den Flughafen Frankfurt und das dort getankte Kerosin zurückzuführen, das in der Energiebilanz des Landes Hessen vollständig nach dem Standortprinzip erfasst wird (Umweltbundesamt 2001, S. 18).

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



* einschl. Flüssiggas.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019;
2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Aus Abbildung 6 wird ersichtlich, dass sowohl der Kohleverbrauch als auch die Stromimporte aktuell rückläufig sind. Der Beitrag erneuerbarer Energien zum PEV ist dagegen gestiegen. Langfristig hat sich der Verbrauch an erneuerbaren Energien seit dem Jahr 2000 annähernd

verfünffacht. Während sich demgegenüber der Einsatz von Kohle mehr als halbiert hat, ist der Verbrauch an Gasen und Mineralölen nur relativ gering um jeweils weniger als 10 Prozent zurückgegangen.

3.2 Endenergieverbrauch

Endenergieverbrauch (EEV) bezeichnet die Energie, die von Endverbrauchern in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, private Haushalte und im Verkehr verbraucht wird. Die Differenz zum PEV ergibt sich aus den Umwandlungs- und Übertragungsverlusten, die nicht zum EEV gerechnet werden. Im Jahr 2018 wurden nach erster Schätzung insgesamt 800,5 PJ an Energie von den Endabnehmern in Hessen verbraucht. Der EEV liegt damit um 11,0 PJ bzw. 1,4 Prozent niedriger als im Vorjahr, womit der EEV erstmals seit 2014 wieder gesunken ist.

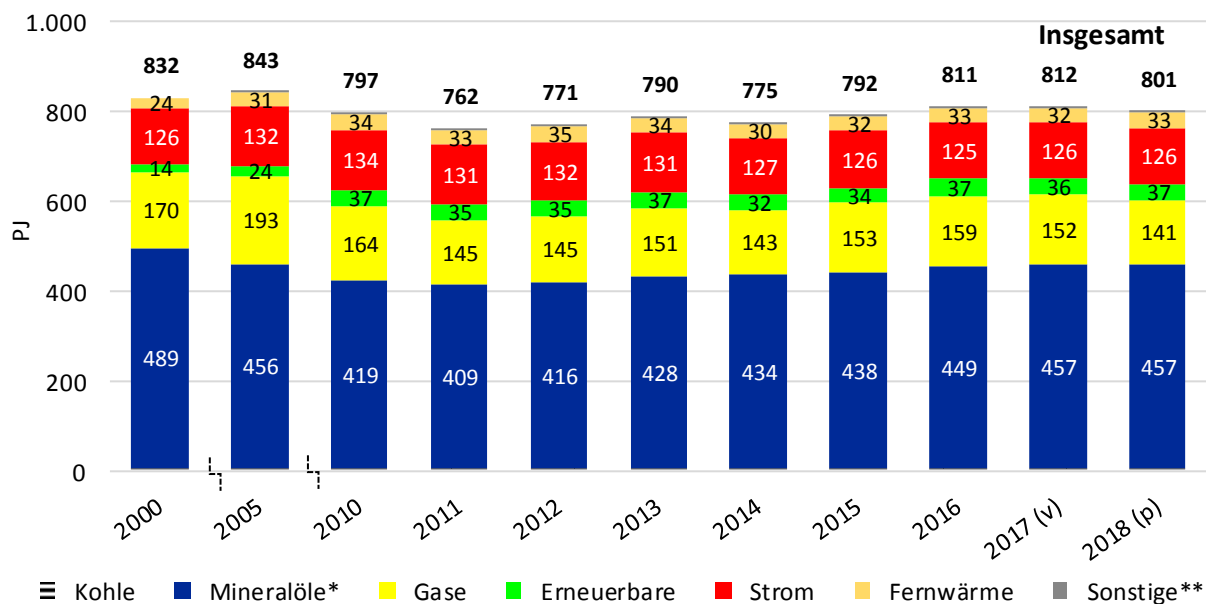
Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Die Hauptursache für den gesunkenen EEV im Jahr 2018 ist die milde Witterung und der damit einhergehende niedrigere Energieverbrauch für die Beheizung von Gebäuden. Entsprechend stark ist der Rückgang bei Gasen gegenüber dem Vorjahr um 11,4 PJ bzw. 7,5 Prozent (siehe Abbildung 7). Da sich der Einsatz von Mineralölen nicht verringert hat, kam es offensichtlich zu Umschichtungen beim Einsatz von Mineralölen. Dem Rückgang von Mineralölen für Heizzwecke steht ein steigender Verbrauch von Mineralölen im Verkehrssektor gegenüber.

Der Einsatz von erneuerbaren Energien lag 2018 bei 36,8 PJ und hat sich damit um 0,5 PJ bzw. 1,4 Prozent erhöht. 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.

Der Rückgang bei den Gasen hat kaum Auswirkungen auf die Anteile der Energieträger am EEV. So sank der Anteilswert von Gasen von 18,7 Prozent im Jahr 2017 auf 17,6 Prozent im Jahr 2018. Demgegenüber hat sich der Anteilswert von Mineralölen von 56,3 Prozent auf 57,1 Prozent erhöht. Die Werte aller anderen Energieträger blieben nahezu unverändert, wobei auf Strom 15,7 Prozent, auf erneuerbare Energien 4,6 Prozent, auf Fernwärme 4,1 Prozent, auf Kohle 0,7 Prozent und auf Sonstige 0,3 Prozent des gesamten EEV entfallen.

Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Endenergieverbrauch nach Sektoren

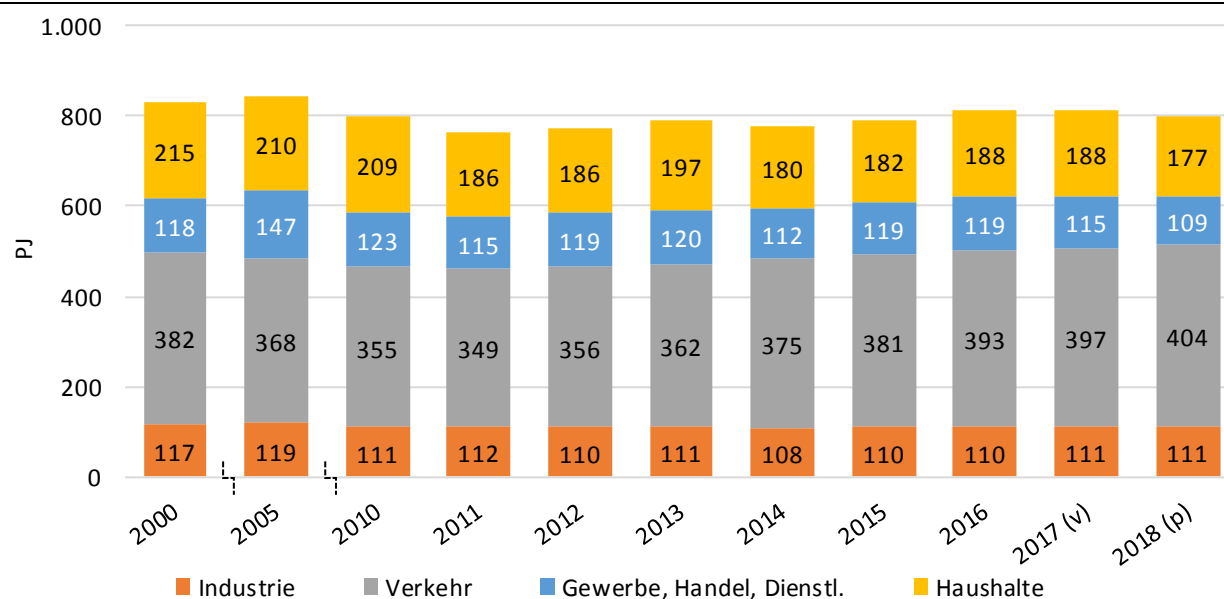
Mit Ausnahme des Verkehrssektors war der EEV im Jahr 2018 in allen Verbrauchssektoren rückläufig (siehe Abbildung 8). Für Verkehrsleistungen wurden im Jahr 2018 in Hessen 404 PJ verbraucht, das sind 6,4 PJ bzw. 1,6 Prozent mehr als im Vorjahr. Dem stehen Abnahmen in Höhe von 11,5 PJ bzw. 6,1 Prozent bei den privaten Haushalten, von 5,6 PJ bzw. 4,9 Prozent im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) und von 0,4 PJ bzw. 0,3 Prozent in der Industrie⁵ gegenüber.

Der aktuell starke Rückgang in den Sektoren private Haushalte und GHD wird auf die milde Witterung zurückzuführen sein, wie auch der Blick auf die letzten fünf Jahre nahelegt.

Auch bei langfristiger Betrachtung seit dem Jahr 2000 ist der EEV in allen Sektoren bis auf den Verkehr gesunken. Am stärksten ist der Rückgang bei den privaten Haushalten, die im Jahr 2018 rund 38 PJ bzw. 17,7 Prozent weniger Energie verbraucht haben als 18 Jahre zuvor. Für den Sektor GHD und die Industrie lauten die entsprechenden Abnahmen 8,6 PJ bzw. 7,3 Prozent und 6,5 PJ bzw. 5,5 Prozent.

Im Verkehrssektor war zunächst auch eine rückläufige Entwicklung beim EEV bis zum Jahr 2011 festzustellen. Seitdem hat sich der EEV allerdings kontinuierlich erhöht. Dies ist insbesondere auf den steigenden EEV des Luftverkehrs (+24,6 %), aber auch auf den Anstieg des EEV des Straßenverkehrs (+8,4 %) zurückzuführen.

⁵ 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 2000-2018 (in PJ)

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

In den folgenden Abbildungen 9 bis 11 wird der Endenergieverbrauch differenziert nach Energieträgern für die Verbrauchssektoren Industrie, GHD und private Haushalte betrachtet. Für den Verkehrssektor erfolgt eine entsprechende Darstellung des EEV gesondert im Kapitel 8 „Verkehr und Elektromobilität“.

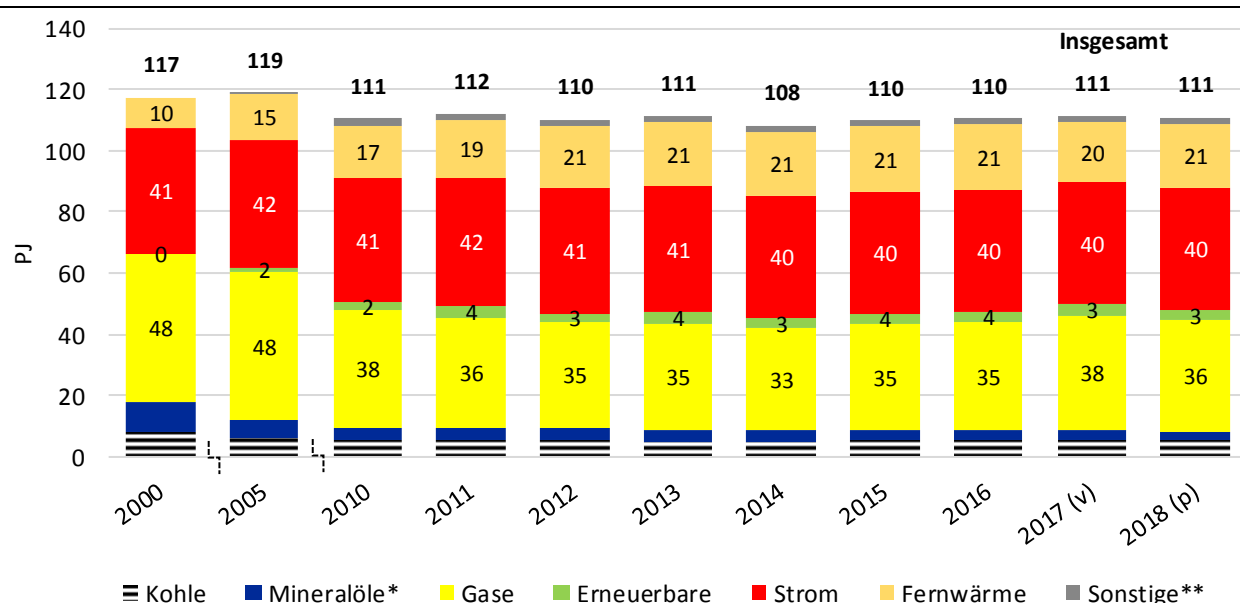
Trotz einer deutlich gestiegenen Wirtschaftsleistung zeichnet sich der Sektor Industrie seit dem Jahr 2010 durch einen nahezu konstanten EEV und eine hohe Strukturkonstanz bei den Energieträgern aus (siehe Abbildung 9). So lag der EEV in der Industrie im Jahr 2018 bei 111,0 PJ, 2017 bei 111,3 PJ und 2010 bei 110,5 PJ. Die relative Veränderung des EEV im Jahr 2018 beträgt -0,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Auch die Zusammensetzung nach Energieträgern hat sich dabei kaum verändert. Am aktuellen Rand hat der Verbrauch von Fernwärme im Jahr 2018 um 1,2 PJ bzw. 6,1 Prozent zugenommen und der von Gasen um 1,6 PJ bzw. 4,3 Prozent abgenommen. Der Stromverbrauch ist geringfügig um 0,5 Prozent gestiegen.

Anders als in der Industrie hat der EEV in den beiden Sektoren GHD (siehe Abbildung 10) und private Haushalte (siehe Abbildung 11) im Jahr 2018 im Vergleich zum Vorjahr deutlich abgenommen. Dies ging zudem einher mit Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger. Da der Hauptgrund für den gesunkenen Energieverbrauch in der milden Witterung im Jahr 2018

liegt, hat insbesondere der Einsatz von Gasen und Mineralölen abgenommen, die in beiden Sektoren überwiegend für Heizzwecke eingesetzt werden. Im Sektor GHD ging der Verbrauch von Gasen um 3,5 PJ bzw. 9,0 Prozent und der Verbrauch von Mineralölen um 1,6 PJ bzw. 6,2 Prozent zurück. Im Sektor private Haushalte beziffern sich die entsprechenden Werte für Gase auf 6,2 PJ bzw. 8,3 Prozent und für Mineralöle auf 4,5 PJ bzw. 9,9 Prozent. In beiden Sektoren hat sich der Einsatz erneuerbarer Energien geringfügig erhöht, alle anderen Energieträger entwickelten sich rückläufig.

Bei langfristiger Betrachtung seit dem Jahr 2000 ist sowohl im Sektor GHD als auch bei den privaten Haushalten der Verbrauch von Mineralölen zurückgegangen. Private Haushalte haben zudem den Einsatz von Gasen verringert und im Gegenzug ist eine signifikante Zunahme von erneuerbaren Energien durch die Zunahme von Holz- oder Pelletöfen zu verzeichnen. Der Anteilswert erneuerbarer Energien am gesamten EEV der privaten Haushalte beläuft sich auf 13 Prozent. Demgegenüber leisteten erneuerbare Energien im Sektor GHD einen Beitrag von nur knapp 1 Prozent zum EEV. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den Energiebilanzen der Länder abweichend vom Bund beim Sektor GHD kein Brennholzverbrauch zugeschätzt wird. Zu beachten ist zudem, dass die zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht in der Position „Erneuerbare“ ausgewiesen werden können.

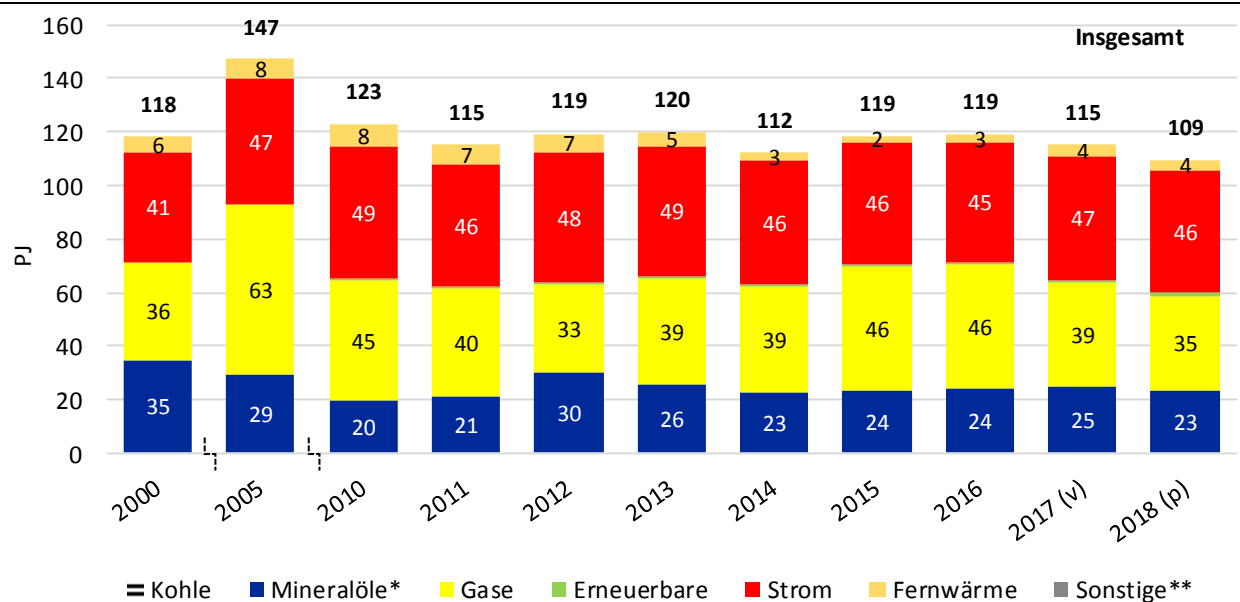
Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2018
(in PJ)



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

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

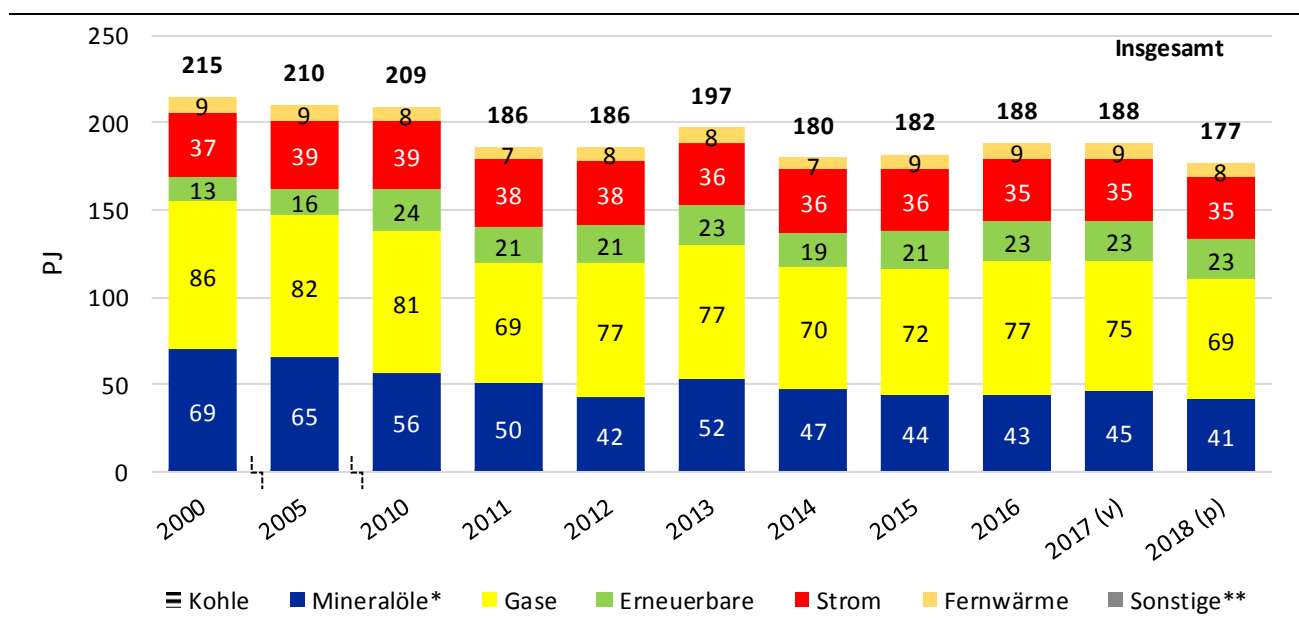
Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2018
(in PJ)



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

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung

In Hessen wurden im Jahr 2018 insgesamt 16,5 Terawattstunden (TWh) an Bruttostrom erzeugt und 36,7 TWh an Bruttostrom verbraucht (Abbildung 12). Geschlossen wird die Differenz zwischen beiden Größen durch den Stromaustauschsaldo, der sich für das Jahr 2018 auf insgesamt 20,2 TWh bezieht. Stromerzeugung, Stromverbrauch und Stromaustauschsaldo sind dabei im Vergleich zum Vorjahr jeweils um gut 2 Prozent gesunken.

Hessen hat im Jahr 2018 rund 55 Prozent seines Bruttostromverbrauchs aus anderen Bundesländern bzw. aus dem Ausland bezogen, womit die Einbindung in das deutsche und europäische Fernübertragungsnetz für die Versorgungssicherheit des Landes von elementarer Bedeutung ist (siehe dazu Kapitel 7).

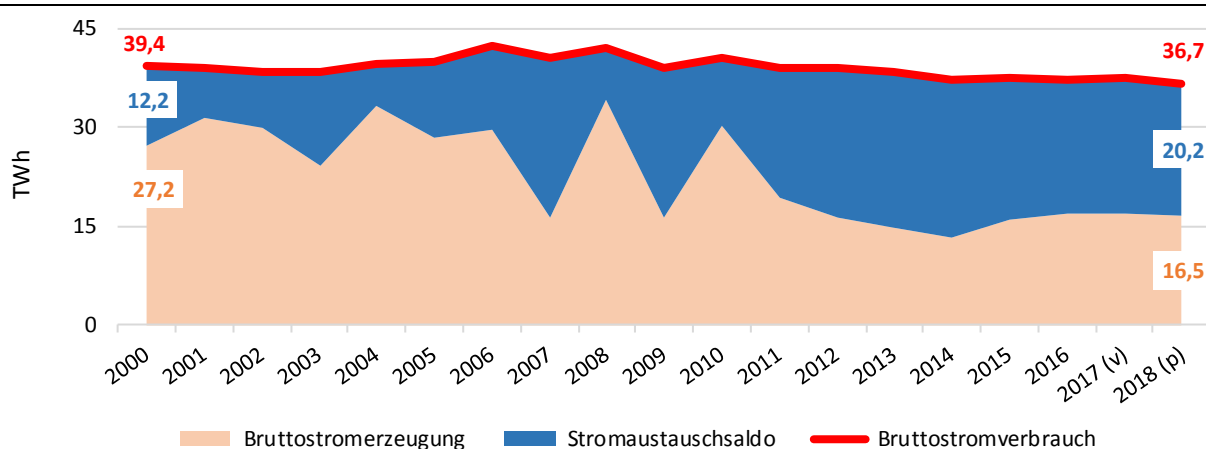
Während der Bruttostromverbrauch über den gesamten Zeitraum seit 2000 einen relativ stabilen, tendenziell leicht rückläufigen Verlauf aufweist, ist die Stromerzeugung durch deutliche Auf- und Abwärtsbewegungen geprägt. Ursächlich hierfür sind Produktionsschwankungen der großen hessischen Kraftwerke. So bilden 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 Wiederaufstart im Jahr 2015.

Brutto- und Nettostromverbrauch

In Abbildung 13 ist der Nettostromverbrauch differenziert nach den Endverbrauchssektoren und der Bruttostromverbrauch dargestellt. Die Differenz zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch setzt sich aus dem Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Stromerzeugung sowie den Übertragungs- und Verteilungsverlusten auf dem Weg zum Endverbraucher zusammen.

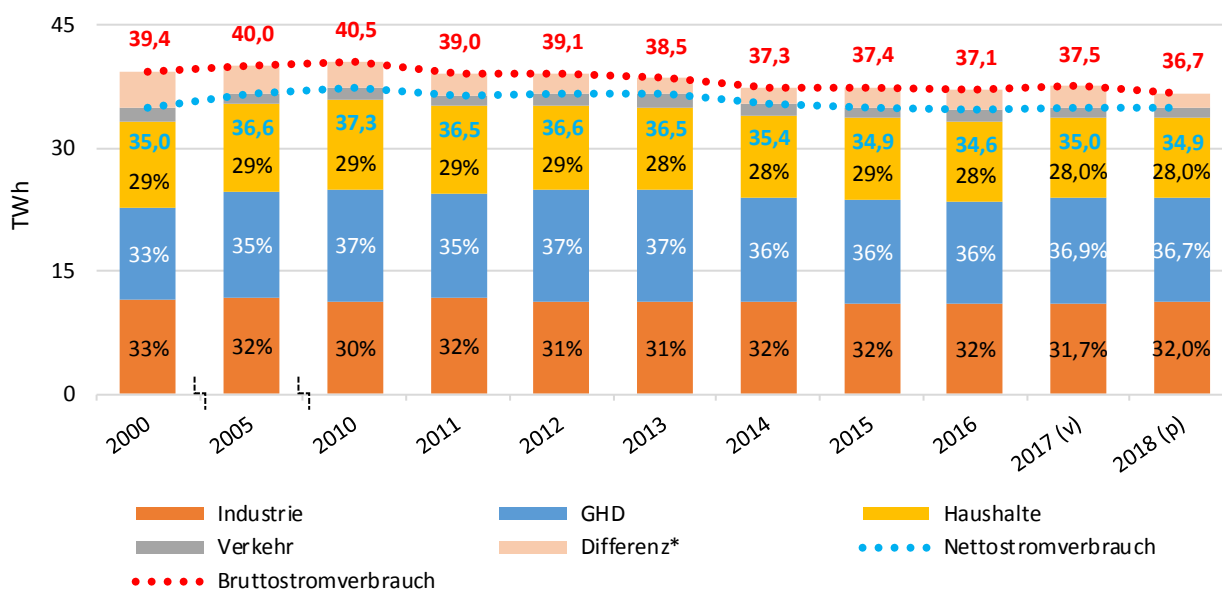
Der Nettostromverbrauch lag im Jahr 2018 mit 34,9 TWh geringfügig (-0,1 TWh) unter dem Vorjahreswert. Dass der Bruttostromverbrauch mit 0,8 TWh im Vergleich dazu etwas stärker zurückgegangen ist, kann vor allem auf die rückläufige Stromerzeugung in konventionellen Kraftwerken zurückgeführt werden. Dadurch ist deren Eigenverbrauch gesunken (siehe dazu Kapitel 6.1). Auf den Sektor GHD entfallen 36,7 Prozent des gesamten Nettostromverbrauchs, worin sich die hohe Bedeutung des Dienstleistungssektors für die hessische Wirtschaft zeigt. Zu nennen sind dabei auch die hohen Stromverbräuche der Rechenzentren, die zum GHD-Sektor zählen. Es folgen die Industrie mit 32,0 Prozent und private Haushalte mit 28,0 Prozent. Mit einem Anteilswert von 3,3 Prozent spielt der Verkehr nur eine untergeordnete Rolle für den Stromverbrauch in Hessen.

Abbildung 12: Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2018
(in TWh)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Abbildung 13: Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2018 (in TWh, Anteilswerte in %)



* Verbrauch im Umwandlungssektor / Eigenverbrauch und Übertragungsverluste.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

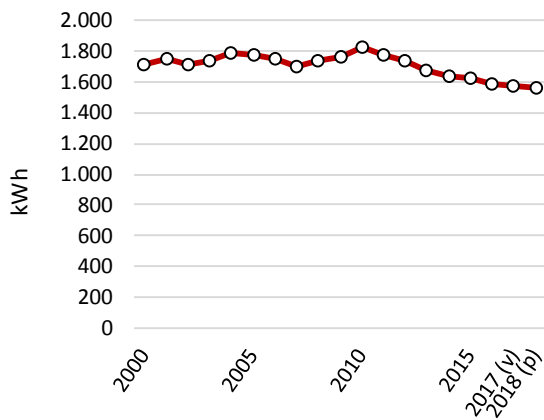
Stromverbrauch pro Einwohner

Im Jahr 2018 hatte jede Person in Hessen in privaten Haushalten im Schnitt einen Pro-Kopf-Stromverbrauch in Höhe von 1.564 kWh. Dies ist geringfügig (-7 kWh bzw. -0,5 %) weniger als im Jahr zuvor (siehe Abbildung 14).⁶

Damit hat sich der seit dem Jahr 2010 zu beobachtende deutliche Abwärtstrend abermals fortgesetzt. Das Jahr 2010 war allerdings ein Jahr mit einem relativ strengen Winter. Der Pro-Kopf-Stromverbrauch erreichte damals den Höchststand von 1.829 kWh.

6 Für die Pro-Kopf-Berechnungen wird für den Jahresdurchschnittswert 2018 eine geschätzte Bevölkerungszahl von 6.250.000 für Hessen zugrunde gelegt, der Nettostromverbrauch der privaten Haushalte beziffert sich auf 9,8 TWh.

Abbildung 14: Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2018 (in kWh)



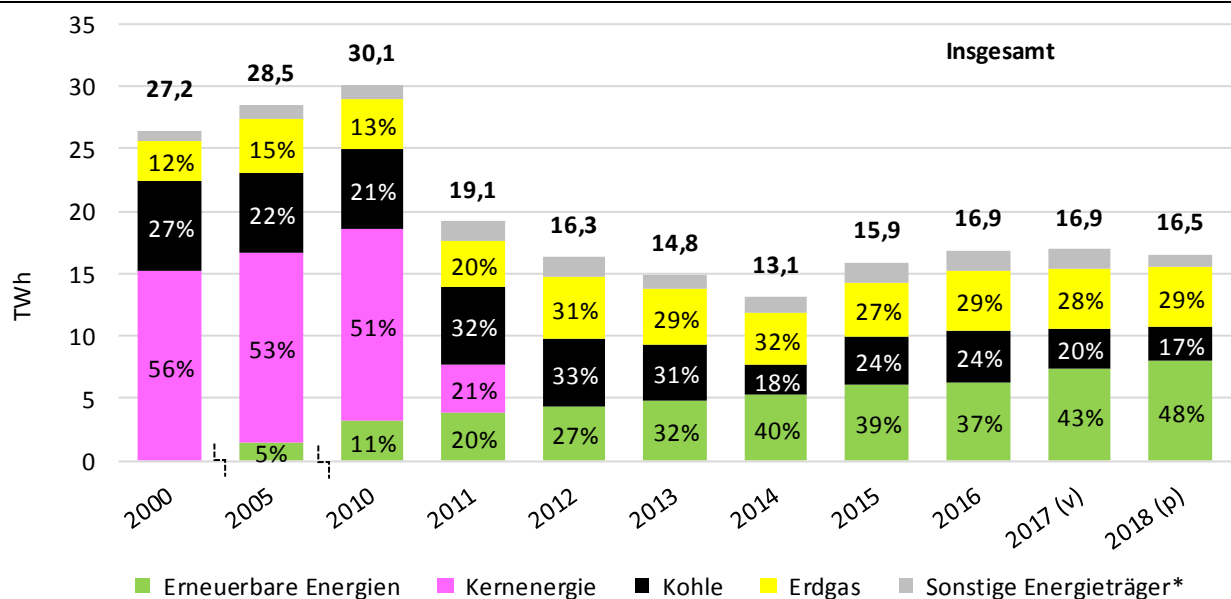
Quelle: IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

Im Jahr 2018 belief sich die Bruttostromerzeugung in Hessen auf insgesamt 16,5 TWh (siehe Abbildung 15). Dies sind 0,4 TWh bzw. 2,2 Prozent weniger als im Vorjahr. Rückläufig waren insbesondere der Einsatz von Kohle zur Stromerzeugung mit 0,6 TWh bzw. 17,5 Prozent und der sonstigen Energieträger mit 0,5 TWh bzw. 30,4 Prozent. Unter der Gruppe Sonstige Energieträger werden Mineralöle, nicht-biogene Abfälle und Pumpspeicherwerke zusammengefasst. Der Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung blieb mit 4,7 TWh nur geringfügig (-0,1 TWh) unter dem Vorjahreswert.

Demgegenüber hat sich der Einsatz erneuerbarer Energien um 0,7 TWh abermals deutlich erhöht und liegt mit 8,0 TWh um 9,2 Prozent über dem Vorjahresergebnis. Damit erfolgte fast die Hälfte (48 %) der Bruttostromerzeugung in Hessen durch erneuerbare Energien. Dies ist erstmals mehr als die Beiträge von Erdgas (29 %) und Kohle (17 %) zusammen.

Abbildung 15: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2018 (in TWh, Anteilswerte in %)



* Mineralöl, nicht-biogene Abfälle, Pumpspeicherwerke usw.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

In längerfristiger Betrachtung zeigen sich massive Veränderungen bei der Zusammensetzung der Energieträger. So wurde die Stromerzeugung in Hessen vor allem durch das Kernkraftwerk Biblis bis zu dessen Abschaltung im Jahr 2011 geprägt. Danach war bis zum Jahr 2014 ein rückläufiger Verlauf der Stromerzeugung zu verzeichnen.

Im Jahr 2014 führte ein länger anhaltender Betriebsausfall des Kohlekraftwerks Staudinger zum bisher niedrigsten Wert der Bruttostromerzeugung in Höhe von 13,1 TWh. Dies hatte zur Folge, dass rund zwei Drittel des hessischen Bruttostromverbrauchs durch Stromimporte aus anderen Bundesländern abgedeckt werden mussten. Seitdem hat sich die Stromproduktion in Hessen

bei Werten zwischen 16 und 17 TWh stabilisiert und der Stromaustauschsaldo bewegt sich entsprechend um den Wert von 55 Prozent.

3.4 Energieeffizienz

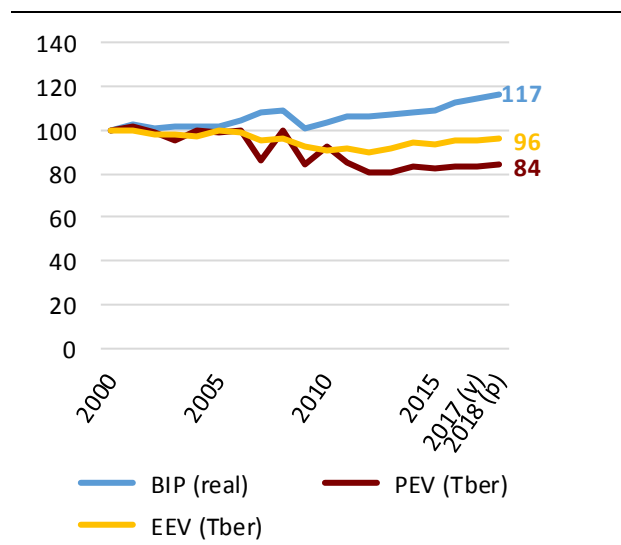
Energieeinsparungen sowie Steigerungen der Energieeffizienz sind wesentliche Handlungsfelder der Energiewende in Hessen. Zur Messung der Energieeffizienz können die in einer Volkswirtschaft insgesamt oder die nur in einem einzelnen Wirtschaftssektor erzeugten Güter und Dienstleistungen mit dem gesamtwirtschaftlichen bzw. dem sektoralen Energieverbrauch in Beziehung gesetzt werden.⁷ Je nach Betrachtungsweise wird dabei zwischen Energieproduktivität und Energieintensität unterschieden. Effizienzgewinne gehen dabei mit einer steigenden Energieproduktivität – mit einer Einheit Energie können mehr Güter und Dienstleistungen erstellt werden – oder mit einer sinkenden Energieintensität einher – für die Herstellung einer bestimmten Menge an Gütern und Dienstleistungen wird weniger Energie eingesetzt. Dabei kann der gesamte Energieeinsatz oder nur der Einsatz einzelner Energieträger, z. B. von Strom, betrachtet werden.

Beginnend mit dem Jahr 2000 sind in Abbildung 16 die Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs, des Endenergieverbrauchs und der hessischen Wirtschaftsleistung, gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP), dargestellt. Um witterungsbedingte Verzerrungen auszuschließen, wurde eine Temperaturbereinigung (Tber) vorgenommen. Ohne Temperaturbereinigung könnten in einem besonders milden Winter Effizienzsteigerungen auch ohne Energieeinsparungen suggeriert werden. Um die Zeitreihen miteinander vergleichen zu können, wurde zudem eine Indexdarstellung gewählt.

Das hessische Bruttoinlandsprodukt ist von 2000 bis 2018 preisbereinigt um 16,8 Prozent bzw. im Schnitt um 0,9 Prozent pro Jahr gestiegen. Diesem nahezu kontinuierlichen Anstieg des realen BIP (Ausnahme Weltwirtschaftskrise 2008/2009) stehen Rückgänge sowohl des gesamtwirtschaftlichen Primärenergie- als auch des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs gegenüber. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 ist der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2018 um 4,0 Prozent gesunken, der temperaturbereinigte Primärenergieverbrauch ist sogar um 15,9 Prozent zurückgegangen. Besonders ausgeprägt war der rückläufige Energieverbrauch in den Jahren zwischen 2005 und 2012. Die starken Schwankungen beim PEV sind auf die Produktionsunterbrechungen des Kernkraftwerks Biblis in den Jahren 2007 und 2009 und die endgültige Abschaltung

im Jahr 2011 zurückzuführen (siehe Fußnote 4 auf Seite 14). Die Entwicklung des PEV wird dabei stärker durch die Wirkungsgrade der Energieträger beeinflusst, als dies beim EEV der Fall ist.

Abbildung 16: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2018
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Nach dem Jahr 2012 stiegen EEV und PEV tendenziell wieder leicht an. Auch im Jahr 2018 erhöhten sich der temperaturbereinigte EEV gegenüber dem Vorjahr um 0,7 Prozent und der temperaturbereinigte PEV um 0,5 Prozent. Da die Wirtschaftsleistung mit real 2,2 Prozent gestiegen ist, hat sich die relative Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch aber im Jahr 2018 weiter fortgesetzt.

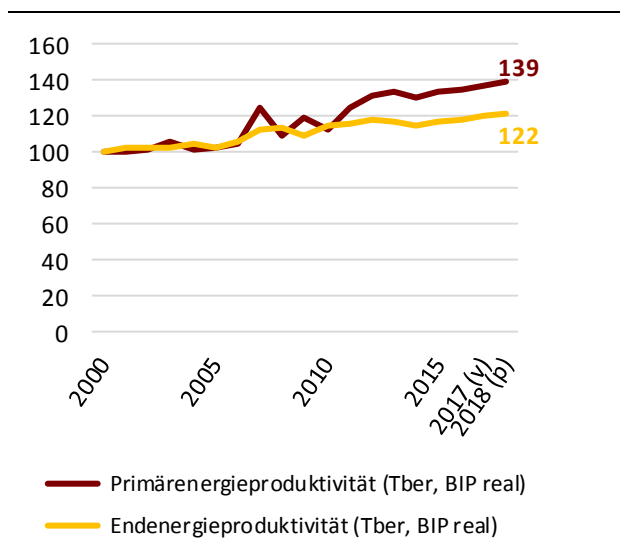
Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

Die gesamtwirtschaftliche Primär- und Endenergieproduktivität werden als Quotienten aus realem Bruttoinlandsprodukt und temperaturbereinigtem Primär- bzw. Endenergieverbrauch gebildet. Die Entwicklung dieser Größen seit dem Jahr 2000 ist in Abbildung 17 dargestellt. Demnach haben sich die Endenergieproduktivität um 22 Prozent und die Primärenergieproduktivität sogar um 39 Prozent erhöht. Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2018 ergibt sich daraus eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Endenergieproduktivität in

⁷ Zum sektoralen Energieverbrauch am Beispiel des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes siehe die Erläuterungen im Glossar.

Höhe von 1,1 Prozent und der Primärenergieproduktivität in Höhe von 1,8 Prozent. Der Anstieg der Endenergieproduktivität fiel im Jahr 2018 mit 1,5 Prozent höher als im langfristigen Mittel aus. Der entsprechende Zuwachs der Primärenergieproduktivität liegt mit 1,7 Prozent leicht unter dem langfristigen Mittelwert.

Abbildung 17: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2018 (Index 2000 = 100)



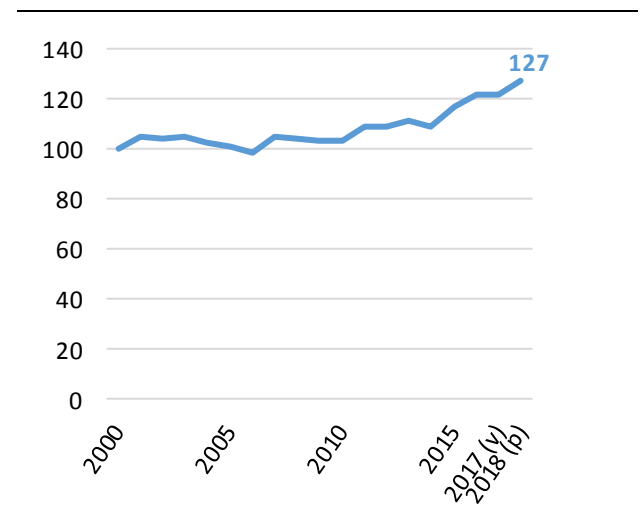
Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität wird als Quotient aus realem BIP und temperaturbereinigtem Bruttostromverbrauch errechnet. Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2018 ist die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität um insgesamt 27 Prozent bzw. 1,3 Prozent jährlich angestiegen.

Durch das hohe reale Wirtschaftswachstum und bei gleichzeitig leicht rückläufigem Bruttostromverbrauch ist die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität im Jahr 2018 um 4,1 Prozent und damit stärker als im langfristigen Mittel angestiegen (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2018 (Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Energie- und Stromintensität der Industrie

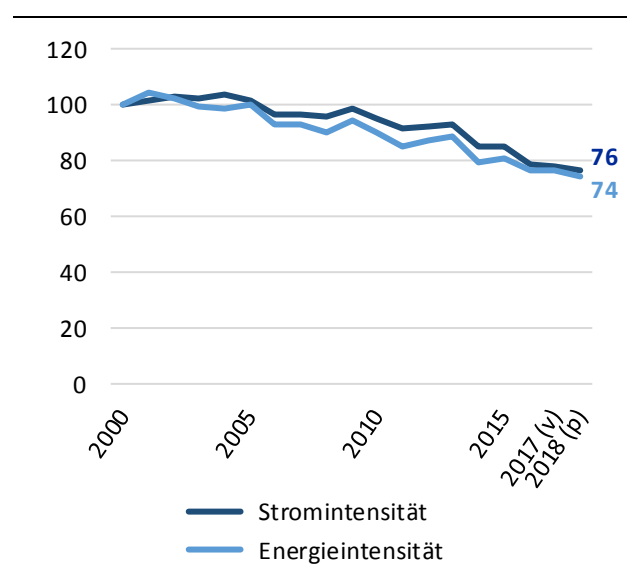
Nach Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder hat sich die reale Bruttowertschöpfung (BWS) des hessischen Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2018 um 2,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr erhöht. Dafür wurden im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt 0,3 Prozent weniger Endenergie und gleichzeitig 0,5 Prozent mehr Strom als im Vorjahr verbraucht (siehe hierzu auch Abbildung 19).

Die Indikatoren Energie- bzw. Stromintensität der Industrie werden als Quotienten aus Energieverbrauch und Bruttowertschöpfung bzw. Stromverbrauch und Bruttowertschöpfung berechnet. Sie geben an, wie viel Energie bzw. Strom aufgewendet werden muss, um eine Einheit wirtschaftliche Leistung zu erzeugen. Energie wird in der Industrie überwiegend im Produktionsprozess und nur zu geringen Teilen zu Heizzwecken eingesetzt. Daher wird auf eine Temperaturbereinigung bei der Berechnung der Energie- und Stromintensität verzichtet.

Im Jahr 2018 wurden je 1.000 Euro erzeugter Bruttowertschöpfung an Energie 655,5 kWh und davon 235,6 kWh an Strom verbraucht. Das ist ein deutlich niedrigerer Energie- (-3,0 %) bzw. Stromverbrauch (-2,1 %) je Einheit BWS als im Vorjahr.

In Abbildung 19 sind für den Zeitraum von 2000 bis 2018 die langfristigen Entwicklungen von Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen als Indexreihen dargestellt. Nachdem sich beide Zeitreihen zunächst zwischen 2000 und 2005 auf dem gleichen Niveau bewegten, setzte danach eine kontinuierliche bis an den Rand reichende Abwärtsbewegung ein. Zur Herstellung einer Einheit Güter müssen im Produktionsprozess etwa ein Viertel weniger Energie und Strom eingesetzt werden als vor 18 Jahren.

Abbildung 19: Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2018
(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Nach einzelnen Industriebranchen (Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) differenzierte Angaben zur Energie- und Stromintensität liegen aktuell für das Jahr 2016 vor.⁸ In Abbildung 20 ist der branchenspezifische Energie- und Stromverbrauch je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung sortiert nach dem Energieverbrauch dargestellt. Demnach weist die Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen mit 3.208 kWh Energie bzw. 737 kWh Strom je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung den mit Abstand höchsten spezifischen Energie- und Stromverbrauch aller Industriebranchen auf.

Mit einem Anteil von 3,1 Prozent an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung spielt diese Industriebranche allerdings nur eine vergleichsweise geringe Rolle. Die branchenspezifischen Anteilswerte stehen in den Klammern hinter den Branchenbezeichnungen.

Es folgt auf Rang zwei die chemische Industrie, die gemessen am Bruttowertschöpfungsanteil von 12,7 Prozent zu den bedeutendsten Industriebranchen in Hessen zählt. Der spezifische Energie- und Stromverbrauch der chemischen Industrie von fast 1.800 kWh bzw. 410 kWh je 1.000 Euro BWS liegt deutlich über dem Industriedurchschnitt von 702 kWh Energie- und 225 kWh Stromverbrauch. 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.

Die Energie- und Stromintensitäten der beiden größten Industriebranchen Fahrzeugbau und Herstellung pharmazeutischer Produkte, auf die zusammen fast ein Drittel der in Hessen erwirtschafteten BWS entfällt, liegen weit unterhalb des Industriedurchschnitts.

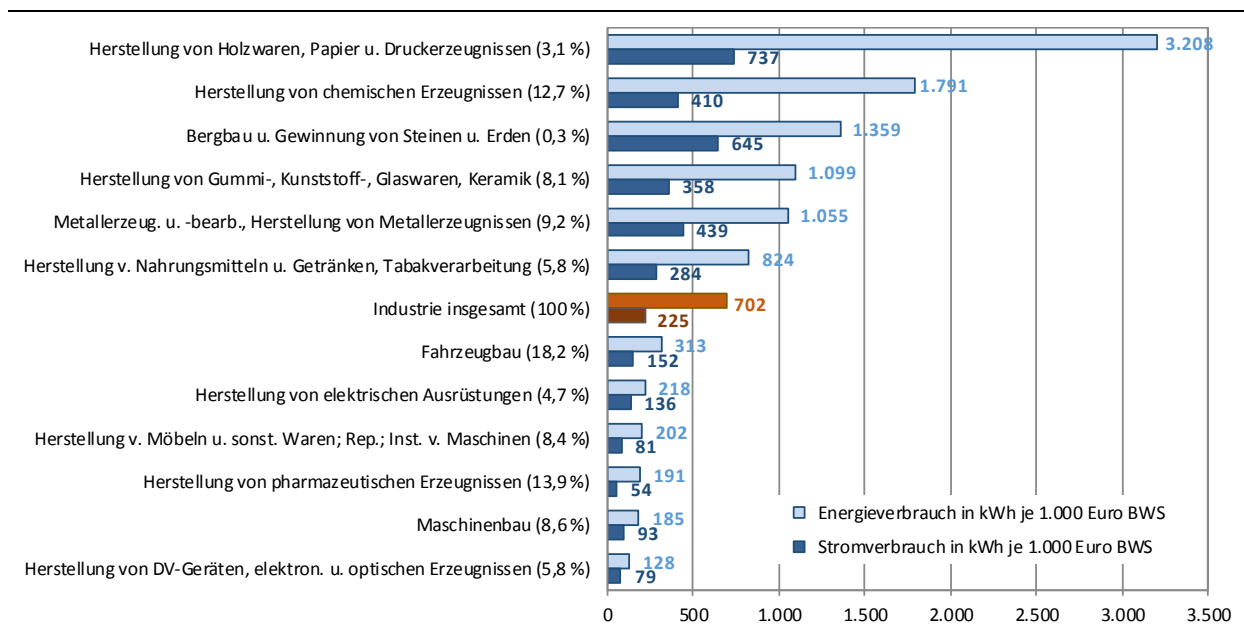
Prinzipiell ergibt sich bei Betrachtung der Stromintensitäten der hessischen Industriebranchen ein sehr ähnliches Bild wie bei der Energieintensität. Die Reihenfolge der Branchen ändert sich jedoch leicht. Zudem ist die Spannweite zwischen den Branchen nicht so stark ausgeprägt.

Im Vergleich zum Vorjahr sind nur wenige Veränderungen feststellbar.⁹ Im Industriedurchschnitt ist der Energie- und Stromverbrauch ausgehend von damals 762 kWh bzw. 244 kWh je 1.000 Euro BWS um 7,9 Prozent bzw. 7,8 Prozent gesunken. Die Reihenfolge der Branchen blieb nahezu unverändert. Nur die beiden Gruppen Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen und Herstellung von Möbeln und sonstigen Waren sowie Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen haben die Positionen getauscht.

⁸ Während Daten zur Bruttowertschöpfung für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt bis zum Jahr 2018 vorliegen, reichen die Angaben zur Bruttowertschöpfung für einzelne Industriebranchen momentan nur bis zum Jahr 2016.

⁹ Siehe dazu Monitoringbericht 2018, S. 24.

Abbildung 20: Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2016
(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 2019a, HSL 2019d, Berechnungen der Hessen Agentur.

CO₂-Minderungs- und Energieeffizienzprogramm Energetische Sanierung Polizeiautobahnstation Langenselbold

Im Rahmen des CO₂-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME) wurde die Gebäudehülle des Dienstgebäudes der Polizeiautobahnstation Langenselbold energetisch saniert und die technischen Anlagen erneuert. Unter Einsatz regenerativer Energien wurde mit der energetischen Sanierung der Neubaustandard nach EnEV 2009 erreicht und zudem um 52 % unterschritten. Auch in Bezug auf das seit 2016 verschärfte Niveau der EnEV 2014 ist eine deutliche Unterschreitung des Neubaustandards zu erwarten.

Die energetischen Maßnahmen beinhalten die Dämmung der obersten Geschossdecke, einschließlich der Erneuerung des Daches, die Erneuerung der Fenster- und Türelemente mit einer Dreifachverglasung sowie die Dämmung aller Fassadenflächen. Ein automatisch betriebener Sonnenschutz mit Lichtlenkfunktion sowie innerer Blendschutz verbessern die Energiebilanz.

Weitere Bestandteile des energetischen Gesamtkonzeptes sind eine neue Pelletanlage mit 45 kW, eine PV-Anlage für den Eigenverbrauch auf dem Dach des Nebengebäudes, Maßnahmen zur Lüftung und Kühlung sowie der Einsatz energiesparender LED-Beleuchtung.



Weitere Informationen finden Sie unter:

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

4

Erneuerbare Energien



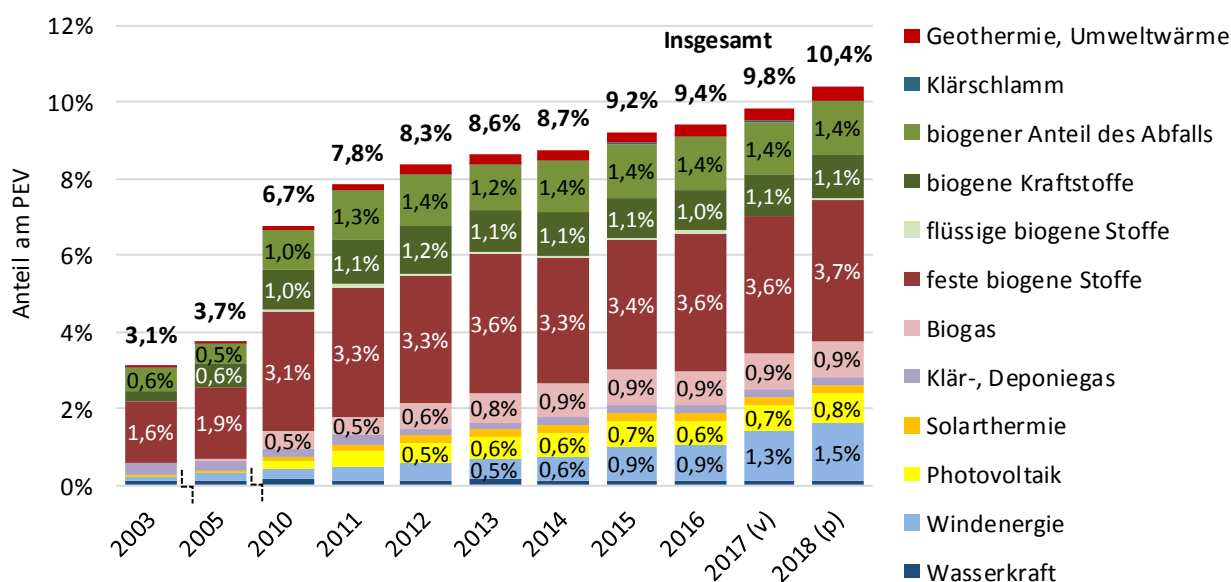
4 Erneuerbare Energien

Der Erfolg der Energiewende hängt neben der deutlichen Steigerung der Energieeffizienz wesentlich davon ab, wie schnell konventionelle Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung, aber auch für Mobilitätsdienstleistungen durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden können. Wie im Folgenden gezeigt wird, konnten hierbei bisher in Hessen die größten Fortschritte im Stromsektor erzielt werden. Mit steigendem Einsatz erneuerbarer Energien gewinnen sektorübergreifende Technologien wie zum Beispiel Wärmepumpen und Elektroautos an Bedeutung. Durch eine enge Kopplung von Stromanwendungen, Wärme und Mobilität können Schwankungen im Stromangebot (insbesondere von Windenergie und Sonnenenergie) durch den Stromeinsatz in anderen Sektoren ausgeglichen werden, z. B. für das Laden von Batterien von Elektroautos, für die Erzeugung von Brennstoffen oder für die Erzeugung von Wärme. Diese Nutzung kurzfristig anfallender Stromüberschüsse schlägt sich wiederum in einer Entlastung der Stromnetze bzw. einer Reduzierung notwendiger Netzeingriffe nieder (siehe Kapitel 7.3).¹⁰

4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch

Im Jahr 2018 haben erneuerbare Energien insgesamt 90,4 PJ und damit erstmals über zehn Prozent (10,4 %) zum gesamten Primärenergieverbrauch (PEV) in Hessen in Höhe von 869 PJ beigetragen (siehe Abbildung 21). Im Vergleich zum Vorjahr ist der Einsatz erneuerbarer Energien um 3,8 PJ bzw. 4,4 Prozent angestiegen. Bis auf die Wasserkraft, deren Beitrag sich aufgrund der geringen Niederschlagsmengen um 0,2 PJ bzw. 18,1 Prozent verringerte, haben alle anderen erneuerbaren Energieträger zu dieser positiven Entwicklung beigetragen. Am absolut stärksten waren die Zunahmen mit 1,5 PJ bei Windenergie und mit 1,0 PJ bei der Photovoltaik. Der Anteil der Windenergie am gesamten PEV erhöhte sich im Jahr 2018 auf 1,5 Prozent, der Anteil der Photovoltaik auf 0,8 Prozent.

Abbildung 21: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003*-2018 (in %)



* Die dargestellten Daten zu erneuerbaren Energien werden nach dem Energiestatistikgesetz vollständig erst ab dem Jahr 2003 erhoben.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

¹⁰ Siehe dazu auch die ausführlichen Erläuterungen zur Sektorkopplung im Monitoringbericht 2017 zur Energiewende in Hessen (HMWEVL 2017, S. 30f.).

Die absoluten Zuwächse aller übrigen erneuerbaren Energieträger fallen im Vergleich zur Windenergie und Photovoltaik deutlich geringer aus. Biogene Kraftstoffe stiegen um 0,4 PJ bzw. 4,6 Prozent, feste biogene Stoffe erhöhten sich um 0,3 PJ bzw. 1,1 Prozent, Umweltwärme und Geothermie stiegen ebenso wie Solarthermie und der biogene Anteil des Abfalls mit jeweils 0,2 PJ. Der Zuwachs aller übrigen erneuerbaren Energieträger beläuft sich zusammengekommen auf 0,1 PJ.

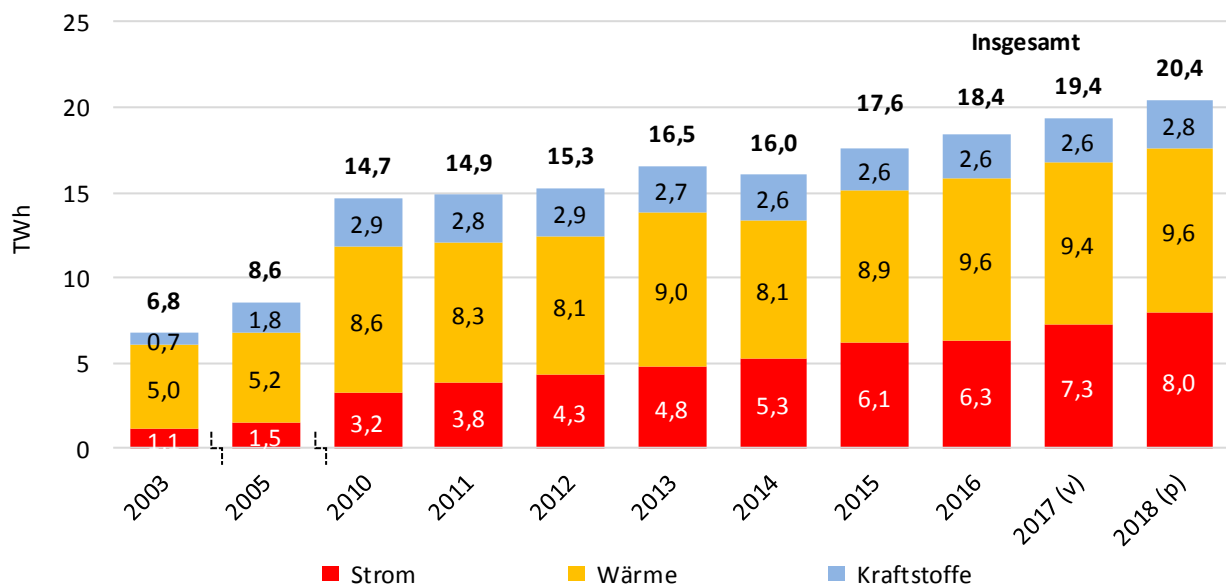
Auch im Jahr 2018 trugen feste biogene Stoffe mit einem Anteilswert von 3,7 Prozent am meisten zum PEV bei. Es folgte erstmals auf Rang 2 die Windenergie mit 1,5 Prozent, gefolgt vom biogenen Teil des Abfalls (1,4 %), von biogenen Kraftstoffen (1,1 %), Biogas (0,9 %) und Photovoltaik (0,8 %). Mit einem Anteilswert von zusammen knapp 1 Prozent leisteten die Energieträger Wasserkraft, Solarthermie, Klär- und Deponiegas, flüssige biogene Stoffe, Klärschlamm sowie Geothermie

und Umweltwärme nur einen relativ geringen Beitrag zum PEV in Hessen.

4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch

Im Jahr 2018 haben erneuerbare Energien erstmals über 20 Terawattstunden (20,4 TWh) zum EEV in Hessen beigetragen (siehe Abbildung 22). Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beläuft sich auf etwa 1,0 TWh bzw. 5,3 Prozent. Dieser wie auch in den Vorjahren hohe Zuwachs ist abermals auf die Entwicklung beim Strom zurückzuführen. Hier beziffert sich der Zuwachs auf 0,7 TWh bzw. 9,2 Prozent. Die Zuwächse bei Wärme aus erneuerbaren Energien und bei erneuerbaren Kraftstoffen fallen demgegenüber mit jeweils 0,2 TWh relativ gering aus.

Abbildung 22: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003*-2018 (in TWh)



* Die dargestellten Daten zu erneuerbaren Energien werden nach dem Energiestatistikgesetz vollständig erst ab dem Jahr 2003 erhoben.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

In Abbildung 23 wird die Entwicklung des EEV aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe jeweils als Indexreihe ab dem Jahr 2003 dargestellt. Dabei hat sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Ausgangsniveau im Jahr 2003 mehr als versiebenfacht.

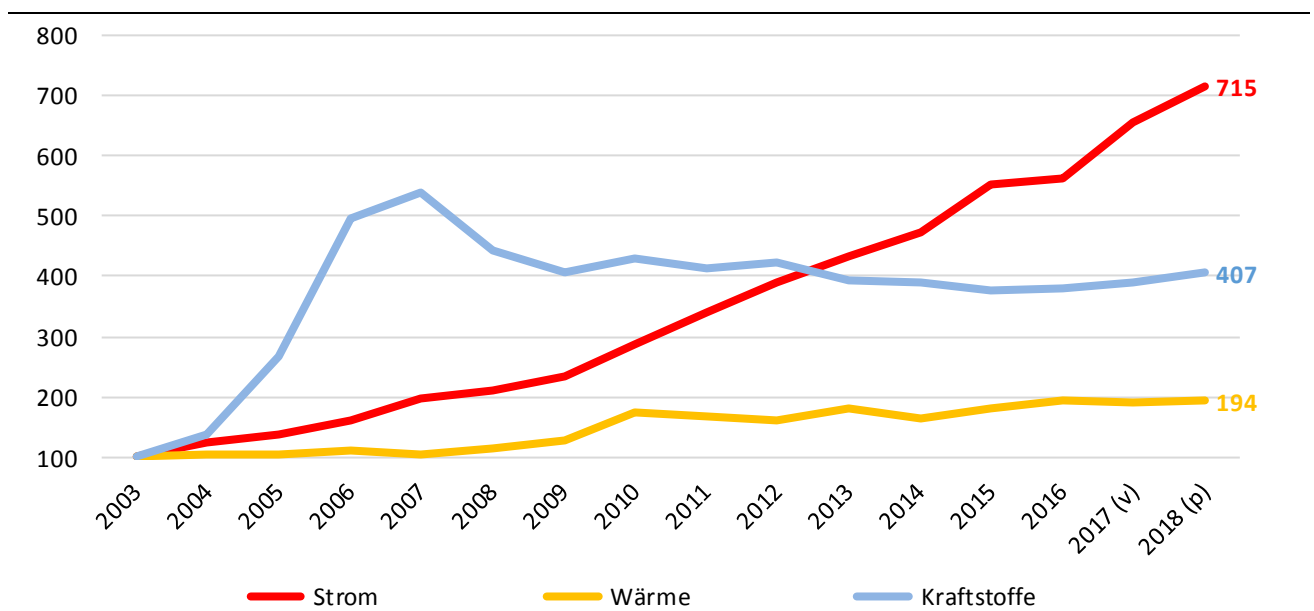
Es ist zudem der einzige Sektor, der über den gesamten Zeitraum von Jahr zu Jahr angestiegen ist.

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien erhöhte sich von 2003 bis zum Jahr 2008 zunächst kaum, stieg dann bis zum Jahr 2010 relativ stark an und ist seither mit

einer insgesamt geringen Dynamik tendenziell aufwärtsgerichtet. Der Indexwert für das Jahr 2018 hat sich mit einem Indexwert von 194 im Vergleich zum Ausgangsniveau jedoch fast verdoppelt. Zum Biokraftstoffverbrauch zählen heute neben Biodiesel die Anteile an Biokraftstoffen, die Benzin in Form von Bioethanol, einem aus Pflanzen gewonnenen Ethanol-Alkohol, beigemischt werden. Der starke Anstieg des Biokraftstoffverbrauchs

von 2003 bis 2007 auf einen Indexwert von über 500 geht einher mit Steuerbefreiungen, die für Biodiesel gewährt wurden. Mit der Rücknahme dieser Befreiung im Jahr 2007 fiel der Biokraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2009 auf einen Indexwert von etwa 400 zurück und bewegt sich seither mit geringen Schwankungen auf diesem Niveau.

Abbildung 23: Entwicklung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003*-2018
(Index 2003 = 100)



* Die dargestellten Daten zu erneuerbaren Energien werden nach dem Energiestatistikgesetz vollständig erst ab dem Jahr 2003 erhoben.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Stromsektor

Im Jahr 2018 haben erneuerbare Energien mit insgesamt knapp 8 TWh (7.984 GWh) zur Stromerzeugung in Hessen beigetragen, 675 GWh bzw. 9,2 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 24). Den absolut höchsten Beitrag dazu hat die Windenergie mit einem Zuwachs von 425 GWh bzw. 13,1 Prozent erbracht (siehe dazu auch Kapitel 6.2). Die höchste relative Zunahme hatte die Photovoltaik mit 17,3 Prozent bzw. 276 GWh. Neben dem Zubau an PV-Anlagen schlägt sich hierbei die hohe Sonnenscheindauer im Jahr 2018 nieder. Durch die damit einhergehende Trockenheit verringerte sich jedoch die Stromerzeugung durch Wasserkraft um 53 GWh bzw. 18,1 Prozent. Alle übrigen erneuerbaren Energieträger haben zusammen 27 GWh zum Anstieg der Stromerzeugung beigetragen: Zuwächsen beim biogenen Anteil des

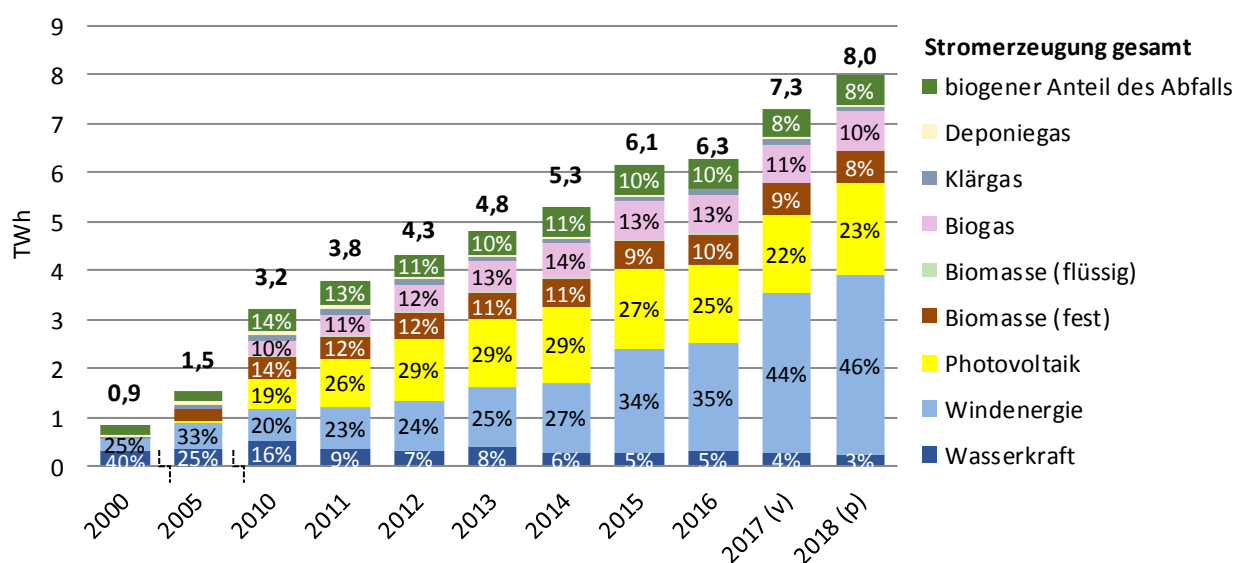
Abfalls (+20 GWh bzw. +3,3 %),¹¹ bei fester Biomasse (+4 GWh bzw. +0,7 %), Biogas (+3 GWh bzw. +1,9 %) und Klärgas (+2 GWh bzw. +2,1 %) steht ein Rückgang bei Deponiegas (-2 GWh bzw. -8,4 %) gegenüber. Der Einsatz von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung blieb gegenüber dem Vorjahr unverändert, sie leistet mit insgesamt 19 GWh allerdings nur einen geringen Beitrag.

Demgegenüber hat Windenergie mit einem Anteilswert von 46 Prozent die mit Abstand größte Bedeutung an der gesamten erneuerbaren Stromerzeugung, gefolgt von Photovoltaik mit 23 Prozent. Auf diese beiden Energieträger, die als einzige ihre Anteilswerte im vergangenen Jahr steigern konnten, entfallen damit mehr als zwei Drittel der erneuerbaren Stromerzeugung in Hessen.

¹¹ Abfälle werden in Heizkraftwerken – meist in KWK – zur Strom- und Wärmeerzeugung oder in Heizwerken zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Der biogene Anteil dieser Abfallfraktionen wird getrennt nach Strom- und Wärmeerzeugung ausgewiesen.

Abbildung 24: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2018

(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Durch die im Jahr 2018 in Hessen erneuerbar erzeugte Strommenge in Höhe von 8,0 TWh konnten 21,8 Prozent des gesamten hessischen Bruttostromverbrauchs in Höhe von 36,7 TWh gedeckt werden. Im Vorjahr lag der entsprechende Anteilswert bei 19,5 Prozent. Der Anteilswert erhöhte sich damit binnen eines Jahres um 2,3 Prozentpunkte. Begünstigt wurde diese positive Entwicklung durch den leichten Rückgang des Bruttostromverbrauchs in Höhe von 2,1 Prozent.

Nach Schätzungen des IE-Leipzig wurden im Jahr 2018 durch PV-Anlagen in Hessen zusätzlich 142 GWh an selbst verbrauchtem Strom erzeugt, der nicht von den Netzbetreibern und der Bundesnetzagentur erfasst wurde. Dies entspricht 0,4 Prozent am hessischen Bruttostromverbrauch, wodurch sich der Anteilswert erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch unter Berücksichtigung dieses nicht erfassten Selbstverbrauchs auf 22,2 Prozent erhöht.¹²

12 Mit Selbstverbrauch sind dabei die selbst genutzten Strommengen der Endverbraucher gemeint und nicht der Eigenverbrauch, der von den Erzeugungsanlagen genutzt wird. Der Selbstverbrauch lässt sich in drei Kategorien unterteilen:

- i) geförderter Selbstverbrauch im Geltungsbereich des EEG 2009 bis EEG 2012 alte Fassung (sogenannter Eigenverbrauchsbonus),
- ii) nicht geförderter Selbstverbrauch nach dem EEG 2012 neue Fassung und
- iii) EEG-umlagepflichtiger Selbstverbrauch ab dem EEG 2014.

Selbst verbrauchte Strommengen, die unter die Regelung des geförderten Selbstverbrauchs und des umlagepflichtigen Selbstverbrauchs fallen (PV-Anlagen über 10 kW), werden in den EEG-Bewegungsdaten erfasst und können anlagenscharf betrachtet werden. In der vom HSL ausgewiesenen PV-Strommenge ist der von den Netzbetreibern erfasste Selbstverbrauch enthalten. Um den nicht geförderten Selbstverbrauch annähernd abschätzen zu können, haben das ZSW und der BDEW gemeinsam eine Methode für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat 2016) entwickelt. Demnach werden für PV-Anlagen, die zwischen April 2012 bis Dezember 2012 in Betrieb genommen wurden, eine Selbstverbrauchsquote von durchschnittlich 20 Prozent und für ab dem Jahr 2013 in Betrieb genommene Anlagen eine Selbstverbrauchsquote von durchschnittlich 30 Prozent angesetzt.

Wärmesektor

Zur Wärmeerzeugung in Hessen trugen erneuerbare Energien im Jahr 2018 insgesamt 9,647 GWh bei, 220 GWh bzw. 2,3 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 25). Dieser Zuwachs verteilt sich relativ gleichmäßig auf biogene Feststoffe (+69 GWh), Solarthermie (+66 GWh) und Geothermie (+65 GWh).

Angesichts der unterschiedlichen Ausgangsniveaus der Energieträger reichen die relativen Änderungsraten von +13,0 Prozent bei der Solarthermie über +8,0 Prozent bei der Geothermie bis hin zu +1,1 Prozent bei den biogenen Feststoffen.

Die Veränderungen der beiden übrigen erneuerbaren Energieträger sind demgegenüber vergleichsweise gering ausgefallen und beziffern sich beim biogenen Anteil des Abfalls auf +17 GWh bzw. +1,3 Prozent sowie bei den biogenen flüssigen und gasförmigen Brennstoffen auf +3 GWh bzw. +0,9 Prozent.

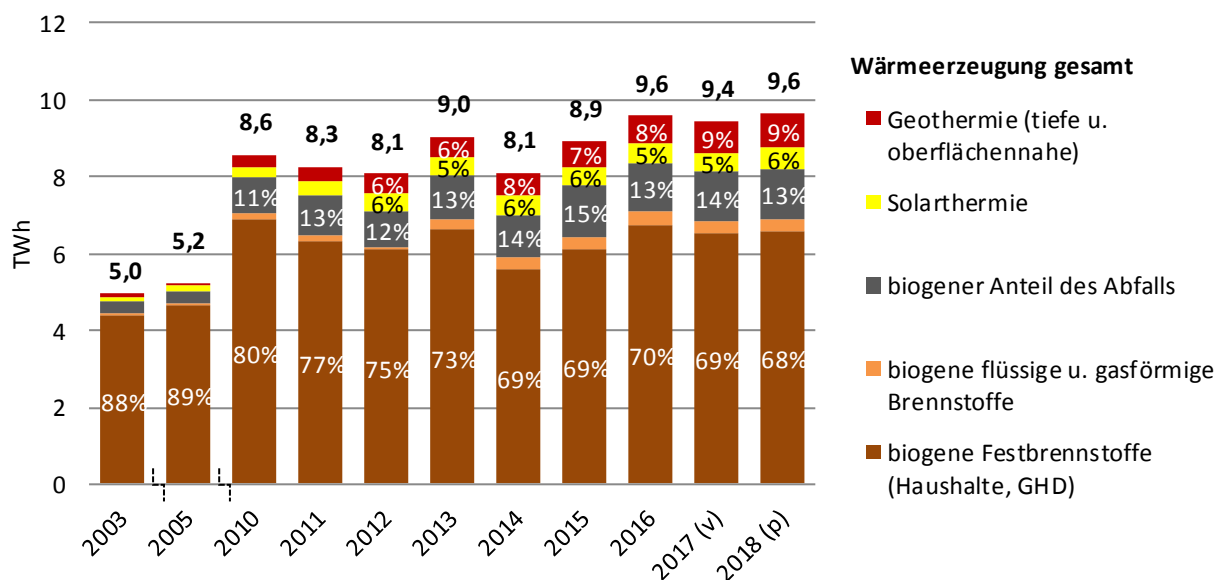
Fast 70 Prozent der erneuerbaren Energieträger in der Wärmeerzeugung entfallen auf biogene Festbrennstoffe, zu denen z. B. Scheitholz, Pellets, Holzhackschnitzel, aber auch Stroh zählen. Es folgen der biogene Anteil des

Abfalls mit 13 Prozent, die Nutzung von Geothermie und dabei insbesondere der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen mit 9 Prozent, die Nutzung von Solarthermie mit 6 Prozent sowie die Nutzung von flüssigen und gasförmigen biogenen Brennstoffen mit zusammen 3,1 Prozent.

Im Jahr 2003 wurden in Hessen insgesamt 5,0 TWh erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Fünfzehn Jahre später hat sich der Einsatz nahezu verdoppelt und beziffert sich auf 9,6 TWh. Der Großteil dieses Anstiegs konnte dabei von 2008 bis 2010 realisiert werden (siehe auch Abbildung 25). Zwischen 2010 und 2014 ist kein eindeutiger Trend zu erkennen, wobei der hohe Wert im Jahr 2013 auf die kühle Witterung zurückzuführen ist. Insbesondere der Einsatz biogener Festbrennstoffe war dabei in diesen Jahren tendenziell rückläufig.

Die Entwicklung der biogenen Festbrennstoffe war nach 2014 zunächst wieder aufwärtsgerichtet, ist in den vergangenen zwei Jahren aber wieder ins Stocken geraten. Demgegenüber haben sich der Einsatz von Solarthermie und von Geothermie kontinuierlich erhöht.

Abbildung 25: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2018
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

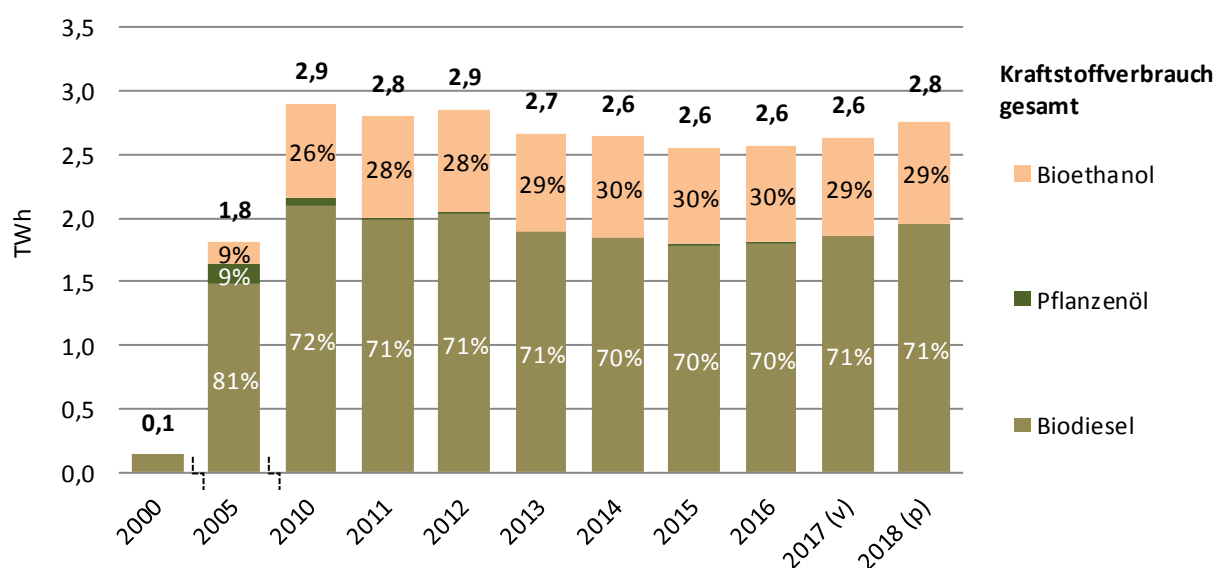
Verkehrssektor

Im Jahr 2018 beziffert sich der Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien in Hessen auf insgesamt fast 2,8 TWh, so viel wie seit dem Jahr 2012 nicht mehr (siehe Abbildung 26). Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr beträgt 4,6 Prozent.

Im Jahr 2018 setzten sich erneuerbare Kraftstoffe zu 71 Prozent aus Biodiesel und zu 29 Prozent aus Bioethanol zusammen. Der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff ist stark zurückgegangen und wird seit 2017 in der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nicht mehr ausgewiesen.

Darüber hinaus wurden im Jahr 2018 insgesamt 4,1 PJ an Strom für die Mobilitätszwecke von Schienenfahrzeugen verbraucht. Dies entspricht in etwa 1 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs dieses Sektors (siehe Kapitel 8.1). Zum Stromverbrauch speziell aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor liegen bisher aber keine amtlichen Daten vor.

Abbildung 26: Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2018 (in TWh)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

**Michael-Stiftung, Herbstein-Stockhausen,
Demonstrationsvorhaben Stückholzanlage
in Kombination mit Pelletanlage**

Die Michael-Stiftung Darmstadt hat 2016 eine Stückholzanlage mit 350 kW (als Grundlast) in Kombination mit einer Pelletanlage mit 200 kW (zur Abdeckung der Spitzenlast) zur Wärmeversorgung des Schlosses Stockhausen und angrenzender Wohngebäude und Arbeitsstätten in Herbstein-Stockhausen errichtet, was als Demonstrationsvorhaben durch das HMUKLV gefördert wurde. Das Besondere hieran ist, dass die Kombination dieser beiden Anlagen in Wärmeverbünden dieser Größenordnung nur eine sehr geringe Verbreitung hat, außerdem konnte die Wärmeversorgung des Schlosses dadurch komplett auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Das Schloss Stockhausen wird durch die Gemeinschaft Altenschlirf als Einrichtung mit Wohn-, Arbeits- und Betreuungsmöglichkeiten für Menschen mit Hilfebedarf / Behinderung genutzt, zudem befindet sich dort eine Fachschule für Heilerziehungspflege, der Fachkraftausbildung der Behindertenhilfe.

In der Brennholzwerkstatt, die die Gemeinschaft unter anderem betreibt, werden die betreuten Menschen in die Holzwerbung eingebunden und stellen so das komplette Scheitholz für die Stückholzanlage selbst bereit, womit der Kreislauf geschlossen werden kann.

Die erzeugte Wärme wird dann über ein bereits zuvor errichtetes Nahwärmenetz zu den verschiedenen Gebäuden auf dem Gelände transportiert.



Stückholzheizung der Gemeinschaft Altenschlirf, errichtet durch die Michael-Stiftung Darmstadt.

Quelle Foto: Gemeinschaft Altenschlirf.

Website: <https://gemeinschaft-altenschlirf.de/>

5

Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch



5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch

Im Jahr 2018 wurden in Hessen nach Schätzungen des IE-Leipzig insgesamt 276 Petajoule (PJ) an Endenergie für die Bereitstellung von Wärme verbraucht. Darin zeigen sich die großen Potenziale für Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz, die bei Neubauten und mehr noch durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes möglich sind.

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs (EEV) für Wärme insgesamt und speziell des gebäuderelevanten EEV dargestellt. Unter dem Aspekt Modernisierungsdynamik werden anschließend Bestandsveränderungen der Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Gebäuden nach Alters- und Leistungsklassen im Jahr 2018 gegenüber dem Jahr 2015 aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Beheizungsarten von im Jahr 2018 neu errichteten Wohngebäuden sowie die Entwicklung des Brennholzverbrauchs der Haushalte von 2000 bis 2017 betrachtet.

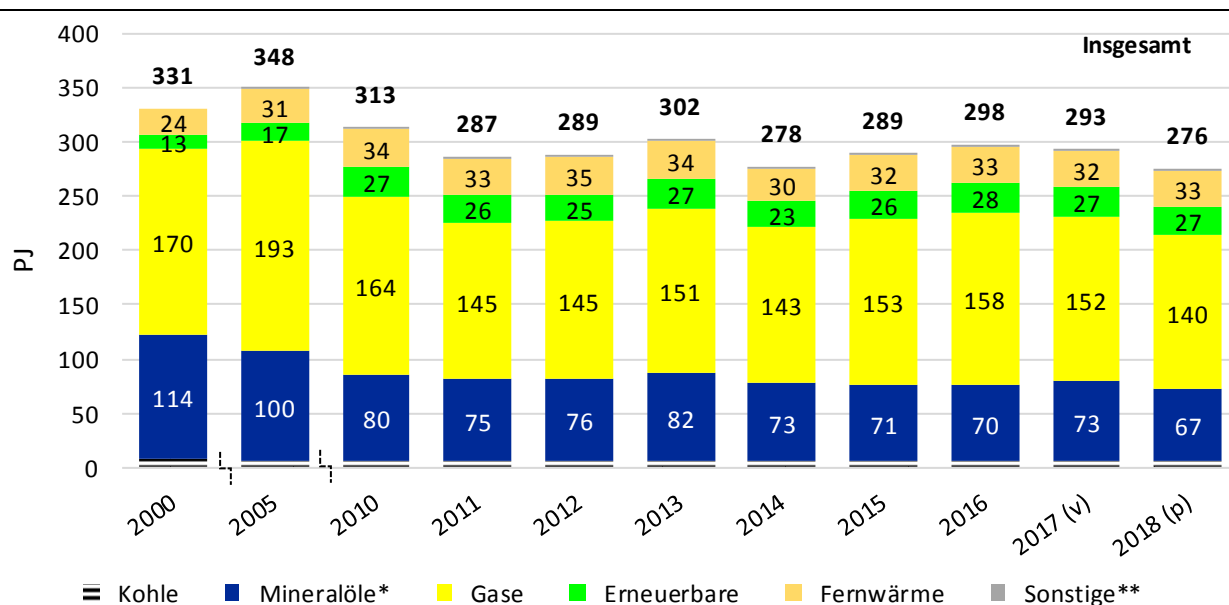
Abschließend wird die Inanspruchnahme der Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden in Hessen dargestellt.

5.1 Endenergieverbrauch für Wärme

Mit dem Endenergieverbrauch für Wärme in Höhe von insgesamt 276 PJ wurde im Jahr 2018 der bisher niedrigste Wert seit dem Jahr 2000 erreicht (siehe Abbildung 27). Der Rückgang gegenüber dem Vorjahr beträgt 17,2 PJ bzw. 5,9 Prozent und ist vor allem auf die milde Witterung zurückzuführen. Der Anteil des Wärmeverbrauchs am gesamten EEV fiel entsprechend von 36,1 Prozent im Jahr 2017 auf 34,5 Prozent im Jahr 2018.

Die Zusammensetzung des EEV für Wärme nach Energieträgern hat sich dabei im Vergleich zum Vorjahr deutlich verändert. So hat sich insbesondere der Einsatz fossiler Energieträger verringert. Gegenüber dem Vorjahr wurden 11,3 PJ bzw. 7,5 Prozent weniger Gase und 6,1 PJ bzw. 8,3 Prozent weniger Mineralöle verbraucht. Rückläufig war zudem der Einsatz von Kohle (-0,2 PJ bzw. -3,0 %), die allerdings nur einen sehr geringen Beitrag (2 %) zur Wärmeherzeugung in Hessen leistet. Im Gegensatz zur Abnahme fossiler Energieträger hat sich der Einsatz von Fernwärme (+0,3 PJ bzw. +0,9 %) und von erneuerbaren Energien (+0,1 PJ bzw. +0,4 %) leicht erhöht. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden erneuerbare Energien wie auch andere Energieträger, die zur Erzeugung von Fernwärme genutzt werden, hierbei als Fernwärme berücksichtigt.

Abbildung 27: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2018 (in PJ)



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

Quelle: Gesamtmenge von HSL 2019a, Aufteilung nach Energieträgern durch IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Auf längerfristige Sicht war der zunächst deutlich abnehmende EEV für Wärme zwischen 2000 und 2011 vor allem auf Rückgänge bei Gasen und Mineralölen zurückzuführen. Seitdem bewegt sich der EEV für Wärme mit witterungsbedingten Schwankungen zwischen 276 und 302 PJ. Dabei ist die Zusammensetzung der Energieträger insgesamt relativ stabil geblieben: Rund die Hälfte des EEV für Wärme entfällt auf Gase, ein Viertel auf Mineralöle und das restliche Viertel verteilt sich auf Fernwärme (12 %), erneuerbare Energien (10 %) sowie auf Kohle und Sonstige Energieträger mit zusammen 3 Prozent.

5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch

Der gebäuderelevante EEV setzt sich aus den Nutzungsarten Raumwärme, Warmwasseraufbereitung, Raumkühlung und Beleuchtung für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie zusammen.¹³ 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.¹⁴

Tabelle 1: Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2018 (in PJ, Anteilswerte in %)

Absoluter Verbrauch in PJ	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	150,5	68,7	9,9	—	229,2
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	119,9	47,9	6,7	—	174,5
<i>Warmwasser</i>	27,4	4,8	0,7	—	33,0
<i>Raumkühlung</i>	0,3	1,1	0,8	—	2,3
<i>Beleuchtung</i>	2,9	14,9	1,6	—	19,3
EEV insgesamt	176,7	109,4	111,0	403,5	800,5
Anteil am EEV insgesamt in %	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	18,8%	8,6%	1,2%	—	28,6%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	15,0%	6,0%	0,8%	—	21,8%
<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>	0,4%	1,9%	0,2%	—	2,4%
EEV insgesamt	22,1%	13,7%	13,9%	50,4%	100,0%
Anteil am sektor-spezifischen EEV in %	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	85,2%	62,9%	8,9%	—	28,6%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	67,9%	43,8%	6,1%	—	21,8%
<i>Warmwasser</i>	15,5%	4,4%	0,7%	—	4,1%
<i>Raumkühlung</i>	0,2%	1,0%	0,8%	—	0,3%
<i>Beleuchtung</i>	1,6%	13,7%	1,4%	—	2,4%
EEV insgesamt	100,0%	100,0%	100,0%	—	100,0%

* — kein gebäuderelevanter Endenergieverbrauch im Verkehrssektor vorhanden.

Quelle: IE-Leipzig 2019, vorläufige Daten, Berechnungen der Hessen Agentur.

¹³ 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. Nicht unter gebäuderelevantem EEV berücksichtigt wird in methodischer Übereinstimmung mit der Monitoringberichterstattung zur Energiewende des Bundes der Energieverbrauch für IKT-Anwendungen und mechanische Energie.

¹⁴ Ebenfalls 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.

Endenergieverbrauch für Gebäude

Nach Berechnungen des IE-Leipzig beziffert sich der EEV für die Nutzung von Gebäuden in Hessen im Jahr 2018 auf insgesamt 229,2 PJ.¹⁵ Dies entspricht 28,6 Prozent des gesamten EEV (siehe Tabelle 1).

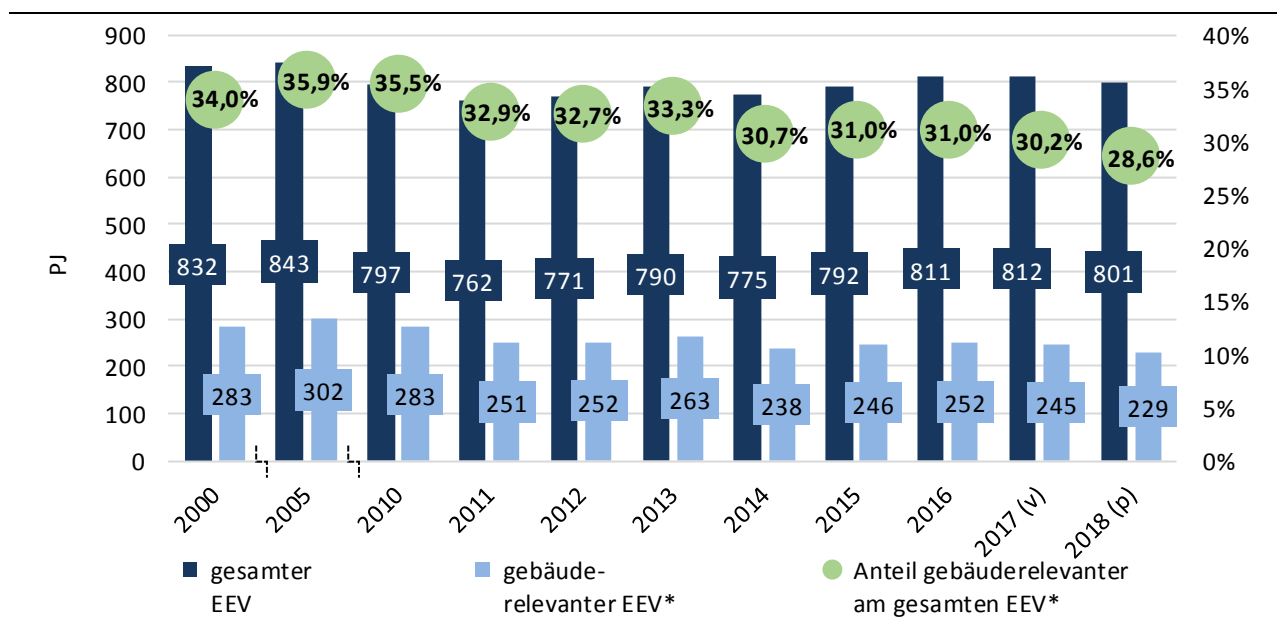
Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt mit 174,5 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme, was für sich genommen 21,8 Prozent des gesamten EEV entspricht. Davon entfallen 119,9 PJ bzw. gut zwei Drittel auf den Sektor private Haushalte. Es folgen Warmwasseraufbereitung und Beleuchtung mit entsprechenden Anteilswerten von 4,1 bzw. 2,4 Prozent. Mit einem Anteil von 0,3 Prozent hat Raumkühlung eine vergleichsweise geringe Bedeutung am gesamten EEV.

Differenziert nach Verbrauchssektoren verwenden die privaten Haushalte rund 85 Prozent ihres gesamten EEV für die Nutzung von Gebäuden, im Wesentlichen für Raumwärme (67,9 %) und Warmwasserbereitung

(15,5 %). Im Sektor GHD entfallen etwa zwei Drittel (62,9 %) des EEV auf die Gebäudenutzung. Die meiste Energie wird auch hier für Heizzwecke (43,8 %) verwendet, mit 13,7 Prozent entfällt jedoch auch ein signifikanter Anteil auf die Beleuchtung der Gebäude. In der Industrie spielt der gebäuderelevante EEV mit knapp 9 Prozent des gesamten EEV hingegen nur eine vergleichsweise geringe Rolle.

In Abbildung 28 sind die Entwicklungen des gesamten und des gebäuderelevanten EEV sowie des Anteils des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV im Zeitverlauf dargestellt. Besonders milde Jahre wie 2018 und 2014 haben erwartungsgemäß einen unterdurchschnittlichen gebäuderelevanten EEV und in der Regel auch einen niedrigen Anteilswert am gesamten EEV. Aber auch witterungsunabhängig ist im längerfristigen Vergleich der Anteil des gebäuderelevanten am gesamten EEV tendenziell rückläufig.

Abbildung 28: Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2000-2018 in Hessen (in PJ, Anteilswerte in %)



* geschätzte Werte.

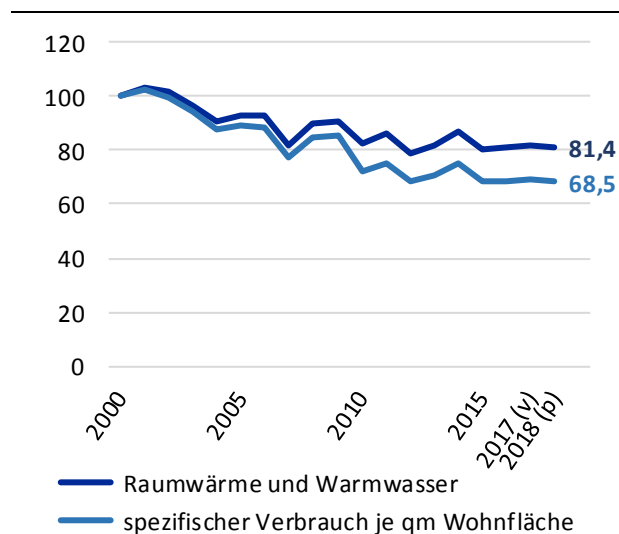
Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

¹⁵ Das IE-Leipzig überträgt die im Auftrag der AGEb für Deutschland entwickelte Methode zur Erstellung sektoraler Anwendungsbilanzen auf Hessen (AGEb 2016 und 2018). Siehe hierzu auch die Erläuterungen in HMWEVL (2017 und 2018) jeweils in Kapitel 5.

Temperaturbereinigter Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser privater Haushalte

Im Jahr 2018 belief sich in Hessen der temperaturbereinigte EEV der privaten Haushalte für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser auf 46,5 TWh (bzw. 167 PJ). Bezogen auf die Wohnfläche errechnet sich ein spezifischer Verbrauch in Höhe von knapp 160 kWh je Quadratmeter und Jahr. Im Vergleich zum Vorjahr blieben die Verbräuche bei temperaturbereinigter Betrachtung nahezu unverändert. In Abbildung 29 sind die Indizes des Verbrauchs insgesamt und des spezifischen Verbrauchs je Quadratmeter Wohnfläche seit dem Jahr 2000 dargestellt. Beide Zeitreihen waren gegenüber dem Startjahr 2000 zunächst bis zum Jahr 2010 deutlich rückläufig. Seither stagniert der Verlauf mit Schwankungen auf diesem Niveau.

Abbildung 29: Temperaturbereinigter EEV privater Haushalte für Raumwärme und Warmwasser
(Index 2000 = 100)



Quelle: IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Der spezifische temperaturbereinigte EEV je qm Wohnfläche ging seit dem Jahr 2000 mit 31,5 Prozent deutlich stärker zurück als der EEV insgesamt (-18,6 %). Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die Wohnfläche in Hessen in dieser Zeit um rund 19 Prozent vergrößert hat.

5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden

Angesichts des hohen Energieverbrauchs für die Nutzung von Gebäuden und dabei insbesondere für die Wärmeerzeugung können Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand zum Gelingen der Energiewende beitragen. Wie eine Datenerhebung des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU 2018) zeigt, kommt dem Wohngebäude-sektor bei der Einhaltung der Energiespar- und Klimaschutzziele eine besondere Bedeutung zu.

Modernisierung der Wärmeversorgung

Im letzten Monitoringbericht wurden die Ergebnisse dieser Untersuchung ausführlich dargestellt.¹⁶ So lag z. B. die Modernisierungsrate über alle Wärmeschutzmaßnahmen im hessischen Wohngebäudebestand für die betrachtete Periode von 2010 bis 2016 im Mittel bei etwa 1 Prozent pro Jahr. Nach der Koalitionsvereinbarung der Hessischen Landesregierung aus dem Jahr 2018 wird bis 2025 eine Verdopplung der energetischen Sanierungsquote von Wohngebäuden in Hessen von 1 auf 2 Prozent und damit auf ca. 27.000 Gebäude pro Jahr angestrebt (Hessische Landesregierung 2018).

Gemäß der IWU-Studie errechnet sich speziell in Bezug auf die Wärmeversorgung – definiert als der jährliche Anteil der Wohngebäude, in denen der Haupt-Wärmeerzeuger erneuert wird oder die erstmalig einen Fernwärmeanschluss erhalten – für die Periode von 2010 bis 2016 hessenweit eine energetische Modernisierungsquote von 2,8 Prozent pro Jahr. Langfristig anhaltende energetische Modernisierungsraten der Wärmeversorgung in einer solchen Größenordnung von annähernd 3 Prozent pro Jahr bedeuten, dass das Gros der Wärmeerzeuger bis 2050, dem Zieljahr der langfristigen Klimaschutzkonzepte, noch einmal ausgetauscht wird (IWU 2018).

Wärmebereitstellung durch Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen

Nach Angaben des Landesinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks Hessen (LIV 2019) belief sich der Bestand an Gas- bzw. Ölfeuerungsanlagen, die in Hessen zum Stichtag 31.12.2018 zur Wärmebereitstellung zur Verfügung standen, auf insgesamt 524.200 bzw. 439.300 Anlagen. Gegenüber dem Jahresende 2015 hat sich der Bestand an Gasfeuerungsanlagen damit um 67.500 bzw.

¹⁶ Siehe Monitoringbericht 2018, Kap. 5.3 (HMWEVL 2018c).

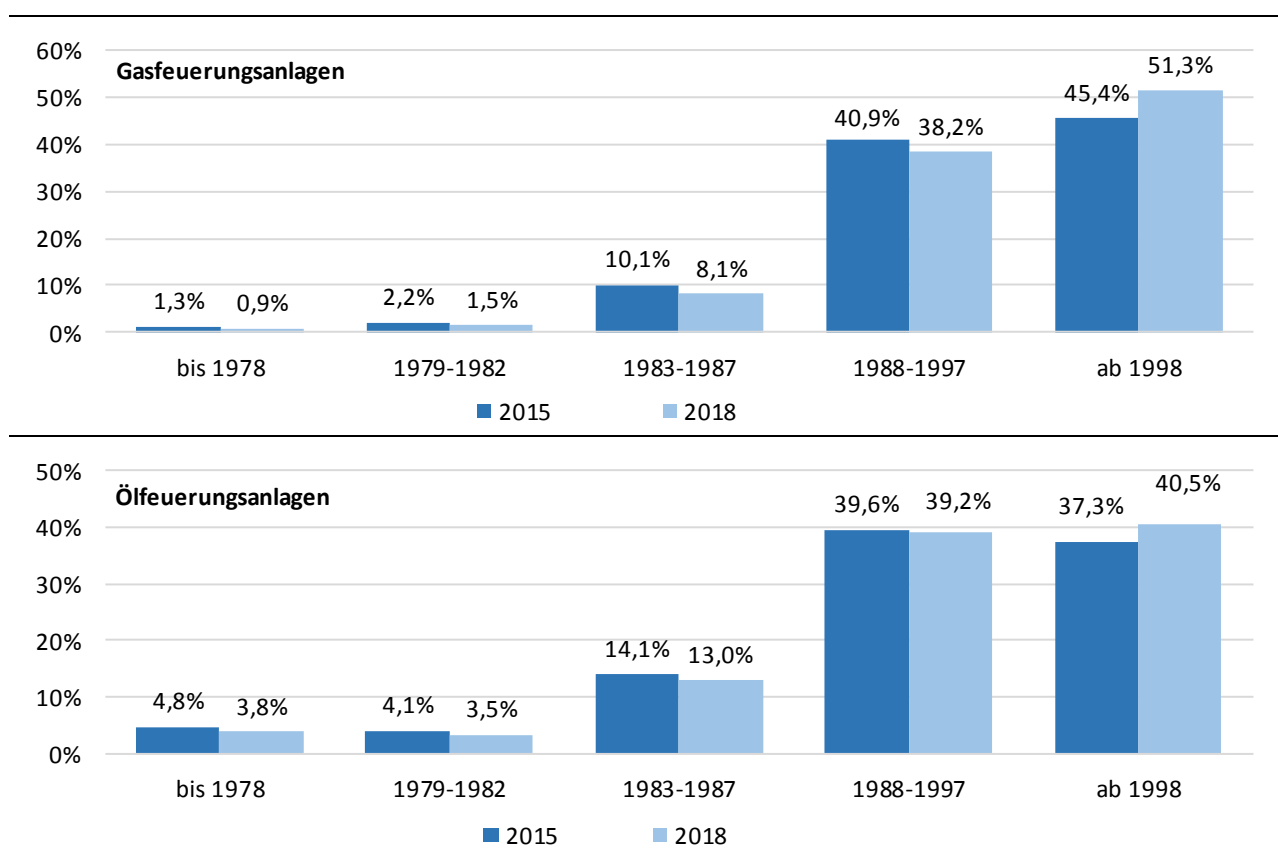
11,4 Prozent verringert. Die Zahl der Ölfeuerungsanlagen nahm binnen drei Jahren um 28.000 bzw. um 6 Prozent ab.¹⁷

In Abbildung 30 sind die Strukturveränderungen sowohl der Gas- als auch der Ölfeuerungsanlagen differenziert nach dem Alter der Anlagen für die beiden Erhebungsjahre 2015 und 2018 im Zeitvergleich dargestellt. Es zeigt sich, dass alle vor dem Jahr 1998 in Betrieb genom-

menen Anlagegruppen in der Erhebung 2018 eine geringere Bedeutung als in der Erhebung des Jahres 2015 haben.

Insgesamt leisten die aufgezeigten Umstrukturierungen im Gas- und Ölfeuerungsanlagenbestand bereits durch die Stilllegungen von alten Feuerungsanlagen und deren Ersatz durch moderne effizientere Anlagen einen deutlichen Beitrag zur Effizienzsteigerung von Gebäuden.

Abbildung 30: Altersstruktur der Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen (Angaben in %)



Quelle: LIV 2019.

Bei den Gasfeuerungsanlagen waren am Ende des Jahres 2018 noch 4.600 Anlagen bzw. 0,9 Prozent, die vor dem Jahr 1978 errichtet wurden, in Betrieb. Dies waren 3.300 Anlagen weniger als im Jahr 2015. Der Bestand an Gasfeuerungsanlagen, die zwischen 1979 und 1982 errichtet wurden, war mit rund 7.800 – dies entspricht 1,5 Prozent aller Anlagen – um 5.300 niedriger. Für die zwischen 1983 und 1987 errichteten Anlagen lautete der Bestand 42.600 (8,1 %), 17.400 weniger als zum Jahresende 2015.

Der Bestand der zwischen 1988 und 1997 errichteten Gasfeuerungsanlagen lag Ende 2018 bei 200.300 (38,2 %) und damit um 42.200 niedriger als Ende 2015. Im Gegensatz dazu hat bei den jüngeren, nach dem Jahr 1998 errichteten Anlagen eine leichte Bestandserhöhung in der Größenordnung von gut 500 Anlagen auf 264.300 (51,3 %) stattgefunden.

Allerdings ist in dieser Altersgruppe eine Vergleichbarkeit durch die unterschiedlichen betrachteten Zeiträume

¹⁷ Im Monitoringbericht 2016 wurde die Struktur der Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen zum Stichtag 31.12.2015 detailliert dargestellt (HMWEVL 2016). Mit den nun für das Jahr 2018 für Hessen vorliegenden Daten kann der in den letzten drei Jahren stattgefundene Strukturwandel aufgezeigt werden.

nicht möglich. Betrachtet man jedoch in beiden Erhebungen nur das jeweils aktuellste verfügbare Jahr 2015 bzw. 2018, zeigt sich, dass im Jahr 2018 insgesamt fast 4.600 und im Jahr 2015 gut 7.200 Gasfeuerungsanlagen hessenweit in Betrieb genommen wurden. Das entspricht einem deutlichen Rückgang bei Neuinstallationen in Höhe von 2.700 Anlagen innerhalb von drei Jahren.

Die Entwicklung bei den Ölfeuerungsanlagen hat sich im Wesentlichen sehr ähnlich wie bei den Gasfeuerungsanlagen vollzogen. So waren am Ende des Jahres 2018 noch 16.900 Ölfeuerungsanlagen, die vor dem Jahr 1978 errichtet wurden, in Betrieb, was einem Anteilswert von 3,8 Prozent an allen Ölfeuerungsanlagen entspricht. Dies waren 5.600 Anlagen weniger als im Jahr 2015. Der Bestand an Ölfeuerungsanlagen, die zwischen 1979 und 1982 errichtet wurden, war mit rund 15.200 (3,5 %) um 4.100 niedriger. Für die zwischen 1983 und 1987 errichteten Anlagen lautete der Bestand 57.300 (13,0 %), 8.700 weniger als zum Jahresende 2015. Der Bestand der zwischen 1988 und 1997 errichteten Ölfeuerungsanlagen lag Ende 2018 bei 172.200 (39,2 %) und damit um 13.000 niedriger als Ende 2015. Auch bei den jüngeren, nach

dem Jahr 1998 errichteten Ölfeuerungsanlagen hat eine Bestandszunahme in der Größenordnung von gut 3.300 Anlagen zwischen 2015 und 2018 auf 177.700 (40,5 %) stattgefunden. Betrachtet man auch hier nur das jeweils aktuellste verfügbare Jahr 2015 bzw. 2018, so gingen im Jahr 2018 insgesamt nur noch 400 Ölfeuerungsanlagen neu in Betrieb, gegenüber noch 1.100 Anlagen im Jahr 2015.

Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen

In Hessen wurden im Jahr 2018 insgesamt 6.147 Wohngebäude mit zusammen 16.514 Wohnungen fertiggestellt (siehe Tabelle 2). Dies waren fast 700 Wohngebäude mit zusammen 2.250 Wohnungen weniger als im Vorjahr. In 3.266 und damit erstmals in mehr als der Hälfte aller neu errichteten Wohngebäude (53,1 %) waren erneuerbare Energien die primäre Energiequelle. Dahinter folgen Gasheizungen (34,7 %) und Fernwärme (10,8 %). Ölfeuerungsanlagen werden hingegen nur in 57 der im Jahr 2018 neu errichteten Wohngebäude als primäre Energiequelle genutzt, dies ist weniger als 1 Prozent.

Tabelle 2: Im Jahr 2018 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %)

	Primäre Energiequelle*		Sekundäre Energiequelle*	
	Wohngebäude	Wohnungen	Wohngebäude	Wohnungen
A) Alle Heizarten				
Öl	57 (0,9%)	120 (0,7%)	3 (0,0%)	4 (0,0%)
Gas	2.135 (34,7%)	6.504 (39,4%)	92 (1,5%)	410 (2,5%)
Fernwärme	663 (10,8%)	4.500 (27,2%)	26 (0,4%)	59 (0,4%)
Erneuerbare Energien	3.266 (53,1%)	5.340 (32,3%)	1.642 (26,7%)	3.821 (23,1%)
Sonstige	25 (0,4%)	49 (0,3%)	509 (8,3%)	776 (4,7%)
Keine Energie	1 (0,0%)	1 (0,0%)	3.875 (63,0%)	11.444 (69,3%)
Summe	6.147 (100%)	16.514 (100%)	6.147 (100%)	16.514 (100%)
B) Erneuerbare Energien				
Umweltwärme**	2.695 (82,5%)	4.039 (75,6%)	48 (2,9%)	242 (6,3%)
Holz	260 (8,0%)	708 (13,3%)	598 (36,4%)	808 (21,1%)
Geothermie**	210 (6,4%)	363 (6,8%)	27 (1,6%)	57 (1,5%)
Solarenergie	71 (2,2%)	182 (3,4%)	968 (59,0%)	2.713 (71,0%)
Sonstige EE	30 (0,9%)	48 (0,9%)	1 (0,1%)	1 (0,0%)
Summe	3.266 (100%)	5.340 (100%)	1.642 (100%)	3.821 (100%)

* 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 überwiegenden 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 2019c.

Beim Blick auf die Zusammensetzung der Beheizungssysteme der neu errichteten Wohnungen ergibt sich noch ein etwas anderes Bild. Erdgas bleibt mit 39,4 Prozent weiterhin die wichtigste primäre Energiequelle. Es folgen erneuerbare Energien (32,3 %) und Fernwärme (27,2 %). Im Vergleich zur Struktur des Jahres 2017 – damals lagen die entsprechenden Anteilswerte für Erdgas bei 48,1 Prozent, für Erneuerbare Energien bei 29,3 Prozent und für Fernwärme bei 21,9 Prozent – wird ersichtlich, dass gasbetriebene Feuerungsanlagen an Bedeutung verlieren. Im Gegenzug werden Fernwärme für den Geschosswohnungsbau und erneuerbare Energien für Ein- und Zweifamilienhäuser zunehmend als primäre Energiequellen genutzt. Dabei prägen innerhalb der erneuerbaren Energien Wärmepumpen, die Unterschiede in der Umweltwärme nutzen, sowohl bei den Wohngebäuden (82,5 %) als auch bei den Wohnungen (75,6 %) das Bild. Mit deutlichem Abstand folgen Holz und Geothermie als primäre Energiequellen.

In rund einem Drittel aller neu errichteten Wohngebäude (37,0 %) und Wohnungen (30,7 %) wird zusätzlich zur primären Energiequelle noch eine sekundäre Energiequelle zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Dabei kommen überwiegend erneuerbare Energien zum Einsatz, vor allem Solarenergieanlagen (Wohngebäude: 59 %; Wohnungen: 71 %) und Holzheizungen (Wohngebäude: 36 %; Wohnungen: 21 %).

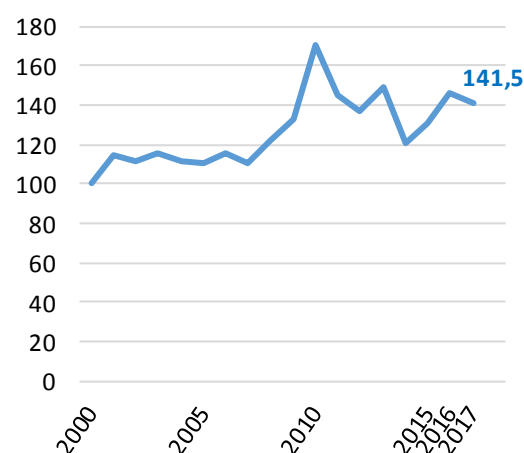
Brennholzverbrauch der privaten Haushalte

Im Jahr 2017 wurden von privaten Haushalten in Hessen insgesamt rd. 18.700 TJ bzw. rd. 5.200 GWh an Brennholz verbraucht. Dies waren 41,5 Prozent mehr als im Jahr 2000. Aus Abbildung 31 wird im Zeitverlauf ein tendenziell ansteigender Trend ersichtlich, mit Ausschlägen nach oben in besonders kühlen Jahren wie 2010 und 2013 und Ausschlägen nach unten in milden Jahren wie z. B. dem Jahr 2014.

Durch Bezug auf die Einwohnerzahlen lässt sich der Brennholzverbrauch zwischen den Bundesländern vergleichbar machen. In Hessen wurden im Jahr 2017 pro Kopf 834 kWh Energie aus Brennholz zur Wärmeerzeugung verbraucht (siehe Tabelle 3).

Im Vergleich der Bundesländer liegt Hessen damit leicht über dem Bundesdurchschnitt (knapp 800 kWh) im oberen Mittelfeld. Insbesondere in den neuen Bundesländern hat Holz eine relativ große Bedeutung an der Energieversorgung der privaten Haushalte, wohingegen es in den Stadtstaaten kaum eine Rolle spielt.

Abbildung 31: Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2017 (Index 2000 = 100)



Quelle: Der Wert für Deutschland wird von der AGEE-Stat (2019) ermittelt und federführend durch das HSL auf die Bundesländer verteilt.

Tabelle 3: Pro-Kopf-Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2016 und 2017

(kWh je Einwohner, Veränderung in %)

	2016	2017	2017/ 2016
Brandenburg	2.651	2.552	-3,7%
Meckbg.-Vorpommern	1.948	1.893	-2,8%
Thüringen	1.562	1.531	-2,0%
Sachsen-Anhalt	1.305	1.267	-2,9%
Rheinland-Pfalz	1.271	1.224	-3,7%
Bayern	1.236	1.187	-3,9%
Hessen	868	834	-3,9%
Niedersachsen	819	797	-2,7%
Deutschland	826	796	-3,6%
Baden-Württemberg	793	761	-4,0%
Sachsen	777	752	-3,2%
Saarland	550	532	-3,3%
Schleswig-Holstein	361	348	-3,8%
Nordrhein-Westfalen	304	293	-3,6%
Berlin	28	27	-4,6%
Hamburg	14	14	-4,3%
Bremen	4	4	-4,3%

Quelle: Der Wert für Deutschland wird von der AGEE-Stat (2019) ermittelt und federführend durch das HSL auf die Bundesländer verteilt.

Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor

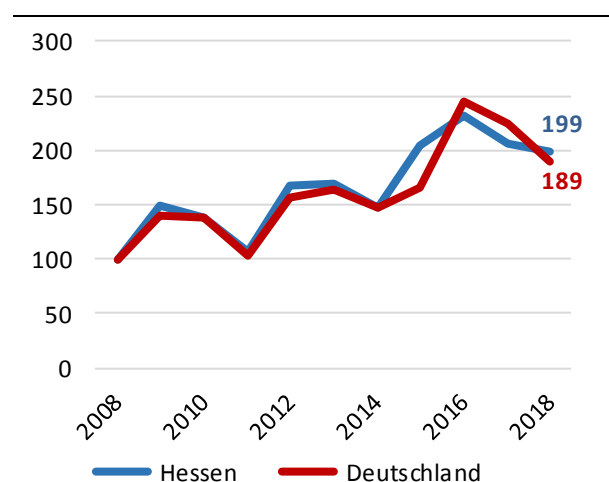
In Kapitel 11 sind alle Maßnahmen der Hessischen Landesregierung zur Steigerung der Effizienz in Gebäuden zusammengestellt, wie z. B. die Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus oder der Energieeffizienz im Mietwohnungsbau (siehe Maßnahmen 18 bis 29).

Darüber hinaus werden bundesweit von der KfW und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor sowohl für den Neubau als auch für die Modernisierung von Gebäuden angeboten.

Neubau- und Sanierungsförderung der KfW

Von der KfW wurden im Jahr 2018 in Deutschland sowohl der Neubau als auch die Modernisierung von Gebäuden mit insgesamt 12,0 Mrd. Euro gefördert, rund 870 Mio. Euro bzw. 7,2 Prozent davon entfallen auf Hessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist das Fördervolumen in Hessen wie auch in Deutschland zurückgegangen (siehe Abbildung 32). Dabei fiel der Rückgang in Hessen mit 2,8 Prozent deutlich schwächer aus als in Deutschland insgesamt (-15,6 %). Ein Grund für die bereits seit dem Jahr 2016 zu beobachtende rückläufige Entwicklung dürfte das historisch niedrige Zinsniveau für Baukredite sein. Dadurch ist auch eine Baufinanzierung direkt über Geschäftsbanken oder Bausparkassen sehr attraktiv.

Abbildung 32: Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2018 (Index 2008 = 100)



Quelle: KfW 2019.

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

Von den im Jahr 2018 für Hessen bereitgestellten KfW-Fördermitteln zur Verbesserung der Energieeffizienz entfallen 481 Mio. Euro bzw. 55,4 Prozent auf Neubauten und 387 Mio. Euro bzw. 44,6 Prozent auf die Sanierung des Gebäudebestandes (siehe Tabelle 4). Mit Blick auf die Anzahl der Zusagen und auf die geförderten Wohneinheiten bzw. Wohnungen dominiert jedoch die Gebäudesanierung mit 89,7 Prozent aller 18.683 Zusagen und 84,5 Prozent aller geförderten 35.091 Wohneinheiten bzw. Wohnungen das Bild.

Im Rahmen der Neubauförderung wurden im Jahr 2018 in Hessen von der KfW insgesamt 1.922 Zusagen erteilt und dadurch 5.448 Wohneinheiten gefördert. Im Schnitt erhielt jede im Jahr 2018 geförderte neugebaute Wohneinheit rund 88.300 Euro zinsvergünstigte Kredite.

Zur Gebäudesanierung werden von der KfW vier Förderprogramme angeboten. Der größte Teil davon entfallen auf die Programme „Effizienzhaus“ mit 236 Mio. Euro und „Einzelmaßnahmen“ mit 100 Mio. Euro. Je geförderter Wohneinheit errechnet sich beim Effizienzhausprogramm eine Fördersumme von im Schnitt knapp 72.300 Euro und bei der Einzelmaßnahmenförderung von im Schnitt etwa 18.900 Euro.

Tabelle 4: Bau- und Sanierungsförderung der KfW 2018 in Hessen

	Anzahl der Zusagen	Mio. Euro	geförderte Wohneinheiten
Energieeffizient bauen	1.922	481	5.448
Energieeffizient sanieren	16.761	387	29.643
davon: Effizienzhaus	679	236	3.270
Einzelmaßnahmen	1.470	100	5.299
Ergänzungskredit	45	1	60
Zuschuss	14.567	50	21.014
Insgesamt	18.683	869	35.091

Quelle: KfW 2019.

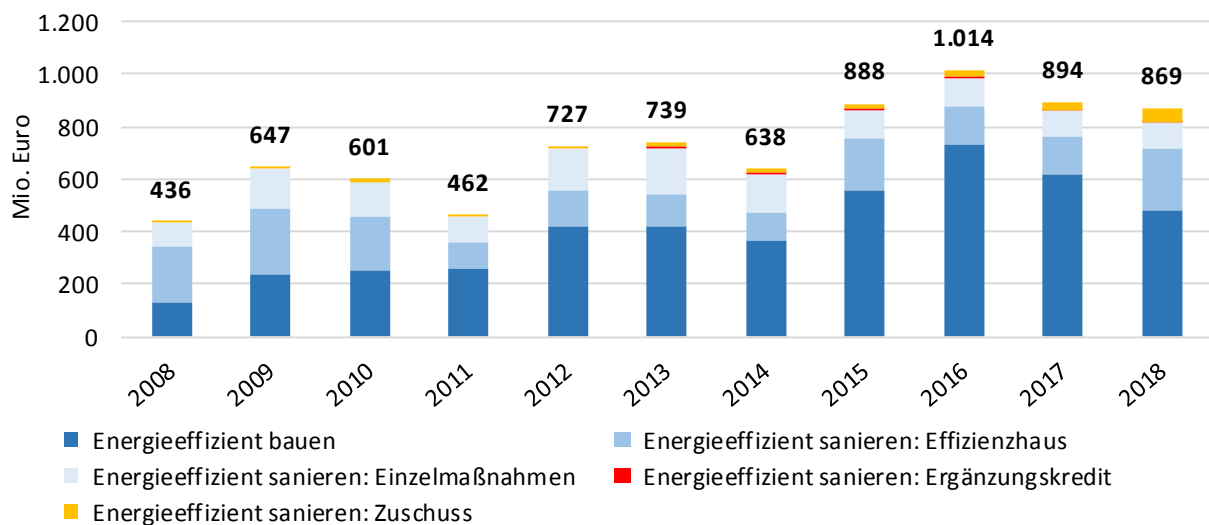
Das auf Ergänzungskredite und Sanierungszuschüsse entfallende Fördervolumen ist mit 51 Mio. Euro vergleichsweise gering. Die hohe Dominanz der Gebäudesanierung gegenüber dem Neubau bei Zusagen und geförderten Wohneinheiten ist auf die Zuschussförderung

zurückzuführen. Die auf dieses Programm für Hessen entfallenen Fördermittel in Höhe von 50 Mio. Euro verteilen sich auf fast 14.600 Zusagen und rund 21.000 geförderte Wohneinheiten, was je Fall einem Fördervolumen von durchschnittlich etwa 3.400 Euro bzw. 2.400 Euro entspricht.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung des Fördervolumens der einzelnen KfW-Förderprogramme seit 2008. Sowohl

der zunächst zu beobachtende Anstieg des Fördervolumens als auch dessen Rückgang am aktuellen Rand ist vor allem auf das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ zurückzuführen. Der Rückgang 2018 gegenüber dem Vorjahr beträgt 136 Mio. Euro bzw. 22 Prozent. Dieser konnte aber größtenteils durch den Zuwachs beim Förderprogramm „Effizienzhaus“ in Höhe von 87 Mio. Euro kompensiert werden.

Abbildung 33: KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2018 (in Mio. Euro)



Quelle: KfW 2019.

Marktanreizprogramm (MAP)

Mit dem Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wird in erster Linie die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in bereits bestehenden Gebäuden gefördert. In Ausnahmefällen ist eine Förderung besonders innovativer und hocheffizienter Technologien auch in Neubauten möglich.

Je nach Art und Größe der Investitionsmaßnahme erfolgt die Förderung über die KfW oder über das BAFA. Die Förderung von kleinen Anlagen bis 100 kW Leistung in den Bereichen Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen erfolgt über das BAFA und dies ausschließlich in Form von Investitionszuschüssen. Mit dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ werden alle größeren Anlagen in Form von Tilgungszuschüssen abgewickelt.

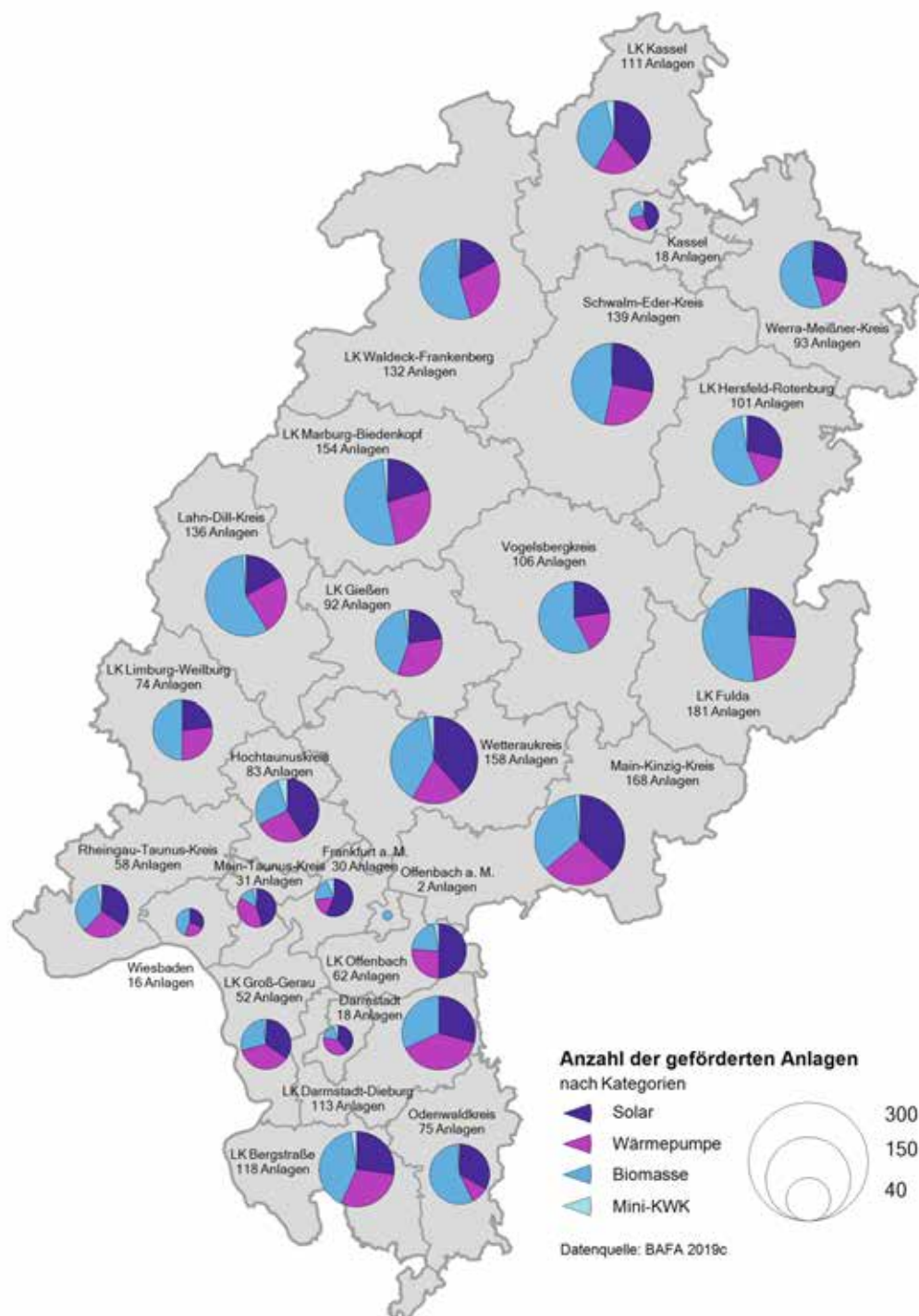
Laut Förderstatistik der KfW wurden im Jahr 2018 im Rahmen des Förderprogramms „Erneuerbare Energien –

Premium“ bundesweit 1.452 Zusagen mit einem Fördervolumen von insgesamt 108 Mio. Euro erteilt. Auf Hessen entfielen 28 Zusagen und 5 Mio. Euro Fördervolumen, was jeweils einem Anteil von 1,9 Prozent entspricht.

Vom BAFA wurden im Jahr 2018 durch das MAP insgesamt 2.321 Anlagen in Hessen gefördert. Bei 43 Prozent aller geförderten Anlagen handelte es sich um Biomasseanlagen, gefolgt von Solarthermieanlagen (30 %), Wärmepumpen (25 %) und Mini-KWK-Anlagen (2 %). Im Jahr 2018 erfolgte ein Leistungszubau durch die Förderung von Biomasseheizungen in Höhe von 22,9 MW, von Wärmepumpen in Höhe von 5,3 MW und von Mini-KWK-Anlagen in Höhe von 0,3 MW. Zudem wurde eine Fläche von 8.000 qm an Solarthermieanlagen zugebaut.

In Abbildung 34 ist die regionale Verteilung der Anlagen dargestellt. In den kreisfreien Städten wurden vergleichsweise wenige Anlagen gefördert. Biomasseanlagen werden mit Holz betrieben und konzentrieren sich stärker auf vor allem ländlich geprägte Landkreise.

Abbildung 34: Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2018 geförderte Anlagen in Hessen



CO₂-Minderungs- und Energieeffizienzprogramm Sanierung Amtsgericht Dieburg

Bei der Sanierung des Amtsgerichtes Dieburg erfolgte unter der Zielsetzung des CO₂-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME) eine Sanierung der Fassade sowie eine Optimierung der technischen Anlagen. Die markante Fassadengestaltung aus vorgeblendetem Klinkerstein und horizontalen Sichtbetonbändern sollte im Zuge der Sanierung erhalten bleiben und aufgearbeitet werden. Nach Durchführung der Maßnahme wird der Anforderungswert „modernisierter Altbau“ nach EnEV 2009 um 19 % unterschritten. Im Zuge der Sanierung wurden die Flachdächer gedämmt und eine PV-Anlage für den Eigenverbrauch installiert. Die Fenster- und Brüstungselemente wurden unter Berücksichtigung eines neuen, automatisch betriebenen Sonnenschutzes mit Lichtlenkfunktion sowie eines inneren Blendschutzes erneuert; einzelne Außenbauteile wurden mit einem Wärmedämmverbundsystem bzw. einer Perimeterdämmung versehen. Durch den Einbau neuer Thermostatventile und Hocheffizienzpumpen sowie die Dämmung der Verteilungssysteme und den Einsatz einer Lüftungsanlage für die Gerichtssäle wurden die technischen Anlagen optimiert.



Weitere Informationen finden Sie unter:
<http://co2.hessen-nachhaltig.de/de/projekte-bestandsbau.html>

Modellprojekt: Interkommunales Sanierungsmanagement für sechs Quartiere im Werra-Meißner-Kreis

Die Kommunen Eschwege, Großalmerode, Witzenhäusen, Herleshausen, Meißner und Ringgau haben sich, in Kooperation mit dem Werra-Meißner-Kreis, zusammengetan, um die energetische Stadtsanierung umzusetzen. Die sechs ländlichen Kommunen und Gemeinden im nordhessischen Werra-Meißner-Kreis haben die Konzeptphase für sechs kommunale Quartierskonzepte erfolgreich abgeschlossen. In den Quartierskonzepten wurden systematisch die örtlichen Voraussetzungen für die Entwicklung gemeinsamer Effizienz-, Versorgungs- und Sanierungslösungen, zum Beispiel Nahwärmenetze und Kraft-Wärme-Kopplung untersucht. Neben dem Thema Energie sollen gleichzeitig die Lebensqualität für die Menschen und die Attraktivität insgesamt in den Quartieren verbessert werden. Mit der Einrichtung eines gemeinsamen Sanierungsmanagements in Form eines interkommunalen und interdisziplinär zusammengesetzten Beratungs- und Unterstützernetzwerks sollen die Erkenntnisse aus der Konzeptphase für den Anschub konkreter Maßnahmen genutzt werden. Ziel ist u.a. der Aufbau eines gemeinsamen Expertenpools für hochwertige und individuelle Beratungsleistungen für Gebäudeeigentümer. Um die regionale Wertschöpfung und das Einbinden von lokalen Akteuren zu fördern, werden geeignete lokale Vereinigungen aktiv in die Aktivitäten des Sanierungsmanagements eingebunden. Über 18 Partner, von Energieversorgungsunternehmen über Sparkassen und Raiffeisenbanken bis hin zu lokalen Bürgerenergiegenossenschaften, haben sich bereits zur Unterstützung zusammengetan.

Um die Umsetzung des Projekts in den sechs Kommunen im Werra-Meißner-Kreis zu ermöglichen, trägt das Land in dem Modellprojekt die Kosten gemeinsam mit der bundeseigenen KfW im Rahmen des Programms „Energetische Stadtsanierung“.



Fotos: KEEA

Weitere Informationen unter:
<https://www.klimaschutznetz-wmk.de/energetische-quartierssanierung/>

6

Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung



6 Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung

45 Prozent des in Hessen verbrauchten Stroms wird durch hessische Energieanlagen erzeugt. Mit Stromimporten aus anderen Bundesländern wird der restliche Strombedarf in Hessen gedeckt (siehe Abbildung 12). Der in Hessen erzeugte Strom wird durch konventionelle Energieanlagen und durch erneuerbare Energieanlagen produziert. Um langfristig unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden und somit zum Gelingen der Energiewende beizutragen, ist ein weiterer Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen notwendig.

6.1 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung

Konventionelle Anlagen tragen in Hessen zu 52 Prozent zur Stromerzeugung bei. Mit dem wachsenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien im Stromversorgungssystem dienen konventionelle Anlagen dabei auch zum Ausgleich kurzfristiger Schwankungen von Stromangebot oder Stromnachfrage. Heizöl-Kraftwerke erzeugen beispielsweise fast ausschließlich Spitzenlaststrom zum Ausgleich kurzfristiger Stromnachfrageschwankungen, Gas- und Dampfturbinenkraftwerke sind zum Teil sehr kurzfristig regelbar und können flexibel eingesetzt werden.

Im Folgenden wird nur der Beitrag der konventionellen Anlagen zur Stromerzeugung dargestellt. Bei den aufgeführten Anlagen sind auch Heizkraftwerke enthalten, die zudem große Wärmemengen erzeugen, was nicht abgebildet wird.

Laut Statistik des Hessischen Statistischen Landesamtes (HSL 2019a) gibt es in Hessen insgesamt 98 Kraftwerke mit einer Leistung von 1 MW und mehr. Davon können 61 als konventionelle Energieanlagen eingestuft werden, weil als Hauptenergieträger fossile Brennstoffe oder Abfall eingesetzt werden. Diese konventionellen Anlagen haben im Jahr 2017 insgesamt 9.588 GWh Strom produziert.¹⁸ Erdgasbetriebene Anlagen lieferten mit 4.752 GWh den höchsten Beitrag, gefolgt von Kohle mit 3.326 GWh und sonstigen konventionellen Energieträgern mit 1.510 GWh. Für das Jahr 2018 liegen noch keine endgültigen Zahlen vor.

Das IE-Leipzig schätzt die durch konventionelle Anlagen produzierte Strommenge auf insgesamt 8.540 GWh, wobei Erdgas das Niveau hält und Kohle und sonstige Energieträger zurückgehen (IE-Leipzig 2019). Kernenergie spielt seit 2012 in Hessen keine Rolle mehr. In den Jahren davor produzierte das Atomkraftwerk in Biblis bis zu 20.000 GWh Strom pro Jahr und damit deutlich mehr als alle anderen konventionellen und erneuerbaren Kraftwerke zusammen.

In der Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur sind alle Kraftwerke mit einer Leistung von 10 MW und mehr einzeln aufgelistet. Demnach gibt es 34 größere konventionelle Energieanlagen in Hessen mit einer installierten Leistung von insgesamt 3.088 MW.

In Tabelle 5 sind diese Anlagen nach Energieträgern dargestellt. Darüber hinaus sind auch die Kraftwerke unter den Energieträgerkategorien einzeln aufgeführt. Lediglich beim Energieträger Erdgas sind aufgrund der großen Zahl an Anlagen nur solche mit einer installierten Leistung von 50 MW und mehr genannt.

Das größte erdgasbetriebene Kraftwerk ist Block 4 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg mit einer Leistung von 572 MW, gefolgt von der GuD-Anlage am Opel-Standort in Rüsselsheim mit 112 MW sowie Block 4 des HKW West in Frankfurt mit 99 MW. In Summe halten die 19 mit Erdgas betriebenen größeren Kraftwerke eine installierte Leistung von 1.511 MW vor.

Der zweitwichtigste Energieträger Steinkohle folgt mit einer installierten Leistung von 753 MW. In Hessen werden insgesamt fünf Anlagen mit Steinkohle als Hauptenergieträger betrieben. Zu nennen ist insbesondere Block 5 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg mit einer installierten Leistung von 510 MW. Die Heizkraftwerke in Frankfurt und Offenbach nutzen ebenfalls Steinkohle als Energieträger. Die installierte Leistung pro Anlage liegt dort aber sehr viel niedriger, nämlich im Bereich zwischen 50 und 70 MW.

Die beiden Pumpspeicherwerke am Edersee kommen gemeinsam auf eine installierte Leistung von 625 MW. Auf das größere der beiden Pumpspeicherwerke, Waldeck 2, entfallen 480 MW. Waldeck 1 verfügt über 145 MW.

¹⁸ Acht der 61 Kraftwerke setzen Abfall als Hauptenergieträger ein. Die Energieerzeugung aus Abfall wird in der Statistik jeweils zur Hälfte als erneuerbare Energie bzw. fossile Energie definiert.

Tabelle 5: Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen ≥ 10 MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2018

Energieträger*	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung (in MW)
Erdgas	19	1.511
Kraftwerk Staudinger, Block 4		572
GuD-Anlage Rüsselsheim (Opel)		112
HKW West Frankfurt (Block 4)		99
ADS-Anlage Industriepark Höchst		97
GTKW Darmstadt		95
HKW Industriepark Höchst		86
GuD Baunatal (VW)		78
HKW Niederrad Frankfurt		70
KW Wintershall Heringen (K+S)		69
Kombi-HKW Kassel		50
...		
Steinkohle	5	753
Kraftwerk Staudinger, Block 5		510
HKW Industriepark FFM-Höchst		66
HKW West Frankfurt, Block 2		62
HKW West Frankfurt, Block 3		62
HKW Offenbach		54
Pumpspeicher	2	625
Waldeck 2		480
Waldeck 1		145
Abfall	6	140
MHKW Frankfurt, Block T7		47
EBS-Kraftwerk Witzenhausen		28
MHKW Frankfurt, Block T3		26
MHKW Kassel		15
MHKW Offenbach		15
BiomasseHKW Wiesbaden		11
Braunkohle	1	34
Fernwärmekraftwerk Kassel		34
Mineralölprodukte	1	25
Kraftwerk Fulda		25
Summe	34	3.088

* Zuordnung von Anlagen mit mehreren Energieträgern nach Hauptenergieträgern.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2019a (Stand: 07.03.2019), Auswertung der Hessen Agentur.

Darüber hinaus gibt es in Hessen noch fünf große Müllheizkraftwerke (MHKW) mit einer Leistung zwischen 10 und 50 MW sowie ein Ersatzbrennstoffkraftwerk (EBS-

Kraftwerk) mit einer Leistung von 28 MW. Bei Ersatzbrennstoffen handelt es sich um einen Energieträger, der aus Abfall gewonnen wird. Die Kapazitäten dieser Anlagen mit Hauptbrennstoff Abfall summieren sich auf insgesamt 140 MW.

Zu nennen ist außerdem das Fernwärmekraftwerk in Kassel (34 MW), das als Hauptenergieträger Braunkohle einsetzt, sowie das Kraftwerk Fulda (25 MW), das mit Mineralölprodukten befeuert wird.

Mit 20 Kraftwerken und einer installierten Leistung von 2.066 MW sind die meisten konventionellen Kraftwerke in Südhessen verortet, darunter auch das größte Kraftwerk Hessens, das Kraftwerk Staudinger in Großkrotzenburg. In Nordhessen halten 14 Kraftwerke eine Kapazität von 1.022 MW vor, während Mittelhessen über kein größeres konventionelles Kraftwerk verfügt. Die meisten Kraftwerke befinden sich in der unmittelbaren Umgebung von großen Städten. Vereinzelt stehen die Anlagen aber auch im ländlichen Raum. Zu nennen sind vor allem die insgesamt drei Anlagen der K+S AG in Heringen und Philippsthal sowie zwei Anlagen in Witzenhausen. Die Anlagen in Witzenhausen versorgen die dortige Papierfabrik der DS Smith Paper Deutschland GmbH mit Strom. In Breuberg im Odenwald steht ebenfalls ein größeres Kraftwerk, das hauptsächlich die Reifenfabrik Pirelli mit Strom beliefert.

Neben den bereits genannten Industrieunternehmen gibt es noch weitere Unternehmen, die eigene Kraftwerke betreiben, wie z. B. die Adam Opel AG, Infraserb GmbH & Co. Höchst KG, Volkswagen AG und Merck KGaA. Neben der Eigennutzung des erzeugten Stroms wird überschüssiger Strom auch in das öffentliche Netz eingespeist.

Gegenüber dem Vorjahr gibt es keine Änderungen am Kraftwerksbestand. Im Hinblick auf die vorgehaltene Leistung ist lediglich beim Kraftwerk Wintershall in Heringen gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang der Leistung um 41 MW festzustellen. Mit Blick in die Zukunft sind keine Veränderungen zu erwarten. Bei der BNetzA wurde für den Zeitraum bis 2022 kein Zu- oder Rückbau von hessischen Anlagen angemeldet (BNetzA 2019b).

6.2 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung

Die Umstellung des Energiesystems weg von konventionellen Energieanlagen zur Stromerzeugung hin zu erneuerbaren Energieanlagen ist eine der zentralen Herausforderungen der hessischen Energiewende. Den 34 konventionellen großen hessischen Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von insgesamt 3.088 MW stehen weit mehr

als 100.000 erneuerbare Energieanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.592 MW gegenüber (siehe Tabelle 6). Während die konventionelle Stromerzeugung durch eine hohe räumliche Konzentration, eine hohe installierte Leistung pro Anlage und eine hohe Konstanz bei der Verfügbarkeit der Energieträger geprägt ist, ist bei der erneuerbaren Stromerzeugung das Gegenteil der Fall. Die erneuerbaren Energieanlagen sind sehr dezentral über ganz Hessen verteilt, technologisch bedingt liegen die installierten Leistungen um ein Vielfaches niedriger und die Verfügbarkeit des Energieträgers ist zum Teil sehr volatil. Das wird an den vergleichsweise niedrigen Volllaststunden von erneuerbaren Energien ersichtlich. Dies trifft besonders auf Windenergie und Photovoltaik zu, die sehr von der Witterung abhängig sind.

Im Jahr 2017 konnten Photovoltaikanlagen umgerechnet nur 11 Prozent der Jahresstunden unter Volllast Strom erzeugen. Bei Windenergieanlagen lag der Anteil 10 Prozentpunkte höher bei 21 Prozent. Konventionelle Energieanlagen kommen auf wesentlich höhere Volllaststunden. Der Energieträger Erdgas erreichte im Jahr 2017 einen Anteilswert von 32 Prozent, Steinkohle von 41 Prozent und Kernenergie von 79 Prozent der Volllast-Jahresstunden (BDEW 2018).

Ein Unterschied zwischen erneuerbaren und konventionellen Energieanlagen besteht auch hinsichtlich der Versorgungssicherheit. Im Bericht zur Leistungsbilanz (siehe ÜNB 2019) weisen die Übertragungsnetzbetreiber aus, wie viel Prozent der installierten Leistung von erneuerbaren Energieanlagen bei einer „kalten Dunkelflaute“, also einer kritischen Versorgungssituation mit geringer Stromeinspeisung bei gleichzeitig hohem Stromverbrauch, nicht zur Verfügung steht. Demnach wird für den Energieträger Biomasse eine Nichtverfügbarkeit der installierten Leistung von 35 Prozent und für den Energieträger Wasserkraft eine Nichtverfügbarkeit von 75 Prozent angenommen. Beim Energieträger Windenergie weisen die Übertragungsnetzbetreiber eine Nichtverfügbarkeit von 99 Prozent aus, da im Jahr 2017 die eingespeiste Leistung für ein Prozent der Zeit unter einem Prozent der installierten Leistung lag. Beim Energieträger Photovoltaik erreicht die Nichtverfügbarkeit einen Wert von 100 Prozent, da nachts keine Leistung zur Verfügung steht. Der größte Teil der zur Verfügung stehenden Leistung entfällt bei der angenommenen „kalten Dunkelflaute“ daher auf konventionelle Energieanlagen.

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-Jahresabrechnung 2014 (ÜNB 2015). Darüber hinaus wurden die EEG-Anlagenstammdaten und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2019c) sowie das Marktstammdatenregister (BNetzA 2019d) ausgewertet. Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die EEG-Jahresabrechnung für das Jahr 2018 noch nicht vorlag, wurde eine Schätzung des IE-Leipzig (2019) zu den eingespeisten Strommengen im Jahr 2018 herangezogen.

Bei der Prüfung der Daten der Übertragungsnetzbetreiber sind Abweichungen, 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 hat am 31. Januar 2019 das Webportal zum Marktstammdatenregister (MaStR) unter www.marktstammdatenregister.de freigeschaltet und damit die bestehenden Register abgelöst (BNetzA 2019d). Innerhalb einer zweijährigen Frist muss der gesamte Bestand an Stromerzeugungseinheiten im MaStR von den Betreibern (neu) registriert werden. Im Jahr 2021 ist dann erstmals mit einem konsistenten und geprüften Datensatz zum Gesamtanlagenbestand in Deutschland zu rechnen.

Installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG

In Hessen war am 31.12.2018 eine elektrische Leistung von 4.592 MW durch erneuerbare Energieanlagen installiert (siehe Tabelle 6 sowie Informationen zur Datenquelle). Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies einen Anstieg der installierten Leistung um 349 MW bzw. 8,2 Prozent. Mit Blick auf die Anlagenzahl und die installierte Leistung kommt in Hessen vor allem den Energieträgern Photovoltaik und Windenergie eine hohe Bedeutung zu. Am Ende des Jahres 2018 waren in Hessen 115.281 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 2.062 MW installiert. Beim Energieträger Windenergie lag die Anlagenzahl bei 1.122 und die installierte Leistung bei 2.159 MW.

Die weiteren erneuerbaren Energieträger folgen mit größerem Abstand: Die 509 hessischen Biomasseanlagen hielten zum 31.12.2018 eine Leistung von 273 MW vor, die 500 Wasserkraftanlagen kommen auf eine Leistung von 65 MW, die 43 Deponiegasanlagen auf 22 MW und die 30 Klärgasanlagen auf 12 MW. Anteilig hat der Energieträger Windenergie die größte Bedeutung. 47,0 Prozent der installierten Leistung entfallen auf Windenergie. Photovoltaik kommt auf 44,9 Prozent. Die restlichen 8,1 Prozent verteilen sich auf Biomasse (5,9 %), Wasserkraft (1,4 %), Deponiegas (0,5 %) sowie Klärgas (0,3 %).

Tabelle 6: Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2018 in Hessen nach Energieträgern

Energieträger	Anlagenzahl	Installierte Leistung (MW)	Anteil installierte Leistung
Biomasse	509	272,7	5,9%
Deponiegas	43	21,8	0,5%
Klärgas	30	11,7	0,3%
Photovoltaik	115.281	2.061,7	44,9%
Wasserkraft	500	64,5	1,4%
Windenergie	1.122	2.159,2	47,0%
Summe	117.485	4.591,6	100,0%

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

Quelle: BNetzA 2019c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Regelbarkeit von erneuerbaren Energieanlagen

Mit Inkrafttreten des EEG 2014 am 1. August 2014 gelten die in § 9 genannten technischen Vorgaben für erneuerbare Energieanlagen. Diese sind auch im EEG 2017 enthalten. Demnach müssen erneuerbare Energieanlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 100 kW technisch so ausgestattet sein, dass der Netzbetreiber zu jedem Zeitpunkt die Anlagen ferngesteuert herunterregeln kann, wenn das Netz überlastet ist. Für Photovoltaikanlagen gilt diese Regelung auch für Anlagen mit einer Leistung unterhalb von 100 kW, wobei Anlagen mit einer installierten Leistung bis höchstens 30 kW alternativ zur Einrichtung einer Regelungsmöglichkeit durch den Netzbetreiber auch die maximale Wirkleistungseinspeisung auf 70 Prozent der installierten Leistung begrenzen können.

Am 31.12.2017 konnten in Hessen 78 Prozent der durch erneuerbare Energieanlagen installierten Leistung vom Netzbetreiber ferngesteuert geregelt werden (ÜNB 2018). Bei 19 Prozent der Leistung war eine solche Regelung nicht möglich und bei den restlichen 3 Prozent (trifft nur auf Photovoltaikanlagen zu) war die jeweilige Leistung am Netzverknüpfungspunkt auf 70 Prozent reduziert.

Ein Blick auf die Energieträger zeigt, dass bei nahezu allen Windenergieanlagen (99,95 % der Leistung) eine Regelung durch den Netzbetreiber möglich war. Auch der überwiegende Anteil der Biomasseanlagen (96,6 % der Leistung) und Deponiegasanlagen (99,2 % der Leistung) konnte durch den Netzbetreiber geregelt werden.

Bei Wasserkraft und Klärgasanlagen lag der Anteil der regelbaren Leistung mit 84,8 Prozent bzw. 71,6 Prozent etwas niedriger. Bei Photovoltaikanlagen traf dies auf gut die Hälfte (52,2 %) der installierten Leistung zu. 7,0 Prozent der Photovoltaikleistung war durch eine 70-Prozent-Begrenzung gedrosselt. Bei den restlichen 40,8 Prozent der durch Photovoltaikanlagen vorgehaltenen Leistung war eine Regelung durch den Netzbetreiber nicht möglich.

Inbetriebnahmen, Leistungsänderungen und Stilllegungen von erneuerbaren Energieanlagen

In Tabelle 7 ist differenziert nach Energieträgern dargestellt, wie viele erneuerbare Energieanlagen seit dem Jahr 2015 bis zum ersten Halbjahr 2019 zugebaut wurden und wie viel Leistung neu hinzugekommen ist.

Die Leistungsänderungen von Bestandsanlagen und Informationen zu Stilllegungen sind in den Tabellen 8 und 9 abgebildet.

Im Jahr 2015 wurde ein Zubau von +262 MW an erneuerbaren Energieanlagen realisiert. Dieser wurde im Jahr 2016 mit einem Zubau von +347 MW deutlich übertroffen. Eine weitere Steigerung war im Jahr 2017 festzustellen. Hier wurden insgesamt +376 MW neu installiert. Der entsprechende Wert des Jahres 2018 lag niedriger und erreichte mit +347 MW exakt das Niveau des Jahres 2016. Für das Jahr 2019 zeichnet sich ein deutlich niedrigerer Zubau von erneuerbaren Energieanlagen ab. Im ersten Halbjahr 2019 konnten nur +75 MW neu installiert werden. Der niedrige Wert ist durch einen regelrechten Einbruch beim Zubau von Windenergie erklärbar. Dies ist nicht nur in Hessen zu beobachten, sondern eine deutschlandweite Entwicklung. Als Grund kann u. a. die hohe Zahl an Klagen gegen Genehmigungen von Windenergieanlagen angeführt werden, die den Bau der Anlagen verzögern oder sogar verhindern. Darüber hinaus werden im ersten Halbjahr 2019 die Folgen der Ausschreibungsverfahren des Jahres 2017 bemerkbar, bei denen zu einem hohen Anteil Anlagen einen Zuschlag erhielten, die noch keine Genehmigungen vorwiesen, weshalb sich der Bau der Anlagen deswegen nun stark verzögert (FA Wind 2019) (siehe auch Abschnitt Genehmigungen von Windenergieanlagen).

Beim Energieträger Photovoltaik ist hingegen ein Rekordjahr bei der neu installierten Leistung zu beobachten. Nach den mäßigen Zubaujahren 2015 und 2016 mit +59 MW bzw. +50 MW wurde im Jahr 2017 mit +74 MW wieder mehr Photovoltaik zugebaut. Dieser Wert wird mit +114 MW im Jahr 2018 nochmals deutlich übertroffen. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies einen Anstieg um 54 Prozent. Auch im ersten Halbjahr 2019 konnten bereits +73,5 MW zugebaut werden. Den Einbruch bei der Windenergie zu Beginn des Jahres 2019 kann die höhere Zubaudynamik bei der Photovoltaik jedoch nicht kompensieren.

Die Energieträger Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Wasserkraft haben in Hessen hinsichtlich des Zubaus keine große Bedeutung. Es wurden nur wenige neue Anlagen mit jeweils nur geringer Leistung installiert.

Der Zubau liegt pro Energieträger in den Jahren 2015 bis 2018 überwiegend unter 1 MW pro Jahr. Lediglich beim Energieträger Biomasse wird dieser Wert in den Jahren 2015 und 2016 mit +2,0 MW bzw. +1,8 MW geringfügig übertroffen. Auch im ersten Halbjahr 2019 hat sich daran nichts geändert.

Tabelle 7: Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, 2015 bis 1. Halbjahr 2019, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung

Energie-träger	Anlagenzahl					Installierte Leistung (in MW)				
	2015	2016	2017	2018	1. Halb-jahr 2019	2015	2016	2017	2018	1. Halb-jahr 2019
Biomasse	15	10	4	5	4	2,0	1,8	0,3	0,3	1,4
Deponiegas	1	1	2	1	-	0,1	0,5	0,4	0,1	-
Klärgas	2	2	3	1	-	0,2	0,2	0,2	0,1	-
Photovoltaik	3.016	3.295	4.730	4.785	2.733	58,8	50,0	74,0	114,0	73,5
Wasserkraft	2	3	3	1	3	0,02	0,4	0,3	0,1	0,03
Windenergie	76	103	103	76	-	200,5	294,5	300,4	232,0	-
Insgesamt	3.112	3.414	4.845	4.869	2.740	261,7	347,3	375,6	346,5	75,0

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

Quelle: BNetzA 2019c, BNetzA 2019d, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Während Tabelle 7 die Inbetriebnahmen von neuen Anlagen und die entsprechende neu installierte Leistung zeigt, ist in Tabelle 8 die Leistungsänderung von Bestandsanlagen dargestellt. Die Leistungsänderung enthält

neben der Erhöhung der Leistung von Anlagen auch mögliche Leistungsreduktionen. Änderungen an der installierten Leistung von Bestandsanlagen finden vor allem beim Energieträger Biomasse statt. So wurde per

Saldo im Jahr 2018 die Leistung von Biomasseanlagen um insgesamt +9,71 MW erhöht.

Im Jahr 2017 lag die Leistungsänderung von Biomasseanlagen bei +8,14 MW. Ansonsten sind in den Jahren 2017 und 2018 Leistungsänderungen nur beim Energieträger Wasserkraft relevant, hier aber mit +0,03 MW und +0,02 MW in einem sehr geringen Umfang.

Tabelle 8: Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2019 (in MW)

Energieträger	2015	2016	2017	2018	1. HJ 2019
Biomasse	+2,2	+2,2	+8,1	+9,7	*
Deponiegas	-0,3	-0,1	–	–	*
Klärgas	+0,1	+0,1	–	–	*
Photovoltaik	–	–	–	–	*
Wasserkraft	+0,2	+0,2	+0,03	+0,02	*
Windenergie	–	–	–	–	*
Insgesamt	+2,3	+2,4	+8,2	+9,7	*

*Am 31.01.2019 hat das Marktstammdatenregister das Anlagenregister abgelöst. Derzeit sind im MaStR keine ausreichenden Informationen zur Höhe der Leistungsänderungen verfügbar.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2019c.

Tabelle 9: Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2019 (in MW)

Energieträger	2015	2016	2017	2018	1. HJ 2019
Biomasse	–	0,01	1,5	1,3	*
Deponiegas	1,2	1,2	0,5	–	*
Klärgas	–	–	–	–	*
Photovoltaik	–	–	–	–	*
Wasserkraft	–	–	–	–	*
Windenergie	–	2,1	–	5,8	*
Insgesamt	1,2	3,3	2,0	7,1	*

*Am 31.01.2019 hat das Marktstammdatenregister das Anlagenregister abgelöst. Derzeit sind im MaStR keine ausreichenden Informationen zur Höhe der stillgelegten Leistung verfügbar.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2019c, BNetzA 2019d, LIS-A 2019.

Tabelle 9 gibt eine Übersicht über die gemeldete stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen. In den Jahren 2015 bis 2018 gab es insgesamt nur verhältnismäßig wenig Stilllegungen von Anlagen. Im Jahr 2018 fiel die stillgelegte Leistung mit -7,13 MW etwas höher aus, weil sieben Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 5,8 MW und zwei Biomasseanlagen mit einer Gesamtleistung von 1,33 MW stillgelegt wurden.

Genehmigungen von Windenergieanlagen

Während in den Jahren 2016 und 2017 jeweils mehr als 100 Windenergieanlagen neu errichtet wurden, ist die Zahl der Inbetriebnahmen im Jahr 2018 auf 76 gesunken. Im ersten Halbjahr 2019 war ein weiterer Rückgang der Inbetriebnahmen festzustellen. Diese rückläufige Entwicklung war über die Beobachtung der Zahl der genehmigten Anlagen im Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2019) und im Anlagenregister (BNetzA 2019c) bzw. im Marktstammdatenregister (BNetzA 2019d) bereits absehbar. Über die Zahl der erfolgten Genehmigungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) lässt sich gut abschätzen, wie viele Inbetriebnahmen in naher Zukunft zu erwarten sind. Zuletzt war die Zahl der genehmigten Anlagen stark rückläufig. Am 30.06.2019 besaßen insgesamt 62 Anlagen mit einer geplanten Leistung von 189,2 MW eine Genehmigung. Darunter befinden sich jedoch auch Anlagen, deren Bescheide beklagt werden.

Um eine Windenergieanlage errichten zu können, ist neben einer Genehmigung durch die Planungsbehörden auch eine erfolgreiche Teilnahme an einem bundesweiten Ausschreibungsverfahren der BNetzA notwendig. Die erste Ausschreibung hat im Mai 2017 stattgefunden. Danach gab es noch zwei weitere Ausschreibungen im Jahr 2017 und vier Ausschreibungen im Jahr 2018. Für das Jahr 2019 sind sechs Ausschreibungen geplant. Davon waren zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses des vorliegenden Monitoringberichtes bereits zwei beendet, sodass bisher insgesamt neun Ausschreibungen stattgefunden haben. Während die ersten vier Ausschreibungsrunden zum Teil deutlich überzeichnet waren, liegt die Gebotsmenge seit der fünften Ausschreibungsrunde im Mai 2018 unterhalb des Ausschreibungsvolumens (BNetzA 2019e).

Insgesamt haben sich 62 hessische Windenergieprojekte mit einem Gebotsvolumen von 725 MW an den neun seit 2017 stattgefundenen Ausschreibungsrunden beteiligt. Bezuschlagt wurden 30 Projekte mit einem Volumen von 358 MW. Die starke Differenz zwischen Gebotsmenge und Zuschlagsmenge ist auf die ersten drei Ausschreibungsrunden zurückzuführen, bei denen Bürgerenergiegesellschaften auch ohne BImSchG-Genehmigung an der Ausschreibung teilnehmen durften.

Dies führte dazu, dass Projekte bezuschlagt wurden, deren Realisierung noch fragwürdig war. Seit Beginn des Jahres 2018 wurde diese Regelung aufgehoben und auch Projekte von Bürgerenergiegesellschaften müssen eine planungsbehördliche Genehmigung des Projektes bei Gebotsabgabe vorweisen. Dies führte zu einem deutlichen Rückgang der Gebote und verbesserte gleichzeitig die Chancen für bereits genehmigte Projekte.

Seit Beginn des Jahres 2018 hat jedes hessische Projekt einen Zuschlag bekommen. Die Beteiligung von hessischen Projekten war zuletzt jedoch rückläufig.

Festlegung von Vorranggebieten zur Nutzung von Windenergie

Mit dem energiepolitischen Ziel, Windvorranggebiete in der Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche festzulegen, 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 Windvorranggebiete mit einer Fläche von rund 2,0 Prozent bzw. 2,2 Prozent der Fläche der jeweiligen Planungsregion festgelegt worden. Im Juni 2019 folgte der entsprechende Beschluss für die Planungsregion Südhessen mit einer Fläche von 1,4 Prozent als Windvorranggebiete. Darüber hinaus wurde zusätzlich 0,8 Prozent der Fläche als sogenannte „Weißflächen“ festgelegt. Die Weißflächen sollen in einem zweiten Schritt als Windvorrang- oder Ausschlussflächen geplant werden.

Erzeugte und eingespeiste Strommengen von erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG

Die durch das EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen erhalten für den eingespeisten Strom eine Vergütung. Daten zur jeweils eingespeisten Strommenge sowie zur Vergütung werden im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung von den Übertragungsnetzbetreibern anlagenscharf veröffentlicht. Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses lagen die entsprechenden Daten für das Jahr 2017 vor (ÜNB 2018). Das IE-Leipzig (2019) hat auf Basis des Anlagenbestandes zum 31. Dezember 2018 eine Schätzung der eingespeisten Strommenge für das Jahr 2018 vorgenommen und kommt zu dem Ergebnis, dass im Jahr 2018 insgesamt 7.211 GWh durch EEG-geförderte Anlagen in das Stromnetz eingespeist wurden (siehe Tabelle 10).¹⁹

Durch Windenergie wurde mit Abstand der meiste Strom erzeugt und eingespeist. Das IE-Leipzig schätzt die durch Windenergie produzierte Strommenge auf rd. 3.660 GWh. Das entspricht 50,8 Prozent der insgesamt eingespeisten Strommenge. Photovoltaikanlagen dürften demnach rd. 1.800 GWh (25,0 %) in das Netz eingespeist haben, gefolgt von den Biomasseanlagen mit einer Einspeisemenge von rd. 1.504 GWh (20,9 %). Wasserkraftanlagen kommen im Jahr 2018 voraussichtlich auf

rd. 221 GWh (3,1 %) Stromeinspeisung, Deponiegasanlagen auf gut 25 GWh (0,4 %) und Klärgasanlagen auf 0,4 GWh (0,01 %).

In Tabelle 10 sind nur die eingespeisten Strommengen dargestellt. Der direkt vor Ort selbstverbrauchte Strom ist nicht beinhaltet. Dieser spielt vor allem bei Photovoltaikanlagen aber zunehmend eine Rolle.

Tabelle 10: Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2018 (in GWh)

Energieträger	Strommenge	Anteil
Biomasse	1.503,7	20,9%
Deponiegas	25,3	0,4%
Klärgas	0,4	0,01%
Photovoltaik	1.800,3	25,0%
Wasserkraft	221,1	3,1%
Windenergie	3.659,8	50,8%
Summe	7.210,7	100,0%

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: IE-Leipzig 2019.

¹⁹ Hier werden ausschließlich Energieerzeugungsanlagen betrachtet, die nach dem EEG gefördert werden. Dadurch kommt es zu Abweichungen zu der in Abbildung 24 in Kapitel 4 dargestellten durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass in Abbildung 24 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 10 hingegen sind diese Strommengen nicht enthalten.

Selbstverbrauch von Photovoltaikstrom und Stromspeicher

Der Selbstverbrauch von Photovoltaikstrom ist in den EEG-Jahresabrechnungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber nur unvollständig erfasst. Enthalten sind Daten zum Selbstverbrauch für Anlagen, die zwischen Januar 2009 und März 2012 in Betrieb gegangen sind und die eine EEG-Vergütung für selbstverbrauchten Strom bekommen. Für Anlagen, die später in Betrieb genommen wurden, gilt diese Regelung nicht mehr. Ebenfalls erfasst sind Daten zum Selbstverbrauch von Anlagen mit Inbetriebnahmedatum ab 01.08.2014 und einer installierten Leistung von mindestens 10 kW, da die selbstverbrauchte Strommenge dieser Anlagen EEG-umlagepflichtig ist. Für alle Anlagen unter 10 kW und Inbetriebnahme nach März 2012 sind keine Informationen zum Selbstverbrauch vorhanden. Das IE-Leipzig (2019) hat deshalb auf Basis der Methode der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik²⁰ den Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen geschätzt. Dieser liegt für das Jahr 2018 bei 216,4 GWh (siehe hierzu auch Kapitel 4). Wird der Selbstverbrauch auf den von Photovoltaikanlagen eingespeisten Strom addiert, dann ergibt sich eine durch Photovoltaikanlagen produzierte Gesamtstrommenge in Höhe von 2.016,7 GWh. Der Anteil des Selbstverbrauchs liegt bei 10,7 Prozent.

Um den selbsterzeugten Strom optimal selbst nutzen zu können und um damit Kosten zu sparen, werden Photovoltaikanlagen immer häufiger in Kombination mit einem Stromspeicher gekauft. Im Jahresbericht zum Speichermonitoring (siehe Figgener et al. 2018) wird der Bestand an Solarstromspeichern in Hessen Ende 2017 auf ca. 5.000 geschätzt. Deutschlandweit sind rund 85.000 Speicher installiert. Im Jahr 2017 kamen in Hessen 1.651 Speicher hinzu. In Gesamtdeutschland wurden 31.700 Speicher neu zugebaut. Es kann davon ausgegangen werden, dass aktuell jede zweite Photovoltaikanlage gemeinsam mit einem Speicher errichtet wird. Insgesamt wird im Jahresbericht zum Speichermonitoring von einer deutschlandweit nutzbaren Batteriekapazität von 600 MWh ausgegangen. Die Leistung der Batterien summiert sich auf 280 MW. Auf Hessen entfallen dabei ca. 16 MW. Hinsichtlich der Technologie hat sich die Lithium-Ionen-Batterie durchgesetzt. Die im Jahresbericht zum Speichermonitoring veröffentlichten Zahlen beruhen auf Förderdaten der KfW. Zum Teil handelt es sich um Schätzwerte, weil derzeit nur noch jedes fünfte Speichersystem eine KfW-Förderung in Anspruch nimmt (siehe Figgener et al. 2018, S. 36).

Regionale Verteilung der erneuerbaren Energieanlagen

Abbildung 35 zeigt die Verteilung der installierten elektrischen Leistung von erneuerbaren Energieanlagen zum 31.12.2018 nach den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten. Es ist deutlich erkennbar, dass regionale Schwerpunkte in Hessen vorhanden sind. Der Landkreis mit den größten installierten Kapazitäten ist der Vogelsbergkreis. In diesem Landkreis sind erneuerbare Energieanlagen mit einer Leistung von insgesamt 560 MW installiert. Ebenfalls vergleichsweise hohe Kapazitäten weisen der Landkreis Kassel (411 MW), der Landkreis Waldeck-Frankenberg (403 MW), der Main-Kinzig-Kreis (394 MW) sowie der Landkreis Marburg-Biedenkopf (338 MW) auf. Zusammengenommen sind in den genannten fünf Landkreisen 46 Prozent der hessischen Leistung aus erneuerbaren Energien installiert. Während in ländlichen Regionen vor allem die Windenergie dominiert, hat besonders im Rhein-Main-Gebiet der Energieträger Biomasse einen hohen Stellenwert.

Die regionale Verteilung der durch erneuerbare Energieanlagen im Jahr 2018 erzeugten und eingespeisten Strommenge zeigt Abbildung 36. Es ist deutlich zu erkennen, dass im Vogelsbergkreis mit 988 GWh mit Abstand am meisten erneuerbarer Strom eingespeist wurde. Theoretisch könnten mit dieser Strommenge 630.000 Einwohner mit Strom versorgt werden, wenn von einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch der privaten Haushalte von 1.564 kWh im Jahr 2018 (siehe Abbildung 14) ausgegangen wird. Das entspricht in etwa dem Sechsfachen der Einwohnerzahl des Vogelsbergkreises. Mit jeweils über 500 GWh haben folgende Landkreise ebenfalls hohe Einspeiseergebnisse: der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 720 GWh, der Landkreis Kassel mit 654 GWh, der Main-Kinzig-Kreis mit 652 GWh und der Landkreis Marburg-Biedenkopf mit 550 GWh.

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.

²⁰ Für Photovoltaikanlagen mit Inbetriebnahme vom 01.04.2012 bis zum 31.12.2012 wird ein Selbstverbrauch von 20 Prozent und für Photovoltaikanlagen mit Inbetriebnahme ab 01.01.2013 ein Selbstverbrauch von 30 Prozent der Gesamtstromerzeugung angenommen.

Die fünf Landkreise mit der größten Dynamik beim Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen im Jahr 2018 sind in Tabelle 11 aufgelistet. Die Rangliste wird vom Main-Kinzig-Kreis angeführt.

Tabelle 11: Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2018

Rang	Landkreis	Zugebaute elektrische Leistung 2018 (in MW)
1	Main-Kinzig-Kreis	48,0
2	Landkreis Bergstraße	43,7
3	Landkreis Fulda	38,5
4	Vogelsbergkreis	37,2
5	Landkreis Kassel	34,0

Quelle: BNetzA 2019c, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Hier wurden insgesamt 48 MW an elektrischer Leistung durch erneuerbare Energieanlagen zugebaut. Rang 2 belegt der Landkreis Bergstraße mit einem Zubau von +43,7 MW, gefolgt vom Landkreis Fulda mit +38,5 MW auf Rang 3, dem Vogelsbergkreis mit +37,2 MW auf Rang 4 und dem Landkreis Kassel mit +34 MW auf Rang 5. Besonders erwähnenswert ist der Vogelsbergkreis, der sich bereits in den beiden Vorjahren (2016: +65,5 MW, 2017: +47,6 MW) im Spitzenranking unter den fünf Landkreisen mit dem größten Zubau befunden hat.

Welche Städte und Gemeinden durch eine besonders hohe Ausbauaktivität im Jahr 2018 hervorstechen, ist in Tabelle 12 dargestellt. Hier sind die 10 Städte und Gemeinden mit dem größten Ausbau an elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen im Jahr 2018 aufgeführt. Die Rangliste wird von der Gemeinde Eiterfeld angeführt, die im Gemeindegebiet +30,6 MW Leistung zusätzlich installiert hat. Rang 2 belegt Schlüchtern mit +26,7 MW und Rang 3 Trendelburg mit +23,2 MW, gefolgt von Kirtorf (+18,0 MW) und Wald-Michelbach (+17,4 MW) auf den Rängen 4 und 5.

Tabelle 12: Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2018

Rang	Gemeinde	Zugebaute elektrische Leistung 2018 (in MW)
1	Eiterfeld	30,6
2	Schlüchtern	26,7
3	Trendelburg	23,2
4	Kirtorf	18,0
5	Wald-Michelbach	17,4
6	Witzenhausen	15,5
7	Steinau an der Straße	14,1
8	Fürth	10,7
9	Friedewald	10,5
10	Alsfeld	10,4

Quelle: BNetzA 2019c, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Abbildung 35: Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2018 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW)

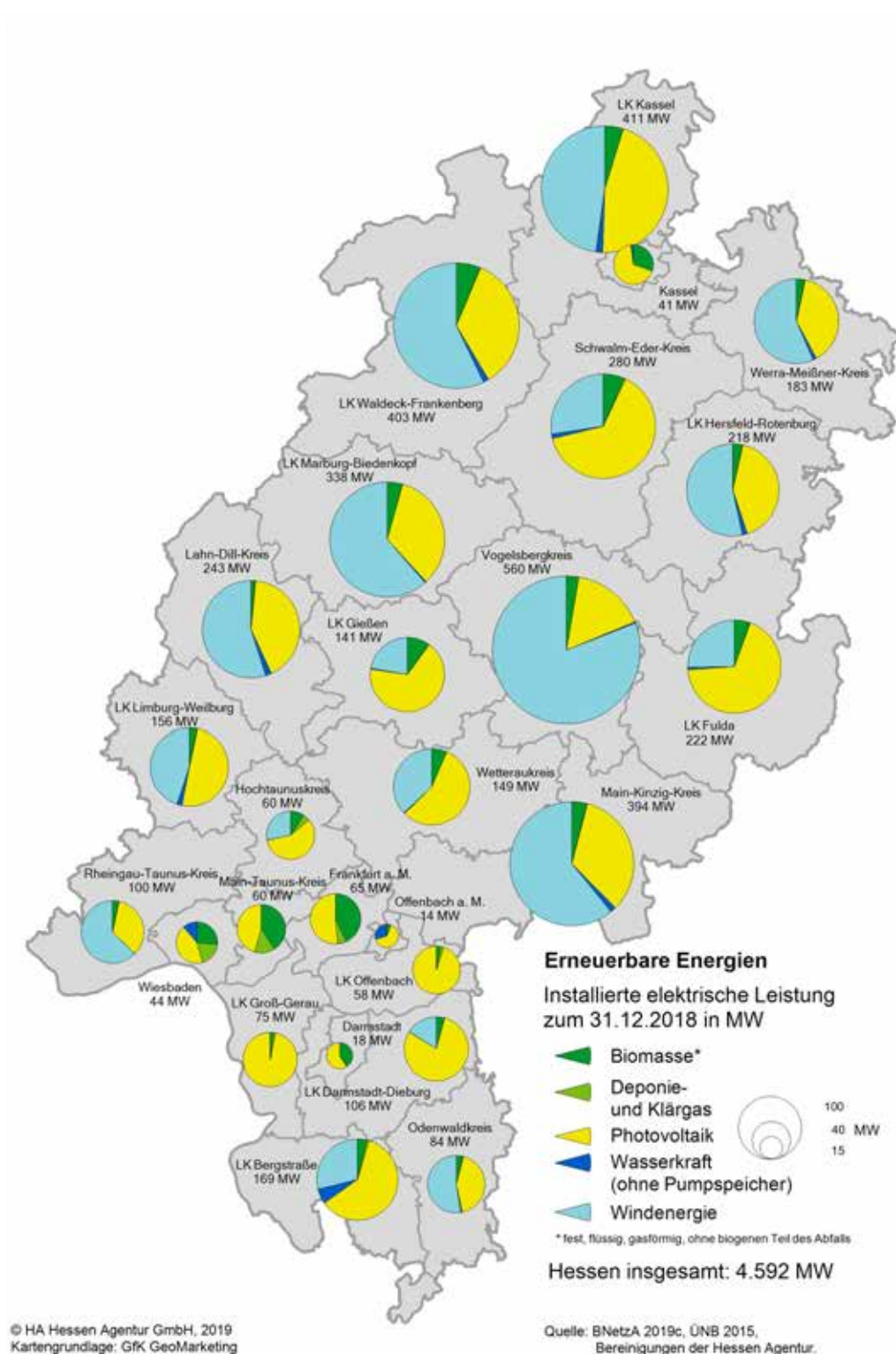
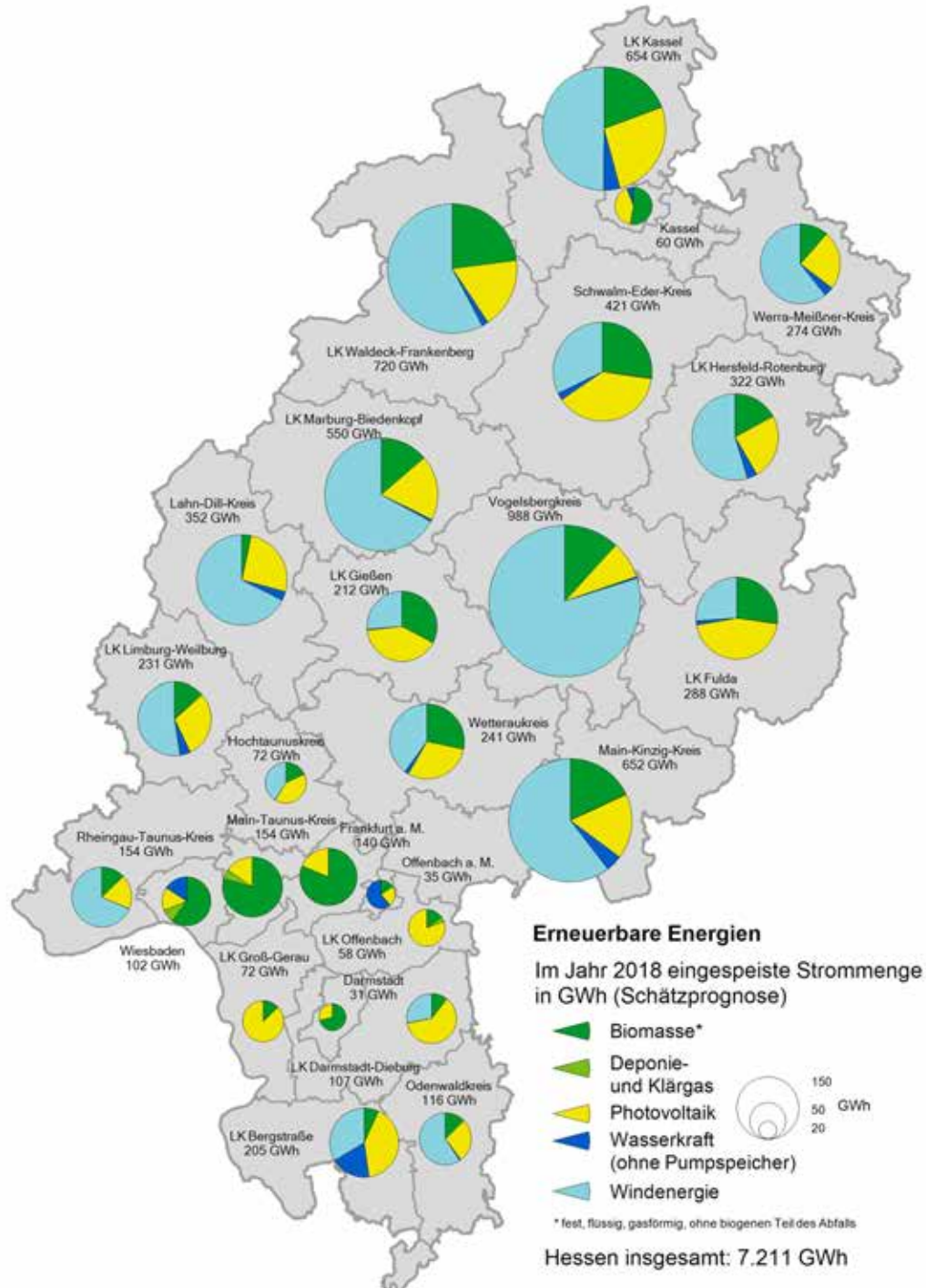


Abbildung 36: Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2018 nach Energieträgern (in GWh)



6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung

Eine besondere Rolle bei der Energiewende kommt den Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Anlagen) zu. Sie verbinden den Strom- und den Wärmesektor, da die Anlagen nicht nur Strom produzieren, sondern darüber hinaus auch die dabei anfallende Wärme zur Nutzung abführen. Dadurch wird der eingesetzte Brennstoff wesentlich effizienter genutzt und es können CO₂-Emissionen eingespart werden. Die Wärme kann z. B. durch Wärmenetze privaten Haushalten als Raumwärme zur Verfügung gestellt oder sie kann als Prozesswärme in der Industrie verwendet werden.

KWK-Anlagen gibt es in unterschiedlichen Leistungsstärken und Ausführungen. Sie reichen von Großkraftwerken mit mehreren 100 MW elektrischer und thermischer Leistung bis zu Mini-, Mikro- oder Nano-KWK-Anlagen mit nur wenigen kW elektrischer und thermischer Leistung. Größere Kraftwerke sind meist an Fernwärmenetze angeschlossen, durch die die Wärme über eine längere Strecke zum Verbraucher geleitet wird. Noch effizienter sind KWK-Anlagen, wenn sie z. B. als Blockheizkraftwerke direkt beim Verbraucher verortet sind und damit Übertragungsverluste weitgehend vermieden werden können.

Auf Basis des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) werden KWK-Anlagen seit 2002 durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. Zum Stichtag 31.12.2018 gab es in Hessen insgesamt 5.707 KWK-Anlagen, die sich in Förderung befinden oder befunden haben.

In Tabelle 13 sind die hessischen Anlagen nach Leistungskategorien aufgeführt. Zusammengerechnet haben diese Anlagen eine elektrische Leistung von 2.732 MW bzw. eine thermische Leistung von 5.255 MW. Mit 5.029 Anlagen bzw. 88 Prozent sind die Anlagen mit einer elektrischen Leistung unterhalb von 50 kW deutlich in der Überzahl. Jedoch entfallen auf diese Anlagen nur 2,0 Prozent der elektrischen und 1,3 Prozent der thermischen Leistung.

Im Jahr 2018 haben 272 Anlagen mit Zuschlagsanspruch und einer elektrischen Leistung von insgesamt 2,6 MW und einer thermischen Leistung von insgesamt 4,9 MW den Dauerbetrieb aufgenommen.

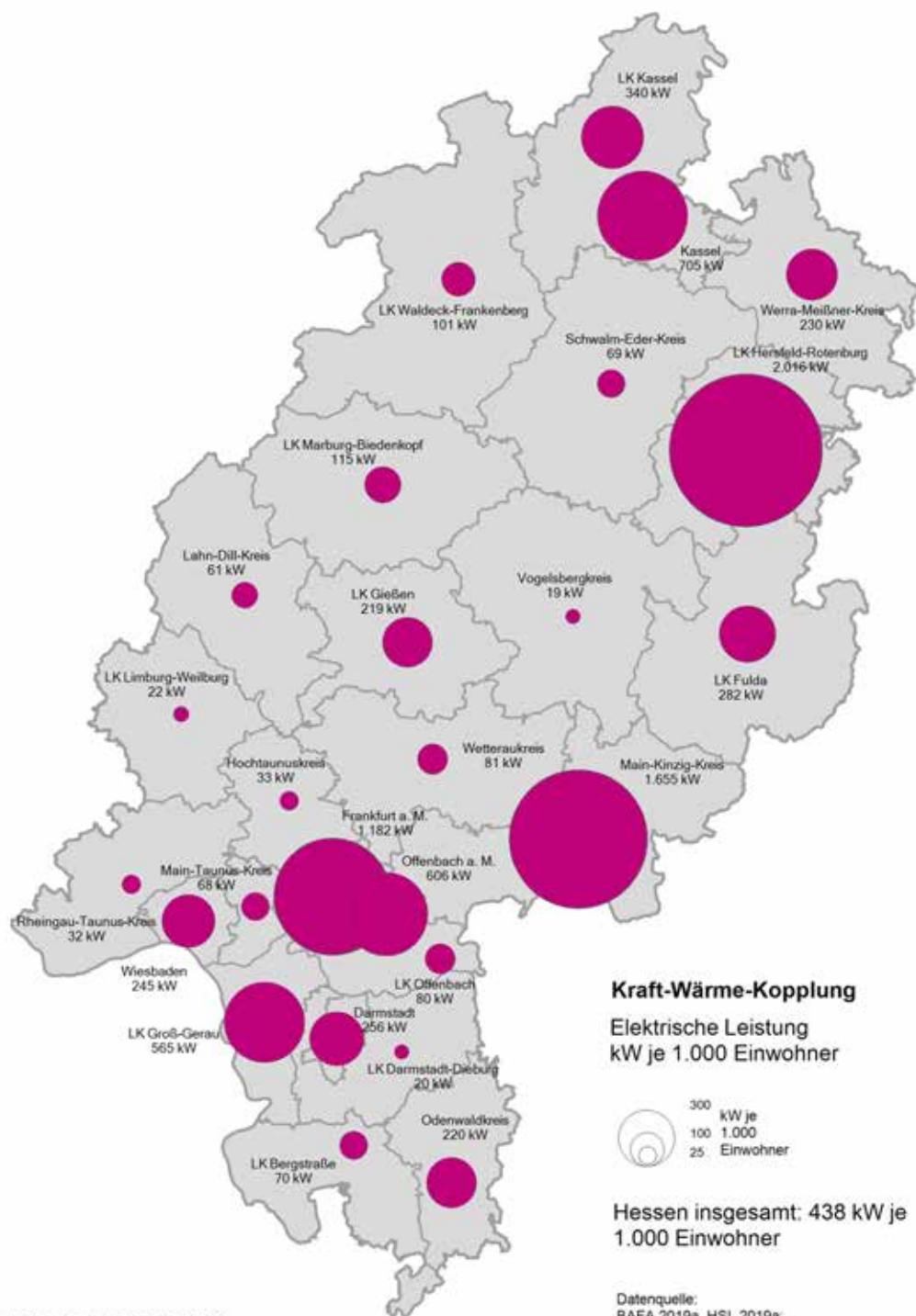
Tabelle 13: Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2018

Leistungs-kategorie (in kW _{el} /MW _{el})	Anzahl der Anlagen	elektrische Leistung (in MW)	thermische Leistung (in MW)
≤ 2 kW	865	0,8	0,3
> 2 ≤ 10 kW	2.792	15,2	3,6
> 10 ≤ 20 kW	795	13,2	33,9
> 20 ≤ 50 kW	577	25,2	31,0
> 50 ≤ 100 kW	138	9,9	44,4
> 100 ≤ 250 kW	260	42,4	48,3
> 250 ≤ 500 kW	95	34,6	56,3
> 500 ≤ 1.000 kW	58	41,9	61,7
> 1 ≤ 2 MW	51	82,6	66,2
> 2 ≤ 10 MW	44	234,5	182,2
> 10 ≤ 50 MW	16	382,4	859,2
> 50 ≤ 100 MW	11	814,7	1.068,7
> 100 MW	5	1.034,1	2.799,1
Insgesamt	5.707	2.731,6	5.255,0

Quelle: BAFA 2019a.

In Abbildung 37 ist die elektrische Leistung von KWK-Anlagen bezogen auf die Einwohnerzahl (kW je 1.000 Einwohner) nach den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten dargestellt. Die meiste elektrische Leistung je Einwohner ist im Landkreis Hersfeld-Rotenburg (2.016 kW je Einwohner) verortet, gefolgt vom Main-Kinzig-Kreis (1.655 kW je Einwohner) und der Stadt Frankfurt (1.182 kW je Einwohner). Für die hohen Werte sind die in den Landkreisen befindlichen großen Kraftwerke ausschlaggebend. Im Landkreis Hersfeld-Rotenburg sind große Anlagen der K+S AG in Philippsthal und Heringen verortet, im Main-Kinzig-Kreis das Kraftwerk Staudinger und in Frankfurt und Offenbach ebenfalls größere Kraftwerke (siehe Kapitel 6.1).

Abbildung 37: In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2018 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten (in kW)



7

Netzausbau und Versorgungssicherheit



7 Netzausbau und Versorgungssicherheit

In Kapitel 7.1 wird der Ausbaustand der durch Hessen verlaufenden Stromnetze dargestellt. Die Entwicklung der Investitionen der Netzbetreiber in die deutschen Stromnetze ist Gegenstand von Kapitel 7.2. Von hoher Bedeutung für das Gelingen der Energiewende ist die Gewährleistung von Versorgungssicherheit. Kapitel 7.3 wirft daher einen Blick auf die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromnetze. Schließlich werden in den Kapiteln 7.4 und 7.5 die Entwicklungen im Gasverteilnetz und im Fernwärmenetz in Hessen aufgezeigt.

7.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Der infolge der Energiewende stattfindende Wandel in der Kraftwerksstruktur muss im Stromnetz nachvollzogen werden. Dem Ausbau sowohl der überregionalen Übertragungsnetze als auch der regionalen und lokalen Verteilnetze kommt bei der Energiewende eine hohe Bedeutung zu, da die Anforderungen an die Stromübertragung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, die zunehmend dezentrale Stromerzeugung sowie die wachsende Anzahl an Stromproduzenten steigen.

Übertragungsnetze

Der Transport von Strom über große Entfernungen, z. B. von den Windparks in Norddeutschland zu den Verbrauchern in Süddeutschland, erfolgt auf Höchstspannungsebene über die Übertragungsnetze. Für den sicheren Betrieb und die Instandhaltung der Übertragungsnetze sind in Deutschland die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) TenneT, 50Hertz Transmission, Amprion und TransnetBW verantwortlich. Sie unterstehen der Kontrolle der Bundesnetzagentur (BNetzA), die auch den Netzausbau und die Entgelte für die Nutzung der Netze genehmigt. In Hessen fällt das Übertragungsnetz im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche von TenneT (72 %) und Amprion (27 %).²¹

Die Stromkreislänge der Übertragungsnetze beträgt bundesweit rund 37.000 Kilometer. Übertragen wird bei Drehstrom mit Höchstspannung von 220 Kilovolt (kV) oder 380 kV, bei den geplanten neuen Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ-Leitungen) mit bis zu 525 kV (BMW 2019a). In den nächsten Jahren müssen über 7.500 km im Übertragungsnetz optimiert,

verstärkt oder neu gebaut werden. Eine besondere Rolle kommt den HGÜ-Leitungen wie SuedLink oder Ultratnet zu. Das im April 2019 vom Bundestag beschlossene Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus ist ein wichtiger Meilenstein für einen schnelleren Netzausbau (Bundesgesetzblatt 2019). Über den Stand des Netzausbaus berichtet die BNetzA regelmäßig unter <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html>.

Stand des Ausbaus nach dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG)

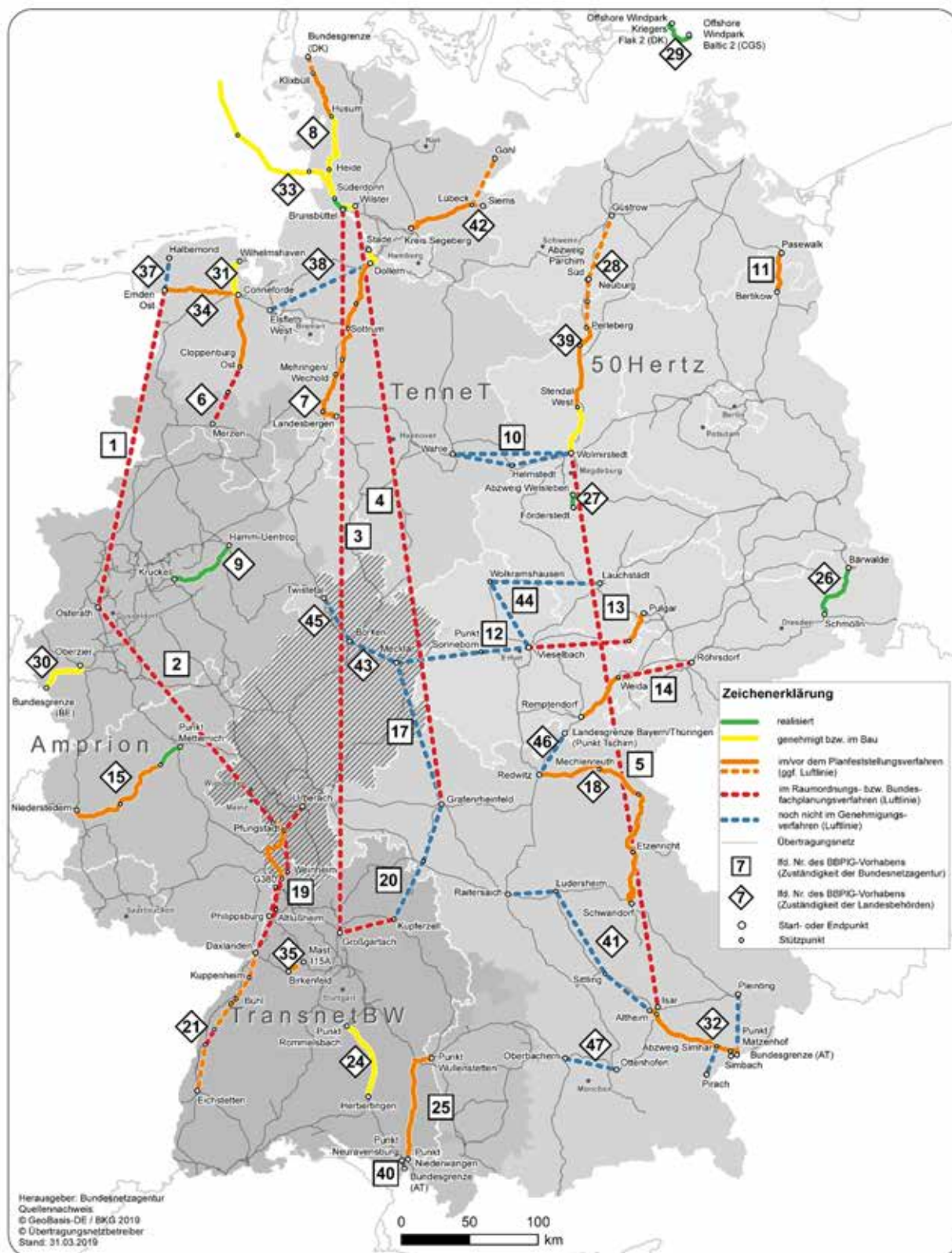
Der Ausbau der Stromnetze auf Übertragungsnetzebene wird im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) geregelt. Die Gesamtlänge der geplanten Leitungen aus dem BBPlG liegt nach dem ersten Quartal 2019 deutschlandweit bei etwa 5.900 km, von denen bislang rund 600 Trassenkilometer genehmigt sind und von diesen wiederum knapp 300 km realisiert wurden (BNetzA 2019f.). Dies sind etwa 5 Prozent der Gesamtlänge der geplanten Stromnetze.

Abbildung 38 zeigt den Stand der Vorhaben aus dem BBPlG nach dem ersten Quartal 2019. Rot gestrichelte Linien zeigen Vorhaben, die sich im Raumordnungs- bzw. Bundesfachplanungsverfahren befinden, blau gestrichelte Linien stellen Vorhaben dar, die sich noch nicht im Genehmigungsverfahren befinden. Acht der bundesweit 43 Vorhaben verlaufen innerhalb bzw. möglicherweise durch Hessen. In Tabelle 14 sind zu diesen Vorhaben überblicksartig besondere Kennzeichnungen, Träger und technische Merkmale sowie der Zeitpunkt der geplanten Inbetriebnahme aufgeführt. Berücksichtigt sind hier bereits die Ergebnisse des Treffens von Bundesminister Altmaier mit den Ländern, der Bundesnetzagentur und den Übertragungsnetzbetreibern am 24. Mai 2019 zum vorausschauenden Controlling des Netzausbaus (BMW 2019i).

Das auch Ultratnet genannte Vorhaben 2 ist ein HGÜ-Pilotprojekt für die verlustarme Übertragung hoher Leistungen über weite Entfernungen. Der derzeit geplante Vorzugskorridor der Vorhabenträger Amprion und TransnetBW durchläuft mit einer Trassenlänge von etwa 340 km die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg. Für einen Großteil der Strecke sollen bestehende Mastsysteme genutzt werden.

²¹ Das Verhältnis ist hier nach Anzahl der EEG-Anlagen berechnet. Wird die eingespeiste Strommenge oder die installierte Leistung angelegt, dann ändern sich die Zahlen auf 78 % und 22 %.

Abbildung 38: Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) nach dem 1. Quartal 2019



Quelle: BNetzA 2019h, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

Tabelle 14: Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG

Vorhaben Nr.	Abschnitt	Kennzeichnungen	Träger von Abschnitt in Hessen	Technische Merkmale	Status des Verfahrens	Geplante Inbetriebnahme
2	Osterath – Philippsburg (Ultranet) (340 km) <u>Abschnitt A:</u> Riedstadt – Mannheim – Wallstadt (60 km) <u>Abschnitt D:</u> Weißenthurm – Riedstadt (110 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI)	Amprion, TransnetBW	380 kV Gleichstrom	<u>Abschnitt A:</u> Bundesfachplanung abgeschlossen <u>Abschnitt D:</u> Bundesfachplanung	2023
3	Brunsbüttel – Großgartach (SuedLink) (672 km) <u>Abschnitt C:</u> Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (114 km) <u>Abschnitt D:</u> Gerstungen – Arnstein (136 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TenneT, TransnetBW	320 oder 525 kV Gleichstrom	<u>Abschnitt C:</u> Bundesfachplanung <u>Abschnitt D:</u> Bundesfachplanung	2025
4	Wilster – Grafenrheinfeld (SuedLink) (522 km) <u>Abschnitt C:</u> Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (116 km) <u>Abschnitt D:</u> Gerstungen – Grafenrheinfeld (132 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TenneT, TransnetBW	320 oder 525 kV Gleichstrom	<u>Abschnitt C:</u> Bundesfachplanung <u>Abschnitt D:</u> Bundesfachplanung	2025
12	Vieselbach – Mecklar (135 km)	länderübergreifend	TenneT, 50Hertz	380 kV Wechselstrom	Notwendigkeit durch Bundesbedarfsplangesetz bestätigt	2027
17	Mecklar – Grafenrheinfeld (130 km)	länderübergreifend so weit wie möglich Erdkabel	TenneT	380 kV Wechselstrom	Notwendigkeit durch Bundesbedarfsplangesetz bestätigt	2031
19	Urberach – Daxlanden (142 km) <u>Abschnitt Süd:</u> Weinheim – Daxlanden (76 km) <u>Abschnitt Nord:</u> Urberach – Weinheim (66 km)	keine	Amprion, TransnetBW	380 kV Wechselstrom	<u>Abschnitt Süd:</u> Bundesfachplanung <u>Abschnitt Nord:</u> Bundesfachplanung	2028 2024
43	Borken – Mecklar (41 km)	keine	TenneT	380 kV Wechselstrom	Notwendigkeit durch Bundesbedarfsplangesetz bestätigt	2023
45	Borken – Twistetal (43 km)	keine	TenneT	380 kV Wechselstrom	Notwendigkeit durch Bundesbedarfsplangesetz bestätigt	2023

Quelle: BNetzA 2019f (Stand: 28.08.2019); BMWi 2019i.

Das Vorhaben 2 ist als „von gemeinsamem Interesse“ (PCI) kategorisiert.²² Durch Hessen verlaufen Abschnitt A: Riedstadt – Mannheim – Wallstadt mit einer Länge von 60 km und Abschnitt D: Weißenthurm – Riedstadt mit einer Länge von 110 km.

Für Abschnitt A wurde das Bundesfachplanungsverfahren am 16. Januar 2019 abgeschlossen. Am 28. März 2019 hat Amprion einen Antrag auf Planfeststellungsbeschluss für den südlichen Teilabschnitt A1 zwischen den Masten Punkt Ried und Punkt Wallstadt (28 km) gestellt.

22 Die von der EU-Kommission und den Mitgliedsstaaten als „Vorhaben von gemeinsamem Interesse“ (Projects of Common Interest, PCI) klassifizierten Netzausbauprojekte sollen zu einem funktionierenden Energiebinnenmarkt und zur Versorgungssicherheit in der EU beitragen (BNetzA 2019g).

Dieser Teilabschnitt soll voraussichtlich 2021 realisiert sein. Für den nördlichen Teil Riedstadt – Punkt Ried wurde noch kein Antrag auf Planfeststellungsbeschluss gestellt. Für Abschnitt D hat Amprion die Unterlagen nach § 8 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) im April 2018 eingereicht. Die Bundesnetzagentur hat diese im Juni/Juli 2018 öffentlich ausgelegt. Nach dem Erörterungstermin wird über den Verlauf des Trassenkorridors entschieden. Teilabschnitt D soll voraussichtlich 2022 realisiert werden. Weil es sich bei dem Vorhaben um eine Gleichstromverbindung handelt, kann die Leitung nicht in Abschnitten, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden. Die Gesamteinbetriebnahme ist für das Jahr 2023 geplant.

Die sogenannten SuedLink-Vorhaben 3 und 4 zählen zu den zentralen Transportkorridoren von Nord- nach Süd-deutschland. Vorhaben 3 verläuft von Brunsbüttel nach Großgartach mit einer Länge von etwa 672 km, Vorhaben 4 von Wilster nach Grafenrheinfeld mit einer Länge von etwa 522 km. Beide Vorhaben werden als Erdkabel in HGÜ-Technik geplant. Es handelt sich jeweils um einen Neubau in neuer Trasse. Ob und inwieweit Hessen von dem Trassenverlauf betroffen sein wird, entscheidet sich erst mit dem Abschluss des Bundesfachplanungsverfahrens. Für die Abschnitte C Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen haben die Vorhabenträger am 8. März 2019 die Unterlagen nach § 8 NABEG eingereicht. Die Unterlagen waren vom 08. April bis 07. Mai 2019 öffentlich ausgelegt. Für die Abschnitte D Gerstungen – Arnstein bzw. Grafenrheinfeld haben die Vorhabenträger am 15. März 2019 die Unterlagen nach § 8 NABEG eingereicht. Sie wurden am 25. April 2019 öffentlich ausgelegt. Die Gesamteinbetriebnahme wird für beide Vorhaben für 2025 angestrebt. Da es sich um eine Gleichstromverbindung handelt, kann die Leitung nicht in Abschnitten, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden.

Vorhaben 12 sieht eine Umbeseilung der bereits bestehenden 380-kV-Verbindung zwischen Vieselbach, Eisenach und Mecklar vor. Das Vorhaben erhöht die Übertragungskapazität zwischen Thüringen und Hessen und dient dem Transport von überschüssiger Energie aus den ostdeutschen in die süddeutschen Länder, welche aufgrund des Kernenergieausstiegs Erzeugungsdefizite aufweisen. Die geplante Trassenlänge beträgt etwa 135 km. Die Vorhabenträger gehen davon aus, die Bundesfachplanung nicht vor 2020 zu beantragen. Die Gesamteinbetriebnahme, die ursprünglich für das Jahr 2023 geplant war, wurde auf das Jahr 2027 verschoben.

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 soll die Übertragungskapazität zwischen Bayern und Hessen erhöhen. Die energiewirtschaftliche Notwendigkeit wurde durch das Bundesbedarfsplangesetz bestätigt. Die Leitungslänge liegt bei etwa 130 km, die geplante Inbetriebnahme soll 2031 erfolgen. Gemäß der Vereinbarung des BMWi mit den Ländern Bayern, Hessen und Thüringen zum Netzausbau im Dreiländereck soll das Vorhaben so weit wie möglich in Erdverkabelung gebaut werden (BMWi 2019c).

Vorhaben 19 soll die Übertragungskapazität in der Region Frankfurt / Karlsruhe erhöhen. Dafür erfolgt eine großräumige Umstellung vom 220-kV-Betrieb auf einen 380-kV-Betrieb. Die Abschnitte Nord (66 km) und Süd (76 km) verlaufen durch Hessen. Für den Abschnitt Nord wurden die Unterlagen vom 19. November bis zum 18. Dezember 2018 öffentlich ausgelegt. Für Abschnitt Süd rechnet die Bundesnetzagentur im vierten Quartal 2019 mit der Vorlage der Unterlagen nach § 8 NABEG. Der nördliche Teil des Vorhabens soll 2024, der südliche 2028 in Betrieb gehen.

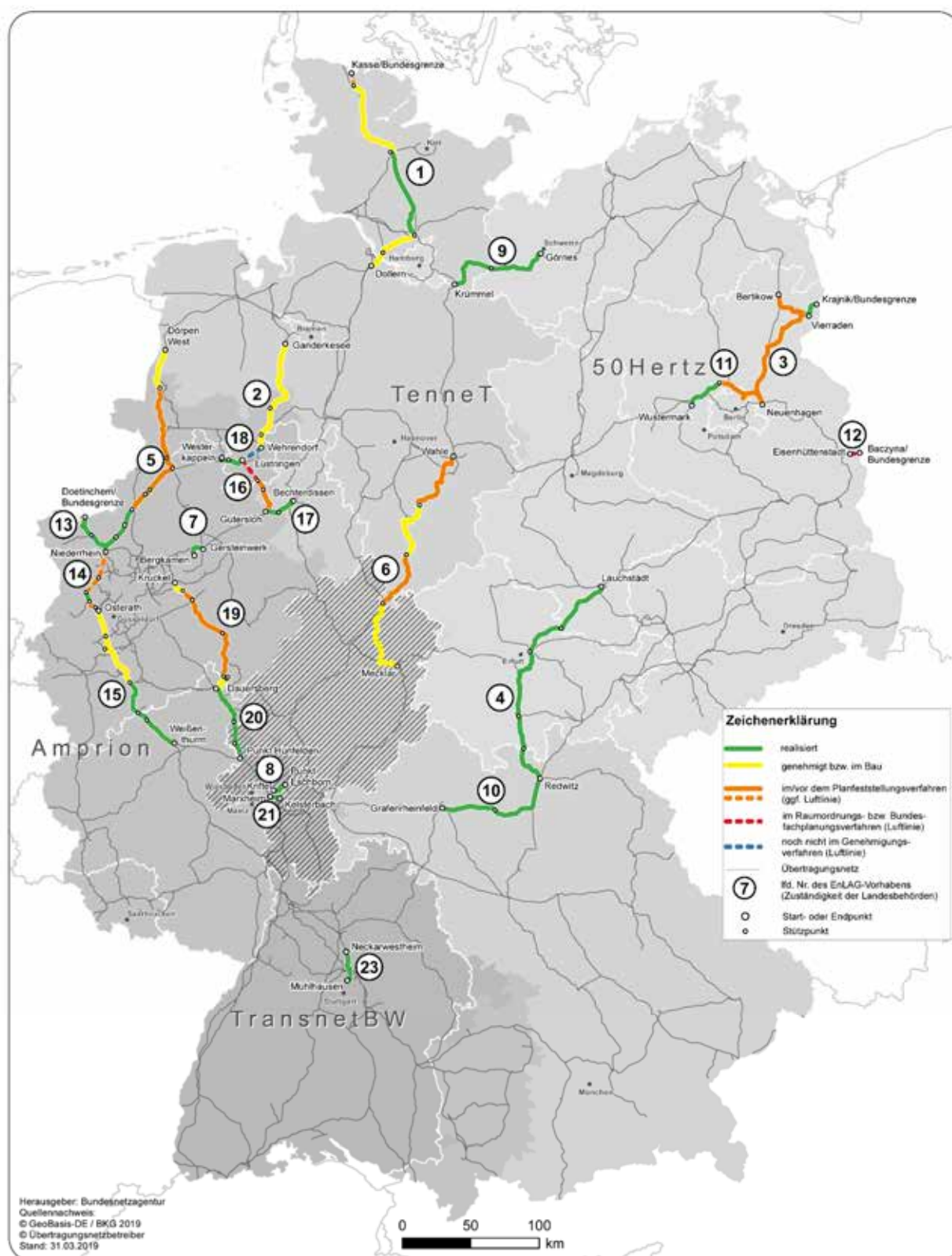
Vorhaben 43 von Borken nach Mecklar sieht eine Verstärkung der bestehenden 380-kV-Freileitung vor. Es soll einen besseren Leistungsausgleich zwischen den wichtigen Nord-Süd-Trassen gewährleisten, die an den Netzverknüpfungspunkten Borken und Mecklar verlaufen. Die Trasse ist etwa 41 km lang. Die energiewirtschaftliche Notwendigkeit wurde durch das Bundesbedarfsplangesetz bestätigt. Ein Raumordnungsverfahren ist voraussichtlich nicht erforderlich. Das Vorhaben soll im Jahr 2023 in Betrieb gehen. Auch zwischen Borken und Twistetal (Vorhaben 45) soll auf rund 43 km Länge eine bestehende 380-kV-Freileitung verstärkt werden. Die bestehende Leitung ist eine wichtige Nord-Süd-Verbindung und derart hoch ausgelastet, dass keine (n-1)-Sicherheit mehr gewährleistet werden kann.²³ Um diese wiederherzustellen, sollen die Anlagen sowie die Leitungen ertüchtigt werden. Die energiewirtschaftliche Notwendigkeit wurde durch das Bundesbedarfsplangesetz bestätigt. Ein Raumordnungsverfahren ist voraussichtlich nicht erforderlich. Das Vorhaben soll im Jahr 2023 in Betrieb gehen.

Stand des Ausbaus nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)

Im Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) sind ausschließlich in der Zuständigkeit der Länder liegende Projekte enthalten. Die Gesamtlänge der Leitungen aus dem EnLAG lag zum Ende des ersten Quartals 2019 bundesweit bei rund 1.800 km. Rund 1.200 km Trassenlänge wurden bislang genehmigt, davon rund 800 km realisiert, das sind 45 Prozent der Gesamtlänge.

23 Zur Erklärung von (n-1)-Sicherheit siehe Glossar.

Abbildung 39: Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem 1. Quartal 2019



Quelle: BNetzA 2019i, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

Von den bundesweit 22 EnLAG-Vorhaben, die in Abbildung 39 dargestellt sind, betreffen vier Vorhaben Hessen. Davon sind bereits drei fertiggestellt und in Betrieb. Beim vierten Vorhaben liegt seit dem ersten Quartal 2018 der Planfeststellungsbeschluss vor und die Leitung ist im Bau.

In Tabelle 15 sind überblicksartig etwaige Kennzeichnungen des Vorhabens, Angaben zum Träger, technische Merkmale und die (geplante) Inbetriebnahme der durch Hessen verlaufenden EnLAG-Vorhaben dargestellt. Die einzelnen Vorhaben werden nachfolgend kurz skizziert (BNetzA 2019f, BMWi 2019i).

Vorhaben 6 erstreckt sich von Wahle in Niedersachsen bis nach Mecklar in Nordhessen. Es ist eines der Pilotvorhaben, die der Erprobung von Erdkabelabschnitten

beim Betrieb von Höchstspannungsleitungen mit Wechselstrom (380 kV) dienen sollen. Die Gesamtlänge beträgt 221 km, wovon 66 km auf hessisches Gebiet entfallen. Der durch Hessen verlaufende Teilabschnitt befindet sich in Bau und soll im Jahr 2022 betriebsbereit sein. Da die Leitung im hessischen Planungsabschnitt erst nach Fertigstellung der niedersächsischen Planungsabschnitte in Betrieb gehen kann, findet die Gesamtinbetriebnahme des Vorhabens voraussichtlich erst im ersten Quartal 2024 statt.

In Tabelle 15 sind nachrichtlich bereits in Betrieb genommene Vorhaben ebenfalls aufgeführt.

Tabelle 15: Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG

Vorhaben Nr.	Abschnitt	Kennzeichnung	Träger	Technische Merkmale	Länge in Hessen	Status des Verfahrens	geplante Inbetriebnahme
6	Wahle – Mecklar (221 km)	Erdkabel-Pilotprojekt	TenneT	380 kV Neubau	66 km	<u>Teilabschnitt Hessen:</u> Leitung im Bau, voraussichtlich 2022 realisiert	2024
nachrichtlich:							
8	Kriftel – Eschborn (10 km)	nein	Amprion	380 kV Zubeseilung und Neubau	10 km		seit 2017 in Betrieb
20	Dauersberg – Hünfelden (60 km)	nein	Amprion	380 kV Neubau	41 km		seit 2012 in Betrieb
21	Marxheim – Kelsterbach (7 km)	nein	Amprion	380 kV Neubau	7 km		seit 2010 in Betrieb

Quelle: BNetzA 2019f (Stand: 28.08.2019), BMWi 2019i.

Verteilnetze

Die Verteilnetze gewinnen im Rahmen der Energiewende insbesondere dadurch an Bedeutung, dass Strom zunehmend in vielen kleinen, dezentralen Anlagen produziert wird. Diese Anlagen können nah am Verbraucher errichtet und der Strom direkt in das Verteilnetz eingespeist werden.

Die Länge der Stromverteilnetze in Hessen betrug zum 31.12.2017 insgesamt 116.585 km, davon sind 102.171 km als Kabel und 14.414 km als Freileitungen verlegt. Gegenüber dem Vorjahr ist die Leitungslänge insgesamt um 4.911 km gestiegen (LDEW 2019).

Auf das Niederspannungsnetz, über das vor allem Haushalte und kleinere Gewerbebetriebe lokal mit Strom versorgt werden, entfällt mit großem Abstand der größte Teil des Verteilnetzes (79.509 km). Gegenüber dem Vorjahr wurde es um 2.553 km ausgebaut. Die Mittelspannungs- und Hochspannungsebene stellen insbesondere für lokale Stromversorger und Industriebetriebe Strom bereit. Die Länge des Mittelspannungsnetzes hat um 1.770 km zugenommen und lag Ende 2017 bei insgesamt 31.828 km. Die Länge des Hochspannungsnetzes stieg um 588 km auf 5.248 km Leitungslänge.

Während das Hochspannungsnetz zu 91 Prozent als Freileitung realisiert ist, sind im Niederspannungs- und Mittelspannungsbereich die Leitungen überwiegend als Erdkabel verlegt (94 % bzw. 84 %).

Die Zahl der Entnahmestellen in Hessen lag zum 31.12.2017 bei insgesamt 3,6 Millionen und ist damit gegenüber dem Vorjahr um 90.175 gestiegen (LDEW 2019).

Im Jahr 2018 wurde die Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034 veröffentlicht, in der die Auswirkungen der Energiewende auf die Verteilnetze in Hessen aufgezeigt werden (BearingPoint / Fraunhofer IEE 2018). An der Studie haben zehn Verteilnetzbetreiber mitgearbeitet, die etwa zwei Drittel der hessischen Verteilnetze repräsentieren und umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung stellten. Alle Analysen und Netzberechnungen basieren somit auf Realnetzen der Verteilnetzbetreiber in Hessen. Damit sind die Planungsherausforderungen der Netzbetreiber realistisch nachgebildet und eine hohe Repräsentativität und Praxisnähe ist gewährleistet.

In der Studie werden für unterschiedliche Energieszenarien Varianten des notwendigen Netzausbaus und der damit verbundenen Investitionen untersucht. Bei allen Szenarien wird ein durch die Energiewende bedingter Netzausbau zur Integration erneuerbarer Energien und neuer Verbraucher als erforderlich angesehen. 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).

Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen beim Netzausbau

Das Monitoring der Bundesnetzagentur über den Ausbaustand der Stromübertragungsnetze ist durch ein Monitoring der Maßnahmen zur Optimierung der Bestandsnetze ergänzt worden. Dargestellt werden dabei lastflusssteuernde Maßnahmen, Maßnahmen des Freileitungsmonitorings und Hochtemperaturleiterseile, die allesamt kurzfristig dazu beitragen sollen, die Übertragungskapazität von Bestandsleitungen signifikant zu erhöhen. Mit Bezug auf Hessen kann folgender Stand berichtet werden (BNetzA 2019m):

- Von den derzeit deutschlandweit neun geplanten lastflusssteuernden Maßnahmen durch Phasenschieber-Transformatoren oder Serienkompensationen befindet sich keine Maßnahme in Hessen.
- Beim Freileitungsmonitoring (FLM) werden die Witterungsbedingungen am Leiterseil erfasst, um situationsbedingt bei entsprechender Umgebungstemperatur

die Leitung höher auszulasten. Die bereits in Betrieb befindlichen sowie bis 2020 bzw. 2025 geplanten Freileitungsabschnitte sind im Monitoring des Stromnetzausbaus der Bundesnetzagentur kartografisch dargestellt (BNetzA 2019m). Nach Angaben der Übertragungsnetzbetreiber Amprion und TenneT, die für die in bzw. durch Hessen verlaufenden Stromleitungen im Wesentlichen zuständig sind, liegt der Anteil des FLM an der gesamten Stromkreislänge etwa bei gut einem Drittel.

- Hochtemperaturleiterseile ermöglichen eine höhere Strombelastbarkeit. In Hessen ist die Nutzung von Hochtemperaturleiterseilen für die Abschnitte Twistetal – Borken (BBPIG-Vorhaben 45), Borken – Mecklar (BBPIG-Vorhaben 43), Mecklar – Vieselbach (BBPIG-Vorhaben 12), Urberach – Großkrotzenburg (NEP-Projekt P161) sowie Bürstadt – Landesgrenze HE/RP (NEP-Projekt P310) geplant.

Digitalisierung der Netze

Neben der Netzlänge und den Übertragungskapazitäten der Leitungen rückt die Digitalisierung der Netze zunehmend in den Fokus des Interesses. Intelligente Stromnetze und Messsysteme sollen den schnellen Austausch von Daten zur Stromerzeugung und zum Stromverbrauch ermöglichen und dienen somit der Erhöhung der Transparenz und Effizienz der Netze. Damit gilt die Digitalisierung der Stromnetze als ein wichtiger Baustein für das Gelingen der Energiewende.

Mit dem Begriff „smart grid“ (intelligentes Stromnetz) wird die Verbindung aller Akteure des Energiesystems, und zwar von der Erzeugung über den Transport, die Speicherung und die Verteilung bis hin zum Verbrauch beschrieben. Integrierte Daten- und Energienetze mit Informationen über das Verhalten von deutschlandweit Millionen dezentraler Erzeugungsanlagen und Verbraucher sollen die Energieversorgung in einem effizienten System sicherstellen. Herzstück von smart grids sind „smart meter“ (intelligente Messsysteme), die den Stromverbrauch messen und an die Netzbetreiber übertragen. Durch den Einsatz der smart meter erhofft man sich zudem Anreize für einen effizienten Umgang mit Strom, da die Messsysteme transparent machen, wann und wo wie viel Strom verbraucht wird – und dadurch zu einem effizienten Umgang mit Energie motivieren.

Mit dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (Bundesgesetzblatt 2016) wurde das Startsignal für smart grids und smart metering in Deutschland gegeben.

Rahmenbedingungen, Möglichkeiten und Anforderungen von intelligenten Stromnetzen werden seit 2017 im Rahmen des Bundesförderprogramms „Schaufenster in-

telligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG)“ in fünf Modellregionen mit einem Fördervolumen von insgesamt 206 Mio. Euro erprobt. In Hessen, Bayern und Baden-Württemberg wird das Schaufensterprojekt „C/sells: das Energiesystem der Zukunft im Solarbogen Süddeutschland“ umgesetzt, in dem ein intelligentes und dezentrales Energiesystem entwickelt wird, in dem alle Akteure digital miteinander vernetzt sind. Das „C“ in C/sells steht für autonom handelnde, regionale Zellen, die im überregionalen Verbund interagieren. Dieser zelluläre Ansatz erlaubt die Flexibilisierung des Energiesystems mit Kopplung einer Vielzahl intelligenter Liegenschaften, Quartiere und Städte über eine digitale Infrastruktur, ohne die Stabilität des Gesamtsystems zu gefährden (BMW 2019b).

Einen Arbeitsplan für den Umbau der Energienetze zu smart grids haben das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) Anfang 2019 in einer Roadmap für intelligente Energienetze der Zukunft veröffentlicht (BMWi/BSI 2019).

Ebenfalls Anfang 2019 ist das erste Barometer Digitalisierung der Energiewende erschienen (EY 2019). Ziel des künftig jährlich im vierten Quartal erscheinenden Digitalisierungsbarometers ist es, den Stand der Digitalisierung der Energiewende aufzuzeigen. Das Digitalisierungsbarometer setzt sich aus einer Vielzahl von Indikatoren zusammen, die wiederum zu den Schlüsselfaktoren Zertifizierung, Marktkommunikation, Rollout, Stand der Standardisierung, Technologieangebot, Geräteverfügbarkeit, Verfügbarkeit Telekommunikation und Kundensicht zusammengefasst werden. Diese Schlüsselfaktoren werden in Form einer Ampel bewertet. Die Ergebnisse des ersten Digitalisierungsbarometers zeigen, dass die Ampeln noch in allen Feldern auf rot oder gelb stehen, also noch ein erheblicher Nachholbedarf vorliegt.

7.2 Investitionen in Stromnetze

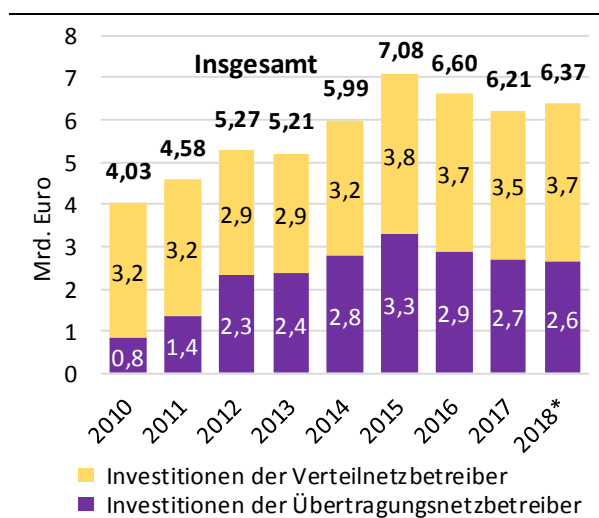
Die Bundesnetzagentur und das Bundeskartellamt berichten im Rahmen ihrer jährlich durchgeführten Monitoring-Datenerhebung über die Investitionen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) in die Stromnetze in Deutschland. Als Investitionen in Stromnetze gelten die aktivierten Bruttozugänge an Sachanlagen sowie der Wert der neu gemieteten und gepachteten Sachanlagen (BNetzA, BKartA 2018).

Abbildung 40 stellt die Entwicklung der Investitionen der ÜNB und VNB in die Stromnetze für Deutschland im Zeitraum von 2010 bis 2017 sowie die Planwerte für das Jahr 2018 dar. Im Unterschied zu der bisherigen Berichterstattung sind in den Monitoringdaten neu die Offshore-Investitionen enthalten. Die Zeitreihe wurde entsprechend rückwirkend ergänzt und kompatibel gemacht.

Im Jahr 2017 sind die Investitionen in den Ausbau der Stromnetze in Deutschland sowohl der Übertragungsnetzbetreiber als auch der Verteilnetzbetreiber im Vergleich zum Vorjahr zum zweiten Mal in Folge gesunken. Insgesamt lag die Investitionssumme deutschlandweit bei 6,21 Mrd. Euro und war damit 6 Prozent niedriger als im Jahr 2016. Es sind sowohl die Investitionen der VNB (von 3,7 Mrd. Euro auf 3,5 Mrd. Euro) als auch die Investitionen der ÜNB (von 2,9 Mrd. Euro auf 2,7 Mrd. Euro) zurückgegangen. Der bisherige Maximalwert wurde im Jahr 2015 erreicht, in dem die Gesamtsumme der Investitionen 7,08 Mrd. Euro betrug.

Der Planwert für das Jahr 2018 liegt bei 6,37 Mrd. Euro. Der Anstieg ist durch die Zunahme bei den VNB bedingt, die Investitionen in Höhe von 3,7 Mrd. Euro planen. Der Planwert der ÜNB liegt dagegen mit einem Wert von 2,6 Mrd. Euro unter dem realisierten Investitionsvolumen von 2017 in Höhe von 2,7 Mrd. Euro.

Abbildung 40: Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2018 (in Mrd. Euro)



Ergänzt wurden Offshore-Investitionen.

* Plandaten.

Quelle: BNetzA, BKartA 2018.

7.3 Versorgungssicherheit im Strombereich

Die Sicherheit der Versorgung der Bevölkerung und der Unternehmen mit Elektrizität ist ein zentrales Ziel des Energiewirtschaftsgesetzes und ein wichtiger Standortfaktor im internationalen Wettbewerb. Die Energiewende stellt die deutschen Stromnetze mit steigenden Anteilen der witterungsabhängigen und volatilen erneuerbaren Energieträger Wind und Sonne vor große Her-

ausforderungen. Regelungsmechanismen müssen sicherstellen, dass die Netzstabilität auch dann gewahrt wird, wenn sich Einspeisungen in und Entnahmen aus dem Netz nicht die Waage halten. Im Folgenden wird der Stand der Versorgungssicherheit dargestellt sowie Maßnahmen aufgezeigt, die ergriffen werden, um die hohe Versorgungssicherheit in Deutschland zu garantieren.

Versorgungsunterbrechungen

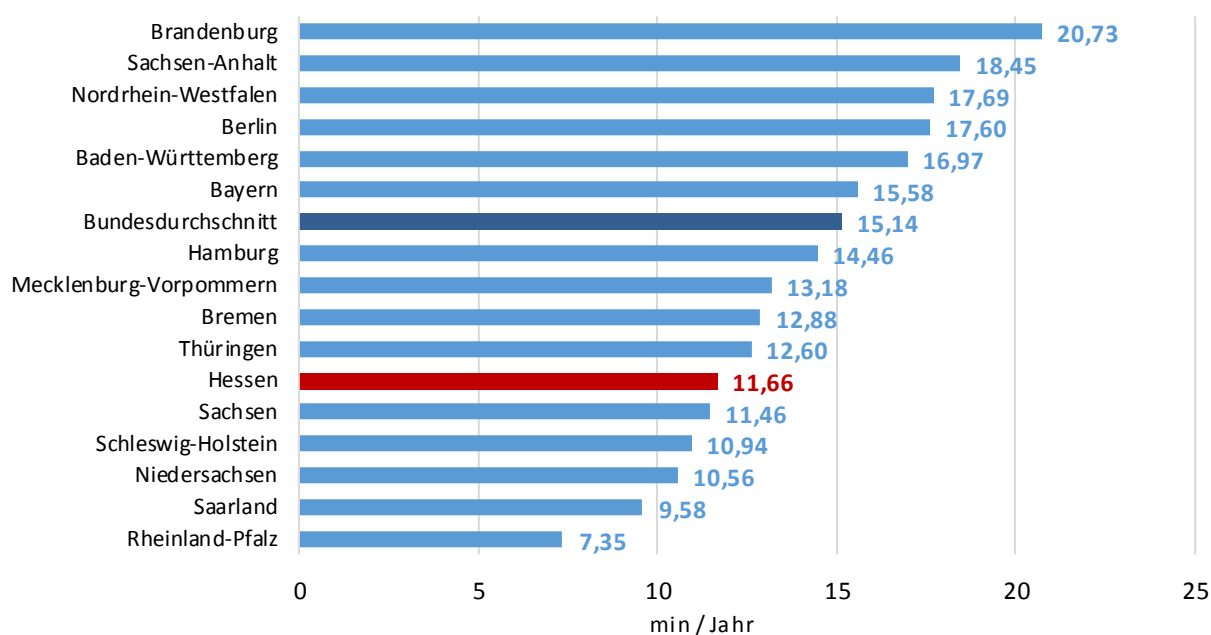
Die Bundesnetzagentur berechnet aus den von den Netzbetreibern übermittelten Daten zu Versorgungsunterbrechungen mit einer Dauer von mehr als drei Minuten für die Nieder- und Mittelspannung den sogenannten SAIDI-Wert (System Average Interruption Duration Index). Dieser Index gibt die durchschnittliche Versorgungsunterbrechung je Kunde innerhalb eines Kalenderjahres an. Im Jahr 2017 lag der SAIDI-Wert in Deutschland bei 15,14 Minuten (Niederspannung: 2,22 Minuten; Mittelspannung: 12,92 Minuten). Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies eine Steigerung um 2,34 Minuten. Dieser Anstieg der durchschnittlichen Unterbrechungsdauer ist überwiegend auf die Mittelspannung (+2,22 Minuten) zurückzuführen. In der Niederspannung nahm die Unterbrechungsdauer nur um 0,12 Minuten zu. Die Netzbetreiber nannten als Ursachen für den im Vergleich zum Vorjahr leichten Anstieg der Versorgungsunterbrechungen

atmosphärische Einwirkungen (z. B. Gewitter, Sturm, Hochwasser) und Rückwirkungsstörungen, wie Störungen in einem vor- oder nachgelagerten Netz, in der Anlage des Letztverbrauchers und Versorgungsunterbrechungen bei einspeisenden Kraftwerken.

Demgegenüber ist die Zahl der Unterbrechungen im Vorjahresvergleich deutschlandweit um 6.000 Fälle bzw. 3,5 Prozent zurückgegangen. 2017 wurden von den Netzbetreibern insgesamt 166.560 Unterbrechungen gemeldet, davon rund 143.000 Unterbrechungen im Niederspannungsbereich (-5.300 ggü. 2016) und rund 23.500 im Mittelspannungsbereich (-800). Der gestiegene SAIDI-Wert ist demnach auf die längere Dauer der Unterbrechungen zurückzuführen.

Im Langfristvergleich lag der SAIDI-Wert von 2017 mit 15,14 Minuten geringfügig unter dem Mittelwert der Jahre 2006 bis 2016 in Höhe von 15,59 Minuten. Die Versorgungsqualität hält sich trotz der Steigerung des SAIDI-Werts im Jahr 2017 also auf konstant hohem Niveau (BNetzA, BKartA 2018). Dies zeigt auch ein Blick in europäische Nachbarstaaten. Im Jahr 2016²⁴ lag der SAIDI-Wert z. B. für Österreich bei 24 Minuten, für Großbritannien bei 38, für Frankreich bei 48, für Spanien bei 53 und für Schweden bei 69 Minuten (BMWi 2019b).

Abbildung 41: Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern im Jahr 2017 (in min/Jahr)



Quelle: BNetzA 2019j.

24 Es liegen noch keine aktuelleren Werte vor.

In Abbildung 41 ist der SAIDI-Wert für die Bundesländer dargestellt. In Hessen lag der SAIDI-Wert im Jahr 2017 bei 11,66 Minuten und damit deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (15,14). Im Vergleich zum Vorjahr ist er mit 2,53 Minuten jedoch etwas stärker gestiegen (D: +2,34 Minuten). Im Bundesländervergleich liegt Hessen an 6. Stelle, hinter Rheinland-Pfalz, dem Saarland, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen. Insgesamt reicht die Spannweite von 7,35 Minuten in Rheinland-Pfalz bis 20,73 Minuten in Brandenburg.²⁵

Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen

Die Netzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet, in kritischen Situationen Maßnahmen zur Gewährleistung der Netzstabilität zu ergreifen. Folgende Maßnahmen werden unterschieden:

- Redispatch: Drosselung und Erhöhung der Stromeinspeisung von Kraftwerken
- Netzreservekraftwerke: Einsatz von Kraftwerken zur Beschaffung noch fehlender Redispatchleistung aus der Netzreserve
- Einspeisemanagement: Abregelung von Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers
- Anpassungsmaßnahmen: Anpassungen von Stromeinspeisungen und/oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichen

Der Gesamtumfang der netzstabilisierenden Maßnahmen ist bundesweit im Jahr 2018 nach einem deutlichen Anstieg im Vorjahr wieder gesunken. Mit Blick auf die Gesamtkosten für die ergriffenen Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen bewegen sich diese zwar mit 1.438,4 Mio. Euro weiterhin auf hohem Niveau, sind aber im Vergleich zum Jahr 2017 um knapp 5 Prozent zurückgegangen (1.510,5 Mio. Euro).

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmenkategorien dargestellt (BNetzA 2019k).²⁶

Redispatch

Die Einspeisereduzierungen von konventionellen Kraftwerken im Rahmen des Redispatchprozesses beliefen sich im Jahr 2018 deutschlandweit auf rund 7.919 GWh, die Einspeiserhöhungen auf rund 7.610 GWh. Insgesamt ergibt dies eine Gesamtsumme von 15.529 GWh. Gegenüber dem Jahr 2017 (20.439 GWh) ist damit ein Rückgang um 24 Prozent festzustellen.

Auch die Gesamtdauer der bundesweit gemeldeten Redispatchmaßnahmen ist gesunken. Sie lag 2018 bei 12.154 Stunden, dies sind 2.048 Stunden weniger als im Vorjahr.

Der Rückgang der Redispatchmaßnahmen gegenüber dem Jahr 2017 schlägt sich in sinkenden Kosten nieder. Diese belaufen sich 2018 einschließlich der Kosten für Countertrading-Maßnahmen auf 387,5 Mio. Euro und liegen damit rund 8 Prozent unter den Kosten im Jahr 2017 (420,6 Mio. Euro).

Strombedingte Redispatchmaßnahmen

Rund 90 Prozent der Redispatchmaßnahmen sind strombedingte Einzelüberlastungsmaßnahmen, die der Vermeidung bzw. Beseitigung kurzfristig auftretender Überlastungen in Leitungen oder Umspannwerken dienen.

In Abbildung 42 ist die Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen im Jahr 2018 dargestellt. Die Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen für in Hessen liegende Netzelemente liegt 2018 bei 1.174 Stunden. Dies bedeutet eine leichte Erhöhung gegenüber dem Vorjahr (2017: 1.032 Stunden).

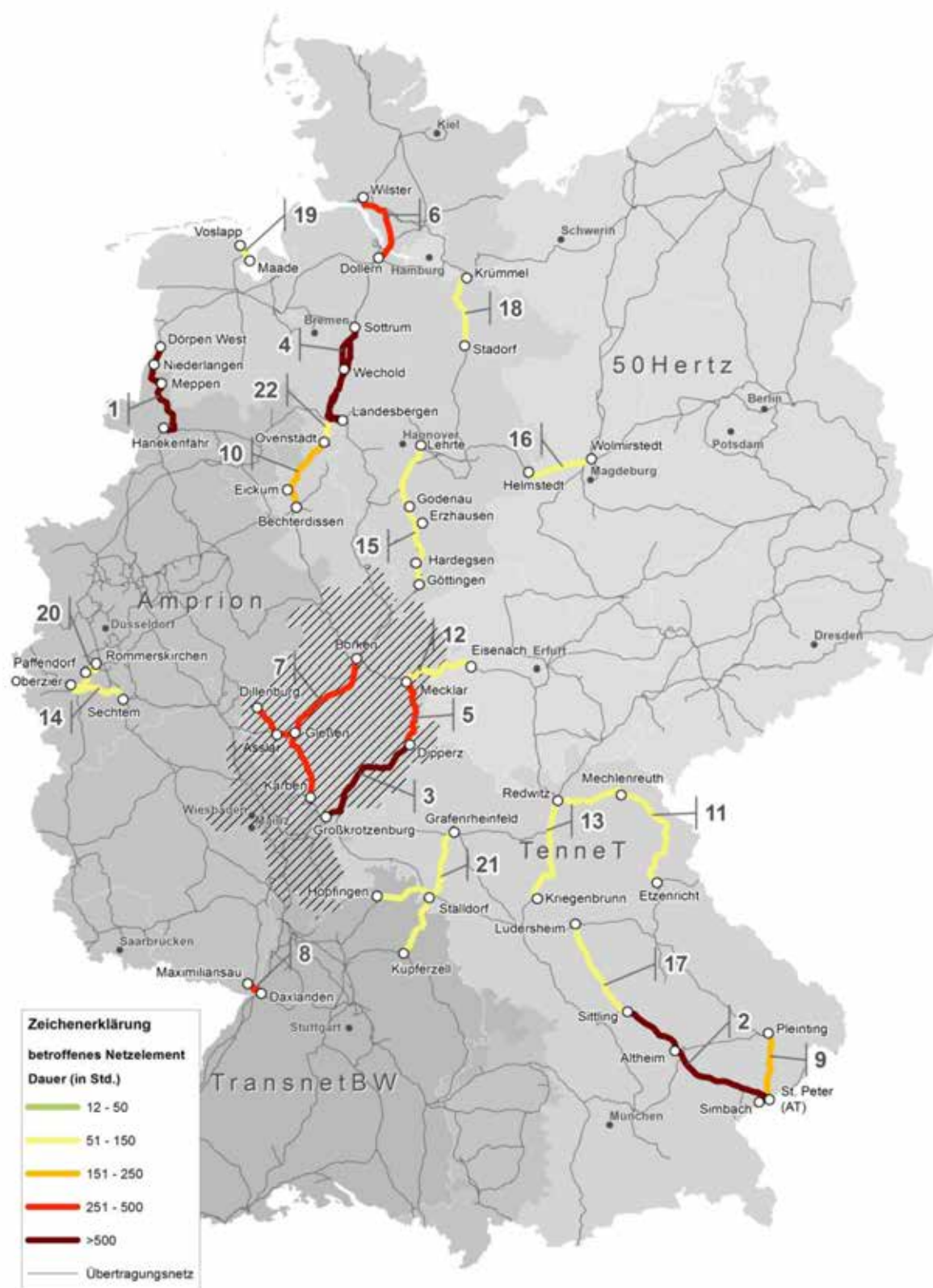
Mit einer Dauer von 578 Stunden zählt das Netzelement Dipperz – Großkrotzenburg, das den Standort des Kraftwerks Staudinger umfasst, zu den bundesweit am stärksten betroffenen Netzelementen (in der Abbildung dunkelrot gezeichnet). Gegenüber dem Vorjahr (183 Stunden) ist eine deutliche Steigerung der Dauer der Redispatchmaßnahmen zu verzeichnen.

In die Kategorie zwischen 251 und 500 Stunden (in der Abbildung rot gezeichnet) fallen die Netzelemente Mecklar – Dipperz, Gebiet Borken – Gießen – Karben / Dillenburg / Asslar.

²⁵ Zu berücksichtigen ist hierbei, dass der Bundesländerwert nicht unbedingt deckungsgleich mit dem administrativen 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.

²⁶ Die Angaben für 2017 und 2018 sind nach Angaben der Bundesnetzagentur teilweise noch vorläufig. Die Daten unterliegen stetig fortlaufenden Aktualisierungen.

Abbildung 42: Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen im Jahr 2018 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber



Quelle: BNetzA 2019k, Hervorhebung von Hessen durch Hessen Agentur.

Spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen

Darüber hinaus wurden im Jahr 2018 bundesweit spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen in Höhe von 2.340 Stunden gemeldet; dies waren 351 Stunden weniger als im Jahr zuvor. Mit 1.342 Stunden war das in Hessen liegende Netzgebiet Borken (Borken – Dipperz – Großkrotzenburg, Gießen, Karben) bundesweit am stärksten betroffen.

Netzreservekraftwerke

Sind keine ausreichenden Kraftwerkskapazitäten zur Durchführung von Redispatchmaßnahmen vorhanden, greifen die ÜNB auf Netzreservekraftwerke zurück. Diese Kraftwerke in der Netzreserve sind zur Stilllegung angezeigte Kraftwerke, die aber aufgrund ihrer Systemrelevanz für die Netze nicht stillgelegt werden dürfen. Im Jahr 2018 wurden an insgesamt 166 Tagen Netzreserveabrufe mit einer Gesamtleistung von 904 GWh getätigt. Im Jahr 2017 erfolgten an 145 Tagen Netzreserveabrufe mit einer Gesamtarbeit von rund 2.129 GWh. Dies bedeutet, dass die Zahl der Tage, an denen entsprechende Netzreserve abgerufen wurde, um 21 zugenommen hat. Die geleistete Arbeit hat sich jedoch um 1.225 GWh bzw. um 58 Prozent reduziert. Für den Winter 2019/2020 wurde bundesweit ein Bedarf an Erzeugungskapazitäten aus Netzreservekraftwerken in Höhe von 5,1 GWh installierter Leistung ermittelt.

Aus Hessen stehen Block 4 des Kraftwerks Staudinger mit einer Einspeiseleistung von 580 MW sowie das Gasturbinenkraftwerk Darmstadt mit einer Einspeiseleistung von 94,6 MW als Netzreservekraftwerke zur Verfügung (BNetzA 2019l).

Einspeisemanagement

Einspeisemanagement bedeutet die Abregelung von Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers mit Entschädigung. Wichtiger Einflussfaktor auf den Umfang des Einspeisemanagements ist die Höhe der eingespeisten Erzeugung aus Windenergieanlagen bzw. mittelbar die Windgeschwindigkeit. So entfallen rund 72 Prozent der gesamten Ausfallarbeit auf Windanlagen an Land und 25 Prozent auf Windanlagen auf See.

Im Jahr 2018 lag die durch die ÜNB und VNB im Rahmen des Einspeisemanagements deutschlandweit gemeldete Ausfallarbeit von erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen mit rund 5.403 GWh um 2 Prozent bzw. 115 GWh unter dem Vorjahreswert.

Betrachtet man die Verteilung der Einspeisemanagement-Maßnahmen nach Bundesländern, so zeigt sich, dass mit 2.860 GWh bzw. 53 Prozent die mit Abstand meiste Ausfallarbeit auf Schleswig-Holstein entfiel. In Hessen betrug die Ausfallarbeit demgegenüber nur 0,32 GWh bzw. 0,01 % (BNetzA 2019k).

Anpassungsmaßnahmen

Anpassungsmaßnahmen sind Anpassungen von Stromeinspeisungen oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichend sind (ohne Entschädigung). Im Jahr 2018 haben fünf Verteilnetzbetreiber Anpassungsmaßnahmen in Höhe von insgesamt 8,3 GWh angewiesen. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies eine deutliche Reduzierung um 26,2 GWh bzw. um 76 Prozent. Der Großteil der Anpassungsmaßnahmen entfiel auf den Energieträger Abfall. Mit Abstand die meisten Maßnahmen entfielen auf Brandenburg mit 7,6 GWh (91,7 %), auf Hessen entfielen wie auch im Vorjahr keine derartigen Maßnahmen.

7.4 Gasverteilnetz

Gase sind sowohl beim Primär- als auch beim Endenergieverbrauch nach Mineralölen der wichtigste Energieträger. Ihr Anteil liegt in Hessen bei 22,3 bzw. 17,6 Prozent (siehe Kapitel 3). Der weitaus wichtigste Markt für Erdgas ist nach wie vor der Wärmemarkt. Im Sektor der privaten Haushalte ist Erdgas mit einem Anteil von rund 44 Prozent in Deutschland wichtigster Energieträger am Wärmemarkt (BMWi 2019e). Gas zeichnet sich aber auch als flexibler Energieträger für die Stromerzeugung, die Speicherung von Energie und perspektivisch über die hoch ausgebaute Infrastruktur als Ausgleichsspeicher für erneuerbaren Strom aus. Der Einsatz von Erdgas geht mit geringeren CO₂-Emissionen einher als der anderer fossiler Energieträger.

Der Transport und die Verteilung des Erdgases erfolgen über Rohrleitungen. Das deutsche Gasnetz hat insgesamt eine Länge von 511.000 km. Dabei werden auch in durch Hessen verlaufenden Erdgasfernleitungen erhebliche Gasmengen in andere EU-Staaten transportiert. In Hessen beträgt die Gasnetzlänge zum 31.12.2017 ohne Hausanschlussleitungen insgesamt 28.501 km (BDEW 2019b).²⁷

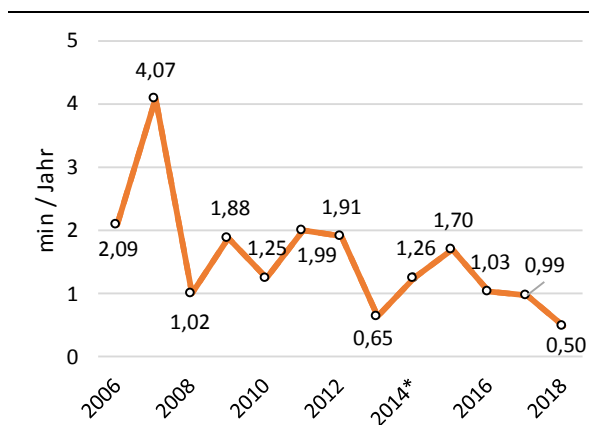
²⁷ Im Gegensatz zu den Vorjahren wird die Netzlänge ohne die Hausanschlüsse dargestellt, da für das Jahr 2017 keine vollständigen Angaben zu Hausanschlüssen vorliegen.

Versorgungsunterbrechungen

Der SAIDI-Wert für die deutschen Gasnetzbetreiber lag 2018 bei 0,50 Minuten. Dies bedeutet nicht nur gegenüber dem Vorjahr (0,99 Minuten) eine deutliche Reduzierung. Auch mit Blick auf die gesamte Zeitreihe war dies der niedrigste Wert seit 2006 (siehe Abbildung 43).

Der Wert liegt zudem deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt von 1,6 Minuten. Der SAIDI-Wert gibt die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechungen für alle Letztverbraucher innerhalb eines Jahres an. In die Berechnung fließen nur ungeplante Unterbrechungen ein, die auf Einwirkungen durch Dritte, Störungen im Bereich des Netzbetreibers, Rückwirkungen aus anderen Netzen oder auf sonstige Störungen zurückzuführen sind.

Abbildung 43: Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2018 (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 2019n.

Untertage-Gasspeicherung

Der Erdgasverbrauch in Deutschland wird nur zu ca. 7 Prozent aus inländischer Förderung gedeckt. Die restlichen 93 Prozent des Verbrauchs müssen durch Erdgasimporte geleistet werden, bei deren Lagerung Untertage-Erdgasspeicher eine zentrale Rolle spielen. Die Aufgabe von Untertage-Gasspeichern ist der Ausgleich tageszeitlicher (Porenspeicher) und jahreszeitlicher temperaturabhängiger Verbrauchsspitzen (Kavernenspeicher).

Das derzeit technisch nutzbare (installierte) maximale Arbeitsgasvolumen beträgt deutschlandweit 24,3 Mrd. m³, davon sind rund 63 Prozent in Kavernenspeichern und rund 37 Prozent in Porenspeichern verfügbar.

Die meisten Speicher und das höchste Volumen befinden sich in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Sachsen-Anhalt. Der Anteil Hessens an dem insgesamt zur Verfügung stehenden Arbeitsgasvolumen liegt bei 325 Mio. m³ bzw. 1,3 Prozent. Dabei verfügt Reckrod, südöstlich von Bad Hersfeld gelegen, über einen Kavernenspeicher mit einem Volumen von 110 Mio. m³, Stockstadt über zwei Porenspeicher mit einem Gesamtvolumen von 135 Mio. m³ und Hähnlein über einen Porenspeicher mit einem Volumen von 80 Mio. m³ (LBEG 2019).

Damit haben sich die Arbeitsgasvolumen in den hessischen Standorten wie auch der Gesamtwert für Deutschland nicht verändert.

7.5 Fernwärmenetz

Nach den Angaben des AGFW Energieeffizienzverbands für Wärme, Kälte und KWK e. V. umfasste das Fernwärmenetz in Hessen zum Jahresende 2017 eine Trassenlänge von knapp 1.132 km. Dabei entfielen 1.084 km Leitungslänge auf das Wassernetz und 48 km auf das Dampfnetz (siehe Tabelle 16). Die Zunahme der Trassenlänge insgesamt um 11,6 km bzw. um 1 Prozent ist auf die Ausweitung des Wassernetzes zurückzuführen.

Ebenfalls leicht gegenüber dem Vorjahr gestiegen sind sowohl die Zahl der Hausübergabestationen (+38 bzw. +0,2 %) als auch die angeschlossene Leistung (+13 MW bzw. +0,4 %).

Demgegenüber ist bei der nutzbaren Wärmeabgabe ein Rückgang festzustellen (-1.106 TJ bzw. -6,8%). Dies dürfte auf die niedrigere Zahl an Heizgradtagen zurückzuführen sein. Die nutzbare Wärmeabgabe bildet nämlich die Energiemenge ab, die an den Kunden geliefert wird. Sie wird von den Witterungsbedingungen beeinflusst und weist dadurch jährliche Schwankungen auf. So lagen die Heizgradtage in den Jahren 2012 und 2014 aufgrund der milden Winter deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt, was die vergleichsweise niedrigen Werte der nutzbaren Wärmeabgabe in diesen Jahren erklärt.

Tabelle 16: Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2017

Netzdaten und Leistung	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Veränd. 2016/2017
Trassenlänge (in km)							
Insgesamt	961,2	1.031,0	1.051,6	1.134,2	1.120,3	1.131,9	+1,0 %
Wassernetz	915,0	985,0	1.006,0	1.086,0	1.072,0	1.084,0	+1,1 %
Dampfnetz	46,2	46,0	45,6	48,2	48,3	47,9	-0,8 %
Hausübergabestationen (Anzahl)							
Insgesamt	17.300	19.177	19.498	20.662	19.533	19.571	+0,2 %
Wassernetz	16.947	18.827	19.145	20.315	19.186	19.212	+0,1 %
Dampfnetz	353	350	353	347	347	359	+3,5 %
Leistung (in MW)							
Insgesamt	2.540,6	3.155,9	3.023,9	3.142,9	3.163,5	3.176,5	+0,4 %
Wassernetz	2.027,0	2.660,0	2.505,0	2.620,0	2.653,0	2.663,0	+0,4 %
Dampfnetz	513,6	495,9	518,9	522,9	510,5	513,5	+0,6 %
Nutzbare Wärmeabgabe (in TJ)							
Insgesamt	13.611	15.016	12.660	15.224	16.371	15.265	-6,8 %
Wassernetz	10.883	12.291	10.377	12.023	13.206	12.231	-7,4 %
Dampfnetz	2.728	2.725	2.283	3.201	3.165	3.034	-4,1 %

Quelle: AGFW 2018.

8

Verkehr und Elektromobilität



8 Verkehr und Elektromobilität

Im Jahr 2016 wurden 6,0 Prozent der gesamten hessischen Bruttowertschöpfung im Verkehrssektor erwirtschaftet. Damit spielt dieser Sektor für Hessen eine deutlich größere Rolle als im Bundesdurchschnitt mit 4,6 Prozent (siehe VGRdL 2019).²⁸ Die beiden wesentlichen Gründe hierfür sind zum einen der Flughafen Frankfurt am Main, der zu den größten Passagier- und insbesondere Frachtflughäfen der Welt zählt, und zum anderen die zentrale Lage Hessens in Deutschland und Europa. So konnte sich Nordhessen nach dem Fall der innerdeutschen Grenze und der Öffnung Osteuropas als Standort für Distributionslogistik etablieren.

8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Nach Schätzung des IE-Leipzig wurden in Hessen im Jahr 2018 im Verkehrssektor 403,5 PJ an Endenergie verbraucht (siehe Abbildung 44).²⁹ Dies ist der höchste Wert seit dem Jahr 2000 und entspricht mehr als der Hälfte (50,4 %) des gesamten EEV im Jahr 2018 in Höhe von 800,5 PJ.³⁰ Der entsprechende Anteilswert für Deutschland liegt bei rund 30 Prozent (siehe AGEBA 2018). Dieser erhebliche Unterschied ist vor allem auf die Erfassung des Flugkraftstoffverbrauchs des Flughafens Frankfurt am Main zurückzuführen. Obwohl der weitaus größte Teil des dort getankten Kerosins für den internationalen Luftverkehr außerhalb der hessischen Landesgrenzen eingesetzt wird, erfolgt gemäß dem Standortprinzip, das für die Erstellung der Energiebilanzen der Bundesländer und des Bundes angewendet wird, die gesamte Erfassung im EEV von Hessen.³¹

Im Jahr 2018 beziffert sich der EEV des Luftverkehrs in Hessen auf rund 204 PJ, das entspricht einer Zunahme von 10,3 PJ bzw. 5,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr.

Damit entfällt mehr als die Hälfte (50,7 %) des gesamten EEV des Verkehrssektors in Hessen allein auf den Luftverkehr. Der Anteil des Straßenverkehrs beträgt 48 Prozent. Dabei hat sich der EEV des Straßenverkehrs mit 193,5 PJ erstmals seit 2009 wieder etwas (-3,6 PJ bzw. -1,8 %) gegenüber dem Vorjahr verringert. Die verbleibenden 1,3 Prozent am EEV verteilen sich auf Schienenverkehr (1,2 %) und Binnenschifffahrt (0,1 %). Der EEV im Schienenverkehr lag mit 5 PJ um 2,3 Prozent und in der Binnenschifffahrt mit 0,6 PJ um 18,1 Prozent unter dem Vorjahresverbrauch. Die Hauptursache für die relativ starke Abnahme in der Binnenschifffahrt dürften die Niedrigwasserstände aufgrund der Trockenheit im letzten Jahr gewesen sein.

Mit Blick auf die längerfristige Entwicklung hat sich der seit 2011 zu beobachtende Trend eines kontinuierlich wachsenden EEV im Verkehrssektor weiter fortgesetzt. Dabei spiegelt sich die hohe Bedeutung des Luft- und Straßenverkehrs auch in der Zusammensetzung nach Energieträgern wider. Auf Mineralöle entfallen knapp 97 Prozent, auf erneuerbare Energien gut 2 Prozent und auf Strom 1 Prozent des EEV dieses Sektors (siehe Abbildung 45).

Der Verbrauch erneuerbarer Energien (Biokraftstoffe) ist von 9,1 PJ im Jahr 2017 auf 9,5 PJ im Jahr 2018 leicht gestiegen. Der Stromverbrauch im Verkehrssektor ist leicht von 4,3 PJ im Jahr 2017 auf 4,1 PJ im Jahr 2018 zurückgegangen. Darin enthalten ist auch Strom aus erneuerbaren Energien, der auf Bundesländerebene jedoch nicht gesondert ausgewiesen werden kann. Mit einem Endenergieverbrauch in Höhe von 0,3 PJ spielen Gase nur eine geringe Rolle für den EEV im Verkehrssektor.

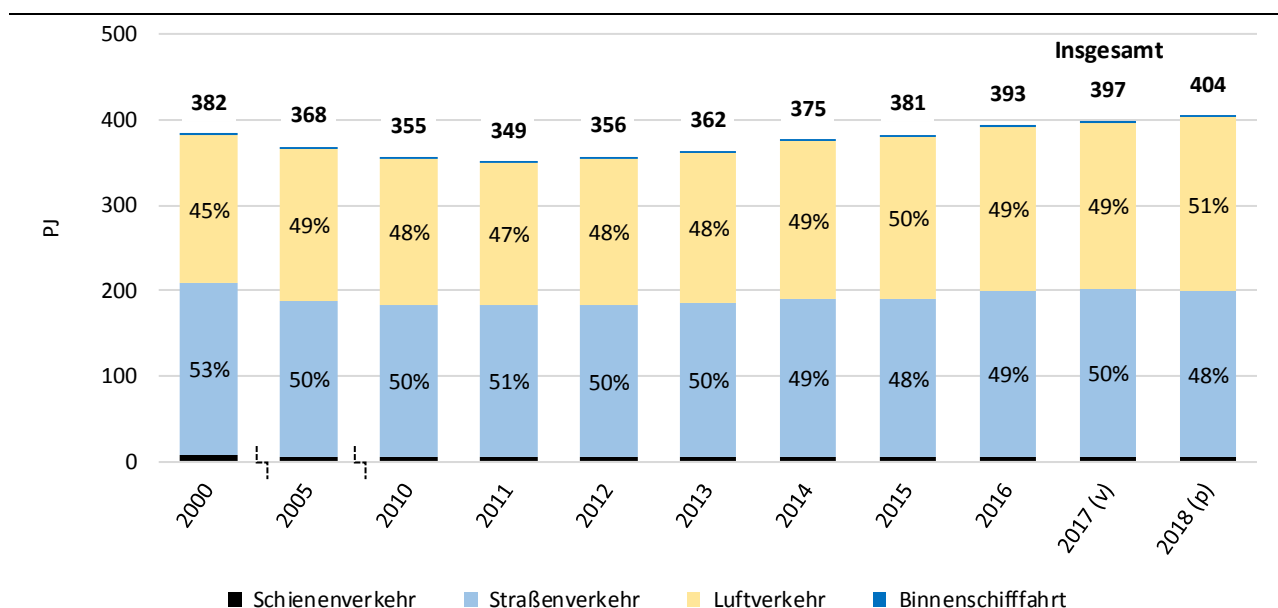
28 Gemäß Abschnitt H der Wirtschaftszweigklassifikation 2008 zählen hierzu Personen- und Güterbeförderung im Landverkehr sowie in Schiff- und Luftfahrt, Transport in Rohrfernleitungen, Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr, Post-, Kurier- und Expressdienste. In der Energiebilanzierung werden allerdings nur die eingesetzten Energiemengen für die Personen- und Güterbeförderung im Landverkehr sowie in der Binnenschifffahrt und Luftfahrt berücksichtigt.

29 Alle Angaben für das Jahr 2018 basieren auf Prognoserechnungen, was insbesondere bei der Interpretation von Vorjahresvergleichen und von Veränderungen in Unterbereichen zu beachten ist.

30 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.

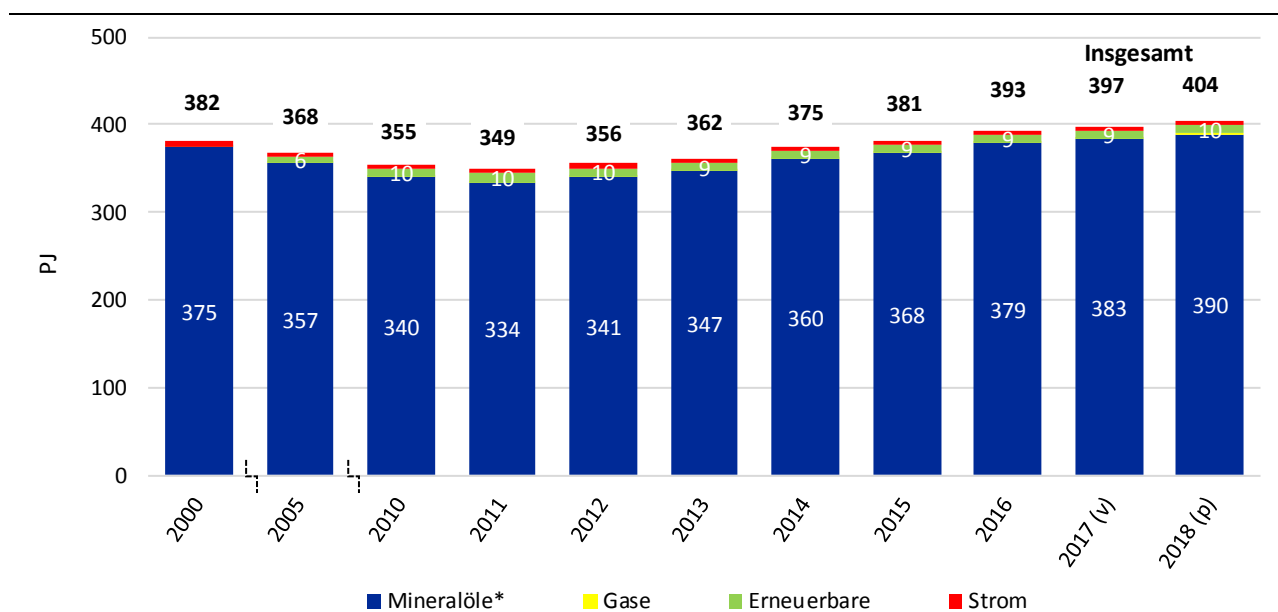
31 Davon abweichend erfolgt die Erstellung der Emissionsbilanz nach dem sogenannten Territorialprinzip. Hier werden die Verkehrsleistungen über dem Territorium eines Landes, auch bei grenzüberschreitenden Flügen nur bis zur Landesgrenze berücksichtigt (Umweltbundesamt 2001, S. 18).

Abbildung 44: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2018
(in PJ, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Abbildung 45: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2018
(in PJ)



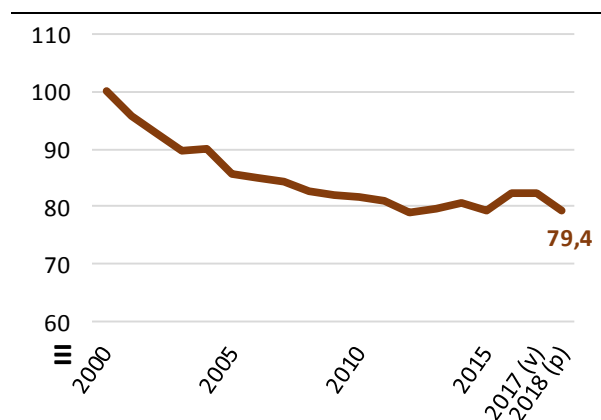
* einschl. Flüssiggas.

Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019; 2017 (v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor

Abbildung 46 zeigt das Verhältnis von Endenergieverbrauch im Straßenverkehr und Anzahl der Kraftfahrzeuge seit dem Jahr 2000 als Indexentwicklung.³² Mit einem Indexwert von 79,4 lag der Kraftstoffverbrauch je Fahrzeug im Jahr 2018 um gut ein Fünftel (20,6 %) niedriger als im Jahr 2000. Dabei war zwischen 2000 und 2012 zunächst ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Seitdem bewegt sich die Indexentwicklung mit leichten Schwankungen auf dem Niveau von 80. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass der spezifische Kraftstoffverbrauch je Fahrzeug nicht weiter sinkt bzw. durch größere und damit schwerere Fahrzeuge mit einem durchschnittlich höheren Verbrauch wieder kompensiert wird. Ein niedrigerer Kraftstoffverbrauch kann auch dazu führen, dass das neue Fahrzeug mehr genutzt wird und durch die höheren Fahrleistungen der Kraftstoffverbrauch sogar insgesamt zunehmen kann. Effekte dieser Art werden in der Literatur als Rebound-Effekte bezeichnet (siehe Kasten).

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



Quelle: HSL 2019a, IE-Leipzig 2019, Berechnungen der Hessen Agentur; 2017(v) = vorläufig, 2018 (p) = Prognose.

Rebound-Effekte

Wenn energie- und ressourceneffizientere Produkte und Dienstleistungen zu sinkenden Preisen führen, kann dies zu einer steigenden Nachfrage bzw. Nutzung dieses oder anderer Produkte und Dienstleistungen führen. Dadurch wird wiederum die Einsparung an Energie und Ressourcen zum Teil kompensiert, die durch die höhere Effizienz erzielt werden könnte. Der Spezialfall eines Rebound-Effektes von über 100 Prozent wird als Backfire bezeichnet. Rebound-Effekte führen somit dazu, dass Effizienzsteigerungen sich in der Praxis nicht in entsprechenden technisch möglichen Einsparungen niederschlagen (Umweltbundesamt 2016a).

Es werden direkte, indirekte und gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte unterschieden:

Direkte Rebound-Effekte: Nach einer Effizienzsteigerung wird das effizientere Produkt bzw. die effizientere Dienstleistung mehr genutzt. Beispielsweise kann die Entwicklung eines effizienteren Automotors zur Nachfrage nach größeren Fahrzeugen führen oder das effizientere Auto wird mehr als das vorherige genutzt.

Indirekte Rebound-Effekte: Wenn Effizienzverbesserung zu Preissenkungen führt, kann dies eine erhöhte Nachfrage nach anderen Produkten oder Dienstleistungen zur Folge haben. Die durch ein effizienteres Auto eingesparten Treibstoffkosten bzw. CO₂-Emissionen werden z. B. für eine Reise mit dem Flugzeug genutzt.

Gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte: Durch Effizienzsteigerungen infolge von neuen Technologien verändern sich die Nachfrage-, Produktions- und Verteilungsstrukturen, wodurch wiederum eine vermehrte gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Ressourcen entstehen kann. So kann z. B. eine steigende Nachfrage nach effizienten Fahrzeugen zu sinkenden Treibstoffpreisen führen, was wiederum einen gesamtwirtschaftlichen Nachfrageanstieg zur Folge haben kann.

³² Auf der Bundesländerebene liegen keine aktuellen Angaben für den Personentransport – z. B. als zurückgelegte Personenkilometer – und für den Gütertransport als Beförderungsmengen vor. Um die Entwicklung der Energieeffizienz im Straßenverkehr aufzuzeigen, kann ersatzweise auf die Anzahl der Kraftfahrzeuge (Personenkraftwagen, Krafträder, Kraftomnibusse, Lastkraftwagen, Zugmaschinen und sonstige Kraftfahrzeuge) zurückgegriffen werden, wodurch die Aussagekraft eingeschränkt ist.

Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen im Jahr 2018

Für das Transitland Hessen hat der Straßengüterverkehr eine große Bedeutung. Es liegen jedoch keine amtlichen Statistiken über die Menge der transportierten Güter für Bundesländer vor. Vom Bundesamt für Güterverkehr (BAG) werden aber seit April 2017 im monatlichen Turnus Mautdaten für jeden für Lastkraftwagen (LKW) mautpflichtigen Straßenabschnitt veröffentlicht.³³ Mit diesen Informationen lässt sich erstmals für das Jahr 2018 die Belastung der hessischen Autobahnen durch den LKW-Verkehr darstellen. In den folgenden Monitoringberichten soll damit die zukünftige Entwicklung im Zeitablauf dokumentiert werden.

In Tabelle 17 sind für alle Autobahnen in Hessen die Fahrleistungen zusammengestellt. Insgesamt erstreckt sich das Autobahnnetz in Hessen über etwas mehr als 1.000 km Gesamtlänge. Dies entspricht 7,6 Prozent der gesamten Autobahnstrecken in Deutschland. Im Jahr 2018 wurde von mautpflichtigen LKW darauf eine Fahrleistung von insgesamt fast 3 Mrd. km zurückgelegt. Die auf den Autobahnen in Deutschland insgesamt zurückgelegte Fahrleistung beziffert sich auf knapp 33 Mrd. km, der Anteil Hessens an Deutschland entspricht demgemäß 9,1 Prozent. Je Autobahnkilometer errechnen sich im Jahr 2018 in Hessen gut 2,9 Mio. und in Deutschland knapp 2,5 Mio. erfasste LKW-Bewegungen. Damit ist die LKW-Intensität auf hessischen Autobahnen im Schnitt um 19,1 Prozent höher als in Deutschland insgesamt.

Tabelle 17: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen im Jahr 2018

Autobahn	Länge der Autobahn in km in Hessen	Fahrleistung in 1.000 km	Fahrleistung je Autobahnkilometer
A3	105	526.847	5.034.367
A7	125	545.306	4.378.209
A5	178	684.683	3.853.029
A44	60	194.416	3.229.503
A4	49	157.888	3.199.355
A6	11	33.169	2.974.787
A67	58	173.049	2.968.243
A60	11	30.035	2.807.039
A45	121	328.853	2.713.305
A38	7	14.722	2.247.667
A66	129	155.105	1.207.040
A485	18	19.989	1.086.377
A49	46	43.355	952.861
A661	37	33.449	894.355
A671	11	8.953	799.389
A643	3	2.052	719.940
A659	5	3.347	676.208
A480	36	21.531	599.759
A672	2	738	369.130
A648	5	1.652	351.581
Hessen insgesamt	1.016	2.979.140	Ø: 2.932.946
Deutschland insgesamt	13.355	32.894.826	Ø: 2.463.109
Hessen in Bezug auf Deutschland	7,6%	9,1%	119,1%

Quelle: BAG 2019, BASt 2019, Auswertung der Hessen Agentur.

³³ Die Mautdaten enthalten Angaben über die monatlichen Mautumsätze für jeden LKW-mautpflichtigen Straßenabschnitt in Deutschland differenziert nach Emissionsklasse und Achsklasse. Über eine Referenztabelle zu den Straßenabschnitten und über die jeweils gültigen Mauttarife können die durch LKW zurückgelegten Kilometer (Fahrleistung) berechnet werden.

Die Bundesautobahn A5 ist mit insgesamt 178 km die längste in und durch Hessen verlaufende Autobahn, gefolgt von der A66 mit 129 km. Die mit fast 685 Mio. gefahrenen Kilometern größte Fahrleistung von mautpflichtigen LKW wurde im Jahr 2018 auf der A5 zurückgelegt, gefolgt von der A7 mit 545 Mio. km und der A3 mit 527 Mio. km. In der letzten Spalte von Tabelle 17 wurde eine Gewichtung der Fahrleistungen mit der Länge der Autobahn vorgenommen. Dabei zeigt sich, dass die A3 mit über 5 Mio. LKW-Bewegungen pro Jahr das mit Abstand höchste LKW-Aufkommen je Autobahnkilometer hat. Es folgen die A7 mit fast 4,4 Mio. LKW je Autobahnkilometer und auf Rang 3 die A5 mit knapp 3,9 Mio. LKW je Autobahnkilometer.

Die niedrigsten LKW-Belastungen auf Autobahnen in Hessen haben die A672 und A648 mit gut 369.100 bzw. knapp 351.600 LKW-Bewegungen je Kilometer. Beide

Autobahnen haben vor allem Zubringer- und Verbindungsfunktionen. Die A672 ist mit 2 km Gesamtlänge zudem die kürzeste Autobahn Deutschlands.

In Tabelle 18 wird die gesamte im Jahr 2018 von mautpflichtigen LKW auf hessischen Autobahnen zurückgelegte Fahrleistung von knapp 3 Mrd. km differenziert nach Schadstoffklassen (siehe Glossar) und nach Größe der LKW bzw. nach Anzahl der Achsen dargestellt. Der Anteil relativ schadstoffarmer LKW ist hoch. Zusammen 97 Prozent aller mautpflichtigen LKW fallen in die höchsten Kategorien A (davon S6 mit 74 %) und B (davon S5 mit 19 % und EEV1 mit 5 %).

Nach Größenklassen prägen große LKW mit fünf und mehr Achsen das Bild. 85 Prozent der gesamten in Hessen erfassten Fahrleistung entfällt allein auf diese LKW-Kategorie.

Tabelle 18: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW im Jahr 2018 nach Schadstoffklasse und Achsklasse
(in 1.000 km)

Kategorie	Schadstoffklasse nach StVZO	mit zwei Achsen	mit drei Achsen	mit vier Achsen	mit fünf oder mehr Achsen	Gesamt
F	S1 oder ohne Zuordnung	407	158	288	152	1.005
E	S2	1.019	568	689	772	3.048
D	S3 oder S2 kombiniert mit PMK1/2/3/4*	6.495	2.821	4.696	10.896	24.909
C	S4 oder S3 kombiniert mit PMK2/3/4*	13.247	4.971	7.693	20.119	46.031
B	S5	50.005	31.060	43.448	431.396	555.909
B	EEV1**	7.143	5.313	6.752	128.592	147.799
A	S6	82.646	61.378	118.110	1.938.305	2.200.440
	Gesamt	160.963	106.270	181.676	2.530.231	2.979.140
Anteil		5%	4%	6%	85%	100%

* PMK: Partikelminderungsklassen

**EEV1: Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

Quelle: BAG 2019, BASt 2019, Auswertung der Hessen Agentur.

8.2 Elektromobilität

Um den Verbrauch von Mineralölen im Verkehrssektor und damit auch klimaschädliche CO₂-Emissionen zu reduzieren, können erneuerbare Energien einen wesentlichen Beitrag leisten. Eine deutliche Zunahme der Elektromobilität ist daher ein wichtiges Ziel sowohl der Bundesregierung als auch der Hessischen Landesregierung. Als Fördermaßnahmen auf Bundesebene sind z. B. Kaufprämien für Elektroautos (Umwelbonus), der Ausbau der Ladeinfrastruktur, die Kraftfahrzeugsteuerbefreiung für rein elektrische Fahrzeuge oder die Förderung von Forschung und Entwicklung in den Bereichen Antriebstechnologien, Batterien und Netzintegration zu nennen.

Unterstützt wird dies durch Fördermaßnahmen der Landesregierung, die in Kapitel 11 unter den Maßnahmen Nr. 56-63 zur Förderung der Elektromobilität in Hessen zu finden sind.

PKW-Bestand in Hessen nach Antriebsarten

In Hessen waren zu Beginn des Jahres 2019 insgesamt gut 3,7 Mio. PKW zugelassen (siehe Tabelle 19). Im Vergleich zum Vorjahr stieg der PKW-Bestand um 44.298 PKW bzw. 1,2 Prozent an. Der Zuwachs gegenüber dem Vergleichsjahr 2010 beläuft sich auf 424.141 PKW bzw. 12,9 Prozent.

Nach Antriebsarten differenziert dominieren Benziner (65,5 %) und Diesel (32,6 %) den PKW-Bestand mit zusammen über 98 Prozent. Die restlichen 1,9 Prozent verteilen sich auf gasbetriebene PKW (0,89 %), Hybridfahrzeuge (0,79 %) und rein strombetriebene PKW (0,18 %).

Die anhaltende Diskussion von Fahrverboten insbesondere von Dieselfahrzeugen in Innenstädten schlägt sich deutlich in den Bestandsveränderungen gegenüber dem Vorjahr nieder. Der Bestand an Benzinern nahm um etwa 59.396 Fahrzeuge (+2,5 %) zu. Damit erfolgte der größte

Teil der Bestandszunahme an benzinbetriebenen Fahrzeugen von 2010 bis 2019 in Höhe von 68.887 Fahrzeugen im Jahr 2018. Demgegenüber war der Bestand an Dieselfahrzeugen erstmals um 25.899 Fahrzeuge (-2,1 %) rückläufig.

Ebenfalls zurückgegangen ist der Bestand an gasbetriebenen PKW um 1.140 bzw. 3,3 Prozent, die im Gegensatz zu benzin- und strombetriebenen Fahrzeugen bisher nicht vom „Dieselskandal“ profitieren konnten.

Tabelle 19: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2019 sowie im Vorjahresvergleich

Antriebsart	2010		2019		Veränderung 2010-2019		Veränderung 2018-2019	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Insgesamt	3.279.051		3.703.192		424.141	12,9%	44.298	1,2%
darunter:								
Benzin	2.357.597	71,9 %	2.426.484	65,5%	68.887	2,9%	59.396	2,5%
Diesel	888.535	27,1 %	1.206.874	32,6%	318.339	35,8%	-25.899	-2,1%
Gas	30.071	0,92 %	33.081	0,89%	3.010	10,0%	-1.140	-3,3%
Elektro	153	0,005 %	6.618	0,18%	6.465	x	2.479	59,9%
Hybrid	2.598	0,08 %	29.346	0,79%	26.748	x	9.464	47,6%

x = keine Angabe, weil Aussage nicht sinnvoll.

Quelle: KBA 2019, Angaben jeweils zum 01.01. eines Jahres.

Der Bestand an reinen Elektro-PKW lag zum Jahresbeginn 2019 bei 6.618 und an Hybridfahrzeugen bei 29.346. Im Vergleich zum Vorjahr sind bei beiden Antriebsarten deutliche Zunahmen zu verzeichnen. Bei reinen Elektro-PKW nahm der Bestand um 2.479 Fahrzeuge bzw. rund 60 Prozent zu, die Anzahl der Hybrid-PKW stieg um 9.464 bzw. rund 48 Prozent. Im Vergleich zum Jahr 2010 hat sich der Bestand an Hybriden mehr als verzehnfacht, der Bestand an reinen Elektro-PKW war damals mit 153 Fahrzeugen nur sehr gering.

Ein wichtiger Grund für die starke Zunahme der Elektromobilität dürften auch die Kaufanreize der Bundesregierung für PKW mit Elektroantrieb sein.³⁴ Zum 31. Mai 2019 lagen dem BAFA bundesweit 79.200 Anträge für den Umweltbonus beim Kauf eines reinen Batterieelektrofahrzeugs, 40.802 Anträge für Plug-in-Hybride und 69 Anträge für Brennstoffzellenfahrzeuge vor (BAFA 2019b).

Dies sind insgesamt 120.071 Förderanträge, wovon 9.517 auf Hessen und davon wiederum 5.706 auf reine Batterieelektrofahrzeuge, 3.809 auf Plug-in-Hybride und

2 Anträge auf Brennstoffzellenfahrzeuge entfallen (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen (jeweils zum 31. Mai)

	2018	2019	Veränderung 2018-2019	
	absolut		in %	
Reine Batterieelektrofahrzeuge	2.714	5.706	2.992	110,2%
Plug-in-Hybride	2.419	3.809	1.390	57,5%
Brennstoffzellenfahrzeuge	1	2	1	100,0%
Insgesamt	5.134	9.517	4.383	85,4%

Quelle: BAFA 2019b.

³⁴ 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.

Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge im ÖPNV

Batterieelektrische Busse und Brennstoffzellenbusse stellen eine emissionsfreie Alternative zu konventionellen Bussen mit Verbrennungsmotor dar. Das Land unterstützt Kommunen und Regionen bei der Flottenumstellung im ÖPNV durch verschiedene Unterstützungsangebote und Förderprogramme (vgl. Maßnahmen 59 sowie 62 und 63 in Kapitel 11).

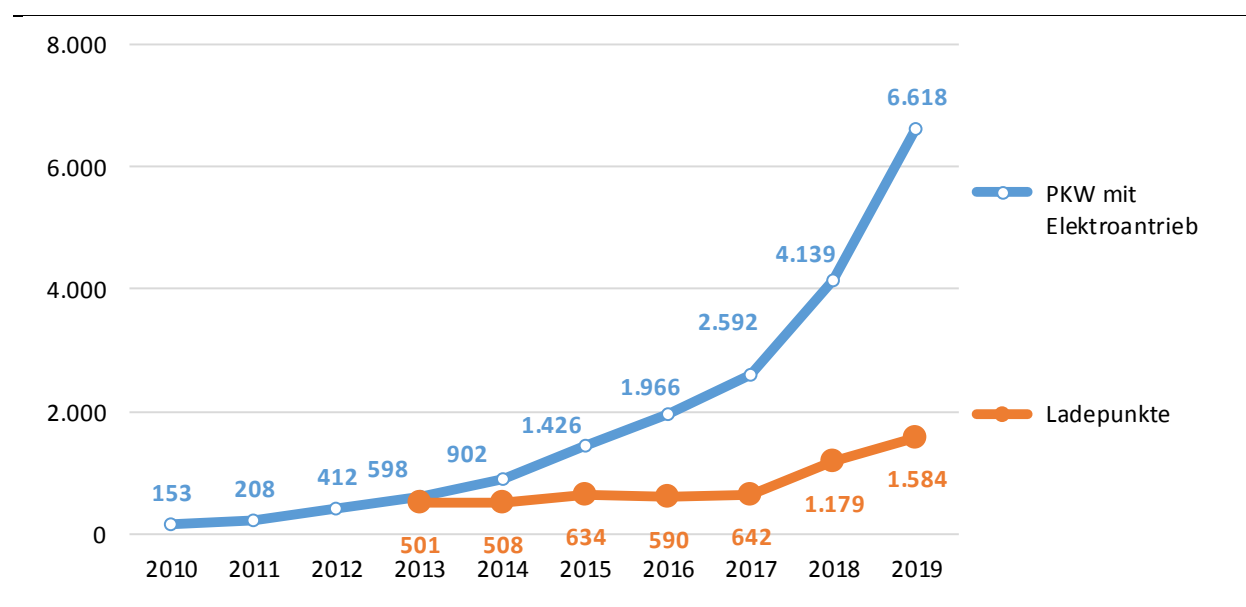
In einer aktuellen Befragung der relevanten Akteure des hessischen ÖPNV³⁵ waren Ende 2018 bislang zwar erst sechs E-Busse im ÖPNV eingesetzt. Die hessischen Nahverkehrsorganisationen und Aufgabenträger planen jedoch eine Elektrifizierung ihrer Fahrzeugflotte im ÖPNV. Aktuell laufen mehrere Bestellvorgänge und Ausschreibungen. Auf dem Industriepark Höchst werden acht Brennstoffzellenbusse im Betrieb getestet, ein Bus davon wird seit Mai 2019 im regulären öffentlichen Personennahverkehr des Rhein-Main-Verkehrsverbundes (RMV) in der Nähe von Darmstadt eingesetzt. Auch Nahverkehrszüge im Taunus sollen künftig von Brennstoffzellen angetrieben werden. Ein Großauftrag über 27

Züge wurde vom RMV erteilt und die Züge sollen 2022 in Betrieb gehen (H2BZ-Initiative Hessen 2019). Bis zum Jahr 2040 sollen gemäß den Befragungsergebnissen zum Einsatz von E-Bussen insgesamt rund 850 E-Busse im ÖPNV in Hessen eingesetzt werden. Bezogen auf die heutige Busflotte entspricht dies einem Anteil von knapp 30 Prozent. Nach Antriebsarten differenziert liegt der Plan bei rund 695 batterieelektrischen Bussen, rund 125 Brennstoffzellen-Bussen und 30 Hybrid-Bussen.

Ladepunkte für Elektrofahrzeuge

In Abbildung 47 ist neben der zeitlichen Entwicklung der Anzahl von PKW mit Elektroantrieb ab 2010 auch die Entwicklung der Anzahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge seit 2013 dargestellt. Demnach gab es in Hessen zum Stichtag 31. Juli 2019 nach den Erhebungsergebnissen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) insgesamt 1.584 öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge.³⁶

Abbildung 47: Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen von 2010 bis 2019



Quelle: KBA 2019 (Stand: 01.01.2019), BDEW 2019c (Stand: 31.07.2019).

³⁵ Befragt wurden alle Aufgabenträger des ÖPNV in Hessen, die Nahverkehrsorganisationen, die Gemeinden mit weniger als 50.000 Einwohnern sowie beauftragte Verkehrsunternehmen. Die Erhebung erfolgte im November/Dezember 2018 (Werner 2019).

³⁶ 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 bestimm- baren Personenkreis befahren werden kann.

Gegenüber der letzten Erhebung zum 31.07.2018 bedeutet dies eine Zunahme um 405 Ladepunkte bzw. 34 %. 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.³⁷

Zum Stichtag 31. Juli 2019 entfielen in Hessen auf je 1 Mio. Einwohner 253 Ladepunkte. Damit belegt Hessen unter den Flächenländern Position 3 hinter Bayern (376) und Baden-Württemberg (308). Spitzenreiter ist der Stadtstaat Hamburg mit 517 Ladepunkten je Mio. Einwohner.

Wasserstoff- und Erdgastankstellen in Hessen

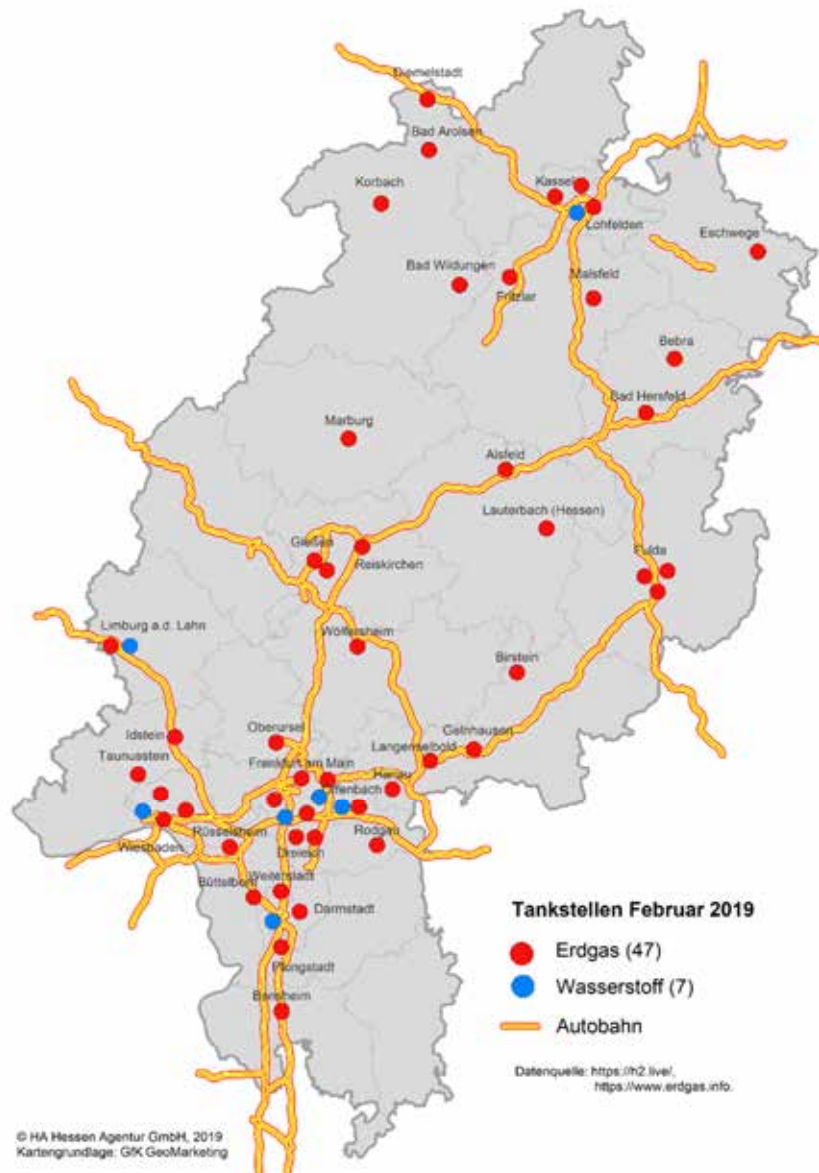
Neben der Elektromobilität können im Rahmen einer technologieoffenen Entwicklung auch mit Wasserstoff oder Erdgas betriebene Fahrzeuge zur Reduzierung der Schadstoffbelastung der Luft insbesondere in den Innenstädten beitragen. Die folgende Karte zeigt das gegenwärtige Tankstellennetz dieser Antriebsarten in Hessen (siehe Abbildung 48).

Im Februar gab es in Hessen insgesamt sieben Wasserstofftankstellen, von denen sich sechs in der Metropolregion Frankfurt Rhein-Main befinden. Weitere Wasserstofftankstellen sind 2019 in Bad Homburg und Frankfurt geplant.

Von den insgesamt 47 Erdgastankstellen konzentriert sich ebenso eine Mehrzahl im südhessischen Verdichtungsraum. Auch um die großen hessischen Autobahnen A3, A5 und A7 ist die Versorgung mit Erdgastankstellen relativ gut ausgebaut. Allerdings sind in weiten Teilen Hessens kaum Erdgastankstellen vorhanden.

37 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 09.06.2019 sind im Ladesäulenregister für Hessen 690 Ladepunkte erfasst. Es ist demnach noch von einer unvollständigen Erfassung auszugehen.

Abbildung 48: Verteilung der Erdgas- und Wasserstofftankstellen in Hessen (Stand: Februar 2019)



Quelle: h2.live (2019), erdgas.info (2019).

Entwicklung der Treibhausgasemissionen



9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Auf dem Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro haben zunächst 154 Staaten die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) gezeichnet. Dieses multilaterale Übereinkommen trat 1994 in Kraft. Mit der Klimarahmenkonvention erkennt die internationale Staatengemeinschaft weltweite Klimaänderungen als ernstes Problem an und verpflichtet sich zum Handeln. Aktuell haben 196 Vertragsparteien sowie die EU als regionale Wirtschaftsorganisation die Klimarahmenkonvention mit dem Ziel ratifiziert, die Treibhausgasemissionen weltweit auf einem Niveau zu stabilisieren, das einen gefährlichen Klimawandel vermeidet. Das Kyoto-Protokoll (im Jahr 1997 beschlossen und 2005 in Kraft getreten) war der erste internationale Klimavertrag mit quantifizierten Emissionsreduktionsverpflichtungen für einen Teil der Industriestaaten, u. a. für die EU. Im Rahmen des Pariser Abkommens 2015, das im November 2016 in Kraft getreten ist, bekannten sich alle Industrie- und Entwicklungsländer verpflichtend zu dem Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad zu begrenzen (BMU 2016 und 2018).

Zu den Treibhausgasen (THG) zählen gemäß Kyoto-Protokoll die Stoffe Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (Lachgas/N₂O) sowie die fluorierten Treibhausgase (F-Gase), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Seit 2015 wird zusätzlich Stickstofftrifluorid (NF₃) einbezogen (Umweltbundesamt 2016b).

THG-Emissionen entstehen vorwiegend dann, wenn fossile Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas verbrannt werden. Etwa 90 Prozent der THG-Emissionen in Hessen sind energiebedingte CO₂-Emissionen, die hauptsächlich in der Energieerzeugung bzw. -umwandlung und im Verkehrssektor entstehen. Weitere Quellen sind die Landwirtschaft, Industrieprozesse sowie die Abfallwirtschaft.

Die hessische Treibhausgasbilanz gibt jährlich einen Überblick über die Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Treibhausgase Kohlendioxid (ca. 91 % an THG insgesamt), Methan (ca. 5 %) und Lachgas (ca. 4 %).³⁸ Dabei verwendet Hessen die Quellenbilanz, wie es der Berichterstattung des Kyoto-Protokolls entspricht.³⁹ Bei der Quellenbilanz werden diejenigen Bereiche berücksichtigt, in denen ein Umwandlungseinsatz oder Energieverbrauch stattfindet. Dies geschieht z. B. bei der Energieerzeugung bzw. -umwandlung, in der Industrie, im Verkehr, in Haushalten, im Gewerbe oder im Handel. Die im Folgenden dargestellten Entwicklungen der Treibhausgasemissionen nach der Quellenbilanz für Hessen wie auch die Zielvorgaben für Hessen, Deutschland und die EU beruhen auf dieser Methodik.⁴⁰ Sie ist unter den Ländern und mit der Bilanzierung auf Bundesebene abgestimmt.

Nicht mit einbezogen werden bei der Quellenbilanz Emissionen, die bei der Erzeugung von Strom in anderen Bundesländern oder im Ausland entstehen und welcher anschließend nach Hessen importiert wird. Der Anteil des importierten Stroms liegt in Hessen bei ca. 55 Prozent (siehe Kapitel 3.3).

9.1 Zielvorgaben Hessen im Kontext der Klimaschutzziele Deutschland und EU

Die Hessische Landesregierung hat im Jahr 2015 beschlossen, dass Hessen bis zum Jahr 2050 klimaneutral sein soll. Die Emissionen der Treibhausgase sollen mindestens um 90 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden. Es wurden Zwischenziele auf dem Weg dorthin formuliert, und zwar soll bis zum Jahr 2020 eine Senkung der THG-Emissionen um 30 Prozent erreicht werden und bis zum Jahr 2025 eine Senkung um 40 Prozent, jeweils gemessen am Basisjahr 1990 (HMUKLV 2017). Im Koalitionsvertrag zwischen CDU Hessen und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN Hessen für die 20. Legislaturperiode wurde als weiteres Zwischenziel die Reduk-

³⁸ Die Anteilswerte beziehen sich auf die in der aktuellen Treibhausgasbilanz für Hessen insgesamt ausgewiesene Emissionsmenge, die nur CO₂, CH₄ und N₂O enthält. Laut UBA sind diese drei Stoffe auf Bundesebene für 98,3 % der direkt klimawirksamen Emissionen verantwortlich. Die restlichen 1,7 % setzen sich aus den anderen o. g. Stoffen zusammen, die auf Landesebene bislang nicht bilanziert werden können. Würden die Emissionen dieser Stoffe mit erfasst, wäre die Summe der THG etwas höher bzw. der Anteil von CO₂, CH₄ und N₂O an den Emissionen insgesamt geringfügig niedriger.

³⁹ So werden im internationalen Berichtssystem zur Erfassung von THG-Emissionen die Emissionen, die bei der Produktion von Waren entstehen, in den Herstellungsländern erfasst und nicht den konsumierenden Ländern zugerechnet. Die konsumbasierte Erfassung der CO₂-Emissionen, deren Bedeutung für die länderübergreifende Zuordnung von CO₂-Emissionen und mögliche Implikationen wurden in den vergangenen Jahren vermehrt in Forschungsarbeiten in den Blick genommen (vgl. z. B. Peters et al. 2011, Jakob und Marschinski 2012, Wood et al. 2019).

⁴⁰ Siehe Erläuterung zur Treibhausgasbilanz im Glossar sowie HMUKLV 2018.

tion der THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um 55 Prozent festgelegt (Hessische Landesregierung 2018). Dieses Zwischenziel wurde im Kabinett am 09.04.2019 beschlossen.

Um diese Klimaziele zu erreichen und Anpassungen an die Folgen des Klimawandels vorzunehmen, hat die Landesregierung im „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025“ eine Vielzahl an Maßnahmen beschlossen. Die insgesamt 140 Maßnahmen decken alle relevanten Handlungsfelder ab, von der Landwirtschaft und der Wirtschaft über den Energiesektor und den Verkehr bis hin zu dem Gebäudesektor und dem Gesundheitsbereich (HMUKLV 2017).

In Tabelle 21 sind neben den genannten Zielvorgaben für Hessen auch die Zielwerte für Deutschland und die EU dargestellt.

Tabelle 21: Ziele der Reduzierung der THG-Emissionen für Hessen, Deutschland und die EU, Basisjahr 1990

	2020	2025	2030	2040	2050
Hessen	-30 %	-40 %	-55 %		mind. -90 %
Deutschland	-40 %		mind. -55 %	mind. -70 %	-80 bis -95 %
EU	-20 %		-40 %		-80 bis -95 %
Non-ETS-Sektoren Deutschland*	-14 %		-38 %		

* Verpflichtung für Sektoren in Deutschland, die nicht am Emissionshandel teilnehmen, gemäß EU-Lastenteilungsplan. Zielwert gegenüber 2005.

Quelle: HMUKLV 2017, Hessische Landesregierung 2018, BMU 2016, EU 2019a, EU 2019b.

Deutschland strebt bis zum Jahr 2050 – bezogen auf die Emissionen des Jahres 1990 – eine Reduzierung der THG-Emissionen von 80 bis 95 Prozent an (BMU 2016).

Das Zwischenziel für 2020 von einer Senkung um 40 Prozent ist ambitionierter als das entsprechende Ziel von Hessen. Gemäß dem Klimaschutzbericht 2018 der Bundesregierung ist dieses Ziel jedoch nicht mehr zu erreichen.

Als realistisch wird eine Minderung der THG-Emissionen um ca. 32 Prozent angesehen (BMU 2019). Für das Jahr 2030 liegt der Zielwert für Deutschland wie auch für Hessen bei einer Reduzierung der THG-Emissionen um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990. Darüber hinaus hat die Bundesregierung als einen weiteren Zielwert für das Jahr 2040 eine Senkung von mindestens 70 Prozent festgeschrieben.

Die ebenfalls in Tabelle 21 dargestellten EU-Zielwerte sind im Gegensatz zu den nationalen Klimaschutzziele rechtlich verbindlich. Der EU-Zielwert für 2050 liegt ebenfalls bei einer Minderung der THG-Emissionen um 80 bis 95 Prozent gegenüber dem Jahr 1990, die Zwischenziele für 2020 und 2030 betragen -20 Prozent bzw. -40 Prozent.

Im Klima- und Energiepaket 2020 (EU 2019a) sind die Zwischenzielwerte der EU für 2020 und 2030 auch nach Sektoren differenziert. Demnach sollen bis 2020 in den Sektoren, die dem Emissions Trading System (ETS) unterliegen – also Energiewirtschaft und Industrie – Emissionsminderungen in Höhe von 21 Prozent und bis 2030 um 43 Prozent (jeweils gegenüber dem Jahr 2005) erreicht werden. Dies wird durch den EU-Emissionshandel abgedeckt, d. h. es existieren keine Ländervorgaben.⁴¹

In den übrigen, sogenannten Non-ETS-Sektoren (Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfall) liegen die zu erreichenden Emissionsminderungen EU-weit bei 10 Prozent bis 2020 und bei 30 Prozent bis 2030 gegenüber dem Jahr 2005. Hierfür hat die EU rechtlich verbindliche Zielwerte für die einzelnen Mitgliedsstaaten festgelegt, die die Wirtschaftsleistung des jeweiligen Landes berücksichtigen. Bei Nichterfüllung der Zielvorgaben drohen Sanktionen (Schiffer 2019). Deutschland muss gemäß dem Lastenteilungsplan seine THG-Emissionen in den Non-ETS-Sektoren bis 2020 um 14 Prozent und bis 2030 um 38 Prozent im Vergleich zum Jahr 2005 senken (siehe Tabelle 21).

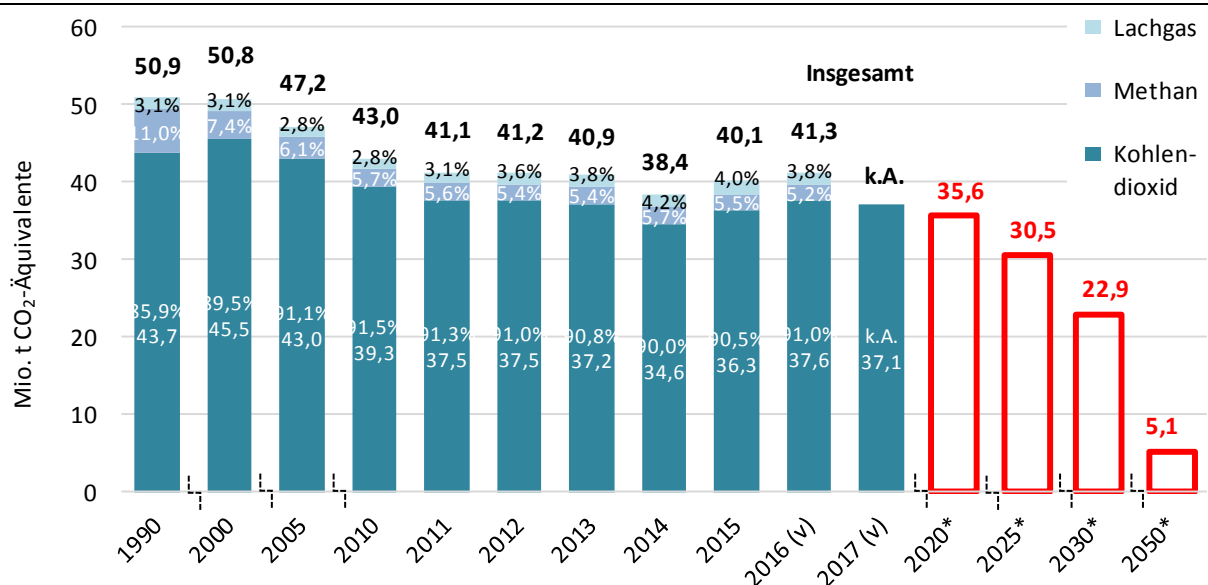
41 Im ETS werden energieintensive Industrieunternehmen sowie die Energiewirtschaft verpflichtet, handelbare Emissionsrechte bzw. Zertifikate in Höhe der von ihnen verursachten THG-Emissionen zu erwerben. Die Mitgliedsstaaten der EU können dabei Kleinemittenten von einzelnen Pflichten des Emissionshandels befreien. Für eine mögliche Befreiung als Kleinemittent im Zeitungszeitraum 2021-2025 darf die zu befreiende Anlage in den Jahren 2016, 2017 und 2018 jeweils nicht mehr als 15.000 Tonnen CO₂-Äquivalente emittiert haben (UBA DEHSt. Mai 2019).

9.2 Treibhausgasemissionen nach Gasen

Die gesamten Treibhausgasemissionen sind in Hessen im Jahr 2016 das zweite Mal in Folge gegenüber dem Vorjahr gestiegen, und zwar um 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 3,0 Prozent (siehe Abbildung 49).⁴² Diese Erhöhung ist allein auf die Zunahme der CO₂-Emissionen zurückzuführen, deren Anteil 91 Prozent an den

THG-Emissionen insgesamt beträgt. Zu berücksichtigen ist, dass analog zur Berichterstattung des UBA bei den CO₂-Emissionen der internationale Luftverkehr nicht berücksichtigt ist. Die vergleichsweise niedrigen Werte für die CO₂-Emissionen im Jahr 2014 sind auf die milde Witterung und auf Revisionsarbeiten des Kraftwerks Staudinger zurückzuführen. 2015 und 2016 sind die Emissionen im Energiesektor wieder schrittweise angestiegen.

Abbildung 49: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2016/2017 sowie Zielwerte
(in Mio. t CO₂-Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %)



Anmerkung: ohne internationalen Luftverkehr.

* Zielwerte.

Quelle: HSL 2019a, HMKLV 2017; (v) = vorläufig.

Im Gegensatz zu den CH₄- und N₂O-Emissionen liegen zu den CO₂-Emissionen bereits vorläufige Daten für das Jahr 2017 vor. Demnach ist ein Rückgang der CO₂-Emissionen gegenüber 2016 zu verzeichnen. Der Rückgang ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass Revisionsarbeiten in zwei Kohlekraftwerken durchgeführt wurden und Staudinger 5 die Erzeugung in den Sommermonaten deutlich gedrosselt hat.

In der Langfristbetrachtung (1990 bis 2016) sind in absoluten Größen die CO₂-Emissionen mit 6,1 Mio. Tonnen am stärksten zurückgegangen. Die Emissionen von Methan haben mit 3,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente ebenfalls deutlich abgenommen. Prozentual war dagegen die Abnahme der Methanemissionen mit einem Rückgang um 62,5 Prozent deutlich höher als bei den CO₂-Emissionen (-14 %). Die Lachgasemissionen sind nach einem

⁴² Die Emissionen aus Kohlendioxid (CO₂) werden vom HSL auf Basis der Verbrauchsmengen aus der (für 2017 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 zudem CO₂ für den Hauptteil des Emissionsgeschehens verantwortlich ist, stellt das HSL Daten zu den hessischen CO₂-Emissionen vorzeitig zur Verfügung. Für den aktuellen Monitoringbericht konnten daher bereits vorläufige Daten der CO₂-Emissionen für 2017 geliefert werden. Im Vergleich zum Monitoringbericht 2018 wurde die Zeitreihe im Zuge einer Revidierung der vom UBA zur Verfügung gestellten Emissionsfaktoren vom HSL aktualisiert.

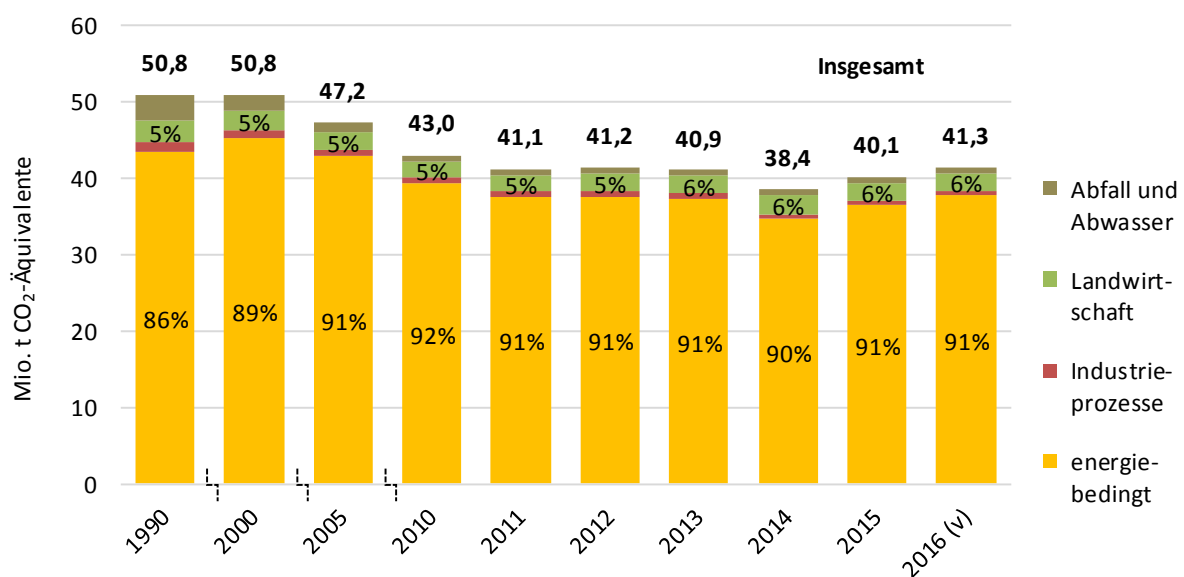
Rückgang bis zum Jahr 2010 wieder angestiegen und haben im Jahr 2014 wieder das Niveau des Jahres 2000 erreicht, auf dem sie seitdem verharren.

In Abbildung 49 sind auch die Zielwerte für 2020, 2025, 2030 und 2050 dargestellt.

9.3 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen differenziert nach Quellgruppen ist in Abbildung 50 dargestellt.⁴³ Im Jahr 2016 waren 91 Prozent der THG-Emissionen energiebedingt, 6 Prozent der Emissionen entfielen auf die Landwirtschaft. Auf Industrieprozesse und den Bereich Abfall und Abwasser waren jeweils 2 Prozent der THG-Emissionen zurückzuführen.

Abbildung 50: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2016
(in Mio. t CO₂-Äquivalente)



Anmerkung: ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: HSL 2019a; (v) = vorläufig.

Der Anstieg um insgesamt 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2016 war insbesondere auf energiebedingte Emissionen zurückzuführen. Die Höhe der Emissionen aus Industrieprozessen sowie aus dem Bereich Abfall und Abwasser ist gegenüber dem Vorjahr nahezu konstant geblieben, die Emissionen aus der Landwirtschaft sind leicht zurückgegangen.

9.4 Entwicklung der Treibhausgasintensität

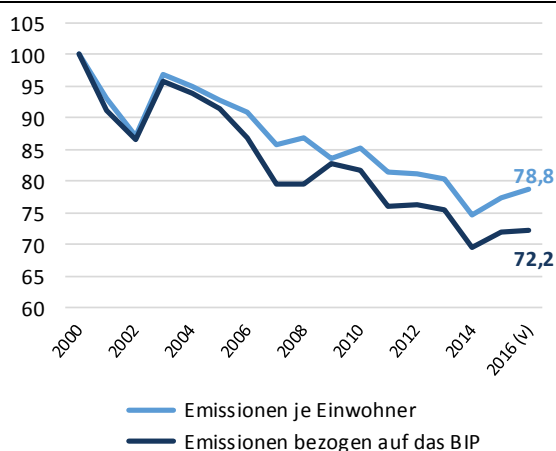
Die Treibhausgasintensität, gemessen als THG-Emissionen je Einwohner (hellblaue Linie) und als THG-Emissionen bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt (dunkelblaue

Linie), ist im Jahr 2016 das zweite Jahr in Folge gestiegen. Grund ist die oben dargestellte Zunahme der energiebedingten THG-Emissionen infolge der beendeten Revisionsarbeiten im Kraftwerk Staudinger, welche ursächlich für den niedrigen Wert für 2014 waren. Abbildung 51 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasintensität im Zeitraum von 2000 bis 2016 als Indexreihe.

Die im Vergleich zu Deutschland insgesamt niedrigeren hessischen Pro-Kopf-Emissionen – sie lagen im Jahr 2016 um 35 Prozent unter dem Wert für Deutschland insgesamt – dürften auf den geringeren Anteil des Produzierenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung insgesamt sowie den geringeren Anteil der Kohle bei der Stromerzeugung zurückzuführen sein.

⁴³ Im Vergleich zum Monitoringbericht 2018 wurde die Zeitreihe aktualisiert.

Abbildung 51: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP
(Index 2000 = 100)



Anmerkung: ohne internationalen Luftverkehr.

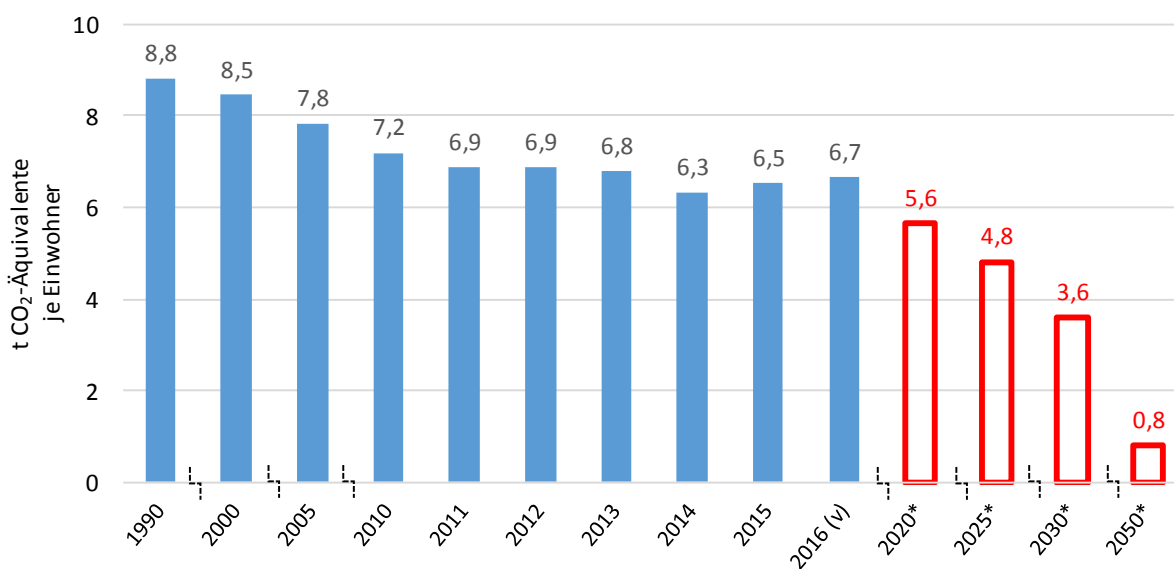
Quelle: HSL 2019a, Berechnungen der Hessen Agentur;
2016 vorläufig.

Langfristig ist bei steigender Wirtschaftsleistung und wachsender Bevölkerung ein rückläufiger Trend der Treibhausgasintensität zu beobachten.

In Abbildung 52 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner in Absolutwerten für den Zeitraum von 1990 bis 2016 und mit einem Ausblick auf die Zielwerte bis zum Jahr 2050 dargestellt.⁴⁴ Im Jahr 1990 lag der Wert für die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen bei 8,8 Tonnen CO₂-Äquivalente je Einwohner. Bis zum Jahr 2014 ging dieser Wert auf 6,3 Tonnen zurück. Danach stieg der Wert bis 2016 wieder auf 6,7 Tonnen je Einwohner.

Um die THG-Zielgrößen für Hessen zu erreichen, muss der Wert im Jahr 2020 bei 5,6 Tonnen je Einwohner liegen und danach weiter auf 4,8 Tonnen je Einwohner im Jahr 2025 und 3,6 Tonnen je Einwohner im Jahr 2030 bis schließlich auf 0,8 Tonnen je Einwohner im Jahr 2050 zurückgehen.

Abbildung 52: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner 2000-2016
(in t CO₂-Äquivalente je Einwohner)



Anmerkung: ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: HSL 2019a, Berechnungen der Hessen Agentur; (v) = vorläufig; * Zielwerte.

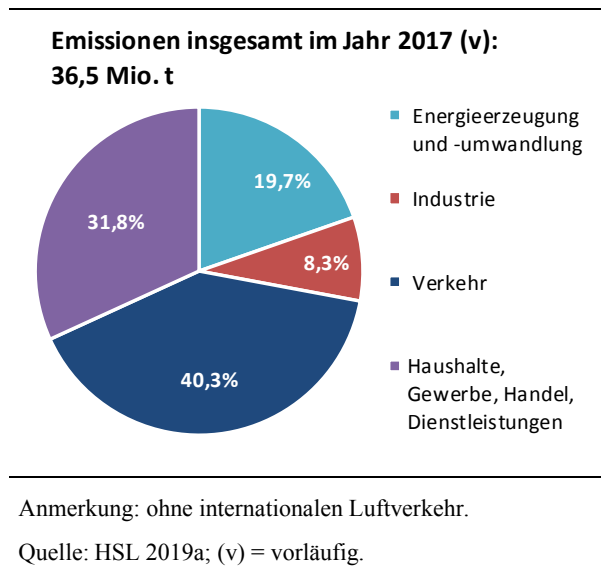
⁴⁴ Es werden die Einwohnerzahlen nach der aktuellen Bevölkerungsvorausschätzung der Hessen Agentur für das Land Hessen bis zum Jahr 2050 zugrunde gelegt (HA Hessen Agentur GmbH 2019a).

9.5 Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren

In Abbildung 53 sind die energiebedingten CO₂-Emissionen für das Jahr 2017 differenziert nach Sektoren dargestellt.⁴⁵ Im Jahr 2017 wurden insgesamt 36,5 Mio. Tonnen CO₂ emittiert, das waren 0,5 Mio. Tonnen weniger als ein Jahr zuvor.

Mit Abstand der größte Emittent war wie in den Vorjahren der Verkehrssektor: Über 40 Prozent des energiebedingten Kohlendioxidausstoßes in Hessen entfallen auf den Verkehr. Mit 14,7 Mio. Tonnen CO₂ haben die Emissionen des Verkehrssektors damit wieder das Niveau von 2004 erreicht.

Abbildung 53: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren im Jahr 2017 (in %)



An zweiter Stelle der Emittenten folgt der Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 11,6 Mio. Tonnen CO₂ bzw. knapp 32 Prozent der energiebedingten CO₂-Emissionen. Die Haushalte tragen vor allem durch die Verbrennung von Energieträgern zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser zu den CO₂-Emissionen bei.

Auf den Bereich Energieerzeugung und Energieumwandlung entfielen 2017 insgesamt 7,2 Mio. Tonnen CO₂ bzw. knapp 20 Prozent der energiebedingten CO₂-Emissionen. Verantwortlich dafür ist vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung.

Mit einem Ausstoß von 3,0 Mio. Tonnen CO₂ bzw. einem Anteil von gut 8 Prozent weist die Industrie die mit Abstand geringsten Emissionen auf.

Die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in den einzelnen Sektoren im Zeitraum von 1990 bis 2017 ist in Abbildung 54 dargestellt. Insgesamt ist ein rückläufiger Trend erkennbar, trotz gestiegener Wirtschaftsleistung und der Zunahme der Bevölkerung.

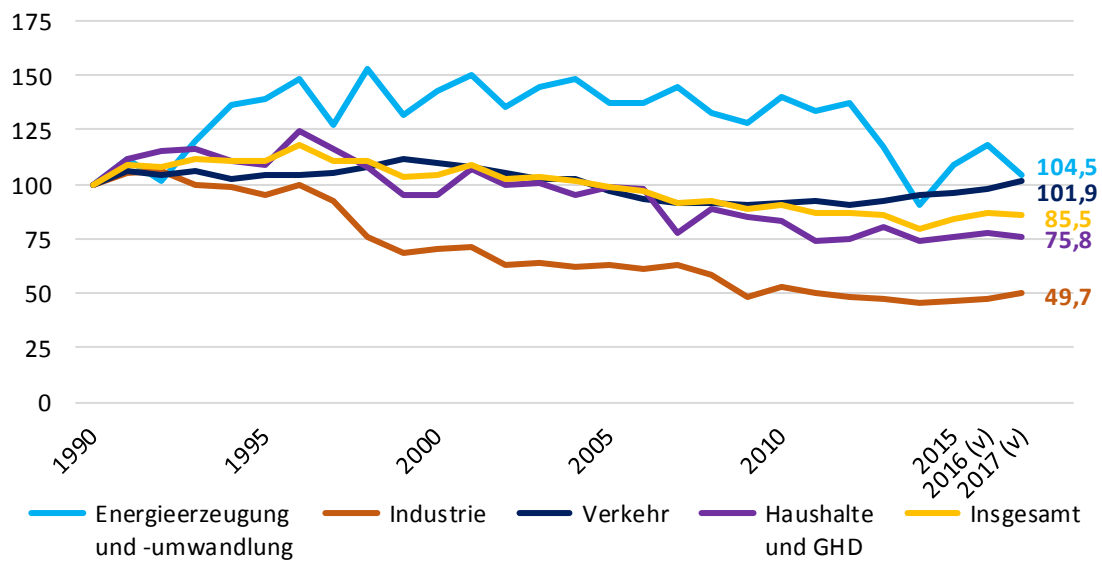
Der Rückgang der Emissionen um insgesamt 14,5 Prozent ist auf die Bereiche Industrie (-50,3 %) sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (-24,2 %) zurückzuführen. Absolut verzeichnete der Sektor Haushalte und GHD den größeren Rückgang mit 3,7 Mio. Tonnen CO₂ (Industrie: -3,1 Mio. Tonnen).

Demgegenüber lagen die CO₂-Emissionen im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung im Jahr 2017 um 0,3 Mio. Tonnen bzw. rund 4 % über dem Wert von 1990. Der in der Abbildung ersichtliche niedrige Wert im Jahr 2014 war – wie bereits erwähnt – auf die aufgrund umfangreicher Reparaturmaßnahmen vorgenommene Stilllegung des mit Kohle betriebenen Blocks des Kraftwerks Staudinger zurückzuführen. Der Anstieg im Jahr 2016 war dementsprechend maßgeblich durch die Wiederaufnahme des Betriebs im Kraftwerk Staudinger bedingt. Im Vergleich zum Vorjahr erreichte der Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung im Jahr 2017 in absoluten Größen wieder einen Rückgang mit 0,9 Mio. Tonnen.

Demgegenüber ist im Sektor Verkehr im Jahr 2017 ein Anstieg der CO₂-Emissionen um 0,7 Mio. Tonnen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen. In der Langfristbetrachtung überstiegen die CO₂-Emissionen im Jahr 2017 den Wert von 1990 um 0,3 Mio. Tonnen bzw. um 2 %.

⁴⁵ Analog zur Berichterstattung des UBA ist bei den energiebedingten CO₂-Emissionen der internationale Luftverkehr nicht enthalten. Im Verkehrssektor ist dementsprechend nur der nationale (inländische) Luftverkehr berücksichtigt.

Abbildung 54: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen nach Sektoren 1990-2017
(Index 1990 = 100)

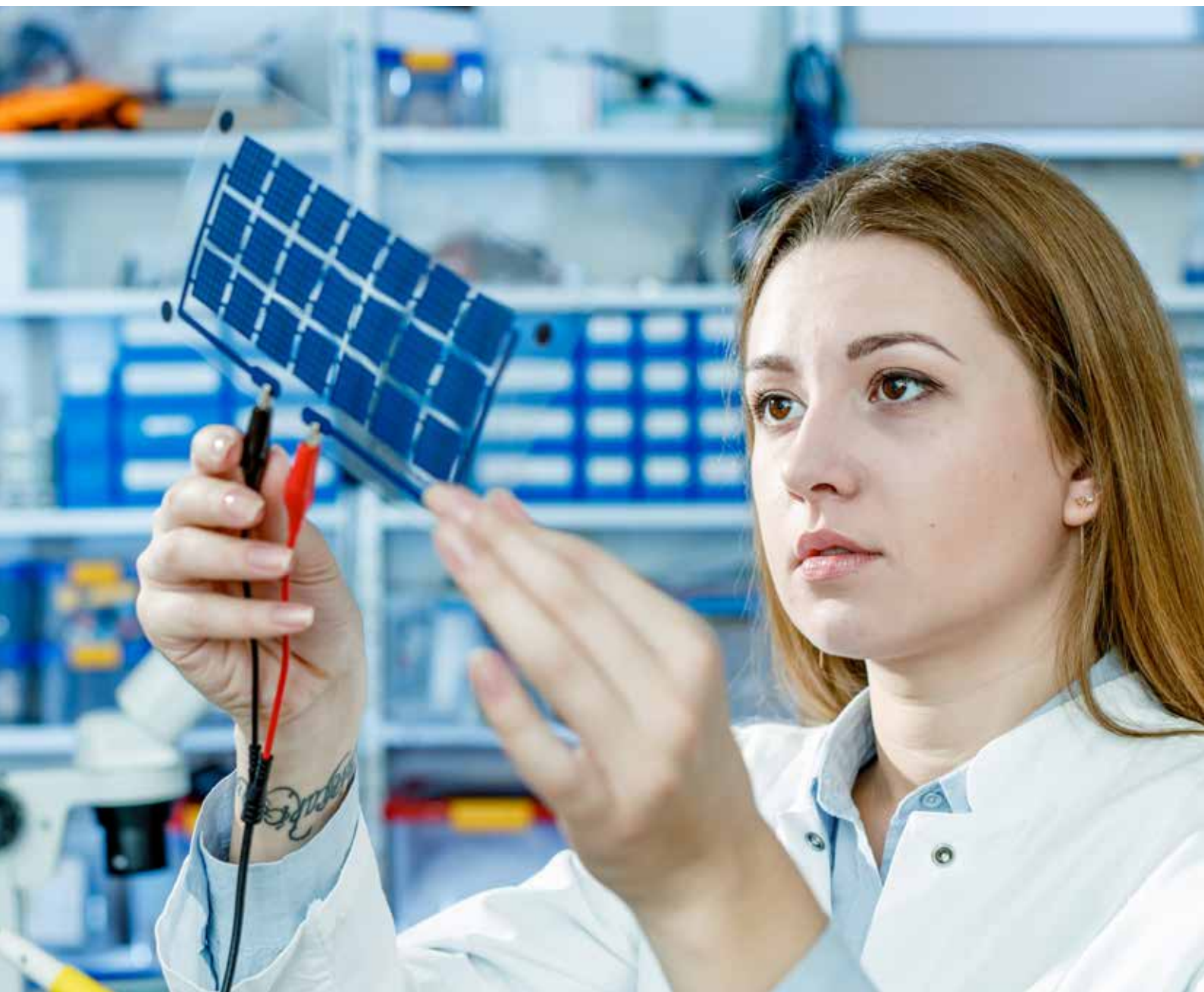


Anmerkung: ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: HSL 2019a; (v) = vorläufig.

10

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Die Herausforderung, in wenigen Jahrzehnten den Einsatz fossiler und nuklearer Energieträger möglichst vollständig durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen, wirkt sich auf nahezu alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens aus. Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Änderungen im Energieträgermix haben sich z. B. die Strompreise für Haushalte und Unternehmen spürbar erhöht, gleichzeitig verringert sich – wenn auch bisher nur in geringem Maße – die Abhängigkeit von Mineralöl- und Erdgasimporten. Mit steigenden Energie- und Strompreisen verschlechtert sich die internationale Wettbewerbssituation von Unternehmen, Steigerungen der Energieeffizienz können hingegen zu Prozessinnovationen sowie zu neuen wettbewerbsfähigeren Produkten führen. Im Folgenden werden die Veränderungen der Energiepreise und -kosten für private Haushalte und Industrieunternehmen, die Auszahlungen von EEG-Vergütungen, die sektoralen Entwicklungen der von der EEG-Umlage befreiten Unternehmen, die Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen, Veränderungen bei der Beschäftigung im Energiesektor sowie die Entwicklungen in der Energieforschung aufgezeigt.

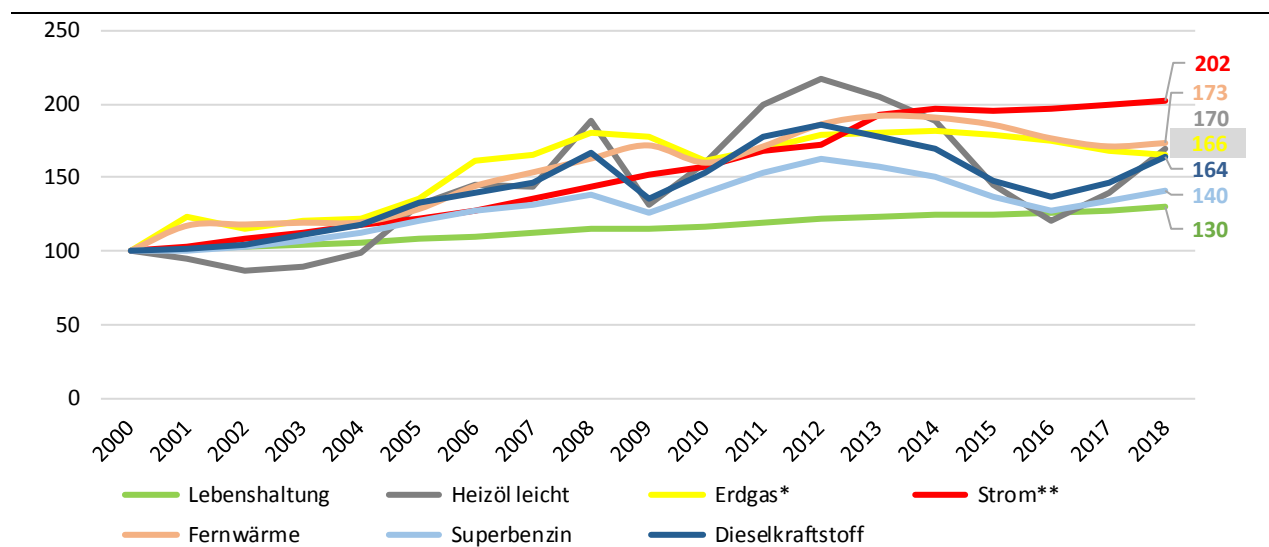
10.1 Energiekosten und Energiepreise

Energie wird von Unternehmen im Produktionsprozess zur Herstellung von Gütern und Dienstleistungen genutzt. Private Haushalte verbrauchen Energie vor allem zum Heizen und für Verkehrsdienstleistungen. Größere Energiepreisänderungen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Unternehmensgewinne und auf die Zusammensetzung der Konsumnachfrage der privaten Haushalte. Dabei erhöhen sich bei steigenden Energiekosten die Anreize, Energie einzusparen und dadurch die Energieeffizienz zu steigern. Bei sinkenden Energiekosten ist das Gegenteil zu erwarten.

Energiekosten und -preise privater Haushalte

Im Jahr 2018 sind die allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte in Deutschland um 1,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr gestiegen (siehe Abbildung 55).

Abbildung 55: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2018 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)



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

Quelle: BMWi 2019g; Statistisches Bundesamt 2019.

Vor allem Mineralölprodukte haben sich deutlich verteuert, am stärksten der Preis von leichtem Heizöl um 21,7 Prozent, gefolgt von Dieseldkraftstoff (+11,5 %) und

Superbenzin (+4,3 %). Die Preiserhöhungen von Strom und Fernwärme blieben mit 1,2 Prozent und 1,4 Prozent bereits das zweite Jahr in Folge unter dem Anstieg der

allgemeinen Lebenshaltungskosten zurück. Erdgas hat sich abermals gegenüber dem Vorjahr verbilligt (-1,7 %).

In langfristiger Betrachtung seit dem Jahr 2000 sind die allgemeinen Lebenshaltungskosten bis 2018 um insgesamt 30 Prozent gestiegen und damit deutlich weniger stark als die Energiepreise der Energieträger. Dabei sind zwischen den Energieträgern unterschiedliche Entwicklungsmuster zu beobachten. Trotz unterschiedlicher Amplitudenhöhen weisen die Preisverläufe der Mineralölprodukte Heizöl, Superbenzin und Dieselkraftstoffe im Zeitverlauf ähnliche Entwicklungsmuster auf. Dem signifikanten Preiseinbruch im Jahr der Wirtschaftskrise 2009 folgte 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 und hat sich im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr beschleunigt.

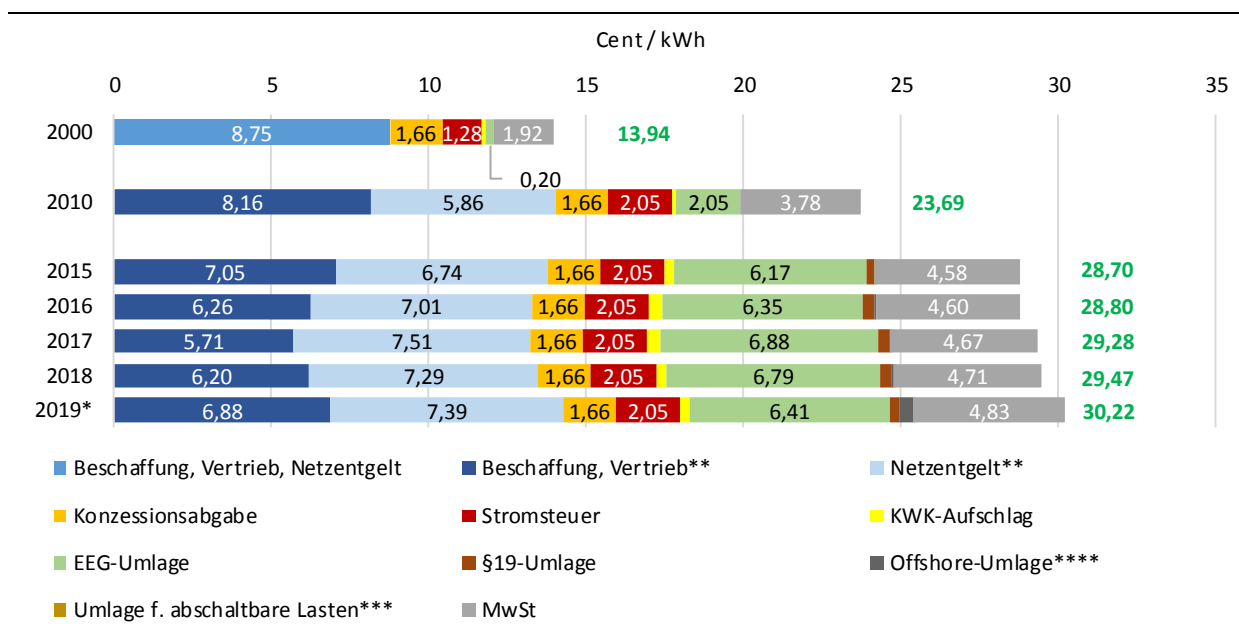
Sehr ähnlich haben sich über den betrachteten Zeitraum auch die Preise von Fernwärme und Erdgas entwickelt. Der bisherige Höchststand wurde im Jahr 2013 erreicht, seitdem ist die Preisentwicklung wieder rückläufig.

Am stärksten hat sich der Strompreis erhöht, der sich gegenüber dem Jahr 2000 mehr als verdoppelt hat. Dabei ist

vor allem bis zum Jahr 2014 eine hohe Preisdynamik erkennbar, die sich danach deutlich abgeschwächt hat. Wie aus Abbildung 56 ersichtlich wird, dürfte sich dies auch im Jahr 2019 mit einem Strompreisanstieg von 2,5 Prozent weiter fortsetzen. Als Preistreiber erweist sich wie bereits im Vorjahr vor allem der Preis für Beschaffung und Vertrieb von Strom, der sich voraussichtlich von 6,20 Cent auf 6,88 Cent je kWh verteuern wird. Ebenfalls preistreibend dürften sich eine höhere Offshore-Umlage von 0,42 Cent je kWh (+0,38 Cent je kWh), höhere Netzentgelte mit 7,39 Cent je kWh (+0,1 Cent je kWh) sowie daraus resultierende höhere Mehrwertsteuerzahlungen von 4,83 Cent je kWh (+0,12 Cent je kWh) auswirken. Unverändert bleiben 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.

Preissenkend wirken 2019 hingegen die EEG-Umlage, die von 6,79 auf 6,41 Cent je kWh gesunken ist (BMWi 2019h), sowie die Rückgänge des KWK-Aufschlags von 0,35 auf 0,28 und der sogenannten § 19-Umlage von 0,37 auf 0,31 Cent je kWh, die sich aus § 19 der Stromnetzentgeltverordnung ergibt.

Abbildung 56: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2019* (in Cent je kWh)



* Stand: Mai 2019.

** Seit dem Jahr 2006 werden Netzentgelte gesondert ausgewiesen.

*** Ab 2014, 2016 ausgesetzt.

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

Quelle: BDEW 2019a.

Insgesamt dürfte der Strompreis für private Haushalte damit im Jahr 2019 voraussichtlich bei 30,22 Cent je kWh und damit um 2,6 Prozent über dem Vorjahresniveau (siehe Abbildung 56) liegen. Damit zahlt ein Durchschnittshaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh im Jahr 2019 insgesamt rund 1.058 Euro für Strom. Das sind etwa 26,50 Euro mehr als im Vorjahr.

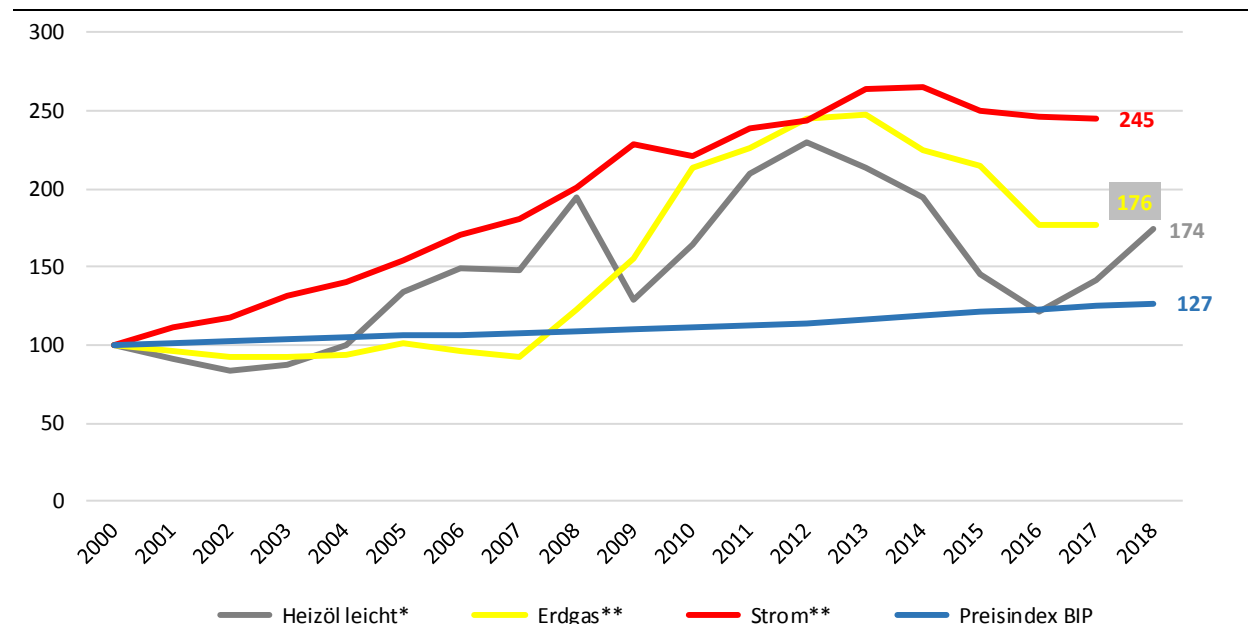
Energiekosten und -preise der Industrie

Im Preisindex des Bruttoinlandsprodukts (BIP) werden Preisveränderungen aller in Deutschland produzierten Güter und Dienstleistungen berücksichtigt. Er umfasst neben den Konsumgüterpreisen der privaten Haushalte auch die Preise der Konsumgüter des Staates, der Bau- und Ausstattungsinvestitionen der Unternehmen und des Staates sowie der Güter- und Dienstleistungsexporte. Damit ist der sogenannte BIP-Deflator der umfangreichste Preisindikator einer Volkswirtschaft. Er wird zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Inflationsrate herangezogen und dient zudem als Referenzwert für die Darstellung der Preisentwicklungen von Unternehmen.

Im Jahr 2018 lag das Preisniveau des BIP um 1,9 Prozent über dem Vorjahresniveau.⁴⁶ Damit ist der BIP-Deflator geringfügig stärker gestiegen als das Preisniveau der Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte (+1,8 %), wofür der Preisanstieg für Energie eine Ursache sein könnte. Für das Jahr 2018 liegen für Industrieunternehmen bisher allerdings nur Angaben zur Preisentwicklung von leichtem Heizöl vor, das sich im Vorjahresvergleich um 22,7 Prozent verteuert hat.⁴⁷ Der Preisanstieg von leichtem Heizöl fiel mit 21,7 Prozent bei den privaten Haushalten etwas niedriger aus.

In der Industrie hat sich der im Jahr 2016 begonnene Preisanstieg für leichtes Heizöl auch im Jahr 2017 weiter fortgesetzt und 2018 nochmals an Dynamik gewonnen (siehe Abbildung 57). Für die Energieträger Erdgas und Strom liegen Angaben zur Preisentwicklung aktuell nur bis zum Jahr 2017 vor. Demnach haben sich sowohl der Erdgas- als auch der Strompreis auf dem Vorjahresniveau stabilisiert. Mit Blick in die Vergangenheit ist für das Jahr 2018 zu erwarten, dass die Preisentwicklung für Erdgas dem Verlauf von leichtem Heizöl folgen wird und sich wieder verteuern dürfte.

Abbildung 57: Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2018 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)



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

** Durchschnittserlöse.

Quelle: BMWi 2019g.

46 Der Preisindex des BIP wird als Quotient aus nominalem und realem BIP errechnet.

47 Zum Redaktionsschluss des Berichts am 31.07.2019 lagen für das Jahr 2018 die Grenzpreise (Durchschnittserlöse) für Strom und Erdgas noch nicht vor (Quelle: BMWi 2019g).

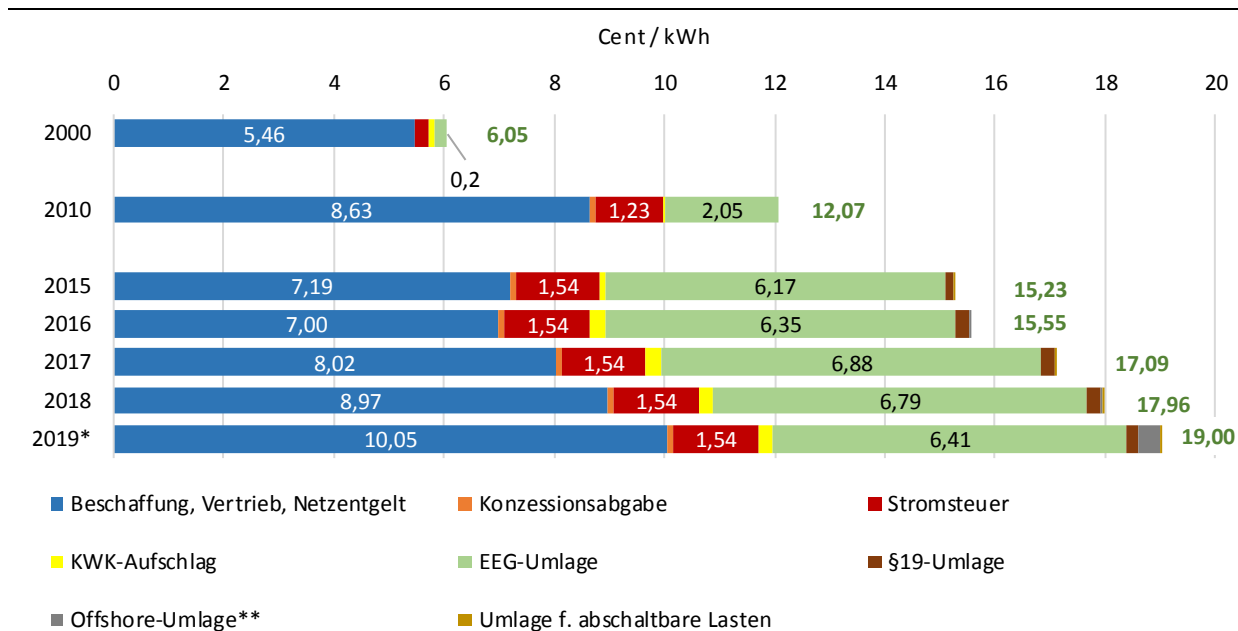
Für Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh liegen Angaben des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) zur Entwicklung der Strompreise bereits für das Jahr 2018 sowie eine Einschätzung für das laufende Jahr 2019 vor (siehe Abbildung 58).

Im Jahr 2018 lag der Strompreis für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh bei 17,96 Cent je kWh. Für das Jahr 2019 werden 19,00 Cent je kWh erwartet. Die Preiserhöhungen insgesamt beziffern sich demnach im Jahr 2018 auf 0,87 Cent je kWh bzw. 5,1 Prozent und auf 1,04 Cent je kWh bzw. 5,8 Prozent im laufenden Jahr. In beiden Jahren sind steigende Preise für Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelte die Hauptursachen für den Preisanstieg. Die Preiserhöhungen für diese Posten in Höhe von 0,95 Cent je kWh im Jahr 2018 und von 1,08 Cent je kWh im laufenden Jahr übersteigen jeweils den Gesamtpreisanstieg. Zum Preisanstieg im laufenden Jahr haben zudem die deutliche Erhöhung der Offshore-Umlage von 0,04 Cent je kWh im Jahr 2018 auf 0,42 Cent je kWh im laufenden Jahr sowie

die leichte Erhöhung des KWK-Aufschlags von 0,26 Cent je kWh im Jahr 2018 auf 0,28 Cent je kWh im laufenden Jahr beigetragen. Unverändert blieben die Stromsteuer (1,54 Cent je kWh), die Konzessionsabgabe (0,11 Cent je kWh) und die Umlage für abschaltbare Lasten (0,01 Cent je kWh). Einen preissenkenden Effekt hatte vor allem der Rückgang bei der EEG-Umlage, die im Jahr 2018 um 0,09 Cent je kWh gesunken ist und sich im laufenden Jahr um nochmals 0,39 Cent je kWh verringert. Ebenfalls leicht rückläufig ist im laufenden Jahr die sogenannte § 19-Umlage (von 0,24 auf 0,20 Cent je kWh), die sich aus der Stromnetzentgeltverordnung ergibt.

Aus Abbildung 58 wird zudem ersichtlich, dass die hier betrachteten Unternehmen im Jahr 2017 im Schnitt 17,09 Cent je kWh Strom zu zahlen hatten und damit 9,9 Prozent mehr als im Jahr 2016. Damit unterscheidet sich die Strompreisentwicklung der weniger stromintensiv produzierenden Unternehmen vom Industriedurchschnitt, der auch die stromintensiven Unternehmen mit berücksichtigt (siehe Abbildung 57).

Abbildung 58: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2019
(in Cent je kWh)



* Stand: Mai 2019

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

Quelle: BDEW 2019a.

Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Besonders stromintensiv produzierende Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie Betreiber von Schienenbahnen können beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) einen Antrag auf Begrenzung der EEG-Umlage stellen. Damit soll Wettbewerbsnachteilen gegenüber internationalen Konkurrenten aus Ländern mit zum Teil deutlich niedrigeren Strompreisen bzw. gegenüber anderen Verkehrsträgern entgegengewirkt werden.

Welchen Preis daher ein einzelnes Industrie- bzw. Schienenbahnunternehmen tatsächlich für Strom zu zahlen hat, ist stark von gesetzlichen Regelungen abhängig. Unternehmen, die von der sogenannten „Besonderen Ausgleichsregelung“ begünstigt sind, 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.

In Hessen wurde im Jahr 2018 für insgesamt 133 Abnahmestellen eine Befreiung von der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,6 TWh beantragt. Gegenüber dem Jahr 2017 hat sich damit die Anzahl der Abnahmestellen um 5 erhöht und die privilegierte Strommenge ist um 0,4 TWh bzw. 4,3 Prozent gestiegen (siehe Tabelle 22). Dieser Anstieg der privilegierten Strommenge für Hessen liegt damit leicht unter dem Bundesdurchschnitt (4,5 %).

Bei Betrachtung der Zeitreihe seit dem Jahr 2010 ist im Jahr 2014 in Hessen eine starke Zunahme der privilegierten Strommenge festzustellen. Dies ist vor allem auf Unternehmenssitzverlagerungen von Schienenbahnbetreibern zurückzuführen. Der Anteil Hessens am gesamten privilegierten Strom in Deutschland betrug im Jahr 2018 wie bereits im Vorjahr 8,7 Prozent.

Tabelle 22: Besondere – Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2018

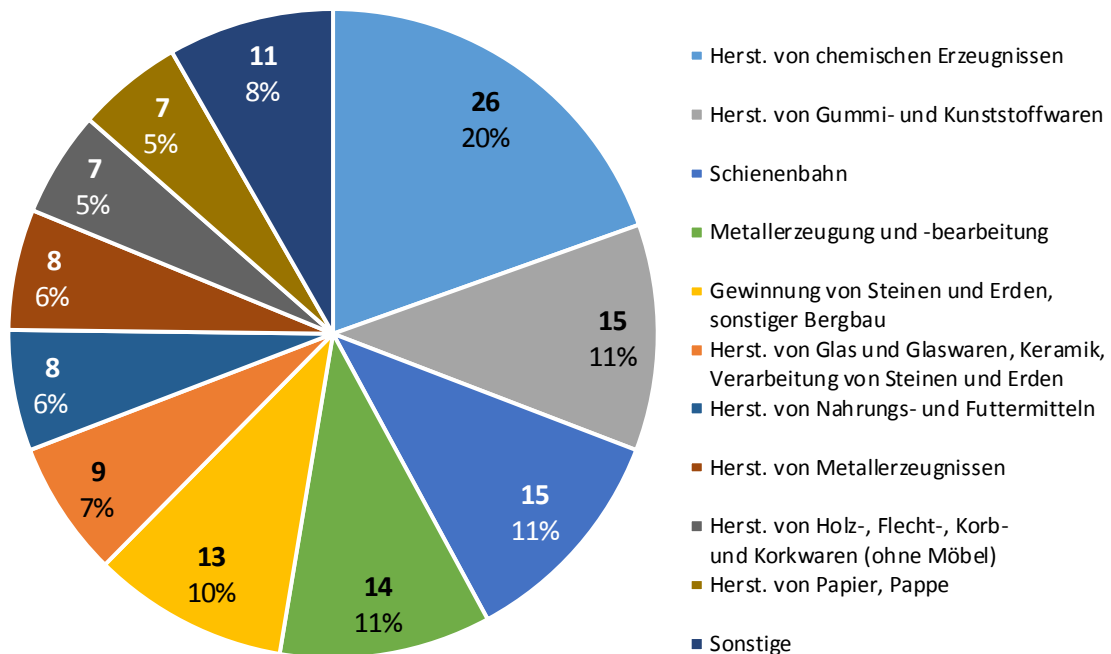
Land	2010	2012	2014	2016	2017	2018	Veränderung	Anteil an Deutschland	
	in (TWh)						2017-2018	2010	2018
Baden-Württemberg	6,2	5,8	6,8	6,6	6,5	7,0	7,7%	7,1%	6,3%
Bayern	9,8	10,5	13,7	14,2	14,1	14,8	5,0%	11,3%	13,4%
Berlin	0,9	0,6	1,2	1,3	1,2	1,3	8,3%	1,0%	1,2%
Brandenburg	4,6	5	5,6	5,0	4,9	4,3	-12,2%	5,3%	3,9%
Bremen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,0%	0,2%	0,4%
Hamburg	3,7	3,6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0%	4,3%	4,1%
Hessen	4,1	4,9	8,4	9,3	9,2	9,6	4,3%	4,8%	8,7%
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,6	0,9	1,0	1,0	1,1	10,0%	0,6%	1,0%
Niedersachsen	9,6	9,7	11,8	10,9	11,3	11,4	0,9%	11,1%	10,3%
Nordrhein-Westfalen	32,2	29	32,6	32,2	31,5	33,0	4,8%	37,2%	29,9%
Rheinland-Pfalz	3,2	3	5,9	5,5	5,4	5,5	1,9%	3,7%	5,0%
Saarland	1,0	1,4	1,5	1,6	1,1	1,9	72,7%	1,2%	1,7%
Sachsen	3,2	3,5	5,1	5,0	5,1	5,4	5,9%	3,7%	4,9%
Sachsen-Anhalt	4,4	4,7	6	5,9	5,7	6,3	10,5%	5,1%	5,7%
Schleswig-Holstein	1,4	1,5	1,8	1,9	1,5	1,7	13,3%	1,7%	1,5%
Thüringen	1,6	1,6	2,5	2,3	2,3	2,2	-4,3%	1,9%	2,0%
Ausland	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Insgesamt	86,6	85,4	108,2	107,5	105,7	110,5	4,5%	100%	100%

Quelle: BAFA 2019d, Berechnungen der Hessen Agentur.

Differenziert nach einzelnen Industriebranchen entfallen auf die Chemische Industrie 26 der insgesamt 133 von der EEG-Umlage begünstigten Abnahmestellen in Hessen. Das entspricht einem Anteil von 20 Prozent (siehe Abbildung 59). Es folgen die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren sowie Schienenbahnen mit jeweils 15 Abnahmestellen, Metallherzeugung und -bearbeitung mit 14, Gewinnung von Steinen und Erden mit 13, Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden mit 9 und Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Herstellung von Metall-erzeugnissen mit jeweils 8 Abnahmestellen.

Im Vergleich zum Jahr 2017 sind geringe Veränderungen in der Branchenzusammensetzung der begünstigten Unternehmen zu erkennen: In der Chemischen Industrie blieb die Zahl der Abnahmestellen unverändert. Jeweils 2 Abnahmestellen sind in der Branche Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und der Branche Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden hinzugekommen. Demgegenüber hat sich die Zahl der Abnahmestellen um jeweils 2 in den beiden Branchen Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Herstellung von Metall-erzeugnissen verringert.

Abbildung 59: Verteilung der von EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2018
(absolut und in %)



Quelle: BAFA 2019d.

Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Marktprämien und Flexibilitätsprämien

An die Betreiber von im Rahmen des EEG geförderten Anlagen wurde im Jahr 2017 in Hessen ein Betrag von insgesamt 918 Mio. Euro für erneuerbar erzeugten Strom ausbezahlt (siehe Abbildung 60). Davon entfallen 518,2 Mio. Euro bzw. 56,4 Prozent auf EEG-Vergütungen und 397,1 Mio. Euro bzw. 43,2 Prozent auf Marktprämien. Für Flexibilitätsprämien, die gezahlt werden, um das regelbare erneuerbare Stromangebot zu erhöhen, wurden weitere 3,1 Mio. Euro (0,3 %) ausbezahlt.

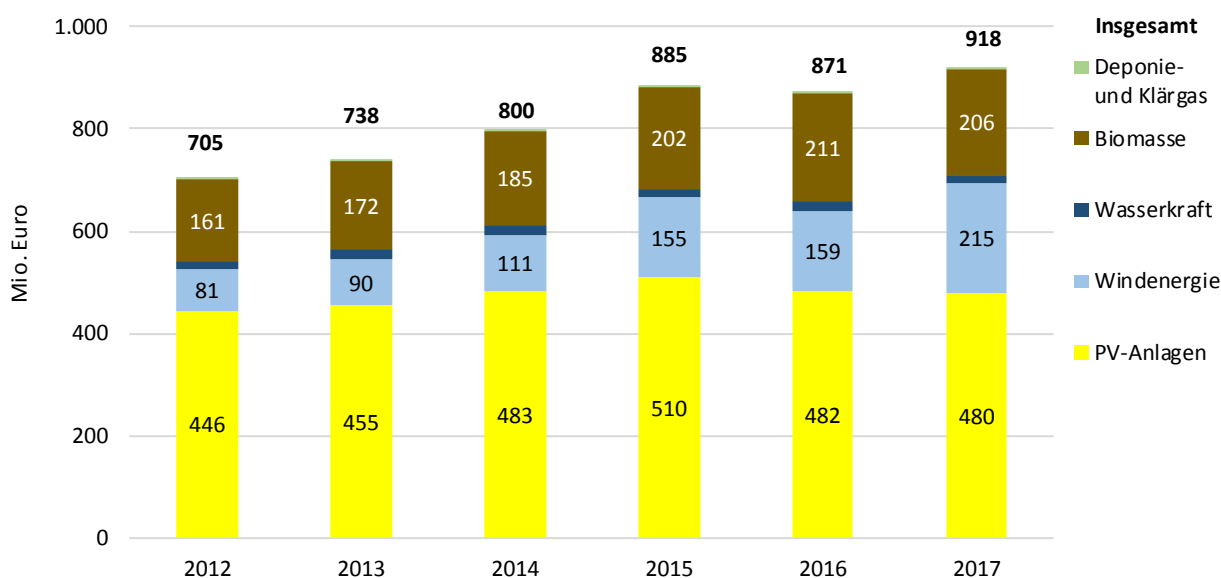
Im Vergleich zum Jahr 2016 sind die gesamten Auszahlungen um 47,1 Mio. Euro bzw. 5,4 Prozent gestiegen. Dabei haben Marktprämien deutlich um 67,3 Mio. Euro gegenüber dem Vorjahr zugenommen, wohingegen die EEG-Vergütungen um 20,8 Mio. Euro abgenommen haben. Der Grund für den starken Bedeutungszuwachs der Marktprämie liegt darin, dass die Betreiber neuer Anlagen bereits seit 2014 zunehmend ihren Strom selbst am Markt verkaufen. Mit Jahresbeginn 2016 müssen alle neuen Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien ab einer installierten Leistung von 100 kW ihren Strom direkt vermarkten (§ 37 EEG 2014 und § 21 EEG

2017) und seit dem 01.01.2017 wird der anlagenspezifisch anzulegende Wert im Rahmen eines Auktionsverfahrens bestimmt.

Die Entwicklung der Auszahlungen von EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien wird in Abbildung 61 differenziert nach erneuerbaren Energieträgern für den Zeitraum 2012 bis 2017 dargestellt. Mit Ausnahme von Windenergieanlagen fiel das im Jahr 2017 an alle anderen erneuerbaren Energieträger gezahlte Auszahlungsvolumen geringer aus als im Jahr zuvor. Am stärksten war der Rückgang bei Biomasse mit 5,9 Mio. Euro, gefolgt von PV-Anlagen (-2,5 Mio. Euro), Wasserkraft (-0,5 Mio. Euro) sowie Deponie- und Klärgas (-0,3 Mio. Euro).

Durch das deutlich um 56,2 Mio. Euro angestiegene Auszahlungsvolumen an Windenergieanlagen konnte dieser Rückgang um 47,1 Mio. Euro überkompensiert werden. Dabei hat sich die Auszahlungsstruktur der Energieträger signifikant verändert. PV-Anlagen bleiben mit einem Volumen von 480 Mio. Euro bzw. einem Anteil von 52,2 Prozent unangefochten auf dem ersten Rang. Dahinter liegt jetzt die Windenergie mit 215 Mio. Euro bzw. 23,4 Prozent, dicht gefolgt von Biomasse mit 206 Mio. Euro bzw. 22,4 Prozent. Im Vergleich dazu entfallen auf Wasserkraft (1,8 %) sowie auf Deponie- und Klärgas (0,2 %) nur relativ geringe Anteilswerte an den Auszahlungen.

Abbildung 60: Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2012-2017
(in Mio. Euro)



Quelle: BNetzA 2019a, Berechnungen der Hessen Agentur.

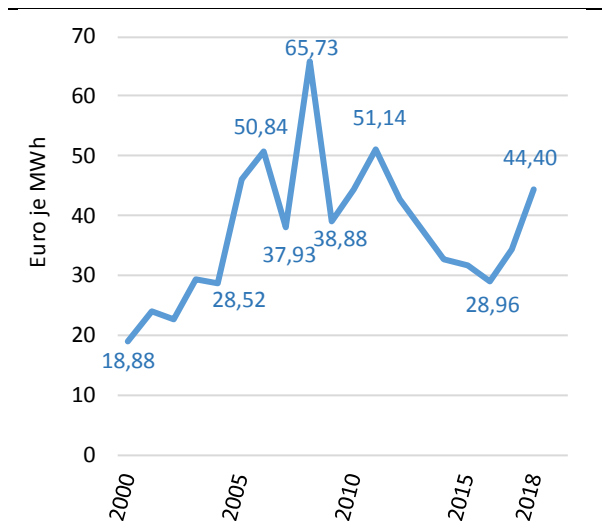
Entwicklung des Großhandelsstrompreises

In Deutschland werden etwa 80 Prozent des Handels mit Strom direkt zwischen den großen Stromerzeugern und -abnehmern im bilateralen außerbörslichen Großhandel – dem sogenannten OTC-Handel („over-the-counter“) – getätigt. Obwohl 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 – nur rund 20 Prozent des gesamten Handelsvolumens entfallen, gelten die dort ermittelten Börsenstrompreise als Indikator für die allgemeinen Großhandelspreise.

Die Preisentwicklung von Großhandelsstrom kann im Zeitverlauf ab dem Jahr 2000 am Beispiel von Grundlaststrom, der überwiegend von KWK-Anlagen erzeugt wird, dargestellt werden (siehe Abbildung 61). Dieser sogenannte KWK-Index ist für die Jahre von 2000 bis 2018 als Jahresdurchschnittswert abgebildet. Im Zeitverlauf zeichnet sich beginnend im Jahr 2000 – mit einem Preis pro MWh Strom in Höhe von 18,88 Euro – zunächst eine starke Aufwärtsentwicklung bis zum Jahr 2008 (65,73 Euro je MWh) ab, danach sinkt der Strompreis wieder deutlich bis zum Jahr 2016 (28,96 Euro je MWh). Seither ist die Preisentwicklung wieder kontinuierlich steigend. Im Jahr 2018 mussten an der EEX für eine MWh Strom im Schnitt 44,40 Euro gezahlt werden.

Das waren rd. 10,20 Euro bzw. fast 30 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Ursächlich hierfür sind – wie in den folgenden beiden Abschnitten noch gezeigt wird – wieder ansteigende Rohstoff- und CO₂-Preise.

Abbildung 61: KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2018 (in Euro/MWh)



Quelle: European Energy Exchange 2019.

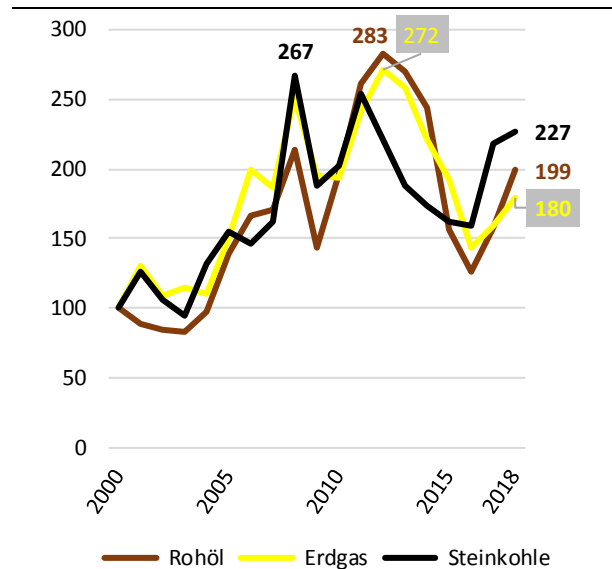
Internationale Rohstoffpreise

Die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien hängt maßgeblich von den Preisen fossiler Energieträger wie z. B. Rohöl, Erdgas und Kohle ab, die auf den internationalen Rohstoffmärkten zu zahlen sind. In Abbildung 62 ist die Preisentwicklung dieser drei fossilen Energieträger seit dem Jahr 2000 dargestellt. Dabei zeichnet sich abgesehen von der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise im Jahr 2009 zunächst eine nahezu kontinuierliche Aufwärtsentwicklung bis 2011/2012 ab. Danach sind die Preise bis zum Jahr 2016 deutlich gesunken, seitdem steigen sie aber wieder an.

So lag der Preis für Rohöl im Jahr 2018 um 57,8 Prozent, der von Steinkohle um 42,4 Prozent und der von Erdgas um 24,7 Prozent höher als im Jahr 2016. Dadurch hat sich die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien in den letzten beiden Jahren deutlich verbessert.

Mit einem Indexwert von 227 lag der Preis für Steinkohle im Jahresdurchschnitt 2018 um 127 Prozent über dem Preisniveau des Basisjahres 2000, Rohöl war um 99 Prozent und Erdgas um 80 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.

Abbildung 62: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2018 (nominal; Index 2000 = 100)



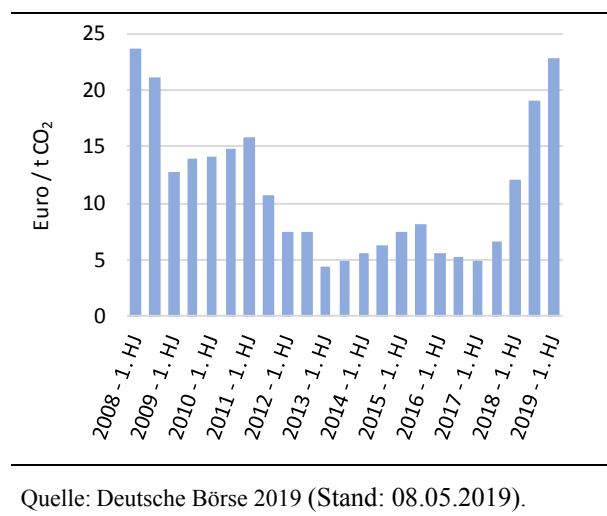
Quelle: BAFA 2019e.

Entwicklung der Preise für CO₂-Emissionen

Ähnlich wie die Preise für fossile Rohstoffe selbst beeinflussen auch Preisaufschläge für deren Nutzung die Konkurrenzfähigkeit erneuerbarer Energien. So werden seit dem Jahr 2005 europaweit Zertifikate gehandelt, die von den Betreibern von fossilen Kraftwerken und energieintensiven Produktionsanlagen für den Ausstoß von Treibhausgasen erworben werden müssen. Die Zertifikate wirken dabei wie ein Preisaufschlag auf fossile Energieträger. Es gilt: Je höher der Preisaufschlag, desto mehr lohnen sich der Einsatz erneuerbarer Energien und die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen.

In Abbildung 63 ist die Entwicklung der Zertifikatspreise für CO₂-Emissionen, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehen, in Halbjahresschritten beginnend im Jahr 2008 dargestellt. Im ersten Halbjahr 2019 mussten für den Ausstoß einer Tonne CO₂ im Schnitt 22,85 Euro gezahlt werden. Damit hat sich der Preis seit dem ersten Halbjahr 2017, als weniger als 5 Euro gezahlt werden mussten, mehr als vervierfacht und gegenüber dem ersten Halbjahr 2018 (12,05 Euro) fast verdoppelt. Insgesamt liegt das Preisniveau für CO₂-Emissionen nur noch knapp unter dem bisherigen Höchstwert im ersten Quartal 2000 (23,58 Euro). Damit gehen gegenwärtig auch von den CO₂-Zertifikaten positive Impulse für die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien aus.

Abbildung 63: Halbjahresentwicklung der Preise für CO₂-Emissionen vom 1. Halbjahr 2008 bis zum 1. Halbjahr 2019 (in Euro je t CO₂)



10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Investitionen in neue Technologien können einen wichtigen Beitrag leisten, um die Innovations- und die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft zu verbessern. Die Bereitschaft sowohl der Unternehmen als auch der öffentlichen Haushalte, in neue und effizientere 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 Wasserstoff-Forschung (ZSW) ermittelt seit dem 2. Monitoringbericht für das hessische Energiemonitoring (HMWEVL 2016) die jährlichen Investitionssummen für die Errichtung von Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Hessen. Die für Hessen ermittelten Werte sind konsistent mit den von der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) für Deutschland veröffentlichten Daten.

Im Jahr 2018 wurden in Hessen Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Höhe von insgesamt 627,5 Mio. Euro getätigt (siehe Tabelle 23). Dies waren knapp 83 Mio. Euro bzw. 11,7 Prozent weniger als im Vorjahr. Insbesondere in Anlagen zur Stromerzeugung wurden dabei rd. 73 Mio. Euro bzw. 13,0 Prozent weniger investiert als im Vorjahr.

Die Investitionssumme in Anlagen zur Wärmeerzeugung lag 2018 mit 139,9 Mio. Euro um fast 10 Mio. Euro bzw. 6,6 Prozent unter dem Vorjahresniveau.

Tabelle 23: 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
2018	487,5	139,9	627,5

Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018, ZSW 2019a.

Mit Blick auf die Anlagen zur Stromerzeugung prägen auch im Jahr 2018 die Investitionen in Windenergieanlagen in Höhe von 364 Mio. Euro das Bild (siehe Abbildung 64). Dies entspricht mehr als der Hälfte (58 %) aller Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien und etwa drei Viertel des auf die Stromerzeugung entfallenden Volumens. Gegenüber dem Vorjahr sind die Investitionen in Windenergieanlagen jedoch um rd. 104 Mio. Euro bzw. 22,3 Prozent zurückgegangen.

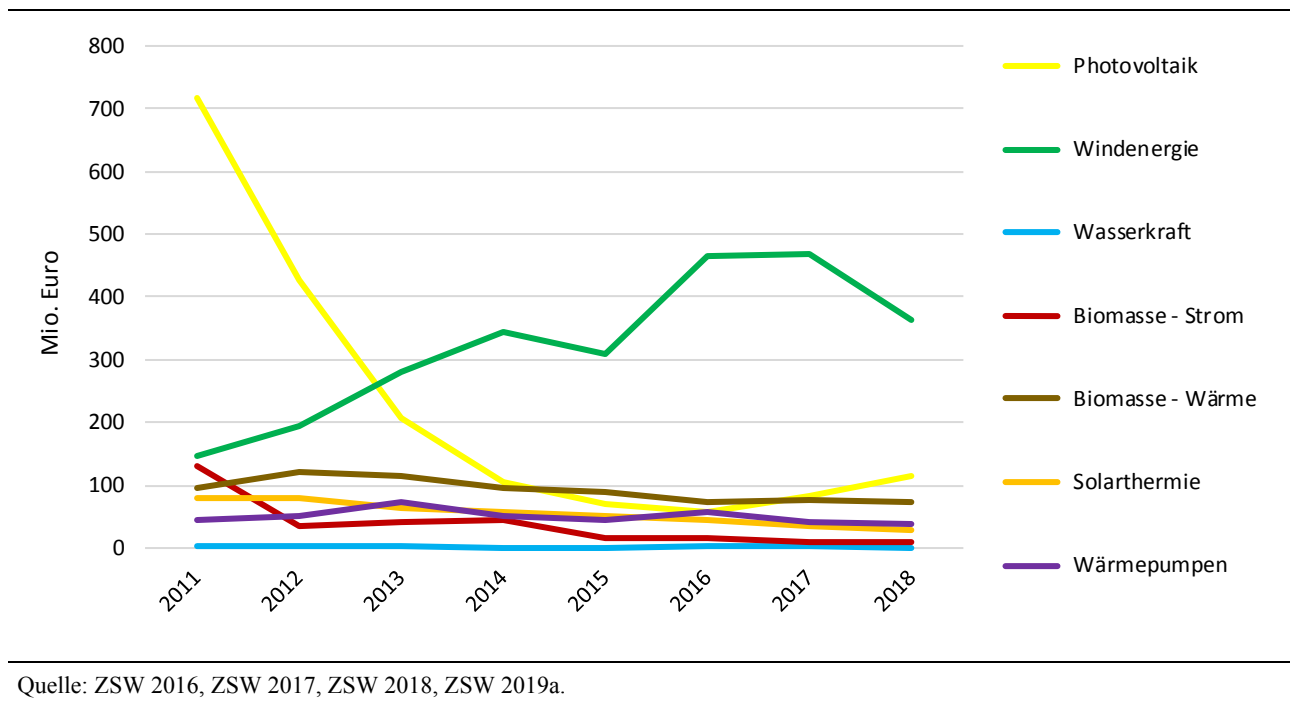
Demgegenüber haben sich die Investitionen in Photovoltaikanlagen auch im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr wieder erhöht, und zwar um gut 32 Mio. Euro bzw. 39,2 Prozent. Damit hat sich die seit 2016 zu beobachtende Zunahme weiter fortgesetzt. Der von 2011 bis 2015 andauernde starke Investitionseinbruch bei Photovoltaikanlagen – für den die im Jahr 2010 in Kraft getretene Änderung der EEG-Förderung ursächlich war – dürfte damit beendet sein. Der Anteil der Photovoltaikanlagen lag im Jahr 2018 bei 18,2 Prozent aller Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien und bei knapp einem Viertel (23,4 %) des auf die Stromerzeugung entfallenden Volumens.

Investitionen zur Stromerzeugung aus Biomasse haben sich leicht um 0,4 Mio. Euro bzw. 5,1 Prozent auf 8,7 Mio. Euro im Jahr 2018 erhöht, Investitionen in Wasserkraftanlagen sind hingegen um 1,1 Mio. Euro auf insgesamt 0,7 Mio. Euro zurückgegangen.

Zur rückläufigen Entwicklung der Investitionen in Wärmeerzeugung im Jahr 2018 von insgesamt knapp 10 Mio. Euro gegenüber dem Vorjahr haben Solarthermieanlagen mit einem Rückgang von 6,3 Mio. Euro auf rund 28 Mio. Euro

Wärmepumpen mit einem Rückgang von 2,5 Mio. Euro auf rd. 38 Mio. Euro und Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung mit einem Rückgang von 1,0 Mio. Euro auf 74 Mio. Euro beigetragen.

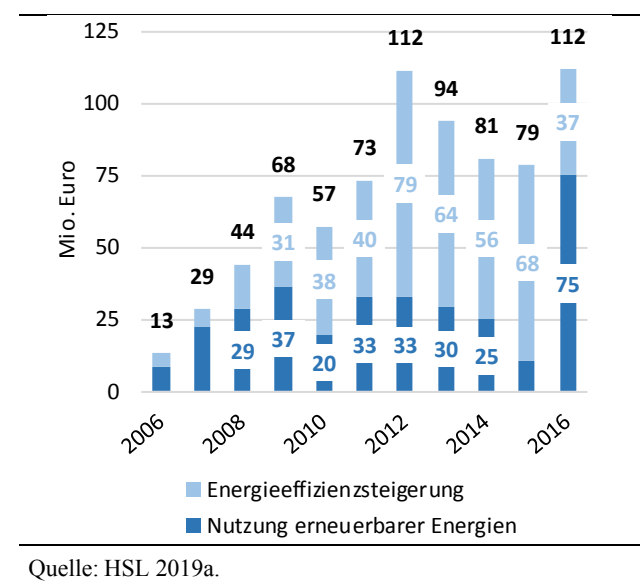
Abbildung 64: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2018 (in Mio. Euro)



Investitionen hessischer Unternehmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien

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 Treibhausgasemissionen, 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 2016 vor (siehe Abbildung 65). Im Jahr 2016 haben hessische Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung von erneuerbaren Energien in Höhe von zusammen 112 Mio. Euro getätigt. Dies entspricht dem bisherigen Höchstwert aus dem Jahr 2012. Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr belief sich auf 33 Mio. Euro bzw. 42 Prozent und ist ausschließlich auf die Zunahme der Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Anlagen (+64 Mio. Euro) zurückzuführen (Investitionen zur Effizienzsteigerung: -31 Mio. Euro).

Abbildung 65: Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2016 (in Mio. Euro)



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 können z. B. durch den Ausbau der erneuerbaren Energien entstehen, negative Beschäftigungseffekte aus der Stilllegung von konventionellen Kraftwerken resultieren.

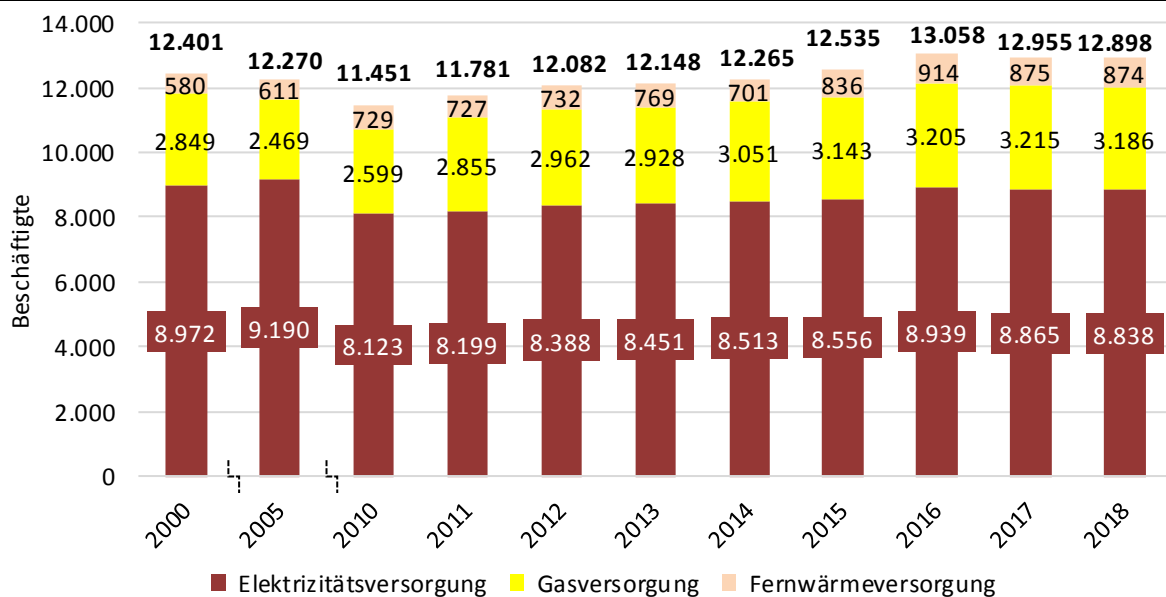
Beschäftigungsentwicklung in der Energiewirtschaft

Im Jahr 2018 waren in Hessen 12.898 Menschen in Energieversorgungsunternehmen, die überwiegend der konventionellen Energiewirtschaft⁴⁸ zugeordnet werden, tätig (siehe Abbildung 66). Dies waren 57 Personen bzw. 0,4 Prozent weniger als im Jahr zuvor.⁴⁹

Mit Blick auf die einzelnen Sparten der Energiewirtschaft sind jeweils geringfügige Rückgänge zu verzeichnen: So waren im Bereich der Elektrizitätsversorgung, die mit über zwei Dritteln (68,5 %) aller Beschäftigten mit Abstand größte Sparte der konventionellen Energiewirtschaft, hessenweit 27 Personen weniger (-0,3 %) als im Vorjahr beschäftigt. In der Gasversorgung mit etwa einem Viertel (24,7 %) aller Beschäftigten gingen 29 Arbeitsplätze (-0,9 %) verloren. Im Fernwärmesektor, der mit einem Anteilswert von 6,8 Prozent kleinsten Sparte, ist ein Arbeitsplatz (-0,1 %) weggefallen.

Auch in längerfristiger Betrachtung ist eine strukturelle Verschiebung in der Beschäftigung in den hessischen Energieversorgungsunternehmen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht erkennbar. Im Jahr 2000 gab es mit 12.401 Beschäftigten insgesamt rund 500 Arbeitsplätze weniger als im Jahr 2018. Den niedrigsten Beschäftigtenstand gab es bisher mit 11.451 Beschäftigten im Jahr 2010.

Abbildung 66: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2018



Quelle: HSL 2019a; Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

⁴⁸ 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, auch Beschäftigte, die den erneuerbaren Energien zuzurechnen sind, mit erfasst sein.

⁴⁹ 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.

Beschäftigungsentwicklung durch erneuerbare Energien

Im letzten Monitoringbericht (HMWEVL 2018) konnte für Hessen die Beschäftigungsentwicklung durch erneuerbare Energien detailliert nach einzelnen Energieträgern von 2012 bis 2016 aufgezeigt werden. Für das Jahr 2017 liegen keine entsprechenden Zahlen für Bundesländer vor. Für Deutschland insgesamt nennt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im zweiten Fortschrittsbericht für Deutschland die Bruttobeschäftigtenzahl von insgesamt 317.000 im Jahr 2017. Dies sind 31.000 bzw. 8,9 Prozent weniger als im Vorjahr 2016. Als maßgebliche Ursache für diesen Rückgang wird der Exportrückgang insbesondere bei der Windenergie gesehen (BMWi 2019f).

10.4 Forschung und Entwicklung

Für eine zukunftsorientierte Energiepolitik fördern sowohl die Bundesregierung und das Land Hessen als auch die EU gezielt Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Energiebereich. Im Folgenden werden zunächst die Forschungsprogramme der EU und des Bundes kurz vorgestellt. Im Anschluss wird die Entwicklung der Energieforschungsförderung des Landes Hessen differenziert nach Schwerpunkten aufgezeigt.

EU-Förderung der Energieforschung

Die Europäische Union (EU) fördert die Forschung und technologische Entwicklung seit 1984 in mehrjährigen Rahmenprogrammen. Ziel dabei ist, den europäischen Forschungsraum auszubauen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu stärken. Das die laufende EU-Förderperiode 2014 bis 2020 betreffende Forschungs- und Innovationsrahmenprogramm „Horizon 2020“ hat ein Fördervolumen von insgesamt rund 80 Mrd. Euro. Davon sind im Bereich „Sichere, saubere und effiziente Energie“ rund 5,9 Mrd. Euro für die nichtnuklearen Energietechnologien eingeplant.

Bislang wurden europaweit etwa 1.000 Forschungs- und Innovationsprojekte mit einem Fördervolumen von über 3,2 Mrd. Euro ausgestattet. Thematische Schwerpunkte sind die Nutzung erneuerbarer Energien, Energiesystemlösungen und Energieeffizienz. Im Juni 2019 erfolgten die Ausschreibungen für das letzte Förderjahr 2020.

Im Jahr 2017 wurden knapp 623 Mio. Euro Fördermittel für 125 Verbundprojekte bewilligt. Deutschland ist in 77 Projekten mit einem Fördermittelvolumen von insgesamt 96 Mio. Euro vertreten und steht damit an der Spitze aller

EU-Länder, gefolgt von Spanien, Frankreich und dem Vereinigten Königreich. Thematischer Schwerpunkt der Projekte mit deutscher Beteiligung waren Forschungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich erneuerbarer Energien (BMWi 2019d).

Bundesförderung der Energieforschung

Im September 2018 hat die Bundesregierung das 7. Energieforschungsprogramm „Innovationen für die Energiewende“ beschlossen. Neben den zentralen Forschungsfeldern Energieeffizienz und Erneuerbare Energien setzt das Programm mit den Themen Digitalisierung, Sektorkopplung und Energiewende im Wärme-, Industrie- und Verkehrssektor system- und sektorübergreifende Schwerpunkte. Ein neuer Fokus liegt auf dem Technologie- und Innovationstransfer durch Reallabore zur Marktvorbereitung innovativer Lösungen. Für den Zeitraum 2019 bis 2022 sind Fördermittel in Höhe von rund 5 Mrd. Euro vorgesehen (BMWi 2019d).

Noch im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms hat die Bundesregierung im Jahr 2018 Fördermittel in Höhe von 1,06 Mrd. Euro bereitgestellt. Damit erreichte die Förderung in etwa das Niveau des Vorjahres. Die Projektförderung umfasste ein Volumen von 615,8 Mio. Euro bzw. einen Anteil von 58 Prozent. Die bedeutendsten Themenbereiche waren die Energieerzeugung mit einem Fördervolumen von 212,4 Mio. Euro (20 % des Gesamtvolumens), die Energiewende in den Verbrauchssektoren mit 176,2 Mio. Euro (17 %) und der Bereich Systemintegration: Netze, Speicher, Sektorkopplung mit 110,9 Mio. Euro (11 %). Beispiele für Projekte mit hessischer Beteiligung sind „SolarAutomotive – Solare Prozesswärme für die Automobil- und Zulieferindustrie“ (Universität Kassel), „LAGE-EE – Lastverschiebungspotenziale von Gebäuden für Strom aus erneuerbaren Energien“ (Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Kassel) oder das Kopernikus-Projekt SynErgie – Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung“ (TU Darmstadt)⁵⁰ (BMWi 2019d).

Über die Projektförderung hinaus flossen 393,8 Mio. Euro (37 %) in die institutionelle Förderung (Helmholtz-Gemeinschaft) und rund 48,2 Mio. Euro (5 %) in begleitende Maßnahmen, u. a. Forschungsnetzwerke, Projektträger, Internationales, Forschungskommunikation (BMWi 2019d).

Die Bundesregierung fördert auch außerhalb des Energieforschungsprogramms Forschungs- und Entwick-

⁵⁰ Im zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung EnArgus (<https://www.enargus.de/>) stehen Kurzbeschreibungen sämtlicher geförderter Projekte zur Verfügung.

lungsaktivitäten im Energiebereich. So werden beispielsweise im Rahmen des Förderprogramms „SINTEG Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ Musterlösungen für die intelligente Energieversorgung der Zukunft entwickelt. Am Schaufensterprojekt „C/sells“, das kleinere, digital miteinander vernetzte und sich weitestgehend selbst versorgende Energiesysteme erforscht, ist Hessen beteiligt (vgl. Kapitel 7). Ein weiteres Beispiel ist die Förderinitiative „EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050“, deren Schwerpunkt auf Demonstrationsvorhaben zur Effizienzsteigerung und zur Integration erneuerbarer Energien in Gebäuden liegt. Ziel des „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)“ ist es, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu etablieren und wettbewerbsfähig zu machen (BMWi 2019d).

Unternehmen sind neben den Aufwendungen für Forschung und Entwicklung innerhalb der öffentlich geförderten Energieforschungsvorhaben auch in Verbundvorhaben mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen aktiv. Hinzu kommen die internen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung der Unternehmen, die vom Stifterverband Wissenschaftsstatistik erhoben werden. Neben der Branchenzugehörigkeit der Unternehmen wurden 2017 erstmals auch die Forschungsfelder der FuE-Aktivitäten abgefragt. Demnach liegen die Felder „Klima-, Umwelt- und Nachhaltigkeitstechnologien“ und „Energieforschung und Energietechnologien“ hinter dem Technologiefeld „Informations- und Kommunikationstechnologien“ an zweiter bzw. dritter Stelle der am häufigsten genannten Forschungsfelder der Unternehmen (Stifterverband 2017).⁵¹

Förderung der Energieforschung in Hessen

Die folgenden Angaben zur Förderung der Energieforschung in Hessen beruhen auf den jährlichen Erhebungen der Aufwendungen der Bundesländer für die nichtnukleare Energieforschung, die der Projektträger Jülich seit 2008 im Auftrag des BMWi durchführt. Zu beachten ist, dass die Angaben ausschließlich den von den Ländern aufgetragenen Eigenanteil umfassen. Über EU-Beteiligungsfinanzierungen aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) fließen noch zusätzliche Mittel in die Energieforschungsförderung der Länder ein.

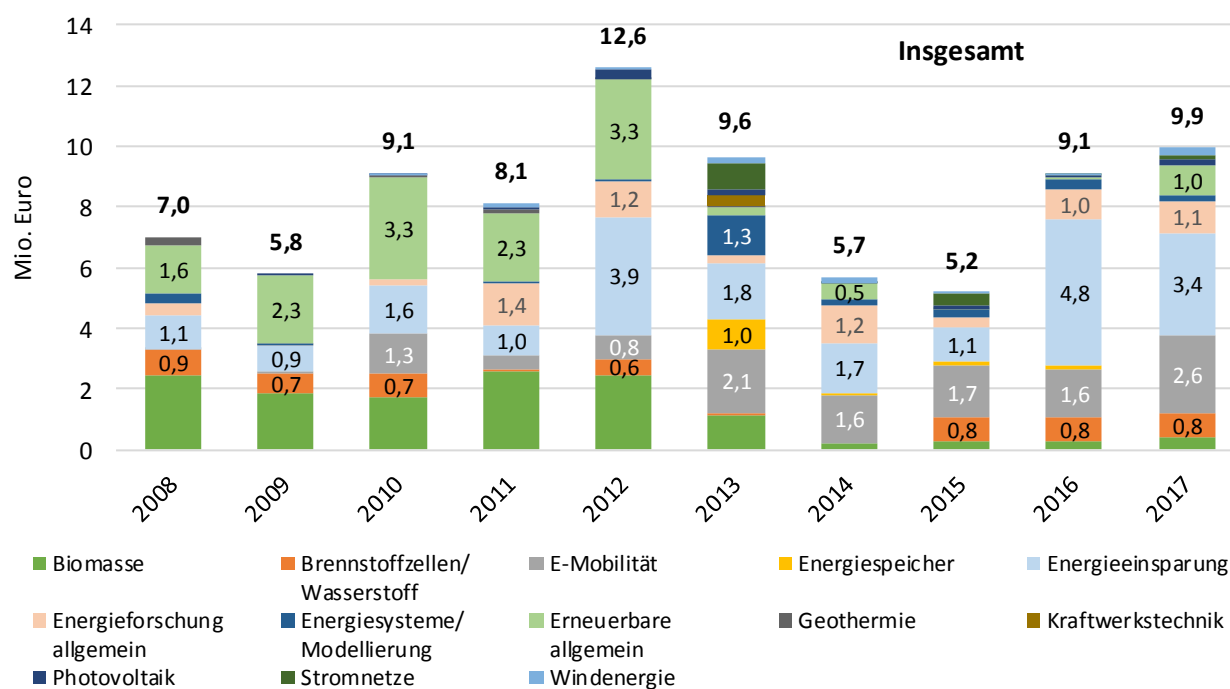
Im Jahr 2017 hat das Land Hessen zur Förderung der nichtnuklearen Energieforschung Mittel in Höhe von 9,95 Mio. Euro aufgebracht. Dies waren 0,84 Mio. Euro mehr als im Jahr zuvor, was einer Steigerung um 9,2 Prozent entspricht. Der Anteil der Projektförderung lag mit knapp 67 Prozent etwas über dem Bundesdurchschnitt (61,7 Prozent). Ein hohes Gewicht der Projektförderung weisen Nordrhein-Westfalen (80,5 %), Rheinland-Pfalz (79,9 %), Baden-Württemberg (74,7 %) und Bayern (73,6 %) auf.

Betrachtet man die Aufwendungen aller Bundesländer zusammen, so ist für das Jahr 2017 auch hier wie in Hessen eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr festzustellen. Die Aufwendungen lagen im Jahr 2017 bei insgesamt 281,68 Mio. Euro und damit um 13 Prozent über dem Vorjahreswert. Dabei sind große Entwicklungsunterschiede zwischen den Bundesländern festzustellen. Sehr hohe Zunahmen verzeichneten die Bundesländer Sachsen-Anhalt (+8,6 Mio. Euro) und Nordrhein-Westfalen (+61,8 Mio. Euro), in denen sich die Forschungsaufwendungen nahezu verzehnfachen bzw. vervierfachen. Auffällig ist für Sachsen-Anhalt der hohe Anteil der institutionellen Förderung (99,1 %). Im Vergleich zum Vorjahr verzeichnete dagegen Bayern einen Rückgang um 42,2 Mio. Euro (-44 %). Mit Gesamtaufwendungen in Höhe von 79 Mio. Euro im Jahr 2017 hob sich Nordrhein-Westfalen deutlich von allen anderen Bundesländern ab. Die nächsten Plätze belegten Bayern mit 54 Mio. Euro und Baden-Württemberg mit 44 Mio. Euro. Insgesamt sind im Zeitverlauf hohe Schwankungen bei den von den Bundesländern gemeldeten Aufwendungen für Energieforschung festzustellen (BMWi 2019d).

Abbildung 67 zeigt die Förderung der Energieforschung in Hessen im Zeitraum von 2008 bis 2017 differenziert nach Schwerpunkten. Mit 3,4 Mio. Euro flossen ein Drittel und damit die meisten Mittel in den Bereich Energieeinsparung. Gegenüber dem Vorjahr sind die Ausgaben in diesem Feld jedoch zurückgegangen. Das Forschungsfeld umfasst die Themen energieoptimierte Gebäude und Quartiere, dezentrale Energiesysteme sowie Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Mit einer Zunahme um 1 Mio. Euro auf ein Volumen in Höhe von 2,6 Mio. Euro im Jahr 2017 ist die Forschungsförderung im Bereich E-Mobilität gegenüber dem Vorjahr deutlich gestiegen.

⁵¹ Eine Quantifizierung und Regionalisierung der Angaben nach Bundesländern ist aufgrund des geringen Rücklaufs nicht möglich.

Abbildung 67: Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2017 (in Mio. Euro)



Quelle: Projektträger Jülich 2019; 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 nach Bundesländern differenziert aus. Da die Daten für das Jahr 2018 bisher noch nicht vollständig vorliegen, werden in der folgenden Tabelle 24 nur die Jahre 2011 bis 2017 berücksichtigt.

Um Zufallseinflüsse abzuschwächen, werden die Angaben für jeweils drei Jahre in insgesamt fünf Zeiträume zusammengefasst. Zeitraum I umfasst demnach die Patentanmeldungen der Jahre 2011 bis 2013 und Zeitraum V entsprechend die Patentanmeldungen der Jahre 2015 bis 2017.

Die Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Ausnahme von Niedersachsen und Hamburg in allen Bundesländern im Zeitablauf gesunken. So wurden in Deutschland im Zeitraum I insgesamt 1.878 Patente im Bereich erneuerbare Energien angemeldet. Im Zeitraum V waren es nur noch 1.117 bzw. 41 Prozent weniger. In Hessen beziffert sich der entsprechende Rückgang auf 57 Prozent. Hier nahm die Zahl von 91 Patentanmeldungen im Zeitraum I auf 39 im Zeitraum V ab.

Tabelle 24: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2017

	Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien					
	Zeitraum I 2011-2013	Zeitraum II 2012-2014	Zeitraum III 2013-2015	Zeitraum IV 2014-2016	Zeitraum V 2015-2017	Veränderung von I zu V
Baden-Württemberg	357	304	238	212	164	-54%
Bayern	414	348	263	230	203	-51%
Berlin	61	61	56	52	47	-23%
Brandenburg	36	29	17	19	17	-53%
Bremen	15	7	5	4	4	-73%
Hamburg	126	104	109	105	128	2%
Hessen	91	77	57	46	39	-57%
Mecklenburg-Vorpommern	53	35	23	18	18	-66%
Niedersachsen	168	146	146	163	176	5%
Nordrhein-Westfalen	268	196	147	128	150	-44%
Rheinland-Pfalz	52	41	34	56	51	-2%
Saarland	13	10	9	8	4	-69%
Sachsen	91	90	64	59	41	-55%
Sachsen-Anhalt	29	25	26	27	22	-24%
Schleswig-Holstein	50	35	33	34	39	-22%
Thüringen	54	37	26	17	14	-74%
Deutschland	1.878	1.545	1.253	1.178	1.117	-41%

Quelle: ZSW 2019b; Stand: 18.07.2019.

11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
Allgemein		
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 wird derzeit überarbeitet, bis zum Inkrafttreten der Neufassung gilt die nebenstehende Richtlinie.
2	„Fördermittelberatung der LandesEnergie-Agentur Hessen“	Informationen zu Fördermöglichkeiten rund um das Thema Energie erhalten Interessierte bei der Fördermittelberatung der LandesEnergie-Agentur (LEA). Service im Onlineportal: www.landesenergieagentur-hessen.de/angebote/foerdermittelberatung
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. Die LEA soll als Gesellschaft des Landes von Hersteller-, Anbieter- und Vertriebsinteressen unabhängig tätig 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. http://www.house-of-energy.org/
5	Energiemonitoring	2014 wurde eine Monitoringstelle im Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen 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. https://www.energieland.hessen.de/daten_und_fakten
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. https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
7	Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Award“	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Der Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Award“ soll junge Start-ups im Energiebereich bei der Umsetzung von Business-Ideen für neue Energieprodukte und -dienstleistungen in einem mehrstufigen Wettbewerb unterstützen. Ergänzend werden über die LEA Coaching-Maßnahmen angeboten. http://www.science4life.de/VentureCup/EnergyCup.aspx
8	Hessischer Staatspreis für innovative Energielösungen	Das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen lobt den Hessischen Staatspreis für innovative Energielösungen aus und prämiiert damit Beiträge, die der Erreichung einer sicheren, umweltschonenden, bezahlbaren und gesellschaftlich akzeptierten Energieversorgung in Hessen dienen. Schwerpunkte sind dabei Energieerzeugung, Energiespeicher, Systemintegration, Sektorenkopplung, Digitalisierung und Energieeffizienz. Mit dem Staatspreis werden so innovative und zukunftsweisende Lösungen sichtbar gemacht und gefördert. www.hessischer-staatspreis-energie.de
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. http://www.laneg-hessen.de/
10	Contracting-Netzwerk Hessen	Das Contracting-Netzwerk Hessen (CNH) ist eine Initiative des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. 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. https://www.energieland.hessen.de/CNH
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 11 Neuaufnahmen erfolgten 2017 und 2018.
12	Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen	Über 195 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. https://klima-kommunen.hessen-nachhaltig.de/de/
13	Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen	2015 wurde eine Förderrichtlinie zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen neu erarbeitet. Diese ist zum 1. Januar 2016 in Kraft getreten. Förderberechtigt sind hessische Kommunen und kommunale Unternehmen. Mitglieder des Bündnisses „Hessen aktiv: Die Klima-Kommune“ erhalten höhere Fördersätze.
14	Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025	Am 13. März 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, den Verkehr bis hin zum Gebäudesektor und der Gesundheit. Maßnahmen für Klimaschutz und für die Anpassung an den Klimawandel wurden gleichzeitig erarbeitet.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
		Das Land Hessen hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 seine Treibhausgasemissionen um 30 Prozent im Vergleich zu 1990, bis 2025 um 40 Prozent und bis 2030 um 55 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 „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.
15	„Klimaschutz beginnt hier. Mit mir.“ – Klimakampagne für Hessen	Am 28. Mai 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 ₂ -Sparen in den Themenfeldern Energie, Mobilität, Konsum und Ernährung. Aber auch Themen der Klimawandelfolgen werden aufgegriffen. Für Unterstützung sorgt ein engagiertes Netzwerk von BotschafterInnen aus hessischen Unternehmen, Kommunen und Verbänden, die die Kampagne in das Land hineintragen. https://umwelt.hessen.de/klima-stadt/hessische-klimaschutzpolitik/klimaschutz-beginnt-hier-mit-mir
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. https://www.zukunftsforum-energiewende.de
Energieeffizienz (Gebäude)		
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 und „Denkmal“), und Neubauten von KfW-Effizienzhäusern 40 PLUS, 40 oder 55 und Passivhäusern nach dem KfW-Programm „Energieeffizient bauen“.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
19	Förderung der Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus im Bestand	Weiterführung des bestehenden Programms. Das Fördermerkblatt wurde im April 2016 aktualisiert. Seit 2014 wurden 38 Gebäude mit 524 Wohneinheiten gefördert.
20	Kommunalrichtlinie (Energie) nach § 3 des Hessischen Energiegesetzes (HEG) zur Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kommunen vom 10. Februar 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. Außerdem werden kommunal ersetzende Maßnahmen sowie im Ausnahmefall Ersatzneubauten, wenn besonders hohe energetische Standards erreicht werden, gefördert. Kommunale Neubauten können als Modellvorhaben gefördert werden, wenn sie besonders hohe energetische Qualitätsstandards erreichen. Die Förderhöhe ist 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. Weitere Förderschwerpunkte sind die Solarthermie und Energieeffizienzmaßnahmen für kommunale Freibäder. Die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des Kommunalen Finanzausgleichs.
21	Bürgschaftsprogramm für Wohnungseigentümergemeinschaften	Weiterführung des bestehenden Programms. Wohnungseigentümergemeinschaften stehen vor der Schwierigkeit, sich am Markt kaum mit günstigen Förderkrediten für die Durchführung energetischer Modernisierungsmaßnahmen versorgen zu können. Deshalb bietet die WfB Bank KfW-Darlehen an und sichert diese mit einer Bürgschaft des Landes ab.
22	CO ₂ -neutrale Landesverwaltung	Die 2009 gestartete Maßnahme strebt eine klimaneutral arbeitende Landesverwaltung ab dem Jahr 2030 an. Die Federführung liegt beim HMdF. Die Maßnahme ist eine prioritäre Maßnahme des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025. Wesentliche Handlungsfelder sind: Erstellung von CO ₂ -Bilanzen, Energieeffizienzplan einschließlich Mobilitätskonzepten und Beschaffung sowie Öffentlichkeitsarbeit (siehe folgende fünf Maßnahmen). Es konnte eine Halbierung der CO ₂ -Emissionen im Vergleich zu 2008 erzielt werden.
23	CO ₂ -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. 66 Projekte wurden bereits fertiggestellt. Die CO ₂ -Einsparung beträgt mehr als 200.000 Tonnen bezogen auf 30 Jahre.
24	Fortbildungskonzept für Energiebeauftragte und Haushandwerker in Landesgebäuden	Seit 2015 wurden für mehr als 500 Energiebeauftragte und Haushandwerkerinnen und Haushandwerker Fortbildungen nach der EMA-Hessen durchgeführt, um sie im Bereich Energieeffizienz in Nutzung und Betrieb von Gebäuden zu schulen. Bislang wurden insgesamt mehr als 1.152 Kurse angeboten. Die Kurse werden für neu eingestelltes Fachpersonal weiterhin angeboten.
25	Informationsveranstaltungen Energieeffizienz für Leitungskräfte	Dienststellenleitungen sind nach der EMA-Hessen für die sachgerechte und wirtschaftliche Energieverwendung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihres Hauses verantwortlich. Um die Dienststellenleitungen für diese Verantwortung zu sensibilisieren, werden Informationsveranstaltungen angeboten. Begonnen wurde mit den Dienststellenleitungen der ordentlichen Gerichtsbarkeit und dem Finanzressort (Finanzämter, LBIH, HCC, HZD).

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
26	Informationsveranstaltungen für Koordinatoren für Energiefragen	Die EMA-Hessen (s. u.) sieht die Benennung von Koordinatoren für Energiefragen vor. Die Koordinatoren stellen sicher, dass auf energiesparendes Verhalten in den Dienststellen geachtet wird. Zu diesem Zweck werden Informationsveranstaltungen konzipiert und erstmals 2019 für das Finanzressort angeboten.
27	Novellierung des gemeinsamen Runderlasses EMA-Hessen	Mit der Novellierung der EMA-Hessen (Hinweise zum Energiemanagement in den Dienststellen des Landes) vom 15. Januar 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 „Koordinatorin / Koordinator 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. Für die Bewertung des Erfolgs und die Weiterentwicklung der Klimaschutzstrategie im Wohngebäudebereich sollen empirische Erhebungen zur Sanierungsrate künftig alle zwei Jahre erhoben werden.
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 wurden Schulen mit bis zu 90 % der investiven Kosten gefördert. Nach Abschluss des Modellprojekts ist eine Förderung nach der Kommunalrichtlinie (Energie) vorgesehen.
Energieeffizienz (Strom und sektorübergreifend)		
30	Landes-KWK-Initiative	- Förderung einer Informationskampagne des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere in kommunalen Gebäuden, Gewerbetrieben, Krankenhäusern, Alten-Pflegeheimen und Hotels. Damit sollen neue Potenziale im KWK-Bereich erschlossen werden. - Beratungsinitiative Mikro-KWK-Brennstoffzelle für das Bundesprogramm „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“, das am 1. September 2016 startete.
31	Förderung von Energieeffizienznetzwerken	Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Förderprogramm für in Gründung befindliche und bestehende betriebliche Energieeffizienznetzwerke (Zuschüsse zur Akquise, externe Referenten, Raummiete und Sachkosten). https://www.energieland.hessen.de/energieeffizienz-netzwerke
32	Förderung von Einrichtungen und Maßnahmen zur Energieberatung	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Sie wird gewährt zur Einrichtung von Energieberatungsstellen und Energieagenturen für einen Zeitraum von 3 Jahren und u. U. für weitere 2 Jahre als Anschlussförderung zur Verstetigung der Arbeit.
33	Förderung von Maßnahmen zur Qualifikations- und Informationsvermittlung von Technologien auf dem Gebiet der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Über diesen Fördertatbestand können auch Weiterbildungsangebote der Architekten- und Handwerkskammern und Qualifikationsangebote von Hochschulen gefördert werden.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
34	Hessische Energiesparaktion (HESA)	Weiterführung des seit 2003 bestehenden Programms bei der Landes-EnergieAgentur (LEA). Tipps und Tricks für Bürgerinnen und Bürger zur Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten: http://www.energiesparaktion.de/
35	Hessische Initiative für Energieberatung im Mittelstand (HIEM)	Weiterführung des seit 2012 bestehenden Programms bei der Landes-EnergieAgentur. Kostenlose niederschwellige Impulsberatung für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) zu Energieeffizienzmaßnahmen.
36	Modellprojekt „Interkommunales Sanierungsmanagement für sechs Quartiere im ländlichen Raum (Werra-Meißner-Kreis)“	Das Modellprojekt „Interkommunales Sanierungsmanagement für sechs Quartiere im ländlichen Raum (Werra-Meißner-Kreis)“ ist ein Folgeprojekt zur Umsetzung des 2017 erfolgreich abgeschlossenen Modellprojekts „Integrierte Energetische Quartierssanierung im ländlich geprägten Raum (Werra-Meißner-Kreis)“ für sechs kommunale Quartiere. Die gemeinsame Unterstützung durch die KfW und das Land ermöglicht den Kommunen und dem Kreis den Aufbau eines effizienten Sanierungsmanagements zur Umsetzung der in den Quartierskonzepten entwickelten Projektansätze und Handlungsstrategien in den ausgewählten Quartieren in Eschwege, Großalmerode, Herleshausen, Meißner-Germerode, Ringgau-Netra und Witzenhausen. Modellhaft für Hessen und die Bundesrepublik soll mit dem Projekt die interkommunale Zusammenarbeit bei der energetischen Sanierung von Bestandsquartieren erprobt werden.
37	Förderprogramm zur Unterstützung des KfW-Programms 432 (energetische Stadtsanierung)	Als eine prioritäre Maßnahme des Klimaschutzplans wird aufbauend auf den Modellprojekten im Werra-Meißner-Kreis ein Förderprogramm zur Unterstützung des KfW-Programms 432 (energetische Stadtsanierung) vorbereitet.
Erneuerbare Energien		
38	Bürgerforum Energieland Hessen	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. Das Programm wird durch die LandesEnergie-Agentur (LEA) durchgeführt.
39	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.
40	Expertenworkshops Windenergie	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.).
41	Förderung von innovativen Energietechnologien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Beispiele: Abwasserabwärmenutzung, Eisspeicher im Quartier, Smarthome-Technologieprojekt in Wohngebiet, innovatives Erdkabeltestprojekt, innovative Einbindung von Mikrogasturbinen in Produktionsprozesse.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
42	Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten	Die Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 2. Dezember 2015. Energiekonzepte bilden die Entscheidungsgrundlagen für innovative Quartierslösungen mit einem hohen Grad an Eigenversorgung z. B. durch BHKW und erneuerbare Energien. Weitere Themen sind Nahwärmelösungen auf der Basis von Biomasse oder auch interkommunale Projekte wie z. B. zur Nutzung der Windenergie. https://www.energieland.hessen.de/foerderung-kommunen
43	Wettbewerb der Hessischen Landesgesellschaft (HLG) zur Realisierung von Plus-Energie-Siedlungen	Die Hessische Landesgesellschaft (HLG) koordiniert den Entwicklungsprozess für acht Modellkommunen zur Realisierung von Plus-Energie-Siedlungen vor Ort. Das Land Hessen unterstützt die Modellkommunen bei der Planung und Entwicklung modellhafter energieeffizienter und ressourcenschonender Neubaugebiete durch Förderung der Energiekonzeption nach HEG und in der Vorbereitungs- und Umsetzungsphase durch die LandesEnergieAgentur.
44	Hessische Mieterstromkampagne	Die hessische Mieterstromkampagne schließt an das Pilot-Förderprogramm „Mieterstrommodelle“ an. Ziel der Kampagne ist es, die Verbreitung von Mieterstrommodellen in Hessen zu erhöhen und ihre Umsetzung zu erleichtern. Hierfür wurden seit Beginn der Kampagne im November 2018 Geschäftsmodelle und Erfahrungen mit Mieterstromprojekten im Rahmen von Workshops, Pressemitteilungen und Veranstaltungen kommuniziert. Ein weiterer Fokus der Kampagne liegt auf einer Vernetzung der Akteure. Die hessische Mieterstromkampagne wird von der LEA im Auftrag des HMWEVW durchgeführt.
45	Hessenweites Solar-Kataster	Jedes der hessischen Dächer und jede Freifläche lässt sich seit dem 1. September 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. www.solarkataster.hessen.de
46	Solarthermische Anlagen im Mehrfamilienhaus	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 2. Dezember 2015 möglich.
47	Aufbau einer Power-to-Gas-Anlage am HBFZ	Direktmethanisierung von Biogas im Technikumsmaßstab in einer 50-kW _{el} -Power-to-Gas-Anlage am Eichhof, Bad Hersfeld. Der Wasserstoff wird direkt mit Biogas methanisiert. Das neue Anlagenkonzept wird im kombinierten Betrieb getestet. https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum
48	Mobilisierung, Aufbereitung und Verwertung holziger Biomasse in der ländlichen Region am Beispiel des Werra-Meißner-Kreises	Der Werra-Meißner-Kreis möchte mit dem Projekt weitere Holzsegmente, wie Grüngut und Landschaftspflegeholz, zur Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Brennstoffe erschließen. Die Projektphase I (Konzeptphase) ist abgeschlossen. Nähere Informationen unter: https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/mobilisierung-aufbereitung-und-energetische

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
		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 Mai 2021 Ziele: - Etablierung eines innovativen Gesamtsystems zur Erfassung und Verwertung von Grüngut und Landschaftspflegematerial in Kooperation mit der Abfallwirtschaft. - Aufbau eines Landschaftsholz-Katasters und Landschaftsholz-Managements, dazu Beauftragung eines Landschaftsholz-Managers.
49	Förderung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe	Förderung von automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen (BMF), Beratung bei neuen oder bereits bestehenden Anlagen. Förderung von Nahwärmenetzen in Kombination mit geförderten BMF, Umsetzungskonzepten, Informationsmaterialien und -veranstaltungen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur weiteren Optimierung. https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070
50	Anwendungsmöglichkeiten der Wasserstofftechnologie	- Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e. V. (H2BZ-Initiative Hessen e. V.) - Förderung von Einzelprojekten, z. B. Flottenprojekt - Förderprojekte in den Bereichen ÖPNV und stationäre Systeme
51	Kompetenznetzwerk Geothermie	Seit dem Jahr 2017 versucht das Kompetenznetzwerk Geothermie, besetzt mit Vertretern aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft, die Nutzung der Geothermie in Hessen voranzubringen. Dabei stehen Informationsveranstaltungen (z. B. Geothermieforum im Rahmen des Zukunftsforums Energiewende), Vernetzung und der Abbau von Hemmnissen im Fokus.
52	Veröffentlichung der Freiflächen-solaranlagenverordnung (FSV)	Mit Veröffentlichung der FSV im November 2018 ist es auch in Hessen möglich, Freiflächensolaranlagen in den benachteiligten Gebieten außerhalb der Natura2000-Gebiete zu entwickeln und für diese im Rahmen der Ausschreibungen nach dem EEG einen Vergütungsanspruch zu erlangen. Die Flächenkulisse für Freiflächensolaranlagen in Hessen wird hierdurch maßgeblich vergrößert. Mit 5 Zuschlägen in Hessen in den ersten drei Ausschreibungen im Jahr 2019 zeigen sich erste Erfolge der Verordnung.
Netzinfrastuktur		
53	Verteilnetzstudie	Eine Verteilnetzstudie für Hessen zur Ermittlung der Grenzen und Anpassungsoptionen für die Einspeisung erneuerbarer Energien in die Verteilnetze wurde erstellt. https://www.energieland.hessen.de/mm/Verteilnetzstudie_Hessen_2024_bis_2034.pdf
54	Intelligente Energienetze im Quartier	Entwicklung und Förderung von Pilotprojekten zur Optimierung der erneuerbaren Energien im Stromnetz.
55	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.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
Verkehr		
56	Schienengüterverkehr: Gleisanschlussförderung	2015 hat das Land Hessen ein Förderprogramm zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schienen neu aufgelegt. Ziel ist die Verminderung des LKW-Verkehrs. Gefördert werden Investitionen (Neuanlagen und Sanierung) sowie Gutachten. Bisher wurden zwei Projekte gefördert, die beide die Sanierung von Industriestammgleisen zum Gegenstand hatten (Dieburg und Biebesheim).
57	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.
58	Elektromobilität: Projektförderung	Seit 2015 fördert das HMWEVW F&E-Projekte sowie Pilotanwendungen im Bereich der Elektromobilität. Dafür stehen im Haushaltsjahr 2019 rund 5,1 Mio. Euro zur Verfügung.
59	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.
60	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. Die Teststrecke auf einem Abschnitt der A 5 ist fertig und 2019 beginnt der Testbetrieb der Oberleitungs-LKW.
61	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. Zusätzlich investiert das Land Hessen auch in Ladeinfrastruktur an landeseigenen Liegenschaften – aus Mitteln des Integrierten Klimaschutzplans 2025 stehen dazu jährlich 0,5 Mio. Euro zur Verfügung.
62	Elektromobilität: EFRE-Förderung	Mit EFRE-Mitteln für eine „nachhaltige urbane Mobilität“ wird die teilweise Umrüstung des Betriebshofs der Offenbacher Verkehrsbetriebe auf den Einsatz von E-Bussen sowie die Anschaffung von 7 E-Bussen gefördert.
63	Fachzentrum Nachhaltige Urbane Mobilität	Mit der Einrichtung des Fachzentrums Nachhaltige Urbane Mobilität (FZ NUM) im House of Logistics & Mobility (HOLM) unterstützt das Land Hessen Kommunen, in denen Überschreitungen der Stickoxid-Grenzwerte gemessen werden. Zahlreiche Maßnahmen aus diesem Bereich, zum Beispiel der Austausch von Diesel-Bussen durch E-Busse, dienen dabei auch dem Klimaschutz und der Energieeffizienz. Die Förderung erfolgt dabei i. d. R. durch den Bund.

12

Ausblick



12 Ausblick

Aufgabe des hessischen Energiemonitorings ist es, auf Basis von Daten und Fakten die Fortschritte bei der Umsetzung der Energiewende in Hessen aufzuzeigen und zu dokumentieren. Hierzu wird eine Vielzahl an Indikatoren in wichtigen Themenfeldern der Energiewende betrachtet, wie Energieverbrauch in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr, Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Netzausbau und Versorgungssicherheit, Treibhausgasemissionen sowie gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Wesentliche Grundlagen des Monitorings sind die hessischen Energiestatistiken, Daten der Bundesnetzagentur und von Energieverbänden sowie eigens für das hessische Energiemonitoring durchgeführte Analysen, um aktuelle und landesbezogene Informationen bereitzustellen.

Das Grundgerüst des Monitoringberichts, die rund 100 Indikatoren in den verschiedenen Themenfeldern, unterstehen laufender Beobachtung und Überprüfungen. Änderungen in der Statistik oder Weiterentwicklungen in den Datengrundlagen werden im Indikatorensystem berücksichtigt. In diesem vorliegenden Bericht konnten beispielsweise Informationen zu den Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen beim Netzausbau neu in die Berichterstattung aufgenommen werden. Somit befindet sich das Monitoring in einem laufenden Prozess. Im Folgenden werden wichtige Änderungen bei den Datengrundlagen benannt, die das künftige Monitoring beeinflussen werden.

Mit dem Aufbau des **Marktstammdatenregisters** (MaStR) wird ein umfassendes Register für den deutschen Strom- und Gasmarkt geschaffen. Im MaStR sind die Stammdaten zu Strom- und Gaserzeugungsanlagen zu registrieren. Außerdem werden die Stammdaten von Marktakteuren wie Anlagenbetreibern, Netzbetreibern und Energielieferanten erfasst. Mit dem Rückgriff auf die Stammdaten wird eine deutliche Steigerung der Datenqualität und eine erhöhte Transparenz erwartet. Viele behördliche Meldepflichten sollen durch die zentrale Registrierung vereinheitlicht 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. Am 31. Januar 2019 wurde das Webportal zum Marktstammdatenregister von der BNetzA für alle Marktakteure und für die Öffentlichkeit freigeschaltet. Alle Bestandsanlagen, also solche, die vor der Veröffentlichung des Webportals in Betrieb gegangen sind, müssen von den Anlagenbetreibern innerhalb einer Frist von zwei Jahren, d. h. bis zum 31. Januar 2021, über das Webportal registriert werden. Für neue Anlagen gilt eine Registrierungsfrist von einem Monat.

Im Februar 2021 sollte dann der gesamte erneuerbare Anlagenbestand in Deutschland vollständig und mit guter Qualität im Marktstammdatenregister vorliegen. Der hessische Monitoringbericht wird dann diese neue Datenbasis nutzen.

Die Novelle des **Energiestatistikgesetzes (EnStatG)** trat im März 2017 in Kraft. Ihr Ziel war, auf Entwicklungen im Energiesektor zu reagieren sowie den veränderten Anforderungen an Energiedaten auf nationaler und internationaler Ebene Rechnung zu tragen. Dies zog weitreichende Anpassungen in den amtlichen Energiestatistiken nach sich, die in den Erhebungen zum Berichtsjahr 2018 umgesetzt wurden.

Für die sogenannten „unterjährigen“ Erhebungen (Monatsstatistiken) liegen bereits Daten mit neuen Merkmalen vor. Diese umfassen nun u. a. die monatliche Stromeinspeisung aus (erneuerbaren) Energieträgern sowie eine verbesserte Bilanzierung von Wärme. Daneben wurde die Grundlage gelegt, um zukünftig Speichertechnologien besser abbilden zu können. Auswertungen des Statistischen Bundesamts lassen auf eine hohe Qualität und Konsistenz der neuen Daten schließen.

Erste Ergebnisse der neuen Jahresstatistiken liegen voraussichtlich Ende 2019 vor. Eine Ausweitung der Strom- und Wärmebilanzierung ergibt sich hier u. a. durch die zusätzliche Berücksichtigung kleinerer Blockheizkraftwerke. Besonderes Augenmerk lag darüber hinaus auf der Konstituierung einer Mineralölerhebung, für die ein neuer Berichtskreis aufgebaut werden musste. Die Abgabe von Heizöl und Flugkraftstoffen kann dadurch nun länderscharf erfasst werden, wodurch die Datenbasis der Energiebilanzierung im Endenergieverbrauch verbessert wird. Sobald erstmals Daten vorliegen, steht jedoch zunächst die Plausibilisierung im Vordergrund.

Insgesamt ermöglicht die Umsetzung der EnStatG-Novelle die Bereitstellung politisch relevanter Daten, z. B. in Bezug auf die Bilanzierung von erneuerbaren Energien, Wärme und Stromspeichern. Sie bewirkt außerdem eine stärkere Verzahnung der einzelnen Erhebungen, was die Qualität und Konsistenz der Daten erhöhen dürfte. Die novellierten Energiestatistiken bilden ab dem Bilanzjahr 2018 die Datengrundlage für die hessische Energiebilanz.

Mit dem **Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)** wurden im Jahr 2014 zahlreiche sektorübergreifende Maßnahmen zur Erreichung der nationalen Effizienz- und Klimaschutzziele auf Bundesebene auf den Weg gebracht. Derzeit wird eine einheitliche Methodik

zum Monitoring und zur Evaluierung sämtlicher Effizienzmaßnahmen entwickelt. Es soll geprüft werden, ob im NAPE-Monitoring gewonnene und für Hessen relevante Erkenntnisse in den hessischen Monitoringberichten dargestellt werden können.

Die Energiewende und der Klimaschutz in der EU können nur dann gelingen, wenn sie europäisch gedacht und von allen EU-Mitgliedsstaaten gemeinsam getragen werden. Dieser Grundgedanke steht hinter dem neuen Instrument des integrierten **Nationalen Energie- und Klimaplane**. Derzeit befindet sich auf EU-Ebene ein Verordnungsvorschlag für ein neues Planungs- und Monitoringsystem zur Umsetzung der Energieunion in Verhandlung. Zentraler Bestandteil der Governance-Verordnung sind die integrierten Nationalen Energie- und Klimaplane der EU-Mitgliedsstaaten. Bis zum 31. Dezember 2019 müssen alle EU-Mitgliedsstaaten der EU-Kommission einen integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan – NECP) vorlegen. Darin sollen sie umfassend Auskunft über ihre nationale Energie- und Klimapolitik für einen Zeitraum von zehn Jahren geben. Bis zum 31. Dezember 2018 mussten die EU-Mitgliedsstaaten bereits den Entwurf ihres NECP an die EU-Kommission übermitteln. Die Bundesregierung hat ihren NECP-Entwurf im Internet⁵² veröffentlicht.

Das öffentliche Online-Konsultationsverfahren lief bis zum 2. August 2019. Mittelfristig könnten aus dem neuen Planungs- und Monitoringsystem zur Umsetzung der Energieunion Anpassungsbedarfe für das hessische Indikatorensystem resultieren.

52 <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwurf-des-integrierten-nationalen-energie-und-klimaplane.pdf>

Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

Abbildung	Seite
1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2018 (in TWh).....	2
2 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2018 (in %).....	3
3 Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings.....	10
4 Basis und Datengrundlagen des hessischen Energiemonitorings.....	12
5 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ)	14
6 Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100)	15
7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ).....	16
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2018 (in PJ)	17
9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ).....	18
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ).....	18
11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ).....	19
12 Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2018 (in TWh).....	20
13 Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2018 (in TWh, Anteilswerte in %).....	20
14 Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2018 (in kWh)	21
15 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2018 (in TWh, Anteilswerte in %).....	21
16 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2018 (Index 2000 = 100)	22
17 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2018 (Index 2000 = 100).....	23
18 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2018 (Index 2000 = 100).....	23
19 Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2018 (Index 2000 = 100)	24
20 Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2016 (in kWh je 1.000 Euro BWS).....	25
21 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003-2018 (in %).....	27
22 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2018 (in TWh).....	28
23 Entwicklung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003*-2018 (Index 2003 = 100).....	29
24 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2018 (in TWh, Anteilswerte in %)	30
25 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2018 (in TWh, Anteilswerte in %)	31
26 Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2018 (in TWh).....	32
27 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2018 (in PJ).....	35
28 Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs 2000-2018 in Hessen (in PJ, Anteilswerte in %)	37

29	Temperaturbereinigter EEV privater Haushalte für Raumwärme und Warmwasser (Index 2000 = 100)	38
30	Altersstruktur der Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Hessen (Angaben in %).....	39
31	Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2017 (Index 2000 = 100).....	41
32	Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2018 (Index 2008 = 100)	42
33	KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2018 (in Mio. Euro)	43
34	Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2018 geförderte Anlagen in Hessen.....	44
35	Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2018 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW)	56
36	Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2018 nach Energieträgern (in GWh).....	57
37	In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2018 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten	59
38	Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) nach dem 1. Quartal 2019.....	62
39	Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem 1. Quartal 2019	65
40	Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2018 (in Mrd. Euro)	68
41	Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern im Jahr 2017 (in min/Jahr).....	69
42	Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen im Jahr 2018 gemäß Meldungen der Übertragungsnetzbetreiber	71
43	Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2018 (in min/Jahr).....	73
44	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2018 (in PJ, Anteilswerte in %)	77
45	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2018 (in PJ).....	77
46	Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs im Straßenverkehr (Index 2000 = 100)	78
47	Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen von 2010 bis 2019.....	82
48	Verteilung der Erdgas- und Wasserstofftankstellen in Hessen (Stand: Februar 2019)	84
49	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2016/2017 sowie Zielwerte (in Mio. t CO ₂ -Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %).....	88
50	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2016 (in Mio. t CO ₂ -Äquivalente)	89
51	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP (Index 2000 = 100).....	90
52	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner 2000-2016 (in t CO ₂ -Äquivalente je Einwohner).....	90
53	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Jahr 2017 (in %)	91
54	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen nach Sektoren 1990-2017 (Index 1990 = 100)	92
55	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2018 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100).....	94
56	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2019 (in Cent je kWh)	95
57	Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2018 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100).....	96

58	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2019 (in Cent je kWh).....	97
59	Verteilung der von EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2018 (absolut und in %)	99
60	Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2012-2017 (in Mio. Euro)	100
61	KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2018 (in Euro/MWh).....	101
62	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2018 (nominal; Index 2000 = 100)...	101
63	Halbjahresentwicklung der Preise für CO ₂ -Emissionen vom 1. Halbjahr 2008 bis zum 1. Halbjahr 2019 (in Euro je t CO ₂)	102
64	Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2018 (in Mio. Euro).....	103
65	Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2016 (in Mio. Euro)	103
66	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2018	104
67	Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2017 (in Mio. Euro).....	107

Tabelle	Seite
1 Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2018 (in PJ, Anteilswerte in %)	36
2 Im Jahr 2018 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %)	40
3 Pro-Kopf-Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2016 und 2017 (kWh je Einwohner, Veränderung in %)	41
4 Bau- und Sanierungsförderung der KfW 2018 in Hessen	42
5 Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen ≥ 10 MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2018	48
6 Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2018 in Hessen nach Energieträgern	50
7 Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, 2015 bis 1. Halbjahr 2019, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung	51
8 Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2019 (in MW)	52
9 Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2015 bis 1. Halbjahr 2019 (in MW)	52
10 Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2018 (in GWh)	53
11 Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2018	55
12 Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2018	55
13 Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie 2018	58
14 Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG	63
15 Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG	66
16 Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2017	74
17 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen im Jahr 2018	79
18 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW im Jahr 2018 nach Schadstoffklasse und Achsklasse (in 1.000 km)	80
19 Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2019 sowie im Vorjahresvergleich	81
20 Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen (jeweils zum 31. Mai)	81
21 Ziele der Reduzierung der THG-Emissionen für Hessen, Deutschland und die EU, Basisjahr 1990	87
22 Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2018	98
23 Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro)	102
24 Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2017	108

Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BKartA	Bundeskartellamt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BWS	Bruttowertschöpfung
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEV 1	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
EEX	European Energy Exchange
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnStatG	Energiestatistikgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ETS	Europäischer Emissionshandel (Emissions Trading System)
EU	Europäische Union
EY	Ernst & Young GmbH
F-Gas	Fluorierte Treibhausgase
FKW	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
FLM	Freileitungsmonitoring
ggü.	gegenüber
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher
GWh	Gigawattstunde
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung
HA	HA Hessen Agentur GmbH
HEG	Hessisches Energiegesetz

HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMWEVW	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
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
LKW	Lastkraftwagen
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
NECP	National Energy and Climate Plan
NEP	Netzentwicklungsplan
NF ₃	Stickstofftrifluorid
NKS Energie	Nationale Kontaktstelle Energie
N ₂ O	Distickstoffoxid (Lachgas)
PCI	Vorhaben von gemeinsamem Interesse (engl.: Projects of Common Interest)
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PMK	Partikelminderungsklassen
PtJ	Projektträger Jülich
PV	Photovoltaik

RMV	Rhein-Main-Verkehrsverbund
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SF ₆	Schwefelhexafluorid
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
SUN	Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
t	Tonnen
Tber	Temperaturbereinigt
THG	Treibhausgase
TJ	Terajoule
TWh	Terawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change)
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: $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws}$. Entsprechend sind $3.600 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1 \text{ Wh}$ und $3.600.000 \text{ J} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 1.000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1.000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$.

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

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

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

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

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

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

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

sowie von Angaben in kWh und deren Umrechnung in Joule:

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

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

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

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

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

Glossar

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 mit berücksichtigt. 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.

Bruttostromerzeugung / Nettostromerzeugung	Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes oder einer Region. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Kraftwerke verbleibt die Nettostromerzeugung.
Bruttostromverbrauch / Nettostromverbrauch	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.
Countertrading- Maßnahmen	Countertrading-Maßnahmen verfolgen das Ziel, Engpässe zwischen zwei Gebotszonen zu beheben. Dabei findet kein konkreter Eingriff in die Kraftwerkseinsätze statt, vielmehr wird über gezielte, gebotszonenübergreifende Handelsgeschäfte versucht, den Engpass auf der Grenzkuppelleitung zu entlasten.
CO₂-Äquivalent	Das CO ₂ -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 ₂ gestellt. Die Angabe erfolgt in der Regel in Gramm CO ₂ pro Kilowattstunde bereitgestellter Energie (g CO ₂ /kWh).
EEG	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.
EEG-Umlage	Durch die Abgabe nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz – kurz EEG-Umlage genannt – werden die Mehrkosten für die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG auf die Stromletzterverbraucher verteilt. Die Höhe der EEG-Umlage ergibt sich aus der Differenz zwischen der zu zahlenden EEG-Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energieanlagen und dem beim Verkauf durch die Übertragungsnetzbetreiber an der Börse erzielten Strompreis („Differenzkosten“). Die EEG-Umlage ist bundesweit einheitlich und lag im Jahr 2018 bei 6,79 ct/kWh.
Einspeisemanagement	Abregelung von Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers mit Entschädigung.
Emissionszertifikate	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.
Endenergie	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.
Endenergieverbrauch	Als Endenergieverbrauch wird die Verwendung von Energieträgern in einzelnen Verbrauchssektoren bezeichnet, sofern sie unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie oder für Energiedienstleistungen eingesetzt werden.
Energieverbrauch	Der Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe umfasst den 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 2019b).
Energiebilanz	Eine Energiebilanz gibt in Form einer Matrix Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energieträgern in einer Volkswirtschaft für einen bestimmten Zeitraum, meist ein Jahr, an.
Energiedienstleistung	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.
Energieeffizienz	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.
Energieeinsparung	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.
Energieintensität	Das Verhältnis des Energieverbrauchs (z. B. des 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.

Energieproduktivität	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.
Energieträger	Energieträger sind Stoffe, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.
Erneuerbare Energien	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.
ETS	Emissions Trading System
Fernwärme	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.
GHD-Sektor	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.
Geothermie	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.
Gesicherte Leistung (auch: Gesicherte Kraftwerksleistung)	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.

Horizon 2020	Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation.
Installierte Leistung	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.
Kraft-Wärme-Kopplung	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.
Leistung	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 (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.
Marktprämie	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.
n-1-Sicherheit	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.
Nennleistung	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.
Netto-Nennleistung	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.
Photovoltaik	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.
Power-to-Gas	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 ₂ 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.

Power-to-Liquid

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.

Primärenergie

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. Was den Einsatz von Redispatch anbetrifft, kann zwischen strom- und spannungsbedingten 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 an-

geschlossenen 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.

Schadstoffklassen

Schadstoffklassen gemäß Bundesfernstraßenmautgesetz						
Schadstoffklasse	Kategorie					
	A	B	C	D	E	F
	S6	S5, EEV Klasse 1	S3 mit PMK*, S4	S2 mit PMK*, S3	S2	S1, keine SSK
Euro-Schadstoffklasse	Euro 6	Euro 5, EEV 1	Euro 3 + PMK*, Euro 4	Euro 2 + PMK*, Euro 3	Euro 2	Euro 1, Euro 0

* PMK – Partikelminderungsklassen sind Nachrüstungsstandards zur Senkung des Partikelaustrittes. Für Kategorie D wird die PMK 1 oder höher, für Kategorie C die PMK 2 oder höher benötigt.

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.

Selbstverbrauch

Selbstverbrauch oder Eigenverbrauch ist die von einer Energieanlage erzeugte elektrische Energie, die vom Betreiber der Energieanlage selbst verbraucht wird, ohne dass es zu einer Einspeisung in das Stromnetz kommt.

Smart Grid

Intelligentes Stromnetz

Smart Meter

Intelligente Messsysteme

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 einer Klimaanlage, genutzt. In den Sonnengürteln der Erde können solarthermische Kraftwerke Strom erzeugen. Hier erhitzt das über Spiegel konzentrierte Sonnenlicht Wasser oder andere Wärmeträger, um Dampf zu erzeugen und damit Dampfturbinen anzutreiben.

Stromintensität

Das Verhältnis des Stromverbrauchs zum Bruttoinlandsprodukt oder zur Bruttowertschöpfung einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Stromintensität berechnen. Die Stromintensität ist eine Kennzahl, die Aufschluss über die Effizienz des Einsatzes von Strom liefert. Sie wird beispielsweise in kWh Stromverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.

Stromproduktivität

Die Stromproduktivität ist ein Maß dafür, wie viel Geldeinheiten wirtschaftlicher Leistung pro Einheit eingesetzter Strom erzeugt werden und ist somit der Kehrwert der Stromintensität. Die Stromproduktivität liefert Aufschluss über die Effizienz des Stromeinsatzes.

Treibhausgasbilanz	Die Treibhausgasbilanz für das Land Hessen basiert ausschließlich auf modellhaften Berechnungen. Es werden keine Messwerte von Emittenten, wie Kraftwerken, Anlagen oder Fahrzeugen, herangezogen. Die Ermittlung der emittierten Schadstoffmengen erfolgt auf der Grundlage eines Berechnungsmodells, welches sich auf die durch menschliches Handeln (Wirtschaft, Konsum) verursachten Schadstoffeinträge konzentriert. Die CO ₂ -Bilanzierung erfolgt für Emissionen, die bei der Energieerzeugung entstehen (energiebedingte Emissionen) und Emissionen, die durch Produktionsprozesse freigesetzt werden (prozessbedingte Emissionen). Grundlage für die energiebedingten CO ₂ -Emissionen ist die Energiebilanz des Landes, die vom Hessischen Statistischen Landesamt jährlich erstellt wird. Um prozessbedingte Emissionen abbilden zu können, werden zusätzlich die Emissionsmengen aus ausgewählten Produktionsprozessen berechnet. Für beide Berechnungsfelder werden die Methoden des Länderarbeitskreises Energiebilanzen angewandt. Die Berechnung der CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen erfolgt im Rahmen der umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder nach der dort festgelegten, für alle Bundesländer einheitlichen Methode. Für weitergehende methodische Erläuterungen siehe HMUKLV 2018.
Volllaststunden	Die Volllaststundenzahl eines Kraftwerks ist als Quotient aus im Jahr erzeugter Strommenge und Maximalleistung definiert. Der theoretische Maximalwert beträgt 8.760 h, denn dies ist die Zahl der Stunden eines Jahres.
Wasserkraft	Energie, die mithilfe von Wasserrädern oder Wasserturbinen aus fließendem Wasser gewonnen wird. Das Wasser setzt eine Turbine in Bewegung, die einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dabei wird die Wasserkraftnutzung im Binnenland in folgende drei Bereiche unterteilt: Laufwasserkraftwerke (Flusskraftwerke), Speicherwasserkraftwerke (Talsperren, Stauseen), Pumpspeicherkraftwerke.
Wirkungsgrad	Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.

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 (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.

AGEE-Stat (2016)

Datenquellen und Methodik der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stromerzeugung und installierte Leistung, Dessau-Roßlau, 2016.

AGEE-Stat (2019)

Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland (Stand: Februar 2019), Berlin 2019, https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html, abgerufen am 17.06.2019.

AGFW (2018)

AGFW-Hauptbericht 2017, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main, September 2018.

BAFA (2019a)

Sonderauswertung über KWK-Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Mai 2019, unveröffentlicht.

BAFA (2019b)

Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 31.05.2019, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2019, https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/emob_zwischenbilanz.pdf, abgerufen am 17.06.2019.

BAFA (2019c)

Sonderauswertung über die in Hessen geförderten Anlagen im Rahmen des Marktanzreizprogramms im Jahr 2018, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2019, unveröffentlicht.

BAFA (2019d)

Besondere Ausgleichsregelung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2019, https://www.bafa.de/DE/Energie/Besondere_Ausgleichsregelung/besondere_ausgleichsregelung_node.html, abgerufen am 17.06.2019.

BAFA (2019e)

Rohöl; Erdgas; Steinkohlestatistik 2018, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2019, http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis_node.html, abgerufen am 06.06.2018.

BAG (2019)

Mautdaten Bund, 01.2018-12.2018, Bundesamt für Güterverkehr, Köln, 2019, https://www.bag.bund.de/DE/Navigation/Verkehrsaufgaben/Lkw-Maut/Mauteinnahmen/mauteinnahmen_node.html, abgerufen am 12.06.2019

BAST (2019)

Maut, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2019, www.maut.de, abgerufen am: 12.06.2019.

BDEW (2019a)

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

BDEW (2019b)

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, BDEW-Jahreserhebung auf Basis von Pflichtveröffentlichungen der Netzbetreiber, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2019, unveröffentlicht.

BDEW (2019c)

Presseinformation des BDEW vom 14.08.2019 zur Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2019, <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/20650-oeffentliche-ladepunkte-in-deutschland-zu-wachs-von-ueber-50-innerhalb-eines-jahres/> abgerufen am 15.10.2019.

BDEW (2018)

Jahresvolllaststunden 2010 bis 2017, gesamte Elektrizitätswirtschaft, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2018, https://www.bdew.de/media/documents/Jahresvolllaststunden-2010_2017_o_online_jaehrlich_Ba_26042018.pdf, abgerufen am 11.06.2019.

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.

BMU (2019)

Klimaschutzbericht 2018, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin, 06.02.2019.

BMU (2018)

Klimaschutz in Zahlen: Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Ausgabe 2018, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin, 2018.

BMU (2016)

Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin, 2016.

BMWi (2019a)

Ein Stromnetz für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/netze-und-netzausbau.html>, abgerufen am 10.04.2019.

BMWi (2019b)

Sichere Stromversorgung, Energiewende direkt: Newsletter Energiewende vom 14. Mai 2019, Berlin.

BMWi (2019c)

Vorschlag für Lösung der Netzprobleme im Dreiländereck Bayern, Hessen und Thüringen, Pressemitteilung und Text vom 05.06.2019, Berlin.

BMWi (2019d)

Bundesbericht Energieforschung 2019: Forschungsförderung für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juni 2019.

BMWi (2019e)

Erdgasversorgung in Deutschland, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>, abgerufen am 29.03.2019.

BMWi (2019f)

Die Energie der Zukunft, Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juni 2019.

BMWi (2019g)

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt-xls.html>, abgerufen am 15.05.2019.

BMWi (2019h)

EEG-Umlage 2018: Fakten und Hintergründe, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2018, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eeg-umlage-2019-fakten-hintergruende.pdf?__blob=publicationFile&v=14, abgerufen am 15.05.2019.

BMWi (2019i)

Tempo für den Netzausbau, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/tempo-fuer-den-netzausbau.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 28.08.2019.

EEG BMWi, BSI (2019)

Standardisierungsstrategie zur sektorübergreifenden Digitalisierung nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende, Berlin, 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190129-roadmap-fuer-intelligente-energienetze-der-zukunft.html>, abgerufen am 22.05.2019.

BNetzA (2019a)

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen), Stand: 07.03.2019, Bundesnetzagentur, Bonn, März 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html, abgerufen am 11.06.2019.

BNetzA (2019b)

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur zum erwarteten Zu- und Rückbau 2019 bis 2022, Stand: 07.03.2019, Bundesnetzagentur, Bonn, März 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html, abgerufen am 11.06.2019.

BNetzA (2019c)

Veröffentlichung der EEG-Anlagenstammdaten und der Photovoltaik-Meldezahlen bis 01/2019, Bundesnetzagentur, Bonn, 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html, abgerufen am 28.02.2019.

BNetzA (2019d)

Marktstammdatenregister, Bundesnetzagentur, Bonn, August 2019, <https://www.marktstammdatenregister.de>, abgerufen am 28.08.2019.

BNetzA (2019e)

Beendete Ausschreibungen Windenergie an Land, Bonn, Juni 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Wind_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html, abgerufen am 11.06.2019.

BNetzA (2019f)

Stromnetze zukunftssicher gestalten, Bundesnetzagentur, Bonn, 2019, <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html>, abgerufen am 20.05.2019.

BNetzA (2019g)

Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI), Bonn, 2019, <https://www.netzausbau.de/wissenswertes/pci/de.html>, abgerufen am 20.05.2019.

BNetzA (2019h)

Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) nach dem ersten Quartal 2019, Bundesnetzagentur, Bonn, 2019, https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/BBPlG/BBPlG-Karte.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 20.05.2019.

BNetzA (2019i)

Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem ersten Quartal 2019, Bundesnetzagentur, Bonn, 2019, https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/EnLAG/EnLAG-Karte.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 20.05.2019.

BNetzA (2019j)

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Strom, Bonn, 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/Versorgungsunterbrech_Strom_node.html, abgerufen am 29.03.2019.

BNetzA (2019k)

Quartalsbericht zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen, Gesamtjahr und Viertes Quartal 2018, Bonn, 14.05.2019.

BNetzA (2019l)

Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2019/2020 sowie das Jahr 2022/2023, Bonn, 30. April 2019.

BNetzA (2019m)

Monitoring des Stromnetzausbaus EnLAG / BBPlG / Netzoptimierungsmonitoring / Offshore-Anbindungen Erstes Quartal 2019, Bonn, Mai 2019.

BNetzA (2019n)

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Gas, Bonn, 18.06.2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Gas/Versorgungsunterbr_Gas_node.html, abgerufen am 19.06.2019.

BNetzA (2019o)

EEG in Zahlen, diverse Jahrgänge, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/zahlenunddaten-node.html, abgerufen am 19.06.2019.

BNetzA, BKartA (2018)

Monitoringbericht 2018 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt, Bonn, Stand: 08.02.2019.

Bundesgesetzblatt (2019)

Bundesgesetzblatt Jahrgang Teil I, 2019, Nr. 19 vom 16.05.2019, Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus vom 13. Mai 2019, S. 706-730, <https://www.bgbl.de>, abgerufen am 07.06.2019.

Bundesgesetzblatt (2016)

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 43 vom 01.09.2016, S. 2034, <https://www.bgbl.de>, abgerufen am 22.05.2019.

Deutsche Börse (2019)

Deutsche Börse, CO₂-Emissionsrechte, https://www.boerse-online.de/rohstoffe/historisch/co2-emissionsrechte/euro/1.1.2010_15.5.2019 # Historische Kurse, abgerufen am 15.05.2019.

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).

erdgas.info (2019)

Sonderauswertung der Erdgastankstellen in Hessen, <https://www.zukunft-erdgas.info>, Berlin, 2019.

EU (2019a)

Klima- und Energiepaket 2020, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de, abgerufen am 26.03.2019.

EU (2019b)

Lastenteilung: Emissionsziele der Mitgliedstaaten, https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_de, abgerufen am 26.03.2019.

European Energy Exchange (2019)

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 15.05.2019.

EY (2019)

Barometer der Digitalisierung der Energiewende, Ein neues Denken und Handeln für die Digitalisierung der Energiewende, Berichtsjahr 2018, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Dortmund, Düsseldorf, 2019.

Figgener et al. (2018)

Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0, Jahresbericht 2018, Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, Aachen, 2018, http://www.speichermonitoring.de/fileadmin/user_upload/Speichermonitoring_Jahresbericht_2018_ISEA_RWTH_Aachen.pdf, abgerufen am 11.06.2019.

Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen (2017)

Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen vom 11. Oktober 2017, Nr. 20, Wiesbaden 2017.

h2.live (2019)

Sonderauswertung der Wasserstofftankstellen in Hessen, <https://h2.live/>, Berlin, 2019, abgerufen am 05.02.2019.

HA Hessen Agentur GmbH (2019a)

Ergebnisse der Bevölkerungsvorausschätzung für Hessen und seine Regionen als Grundlagen der Landesentwicklungsplanung, Uwe van den Busch, HA Hessen Agentur GmbH, HA-Report 990, Wiesbaden.

HA Hessen Agentur GmbH (2019b)

E-Bus-Radar Hessen – Einsatz von Bussen mit elektrischem Antrieb im ÖPNV, Dr. Alexander Werner, HA Hessen Agentur GmbH, HA-Report 989, Wiesbaden, 2019.

HEG (2012)

Hessisches Energiegesetz, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Ausgegeben zu Wiesbaden am 30.11.2012, Nr. 23, S. 444-448.

Hessischer Energiegipfel 2011

Abschlussbericht des Hessischen Energiegipfels vom 10. November 2011, Wiesbaden, <https://www.energieland.hessen.de/hessischer-energiegipfel>, abgerufen am 11.06.2019.

Hessische Landesregierung (2018)

Aufbruch im Wandel durch Haltung, Orientierung und Zusammenhalt – Koalitionsvertrag zwischen der CDU Hessen und Bündnis 90 / Die Grünen Hessen für die 20. Legislaturperiode, Wiesbaden, Dezember 2018.

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://integrationskompass.hessen.de/sites/integrationskompass.hessen.de/files/HE_Koalitionsvertrag_2014-2018_final-pdf_0.pdf, abgerufen am 13.06.2019.

HMUKLV (2017)

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

HMUKLV (2018)

Treibhausgasbilanz für das Land Hessen Bilanzjahr 2016, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Oktober 2018, https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuekv/treibhausgasbilanz_2016_final.pdf, abgerufen am 29.07.2019.

HMWEVW (2019)

Bei uns hat Energie Zukunft, www.energieland.hessen.de, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, <https://www.energieland.hessen.de/hessischer-energiegipfel>, abgerufen am 13.06.2019.

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 (2019a)

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, 2019.

HSL (2019b)

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2017, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2019.

HSL (2019c)

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2018, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2019.

HSL (2019d)

Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2011 bis 2018, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2019.

HSL (2014)

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

H2BZ-Initiative Hessen (2019)

Vier weitere Brennstoffzellenbusse für den Industriepark Höchst, HA Hessen Agentur GmbH,
<https://www.h2bz-hessen.de/start>, abgerufen am 19.06.2019.

IE-Leipzig (2019)

Bereitstellung aktueller Daten zur Energieversorgung in Hessen bis zum Jahr 2018, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Juni 2019.

IWU (2018)

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

Jakob und Marschinski (2012)

Interpreting trade-related CO₂ emission transfers, in: Nature Climate Change, September 2012.

KBA (2019)

Fahrzeugbestand nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2018,
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2019_b_umwelt_dusl.html?nn=663524, abgerufen am 14.06.2019.

KfW (2019)

Förderreporte 2009 bis 2019, Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt, 2019,
<https://www.kfw.de/KfW-Konzern/%C3%9Cber-die-KfW/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/>, abgerufen am 15.05.2019.

LBEG (2019)

Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2018, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover, 2019.

LDEW (2019)

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, LDEW Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V., Mainz, 2019.

LIS-A (2019)

LänderInformationssystem für Anlagen, Datenstand 12.07.2019, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2019.

Peters et al. (2011)

Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008, Proceedings of the National Academy of Sciences, Mai 2011.

Projekträger Jülich (2019)

Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Länder im Jahre 2017, Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich, <https://www.ptj.de/ueber-uns/unsere-geschaefsfelder/energie/arbeitsgruppe-energiestrategie/laenderbericht-energieforschung>, abgerufen am 25.07.2019, Jülich 2019.

Schiffer 2019

Zielvorgaben und staatliche Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung, in: Wirtschaftsdienst, Heft 2, Februar 2019, S. 141-147.

Stifterverband (2017)

ar, n'di: Analysen 2017, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2017, SV Wissenschaftsstatistik, Essen, 2017.

UBA DEHSt (2019)

Hinweispapier zur Befreiung von Kleinemittenten gemäß § 16 Emissionshandelsverordnung 2030 Befreiung im Zuteilungszeitraum 2021–2025, Umweltbundesamt – Deutsche Emissionshandelsstelle, Berlin, Mai 2019.

Umweltbundesamt (2016a)

Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden?, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2016, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte_wie_koennen_sie_effektiv_begrenzt_werden_handbuch.pdf, abgerufen am 20.08.2019.

Umweltbundesamt (2016b)

Die Treibhausgase, 15.01.2016, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>, abgerufen am 21.03.2019.

Umweltbundesamt (2001)

Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2001.

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 (2018)

EEG-Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung 2017, <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, abgerufen am 11.06.2019.

ÜNB (2019)

Bericht der deutschen Übertragungsnetzbetreiber zur Leistungsbilanz 2017-2021, <https://www.netztransparenz.de/Weitere-Veroeffentlichungen/Leistungsbilanzbericht>, abgerufen am 19.07.2019.

VGRdL (2019)

Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2018, Reihe 1, Band 1, (Hrsg.): Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“, <https://www.statistik-bw.de/VGRdL/tbls/?lang=de-DE>, abgerufen am 15.05.2019.

Wood et.al. (2019)

Beyond peak emission transfers: historical impacts of globalization and future impacts of climate policies on international emission transfers, in: Climate Policy, Juni 2019, <https://www.tandfonline.com/loi/tcpo20>, abgerufen am 15.10.2019.

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 (2018)

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

ZSW (2019a)

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2019, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2019, unveröffentlicht.

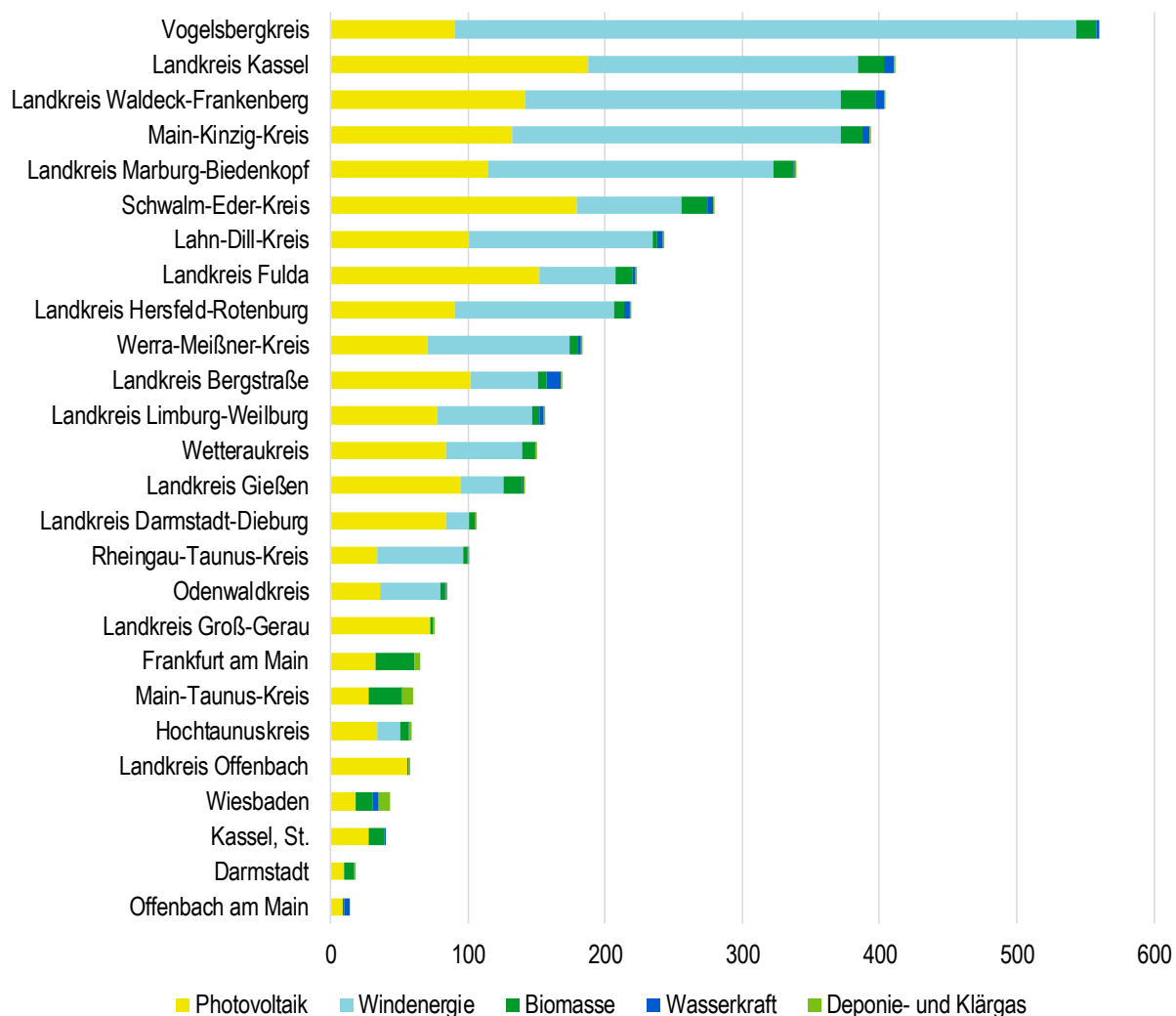
ZSW (2019b)

Sonderauswertung der Patentstatistik des Deutschen Patent- und Markenamtes (Stand: 18.07.2019), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2019, unveröffentlicht.

Anhang

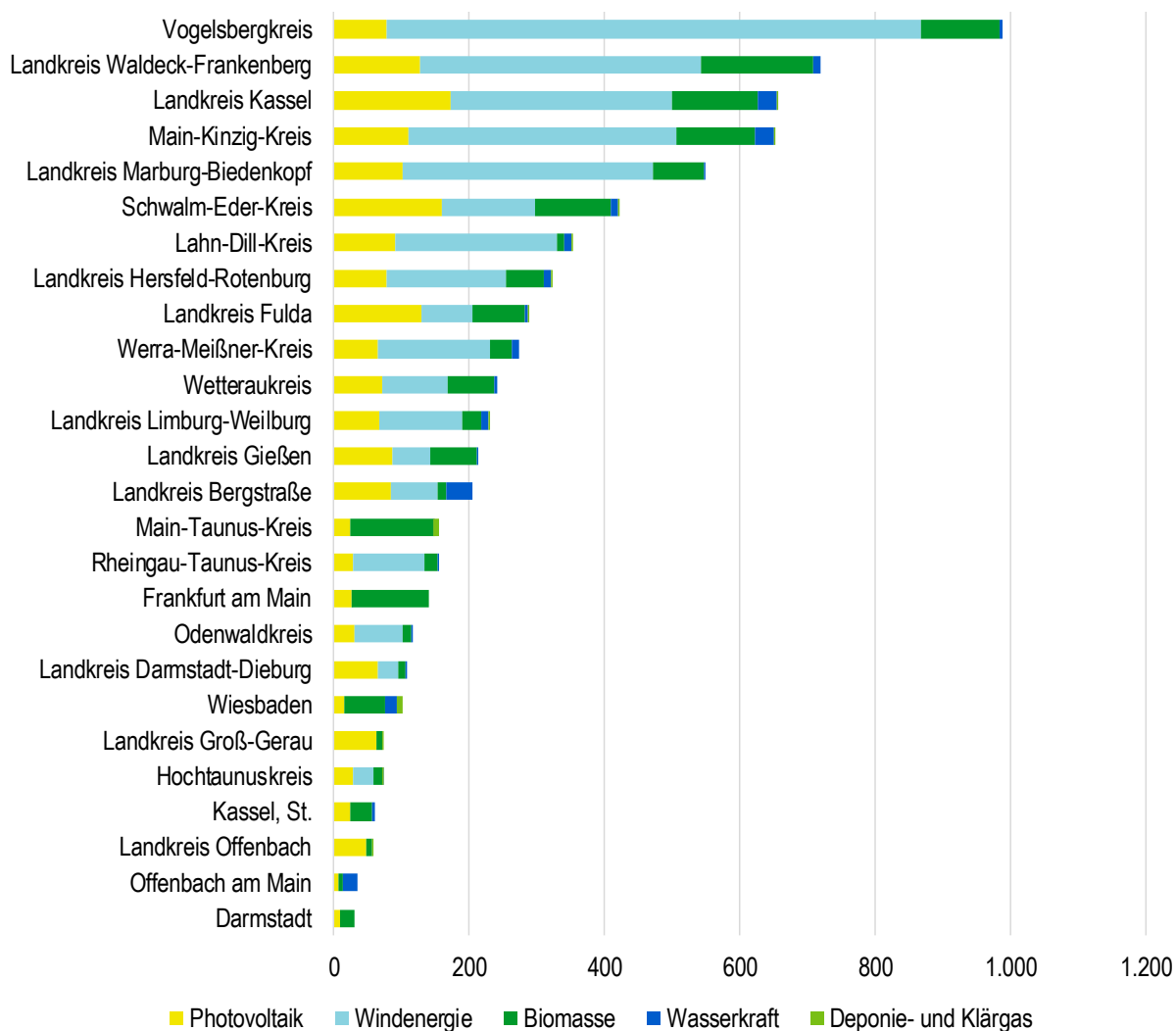
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern

A 1.1 Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2018 nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: BNetzA 2019c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

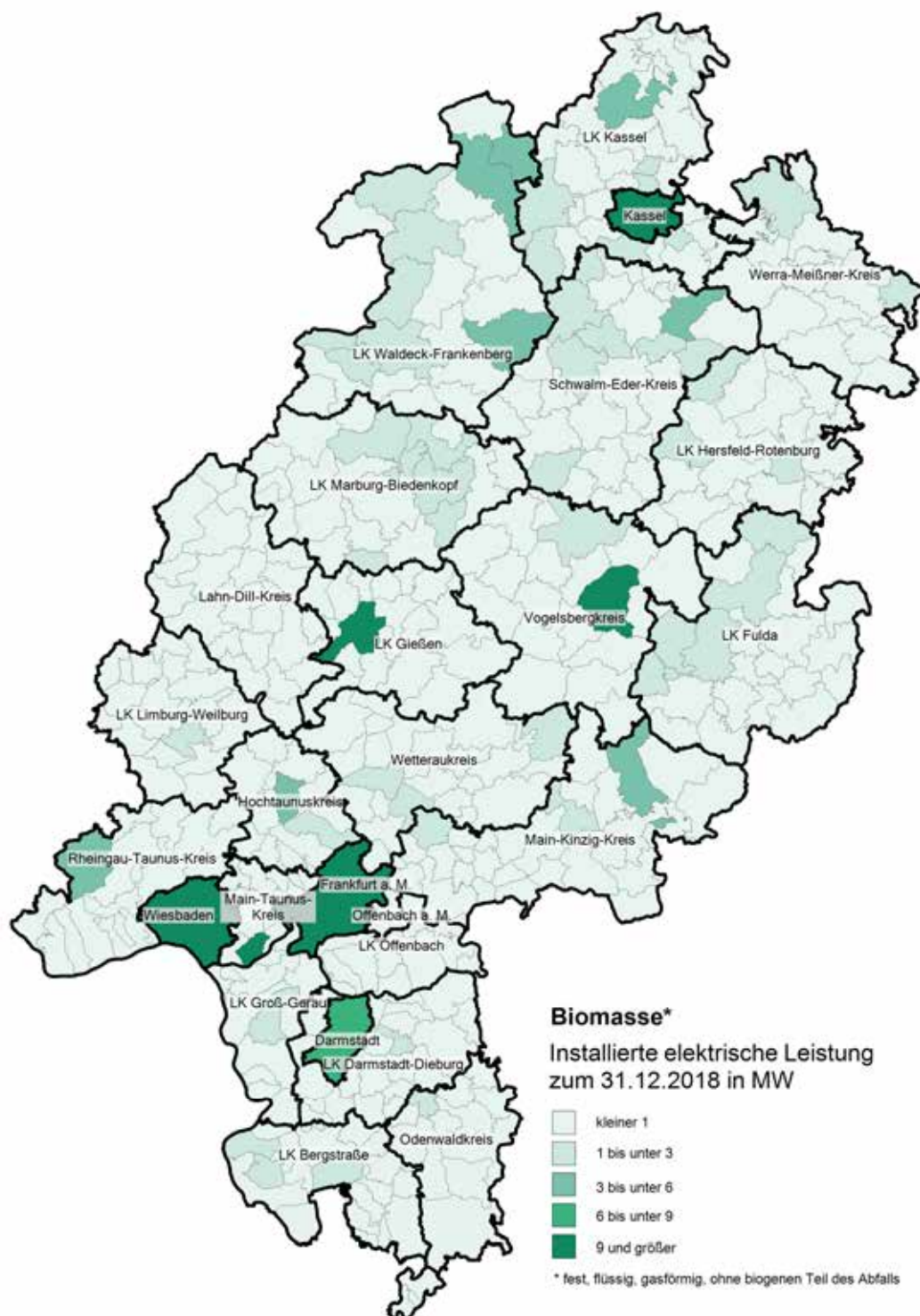
A 1.2 Erzeugte und eingespeiste Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2018 nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



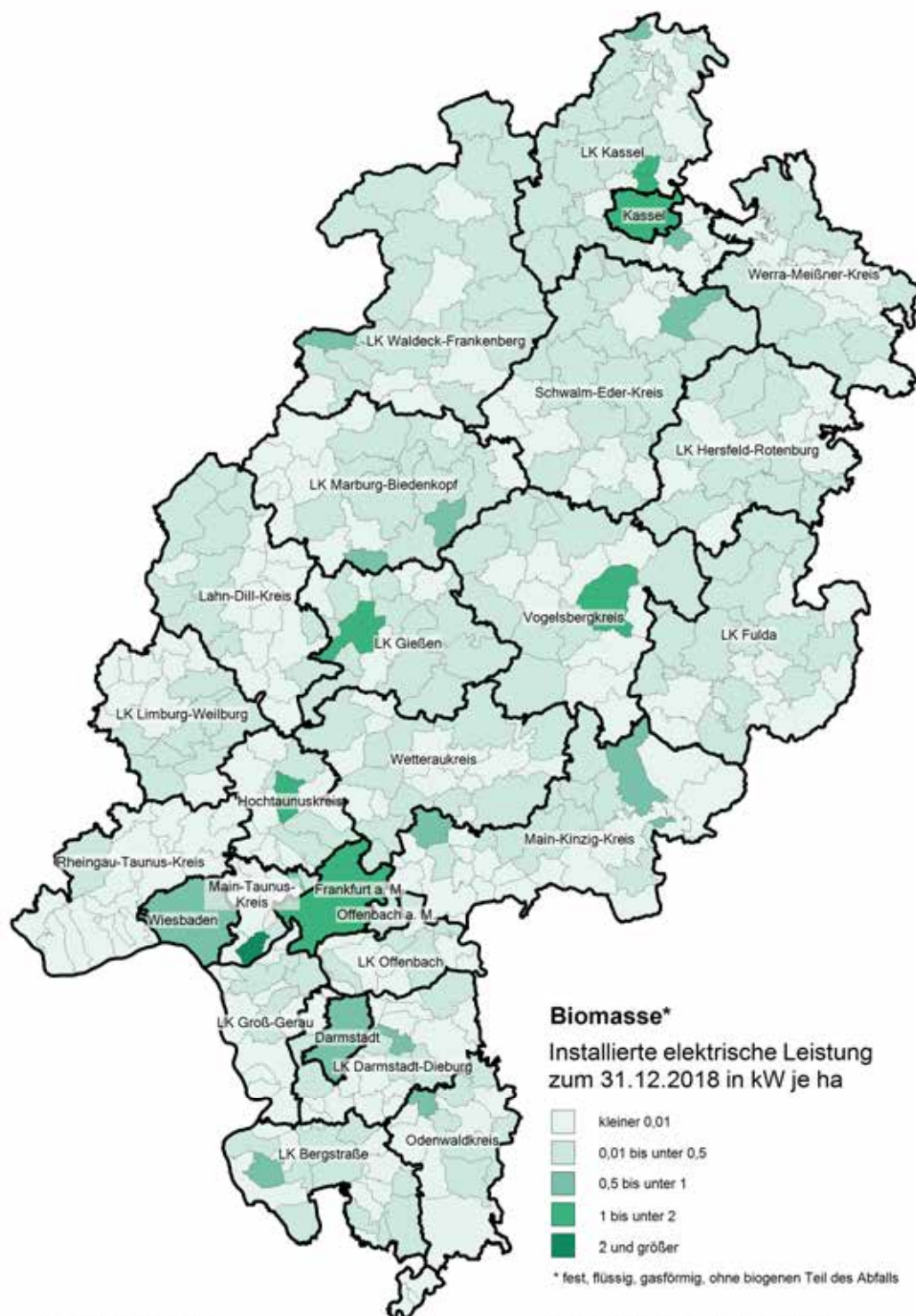
Quelle: IE-Leipzig 2019.

A 2 Biomasseanlagen

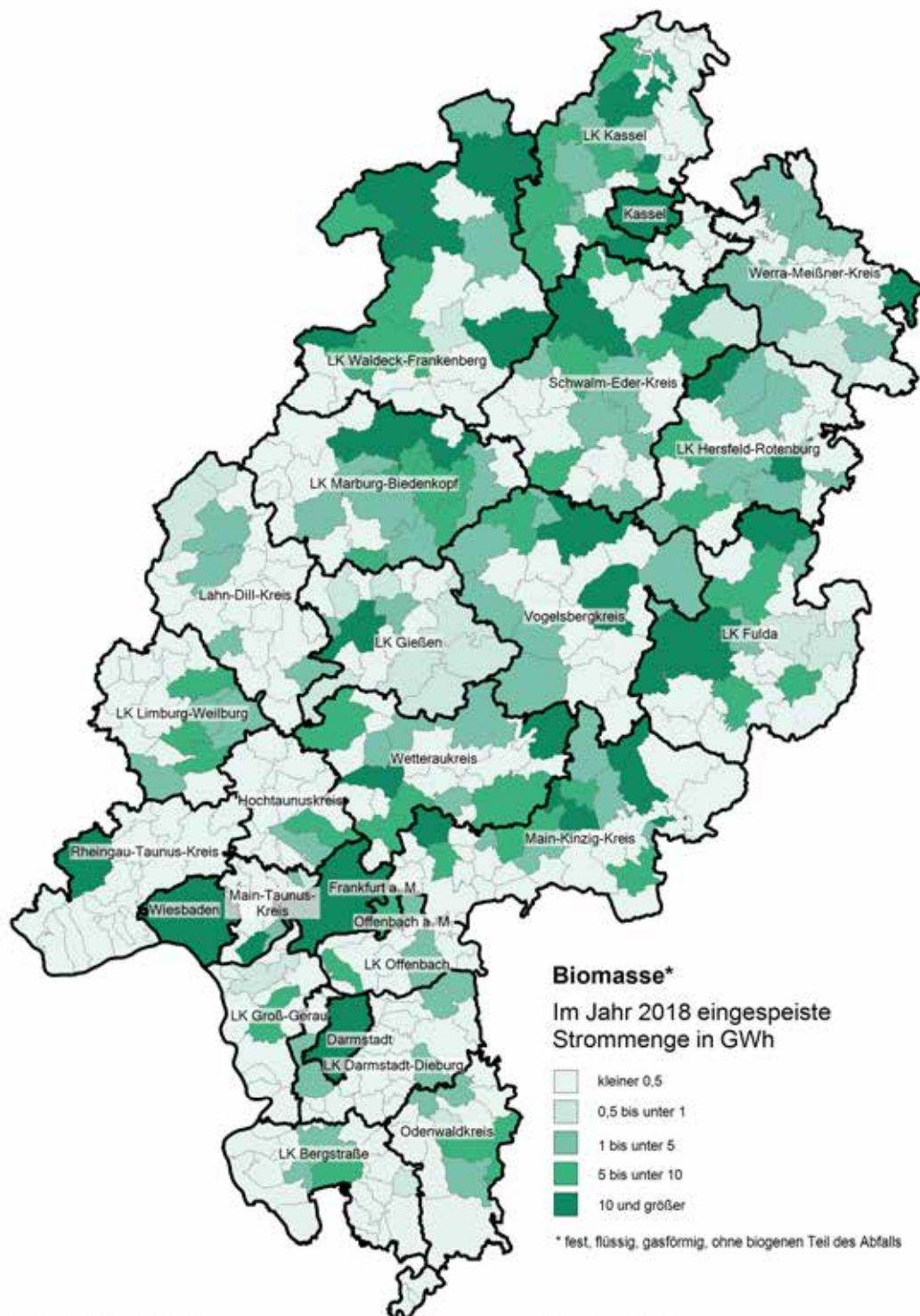
A 2.1 Installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



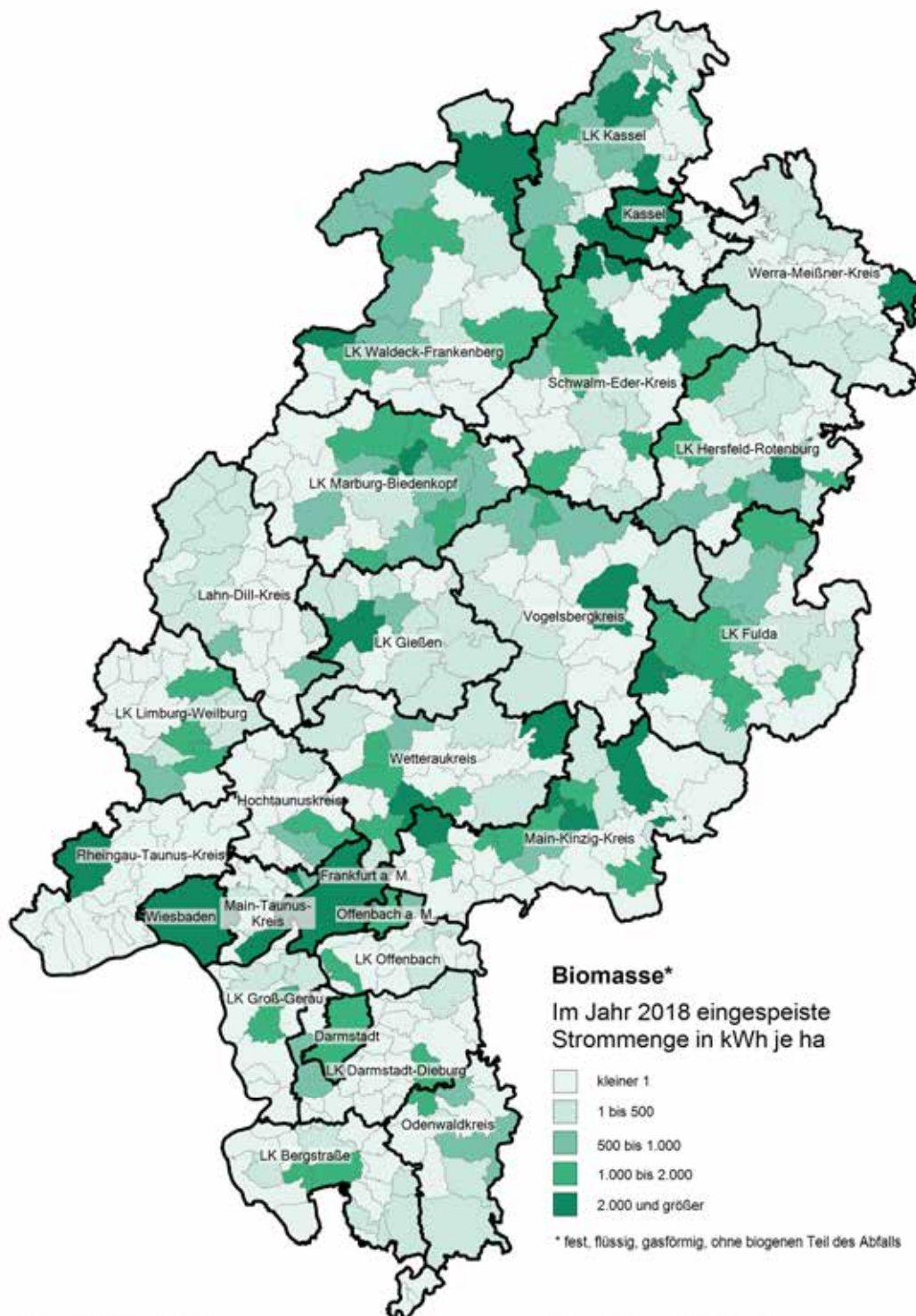
A 2.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



A 2.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Biomasseanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden

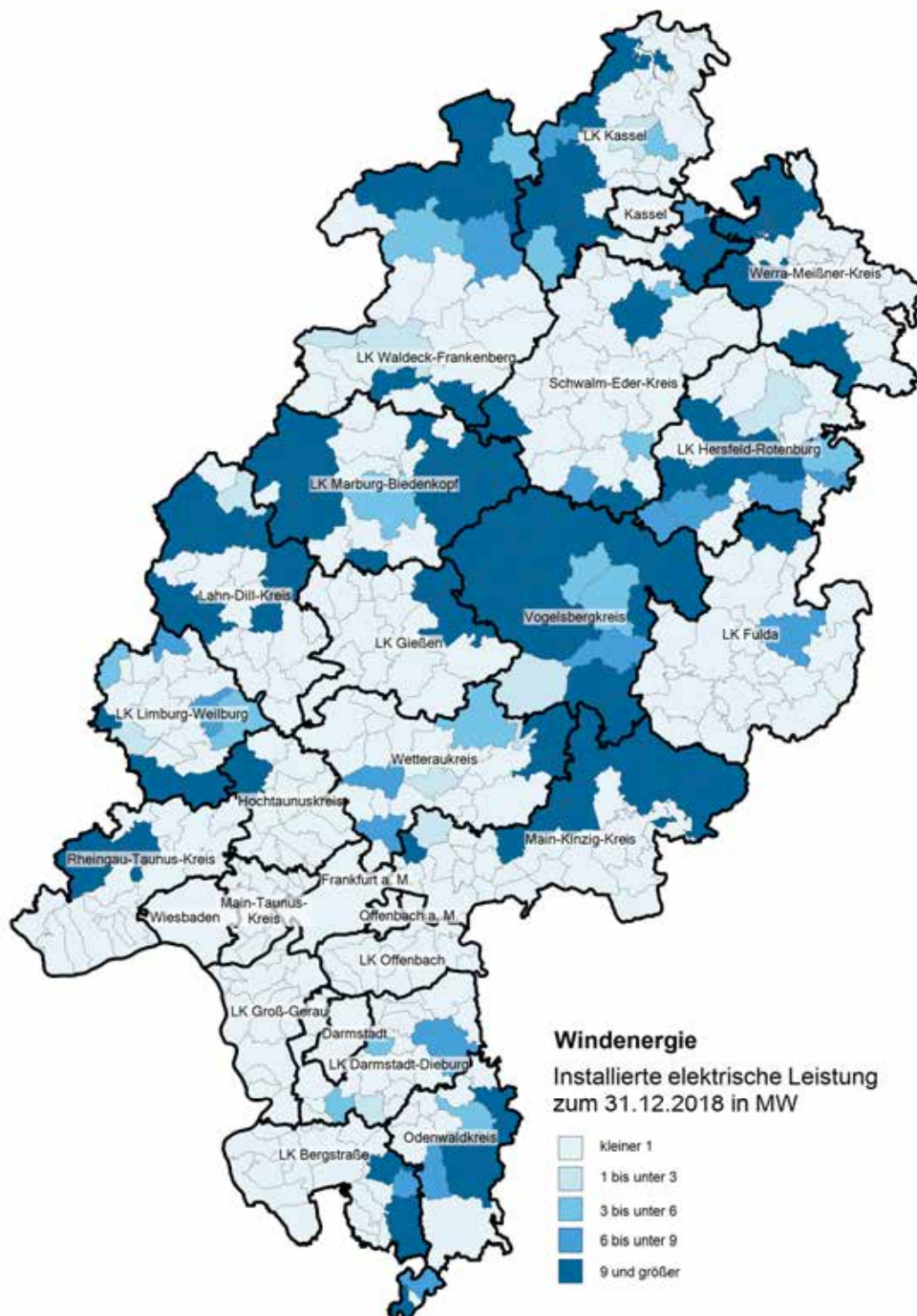


A 2.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden

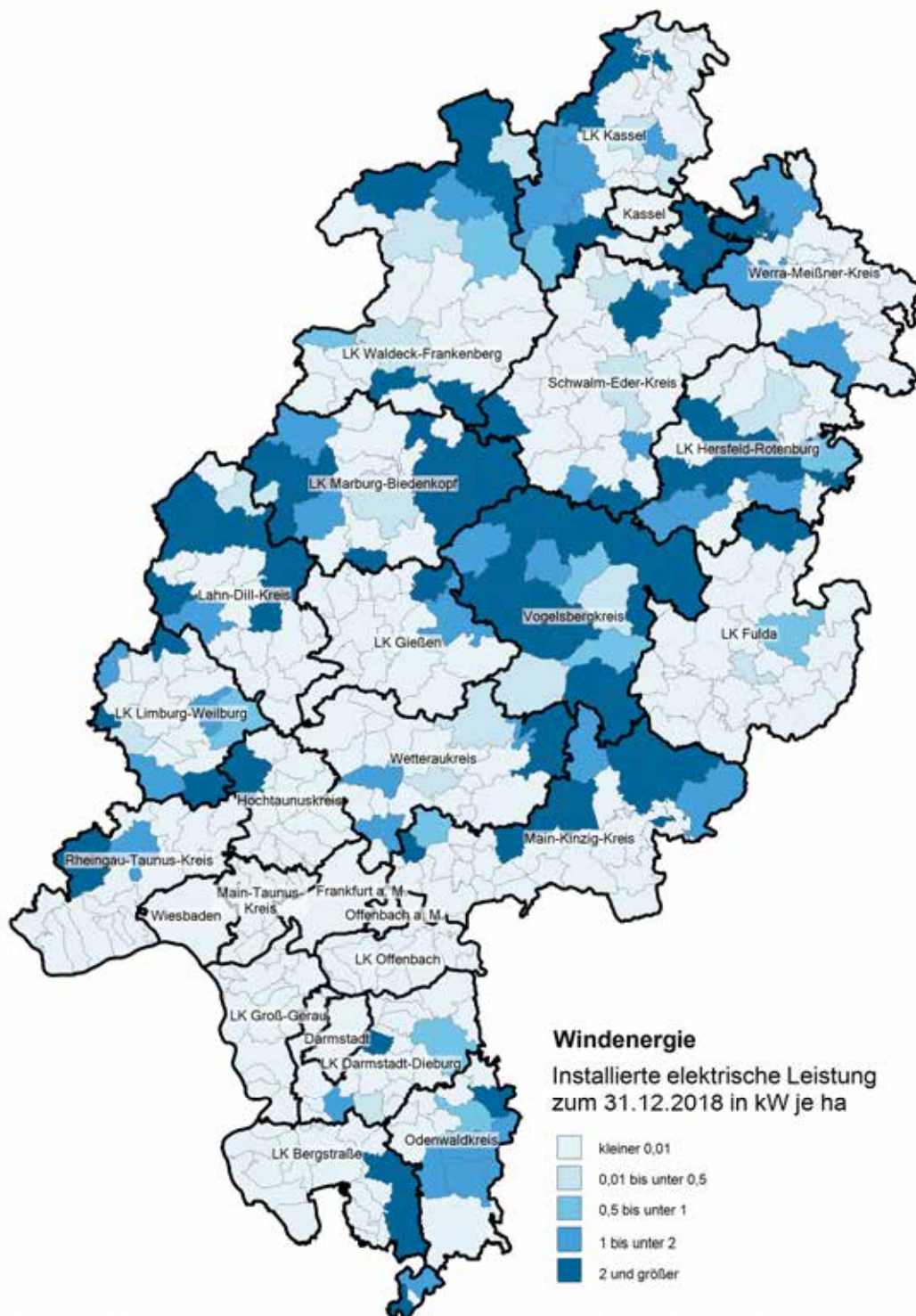


A 3 Windenergieanlagen

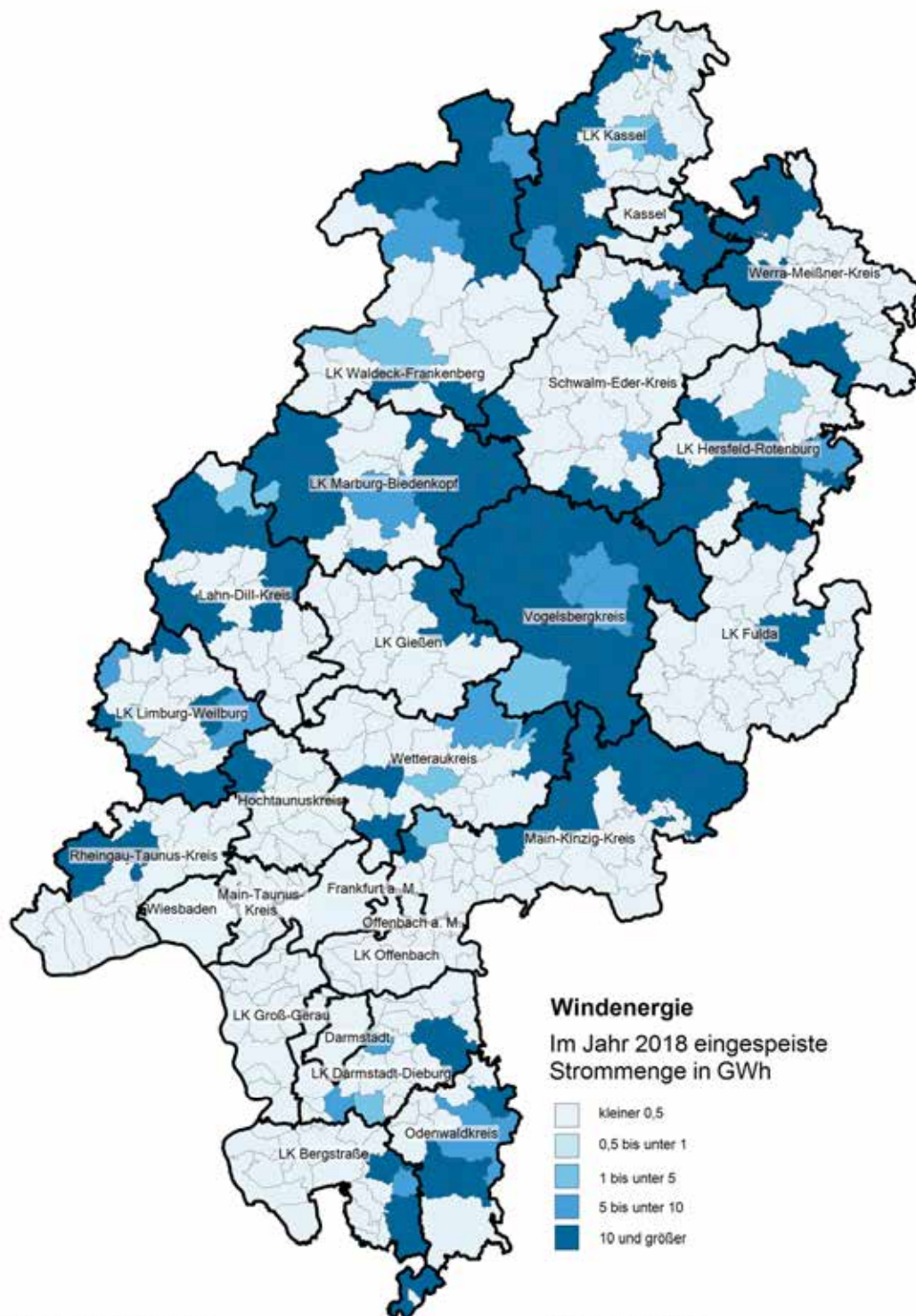
A 3.1 Installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



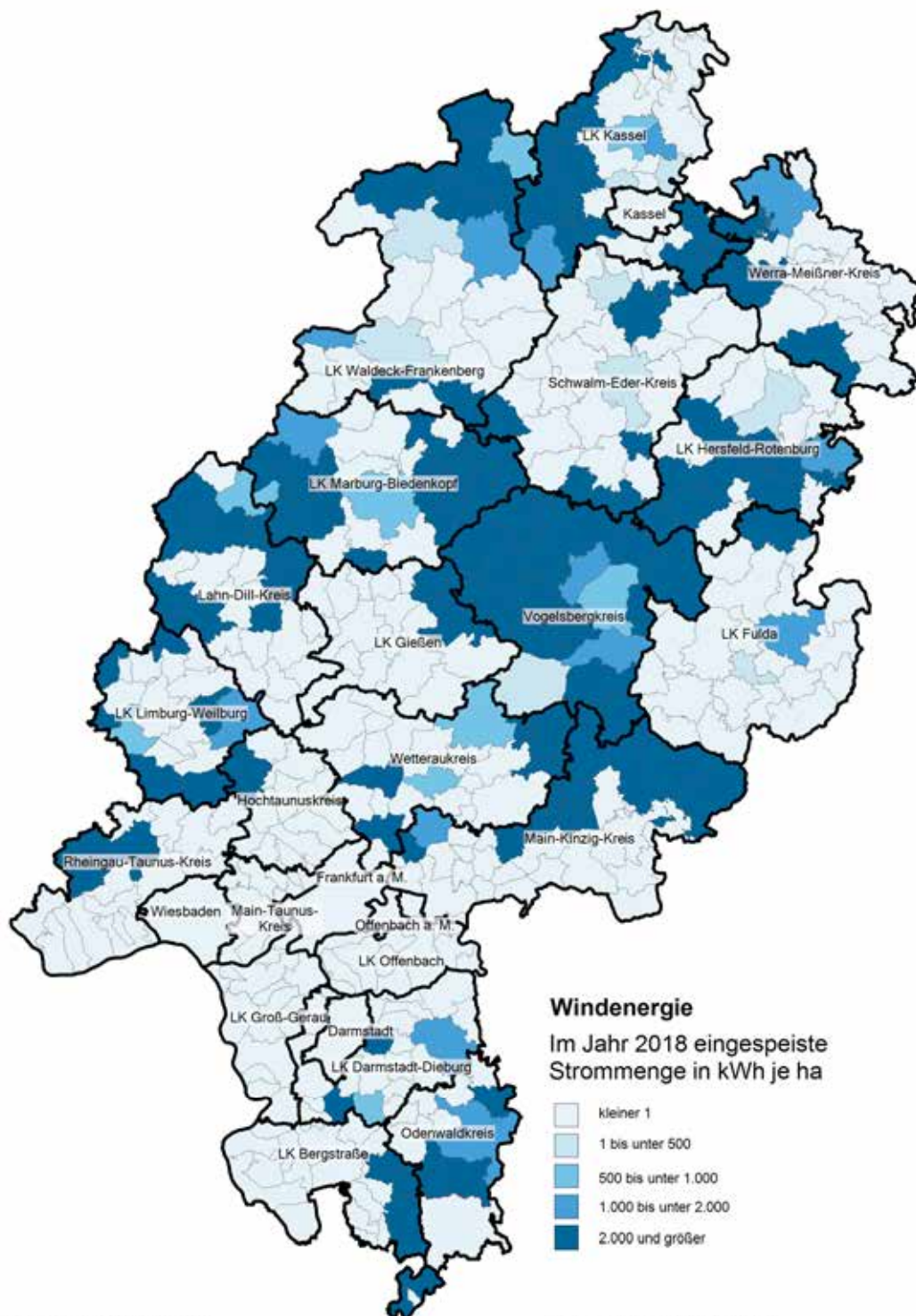
A 3.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



A 3.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Windenergieanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden

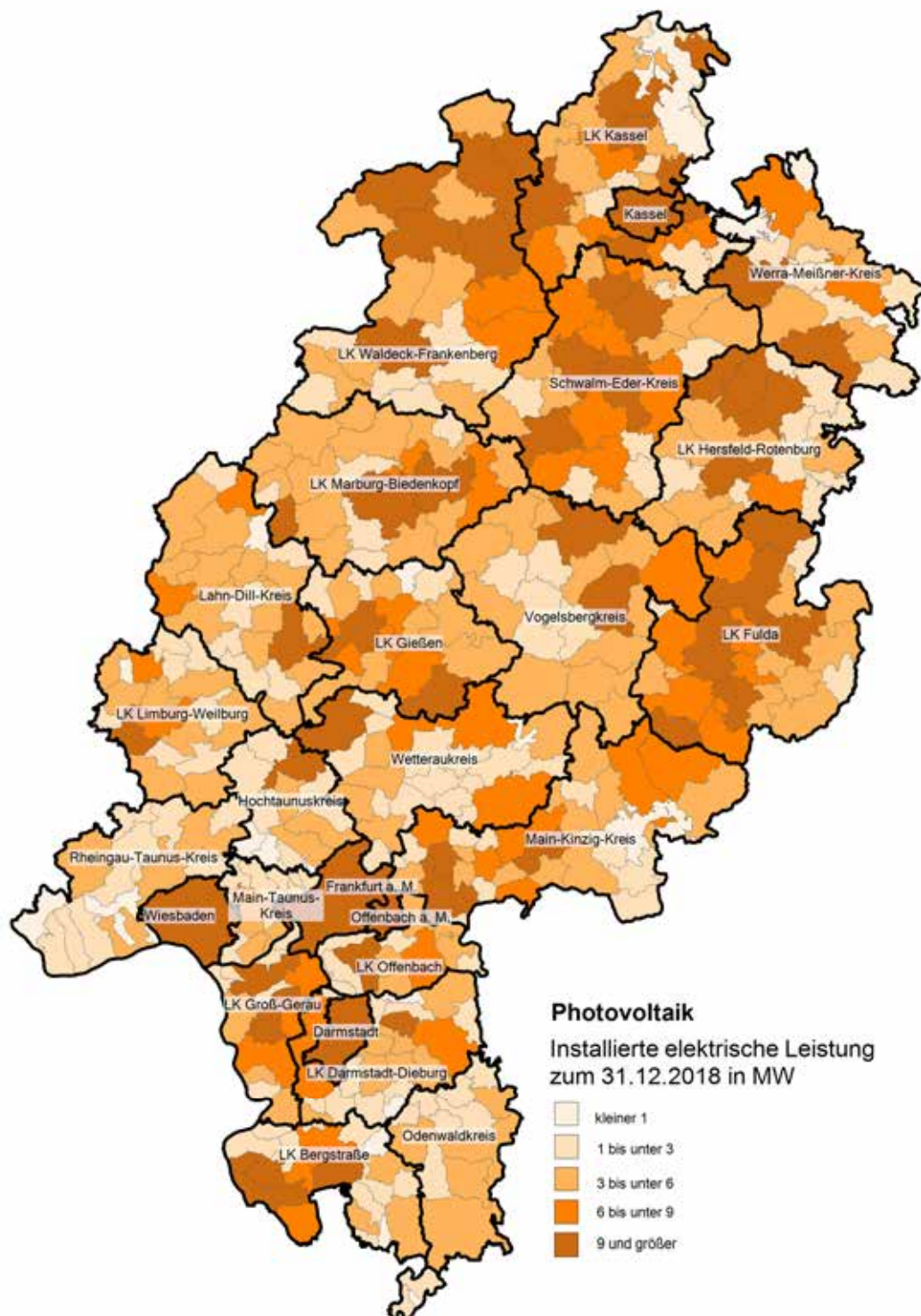


A 3.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden

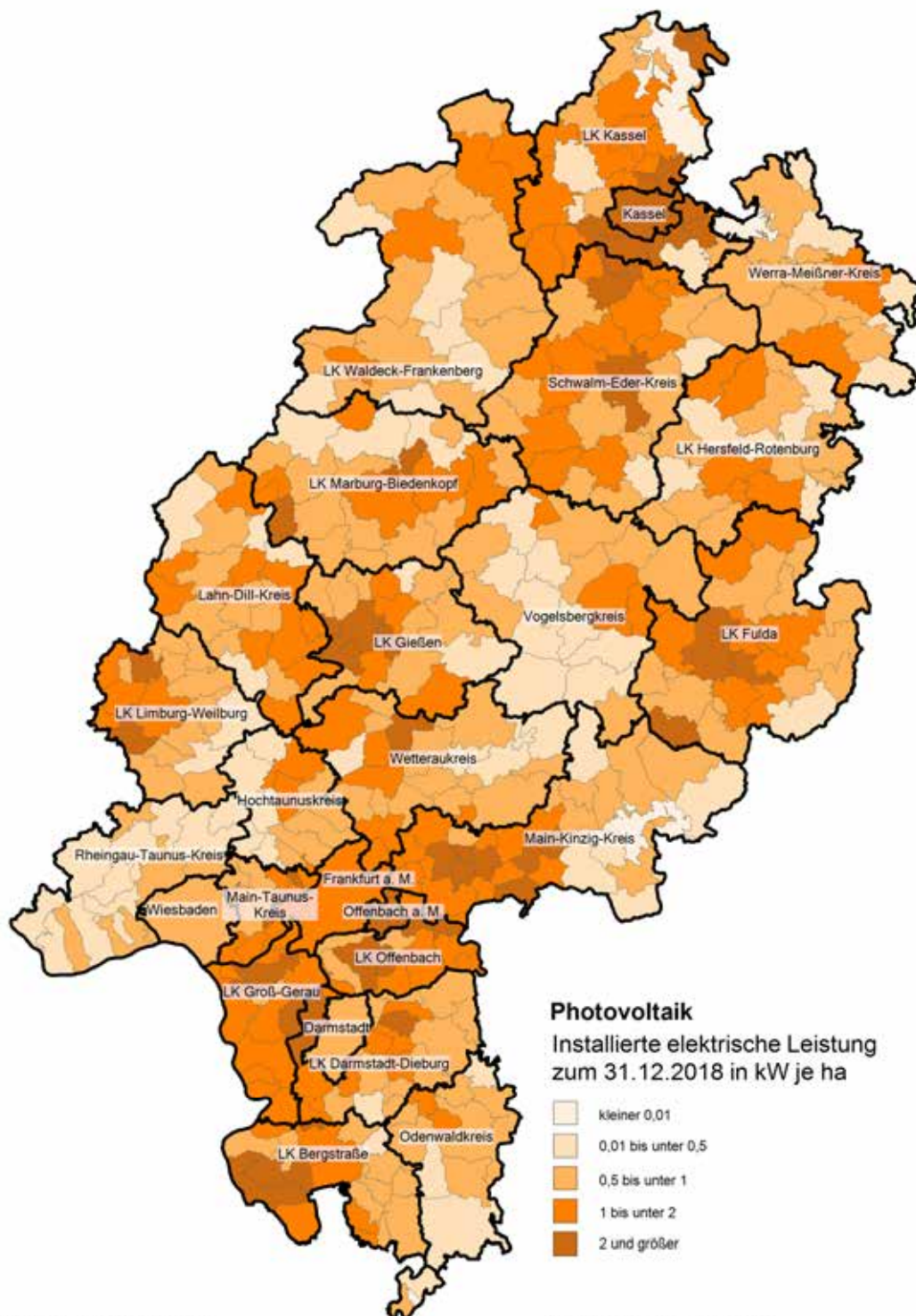


A 4 Photovoltaikanlagen

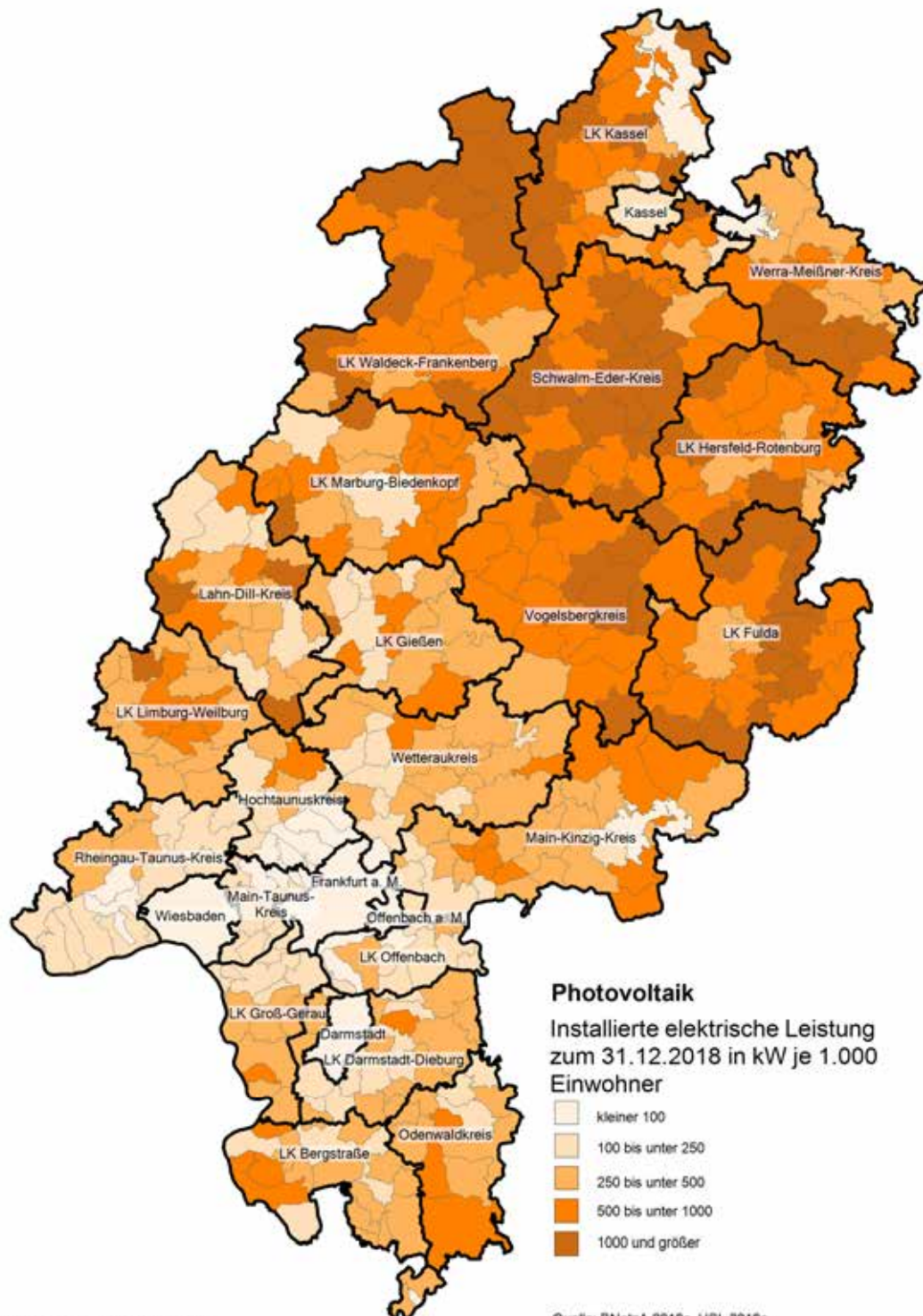
A 4.1 Installierte elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



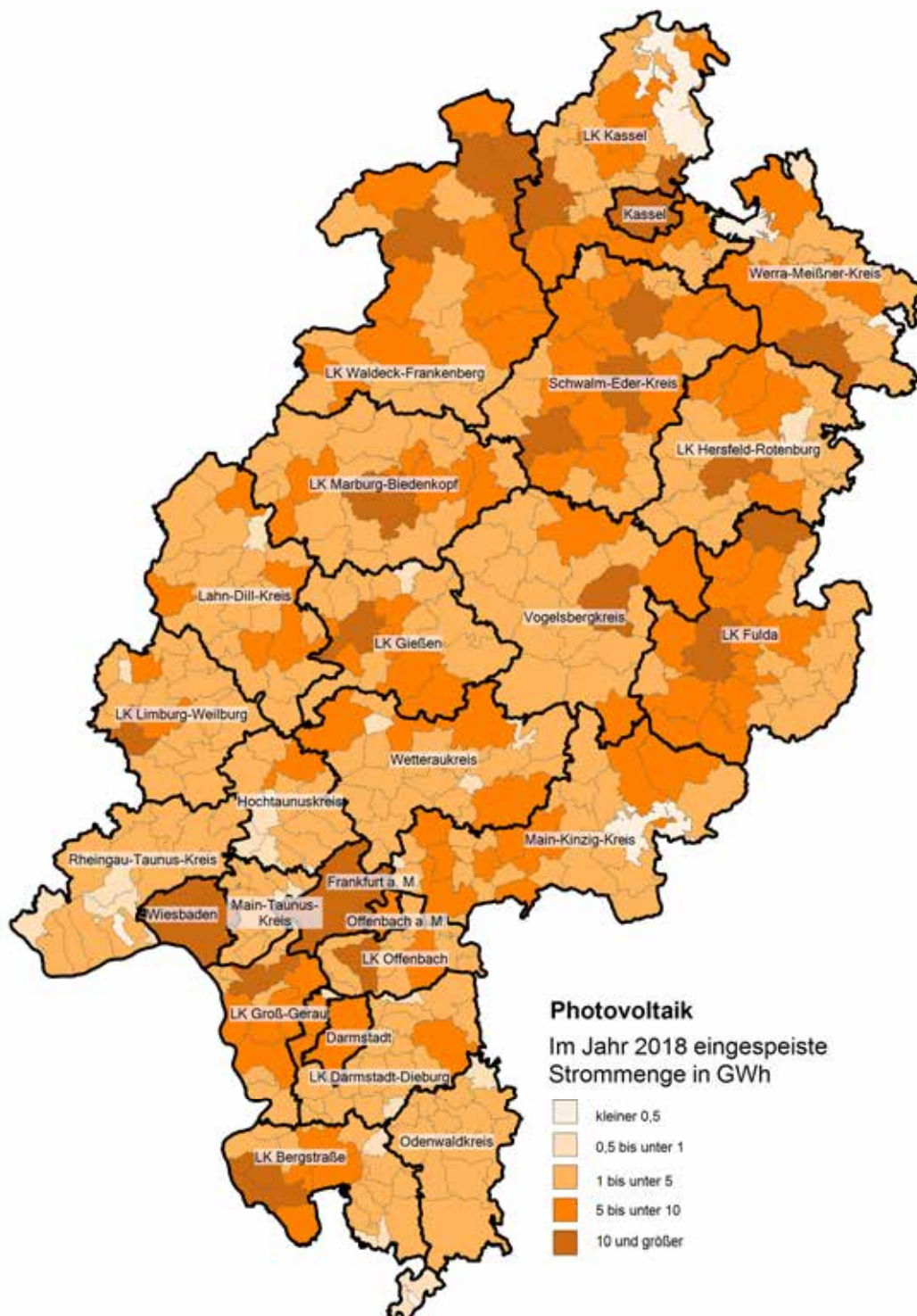
4.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



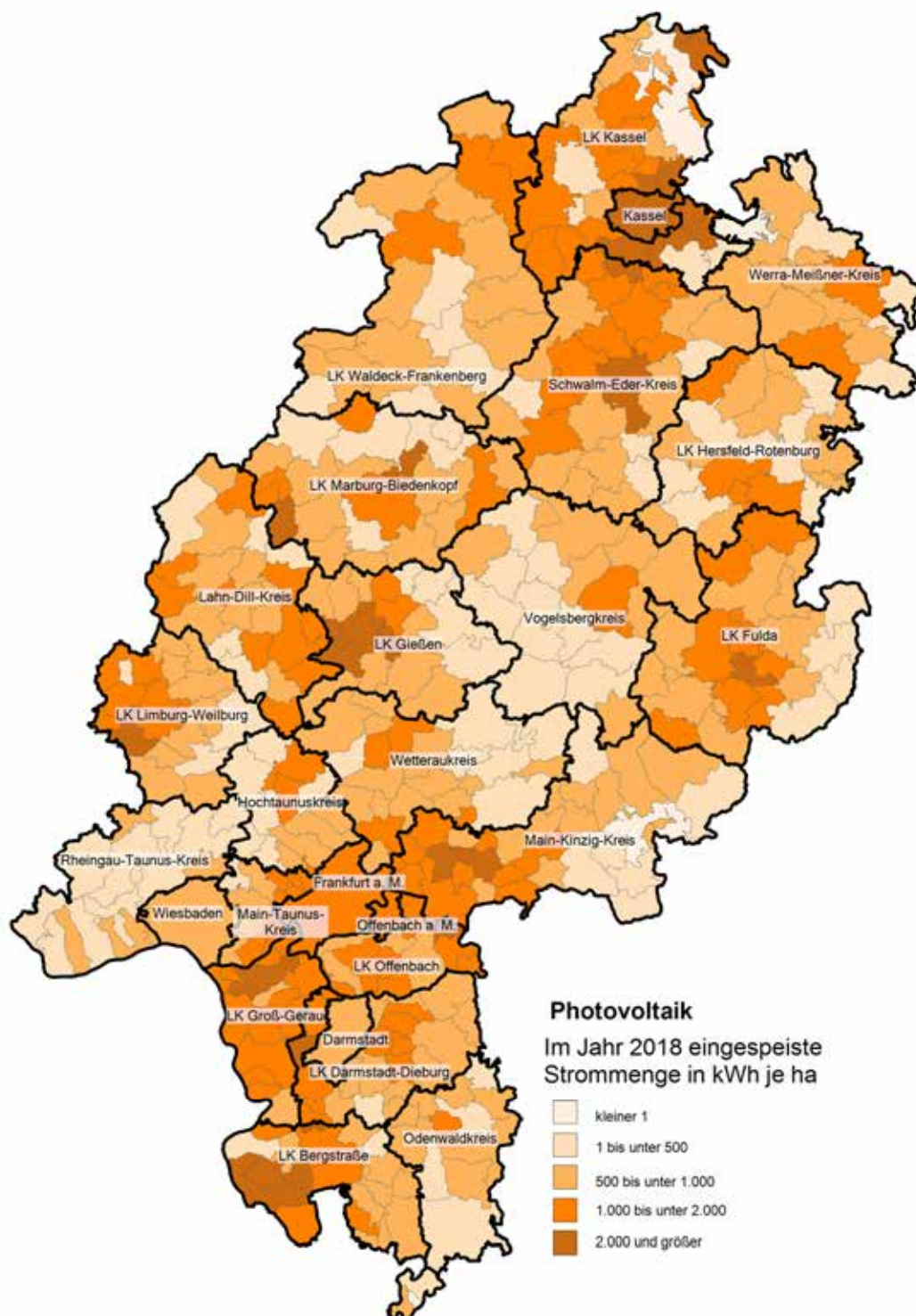
A 4.3 Installierte elektrische Leistung je 1.000 Einwohner von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2018 in den hessischen Gemeinden



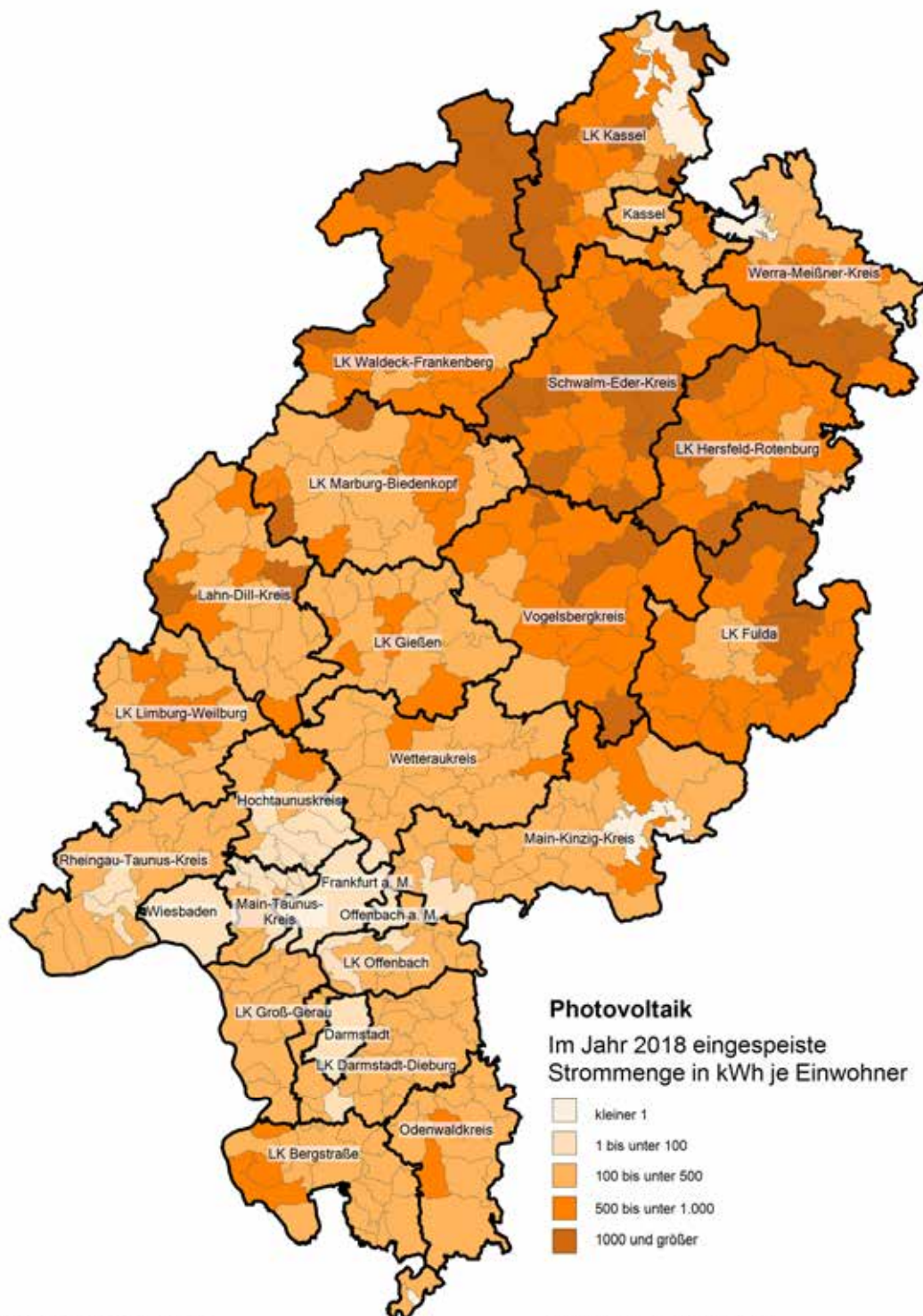
A 4.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Photovoltaikanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden



A 4.5 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden



A 4.6 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je Einwohner von Photovoltaikanlagen im Jahr 2018 in den hessischen Gemeinden



Impressum

Herausgeber

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
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

Redaktion

Rüdiger Schweer, Johannes Grübel: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Dr. Anne-Katrin Wincierz, Tobias Lentz, Peer Pfennig: Hessisches Statistisches Landesamt

Stand

Dezember 2019

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 leichten 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

only_kim - stock.adobe.com (Titel oben), NagaetsAlex – stock.adobe.com (Titel unten), Yuganov Konstantin; stock.adobe.com (S. 8), Tanklager Ginsheim-Gustavsburg – Christof Mattes (S. 13), Windpark Schöneck – Christof Mattes (S. 26), Martin Debus - stock.adobe.com (S. 34), Wasserkraftwerk Ginsheim-Gustavsburg – Christof Mattes (S. 46), Auning - stock.adobe.com (S. 60), LandesEnergieAgentur (S. 75), travelview - stock.adobe.com (S. 85), luchschen – adobe.stock.com (S. 93), pete pahham - stock.adobe.com (S. 118).

Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden

Auflage

500

Bestellung

Download im Internet unter: www.wirtschaft.hessen.de
erscheint auch als HA-Report Nr. 995 (www.hessen-agentur.de/mediathek)



Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Energie, Verkehr und Wohnen

Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden

www.wirtschaft.hessen.de



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH