



# ENERGIEWENDE IN HESSEN

MONITORINGBERICHT 2020





# **Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2020**



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Energieverbrauch und Energieeffizienz</b> .....	<b>14</b>
3.1 Primärenergieverbrauch .....	14
3.2 Endenergieverbrauch .....	16
3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung .....	20
3.4 Energieeffizienz .....	22
<b>4 Erneuerbare Energien</b> .....	<b>28</b>
4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch .....	28
4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch .....	29
<b>5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch</b> .....	<b>35</b>
5.1 Endenergieverbrauch für Wärme .....	35
5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch .....	36
5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden .....	38
5.4 Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor .....	42
<b>6 Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung</b> .....	<b>48</b>
6.1 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung .....	48
6.2 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung .....	60
6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung .....	62
<b>7 Netzausbau und Versorgungssicherheit</b> .....	<b>67</b>
7.1 Stromnetzbestand und -ausbau .....	67
7.2 Digitalisierung der Netze .....	74
7.3 Investitionen in Stromnetze .....	75
7.4 Versorgungssicherheit im Bereich der Stromnetze .....	75
7.5 Gasverteilnetz .....	79
7.6 Fernwärmenetz .....	81
<b>8 Verkehr und Elektromobilität</b> .....	<b>84</b>
8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor .....	84
8.2 Elektromobilität .....	89
<b>9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen</b> .....	<b>94</b>
9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen .....	94
9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen .....	96
9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität .....	96
9.4 Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren .....	97
<b>10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende</b> .....	<b>101</b>
10.1 Energiekosten und Energiepreise .....	101
10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz .....	109
10.3 Beschäftigung im Energiebereich .....	111
10.4 Forschung und Entwicklung .....	112
<b>11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung</b> .....	<b>117</b>
<b>12 Ausblick</b> .....	<b>129</b>

	Seite
<b>Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>131</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>135</b>
<b>Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren.....</b>	<b>138</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>139</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis .....</b>	<b>147</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>155</b>
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern .....	157
A 2 Biomasseanlagen.....	159
A 3 Windenergieanlagen.....	163
A 4 Photovoltaikanlagen.....	167
<b>Impressum .....</b>	<b>173</b>

## Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



Hessen ist im Jahr 2019 bei der Energiewende weiter vorangekommen: Erstmals erzeugten die erneuerbaren Energien in unserem Bundesland mehr Strom als die konventionellen Anlagen. Zum gesamten Bruttostromverbrauch trugen sie 24,9 Prozent bei, so dass wir das Ziel einer Verdoppelung im

Vergleich zum Jahr 2013 erreicht haben – eine Etappe auf dem Weg zu einem vollständigen Ausstieg aus fossilen und atomaren Quellen bis zum Jahr 2050.

Der sechste Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen zeigt jedoch auch deutlich, dass der Ausbau der Windenergie aufgrund verfehlter bundespolitischer Entscheidungen im Jahr 2019 geradezu eingebrochen ist. Immerhin ist für 2020 wieder mit einer deutlichen Steigerung zu rechnen.

Ungebrochen ist der Boom der Photovoltaik. Dies betrifft nicht nur Groß-Anlagen, sondern auch Dachanlagen, die mit hohem Wertschöpfungspotenzial Strom und Wärme für den einzelnen Hausbesitzer erzeugen. Das Hessische Solar-Kataster erfreut sich als kostenfreies Beratungs- und Berechnungsinstrument größter Beliebtheit und ist damit ein wichtiger Teil der Solarstrategie unseres Landes. Mittlerweile haben über 270.000 Bürgerinnen und Bürger davon Gebrauch gemacht.

Es besteht kein Zweifel, dass die Digitalisierung unseres Alltags und die Elektrifizierung des Verkehrs den Strombedarf steigern werden. Hessen wird daher weiter in den Ausbau der erneuerbaren Energien und in die Energieeffizienz investieren. Eine weitere große Aufgabe ist die Wärmewende, denn gut ein Drittel (36 Prozent) des gesamten hessischen Endenergieverbrauchs entfällt auf den Wärmesektor. Auch dort engagiert sich die Landesregierung.

Der sechste Monitoringbericht bietet viel Wissenswertes zur Umsetzung der Energiewende in Hessen. Neben Zahlen und Tabellen finden Sie dort auch ausgewählte beispielhafte Projekte und einen Überblick über die Maßnahmen der Hessischen Landesregierung.

Mein Dank gilt im Besonderen den Autorinnen und Autoren sowie allen Beteiligten aus Verbänden und Forschungseinrichtungen, die an der Entstehung des Berichts mitgewirkt haben.

Ich wünsche Ihnen eine anregende und informative Lektüre.



Tarek Al-Wazir

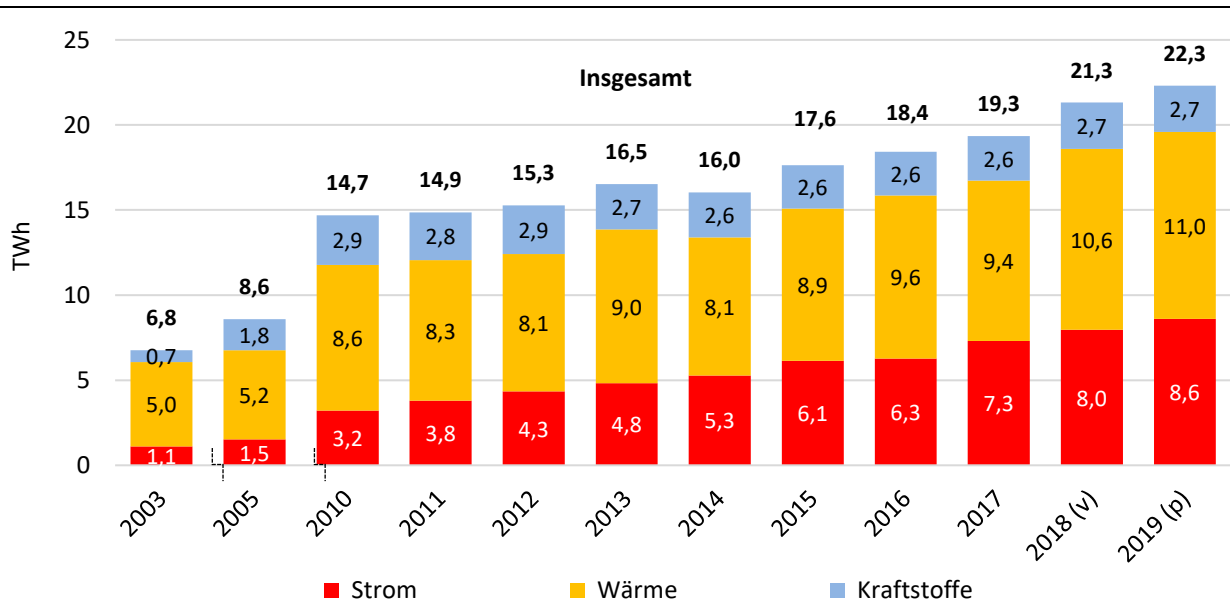
Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

## Zusammenfassung

Der sechste Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen betrachtet wieder eine Vielzahl von Indikatoren zu den Themenbereichen Energieverbrauch und Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch, Netzausbau und Versorgungssicherheit, Verkehr und Elektromobilität, Treibhausgasemissionen sowie gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Der Berichtszeitraum umfasst bei Verfügbarkeit der entsprechenden Daten den Zeitraum von 2000 bis 2019 und zum Teil bis zum ersten Halbjahr 2020.

Nach Schätzungen des Leipziger Instituts für Energie (IE-Leipzig) lag der **Beitrag der erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch** in Hessen im Jahr 2019 bei 22,3 Terawattstunden (TWh) (siehe Abbildung 1). Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beläuft sich auf 1 TWh bzw. +4,7 Prozent. Dieser Zuwachs verteilt sich zu etwa zwei Drittel auf Strom (0,64 TWh) und zu einem Drittel auf Wärme (0,36 TWh). Der Verbrauch erneuerbarer Kraftstoffe blieb hingegen nahezu unverändert auf dem Vorjahresniveau.

**Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2019 (in TWh)**



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

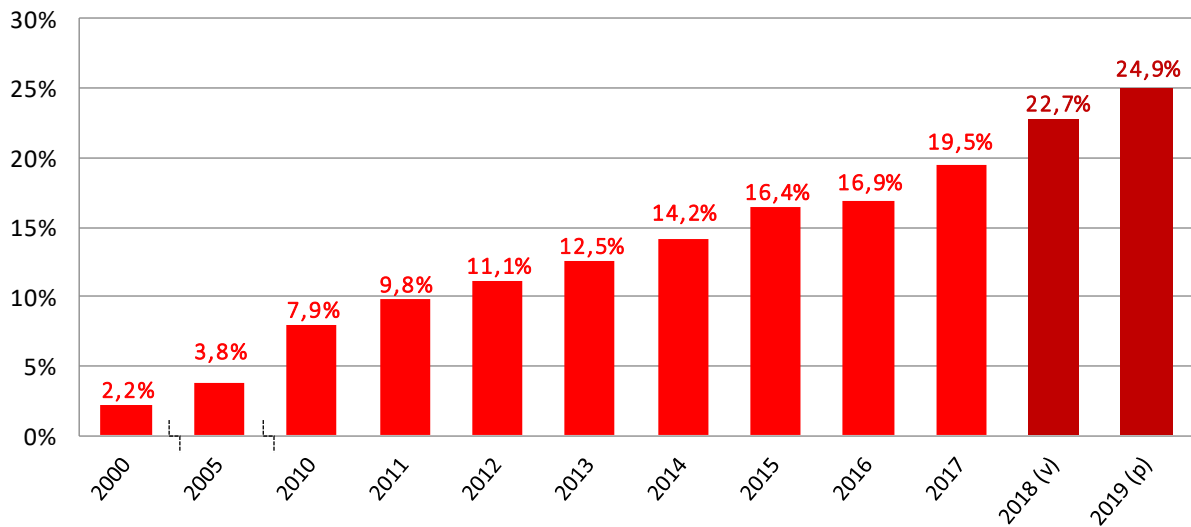
Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Der **Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch** lag unter Berücksichtigung des zugeschätzten PV-Selbstverbrauchs (der in Abbildung 1 nicht erfasst ist) bei 24,9 Prozent. Damit konnte die im Koalitionsvertrag zur 19. Legislaturperiode angestrebte Verdopplung

des Anteilswertes von 12,5 Prozent im Jahr 2013 auf 25 Prozent im Jahr 2019 erreicht werden (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2: Anteilentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2019\* (in %)**

\* Seit 2018 wird der Wert einschließlich des zugeschätzten PV-Selbstverbrauchs ausgewiesen (siehe dazu auch die Erläuterungen in Kapitel 4.2).

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Im Jahr 2019 überstieg die Stromerzeugung von erneuerbaren Energieanlagen erstmals die Stromerzeugung von konventionellen Energieanlagen. Einen wesentlichen Beitrag dazu leisteten die hessischen **Windenergieanlagen**, die mit 4.462 GWh deutlich mehr Strom erzeugten als im Vorjahr (+628 GWh bzw. +16,4 %). Ursächlich dafür war ein guter Windertrag im Jahr 2019 sowie der ganzjährige Betrieb der im Jahr 2018 zugebauten 76 Anlagen. Hingegen war beim Zubau im Jahr 2019 ein regelrechter Einbruch zu beobachten, lediglich vier Anlagen mit einer Leistung von 13,8 Megawatt (MW) gingen neu in Betrieb. Zum Vergleich: Die Zubauraten der Vorjahre liegen zwischen 230 und 300 MW. Der Flaute bei der Windenergie steht ein regelrechter Boom beim Zubau von **Photovoltaikanlagen** gegenüber. Mit einem Zubau von 147 MW wurden die entsprechenden Werte der Vorjahre (2018: 114 MW, 2017: 74 MW) mit Abstand übertroffen. Insgesamt verzeichneten die erneuerbaren Energieanlagen in Hessen im Jahr 2019 einen Leistungszuwachs in Höhe von 172 MW. Dieser bleibt deutlich hinter dem Leistungszuwachs des Vorjahres (+348 MW) zurück. Der für das erste Halbjahr 2020 vorliegende Wert in Höhe von 168 MW deutet wieder auf einen höheren Zubau im Jahr 2020 hin.

Das IE-Leipzig schätzt für Hessen für das Jahr 2019 einen **Primärenergieverbrauch** (PEV) in Höhe von 867,6 Petajoule (PJ). Das sind 8,2 PJ bzw. 0,9 Prozent mehr als im Vorjahr. Auch der **Endenergieverbrauch** (EEV) ist nach erster Schätzung im Jahr 2019 um 11,7 PJ bzw. 1,5

Prozent auf insgesamt 805,9 PJ angestiegen. Als treibende Faktoren sind die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung, ein leichter Anstieg der Bevölkerung um 21.200 Einwohner sowie ein Anstieg des realen Bruttoinlandsprodukts um 1,1 Prozent zu nennen.

Nach Bereinigung der Witterungseffekte ist der temperaturbereinigte PEV um 0,5 Prozent gesunken und der temperaturbereinigte EEV blieb nahezu unverändert (-0,1 %) auf dem Vorjahresniveau. Dies wirkte sich positiv auf die Entwicklung sowohl der gesamtwirtschaftlichen **Primär-** als auch der **Endenergieproduktivität** aus. Der Anstieg der temperaturbereinigten Primärenergieproduktivität von 1,8 Prozent entspricht genau dem langfristigen Mittel. Die Zunahme der temperaturbereinigten Endenergieproduktivität liegt mit 1,4 Prozent über dem langfristigen Mittelwert von 1,1 Prozent.

Mit Ausnahme des Industriesektors hat der EEV im Jahr 2019 in allen anderen **Verbrauchssektoren** zugenommen. Der rückläufige Energieverbrauch in der Industrie (-2,1 %) geht einher mit dem konjunkturell bedingten Rückgang der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes von real 2,7 Prozent. Ursächlich für den gestiegenen Energieverbrauch der privaten Haushalte (+4,9 %) und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) (+3,9 %) ist die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung und ein damit einhergehender höherer Heizbedarf.

Mit einem **Endenergieverbrauch für Wärme** in Höhe von 293 PJ (36,4 % des gesamten EEV) wurden im Jahr 2019 fast 13 PJ bzw. 4,6 Prozent mehr für Wärme verbraucht als im milderen Vorjahr. Speziell der gebäuderelevante Endenergieverbrauch, auf den im Jahr 2019 insgesamt 244 PJ entfielen, ist noch stärker, nämlich um 5,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt mit 188 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme. Der Energieverbrauch privater Haushalte für die Warmwasserbereitung liegt bei knapp 29 PJ. Insgesamt entfallen 65 Prozent des gesamten gebäuderelevanten Energieverbrauchs auf private Haushalte, 31 Prozent auf den Sektor GHD sowie 4 Prozent auf den Industriesektor.

Der **Endenergieverbrauch des Verkehrssektors** bezieht sich für das Jahr 2019 auf 396,4 PJ und erhöhte sich im Vergleich zum Vorjahr um 1,2 PJ bzw. 0,3 Prozent. Fast die Hälfte (49,2 %) des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen entfällt 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.<sup>1</sup> Wie bereits im Vorjahr wurden in Hessen im Jahr 2019 insgesamt 200 PJ an Endenergie für den Luftverkehr verbraucht. Dies entspricht rund einem Viertel des gesamten hessischen EEV. Auf den Straßenverkehr entfallen weitere 190 PJ.

Der Bestand an reinen **Elektro-PKW** lag zum Jahresbeginn 2020 bei 10.670 und an Hybridfahrzeugen bei 48.245. Damit hat sich bei beiden Antriebsarten die bereits im Vorjahr zu beobachtende hohe Wachstumsdynamik weiter beschleunigt. Bei reinen Elektro-PKW nahm der Bestand um 4.052 Fahrzeuge bzw. um 61,2 Prozent zu, die Anzahl der Hybrid-PKW stieg um 18.899 bzw. 64,4 Prozent. Ebenfalls deutlich erhöht hat sich die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge auf insgesamt 1.866 zum 31. Mai 2020. Gegenüber der letzten Erhebung zum 31. Juli 2019 bedeutet dies eine Zunahme um 282 Ladepunkte bzw. 18 Prozent.

Im Jahr 2019 wurden in Hessen **Treibhausgasemissionen** in Höhe von insgesamt 38,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt, etwa so viel wie im Vorjahr. Gegenüber dem Jahr 1990 entspricht dies einem Rückgang von 12,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. von 24,5 Prozent.

Der **Stromnetzausbau** der in der Zuständigkeit des Bundes liegenden **Übertragungsnetze** geht nach wie vor nur schleppend voran. Von der Gesamtlänge der im Bundes-

bedarfsplangesetz enthaltenen Leitungen im Übertragungsnetz im Umfang von 5.826 km waren zum 31.03.2020 insgesamt 277 km Trassenkilometer genehmigt und 427 km fertiggestellt.

Die Länge des **Stromverteilnetzes** in Hessen betrug Ende 2018 rund 110.500 km und ist damit gegenüber dem Vorjahr um 6.000 km zurückgegangen. Mit der Feststellung der technischen Möglichkeit durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik wurde im Februar 2020 das Startsignal für den Rollout intelligenter Stromzähler gegeben, ein wichtiger Schritt zur Digitalisierung der Netze.

Auch im Jahr 2018 war die **Stromversorgungsqualität** gewährleistet. Der SAIDI-Wert, ein Index zur Messung von Versorgungsunterbrechungen, lag in Hessen mit 12,00 Minuten weiterhin unter dem Bundesdurchschnitt. Allerdings stiegen entgegen dem Bundestrend in Hessen die Redispatchmaßnahmen. Das Netzelement Dipperz – Großkrotzenburg war im Jahr 2019 mit einer Dauer von 1.050 Stunden das bundesweit von Einzelüberlastungsmaßnahmen am stärksten betroffene Netzelement.

Die **Preisentwicklung** von Energieträgern war uneinheitlich. Mineralölprodukte haben sich nach deutlichen Preisanstiegen in den Jahren 2017 und 2018 zuletzt wieder verbilligt (leichtes Heizöl: -2,6 %, Superbenzin: -1,8 % und Dieselmotorkraftstoff: -1,7 %). Die Preise für Fernwärme (+5,0 %), Erdgas (+4,0 %) und Strom (+3,5 %) haben sich hingegen im Vergleich zu den allgemeinen Lebenshaltungskosten (+1,4 %) überdurchschnittlich erhöht.

Nach der aktuellen BDEW-Strompreisanalyse (Stand: Januar 2020) steigt der **Strompreis** für private Haushalte im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr um 0,91 Cent je Kilowattstunde (kWh) bzw. 3,0 Prozent auf 31,37 Cent je kWh an. Auswirkungen der Corona-Pandemie sind dabei noch nicht berücksichtigt. Für Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh wird für 2020 ein durchschnittlicher Strompreis von 18,55 Cent für die Kilowattstunde erwartet. Das sind 0,12 Cent bzw. 0,6 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. In Hessen haben besonders stromintensiv produzierende Unternehmen im Jahr 2019 für insgesamt 128 Abnahmestellen eine Begrenzung der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,4 TWh beantragt.

Im Jahr 2019 wurden in Hessen **Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien** in Höhe von insgesamt 319,3 Mio. Euro getätigt. Dies sind 308 Mio. Euro bzw. 49,1 Prozent weniger als im Vorjahr. Dieser

<sup>1</sup> 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).

Einbruch um fast die Hälfte ist ausschließlich auf Anlagen zur Stromerzeugung zurückzuführen, die um 312 Mio. Euro bzw. 64 Prozent im Vergleich zum Vorjahr zurückgingen. Demgegenüber haben sich die Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung leicht um 4,1 Mio. Euro bzw. 3 Prozent erhöht.

Im Jahr 2019 waren in Hessen 13.010 Menschen in Energieversorgungsunternehmen, die überwiegend der konventionellen Energiewirtschaft zugeordnet werden, tätig. Dies sind 112 Personen bzw. 0,9 Prozent mehr als im Jahr zuvor. Insgesamt verlief die **Beschäftigungsentwicklung** in den letzten Jahren stabil.

Das Land Hessen hat im Jahr 2018 im Bereich der nicht-nuklearen **Energieforschung** Mittel in Höhe von insgesamt rund 15 Mio. Euro aufgebracht. Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine deutliche Zunahme um knapp 5 Mio. Euro bzw. um 50 Prozent und war seit Beginn der Erhebungen der höchste Betrag. Mit Ausnahme von Bremen weist Hessen damit im Jahr 2018 unter allen Bundesländern auch die höchste Zunahme gegenüber dem Vorjahr auf.

# 1 Einleitung

Auch wenn aktuell der Fokus weltweit auf der möglichst raschen Bewältigung der Corona-Pandemie und ihrer Folgen liegt, bleibt die Abmilderung des Klimawandels als die wahrscheinlich größte Herausforderung der Menschheit unverändert bestehen. Die von der Hessischen Landesregierung im Koalitionsvertrag zur laufenden 20. Legislaturperiode getroffene Vereinbarung einer möglichst einhundertprozentigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien in den Bereichen Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 hat demnach nichts an ihrer Bedeutung verloren.

Im nunmehr sechsten hessischen Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen wird auf Basis von Daten und Fakten der aktuelle Stand der Umsetzung der Energiewende in Hessen aufgezeigt. 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 sowie der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs. Die Energieeffizienz wird ebenfalls diskutiert.

Gegenstand von Kapitel 4 sind die erneuerbaren Energien. Zunächst wird gezeigt, welchen Beitrag erneuerbare Energien zum Primärenergieverbrauch, zum Endenergieverbrauch und zum Bruttostromverbrauch in Hessen leisten. Anschließend wird, differenziert nach erneuerbaren Energieträgern, deren Bedeutung für die Energieversorgung in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr dargestellt.

In Kapitel 5 wird der Energieverbrauch zur Erzeugung von Wärme insbesondere für die Nutzung von Gebäuden betrachtet, da sich hier große Potenziale für Energieeinsparungen realisieren lassen. Neu in die Berichterstattung aufgenommen wurde die Entwicklung der oberflächennahen Geothermie in Hessen seit dem Jahr 2000. Des Weiteren wird die Modernisierungsdynamik auf Basis der Statistiken zur Neubau- und Sanierungsförderung der

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt von KfW und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gemäß dem Marktanreizprogramm aufgezeigt.

In Kapitel 6 werden die stromerzeugenden Energieanlagen in Hessen in den Fokus gerückt. Der Blick richtet sich auf die Entwicklung der erneuerbaren Energieanlagen vor allem mit Blick auf den Leistungszubau der Energieträger Windenergie und Photovoltaik. Neu hinzugekommen ist eine Darstellung der Ergebnisse der Ausschreibungen für Windenergie an Land aus hessischer Perspektive. Ebenfalls neu ist eine kartografische Darstellung der hessischen Windvorranggebiete. Darüber hinaus wird auch die regionale Verteilung der installierten Leistung und der eingespeisten Strommenge von erneuerbaren Energieanlagen nach Energieträgern aufgezeigt. Eine interaktive Darstellung dieser Ergebnisse findet sich auf der Website <https://wirtschaft.hessen.de/energie/daten-fakten/energiemonitoring>.

Betrachtet werden anschließend die hessischen konventionellen Kraftwerke, die mittels fossiler Energieträger oder Abfall Strom erzeugen. Das Thema Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) schließt das Kapitel ab. Neben der Darstellung der hessischen KWK-Anlagen und deren elektrischer und thermischer Leistung wird erstmals auch die Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung von größeren KWK-Anlagen der allgemeinen Versorgung dargestellt.

Schwerpunkt von Kapitel 7 sind der Stromnetzbestand und -ausbau. Weitere Themen sind Digitalisierung der Netze, Investitionen der Netzbetreiber in die Stromnetze, Versorgungssicherheit sowie Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen. Ein Blick auf das hessische Gas- und das Fernwärmenetz rundet das Kapitel ab.

Kapitel 8 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Energieeffizienz im Verkehrssektor. Betrachtet wird die Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen. Besonderes Augenmerk liegt auf den aktuellen Entwicklungen in der Elektromobilität. Neben der Anzahl der Elektrofahrzeuge sowie dem Angebot der Ladeinfrastruktur werden 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, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 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 u. a. die Auswirkungen auf Energiekosten und Energiepreise, 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.

Kapitel 12 thematisiert Auswirkungen der weltweiten Corona-Pandemie auf den hessischen Energiesektor und gibt einen kurzen Ausblick auf mögliche Veränderungen in den Datengrundlagen für das hessische Energiemonitoring.

Der Bericht wird durch Praxisbeispiele hessischer Projekte veranschaulicht. Die Beispiele sind den jeweiligen thematischen Kapiteln zugeordnet und mit blauem Hintergrund versehen.

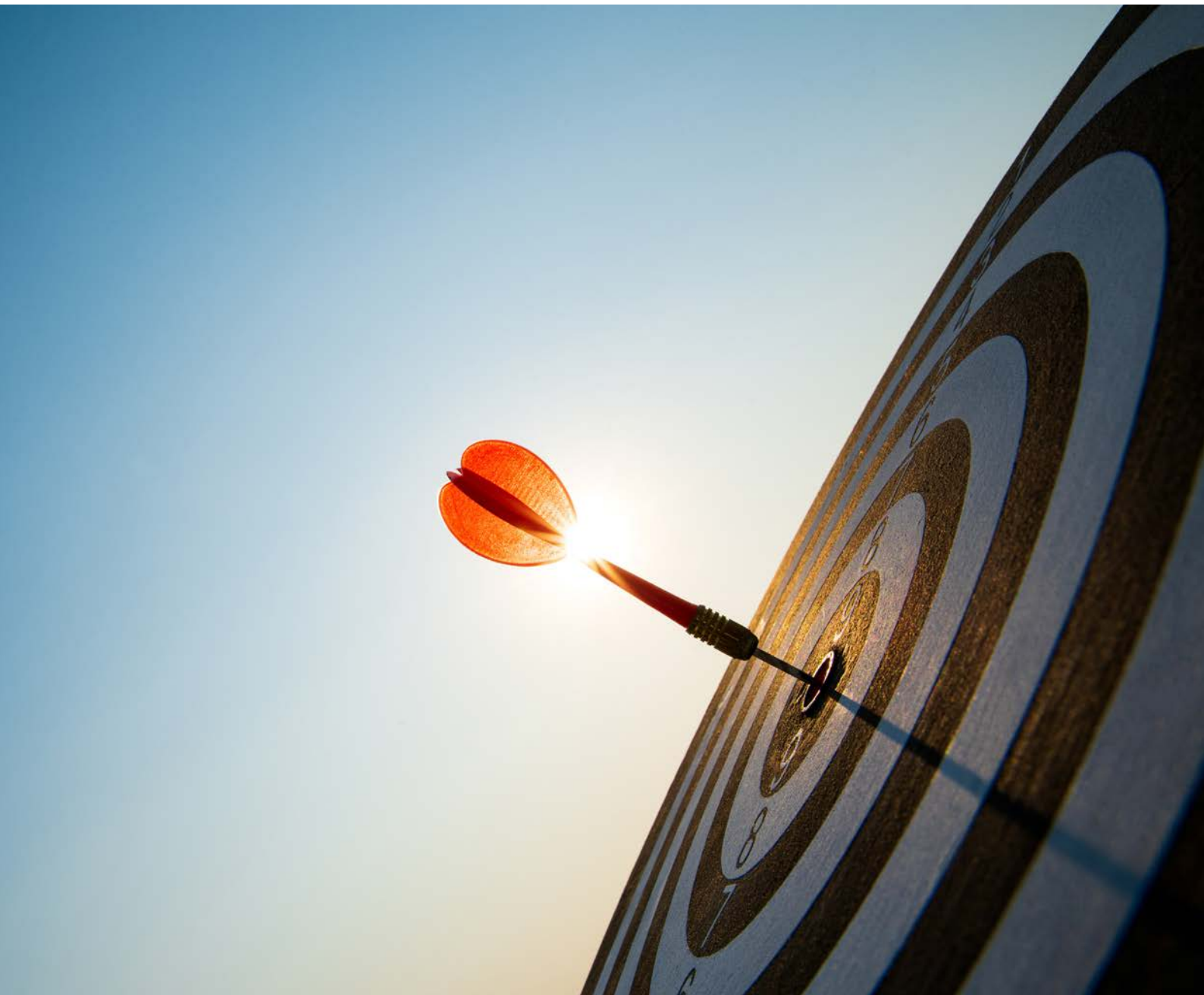
Die Hessen Agentur hat den Monitoringbericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) erarbeitet. Die Bearbeitung erfolgte wieder in enger Abstimmung mit dem zuständigen Fachreferat Energiepolitik im HMWEVW und dem Referat Energiewirtschaft im Hessischen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

An dieser Stelle sei auch den Mitgliedern der das hessische Energiemonitoring begleitenden Arbeitsgruppe für den fachlichen Input vielmals gedankt.

Redaktionsschluss für die in diesem Bericht verarbeiteten Daten ist der 31. Juli 2020.

# 2

## Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings



## 2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings

Die auf dem 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 sind 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).<sup>2</sup> Sie bilden zusammen mit den im „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025“ beschlossenen und im Koalitionsvertrag und mit Kabinettsbeschluss vom 09.04.2019 ergänzten Treibhausgaszielen die Zielvorgaben für das Energiemonitoring (HMUKLV 2017, Hessische Landesregierung 2018).

In der Roadmap Energie Hessen wird der kurz- bis mittelfristige Rahmen der hessischen Energiepolitik skizziert. Schwerpunkte liegen dabei in den Bereichen Ausbau der erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Infrastruktur sowie bei den übergreifenden Themen Sektorkopplung und Digitalisierung (HMWEVW 2018).

Nachfolgend sind die Ziele der hessischen Energiewende aufgelistet:

### 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: Verdopplung des Anteils der in Hessen erzeugten erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2019 auf 25 Prozent (Hessische Landesregierung 2013) wurde erreicht.
- Festlegung von Windvorranggebieten in einer Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche in den Regionalplänen (HMWEVL 2018a)
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung von Energieeinsparung (Hessischer Energiegipfel 2011)
- Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 Prozent (HEG 2012)

- Zwischenziel: Verdopplung der energetischen Sanierungsquote von Wohngebäuden in Hessen von 1 auf 2 Prozent bis 2025 auf ca. 27.000 Gebäude p. a. (Hessische Landesregierung 2018)
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit – so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig (HMWEVW 2019a)
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft (HMWEVW 2019a)
- Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent bzw. Anstreben der Klimaneutralität (HMUKLV 2017, Hessische Landesregierung 2018, Kabinettsbeschluss vom 09.04.2019)
- 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. Dazu

<sup>2</sup> Das Hessische Energiegesetz wurde nach Art. 12 des Elften Gesetzes zur Verlängerung der Geltungsdauer und Änderung von Rechtsvorschriften vom 5. Oktober 2017 bis 2022 verlängert (Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen 2017).

gehören 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), das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

(HLNUG) und der Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Hessen (LIV).

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 noch nicht vorliegen.

### Abbildung 3: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings

<b>Energieverbrauch und Energieeffizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärenergieverbrauch nach Energieträgern</li> <li>- Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren</li> <li>- Brutto- und Nettostromverbrauch</li> <li>- Spezifischer Stromverbrauch der privaten Haushalte</li> <li>- Bruttostromerzeugung nach Energieträgern</li> <li>- Primär- und Endenergieproduktivität der Gesamtwirtschaft</li> <li>- Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft</li> <li>- Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes und nach Industriebranchen</li> </ul>
<b>Erneuerbare Energien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch nach Energieträgern</li> <li>- Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe</li> <li>- Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch</li> <li>- Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</li> <li>- Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</li> </ul>
<b>Wärme / Gebäude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch für Wärme</li> <li>- Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch</li> <li>- Altersstruktur der Gas- und Ölfeuerungsanlagen</li> <li>- Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen</li> <li>- Beheizung mit oberflächennaher Geothermie</li> <li>- Leistungszubau von Erdwärmesonden nach Leistungsklassen</li> <li>- Brennholzverbrauch der privaten Haushalte</li> <li>- Förderung von Gebäudemodernisierung</li> <li>- MAP-geförderte erneuerbare Energieanlagen</li> </ul>
<b>Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagen und installierte elektrische Leistung</li> <li>- Bau, Planung und Stilllegungen von Anlagen</li> <li>- Bestand, installierte Leistung und erzeugte Strommengen EEG-geförderter Anlagen nach Energieträgern in Hessen, den Landkreisen, kreisfreien Städten und Gemeinden</li> <li>- Gebote und Zuschläge von Windenergie- und Photovoltaik-Freiflächenanlagen</li> <li>- Windvorranggebiete in Hessen</li> <li>- Anzahl der Solarstromspeicher</li> <li>- Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen</li> <li>- Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen, Hessen und Landkreise</li> </ul>
<b>Netzausbau und Versorgungssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromkreislänge Übertragungs- und Verteilnetz</li> <li>- Netzausbau: Bundesbedarfsplan- und EnLAG-Projekte</li> <li>- Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen beim Netzausbau</li> <li>- Versorgungssicherheit im Stromnetz: SAIDI, Redispatchmaßnahmen, Netzreservekraftwerke, Einspeisemanagement, Anpassungsmaßnahmen</li> <li>- Netzinvestitionen</li> <li>- Gasverteilnetz: Netzlänge, SAIDI, Untertage-Gasspeicher</li> <li>- Fernwärmenetz: Trassenlänge und Leistung</li> </ul>



### Fortsetzung Abbildung 3: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings

<b>Verkehr und Elektromobilität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern und Energieträgern</li> <li>- Spezifischer Endenergieverbrauch im Straßenverkehr je Kfz und je Einwohner</li> <li>- Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen</li> <li>- PKW nach Antriebsarten</li> <li>- Anträge auf Umweltbonus für Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge</li> <li>- Ladepunkte für Elektrofahrzeuge</li> <li>- Wasserstoff- und Erdgastankstellen</li> </ul>
<b>Treibhausgasemissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibhausgasemissionen nach Gasen und Quellgruppen</li> <li>- Treibhausgasintensität: Treibhausgasemissionen bezogen auf Bevölkerung und BIP</li> <li>- Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren</li> </ul>
<b>Gesamtwirtschaftliche Effekte</b>	
<b>Energiepreise und Energiekosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieausgaben privater Haushalte</li> <li>- Energiekosten der Industrie</li> <li>- Strompreise für Haushalte und Industrieunternehmen</li> <li>- Von EEG-Umlage befreite Abnahmestellen</li> <li>- Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien</li> <li>- Großhandelsstrompreise</li> <li>- Preise energetischer Rohstoffeinführen</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Preise</li> </ul>
<b>Investitionen und Beschäftigte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investitionen in erneuerbare Energieerzeugungsanlagen</li> <li>- Spezifische Investitionskosten erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen</li> <li>- Investitionen hessischer Betriebe zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien</li> <li>- Beschäftigte in der Energiewirtschaft</li> </ul>
<b>Forschung und Entwicklung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung der Energieforschung</li> <li>- Patente im Bereich erneuerbarer Energien</li> </ul>

Quelle: Hessen Agentur.

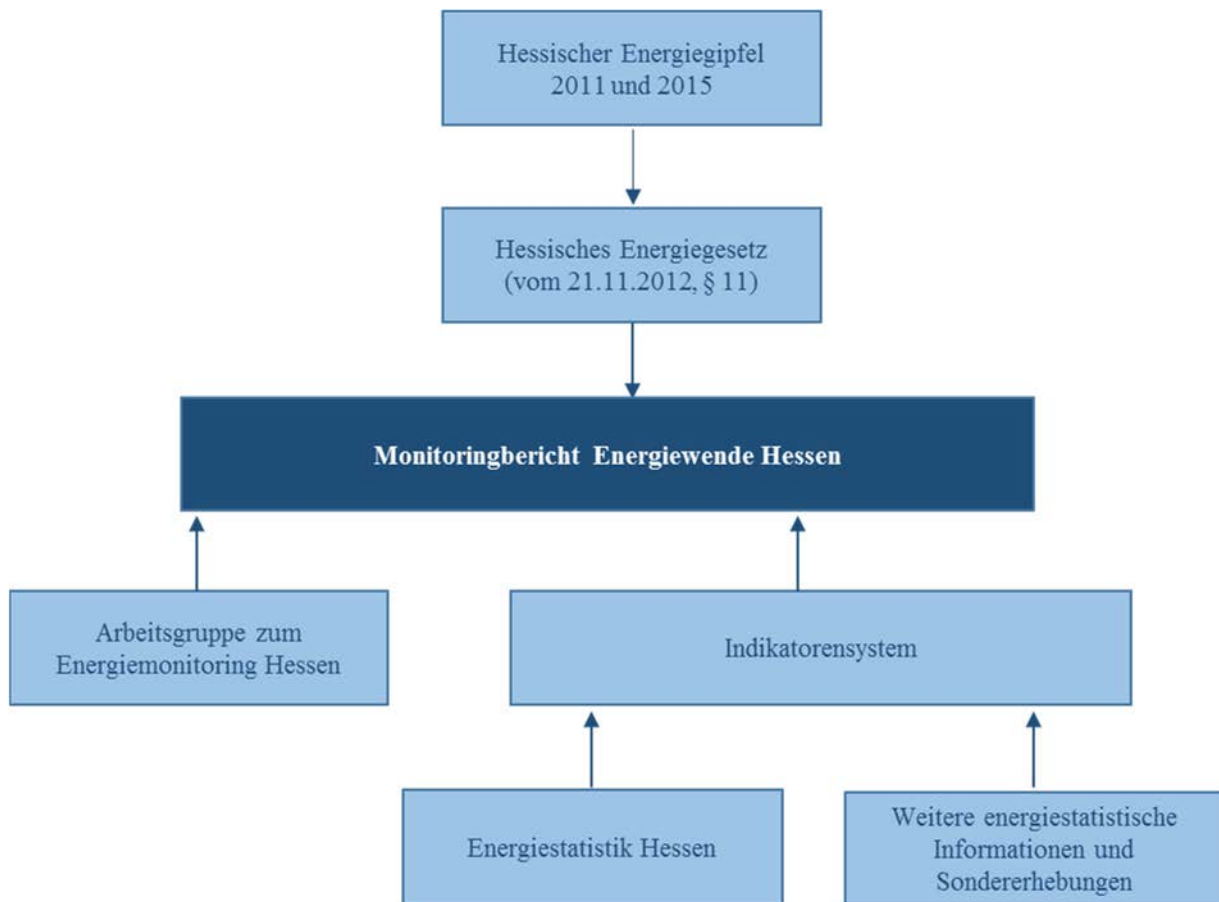
Im vorliegenden Monitoringbericht 2020 werden die Indikatoren möglichst für den Zeitraum von 2000 bis 2019 grafisch oder tabellarisch aufbereitet. Zum Teil werden bereits Daten für das Jahr 2020 herangezogen (z. B. Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung, Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, Gas- und Wasserstofftankstellen, Netzausbau). Bei den Treibhausgasemissionen wird 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 Baden-Württemberg (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.

# 3

## Energieverbrauch und Energieeffizienz



## 3 Energieverbrauch und Energieeffizienz

Die Erfassung des gesamten Energieverbrauchs einer Volkswirtschaft ist eine elementare Voraussetzung, um z. B. Fortschritte bei der Umsetzung der Energiewende faktenbasiert bewerten zu können. Von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) und den statistischen Landesämtern werden dazu jährlich Energiebilanzen für Deutschland und die Bundesländer erstellt. Angesichts der Komplexität der dabei erfassten Daten liegen endgültige Energiebilanzen erst mit größeren zeitlichen Verzögerungen vor – für Deutschland für das Jahr 2018 und für Hessen und die anderen Bundesländer für das Jahr 2017.

Um auch über aktuelle Entwicklungen berichten zu können, werden für das Jahr 2018 die vom Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) erstellte vorläufige hessische Energiebilanz und für das Jahr 2019 eine vom Leipziger Institut für Energie (IE-Leipzig) auf Grundlage der bereits vorliegenden Informationen geschätzte Energiebilanz für Hessen ausgewertet. Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs und des Endenergieverbrauchs dokumentiert.

Als wesentliche Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch sind Temperatur- und Witterungseinflüsse, Veränderungen der wirtschaftlichen Leistungskraft, z. B. gemessen an Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts und der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung, sowie Veränderungen der Einwohnerzahlen zu nennen. Für Hessen wirkt sich die im Jahr 2019 im Vorjahresvergleich kühlere Witterung, die um 1,1 Prozent wachsende Wirtschaftsleistung und die leicht gestiegene Einwohnerzahl (+0,3 %) insgesamt erhöhend auf den Energieverbrauch aus.<sup>3</sup>

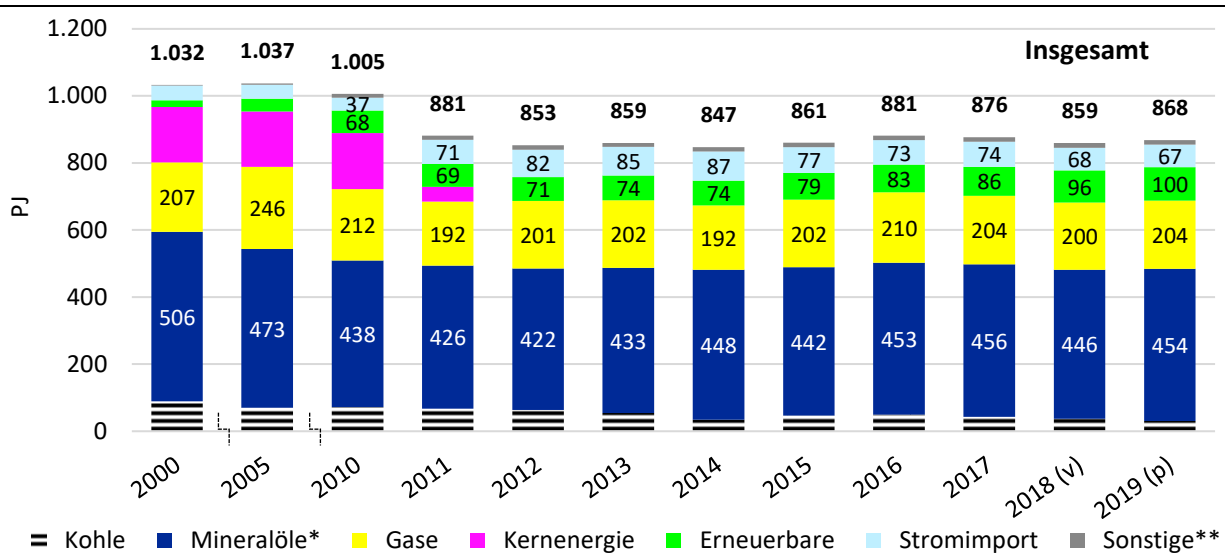
### 3.1 Primärenergieverbrauch

Das IE-Leipzig schätzt für Hessen einen Primärenergieverbrauch (PEV) im Jahr 2019 in Höhe von 867,6 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 5).<sup>4</sup> Das sind 8,2 PJ bzw. 0,9 Prozent mehr als im Vorjahr. Der wesentliche Grund für diesen leichten Anstieg ist die im Vergleich zum letzten Jahr kühlere Witterung.

Generell bewegt sich der PEV seit dem Jahr 2011 mit geringen, überwiegend witterungsbedingten Schwankungen um Werte zwischen 847 PJ im sehr milden Jahr 2014 und 881 PJ in den Jahren 2011 und 2016. Der ausgeprägte Rückgang des PEV zwischen den Jahren 2010 und 2011 ist auf die Stilllegung des Kernkraftwerkes Biblis zurückzuführen. Hintergrund dieser hohen Reduktion ist ein statistischer Effekt.<sup>5</sup>

- 3 Zu berücksichtigen ist, dass im Jahr 2019 in Deutschland – wie in den meisten Mitgliedsstaaten der Europäischen Union – eine umfassende bis in das Jahr 1991 zurückreichende Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen stattfand. Auch für Hessen haben sich dadurch z. T. weit zurückreichende Veränderungen bei den Wachstumsraten des realen Bruttoinlandsprodukts und der sektoralen Bruttowertschöpfung ergeben. So ist die hessische Wirtschaft in den Jahren 2017 und 2018 nun real um 1,9 und 1,3 Prozent gewachsen, vor der Revision betrug die Wachstumsraten hingegen 1,5 und 2,2 Prozent. Im Jahr 2019 hat sich die Wachstumsdynamik der hessischen Wirtschaft mit 1,1 Prozent weiter abgeschwächt. Sie liegt damit aber deutlich höher als im Bundesdurchschnitt (0,6 %). Die allgemeine konjunkturelle Abschwächung ist vor allem für das Verarbeitende Gewerbe festzustellen, dessen Wertschöpfung in Hessen im Vorjahresvergleich um 2,7 Prozent und in Deutschland sogar um 3,7 Prozent niedriger ausfiel (siehe dazu Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, VGRdL 2020).
- 4 Alle Angaben für das Jahr 2019 basieren auf Prognoserechnungen, was insbesondere bei der Interpretation von Vorjahresvergleichen und von Veränderungen in Unterbereichen zu beachten ist.
- 5 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 des vom Kernkraftwerk Biblis erzeugten Stroms durch erneuerbar erzeugten Strom sowie durch Stromimporte eine Reduzierung des Primärenergieeinsatzes ergibt (HSL 2014, S. 176).

Abbildung 5: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ)



\* einschl. Flüssiggas

\*\* sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Vor allem witterungsbedingt hat sich im Jahr 2019 der Verbrauch von Mineralölprodukten, Gasen und erneuerbaren Energien erhöht. Mit einem Zuwachs von 8,5 PJ bzw. 1,9 Prozent ist dabei die Nachfrage nach Mineralölprodukten absolut am stärksten gestiegen. Dazu dürften auch Aufstockungen der Heizölbestände beigetragen haben, da der Heizölpreis im Vergleich zum Vorjahr gesunken ist (vgl. dazu Kapitel 10.1).<sup>6</sup> Der Einsatz erneuerbarer Energien fiel um 4,0 PJ bzw. um 4,2 Prozent und der von Gasen um 3,8 PJ bzw. 1,9 Prozent höher aus als im Jahr 2018.

Demgegenüber war der Einsatz von Kohle um 6,5 PJ bzw. 18,0 Prozent gegenüber dem Vorjahr deutlich rückläufig. Insbesondere der stark gestiegene Preis für CO<sub>2</sub>-Zertifikate dürfte hierfür ursächlich sein (vgl. dazu Kapitel 10.1). Ebenfalls leicht rückläufig waren die Stromimporte, die sich um 0,8 PJ bzw. 1,2 Prozent verringert haben, sowie die Gruppe Sonstige, z. B. hergestellte Gase und fossile Abfälle, mit einem Minus in Höhe von 0,9 PJ bzw. 6,2 Prozent.

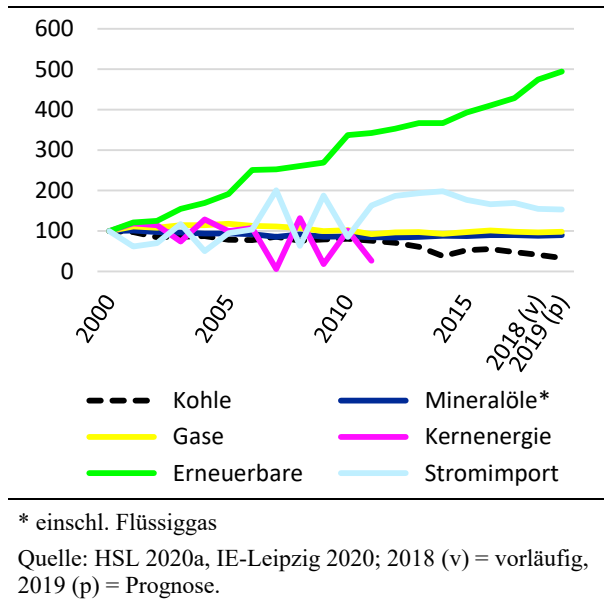
Die Zusammensetzung der Energieträger wird von Mineralölen mit einem Anteil von 52 Prozent dominiert. Diese

sehr 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). Auf Gase entfallen 23 Prozent, auf erneuerbare Energien 11,5 Prozent, auf Stromimporte 8 Prozent und auf Kohle nur noch 3 Prozent des PEV.

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich wird, wächst der PEV erneuerbarer Energien kontinuierlich und hat sich langfristig seit dem Jahr 2000 annähernd verfünffacht. Bei Produktionsunterbrechungen und insbesondere nach endgültiger Stilllegung des Kernkraftwerks Biblis sind die Stromimporte deutlich angestiegen. Seit dem Jahr 2014 gehen die Stromimporte allerdings kontinuierlich zurück. Von den fossilen Brennstoffen ist der Einsatz von Kohle von 88,5 PJ im Jahr 2000 auf zuletzt 29,7 PJ im Jahr 2019 und damit auf ungefähr ein Drittel gesunken. Demgegenüber blieb der Verbrauch von Gasen in den letzten zwei Dekaden nahezu unverändert und auch der Einsatz von Mineralölen ist nur relativ gering um etwa 10 Prozent zurückgegangen.

<sup>6</sup> Bei der Bestimmung des PEV wirken sich vor allem die Bestandsveränderungen beim leichten Heizöl in erheblichem Umfang aus. Bei den privaten Haushalten und den Abnehmern im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen können Bestandsveränderungen nicht mit vertretbarem Aufwand erfasst werden. In die Berechnungen des PEV müssen daher für diese Sektoren die Absatzzahlen einfließen (AGEB 2019).

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



### 3.2 Endenergieverbrauch

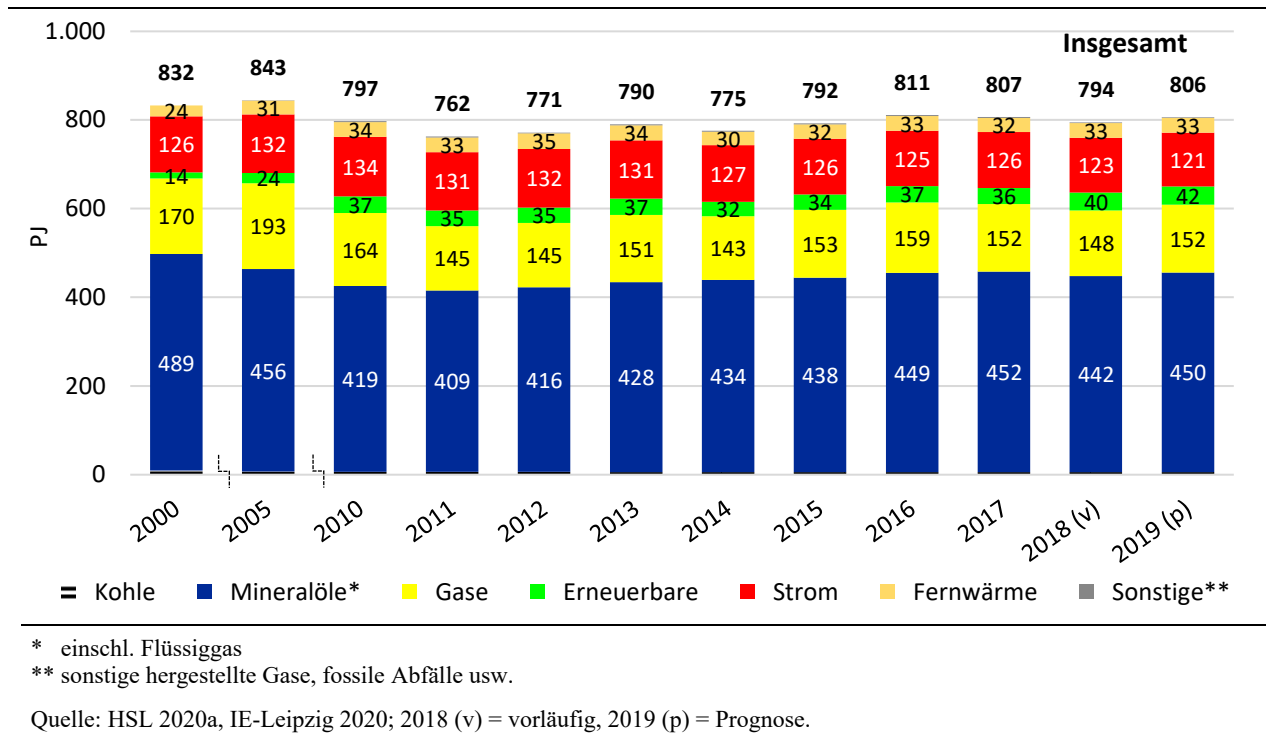
Der Endenergieverbrauch (EEV) unterscheidet sich vom PEV durch die Positionen Umwandlungs- und Übertragungsverluste, die nicht zum EEV gerechnet werden, und bezeichnet die Energie, die von Endverbrauchern in den

Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, private Haushalte und im Verkehr verbraucht wird. Nach erster Schätzung wurden im Jahr 2019 insgesamt 805,9 PJ an Energie von den Endabnehmern in Hessen verbraucht. Der EEV liegt damit um 11,7 PJ bzw. 1,5 Prozent über dem Vorjahresniveau.

#### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Als Ursachen für diese Zunahme sind ebenfalls die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung und der damit einhergehende höhere Energieverbrauch für die Beheizung von Gebäuden als auch die Verbrauchszunahme im Verkehrssektor zu nennen. Der Verbrauch von Mineralölen lag im Jahr 2019 mit 450 PJ um 8,5 PJ bzw. 1,9 Prozent über dem Vorjahresniveau (siehe Abbildung 7). Der Anstieg von Gasen beziffert sich auf 4,1 PJ bzw. 2,8 Prozent. Der Einsatz von erneuerbaren Energien lag 2019 bei 41,6 PJ und hat sich damit um 1,4 PJ bzw. 3,4 Prozent erhöht. Als erneuerbare Energien werden hier aus methodischen Gründen ausschließlich feste Biomasse in Form von Holz zum Heizen sowie Biokraftstoffe im Verkehrssektor berücksichtigt. Der Einsatz erneuerbarer Energien für die Strom- und Fernwärmeerzeugung im EEV ist nicht in der Kategorie erneuerbare Energien enthalten (siehe dazu Kapitel 4.2). Dabei hat sich der Einsatz von Fernwärme leicht um 0,3 PJ bzw. 0,8 Prozent erhöht, wohingegen der Stromverbrauch um 2,4 PJ bzw. 2,0 Prozent gesunken ist. Ebenfalls leicht rückläufig war der Verbrauch von Kohle (-0,1 PJ bzw. -0,9 %).

**Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ)**



Die strukturelle Zusammensetzung der Energieträger wird zu mehr als der Hälfte von Mineralölen (56 %) geprägt. Es folgen Gase mit 19 Prozent und Strom mit 15 Prozent. Alle restlichen Energieträger kommen zusammen auf 10 Prozent: erneuerbare Energien (5,2 %), Fernwärme (4,1 %) und Kohle (0,7 %).

### Endenergieverbrauch nach Sektoren

Mit Ausnahme der Industrie<sup>7</sup> hat der EEV im Jahr 2019 in allen Verbrauchssektoren zugenommen (siehe Abbildung 8). Insbesondere witterungsbedingt stieg der EEV sowohl absolut als auch relativ am stärksten bei den privaten Haushalten mit 8,4 PJ bzw. 4,9 Prozent. Es folgt der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) mit einem Anstieg um 4,4 PJ bzw. 3,9 Prozent. Im Verkehrssektor, auf den rund die Hälfte des gesamten hessischen EEV entfällt, beträgt die Zunahme 1,2 PJ bzw. 0,3 Prozent. Der Rückgang im Industriesektor beziffert sich auf 2,4 PJ bzw. 2,1 Prozent und ist vor allem auf die konjunkturelle Entwicklung –

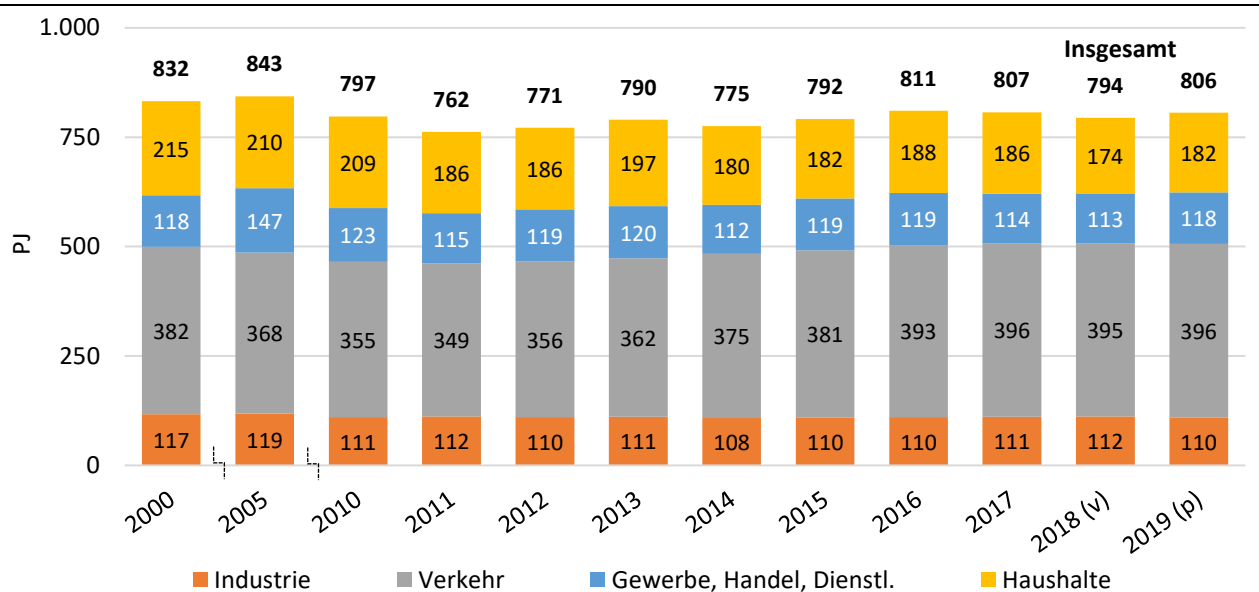
mit einem Minus der realen Bruttowertschöpfung von 2,7 Prozent – zurückzuführen.

In langfristiger Betrachtung ist der EEV vor allem bei den privaten Haushalten rückläufig. So lag deren EEV im Jahr 2019 mit 182 PJ um 32,4 PJ bzw. 17,7 Prozent niedriger als im Jahr 2000.

Ebenfalls rückläufig ist der Energieverbrauch in der Industrie, die 7,8 PJ bzw. 6,6 Prozent weniger verbraucht hat als 19 Jahre zuvor. Der Sektor GHD hatte im Jahr 2019 mit einem EEV in Höhe von 118 PJ den gleichen Verbrauch wie im Jahr 2000.

Ausgehend von einem EEV in Höhe von 382 PJ im Jahr 2000 war zunächst auch im Verkehrssektor eine rückläufige Entwicklung auf 349 PJ bis zum Jahr 2011 festzustellen. Seitdem hat sich der EEV wieder deutlich auf zuletzt 396,4 PJ erhöht. Insbesondere der EEV des Luftverkehrs am Frankfurter Flughafen ist um 21,8 Prozent gestiegen. Aber auch der EEV des Straßenverkehrs ist im gleichen Zeitraum um 6,6 Prozent gewachsen.

Abbildung 8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2019 (in PJ)



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

7 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.

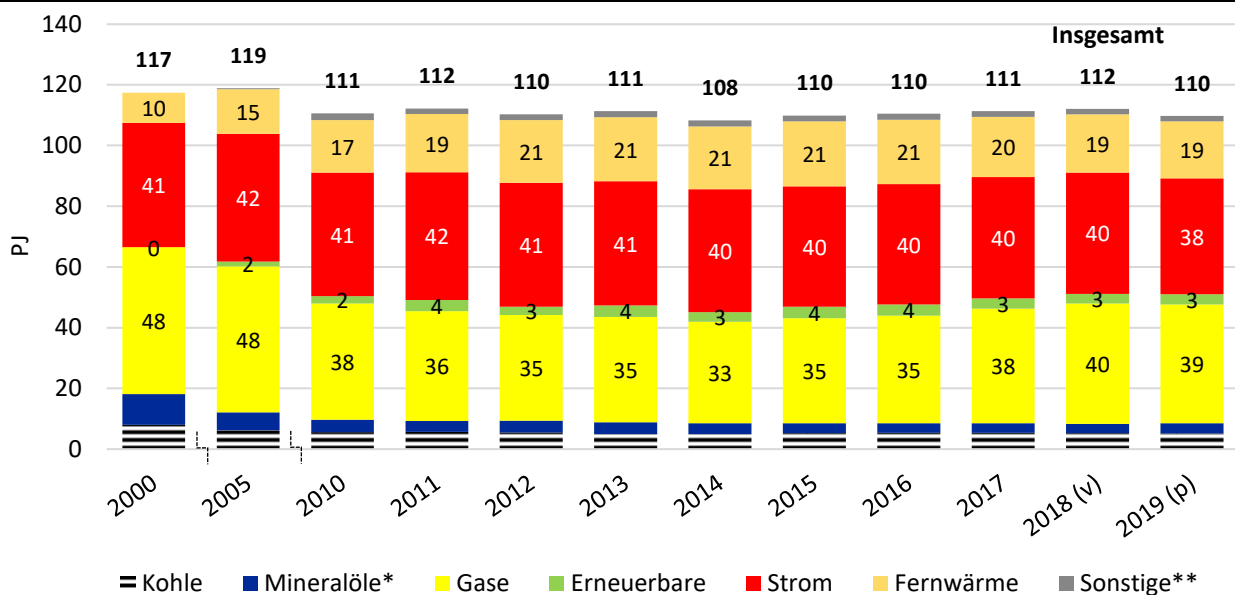
### Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

Obwohl sich die Wirtschaftsleistung der Industrie seit 2010 real um knapp 12 Prozent erhöht hat, ist der EEV der hessischen Industrie recht konstant und bewegt sich mit leichten Schwankungen zwischen 108 und 112 PJ jährlich (siehe Abbildung 9). Dies geht einher mit einer

hohen Strukturkonstanz der Energieträger, die sich im Jahr 2019 zu jeweils rund einem Drittel aus Gasen (35,7 %) und Strom (34,8 %) zusammensetzten. Auf Fernwärme entfielen weitere 17,1 Prozent, der Rest bestand zu jeweils geringen Anteilen aus Kohle (4,7 %), Mineralölen (3,1 %), Erneuerbaren (3,0 %) und Sonstigen (1,6 %). Auch der konjunkturbedingte Rückgang des EEV im Jahr 2019 um 2,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr hatte nur geringe Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Energieträger. Leichten Rückgängen von Strom (-1,6 PJ bzw. -4,1 %), Fernwärme (-0,5 PJ bzw. -2,7 %), Gasen (-0,5 PJ bzw. -1,2 %) und Kohle (-0,1 PJ bzw. -1,2 %) stehen geringe Zuwächse von Mineralölen (+0,3 PJ bzw. +8,7 %) und Erneuerbaren (+0,1 PJ bzw. +2,9 %) gegenüber.

Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ)



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Anders als in der Industrie hat der EEV in den beiden Sektoren GHD (siehe Abbildung 10) und private Haushalte (siehe Abbildung 11) im Jahr 2019 im Vergleich zum Vorjahr witterungsbedingt deutlich zugenommen. Dies ging entsprechend vor allem mit Zunahmen des Gas- und Mineralölverbrauchs einher, die in beiden Sektoren überwiegend für Heizzwecke eingesetzt werden. So stieg im Sektor GHD der Verbrauch von Mineralölen um 2,3 PJ bzw. 10,7 Prozent und der Verbrauch von Gasen um 2,2 PJ bzw. 6,2 Prozent gegenüber dem Vorjahr an. Im Sektor private Haushalte beziffern sich die entsprechenden Werte für Mineralöle auf 4,7 PJ bzw. 12,9 Prozent und für Gase auf 2,3 PJ bzw. 3,2 Prozent. In beiden

Sektoren hat sich zudem der Einsatz erneuerbarer Energien und von Fernwärme leicht erhöht. Demgegenüber ist der Stromverbrauch geringfügig zurückgegangen, was allerdings auf den steigenden, aber statistisch nicht erfassten Selbstverbrauch zurückzuführen sein könnte (siehe dazu in Kapitel 4.2).

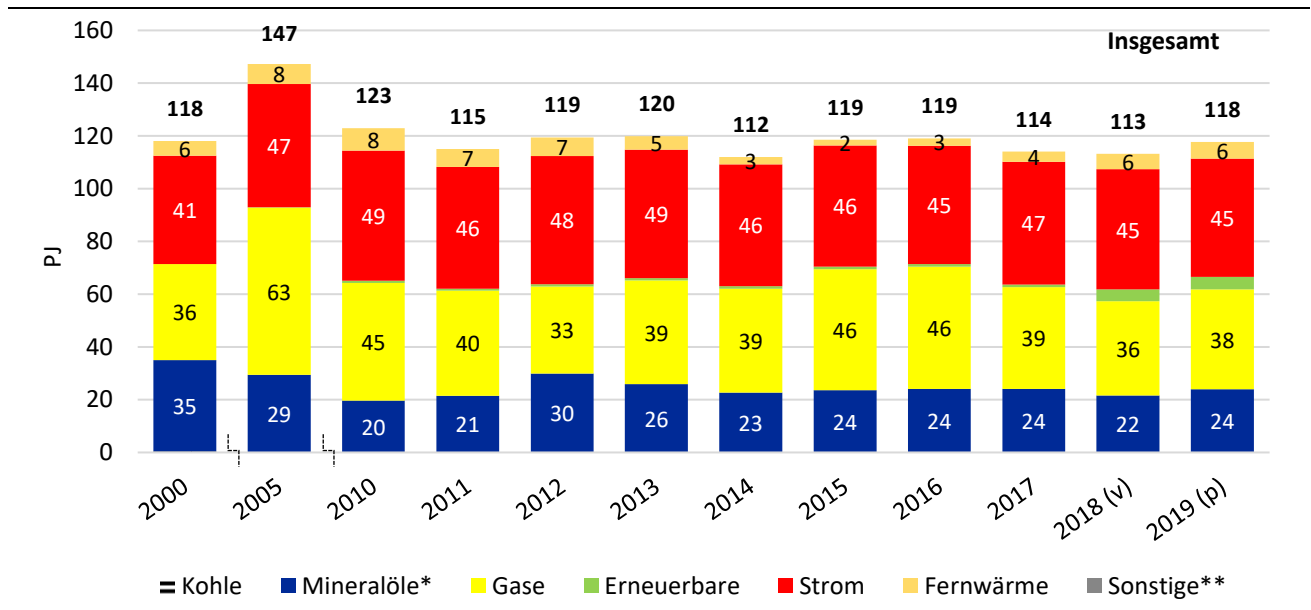
Bei langfristiger Betrachtung seit dem Jahr 2000 ist sowohl im Sektor GHD als auch bei den privaten Haushalten der Verbrauch von Mineralölen zurückgegangen. Private Haushalte haben zudem den Einsatz von Gasen verringert und im Gegenzug ist eine signifikante Zunahme von erneuerbaren Energien hauptsächlich durch



Zunahme von Holz- oder Pelletöfen, aber auch von Wärmepumpen und Solarthermieanlagen zu verzeichnen. Der Anteilswert erneuerbarer Energien am gesamten EEV der privaten Haushalte beläuft sich auf 13,3 Prozent.

Im Sektor GHD lag der Anteilswert der Erneuerbaren am EEV zuletzt bei 4 Prozent. Zu beachten ist, dass die zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht in der Position „Erneuerbare“ ausgewiesen werden.

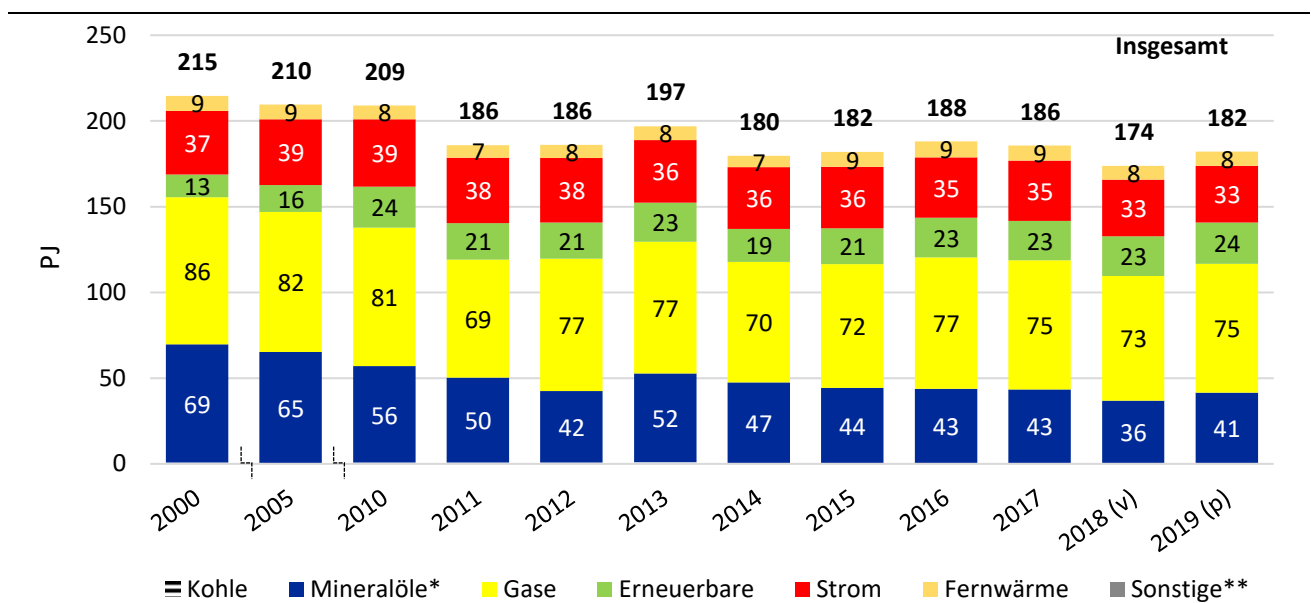
**Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ)**



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

**Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ)**



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### 3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung

Im Jahr 2019 wurden in Hessen insgesamt 16,9 Terawattstunden (TWh) an Bruttostrom erzeugt und 35,6 TWh verbraucht (Abbildung 12). Die Differenz zwischen Erzeugung und Verbrauch wurde durch den Stromaustauschsaldo in Höhe von 18,7 TWh geschlossen. Im Vergleich zum Vorjahr sind alle drei Größen gesunken: der Bruttostromverbrauch um 0,56 TWh (-1,6 %), die Bruttostromerzeugung um 0,34 TWh (-2,0 %) und der Stromaustauschsaldo um 0,22 TWh (-1,2 %). Insgesamt hat Hessen im Jahr 2019 rund 53 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 derzeit von elementarer Bedeutung ist (siehe dazu Kapitel 7).

Langfristig entwickelt sich der Bruttostromverbrauch seit dem Jahr 2000 relativ stabil und tendenziell leicht rückläufig. Demgegenüber ist die Stromerzeugung durch deutliche Auf- und Abwärtsbewegungen geprägt. Ursächlich hierfür sind Produktionsschwankungen der großen hessischen Kraftwerke. So bildeten sich die längeren Stillstände des Kernkraftwerks Biblis in den Jahren 2007 und 2009 und dessen endgültige Stilllegung im Jahr 2011 ebenso deutlich ab wie der durch einen Unfall verursachte Ausfall des Kraftwerks Staudinger im Jahr 2014 und dessen Wiederanfahren im Jahr 2015.

#### Brutto- und Nettostromverbrauch

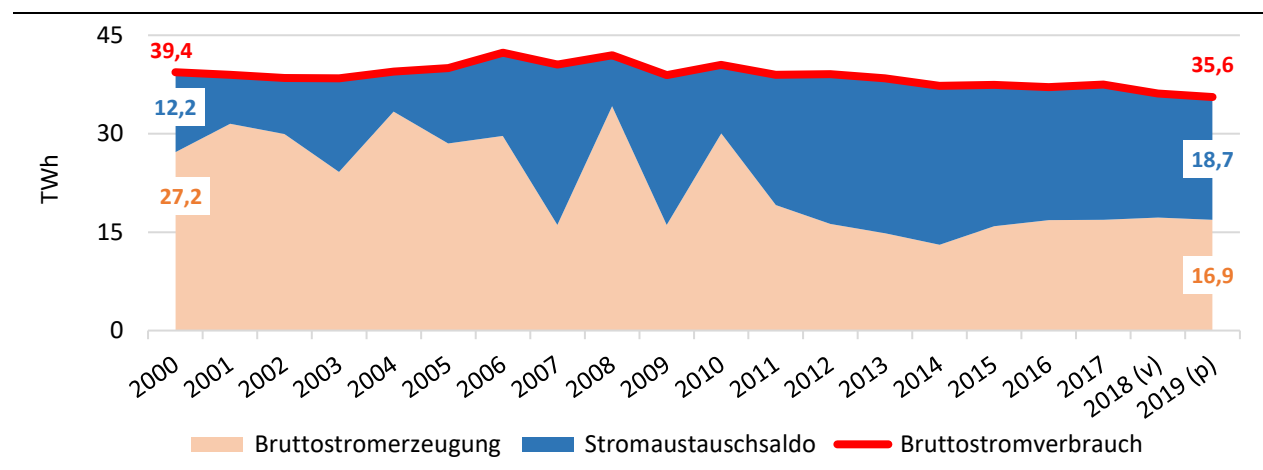
Der Unterschied zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch besteht im Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der

Stromerzeugung sowie den Übertragungs- und Verteilungsverlusten auf dem Weg zum Endverbraucher. Abbildung 13 zeigt die langfristige Entwicklung dieser beiden Größen mit einer Differenzierung des Nettostromverbrauchs nach den Endverbrauchssektoren.

Demnach beziffert sich der Nettostromverbrauch im Jahr 2019 auf 33,5 TWh. Das sind 0,7 TWh bzw. 2 Prozent weniger als ein Jahr zuvor. Ursächlich für den rückläufigen Stromverbrauch ist die konjunkturelle Abschwächung. So sank der Stromverbrauch in der Industrie um 0,5 TWh und im Sektor GHD um 0,2 TWh. Dabei blieb die strukturelle Zusammensetzung des Nettostromverbrauchs nahezu unverändert: Auf die Industrie entfallen 32 Prozent und auf private Haushalte gut 27 Prozent. Mit einem Anteilswert von 4 Prozent spielt der Verkehr nur eine vergleichsweise geringe Rolle für den Stromverbrauch in Hessen. Der mit 37 Prozent höchste Anteil des Nettostromverbrauchs entfällt auf den Sektor GHD, worin sich die hohe Bedeutung des Dienstleistungssektors für die hessische Wirtschaft zeigt.

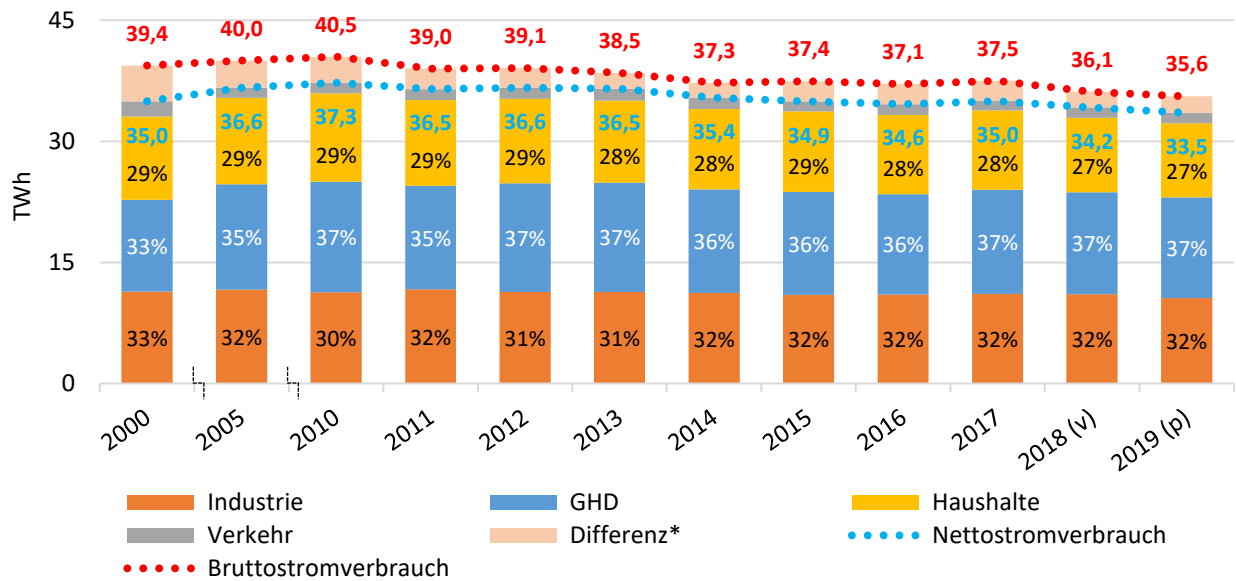
Dazu dürfte auch der Zuwachs von Rechenzentren, die zum GHD-Sektor zählen, maßgeblich beitragen. So zählt Frankfurt mit mehr als 40 internationalen Rechenzentrenbetreibern vor Ort zu den weltweit wichtigsten Standorten für Rechenzentren (Mainova 2020). Mit der Ankündigung, dass Interxion auf dem Gelände von Neckermann Investitionen in Milliardenhöhe zur Kapazitätserweiterung beabsichtigt, ist eine weitere dynamische Entwicklung zu erwarten (FAZ 2020). Gegenwärtig beziffert Mainova den Strombedarf der Rechenzentren in Frankfurt auf rund 20 Prozent des gesamten Stromverbrauchs der Stadt.

Abbildung 12: Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2019 (in TWh)



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Abbildung 13: Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2019 (in TWh, Anteilswerte in %)



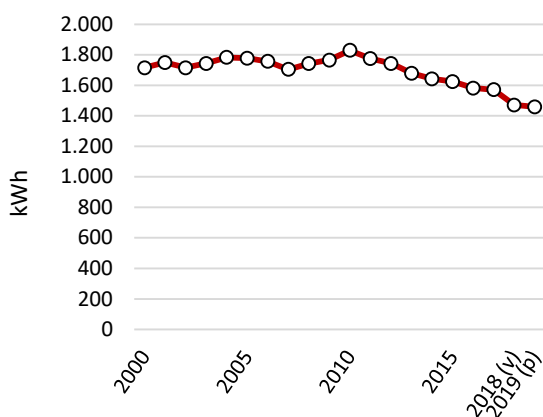
\* Verbrauch im Umwandlungssektor / Eigenverbrauch und Übertragungsverluste

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### Stromverbrauch pro Einwohner

Bei Bezug des Nettostromverbrauchs der privaten Haushalte von 9,2 TWh im Jahr 2019 auf die knapp 6,3 Mio. Einwohner Hessens errechnet sich ein Pro-Kopf-Stromverbrauch in Höhe von 1.459 kWh. Dies ist geringfügig weniger (-11 kWh bzw. -0,8 %) als im Jahr zuvor. Somit hat sich der seit dem Jahr 2010 zu beobachtende Abwärtstrend weiter fortgesetzt (siehe Abbildung 14).

Abbildung 14: Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2019 (in kWh)



Quelle: IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

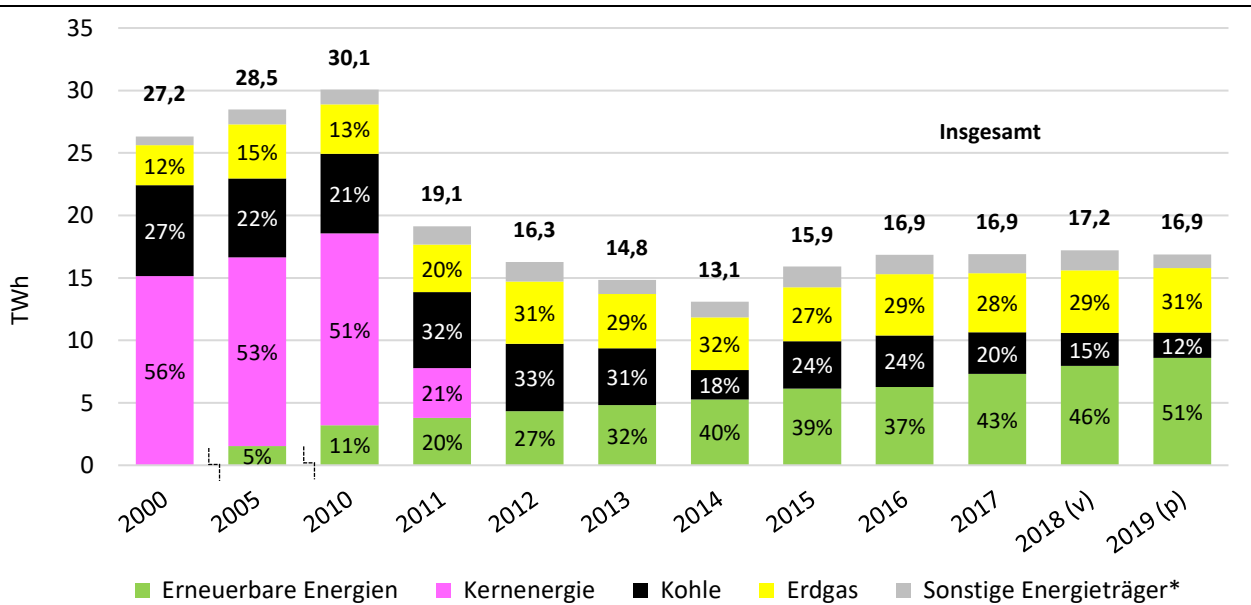
Zuvor bewegte sich der Pro-Kopf-Verbrauch in den Jahren von 2000 bis 2010 mit geringen Schwankungen um den Wert von 1.750 kWh.

### Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

In Hessen wurde im Jahr 2019 Bruttostrom im Umfang von 16,9 TWh erzeugt, 0,3 TWh bzw. 2,0 Prozent weniger als im Vorjahr (siehe Abbildung 15). Differenziert nach Energieträgern hat sich der Einsatz von Kohle zur Stromerzeugung um 0,6 TWh bzw. 23,0 Prozent und der Sonstigen Energieträger um 0,5 TWh bzw. 33,2 Prozent verringert. Unter der Gruppe Sonstige Energieträger werden Mineralöle, nicht-biogene Abfälle und Pumpspeicherwerke zusammengefasst. Zunahmen verzeichnen hingegen erneuerbare Energien in Höhe von 0,6 TWh bzw. 8,0 Prozent und Erdgas in Höhe von 0,2 TWh bzw. 3,3 Prozent. Damit tragen erneuerbare Energien erstmals zu mehr als der Hälfte (51 %) zur Stromerzeugung in Hessen bei. Es folgen Erdgas mit 31 Prozent, Kohle mit 12 Prozent und Sonstige mit 6 Prozent.

Seit dem Jahr 2000 sind massive Veränderungen bei der Zusammensetzung der Energieträger festzustellen. So wurde die Stromerzeugung in Hessen vor allem durch das Kernkraftwerk Biblis bis zu dessen Abschaltung im Jahr 2011 geprägt.

**Abbildung 15: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2019**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

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. Seit 2016 bewegt sich die Stromproduktion in Hessen relativ stabil um den Wert von 17 TWh.

### 3.4 Energieeffizienz

Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz sind zusammen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien die wesentlichen Handlungsfelder der Energiewende in Hessen. Bereits kurzfristig kann durch einen geringeren Energieverbrauch der Einsatz fossiler Brennstoffe und damit die Emission von Treibhausgasen reduziert werden. Mittel- und langfristig können z. B. auch der Verbrauch von synthetisch erzeugten erneuerbaren Energieträgern und Biomasse sowie der Flächenbedarf für erneuerbare Energieanlagen und Stromnetze reduziert und dadurch die Kosten der Energiebereitstellung gesenkt werden.

Die Quantifizierung von gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienzgewinnen ist jedoch nicht einfach. So wird

der Energieverbrauch eines Landes im Wesentlichen durch das Zusammenspiel von Witterungseinflüssen, demografischen Veränderungen, Wirtschaftswachstum sowie der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz bestimmt.

Witterungseinflüsse können durch Temperaturbereinigungsverfahren weitgehend neutralisiert werden. Demografische Effekte lassen sich z. B. durch einen Pro-Kopf-Bezug näherungsweise quantifizieren. Problematischer erweist sich die Quantifizierung von makroökonomischen Effizienzgewinnen. Sie erfolgt i. d. R. dadurch, dass der Wert aller in einer Volkswirtschaft im Laufe eines Jahres erzeugten Güter und Dienstleistungen – gemessen am bzw. normativ gestützt auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) – zum gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauch – gemessen z. B. am Primär- oder Endenergieverbrauch eines Landes – in Beziehung gesetzt werden.<sup>8</sup> Je nach Betrachtungsweise kann dabei zwischen Energieproduktivität oder Energieintensität unterschieden werden. Dabei wirken sich Effizienzgewinne ceteris paribus erhöhend bzw. vermindern auf die Energieproduktivität bzw. die Energieintensität aus.

Implizit wird bei der Interpretation der Energieproduktivität bzw. -intensität als Effizienzmaß angenommen, dass

<sup>8</sup> Zum sektoralen Energieverbrauch am Beispiel des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes siehe z. B. die Erläuterungen im Glossar.

die Veränderung der Energieproduktivität bzw. -intensität *ceteris paribus* ausschließlich auf Veränderungen der Energieeffizienz z. B. durch den Ersatz alter durch neue, stromsparende Maschinen zurückzuführen ist. In der realen Welt wird die Entwicklung der Energieproduktivität allerdings von weiteren Faktoren, wie z. B. wirtschaftlichem Strukturwandel oder Verhaltensänderungen der Wirtschaftssubjekte, bestimmt. Weiterhin zu beachten ist, dass nach der den Berechnungen zugrunde liegenden Quellenbilanz der Energieverbrauch für Exporte erfasst wird, nicht jedoch der Energieinput von energieintensiv im Ausland produzierten Gütern, die als Vorleistungen importiert und im Produktionsprozess veredelt werden (embodied energy in trade).<sup>9</sup> Die von der Wirtschaftsforschung geäußerte Kritik sollte bei der Interpretation der gesamtwirtschaftlichen Effizienzindikatoren bedacht werden. Bisher stehen noch keine anderen, geeigneteren Indikatoren zur Messung von Energieeffizienzgewinnen zur Verfügung. Daher werden im Folgenden die gängigen Effizienzindikatoren, die Energieproduktivitäten und -intensitäten, dargestellt.

### Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

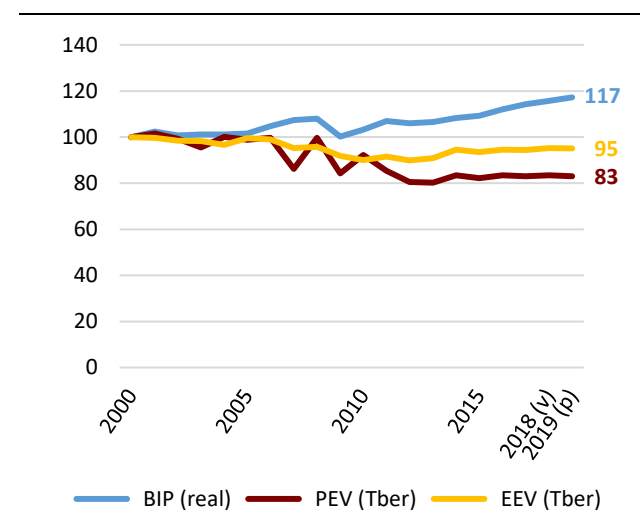
Abbildung 16 zeigt die langfristigen Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs, des Endenergieverbrauchs und der hessischen Wirtschaftsleistung, gemessen am realen BIP. Dabei wurden die Größen PEV und EEV temperaturbereinigt, da ansonsten z. B. in einem besonders milden Winter ausschließlich witterungsbedingte rückläufige Energieverbräuche als Effizienzsteigerungen interpretiert werden könnten und umgekehrt bei kälterer Witterung Effizienzverluste konstatiert werden müssten. Um die Zeitreihen direkt miteinander vergleichen zu können, wurde zudem eine Indexdarstellung mit dem Basisjahr 2000 gewählt.

Im Jahr 2019 ging der temperaturbereinigte EEV gegenüber dem Vorjahr geringfügig um 0,1 Prozent und der temperaturbereinigte PEV um 0,5 Prozent zurück.

Langfristig ist das hessische Bruttoinlandsprodukt von 2000 bis 2019 preisbereinigt um 17,3 Prozent gestiegen, was einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 0,8 Prozent entspricht. Diesem Anstieg des realen BIP stehen Rückgänge sowohl des gesamtwirtschaftlichen Primärenergie- als auch des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs gegenüber. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 ist der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2019 um 4,8 Prozent und der temperaturbereinigte Primärenergieverbrauch sogar um 16,9 Prozent gesunken.

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 dazu auch die Erläuterungen in Fußnote 5 auf Seite 14). Nach dem Jahr 2012 stiegen EEV und PEV tendenziell wieder leicht an.

**Abbildung 16: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2019 (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

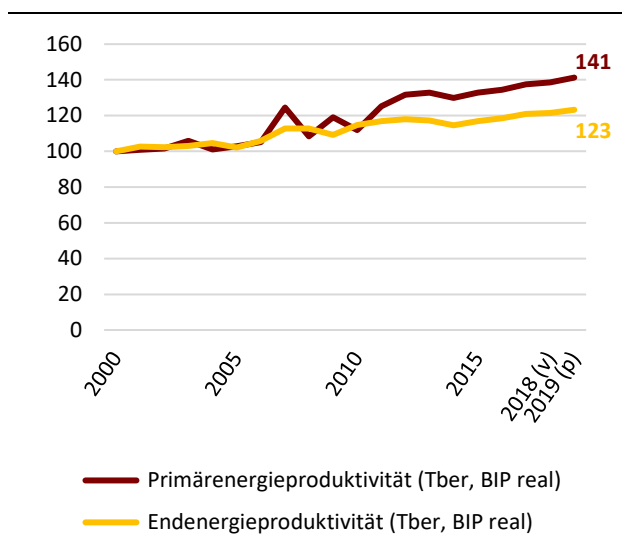
Die gesamtwirtschaftliche Primär- und Endenergieproduktivität werden als Quotient aus realem Bruttoinlandsprodukt und temperaturbereinigtem Primär- bzw. Endenergieverbrauch gebildet.

Die Entwicklung dieser Größen seit dem Jahr 2000 ist in Abbildung 17 dargestellt. Demnach haben sich die Endenergieproduktivität um 23 Prozent und die Primärenergieproduktivität um 41 Prozent erhöht. Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2019 ergibt sich daraus eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Endenergieproduktivität in Höhe von 1,1 Prozent und der Primärenergieproduktivität in Höhe von 1,8 Prozent.

Der Anstieg der Endenergieproduktivität fiel im Jahr 2019 mit 1,4 Prozent höher als im langfristigen Mittel aus. Der entsprechende Zuwachs der Primärenergieproduktivität entspricht mit 1,8 Prozent dem langfristigen Mittelwert.

<sup>9</sup> Siehe hierzu z. B.: Velasco-Fernández et al. (2020); Moreau & Vuille (2019) und Moreau & Vuille (2018).

**Abbildung 17: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2019 (Index 2000 = 100)**

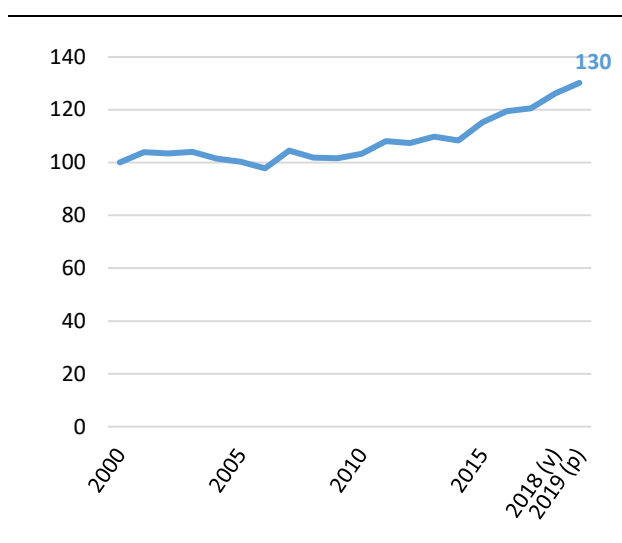


Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität wird als Quotient aus realem BIP und temperaturbereinigtem Bruttostromverbrauch errechnet (siehe Abbildung 18).

**Abbildung 18: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2019 (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2019 ist die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität um insgesamt 30 Prozent bzw. durchschnittlich 1,4 Prozent jährlich angestiegen. Der aktuelle Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität im Jahr 2019 fiel mit 3,2 Prozent deutlich höher aus und ist auf das reale Wirtschaftswachstum in Höhe von 1,1 Prozent bei gleichzeitig rückläufigem Bruttostromverbrauch (-1,6 %) zurückzuführen.

### Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes

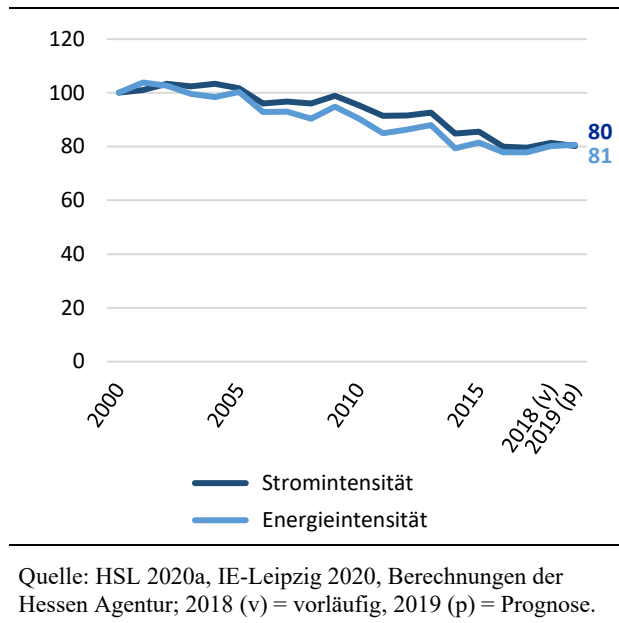
Die Indikatoren Energie- bzw. Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes werden als Quotienten aus Energieverbrauch und Bruttowertschöpfung bzw. Stromverbrauch und Bruttowertschöpfung berechnet. Sie geben an, wie viel Energie bzw. Strom aufgewendet werden muss, um eine Einheit wirtschaftliche Leistung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

Nach Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder ist die reale Bruttowertschöpfung (BWS) des hessischen Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2019 um 2,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Der Energieeinsatz des Verarbeitenden Gewerbes nahm weniger stark um insgesamt 2,1 Prozent ab, der Stromverbrauch reduzierte sich deutlich stärker um 4,1 Prozent. Je 1.000 Euro erzeugter Bruttowertschöpfung wurden an Energie 674 kWh und davon 233 kWh an Strom verbraucht. Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich die Energieintensität um 0,6 Prozent, der Stromverbrauch je 1.000 Euro BWS verringerte sich hingegen um 1,5 Prozent.

Abbildung 19 zeigt die langfristigen Entwicklungen von Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen von 2000 bis 2019 als Indexreihen. Nachdem sich beide Zeitreihen zunächst zwischen 2000 und 2005 stabil um das Ausgangsniveau bewegen, setzt danach eine kontinuierliche und bis zum Jahr 2016 reichende Abwärtsbewegung ein. Seither bewegen sich beide Zeitreihen wieder mit geringen Schwankungen seitwärts auf einem Niveau, das etwa 20 Prozent unter dem Niveau des Jahres 2000 liegt. Das heißt, zur Herstellung einer (Markt-)Preiseinheit Güter wird im Produktionsprozess etwa ein Fünftel weniger Energie und Strom eingesetzt als vor 19 Jahren.

**Abbildung 19: Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2019**

(Index 2000 = 100)

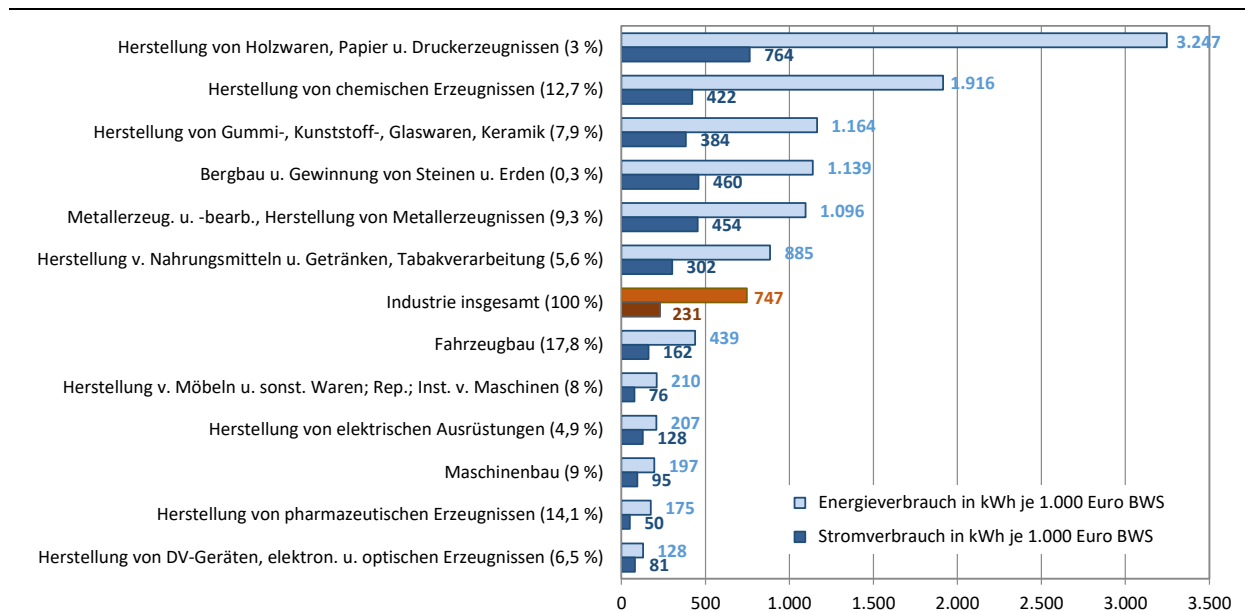


Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Nach einzelnen Industriebranchen (Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) differenzierte Angaben zur Energie- und Stromintensität liegen aktuell für das Jahr 2017 vor.<sup>10</sup> 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 3.247 kWh Energie bzw. 764 kWh Strom je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung den mit Abstand höchsten spezifischen Energie- und Stromverbrauch aller Industriebranchen auf. Mit einem Anteil von 3,0 Prozent an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung spielt diese Industriebranche allerdings nur eine vergleichsweise geringe Rolle. Der branchenspezifische Anteilswert an der gesamten Wertschöpfung der hessischen Industrie steht in Klammern hinter der Branchenbezeichnung.

**Abbildung 20: Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2017**

(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 2020d, HSL 2019, Berechnungen der Hessen Agentur.

<sup>10</sup> Während Daten zur Bruttowertschöpfung für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt bis zum Jahr 2019 vorliegen, reichen die Angaben zur Bruttowertschöpfung für einzelne Industriebranchen momentan nur bis zum Jahr 2017 (HSL 2019).

Es folgt 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 1.916 kWh bzw. 422 kWh je 1.000 Euro BWS liegt deutlich über dem Industriedurchschnitt von 747 kWh Energie- und 231 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 (17,8 %) und Herstellung pharmazeutischer Produkte (14,1 %), auf die zusammen fast ein Drittel der in Hessen erwirtschafteten BWS entfällt, liegen sowohl beim spezifischen Energie- als auch beim spezifischen Stromverbrauch weit unterhalb des Industriedurchschnitts.

### **Energetische Sanierung des Finanzamts Dieburg**

Im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME) wurde das Gebäudeensemble des Finanzamts Dieburg energetisch saniert und die technischen Anlagen erneuert. Unter Einsatz regenerativer Energien wurde mit den Maßnahmen an der Gebäudehülle und den technischen Anlagen der Neubaustandard nach EnEV 2009, welcher gem. Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren des Landes Hessen nach § 9 Abs. 3 des Hessischen Energiegesetzes (RL HEG) maßgeblich war, erreicht und zudem um 30 Prozent unterschritten. Auch in Bezug auf das seit 2016 verschärfte Niveau der EnEV 2014 ist – trotz Denkmalschutzaufgaben – eine deutliche Unterschreitung des Neubaustandards zu erwarten.

Die Maßnahmen an der Gebäudehülle wurden sehr behutsam umgesetzt, sodass die ursprüngliche Gestaltung des denkmalgeschützten Gebäudes erhalten und trotzdem ein hochwertiger energetischer Standard erreicht werden konnte. Die energetischen Maßnahmen beinhalten die Erneuerung der Fenster- und Türelemente mit einer Dreifachverglasung, die Dämmung der obersten Geschossdecke und Erneuerung des Daches sowie die Dämmung der Fassadenflächen am Hofgebäude (ohne Denkmalschutzanforderungen).

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 ganz so stark ausgeprägt.

Im Vergleich zum Vorjahr ist die Zusammensetzung der Produktionsstruktur der hessischen Industrie nun etwas stärker durch strom- und insbesondere energieintensivere Güter geprägt.<sup>11</sup> Im Industriedurchschnitt hat sich der Energie- und Stromverbrauch, ausgehend von damals 702 kWh bzw. 225 kWh je 1.000 Euro BWS, um 6,4 Prozent bzw. 2,6 Prozent erhöht.

Weitere Bestandteile des energetischen Gesamtkonzeptes sind Maßnahmen zur energieeffizienten Kühlung sowie der Einsatz energiesparender LED-Beleuchtung. Durch den Einsatz regenerativer Energien mittels einer Holzpelletanlage (2 x 65 kW) und der Verwendung von Ökostrom kann das Gebäude nahezu CO<sub>2</sub>-neutral betrieben werden.

Weitere Informationen unter:

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

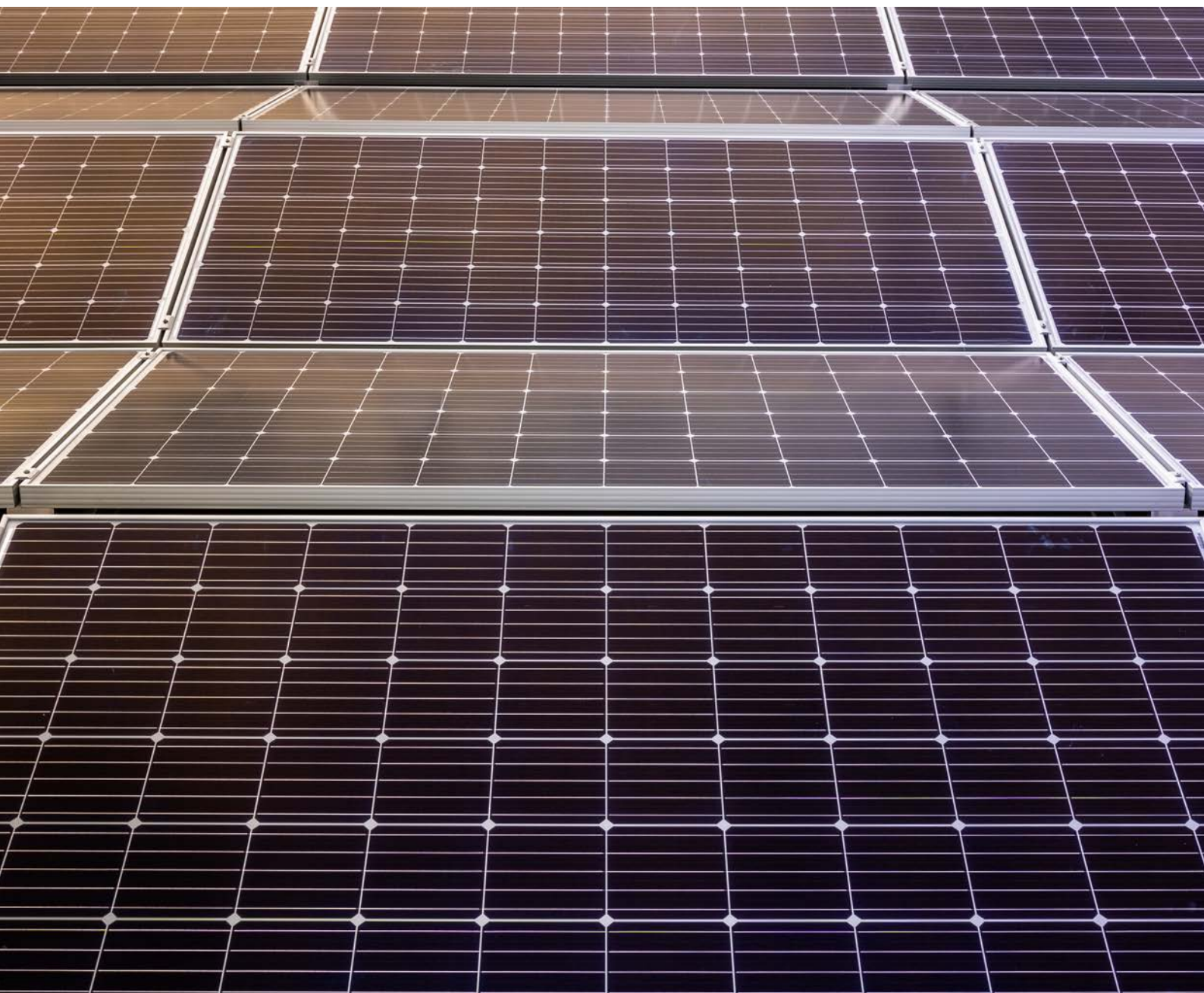


<sup>11</sup> Siehe dazu Monitoringbericht 2019, S. 25.



# 4

## Erneuerbare Energien



## 4 Erneuerbare Energien

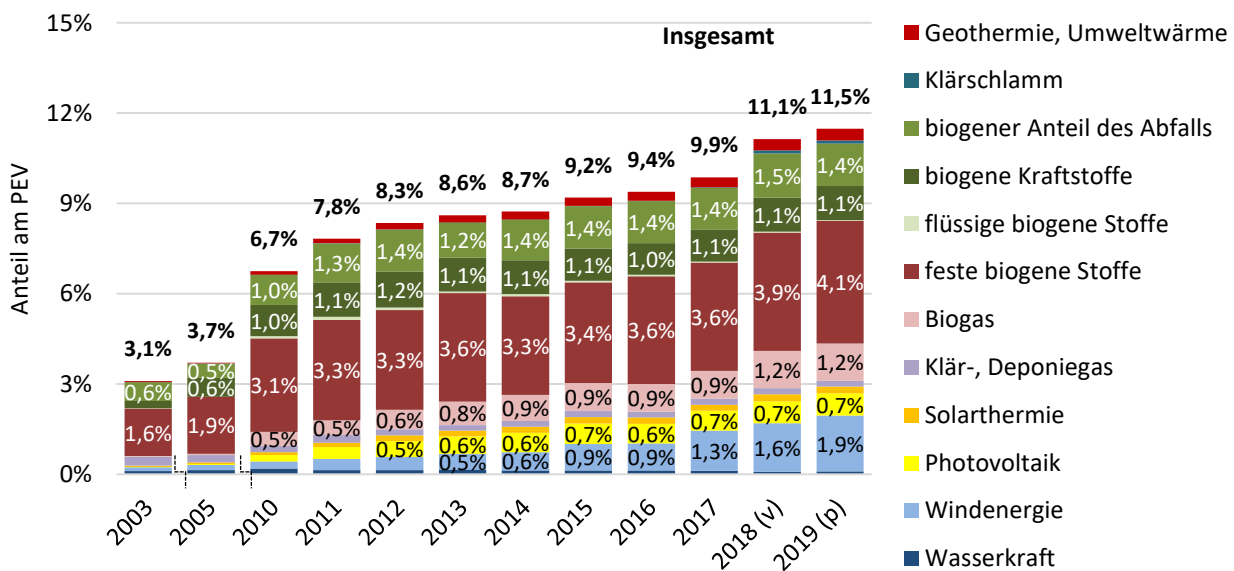
Erneuerbare Energien werden zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie im Verkehrssektor eingesetzt und können perspektivisch die fossilen Brennstoffe Mineralöle, Erdgase und Kohlen ersetzen. Durch eine enge Kopplung von Stromanwendungen, Wärme und Mobilität können auftretende Schwankungen beim Stromangebot durch den Stromeinsatz in anderen Sektoren ausgeglichen werden, z. B. für das Laden von Batterien von Elektroautos, für die Erzeugung von synthetischen Brennstoffen oder für die Erzeugung von Wärme. Durch diese Nutzung kurzfristig anfallender Stromüberschüsse, die z. B. bei der Stromerzeugung durch die volatile Wind- und Sonnenenergie entstehen können, werden in anderen Sektoren wiederum die Stromnetze entlastet (siehe Kapitel 7.3).<sup>12</sup>

### 4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch

Zum gesamten Primärenergieverbrauch (PEV) in Höhe von 868 PJ haben erneuerbare Energien im Jahr 2019 zusammen 99,7 PJ bzw. 11,5 Prozent in Hessen beigetragen (siehe Abbildung 21).

Im Vergleich zum Vorjahr ist der Einsatz erneuerbarer Energien um 4,0 PJ bzw. 4,2 Prozent angestiegen. Der Zuwachs ist vor allem auf Windenergie (+2,3 PJ bzw. 16,4 %) und witterungsbedingt auf feste biogene Brennstoffe (+1,5 PJ bzw. 4,5 %) zurückzuführen. Der Zubau neuer Windenergieanlagen fiel im Jahr 2019 mit 4 Anlagen und einer installierten Leistung von 13,8 MW relativ gering aus (siehe dazu Kapitel 6.2). Der Anstieg der Windenergie ist daher vor allem darauf zurückzuführen, dass das Jahr 2019 ein sehr ertragreiches Windjahr war und die relativ hohe Anzahl der im Verlauf des Jahres 2018 neu installierten Windräder nun ganzjährig produzierten. Bei den anderen erneuerbaren Energieträgern bewegen sich die absoluten Veränderungen gegenüber dem Vorjahr zwischen -0,3 und +0,3 PJ: Leicht rückläufig waren der biogene Anteil des Abfalls (-0,3 PJ bzw. -2,4 %) und Solarthermie (-0,1 PJ bzw. -4,4 %); nahezu unverändert blieben Klär- und Deponiegas, Klärschlamm sowie flüssige biogene Stoffe und biogene Kraftstoffe; leichte Zuwächse verzeichneten Biogas (+0,1 PJ bzw. +1,4 %), Photovoltaik (+0,1 PJ bzw. +1,6 %), Wasserkraft (+0,1 PJ bzw. +12,3 %) sowie Geothermie und Umweltwärme (+0,3 PJ bzw. +8,5 %).

Abbildung 21: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003\*-2019 (in %)



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

<sup>12</sup> Siehe dazu auch die ausführlichen Erläuterungen zur Sektorkopplung im Monitoringbericht 2017 zur Energiewende in Hessen (HMWEVL 2017, S. 30f.).

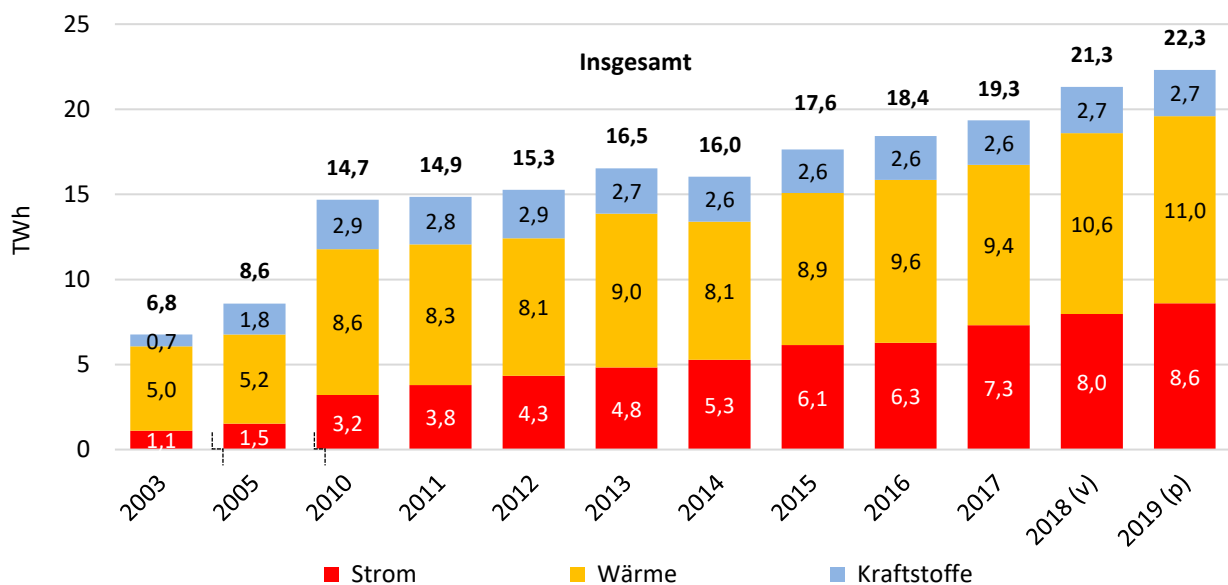
Feste biogene Stoffe trugen im Jahr 2019 mit 4,1 Prozent den mit Abstand größten Anteil aller erneuerbaren Energieträger zum PEV bei. Es folgen Windenergie mit 1,9 Prozent, der biogene Anteil des Abfalls (1,4 %), Biogas (1,2 %), biogene Kraftstoffe (1,1 %) und Photovoltaik (0,7 %).

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

Der Beitrag erneuerbarer Energien zum Endenergieverbrauch (EEV) beziffert sich für das Jahr 2019 auf 22,3 Terawattstunden (TWh). Dies sind 1,0 TWh bzw. 4,7 Prozent mehr als im Vorjahr. Die Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung war mit einer Zunahme von 0,6 TWh bzw. 8 Prozent dynamischer als die erneuerbare Wärmeerzeugung, die sich um 0,4 TWh bzw. 3,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr erhöhte (siehe Abbildung 22).

**Abbildung 22: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003\*-2019 (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.

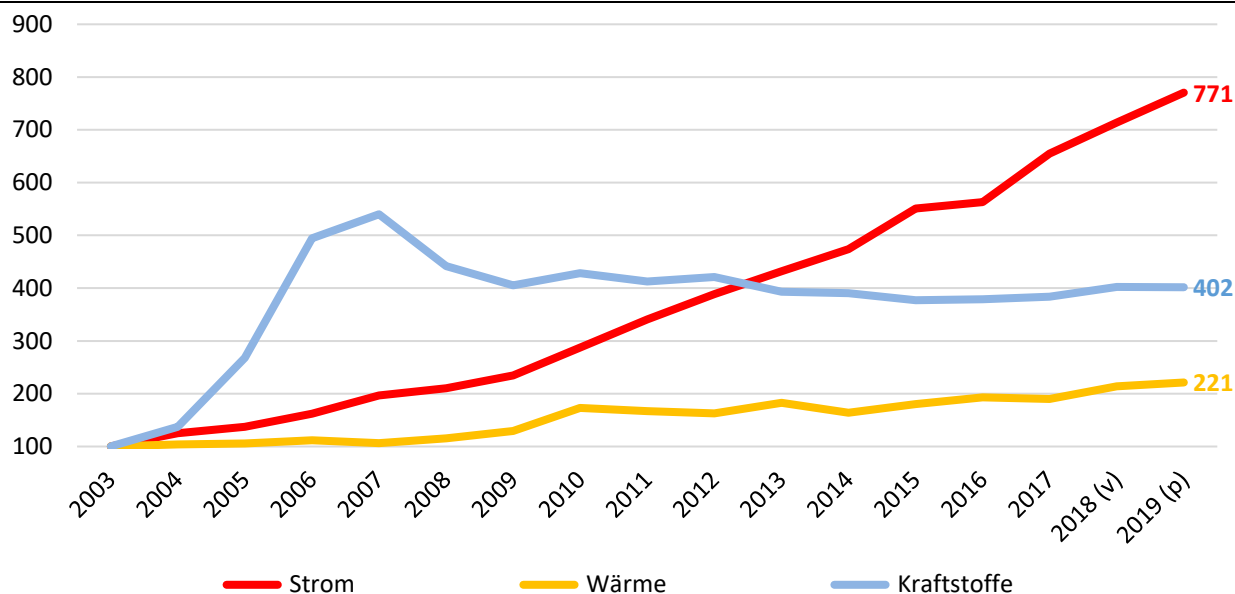
Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Demgegenüber blieb die Erzeugung erneuerbarer Kraftstoffe in Höhe von 2,7 TWh unverändert auf dem Vorjahresniveau. Bei den 8,6 TWh erneuerbar erzeugtem Strom handelt es sich um die eingespeiste Strommenge, der von den Anlagenbetreibern selbst verbrauchte Strom ist darin nicht enthalten.

Abbildung 23 zeigt die Entwicklung des EEV aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe als Indexreihen ab dem Jahr 2003. Über den gesamten Zeitraum am dynamischsten entwickelt sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, die sich gegenüber dem Ausgangsniveau im Jahr 2003 fast verachtzefach hat.

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 zunehmend. Der Index für das Jahr 2019 liegt mit einem Wert von 221 um mehr als das Doppelte über dem Ausgangsniveau.

**Abbildung 23: Entwicklung des EEV von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003\*-2019 (Index 2003 = 100)**



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

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Zum Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien zählen neben Biodiesel die Anteile an Biokraftstoffen, die Benzin in Form von Bioethanol, einem aus Pflanzen gewonnenen Ethanol-Alkohol, beigemischt werden.<sup>13</sup> Der starke Anstieg des Biokraftstoffverbrauchs von 2003 bis 2007 auf einen Indexwert von über 500 ging einher mit Steuerbefreiungen, die damals 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.

### Stromsektor

Erneuerbar erzeugter Strom gewinnt mit steigendem Einsatz sektorübergreifender Technologien – wie zum Beispiel Wärmepumpen und Elektroautos – an Bedeutung. Im Jahr 2019 wurden in Hessen bereits 8,6 TWh (8.601 GWh) Strom erneuerbar erzeugt, 635 GWh bzw. 8,0 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 24). Den sowohl absolut als auch relativ höchsten Zuwachs hat die Windenergie mit 629 GWh bzw. 16,4 Prozent erbracht (siehe auch Kapitel 6.2).

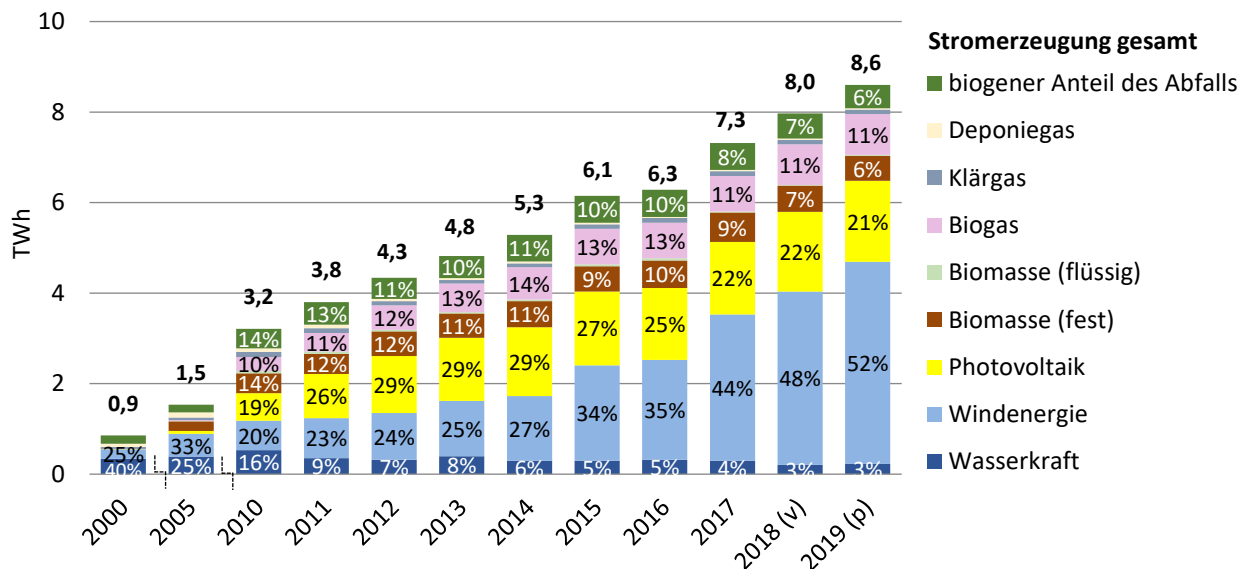
Es folgen mit weitem Abstand Photovoltaik mit einem Anstieg von 27,5 GWh (+1,6 %) und Wasserkraft mit einem Zuwachs von 25,0 GWh (+12,3 %). Die Zunahme der Wasserkraft ist vor allem auf die höheren Niederschlagsmengen im Jahr 2019 im Vergleich zum sehr trockenen Jahr 2018 zurückzuführen. Leichte Zuwächse weisen darüber hinaus Biogas (+7,8 GWh bzw. +0,9 %) und Deponiegas (+0,6 GWh bzw. +2,5 %) auf. Alle übrigen erneuerbaren Energieträger haben weniger als im Vorjahr zur erneuerbaren Stromerzeugung beigetragen: biogener Anteil des Abfalls (-34,2 GWh bzw. -6,2 %),<sup>14</sup> feste Biomasse (-18,8 GWh bzw. -3,3 %) und Klärgas (-0,3 GWh bzw. -0,3 %).

Erstmals im Jahr 2019 trug Windenergie mehr als die Hälfte (52 %) zur erneuerbaren Stromerzeugung in Hessen bei. Photovoltaik und Biogas folgen dahinter mit 21 bzw. 11 Prozent. Auf feste Biomasse und den biogenen Anteil des Abfalls entfallen jeweils 6 Prozent. Die verbleibenden gut 4 Prozent verteilen sich auf Wasserkraft (2,6 %), Klärgas (1,2 %), Deponiegas (0,3 %) und flüssige Biomasse (0,2 %).

<sup>13</sup> Erneuerbar erzeugter Strom, der für Elektromobilität im Verkehr genutzt wird, ist hierin nicht enthalten.

<sup>14</sup> Abfälle werden in Heizkraftwerken – meist mit 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 2000-2019**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

Mit der im Jahr 2019 in Hessen erneuerbar erzeugten Strommenge in Höhe von 8,6 TWh konnten 24,2 Prozent des gesamten hessischen Bruttostromverbrauchs in Höhe von 35,6 TWh gedeckt werden. Im Vorjahr lag der entsprechende Anteilswert bei 22,0 Prozent. Der Anteilswert erhöhte sich damit innerhalb eines Jahres um 2,2 Prozentpunkte. Begünstigt wurde diese positive Entwicklung durch den leichten Rückgang des Bruttostromverbrauchs in Höhe von 1,6 Prozent.

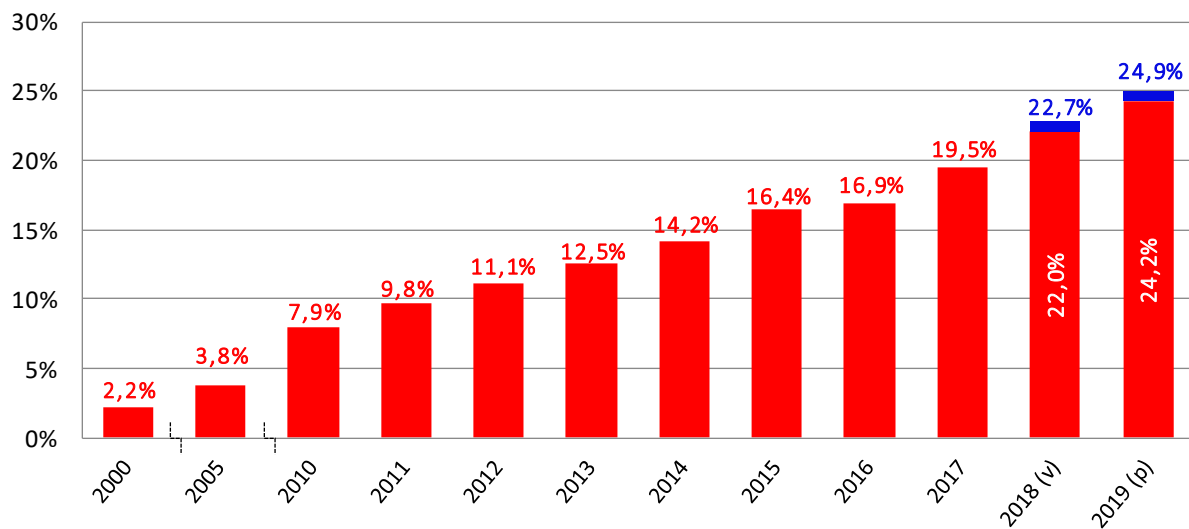
Nach Schätzungen des IE-Leipzig wurden im Jahr 2019 durch PV-Anlagen in Hessen zusätzlich 244 GWh an selbst verbrauchtem Strom erzeugt, der nicht von den

Netzbetreibern und der Bundesnetzagentur erfasst wurde (siehe Abbildung 25 sowie die Erläuterungen in Kapitel 6.2). Dies entspricht 0,7 Prozent am hessischen Bruttostromverbrauch, wodurch sich der Anteilswert erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch unter Berücksichtigung dieses nicht erfassten Selbstverbrauchs auf 24,9 Prozent erhöht.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Mit Selbstverbrauch sind 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 (ZSW 2018b):

- 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 (vgl. dazu auch die Erläuterungen in IE-Leipzig 2020).

**Abbildung 25: Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2019\* (in %)**

\* Seit 2018 wird der Wert einschließlich des zugeschätzten PV-Selbstverbrauchs ausgewiesen.

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

## Wärmesektor

Erneuerbare Energien haben im Jahr 2019 insgesamt 10.987 GWh zur Wärmeerzeugung in Hessen beigetragen. Im Vergleich zum Vorjahr stieg die erneuerbare Wärmeerzeugung um 363 GWh bzw. 3,4 Prozent (siehe Abbildung 26).

Dieser Zuwachs ist überwiegend auf biogene Feststoffe zurückzuführen. Unter biogenen Feststoffen werden z. B. Scheitholz, Pellets, Holzhackschnitzel, aber auch Stroh zusammengefasst. Deren Verbrauch ist in privaten Haushalten und im GHD-Sektor im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr witterungsbedingt um 339 GWh bzw. 4,5 Prozent angestiegen.

Ebenfalls zugenommen hat die Wärmeerzeugung aus Geothermie (+75,4 GWh bzw. +8,5 %) sowie aus biogenen flüssigen und gasförmigen Brennstoffen (+3,0 GWh bzw. +0,8 %). Rückläufig war hingegen der Einsatz des biogenen Anteils des Abfalls (-29,5 GWh bzw. -2,4 %) und der Solarthermie (-25,9 GWh bzw. -4,4 %).

Die Zusammensetzung der erneuerbaren Energieträger wird zu fast drei Vierteln (72,1 %) durch biogene Festbrennstoffe geprägt. Es folgen der biogene Anteil des Abfalls mit 11,0 Prozent, die Nutzung von Geothermie und dabei insbesondere der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen mit 8,7 Prozent, die Nutzung von Solarthermie mit 4,9 Prozent sowie die

Nutzung von flüssigen und gasförmigen biogenen Brennstoffen mit zusammen 3,3 Prozent.

In längerfristiger Betrachtung hat sich die erneuerbare Wärmeerzeugung zwischen 2005 und 2010 von etwa 5 GWh auf fast 9 GWh deutlich erhöht. Bis 2014 zeichnet sich zunächst eine Seitwärtsbewegung mit leichten Schwankungen und danach eine tendenzielle Aufwärtsentwicklung ab. Die Zunahme geht vor allem einher mit einem Mehrverbrauch von Festbrennstoffen.

## Verkehrssektor

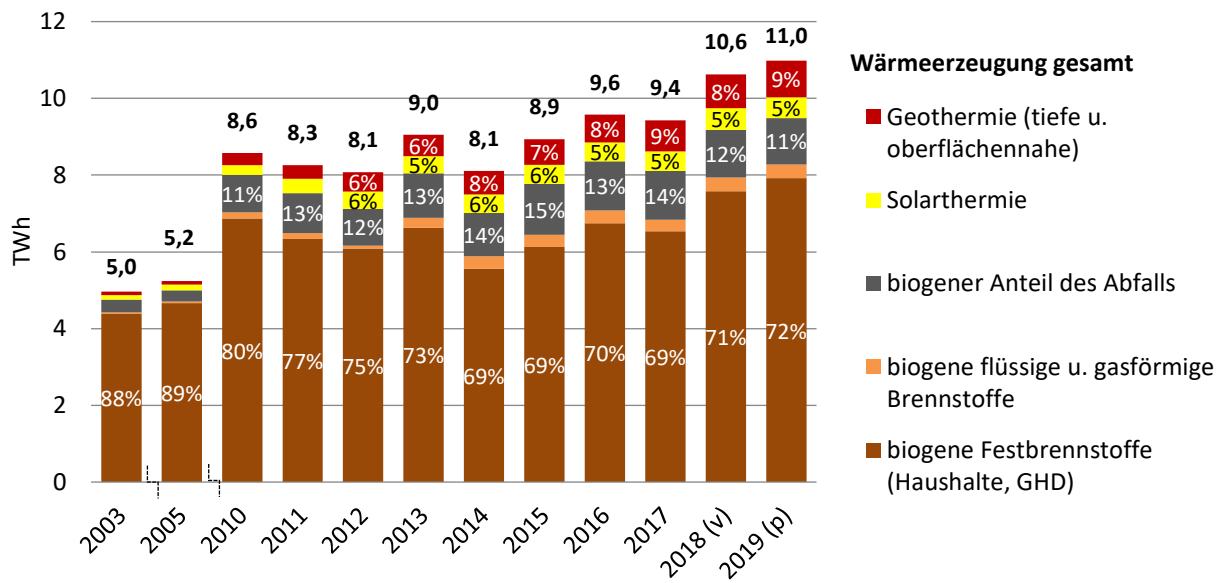
Im Jahr 2019 wurden in Hessen 2.724 GWh an erneuerbaren Kraftstoffen verbraucht und damit so viel wie im Jahr 2018 (siehe Abbildung 27). Leicht geändert hat sich dabei allerdings die Zusammensetzung. So stieg der Einsatz von Biodiesel um 15 GWh (+0,8 %) und der Einsatz von Bioethanol ging um 15 GWh (-2,0 %) zurück. Dies hatte geringe Auswirkungen auf die Struktur der erneuerbaren Kraftstoffe, die zu 72 Prozent aus Biodiesel und zu 28 Prozent aus Bioethanol bestehen.

Mit der schrittweisen Aufhebung der Steuerbefreiung ab dem Jahr 2007 hat der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff schnell spürbar an Bedeutung verloren. In Folge wird der Verbrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff in der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) seit dem Jahr 2017 nicht mehr ausgewiesen.

Zum Stromverbrauch speziell aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor liegen bisher keine amtlichen Daten für die Bundesländer vor. Insgesamt wurden in Hessen im Jahr 2019 knapp 4,7 PJ (1.300 GWh) Strom für die

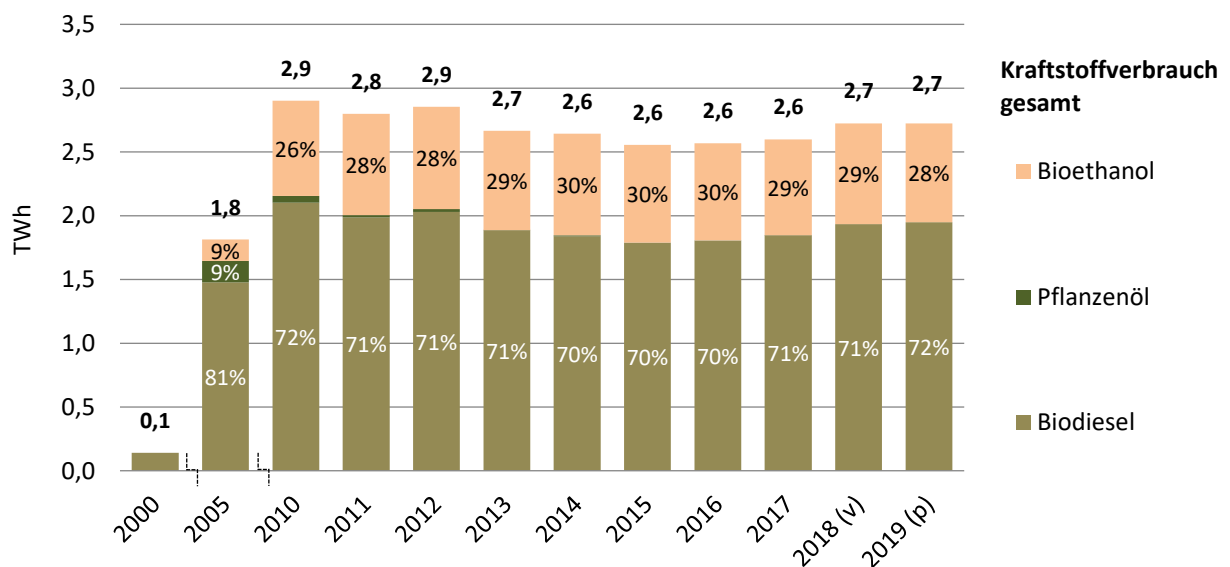
Mobilitätszwecke von Schienenfahrzeugen verbraucht. Dies entspricht in etwa gut 1 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs dieses Sektors (siehe Kapitel 8.1).

**Abbildung 26: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2019**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

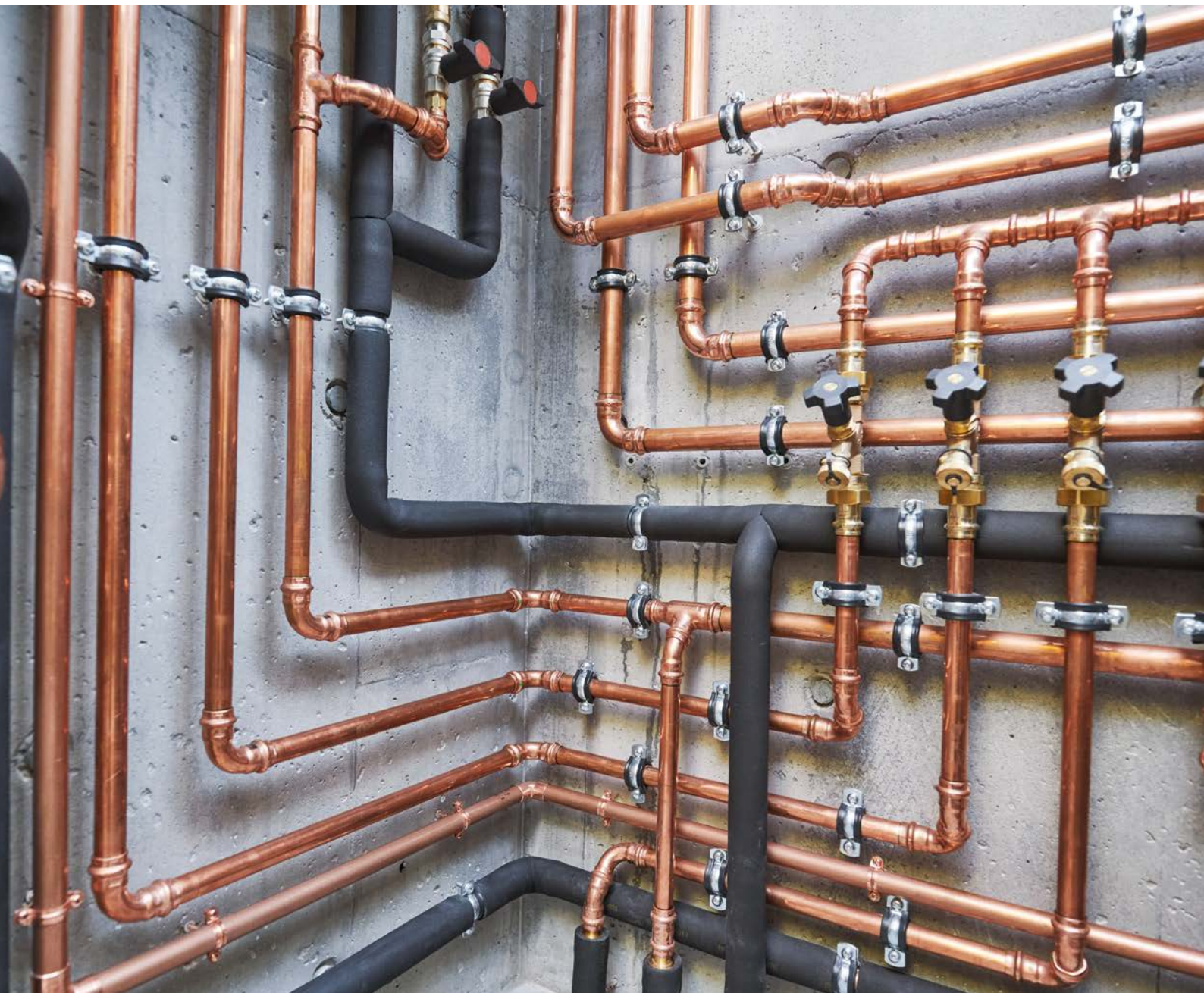
**Abbildung 27: Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2019 (in TWh)**



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

# 5

## Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch





## 5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch

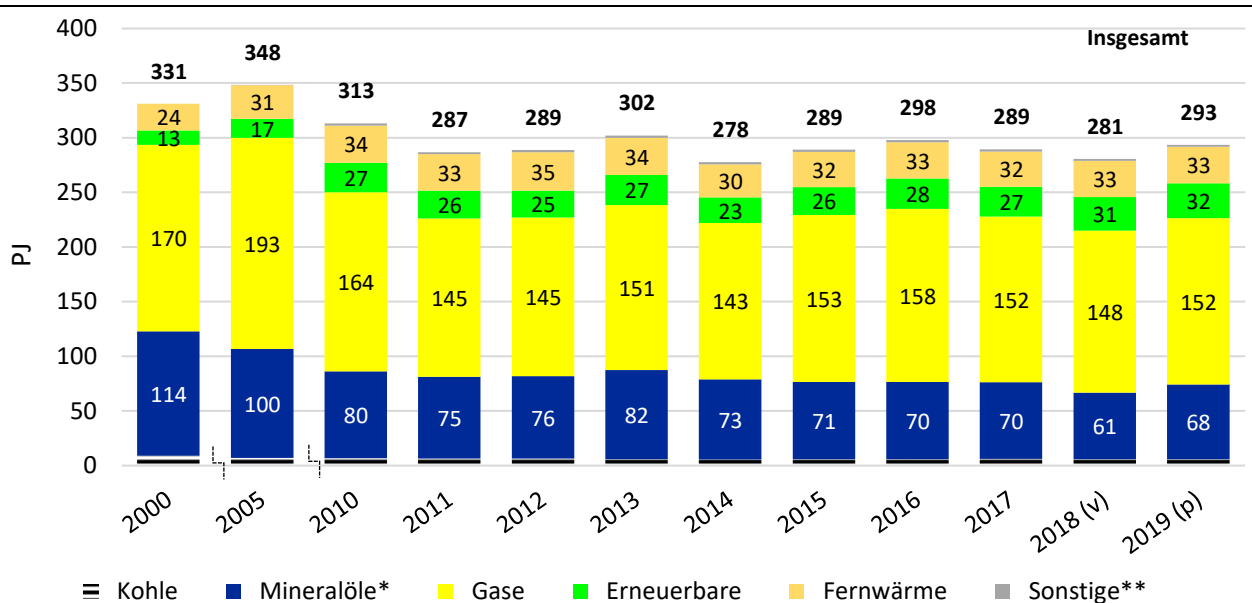
Nach Schätzungen des IE-Leipzig wurden in Hessen im Jahr 2019 insgesamt 293 Petajoule (PJ) an Endenergie für die Bereitstellung von Wärme verbraucht. Dies ist mehr als ein Drittel (36,4 %) des gesamten Endenergieverbrauchs (EEV) und zeigt, welches Potenzial für Energieeinsparungen im Gebäudesektor besteht.

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des EEV für Wärme insgesamt und speziell des gebäuderelevanten EEV dargestellt. Es werden Bestandsveränderungen der Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Gebäuden nach Alters- und Leistungsklassen aufgezeigt. Zudem werden insgesamt die Beheizungsarten von im Jahr 2019 neu errichteten Wohngebäuden und vertieft die Entwicklung des Brennholzverbrauchs der privaten Haushalte sowie erstmals der Einsatz oberflächennaher Erdwärmesonden-Anlagen seit dem Jahr 2000 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

Im Jahr 2019 hat sich in Hessen der EEV für Wärme gegenüber dem Vorjahr vor allem witterungsbedingt um 12,9 PJ bzw. 4,6 Prozent auf insgesamt 293 PJ erhöht (siehe Abbildung 28). Die Entwicklung der einzelnen Energieträger unterscheidet sich dabei deutlich. Mineralölprodukte hatten absolut und relativ den stärksten Zuwachs zu verzeichnen (+7,3 PJ bzw. +11,9 %). Hierzu dürfte sich der wieder rückläufige Heizölpreis, der zuvor zwei Jahre lang gestiegen war, stimulierend auf zusätzliche Vorratskäufe ausgewirkt haben (siehe dazu Kapitel 10.1). Es folgen Gase (+4,1 PJ bzw. +2,8 %), erneuerbare Energien (+1,4 PJ bzw. +4,5 %) und Fernwärme (+0,3 PJ bzw. +0,8 %). Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden erneuerbare Energien wie auch andere Energieträger, die zur Erzeugung von Fernwärme genutzt werden, in der Kategorie Fernwärme berücksichtigt. Der Verbrauch von Kohle und Sonstigen war in Höhe von zusammen 0,1 PJ leicht rückläufig.

Abbildung 28: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2019 (in PJ)



\* einschl. Flüssiggas

\*\* sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

Quelle: Gesamtmenge von HSL 2020a, Aufteilung nach Energieträgern durch IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

In längerfristiger Betrachtung ist der zunächst deutlich abnehmende EEV für Wärme zwischen 2005 und 2011 vor allem auf Rückgänge bei Gasen und Mineralölen zurückzuführen. Seitdem bewegt sich der EEV für Wärme mit witterungsbedingten Schwankungen zwischen 278 und 302 PJ. Dabei ist die Zusammensetzung der Energieträger insgesamt relativ stabil geblieben: Zuletzt entfiel rund die Hälfte des EEV für Wärme auf Gase (52 %), ein Viertel auf Mineralöle (23 %) und das restliche Viertel verteilt sich auf Fernwärme und erneuerbare Energien zu jeweils 11 Prozent 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.<sup>16</sup> Für den Verkehrssektor werden in relativ geringem Umfang auch Energieverbräuche für Raumwärme und -kühlung sowie für Beleuchtung ausgewiesen. Da diese allerdings z. B. durch die Beheizung bzw. Kühlung der Fahrgastzellen und die Innen- und Außenbeleuchtung der Fahrzeuge entstehen, sind sie nicht gebäuderelevant.<sup>17</sup>

**Tabelle 1: Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2019 (in PJ, Anteilswerte in %)**

Absoluter Verbrauch (in PJ)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	157,7	76,4	10,0	—	244,1
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	126,1	55,3	6,9	—	188,3
<i>Warmwasser</i>	28,6	5,4	0,7	—	34,7
<i>Raumkühlung</i>	0,3	1,2	0,8	—	2,3
<i>Beleuchtung</i>	2,7	14,6	1,5	—	18,8
<b>EEV insgesamt</b>	<b>182,2</b>	<b>117,7</b>	<b>109,7</b>	<b>396,4</b>	<b>805,9</b>
Anteil am EEV insgesamt (in %)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	19,6%	9,5%	1,2%	—	30,3%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	15,6%	6,9%	0,9%	—	23,4%
<i>Warmwasser</i>	3,5%	0,7%	0,1%	—	4,3%
<i>Raumkühlung</i>	0,0%	0,1%	0,1%	—	0,3%
<i>Beleuchtung</i>	0,3%	1,8%	0,2%	—	2,3%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>22,6%</b>	<b>14,6%</b>	<b>13,6%</b>	<b>49,2%</b>	<b>100,0%</b>
Anteil am sektor-spezifischen EEV (in %)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	86,5%	65,0%	9,1%	—	30,3%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	69,2%	47,0%	6,3%	—	23,4%
<i>Warmwasser</i>	15,7%	4,6%	0,7%	—	4,3%
<i>Raumkühlung</i>	0,2%	1,0%	0,7%	—	0,3%
<i>Beleuchtung</i>	1,5%	12,4%	1,4%	—	2,3%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>—</b>	<b>100,0%</b>

\* — kein gebäuderelevanter Endenergieverbrauch im Verkehrssektor vorhanden

Quelle: IE-Leipzig 2020, vorläufige Daten, Berechnungen der Hessen Agentur.

16 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.

17 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.

Für die Nutzung von Gebäuden wurden in Hessen im Jahr 2019 nach Berechnungen des IE-Leipzig insgesamt 244,1 PJ an Energie verbraucht.<sup>18</sup> Dies entspricht 30,3 Prozent des gesamten EEV (siehe Tabelle 1).

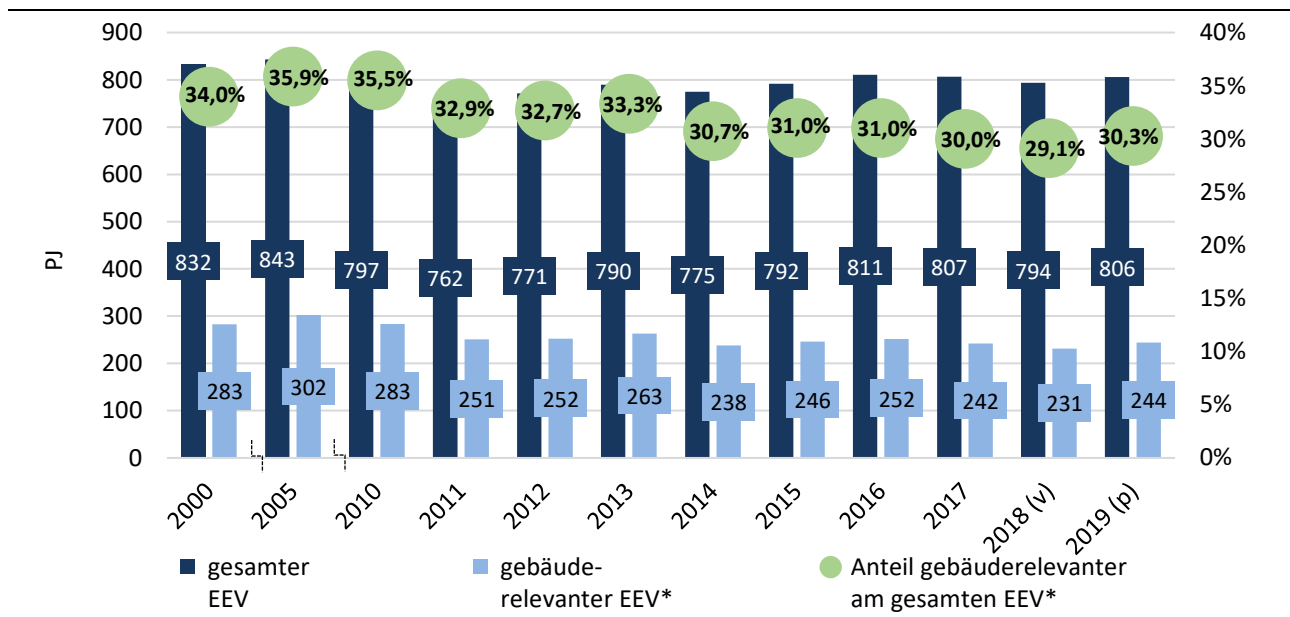
Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt mit 188,3 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme, was 23,4 Prozent des gesamten EEV entspricht. Davon entfallen 126,1 PJ bzw. gut zwei Drittel auf den Sektor private Haushalte. Es folgen Warmwasseraufbereitung und Beleuchtung mit entsprechenden Anteilswerten von 4,3 bzw. 2,3 Prozent. Mit einem Anteil von 0,3 Prozent hat Raumkühlung eine vergleichsweise geringe Bedeutung am gesamten EEV.

Differenziert nach Verbrauchssektoren verwenden die privaten Haushalte 86,5 Prozent ihres gesamten EEV für die Nutzung von Gebäuden, im Wesentlichen für Raumwärme (69,2 %) und Warmwasseraufbereitung (15,7 %). Im Sektor GHD entfallen knapp zwei Drittel (65,0 %) des EEV auf die Gebäudenutzung. Die meiste Energie wird auch hier für Heizzwecke (47,0 %) verwendet, mit 12,4 Prozent entfällt jedoch auch ein signifikanter Anteil

auf die Beleuchtung der Gebäude. In der Industrie spielt der gebäuderelevante EEV mit 9,1 Prozent des gesamten EEV hingegen nur eine vergleichsweise geringe Rolle.

In Abbildung 29 sind die Entwicklungen des gesamten und des gebäuderelevanten EEV sowie des Anteils des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV im Zeitverlauf dargestellt. Beide Verbräuche haben sich zunächst bis zum Jahr 2011 deutlich rückläufig entwickelt. Durch den steigenden Energieverbrauch im Verkehrssektor nimmt seither der EEV insgesamt tendenziell wieder leicht zu. Beim gebäuderelevanten EEV setzt sich die rückläufige Entwicklung – allerdings deutlich abgeschwächt – weiter fort. Durch diese auseinanderlaufenden Entwicklungen nimmt der Anteil des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV tendenziell weiter ab. Dabei spiegeln sich auch Witterungseinflüsse und insbesondere die Zunahme milder Winter in den letzten Jahren wider. So hat sich 2019 witterungsbedingt der gebäuderelevante EEV stärker erhöht als der EEV insgesamt, wodurch sich der Anteilswert des gebäuderelevanten am gesamten EEV von 29,1 Prozent im Jahr 2018 auf 30,3 Prozent im Jahr 2019 erhöhte.

**Abbildung 29: Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen 2000-2019 (in PJ, Anteilswerte in %)**



\* geschätzte Werte

Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

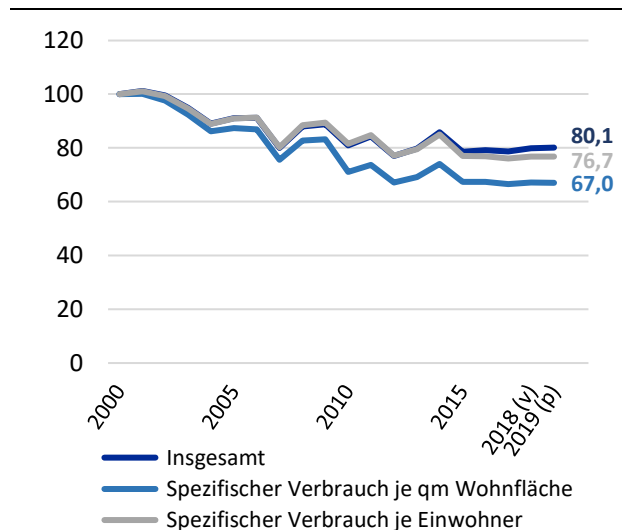
<sup>18</sup> Das IE-Leipzig überträgt die im Auftrag der AGEb für Deutschland entwickelte Methode zur Erstellung sektoraler Anwendungsbilanzen auf Hessen (AGEb 2016 und 2018). Siehe hierzu auch die Erläuterungen in HMWEVL (2017 und 2018b), jeweils in Kapitel 5.

### Temperaturbereinigter Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser privater Haushalte

Abbildung 30 zeigt die Indexentwicklungen des temperaturbereinigten EEV der privaten Haushalte für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowohl insgesamt als auch bezogen auf die Wohnfläche sowie auf die Einwohnerzahl.

Die Indexverläufe insgesamt und je Einwohner sind bis zum Jahr 2015 nahezu identisch. Danach wirken sich die gestiegenen Zuwanderungen dämpfend auf die Pro-Kopf-Entwicklung aus. Der spezifische Verbrauch bezogen auf die Wohnfläche war bis zum Jahr 2012 stärker rückläufig als die beiden anderen Indikatoren. Im Jahr 2019 liegt der temperaturbereinigte Gesamtverbrauch um knapp 20 Prozent, der spezifische Pro-Kopf-Verbrauch um gut 23 Prozent und der spezifische Verbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche um 33 Prozent unter dem jeweiligen Ausgangsniveau im Jahr 2000. Der Rückgang hat dabei maßgeblich bis zum Jahr 2012 stattgefunden und stagniert seither auf diesem Niveau.

**Abbildung 30: Temperaturbereinigter EEV privater Haushalte für Raumwärme und Warmwasser**  
(Index 2000 = 100)



Quelle: IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### 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 maßgeblich beitragen. In der Koalitionsvereinbarung der Hessischen Landesregierung aus dem Jahr 2018 wird daher 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).

#### Modernisierung der Wärmeversorgung durch Austausch alter Gas- und Ölfeuerungsanlagen

Durch die Stilllegungen alter Feuerungsanlagen und deren Ersatz durch moderne effizientere Anlagen kann ein deutlicher Beitrag zur Effizienzsteigerung von Gebäuden geleistet werden.

Abhängig von der Art der installierten Heizung müssen Hausbesitzer eine Abgaswegeüberprüfung im ein- bis dreijährigen Turnus durchführen lassen. Auf Basis der dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse können Veränderungen in der Heizungsstruktur im Zeitablauf dargestellt werden. Entsprechende für Hessen aggregierte Daten konnten vom Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Hessen erstmals für das Jahr 2015 bereitgestellt werden (LIV 2016). Damit wurde im Monitoringbericht 2016 generell eine hohe Übereinstimmung der Heizungsstrukturen von Hessen und Deutschland aufgezeigt. Bereits im letztjährigen Monitoringbericht 2019 wurden für Hessen Bestandsveränderungen in der Altersstruktur von Öl- und Gasfeuerungsanlagen für die Jahre 2015 und 2018 dargestellt. Dies wird mit den nun für das Jahr 2019 vorliegenden Daten fortgesetzt.

Im Jahr 2019 belief sich der Bestand auf insgesamt gut 433.000 Öl- und knapp 516.000 Gasfeuerungsanlagen (siehe Tabelle 2). Das sind 34.300 bzw. 7,3 Prozent Ölfeuerungsanlagen und 75.800 bzw. 12,8 Prozent Gasfeuerungsanlagen weniger als im Jahr 2015. Erwartungsgemäß fanden dabei umso höhere relative Rückgänge statt, je älter die Heizungsanlagen bereits waren. Zum Teil wurden ältere Anlagen aber auch durch neue Öl- und Gasfeuerungsanlagen ersetzt, was sich am Bestandszuwachs jüngerer Anlagen, die nach dem Jahr 1998 in Betrieb genommen wurden, zeigt. Die Anzahl der Neuinbetriebnahmen von Ölfeuerungsanlagen war im Jahr 2019 mit 292 sehr gering, die Zahl der neuen Gasfeuerungsanlagen lag bei 4.679.

**Tabelle 2: Nach Alter differenzierte Öl- und Gasfeuerungsanlagen 2015, 2018 und 2019**

Ölfeuerungsanlagen	Inbetriebnahme					Insgesamt
	bis 1978	1979-1982	1983-1987	1988-1997	seit 1998	
Anzahl (in 1.000)						
2015	22,5	19,3	66,0	185,2	174,4	467,3
2018	16,9	15,2	57,3	172,2	177,7	439,3
2019	15,8	14,4	55,0	169,5	178,4	433,1
Altersstruktur (in %)						
2019	3,6%	3,3%	12,7%	39,1%	41,2%	100,0%
Unterschiede zwischen:						
2015 und 2019 (in 1.000)	-6,7	-4,9	-11,0	-15,7	4,0	-34,3
2015 und 2019 (in %)	-29,8%	-25,5%	-16,6%	-8,5%	2,3%	-7,3%
2018 und 2019 (in 1.000)	-1,1	-0,8	-2,3	-2,7	0,7	-6,3
2018 und 2019 (in %)	-6,6%	-5,4%	-4,0%	-1,6%	0,4%	-1,4%

Gasfeuerungsanlagen	Inbetriebnahme					Insgesamt
	bis 1978	1979-1982	1983-1987	1988-1997	seit 1998	
Anzahl (in 1.000)						
2015	7,9	13,1	60,1	242,2	268,4	591,6
2018	4,6	7,8	42,6	200,3	268,9	524,2
2019	4,2	7,0	39,2	191,2	274,2	515,9
Altersstruktur (in %)						
2019	0,8%	1,4%	7,6%	37,1%	53,2%	100,0%
Unterschiede zwischen:						
2015 und 2019 (in 1.000)	-3,7	-6,1	-20,8	-51,1	5,9	-75,8
2015 und 2019 (in %)	-46,9%	-46,4%	-34,7%	-21,1%	2,2%	-12,8%
2018 und 2019 (in 1.000)	-0,4	-0,7	-3,4	-9,1	5,4	-8,3
2018 und 2019 (in %)	-8,6%	-9,6%	-8,0%	-4,5%	2,0%	-1,6%

Quelle: LIV 2020, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

### Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen

In Hessen wurden im Jahr 2019 insgesamt 6.166 Wohngebäude mit zusammen 17.271 Wohnungen fertiggestellt (siehe Tabelle 3). Dies sind zwar nur 19 Wohngebäude (+0,3 %) mehr als ein Jahr zuvor, die Zahl der neu errichteten Wohnungen hat sich allerdings um 757 bzw. 4,6 Prozent erhöht. In 3.453 und damit deutlich mehr als der Hälfte aller neu errichteten Wohngebäude (56 %) waren erneuerbare Energien die primäre Energiequelle. Dahinter folgen Gasheizungen (31,6 %) und Fernwärme (10,2 %). Ölfeuerungsanlagen wurden hingegen nur in 1 Prozent aller neu errichteten Wohngebäude als primäre Energiequelle genutzt.

Erstmals entfällt auf erneuerbare Energien auch bei den neu errichteten Wohnungen mit 38,1 Prozent der größte

Anteil vor Gas (35,1 %) und Fernwärme (24,8 %). Innerhalb der erneuerbaren Energien prägen Wasser- und insbesondere Luftwärmepumpen sowohl bei den Wohngebäuden (83,6 %) als auch bei den Wohnungen (72,6 %) das Bild. Mit deutlichem Abstand folgen Holz und Geothermie als primäre Energiequellen.

In rund 40 Prozent aller neu errichteten Wohngebäude und 32 Prozent der Wohnungen wird zusätzlich zur primären Energiequelle noch eine sekundäre Energiequelle zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Dabei kommen überwiegend erneuerbare Energien zum Einsatz, vor allem Solarenergieanlagen (Wohngebäude: 54 %; Wohnungen: 58 %) und Holzheizungen (Wohngebäude: 39 %; Wohnungen: 33 %).

**Tabelle 3: Im Jahr 2019 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %)**

A) Alle Heizarten	Primäre Energiequelle*		Sekundäre Energiequelle*	
	Wohngebäude	Wohnungen	Wohngebäude	Wohnungen
Öl	59 (1,0%)	181 (1,0%)	1 (0%)	4 (0%)
Gas	1.947 (31,6%)	6.057 (35,1%)	186 (3,0%)	782 (4,5%)
Fernwärme	628 (10,2%)	4.281 (24,8%)	24 (0,4%)	42 (0,2%)
Erneuerbare Energien	3.453 (56,0%)	6.579 (38,1%)	1.483 (24,1%)	3.394 (19,7%)
Sonstige	74 (1,2%)	150 (0,9%)	715 (11,6%)	1.286 (7,4%)
Keine Energie	5 (0,1%)	23 (0,1%)	3.757 (60,9%)	11.763 (68,1%)
<b>Summe</b>	<b>6.166 (100%)</b>	<b>17.271 (100%)</b>	<b>6.166 (100%)</b>	<b>17.271 (100%)</b>
<b>B) Erneuerbare Energien</b>				
Umweltwärme**	2.886 (83,6%)	4.779 (72,6%)	80 (5,4%)	241 (7,1%)
Holz	316 (9,2%)	1.001 (15,2%)	577 (38,9%)	1.123 (33,1%)
Geothermie**	186 (5,4%)	321 (4,9%)	23 (1,6%)	38 (1,1%)
Solarenergie	44 (1,3%)	146 (2,2%)	796 (53,7%)	1.960 (57,7%)
Biogas / Biomethan	13 (0,4%)	264 (4,0%)	6 (0,4%)	31 (0,9%)
Sonstige Biomasse	8 (0,2%)	68 (1,0%)	1 (0,1%)	1 (0%)
<b>Summe</b>	<b>3.453 (100%)</b>	<b>6.579 (100%)</b>	<b>1.483 (100%)</b>	<b>3.394 (100%)</b>

\* Bei der Angabe „zur Heizung verwendete Energie“ wird unterschieden in primäre und sekundäre Energiequellen. Als primäre Energiequelle gilt die – bezogen auf den Heizenergieanteil – überwiegende Energiequelle. Die primäre Heizenergie ist beim Einsatz nur einer Energiequelle die alleinige eingesetzte Heizenergie. Die Angabe zur sekundären Heizenergie ist daher nur erforderlich, wenn mindestens eine weitere Energiequelle für die Beheizung eingesetzt wird. Bei mehr als zwei Energiequellen sind die beiden überwiegender entsprechend ihrer Bedeutung (primär / sekundär) bei der Befragung 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 2020c.

### Beheizung mit oberflächennaher Geothermie

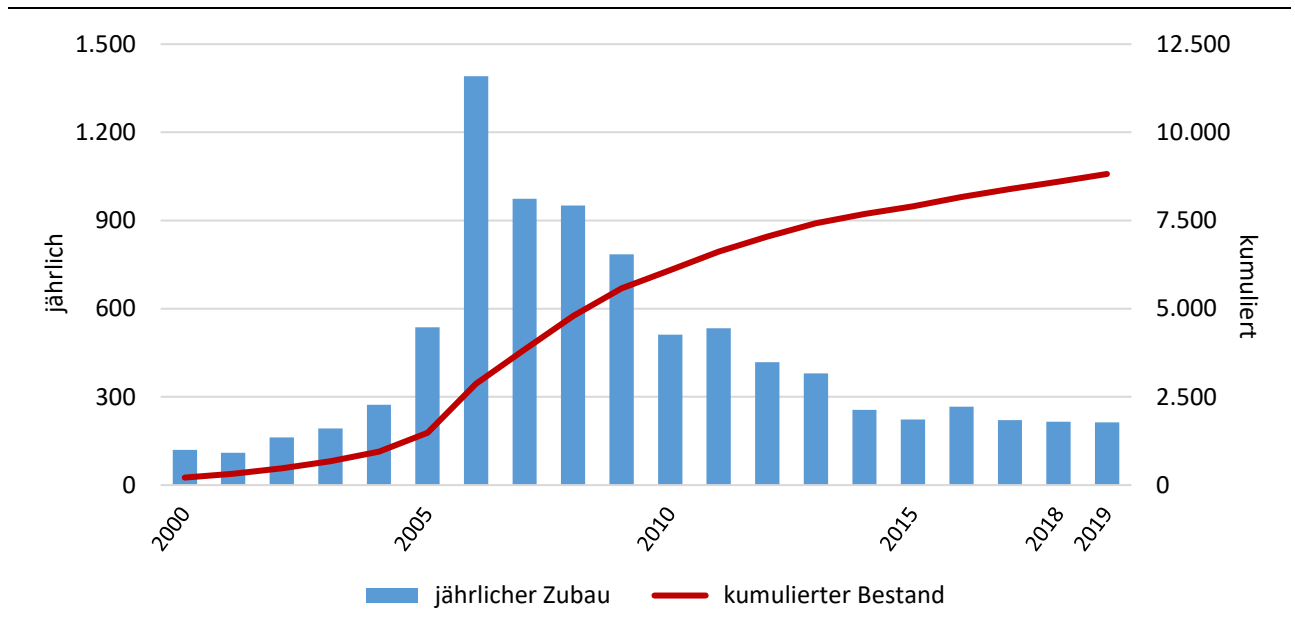
Für die Heizungskategorie Geothermie erfasst das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) technische Daten zu den in Hessen zugelassenen oberflächennahen Erdwärmepumpen. Auf Grundlage dieser Datenbank können die folgenden Entwicklungen seit dem Jahr 2000 dargestellt werden.

Bis Ende 2019 wurden in Hessen insgesamt rund 8.800 Erdwärmesonden-Anlagen (EWS-Anlagen) genehmigt und errichtet (siehe Abbildung 31). Die Zahl der jährlich genehmigten EWS-Anlagen nahm zunächst von gut 100 Anlagen im Jahr 2000 auf fast 1.400 Anlagen im Jahr 2006 deutlich zu. Dieser auch für Deutschland insgesamt zu beobachtende Zuwachs ist u. a. auf die etwa ab dem Jahr 2002 wieder steigenden Ölpreise zurückzuführen (siehe Kapitel 10.1).

Danach ist bis zum Jahr 2014 ein massiver Rückgang auf etwa 200 Anlagen festzustellen und auf diesem Niveau bewegt sich seither die Zahl der jährlichen EWS-Genehmigungen.

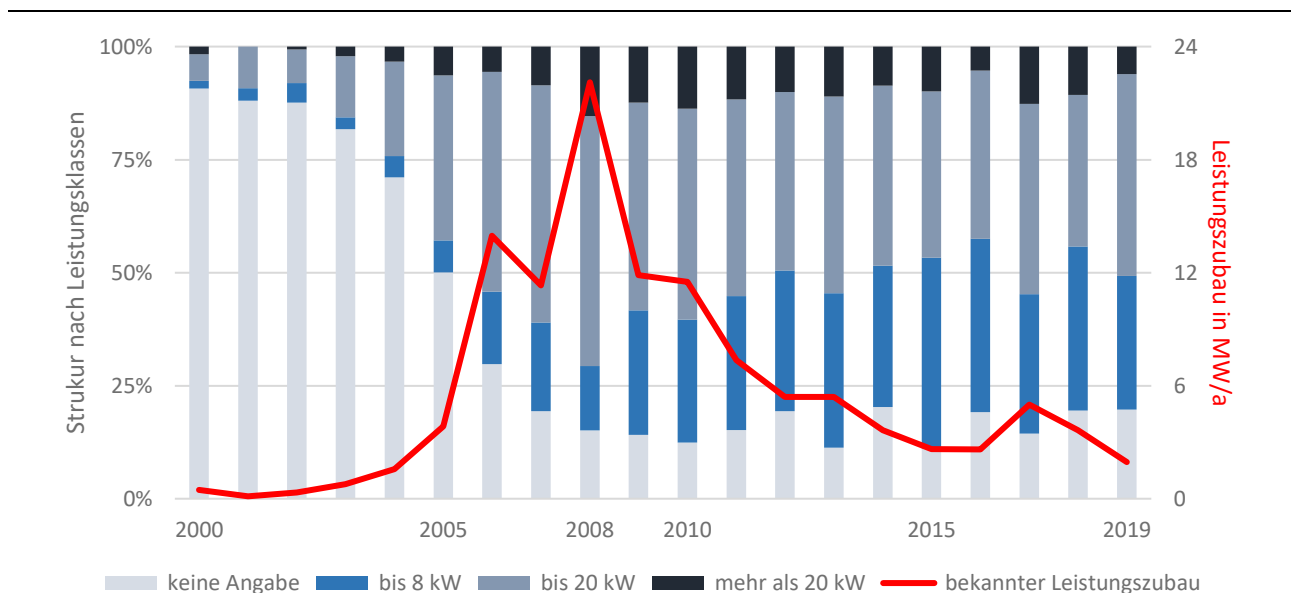
Als ein weiterer Grund für die rückläufige Zahl der jährlich genehmigten EWS-Anlagen nach 2008 ist neben steigenden und somit kostenerhöhenden Anforderungen für EWS-Bohrungen aber auch die zunehmende Verbreitung insbesondere von Luftwärmepumpen zu nennen. Deren Anteil an den insgesamt verkauften Wärmepumpen ist bundesweit seit 2006 kontinuierlich stark angestiegen (Bundesverband Wärmepumpe 2020).

Abbildung 31: Zubau von Erdwärmesonden-Anlagen in Hessen 2000-2019 (jährlich und kumuliert)



Quelle: HLNUG 2020.

Abbildung 32: Struktur und Entwicklung des Leistungszubaus von Erdwärmesonden-Anlagen nach Leistungs-klassen 2000-2019



Quelle: HLNUG 2020.

Abbildung 32 zeigt die Entwicklung des Zubaus nach Leistungsklassen. Zu Beginn des Beobachtungszeitraums gibt es nur wenige Leistungsangaben und diese liegen erst ab dem Jahr 2007 für rund 80 Prozent aller neu errichteten EWS-Anlagen vor. Seit dem Jahr 2010 ist die

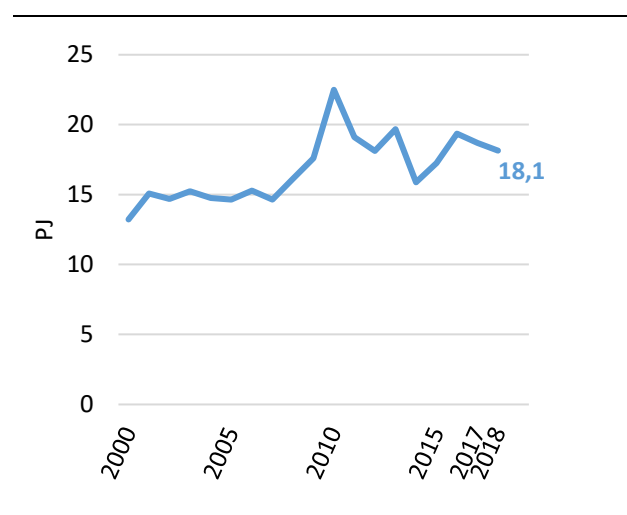
Zusammensetzung der Leistungsstruktur der neu errichteten Anlagen relativ stabil. Mit geringen jährlichen Schwankungen fallen demnach rund 30 Prozent unter die Gruppe der Kleinanlagen bis 8 kW Leistung, die in Ein-

familienhäusern zum Einsatz kommen. Der höchste Anteil entfällt mit rund 40 Prozent auf Anlagen von 9 bis 20 kW Leistung. Dabei handelt es sich um Anlagen, die etwa Dreifamilienhäuser mit Wärme versorgen können. Der Anteil der Anlagen mit einer Heizleistung von mehr als 20 kW beträgt etwa 10 Prozent. Einzelne Anlagen davon können allerdings sehr groß dimensioniert sein. Mit den größten in Hessen errichteten EWS-Anlagen können Wärmepumpen Heizleistungen bis 1.000 kW bereitstellen. In dieser Dimension können große Wohnanlagen und Hochhauskomplexe sowohl mit Wärme als auch mit Kühlung versorgt werden. Abgebildet ist auch der jährliche Leistungszubau (rote Linie) der Anlagen, für die in der Datenbank Leistungsangaben vorliegen. Der Spitzenwert wird dabei im Jahr 2008 mit 22,1 MW Leistungszubau erzielt. Der Leistungszubau im Jahr 2019 fiel demgegenüber mit 1,9 MW relativ gering aus und ist der niedrigste Wert seit 2004.

### Brennholzverbrauch der privaten Haushalte in Hessen

Private Haushalte in Hessen haben im Jahr 2018 insgesamt gut 18.100 TJ bzw. gut 5.000 GWh an Brennholz verbraucht.<sup>19</sup> Witterungsbedingt hat der Brennholzverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 0,6 PJ bzw. 3,0 Prozent abgenommen. Daten für 2019 liegen noch nicht vor.

**Abbildung 33: Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2018 (in PJ)**



Quelle: HSL 2020.

In langfristiger Betrachtung ist der Verbrauch tendenziell angestiegen. So hat sich der Brennholzverbrauch seit dem Jahr 2000 um mehr als ein Drittel (37,2 %) erhöht. Dabei sind in besonders kühlen Jahren wie z. B. 2010 deutliche Ausschläge nach oben und in milden Jahren wie z. B. 2014 deutliche Ausschläge nach unten ersichtlich (Abbildung 33).

### 5.4 Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor

Der hohe Energiebedarf zur Wärmebereitstellung und die dazu verwendeten häufig relativ alten Technologien bieten viele Ansatzpunkte zur Steigerung der Effizienz in Gebäuden. In Kapitel 11 sind die Maßnahmen der Hessischen Landesregierung, wie z. B. die Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus oder der Energieeffizienz im Mietwohnungsbau, zusammengestellt (siehe Maßnahmen 17 bis 30).

Auch auf Bundesebene werden von der KfW und dem 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

Im Jahr 2019 hat die KfW den Neubau und die Modernisierung von Gebäuden in Deutschland mit insgesamt fast 11,2 Mrd. Euro gefördert, knapp 700 Mio. Euro bzw. 6,2 Prozent davon entfallen auf Hessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist das Fördervolumen in Hessen wie auch in Deutschland weiter zurückgegangen (siehe Abbildung 34).

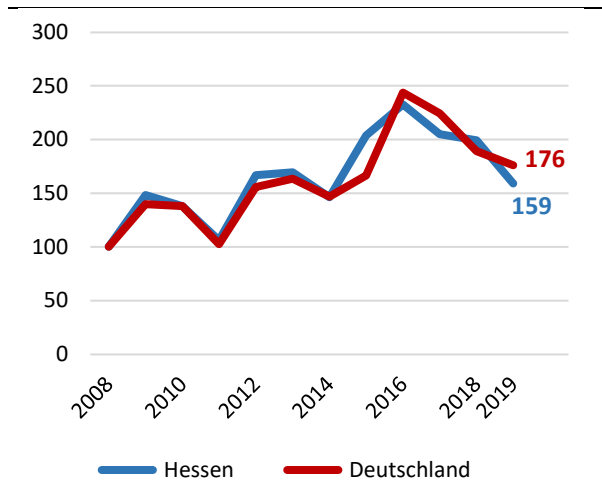
Der Rückgang fiel in Hessen mit 20 Prozent allerdings deutlich stärker aus als in Deutschland insgesamt (-7 %). Ein wesentlicher Grund für die bereits seit dem Jahr 2016 zu beobachtende rückläufige Entwicklung dürfte das historisch niedrige Zinsniveau für Baukredite sein, wodurch auch eine Baufinanzierung direkt über Geschäftsbanken oder Bausparkassen sehr attraktiv ist.

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

<sup>19</sup> Der Wert für Deutschland wird von der AGEE-Stat (2020) ermittelt und federführend durch das HSL auf die Bundesländer verteilt.



**Abbildung 34: Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2019 (Index 2008 = 100)**



Quelle: KfW 2020.

Von den im Jahr 2019 für Hessen bereitgestellten KfW-Fördermitteln zur Verbesserung der Energieeffizienz entfielen 453 Mio. Euro bzw. fast zwei Drittel (65,3 %) auf Neubauten und 241 Mio. Euro bzw. 34,7 Prozent auf die Sanierung des Gebäudebestandes (siehe Tabelle 4). Gebäudesanierungen prägen das Bild jedoch deutlich sowohl bei der Anzahl der Förderzusagen mit 87,6 Prozent aller 21.374 Zusagen als auch bei den geförderten Wohneinheiten bzw. Wohnungen mit 86,3 Prozent der insgesamt 35.454 geförderten Wohneinheiten.

**Tabelle 4: Bau- und Sanierungsförderung der KfW in Hessen 2019**

	Anzahl der Zusagen	Mio. Euro	Geförderte Wohneinheiten
Energieeffizient bauen	2.647	453	4.873
Energieeffizient sanieren	18.727	241	30.581
davon:			
Effizienzhaus	481	111	1.569
Einzelmaßnahmen	1.113	65	3.429
Ergänzungskredit	48	1	63
Zuschuss	17.085	64	25.520
<b>Insgesamt</b>	<b>21.374</b>	<b>694</b>	<b>35.454</b>

Quelle: KfW 2020.

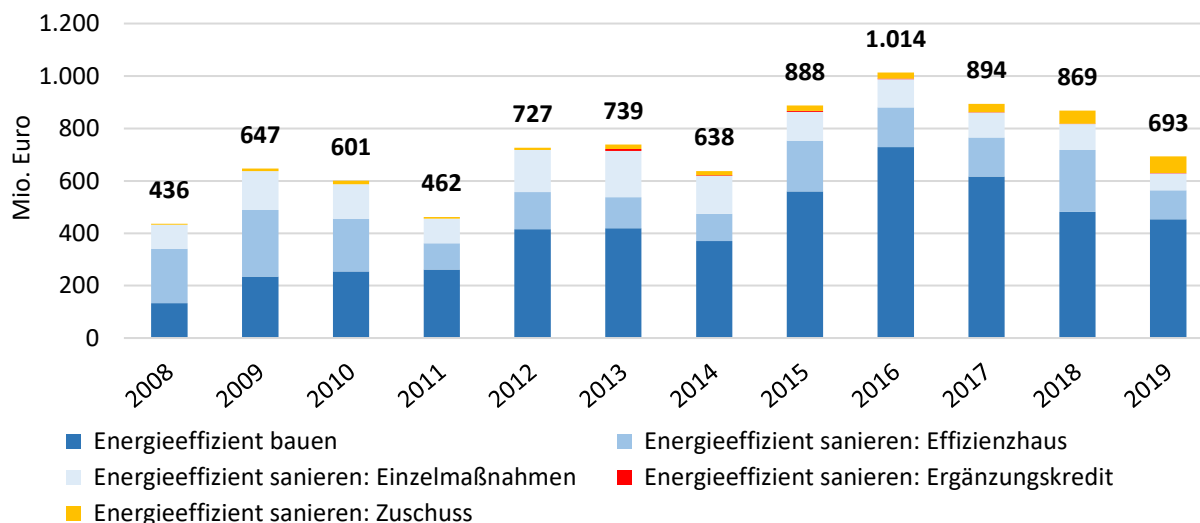
Im Rahmen der Neubauförderung wurden im Jahr 2019 in Hessen von der KfW insgesamt 2.647 Zusagen erteilt und dadurch 4.873 Wohneinheiten gefördert. Im Schnitt erhielt jede im Jahr 2019 geförderte neu gebaute Wohneinheit rund 93.000 Euro zinsvergünstigte Kredite.

Für Gebäudesanierung werden von der KfW vier Förderprogramme angeboten. Auf das Programm „Effizienzhaus“ entfiel im Jahr 2019 mit 111 Mio. Euro das größte Fördervolumen, fast 71.000 Euro je geförderter Wohneinheit. Die Fördervolumina von „Einzelmaßnahmen“ und „Zuschüssen“ beziffern sich auf 65 Mio. bzw. 64 Mio. Euro, auf Ergänzungskredite entfielen eine Mio. Euro. Je geförderter Wohneinheit errechnen sich bei den Einzelmaßnahmen und den Ergänzungskrediten entsprechend knapp 15.900 Euro und bei den Zuschüssen knapp 19.600 Euro.

Generell ist der hohe Anteil der Gebäudesanierung gegenüber dem Neubau – sowohl was die Anzahl der Zusagen als auch was die Anzahl der geförderten Wohneinheiten betrifft – auf die Zuschussförderung zurückzuführen. Die auf dieses Programm für Hessen im Jahr 2019 entfallenen Fördermittel in Höhe von 64 Mio. Euro verteilen sich auf rund 17.100 Zusagen und rund 25.500 geförderte Wohneinheiten, was je Fall einem Fördervolumen von durchschnittlich etwa 3.750 Euro bzw. 2.500 Euro entspricht.

Abbildung 35 zeigt die Entwicklung des Fördervolumens der einzelnen KfW-Förderprogramme seit 2008. Sowohl der zunächst zu beobachtende Anstieg des Fördervolumens bis zum Höchststand von über 1 Mrd. Euro im Jahr 2016 als auch dessen anschließender Rückgang ist vor allem auf das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ zurückzuführen.

Zum Rückgang im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr in Höhe von insgesamt 175 Mio. Euro bzw. 20 Prozent hat jedoch vor allem das Effizienzhausprogramm mit einer Abnahme des Fördervolumens in Höhe von 125 Mio. Euro beigetragen. Die Einzelmaßnahmen zur Gebäudesanierung sowie die Neubauförderung sind um weitere 35 Mio. bzw. 28 Mio. Euro zurückgegangen. Demgegenüber hat sich die Zuschussförderung um 14 Mio. Euro erhöht.

**Abbildung 35: KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2019 (in Mio. Euro)**

Quelle: KfW 2020.

### Marktanreizprogramm (MAP) des BAFA für kleine und Premiumprogramm der KfW für größere Investitionsmaßnahmen

Das Marktanreizprogramm (MAP) zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt des BAFA zielt in erster Linie auf die Förderung der Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in bereits bestehenden Gebäuden ab. In Ausnahmefällen ist aber auch eine Förderung besonders innovativer und hocheffizienter Technologien 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.

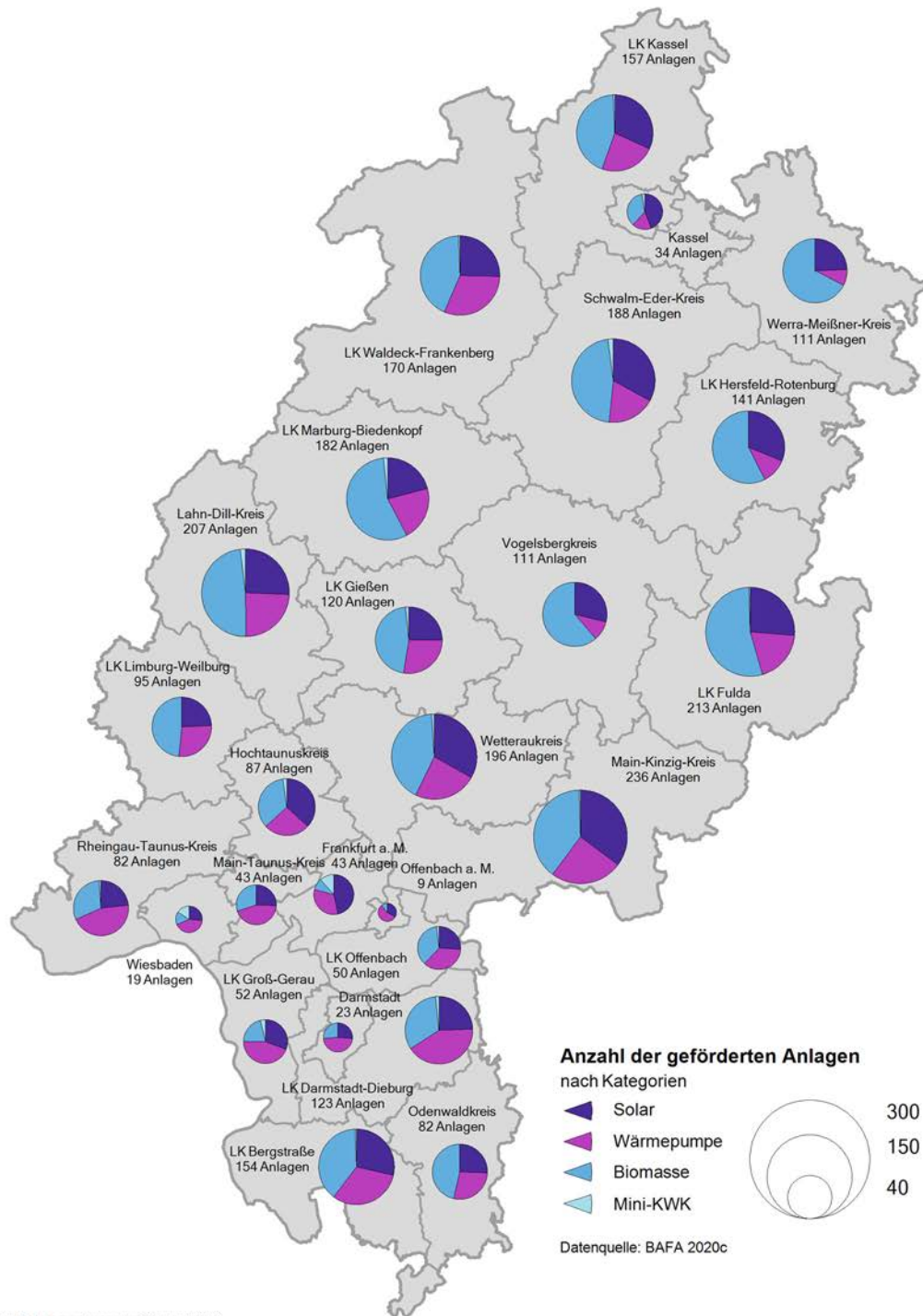
Laut Förderstatistik der KfW wurden im Jahr 2019 im Rahmen des Förderprogramms „Erneuerbare Energien – Premium“ bundesweit 1.604 Zusagen mit einem Fördervolumen von insgesamt 126 Mio. Euro erteilt. Auf Hessen entfielen 23 Zusagen und 4 Mio. Euro Fördervolumen, was einem Anteil von 1,4 Prozent der Förderzusagen und 3,2 Prozent des Fördervolumens an Deutschland entspricht.

Vom BAFA wurden im Jahr 2019 durch das MAP insgesamt 2.928 Anlagen in Hessen gefördert. Bei 45 Prozent aller geförderten Anlagen handelt es sich um Biomasseanlagen, gefolgt von Solarthermieanlagen (29 %), Wärmepumpen (25 %) und Mini-KWK-Anlagen (1 %).

Im Jahr 2019 erfolgte ein Leistungszubau durch die Förderung von Biomasseheizungen in Höhe von 22,5 MW, von Wärmepumpen in Höhe von 6,4 MW und von Mini-KWK-Anlagen in Höhe von 0,2 MW. Zudem wurde eine Fläche von 7.400 m<sup>2</sup> an Solarthermieanlagen zugebaut.

In Abbildung 36 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 36: Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2019 geförderte Anlagen in Hessen



### Heizen und Kühlen mit Hilfe der Erde

In einem Bauvorhaben der Pharmaserv GmbH soll der monovalente Betrieb einer Wärmepumpe in Kombination mit Erdwärmesonden für die gewerbliche Nutzung erprobt werden. Die Herausforderung liegt hier bei der Einbindung der Serverabwärme des Rechenzentrums sowie bei der Steuerung und Regelung der Anlagentechnik im Gebäudesystem.

Die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die Verringerung des Primärenergiebedarfs und die effiziente Nutzung erneuerbarer Energie in Form von Umweltwärme und der Abwärme des Rechenzentrums stehen bei diesem Förderprojekt im Vordergrund.

Insgesamt wurden 30 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von 200 Metern gebohrt und eingerichtet. Das Sondenfeld kann zum Heizen und Kühlen verwendet werden. Gegenüber einer konventionellen Energieversorgung sollen jährlich ca. 300 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Das Projekt wird im Rahmen der EFRE-Förderung mit rund 270.000 Euro gefördert, was 40 Prozent der förderfähigen Kosten entspricht.



*Bohrgerät in Aktion zur Installation der Erdwärmesonden*

### Modernisierung der Gesamtschule in Wetter zum Passivhaus im Bestand

Die Wollenbergschule in Wetter, Baujahr 1962, wurde mit Passivhauskomponenten modernisiert. Durch eine vorgestellte Holzfassade wurden sehr gute Dämmwerte erreicht und Wärmebrücken der Betonstützenkonstruktion entschärft. Zusammen mit einer Dämmung des Daches sowie einer Kellerdeckendämmung im Kriechkeller mit Spritzverfahren, Passivhausfenstern und mehreren dezentralen und zentralen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung konnten sehr gute Energiekennwerte nach der Modernisierung erreicht werden.

Der Heizwärmebedarf wurde auf 18 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr reduziert, es werden 86 Prozent Endenergie eingespart, dies entspricht einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparung von ca. 255 Tonnen.

Die Modernisierung zum Passivhaus im Bestand wurde vom Land Hessen im Rahmen der Kommunalrichtlinie Energie mit 1,59 Mio. Euro gefördert.

Weitere Informationen unter: [https://wirtschaft.hessen.de/sites/default/files/media/hmwvl/broschuere\\_modernisierung\\_kommunaler\\_liegenschaften.pdf](https://wirtschaft.hessen.de/sites/default/files/media/hmwvl/broschuere_modernisierung_kommunaler_liegenschaften.pdf)



# 6

## Anlagen der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung



## 6 Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung

Hessen erzeugt rund die Hälfte des verbrauchten Stroms selbst, der restliche Strombedarf wird importiert. Dabei erfolgte erstmals im Jahr 2019 die hessische Stromerzeugung zu mehr als der Hälfte durch erneuerbare Energien (siehe Abbildung 15 in Kapitel 3).

Im Folgenden werden zunächst die erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG detailliert betrachtet. Darüber hinaus werden in diesem Kapitel konventionelle Energieanlagen sowie Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung, die gleichzeitig Strom und Nutzwärme erzeugen, dargestellt.

### 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 6.1 sind die von der Bundesnetzagentur aufbereiteten Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung 2014 (ÜNB 2015). Darüber hinaus wurden das Anlagenregister und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2019) sowie das Marktstammdatenregister (BNetzA 2020c) ausgewertet. Als eine weitere Datenquelle wird das Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2020) hinzugezogen. Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die EEG-Jahresabrechnung für das Jahr 2019 noch nicht vorlag, wurde eine Schätzung des IE-Leipzig (2020) zu den eingespeisten Strommengen im Jahr 2019 herangezogen.

Bei der Prüfung der Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB 2015) 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 in diesem Bericht 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](http://www.marktstammdatenregister.de) freigeschaltet und damit die bestehenden Register abgelöst (BNetzA 2020c). Derzeit ist das Marktstammdatenregister noch mit Datenfehlern und -unschärfen behaftet, z. B. aufgrund von Fehleintragen durch die Anlagenbetreiber. Ein vollständiger, konsistenter und geprüfter Datensatz zum Gesamtanlagenbestand in Deutschland ist frühestens ab Februar 2021 zu erwarten, da der gesamte Bestand an Stromerzeugungseinheiten in Deutschland von den Anlagenbetreibern bis zu diesem Zeitpunkt neu im Marktstammdatenregister registriert werden muss und auch von den zuständigen Netzbetreibern auf Richtigkeit zu überprüfen ist.

Anstatt der im Marktstammdatenregister verwendeten Bezeichnung „Solare Strahlungsenergie“ wird in diesem Kapitel wie im gesamten Bericht die Bezeichnung „Photovoltaik“ verwendet.

### 6.1 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung

Die Umsetzung der Energiewende erfordert in Hessen einen weiteren Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen, um einen immer größeren Anteil des Strombedarfs in Hessen durch erneuerbare Energieträger decken zu können. Dies bringt eine erhebliche Veränderung des Energiesystems und damit einhergehend große zu bewältigende Herausforderungen mit sich.

Während wenige konventionelle Kraftwerke große Mengen Strom an einigen Stellen ins Stromnetz einspeisen, sind erneuerbare Energieanlagen in großer Anzahl dezentral über ganz Hessen verteilt und speisen aufgrund der technologisch bedingten geringeren Leistung jeweils vergleichsweise wenig Strom ein. Konkret stehen den 34 konventionellen Großkraftwerken mit einer Gesamtleistung von 3.125 MW (siehe Kapitel 6.2) mehr als 120.000 erneuerbare Energieanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.764 MW gegenüber (siehe Tabelle 5).

Ein weiterer bedeutender Unterschied zwischen konventionellen und erneuerbaren Energieanlagen besteht hinsichtlich der Verfügbarkeit der Energieträger. Während fossile Energieträger wie Kohle und Erdgas prinzipiell nach Bedarf eingesetzt werden können, sind erneuerbare Energieträger wie Wind und Photovoltaik von der Witterung abhängig. Es muss bei der Energiewende die Problematik der Versorgungssicherheit gelöst werden, da in Zukunft auch bei einer „kalten Dunkelflaute“ ausreichend Strom zur Verfügung stehen muss. Eine Lösung für die Zukunft wird der verstärkte Einsatz von Speichern und der Einsatz von flexiblen Verbrauchern sein.

Ein deutlicher Unterschied zwischen erneuerbaren und konventionellen Energieträgern zeigt sich bei den Jahresvolllaststunden. Die Jahresvolllaststunden werden berechnet, indem der Jahresstromertrag durch die installierte Leistung der Anlagen dividiert wird. Es handelt sich also um die Zahl der Stunden, die anfallen würden, um den Jahresstromertrag unter Ausschöpfung der maximalen Leistung zu erreichen. Maximal möglich sind 8.760 Volllaststunden (24 Stunden x 365 Tage). Das IE-Leipzig weist für den Gesamtbestand hessischer Windenergieanlagen für das Jahr 2018 im Durchschnitt 1.874 Volllaststunden aus, wobei neuere Anlagen mit Inbetriebnahme in den Jahren 2015 bis 2017 – aufgrund des technischen Fortschritts – auf durchschnittlich 2.208 Volllaststunden kommen. Für die Photovoltaikanlagen berechnet das IE-Leipzig durchschnittlich 893 Volllaststunden im Jahr 2018. Neuere Anlagen, die in den Jahren 2015 bis 2017 zugebaut wurden, erreichen 669 Volllaststunden. Zu beachten ist, dass sich die Volllaststunden auf die Einspeisung beziehen, also der Selbstverbrauch nicht berücksichtigt ist. Dies erklärt auch die niedrigeren Volllaststunden von neueren Photovoltaikanlagen, da diese in der Regel – ggf. in Kombination mit einem Stromspeicher – verstärkt auf Selbstverbrauch ausgerichtet sind (IE-Leipzig 2020). Konventionelle Anlagen erreichen wesentlich höhere Volllaststunden. Kernkraftwerke kamen im Jahr 2017 deutschlandweit auf 6.880, Braunkohlekraftwerke auf 6.490, Steinkohlekraftwerke auf 3.570 und erdgasbetriebene Kraftwerke auf 2.840 Volllaststunden (BDEW 2018).

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

Zum Ende des Jahres 2019 summierte sich in Hessen die von erneuerbaren Energieanlagen vorgehaltene elektrische Leistung auf 4.764,1 MW (siehe Tabelle 5 sowie Informationen zur Datenquelle). Im Vergleich zum Vorjahr ist die installierte Leistung um 172 MW bzw. 3,8 Prozent angestiegen und damit weniger stark als im Vorjahr mit einem Leistungszuwachs in Höhe von 348 MW bzw. 8,2 Prozent. Im ersten Halbjahr 2020 erhöhte sich die installierte Leistung um 168 MW, was auf einen wieder stärkeren Leistungszuwachs im Jahr 2020 hindeutet.

Auf den Energieträger Photovoltaik entfällt mit 2.208,7 MW bzw. mit einem Anteil von 46,4 Prozent der größte Anteil der zur Verfügung stehenden Leistung zum Ende des Jahres 2019. Zu beachten ist, dass von der installierten Leistung kein direkter Rückschluss auf die erzeugte Strommenge (siehe hierzu Tabelle 11) gezogen werden kann. Zum 31. Dezember 2019 waren insgesamt 121.654 Photovoltaikanlagen in Betrieb. Zumeist handelt es sich hier um kleinere Anlagen ( $\leq 10$  kW), die auf Hausdächern montiert sind. Darüber hinaus gibt es aber auch Freiflächenanlagen, die hohe installierte Leistungen aufweisen. Exemplarisch kann der Solarpark Lauterbach-Wallenrod mit einer installierten Leistung von 6,2 MW oder der Solarpark Wölfersheim mit einer installierten Leistung von 5,3 MW genannt werden.

**Tabelle 5: Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2019 in Hessen nach Energieträgern**

Energie-träger	Anlagen-Zahl	Installierte Leistung (in MW)	Anteil installierte Leistung
Biomasse	589	318,2	6,7%
darunter:			
Deponiegas	43	21,8	
Klärgas	30	11,7	
Photovoltaik	121.654	2.208,7	46,4%
Wasserkraft	504	64,5	1,4%
Windenergie	1.121	2.172,7	45,6%
<b>Summe</b>	<b>123.868</b>	<b>4.764,1</b>	<b>100,0%</b>

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

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

Auf den Energieträger Photovoltaik folgt mit knappem Abstand der Energieträger Windenergie mit einer installierten Leistung von 2.172,7 MW bzw. einem Anteil von 45,6 Prozent. Die Leistung verteilt sich auf 1.121 Windenergieanlagen, wobei es sich bei 1.099 Windenergieanlagen um Großanlagen handelt, die nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungspflichtig sind. Die restlichen 22 Windenergieanlagen sind Kleinanlagen mit einer nur sehr geringen installierten Leistung, für die keine Genehmigung nach BImSchG notwendig ist. An dritter Stelle steht der Energieträger Biomasse, unter dem auch die Energieträger Deponiegas und Klärgas subsumiert sind. Zusammengenommen gibt es in Hessen 589 Biomasseanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 318,2 MW. Bezogen auf die durch erneuerbare Energieanlagen installierte Leistung insgesamt

entspricht dies einem Anteil von 6,7 Prozent. Unter die Biomasseanlagen fallen 43 Deponiegasanlagen mit einer Leistung von 21,8 MW und 30 Klärgasanlagen mit einer Leistung von 11,7 MW. Am häufigsten nutzen Biomasseanlagen den Brennstoff Biogas zur Stromerzeugung. Mit einem Anteil von 1,4 Prozent haben Wasserkraftanlagen in Hessen nur eine geringe Bedeutung hinsichtlich der durch erneuerbare Energien vorgehaltenen elektrischen Leistung. Die 504 nach dem EEG geförderten Anlagen halten eine Leistung von 64,5 MW vor.

Der Leistungszuwachs eines Jahres, also die Differenz zwischen der installierten Leistung zum Ende des Jahres zu der installierten Leistung zum Ende des Vorjahres, setzt sich aus der Leistung von neu in Betrieb genommenen Anlagen plus der Leistungsänderung von Bestandsanlagen abzüglich der Leistung von stillgelegten Anlagen zusammen. Diese drei Komponenten werden im Folgenden separat betrachtet.

### Inbetriebnahmen, Leistungsänderungen und Stilllegungen von erneuerbaren Energieanlagen

Die Zahl der neu in Betrieb genommenen Anlagen sowie die neu installierte Leistung ist in Tabelle 6 nach Energieträgern dargestellt. Es wird hier und in den folgenden Tabellen der zeitliche Horizont von 2016 bis zum ersten Halbjahr 2020 betrachtet.

Nachdem in den Jahren 2016 bis 2018 mit +347 MW, +376 MW und +347 MW in Hessen jeweils eine hohe elektrische Leistung neu in Betrieb genommen wurde, ist im Jahr 2019 ein Einbruch beim Zubau von erneuerbaren Energieanlagen zu erkennen. Mit nur +164 MW hat sich die neu hinzugekommene elektrische Leistung gegenüber dem Vorjahr nahezu halbiert. Im ersten Halbjahr 2020 zeichnet sich zwar wieder ein höherer Zubau ab, das Niveau der Jahre 2016 bis 2018 wird aber auch im Jahr 2020 voraussichtlich nicht erreicht werden können.

Der Einbruch im Jahr 2019 ist durch den nahezu zum Erliegen gekommenen Zubau von Windenergieanlagen erklärbar. Im gesamten Jahr 2019 wurden lediglich vier Anlagen mit einer Leistung von 13,8 MW zugebaut. Zum Vergleich: Im Jahr 2017 lag der Zubau noch bei über 100 Windenergieanlagen und einer Leistung von 300 MW. Die niedrige Zubaurate im Jahr 2019 ist jedoch kein hessisches Spezifikum, sondern war deutschlandweit zu beobachten. Als Gründe dafür können die zahlreichen Klagen gegen Genehmigungen von Windenergieanlagen sowie die Folgen des im Jahr 2017 eingeführten Ausschreibungsverfahrens genannt werden. Durch die zahlreichen Klagen kommt es zu starker Verzögerung und ggf. zur Verhinderung von Anlagenvorhaben.

**Tabelle 6: Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung 2016 bis 1. Halbjahr 2020**

Energieträger	Anlagenzahl					Installierte Leistung (in MW)				
	2016	2017	2018	2019	1. Halbjahr 2020	2016	2017	2018	2019	1. Halbjahr 2020
Biomasse	13	9	7	8	2	2,4	1,0	0,4	3,5	0,3
darunter:										
Deponiegas	1	2	1	—	—	0,5	0,4	0,1	—	—
Klärgas	2	3	1	—	—	0,2	0,2	0,1	—	—
Photovoltaik	3.295	4.730	4.785	6.379	5.052	50,0	74,0	114,0	146,9	105,8
Wasserkraft	3	3	1	4	1	0,4	0,3	0,1	0,03	0,03
Windenergie	103	103	76	4	18	294,5	300,4	232,0	13,8	58,1
<b>Insgesamt</b>	<b>3.414</b>	<b>4.845</b>	<b>4.869</b>	<b>6.395</b>	<b>5.073</b>	<b>347,3</b>	<b>375,6</b>	<b>346,5</b>	<b>164,3</b>	<b>164,2</b>

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

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, LIS-A 2020, Bereinigungen der Hessen Agentur.



Durch diese Investitions- und Planungsunsicherheit ist davon auszugehen, dass Investitionen in Windenergieprojekte für Projektierer unattraktiver werden. Zudem wurden zu Beginn der im Jahr 2017 eingeführten Ausschreibungsverfahren – aufgrund der im Jahr 2017 gültigen Sonderregelung für Bürgerenergieprojekte – Anlagen bezuschlagt, die über keine Genehmigung verfügten, weshalb sich die Realisierung der Zuschläge verzögert oder ggf. ausbleibt. So wurde von den im Jahr 2017 erteilten Zuschlägen bislang nur ein Bruchteil realisiert (siehe Fachagentur Windenergie an Land 2020). Im ersten Halbjahr 2020 wurden 18 Anlagen mit einer installierten Leistung von 58,1 MW neu errichtet. Es zeigt sich wieder ein etwas besseres Zubaugeschehen als im Jahr 2019. Bei den Windenergieanlagen in Hessen zeigt sich im Zeitverlauf ein starker technischer Fortschritt. Während in den 1990er Jahren die zugebauten Anlagen eine installierte Leistung von durchschnittlich 0,5 MW aufwiesen, liegt diese bei Anlagen, die zwischen 2000 und 2009 zugebaut wurden, im Durchschnitt bei 1,3 MW. Anlagen, die in den Jahren 2010 bis 2014 in Betrieb genommen wurden, kommen auf eine durchschnittliche Leistung von 2,4 MW. In den Jahren 2015 bis 2020 errichtete Anlagen weisen im Durchschnitt eine installierte Leistung von 2,9 MW auf. Es ist davon auszugehen, dass sich der technische Fortschritt weiter fortsetzt. Aktuell werden Anlagen mit einer Leistung von über 4 MW in Betrieb genommen bzw. befinden sich vor Inbetriebnahme (siehe BNetzA 2020c, LIS-A 2020).

Während beim Energieträger Wind ein Rückgang beim Zubau zu erkennen ist, erlebt der Energieträger Photovoltaik einen Boom. Im Jahr 2019 wurden 6.379 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 147 MW zugebaut. Das waren 33 MW bzw. 28,9 Prozent mehr als der Zubau im Vorjahr. Im Zeitverlauf konnte der Zubau von +50 MW im Jahr 2016 auf +74 MW im Jahr 2017, auf +114 MW im Jahr 2018, auf schließlich +147 MW im Jahr 2019 gesteigert werden. Auch für das Jahr 2020 zeichnet sich ein gutes Ausbaujahr ab. Im ersten Halbjahr konnten bereits 106 MW zugebaut werden. Das entspricht 72 Prozent des Gesamtzubaus des Jahres 2019.

Mit Blick auf die Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen haben die Energieträger Biomasse und Wasserkraft eine vergleichsweise geringe Bedeutung. Zwar finden vereinzelt Inbetriebnahmen statt, jedoch handelt es sich hierbei meist um Kleinanlagen mit nur einer geringen installierten elektrischen Leistung. Immerhin sind im Jahr 2019 insgesamt 3,5 MW elektrische Leistung von Biomasseanlagen neu hinzugekommen. Dies war deutlich mehr als im Vorjahr mit einem Zuwachs von nur 0,4 MW. Im ersten Halbjahr 2020 kam es zur Inbetriebnahme von zwei Anlagen mit einer Leistung von 0,3 MW. Beim Energieträger Wasserkraft sind im Jahr 2019 vier Anlagen neu in Betrieb genommen worden. Die installierte Leistung summiert sich jedoch nur auf 33 kW. Im ersten Halbjahr 2020 wurde lediglich eine

Wasserkraftanlage mit einer Leistung von 32 kW in Betrieb genommen.

In Tabelle 7 sind die Leistungsänderungen von Bestandsanlagen dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine Erhöhung und ggf. um eine Verringerung der installierten Leistung bei bereits bestehenden Anlagen. Leistungsänderungen kommen vor allem bei Biomasseanlagen und Wasserkraftanlagen vor. Im Jahr 2019 betrug die Leistungsänderung von Biomasseanlagen 10,03 MW. Zum Vergleich: Im Jahr 2016 lag die Leistungsänderung bei 2,21 MW, im Jahr 2017 bei 8,14 MW und im Jahr 2018 bei 8,51 MW. Eine Leistungsänderung bei Wasserkraftanlagen fand im Jahr 2019 nicht statt und in den Vorjahren nur in geringem Maße. Im ersten Halbjahr 2020 wurde bei Biomasseanlagen die Leistung um 6,18 MW erhöht. Ansonsten war keine Leistungsänderung zu verzeichnen.

**Tabelle 7: Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2016 bis 1. Halbjahr 2020 (in MW)**

Energieträger	2016	2017	2018	2019	1. Halbjahr 2020
Biomasse	2,21	8,14	8,51	10,03	6,18
darunter:					
Deponiegas	-0,07	—	—	—	—
Klärgas	0,08	—	—	—	—
Photovoltaik	—	—	—	—	—
Wasserkraft	0,20	0,03	0,02	—	—
Windenergie	—	—	—	—	—
<b>Insgesamt</b>	<b>2,41</b>	<b>8,18</b>	<b>8,53</b>	<b>10,03</b>	<b>6,18</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019.

Schließlich gibt Tabelle 8 Auskunft über die stillgelegte elektrische Leistung in Hessen. Hierbei handelt es sich um Anlagen, die von den Betreibern als stillgelegt gemeldet wurden. Es ist davon auszugehen, dass die Daten unvollständig sind, da vermutlich nicht alle Stilllegungen von den Betreibern angezeigt werden. In den Jahren 2016 und 2017 wurden nur wenige Anlagen stillgelegt. Insgesamt kam es zu einer Leistungsreduktion um 3,34 MW bzw. 2,26 MW. Im Jahr 2018 stieg die stillgelegte Leistung mit 7,13 MW auf ein höheres Niveau. Dies war vor allem auf die Stilllegung von sieben älteren Windenergieanlagen zurückzuführen. Im Jahr 2019 sinkt der Wert der stillgelegten Leistung wieder auf 2,06 MW. Der Großteil hiervon entfällt auf den Energieträger Wind, da vier Windenergieanlagen rückgebaut wurden.

**Tabelle 8: Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2016 bis 1. Halbjahr 2020 (in MW)**

Energieträger	2016	2017	2018	2019	1. Halbjahr 2020
Biomasse	-1,24	-2,26	-1,33	-0,27	-0,36
darunter:					
Deponiegas	-1,23	-0,72	—	—	—
Klärgas	—	—	—	—	—
Photovoltaik	—	—	—	-0,03	-0,14
Wasserkraft	—	—	—	—	—
Windenergie	-2,10	—	-5,80	-1,76	-1,50
<b>Insgesamt</b>	<b>-3,34</b>	<b>-2,26</b>	<b>-7,13</b>	<b>-2,06</b>	<b>-2,00</b>

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, LIS-A 2020.

### Förderung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Seit dem 1. Januar 2017 müssen auch Photovoltaik-Freiflächenanlagen mit einer Gesamtleistung von über 750 kW an den Ausschreibungsverfahren der Bundesnetzagentur teilnehmen. Dabei werden bis zu einem festgelegten Ausbautvolumen die Anlagen mit dem niedrigsten EEG-Vergütungssatz bezuschlagt. Seit 2018 besteht neben der Teilnahme am technologiebezogenen Ausschreibungsverfahren auch die Möglichkeit zur Teilnahme an einer gemeinsamen Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land und Solaranlagen. Bisher erhielten durch die gemeinsame Ausschreibung jedoch ausschließlich Photovoltaikanlagen Zuschläge. Bis zum Ende des ersten Halbjahres 2020 wurden im Rahmen beider Ausschreibungen bundesweit Zuschläge in Höhe von rund 5.113 MW erteilt.

Hessische Projekte haben bis zum Ende des ersten Halbjahres 2020 an 19 der 25 gemeinsamen und technologiespezifischen Ausschreibungsrunden mit insgesamt 72 Anlagen und 284 MW installierter Leistung teilgenommen (siehe Tabelle 9). Dabei wurden 22 hessische Anlagen mit zusammen 66,2 MW bezuschlagt. Ein Großteil davon wurde mit 51,7 MW (78 %) in den sieben Ausschreibungsrunden des Jahres 2019 bewilligt. Zudem wurden erstmals auch Anlagen auf benachteiligten Gebieten in Hessen mit einer Leistung von 36,4 MW bewilligt.<sup>20</sup>

**Tabelle 9: Gebote und Zuschläge von hessischen Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen von Ausschreibungen von Solaranlagen**

Ausschreibungsrunde	Anzahl Gebote	Gebotsmenge (in MW)	Anzahl Zuschläge**	Zuschlagsmenge (in MW**)
15.04.2015	4	6	2	2
01.08.2015	3	7	1	2
01.12.2015	1	4	1	4
01.04.2016	0	0	0	0
01.08.2016	0	0	0	0
01.12.2016	0	0	0	0
01.02.2017	1	5	0	0
01.06.2017	2	8	0	0
01.10.2017	2	9	1	3
01.02.2018	1	4	0	0
01.04.2018*	1	4	1	4
01.06.2018	0	0	0	0
01.10.2018	0	0	0	0
01.11.2018*	0	0	0	0
01.02.2019	1	5	0	0
01.03.2019	5	28	4	18
01.04.2019*	7	29	3	10
01.06.2019	8	32	1	1
01.10.2019	6	24	0	0
01.11.2019*	8	30	1	1
01.12.2019	17	66	7	22
01.02.2020	1	5	0	0
01.03.2020	1	5	0	0
01.04.2020*	1	5	0	0
01.06.2020	2	8	0	0
<b>Summe</b>	<b>72</b>	<b>284</b>	<b>22</b>	<b>66</b>

\* gemeinsames Ausschreibungsverfahren

\*\* nach Zuschlagserteilung

Quelle: BNetzA 2020m, BNetzA 2020n.

<sup>20</sup> Benachteiligte Gebiete sind Flächen, auf denen landwirtschaftliche Produktion nur erschwert möglich ist oder die nur bedingt ertragreich sind. Eine interaktive Karte der landwirtschaftlich benachteiligten Gebiete in Hessen findet sich auf <https://www.energieland.hessen.de/freiflaechensolaranlagenverordnung>.

## Genehmigungen von Windenergieanlagen

Ob sich Windenergieanlagen noch im Genehmigungsverfahren befinden oder bereits genehmigt sind, ist im Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2020) verzeichnet. Die Eintragungen der Daten in das System werden durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Regierungspräsidien zeitnah vorgenommen. Auch im Marktstammdatenregister sind genehmigte Anlagen, die sich in Planung befinden, einsehbar. Über die Zahl der genehmigten, aber nicht in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen kann abgeschätzt werden, mit welchem Zubau kurz- bis mittelfristig zu rechnen ist. Insofern war der Einbruch des Windenergiezubaues im Jahr 2019 bereits vorher an der Entwicklung der Genehmigungszahlen absehbar. Die Zahl der genehmigten, aber nicht in Betrieb befindlichen Anlagen ist im Zeitraum 2016 bis 2018 gesunken. Zum Ende des ersten Halbjahres 2020 lag die Zahl der genehmigten, aber nicht in Betrieb befindlichen Anlagen bei 64 mit einer elektrischen Leistung von 237,7 MW. Darunter befinden sich allerdings auch 34 Anlagen (126 MW), deren Genehmigungsbescheide beklagt werden. Darüber hinaus befanden sich zum Stichtag 14.10.2020 insgesamt 367 Anlagen mit einer Leistung von 1.513 MW im Genehmigungsverfahren, wobei hier wiederum Anlagen enthalten sind, deren Ablehnungsbescheide beklagt werden (siehe LIS-A 2020).

Neben der Genehmigung durch die Planungsbehörden muss zusätzlich auch das Ausschreibungsverfahren der BNetzA erfolgreich durchlaufen werden, damit eine Windenergieanlage realisiert werden kann. Die Ausschreibungsverfahren wurden im Jahr 2017 eingeführt. Bezweckt wird dadurch die Ermittlung der finanziellen Förderung von Windenergieanlagen im Rahmen der EEG-Vergütung auf Basis von marktwirtschaftlichen Prinzipien. Hierfür wird ein festgelegtes Ausbauvolumen von der BNetzA ausgeschrieben. Projektierer von Windenergieanlagen können sich mit geplanten Projekten unter Angabe einer benötigten EEG-Vergütung darauf bewerben.

Es erhalten diejenigen Projekte einen Zuschlag, die den niedrigsten EEG-Vergütungssatz angegeben haben. Seit der ersten Ausschreibungsrunde im Mai 2017 bis zum Redaktionsschluss gab es 16 Ausschreibungsrunden. In Summe wurde ein Leistungsvolumen von rund 11.200 MW ausgeschrieben. Deutschlandweit wurden Gebote in Höhe von gut 13.600 MW abgegeben. Tatsächlich bezuschlagt wurden rund 8.150 MW. Seit Mai 2018 ist zu beobachten, dass die Menge der abgegebenen Gebote in der Regel unterhalb des ausgeschriebenen Leistungsvolumens liegt. Lediglich zwei der seit Mai 2018 stattgefundenen elf Ausschreibungen waren überzeichnet.

Hessische Windenergieprojekte haben sich an 13 der 16 Ausschreibungsrunden im Zeitraum von Mai 2017 bis Juni 2020 beteiligt (siehe Tabelle 10). In Summe haben 75 Windenergieprojekte Gebote in Höhe von insgesamt 825 MW abgegeben. Bezuschlagt wurden 43 Projekte mit einer Leistung von 458 MW. Die Differenz zwischen Gebots- und Zuschlagsmenge ist ausschließlich auf die ersten drei Ausschreibungsrunden im Jahr 2017 zurückzuführen. Seit dem Jahr 2018 wurde jedes hessische Projekt bezuschlagt.

**Tabelle 10: Gebote und Zuschläge von hessischen Windenergieprojekten im Rahmen der Ausschreibungen von Windenergie an Land**

Ausschreibungsrunde	Anzahl Gebote	Gebotsmenge (in MW)	Anzahl Zuschläge	Zuschlagsmenge (in MW)
01.05.2017	11	149	3	42
01.08.2017	15	178	3	39
01.11.2017	17	207	5	85
01.02.2018	7	81	7	81
01.05.2018	3	25	3	25
01.08.2018	3	38	3	38
01.10.2018	5	45	5	45
01.02.2019	1	3	1	3
01.05.2019	0	0	0	0
01.08.2019	1	21	1	21
01.09.2019	1	9	1	9
01.10.2019	0	0	0	0
01.12.2019	8	35	8	35
01.02.2020	2	22	2	22
01.03.2020	0	0	0	0
01.06.2020	1	14	1	14
<b>Summe</b>	<b>75</b>	<b>825</b>	<b>43</b>	<b>458</b>

Quelle: BNetzA 2020d.

Die deutliche Überzeichnung der Ausschreibungsrunden im Jahr 2017 ist dadurch zu erklären, dass Projekte von Bürgerenergiegesellschaften keine BImSchG-Genehmigung vorweisen mussten, um sich am Verfahren zu beteiligen. Die Folge war, dass dadurch Anlagen bezuschlagt wurden, deren Realisierung noch ungewiss war. Im Jahr 2018 wurde diese Regelung geändert, sodass nun auch Bürgerenergiegesellschaften eine BImSchG-Genehmigung bei Gebotsabgabe nachweisen müssen. Dadurch reduzierte sich die Zahl der abgegebenen Gebote erheblich.

Da sich Anlagen mit ungewisser Realisierung nicht mehr am Ausschreibungsverfahren beteiligen dürfen, steigen damit die Zuschlagschancen für Anlagen, die sich aufgrund der vorliegenden BImSchG-Genehmigung ggf. zeitnah umsetzen lassen.

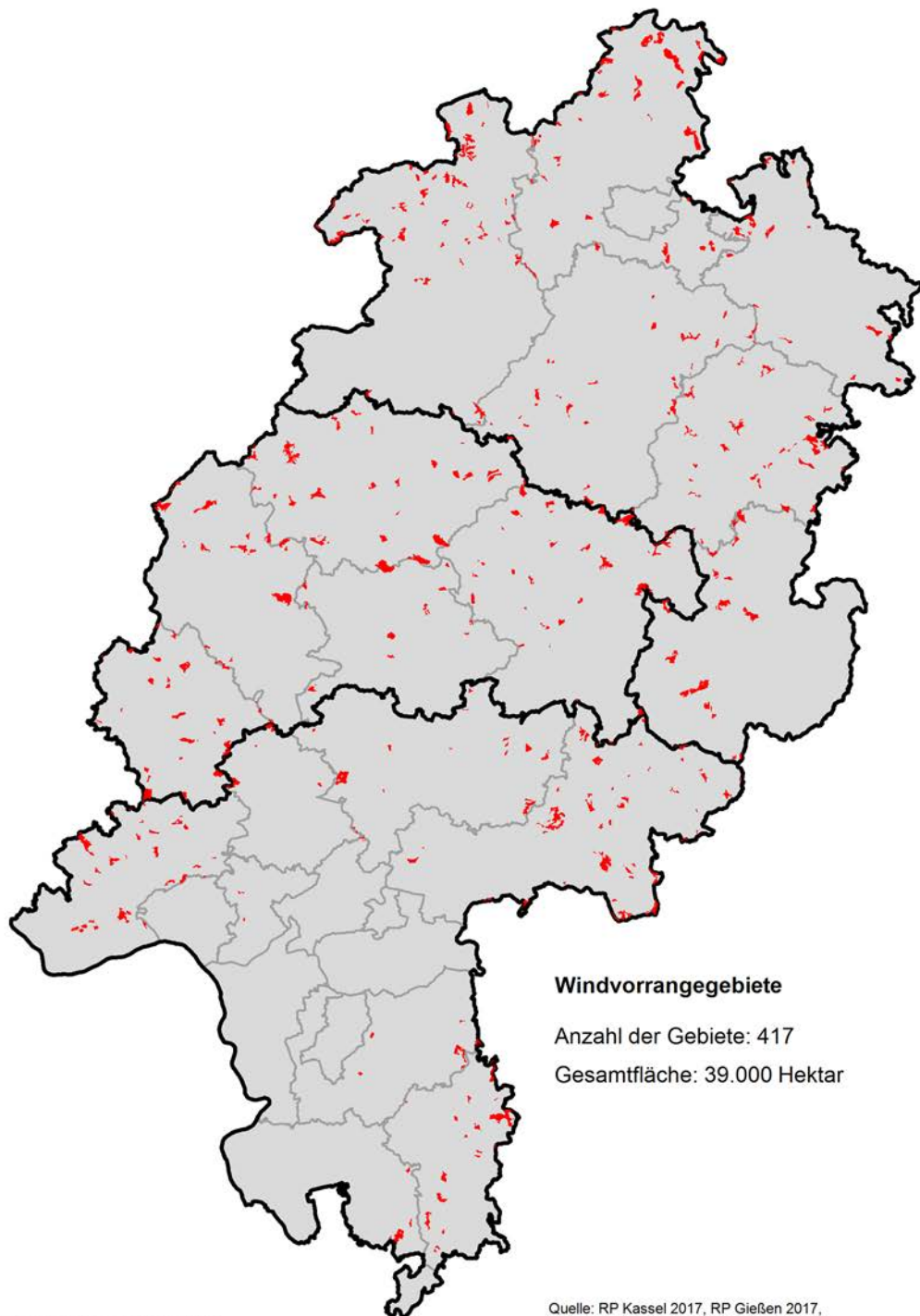
### Windvorranggebiete

Das Land Hessen hat sich das energiepolitische Ziel gesetzt, Flächen in der Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche für die Nutzung der Windenergie regional-planerisch zu sichern. Innerhalb der in den Regionalplänen als „Vorranggebiet zur Nutzung der Windenergie“ (Windvorranggebiete) festgelegten Gebiete hat die Windenergienutzung Vorrang, entgegenstehende Nutzungen sind nicht zulässig. Außerhalb der Vorranggebiete ist die Inbetriebnahme von Anlagen ausgeschlossen. Dies gilt auch für Repoweringprojekte. In allen drei Planungsregionen, d. h. in Nordhessen, in Mittelhessen und in Südhessen, wurden solche Windvorranggebiete mittlerweile beschlossen. In der Region Nordhessen sind dies 169 Windvorranggebiete mit einer Gesamtfläche von rund 16.700 Hektar. Das entspricht einem Anteil von 2,0 Prozent an der Regionsfläche (siehe RP Kassel 2017). In der Region Mittelhessen wurden 127 Flächen mit insgesamt 12.100 Hektar als Windvorranggebiet festgelegt. Das entspricht einem Anteil an der Regionsfläche von 2,2 Prozent (siehe RP Gießen 2017). In der Region Südhessen wurden 121 Flächen mit einer Gesamtfläche von knapp 10.200 Hektar ausgewiesen. Der Anteil an der Regionsfläche liegt hier – vorbehaltlich der sogenannten Weißflächen s. u. – bei 1,4 Prozent (siehe RP Darmstadt 2020).

In Summe über alle drei Regionen wurden so bislang 417 Windvorranggebiete mit einer Gesamtfläche von 39.000 Hektar ausgewiesen. Dies entspricht 1,85 Prozent der Fläche Hessens, womit das 2-Prozent-Ziel nahezu erreicht ist. Abbildung 37 gibt eine Übersicht über die Verteilung der einzelnen Windvorranggebiete in Hessen. Darüber hinaus wurden 0,8 Prozent der Fläche in der Region Südhessen als sogenannte „Weißflächen“ festgelegt. Die Weißflächen sollen in einem nachgelagerten Schritt als Windvorrang- oder Ausschlussflächen beplant werden.

Von den derzeit bestehenden Windenergieanlagen befinden sich nicht alle in den ausgewiesenen Windvorranggebieten. Von den am 31.12.2019 in Betrieb befindlichen und nach BImSchG 1.099 genehmigungspflichtigen Großanlagen mit einer Leistung von 2.172 MW sind 639 Anlagen mit einer Leistung von 1.486 MW innerhalb der Windvorranggebiete verortet. Bezogen auf die Anlagenzahl entspricht dies einem Anteil von 58 Prozent. Wird die installierte Leistung herangezogen, erhöht sich der Anteil auf 68 Prozent.

Für die Anlagen außerhalb der Windvorranggebiete ist ein Repowering nicht möglich. Es ist daher davon auszugehen, dass mittelfristig – in Abhängigkeit vom Auslaufen der EEG-Förderung – mit einem Rückbau der Anlagen außerhalb der Windvorranggebiete gerechnet werden muss. Vor diesem Hintergrund kommt dem Zubau von neuen Windenergieanlagen innerhalb von Windvorranggebieten und einer optimalen flächenmäßigen Ausnutzung der Windvorranggebiete eine hohe Bedeutung im Rahmen der Energiewende zu.

**Abbildung 37: Windvorranggebiete in Hessen**

© HA Hessen Agentur GmbH, 2020  
Kartengrundlage: GfK GeoMarketing

Quelle: RP Kassel 2017, RP Gießen 2017,  
RP Darmstadt 2020, Darstellung der  
Hessen Agentur

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

Ein großer Teil des erneuerbar erzeugten Stroms wird durch EEG-geförderte erneuerbare Energieanlagen erzeugt. Nach Schätzung des IE-Leipzig wurden von diesen Anlagen im Jahr 2019 insgesamt 7.757 GWh Strom eingespeist (siehe Tabelle 11).<sup>21</sup> Die Schätzung wurde auf Basis der in Hessen installierten Leistung von EEG-geförderten Anlagen zum 31. Dezember 2019 erstellt, da die offiziellen EEG-Daten, die von den Übertragungsnetzbetreibern anlagenscharf veröffentlicht werden, zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses nur bis zum Jahr 2018 vorlagen.

Mit Abstand am meisten Strom wurde im Jahr 2019 durch Windenergieanlagen eingespeist. Die Strommenge beläuft sich auf 4.462 GWh. Das entspricht 57,5 Prozent der durch EEG-geförderte Anlagen insgesamt eingespeisten Strommenge. Photovoltaikanlagen kommen auf eine eingespeiste Strommenge von 1.786 GWh (23,0 %), gefolgt von Biomasseanlagen mit einer Strommenge von 1.329 GWh (17,1 %). Darüber hinaus haben Wasserkraftanlagen 180 GWh (2,3 %) eingespeist.

**Tabelle 11: Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2019 (in GWh)**

Energieträger	Strommenge	Anteil (in %)
Biomasse	1.328,6	17,1%
darunter:		
Deponiegas	25,1	0,3%
Klärgas	0,3	0,0%
Photovoltaik	1.786,0	23,0%
Wasserkraft	179,8	2,3%
Windenergie	4.462,3	57,5%
<b>Summe</b>	<b>7.756,6</b>	<b>100,0%</b>

*nachrichtlich:*

Photovoltaik 244,2

Selbstverbrauch

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: IE-Leipzig 2020.

Tabelle 11 gibt Auskunft über den tatsächlich in das Stromnetz eingespeisten Strom. Ein Teil der Anlagen produziert darüber hinaus Strom, der direkt vor Ort verbraucht wird, ohne in das Stromnetz eingespeist zu werden. Dieser Selbstverbrauch des von Anlagen erzeugten Stroms tritt mit zunehmender Bedeutung besonders bei Photovoltaikanlagen auf.

## Selbstverbrauch von Photovoltaikstrom und Stromspeicher

Der Selbstverbrauch von Photovoltaikstrom ist derzeit statistisch nicht vollständig erfasst. In den EEG-Daten zur Jahresabrechnung, die von den Übertragungsnetzbetreibern einmal im Jahr veröffentlicht werden (siehe ÜNB 2019), sind alle vergütungsrelevanten Informationen zu den erzeugten Strommengen enthalten. Entsprechend beinhalten die EEG-Daten auch Angaben zum Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen, aber eben nur für den vergütungsrelevanten Selbstverbrauch. Dies trifft für Anlagen zu, die im Zeitraum zwischen Januar 2009 und März 2012 in Betrieb gegangen sind und Anspruch auf eine Vergütung für selbstverbrauchten Strom besitzen. Diese Regelung gilt für später in Betrieb genommene Anlagen nicht mehr. Nur die selbstverbrauchten Strommengen von Anlagen, die ab dem 1. August 2014 neu hinzugekommen sind und eine Leistung von mindestens 10 kW aufweisen, werden in den EEG-Daten ebenfalls noch erfasst. Grund ist, dass diese Anlagen EEGumlagepflichtig sind und die selbstverbrauchte Strommenge deshalb vergütungsrelevant ist. Für alle anderen Photovoltaikanlagen, also für Anlagen mit Inbetriebnahmedatum nach März 2012 und einer Leistung von weniger als 10 kW, ist die tatsächlich produzierte und direkt selbstverbrauchte Strommenge unbekannt. Hierbei handelt es sich überwiegend um Anlagen von privaten Haushalten.

Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik hat deshalb eine Methode entwickelt, um den Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen abschätzen zu können.<sup>22</sup> Auf Basis dieser Methode hat das IE-Leipzig die selbstverbrauchte Strommenge von Photovoltaikanlagen für das Jahr 2019 berechnet. Demnach ist neben der eingespeisten Strommenge von 1.786,0 GWh ein Selbstverbrauch in Höhe von 244,2 GWh entstanden.

21 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 11 hingegen sind diese Strommengen bis auf den nachrichtlich ausgewiesenen PV-Selbstverbrauch nicht enthalten.

22 Für Photovoltaikanlagen mit Inbetriebnahme vom 1. April 2012 bis zum 31. Dezember 2012 wird ein Selbstverbrauch von 20 Prozent und für Photovoltaikanlagen mit Inbetriebnahme ab 1. Januar 2013 ein Selbstverbrauch von 30 Prozent der Gesamtstromerzeugung angenommen.

Der insgesamt erzeugte Strom durch Photovoltaikanlagen, d. h. Einspeisung plus Selbstverbrauch, beläuft sich auf 2.030,2 GWh. Der Anteil des selbstverbrauchten Stroms liegt insofern bei 12 Prozent.

In Zukunft ist bei Photovoltaikanlagen mit einem ansteigenden Anteil an Selbstverbrauch zu rechnen. Ein Grund hierfür ist der Endkundenstrompreis, der immer häufiger die EEG-Einspeisevergütung übersteigt, wodurch der direkte Selbstverbrauch des Photovoltaikstroms attraktiver wird. Ein hoher Selbstverbrauchsanteil kann insbesondere dann erreicht werden, wenn die Photovoltaikanlage mit einem Stromspeicher kombiniert wird. Im Marktstammdatenregister wurden im Jahr 2019 deutschlandweit insgesamt 38.026 Stromspeichereinheiten als neu in Betrieb genommen gemeldet. In Hessen sind gemäß den Angaben im Marktstammdatenregister 2.204 Stromspeicher neu hinzugekommen (BNetzA 2020c).

### Regionale Verteilung der erneuerbaren Energieanlagen

Obwohl sich erneuerbare Energieanlagen dezentral in ganz Hessen verteilen, sind dennoch regionale Schwerpunkte erkennbar. Dies resultiert daraus, dass aufgrund unterschiedlicher Windhöufigkeiten, Siedlungsstrukturen und naturräumlicher Ausstattung nicht alle Teilräume in gleicher Weise für den Aufbau der Windenergie geeignet sind.

In Abbildung 38 ist die Verteilung der installierten elektrischen Leistung nach Landkreisen und kreisfreien Städten dargestellt. Der Landkreis mit der meisten installierten Leistung an erneuerbaren Energieanlagen ist – deutlich erkennbar – der Vogelsbergkreis. In diesem Landkreis waren am 31.12.2019 insgesamt 576 MW elektrische Leistung durch erneuerbare Energieanlagen vorhanden, davon entfiel mit 461 MW der größte Teil (80 %) auf Windenergie.

Es folgen mit einigem Abstand der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 420 MW, der Landkreis Kassel mit 417 MW sowie der Main-Kinzig-Kreis mit 407 MW. Im Landkreis Marburg-Biedenkopf sowie im Schwalm-Eder-Kreis waren 346 MW bzw. 301 MW installiert, wobei der Schwalm-Eder-Kreis mit einem vergleichsweise hohen Anteil (67 %) an installierter Leistung durch Photovoltaikanlagen hervorsteht. In diesen genannten sechs Landkreisen ist gut die Hälfte der von erneuerbaren Energieanlagen vorgehaltenen Leistung in Hessen installiert. Während in den eher ländlich und durch Wald geprägten Landkreisen häufig die Windenergie den größten Anteil an der installierten Leistung hat, gibt es auch Landkreise und kreisfreie Städte, die über keine Windenergieanlage

verfügen. Dies sind die fünf kreisfreien Städte Darmstadt, Frankfurt, Offenbach, Wiesbaden und Kassel sowie der Landkreis Groß-Gerau, der Main-Taunus-Kreis und der Landkreis Offenbach. In diesen städtisch geprägten Regionen dominieren die Energieträger Photovoltaik und Biomasse.

Als Pendant zu Abbildung 38 zeigt Abbildung 39 die im Jahr 2019 eingespeiste Strommenge von EEG-geförderten Anlagen nach Landkreisen und kreisfreien Städten in Hessen. Mit 1.092 GWh wurde knapp ein Siebtel des in Hessen durch erneuerbare Energieanlagen eingespeisten Stroms im Vogelsbergkreis erzeugt, und zwar vor allem durch die dort verorteten 265 Windenergieanlagen. Der Vogelsbergkreis erzeugt damit ein Vielfaches des eigenen Strombedarfs der privaten Haushalte. Zudem zeichnen sich folgende Landkreise mit einer überdurchschnittlich hohen erneuerbaren Stromerzeugung aus: der Main-Kinzig-Kreis mit 723 GWh, der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 688 GWh, der Landkreis Kassel mit 650 GWh, der Landkreis Marburg-Biedenkopf mit 612 GWh, der Lahn-Dill-Kreis mit 429 GWh sowie der Schwalm-Eder-Kreis mit 419 GWh.

Eine größensortierte Auflistung aller Landkreise und kreisfreien Städte mit Informationen zur installierten Leistung sowie zur erzeugten und eingespeisten Strommenge ist im Anhang A 1 zu finden. Ebenfalls im Anhang sind unter 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: <https://wirtschaft.hessen.de/energie/daten-fakten/energiemonitoring>.

**Abbildung 38: Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2019 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW)**

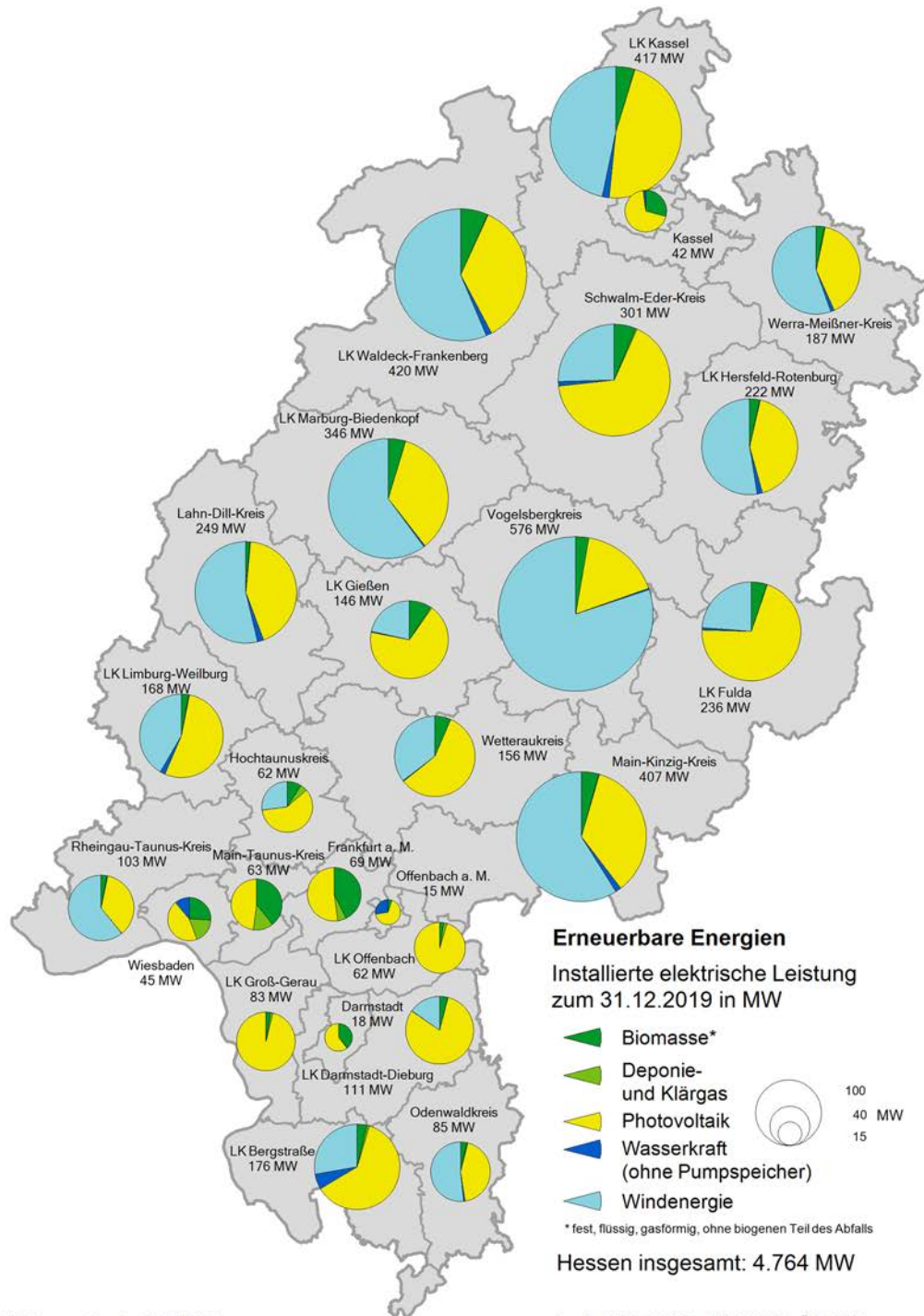
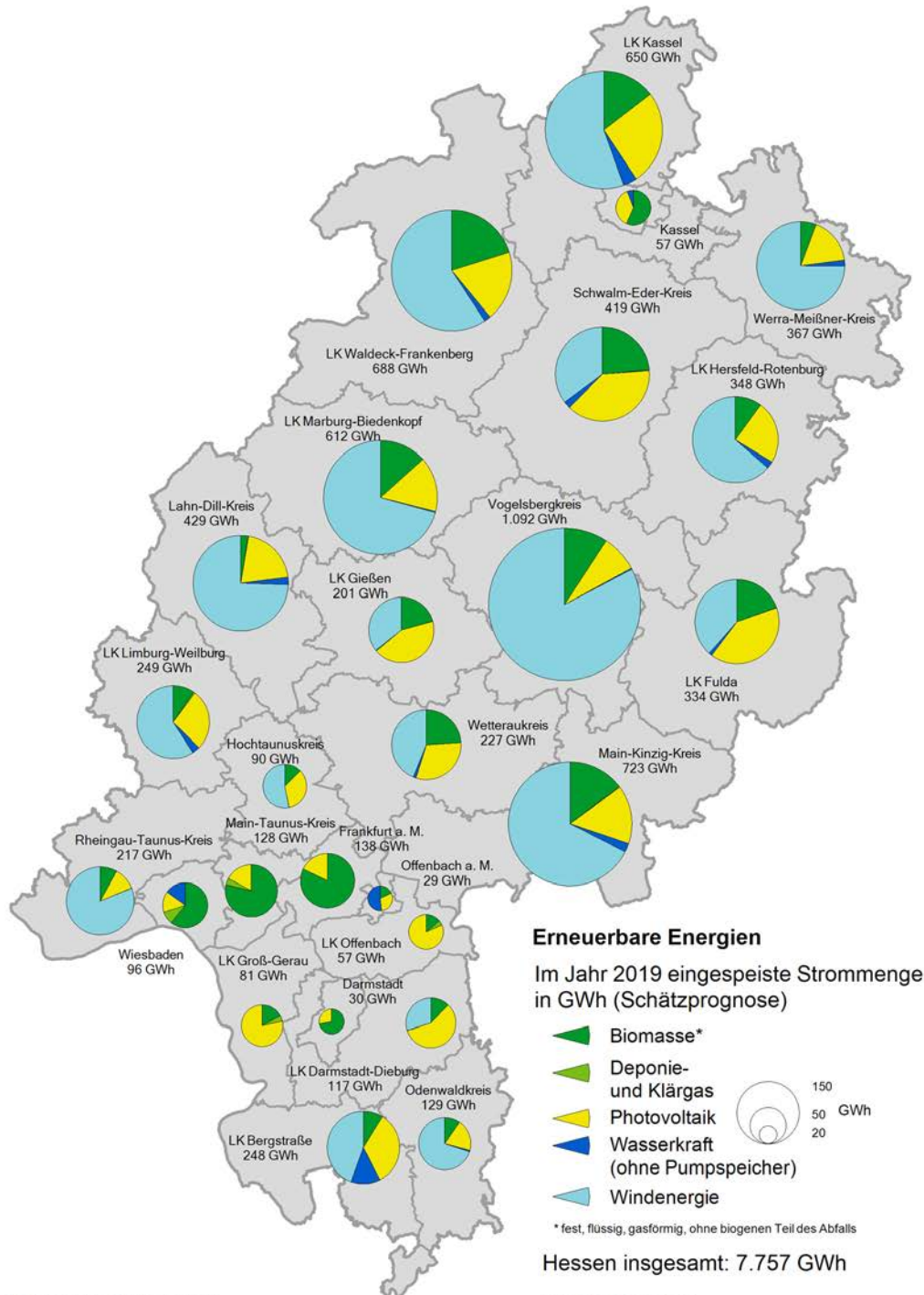




Abbildung 39: Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern 2019 (in GWh)



In Tabelle 12 sind die fünf Landkreise mit dem größten Zuwachs an elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen im Jahr 2019 dargestellt. Die abgebildeten Werte entsprechen der installierten Leistung zum 31. Dezember 2019 abzüglich der installierten Leistung zum 31. Dezember 2018. Im Vergleich zum Vorjahr fällt der Zuwachs an elektrischer Leistung relativ gering aus. Während die fünf ausbaustärksten Landkreise und kreisfreien Städte im Jahr 2018 gemeinsam über 200 MW Zubau aufwiesen, liegt der Zubau im Jahr 2019 bei den TOP-5-Landkreisen und kreisfreien Städten insgesamt lediglich bei 80 MW. Dieser starke Rückgang ist durch den im Jahr 2019 eingebrochenen Ausbau an Windenergieanlagen zu erklären. Es wurden lediglich vier Anlagen zugebaut.

Der größte Leistungszuwachs ist im Schwalm-Eder-Kreis zu verzeichnen. Dort sind im Jahr 2019 insgesamt 21,6 MW hinzugekommen, davon 21,0 MW Photovoltaik. Es folgt der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 16,6 MW und der Vogelsbergkreis mit 14,5 MW. In beiden Landkreisen wurden jeweils 6,9 MW an Windenergie neu installiert.

Der Landkreis Fulda kommt auf einen Leistungszuwachs von 13,8 MW, ausschließlich durch die Errichtung von Photovoltaikanlagen. Schließlich steht der Main-Kinzig-Kreis an fünfter Stelle mit einem Zubau von 13,0 MW, wovon ebenfalls der größte Teil auf Photovoltaikanlagen entfällt, jedoch auch die Leistung von Biomasseanlagen ausgebaut wurde.

**Tabelle 12: Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2019**

Rang	Landkreis	Leistungszuwachs 2019 (in MW)
1	Schwalm-Eder-Kreis	21,6
2	Landkreis Waldeck-Frankenberg	16,6
3	Vogelsbergkreis	14,5
4	Landkreis Fulda	13,8
5	Main-Kinzig-Kreis	13,0

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, Auswertung der Hessen Agentur.

Tabelle 13 zeigt das TOP-10-Ranking der Städte und Gemeinden mit dem größten Ausbau an elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen im Jahr 2019. Die Rangliste wird angeführt von Bad Arolsen im Landkreis Waldeck-Frankenberg und Alsfeld im Vogelsbergkreis. In beiden Kommunen wurden jeweils zwei Windenergieanlagen mit einer Leistung von 3,45 MW pro Anlage zugebaut. Darüber hinaus gab es in beiden Kommunen

noch einen geringen Leistungszubau von Photovoltaikanlagen. Auf den Plätzen 3 bis 10 befinden sich die Kommunen Elbtal, Frankfurt, Gudensberg, Gründau, Korbach, Volkmarsen, Amöneburg und Fulda mit einer zugebauten Leistung im Bereich zwischen 6,2 MW und 3,2 MW. Auch hier macht der Vergleich mit dem Vorjahr deutlich, wie gering der Zubau im Jahr 2019 ausgefallen ist. Während im Vorjahr die TOP-10-Zubaukommunen jeweils im Leistungsbereich zwischen 10 MW und 30 MW lagen, erreichen die 10 ausbaustärksten Kommunen im Jahr 2019 lediglich 3 bis 7 MW.

**Tabelle 13: Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2019**

Rang	Gemeinde	Leistungszuwachs 2019 (in MW)
1	Bad Arolsen, St.	7,3
2	Alsfeld, St.	7,2
3	Elbtal	6,2
4	Frankfurt am Main, St.	4,2
5	Gudensberg, St.	3,8
6	Gründau	3,6
7	Korbach, Krst.	3,5
8	Volkmarsen, St.	3,3
9	Amöneburg, St.	3,2
10	Fulda, St.	3,2

Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, Auswertung der Hessen Agentur.

## 6.2 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung

Der Anteil der Stromerzeugung durch konventionelle Anlagen fiel im Jahr 2019 erstmals unter die 50 Prozent-Marke, d. h. es wurde in Hessen erstmals mehr Strom durch erneuerbare Energieanlagen produziert als durch konventionelle Kraftwerke. Auch wenn die Bedeutung der konventionellen Energieanlagen bei der Menge der Stromerzeugung sinkt, ist die Bedeutung bei der Versorgungssicherheit aufgrund der witterungsunabhängigen Verfügbarkeit weiterhin hoch. Konventionelle Kraftwerke – hier vor allem kohle- und erdgasbetriebene Kraftwerke – stabilisieren das Stromversorgungssystem, indem kurzfristige Ungleichgewichte zwischen Stromangebot und -nachfrage ausgeglichen werden. So sind bereits einige konventionelle Anlagen nicht mehr für den Dauerbetrieb unter Volllast vorgesehen, sondern werden nur dann hochreguliert, wenn kurzfristige Stromnachfrageschwankungen auftreten. Als Beispiel ist das Gasturbinenkraftwerk in Darmstadt zu nennen, das lediglich auf

Anweisung durch den Übertragungsnetzbetreiber zur Stabilisierung des Stromnetzes eingesetzt wird.

In Hessen gibt es 100 Kraftwerke bzw. Erzeugungsanlagen, die über eine installierte Leistung von mindestens 1 MW verfügen. 56 dieser Anlagen sind konventionelle Energieanlagen. Sie verbrennen fossile Energieträger oder Abfall und erzeugen dadurch Strom und Wärme (HSL 2020a). Im Jahr 2019 haben die konventionellen Anlagen insgesamt 8.281 GWh Strom produziert,<sup>23</sup> davon 5.171 GWh durch erdgasbetriebene Anlagen, 2.021 GWh durch das Verbrennen von Kohle und 1.089 GWh durch Anlagen, die sonstige konventionelle Energieträger zur Stromerzeugung nutzen (siehe hierzu auch Abbildung 15 in Kapitel 3). Besonders erwähnenswert ist, dass die Stromerzeugung durch den Energieträger Kohle seit 2016 stark zurückgeht. Gegenüber dem Jahr 2016 hat sie sich um rund 50 Prozent reduziert. Beim Energieträger Erdgas ist hingegen das zweite Jahr in Folge ein Anstieg der Stromerzeugung zu beobachten. Die Stromerzeugung der sonstigen konventionellen Energieträger war in den letzten Jahren relativ konstant, ist jedoch im Jahr 2019 deutlich zurückgegangen. Seit der Stilllegung des Atomkraftwerks in Biblis im Jahr 2011 spielt die Kernenergie bei der Stromproduktion in Hessen keine Rolle mehr.

Großkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von 10 MW und mehr sind in der Kraftwerkliste der Bundesnetzagentur aufgeführt. In Hessen sind 34 solcher Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 3.125 MW verortet. Die einzelnen Kraftwerke sind in Tabelle 14 sortiert nach Energieträgern aufgelistet. Beim Energieträger Erdgas werden aus Platzgründen nur die größten Anlagen mit einer elektrischen Leistung von über 50 MW dargestellt.

In Hessen gibt es 19 erdgasbetriebene Großkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von zusammengerechnet 1.548 MW. Das mit Abstand größte Kraftwerk ist Block 4 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg mit 572 MW installierter Leistung. Um die 100 MW Leistung haben die GuD-Anlage am Opel-Standort in Rüsselsheim, der Block 4 des Heizkraftwerks West in Frankfurt, die ADS-Anlage im Industriepark Frankfurt-Höchst und das Gasturbinenkraftwerk in Darmstadt.

Das größte Steinkohle-Kraftwerk gehört ebenfalls zum Kraftwerk Staudinger. Block 5 hat eine elektrische Leistung von 510 MW. Darüber hinaus gibt es noch vier steinkohlebetriebene Heizkraftwerke in Frankfurt und Offenbach mit einer Leistung zwischen 50 und 70 MW. In Summe kommen die Steinkohle-Kraftwerke auf eine elektrische Leistung von 753 MW.

**Tabelle 14: Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen  $\geq 10$  MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2020**

Energieträger*	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung (in MW)
<b>Erdgas</b>	<b>19</b>	<b>1.548</b>
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
KW Hattorf Philippsthal (K+S)		52
...		
<b>Steinkohle</b>	<b>5</b>	<b>753</b>
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
<b>Pumpspeicher</b>	<b>2</b>	<b>625</b>
Waldeck 2		480
Waldeck 1		145
<b>Abfall</b>	<b>6</b>	<b>140</b>
MHKW Frankfurt, Block T7		47
EBS-Kraftwerk Witzenhausen		28
MHKW Frankfurt, Block T3		26
MHKW Kassel		15
MHKW Offenbach		15
Biomasse-HKW Wiesbaden		11
<b>Braunkohle</b>	<b>1</b>	<b>34</b>
Fernwärmekraftwerk Kassel		34
<b>Mineralölprodukte</b>	<b>1</b>	<b>25</b>
Kraftwerk Fulda		25
<b>Summe</b>	<b>34</b>	<b>3.125</b>

\* Zuordnung von Anlagen mit mehreren Energieträgern nach Hauptenergieträgern

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2020a (Stand: 01.04.2020), Auswertung der Hessen Agentur.

<sup>23</sup> Es handelt sich um die Bruttostromerzeugung. Die Energieerzeugung aus Abfall wird in der Statistik jeweils zur Hälfte als erneuerbare Energie bzw. fossile Energie definiert.

Weitere Energieträger bei konventionellen Großkraftwerken sind Pumpspeicher, Abfall, Braunkohle und Mineralölprodukte. Auf die beiden Pumpspeicherwerke am Edersee entfallen 625 MW installierte Leistung. Mit den sechs Müllheizkraftwerken in Frankfurt, Kassel, Offenbach, Wiesbaden und Witzenhausen kommt der Energieträger Abfall auf 140 MW elektrische Leistung. Die einzelnen Kraftwerke verfügen über eine Leistung im Bereich zwischen 10 und 50 MW. Braunkohle wird nur von einem Kraftwerk in Hessen verfeuert, und zwar vom Fernwärme-Kraftwerk in Kassel mit einer Leistung von 34 MW. Das Kraftwerk Fulda hat eine Leistung von 25 MW und nutzt Mineralölprodukte zur Stromerzeugung.

Bei der regionalen Verteilung der Großkraftwerke ist festzustellen, dass mit 21 Kraftwerken und einer installierten Leistung von 2.105 MW die meisten konventionellen Kraftwerke in Südhessen verortet sind. In Nordhessen gibt es 13 Kraftwerke mit einer Kapazität von 1.020 MW. In Mittelhessen ist kein Großkraftwerk angesiedelt. Erwartungsgemäß befinden sich die meisten Großkraftwerke in der Nähe von großen Städten, da diese aufgrund der hohen Bevölkerungszahl und der dort angesiedelten Industrie (z. B. Adam Opel AG, Infraserb GmbH & Co. Höchst KG, Volkswagen AG, Merck KGaG) einen höheren Energiebedarf aufweisen als der ländliche Raum. Es gibt aber auch ländlich gelegene Industriestandorte, die über Großkraftwerke verfügen, z. B. das Unternehmen K+S in Heringen und Philippsthal, die Papierfabrik DS Smith Paper Deutschland in Witzenhausen und die Reifenfabrik Pirelli in Breuberg.

Bei der Zahl der hessischen Großkraftwerke und auch bei der Höhe der installierten Leistung gibt es im Zeitverlauf nur wenige Änderungen. Im Vergleich zum Vorjahr wurden in der Kraftwerkliste der BNetzA zwei Anlagen in Philippsthal zusammengefasst und nur noch als eine Anlage ausgewiesen. Als neuer Eintrag kam die Dampfturbine 5 im Frankfurter Heizkraftwerk West mit einer Leistung von 39 MW hinzu.

Nach Angaben der BNetzA ist im Zeitraum bis 2022 kein Zu- oder Rückbau von Großkraftwerken in Hessen zu erwarten (BNetzA 2020b). Bis spätestens Ende 2025 soll der mit Steinkohle betriebene Block 5 des Kraftwerks Staudinger (510 MW) stillgelegt werden. Das hat der Betreiber Ende Januar 2020 bekanntgegeben (Uniper 2020).

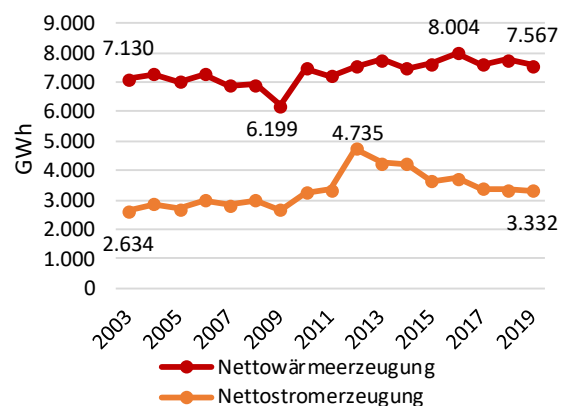
### 6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung

Unter dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) versteht man die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Nutzwärme bei der Energiegewinnung. Dadurch kommt es zu einer erheblichen Effizienzsteigerung hinsichtlich des eingesetzten Energieträgers, da die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme nicht verloren geht. Auch

wenn in KWK-Anlagen häufig konventionelle Energieträger wie Erdgas eingesetzt werden, können durch die effiziente Nutzung des Brennstoffs Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Keinerlei CO<sub>2</sub>-Emissionen fallen an, wenn in KWK-Anlagen erneuerbare Energieträger wie beispielsweise Biogas eingesetzt werden. Damit stellen KWK-Anlagen einen wichtigen Baustein innerhalb der Energiewende dar.

Auch große Kraftwerke nutzen oft das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und sind daher nicht nur an ein Stromnetz, sondern auch an ein Wärmenetz angeschlossen. Die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme wird so den privaten Haushalten als Raumwärme oder der Industrie als Prozesswärme zur Nutzung zugeführt. Die größeren KWK-Kraftwerke der allgemeinen Versorgung mit einer installierten Leistung von mehr als 1 MW haben im Jahr 2019 insgesamt 3.332 GWh Strom und 7.567 GWh Wärme produziert (siehe Abbildung 40). Die Nettostromerzeugung durch KWK-Anlagen ist von 2003 bis 2012 angestiegen, erreichte im Jahr 2012 mit 4.735 GWh ihren Maximalwert und ist seitdem wieder rückläufig. Die Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen lag in den Jahren 2003 bis 2019 mit Ausnahme der Jahre 2007 bis 2009 relativ konstant im Bereich zwischen 7.000 und 8.000 GWh.

**Abbildung 40: Entwicklung der Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen 2003-2019 (in GWh\*)**



\* nur Kraftwerke der allgemeinen Versorgung und mit einer installierten elektrischen Leistung > 1 MW

Quelle: HSL 2020a.

Nicht nur die großen Kraftwerke nutzen die Kraft-Wärme-Kopplung. Es gibt darüber hinaus eine große Anzahl an KWK-Anlagen in Leistungskategorien unterhalb von 1 MW Leistung bis hin zu Nano-KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung im Watt-Bereich. Zu den Mikro-KWK-Anlagen gehören beispielsweise Brennstoffzellenheizungen. Mit Brennstoffzellenheizungen,

die nur wenige 100 Watt elektrische und thermische Leistung haben können, wird aus Erdgas durch einen chemischen Prozess Strom und Wärme gewonnen. In diesem chemischen Prozess verbindet sich der im Erdgas enthaltene Wasserstoff mit Sauerstoff. Dabei wird der eingesetzte Energieträger Erdgas hochgradig effizient genutzt. Ein weiterer Vorteil ist, dass Brennstoffzellenheizungen Strom und Wärme direkt beim Verbraucher, d. h. am Nutzungsort produzieren und damit Übertragungsverluste vermieden werden. Dies gilt auch für die etwas leistungsstärkeren Blockheizkraftwerke, die z. B. vor Ort Häuserblöcke mit Strom und Wärme versorgen.

Eine Übersicht über den Bestand an KWK-Anlagen in Hessen zum 31. Dezember 2019 gibt Tabelle 15. Einschränkung muss erwähnt werden, dass hier nur KWK-Anlagen dargestellt sind, die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert wurden oder sich noch in Förderung befinden. Da nicht alle Anlagen eine BAFA-Förderung beantragen, ist davon auszugehen, dass der Anlagenbestand tatsächlich höher liegt. Darüber hinaus wird in den BAFA-Daten nicht nachgeführt, ob eine Anlage mittlerweile stillgelegt wurde.

**Tabelle 15: Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen zum 31.12.2019 nach Leistungskategorie**

Leistungs-kategorie (in kW <sub>el</sub> /MW <sub>el</sub> )	Anzahl der Anlagen	elektrische Leistung (in MW)	thermische Leistung (in MW)
<= 2 kW	977	0,9	0,4
> 2 <= 10 kW	2.905	15,9	3,6
> 10 <= 20 kW	828	13,8	35,4
> 20 <= 50 kW	597	26,1	32,5
> 50 <= 100 kW	141	10,1	45,9
> 100 <= 250 kW	263	43,0	49,2
> 250 <= 500 kW	97	35,3	57,8
> 500 <= 1.000 kW	59	42,9	62,7
> 1 <= 2 MW	52	84,6	66,2
> 2 <= 10 MW	46	241,7	191,3
> 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
<b>Insgesamt</b>	<b>5.997</b>	<b>2.745,6</b>	<b>5.272,1</b>

Quelle: BAFA 2020a, BAFA 2020f.

Die Zahl der durch das BAFA geförderten Anlagen belief sich zum Jahresende 2019 auf 5.997 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 2.745,6 MW und einer thermischen Leistung von 5.272,1 MW. Mit 88 Prozent fallen die meisten Anlagen in die Leistungskategorien unterhalb von 50 kW. Die elektrische Leistung summiert sich auf 57 MW, was 2 Prozent der durch KWK vorgehaltenen elektrischen Leistung insgesamt entspricht. Der Anteil dieser Anlagen an der thermischen Leistung liegt noch niedriger bei 1,4 Prozent. Hingegen entfallen auf die fünf KWK-Anlagen in der höchsten Leistungskategorie (> 100 MW) 38 Prozent der elektrischen und 53 Prozent der thermischen Leistung.

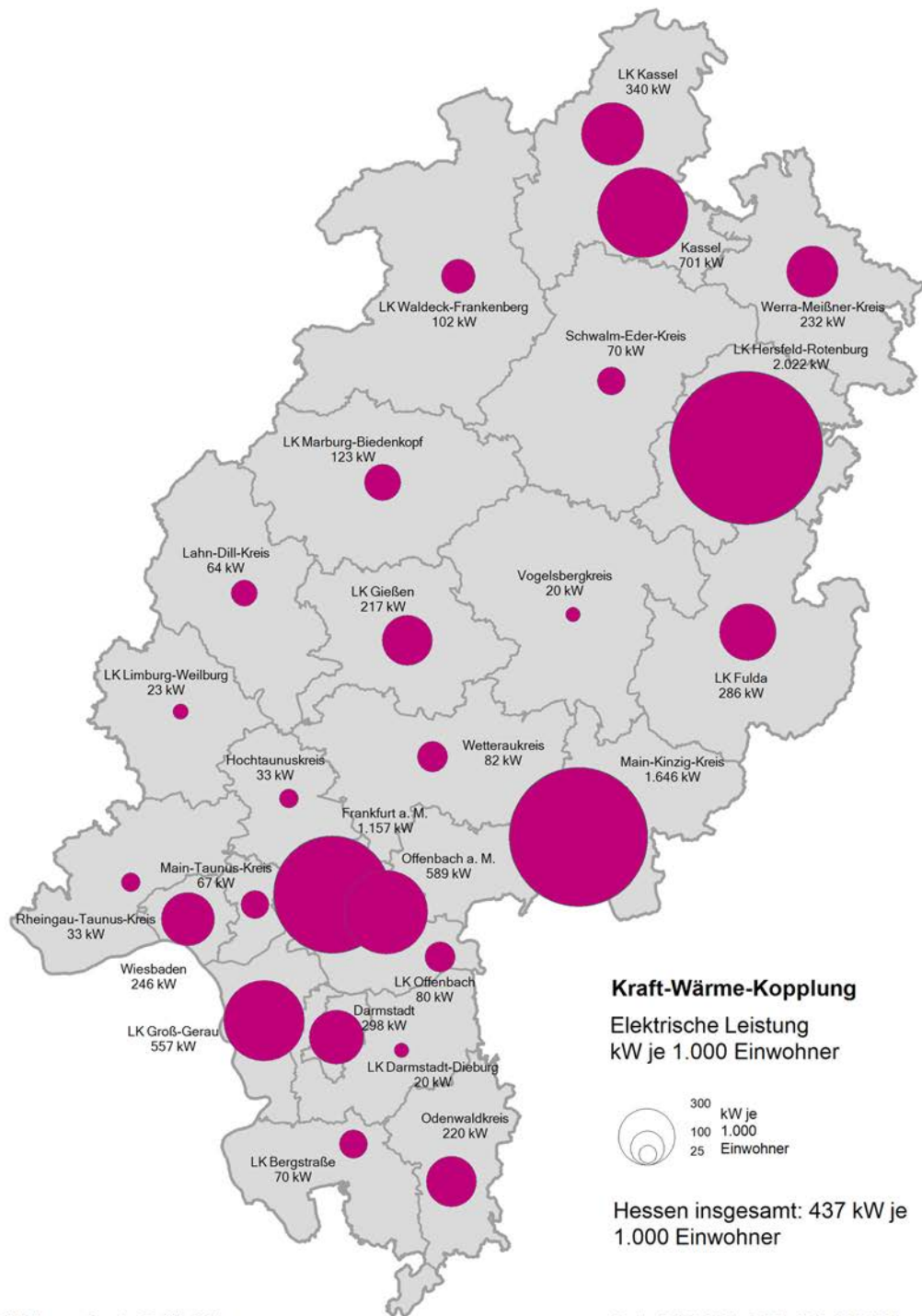
Laut Angaben des BAFA (2020a) sind in Hessen im Jahr 2019 (Stand: 29.05.2020) 237 KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 1,8 MW und einer thermischen Leistung von 3,8 MW neu hinzugekommen. Allerdings ist diese Zahl noch unvollständig, da ein Förderantrag fristgerecht bis zum 31. Dezember des auf das Jahr der Aufnahme des Dauerbetriebs folgenden Kalenderjahrs – d. h. bis zum 31. Dezember 2020 – beim BAFA gestellt werden kann.

Abbildung 41 zeigt für die einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in Hessen die elektrische Leistung der KWK-Anlagen bezogen auf die Zahl der Einwohner zum 31. Dezember 2019 (kW je 1.000 Einwohner).

Die höchsten Werte weisen Landkreise und kreisfreie Städte auf, in denen große Kraftwerke verortet sind. Zu nennen sind insbesondere der Main-Kinzig-Kreis mit dem Großkraftwerk Staudinger, der Landkreis Hersfeld-Rotenburg mit den Kraftwerken des Unternehmens K+S AG sowie Frankfurt, Offenbach und Kassel mit größeren Heizkraftwerken.

Gemäß Marktstammdatenregister haben in Hessen im Jahr 2019 insgesamt 381 KWK-Stromerzeugungseinheiten mit einer elektrischen Leistung von 18,6 MW ihren Betrieb aufgenommen (siehe BNetzA 2020c).

**Abbildung 41: In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2019 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten (in kW)**



### **Förderung Errichtung Biomassefeuerungsanlage mit 6 MW zur Erweiterung der Wärmeversorgung in Wächtersbach**

Im Rahmen der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe wurde die Erweiterung des bestehenden Biomasseheizkraftwerks der Bioenergie Wächtersbach GmbH in Wächtersbach um eine Biomassefeuerungsanlage in einer Größenordnung von 6 MW anteilig gefördert. Die neue Anlage konnte im September 2019 eingeweiht werden. Die Nutzung des regenerativen Energieträgers Holz zur Wärmeversorgung ersetzt fossile Primärenergieträger und leistet dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klima- und Energiewendeziele. Bisher wurde die Spitzenlast im Winter mit Heizöl abgedeckt; ca. 5 Prozent der Jahresenergiemenge wurde so erzeugt. Mit der neuen Anlage wird auch dieser Rest noch klimaneutral erzeugt. In den ersten Betriebsjahren werden so ca. 200.000 Liter Heizöl p. a. ersetzt.

Ziel der Erweiterung der Anlage ist es, weitere Teile des Ortes über ein Nahwärmenetz mit erneuerbarer Wärme zu versorgen, da die Kapazitätsgrenzen der bisherigen Biomassefeuerungsanlage erreicht waren. Außerdem soll der mit Heizöl betriebene Spitzenlastkessel ersetzt werden. Die bisherige Anlage besteht zudem aus einer Biomassefeuerungsanlage (5 MW) in Kombination mit einer ORC-Anlage (1 MW), welche auch Strom erzeugt. Diese wurde im Jahr 2009 ebenfalls durch das Land Hessen anteilig gefördert.

Das bestehende Nahwärmenetz deckt zurzeit ca. 60 Prozent der Fläche des Ortskerns ab. Die Wärmekunden setzen sich zusammen aus gewerblichen und kommunalen Großabnehmern sowie Privatkunden.

Aktuell werden ca. 400 private Wohnhäuser mit Wärme versorgt (Stand: Juni 2020). Die Anlage wird hauptsächlich mit Material aus der Landschaftspflege sowie Grünschnittsammlung versorgt, außerdem mit in einem Sägewerksbetrieb anfallender Buchenrinde sowie einem geringen Teil an Waldhackschnitzeln.

Weitere Informationen unter:

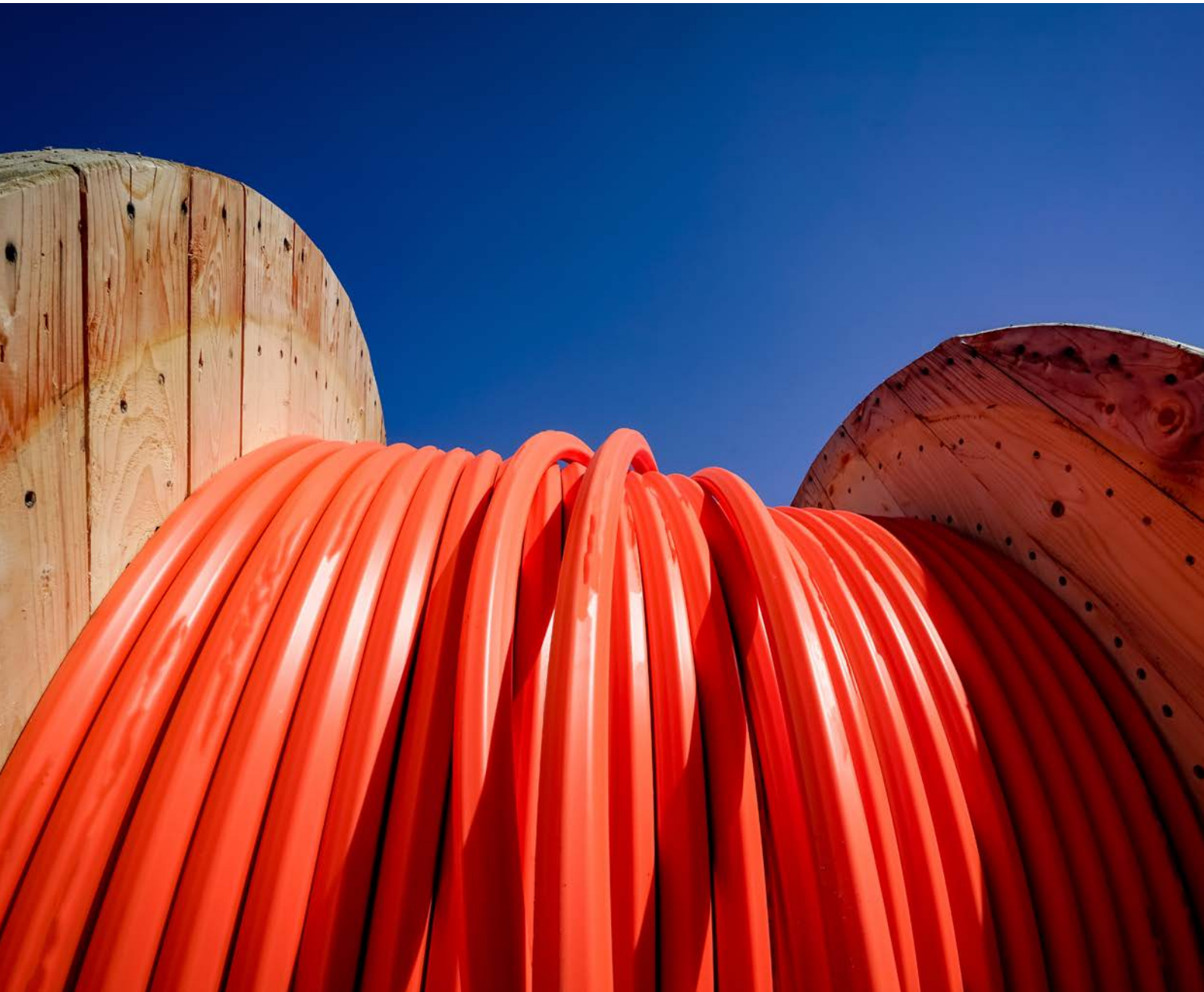
<https://umwelt.hessen.de/biomassefoerderung>

<https://www.bioew.de/index.php>



# 7

## Netzausbau und Versorgungssicherheit





## 7 Netzausbau und Versorgungssicherheit

Für den Erfolg der Energiewende und die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist der Ausbau der Stromnetze eine wichtige Voraussetzung. So muss beispielsweise der Strom aus Windenergie in den Übertragungsnetzen teils über weite Strecken von den Offshore-Windparks in Norddeutschland zu den großen Industriebetrieben in Süddeutschland transportiert werden. Darüber hinaus steigen durch den zunehmenden Anteil der volatilen erneuerbaren Energieträger Wind und Sonne die Anforderungen an die Stromnetze: Stromerzeugung und Einspeisung in die Netze können hohen Schwankungen unterliegen. Die Erzeugung, der Transport und der Verbrauch von Strom müssen aufeinander abgestimmt werden. Hier rücken intelligente Netze und Messsysteme zunehmend in den Fokus. Nachfolgend wird in Kapitel 7.1 der Ausbaustand der durch Hessen verlaufenden Stromnetze dargestellt, wobei auch über Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen berichtet wird. Kapitel 7.2 stellt den aktuellen Stand der Digitalisierung der Netze dar. Kapitel 7.3 zeigt die Entwicklung der Investitionen der Netzbetreiber auf. Ein wesentliches Ziel ist es, eine hohe Versorgungssicherheit zu erhalten. Im Fokus von Kapitel 7.4 stehen daher die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromnetze. Abgerundet wird das Kapitel 7 durch die Darstellung der Entwicklungen im Gasverteilnetz (Kapitel 7.5) und im Fernwärmenetz (Kapitel 7.6).

### 7.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Durch die schrittweise Außerbetriebnahme der Kernkraftwerke sowie anderer konventioneller Kraftwerke und den Umbau der Energiesysteme müssen in den nächsten Jahren bundesweit über 7.500 Kilometer im Übertragungsnetz optimiert, verstärkt oder neu gebaut werden, wobei die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ-Leitungen) wie z. B. SuedLink eine besondere Rolle spielen. Aber auch die Anforderungen an die Stromübertragung in den regionalen und lokalen Verteilnetzen steigen, da durch den Ausbau der erneuerbaren Energien die Stromerzeugung zunehmend dezentral erfolgt.

#### Übertragungsnetze

In den Übertragungsnetzen wird der Strom mit Höchstspannung über große Entfernungen transportiert. Deutschlandweit beträgt die Stromkreislänge der Übertragungsnetze rund 37.000 Kilometer (BMWi 2020b).

Übertragen wird bei Drehstrom mit Höchstspannung von 220 Kilovolt (kV) oder 380 kV. Bei den geplanten neuen Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen erfolgt die Übertragung mit Höchstspannung bis zu 525 kV.

In Deutschland sorgen die vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) TenneT, 50Hertz Transmission, Amprion und TransnetBW für den sicheren Betrieb und den Ausbau der Übertragungsnetze. Kontrolliert werden sie von der Bundesnetzagentur (BNetzA), die z. B. den Netzausbau und die Entgelte für die Nutzung der Netze genehmigt. Das Übertragungsnetz in Hessen fällt im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche von TenneT (72,6 %) und Amprion (27,0 %). Der restliche Anteil (0,4 %) fällt in den Zuständigkeitsbereich von TransnetBW.<sup>24</sup>

Im Rahmen der Energiewende wird ein Ausbau der Übertragungsnetze sowie eine Optimierung der bestehenden Netze verfolgt. Um die Netzausbauprojekte möglichst schnell umzusetzen, ist im Mai 2019 das Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus in Kraft getreten, womit die behördlichen Verfahren verschlankt und unnötige Bürokratie abgebaut werden (Bundesgesetzblatt 2019).

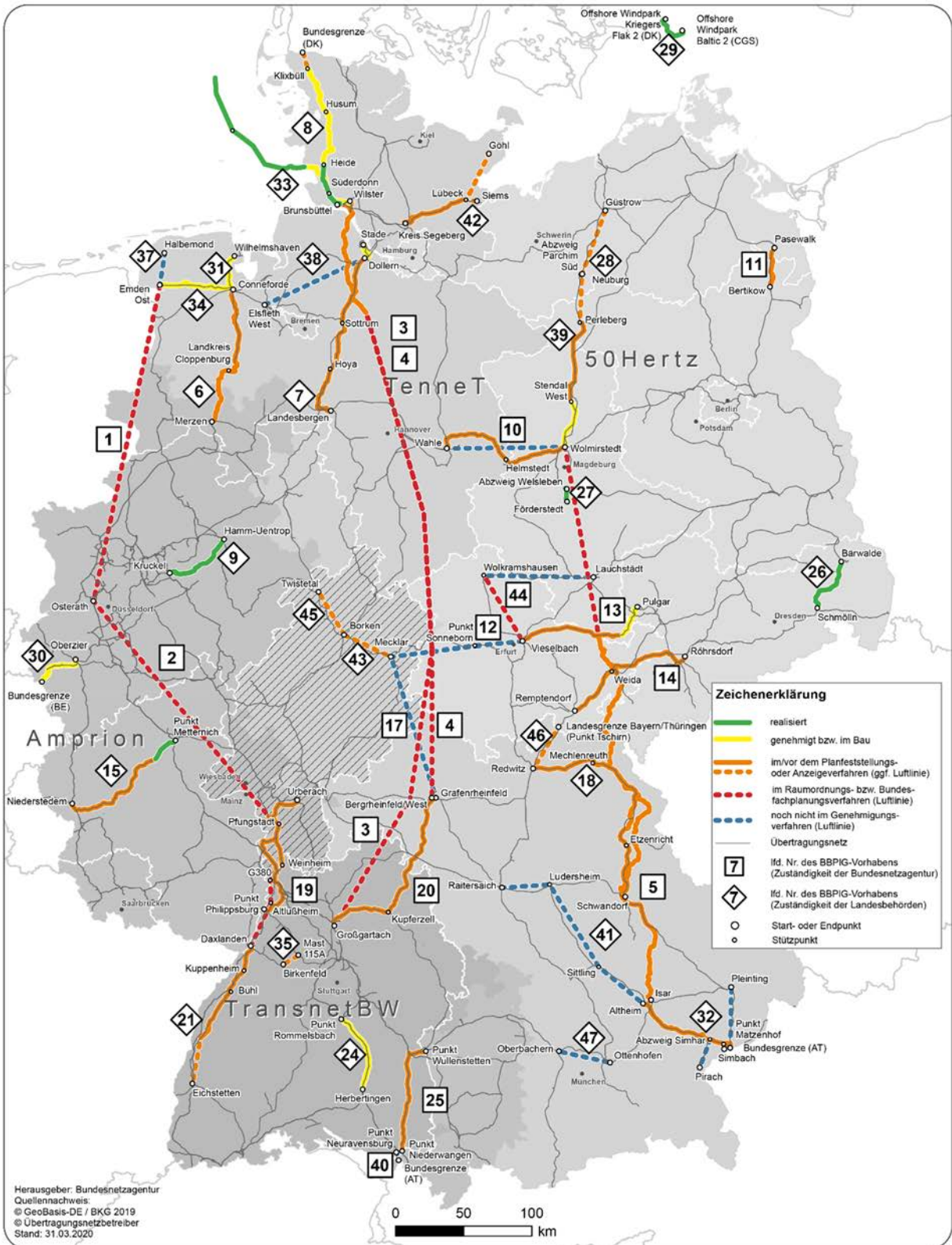
#### Ausbaustand nach dem Bundesbedarfsplangesetz

Der Ausbau der Stromnetze auf Übertragungsnetzebene wird im Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) geregelt. Abbildung 42 zeigt kartografisch den geplanten Verlauf der BBPIG-Vorhaben zum Stand 31. März 2020. Grün dargestellt sind die realisierten Vorhaben, gelb die genehmigten bzw. sich im Bau befindlichen Vorhaben, orange die Vorhaben im / vor dem Planfeststellungsverfahren, rot gestrichelt die Vorhaben im Raumordnungs- bzw. Bundesfachplanungsverfahren und blau gestrichelt die Vorhaben, die sich noch nicht im Genehmigungsverfahren befinden. Acht der bundesweit 43 Vorhaben verlaufen innerhalb bzw. möglicherweise durch Hessen. Noch keines dieser Vorhaben ist genehmigt, im Bau oder bereits realisiert.

Die Gesamtlänge der BBPIG-Vorhaben lag nach dem ersten Quartal 2020 bei etwa 5.826 km, davon waren 427 km Trassenlänge realisiert (+125 km ggü. 31.03.2019). Der Verfahrensstand der Vorhaben zum 31. März 2020 ergibt sich aus Abbildung 43.

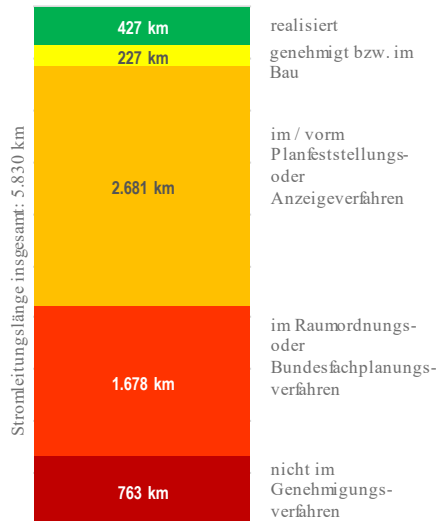
<sup>24</sup> Das Verhältnis ist hier nach Anzahl der EEG-Anlagen berechnet. Bezogen auf die installierte Leistung liegt der Anteil von TenneT bei 79,6 Prozent, von Amprion bei 20,2 Prozent und von TransnetBW bei 0,2 Prozent.

Abbildung 42: Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) zum 31.03.2020



Quelle: BNetzA 2020f, Hervorhebung von Hessen durch die Hessen Agentur.

**Abbildung 43: Fortschritt der Vorhaben nach dem BBPIG zum 31.03.2020**



Quelle: BNetzA 2020f.

Im Folgenden wird der aktuelle Ausbaustand der in bzw. durch Hessen verlaufenden Leitungsvorhaben dargestellt. In Tabelle 16 sind zu diesen Vorhaben besondere Kennzeichnungen, die Träger, technische Merkmale, der Status der Verfahren sowie der Zeitpunkt der geplanten Inbetriebnahme aufgeführt.<sup>25</sup>

Das von den Vorhabenträgern Amprion und TransnetBW als Ultranet bezeichnete Vorhaben 2 ist ein Pilotprojekt für eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ). Der Vorschlagstrassenkorridor durchläuft mit einer Länge von etwa 340 km die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg. Für einen Großteil der Strecke sollen bestehende Mastsysteme genutzt werden. Das Vorhaben ist als „von gemeinsamem Interesse“ (PCI) kategorisiert und in der EU-weiten PCI-Liste enthalten.<sup>26</sup>

Durch Hessen verlaufen der Abschnitt Weißenthurm – Riedstadt (Abschnitt D) mit einer Länge von 110 km und der Abschnitt Punkt Riedstadt – Punkt Wallstadt (Abschnitt A1) mit einer Länge von 28 km. Die Leitung soll mit Gleichstrom betrieben werden und kann daher nicht abschnittsweise, sondern nur vollständig in

Betrieb genommen werden. Die Gesamtinbetriebnahme von Vorhaben 2 wurde von 2023 auf 2024 verschoben.

Die länderübergreifenden, sogenannten SuedLink-Vorhaben 3 und 4 zählen zu den zentralen Transportkorridoren von Nord- nach Süddeutschland. Beide Vorhaben werden als Erdkabel in HGÜ-Technik geplant. Es handelt sich jeweils um einen Neubau in neuer Trasse. Die Vorhaben befinden sich im Bundesfachplanungsverfahren. Sie werden von den Vorhabenträgern bei den Planungen gemeinsam betrachtet. Ob und inwieweit Hessen von dem Trassenverlauf betroffen sein wird, entscheidet sich erst mit dem Abschluss des Bundesfachplanungsverfahrens. Es liegen jeweils mehrere Alternativen zum Trassenkorridorvorschlag vor. Vorhaben 3 verläuft von Brunsbüttel nach Großgartach mit einer Länge von etwa 670 km. Nach den Antragsunterlagen der Vorhabenträger verlaufen zwei mögliche Trassenvarianten durch Hessen (Abschnitte C und D) mit einer Länge von insgesamt 250 km. Vorhaben 4 verläuft von Wilster nach Bergheinfeld West mit einer Länge von etwa 526 km. Nach den Antragsunterlagen der Vorhabenträger verlaufen ebenfalls zwei mögliche Trassenvarianten durch Hessen (Abschnitte C und D) mit einer Länge von insgesamt 242 km. Da es sich jeweils um eine Gleichstromverbindung handelt, können die Leitungen nicht in Abschnitten, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden. Die geplante Gesamtinbetriebnahme wird für beide Vorhaben für 2026 angestrebt.

Vorhaben 12 sieht eine Umbeseilung einer bereits bestehenden 380-kV-Verbindung zwischen Vieselbach in Thüringen und Mecklar in Nordhessen vor, um die Übertragungskapazität zwischen den beiden Bundesländern zu erhöhen. Die geplante Trassenlänge beträgt etwa 130 km. Das Vorhaben befindet sich noch nicht im Genehmigungsverfahren. Die Gesamtinbetriebnahme ist für das Jahr 2027 geplant.

Vorhaben 17 sieht einen Neubau von zwei 380-kV-Systemen zwischen Mecklar in Nordhessen und Grafenrheinfeld in Bayern vor und soll die Übertragungskapazität zwischen Bayern und Hessen erhöhen. Zwischen beiden Umspannwerken besteht noch keine direkte Verbindung. Die geplante Freileitung setzt das EnLAG-Vorhaben 6 Wahle – Mecklar (siehe folgenden Abschnitt) fort. Die Leitungslänge liegt bei etwa 130 km, die Inbetriebnahme ist für das Jahr 2031 geplant.

<sup>25</sup> Der aktuelle Stand der einzelnen Vorhaben ist bei der Bundesnetzagentur unter <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html> abrufbar. Berichtsstand von Tabelle 15 sowie der folgenden Ausführungen ist der 16. Juni 2020.

<sup>26</sup> Die Vorhaben von gemeinsamem Interesse (projects of common interest, kurz: PCI) sollen zu einem funktionierenden Energiebinnenmarkt und zur Versorgungssicherheit in der Europäischen Union beitragen. Die aktuell gültige Liste ist am 31. März 2020 in Kraft getreten (BNetzA 2020h).

**Tabelle 16: 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) Abschnitt D: Weißenthurm – Riedstadt (110 km) Abschnitt A1: Punkt Ried – Punkt Wallstadt (28 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI)	Amprion	Gleichstrom (2 GW) 380 kV	Abschnitt D: im Bundesfachplanungsverfahren Abschnitt A1: im Planfeststellungsverfahren	2024
3	Brunsbüttel – Großgartach (SuedLink) (670 km) Abschnitt C: Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (114 km) Abschnitt D: Gerstungen – Arnstein (136 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TenneT, TransnetBW	Gleichstrom (2 GW) 525 kV	beide Abschnitte im Bundesfachplanungsverfahren	2026
4	Wilster – Bergheinfeld West (SuedLink) (526 km) Abschnitt C: Bad Gandersheim / Seesen – Gerstungen (114 km) Abschnitt D: Gerstungen – Grafenrheinfeld (128 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TenneT, TransnetBW	Gleichstrom (2 GW) 525 kV	beide Abschnitte im Bundesfachplanungsverfahren	2026
12	Vieselbach – Mecklar (130 km)	länderübergreifend	TenneT, 50Hertz	Wechselstrom 380 kV	noch nicht im Genehmigungsverfahren	2027
17	Mecklar – Grafenrheinfeld (130 km)	länderübergreifend	TenneT	Wechselstrom 380 kV	noch nicht im Genehmigungsverfahren	2031
19	Urberach – Daxlanden (142 km) Abschnitt Nord: Urberach – Weinheim (66 km) Abschnitt Süd: Weinheim – Daxlanden (76 km)	länderübergreifend	Amprion, TransnetBW	Wechselstrom 380 kV	Abschnitt Nord: im Planfeststellungsverfahren Abschnitt Süd: im Bundesfachplanungsverfahren	2028
43	Borken – Mecklar (41 km)	keine	TenneT	Wechselstrom 380 kV	vor dem Planfeststellungsverfahren	2023
45	Borken – Twistetal (43 km)	keine	TenneT	Wechselstrom 380 kV	im / vor dem Planfeststellungs- oder Anzeigeverfahren	2023

Quelle: BNetzA 2020g (Stand: 16.06.2020).

Das Vorhaben 19 verbindet die Netzverknüpfungspunkte Urberach in der hessischen Stadt Rödermark und Daxlanden in Karlsruhe. Nach derzeitigem Stand folgt der Trassenkorridor weitestgehend dem Verlauf bereits bestehender Stromleitungen, die bisher auf der Spannungsebene 220 kV betrieben werden. Die großräumige Umstellung auf den 380-kV-Betrieb soll die Übertragungskapazität in der durch hohe Lasten geprägten Region zwischen Frankfurt und Karlsruhe erhöhen. Beide Abschnitte, Nord (66 km) und Süd (76 km), verlaufen durch Hessen. Die Inbetriebnahme des Vorhabens ist für 2028 geplant.

Das Vorhaben 43 sieht zwischen Borken und Mecklar eine Verstärkung der bestehenden 380-kV-Freileitung vor. An diesen beiden Netzverknüpfungspunkten verlaufen wichtige Trassen vom Norden in den Süden Hessens. Durch das Vorhaben wird ein besserer Leistungsausgleich zwischen den beiden Trassen gewährleistet. Die Trasse ist etwa 41 km lang. Das Vorhaben soll im Jahr 2023 in Betrieb gehen.

Mit dem Vorhaben 45 soll zwischen Borken und Twistetal auf rund 43 km Länge eine bestehende 380-kV-Freileitung verstärkt werden. Diese wichtige Nord-Süd-Verbindung ist derart hoch ausgelastet, dass keine (n-1)-Sicherheit mehr gewährleistet werden kann.<sup>27</sup> Hierfür sollen die Anlagen und Leitungen ertüchtigt werden. Das Vorhaben soll im Jahr 2023 in Betrieb gehen.

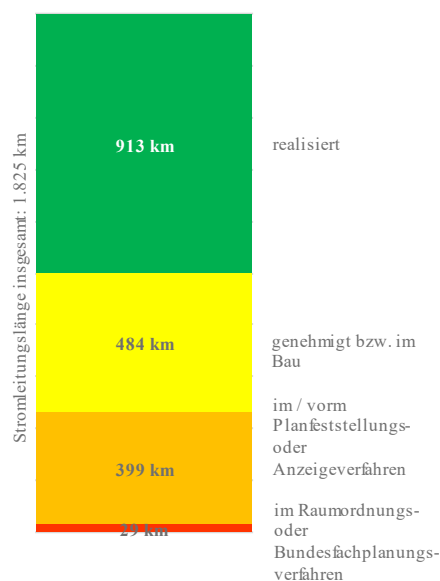
### Ausbauzustand nach dem Energieleitungsausbaugesetz

Das Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (EnLAG) listete ursprünglich 24 Ausbauprojekte auf und stufte sie als notwendig für die künftige Energieversorgung in Deutschland ein. Nach Prüfungen im Rahmen der Erstellung der Netzentwicklungspläne 2022 und 2024 wurden zwei Vorhaben aus dem EnLAG gestrichen.

Sechs der verbliebenen 22 Vorhaben sind als Erdkabel-Pilotprojekte gekennzeichnet, u. a. das durch Hessen verlaufende Vorhaben 6. Die Durchführung der Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren der EnLAG-Vorhaben liegt in der Verantwortung der betroffenen Bundesländer.

Die Gesamtlänge der Leitungen lag zum Ende des ersten Quartals 2020 bundesweit bei 1.825 km. Der Verfahrensstand der Vorhaben zum 31. März 2020 ist in Abbildung 44 dargestellt.

**Abbildung 44: Fortschritt der Vorhaben nach dem EnLAG zum 31.03.2020**



Quelle: BNetzA 2020f.

Der Verlauf der EnLAG-Vorhaben mit Stand vom 31. März 2020 ist kartografisch in Abbildung 45 aufgeführt. Vier Vorhaben betreffen Hessen, davon sind bereits drei fertiggestellt und in Betrieb. Diese sind grün dargestellt.

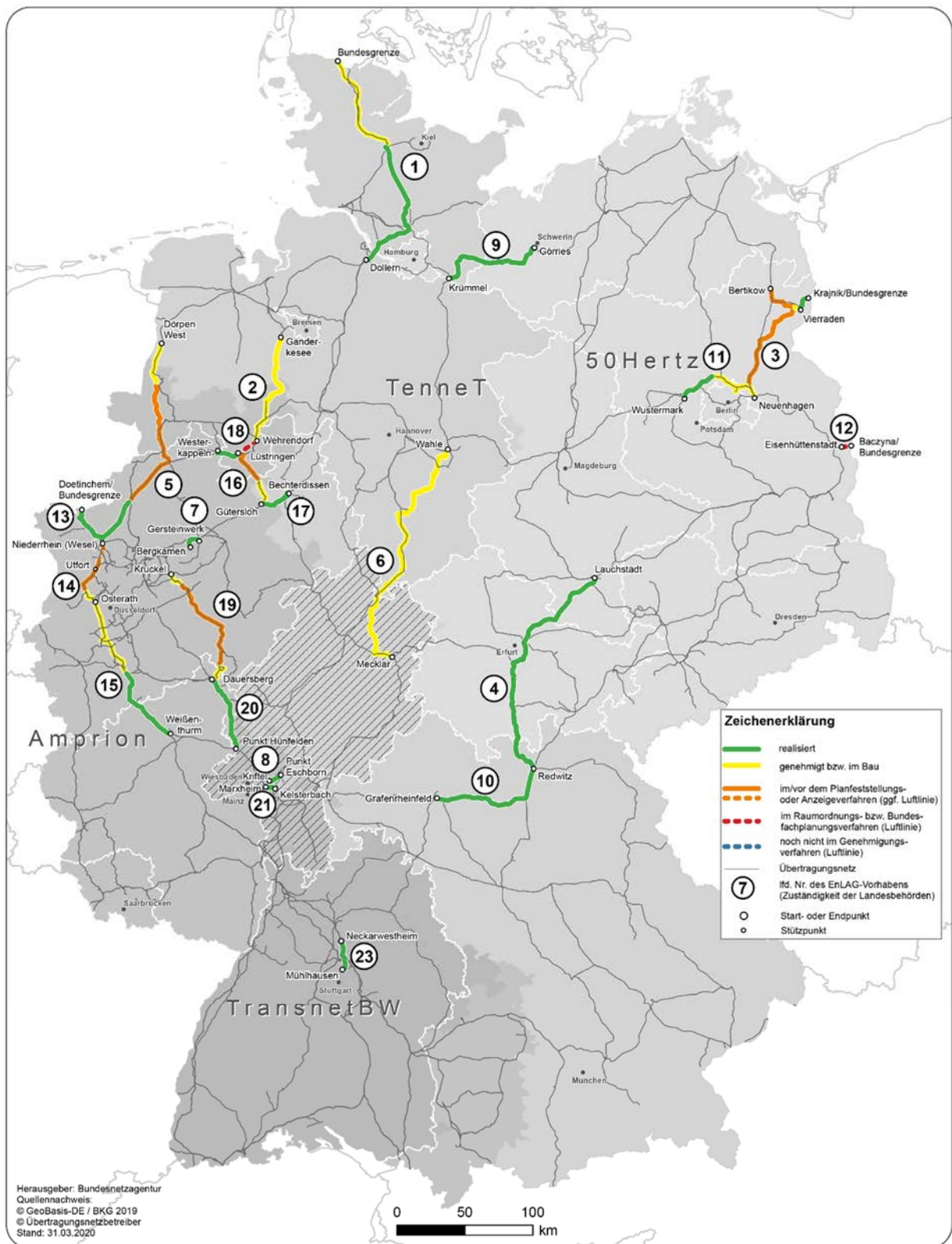
In Tabelle 17 sind etwaige Kennzeichnungen der durch Hessen verlaufenden Vorhaben, der jeweilige Träger, technische Merkmale, die Leitungslänge in Hessen, der Status des Verfahrens sowie die (geplante) Inbetriebnahme der Vorhaben wiedergegeben.

Das in Hessen einzige sich noch im Bau befindliche Vorhaben 6 verbindet in Nord-Süd-Richtung Wahle in Niedersachsen mit Mecklar in Nordhessen. Das Vorhaben ist eine der Pilotstrecken, die der bundesweiten Erprobung von Erdkabeln beim Betrieb von Höchstspannungsleitungen mit Wechselstrom dienen sollen. Die Gesamtlänge beträgt 221 km. Der durch Hessen verlaufende Teilabschnitt ist 66 km lang, wovon bereits 12 km fertiggestellt sind. In dem hessischen Planungsabschnitt konnte im Raumordnungsverfahren ein Trassenkorridor festgelegt werden, der ohne Erdverkabelungsabschnitte auskommt (TenneT 2020). Die Gesamtinbetriebnahme des Vorhabens ist für 2024 geplant.

In Tabelle 17 sind auch die bereits in Betrieb genommenen Vorhaben nachrichtlich aufgeführt.

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

Abbildung 45: Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) zum 31.03.2020



Quelle: BNetzA 2020f, Hervorhebung von Hessen durch die Hessen Agentur.

**Tabelle 17: 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	Wechselstrom 380 kV	66 km	Teilabschnitt Hessen: Leitung im Bau	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 2020g (Stand: 16.06.2020).

## Verteilnetze

Durch die vermehrt in den Verteilnetzen angeschlossene Erzeugungsleistung und den erwarteten Zuwachs im Bereich der Elektromobilität rückt die Bedeutung der Verteilnetze für die Systemstabilität zunehmend in den Fokus. Gemäß der im Jahr 2018 veröffentlichten Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034, in der die Auswirkungen der Energiewende auf die Verteilnetze in Hessen aufgezeigt werden (BearingPoint / Fraunhofer IEE 2018), kann der erforderliche Netzausbau im Wesentlichen durch Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen erfolgen.

Die Länge des Stromverteilnetzes in Hessen belief sich zum 31. Dezember 2018 auf insgesamt 113.343 km. Davon waren 101.119 als Erdkabel und 12.223 km als Freileitungen verlegt. Die Zahl der Entnahmestellen lag Ende 2018 bei insgesamt 3,7 Mio. (BDEW 2020b).<sup>28</sup>

Die Verteilnetze gliedern sich in Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungsnetze. Das Niederspannungsnetz, über das vor allem Haushalte und kleinere Gewerbebetriebe lokal mit Strom versorgt werden, ist vollständig als Erdkabel verlegt. Der Anteil der Kabelverlegung am Mittelspannungsnetz liegt mit 85 Prozent ebenfalls hoch. Demgegenüber ist das Hochspannungsnetz zu nur 9 Prozent als Erdkabel realisiert. Insgesamt entfallen auf das Niederspannungsnetz 74.864 km, auf das Mittelspannungsnetz 30.266 km und auf das Hochspannungsnetz 5.364 km.

## Netzoptimierungs- und -verstärkungsmaßnahmen

Netzoptimierende Maßnahmen sollen die Auslastung des Übertragungsnetzes bzw. die Übertragungskapazität von Bestandsleitungen signifikant erhöhen. Sie umfassen lastflusssteuernde Maßnahmen, sogenannte Netzbooster-Pilotanlagen, das Freileitungsmonitoring und den Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen. Mit Bezug auf Hessen kann folgender Stand berichtet werden (BNetzA 2020f):

- Es wurde als Ad-Hoc-Projekt die lastflusssteuernde Maßnahme in Twistetal von den ÜNB eingereicht, um die Leitungsflüsse in Richtung Borken steuern zu können (Vorhaben P353). Die Maßnahme soll spätestens 2025 in Betrieb gehen.
- Beim Freileitungsmonitoring (FLM) werden die Witterungsbedingungen am Leiterseil erfasst. So kann der Leiter situationsbedingt höher ausgelastet werden, wenn z. B. die Umgebungstemperatur sehr niedrig ist. Alle bundesweit bereits in Betrieb befindlichen sowie bis 2020 bzw. 2025 geplanten Freileitungsabschnitte mit witterungsabhängigem Freileitungsbetrieb sind im Monitoring des Stromnetzausbaus der BNetzA zum 31. März 2020 kartografisch dargestellt (BNetzA 2020f). Nach Angaben der Übertragungsnetzbetreiber Amprion und TenneT, die für die in bzw. durch Hessen verlaufenden Stromleitungen im Wesentlichen zuständig sind, liegt derzeit der Anteil des FLM an der gesamten Stromkreislänge in Deutschland bei 380-kV-Leitungen bei 39 Prozent (Amprion) bzw. 35 Prozent (TenneT) sowie bei 220-kV-Leitungen bei 37 Prozent (Amprion) bzw. 45 Prozent (TenneT).

<sup>28</sup> Durch Änderungen der Zuordnung der Netzlängen zu den einzelnen Unternehmen und Bundesländern ist ein Vergleich mit dem Vorjahr nicht möglich.

- Hochtemperaturleiterseile sind Leiterseile, die eine höhere Betriebstemperatur ermöglichen. In Hessen sind Hochtemperaturleiterseile für die Abschnitte Twistetal – Borken (BBPIG-Vorhaben 45), Borken – Mecklar (BBPIG-Vorhaben 43), Mecklar – Vieselbach (BBPIG-Vorhaben 12), Urberach – Großkrotzenburg (NEP P161/M91) sowie Bürstadt – Landesgrenze HE/RP (NEP P310/M485) in Planung.

## 7.2 Digitalisierung der Netze

Die Digitalisierung der Energiewende führt zu mehr Transparenz, Flexibilität und Effizienz im Energiesystem und trägt zur Stabilisierung der Netze bei. Den Startschuss bildete das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende im Jahr 2016 (Bundesgesetzblatt 2016). Das Gesetz trifft Regelungen zur Ausstattung von Messstellen der leitungsgebundenen Energieversorgung mit intelligenten Messsystemen, zu den technischen Mindestanforderungen, zur Datenkommunikation und zur Erhebung, Nutzung und Verarbeitung von Messwerten und personenbezogenen Daten. Entsprechend ausgestattete intelligente Netze (Smart Grids) verbinden alle Akteure des Energiesystems von der Erzeugung über den Transport, die Speicherung und die Verteilung bis hin zum Verbrauch. Die integrierten Datennetze stellen Informationen über das Verhalten von Millionen dezentralen Erzeugungsanlagen und Verbrauchern bereit. Mit den intelligenten Zählern (Smart Meter) wird der Stromverbrauch gemessen und direkt an die Netzbetreiber übertragen. Intelligente Stromnetze und Messsysteme ermöglichen somit den schnellen Austausch von Daten zu Stromerzeugung und Stromverbrauch. Darüber hinaus gibt der Einsatz von Smart Metern den Verbrauchern Anreize für einen effizienten Umgang mit Strom, da sie Transparenz über den Energieverbrauch schaffen.

Bei der Digitalisierung der Netze spielen Smart-Meter-Gateways eine wesentliche Rolle. Diese sind die zentrale Kommunikationsplattform intelligenter Messsysteme. Die Einführung der Smart-Meter-Gateways bedeutet für die Stromnetze und für das ganze Energieversorgungssystem einen Technologiesprung.

Im Jahr 2019 hat das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zusammen mit dem Bundeswirtschaftsministerium eine Standardisierungsstrategie zur sektorübergreifenden Digitalisierung nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende veröffentlicht (BSI, BMWi 2019). Diese Roadmap bildet einen stetig fortzuschreibenden Arbeitsplan für die Fortentwicklung der Smart-Meter-Gateways und den Rollout der intelligenten Messsysteme. Anfang 2020 hat das BMWi mit dem „Fahrplan für die weitere Digitalisierung der Energiewende“ einen Maßnahmenplan vorgelegt, der für die nächsten Schritte verbindliche Zielsetzungen, Maßnah-

men (einschließlich Zeitvorgaben) und die federführenden Akteure benennt (BMW 2020c). Für den zügigen Start des Rollouts wird als erste Maßnahme die Veröffentlichung der aktualisierten Marktanalyse und Feststellung der technischen Möglichkeit zum Einbau von intelligenten Messsystemen (sog. „Markterklärung“) aufgeführt. Dieses ist Anfang Februar 2020 durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik erfolgt (BSI 2020). Damit wurde das Startsignal für den Rollout bzw. den Pflichteinbau intelligenter Stromzähler gegeben und die Digitalisierung der Energiewende ist einen entscheidenden Schritt weiter. Die Verpflichtung gilt für Verbraucher mit einer Stromabnahme von mehr als 6.000 kWh im Jahr. Bei einem Jahresstromverbrauch von weniger als 6.000 kWh ist der Einbau optional, die Entscheidung liegt beim zuständigen Messstellenbetreiber. Gesamtziel ist, bis 2030 möglichst viele Messstellen mit Smart-Meter-Gateways auszustatten.

Im April 2020 ist das zweite Barometer Digitalisierung der Energiewende erschienen, das den Status quo der Digitalisierung der Energiewende anhand von acht Schlüsselfaktoren bewertet, welche sich wiederum aus einer Vielzahl von Einzelindikatoren zusammensetzen. Die Schlüsselfaktoren sind (EY 2020):

- Zertifizierung,
- Marktkommunikation,
- Rollout,
- Standardisierung,
- Technologieangebot,
- Geräteverfügbarkeit,
- Verfügbarkeit der Telekommunikation und
- Kundensicht.

Stichtag für die Erfassung und Bewertung der Indikatoren im zweiten Barometer war der 31. Januar 2020. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Gesamt-Barometerwert um 14 Punkte gestiegen und erreicht nun einen Wert von 36 von insgesamt 100 Punkten. Trotz dieses Anstiegs ist der Weg zur Digitalisierung der Energiewende noch weit. Die Verbesserung gegenüber dem Vorjahr geht maßgeblich auf die inzwischen erfolgten Gerätezertifizierungen zurück (60 Punkte ggü. 35 Punkten im Vorjahr), womit der Weg für den Pflichteinbau intelligenter Messsysteme frei geworden ist und damit ein wichtiges Etappenziel der Digitalisierung der Energiewende erreicht werden konnte. Auch bei den Schlüsselfaktoren Marktkommunikation, Rollout der modernen Messeinrichtungen, Standardisierung, Technologieangebot und gesicherte Geräteversorgung wurden signifikante Fortschritte festgestellt. Demgegenüber wurden bei der Verfügbarkeit geeigneter Telekommunikation und bei der Kundensicht (Bekanntheit, Akzeptanz, Nutzung) nur geringfügige bis keine Verbesserungen erzielt.



Nach vier Jahren Laufzeit hat am 28. Oktober 2020 der Abschluss der fünf SINTEG-Schau fenster als Online-konferenz stattgefunden. Im Rahmen des Bundesförderprogramms „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG)“ waren seit 2017 in fünf Modellregionen Rahmenbedingungen, Möglichkeiten und Anforderungen von intelligenten Stromnetzen mit einem Fördervolumen von über 200 Mio. Euro erprobt worden. Hessen war zusammen mit Bayern und Baden-Württemberg am größten Schau fensterprojekt „C/sells: das Energiesystem der Zukunft im Solarbogen Süddeutschland“ beteiligt. C/sells steht für autonom handelnde Zellen, die im Verbund interagieren. Die Zelle ist die grundlegende Einheit und kann geografischer Natur sein, z. B. eine Stadt oder ein Quartier, oder auch ein einzelnes Objekt wie etwa ein Flughafen oder eine einzelne Liegenschaft. Durch den zellulären Ansatz sollen Erzeugung und Verbrauch von Energie auf lokaler Ebene ausgeglichen und so das Netz stabilisiert werden. Jede Zelle kann selbst Energie erzeugen, verteilen und nutzen – ganze Städte erhalten damit ein autonomes Energiemanagement, in dem Energieerzeugung und -nachfrage direkt vor Ort ausgeglichen werden. Die Zellen können durch digitale Technik verbunden und der Strom dann automatisch dorthin gelenkt werden, wo er gerade gebraucht wird (BMW 2020d).

### 7.3 Investitionen in Stromnetze

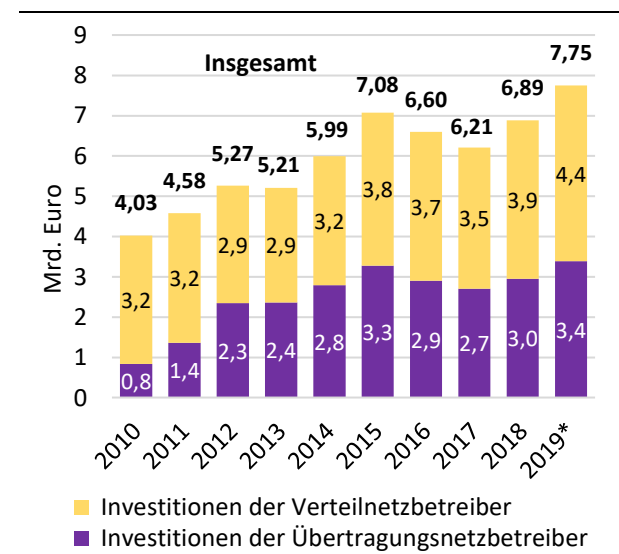
Im jährlichen Monitoringbericht von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt werden die Investitionen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) in die Stromnetze in Deutschland ausgewiesen. Betrachtet werden hierbei die aktivierten Bruttozugänge an Sachanlagen und der Wert der neu gemieteten bzw. gepachteten neuen Sachanlagen (BNetzA, BKartA 2019).

Aus Abbildung 46 wird ersichtlich, dass im Jahr 2018 die Investitionen sowohl der Übertragungsnetzbetreiber als auch der Verteilnetzbetreiber in den Ausbau der Stromnetze in Deutschland im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen sind. Insgesamt lag die Investitionssumme deutschlandweit bei 6,89 Mrd. Euro. Dies bedeutet einen Anstieg um nahezu 700 Mio. Euro bzw. knapp 11 Prozent gegenüber 2017. Dabei sind die Investitionen der VNB um über 400 Mio. Euro auf 3,9 Mrd. Euro und die Investitionen der ÜNB um rund 250 Mio. Euro auf 3,0 Mrd. Euro gestiegen. Die tatsächlich realisierten Investitionen in die Netzinfrastruktur lagen damit deutlich über den Planwerten von 2018, die im vorjährigen Monitoring gemeldet wurden (VNB: 3,7 Mio. Euro; ÜNB: 2,6 Mio. Euro).

Der Planwert für das Jahr 2019 liegt bei 7,75 Mrd. Euro und übertrifft damit den Wert von 2018 und auch den bis-

herigen Höchstwert aus dem Jahr 2015 nochmals deutlich. Gegenüber dem Jahr 2018 liegt der geplante Gesamtzuwachs bei rund 860 Mio. Euro, was eine Steigerung um 12,5 Prozent bedeutet. Insbesondere der von den VNB für 2019 geplante Betrag für Investitionen liegt deutlich über den in den Vorjahren realisierten Beträgen. Aber auch die geplanten Netzausbauminvestitionen der ÜNB stellen einen neuen Spitzenwert dar.

**Abbildung 46: Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2019 (in Mrd. Euro)**



\* Plandaten

Quelle: BNetzA, BKartA 2019.

### 7.4 Versorgungssicherheit im Bereich der Stromnetze

Die Stromnetze müssen in der Lage sein, ihre Transportaufgaben zu erfüllen. Verschiedene Regelungsmechanismen sollen sicherstellen, dass die Netzstabilität auch dann gewahrt wird, wenn sich Einspeisungen in und Entnahmen aus dem Netz nicht die Waage halten. Nach einem Blick auf Versorgungsunterbrechungen in Hessen werden im Folgenden die von den Netzbetreibern ergriffenen Maßnahmen aufgezeigt, um die Versorgungssicherheit der Stromnetze zu garantieren.

#### Versorgungsunterbrechungen

Der in Abbildung 47 für die Bundesländer dargestellte SAIDI-Wert im Jahr 2018 ergibt sich aus den von den Netzbetreibern gemeldeten Daten zu Versorgungsunterbrechungen im Bereich der Nieder- und Mittelspannung mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten. SAIDI steht für System Average Interruption Duration Index. Der Index gibt die durchschnittliche Versorgungsunterbrechung je

Kunde innerhalb eines Kalenderjahres an. Im Jahr 2018 lag der SAIDI-Wert für Hessen wie auch im Vorjahr mit 12,00 Minuten (Niederspannung: 2,63 Minuten; Mittelspannung: 9,37 Minuten) unter dem Durchschnittswert aller Bundesländer von 13,91 Minuten. Die Entwicklung war in den Bundesländern sehr unterschiedlich: Während in Hessen nur eine minimale Zunahme von insgesamt 11,66 auf 12,00 Minuten zu verzeichnen war, stieg der SAIDI-Wert in anderen Bundesländern zum Teil signifikant an (z. B. in Schleswig-Holstein von 10,94 auf 29,73 Minuten oder in Brandenburg von 20,73 auf 27,24 Minuten). Deutliche Rückgänge verzeichneten dagegen z. B. Nordrhein-Westfalen (von 17,69 auf 10,03 Minuten) und Sachsen (von 11,46 auf 7,94 Minuten). Der SAIDI-Wert für Deutschland insgesamt ist von 15,14 im Jahr 2017 auf 13,91 Minuten (Niederspannung: 2,34 Minuten; Mittelspannung: 11,57 Minuten) im Jahr 2018 zurückgegangen (BNetzA 2020i).

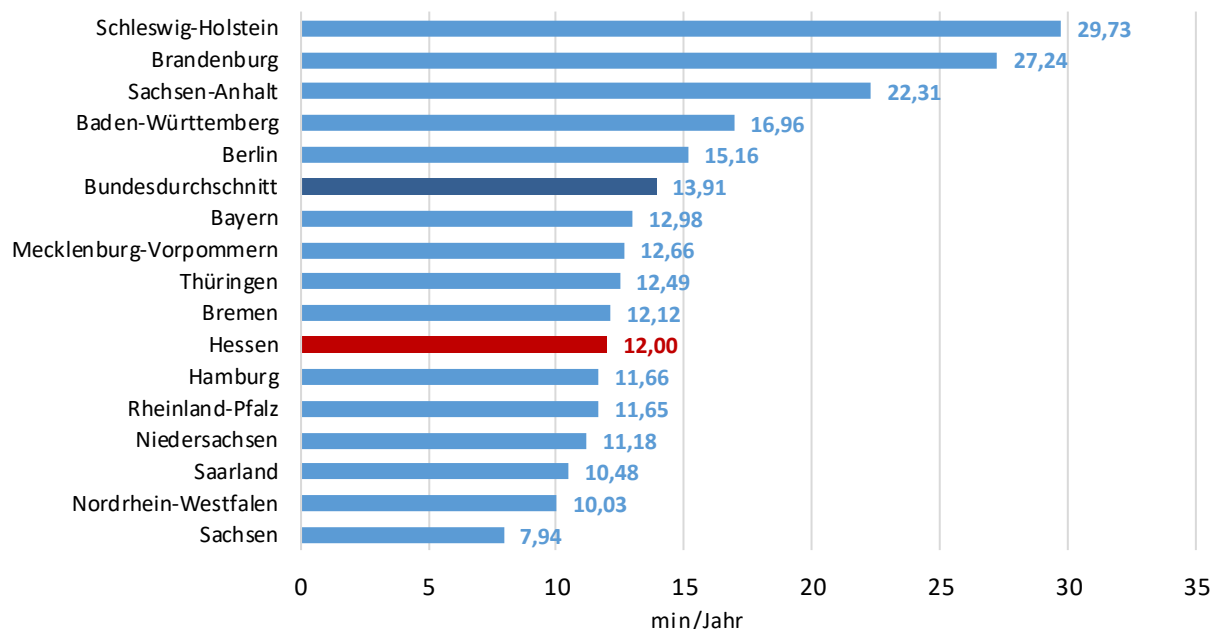
Bei der Betrachtung der Bundesländer ist jedoch zu berücksichtigen, dass der jeweilige Bundesland-SAIDI nur näherungsweise deckungsgleich mit dem jeweiligen Bundesland ist, da die Versorgungsunterbrechungen nur dem jeweiligen Netzgebiet des übermittelnden Netzbetreibers zugeordnet werden können. Hat ein Netzbetrei-

ber ein Netzgebiet, das sich in mehr als einem Bundesland befindet, werden die Versorgungsunterbrechungen dem Bundesland zugerechnet, in dem der Netzbetreiber seinen Firmensitz hat (BNetzA 2020i).

Im Langfristvergleich lag der SAIDI-Wert für Deutschland im Jahr 2018 mit 13,91 Minuten signifikant unter dem Mittelwert der Jahre 2006 bis 2018 in Höhe von 15,56 Minuten. Ein maßgeblicher Einfluss der Energiewende und der damit einhergehenden zunehmend dezentralen Erzeugungsstruktur auf die Versorgungsqualität ist demnach nicht zu erkennen. Ihren Niederschlag finden hier auch die nachfolgend beschriebenen Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen (BNetzA, BKartA 2019).

Die Versorgungsqualität hält sich auf konstant hohem Niveau. Dies zeigt auch ein Blick in europäische Nachbarstaaten. Im Jahr 2016<sup>29</sup> lag der SAIDI-Wert z. B. für Österreich bei 24,22 Minuten, für Großbritannien bei 38,39 Minuten, für Frankreich bei 48,70 Minuten und für Spanien bei 53,58 Minuten. Die mit Abstand höchsten SAIDI-Werte verzeichnete Rumänien (290,00 min), gefolgt von Polen (180,19 min). Niedrigere Werte als Deutschland wiesen im Jahr 2016 nur die Schweiz (9,00 min) und Slowenien (1,67 min) auf (CEER 2018).

**Abbildung 47: Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern 2018 (in min/Jahr)**



Quelle: BNetzA 2020i.

<sup>29</sup> Es liegen noch keine aktuelleren Werte vor.

## Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen

Die Netzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet, zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems bestimmte Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen zu ergreifen und an die Bundesnetzagentur monatlich zu melden. Folgende Maßnahmen stehen hierfür zur Verfügung:

- Redispatch: Reduzierung und Erhöhung der Strom einspeisung von Kraftwerken.
- Netzreservekraftwerke: Vorhaltung und Einsatz von Kraftwerken zur Bereitstellung noch fehlender Redispatchleistung aus der Netzreserve.
- Einspeisemanagement (EinsMan): Abregelung von Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers. Die Abregelung von erneuerbarer Erzeugung setzt eine gleichzeitige Erhöhung von Erzeugung an netzverträglicher Stelle zum Ausgleich der Energiebilanz voraus.
- Anpassungsmaßnahmen: Anpassungen von Strom einspeisungen und / oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichen.

Im Vergleich zum Vorjahr ist das Volumen für netzstabilisierende Maßnahmen im Jahr 2019 bundesweit gesunken.

Die Gesamtkosten für Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen beliefen sich auf rund 1,2 Mrd. Euro und liegen damit ebenfalls unter dem Wert von 2018 (1,4 Mrd. Euro) (BNetzA 2020j).

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmenkategorien dargestellt.<sup>30</sup>

### Redispatch

Die Reduzierungen und Erhöhungen von Einspeisungen im Rahmen des Redispatchprozesses beliefen sich im Jahr 2019 deutschlandweit auf 13.521 GWh von konventionellen Markt- und Netzreservekraftwerken. Dies bedeutet gegenüber dem Jahr 2018 (15.529 GWh) einen Rückgang von 2.008 GWh bzw. um 13 Prozent. Die Kosten für die Redispatchmaßnahmen mit Markt- und Reservekraftwerken und Countertradingmaßnahmen werden für 2019 auf 292 Mio. Euro geschätzt.

Strombedingter Redispatch dient dazu, kurzfristig auftretende Überlastungen von Stromleitungen und Umspannwerken zu beseitigen oder zu vermeiden. 87 Prozent aller Redispatchmaßnahmen im Jahr 2019 waren strombedingte Redispatchmaßnahmen. Entgegen dem Bundestrend ist für Hessen dabei eine Zunahme zu konstatieren. Die Gesamtdauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen für in Hessen liegende Netzelemente lag 2019 bei 1.353 Stunden und damit um 179 Stunden über dem Vergleichswert für das Jahr 2018. Das Netzelement Dipperz – Großkrotzenburg, das den Standort des Kraftwerks Staudinger umfasst, war im Jahr 2019 mit 1.052 Stunden deutschlandweit von Einzelüberlastungsmaßnahmen am stärksten betroffen. Bereits im Vorjahr zählte dieses Netzelement mit 578 Stunden zu den bundesweit am stärksten betroffenen Netzelementen. Weitere hessische betroffene Netzelemente waren Mecklar – Dipperz und Borken – Gießen/Nord. In Abbildung 48 ist die Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen im Jahr 2019 kartografisch dargestellt.

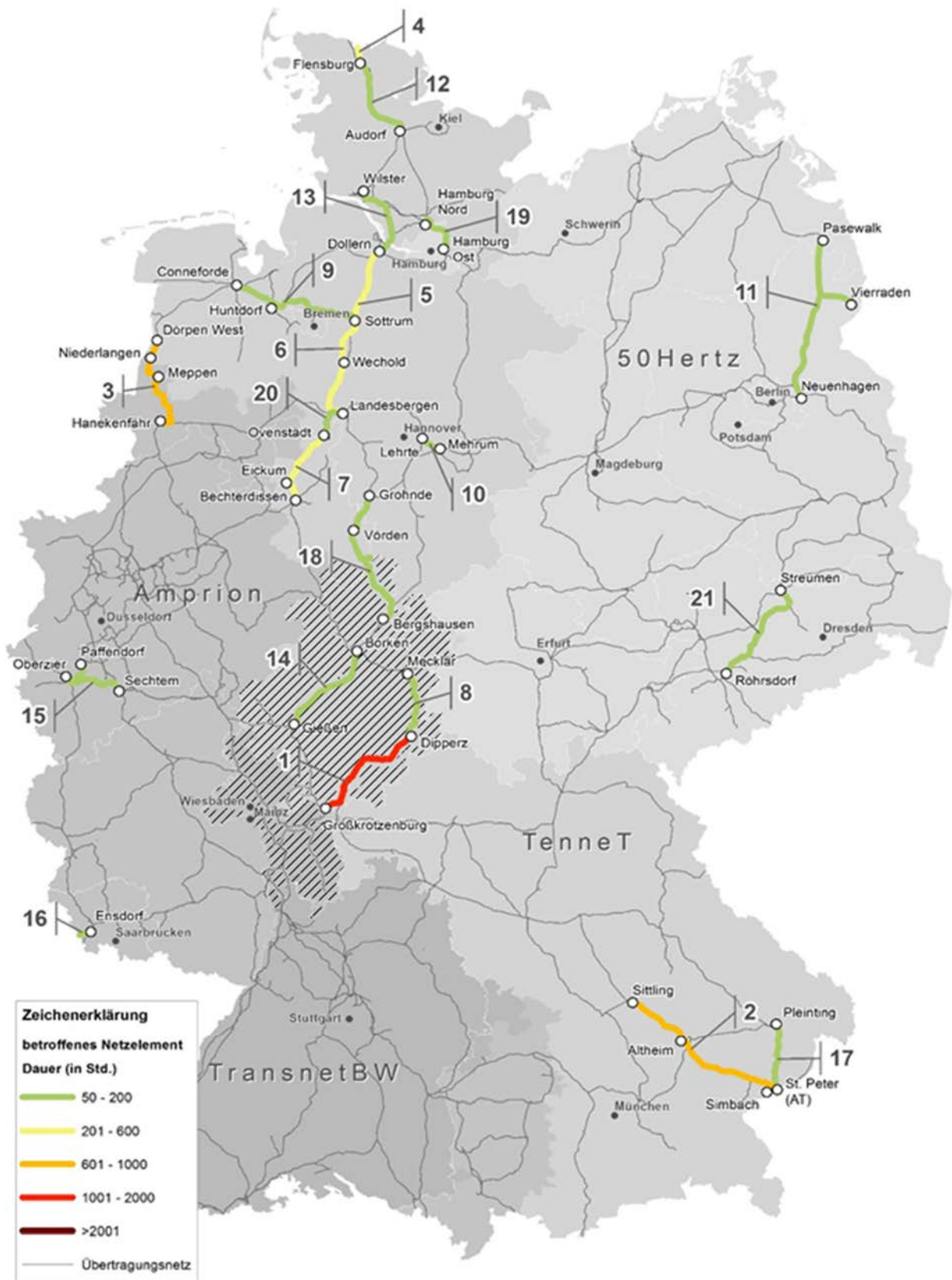
Spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen zielen auf die Aufrechterhaltung der Spannung im betroffenen Netzgebiet ab. Im Jahr 2019 wurden bundesweit spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen in einem Volumen von 1.792 GWh und einer Dauer von 4.499 Stunden vorgenommen. Dies waren nahezu doppelt so viele Stunden wie im Vorjahr (2.340). Wie im Vorjahr war auch hier das Gebiet Dipperz – Großkrotzenburg mit 1.457 Stunden (2018: 1.342 Stunden) bundesweit am stärksten betroffen. Die deutliche Zunahme im Jahr 2019 war im Wesentlichen auf die Netzgebiete Altbach – Daxlanden, Oberbayern und Ovenstädt – Bechterdissen – Borken zurückzuführen.

### 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. In 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 2020k).

<sup>30</sup> Aufgrund des zeitlichen Versatzes von Meldungen und tatsächlicher Bilanzierung der Maßnahmen kann es nach Angaben der Bundesnetzagentur zu Anpassungen von bereits ausgewerteten Quartalen kommen.

Abbildung 48: Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen 2019



Quelle: BNetzA 2020k, Hervorhebung von Hessen durch die Hessen Agentur.

Um den Netzreservebedarf im Winter 2019/2020 abzudecken, war von den ÜNB festgestellt worden, dass bundesweit eine installierte Leistung aus Netzreservekraftwerken in Höhe von 5,1 GW benötigt wird (BNetzA 2019a). Im Jahr 2019 wurden bundesweit an insgesamt 152 Tagen Netzreserveeinsätze mit einem Umfang von 430 GWh getätigt. Hierin enthalten sind Probe- und Testfahrten. Im Jahr 2018 erfolgten an 166 Tagen Netzreserveabrufe mit einem Gesamtvolumen von rund 904 GWh. Das heißt, im Vergleich zum Vorjahr ist im Jahr 2019 die Zahl der Tage, an denen eine entsprechende Netzreserve abgerufen wurde, um 14 zurückgegangen, das Volumen hat sich mehr als halbiert (BNetzA 2020j).

In ihrem Bericht „Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2020/2021 sowie das Jahr 2024/2025“ stellt die Bundesnetzagentur auch die tatsächlichen Einsätze der Reservekapazitäten im Winter 2019/2020 dar (BNetzA 2020k). Demnach kamen die Reservekapazitäten lediglich an zwei Tagen im Februar 2020 mit einem Umfang von insgesamt 5.498 MWh zum Einsatz. Im Vergleich zum Winter 2018/2019 mit 25 Einsatztagen und einem Umfang von 101.524 MWh hat sich damit eine sehr deutliche Reduktion der Netzreserveeinsätze ergeben. Für den Winter 2020/2021 liegt der Bedarf an Erzeugungskapazitäten aus Netzreservekraftwerken gemäß der Analyse der ÜNB bundesweit bei 6.596 MW. Im Jahr 2024/2025 werden nach vorläufigem Stand Netzreservekraftwerke mit einer Gesamtleistung von 8.042 MW benötigt.

Dieser Netzreservebedarf kann jeweils aus inländischen Netzreservekraftwerken gedeckt werden, eine Beschaffung zusätzlicher Netzreserveleistung aus ausländischen Kraftwerken ist nicht erforderlich.

### Einspeisemanagement (EinsMan)

Die Abregelungsmenge von Strom aus erneuerbaren Energien im Rahmen des EinsMan lag im Jahr 2019 deutschlandweit bei 6.482 GWh und ist im Vergleich zum Vorjahr um rund 19 Prozent gestiegen (2018: 5.403 GWh). Auf Hessen entfiel mit 33,58 GWh nur ein kleiner Teil (0,5 %) der gesamten Ausfallarbeit. Gegenüber dem Vorjahr ist jedoch eine deutliche Erhöhung festzustellen (+33,26 GWh). Die mit großem Abstand meiste Ausfallarbeit trug bundesweit Schleswig-Holstein (3.750 GWh bzw. 58 %), gefolgt von Niedersachsen (1.484 GWh bzw. 23 %). Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch das deutlich höhere Ausmaß der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (insbesondere Windenergie) in diesen Bundesländern im Vergleich zu Hessen.

Grund des Anstiegs war vor allem das sehr windreiche erste Quartal 2019. Mit über 78 Prozent der Ausfallarbeit bleibt Windenergie an Land der am meisten abgeregelt

Energieträger, gefolgt von Windenergie auf See mit 18 Prozent.

Auch wenn rund 80 Prozent der EinsMan-Maßnahmen im Verteilernetz abgeregelt wurden, lag der verursachende Netzengpass zu rund 83 Prozent im Übertragungsnetz bzw. in der Netzebene zwischen Übertragungs- und Verteilernetz.

Die geschätzten EinsMan-Entschädigungsansprüche der Anlagenbetreiber beliefen sich bundesweit im Jahr 2019 auf rund 709,5 Mio. Euro (2018: 635,4 Mio. Euro). Für Hessen liegt der Schätzwert bei 2,7 Mio. Euro (2018: 792 Euro). Die Entschädigungsansprüche werden über die Netzentgelte von den Letztverbrauchern getragen. Ein Teil dieser Kosten wird jedoch durch die Reduktion der ebenfalls vom Netznutzer zu zahlenden EEG-Umlage kompensiert, da abgeregelt Anlagen keine Vergütung oder Marktprämie nach dem EEG erhalten (BNetzA 2020k).

### Anpassungsmaßnahmen

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland Anpassungsmaßnahmen in Höhe von insgesamt 9,3 GWh vorgenommen (+1,0 GWh ggü. 2018). Davon entfielen 97,2 Prozent auf den Energieträger Abfall und 2,8 Prozent auf Erdgas. Mit Abstand die meisten Maßnahmen entfielen auf Brandenburg (7,99 GWh bzw. 85,9 %), Sachsen-Anhalt (1,12 GWh bzw. 12,0 %) und Thüringen (0,19 GWh bzw. 2,1 %). Auf Hessen entfielen wie auch im Vorjahr keine Anpassungsmaßnahmen.

## 7.5 Gasverteilnetz

Gas ist eine wesentliche Komponente der Energieversorgung in Hessen. 23 Prozent des Primärenergieverbrauchs und 19 Prozent des Endenergieverbrauchs entfallen auf Gas (siehe Kapitel 3). Der Energieträger dient hauptsächlich zur Strom- und Wärmeproduktion, als Grundstoff insbesondere für die Chemische Industrie und als Kraftstoff im Verkehrssektor. Der weitaus wichtigste Markt für Erdgas ist nach wie vor der Wärmemarkt. Bereits heute und perspektivisch zunehmend kann Gas jedoch auch für die Stromerzeugung, die Speicherung von Energie und als Ausgleichsspeicher für erneuerbaren Strom eingesetzt werden.

Der Transport und die Verteilung von Erdgas erfolgen über Rohrleitungen, aus denen sich das Gasnetz zusammensetzt. Sie ermöglichen die Lieferung über weite Strecken. Über deutsches Territorium werden erhebliche Gasmengen in andere EU-Staaten transportiert. Hinzu kommt ein eng vermaschtes Gasverteilungsnetz bis hin zum Endverbraucher.

Das deutsche Gasnetz hat insgesamt eine Länge von 511.000 km (BMW 2020e). Dabei werden auch in durch Hessen verlaufenden Erdgasfernleitungen erhebliche Gasmengen in andere EU-Staaten transportiert. Die Länge des hessischen Gasverteilnetzes betrug zum 31. Dezember 2018 insgesamt 28.457 km, die Zahl der Ausseispunkte lag bei 796.985 (BDEW 2020).

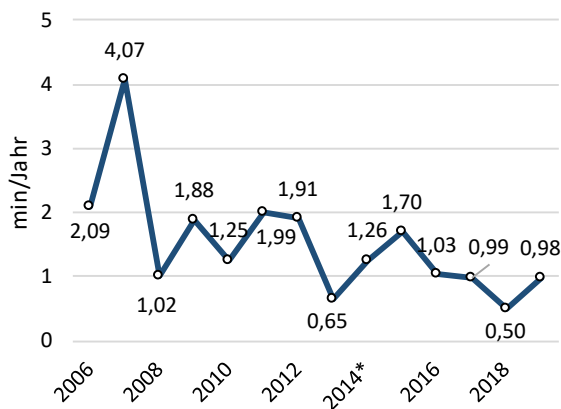
Das Erdgasnetz könnte zukünftig als Speicher für Energie dienen, indem aus erneuerbaren Energieträgern erzeugter Strom in Wasserstoff oder Methan umgewandelt und in das Erdgasnetz eingespeist wird. Hierzu laufen derzeit Forschungs- und Demonstrationsprojekte (BMW 2020e).

### Versorgungsunterbrechungen

Im Jahr 2019 lag der SAIDI-Wert für die deutschen Gasnetzbetreiber mit 0,98 Minuten bundesweit zwar über dem Wert des Vorjahres (0,50 min), aber unter dem langjährigen Durchschnittswert von 1,5 Minuten (2014-2019) (siehe Abbildung 49).

Der SAIDI-Wert gibt die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechungen für alle Letztverbraucher innerhalb eines Jahres an. In der Berechnung berücksichtigt werden nur ungeplante Unterbrechungen, die auf Einwirkungen durch Dritte, Störungen im Bereich des Netzbetreibers, Rückwirkungen aus anderen Netzen oder auf sonstige Störungen zurückzuführen sind.

**Abbildung 49: Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2019 (in min/Jahr)**

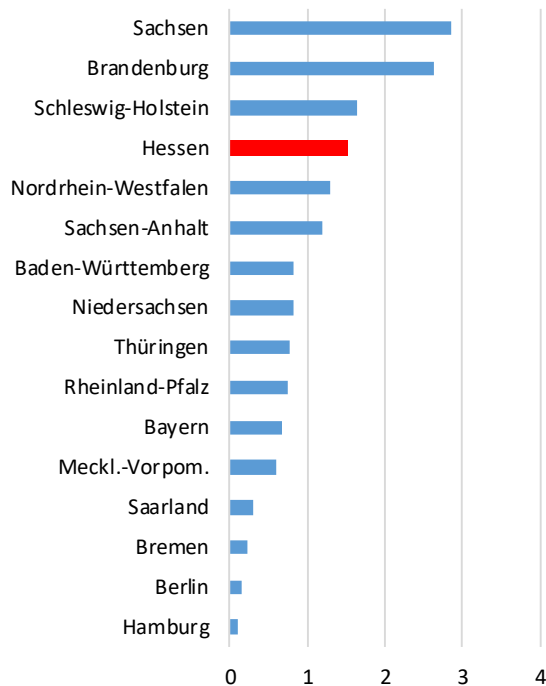


\* Wert für 2014 ohne Unfall an der Erdgasleitung Rhein-Main (ERM), da keine Auswirkung auf Tarifkunden gegeben war. Mit Berücksichtigung des ERM-Unfalls beträgt der SAIDI-Wert für 2014 etwa 16,8 Minuten.

Quelle: BNetzA 2020l.

In Abbildung 50 sind die SAIDI-Werte für die Bundesländer im Jahr 2019 dargestellt. Hessen wies dabei einen SAIDI-Wert von 1,52 Minuten auf. Zu beachten ist jedoch, dass diese Werte nur näherungsweise den Landesgrenzen der Bundesländer entsprechen, weil Versorgungsunterbrechungen dem jeweiligen Netzgebiet eines Netzbetreibers zugeordnet werden. Erstreckt sich ein Netzgebiet über die Bundeslandgrenzen hinweg, werden die Versorgungsunterbrechungen dem Bundesland zugeordnet, in dem der Netzbetreiber seinen Firmensitz hat.

**Abbildung 50: Entwicklung des SAIDI-Wertes für Bundesländer 2019 (in min/Jahr)**



Quelle: BNetzA 2020l.

### Untertage-Gasspeicherung

Im Jahr 2019 konnten nur noch rund 6 Prozent des Erdgasverbrauchs aus inländischer Förderung gedeckt werden (AGEB 2020). Die restlichen 94 Prozent entfielen auf Erdgasimporte, bei deren Lagerung Untertage-Erdgasspeicher eine zentrale Rolle spielen, da die Importmengen für Erdgas zwar vertraglich festgeschrieben, aber nicht ohne weiteres kurzfristig veränderbar sind.

Die Aufgabe von Untertage-Gasspeichern ist der Ausgleich tageszeitlicher (Porenspeicher) und jahreszeitlicher temperaturabhängiger Verbrauchsspitzen (Kavernenspeicher).

Um einen konstanten Gasfluss zwischen Erdgasversorger und Erdgasverbrauchern zu garantieren, kommt den Gas speichern eine klassische Pufferfunktion zu. Zunehmend wird diese Funktion auch um eine strategische Bedeutung für Krisenzeiten bei der Energieversorgung ergänzt.

Das derzeit deutschlandweit technisch nutzbare (installierte) maximale Arbeitsgasvolumen lag 2019 bei 23,9 Mrd. m<sup>3</sup> (-0,4 Mrd. m<sup>3</sup> ggü. 2018). Davon waren rund 63 Prozent in Kavernenspeichern und rund 37 Prozent in Porenspeichern verfügbar. Für das Jahr 2019 ist damit ein Rückgang von rund 1,6 Prozent zu verzeichnen, nachdem der seit Jahren feststellbare Aufwärtstrend durch die Einrichtung neuer und die Erweiterung bestehender Speicher bereits im Jahr 2018 zum Erliegen gekommen war. Der Rückgang war im Wesentlichen durch die Reduzierung des Arbeitsgasvolumens im Speicher Rehden (Niedersachsen) um rund 0,5 Mrd. m<sup>3</sup> begründet (LBEG 2020).

Wie auch im Vorjahr waren im Jahr 2019 in Deutschland an 47 Standorten Untertagespeicher in Betrieb.

Die meisten Speicher befinden sich in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Sachsen-Anhalt. In Hessen gibt es drei Porenspeicher und drei Kavernenspeicher, deren maximales Arbeitsgasvolumen wie auch im Vorjahr bei 325 Mio. m<sup>3</sup> lag. Dies sind knapp 1,4 Prozent des bundesweiten Volumens insgesamt. Die hessischen Standorte der Porenspeicher sind Stockstadt mit zwei Porenspeichern (Gesamtvolumen: 135 Mio. m<sup>3</sup>) und Hähnlein mit einem Porenspeicher (80 Mio. m<sup>3</sup>). Der südöstlich von Bad Hersfeld gelegene Standort Reckrod verfügt über drei Kavernenspeicher mit einem Volumen von 110 Mio. m<sup>3</sup> (LBEG 2020).

## 7.6 Fernwärmenetz

Das Fernwärmenetz in Hessen hatte Ende 2018 eine Trassenlänge von knapp 1.191 km, diese hat sich damit gegenüber dem Vorjahr um 59 km bzw. 5,2 Prozent erhöht (siehe Tabelle 18).

**Tabelle 18: Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2018**

Netzdaten und Leistung	2012	2015	2017	2018	Veränderung 2012-2018	Veränderung 2017-2018
<b>Trassenlänge (in km)</b>						
Insgesamt	961,2	1.134,2	1.131,9	1.190,9	23,9%	5,2%
Wassernetz	915,0	1.086,0	1.084,0	1.142,0	24,8%	5,4%
Dampfnetz	46,2	48,2	47,9	48,9	5,8%	2,1%
<b>Hausübergabestationen (Anzahl)</b>						
Insgesamt	17.300	20.662	19.571	20.931	21,0%	6,9%
Wassernetz	16.947	20.315	19.212	20.576	21,4%	7,1%
Dampfnetz	353	347	359	355	0,6%	-1,1%
<b>Leistung (in MW)</b>						
Insgesamt	2.540,6	3.142,9	3.176,5	3.332,6	31,2%	4,9%
Wassernetz	2.027,0	2.620,0	2.663,0	2.813,0	38,8%	5,6%
Dampfnetz	513,6	522,9	513,5	519,6	1,2%	1,2%
<b>Nutzbare Wärmeabgabe (in TJ)</b>						
Insgesamt	13.611	15.224	15.265	15.754	15,7%	3,2%
Wassernetz	10.883	12.023	12.231	12.396	13,9%	1,3%
Dampfnetz	2.728	3.201	3.034	3.358	23,1%	10,7%

Quelle: AGFW 2019.

Das Wassernetz hatte eine Länge von 1.142 km (+5,4 % ggü. 2017) und das Dampfnetz von 48,9 km (+2,1 % ggü. 2017). Die Zahl der Hausübergabestationen ist mit 6,9 Prozent noch stärker gestiegen als die Trassenlänge. Im Jahr 2018 lag die Zahl der Hausübergabestationen bei 20.931, wovon 20.567 auf das Wassernetz entfielen. Im Dampfnetz hat sich die Zahl der Hausübergabestationen geringfügig von 359 auf 355 reduziert. Die angeschlossene Leistung lag im Jahr 2018 insgesamt bei 3.332,6 MW und damit um 4,9 Prozent über dem Vorjahreswert (Wassernetz: +5,6 %; Dampfnetz: +1,2 %). Die nutzbare Wärmeabgabe der Fernwärmenetze betrug 2018 15.754 TJ. Sie bildet die Energiemenge ab, die an den Kunden geliefert wird. Ihre Höhe wird von den Witterungsbedingungen beeinflusst. Gegenüber dem Vorjahr ist die nutzbare Wärmeabgabe um 3,2 Prozent gestiegen, während sie im Vorjahr eine negative Veränderungsrate aufwies (2017 ggü. 2016: -6,8 %). Im Jahr 2018 wies das Dampfnetz den relativ höchsten Zuwachs auf (+10,7 %). (AGFW 2019).

Die in Tabelle 18 ebenfalls abgebildeten längerfristigen Veränderungen der Größe der Fernwärmenetze seit 2012 zeigen einen deutlichen Zuwachs bei der Mehrzahl der dargestellten Merkmale.



## Verkehr und Elektromobilität



## 8 Verkehr und Elektromobilität

Mit über 70 Mio. Passagieren und mehr als 2,1 Mio. Tonnen Fracht im Jahr 2019 ist der Flughafen Frankfurt am Main einer der größten Passagier- und Frachtflughäfen der Welt und mit deutlichem Abstand vor München (48 Mio. Passagiere und 0,35 Mio. Tonnen Fracht) der größte Flughafen Deutschlands. Durch den Flughafen, aber auch begünstigt durch die zentrale Lage in Europa hat der Verkehrssektor für die hessische Wirtschaft eine deutlich größere Bedeutung als im Bundesdurchschnitt. Gemessen an der nominalen Bruttowertschöpfung lag im Jahr 2017 der Anteil des Verkehrs an der Gesamtwirtschaft in Hessen bei 5,6 Prozent gegenüber 4,4 Prozent in Deutschland (siehe VGRdL 2020).<sup>31</sup>

### 8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Die hohe Bedeutung des Verkehrssektors spiegelt sich auch im Endenergieverbrauch (EEV) dieses Sektors wider (siehe Abbildung 51). Nach Schätzung des IE-Leipzig dürfte im Jahr 2019 mit einem EEV in Höhe von 396,4 PJ ein neuer Höchststand erreicht worden sein (bisher 395,6 PJ im Jahr 2017). Damit entfällt rund die Hälfte (49,2 %) des gesamten hessischen EEV auf den Verkehr.<sup>32</sup>

Der entsprechende Anteilswert für Deutschland liegt bei rund 30 Prozent (siehe AGE 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, dessen gesamte Erfassung im EEV von Hessen.<sup>33</sup>

Wie bereits im Vorjahr wurden in Hessen im Jahr 2019 insgesamt 200 PJ an Endenergie für den Luftverkehr verbraucht. Dies entspricht rund einem Viertel des gesamten hessischen EEV und gut der Hälfte (50,4 %) des EEV des Verkehrssektors. Der Anteil des Straßenverkehrs beträgt 48 Prozent. Dabei hat sich der EEV des Straßenverkehrs mit 190,3 PJ gegenüber dem Vorjahr leicht erhöht (+1,3 PJ bzw. +0,7 %). Die verbleibenden 1,6 Prozent am EEV verteilen sich auf Schienenverkehr (1,4 %) und Binnenschifffahrt (0,2 %). Der EEV im Schienenverkehr lag mit 5,5 PJ um 0,6 Prozent und in der Binnenschifffahrt mit 0,8 PJ um 19,3 Prozent über dem Vorjahresverbrauch. Die Hauptursache für diese starke Zunahme in der Binnenschifffahrt dürften die im Vergleich zum Jahr 2018 deutlich höheren Wasserstände gewesen sein.

Mit Blick auf die längerfristige Entwicklung hat sich der seit 2011 zu beobachtende Trend eines kontinuierlich wachsenden EEV im Verkehrssektor weiter fortgesetzt. Die hohe Bedeutung des Luft- und Straßenverkehrs spiegelt sich auch in der Zusammensetzung nach Energieträgern wider. So entfallen auf Mineralöle 96,4 Prozent, auf erneuerbare Energien 2,4 Prozent und auf Strom 1,2 Prozent des EEV dieses Sektors (siehe Abbildung 52).

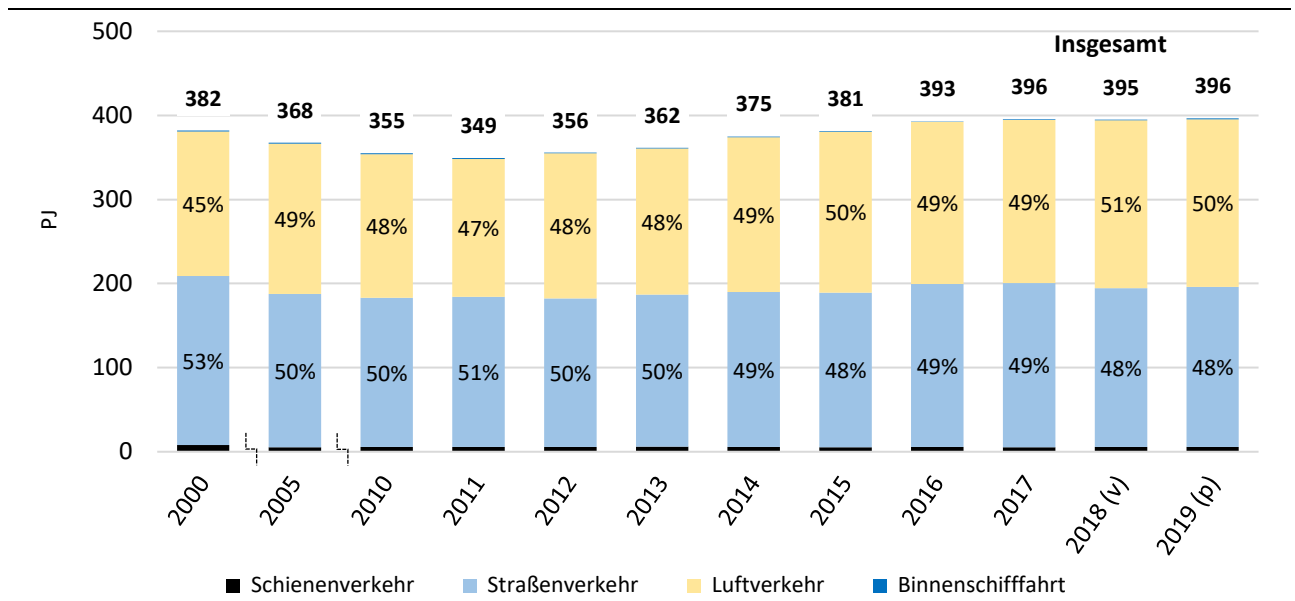
Die im Vergleich zum Vorjahr leichte Zunahme des EEV des Verkehrssektors in Höhe von insgesamt 1,2 PJ bzw. 0,3 Prozent ist ausschließlich auf den Anstieg von Mineralölen um 1,2 PJ auf insgesamt 382 PJ zurückzuführen. Der Verbrauch erneuerbarer Energien (Biokraftstoffe 9,4 PJ), von Strom (4,7 PJ) sowie von Gasen (0,3 PJ) blieb hingegen unverändert. Anzumerken ist, dass im Stromverbrauch auch Strom aus erneuerbaren Energien enthalten ist, der jedoch nicht gesondert ausgewiesen werden kann.

31 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.

32 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.

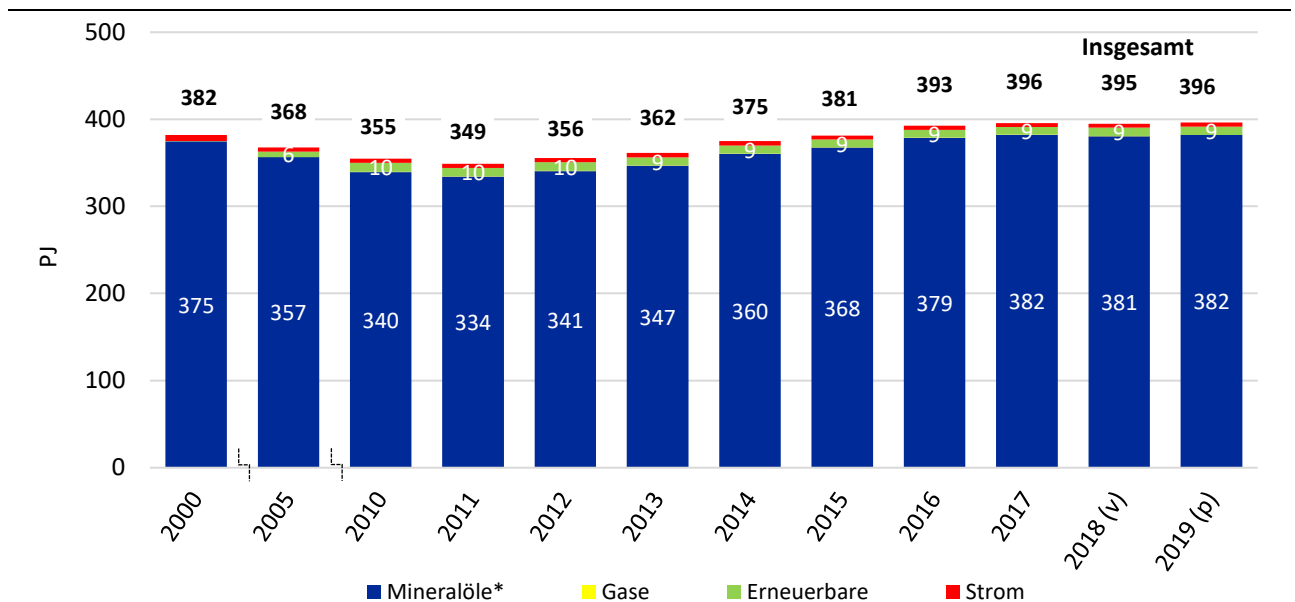
33 Davon abweichend erfolgt die Erstellung der Emissionsbilanz nach dem sogenannten Territorialprinzip. Hier werden die Verkehrsleistungen über dem Territorium eines Landes, auch bei grenzüberschreitenden Flügen, nur bis zur Landesgrenze berücksichtigt (Umweltbundesamt 2001, S. 18).

**Abbildung 51: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2019**  
(in PJ, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

**Abbildung 52: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2019**  
(in PJ)



\* einschl. Flüssiggas

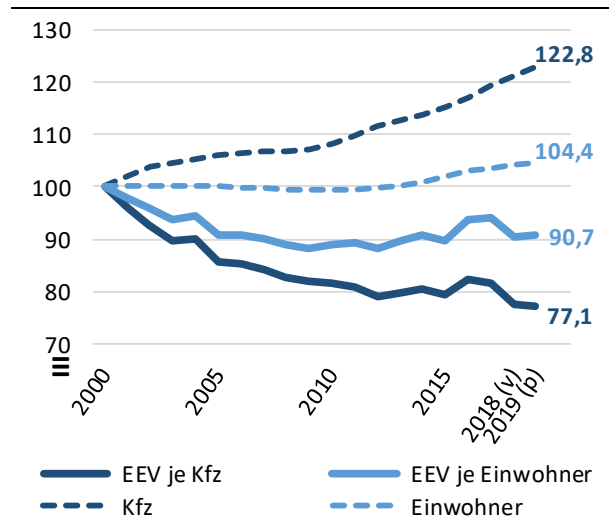
Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

In Abbildung 53 wird die Indexentwicklung der Anzahl der Kraftfahrzeuge, der Einwohner sowie der spezifische EEV bezogen zum einen auf die Einwohnerzahl und zum anderen auf den Kraftfahrzeugbestand dargestellt.<sup>34</sup> Trotz eines deutlichen Anstiegs der Anzahl der Einwohner und insbesondere der Kfz lagen im Jahr 2019 beide spezifische Indikatoren niedriger als im Startjahr 2000. Dabei ist der Pro-Kopf-Verbrauch mit -9,3 Prozent deutlich schwächer gesunken als der Verbrauch pro Kfz (-22,9 %). Jedoch hat sich der Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs im Wesentlichen bereits bis zum Jahr 2005 vollzogen. Demgegenüber war der Kfz-spezifische Verbrauch noch bis zum Jahr 2012 weiter rückläufig.

Seit 2005 bzw. 2012 bewegen sich beide Indikatoren seitwärts, wobei es z. B. durch Änderungen bei den Treibstoffkosten zu temporären Schwankungen kommen kann. So dürften sich z. B. die niedrigen Benzin- und Dieselpreise insbesondere im Jahr 2016 in Verbrauchserhöhungen niedergeschlagen haben.

**Abbildung 53: Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor, Anzahl der Kraftfahrzeuge und der Einwohner (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2020a, IE-Leipzig 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

### Rebound-Effekte

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

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

**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 Effizienzverbesserungen zu Preis- bzw. Kostensenkungen führen, kann dies eine erhöhte Nachfrage nach anderen Produkten oder Dienstleistungen zur Folge haben. Die durch ein effizienteres Auto eingesparten Kraftstoffkosten bzw. CO<sub>2</sub>-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 Kraftstoffpreisen führen, was wiederum einen gesamtwirtschaftlichen Nachfrageanstieg zur Folge haben kann.

<sup>34</sup> Auf der Bundesländerebene liegen keine aktuellen Angaben für den Personentransport – z. B. als zurückgelegte Personenkilometer – und für den Gütertransport – z. B. als Beförderungsmengen – vor. Vor diesem Hintergrund wird für die Darstellung des spezifischen Energieverbrauchs ersatzweise auf die Anzahl der Kraftfahrzeuge (Personenkraftwagen, Krafträder, Kraftomnibusse, Lastkraftwagen, Zugmaschinen und sonstige Kraftfahrzeuge) und die Einwohnerzahl zurückgegriffen, wodurch die Aussagekraft allerdings eingeschränkt ist. Insbesondere können die Zulassungszahlen durch Firmenflotten und Autovermietungen überzeichnet sein.

Die insgesamt nicht weiter rückläufigen spezifischen Kraftstoffverbräuche je Fahrzeug bzw. je Einwohner könnten darauf zurückzuführen sein, dass erzielte Effizienzgewinne durch größere und damit schwerere Fahrzeuge mit einem durchschnittlich höheren Verbrauch wieder kompensiert werden. Effekte dieser Art werden in der Literatur als Rebound-Effekte bezeichnet (siehe Kas-ten).

### Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen im Jahr 2019

Der Straßengüterverkehr hat für das Transitland Hessen eine große Bedeutung. Da auf der Ebene von Bundesländern jedoch keine amtlichen Statistiken über die Menge der transportierten Güter erhoben werden, können ersatz-

weise die vom Bundesamt für Güterverkehr (BAG) veröffentlichten Mautdaten herangezogen werden.<sup>35</sup> Diese Daten liegen seit April 2017 im monatlichen Turnus für jeden für Lastkraftwagen (LKW) mautpflichtigen Straßenabschnitt vor. Mit diesen Informationen konnte im letzten Monitoringbericht die Belastung der hessischen Autobahnen durch den LKW-Verkehr erstmals für das Jahr 2018 dargestellt werden. Mit den nun für das Jahr 2019 vorliegenden Daten können zudem die Veränderungen zum Vorjahr aufgezeigt werden.

In Tabelle 19 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.

**Tabelle 19: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen 2019**

Autobahn	Länge der Autobahn in km in Hessen	Fahrleistung in 1.000 km	Fahrleistung je Autobahnkilometer
A3	106	536.936	5.067.828
A38	7	14.454	2.206.734
A4	49	159.668	3.235.425
A44	60	189.845	3.153.571
A45	122	332.568	2.737.186
A480	20	21.990	1.099.508
A485	18	19.578	1.064.031
A49	46	50.383	1.107.328
A5	178	693.159	3.900.725
A6	11	33.352	2.991.218
A60	11	32.285	3.017.302
A643	3	1.939	680.348
A648	5	1.866	396.984
A659	5	3.648	737.040
A66	127	159.371	1.256.868
A661	39	36.737	954.220
A67	58	178.582	3.063.161
A671	11	9.710	866.955
A672	2	630	315.118
A7	125	538.715	4.325.288
<b>Hessen insgesamt</b>	<b>1.001</b>	<b>3.015.418</b>	<b>Ø: 3.012.857</b>
<b>Deutschland insgesamt</b>	<b>13.189</b>	<b>33.005.617</b>	<b>Ø: 2.502.520</b>
<b>Hessen in Bezug auf Deutschland</b>	<b>7,6%</b>	<b>9,1%</b>	<b>120,4%</b>

Quelle: BAG 2020, BASt 2020, Auswertung der Hessen Agentur.

<sup>35</sup> 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.

Im Jahr 2019 wurde von mautpflichtigen LKW darauf eine Fahrleistung von insgesamt gut 3 Mrd. Kilometern zurückgelegt. Das ist eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr von 36,3 Mio. km bzw. 1,2 Prozent. Die auf den Autobahnen in Deutschland insgesamt zurückgelegte Fahrleistung beziffert sich auf gut 33 Mrd. km, wobei die relative Zunahme mit 0,3 Prozent geringer als in Hessen ausfiel. Insgesamt entspricht der Anteil der Fahrleistung Hessens an Deutschland unverändert 9,1 Prozent.

Je Autobahnkilometer errechnen sich im Jahr 2019 in Hessen gut 3,0 Mio. und in Deutschland gut 2,5 Mio. erfasste LKW-Bewegungen. Dies entspricht einer relativen Zunahme gegenüber dem Jahr 2018 von 2,7 Prozent in Hessen und 1,6 Prozent in Deutschland.

Die Bundesautobahn A5 ist mit insgesamt 178 km die längste durch Hessen verlaufende Autobahn, gefolgt von der A66 mit 127 km, der A7 mit 125 und der A45 mit 122 km. Die mit über 693 Mio. gefahrenen Kilometern größte Fahrleistung von mautpflichtigen LKW wurde im Jahr 2019 auf der A5 zurückgelegt, gefolgt von der A7 mit 539 Mio. km und der A3 mit 537 Mio. km. In der letzten Spalte von Tabelle 19 wurde eine Gewichtung der Fahrleistungen mit der Länge der Autobahn vorgenommen. Dabei zeigt sich, dass die A3 im Jahr 2019 das mit Abstand höchste LKW-Aufkommen mit fast 5,1 Mio. LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer hatte. Es folgen die A7 mit 4,3 Mio. und die A5 mit 3,9 Mio. LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer.

Die niedrigsten LKW-Belastungen auf Autobahnen in Hessen haben die A672 und A648 mit 315.118 bzw. knapp 396.984 LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer. Beide Autobahnen haben vor allem Zubringer- und Verbindungsfunktionen. Die A672 ist mit 2 km Gesamtlänge zudem die kürzeste Autobahn Deutschlands.

In Tabelle 20 wird die gesamte im Jahr 2019 von mautpflichtigen LKW auf hessischen Autobahnen zurückgelegte Fahrleistung von gut 3 Mrd. km differenziert nach Schadstoffklassen (siehe Glossar) und nach Größe der LKW bzw. nach Anzahl der Achsen dargestellt. 98 Prozent aller mautpflichtigen LKW entfallen auf schadstoffarme LKW, die die höchsten Kategorien A (davon S6 mit 81 %) und B (davon S5 mit 13 % und EEV1 mit 3 %) umfassen. Im Vergleich zum Vorjahr ist insbesondere der Anteilswert der höchsten Kategorie S6 deutlich von 74 auf 81 Prozent angestiegen.

Auf große LKW mit fünf und mehr Achsen entfallen 83 Prozent der gesamten in Hessen erfassten Fahrleistung. Im Vorjahresvergleich (85 %) ist der Anteilswert jedoch leicht gesunken. Der Anteilswert von kleinen LKW mit zwei Achsen hat sich gegenüber dem Vorjahr von 5 auf 7 Prozent erhöht. Die Anteilswerte der beiden anderen Achsklassen blieben hingegen unverändert bei 4 bzw. 6 Prozent.

**Tabelle 20: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW nach Schadstoffklasse und Achsklasse 2019**  
(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	146	229	121	904
E	S2	990	462	424	490	2.365
D	S3 oder S2 kombiniert mit PMK1/2/3/4*	5.588	2.614	3.296	6.660	18.157
C	S4 oder S3 kombiniert mit PMK2/3/4*	11.861	4.612	5.564	13.033	35.070
B	S5	48.858	30.117	33.325	289.847	402.147
B	EEV1**	6.777	5.182	5.170	86.765	103.893
A	S6	124.036	90.967	135.240	2.102.638	2.452.881
	<b>Gesamt</b>	<b>198.517</b>	<b>134.100</b>	<b>183.248</b>	<b>2.499.553</b>	<b>3.015.418</b>
	Anteil	7%	4%	6%	83%	100%

\* PMK: Partikelminderungsklassen

\*\* EEV1: Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

Quelle: BAG 2020, BASt 2020, Auswertung der Hessen Agentur.

## 8.2 Elektromobilität

Erneuerbare Energien können im Verkehrssektor sowohl direkt in Form erneuerbar erzeugten Stroms und erneuerbar erzeugter Biokraftstoffe als auch indirekt durch Elektrolyse synthetisch erzeugter Kraftstoffe wie Wasserstoff, Erdgas oder auch Kerosin eingesetzt werden. Langfristig können sie dazu beitragen, den Verbrauch fossiler Brennstoffe und die damit einhergehenden klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor vollständig zu neutralisieren.

Eine deutliche Zunahme der Elektromobilität und der Aufbau der Infrastruktur zur Herstellung erneuerbar erzeugter synthetischer Kraftstoffe ist daher ein wichtiges Ziel sowohl der Bundesregierung als auch der Hessischen Landesregierung. Als Fördermaßnahmen auf Bundesebene sind z. B. Kaufprämien für Elektroautos (Umweltbonus), 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. Im Rahmen des Corona-Konjunkturpakets wurde zudem eine Verdopplung des Bundesanteils an der Kaufprämie für Elektrofahrzeuge beschlossen.<sup>36</sup>

Unterstützt wird dies durch Fördermaßnahmen der Landesregierung, die in Kapitel 11 unter den Maßnahmen Nr. 60-66 zur Förderung von Wasserstofftechnologien und der Elektromobilität in Hessen zu finden sind.

## PKW-Bestand in Hessen nach Antriebsarten

In Hessen waren zu Beginn des Jahres 2020 insgesamt gut 3,75 Mio. PKW zugelassen (siehe Tabelle 21). Im Vergleich zum Vorjahr stieg der PKW-Bestand um 51.310 PKW bzw. 1,4 Prozent an. Der längerfristige Zuwachs gegenüber dem Jahr 2010 beläuft sich auf 475.451 PKW bzw. 14,5 Prozent.

Nach Antriebsarten differenziert dominieren Benzin (66,0 %) und Diesel (31,6 %) den PKW-Bestand mit zusammen 97,6 Prozent. Die restlichen 2,4 Prozent verteilen sich auf gasbetriebene PKW (0,85 %), Hybridfahrzeuge (1,28 %) und rein strombetriebene PKW (0,28 %).

Der Bestand an Benzinern nahm um 49.622 Fahrzeuge (+2,0 %) zu. Demgegenüber war der Bestand an Dieselfahrzeugen abermals rückläufig in Höhe von 20.109 Fahrzeugen (-1,7 %). In diesen Zahlen dürfte sich die anhaltende Diskussion über Fahrverbote insbesondere von Dieselfahrzeugen in Innenstädten niederschlagen. Ebenfalls weiter fortgesetzt hat sich die rückläufige Entwicklung der gasbetriebenen PKW um 1.098 bzw. 3,3 Prozent auf einen Bestand von knapp 32.000 Fahrzeugen.

Der Bestand an reinen Elektro-PKW lag zum Jahresbeginn 2020 bei 10.670 und an Hybridfahrzeugen bei 48.245. Damit hat sich bei beiden Antriebsarten die bereits im Vorjahr zu beobachtende hohe Wachstumsdynamik weiter beschleunigt. Bei reinen Elektro-PKW nahm der Bestand um 4.052 Fahrzeuge bzw. um 61,2 Prozent zu, die Anzahl der Hybrid-PKW stieg um 18.899 bzw. 64,4 Prozent.

**Tabelle 21: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2020 sowie im Vorjahresvergleich**

Antriebsart	2010		2020		Veränderung 2010-2020		Veränderung 2019-2020	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
<b>Insgesamt</b>	<b>3.279.051</b>		<b>3.754.502</b>		<b>475.451</b>	<b>14,5%</b>	<b>51.310</b>	<b>1,4%</b>
darunter:								
Benzin	2.357.597	71,9%	2.476.106	66,0%	118.509	5,0%	49.622	2,0%
Diesel	888.535	27,1%	1.186.765	31,6%	298.230	33,6%	-20.109	-1,7%
Gas	30.071	0,92%	31.983	0,85%	1.912	6,4%	-1.098	-3,3%
<b>Elektro</b>	<b>153</b>	<b>0,005%</b>	<b>10.670</b>	<b>0,28%</b>	<b>10.517</b>	<b>x</b>	<b>4.052</b>	<b>61,2%</b>
Hybrid	2.598	0,08%	48.245	1,28%	45.647	x	18.899	64,4%

x = keine Angabe, weil Aussage nicht sinnvoll

Quelle: KBA 2020, Angaben jeweils zum 01.01. eines Jahres.

<sup>36</sup> Am 3. Juni 2020 hat der Koalitionsausschuss der Bundesregierung eine Verdopplung des Bundesanteils an der Kaufprämie für Elektrofahrzeuge, befristet bis zum 31. Dezember 2021, beschlossen: Der Bundesanteil für Elektrofahrzeuge bis 40.000 Euro Nettolistenpreis erhöhte sich für Batteriefahrzeuge von 3.000 auf 6.000 und für Plug-in-Hybridfahrzeuge von 2.250 auf 4.500 Euro; für Elektrofahrzeuge über 40.000 Euro Nettolistenpreis erhöhte sich der Bundesanteil für Batteriefahrzeuge von 2.500 auf 5.000 und für Plug-in-Hybridfahrzeuge von 1.875 auf 3.750 Euro. Die Anträge werden vom BAFA bearbeitet.

Ein wichtiger Grund für die starke Zunahme der Elektromobilität dürften auch die Kaufanreize der Bundesregierung für PKW mit Elektroantrieb sein. Zum 1. Juni 2020 lagen dem BAFA bundesweit 133.423 Anträge für den Umweltbonus beim Kauf eines reinen Batterieelektrofahrzeugs, 72.489 Anträge für Plug-in-Hybride und 123 Anträge für Brennstoffzellenfahrzeuge vor (BAFA 2020b). Dies sind insgesamt 206.035 Förderanträge.

16.013 bzw. 7,0 Prozent der Anträge entfallen auf Hessen, davon wiederum 9.376 auf reine Batterieelektrofahrzeuge, 6.630 auf Plug-in-Hybride und 7 Anträge auf Brennstoffzellenfahrzeuge (siehe Tabelle 22).

**Tabelle 22: Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen**

Antriebsart	2018	2019	2020	Veränderung		Anteil an
				2019 - 2020		Deutschland
	absolut			in %		2020
Reine Batterieelektrofahrzeuge	2.714	5.706	9.376	3.670	64,3%	7,0%
Plug-in-Hybride	2.419	3.809	6.630	2.821	74,1%	9,1%
Brennstoffzellenfahrzeuge	1	2	7	5	x	5,7%
Insgesamt	5.134	9.517	16.013	6.496	68,3%	7,8%

x = keine Angabe, weil Aussage nicht sinnvoll

Quelle: BAFA 2020b.

Die Zuwächse gegenüber dem Vorjahr beziffern sich auf insgesamt knapp 6.500 bzw. 68 Prozent. Die Zahl der reinen Batteriefahrzeuge erhöhte sich absolut am stärksten um 3.670 (+64 %), gefolgt von den Plug-in-Hybriden mit 2.821 (+74 %). Die Zahl der Brennstoffzellenfahrzeuge erhöhte sich um 5 auf insgesamt 7, womit diese Antriebstechnik noch ein Nischendasein führt.

### Ladepunkte für Elektrofahrzeuge

In Abbildung 54 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. Mai 2020 nach den Erhebungsergebnissen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) insgesamt

1.866 öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge.<sup>37</sup>

Gegenüber der letzten Erhebung zum 31. Juli 2019 bedeutet dies eine Zunahme um 282 Ladepunkte bzw. 18 Prozent. Rein privat zugängliche Ladepunkte sind in dieser Zahl nicht berücksichtigt.

Da die Daten auf freiwilligen Angaben der Unternehmen basieren, ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Ladepunkte tendenziell untererfasst wird.<sup>38</sup>

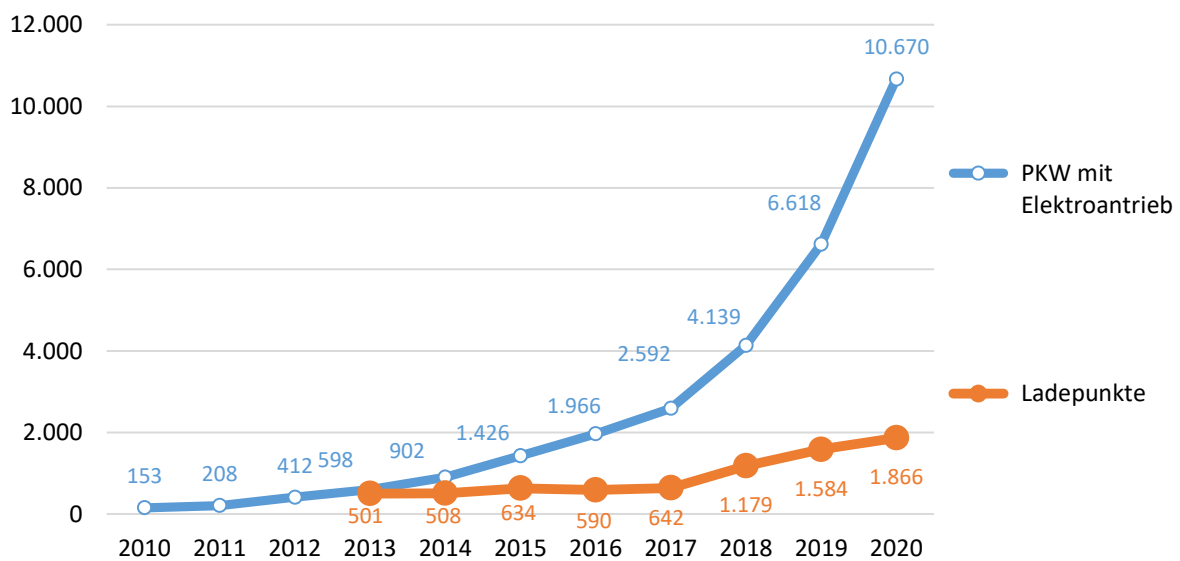
Zum Stichtag 31. Mai 2020 entfielen in Hessen auf je 1 Mio. Einwohner 297 Ladepunkte. Damit belegt Hessen unter den Flächenländern Position 3 hinter Bayern (485) und Baden-Württemberg (446). Spitzenreiter ist der Stadtstaat Hamburg mit 595 Ladepunkten je 1 Mio. Einwohner.

<sup>37</sup> 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 bestimmbar Personenkreis befahren werden kann.

<sup>38</sup> 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 16. Juni 2020 waren im Ladesäulenregister für Hessen 862 Ladepunkte erfasst. Es ist demnach noch von einer unvollständigen Erfassung auszugehen.



**Abbildung 54: Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2020**



Quelle: KBA 2020 (Stand: 01.01.2020), BDEW 2020c (Stand: 30.04.2020).

### Wasserstoff- und Erdgastankstellen in Hessen

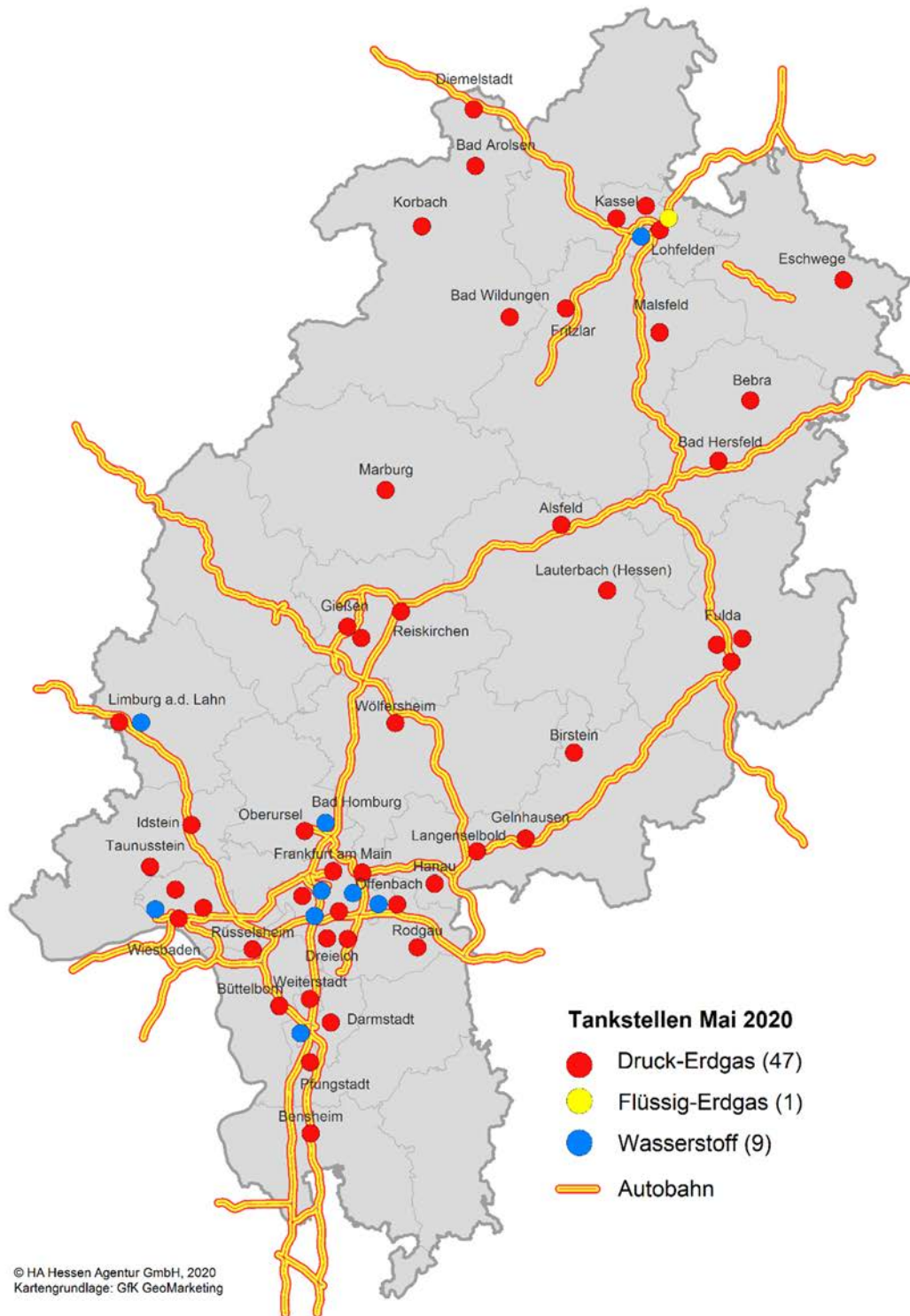
Auch mit Erdgas und mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge können einen Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffbelastung der Luft insbesondere in den Innenstädten leisten. Die folgende Karte zeigt das gegenwärtige Tankstellennetz dieser Antriebsarten in Hessen (siehe Abbildung 55). Zum Jahresende 2019 gab es in Hessen insgesamt neun Wasserstofftankstellen. Im Vergleich zum Vorjahr ist je eine Wasserstofftankstelle in Bad Homburg und in Frankfurt hinzugekommen.

Die Zahl der CNG-Erdgastankstellen (CNG: Compressed Natural Gas) blieb mit 47 im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Die Mehrzahl aller CNG- und Wasserstofftankstellen konzentriert sich auf den südhessischen Verdichtungsraum. Wie die Karte zeigt, ist die Versorgung mit CNG-Tankstellen hessenweit, aber auch entlang der großen hessischen Autobahnen A3, A5 und A7 relativ gut ausgebaut. Allerdings sind in weiten Teilen Hessens kaum CNG-Tankstellen vorhanden.

Neu hinzugekommen ist die erste LNG-Erdgastankstelle (LNG: Liquid Natural Gas) in Hessen, die in Kassel-Lohfelden errichtet wurde. Deutschlandweit gibt es zurzeit 19 LNG-Tankstellen, die ausschließlich zur Betankung großer Kraftfahrzeuge dienen.

Abbildung 55: Verteilung der Erdgas- und Wasserstofftankstellen in Hessen (Stand: Mai 2020)



Quelle: h2.live (2020), erdgas.info (2020).

# 9

## Entwicklung der Treibhausgasemissionen



## 9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Treibhausgase bewirken in der Atmosphäre, dass die kurzweilige Sonnenstrahlung ungehindert auf die Erdoberfläche wirken kann, die von der Erdoberfläche reflektierte, langweilige Infrarotstrahlung aber zum großen Teil zurückgehalten wird. Dabei ist zwischen einem „natürlichen“ und einem anthropogenen, d. h. auf den Menschen zurückzuführenden Treibhauseffekt zu unterscheiden. Durch den natürlichen Treibhauseffekt, der vor allem auf Wasserdampf und Kohlendioxid in der Atmosphäre zurückzuführen ist, stabilisiert sich die globale Durchschnittstemperatur bei ca. +15 °C (Umweltbundesamt 2014).

Demgegenüber verursacht der menschengemachte Treibhauseffekt – z. B. durch die Verbrennung fossiler Energieträger, intensive Landwirtschaft und großflächige Entwaldung – eine zusätzliche Konzentration von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre. Dadurch ist die globale Durchschnittstemperatur seit der Industriellen Revolution bereits um ca. 1 °C und z. B. der Volumenanteil von CO<sub>2</sub> von ca. 280 ppm auf ca. 400 ppm angestiegen (WMO 2019).

**Tabelle 23: Ziele der Reduzierung der THG-Emissionen für Hessen, Deutschland und die EU, Basisjahr 1990**

	2020	2025	2030	2050
Hessen	-30%	-40%	-55%	mind. -90% (klimaneutral)
Deutschland	-40%		-55%	-80 bis -95% (klimaneutral)
EU	-20%		-40%	-80 bis -95% (klimaneutral)
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.

Ziel des im Jahr 2016 in Kraft getretenen Pariser Klimaschutz-Abkommens ist es, den Anstieg der Erderwärmung auf deutlich unter 2, möglichst auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Vor dem Hintergrund dieses Ziels strebt die Hessische Landesregierung bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität an. Zusätzlich sind Zwischenziele für die Jahre 2020, 2025 und 2030 festgelegt (siehe Tabelle 23). Zur Überprüfung dieser Ziele und der Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025 wird das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Jahr 2020 erstmals einen Monitoringbericht veröffentlichen. Darin werden Projektionen für die Treibhausgasemissionen bis 2030 dargestellt.

Deutschland strebt bis zum Jahr 2050 – bezogen auf die Emissionen des Jahres 1990 – eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) um 80 bis 95 Prozent an (BMU 2016). Die ebenfalls in Tabelle 23 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 (zur Zeit Folgenabschätzung der EU-Kommission zur Erhöhung des Ziels auf 55 %).

Zur Beurteilung der Zielerreichung werden üblicherweise die in einem Land emittierten Treibhausgase nach der Quellenbilanz gemäß der Berichterstattung des Kyoto-Protokolls ausgewiesen.<sup>39</sup> Dabei 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 sowie im Handel.

### 9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen

Die hessische Treibhausgasbilanz gibt jährlich einen Überblick über die Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Treibhausgase Kohlendioxid (ca. 91 % an THG

<sup>39</sup> Dabei 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 von THG-Emissionen, deren Bedeutung für die länderübergreifende Zuordnung von THG-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). Für das Jahr 2017 beziffert sich die Differenz zwischen den konsumbasierten und den territorialbasierten THG-Emissionen, die sogenannten „Emissions-Transfers“, für Deutschland auf rund 100 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (ICOS 2020).

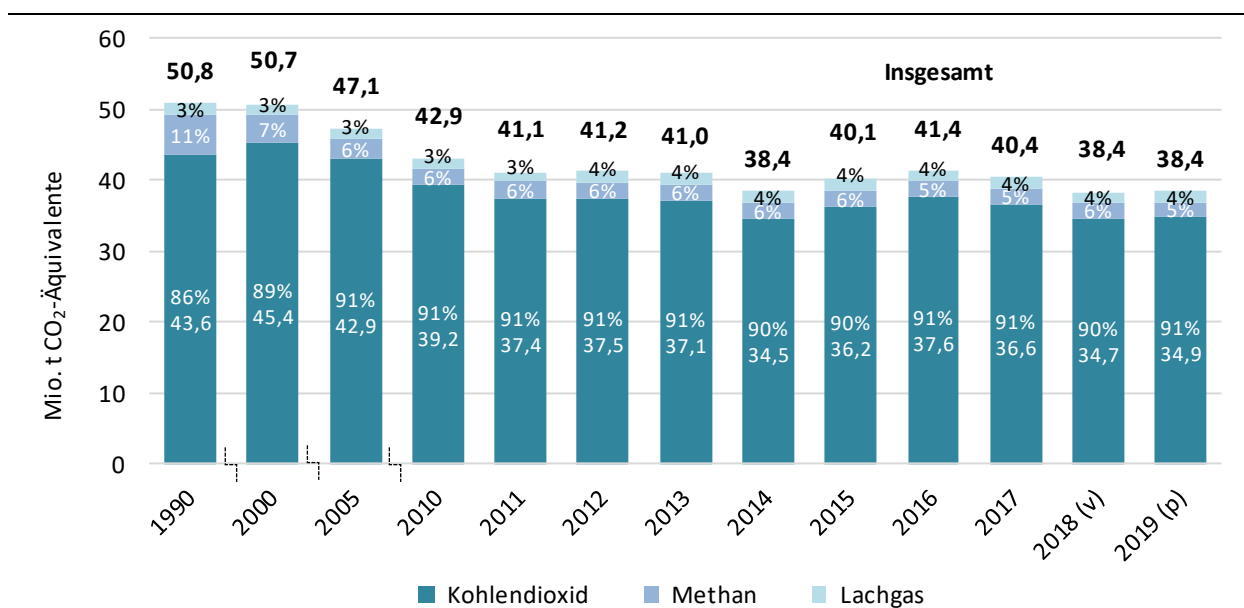
insgesamt), Methan (ca. 5 %) und Lachgas (ca. 4 %).<sup>40</sup> Die Darstellung erfolgt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die emittierten Methan- und Lachgasmengen werden dazu anhand ihrer Klimawirksamkeit umgerechnet. Die im Folgenden für Hessen dargestellten Entwicklungen der Treibhausgasemissionen beruhen auf der Methodik der Quellenbilanz.<sup>41</sup> Sie ist unter den Ländern abgestimmt und erfolgt weitestgehend analog zur Emissionsbilanzierung auf Bundesebene. Von besonderer Bedeutung für Hessen ist, dass bei der Quellenbilanz diejenigen Emissionen nicht mit einbezogen werden, die bei der Erzeugung von Strom in anderen Bundesländern oder im Ausland entstehen und welcher anschließend nach Hessen importiert wird. Hessen importierte im Jahr 2019 etwas mehr als die Hälfte (53 %) seines Stromverbrauchs (siehe Kapitel 3.3).

Ebenfalls zu beachten ist, dass analog zur Berichterstattung des UBA der internationale Luftverkehr bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht berücksichtigt wird. Im Verkehrssektor ist dementsprechend nur der nationale (inländische) Luftverkehr berücksichtigt.

Die Daten für das Jahr 2019 basieren auf Schätzungen des Öko-Instituts, die für den Monitoringbericht zum Integrierten Klimaschutzplan berechnet wurden. Demnach wurden im Jahr 2019 in Hessen insgesamt 38,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt, etwa so viel wie im Vorjahr (siehe Abbildung 56).

In der Langfristbetrachtung (1990 bis 2019) sind in absoluten Größen die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit 8,7 Mio. Tonnen am stärksten zurückgegangen. Die Emissionen von Methan haben mit 3,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente ebenfalls deutlich abgenommen. Prozentual war die Abnahme der Methanemissionen mit einem Rückgang um 63,6 Prozent deutlich höher als bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen (-20,0 %). Im Vergleich dazu sind die langfristigen Veränderungen der Lachgasemissionen mit absolut -0,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. -9,0 Prozent gering. Der niedrige Emissionswert des Jahres 2014 ist auf den Stillstand des Kraftwerks Staudinger aufgrund von Reparaturarbeiten zurückzuführen.

**Abbildung 56: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2019\***  
(in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %)



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2020a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig und 2019 (p) = Prognose.

<sup>40</sup> Die Anteilswerte beziehen sich auf die in der aktuellen Treibhausgasbilanz für Hessen insgesamt ausgewiesene Emissionsmenge, die nur CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O enthält. Laut UBA sind diese drei Stoffe auf Bundesebene für 98,3 Prozent der direkt klimawirksamen Emissionen verantwortlich. Die restlichen 1,7 Prozent setzen sich aus den anderen Stoffen zusammen, die auf Landesebene bislang nicht bilanziert werden können. Würden die Emissionen dieser Stoffe miterfasst, wäre die Summe der THG etwas höher bzw. der Anteil von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O an den Emissionen insgesamt geringfügig niedriger.

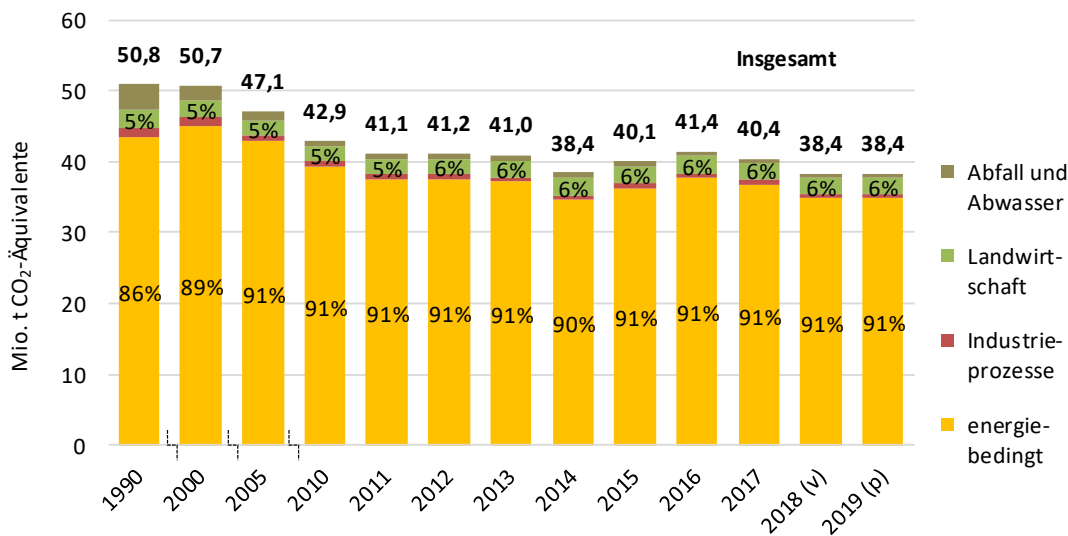
<sup>41</sup> Siehe dazu auch die Erläuterung zur Treibhausgasbilanz im Glossar sowie HMUKLV 2019.

## 9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen differenziert nach Quellgruppen ist in Abbildung 57 dargestellt. Im Jahr 2019 waren 91,1 Prozent der THG-Emissionen energiebedingt und 5,7 Prozent der Emissionen entfielen auf die Landwirtschaft. Auf Industrieprozesse und den Bereich Abfall und Abwasser sind 1,5 bzw. 1,9 Prozent der THG-Emissionen zurückzuführen.

Die insgesamt marginale Veränderung von 0,02 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente gegenüber dem Vorjahr setzt sich aus leichten Zunahmen der energiebedingten Emissionen (0,07 Mio. Tonnen bzw. 0,2 % CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und der Emissionen von Abfall und Abwasser (0,07 Mio. Tonnen bzw. 10,2 % CO<sub>2</sub>-Äquivalente) sowie Abnahmen der Emissionen aus Industrieprozessen (-0,11 Mio. Tonnen bzw. -15,7 % CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und der Landwirtschaft (-0,005 Mio. Tonnen bzw. -0,2 % CO<sub>2</sub>-Äquivalente) zusammen.

**Abbildung 57: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2019\***  
(in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente)



\* ohne internationalen Luftverkehr

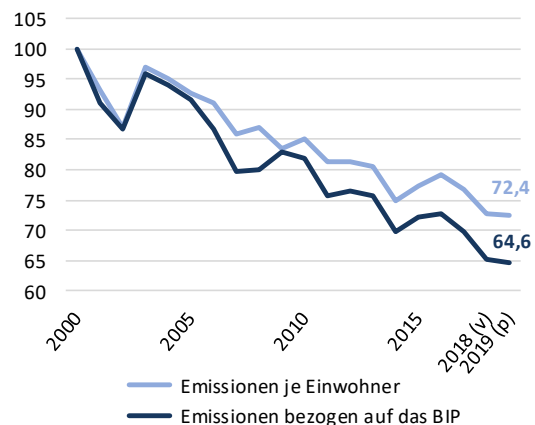
Quelle: HSL 2020a, HMKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig und 2019 (p) = Prognose.

## 9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität

Die Treibhausgasintensität, sowohl gemessen als THG-Emissionen je Einwohner (hellblaue Linie) als auch als THG-Emissionen bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt (dunkelblaue Linie), hat sich im Jahr 2019 im Vergleich zum Vorjahr nur wenig verändert (siehe Abbildung 58). So ist die Treibhausgasintensität je Einwohner und bezogen auf das BIP jeweils leicht um 0,3 Prozent bzw. um 1,1 Prozent zurückgegangen.

Langfristig ist bei steigender Wirtschaftsleistung und wachsender Bevölkerung ein rückläufiger Trend der Treibhausgasintensität zu beobachten. Im Vergleich zum Jahr 2000 liegen die Indexwerte um 27,6 Prozent (Einwohner) bzw. um 35,4 Prozent (BIP) niedriger. Der starke Rückgang in den Jahren 2001 und 2002 ist darauf zurückzuführen, dass für diese beiden Jahre keine Originaldaten zu Methan- und Lachgasemissionen vorliegen.

**Abbildung 58: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP\***  
(Index 2000 = 100)



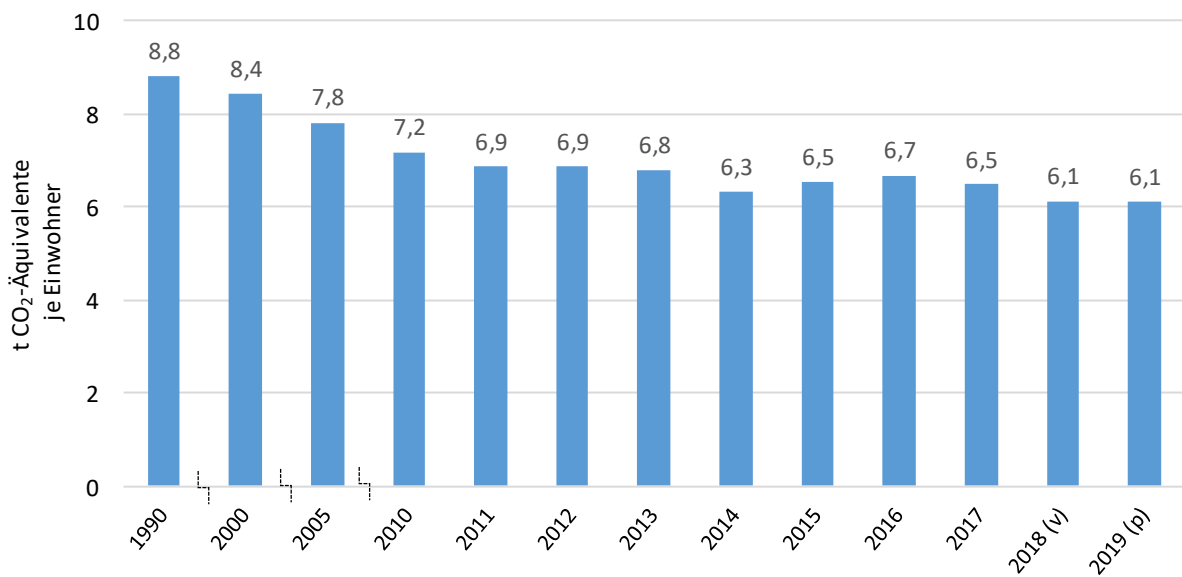
\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2020a, HMKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig und 2019 (p) = Prognose.

Abbildung 59 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner in Absolutwerten für den Zeitraum von 1990 bis 2019. Im Jahr 1990 lag der Wert für die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen bei 8,8 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Einwohner. Bis zum Jahr 2014 ging dieser Wert auf 6,3 Tonnen zurück, wobei dieser niedrige Wert auf den reparaturbedingten Stillstand im Kraftwerk Staudinger zurückzuführen ist.

Danach stieg der Wert bis 2016 wieder leicht auf 6,7 Tonnen je Einwohner. Der bisher niedrigste Wert von 6,1 Tonnen pro Kopf wurde im Jahr 2018 erreicht und blieb auch im Jahr 2019 unverändert auf diesem Niveau.

**Abbildung 59: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner 2000-2019\***  
(in t CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Einwohner)



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2020a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig und 2019 (p) = Prognose.

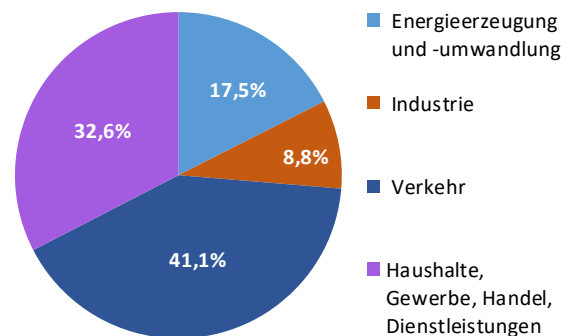
#### 9.4 Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

In Abbildung 60 sind die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2019 differenziert nach Sektoren dargestellt. Im Jahr 2019 wurden insgesamt 34,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert.

Auf den Verkehrssektor – den mit Abstand größten Emittenten – entfielen 14,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, was einem Anteilswert von gut 41 Prozent entspricht. Zu beachten ist, dass dabei der Kerosinverbrauch für den internationalen Luftverkehr des Frankfurter Flughafens nicht berücksichtigt wird. An zweiter Stelle der Emittenten folgt der Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 11,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> bzw. 32,6 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Haushalte tragen vor allem durch die Verbrennung von Energieträgern zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei (siehe Kapitel 5.2).

**Abbildung 60: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 2019\* (in %)**

**Emissionen insgesamt im Jahr 2019 (p): 34,2 Mio. t**



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; (p) = Prognose.

Auf den Bereich Energieerzeugung und Energieumwandlung entfielen 2019 mit insgesamt 6,0 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> 17,5 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Verantwortlich dafür ist vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung.

Die Industrie weist mit einem Ausstoß von 3,0 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> bzw. einem Anteil von knapp 9 Prozent die geringsten Emissionen unter den genannten Sektoren auf.

Abbildung 61 zeigt die langfristige Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in den einzelnen Sektoren im Zeitraum von 1990 bis 2019 als Indexdarstellung. Trotz gestiegener Wirtschaftsleistung und Zunahme der Bevölkerung ist insgesamt ein deutlich rückläufiger Trend der CO<sub>2</sub>-Emissionen erkennbar. So wurden im Jahr 2019 insgesamt 8,4 Mio. Tonnen bzw. 19,7 Prozent weniger CO<sub>2</sub> ausgestoßen als im Basisjahr 1990. Dabei sind die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren sehr unterschiedlich verlaufen.

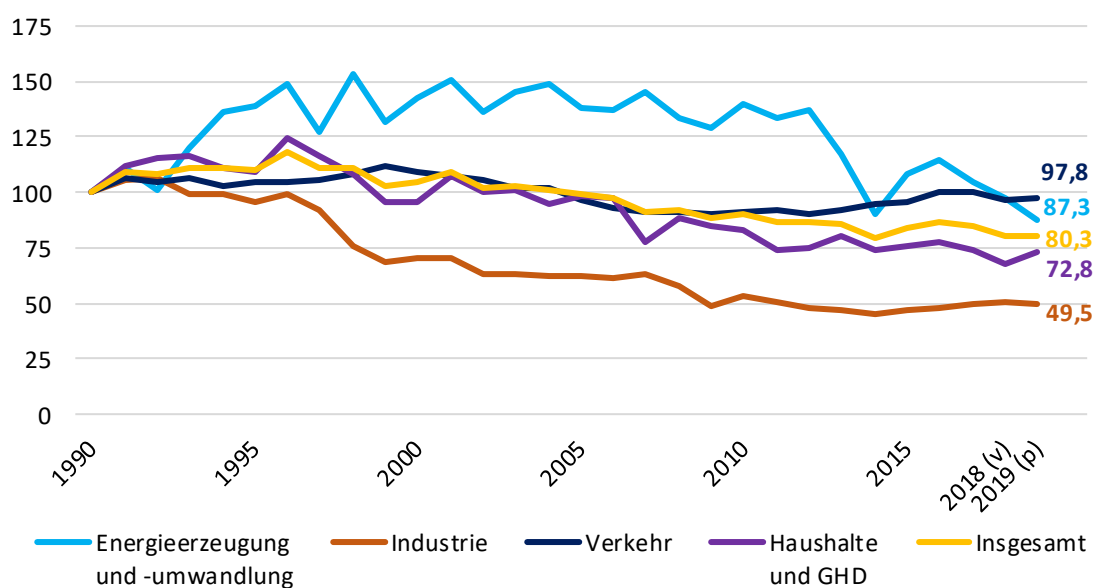
Am relativ stärksten sind mit 50,5 Prozent die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie (-3,1 Mio. t CO<sub>2</sub>) gesunken, gefolgt vom Sektor Haushalte und GHD mit einem Rückgang von 27,2 Prozent (-4,2 Mio. t CO<sub>2</sub>). Im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen langfristig um 12,7 Prozent bzw. 0,9 Mio. t CO<sub>2</sub> verringert. Im Vergleich dazu fiel der Rückgang im Verkehrssektor mit 2,2 Prozent (- 0,3 Mio. t CO<sub>2</sub>) relativ gering aus.

Die Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat in der Industrie bis zur Wirtschaftskrise im Jahr 2009 stattgefunden und bewegt sich seitdem mit leichten Schwankungen auf diesem Niveau. Auch der Verkehrssektor weist die bisher niedrigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Krisenjahr 2009 auf, als das Niveau von 1990 um 10 Prozent unterschritten wurde. Danach sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2016 wieder auf das Ausgangsniveau im Jahr 1990 angestiegen und bewegen sich seitdem auf diesem Niveau.

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung hat sich von 1990 bis 1996 zunächst stark erhöht und blieb danach bis zum Jahr 2012 deutlich über dem Ausgangsniveau. Der auffällig niedrige Wert im Jahr 2014 ist auf umfangreiche Reparaturmaßnahmen des mit Kohle betriebenen Blocks des Kraftwerks Staudinger und der Anstieg in den Jahren 2015 und 2016 dementsprechend auf dessen Wiederinbetriebnahme zurückzuführen. Seit 2016 zeichnet sich eine bis zuletzt im Jahr 2019 anhaltende Abwärtsbewegung ab.

Auch im Sektor Haushalte und GHD haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen zunächst bis zum Jahr 1996 deutlich um fast 25 Prozent gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 erhöht. Danach setzte ein bis zum Jahr 2011 anhaltender Abwärtstrend ein. Seit 2011 bewegt sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß dieses Sektors um ein Niveau, das rund 25 Prozent unter dem des Jahres 1990 liegt.

**Abbildung 61: Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 1990-2019\***  
(Index 1990 = 100)



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2020a; HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig und 2019 (p) = Prognose.



### **Energetische Sanierung der Polizeidirektion Bergstraße in Heppenheim**

Die energetische Sanierung der Dienstgebäude der Polizeidirektion Bergstraße in Heppenheim erfolgte unter der Zielsetzung des CO<sub>2</sub>-Minderungs- und Energieeffizienzprogramms (COME). Mit der vollständigen Hüllflächensanierung sowie der Erneuerung und Optimierung der technischen Anlagen wird der Neubaustandard nach EnEV 2009, welcher gem. Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren des Landes Hessen nach § 9 Abs. 3 des Hessischen Energiegesetzes (RL HEG) maßgeblich war, um 32 Prozent unterschritten. Auch in Bezug auf das seit 2016 verschärfte Niveau der EnEV 2014 ist eine deutliche Unterschreitung des Neubaustandards zu erwarten.

Mit der energetischen Sanierung wurde die Chance ergriffen, dem Ensemble ein neues Gesicht zu geben und die Gebäude mit der Gestaltung der neuen Fenster in einer Putzfassade mit den markanten Aluminiumumrahmungen zusammenzufassen. Die Fassade wurde gedämmt und die Fenster- und Außentüren wurden gegen dreifach verglaste Elemente getauscht. Ein automatisch betriebener, äußerer Sonnenschutz mit Lichtlenkfunktion sowie ein innerer Blendschutz sind ebenso Teil des energetischen Konzeptes wie der Einsatz energiesparender LED-Leuchten.

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

Durch den Einsatz regenerativer Energien mittels einer bivalenten Holzpelletanlage (150 kW / 300 kW Gas), der PV-Anlage und der Verwendung von Ökostrom kann das Gebäude CO<sub>2</sub>-minimiert betrieben werden.

Weitere Informationen unter:

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



# 10

## Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



## 10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Durch die Energiewende verändern sich die Rahmenbedingungen für die Wirtschaftsentwicklung in Deutschland und Hessen erheblich. Einerseits ergeben sich durch den Umbau der Energieversorgung als Beitrag zum Klimaschutz und zur Vermeidung von externen Kosten, die durch das Vorantreiben des Klimawandels entstehen, positive Impulse für Investitionen und Innovationen sowie die Technologieentwicklung. Auch nimmt die Abhängigkeit von Mineralöl- und Erdgasimporten kontinuierlich ab. Andererseits geht der Ausbau der erneuerbaren Energien mit steigenden Kosten einher. So sind z. B. die Strompreise für Haushalte und Unternehmen gestiegen, was negative Effekte für die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Industrieunternehmen bedeuten kann.

Im Folgenden werden aktuelle Entwicklungen von Energiepreisen und -kosten, Auszahlungen von EEG-Vergütungen, von der EEG-Umlage begünstigte Unternehmen, Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen, Veränderungen bei der Beschäftigung im Energiesektor sowie Entwicklungen in der Energieforschung betrachtet.

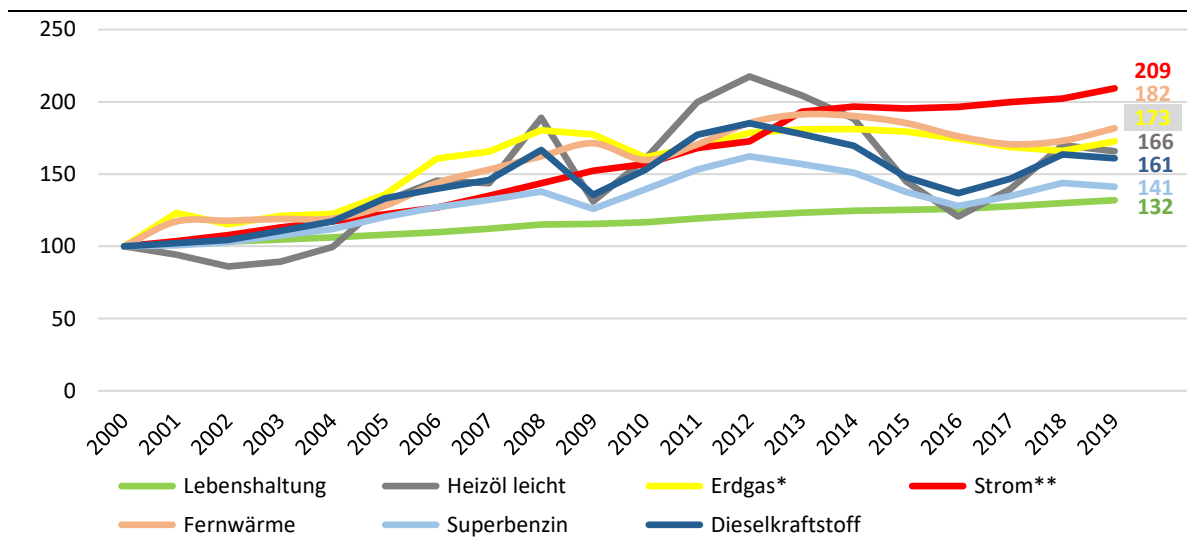
### 10.1 Energiekosten und Energiepreise

Energiekosten umfassen in Unternehmen und Haushalten alle Kosten, die durch den Energieverbrauch verursacht werden. Steigende Energiekosten senken den Gewinn von Unternehmen und können in privaten Haushalten die Zusammensetzung der Konsumnachfrage verändern. Allerdings erhöhen sich bei steigenden Energiekosten auch die Anreize zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Energieeffizienz. Sinkende Energiekosten haben die gegenteiligen Effekte.

#### Energiekosten und -preise privater Haushalte

Die allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte haben sich im Jahr 2019 moderat um 1,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr erhöht (siehe Abbildung 62). Zur Ermittlung der Kosten der Lebenshaltung werden die gesamten Aufwendungen eines Durchschnittshaushalts z. B. für Unterkunft und Verpflegung, für Bekleidung und Freizeitaktivitäten sowie für Energie herangezogen.

**Abbildung 62: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2019** (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)



\* bei Abnahme von 19.200 kWh/Jahr

\*\* bei Abnahme von 3.900 kWh/Jahr

Quelle: BMWi 2020g.

Die Preisentwicklungen für einzelne Energieträger zeigt ein uneinheitliches Bild. Mineralölprodukte haben sich nach deutlichen Preisanstiegen in den Jahren 2017 und

2018 zuletzt wieder verbilligt. So ist der Preis von leichtem Heizöl um 2,6 Prozent gesunken, gefolgt von Superbenzin (-1,8 %) und Dieselmkraftstoff (-1,7 %). Die Preise

für Fernwärme (+5,0 %), Erdgas (+4,0 %) und Strom (+3,5 %) haben sich hingegen im Vergleich zu den allgemeinen Lebenshaltungskosten überdurchschnittlich erhöht.

Seit dem Jahr 2000 sind die allgemeinen Lebenshaltungskosten bis 2019 um insgesamt 32 Prozent gestiegen. Die Energiekosten haben sich im Vergleich dazu stärker erhöht, wobei zwischen den Energieträgern deutlich unterschiedliche Entwicklungsmuster zu beobachten sind. Den geringsten Preisanstieg hat Superbenzin zu verzeichnen, für das im Jahr 2019 im Schnitt 41 Prozent mehr zu zahlen war als im Jahr 2000. Das Preisniveau von Dieselmotorkraftstoff (+61 %) und leichtem Heizöl (+66 %) hat sich im Vergleich dazu stärker erhöht. Am aktuellen Rand zeichnet sich für alle drei Mineralölprodukte eine leicht rückläufige Preisentwicklung ab.

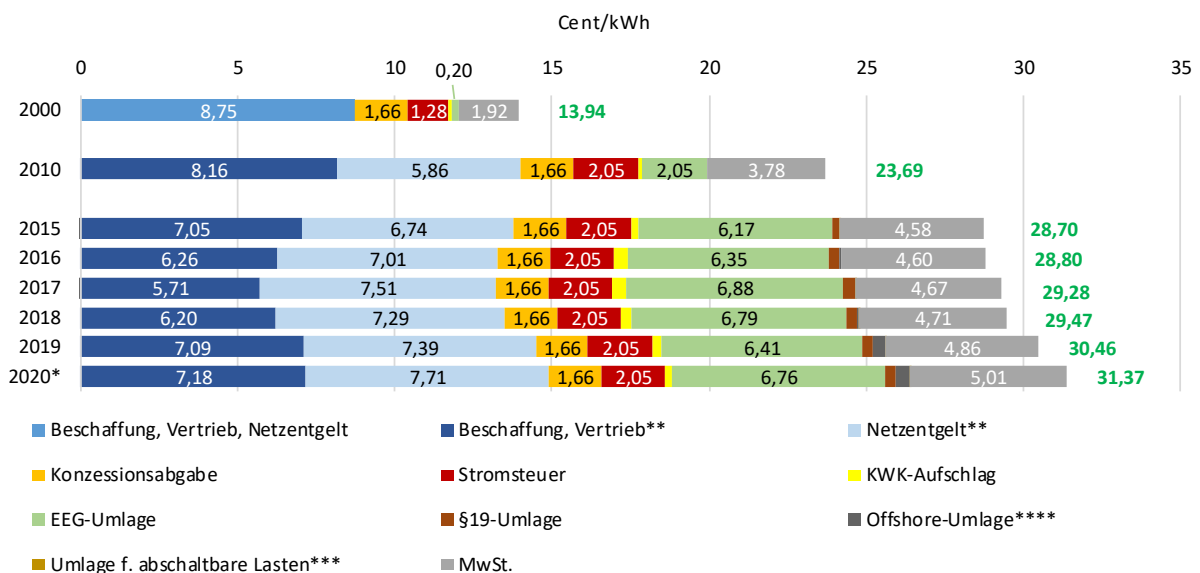
Über den gesamten betrachteten Zeitraum haben sich die Preise von Fernwärme und Erdgas relativ ähnlich entwickelt. Beide Energieträger erreichten ihre bisherigen Höchstpreise in den Jahren 2013 und 2014, verbilligten

sich danach und sind am aktuellen Rand wieder leicht aufwärtsgerichtet.

Die stärkste Zunahme weist der Strompreis auf, der sich im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 mehr als verdoppelt hat (+109 %). Der Preisanstieg vollzog sich vor allem bis zum Jahr 2014 und hat sich danach aber abgeschwächt.

Wie aus Abbildung 63 ersichtlich wird, setzt sich der Strompreisanstieg auch im Jahr 2020 mit einer Zunahme von 0,9 Cent/kWh bzw. 3,0 Prozent weiter fort. Als Preistreiber erweisen sich die EEG-Umlage, die sich von 6,41 Cent auf 6,76 Cent je kWh erhöhen dürfte, sowie höhere Netzentgelte, die von 7,39 Cent je kWh auf 7,71 Cent je kWh ansteigen dürften. Hinzu kommt als dritter wesentlicher Faktor eine Mehrwertsteuererhöhung von 4,86 auf 5,01 Cent je kWh. Da die Zahlen mit Stand Januar 2020 ermittelt wurden, ist die mittlerweile beschlossene Absenkung der Mehrwertsteuer im zweiten Halbjahr 2020 nicht berücksichtigt.

**Abbildung 63: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2020\* (in Cent je kWh)**



\* Stand: Januar 2020

\*\*\* Ab 2014, 2016 ausgesetzt

\*\* Seit dem Jahr 2006 werden Netzentgelte gesondert ausgewiesen.

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

Quelle: BDEW 2020a.

Im Vergleich dazu fällt der Preisanstieg durch Beschaffung und Vertrieb von 7,09 auf 7,18 Cent je kWh sowie durch die Anhebung der sogenannten §-19-Umlage von 0,31 auf 0,36 Cent je kWh gering aus.<sup>42</sup>

In der Größenordnung 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 die Benutzung öffentlicher Straßen und Wege zur Verlegung ihrer Stromleitungen an Gemeinden entrichten. Ebenfalls nahezu unverändert bleiben die Offshore-Umlage (0,42 Cent pro kWh) und die Umlage für abschaltbare Lasten (0,01 Cent pro kWh), womit Vergütungszahlungen der Übertragungsnetzbetreiber an Anbieter von sogenannter „Abschaltleistung“ ausgeglichen werden. Preissenkend wirkt 2020 voraussichtlich nur der Rückgang des KWK-Aufschlags von 0,28 auf 0,23 Cent je kWh, der zum Ausgleich erhöhter Kosten von Blockheizkraftwerken erhoben wird.

Insgesamt dürfte der Strompreis für private Haushalte damit im Jahr 2020 voraussichtlich bei 31,37 Cent je kWh und damit um 0,91 Cent je kWh bzw. 3,0 Prozent über dem Vorjahresniveau liegen. Damit zahlt ein Durchschnittshaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.900 kWh im Jahr 2020 insgesamt rund 1.223 Euro für Strom. Das sind etwa 35,60 Euro mehr als im Vorjahr.

### Energiekosten und -preise der Industrie

Der BIP-Deflator<sup>43</sup> ist 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 2019 lag das Preisniveau des BIP um 2,2 Prozent über dem Vorjahresniveau. Der BIP-Deflator ist damit stärker gestiegen als das Preisniveau der Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte (+1,4 %). Für das Jahr 2019 liegen für Industrieunternehmen bisher nur Angaben zur Preisentwicklung von leichtem Heizöl vor, das sich im Vorjahresvergleich um 2,9 Prozent verbilligt hat.<sup>44</sup> Damit hat sich der im Jahr 2016 begonnene Preisanstieg für leichtes Heizöl im Jahr 2019 nicht weiter fortgesetzt (siehe Abbildung 64).

Für die Energieträger Erdgas und Strom liegen Angaben zur Preisentwicklung für Industrieunternehmen aktuell bis zum Jahr 2018 vor. Demnach hat sich der Strompreis auf dem Vorjahresniveau stabilisiert, Erdgas hat sich hingegen um 7,3 Prozent verteuert.

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 für das Jahr 2019 sowie eine Einschätzung für das laufende Jahr 2020 vor (siehe Abbildung 65). Im Jahr 2019 lag der Strompreis für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh bei 18,43 Cent je kWh und damit 0,47 Cent bzw. 2,6 Prozent über dem Vorjahr. Für das Jahr 2020 wird ein weiterer Preisanstieg auf 18,55 Cent je kWh (+0,12 Cent bzw. +0,6 %) erwartet.

Im Jahr 2019 waren die gestiegenen Preise für Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelte (von 8,97 auf 9,48 Cent je kWh) sowie für die Offshore-Umlage (von 0,04 auf 0,42 Cent je kWh) die Hauptursachen für den Preisanstieg. Demgegenüber hat sich die EEG-Umlage von 6,79 auf 6,41 Cent je kWh verringert.

Für das Jahr 2020 zeigt sich ein umgekehrtes Bild: Preistreibend wirkt nun die Erhöhung der EEG-Umlage von 6,41 auf 6,76 Cent je kWh, preissenkend wirkt hingegen der voraussichtliche Preisrückgang für Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelte von 9,48 auf 9,27 Cent je kWh. Zum Preisanstieg im laufenden Jahr dürfte zudem die leichte Erhöhung der §-19-Umlage (von 0,20 auf 0,23 Cent je kWh), die sich aus der Stromnetzentgeltverordnung ergibt, beitragen.

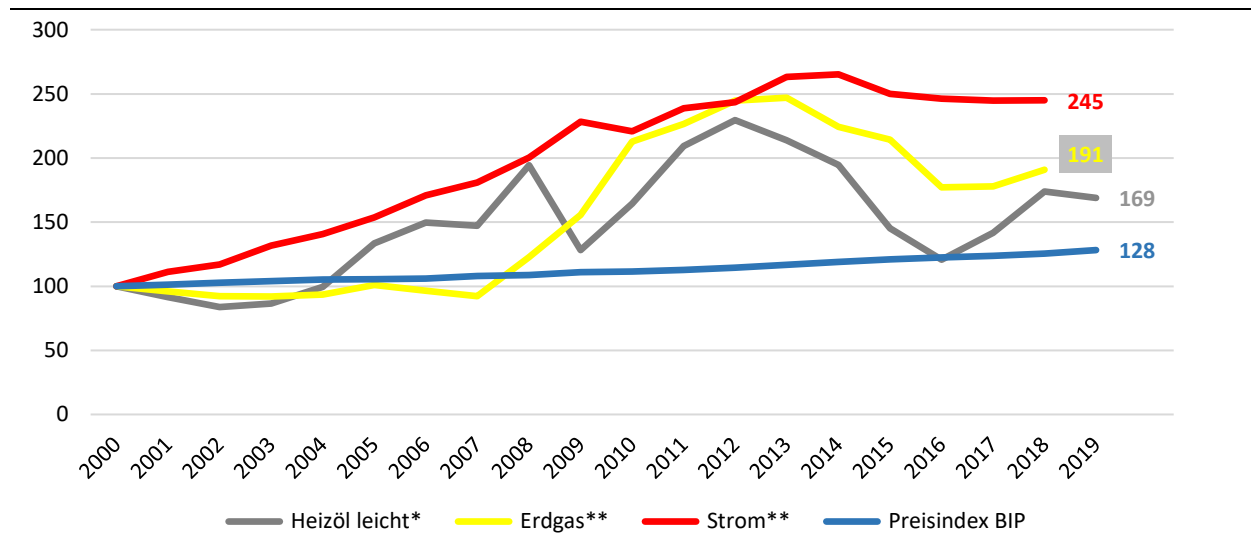
Leicht rückläufig ist die erwartete Entwicklung des KWK-Aufschlags von 0,28 Cent je kWh im Jahr 2019 auf 0,23 Cent je kWh im laufenden Jahr. Alle übrigen für Industriekunden relevanten Strompreiskomponenten bleiben voraussichtlich unverändert: die Stromsteuer bei 1,54 Cent je kWh, die Offshore-Umlage bei 0,42 Cent je kWh, die Konzessionsabgabe bei 0,11 Cent je kWh und die Umlage für abschaltbare Lasten bei 0,01 Cent je kWh.

42 Nach § 19 Stromnetzentgeltverordnung haben bestimmte Letztverbraucher die Möglichkeit, vom örtlichen Netzbetreiber niedrigere individuelle Netzentgelte zu erhalten. Die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) müssen den örtlichen Netzbetreibern die durch diese niedrigeren Entgelte entgangenen Erlöse erstatten. Die ÜNB gleichen die Zahlungen für diese entgangenen Erlöse untereinander aus und errechnen einen Aufschlag auf die Netzentgelte, der als Umlage auf alle Letztverbraucher umgelegt wird.

43 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 Ausrüstungsinvestitionen der Unternehmen und des Staates sowie der Güter- und Dienstleistungsexporte. Er wird als Quotient aus nominalem und realem BIP errechnet.

44 Zum Redaktionsschluss des Berichts lagen für das Jahr 2019 die Grenzpreise (Durchschnittserlöse) für Strom und Erdgas noch nicht vor (Quelle: BMWi 2020g).

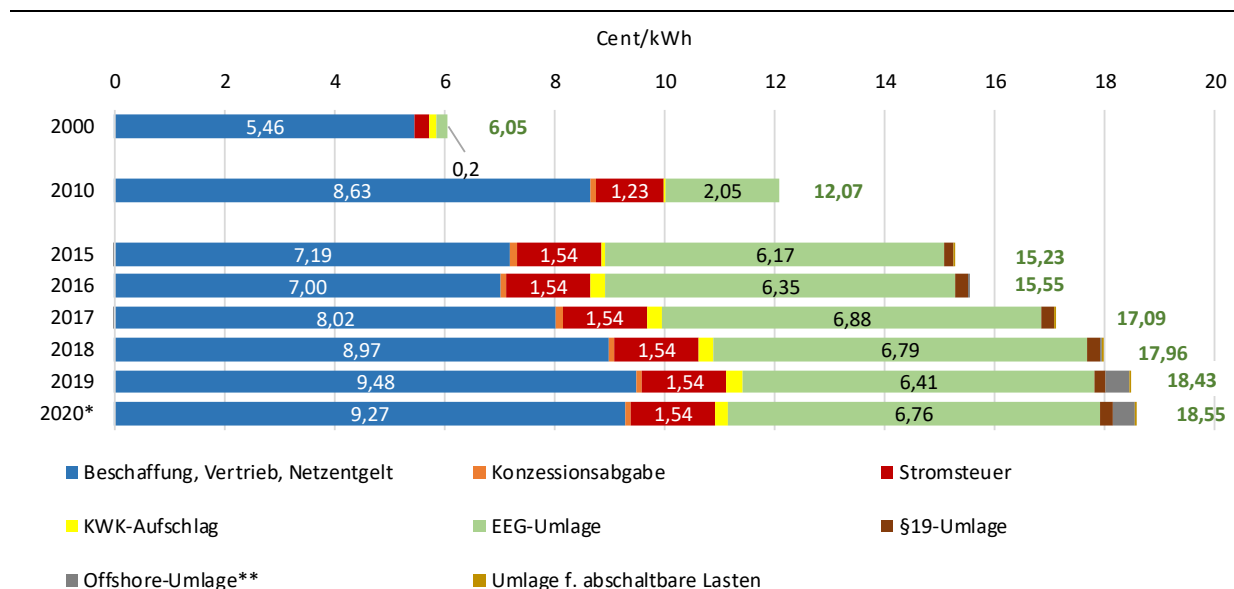
**Abbildung 64: Preisentwicklung des Bruttoinlandsprodukts sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2019 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)**



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

Quelle: BMWi 2020g.

**Abbildung 65: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2020 (in Cent je kWh)**



\* Stand: Januar 2020.

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

Quelle: BDEW 2020a.

### Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Um Wettbewerbsnachteilen entgegenzuwirken, können besonders stromintensiv produzierende Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie Betreiber von Schienenbahnen beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) einen Antrag auf Begrenzung der EEG-Umlage stellen.

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 2019 für insgesamt 128 Abnahmestellen eine Begrenzung der EEG-Umlage mit einer

privilegierten Strommenge von insgesamt 9,4 TWh beantragt. Dies waren fünf Abnahmestellen weniger als im Jahr 2018. Die privilegierte Strommenge ist um 0,2 TWh bzw. 2,1 Prozent gesunken (siehe Tabelle 24). Im Gegensatz zu dieser leicht rückläufigen Entwicklung in Hessen hat sich die privilegierte Strommenge im Bundesdurchschnitt leicht erhöht (1,4 %).

Rückblickend ist in Hessen eine starke Zunahme der privilegierten Strommenge im Jahr 2014 festzustellen. Ursächlich hierfür waren Unternehmenssitzverlagerungen von Schienenbahnbetreibern. Der Anteil Hessens am gesamten privilegierten Strom in Deutschland lag im Jahr 2019 mit 8,4 Prozent etwas niedriger als im Vorjahr (8,7 %), aber deutlich höher als im Jahr 2010 (4,8 %).

**Tabelle 24: Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2019**

Land	2010	2012	2014	2016	2018	2019	Veränderung 2018-2019	Anteil an Deutschland	
	(in TWh)							2010	2019
Baden-Württemberg	6,2	5,8	6,8	6,6	7,0	6,9	-1,4%	7,1%	6,2%
Bayern	9,8	10,5	13,7	14,2	14,8	14,8	0,0%	11,3%	13,2%
Berlin	0,9	0,6	1,2	1,3	1,3	1,2	-7,7%	1,0%	1,1%
Brandenburg	4,6	5	5,6	5,0	4,3	4,9	14,0%	5,3%	4,4%
Bremen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	25,0%	0,2%	0,4%
Hamburg	3,7	3,6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0%	4,3%	4,0%
<b>Hessen</b>	<b>4,1</b>	<b>4,9</b>	<b>8,4</b>	<b>9,3</b>	<b>9,6</b>	<b>9,4</b>	<b>-2,1%</b>	<b>4,8%</b>	<b>8,4%</b>
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,6	0,9	1,0	1,1	1,0	-9,1%	0,6%	0,9%
Niedersachsen	9,6	9,7	11,8	10,9	11,4	11,8	3,5%	11,1%	10,5%
Nordrhein-Westfalen	32,2	29	32,6	32,2	33,0	34,6	4,8%	37,2%	30,9%
Rheinland-Pfalz	3,2	3	5,9	5,5	5,5	5,4	-1,8%	3,7%	4,8%
Saarland	1,0	1,4	1,5	1,6	1,9	2,1	10,5%	1,2%	1,9%
Sachsen	3,2	3,5	5,1	5,0	5,4	5,0	-7,4%	3,7%	4,5%
Sachsen-Anhalt	4,4	4,7	6	5,9	6,3	6,1	-3,2%	5,1%	5,4%
Schleswig-Holstein	1,4	1,5	1,8	1,9	1,7	1,5	-11,8%	1,7%	1,3%
Thüringen	1,6	1,6	2,5	2,3	2,2	2,2	0,0%	1,9%	2,0%
Ausland	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Insgesamt</b>	<b>86,6</b>	<b>85,4</b>	<b>108,2</b>	<b>107,5</b>	<b>110,5</b>	<b>112,1</b>	<b>1,4%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Quelle: BAFA 2020d, Berechnungen der Hessen Agentur.

Mit Blick auf einzelne Industriebranchen entfallen in Hessen 23 der insgesamt 128 begünstigten Abnahmestellen auf die Chemische Industrie. Das entspricht einem Anteil von 18 Prozent (siehe Abbildung 66). Es folgen

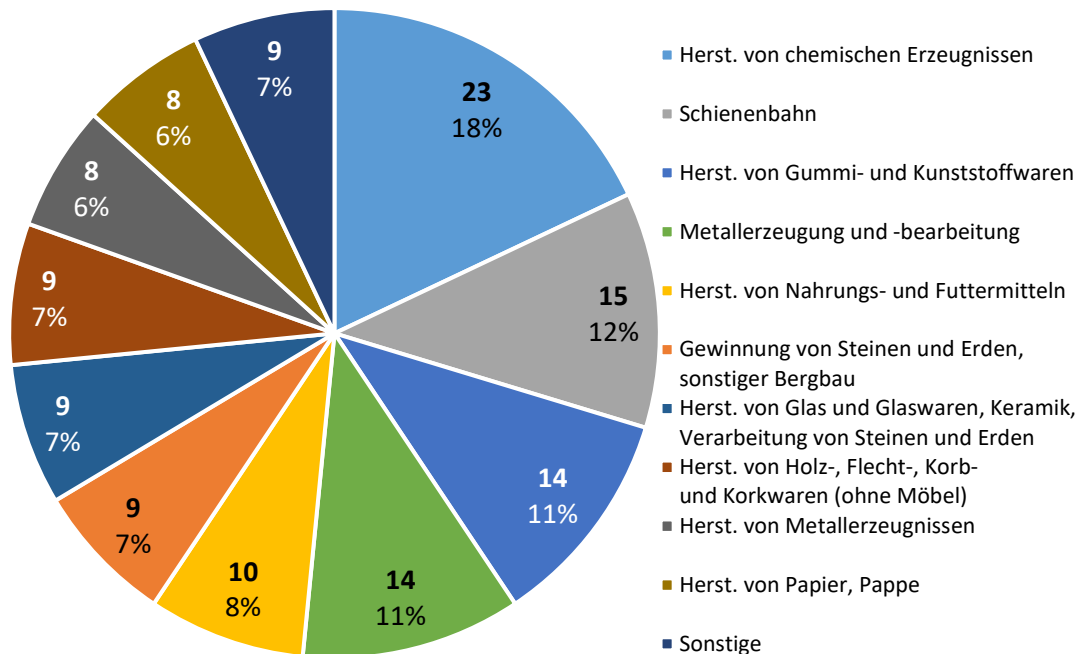
Schienenbahnen mit 15 Abnahmestellen, die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren sowie Metallerzeugung und -bearbeitung mit jeweils 14, die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln mit 10, die Gewinnung

von Steinen und Erden, die Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden sowie die Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) mit jeweils 9 und die Herstellung von Metallerzeugnissen sowie die Herstellung von Papier und Pappe mit jeweils 8 Abnahmestellen.

Im Vergleich zum Jahr 2018 sind einige Veränderungen in der Branchenzusammensetzung der begünstigten Unternehmen zu erkennen: Rückläufig war die Zahl der Abnahmestellen in der Branche Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau (-4), der Chemischen Industrie

(-3), der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (-1) und der Gruppe der Sonstigen (-2). Unverändert blieben Schienenbahnen, Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden sowie Herstellung von Metallerzeugnissen. Erhöht hat sich die Zahl der Abnahmestellen in den Branchen Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) um jeweils zwei Abnahmestellen und in der Herstellung von Papier und Pappe um eine Abnahmestelle.

**Abbildung 66: Verteilung der von der EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2019**  
(absolut und in %)



Quelle: BAFA 2020d.

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

Betreiber von EEG-Anlagen, die Strom in das Netz der öffentlichen Versorgung einspeisen, erhalten dafür entweder eine festgelegte Vergütung oder eine Marktprämie, die die Differenz zwischen dem Großhandelspreis für Strom und der anlagenspezifischen Förderhöhe ausgleicht. Im Jahr 2018 wurde für in Hessen erneuerbar erzeugten Strom ein Betrag von insgesamt 941 Mio. Euro ausgezahlt, und zwar 556,1 Mio. Euro bzw. 59,1 Prozent für EEG-Vergütungen und 381,3 Mio. Euro bzw. 40,5 Prozent für Marktprämien. Für Flexibilitätsprämien, die gezahlt werden, um das regelbare erneuerbare

Stromangebot zu erhöhen, wurden weitere 3,7 Mio. Euro (0,4 %) ausgezahlt.

Gegenüber 2017 haben sich die gesamten Auszahlungen um 22,7 Mio. Euro bzw. 2,5 Prozent erhöht. Während sich die EEG-Vergütungen kräftig um 37,9 Mio. Euro erhöht haben, sind die Marktprämien um 15,8 Mio. Euro gegenüber dem Vorjahr gesunken.

Seit Jahresbeginn 2016 müssen alle neuen Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien ab einer installierten Leistung von 100 kW ihren Strom direkt vermarkten

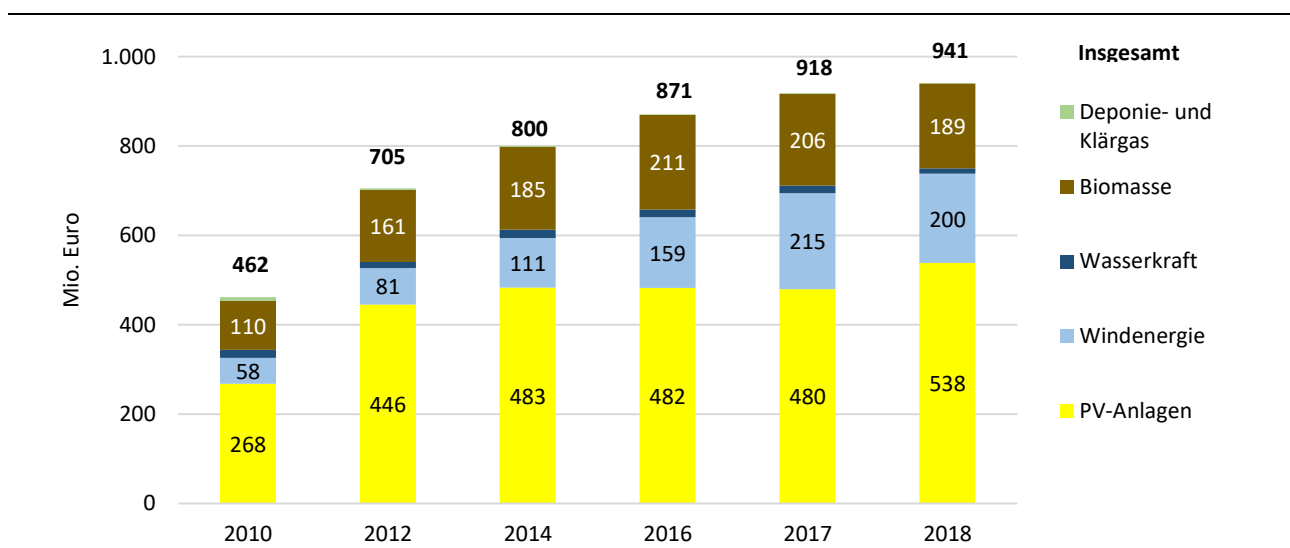


(§ 37 EEG 2014 und § 21 EEG 2017) und seit dem 1. Januar 2017 wird der anlagenspezifisch anzulegende Wert im Rahmen eines Auktionsverfahrens bestimmt.

Abbildung 67 zeigt die Entwicklung der Auszahlungen von EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien differenziert nach den erneuerbaren Energieträgern für den Zeitraum von 2010 bis 2018. Dabei wird ersichtlich, dass der Anstieg der Auszahlungen auf die Zunahme bei PV-Anlagen in Höhe von 58,3 Mio. Euro zurückzuführen ist. Bei allen anderen erneuerbaren Energieträgern fiel das im Jahr 2018 gezahlte Auszahlungsvolumen geringer aus als im Vorjahr. Am stärksten war der Rückgang bei Biomasse mit 16,1 Mio. Euro, gefolgt von Windenergieanlagen (-14,9 Mio. Euro), Wasserkraft (-4,3 Mio. Euro) sowie Deponie- und Klärgas (-0,3 Mio. Euro).

Diese Entwicklung hat sich deutlich auf die Auszahlungsstruktur der Energieträger ausgewirkt. 538 Mio. Euro bzw. 57,2 Prozent des gesamten Auszahlungsvolumens entfielen 2018 auf PV-Anlagen, deren Anteil im Jahr 2017 noch bei 52,2 Prozent lag. Dahinter ist die Windenergie mit 199,8 Mio. Euro bzw. 21,2 Prozent platziert, gefolgt von Biomasse mit 189,4 Mio. Euro bzw. 20,1 Prozent. Demgegenüber hatten Wasserkraft mit 12,6 Mio. Euro (1,3 %) sowie Deponie- und Klärgas mit 1,3 Mio. Euro (0,1 %) nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung an den Auszahlungen.

**Abbildung 67: Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2010-2018**  
(in Mio. Euro)



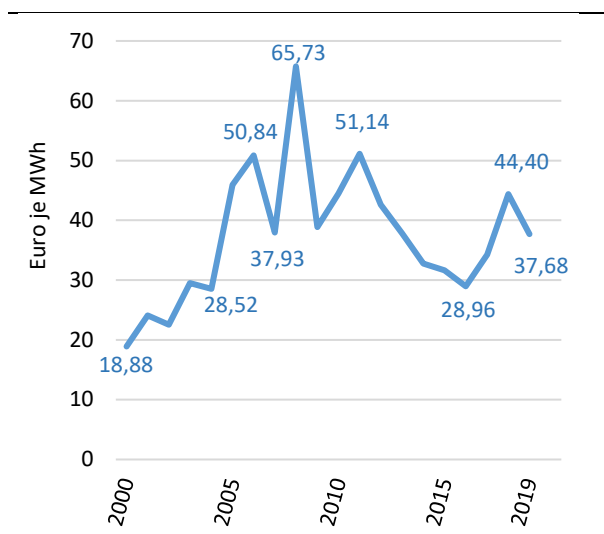
Quelle: BNetzA 2020e, Berechnungen der Hessen Agentur.

### Entwicklung des Großhandelsstrompreises

In Deutschland erfolgt der Stromhandel überwiegend außerbörslich direkt zwischen den großen Stromerzeugern und -abnehmern. Neben diesem bilateralen außerbörslichen Großhandel – dem sogenannten OTC- bzw. Over-the-Counter-Handel – entfallen nach Einschätzung des Verbandes Deutscher Energiehändler (EFET 2019) auf die eigentlichen Strombörsen – für Deutschland sind dies die European Energy Exchange EEX in Leipzig und die European Energy Exchange EPEX SPOT in Paris – nur rund 25 Prozent des gesamten Handelsvolumens. Dennoch gelten die dort ermittelten Börsenstrompreise als Indikator für die allgemeinen Großhandelspreise.

Die Preisentwicklung von Großhandelsstrom kann im Zeitverlauf ab dem Jahr 2000 am Beispiel des von KWK-Anlagen erzeugten Grundlaststroms dargestellt werden (siehe Abbildung 68). Dieser sogenannte KWK-Index ist für die Jahre von 2000 bis 2019 als Jahresdurchschnittswert abgebildet. Beginnend im Jahr 2000 mit einem Preis in Höhe von 18,88 Euro pro MWh Strom zeichnet sich im Zeitverlauf 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).

**Abbildung 68: KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2019 (in Euro/MWh)**



Quelle: European Energy Exchange 2020.

Steigende Energierohstoff- und CO<sub>2</sub>-Preise ließen den Großhandelspreis anschließend wieder auf 44,40 Euro je MWh im Jahresdurchschnitt 2018 ansteigen.

Im Jahr 2019 ist der Großhandelsstrom abermals auf 37,68 Euro je MWh gesunken, das sind 6,72 Euro bzw. 15 Prozent weniger als im Vorjahr. Ursächlich für diesen Rückgang waren – wie in den folgenden beiden Abschnitten noch gezeigt wird – rückläufige Energierohstoffpreise, die den anhaltenden Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises mehr als ausgleichen konnten.

### Internationale Energierohstoffpreise

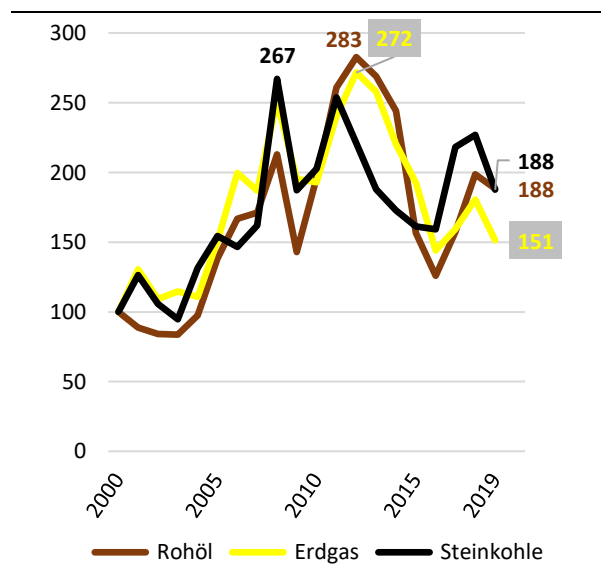
Die Preisentwicklungen der fossilen Energieträger Rohöl, Erdgas und Steinkohle auf den internationalen Rohstoffmärkten prägen maßgeblich die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien. In Abbildung 69 ist die Preisentwicklung dieser drei fossilen Energieträger seit dem Jahr 2000 dargestellt.

Im Jahresdurchschnitt 2000 lag der Preis je Tonne Rohöl bei 227 Euro, je Terajoule (TJ) Erdgas bei knapp 3.000 Euro und je Tonne Steinkohleeinheit bei 79 Euro. Im Jahr 2019 musste für die entsprechende Menge Rohöl 428 Euro, für Erdgas knapp 4.500 Euro und für Steinkohle 42 Euro gezahlt werden. Mit einem Indexwert von jeweils 188 lagen der Preis für Rohöl und Steinkohle im Jahresdurchschnitt 2019 damit um 88 Prozent über dem Preisniveau des Basisjahres 2000, Erdgas war um 51 Prozent teurer.

Grundsätzlich haben sich insbesondere die Preise der beiden fossilen Rohstoffe Rohöl und Erdgas über den gesamten Zeitverlauf sehr ähnlich entwickelt. Dabei zeichnet sich mit Ausnahme des Jahres 2009, dem Jahr der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise, zunächst eine nahezu kontinuierliche Aufwärtsentwicklung bis zum Jahr 2012 ab. Damals lag der Preis für Rohöl bei 643 Euro je Tonne und für Erdgas bei fast 8.100 Euro je TJ.

Danach sind die Preise bis zum Jahr 2016 zunächst deutlich gesunken, haben sich bis 2018 abermals erhöht und sind zuletzt im Jahr 2019 erneut gesunken. So waren für eine Tonne Rohöl im Jahresdurchschnitt 2019 knapp 24 Euro (-5,3 %), je TJ Erdgas 864 Euro (-16,1 %) und je Tonne Steinkohleeinheit 16,5 Euro (-17,3 %) weniger zu zahlen als im Vorjahr. Durch die rückläufigen Preise der fossilen Energieträger hat sich die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien tendenziell verschlechtert.

**Abbildung 69: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2019 (nominal; Index 2000 = 100)**



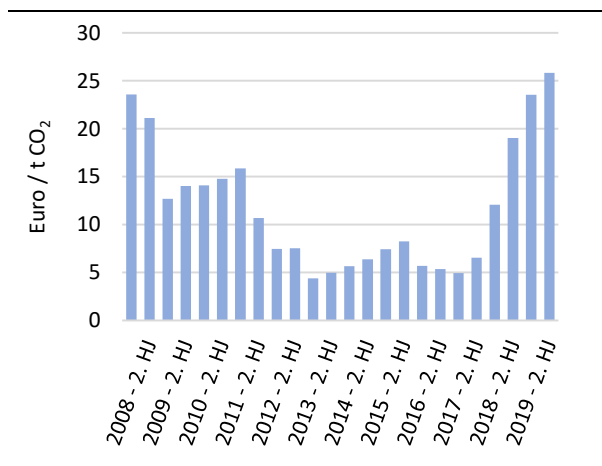
Quelle: BAFA 2020e, Kohlenwirtschaft 2020.

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

Mit Einführung des Europäischen Emissionshandelssystems (EU ETS) im Jahr 2005 müssen Betreiber von fossilen Kraftwerken und energieintensiven Produktionsanlagen europaweit Zertifikate für den Ausstoß von Treibhausgasen kaufen. Die Zertifikate wirken dabei wie ein Preisaufschlag auf fossile Energieträger. Es gilt: Je höher der Preisaufschlag, desto mehr lohnen sich für die Unternehmen der Einsatz erneuerbarer Energien und die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen.

In Abbildung 70 ist die Entwicklung der Zertifikatspreise für CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehen, in Halbjahresschritten beginnend im Jahr 2008 dargestellt. Im zweiten Halbjahr 2019 mussten für den Ausstoß einer Tonne CO<sub>2</sub> im Schnitt 25,84 Euro gezahlt werden. Das ist der bisherige Höchstpreis, wobei sich der Preis seit dem ersten Halbjahr 2017, als weniger als 5 Euro gezahlt werden mussten, mehr als verfünffacht hat. Insgesamt wirkt sich dieser kontinuierliche Preisanstieg für CO<sub>2</sub>-Zertifikate förderlich auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien aus.

**Abbildung 70: Halbjahresentwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionen 1. Halbjahr 2008 bis 2. Halbjahr 2019 (in Euro je t CO<sub>2</sub>)**



Quelle: Deutsche Börse 2020 (Stand: 13.05.2020).

## 10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Investitionen in neue Technologien sind ein wesentlicher Faktor zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Dabei bieten sich auch durch die Energiewende erhebliche Chancen, eine Technologieführerschaft in weltweit zukunftssträchtigen Bereichen zu erlangen.

### Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) ermittelt für das hessische Energiemonitoring seit 2016 (HMWEVL 2016) die jährlichen Investitionen 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 2019 wurden in Hessen Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Höhe von insgesamt 319,3 Mio. Euro getätigt (siehe Tabelle 25). Dies waren 308 Mio. Euro bzw. 49,1 Prozent weniger als im Vorjahr. Dieser hohe Einbruch um fast die Hälfte ist ausschließlich auf die Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung zurückzuführen, die um 312 Mio. Euro bzw. 64 Prozent im Vergleich zum Vorjahr zurückgingen. Demgegenüber haben sich die Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung leicht um 4,1 Mio. Euro bzw. 3 Prozent erhöht.

**Tabelle 25: 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
2019	175,3	144,0	319,3

Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018, ZSW 2019, ZSW 2020.

Wie in Kapitel 6.2 berichtet, ist im Jahr 2019 der Zubau von Windenergieanlagen (WEA) mit nur 4 Inbetriebnahmen nahezu zum Erliegen gekommen. Zum Vergleich wurden in den Jahren 2016 und 2017 jeweils 103 Anlagen und im Jahr 2018 noch 76 Windenergieanlagen neu zugebaut (siehe Abbildung 71). Entsprechend ging die Investitionssumme für Windenergieanlagen von 364 Mio. im Jahr 2018 auf knapp 21 Mio. im Jahr 2019 zurück, was einem relativen Rückgang von 94 Prozent entspricht.

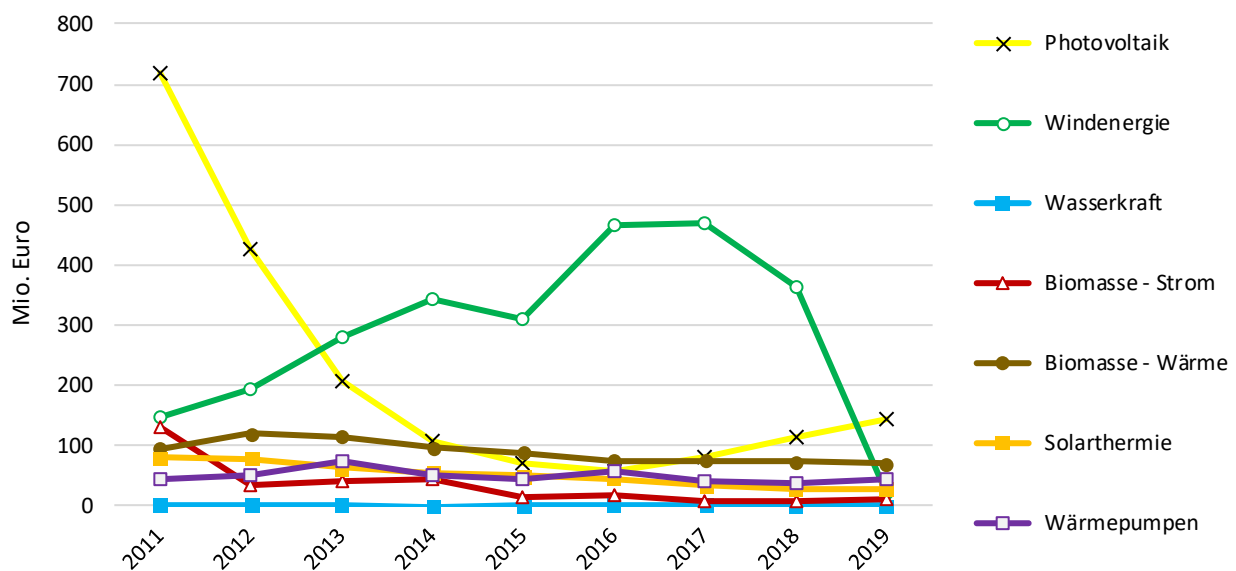
Demgegenüber sind die Investitionen in Photovoltaikanlagen auch im Jahr 2019 weiter deutlich um fast 30 Mio. Euro bzw. 26 Prozent angestiegen. Damit hat sich die seit 2016 zu beobachtende Zunahme fortgesetzt. Fast die Hälfte (45,0 %) aller Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien und rund 82 Prozent des auf die Stromerzeugung entfallenden Investitionsvolumens

entfiel auf Photovoltaikanlagen. Damit haben Photovoltaikanlagen das Investitionsgeschehen im Jahr 2019 geprägt. Nach dem starken Investitionseinbruch bei Photovoltaikanlagen von 2011 bis 2015 – für den die im Jahr 2010 in Kraft getretene Änderung der EEG-Förderung in der Regel als ursächlich betrachtet wird – zeichnet sich aktuell eine kontinuierliche Aufwärtsbewegung ab.

Investitionen zur Stromerzeugung aus Biomasse haben sich um rund 2 Mio. Euro bzw. fast 24 Prozent auf 10,7 Mio. Euro im Jahr 2019 erhöht. Investitionen in Wasserkraftanlagen wurden in Höhe von etwa 300.000 Euro getätigt, deutlich weniger als die Hälfte (-58 %) des Vorjahresniveaus.

Zur leichten Zunahme der Investitionen in Wärmeerzeugung im Jahr 2019 von insgesamt 4,1 Mio. Euro bzw. 3 Prozent gegenüber dem Vorjahr haben vor allem Wärmepumpen mit einer Investitionszunahme von 6,2 Mio. Euro bzw. 16,2 Prozent beigetragen. Investitionen in Solarthermieanlagen sind ebenfalls leicht um 0,9 Mio. Euro bzw. 3,1 Prozent angestiegen. Dem stand ein Investitionsrückgang bei Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung in Höhe von 3,0 Mio. Euro bzw. 4,1 Prozent gegenüber.

**Abbildung 71: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2019 (in Mio. Euro)**



Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018a, ZSW 2019, ZSW 2020a.

### Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen

Abbildung 72 zeigt die mittleren spezifischen Investitionskosten für in den Jahren 2011 bis 2019 in Hessen und bundesweit zugebaute Photovoltaik- und Windenergieanlagen. Für beide Anlagenarten entwickeln sich die mittleren Kosten für Hessen und den Bundesdurchschnitt weitgehend analog, wobei die Werte auf Bundesebene jeweils etwas geringer sind.

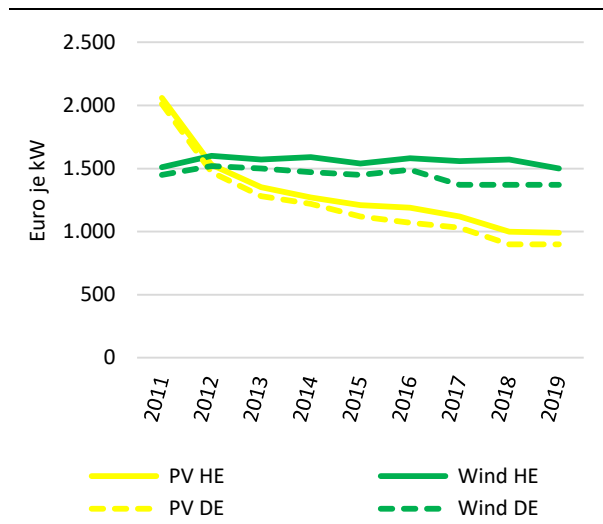
Dies dürfte bei Photovoltaikanlagen darin begründet liegen, dass die spezifischen Investitionskosten mit zuneh-

mender Anlagengröße sinken und die in Hessen zugebauten Anlagen im Mittel etwas kleiner als die deutschlandweit zugebauten Anlagen sind.

Bei Windenergieanlagen dürften die geografischen Gegebenheiten ausschlaggebend für die etwas höheren Investitionskosten sein. Während für Hessen bei Photovoltaikanlagen über den gesamten Zeitverlauf ein kontinuierlicher Preisrückgang von anfänglich über 2.000 Euro je kW im Jahr 2011 auf zuletzt knapp 1.000 Euro im Jahr 2019 feststellbar ist, verharren die spezifischen Investitionskosten von Windenergieanlagen relativ stabil auf dem Niveau von 1.500 Euro je kW.

Dies ist auf höhere Volllaststunden und dadurch niedrigere Gesteungskosten neuer leistungsfähiger Windenergieanlagen zurückzuführen.

**Abbildung 72: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen in Hessen und im Bundesdurchschnitt 2011-2019 (in Euro je kW installierter Leistung)**



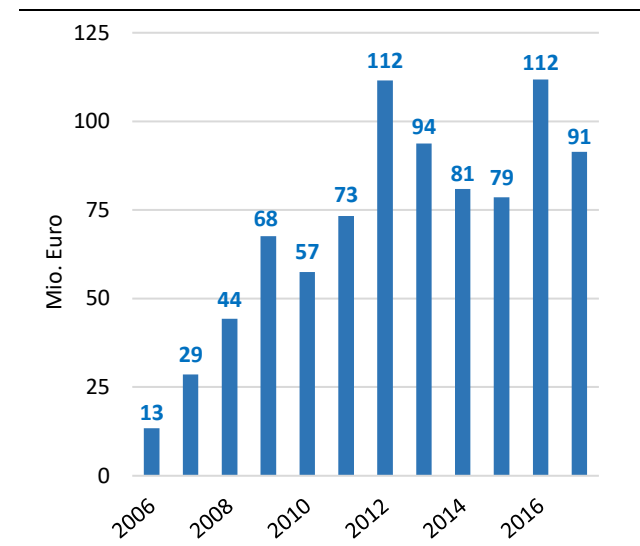
Quelle: ZSW 2020a.

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

Angaben zu Investitionen für den Klimaschutz liegen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) aktuell für die Jahre von 2006 bis 2017 vor (siehe Abbildung 73). Diese können 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.

Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung von erneuerbaren Energien haben hessische Betriebe des Produzierenden Gewerbes im Jahr 2017 in Höhe von gut 91 Mio. Euro getätigt. Im Vergleich zum Vorjahr ging das Investitionsvolumen um 20,4 Mio. Euro bzw. 18,3 Prozent zurück.

**Abbildung 73: Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2017 (in Mio. Euro)**



Quelle: HSL 2020a.

### 10.3 Beschäftigung im Energiebereich

Die mit der Energiewende einhergehenden Umstrukturierungen des Energiesystems wirken sich auf den Arbeitsmarkt aus. Dabei können positiven Beschäftigungseffekten durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und durch Energieeffizienzmaßnahmen auch negative Substitutionseffekte gegenüberstehen. In einer eigens beauftragten Studie zur Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien wurden für Hessen im Jahr 2016 insgesamt 17.630 Beschäftigte ermittelt (HMWEVL 2018b). Seither wurden keine neuen Werte zur Beschäftigungsentwicklung durch erneuerbare Energien auf Bundesländerebene veröffentlicht.

Daher werden im Folgenden die aktuellen Entwicklungen der Beschäftigung in den überwiegend konventionellen Energieversorgungsunternehmen dargestellt.

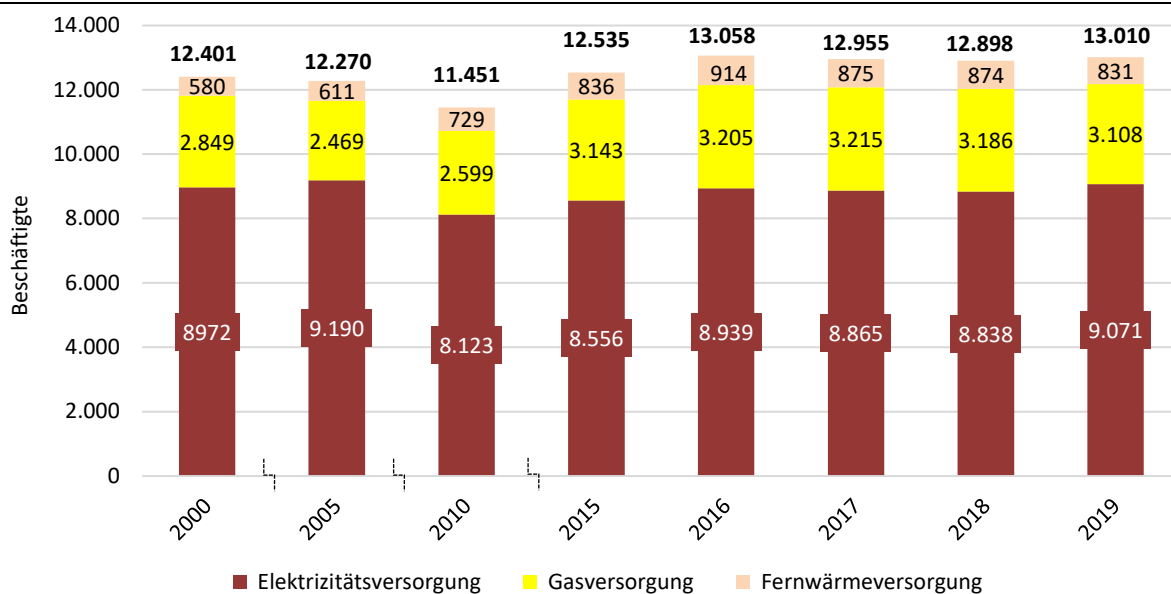
### Beschäftigungsentwicklung in der Energiewirtschaft

Im Jahr 2019 waren in Hessen 13.010 Menschen in Energieversorgungsunternehmen, die überwiegend der konventionellen Energiewirtschaft<sup>45</sup> zugeordnet werden, tätig (siehe Abbildung 74). Dies sind 112 Personen bzw. 0,9 Prozent mehr als im Jahr zuvor.<sup>46</sup>

Differenziert nach einzelnen Sparten der Energiewirtschaft ist dabei im Bereich Elektrizitätsversorgung eine

Zunahme von 233 Beschäftigten bzw. 2,6 Prozent zu verzeichnen. Dem stehen Verluste in der Gasversorgung in Höhe von 78 Arbeitsplätzen (-2,4 %) und in der Fernwärmeversorgung in Höhe von 43 Arbeitsplätzen (-4,9 %) gegenüber. Die Beschäftigten verteilen sich zu 70 Prozent auf die Elektrizitätsversorgung, zu 24 Prozent auf die Gasversorgung und zu 6 Prozent auf die Fernwärmeversorgung.

Abbildung 74: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2019



Quelle: HSL 2020a; Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

Insgesamt verlief die Beschäftigungsentwicklung im überwiegend konventionellen Energiebereich in den letzten Jahren stabil. Im Jahr 2019 gab es mit 13.010 Beschäftigten insgesamt gut 600 Arbeitsplätze mehr als im Jahr 2000. Dabei hat die Zahl der Arbeitsplätze in der Fernwärmeversorgung um 251 bzw. 43 Prozent, in der Gasversorgung um 259 bzw. 9 Prozent und in der Elektrizitätsversorgung um 99 bzw. 1 Prozent zugenommen.

## 10.4 Forschung und Entwicklung

Bevor im Folgenden die Aufwendungen des Landes Hessen für die Energieforschung dargestellt werden, wird ein Blick auf die Forschungsförderprogramme der EU und der Bundesregierung geworfen, an denen Institutionen und Unternehmen aus Hessen teilhaben können. Die Entwicklung von Patenten im Bereich erneuerbarer Energien im Bundesländervergleich rundet das Kapitel ab.

<sup>45</sup> Als konventionelle Energieversorgungsunternehmen werden alle Unternehmen und Betriebe bezeichnet, die Elektrizität oder Gas erzeugen, beschaffen oder 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.

<sup>46</sup> Zu beachten ist, dass es sich bei den Beschäftigtenzahlen um monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten handelt.

## EU-Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020

Im aktuellen europäischen Forschungsrahmenprogramm „Horizon 2020“ werden transnationale und interdisziplinäre Kooperationsprojekte u. a. im Energiebereich gefördert. Das Fördervolumen für die Förderperiode 2014 bis 2020 liegt insgesamt bei rund 80 Mrd. Euro, wovon für die Projektförderung der nicht-nuklearen Energieforschung rund 6 Mrd. Euro eingeplant sind (BMWi 2020f).<sup>47</sup>

Im Zeitraum 2014 bis 2018 wurden im Förderbereich „Sichere, saubere und effiziente Energie“ rund 2,88 Mrd. Euro Fördermittel für insgesamt 609 Verbundprojekte bewilligt. Deutschland ist bei 387 Projekten mit über 800 Teilnehmern beteiligt, bei 93 Projekten kommt der Projektkoordinator aus Deutschland. Rund 45 Prozent der Zuwendungsempfänger sind Forschungsinstitute und Hochschulen, 41 Prozent private Unternehmen und 14 Prozent öffentliche und sonstige Einrichtungen. Die gemessen an der Höhe der Fördermittel wichtigsten Themenfelder der Projekte mit deutscher Beteiligung sind erneuerbare Energien (47 %), Netze und Speicher (18 %), Smart-City-Projekte (8 %) und Dekarbonisierung beim Einsatz fossiler Brennstoffe (7 %).

Im Ländervergleich der Zuwendungsempfänger hat im Zeitraum von 2014 bis 2018 Deutschland mit rund 400 Mio. Euro am stärksten an der Energieforschungsförderung im Rahmen von „Horizon 2020“ partizipiert, gefolgt von Spanien (ca. 350 Mio. Euro), dem Vereinigten Königreich und Frankreich (jeweils ca. 280 Mio. Euro) sowie Italien (ca. 250 Mio. Euro).

Ab 2021 wird „Horizon 2020“ durch das neue EU-Forschungsrahmenprogramm „Horizon Europe“ abgelöst werden. Im Mittelpunkt des neuen Forschungsrahmenprogramms werden Fördermaßnahmen stehen, die zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität der EU bis 2050 beitragen sollen.

Mindestens 35 Prozent der Forschungsförderung sollen für klimafreundliche Technologien bereitgestellt werden (BMWi 2020f).

## Bundesförderung der Energieforschung

Im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung steht die Umsetzung der Energiewende im Fokus. Für den Zeitraum von 2018 bis 2022 stehen hierfür Fördermittel von insgesamt rund 6,4 Mrd. Euro zur Verfügung. Die Fördersumme für das Jahr 2019 lag bei über 1,1 Mrd.

Euro. Das entspricht einer Zunahme von 8,9 Prozent gegenüber dem Jahr 2018. Auf die Projektförderung entfielen gut 700 Mio. Euro bzw. 61 Prozent der Fördermittel. Die wichtigsten Themen waren Energieerzeugung mit 255,4 Mio. Euro, wobei rund 99 Mio. Euro auf Photovoltaik und rund 73 Mio. Euro auf Windenergie entfielen. Weitere Schwerpunkte waren die Themen Energiewende in den Verbrauchssektoren mit 193,9 Mio. Euro (davon 94 Mio. Euro in Gebäuden und Quartieren) und Systemintegration: Netze, Speicher, Sektorkopplung mit 127,1 Mio. Euro (davon 64,9 Mio. Euro in Stromnetze).

Im zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung EnArgus (<https://www.enargus.de/>) stehen Informationen über sämtliche geförderten Projekte zur Verfügung, die nach Bundesland, Fördersumme, Laufzeit und Fördergeber gefiltert werden können. Gemäß der Datenbank sind zum Stichtag 7. August 2020 in Hessen unter dem Suchbegriff „Energie“ in den Jahren 2019 und 2020 insgesamt 48 Projekte mit einer jeweiligen Fördersumme von mindestens 500.000 Euro bewilligt worden. Ausführende Stellen waren u. a. Hochschulen und Forschungseinrichtungen wie die Technische Universität Darmstadt, das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) Kassel, die Universität Kassel, der Deutsche Wetterdienst (DWD) in Offenbach, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt, die Goethe-Universität Frankfurt und das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF) in Darmstadt, aber auch Unternehmen wie Adaptive Balancing Power (Darmstadt), EDAG Engineering (Fulda), ESWE Verkehrsgesellschaft (Wiesbaden), InfraserV Höchst (Frankfurt), Konzept-Energie (Ortenberg), Roth (Linden), SMA Solar Technology (Niestetal), Stadtwerke Bad Nauheim, Umicore (Hannau), Viessmann (Allendorf) und Viprottron (Pfungstadt).

Im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms flossen zusätzlich zur Projektförderung weitere 410 Mio. Euro in die institutionelle Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft und 34 Mio. Euro in begleitende Maßnahmen (u. a. Projektträger, Forschungsnetzwerke, Internationales, Forschungskommunikation).

Als weitere Aktivitäten der Bundesregierung im Energiebereich außerhalb des 7. Energieforschungsprogramms sind die Förderprogramme Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), SINTEG Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (siehe Kapitel 7.2) und Wärmenetze 4.0 sowie die Initiativen Forschungscampus und Effizienzhaus Plus zu verzeichnen.

<sup>47</sup> Der Themenbereich ist unter dem Titel „Sichere, saubere und effiziente Energieversorgung“ unter dem dritten Schwerpunkt „Gesellschaftliche Herausforderungen“ in Horizon 2020 verankert. Zentrale Förderschwerpunkte sind erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Verbraucher, Intelligente Städte und Energiesysteme sowie CO<sub>2</sub>-emissionsfreie fossile Kraftwerke und energieintensive Industriezweige (NKS Energie 2020).

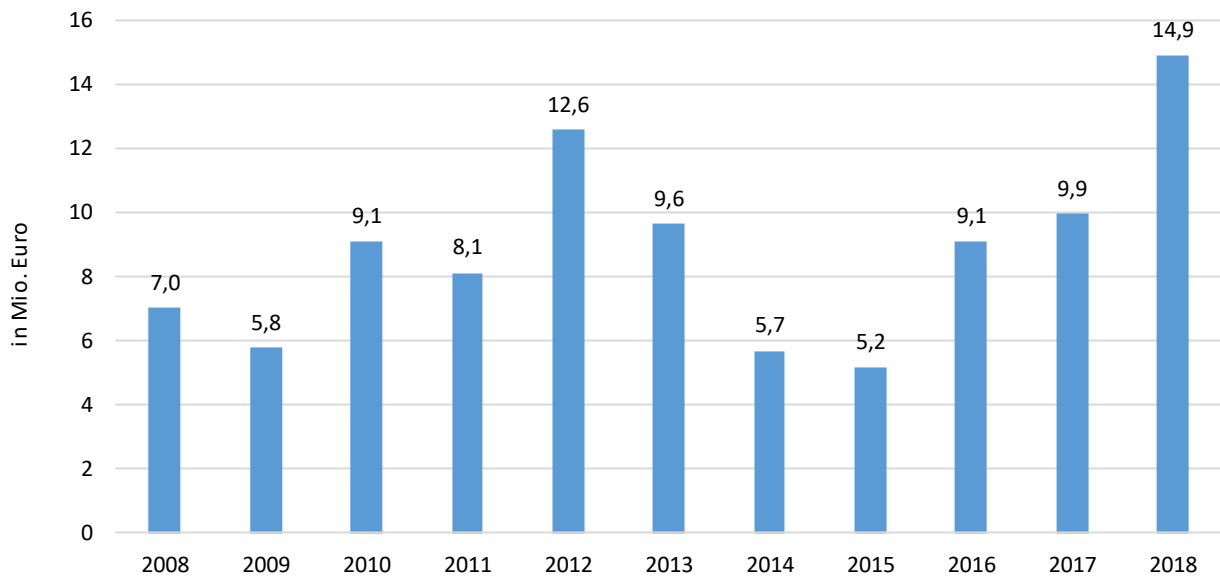
Die Gesamtaufwendungen setzen sich aus Projektförderung und institutioneller Förderung zusammen. In Hessen lag der Anteil der Projektförderung im Jahr 2018 bei 78,9 Prozent. Nur Rheinland-Pfalz hatte einen höheren Anteil der Projektförderung (93 %). Ähnlich hohe Anteile wie Hessen wiesen Bremen, Bayern und Baden-Württemberg auf.

### Förderung der Energieforschung in Hessen

Der Projektträger Jülich führt im Auftrag des BMWi seit dem Jahr 2008 eine jährliche Erhebung der Aufwendungen der Bundesländer für die nichtnukleare Energieforschung durch (Projektträger Jülich 2020, BMWi

2020f).<sup>48</sup> Das Land Hessen hat im Jahr 2018 im Bereich der Energieforschung Mittel in Höhe von insgesamt 14,9 Mio. Euro aufgebracht (siehe Abbildung 75). Seit Beginn der Erhebungen war dies der höchste Betrag. Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beträgt nahezu 5 Mio. Euro bzw. etwa 50 Prozent. Mit Ausnahme von Bremen (hier allerdings von einem sehr viel niedrigeren Ausgangsniveau aus) weist Hessen damit im Jahr 2018 unter allen Bundesländern die höchste Zunahme gegenüber dem Vorjahr auf. Bayern, Berlin und Rheinland-Pfalz verzeichneten leichte Steigerungen, alle anderen Bundesländer dagegen einen Rückgang. Insgesamt ging das Fördervolumen im Jahr 2018 im Vergleich zum Vorjahr um über 20 Prozent zurück, was zu großen Teilen auf die Senkung in Nordrhein-Westfalen zurückzuführen ist.

Abbildung 75: Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2018 (in Mio. Euro)



Quelle: Projektträger Jülich 2020; für das Jahr 2014 korrigierte Zahlen.

Insgesamt sind im Zeitverlauf hohe Schwankungen bei den von den Bundesländern gemeldeten Aufwendungen für Energieforschung festzustellen.

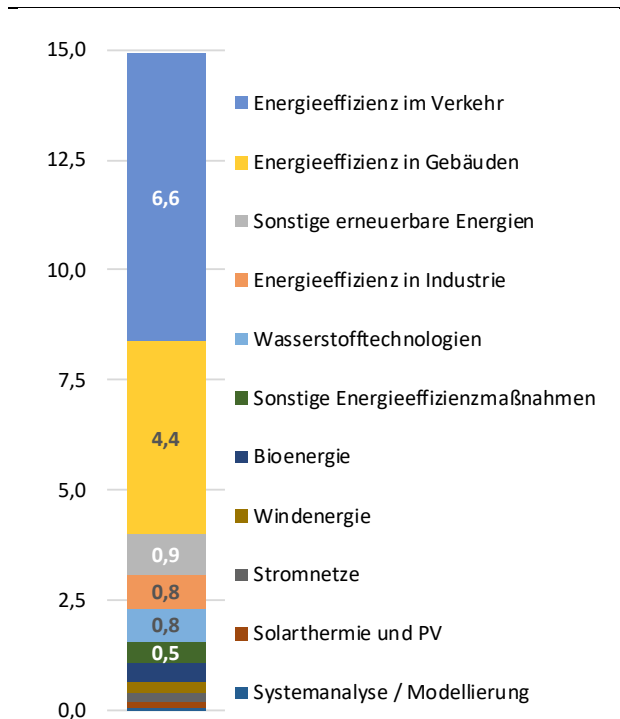
Blickt man auf das Gesamtvolumen der Aufwendungen der Bundesländer für die nicht-nukleare Energieforschung, so lag auch im Jahr 2018 Bayern mit über 59 Mio. Euro an der Spitze, gefolgt von Baden-Württemberg (38,3 Mio. Euro), Nordrhein-Westfalen (28,8 Mio. Euro), Sachsen (22,7 Mio. Euro) und Hamburg

(16,8 Mio. Euro). Hessen folgte auf Position 6 mit knapp 15 Mio. Euro.

<sup>48</sup> Die Angaben umfassen ausschließlich den von den Ländern aufgebrauchten Eigenanteil. Über EU-Beteiligungsfinanzierungen aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) fließen noch zusätzliche Mittel in die Energieforschungsförderung der Länder ein.



**Abbildung 76: Förderung der Energieforschung in Hessen, differenziert nach Forschungsschwerpunkten 2018 (in Mio. Euro)**



Quelle: Projektträger Jülich 2020.

In Abbildung 76 ist die Struktur der Ausgaben für die Energieforschungsförderung des Landes Hessen differenziert nach Förderschwerpunkten für das Jahr 2018 dargestellt.<sup>49</sup> Mit Abstand die wichtigsten Förderbereiche waren Energieeffizienz im Verkehr (inkl. Elektromobilität) und Energieeffizienz in Gebäuden.

Im Bereich Energieeffizienz im Verkehr lag die Förderung bei 6,6 Mio. Euro, was einem Anteil von 43,4 Prozent an den Gesamtausgaben entsprach. Hier findet das Landesprogramm zur Förderung der Elektromobilität seinen Niederschlag (siehe Kapitel 11, Maßnahmen 60-65). Hessen lag in diesem Förderbereich bundesweit an zweiter Stelle hinter Baden-Württemberg, welches ein Fördervolumen von 11,1 Mio. Euro aufwies (Anteil an Gesamtförderung: 29,0 %), was durch die dort ansässige Automobilindustrie bedingt sein dürfte.

An der Spitze aller Bundesländer lag Hessen mit einem Ausgabevolumen von 4,4 Mio. Euro bei den Forschungsausgaben im Bereich Energieeffizienz in Gebäuden,

dicht gefolgt von Bayern (4,1 Mio. Euro), wobei der Anteil dieses Bereichs an der Forschungsförderung insgesamt in Bayern mit 7,0 Prozent deutlich niedriger als in Hessen war (29,3 %). Die Forschungsförderung im Bereich Energieerzeugung (2,4 Mio. Euro) hatte im Jahr 2018 ihren Schwerpunkt in den sonstigen erneuerbaren Energien (0,9 Mio. Euro) und den Wasserstofftechnologien (0,8 Mio. Euro).

### 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 2019 bisher noch nicht vollständig vorliegen, werden in der folgenden Tabelle 26 die Jahre 2011 bis 2018 berücksichtigt.

Um Zufallseinflüsse abzuschwächen, werden die Angaben für jeweils vier Jahre in insgesamt fünf Zeiträume zusammengefasst. Zeitraum I umfasst demnach die Patentanmeldungen der Jahre 2011 bis 2014 und Zeitraum V entsprechend die Patentanmeldungen der Jahre 2015 bis 2018.

In Deutschland wurden im Zeitraum I insgesamt 2.142 Patente im Bereich erneuerbarer Energien angemeldet. Im Zeitraum V waren es nur noch 1.498 bzw. 30 Prozent weniger. In Hessen beziffert sich der entsprechende Rückgang auf 52 Prozent. Hier nahm die Zahl von 94 Patentanmeldungen im Zeitraum I auf 45 im Zeitraum V ab. Dabei ist mit Ausnahme von Niedersachsen und Hamburg die Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in allen Bundesländern im Zeitablauf gesunken.

Die niedrigen Patentanmeldungszahlen in Hessen sind vor allem darauf zurückzuführen, dass im Vergleich zu anderen Bundesländern in Hessen kaum erneuerbare Energieanlagen produziert werden. Als regionale Schwerpunkte für den Bau von Windenergieanlagen sind Niedersachsen und Hamburg zu nennen. Der Bau von PV-Anlagen konzentriert sich auf Bayern und Baden-Württemberg.

<sup>49</sup> Um eine Integration der Angaben in internationale Statistiken zu ermöglichen, wurde in der Erhebung für das Haushaltsjahr 2018 eine Anpassung der Forschungskategorien vorgenommen. Dadurch ist diese differenzierte Betrachtungsweise nicht mehr im Zeitverlauf möglich.

**Tabelle 26: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2018**

	Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien					Veränderung von I zu V
	Zeitraum I 2011-14	Zeitraum II 2012-2015	Zeitraum III 2013-2016	Zeitraum IV 2014-2017	Zeitraum V 2015-2018	
Baden-Württemberg	420	337	297	248	193	-54%
Bayern	493	382	329	317	272	-45%
Berlin	80	78	67	67	62	-23%
Brandenburg	41	30	27	23	23	-44%
Bremen	13	5	7	5	7	-46%
Hamburg	126	128	139	159	199	58%
<b>Hessen</b>	<b>94</b>	<b>87</b>	<b>70</b>	<b>58</b>	<b>45</b>	<b>-52%</b>
Mecklenburg-Vorpommern	52	40	29	24	22	-58%
Niedersachsen	193	179	226	231	248	28%
Nordrhein-Westfalen	293	224	177	207	205	-30%
Rheinland-Pfalz	56	46	62	58	70	25%
Saarland	17	12	11	8	6	-65%
Sachsen	119	100	89	74	49	-59%
Sachsen-Anhalt	40	30	29	30	33	-18%
Schleswig-Holstein	48	37	43	44	48	0%
Thüringen	57	40	30	19	16	-72%
<b>Deutschland</b>	<b>2.142</b>	<b>1.755</b>	<b>1.632</b>	<b>1.572</b>	<b>1.498</b>	<b>-30%</b>

Quelle: ZSW 2020b (Stand: 09.06.2020).

### Erneuerbare Wärmeversorgung im Quartier

Im hessischen Friedrichsdorf entsteht mit rund 360 Wohneinheiten das Wohnquartier „ÖKOSiedlung Friedrichsdorf“. Bei diesem Förderprojekt steht die ganzjährige Versorgung des Quartiers mit Wärme und Warmwasser unter Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vordergrund. Es wird die Kombination einer flexibel regelbaren Elektrowärmepumpe (340 kW thermisch), die die Wärme u. a. aus einem Eisspeicher mit 1.361 m<sup>3</sup> Volumen bezieht, mit Blockheizkraftwerken (BHKW) und Gas-Spitzenlastkesseln realisiert. In einem Eisspeicher gefriert das Wasser durch Absinken der Temperatur unter den Kristallisationspunkt. Beim Übergang von Wasser zu Eis wird Kristallisationswärme frei. Die so freigesetzte Latentwärme kann neben der üblicherweise ausgekoppelten sensiblen Wärme, die bei einem Wärmetzug in der wässrigen Phase anfällt, zusätzlich genutzt werden. Über ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz wird die Wärme im geplanten Quartier verteilt.

Das Projekt hat einen Investitionsumfang von 3,2 Mio. Euro und wird im Rahmen der EFRE-Förderung mit rund 880.000 Euro gefördert.

Weitere Informationen unter: <https://www.frankundfrieda.de/energetisches-konzept/>



Ansicht in das Innere des Eisspeichers

## 11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Allgemein</b>		
1	Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019, veröffentlicht im Staatsanzeiger des Landes Hessen Nr. 44/2019, S. 1046	Durch die Förderung sollen die Ziele des Hessischen Energiegesetzes (HEG) – die Deckung des Endenergieverbrauchs von Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 möglichst zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen, die Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 % und die Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels – vorangetrieben werden. Auf diese Weise soll eine sichere und umweltschonende Energieversorgung in Hessen gewährleistet sein, die bezahlbar und gesellschaftlich akzeptiert ist.
2	„Fördermittelberatung der LandesEnergieAgentur Hessen“	Informationen zu Fördermöglichkeiten rund um das Thema Energie erhalten Interessierte bei der Fördermittelberatung der LandesEnergie-Agentur (LEA). Service im Onlineportal: <a href="http://www.landesenergieagentur-hessen.de/angebote/foerdermittelberatung">www.landesenergieagentur-hessen.de/angebote/foerdermittelberatung</a>
3	LandesEnergieAgentur Hessen	Die Landesenergieagentur Hessen GmbH (LEA) übernimmt im Auftrag der Hessischen Landesregierung zentrale Aufgaben bei der Umsetzung der Energiewende und des Klimaschutzes. Darüber hinaus werden die Aspekte der Verkehrswende mit einbezogen, die eng mit der Energiewende verzahnt bzw. für eine Kombination mit entsprechenden Aktivitäten besonders gut geeignet sind.  Ein Schwerpunkt ist die interessensunabhängige Information und Beratung aller Akteure sowohl in fachlicher als auch wirtschaftlicher und förder technischer Hinsicht sein. Ziele sind die Steigerung der Akzeptanz für die notwendigen Maßnahmen, insbesondere zur Energieeffizienz sowie zum Ausbau und zur Nutzung erneuerbarer Energien, bei allen hessischen Akteuren und eine beschleunigte Markteinführung und -durchdringung innovativer CO <sub>2</sub> -sparender Technologien. Die LEA ist die zentrale Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, Verbände, Vereine und nicht zuletzt für die hessischen Kommunen.
4	House of Energy	Das House of Energy ist eine Kommunikations- und Projektplattform für einen landesweiten Verbund aus Politik, Industrie- und Energieunternehmen sowie energiewissenschaftlich orientierten universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Es vernetzt das energiewissenschaftliche Know-how in Hessen und initiiert innovative Pilot- und Demonstrationsprojekte. <a href="http://www.house-of-energy.org/">http://www.house-of-energy.org/</a>
5	Energiemonitoring	2014 wurde eine Monitoringstelle im Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und 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. <a href="https://wirtschaft.hessen.de/energie/energie-hessen-0">https://wirtschaft.hessen.de/energie/energie-hessen-0</a>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
6	Hessisches Biogas-Forschungszentrum (HBFZ)	<p>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.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum</a></p>
7	Gründerwettbewerb „Science4Life Energy Award“	<p>Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015.</p> <p>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.</p> <p><a href="http://www.science4life.de/VentureCup/EnergyCup.aspx">http://www.science4life.de/VentureCup/EnergyCup.aspx</a></p>
8	Hessischer Staatspreis für innovative Energielösungen	<p>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. Ziel ist es, bis zu 5 Preise in den Themenfeldern Strom, Wärme, Verkehr, Systemintegration und Nachwuchs zu vergeben. Mit dem Staatspreis werden so innovative und zukunftsweisende Lösungen sichtbar gemacht und gefördert.</p> <p><a href="http://www.hessischer-staatspreis-energie.de">www.hessischer-staatspreis-energie.de</a></p>
9	Landesnetzwerk Bürger-Energiegenossenschaften Hessen e. V.	<p>Der LaNEG Hessen e. V. ist eine von der Hessischen Landesregierung geförderte Initiative für die Vernetzung und Förderung der hessischen Bürger-Energiegenossenschaften. <a href="http://www.laneg-hessen.de/">http://www.laneg-hessen.de/</a></p>
10	Contracting-Netzwerk Hessen	<p>Das Contracting-Netzwerk Hessen (CNH) ist eine Initiative des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. Mit dem jährlichen Contracting-Tag Hessen sowie weiteren Fachworkshops und Netzwerktreffen bietet es eine Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch zum Thema Contracting in Hessen. Darüber hinaus wird im Rahmen des CNH der Hessische Contracting-Preis 2020 verliehen und erfolgreiche Beispiele von hessischen Contracting-Projekten in einer Best-Practices-Broschüre vorgestellt.</p> <p><a href="http://www.hessischer-contractingpreis.de">www.hessischer-contractingpreis.de</a></p>
11	Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen	<p>Über 235 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. Das Bündnis besteht nun seit über 10 Jahren und inzwischen sind mehr als die Hälfte aller Kommunen im Bündnis vertreten und bei den Landkreisen sind es sogar fast 3/4. Diese sind besonders wichtig, da sie als regionale Multiplikatoren die Kommunen auch bei der Umsetzung von Maßnahmen und der Beantragung von Fördermitteln unterstützen.</p> <p><a href="https://www.klima-kommunen-hessen.de">https://www.klima-kommunen-hessen.de</a></p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
12	Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen	<p>In 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. Die Richtlinie wurde im September 2019 um die Förderung von Trinkwasserbrunnen im urbanen Raum als Klimaanpassungsmaßnahme, die Förderung der Einrichtung kommunaler Verleihsysteme von CO<sub>2</sub>-armen Mobilitätssystemen (ausgenommen Elektroautos) sowie deren Anschaffung für den innerkommunalen Gebrauch (z. B. (E-)Lastenfahrräder) als investive Klimaschutzmaßnahme und die Förderung von Maßnahmen zur Haus- und Hofbegrünung privater Immobilieneigentümer als Klimaanpassungsmaßnahme in Kommunen, wenn die Kommune hierzu ein Förderprogramm auflegt, erweitert. Um neben der Möglichkeit zusätzlich auch Fördermittel des Bundes im Rahmen der Nationalen Klimainitiative (NKI) in Anspruch zu nehmen, ist jetzt auch eine Kumulation mit dem Investitionsprogramm der HESSENKASSE möglich. Der Fördersatz für Kommunen beträgt 70 %, Mitgliedskommunen des Bündnisses ‚Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen‘ erhalten einen Fördersatz von 90 %.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/klima/foerderung">https://umwelt.hessen.de/klima/foerderung</a></p>
13	Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025	<p>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 zum Verkehr bis hin zum Gebäudesektor und der Gesundheit. Maßnahmen für Klimaschutz und für die Anpassung an den Klimawandel wurden gleichzeitig erarbeitet.</p> <p>Das Land Hessen hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 seine Treibhausgasemissionen um 30 % im Vergleich zu 1990, bis 2025 um 40 % und bis 2030 um 55 % zu reduzieren. Bis 2050 will Hessen klimaneutral werden und strebt eine Reduzierung von mindestens 90 % an. Der Klimaschutzplan unterlegt diese Ziele mit 140 konkreten Maßnahmen für Klimaschutz und Klimawandelanpassung.</p> <p>Zu Beginn der ersten Umsetzungsphase wurden 42 Maßnahmen als so genannte „prioritäre Maßnahmen“ ausgewählt, für die neben den bereits vorhandenen auch zusätzliche finanzielle Mittel in Höhe von 140 Mio. Euro zur Verfügung gestellt wurden.</p> <p>Von den 140 Maßnahmen befinden sich jetzt 110 Maßnahmen in der Umsetzung und ein Teil ist bereits erfolgreich abgeschlossen. So wurden Förderprogramme aufgebaut und erweitert sowie Institutionen gegründet wie die Landesenergieagentur. Für Kommunen, Privatpersonen und Unternehmen wurden Beratungsangebote entwickelt und Projekte der Klimabildung ausgebaut.</p> <p><a href="https://www.klimaschutzplan-hessen.de/umsetzung">https://www.klimaschutzplan-hessen.de/umsetzung</a></p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
14	„Klimaschutz beginnt hier. Mit mir.“ – Klimakampagne für Hessen	<p>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<sub>2</sub>-Sparen in den Themenfeldern Energie, Mobilität, Konsum und Ernährung. Aber auch Themen der Klimawandelfolgen werden aufgegriffen.</p> <p>Im ersten Jahr der Umsetzung wurde ein Netzwerk mit rund 20 Botschafterinnen und Botschaftern, die die Kampagne in die Regionen tragen, aufgebaut. Es wurden Aktionsideen (wie z. B. Energiefresser-Wettbewerb oder Wirf-nix-weg-Dinner) zur Umsetzung vor Ort entwickelt, die auf der Kampagnen-Website veröffentlicht sind. Im Jahr 2019 wurden neue Formate wie Rezeptvideos für klimafreundliches Kochen, Videoformate zu klimafreundlichem Konsum und die Erstellung eines Klima-Graffitis des Frankfurter Künstler Justus Becker alias „COR“ umgesetzt. Das Motto des Graffitis „Gemeinsam noch was drehen“ wird im Kampagnenjahr 2020 als zentrales Motto verwendet. Im Themenfeld Klimawandelanpassung wurde bis Mai 2020 die sog. Klimaverlierer (z. B. Grasfrosch, Feuersalamander, Moor) für die breite Öffentlichkeit und medienwirksam aufgearbeitet.</p> <p>Erweitert wurde die Kampagne über Clips zur Information über die Umsetzung von konkreten Maßnahmen des Landes Hessen, die über die sozialen Medien verbreitet werden.</p> <p><a href="https://www.klimaschutzplan-hessen.de/startseite">https://www.klimaschutzplan-hessen.de/startseite</a></p>
15	Roadmap Energie	<p>Die Roadmap Energie Hessen legt die konkreten Schritte zur weiteren Umsetzung der Energiewende in Hessen fest. Es wurden insgesamt sechs Gebiete identifiziert, die für den weiteren Erfolg der Energiewende in Hessen entscheidend sind und aus denen sich für Hessen die größten wirtschaftlichen Chancen ergeben: Ausbau EE-Strom, Energieeffizienz Strom und Wärme, weiterer Ausbau Infrastruktur E-Mobilität sowie die zwei zentralen Querschnittsthemen Digitalisierung und Sektorenkopplung.</p>
16	Zukunftsforum Energie & Klima	<p>„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 Energie &amp; Klima 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“ und „Zukunftsforum Energiewende“ an.</p> <p><a href="https://www.zufo-energie-klima.de/">https://www.zufo-energie-klima.de/</a></p>
<b>Energieeffizienz (Gebäude)</b>		
17	Energieeffizienz im Mietwohnungsbau	<p>Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015.</p> <p>Für hocheffiziente Modernisierungs- und Neubaumaßnahmen an / in Mietwohngebäuden 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“.</p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
18	Förderung der Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus im Bestand	Gefördert werden Modernisierungsmaßnahmen in Gebäuden, durch die der jährliche Heizwärmebedarf des Gebäudes auf maximal 25 kWh pro Quadratmeter reduziert wird. Bei der energetischen Modernisierung sollen passivhaustaugliche Komponenten, Bautechniken und Verfahren zur Anwendung kommen. Die Mehrausgaben gegenüber einer Modernisierung gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) werden mit bis zu 50 % bezuschusst. Seit 2014 wurden Förderungen für 42 Gebäude mit insgesamt 592 Wohneinheiten beschieden.
19	Kommunalrichtlinie (Energie) nach § 3 des Hessischen Energiegesetzes (HEG) zur Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kommunen vom 10. Februar 2017	<p>Förderangebot für energetische Modernisierungsmaßnahmen kommunaler Gebäude sowie zusätzlich für Maßnahmen zur Energieeffizienz, zur Nutzung erneuerbarer Energien und von innovativen Energietechnologien.</p> <p>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.</p> <p>Die Förderhöhe ist abhängig von der Art der Maßnahme sowie der finanziellen Leistungsfähigkeit der Kommune bei 30 bis 70 % 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 % erhöht werden. Aktuelle Förderschwerpunkte sind die Solarthermie und Energieeffizienzmaßnahmen für kommunale Freibäder, die LED-Straßenbeleuchtung sowie die Gebäudeautomation für kommunale Nichtwohngebäude. Die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des Kommunalen Finanzausgleichs. Derzeit erfolgt eine Überarbeitung der Kommunalrichtlinie mit weiteren Förderschwerpunkten.</p>
20	Bürgerschaftsprogramm für Wohnungseigentümergeinschaften	Weiterführung des bestehenden Programms. Wohnungseigentümergeinschaften stehen vor der Schwierigkeit, sich am Markt kaum mit günstigen Förderkrediten für die Durchführung energetischer Modernisierungsmaßnahmen versorgen zu können. Deshalb bietet die Wl-Bank KfW-Darlehen an und sichert diese mit einer Bürgschaft des Landes ab.
21	CO <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> -Bilanzen, Energieeffizienzplan einschließlich Mobilitätskonzepten und Beschaffung sowie Öffentlichkeitsarbeit (siehe folgende sechs Maßnahmen). Es konnte eine Halbierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Vergleich zu 2008 erzielt werden.
22	CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Landesliegenschaften (COME)	Das CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Landesliegenschaften (COME) wurde abgeschlossen. Für die energetische Sanierung der vom Landesbetrieb Bau und Immobilien (LBiH) betreuten Landesliegenschaften wurden insgesamt 160 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Im Programm wurden 72 Projekte fertiggestellt und 19 Maßnahmen als Energiespar-Contracting / PPP-Verfahren durchgeführt. Die CO <sub>2</sub> -Einsparung beträgt mehr als 200.000 Tonnen bezogen auf 30 Jahre.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
23	CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Hochschulliegenschaften (COME-Hochschulen)	Das 2018 begonnene Programm COME-Hochschulen dient der energetischen Sanierung von Hochschulgebäuden und ist das Nachfolgeprogramm von COME. Das Programm hat ein Gesamtvolumen von 200 Mio. Euro. Eine Hälfte der Programmmittel wird im Einzelplan 18 zur Verfügung gestellt, die andere Hälfte tragen die Hochschulen. Rund 50 Baumaßnahmen werden derzeit geplant.
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 nach Bedarf für neu eingestelltes Fachpersonal weiterhin vom LBIH angeboten.
25	Informationsveranstaltungen Energieeffizienz für Führungskräfte	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).
26	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 „Kordinatorin / 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. Fachlich begleitet werden sollen sie von den Energiebeauftragten und dem Competence Center Energie (CC Energie) des LBIH.
27	Informationsveranstaltungen für Koordinatoren für Energiefragen	Die EMA-Hessen (s. o.) sieht die Benennung von Koordinatorinnen bzw. Koordinatoren für Energiefragen vor. Sie unterstützen das energiesparende Verhalten in den Dienststellen. Zu diesem Zweck werden Informationsveranstaltungen angeboten.
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 wurden 2018 veröffentlicht. Für die Bewertung des Erfolgs und die Weiterentwicklung der Klimaschutzstrategie im Wohngebäudebereich sollen zukünftig weitere empirische Erhebungen zur Sanierungsrate durchgeführt 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 erfolgt eine Förderung im Rahmen des Förderschwerpunkts zur Gebäudeautomation für kommunale Nichtwohngebäude nach der Kommunalrichtlinie (Energie).
30	Verbesserung des klimafreundlichen sommerlichen Wärmeschutzes bei gewerblichen Bauten	Die Maßnahme wird unter der Federführung des HMWEVW durch die LEA durchgeführt und ist im ersten Halbjahr 2020 gestartet. Sie zielt auf die Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes bei gewerblichen Bauten und adressiert dabei die Aspekte Klimawandelanpassung, Klimaschutz und Efficiency First mit dem Ziel der Vermeidung zusätzlicher Energie- und Ressourcenverbräuche zur Gebäudekühlung.



Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Energieeffizienz (Strom und sektorübergreifend)</b>		
31	Landes-KWK-Initiative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung einer Informationskampagne des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere in kommunalen Gebäuden, Gewerbetrieben, Krankenhäusern, Alten-Pflegeheimen und Hotels. Damit sollen neue Potenziale im KWK-Bereich erschlossen werden.</li> <li>- Beratungsinitiative Mikro-KWK-Brennstoffzelle für das Bundesprogramm „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“. 2019 wurden über 180 Erstberatungen durchgeführt. Das Programm wird 2020 fortgeführt.</li> </ul>
32	Förderung von Energieeffizienznetzwerken	<p>Maßnahme im Rahmen der Energie-Agenda 2015. Förderprogramm für in Gründung befindliche und bestehende betriebliche Energieeffizienznetzwerke (Zuschüsse zur Akquise, externe Referenten, Raummiete und Sachkosten).</p> <p><a href="https://www.energieland.hessen.de/energieeffizienz-netzwerke">https://www.energieland.hessen.de/energieeffizienz-netzwerke</a></p>
33	LED-Straßenbeleuchtung	<p>Die Modernisierung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik kann 70-80 % des Energieverbrauchs der Straßenbeleuchtung einsparen. Das Land Hessen fördert Modernisierungsmaßnahmen, die diese Einsparung erreichen, mit 15 %, zusätzlich zur bestehenden Förderung des Bundes.</p>
34	Förderung von Einrichtungen und Maßnahmen zur Energieberatung	<p>Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019. Sie wird gewährt zur Einrichtung von Energieberatungsstellen und Energieagenturen für einen Zeitraum von drei Jahren und u. U. für weitere zwei Jahre als Anschlussförderung zur Verstärkung der Arbeit.</p>
35	Förderung von Maßnahmen zur Qualifikations- und Informationsvermittlung von Technologien auf dem Gebiet der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien	<p>Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019. Über diesen Fördertatbestand können auch Weiterbildungsangebote der Architekten- und Handwerkskammern und Qualifikationsangebote von Hochschulen gefördert werden.</p>
36	Hessische Energiesparaktion (HESA)	<p>Weiterführung des seit 2003 bestehenden Programms bei der Landes-EnergieAgentur (LEA). Tipps und Tricks für Bürgerinnen und Bürger zur Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten:</p> <p><a href="http://www.energiesparaktion.de/">http://www.energiesparaktion.de/</a></p>
37	Hessische Initiative für Energieberatung im Mittelstand (HIEM)	<p>Weiterführung des seit 2012 bestehenden Programms bei der Landes-EnergieAgentur. Kostenlose niederschwellige Impulsberatung für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) zu Energieeffizienzmaßnahmen.</p>
38	PIUS-Invest – Investitionsförderprogramm zur Steigerung der Ressourceneffizienz	<p>Das Programm PIUS-Invest bezuschusst Investitionsprojekte, die die Ressourceneffizienz (Energie- und Materialeffizienz) verbessern und CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen, mit bis zu 500.000 Euro. Förderfähig sind Vorhaben von KMU in Hessen, die durch Prozess- oder Organisationsinnovationen zu einer wesentlichen Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz beitragen. <a href="http://www.pius-invest.de">www.pius-invest.de</a></p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
39	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 in 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.
40	Förderprogramm zur Unterstützung des KfW-Programms 432 (energetische Stadtsanierung)	Die Ergänzungsförderung für energetische Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 09. Oktober 2019 und baut als eine prioritäre Maßnahme des Klimaschutzplans auf den Modellprojekten im Werra-Meißner-Kreis auf.
<b>Erneuerbare Energien</b>		
41	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 Landesenergieagentur (LEA) durchgeführt.
42	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.
43	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.).
44	Hessische Verwaltungsvorschrift zur Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Hessen	Durch die Inkraftsetzung einer Verwaltungsvorschrift im Jahr 2020 wird die Umsetzung der Belange des Naturschutzes beim Windenergieausbau in Hessen einheitlich geregelt. Hierüber wird die Errichtung von Windenergieanlagen auf größenordnungsmäßig 2 % der Landesfläche beschleunigt. In diesem Umfang ist der Ausbau der Windenergie zur Deckung des Endenergieverbrauchs von Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen erforderlich.
45	Förderung von innovativen Energietechnologien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019. Beispiele: Abwasserabwärmenutzung, Eisspeicher im Quartier, Smarthome-Technologieprojekt in Wohngebiet, innovatives Erdkabeltestprojekt, innovative Einbindung von Mikrogasturbinen in Produktionsprozesse.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
46	Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten	<p>Die Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019. Energiekonzepte bilden die Entscheidungsgrundlagen für innovative Quartierslösungen mit einem hohen Grad an Eigenversorgung z. B. durch Blockheizkraftwerke (BHKW) und erneuerbare Energien. Weitere Themen sind Nahwärmelösungen auf der Basis von Biomasse oder auch interkommunale Projekte wie z. B. zur Nutzung der Windenergie.</p> <p><a href="https://www.energieland.hessen.de/foerderung-kommunen">https://www.energieland.hessen.de/foerderung-kommunen</a></p>
47	Modellprojekt der Hessischen Landgesellschaft (HLG) zur Realisierung von Plus-Energie-Siedlungen	<p>Die Hessische Landgesellschaft (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.</p>
48	Hessische Mieterstromkampagne	<p>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.</p>
49	Hessenweites Solar-Kataster	<p>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. Zwischen 2018 und 2019 fanden weitere Optimierungen in Bezug auf die Bedienerfreundlichkeit statt. Bis Ende 2019 haben über 220.000 Berechnungen über das Solar-Kataster stattgefunden. <a href="http://www.solarkataster.hessen.de">www.solarkataster.hessen.de</a></p>
50	Solarpaket	<p>Das Solarpaket wird als Maßnahmenbündel zur solaren Energienutzung verstanden, da die solare Wärmenutzung im Zusammenhang mit den Wärmewendeaktivitäten neben der Stromerzeugung ebenfalls von erheblicher Bedeutung ist. Das Paket ist ein Bündel aus Einzelmaßnahmen, die vor allem das Ziel haben, entsprechende Lösungen sichtbar zu machen und die Prozesse insgesamt zu unterstützen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Freiflächensolaranlagenverordnung (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. 2019 wurden mit unterschiedlichen Beteiligten Workshops durchgeführt.</li> <li>- Kommunales Infopaket: Kommunen können Informationsmaterialien für eine eigene Solarkampagne erhalten (Fertigstellung drittes Quartal 2020).</li> <li>- Förderangebote für innovative Solarenergiesysteme</li> </ul>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
51	Aufbau einer Power-to-Gas-Anlage am HBFZ	Direktmethanisierung von Biogas im Technikumsmaßstab in einer 50 kW <sub>el</sub> -Power-to-Gas-Anlage am Eichhof, Bad Hersfeld. Der Wasserstoff wird direkt mit Biogas methanisiert. Das neue Anlagenkonzept wird im kombinierten Betrieb getestet. <a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/hessisches-biogas-forschungszentrum</a>
52	Mobilisierung, Aufbereitung und Verwertung holziger Biomasse in der ländlichen Region am Beispiel des Werra-Meißner-Kreises	<p>Der Werra-Meißner-Kreis möchte mit dem Projekt weitere Holzsegmente, wie Grüngut und Landschaftspflegeholz, zur Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Brennstoffe erschließen. Die Projektphase I (Konzeptphase) ist abgeschlossen. Nähere Informationen unter: <a href="https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/mobilisierung-aufbereitung-und-energetische">https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/mobilisierung-aufbereitung-und-energetische</a></p> <p>Aktuell findet Projektphase II (Umsetzungsphase) statt, in welcher das erstellte Konzept zur Sammlung und Aufbereitung von holzigem Grüngut und Landschaftspflegeholz im Werra-Meißner-Kreis umgesetzt wird. Projektlaufzeit: Dezember 2017 bis Mai 2021.</p> <p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablierung eines innovativen Gesamtsystems zur Erfassung und Verwertung von Grüngut und Landschaftspflegematerial in Kooperation mit der Abfallwirtschaft.</li> <li>- Aufbau eines Landschaftsholz-Katasters und Landschaftsholz-Managements, dazu Beauftragung eines Landschaftsholz-Managers.</li> </ul>
53	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. <a href="https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070">https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070</a>
54	Anwendungsmöglichkeiten der Wasserstofftechnologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e. V. (H2BZ-Initiative Hessen e. V.)</li> <li>- Förderung von Einzelprojekten, z. B. Flottenprojekt</li> <li>- Förderprojekte in den Bereichen ÖPNV und stationäre Systeme</li> </ul>
55	Nutzung der Erdwärme in Neubaugebieten	Wärmpotenziale aus Geothermie werden in hessischen Siedlungen ermittelt und eine praktisch verwertbare Information in Form von Geothermie-Steckbriefen zur Verfügung gestellt.
56	Kompetenznetzwerk Geothermie	Seit dem Jahr 2017 widmet sich das Kompetenznetzwerk Geothermie, besetzt mit Vertretern aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft, die Nutzung der Erdwärme in Hessen voranzubringen. Dabei stehen Informationsveranstaltungen (z. B. Geothermieforum im Rahmen des Zukunftsforums Energiewende), Vernetzung und der Abbau von Hemmnissen im Fokus.
<b>Netzinfrastruktur</b>		
57	Intelligente Energienetze im Quartier	Entwicklung und Förderung von Pilotprojekten zur Optimierung der erneuerbaren Energien im Stromnetz.
58	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
<b>Verkehr</b>		
59	Schienengüterverkehr: Gleisanschlussförderung	Am 18. Juni 2018 ist die neue Richtlinie zur Förderung für den Schienengüterverkehr des Landes Hessen (Rili SGV) in Kraft getreten. Die Richtlinie zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schienen ergänzt die Förderung des Bundes (Gleisanschlussförderrichtlinie). Gefördert werden Investitionen in Maßnahmen zur Neuerrichtung oder zum Erhalt von Schienengüterverkehr (Neuanlagen, Reaktivierung und Sanierung) sowie Untersuchungsgutachten. Seit Veröffentlichung dieser Richtlinie wurden vier Projekte gefördert und befinden sich derzeit in der Zweckbindungsphase (Dieburg, Limburg, Biebesheim am Rhein, Hanau-Hafen).
60	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.
61	Elektromobilität: Projektförderung	Seit 2015 fördert das HMWEVW F&E-Projekte sowie Pilotanwendungen im Bereich der Elektromobilität. Dafür stehen in den Haushaltsjahren 2019 und 2020 jeweils rund 5,1 Mio. Euro zur Verfügung.
62	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.
63	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 A5 ist fertig und 2019 begann der Testbetrieb der Oberleitungs-LKW. Seit Mitte 2020 stehen alle fünf Test-LKW zur Verfügung und sind in Kooperation mit lokalen Speditionen in Betrieb.
64	Elektromobilität: Ladesäulenförderung	Bis Ende 2020 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 2020 über 4 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.
65	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 sieben E-Bussen gefördert.
66	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.
67	Kompetenzzentrum "Klima- und Lärmschutz im Luftverkehr"	Um den Luftverkehr unter Nachhaltigkeitsaspekten weiterzuentwickeln, wurde Anfang 2020 das Kompetenzzentrum „Klima- und Lärmschutz im Luftverkehr“ in der HTAI (Hessen Trade & Invest) mit Sitz im HOLM aufgebaut. Kernaufgabe des Kompetenzzentrums ist es, in Zusammenarbeit mit Industriepartnern das Ziel einer Pilotanlage zur Herstellung von nachhaltig hergestellten synthetischen Kraftstoffen im Power-to-Liquid-Verfahren (PtL) in Hessen umzusetzen.

# 12

Ausblick



## 12 Ausblick

Die **Corona-Pandemie** hat die Weltwirtschaft im Jahr 2020 in die schwerste Krise der Nachkriegszeit gestürzt und hat auch Auswirkungen auf die Energiewende in Hessen. Die massiven Produktionsausfälle in der hessischen Wirtschaft und der für längere Zeit nahezu zum Erliegen gekommene Luftverkehr führen voraussichtlich zu sinkenden Energieverbräuchen in diesen Sektoren. Die vom Bund und dem Land Hessen beschlossenen massiven Unterstützungsmaßnahmen zur Stützung der Wirtschaft bieten möglicherweise aber auch Chancen für die Entwicklung innovativer Energie- und Klimatechnologien. Dies dürfte sich bereits im laufenden Jahr, mehr aber noch in der zukünftigen Entwicklung z. B. des Energieverbrauchs sowie der Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen niederschlagen.

Mit Blick auf den Energiebereich wurde von Bund und Ländern am 17. Juni 2020 bekräftigt, eine jederzeit **zuverlässige, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung** für Wirtschaft und private Haushalte zu gewährleisten. Ergänzend zum direkten Einsatz erneuerbarer Energien sollen Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe auf Basis erneuerbarer Energien mittel- bis langfristig einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende leisten. Dazu bedarf es einer akzeptanzgesicherten Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien, insbesondere der Windkraft und der Photovoltaik, und andererseits eines raschen Ausbaus und der Modernisierung der Strom- und Gasnetze.

Zum 1. Januar 2021 soll eine **Reform des EEG (EEG 2021)** in Kraft treten. Wesentlicher Inhalt dieser Novelle soll es sein, einen Anteil von 65 Prozent erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Weitere Inhalte lagen zum Redaktionsschluss dieses Berichts nicht gesichert vor.

Das Bundeskabinett hat am 10. Juni 2020 den **Nationalen Energie- und Klimaplan** (National Energy and Climate Plan – NECP) beschlossen und an die EU-Kommission übermittelt. Die Mitgliedsstaaten der EU sollen in ihren NECP umfassend Auskunft über ihre nationale Energie- und Klimapolitik für einen Zeitraum von zehn Jahren geben. Mittelfristig könnten aus dem neuen Planungs- und Monitoringsystem zur Umsetzung der Energieunion Anpassungsbedarfe für das hessische Indikatorensystem resultieren.

Mit Freischaltung des Webportals zum **Marktstammdatenregister** (MaStR) durch die BNetzA Ende Januar 2019 wurde für alle Marktakteure und für die Öffentlichkeit ein umfassendes Register für den deutschen Strom- und Gasmarkt geschaffen. Im MaStR sind die Stammdaten aller Strom- und Gaserzeugungsanlagen und 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. Durch die Einbeziehung der Anlagenbetreiber, die die Verantwortung für die Datenmeldung und -pflege übernehmen müssen, ist von einer Qualitätssteigerung der Datensammlung auszugehen. Alle Bestandsanlagen, also solche, die vor der Veröffentlichung des Webportals in Betrieb gegangen sind, müssen von den Anlagenbetreibern bis zum 31. Januar 2021 über das Webportal registriert werden. Für neue Anlagen gilt eine Registrierungsfrist von einem Monat. Ab Februar 2021 sollte somit der gesamte Anlagenbestand in Deutschland vollständig im Marktstammdatenregister vorliegen und für das hessische Energiemonitoring nutzbar sein.





## Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>Seite</b>
1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2019 (in TWh).....	2
2 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2019 (in %).....	3
3 Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings.....	10
4 Basis und Datengrundlagen des hessischen Energiemonitorings.....	12
5 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ).....	15
6 Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100).....	16
7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ).....	16
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2019 (in PJ).....	17
9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ).....	18
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ).....	19
11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ).....	19
12 Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2019 (in TWh).....	20
13 Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2019 (in TWh, Anteilswerte in %).....	21
14 Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 2000-2019 (in kWh).....	21
15 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2019 (in TWh, Anteilswerte in %).....	22
16 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2019 (Index 2000 = 100).....	23
17 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2019 (Index 2000 = 100).....	24
18 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2019 (Index 2000 = 100).....	24
19 Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2019 (Index 2000 = 100).....	25
20 Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2017 (in kWh je 1.000 Euro BWS).....	25
21 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003-2019 (in %).....	28
22 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2019 (in TWh).....	29
23 Entwicklung des EEV von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003-2019 (Index 2003 = 100).....	30
24 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2019 (in TWh, Anteilswerte in %).....	31
25 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2019 (in %).....	32
26 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2019 (in TWh, Anteilswerte in %).....	33
27 Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2019 (in TWh).....	33
28 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2019 (in PJ).....	35

29	Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen 2000-2019 (in PJ, Anteilswerte in %) .....	37
30	Temperaturbereinigter EEV privater Haushalte für Raumwärme und Warmwasser (Index 2000 = 100) .....	38
31	Zubau von Erdwärmesonden-Anlagen in Hessen 2000-2019 (jährlich und kumuliert) .....	41
32:	Struktur und Entwicklung des Leistungszubaus von Erdwärmesonden-Anlagen nach Leistungsklassen 2000-2019 .....	41
33	Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2018 (in PJ) .....	42
34	Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2019 (Index 2008 = 100) .....	43
35	KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2019 (in Mio. Euro) .....	44
36	Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2019 geförderte Anlagen in Hessen .....	45
37	Windvorranggebiete in Hessen .....	55
38	Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2019 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW) .....	58
39	Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern 2019 (in GWh) .....	59
40	Entwicklung der Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen 2003-2019 (in GWh) .....	62
41	In KWK-Anlagen installierte Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohner zum 31.12.2019 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten (in kW) .....	64
42	Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) zum 31.03.2020 .....	68
43	Fortschritt der Vorhaben nach dem BBPlG zum 31.03.2020 .....	69
44	Fortschritt der Vorhaben nach dem EnLAG zum 31.03.2020 .....	71
45	Stand der Vorhaben aus dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) zum 31.03.2020 .....	72
46	Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2019 (in Mrd. Euro) .....	75
47	Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern 2018 (in min/Jahr) .....	76
48	Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen 2019 .....	78
49	Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2019 (in min/Jahr) .....	80
50	Entwicklung des SAIDI-Wertes für Bundesländer 2019 (in min/Jahr) .....	80
51	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2019 (in PJ, Anteilswerte in %) .....	85
52	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2019 (in PJ) .....	85
53	Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor, Anzahl der Kraftfahrzeuge und der Einwohner (Index 2000 = 100) .....	86
54	Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2020 .....	91
55	Verteilung der Erdgas- und Wasserstofftankstellen in Hessen (Stand: Mai 2020) .....	92
56	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2019 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %) .....	95
57	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2019 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente) .....	96
58	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und bzgl. BIP (Index 2000 = 100) .....	96

59	Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner 2000-2019 (in t CO <sub>2</sub> -Äquivalente je Einwohner) .....	97
60	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 2019 (in %) .....	97
61	Entwicklung der energiebedingten CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 1990-2019 (Index 1990 = 100).....	98
62	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2019 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100).....	101
63	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2020 (in Cent je kWh).....	102
64	Preisentwicklung des Bruttoinlandsprodukts sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2019 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100) .....	104
65	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010 und 2015-2020 (in Cent je kWh).....	104
66	Verteilung der von der EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2019 (absolut und in %) .....	106
67	Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2010-2018 (in Mio. Euro).....	107
68	KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2019 (in Euro/MWh).....	108
69	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2019 (nominal; Index 2000 = 100)..	108
70	Halbjahresentwicklung der Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionen 1. Halbjahr 2008 bis 2. Halbjahr 2019 (in Euro je t CO <sub>2</sub> ) .....	109
71	Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2019 (in Mio. Euro).....	110
72	Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen in Hessen und im Bundesdurchschnitt 2011-2019 (in Euro je kW installierter Leistung).....	111
73	Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2017 (in Mio. Euro) .....	111
74	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2019 .....	112
75	Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2018 (in Mio. Euro).....	114
76	Förderung der Energieforschung in Hessen, differenziert nach Forschungsschwerpunkten 2018 (in Mio. Euro).....	115

<b>Tabelle</b>	<b>Seite</b>
1 Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2019 (in PJ, Anteilswerte in %).....	36
2 Nach Alter differenzierte Öl- und Gasfeuerungsanlagen 2015, 2018 und 2019 .....	39
3 Im Jahr 2019 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %) .....	40
4 Bau- und Sanierungsförderung der KfW in Hessen 2019 .....	43
5 Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2019 in Hessen nach Energieträgern .....	49
6 Inbetriebnahmen von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen, Anzahl der Anlagen sowie installierte elektrische Leistung 2016 bis 1. Halbjahr 2020.....	50
7 Leistungsänderung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2016 bis 1. Halbjahr 2020 (in MW) .....	51
8 Stillgelegte Leistung von erneuerbaren Energieanlagen in Hessen nach Energieträgern 2016 bis 1. Halbjahr 2020 (in MW) .....	52
9 Gebote und Zuschläge von hessischen Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen von Ausschreibungen von Solaranlagen.....	52
10 Gebote und Zuschläge von hessischen Windenergieprojekten im Rahmen der Ausschreibungen von Windenergie an Land.....	53
11 Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2019 (in GWh).....	56
12 Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2019 .....	60
13 Die zehn Gemeinden mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2019.....	60
14 Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen $\geq 10$ MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2020.....	61
15 Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen zum 31.12.2019 nach Leistungskategorie .....	63
16 Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG.....	70
17 Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG.....	73
18 Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2018 .....	81
19 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen 2019.....	87
20 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW nach Schadstoffklasse und Achsklasse 2019 (in 1.000 km).....	88
21 Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2020 sowie im Vorjahresvergleich.....	89
22 Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen.....	90
23 Ziele der Reduzierung der THG- Emissionen für Hessen, Deutschland und die EU, Basisjahr 1990 .....	94
24 Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2019.....	105
25 Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (in Mio. Euro) .....	109
26 Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2018 .....	116

## 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
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
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 <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEV1	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
EEX	European Energy Exchange
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EinsMan	Einspeisemanagement
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 Strukturforchung

HA	HA Hessen Agentur GmbH
HEG	Hessisches Energiegesetz
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
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
HOLM	House of Logistics and Mobility
HSL	Hessisches Statistisches Landesamt
HTAI	Hessen Trade & Invest GmbH
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
Min	Minuten
Mio.	Million
MsbG	Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NAPE	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NECP	National Energy and Climate Plan
NEP	Netzentwicklungsplan
NF <sub>3</sub>	Stickstofftrifluorid
NKS Energie	Nationale Kontaktstelle Energie
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid (Lachgas)

ORC	Organic Rankine Cycle
PCI	Vorhaben von gemeinsamem Interesse (engl.: Projects of Common Interest)
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PMK	Partikelminderungsklassen
ppm	parts per million (Anteile pro Million)
PtJ	Projektträger Jülich
PtL	Power-to-Liquid-Verfahren
PV	Photovoltaik
RMV	Rhein-Main-Verkehrsverbund
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SF <sub>6</sub>	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

<b>Anpassungsmaßnahmen</b>	Anpassungen von Stromeinspeisungen und / oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichen, ohne Entschädigung.
<b>Biogas</b>	Biogas entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einem Gärbehälter, dem Fermenter einer Biogasanlage, durch bestimmte Bakterien abgebaut wird. Biogas besteht aus Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff und Spurengasen (u. a. Schwefelwasserstoff). Der Hauptbestandteil, das Methan, ist energetisch nutzbar. Biogas kann sowohl aus Energiepflanzen (z. B. Mais, Getreide) als auch aus Rest- und Abfallstoffen wie Biomüll, Abfällen aus der Nahrungsmittelindustrie, Ernteresten und Stroh sowie tierischen Exkrementen wie Gülle und Mist gewonnen werden.
<b>Biomasse</b>	<p>Biomasse ist der Oberbegriff für alle Stoffe organischer Herkunft, die ihr Wachstum letztlich der Nutzung der Solarenergie verdanken. Es kann unterschieden werden zwischen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• den in der Natur lebenden Pflanzen und Tieren,</li><li>• deren Rückständen (z. B. abgestorbene Pflanzen wie Stroh) und Nebenprodukten (z. B. Exkremente wie Gülle),</li><li>• im weiteren Sinne allen organischen Stoffen, die durch eine technische Umwandlung (z. B. Papier, Zellstoff, Pflanzenöl) oder durch eine andere Nutzung entstanden sind (z. B. Biomüll, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie).</li></ul>
<b>Biokraftstoff</b>	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.
<b>Blindleistung</b>	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.
<b>Blockheizkraftwerk</b>	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.
<b>Bruttobeschäftigung</b>	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.
<b>Bruttostromerzeugung / Nettostromerzeugung</b>	Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes oder einer Region. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Kraftwerke verbleibt die Nettostromerzeugung.

<b>Bruttostromverbrauch / Nettostromverbrauch</b>	Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromgewinnung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Netz- bzw. Übertragungsverluste.
<b>Countertrading- Maßnahmen</b>	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.
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	Das CO <sub>2</sub> -Äquivalent ist eine einheitliche Bemessungsgrundlage, um eine Vergleichbarkeit der Klimawirksamkeit von Treibhausgasen zu ermöglichen. Hierbei wird das globale Erwärmungspotenzial von Treibhausgasen über einen bestimmten Zeitraum (in der Regel 100 Jahre) in Relation zur mittleren Erwärmungswirkung von CO <sub>2</sub> gestellt. Die Angabe erfolgt in der Regel in Gramm CO <sub>2</sub> pro Kilowattstunde bereitgestellter Energie (g CO <sub>2</sub> /kWh).
<b>EEG</b>	Das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Gesetz, „EEG“) regelt die Vorrang-Abnahmepflicht erneuerbarer Energien durch die Netzbetreiber, die (degressiven) Vergütungssätze der einzelnen Erzeugungsarten wie auch das Umlageverfahren der resultierenden Mehrkosten auf alle Stromabnehmer. Das EEG trat erstmals im Jahr 2000 in Kraft und wurde mehrmals angepasst.
<b>EEG-Umlage</b>	Durch die Abgabe nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz – kurz EEG-Umlage genannt – werden die Mehrkosten für die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG auf die Stromletzverbraucher 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“).
<b>Einspeisemanagement</b>	Abregelung von Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energie- und KWK-Anlagen auf Verlangen des Netzbetreibers mit Entschädigung.
<b>Emissionszertifikate</b>	Ein Emissionszertifikat ist ein verbrieftes und übertragbares Nutzungsrecht für die Emission einer bestimmten Menge an Treibhausgasen. Die Zertifikate werden im Rahmen des EU-Emissionshandels (European Union Emission Trading System, EU ETS) gehandelt.
<b>Endenergie</b>	Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und der dann zur weiteren Verfügung steht. Endenergieformen sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.
<b>Endenergieverbrauch</b>	Als Endenergieverbrauch wird die Verwendung von Energieträgern in einzelnen Verbrauchssektoren bezeichnet, sofern sie unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie oder für Energiedienstleistungen eingesetzt werden.
<b>Energieverbrauch</b>	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 2020b).

<b>Energiebilanz</b>	Eine Energiebilanz gibt in Form einer Matrix Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energieträgern in einer Volkswirtschaft für einen bestimmten Zeitraum, meist ein Jahr, an.
<b>Energiedienstleistung</b>	Eine Energiedienstleistung ist die Lieferung einer Dienstleistung wie z. B. beheizter Raum oder Licht anstelle der heute überwiegend üblichen Lieferung der Energieträger wie Erdgas oder elektrischer Strom durch ein Energieversorgungsunternehmen.
<b>Energieeffizienz</b>	Allgemein bezeichnet das Wort Effizienz das Verhältnis vom erzielten Ertrag zur eingesetzten Arbeit, also von Aufwand und Nutzen. Bei der Energieeffizienz geht es um einen möglichst hohen Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung bzw. um einen möglichst geringen Energieverbrauch von Gebäuden, Geräten und Maschinen. Die Steigerung der Energieeffizienz bedeutet, dass die gleiche (oder mehr) Energiedienstleistung mit einem geringeren Energieaufwand bereitgestellt wird.
<b>Energieeinsparung</b>	Umfasst allgemein alle Maßnahmen, die den Energieverbrauch senken. Energieeinsparung ist allerdings nicht das Gleiche wie die Steigerung der Energieeffizienz: Bei der Steigerung der Energieeffizienz geht es darum, durch technische Mittel weniger Energie für die gleiche Leistung aufzuwenden. Demgegenüber bezieht sich der Begriff Energieeinsparung meist auch auf ein geändertes Nutzerverhalten, das den Energieverbrauch reduziert. Im Falle des Autoverkehrs bedeutet Effizienzsteigerung zum Beispiel, dass durch technische Weiterentwicklungen für dieselbe Strecke weniger Energie in Form von Kraftstoff benötigt wird. Energie einsparen lässt sich aber auch durch ein verändertes Nutzerverhalten, zum Beispiel durch die Reduktion der Geschwindigkeit oder den Umstieg auf ein anderes Verkehrsmittel wie beispielsweise das Fahrrad.
<b>Energieintensität</b>	Das Verhältnis des Energieverbrauchs (z. B. des Primär- oder Endenergieverbrauchs) zum Bruttoinlandsprodukt oder zur Bruttowertschöpfung einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Energieintensität berechnen. Sie wird beispielsweise in GJ Energieverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.
<b>Energieproduktivität</b>	Die Energieproduktivität ist ein Maß dafür, wie viel Geldeinheiten wirtschaftlicher Leistung pro Einheit eingesetzter Energie erzeugt werden und ist somit der Kehrwert der Energieintensität.
<b>Energieträger</b>	Energieträger sind Stoffe, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.
<b>Erneuerbare Energien</b>	Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Die drei originären Quellen sind Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.

<b>Fernwärme</b>	Fernwärme ist thermische Energie, die durch ein System isolierter Rohre zum Endverbraucher gelangt. Die Energie wird überwiegend zur Heizung von Gebäuden genutzt. Das heiße Wasser, das in das Fernwärmenetz eingespeist wird, stammt aus Heizwerken oder Heizkraftwerken. Letztere gewinnen mittels Kraft-Wärme-Kopplung gleichzeitig Strom und nutzbare Abwärme.
<b>GHD-Sektor</b>	Diese statistische Zuordnung umfasst Gewerbe- und Handwerksbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten, soweit sie nicht in der Gewinnung von Steinen und Erden, im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe erfasst sind, Betriebe der Energie- und Wasserversorgung (ohne Umwandlungsbereich), Betriebe des Baugewerbes, Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Verkehrsverbrauch), Kreditinstitute, Versicherungs- und Handelsunternehmen, private und öffentliche Dienstleistungsunternehmen und Einrichtungen, Behörden, militärische Dienststellen.
<b>Geothermie</b>	Geothermische Energie wird auch als Erdwärme bezeichnet. Erdwärme ist eine Form gespeicherter Energie unterhalb der Erdoberfläche. Unter Geothermie versteht man die technische Ausnutzung dieser natürlichen Wärmequelle zur Energiegewinnung (Wärme und Strom). Von Tiefengeothermie, die zum Teil auch eine Erzeugung von Strom ermöglicht, spricht man bei der Nutzung von Wärme aus Tiefen zwischen 400 und 7.000 Metern. Die in der Regel durch Wärmepumpen erfolgende Nutzung von Erdwärme oder Grundwasser als Wärmequelle bis zu einer Tiefe von 400 Meter wird oberflächennahe Geothermie genannt.
<b>Gesicherte Leistung (auch: Gesicherte Kraftwerksleistung)</b>	Von der installierten Leistung ist die gesicherte Leistung zu unterscheiden. Dieser Wert fällt oft deutlich geringer aus als die installierte Leistung, da sie nur die zu jedem Zeitpunkt verfügbare Kraftwerkskapazität berücksichtigt, d. h. nur die Leistung, die von einem Erzeuger unter Berücksichtigung von technologiespezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten durch Revisionen, technische Störungen usw. mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 99,5 Prozent bereitgestellt werden kann. Der Eigenbedarf an Strom bei Wärmekraftwerken (5 bis 10 %) und die Ausfälle durch Revisionen (10 bis 15 %) ist einberechnet. Bei Laufwasserkraftwerken werden die Verluste durch Niedrigwasserstände, Revisionsarbeiten oder Eisgang abgezogen, bei der Windenergie wird kalkuliert, mit welcher Leistung trotz weitgehender Windflaute gerechnet werden kann.
<b>Horizon 2020</b>	Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation.
<b>Installierte Leistung</b>	Die installierte Leistung, auch Erzeugungskapazität genannt, ist die elektrische Leistung, die ein Kraftwerk oder ein Kraftwerkspark maximal bereitstellen kann, inklusive der für den Eigenverbrauch benötigten Kapazität. Sie wird in Megawatt (MW) oder Gigawatt (GW) angegeben.
<b>Kraft-Wärme-Kopplung</b>	Bei der Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken entsteht immer auch Wärme. Bei herkömmlichen Kraftwerken wird diese Abwärme ungenutzt über Kühltürme an die Umwelt abgegeben, wohingegen sie bei der KWK ausgekoppelt und über ein Wärmenetz als Nah- oder Fernwärme nutzbar gemacht wird. Das steigert den Wirkungsgrad und bedeutet somit eine wesentlich höhere Energieeffizienz.
<b>Leistung</b>	Physikalische Größe, die die bereitgestellte oder genutzte thermische oder elektrische Energie bezogen auf eine bestimmte Zeiteinheit angibt. Die Einheit für Leistung wird in Watt (W) angegeben. 1.000 W entsprechen einem Kilowatt (kW), 1.000 kW sind ein Megawatt (MW) und 1.000 MW ein Gigawatt (GW). Häufig wird die installierte Leistung eines Kraftwerks auch als Kapazität bezeichnet.

<b>Marktprämie</b>	Nach dem EEG 2017 wird für Strom aus Windenergie an Land, Solaranlagen, Biomasseanlagen und Windenergieanlagen auf See die Marktprämie wettbewerblich über Ausschreibungen bestimmt. Die Höhe der individuellen Förderung wird dabei durch ein Gebotsverfahren der Bundesnetzagentur festgelegt.
<b>(n-1)-Sicherheit</b>	Der Grundsatz der (n-1)-Sicherheit in der Netzplanung besagt, dass in einem Netz bei prognostizierten maximalen Übertragungs- und Versorgungsaufgaben die Netzsicherheit auch dann gewährleistet bleibt, wenn eine Komponente (z. B. ein Transformator oder ein Stromkreis) ausfällt oder abgeschaltet wird. Das heißt, es darf nicht zu unzulässigen Versorgungsunterbrechungen oder einer Ausweitung der Störung kommen. Außerdem muss die Spannung innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben und die verbleibenden Betriebsmittel dürfen nicht überlastet werden. Diese allgemein anerkannte Regel der Technik gilt grundsätzlich auf allen Netzebenen.
<b>Nennleistung</b>	Nennleistung bezeichnet die maximale Leistung eines Kraftwerks unter Nennbedingungen.
<b>Netto-Nennleistung</b>	Kraftwerke erzeugen eine Gesamtmenge an elektrischer Energie, wovon ein gewisser Anteil für den Eigenverbrauch, beispielsweise für den Betrieb von Pumpen, Kühlung oder für mechanische Verluste benötigt wird. Zieht man diesen Eigenverbrauch von der Gesamtmenge der erzeugten Energie ab, so erhält man die Netto-Leistung, die als elektrischer Strom an das Stromnetz abgegeben wird.
<b>ORC</b>	Der Organic Rankine Cycle ist ein Verfahren des Betriebs von Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmedium als Wasserdampf, wie z. B. brennbaren Gasen oder Silikonöl.
<b>Photovoltaik</b>	Umwandlung von Solarenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.
<b>Power-to-Gas</b>	Die in der Entwicklung befindliche Power-to-Gas-Technologie soll in der Regel mit erneuerbarem Überschussstrom durch Wasserelektrolyse Wasserstoff und durch eine weitere optionale Reaktion mit CO <sub>2</sub> synthetisches Methan herstellen. Beide Gase können vor Ort gespeichert sowie, bei Wasserstoff in begrenztem Umfang, in das Erdgasnetz eingespeist werden. Das Erdgasnetz kann dann sowohl der Verteilung als auch der Speicherung der Gase dienen, sodass sie bei Bedarf entweder als Brennstoff zur Strom- und Wärmeversorgung oder als Kraftstoff genutzt werden können. Der Umwandlungszyklus ist allerdings mit erheblichen Energieverlusten behaftet.
<b>Power-to-Liquid</b>	Power-to-Liquid bezeichnet Technologien zur Umwandlung bzw. Synthese von Strom in Kraftstoffe. Dabei wird Wasserstoff, der aus dem Power-to-Gas-Verfahren gewonnen wird, in einem nachfolgenden Prozessschritt verflüssigt. Es wird gemeinsam mit Kohlenstoffdioxid zu flüssigen Kohlenwasserstoffen oder Kerosin synthetisiert. Die Entwicklung dieser Technologien befindet sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium.
<b>Primärenergie</b>	Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er einer Umwandlung unterworfen wird. Zu den Primärenergieträgern zählen erschöpfliche Energieträger wie Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas und spaltbares Material wie Uranerz sowie erneuerbare Energien (Solarenergie, Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie). Die Primärenergie wird in

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

- Primärenergieverbrauch** Der Primärenergieverbrauch ist die in den eingesetzten Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden (z. B. Steinkohle, Braunkohle, Rohöl oder Erdgas), gebundene Energiemenge. Er wird als Summe aus der Gewinnung im Inland, den Bestandsveränderungen sowie dem Handelssaldo gebildet.
- Redispatchmaßnahmen** Unter Redispatch sind Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken zu verstehen, um Leitungsabschnitte vor einer Überlastung zu schützen. Droht an einer bestimmten Stelle im Netz ein Engpass, so werden Kraftwerke diesseits des Engpasses angewiesen, ihre Einspeisung zu drosseln, während Anlagen jenseits des Engpasses ihre Einspeiseleistung erhöhen müssen. Auf diese Weise wird ein Lastfluss erzeugt, der dem Engpass entgegenwirkt. 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 angeschlossenen Letztverbraucher dividiert: Fällt beispielsweise der Strom in einer Großstadt mit 1 Mio. Haushalten für 1 Stunde aus, trägt dies auf die bundesweit 40 Mio. Haushalte umgerechnet rund 1,5 Minuten zum SAIDI-Wert bei.

## 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, EEV1	Euro 3 + PMK*, Euro 4	Euro 2 + PMK*, Euro 3	Euro 2	Euro 1, Euro 0

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

<b>Sektorkopplung</b>	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.
<b>Selbstverbrauch</b>	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.
<b>Smart Grid</b>	Intelligentes Stromnetz
<b>Smart Meter</b>	Intelligente Messsysteme
<b>Smart-Meter-Gateway</b>	Zentrale Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems, das die Messeinrichtungen mit den verschiedenen Marktteilnehmern verbindet.
<b>Solarthermie</b>	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 anstelle 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.
<b>Stromintensität</b>	Das Verhältnis des Stromverbrauchs zum Bruttoinlandsprodukt oder zur Bruttowertschöpfung einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Stromintensität berechnen. Sie wird beispielsweise in kWh Stromverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.
<b>Stromproduktivität</b>	Die Stromproduktivität ist ein Maß dafür, wie viel Geldeinheiten wirtschaftlicher Leistung pro Einheit eingesetzten Stroms erzeugt werden und ist somit der Kehrwert der Stromintensität.
<b>Treibhausgasbilanz</b>	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 <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> -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 <sub>4</sub> - und N <sub>2</sub> 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 2019.

<b>Volllaststunden</b>	Die Volllaststundenzahl eines Kraftwerks ist als Quotient aus im Jahr erzeugter Strommenge und Maximalleistung definiert. Der theoretische Maximalwert beträgt 8.760 h, denn dies ist die Zahl der Stunden eines Jahres.
<b>Wasserkraft</b>	Energie, die 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.
<b>Wirkungsgrad</b>	Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.



## Literatur- und Quellenverzeichnis

### **AGEB (2020)**

Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2019, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin, März 2020, <https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html>, abgerufen am 16.06.2020.

### **AGEB (2019)**

Energie in Zahlen – Arbeit und Leistungen der AG Energiebilanzen, Berlin, 2019, [https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=ageb-energie\\_in\\_zahlen\\_2019.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb-energie_in_zahlen_2019.pdf), abgerufen am 27.07.2020.

### **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 (2020)**

Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland (Stand: Februar 2020), Berlin, 2020, [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html), abgerufen am 15.05.2020.

### **AGEE-Stat (2016)**

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

### **AGFW (2019)**

AGFW-Hauptbericht 2018, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main, September 2019.

### **BAFA (2020a)**

Zulassung von KWK-Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2009 nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) in Hessen, Sonderauswertung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Mai 2020, unveröffentlicht.

### **BAFA (2020b)**

Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 01.06.2020, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2019, [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/emob\\_zwischenbilanz.pdf](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/emob_zwischenbilanz.pdf), abgerufen am 25.06.2020.

### **BAFA (2020c)**

Sonderauswertung über die in Hessen geförderten Anlagen im Rahmen des Marktanzreizprogramms im Jahr 2019, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2020, unveröffentlicht.

### **BAFA (2020d)**

Besondere Ausgleichsregelung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2020, [https://www.bafa.de/DE/Energie/Besondere\\_Ausgleichsregelung/Hintergrundinformationen/hintergrundinformationen\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Besondere_Ausgleichsregelung/Hintergrundinformationen/hintergrundinformationen_node.html), abgerufen am 13.05.2020.

### **BAFA (2020e)**

Rohöl; Erdgas; Steinkohlestatistik 2019, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2020, [https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/rohstoffe\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/rohstoffe_node.html), abgerufen am 14.05.2020.

### **BAFA (2020f)**

Zulassung von KWK-Anlagen mit Inbetriebnahme nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) in Hessen, Sonderauswertung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Juni 2020, unveröffentlicht.

### **BAFA (2019)**

Zulassung von KWK-Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) in Hessen, Sonderauswertung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Mai 2019, unveröffentlicht.

### **BAG (2020)**

Mautdaten Bund, 01.2019-12.2019, Bundesamt für Güterverkehr, Köln, 2020, [https://www.bag.bund.de/DE/Navigation/Verkehrsaufgaben/Statistik/statistik\\_node.html](https://www.bag.bund.de/DE/Navigation/Verkehrsaufgaben/Statistik/statistik_node.html), abgerufen am 15.06.2020.

### **BASt (2020)**

Maut, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2020, [https://www.bast.de/BASt\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-maut.html](https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-maut.html), abgerufen am 15.06.2020.

**BDEW (2020a)**

BDEW-Strompreisanalyse Januar 2020, Haushalte und Industrie, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2020, <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>, abgerufen am 15.05.2020.

**BDEW (2020b)**

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, BDEW-Jahreserhebung auf Basis von Pflichtveröffentlichungen der Netzbetreiber, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2020, unveröffentlicht.

**BDEW (2020c)**

Presseinformation des BDEW vom 05.05.2020 zur Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2020, <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/zahlder-woche-27730-ladepunkte/> abgerufen am 15.05.2020.

**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](https://www.bdew.de/media/documents/Jahresvolllaststunden-2010_2017_o_online_jaehrlich_Ba_26042018.pdf), abgerufen am 22.06.2020.

**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 (2016)**

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

**BMWi (2020a)**

Energieeffizienzstrategie 2050, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.html>, abgerufen am 04.06.2020.

**BMWi (2020b)**

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 11.06.2020.

**BMWi (2020c)**

Fahrplan für die weitere Digitalisierung der Energiewende, Berlin, 2020, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/fahrplan-fuer-die-weitere-digitalisierung-der-energie-wende.html>, abgerufen am 10.06.2020.

**BMWi (2020d)**

C/sells – Keimzellen der digitalen Energiewende, Berlin, 2020, <https://www.sinteg.de/schaufenster/csells/>, abgerufen am 11.06.2020.

**BMWi (2020e)**

Erdgasversorgung in Deutschland, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>, abgerufen am 12.06.2020.

**BMWi (2020f)**

Bundesbericht Energieforschung 2020: Forschungsförderung für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juni 2020.

**BMWi (2020g)**

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2020, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt.xls.html>, abgerufen am 15.05.2020.

**Bundesverband Wärmepumpe (2020)**

Absatzentwicklung Wärmepumpe 2000 - 2018, [www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de) abgerufen am 11.06.2020.

**BNetzA (2020a)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen), Stand: 01.04.2020, Bundesnetzagentur, Bonn, April 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html), abgerufen am 08.06.2020.

**BNetzA (2020b)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur zum erwarteten Zu- und Rückbau 2020 bis 2022, Stand: 01.04.2020, Bundesnetzagentur, Bonn, April 2020 [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html), abgerufen am 08.06.2020.

**BNetzA (2020c)**

Marktstammdatenregister, Bundesnetzagentur, Bonn, August 2020, <https://www.marktstammdatenregister.de>, abgerufen am 04.11.2020.

**BNetzA (2020d)**

Beendete Ausschreibungen Windenergie an Land, Bonn, Juni 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Wind\\_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Wind_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html), abgerufen am 22.06.2020.

**BNetzA (2020e)**

EEG in Zahlen, diverse Jahrgänge, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/zahlenunddaten\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/zahlenunddaten_node.html), abgerufen am 13.05.2020.

**BNetzA (2020f)**

Monitoring des Stromnetzausbaus, Erstes Quartal 2020, Bundesnetzagentur, Bonn, 2020, [https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/Monitoring/Monitoring\\_2020-Q1.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/Monitoring/Monitoring_2020-Q1.pdf?__blob=publicationFile), abgerufen am 30.06.2020.

**BNetzA (2020g)**

Stromnetze zukunftssicher gestalten, Bundesnetzagentur, Bonn, 2020, <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html>, abgerufen am 30.06.2020.

**BNetzA (2020h)**

Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI), 2020, <https://www.netzausbau.de/wissenswertes/pci/de.html>, abgerufen am 15.06.2020.

**BNetzA (2020i)**

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Strom, Bonn, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung\\_Strom/Versorgungsunterbrech\\_Strom\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/Versorgungsunterbrech_Strom_node.html), abgerufen am 11.06.2020.

**BNetzA (2020j)**

Netz- und Systemsicherheit – Gesamtes Jahr 2019, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Quartalszahlen\\_Gesamtjahr\\_2019.pdf;jsessionid=23B9CAD3D1AA95F00D1F5774BAAB722B?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Quartalszahlen_Gesamtjahr_2019.pdf;jsessionid=23B9CAD3D1AA95F00D1F5774BAAB722B?__blob=publicationFile&v=5), abgerufen am 12.06.2020.

**BNetzA (2020k)**

Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2020/2021 sowie das Jahr 2024/2025, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/Feststellung\\_Reservekraftwerksbedarf\\_2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Feststellung_Reservekraftwerksbedarf_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3), abgerufen am 12.06.2020.

**BNetzA (2020l)**

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](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Gas/Versorgungsunterbr_Gas_node.html), abgerufen am 06.08.2020.

**BNetzA (2020m)**

Beendete Ausschreibungen Solar-Anlagen, Bonn, August 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen/Ausschr\\_Solaranlagen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen/Ausschr_Solaranlagen_node.html), abgerufen am 06.08.2020.

**BNetzA (2020n)**

Beendete Gemeinsame Ausschreibung Wind/Solar, Bonn, August 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Technologieuebergreifend/GemeinsAusschr\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Technologieuebergreifend/GemeinsAusschr_node.html), abgerufen am 07.08.2020.

**BNetzA (2019)**

Veröffentlichung des Anlagenregisters 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](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html), abgerufen am 28.02.2019.

**BNetzA (2019a)**

Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2019/2020 sowie das Jahr 2022/2023, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/Feststellung\\_Reservekraftwerksbedarf\\_2019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Feststellung_Reservekraftwerksbedarf_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3), abgerufen am 10.08.2020.

**BNetzA, BKartA (2019)**

Monitoringbericht 2019 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt, Bonn, Stand: 13.01.2020. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht\\_Energie2019.pdf;jsessionid=31C851CAD01F80BBF7A674818783BA43?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie2019.pdf;jsessionid=31C851CAD01F80BBF7A674818783BA43?__blob=publicationFile&v=6), abgerufen am 11.06.2020.

**Borderstep (2018)**

Potenzial von Energieeffizienztechnologien bei Colocation-Rechenzentren in Hessen, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Hrsg. HMWEVL, Wiesbaden, 2018, <https://www.borderstep.de/publikation/hintemann-r-clausen-jens-2018-potenzial-von-energieeffizienztechnologien-bei-colocation-rechenzentren-in-hessen-berlin-borderstep-institut/>, abgerufen am 10.06.2020.

**BSI (2020)**

Marktanalyse zur Feststellung der technischen Möglichkeit zum Einbau intelligenter Messsysteme nach § 30 MsbG, Version 1.1.1 vom 03.02.2020 Bonn, 2020, [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/SmartMeter/Marktanalysen/Marktanalyse\\_nach\\_Para\\_30\\_MsbG\\_v1\\_1\\_1.pdf;jsessionid=57E8E8A4D5C92021520FB7CDE9C55DAE.1\\_cid503?\\_\\_blob=publicationFile&v=11#download=1](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/SmartMeter/Marktanalysen/Marktanalyse_nach_Para_30_MsbG_v1_1_1.pdf;jsessionid=57E8E8A4D5C92021520FB7CDE9C55DAE.1_cid503?__blob=publicationFile&v=11#download=1), abgerufen am 10.06.2020.

**BSI, BMWi (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 22.06.2020.

**Bundesgesetzblatt (2019)**

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2019, Teil I, Nr. 19 vom 16.05.2019, Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsbaus vom 13. Mai 2019, S. 706-730, [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBL#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl119s0706.pdf%27%5D\\_\\_1592227240953](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl119s0706.pdf%27%5D__1592227240953), abgerufen am 15.06.2020.

**Bundesgesetzblatt (2016)**

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016, Teil I, Nr. 43 vom 01.09.2016, S. 2034-2064, [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl116s2034.pdf%27%5D\\_\\_1591798795558](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl116s2034.pdf%27%5D__1591798795558), abgerufen am 10.06.2020.

**CEER (2018)**

Council of European Energy Regulators, CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas supply, Data update 2015/2016, Ref: C18-EQS-86-03 26-July-2018 <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/963153e6-2f42-78eb-22a4-06f1552dd34c>, abgerufen am 11.06.2020.

**Deutsche Börse (2020)**

Deutsche Börse, CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte, <https://www.boerse-online.de/rohstoffe/co2-emissionsrechte>, abgerufen am 13.05.2020.

**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).

**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 (2012)**

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 30.06.2011, [https://www.reguvis.de/fileadmin/BIV-Portal/Dokumente/eeg\\_2012\\_bf.pdf](https://www.reguvis.de/fileadmin/BIV-Portal/Dokumente/eeg_2012_bf.pdf), abgerufen am 08.04.2020.

**EFET (2019)**

Strombeschaffung und Stromhandel, EFET Deutschland – Verband Deutscher Energiehändler e. V., Berlin, 2019, <https://www.dihk.de/resource/blob/16826/406b0cf506b3d2d5fadf9bfae8f70b81/dihk-faktenpapier-strombeschaffung-und-handel-data.pdf>, abgerufen am 29.07.2020.

**erdgas.info (2020)**

Sonderauswertung der Erdgastankstellen in Hessen, Berlin, 2020, <https://www.zukunft-erdgas.info>, abgerufen am 25.05.2020.

**EU (2019a)**

Klima- und Energiepaket 2020, [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_de](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](https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_de), abgerufen am 26.03.2019.

**European Energy Exchange (2020)**

Marktdaten Strom – KWK-Index, European Energy Exchange AG, Leipzig, <http://www.eex.com/en/market-data/power/power-indices/kwk-index>, abgerufen am 15.05.2020.

**EY (2020)**

Barometer der Digitalisierung der Energiewende, Wichtige Voraussetzungen für die Digitalisierung wurden geschaffen, Berichtsjahr 2019, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, nur als Download verfügbar: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/barometer-digitalisierung-der-energiewende-berichtsjahr-2019-1742370>, abgerufen am 10.06.2020.

**Fachagentur Windenergie an Land (2020)**

Analyse der 14. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin, März 2020, [https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA\\_Wind\\_Analyse\\_14\\_Ausschreibung\\_Wind\\_an\\_Land.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Analyse_14_Ausschreibung_Wind_an_Land.pdf), abgerufen am 29.07.2020.

**FAZ (2020)**

Milliardeninvestition in größten Internetknoten der Welt; FAZ vom 30.07.2020, Frankfurt, 2020, <https://www.faz.net/-gzj-av6p>, abgerufen am 30.07.2020.

**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 (2020)**

Sonderauswertung der Wasserstofftankstellen in Hessen, Berlin, 2020, <https://h2.live/>, abgerufen am 25.05.2020.

**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](https://integrationskompass.hessen.de/sites/integrationskompass.hessen.de/files/HE_Koalitionsvertrag_2014-2018_final-pdf_0.pdf), abgerufen am 13.06.2019.

**HLNUG (2020)**

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) – Sonderauswertung des Erdwärmeverzeichnis, unveröffentlicht, Wiesbaden, 2020.

**HMUKLV (2020)**

Prognose des Öko-Instituts der Treibhausgasemissionen in Hessen in den Jahren 2018 und 2019 im Rahmen des Monitorings des Integrierten Klimaschutzplans Hessen, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Wiesbaden, 2020.

**HMUKLV (2019)**

Treibhausgasbilanz für das Land Hessen Bilanzjahr 2017, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Dezember 2019, [https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/hessische\\_treibhausgasbilanz\\_2017.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/hessische_treibhausgasbilanz_2017.pdf), abgerufen am 29.07.2020.

**HMUKLV (2017)**

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

**HMWEVW (2019a)**

Bei uns hat Energie Zukunft, [www.energieland.hessen.de](http://www.energieland.hessen.de), Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, <https://www.energieland.hessen.de/hessischer-energiegipfel>, abgerufen am 13.06.2019.

**HMWEVW ( )**

Energiewende in Hessen Monitoringbericht 2019, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Wiesbaden, 2019.

**HMWEVW (2018)**

Neue Roadmap Energie vorgestellt, Pressemitteilung vom 17.08.2018, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Wiesbaden, 2018, <https://www.hessen.de/pressearchiv/pressemitteilung/neue-roadmap-energie-vorgestellt>, abgerufen am 27.07.2020.

**HMWEVL (2018a)**

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

**HMWEVL (2018b)**

Energiewende in Hessen Monitoringbericht 2018, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, 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 (2020a)**

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, 2020.

**HSL (2020b)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2018, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2020.

**HSL (2020c)**

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2019, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2020.

**HSL (2020d)**

Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2012 bis 2019, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2020.

**HSL (2019)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2017, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2019.

**HSL (2014)**

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

**ICOS (2020)**

Global Carbon Budget 2019, Integrated Carbon Observation System, <https://www.icos-cp.eu/global-carbon-budget-2019>, abgerufen am 23.06.2020.

**IE-Leipzig (2020)**

Bereitstellung aktueller Daten zur Energieversorgung in Hessen bis zum Jahr 2019, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Juni 2020.

**Jakob und Marschinski (2012)**

Interpreting trade-related CO<sub>2</sub> emission transfers, in: Nature Climate Change, September 2012.

**KBA (2020)**

Fahrzeugbestand nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2020, [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/fz\\_b\\_umwelt\\_thema\\_im\\_Ueberblick/2019\\_b\\_umwelt\\_dusl.html;jsessionid=46456AB481DD79937C8BB56AE1C38AA6.live11293?nn=2595996](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/fz_b_umwelt_thema_im_Ueberblick/2019_b_umwelt_dusl.html;jsessionid=46456AB481DD79937C8BB56AE1C38AA6.live11293?nn=2595996), abgerufen am 15.06.2020.

**KfW (2020)**

Förderberichte 2009 bis 2020, Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt, 2020, [https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport\\_2019.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2019.pdf), abgerufen am 15.05.2020.

**Kohlenwirtschaft (2020)**

Entwicklung ausgewählter Energiepreise, Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. Essen, 2020, <https://kohlenstatistik.de/downloads/deutschland/>, abgerufen am 15.05.2020.

**LBEG (2020)**

Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2019, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover, 2020, [www.lbeg.niedersachsen.de](http://www.lbeg.niedersachsen.de), Stand: 19.05.2020.

**LDEW (2020)**

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, LDEW Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e. V., Mainz, 2020.

**LIS-A (2020)**

LänderInformationssystem für Anlagen, Datenstand 14.10.2020, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2020, <https://www.hlnug.de/themen/luft/windenergie-in-hessen>, abgerufen am 04.11.2020.

**LIV (2020)**

Landesinnungsverband Schornsteinfegerhandwerk Hessen (LIV) – hessischer Beitrag zu den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2019, unveröffentlicht, Bebra, 2020.

**Mainova (2020)**

Die deutsche Hauptstadt der Rechenzentren, Mainova AG, Frankfurt, 2020, <https://www.mainova-energiemanagement.de/blog/detail/die-deutsche-hauptstadt-der-rechenzentren-43>, abgerufen am 29.07.2020.

**Moreau & Vuille (2019)**

Is decoupling a red herring? The role of structural effects and energy policies in Europe, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519306767>, abgerufen am 08.06.2020.

**Moreau & Vuille (2018)**

Decoupling energy use and economic growth: Counter evidence from structural effects and embodied energy in trade, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191830045X>, abgerufen am 08.06.2020.

**NKS Energie (2020)**

Nationale Kontaktstelle Energie, Horizon 2020: EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, <https://www.nks-energie.de/foerdermoeglichkeiten/horizont-2020>, abgerufen am 07.08.2020.

**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 (2020)**

Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Länder im Jahre 2018, Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich, 2020, <https://www.ptj.de/ueberuns/unsere-geschaeftsfelder/energie/arbeitsgruppe-energiestrategie/laenderbericht-energierecherche>, abgerufen am 06.08.2020.

**RP Darmstadt (2020)**

Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) 2019, Regionalplan Südhessen / Regionaler Flächennutzungsplan 2010, Regierungspräsidium Darmstadt, Regionalverband FrankfurtRheinMain, Darmstadt, Frankfurt, März 2020, <https://rp-darmstadt.hessen.de/planung/regionalplanung/regionalplan-suedhessen/teilplan-erneuerbare-energien>, abgerufen am 22.06.2020.

**RP Gießen (2017)**

Teilregionalplan Energie Mittelhessen, Regierungspräsidium Gießen, Gießen, Dezember 2017, <https://rp-giessen.hessen.de/planung/regionalplanung/teilregionalplan-energie-mittelhessen>, abgerufen am 22.06.2020.

**RP Kassel (2017)**

Teilregionalplan Energie Nordhessen, Regierungspräsidium Kassel, Kassel, Juni 2017, <https://rp-kassel.hessen.de/planung/regionalplanung/erneuerbare-energien/windenergie/teilregionalplan-energie>, abgerufen am 22.06.2020.

**TenneT (2020)**

Onshore-Projekte Deutschland: Wahle-Mecklar, <https://www.tennet.eu/de/unsere-netz/onshore-projekte-deutschland/wahle-mecklar/trassenverlauf/>, abgerufen am 31.08.2020.

**Umweltbundesamt (2016)**

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\\_können\\_sie\\_effektiv\\_begrenzt\\_werden\\_handbuch.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte_wie_können_sie_effektiv_begrenzt_werden_handbuch.pdf), abgerufen am 20.08.2019.

**Umweltbundesamt (2014)**

Klima und Treibhauseffekt, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2014, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/klima-treibhauseffekt#grundlagen>, abgerufen am 27.07.2020.

**Umweltbundesamt (2001)**

Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2001.

**Uniper (2020)**

Uniper beendet die eigene Steinkohleverstromung in Deutschland, Pressemitteilung vom 30.01.2020, Umweltbundesamt (Hrsg.), Uniper SE, Düsseldorf, 2020, <https://www.uniper.energy/news/uniper-beendet-die-eigene-steinkohleverstromung-in-deutschland/>, abgerufen am 22.06.2020.

**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 (2019)**

EEG-Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung 2018, Juli 2019, <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, abgerufen am 22.06.2019.

**Velasco-Fernández et al. (2020)**

Fallacies of energy efficiency indicators: Recognizing the complexity of the metabolic pattern of the economy, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519306767>, abgerufen am 08.06.2020.

**VGRdL (2020)**

Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2019, Reihe 1, Band 1, (Hrsg.): Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“, <https://www.statistik-bw.de/VGRdL/tbls/?lang=de-DE>, abgerufen am 11.05.2020.

**WMO (2019)**

Greenhouse gas concentrations in atmosphere reach yet another high, World Meteorological Organisation, November 2019, <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-atmosphere-reach-yet-another-high>, abgerufen am 29.07.2020.

**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 (2020a)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2019, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020, unveröffentlicht.

**ZSW (2020b)**

Sonderauswertung der Patentstatistik des Deutschen Patent- und Markenamtes (Stand: 09.06.2020), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020, unveröffentlicht.

**ZSW (2019)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2018, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2019, unveröffentlicht.

**ZSW (2018a)**

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

**ZSW (2018b)**

Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2018, [https://www.zsw-bw.de/uploads/media/bericht-eeg-4-solar.pdf\\_01.pdf](https://www.zsw-bw.de/uploads/media/bericht-eeg-4-solar.pdf_01.pdf), abgerufen am 27.07.2020.

**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 (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.

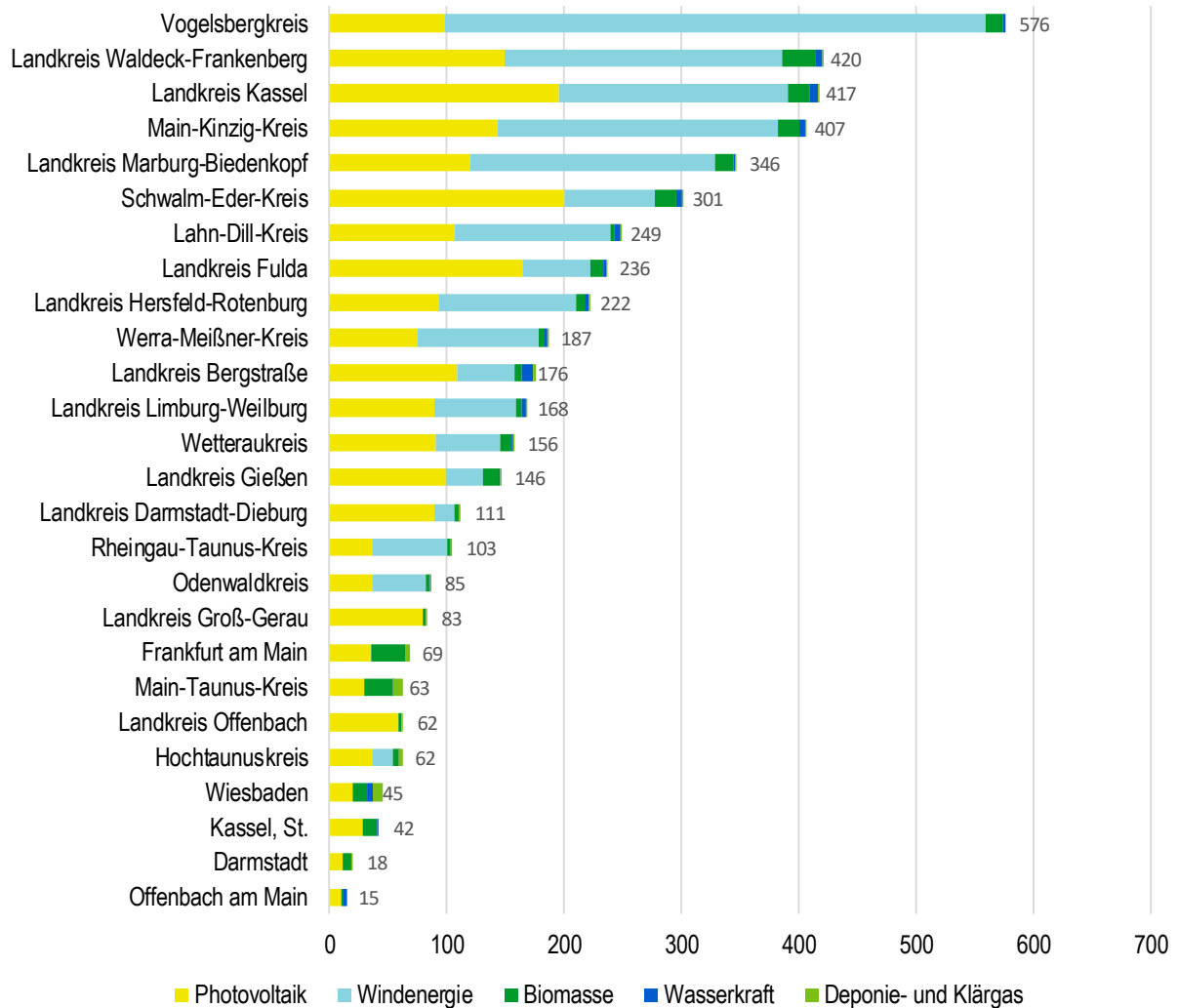


# Anhang



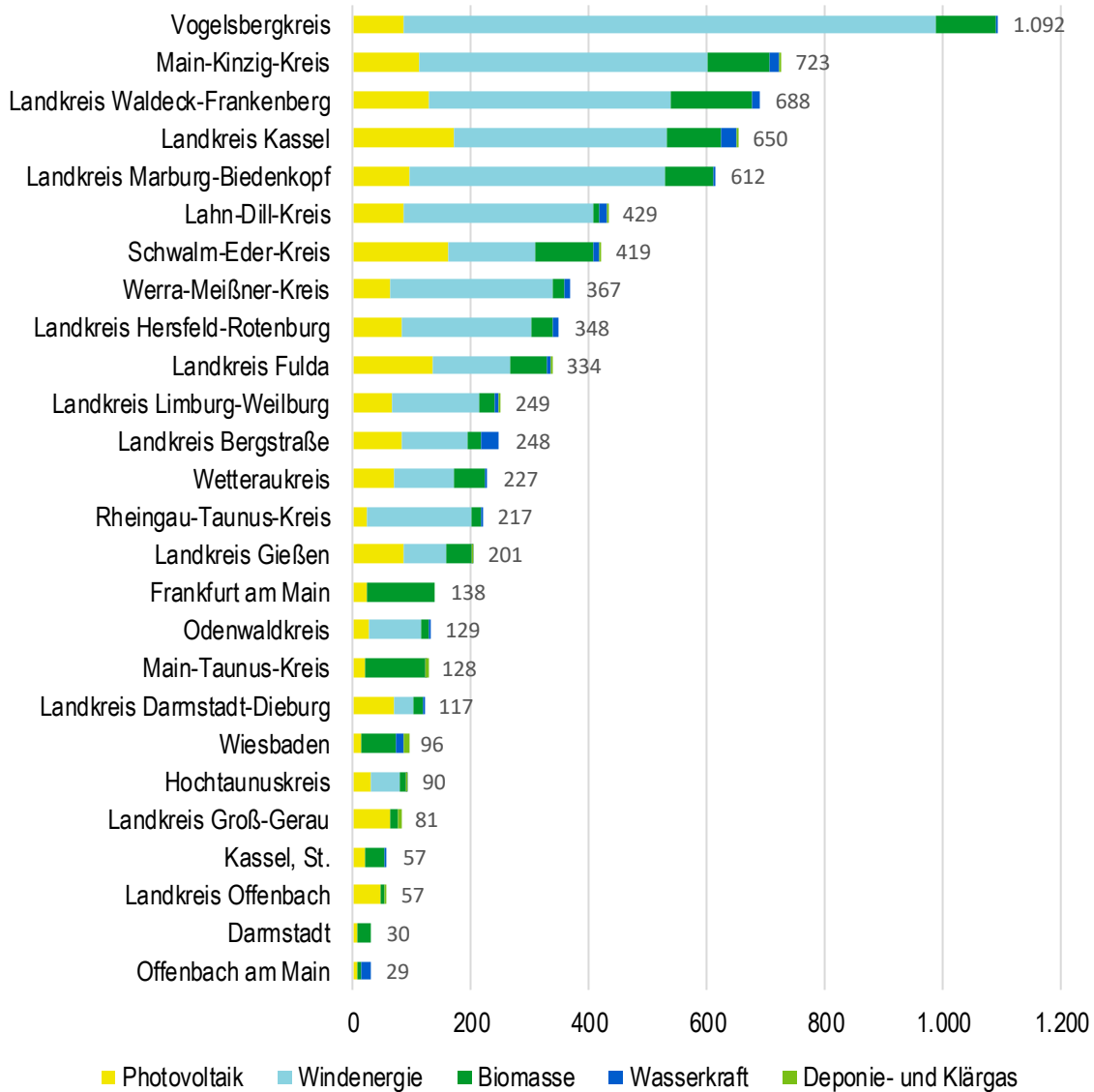
## A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern

### A 1.1 Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2019 nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: BNetzA 2020c, BNetzA 2019, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

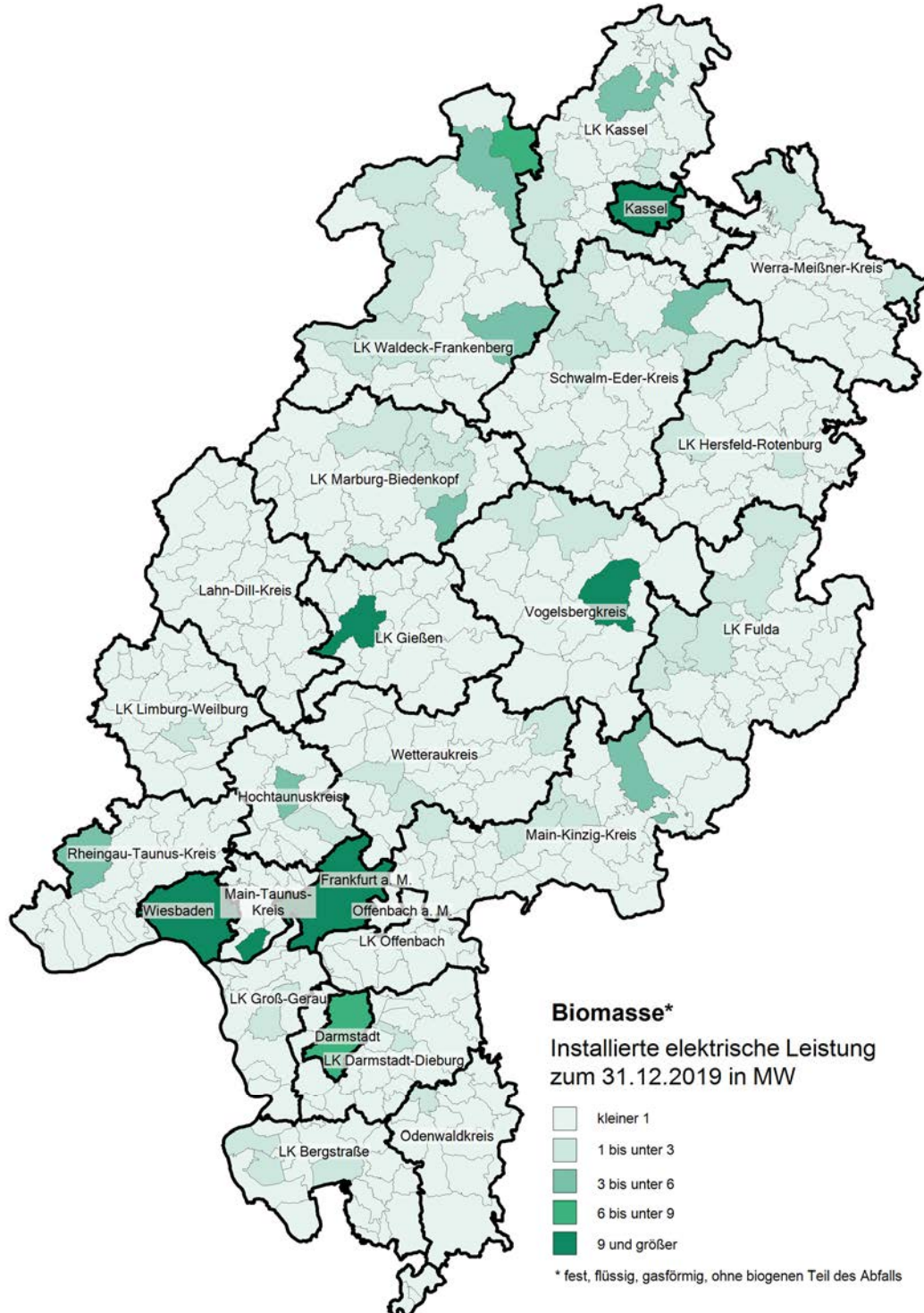
### A 1.2 Erzeugte und eingespeiste Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2019 nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



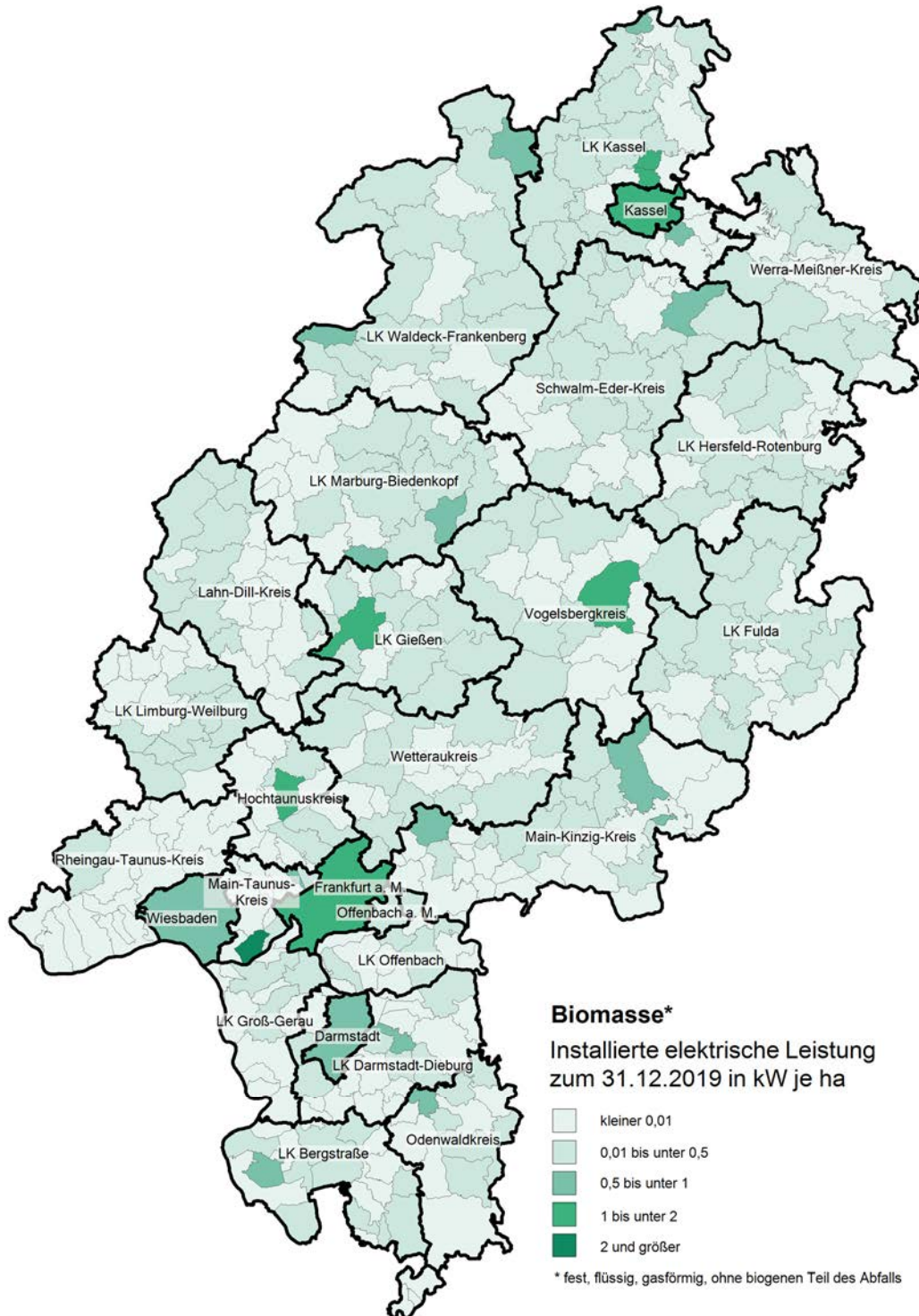
Quelle: IE-Leipzig 2020.

## A 2 Biomasseanlagen

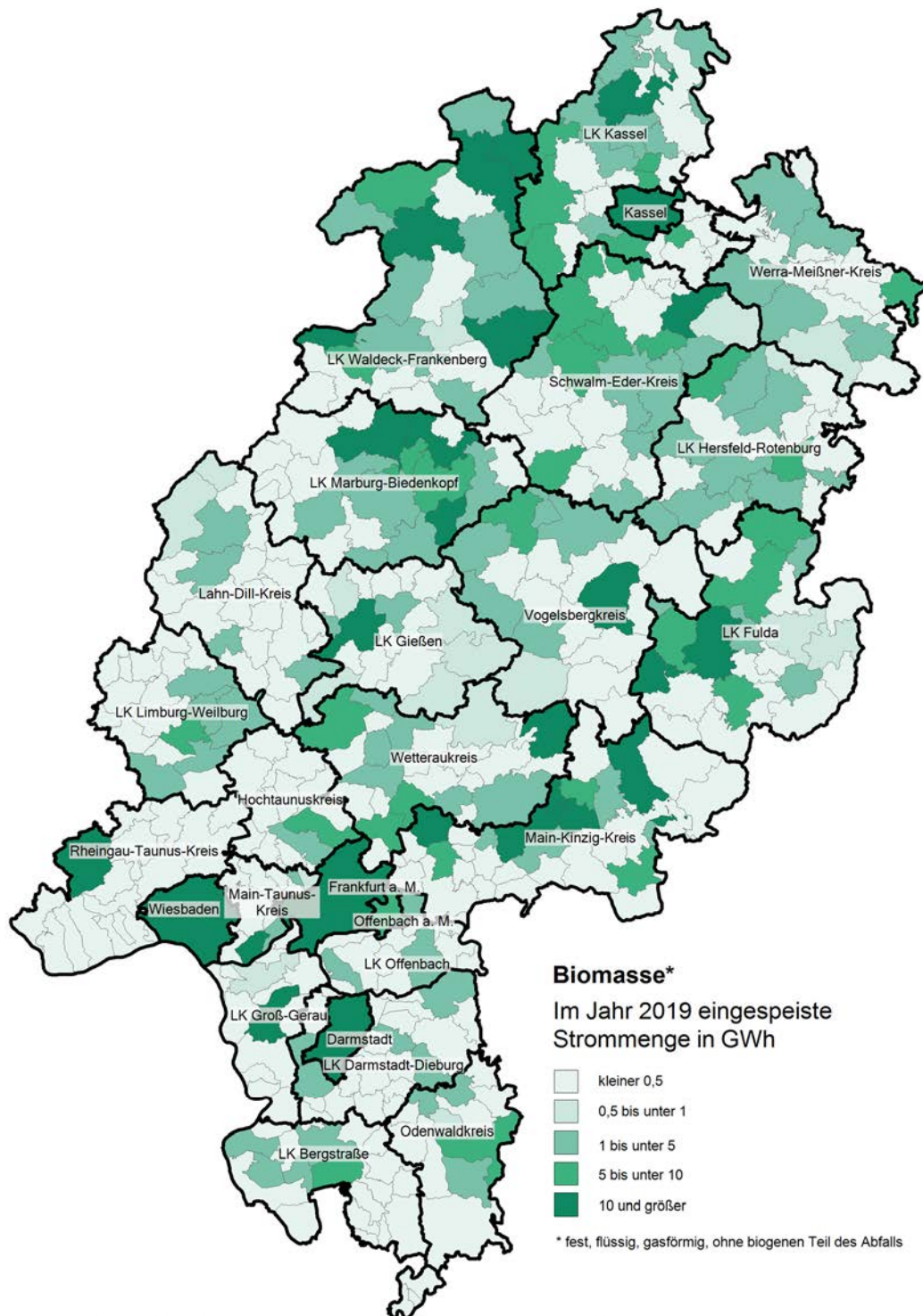
### A 2.1 Installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



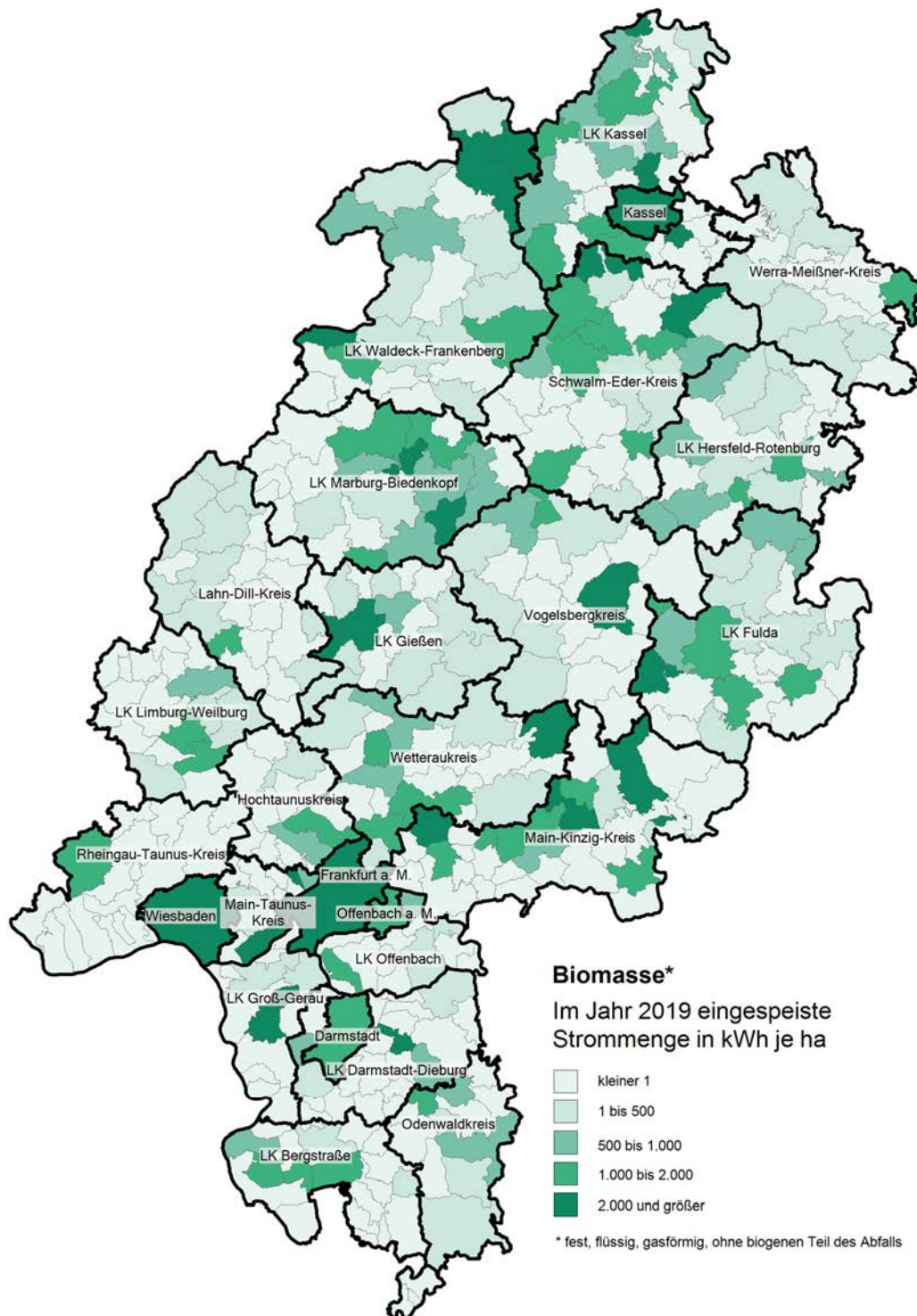
## A 2.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



### A 2.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Biomasseanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden



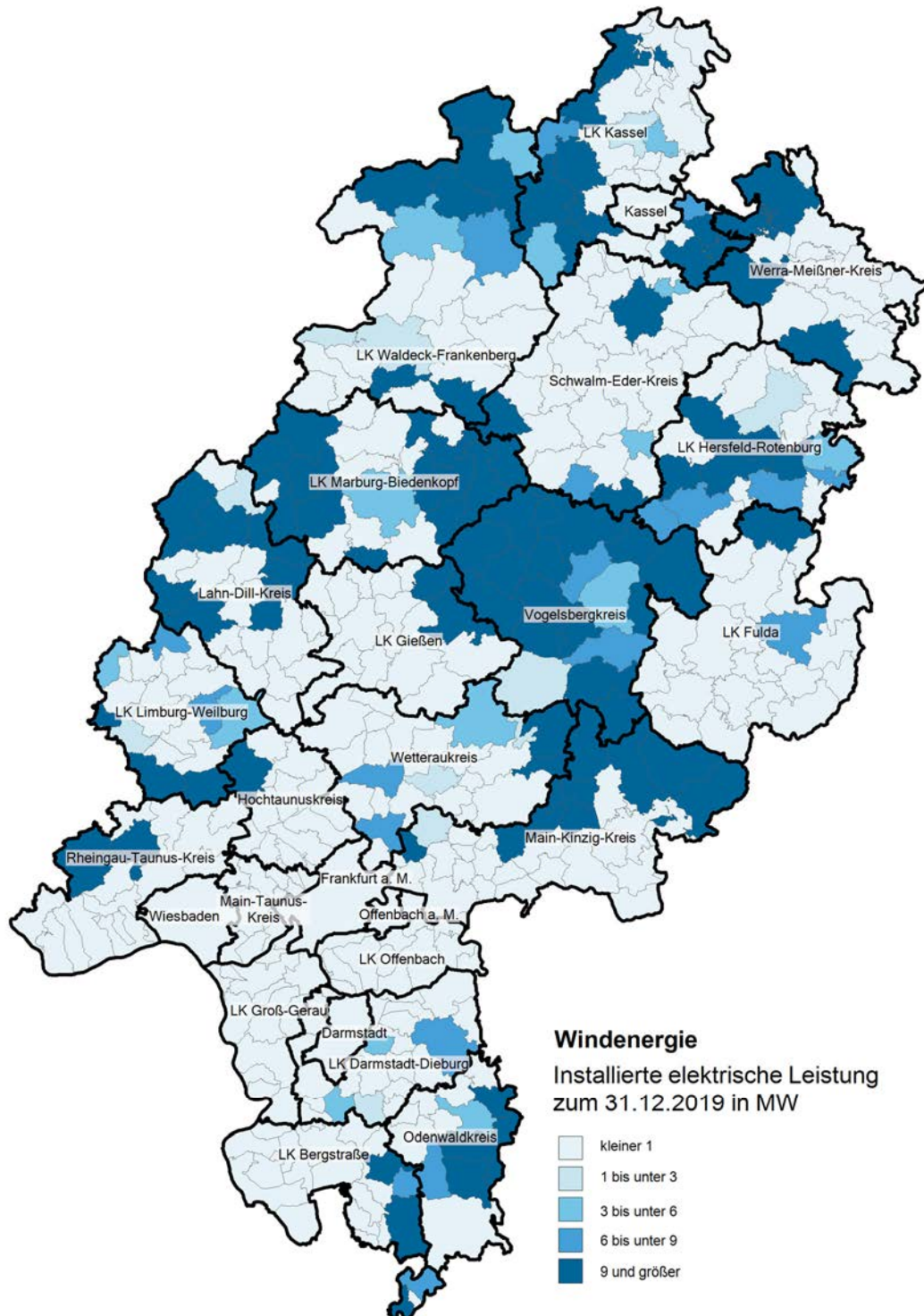
#### A 2.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Biomasseanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden



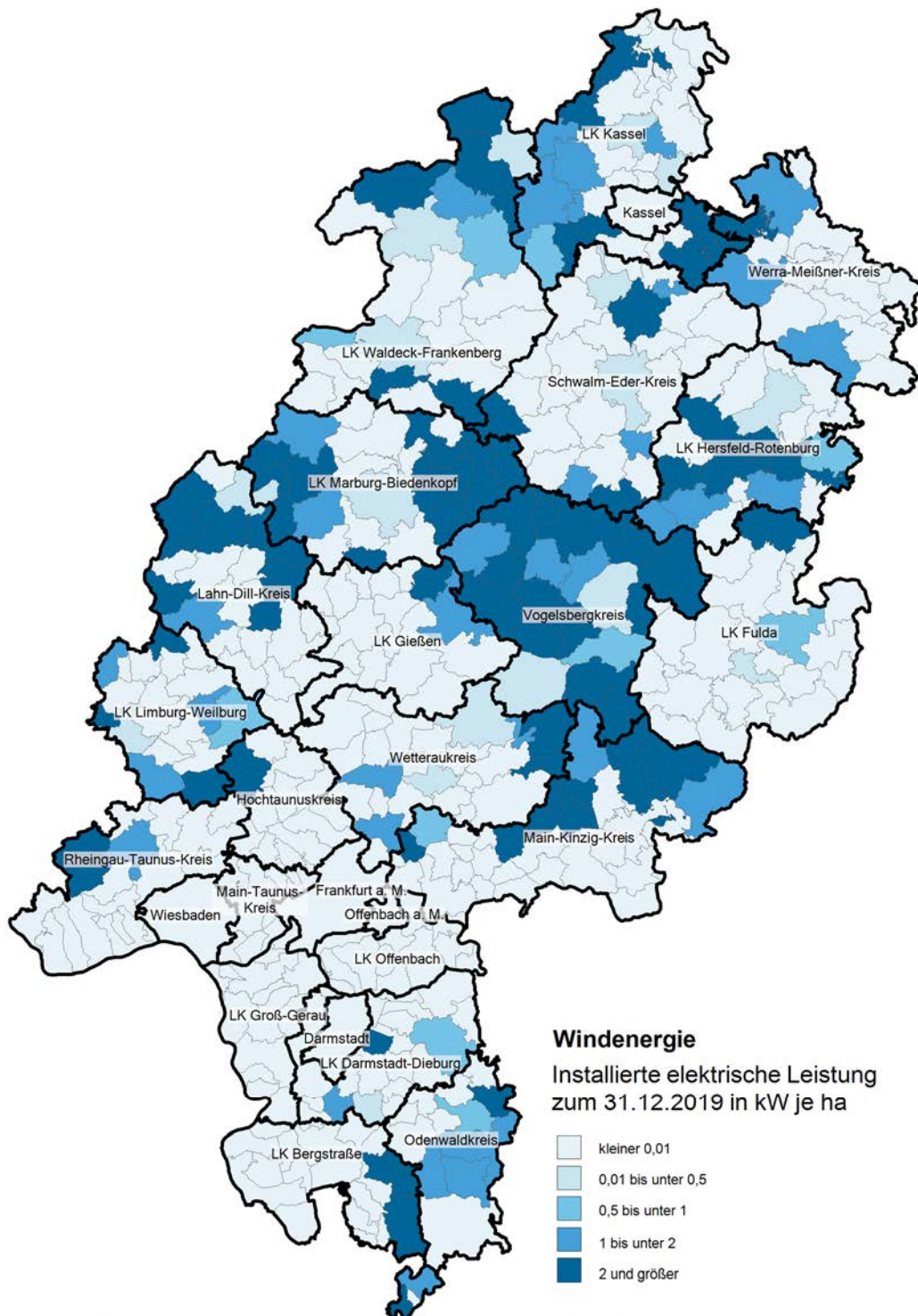


## A 3 Windenergieanlagen

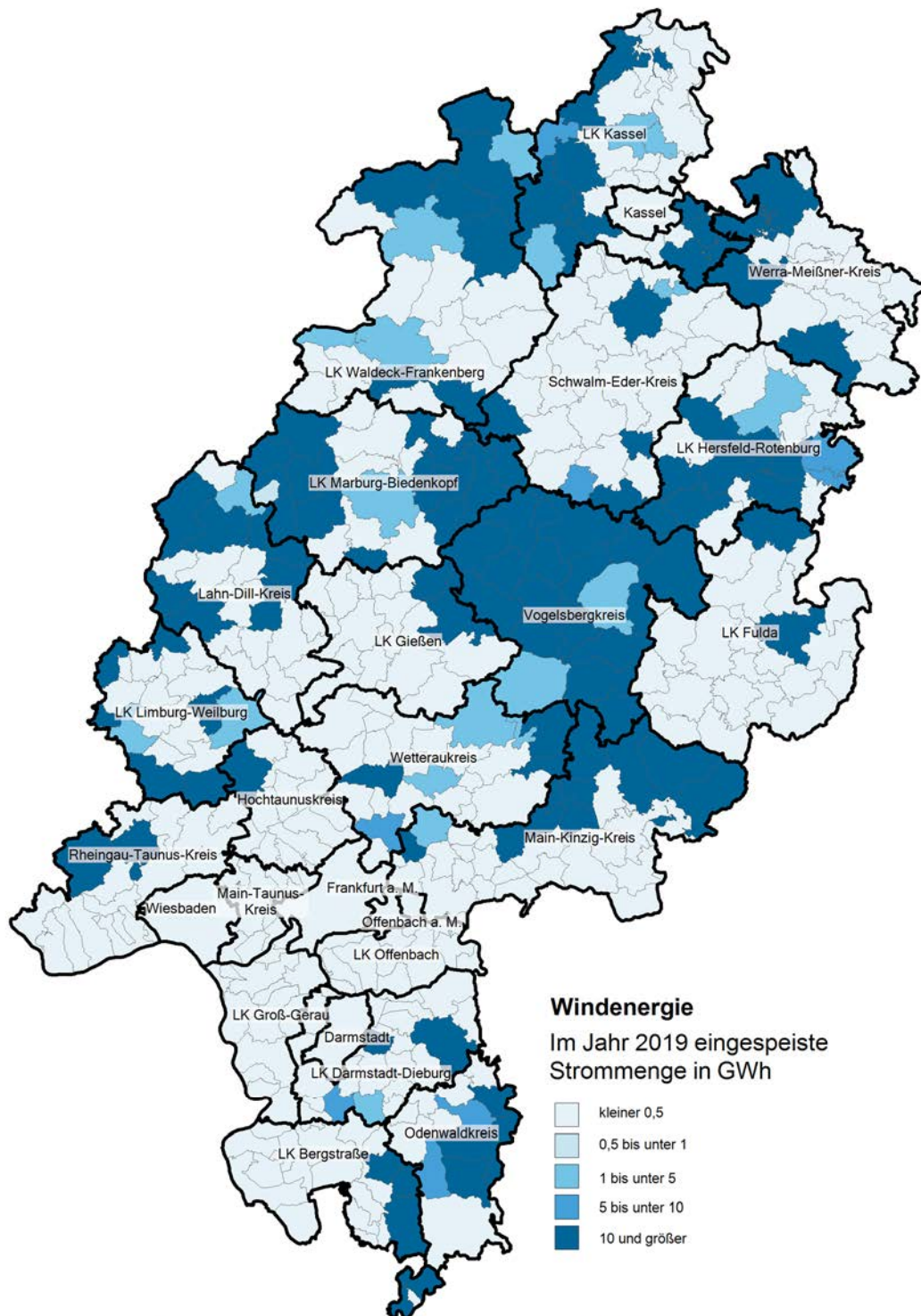
### A 3.1 Installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



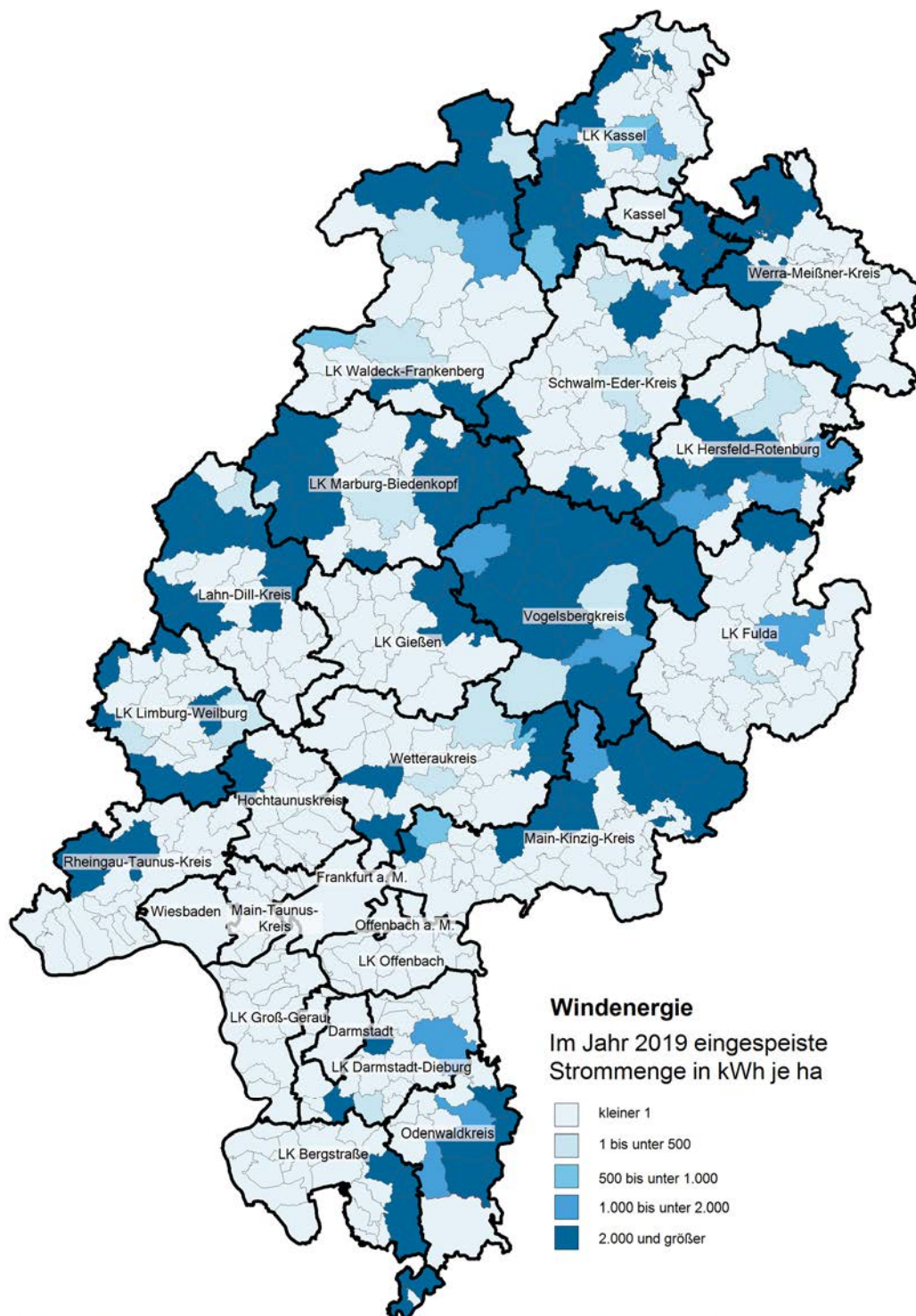
**A 3.2** Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



### A 3.3 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Windenergieanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden

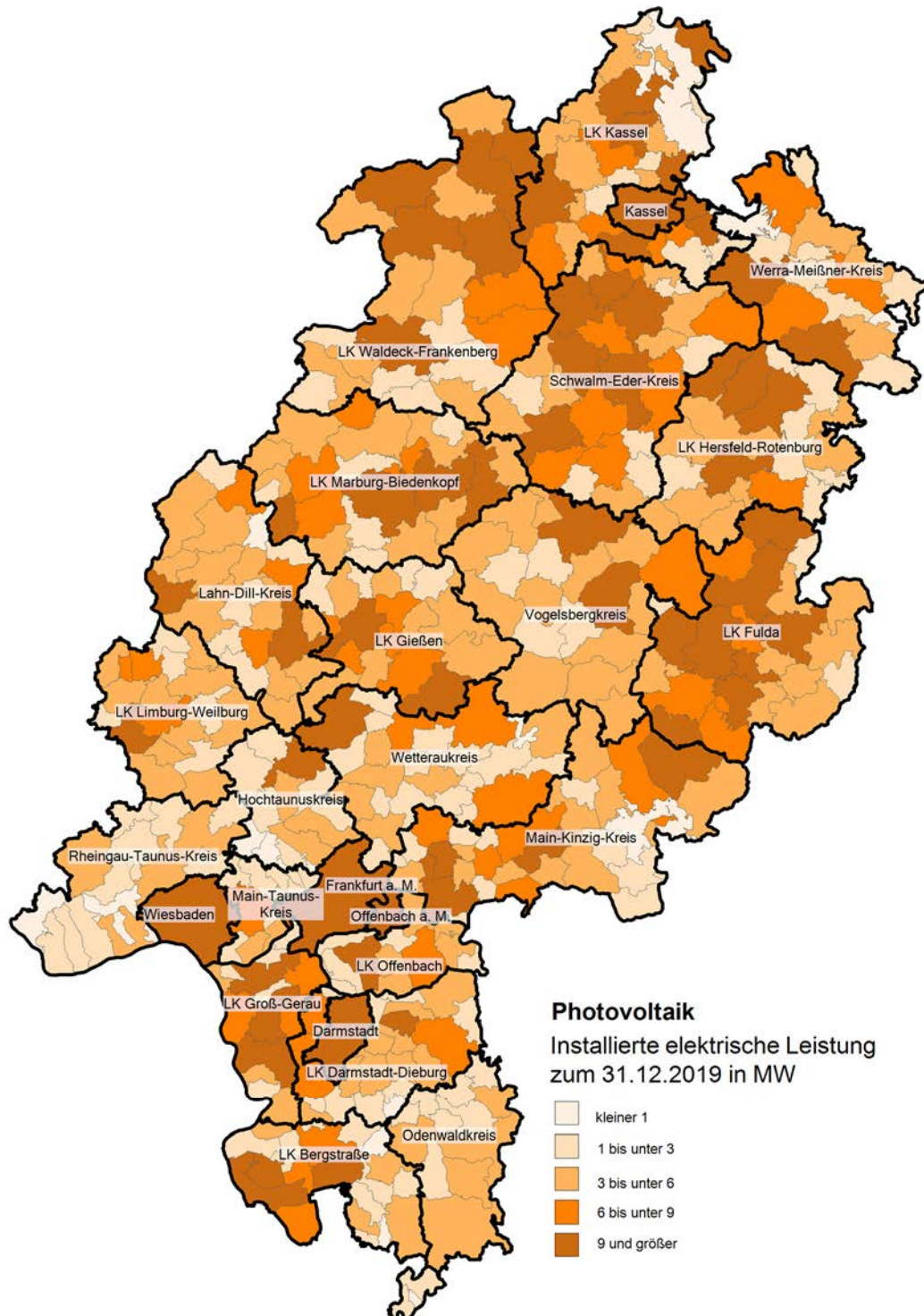


### A 3.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Windenergieanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden

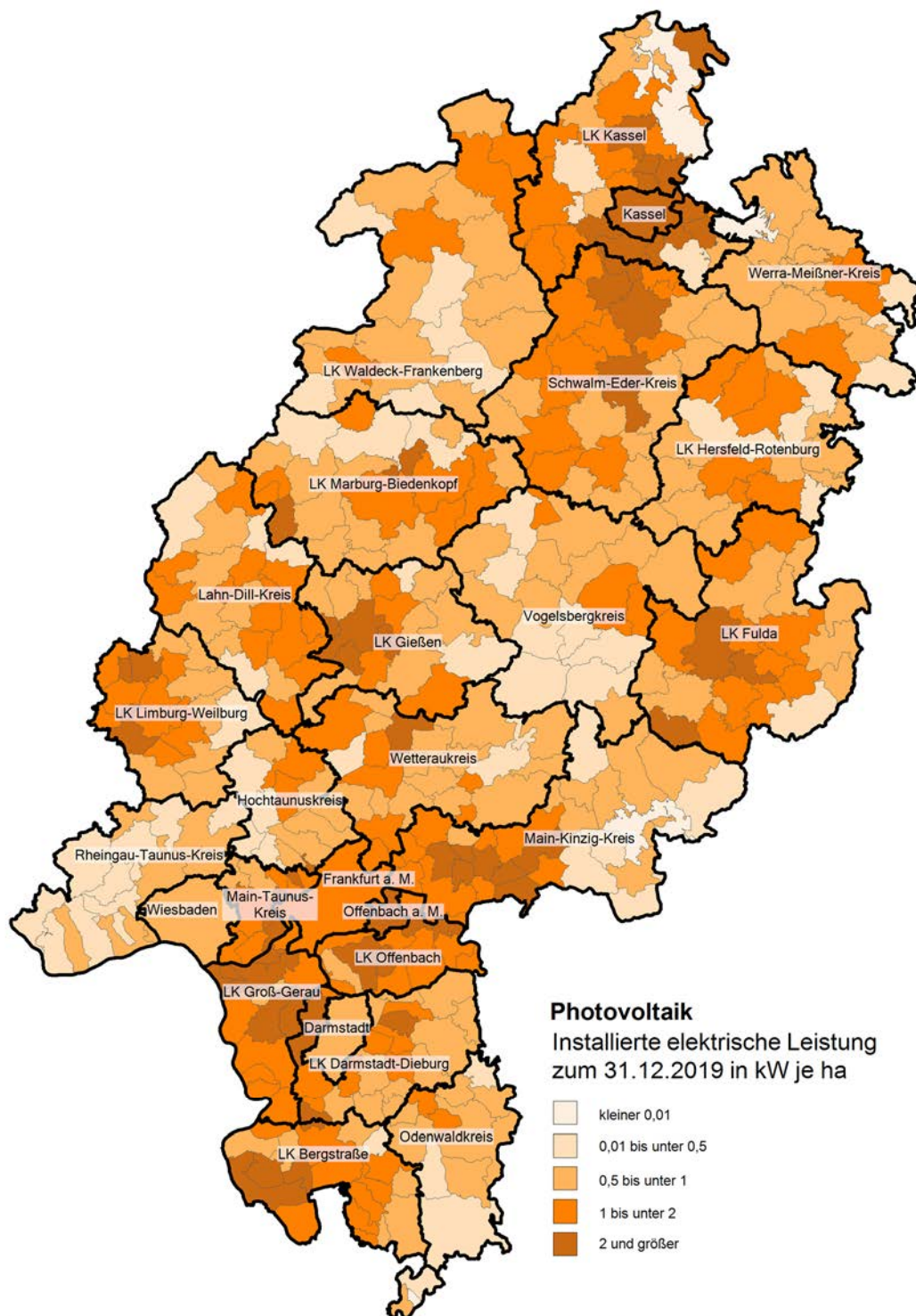


## A 4 Photovoltaikanlagen

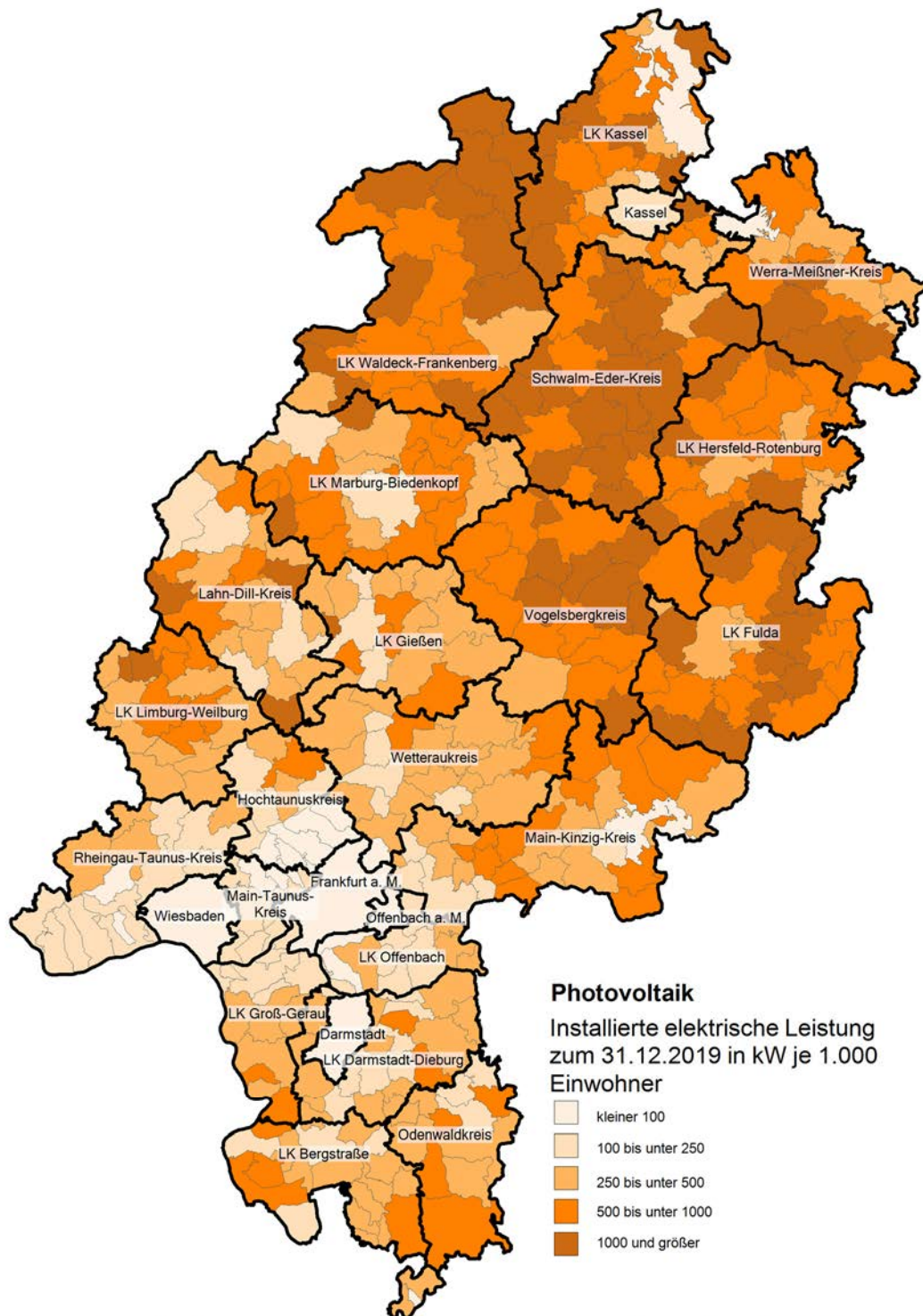
### A 4.1 Installierte elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



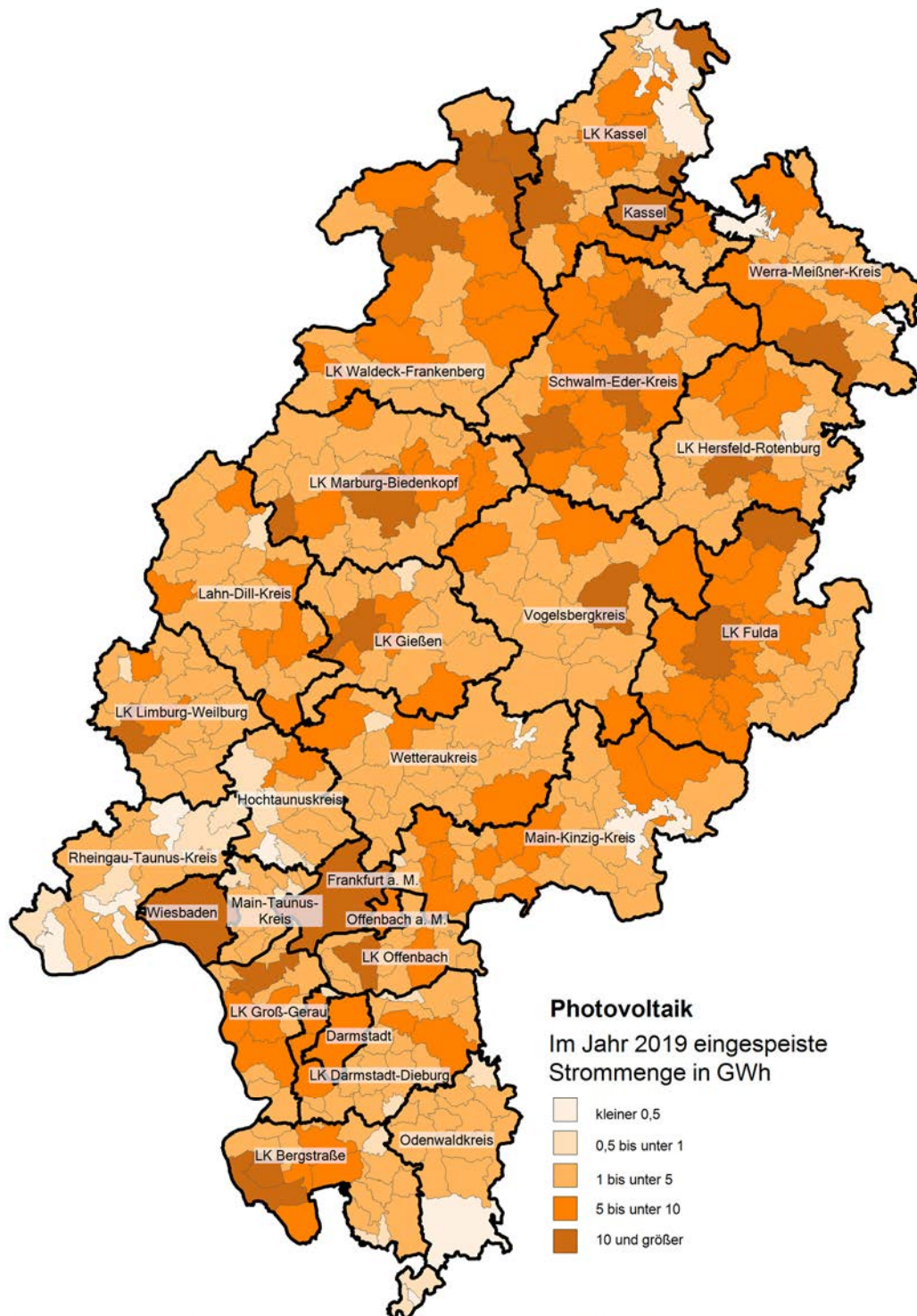
#### 4.2 Installierte elektrische Leistung je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden



### A 4.3 Installierte elektrische Leistung je 1.000 Einwohner von Photovoltaikanlagen am Jahresende 2019 in den hessischen Gemeinden

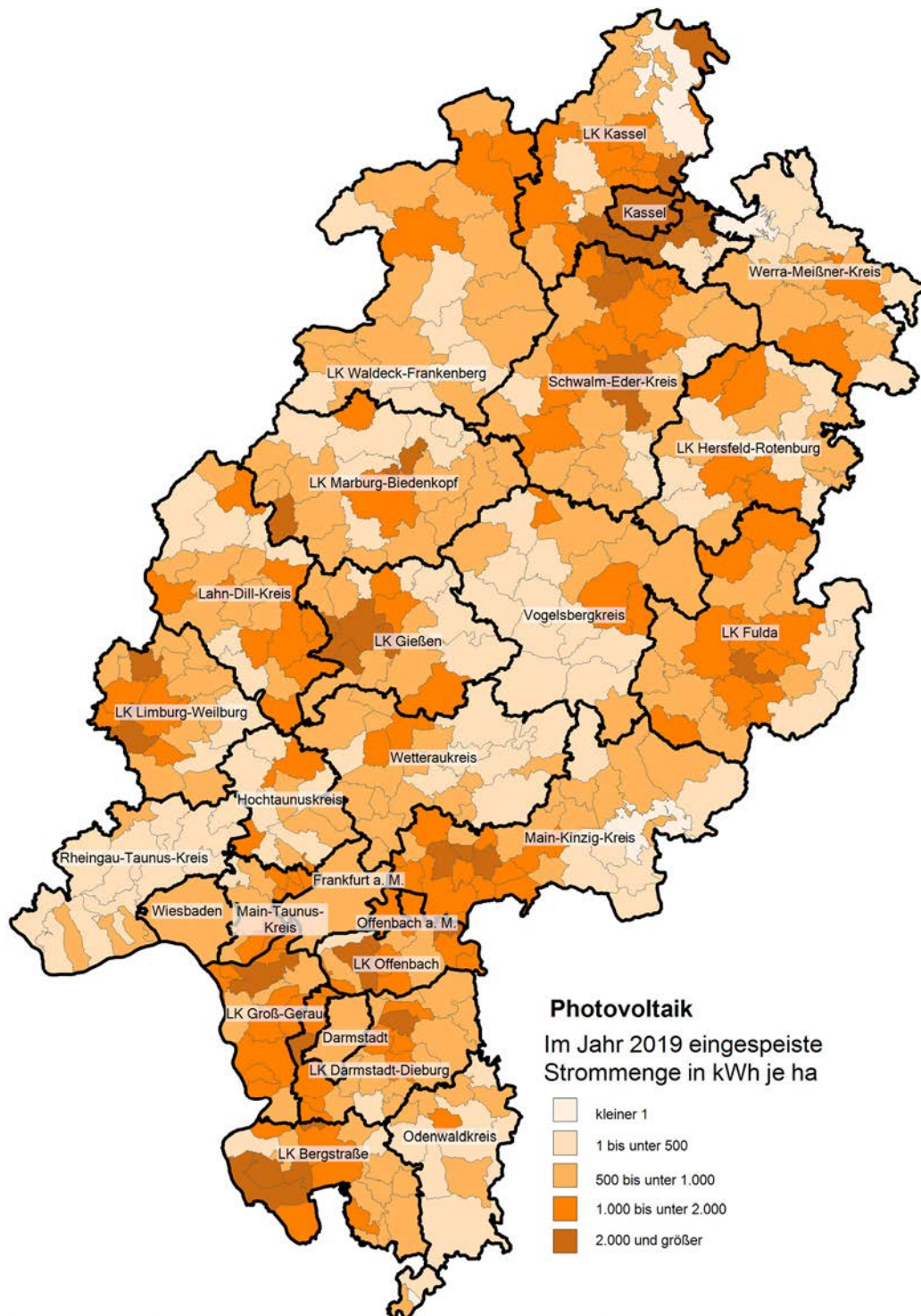


#### A 4.4 Erzeugte und eingespeiste Strommengen von Photovoltaikanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden

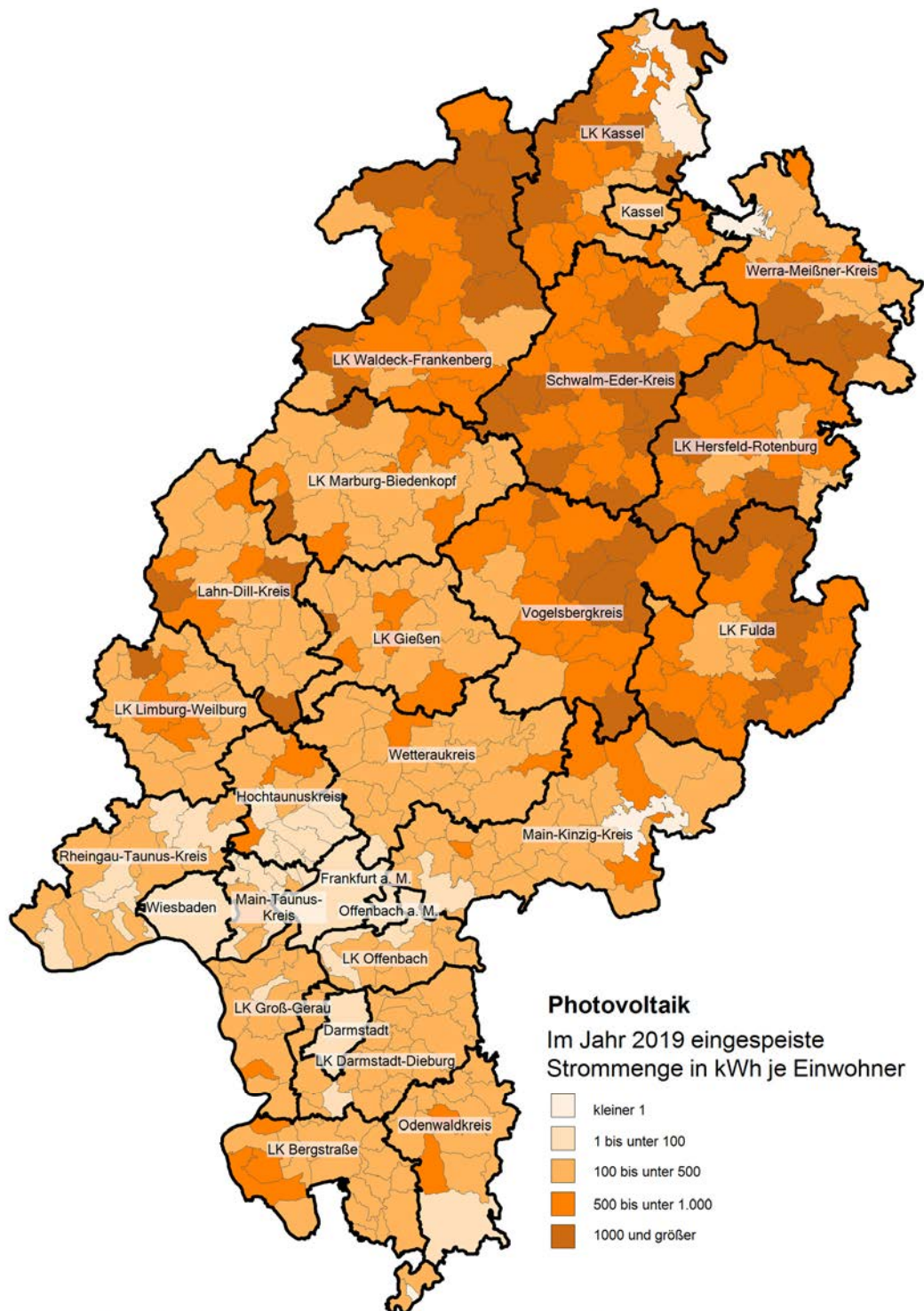




#### A 4.5 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je ha Bodenfläche insgesamt von Photovoltaikanlagen im Jahr 2019 in den hessischen Gemeinden



#### A 4.6 Erzeugte und eingespeiste Strommengen je Einwohner von Photovoltaikanlagen im Jahr 2019 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

Susanne Becker, Johannes Grübel: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen  
Dr. Anne-Katrin Wincierz, Tobias Lentz, Peer Pfennig: Hessisches Statistisches Landesamt

## Stand

November 2020

## Anmerkung zur Verwendung

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

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

## Bildnachweis

Beysim – stock.adobe (Titel oben), MN (Titel unten), Siam Pukkato; - stock.adobe (S. 8), Syda – stock.adobe.com (S. 13), Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen (S. 26), Tsvetan – stock.adobe.com (S. 27), Kadmy – stock.adobe.com (S. 34), Pharmasery GmbH (S. 46), Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (S. 46), Christof Mattes (S. 47), Bioenergie Wächtersbach (S. 65), Countrypixel – stock.adobe.com (S. 66), estations – Fotolia.de (S. 83), Ralf Geithe – stock.adobe.com (S. 93), Wolf Ludwig, SEHW Architektur GmbH (S. 99), MemoryMan – stock.adobe.com (S. 100), FRANK (S. 116), Simon Kraus – adobe.stock (S. 128)

## Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden.  
Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier Enviro Harmony D, Blauer Engel zertifiziert.

## Auflage

500

## Bestellung

Download im Internet unter: [www.wirtschaft.hessen.de](http://www.wirtschaft.hessen.de)  
erscheint auch als HA-Report Nr. 1024 ([www.hessen-agentur.de/publikationen](http://www.hessen-agentur.de/publikationen))

HESSEN



Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,  
Energie, Verkehr und Wohnen

Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden

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



**HessenAgentur**

HA Hessen Agentur GmbH