



# ENERGIEWENDE IN HESSEN

MONITORINGBERICHT 2021





# **Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2021**

Wiesbaden 2021



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Energieverbrauch und Energieeffizienz</b> .....	<b>13</b>
3.1 Primärenergieverbrauch .....	14
3.2 Endenergieverbrauch .....	15
3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung .....	20
3.4 Energieeffizienz .....	23
<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>37</b>
5.1 Endenergieverbrauch für Wärme .....	37
5.2 Gebäuderelevanter Energieverbrauch .....	38
5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden .....	41
5.4 Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor .....	46
<b>6 Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung</b> .....	<b>52</b>
6.1 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung .....	52
6.2 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung .....	66
6.3 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung .....	68
<b>7 Netzausbau und Versorgungssicherheit</b> .....	<b>73</b>
7.1 Stromnetzbestand und -ausbau .....	73
7.2 Digitalisierung der Netze .....	79
7.3 Investitionen in Stromnetze .....	80
7.4 Versorgungssicherheit im Bereich der Stromnetze .....	80
7.5 Gasnetz und Gasspeicher .....	84
7.6 Fernwärmenetze .....	85
<b>8 Verkehr und Elektromobilität</b> .....	<b>88</b>
8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor .....	88
8.2 Elektromobilität .....	93
<b>9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen</b> .....	<b>99</b>
9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen .....	99
9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen .....	100
9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität .....	101
9.4 Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren .....	102
<b>10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende</b> .....	<b>106</b>
10.1 Energiekosten und Energiepreise .....	106
10.2 Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz .....	114
10.3 Beschäftigung im Energiebereich .....	116
10.4 Forschung und Entwicklung .....	117
<b>11 Maßnahmen der Hessischen Landesregierung</b> .....	<b>122</b>
<b>12 Ausblick</b> .....	<b>137</b>

	Seite
<b>Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>139</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>143</b>
<b>Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren.....</b>	<b>146</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>147</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis .....</b>	<b>155</b>
<b>Impressum .....</b>	<b>163</b>

## Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



2020 war in jeder Hinsicht ein Ausnahmejahr. Das spiegelt auch der siebte Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen wider. Der Primärenergieverbrauch fiel im Vergleich zum Vorjahr um 15,6 Prozent, im Verkehrssektor sogar um 30,3 Prozent. Leider ist das durch einen Wirtschaftseinbruch von historischen Dimensionen und einschneidende Beschränkungen des öffentlichen Lebens verursacht statt durch enorme Fortschritte bei der effizienten Nutzung von Energie.

Trotzdem: Die Energiewende ist auch im Corona-Jahr 2020 in Hessen weiter vorangekommen. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ist weiter angestiegen und hat im Vergleich zum bereits hohen Wert des Vorjahres nochmals 9,3 Prozent zugelegt. Damit haben die erneuerbaren Energien in Hessen einen Anteil von 56 Prozent an der Stromproduktion erreicht. Insbesondere der Photovoltaikzubaue entwickelt sich sehr positiv, und bei der Windenergie haben wir den Tiefpunkt des Jahres 2019 überwunden.

Deutlich erkennbar ist, dass die Elektromobilität Fahrt aufnimmt. Der Bestand an Elektro-Pkw hat sich binnen Jahresfrist mehr als verdoppelt, die Zahl öffentlich zugänglicher Ladesäulen ist um die Hälfte gewachsen. Dagegen ist die Zahl von Diesel-Pkw weiter gesunken, und erstmals ist auch bei Benzin-Pkw ein Rückgang zu verzeichnen.

Für die Hessische Landesregierung ist dies ein Ansporn, weiter konsequent für die Energiewende zu arbeiten und uns ein noch ehrgeizigeres Ziel zu setzen: 2045 soll unser Bundesland die Klimaneutralität erreichen – fünf Jahre früher als bislang angestrebt. Dies werden wir im Hessischen Energiegesetz festschreiben.

Wie weit wir auf diesem Weg bereits sind, legen wir mit diesem Monitoringbericht in allen Details offen. Expertinnen und Experten finden hier ebenso wie interessierte Bürgerinnen und Bürger eine Fülle von Informationen. Mein Dank gilt 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

Im siebten Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen werden 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 betrachtet. Der Berichtszeitraum umfasst bei Verfügbarkeit der entsprechenden Daten den Zeitraum von 2000 bis 2020 und zum Teil bis zum ersten Halbjahr 2021.

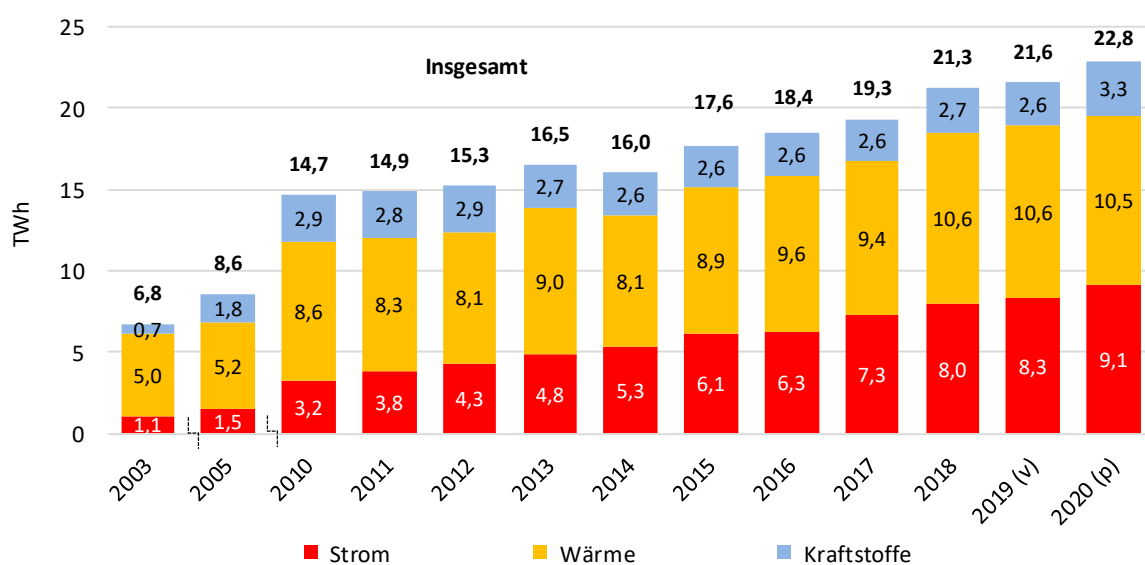
Die Corona-Pandemie hat zu einem starken wirtschaftlichen Einbruch und zu erheblichen Umwälzungen des Energieverbrauchs geführt. So schätzt das Leipziger Institut für Energie (IE-Leipzig) für Hessen einen **Primärenergieverbrauch** (PEV) in Höhe von 736,6 Petajoule (PJ). Das sind 135,9 PJ bzw. 15,6 Prozent weniger als im Vorjahr und damit der stärkste Rückgang, seit Energiebilanzen für Hessen erstellt werden. Der **Endenergieverbrauch** (EEV) wird auf 675,8 PJ geschätzt, und damit auf 133,1 PJ bzw. 16,5 Prozent weniger als im Vorjahr. Differenziert nach **Verbrauchssektoren** hat die Corona-Pandemie am stärksten den EEV im Verkehr zurückgehen lassen, und zwar um 30,3 Prozent. In den Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) waren es 7,7 bzw. 5,2 Prozent.

Demgegenüber ist der EEV der privaten Haushalte leicht gestiegen (+0,3 %). Ursächlich hierfür sind Auswirkungen der Corona-Pandemie wie z. B. eine Zunahme von sowohl Kurz- als auch Heimarbeit sowie eine zunehmende Nutzung von Internet- und Streamingangeboten.

Aufgrund der massiven Auswirkungen der Corona-Pandemie fielen im Jahr 2020 der Anstieg der **Endenergieproduktivität** gegenüber dem Vorjahr mit 10,8 Prozent und der Anstieg der **Primärenergieproduktivität** mit 9,7 Prozent deutlich höher als im langfristigen Mittel (+1,1 % bzw. +1,8 %) aus. Rückläufig war hingegen die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität (-3,0 %), da die Abnahme des temperaturbereinigten Bruttostromverbrauchs (-2,7 %) geringer war als der Rückgang des realen BIP (-5,6 %).

Der **Beitrag der erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch** lag in Hessen im Jahr 2020 bei 22,84 Terawattstunden (TWh) (siehe Abbildung 1). Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr beläuft sich auf 1,28 TWh bzw. +5,9 Prozent. Dieser Zuwachs ist zu fast gleichen Teilen auf Strom (+0,77 TWh) und erneuerbare Kraftstoffe (+0,65 TWh) zurückzuführen. Der Beitrag der erneuerbaren Wärmeherzeugung fiel hingegen witterungsbedingt leicht geringer aus als im Vorjahr (-0,15 TWh).

**Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003\*-2020 (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 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.



Die **Bruttostromerzeugung** in Hessen beziffert sich im Jahr 2020 auf 16,4 TWh. Dazu haben erneuerbare Energien 9,1 TWh und damit erstmals deutlich mehr als die Hälfte (56 %) beigetragen.

Der **Anteil in Hessen erzeugter erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch** lag unter Berücksichtigung des zugeschätzten PV-Selbstverbrauchs, der in Abbildung 1 nicht erfasst ist, bei 25,8 Prozent (siehe dazu die Erläuterungen in Kapitel 4.2).

Im Jahr 2020 waren in Hessen erstmals mehr als 5 GW **elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen** installiert. Der Netto-Zubau hat sich nach dem Einbruch im Jahr 2019 wieder erhöht und erreichte im Jahr 2020 einen Wert von 309,9 MW. Davon entfallen 221,9 MW auf den Energieträger Photovoltaik und 83,9 MW auf den Energieträger Windenergie. Bei den Energieträgern Biomasse und Wasserkraft war mit einem Plus von 4,1 MW bzw. 0,1 MW nur ein geringer Netto-Zubau im Jahr 2020 zu verzeichnen. Hervorzuheben ist besonders der ungebrochen positive Trend beim Energieträger Photovoltaik. Im Jahr 2020 wurde bei diesem Energieträger der bereits hohe Zubauwert des Vorjahres nochmals um rund 65 Prozent übertroffen. Die Entwicklung im ersten Halbjahr 2021 mit einem Netto-Zubau von 117,6 MW lässt darauf schließen, dass sich der Wachstumstrend fortsetzt. Beim Energieträger Windenergie wurden im Jahr 2020 wieder deutlich mehr Anlagen als im Krisenjahr 2019 hinzugebaut. Die guten Zubauwerte der Jahre 2017 und 2018 konnten aber nicht erreicht werden. Im ersten Halbjahr 2021 sind neun Windenergieanlagen mit einer Leistung von 32 MW in Betrieb gegangen.

Mit einem **Endenergieverbrauch für Wärme** in Höhe von 285 PJ ist gegenüber dem Vorjahr eine deutliche Abnahme in Höhe von 10,5 PJ bzw. 3,5 Prozent feststellbar, was zum einen auf die mildere Witterung, zum anderen aber auch auf den coronabedingten Rückgang von Prozesswärme in der Industrie zurückzuführen ist. Speziell auf den **gebäuderelevanten Endenergieverbrauch** entfielen im Jahr 2020 insgesamt 240 PJ, was rund einem Drittel des gesamten EEV entspricht. Der größte Teil des gebäuderelevanten EEV entfällt wiederum mit 182 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme.

Für den **Verkehrssektor** wird für das Jahr 2020 ein EEV in Höhe von 273 PJ geschätzt, 119 PJ bzw. 30,3 Prozent weniger als im Vorjahr. Innerhalb des Verkehrssektors konzentriert sich der Rückgang auf den Luftverkehr, der 53 Prozent weniger Energie verbrauchte als ein Jahr zuvor. Im Jahr 2020 wurden knapp 18,8 Mio. Passagiere befördert, ein Rückgang gegenüber dem Vorjahr von 73,4 Prozent. Die Zahl der Flugzeugbewegungen hat sich mehr als halbiert und sank von 514.000 auf 212.000 (-58,7 %).

Der Bestand an reinen **Elektro-Pkw** lag zum Jahresbeginn 2021 bei 24.300 Fahrzeugen, hinzu kommen 89.614 **Hybridfahrzeuge**. Damit hat sich bei beiden Antriebsarten die bereits im Vorjahr zu beobachtende hohe Wachstumsdynamik weiter beschleunigt. Der Bestand an reinen Elektro-Pkw hat um 13.630 Fahrzeuge (+128 %) und der Bestand an Hybrid-Pkw um 41.369 Fahrzeuge (+86 %) zugenommen. Ebenfalls deutlich angestiegen ist die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge auf insgesamt 2.844 zum 30. April 2021. Gegenüber April 2020 bedeutet dies eine Zunahme um 978 Ladepunkte bzw. 52 Prozent.

Für das Jahr 2020 liegen noch keine Zahlen zu den **Treibhausgasemissionen** in Hessen vor. Aufgrund der Corona-Auswirkungen insbesondere im Verkehrssektor ist jedoch mit einem deutlichen Rückgang zu rechnen. Im Jahr 2019 wurden in Hessen insgesamt 38,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt. 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** ist ein wichtiger Baustein der Energiewende. Bei den Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) befindet sich bei den SuedLink-Leitungsvorhaben der einzige noch durch Hessen verlaufende Abschnitt nun im Planfeststellungsverfahren. Beantragt wurde die Planfeststellung für den Abschnitt der Regelzonengrenze in der Nähe von Eisenach bis nach Mecklar des Vorhabens 12. Abschnitt A von Mecklar bis Dipperz des Vorhabens 17 befindet sich in Bundesfachplanung. Bei den Vorhaben 43 und 45 wurden im Jahr 2020 bereits einzelne Teilmaßnahmen begonnen. Neuer Bestandteil des Bundesbedarfsplans sind das Vorhaben 65 Borken – Gießen Nord – Karben, das Vorhaben 66 Großkrotzenburg – Dettingen – Urberach, das Vorhaben 67 Bürstadt – BASF (Ludwigshafen) und das Vorhaben 76 Krißfeld – Farbwerke Höchst Süd.

Die **Investitionen der Netzbetreiber in die deutschen Stromnetze** lagen im Jahr 2019 mit insgesamt knapp 7,1 Mrd. Euro zwar leicht über dem Vorjahreswert, blieben aber um knapp 700 Mio. Euro unter dem Planwert. Für das Jahr 2020 ist eine Investitionssumme von 9,6 Mrd. Euro geplant, das bedeutet eine kräftige Steigerung um 2,5 Mrd. Euro bzw. rund 35 Prozent gegenüber 2019.

Auch im Jahr 2019 war die **Stromversorgungsqualität** gewährleistet. Der SAIDI-Wert, ein Index zur Messung von Versorgungsunterbrechungen, ging in Hessen auf 10,31 Minuten zurück und lag damit wieder unter dem Bundesdurchschnitt. Die Gesamtdauer der strombedingten Redispatchmaßnahmen für in Hessen liegende Netzelemente war 2020 mit 675 Stunden halb so hoch wie im Vorjahr. Bei den spannungsbedingten Redispatchmaßnahmen zählte das Netzgebiet Dipperz – Großkrotzenburg mit 1.247 Stunden wie auch in den Vorjahren zu den bundesweit am stärksten betroffenen Gebieten.

Die **Preisentwicklung** ist für einzelne Energieträger im Jahr 2020 sehr unterschiedlich verlaufen. Infolge der gravierenden Corona-Folgen erfuhr Mineralölprodukte weltweit und national einen regelrechten Preiseinbruch. Am stärksten fiel mit fast 26 Prozent der Preis von leichtem Heizöl, gefolgt von Dieselmotorkraftstoff (-12,2 %) und Superbenzin (-9,8 %). Der Preisrückgang für Fernwärme war mit 1,6 Prozent deutlich moderater. Leicht verteuert hat sich Erdgas (+0,3 %). Demgegenüber erhöhte sich der Strompreis um 3,0 Prozent und lag abermals deutlich über dem Anstieg der allgemeinen Lebenshaltungskosten (+0,5 %).

Nach der aktuellen BDEW-Strompreisanalyse (Stand: Juni 2021) ist für private Haushalte im Jahr 2021 mit einem moderaten Anstieg des **Strompreises** in Höhe von 0,13 Cent je kWh (0,4 %) zu rechnen. Für einen Durchschnittshaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.900 kWh ergeben sich im Jahr 2021 Stromkosten von insgesamt rund 1.246 Euro, etwa 5 Euro mehr als im Vorjahr. Für Industriekunden mit einem Jahresstromverbrauch von bis zu 20 GWh wird für 2021 ein Anstieg des Strompreises von 1,32 Cent je kWh (+7,4 %) auf 19,09 Cent für die Kilowattstunde erwartet.

In Hessen haben besonders **stromintensiv produzierende Unternehmen** im Jahr 2020 für insgesamt 129 Abnahmestellen eine Begrenzung der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,4 TWh beantragt.

Im Jahr 2020 wurden in Hessen **Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien** in Höhe von insgesamt 562,7 Mio. Euro getätigt und damit 243,4 Mio. Euro bzw. 76,2 Prozent mehr als im Vorjahr. Dies ist vor allem auf Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung zurückzuführen, die um 172,7 Mio. Euro zugenommen haben und sich damit nahezu verdoppelten (+98,5 %). Aber auch Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung haben sich um 70,7 Mio. Euro bzw. 49,1 Prozent erhöht.

Im Jahr 2020 waren in Hessen 13.266 Menschen in Energieversorgungsunternehmen tätig. Dies sind 256 Personen bzw. 2,0 Prozent mehr als im Jahr zuvor und damit der Höchststand im betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2020. Insgesamt verlief die **Beschäftigungsentwicklung** in den letzten Jahren stabil.

Das Land Hessen hat im Jahr 2019 im Bereich der nicht-nuklearen **Energieforschung** Mittel in Höhe von insgesamt 14,0 Mio. Euro aufgebracht. Im Vergleich zum bisherigen Rekordjahr 2018 bedeutet dies einen Rückgang um knapp 1 Mio. Euro bzw. 6,0 Prozent. 2018 war eine kräftige Steigerung der Fördermittel um knapp 5 Mio. Euro zu verzeichnen.

# 1 Einleitung

Neben der Berichterstattung über die Corona-Pandemie prägen die Auswirkungen der weltweiten Klimaveränderung die täglichen Nachrichten. Die Meldungen reichen von Hitzewellen, großflächigen Waldbränden, Dürrekatastrophen, Überschwemmungen, Erdbeben bis hin zum immer schnelleren Abschmelzen der Gletscher und Polkappen. Da die Erderwärmung hauptsächlich auf den Anstieg der Treibhausgasemissionen zurückzuführen ist, haben die meisten Länder der Welt bereits im Jahr 2016 dem Pariser Klimaschutzabkommen zugestimmt, wonach der Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau gehalten wird und Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Um dieses Ziel erreichen zu können, müssten die durch den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen möglichst rasch auf Null reduziert werden. Dies erfordert eine vollständige Dekarbonisierung der Wirtschaft, des Verkehrs und der Wärmeerzeugung für Gebäude. Der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung zur Strom- und Wärmenutzung oder zur Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff kann hier einen maßgeblichen Beitrag leisten.

Im vorliegenden siebten Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen wird auf Basis von Daten und Fakten der aktuelle Stand der Umsetzung der Energiewende in Hessen aufgezeigt. In bewährter Weise werden die Entwicklungen in allen bedeutenden 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. Betrachtet wird zudem die Entwicklung der Energieeffizienz, deren Anstieg wesentlich für den Erfolg der Energiewende ist.

In Kapitel 4 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.

Kapitel 5 widmet sich dem Energieverbrauch zur Erzeugung von Wärme. Dabei steht der Verbrauch für die Nutzung von Gebäuden im Fokus, da sich hier große Potenziale für Energieeinsparungen realisieren lassen. Hierzu werden Daten zur Heizungsstruktur im Gebäudebestand und in neu errichteten Wohnhäusern ausgewertet. 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 der KfW und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gemäß dem Marktanzreizprogramm aufgezeigt.

In Kapitel 6 werden die Energieerzeugungsanlagen in Hessen in den Fokus gerückt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den erneuerbaren Energieanlagen. Es wird insbesondere dargestellt, wie der Ausbau der erneuerbaren Energieanlagen voranschreitet und wie die regionale Verteilung der installierten Leistung und der eingespeisten Strommenge aussieht. Eine interaktive Darstellung dieser Ergebnisse findet sich auf der Website <https://wirtschaft.hessen.de/energie/daten-fakten/>.

Anschließend werden in einer kurzen Übersicht die hessischen konventionellen Kraftwerke betrachtet, die mittels fossiler Energieträger oder Abfall Strom erzeugen. Ebenfalls wird das Thema Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit einer Darstellung der hessischen KWK-Anlagen und deren elektrischer und thermischer Leistung beleuchtet.

Schwerpunkte von Kapitel 7 sind der Stromnetzausbau sowie die Versorgungssicherheit der Stromnetze. Weitere Themen sind die Investitionen der Netzbetreiber in die Stromnetze und die Digitalisierung der Netze. Ein Blick auf das hessische Gas- und Fernwärmenetz rundet das Kapitel ab.

Kapitel 8 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Energieeffizienz im Verkehrssektor. Coronabedingt haben sich hier – insbesondere durch die Flugausfälle am Frankfurter Flughafen – massive Veränderungen ergeben. Besonderes Augenmerk liegt auf den aktuellen Entwicklungen in der Elektromobilität, die gefördert durch einen Umweltbonus eine hohe Dynamik aufweist. Neu in der Berichterstattung ist die regionale Darstellung der Bestandszahlen von Pkw mit Elektroantrieb in Zusammenschau mit den öffentlichen und privaten Ladepunkten in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten.

Im Jahr 2020 hatte das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Projektionen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 erstellen lassen, wofür auch eine Schätzung der Treibhausgasemissionen für das Jahr 2019 vorgenommen wurde. Diese Ergebnisse wurden für den letztjährigen Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen bereitgestellt, sodass aktuell keine weiteren Ergebnisse zu den Treibhausgasemissionen vorliegen, die über den letztjährigen Berichtsstand hinausgehen. In Kapitel 9 werden diese Ergebnisse in knapp kommentierter Form nochmals dargestellt.

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 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) erstellt. Die Bearbeitung erfolgte wieder in enger Abstimmung mit dem zuständigen Fachreferat Energiepolitik, Erneuerbare Energien, Energietechnologien im HMWEVW und dem Referat Tourismus, Verkehr, Umwelt, Energie 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 2021.

# 2

## Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings





## 2 Ziele der Energiewende und Indikatoren des Energiemonitorings

Das Hessische Energiegesetz (HEG) von 2012 sieht vor, Hessens Endenergieverbrauch an Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen zu decken.<sup>1</sup> Vor dem Hintergrund des novellierten Bundesklimaschutzgesetzes 2021 wird die Hessische Landesregierung eine Anpassung ihrer klimapolitischen Ziele verabschieden. Das Erreichen der Klimaneutralität in Hessen wird spätestens für das Jahr 2045 angestrebt. Weiterhin besteht im Landesentwicklungsplan die Vorgabe, in den Regionalplänen Windvorrangflächen mit Ausschlusswirkung in einer Größenordnung von 2 Prozent der Landesfläche in substanzial geeigneten Gebieten festzulegen. Weitere Zielvorgaben wurden im „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025“ festgelegt (HMUKLV 2017, Hessische Landesregierung 2018).

### 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).
- 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 (Hessischer Energiegipfel 2011).
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft (Hessischer Energiegipfel 2011).

Im Hessischen Energiegesetz wurde auch das Monitoring der hessischen Energiewende festgeschrieben (HEG 2012, § 11). Aufgabe des Energiemonitorings ist es, die Fortschritte in der Umsetzung der Energiewende auf Basis von Daten und Fakten zu dokumentieren. Hierzu wurde ein umfassendes Indikatorensystem aufgebaut, das eine Vielzahl an statistischen Kenngrößen enthält. Wesentliche Grundlagen der Daten bilden die hessische Energiestatistik, Daten der Bundesnetzagentur sowie Informationen von Institutionen und Verbänden im Energiebereich. Dazu 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). Da endgültige Daten der Energiebilanz für Hessen erst mit einem zeitlichen Nachlauf von drei und vorläufige Zahlen mit einem Nachlauf von zwei Jahren zur Verfügung stehen, werden speziell für das Hessische Energiemonitoring Schätzungen des Primär- und Endenergieverbrauchs durchgeführt, um möglichst aktuelle Entwicklungen abbilden zu können. Abbildung 2 stellt das Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings dar.

1 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).

Abbildung 2: 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 Ölf Feuerungsanlagen</li> <li>- Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen</li> <li>- Zubau von Erdwärmesonden</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>- Netzausbau der Bundesbedarfsplan- und EnLAG-Vorhaben: Länge, Kennzeichnungen, technische Merkmale, Status des Verfahrens, geplante Inbetriebnahme</li> <li>- Netzoptimierende Maßnahmen</li> <li>- Länge Verteilnetz und Zahl der Entnahmestellen, Netzengpässe</li> <li>- Digitalisierung der Stromnetze: Rollout von modernen Messeinrichtungen, Barometer der Digitalisierung der Energiewende</li> <li>- Investitionen der Netzbetreiber in die Stromnetze</li> <li>- Versorgungssicherheit im Stromnetz: SAIDI, Redispatchmaßnahmen, Netzreservekraftwerke, Einspeisemanagement, Anpassungsmaßnahmen</li> <li>- Gasnetz und Gasspeicher: Netzlänge, SAIDI, Untertage-Gasspeicher</li> <li>- Fernwärmenetz: Trassenlänge, Hausübergabestationen, Leistung, nutzbare Wärmeabgabe</li> </ul>
<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 pro 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>- Bestand an Elektrofahrzeugen, privaten und öffentlichen Ladepunkte in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten</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>

## Fortsetzung Abbildung 2: Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings

<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 der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen</li> <li>- Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien</li> <li>- Großhandelsstrompreise</li> <li>- Preise energetischer Rohstoffeinfuhren</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 2021 werden die Indikatoren – wenn entsprechend verfügbar – für den Zeitraum von 2000 bis 2020 grafisch oder tabellarisch aufbereitet. Bei den Treibhausgasemissionen wird auch das für die Treibhausgasziele relevante Bezugsjahr 1990 dargestellt. Zum Teil können bereits Daten für das Jahr 2021 vorgelegt werden (z. B. Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung, Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, Netzausbau).

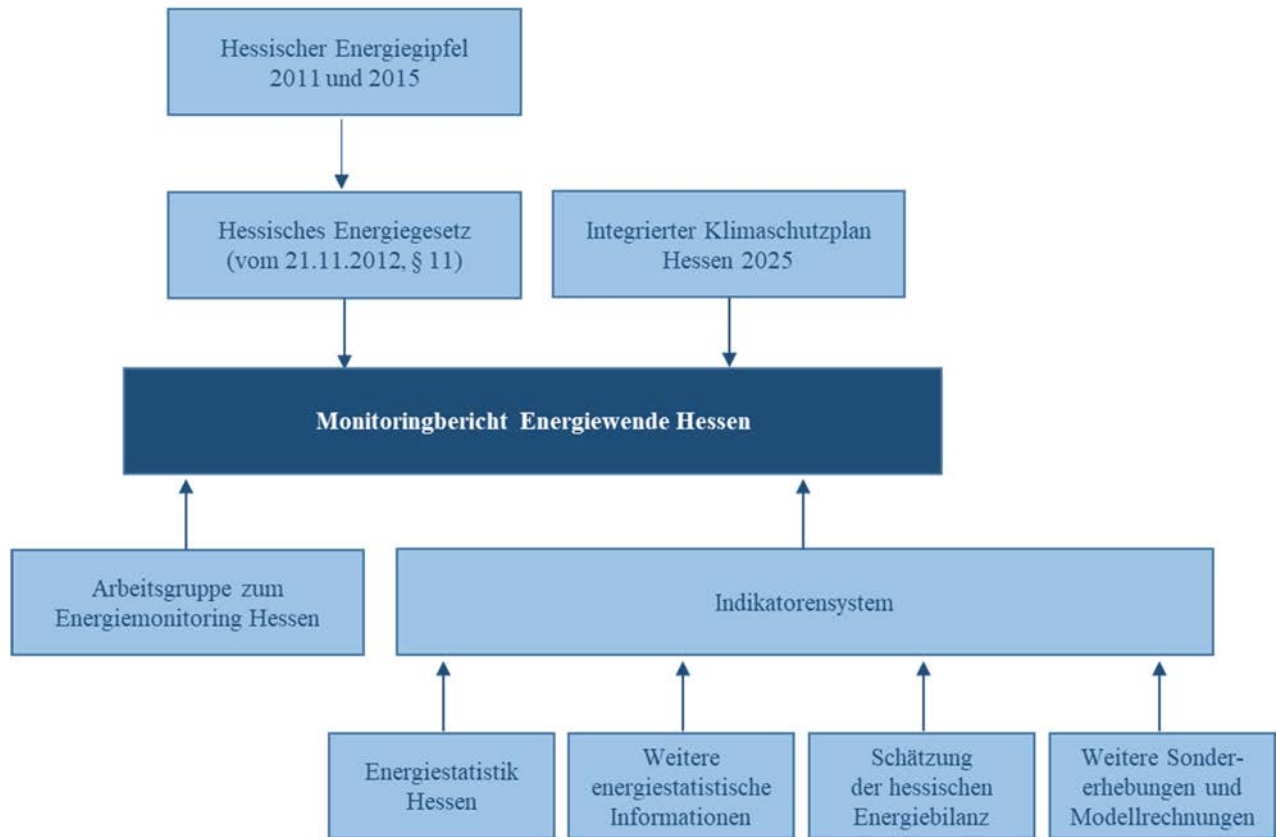
Das hessische Energiemonitoring wird durch eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von Forschungsinstitutionen und Verbänden im Energiebereich fachlich begleitet. Folgende Institutionen sind in der Arbeitsgruppe vertreten (alphabetisch geordnet):

- 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 Verband kommunaler Unternehmen Landesgruppe Hessen e. V. (VKU)
- o Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Abschließend sind in der folgenden Abbildung 3 die Verankerung des Hessischen Energiemonitorings und die Grundlagen der Berichterstattung schematisch dargestellt.



**Abbildung 3: Basis und Datengrundlagen des hessischen Energiemonitorings**

Quelle: Zusammenstellung der Hessen Agentur.

# 3

## Energieverbrauch und Energieeffizienz



### 3 Energieverbrauch und Energieeffizienz

Die Entwicklung des Energieverbrauchs einer Volkswirtschaft hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab. So wirken sich beispielsweise Temperatur- und Witterungseinflüsse unmittelbar auf den Energieverbrauch für die Erzeugung von Raumwärme aus. Da im Jahr 2020 insbesondere die Wintermonate milder als im Vorjahr waren, fiel dieser spezifische Energieverbrauch niedriger aus.

Aber auch Veränderungen in der wirtschaftlichen Entwicklung und bei der Einwohnerzahl haben direkte Auswirkungen auf den Energieverbrauch, wobei beide Faktoren im Jahr 2020 durch den Ausbruch der Corona-Pandemie massiv beeinflusst waren. Die Wirtschaftsleistung von Hessen gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist nach ersten Berechnungen im Jahr 2020 um 5,6 Prozent zurückgegangen und damit stärker als im Bundesdurchschnitt (-4,9 %). Besonders stark fiel der Rückgang der Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe mit Abnahmen von 9,5 Prozent in Hessen und sogar 10,5 Prozent im Bundesdurchschnitt aus. Der im Vergleich zum Bundesdurchschnitt insgesamt stärkere Rückgang des BIP in Hessen ist allerdings auf den Dienstleistungssektor zurückzuführen, in dem die Wirtschaftsleistungen in Hessen um 5,7 Prozent und in Deutschland um 4,3 Prozent zurückgegangen sind. Innerhalb des Dienstleistungssektors fiel der Rückgang im Wirtschaftsabschnitt Handel, Verkehr und Lagerei, Gastgewerbe sowie Information und Kommunikation in Hessen (-8,3 %) deutlich stärker als im Bundesdurchschnitt (-4,9 %) aus. Dabei hat der Verkehrsbereich für die hessische Wirtschaft insbesondere durch den Frankfurter Flughafen eine hohe Bedeutung. Infolge von Corona nahm die Zahl der Flugbewegungen und vor allem der Passagierverkehr deutlich ab (siehe auch Kapitel 8).

Die Einschränkungen im nationalen und internationalen Personenverkehr schlugen sich auch in deutlich geringeren Zu- und Fortzugszahlen für Hessen nieder. Per Saldo erzielte Hessen im Jahr 2020 durch Zuwanderungen einen Anstieg der Einwohnerzahl in Höhe von rund 16.000 Personen. In den Jahren 2018 und 2019 lagen die Wanderungsgewinne mit Werten von jeweils knapp 30.000 Personen fast doppelt so hoch. Entsprechend stieg die Einwohnerzahl Hessens – unter Berücksichtigung der Geburten und Sterbefälle – im Jahr 2020 „nur“ um knapp 5.100 Personen gegenüber dem Vorjahr, 2018 und 2019 bezifferte sich der Zuwachs jeweils auf rund 22.500 Personen. Alle beschriebenen Faktoren wirken sich somit eher dämpfend auf die Entwicklung des Energieverbrauchs aus.

Zur systematischen Erfassung des Energieverbrauchs erstellen die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

(AGEB) und die statistischen Landesämter jährlich Energiebilanzen für Deutschland und die Bundesländer. Angesichts der Komplexität der dabei erfassten Daten liegen endgültige Energiebilanzen erst in größeren zeitlichen Abständen vor – für Deutschland derzeit für das Jahr 2019 und für Hessen und die anderen Bundesländer für das Jahr 2018.

Um auch über aktuelle Entwicklungen berichten zu können, werden nachfolgend, zusätzlich zu der für das Jahr 2019 vom Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) erstellten vorläufigen hessischen Energiebilanz, die Ergebnisse einer für das hessische Energiemonitoring vom Leipziger Institut für Energie (IE-Leipzig) geschätzten Energiebilanz für das Jahr 2020 dargestellt. Es werden zunächst die Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs und des Endenergieverbrauchs dokumentiert.

#### **Berücksichtigung der Effekte der Corona-Pandemie in den Modellrechnungen des IE-Leipzig**

Aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie stellt das Jahr 2020 bei der modellgestützten Prognose des Endenergieverbrauchs über Verbrauchsindikatoren eine Besonderheit dar (IE-Leipzig 2021). Viele Indikatoren verlaufen nicht in einem typischen Trendkanal. So ist z. B. der Energieverbrauch im Verkehr je gemeldetem Kraftfahrzeug durch einen Rückgang der Mobilität insgesamt signifikant gesunken. Im Sektor private Haushalte wird dagegen ein Anstieg des spezifischen Verbrauchs je Wohnfläche erwartet, der unter anderem durch Heimarbeit, Kurzarbeit und ausbleibende Reisen begründet werden kann. Um diese Effekte rechnerisch zu berücksichtigen, wurden vom IE Leipzig manuelle Eingriffe vorgenommen, welche sich an bundesweiten Tendenzen für 2020 orientieren.

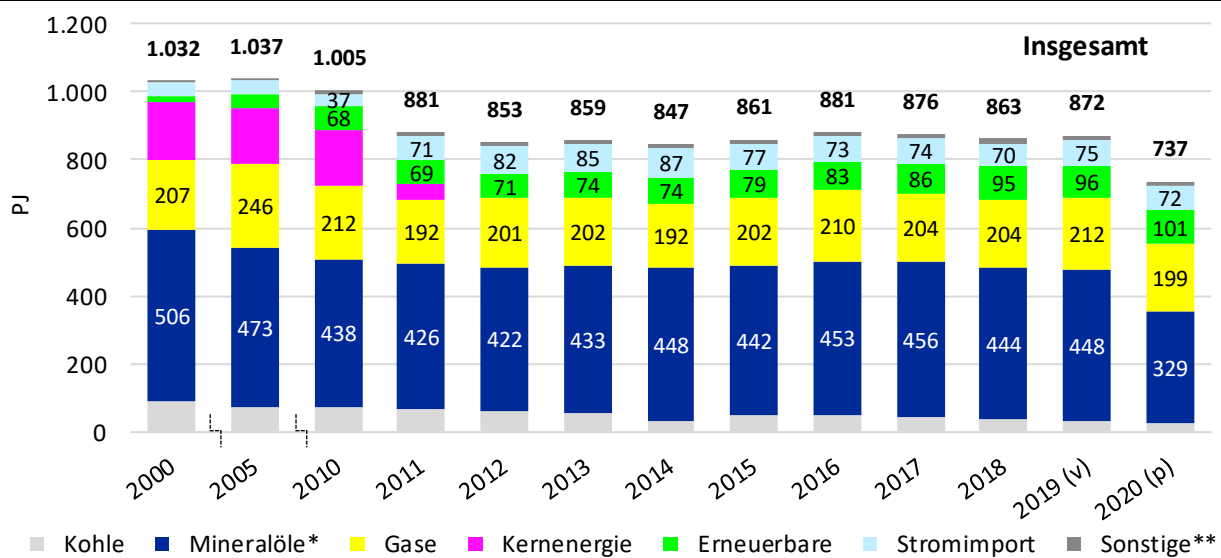
Beispielsweise sind bundesweit die Verbräuche von Diesel, Ottokraftstoff und Flugturbinentreibstoff im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie deutlich gesunken (MWV 2021). Diese bundesweiten Tendenzen für den Verbrauch von Benzin und Diesel wurden im Rahmen der Berechnungen auf das Bundesland Hessen übertragen. Im Bereich des Flugverkehrs wurde die Entwicklung der bundesweiten Flugbewegungen als Verbrauchsindikator mit der Entwicklung der Flugbewegungen am Flughafen Frankfurt verglichen. Hierbei wurde deutlich, dass der prozentuale Rückgang der Flugbewegungen bundesweit und am Flughafen Frankfurt nahezu identisch verläuft. Demnach wurde auch für Hessen ein Rückgang beim Einsatz der Flugturbinentreibstoffe analog zur bundesweiten Entwicklung angenommen.

### 3.1 Primärenergieverbrauch

Nach Schätzungen des IE-Leipzig hatte Hessen im Jahr 2020 einen Primärenergieverbrauch (PEV) in Höhe von 736,6 Petajoule (PJ) (siehe Abbildung 4).<sup>2</sup> Das waren 135,9 PJ bzw. 15,6 Prozent weniger als im Vorjahr und damit der stärkste Rückgang, seit Energiebilanzen für Hessen erstellt werden. Ursächlich hierfür sind die vielfältigen Auswirkungen der Corona-Pandemie, die in nahezu allen ökonomischen und sozialen Bereichen festzustellen sind.

In den Jahren davor bewegte 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>3</sup>

Abbildung 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ)



\* einschl. Flüssiggas

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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

#### Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Differenziert nach Energieträgern prägt der Rückgang des Mineralölverbrauchs in Höhe von 118,9 PJ bzw. 26,5 Prozent die Gesamtentwicklung im Jahr 2020. Ursächlich hierfür ist der hohe Rückgang des Passagierluftverkehrs gegenüber dem Vorjahr um fast drei Viertel. Die Zahl der Flugzeugbewegungen insgesamt sank von 514.000 auf 212.000 und damit um fast 60 Prozent.

Ebenfalls rückläufig war der Verbrauch von Gasen (-12,7 PJ bzw. -6,0 %) und Kohle (-5,8 PJ bzw. 20,1 %), was zum Teil auch auf die wärmere Witterung zurückzuführen sein dürfte, sowie der Stromimporte (-3,6 PJ bzw. -4,8 %). Demgegenüber ist der Einsatz von erneuerbaren Energien weiter auf 100,9 PJ angestiegen. Dies waren 4,8 PJ bzw. 5,0 Prozent mehr als im Vorjahr.

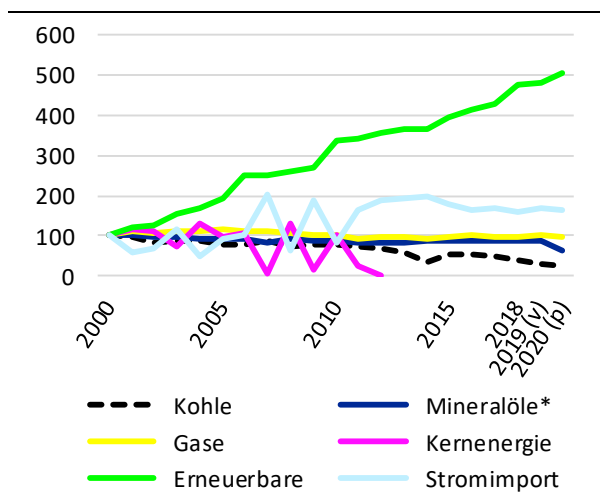
- 2 Alle Angaben für das Jahr 2020 basieren auf Prognoseberechnungen, was insbesondere bei der Interpretation von Vorjahresvergleichen und von Veränderungen in Unterbereichen zu beachten ist.
- 3 Gemäß internationaler Vereinbarung hat die Energieerzeugung aus Kernenergie einen Wirkungsgrad von 33 Prozent, 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).

Zudem ist eine leichte Zunahme in der Gruppe Sonstige, in der z. B. hergestellte Gase und fossile Abfälle zusammengefasst werden, in Höhe von 0,2 PJ bzw. 1,7 Prozent festzustellen.

Trotz des hohen Rückgangs insbesondere bei Flugzeugtreibstoffen wird der PEV nach wie vor von Mineralölen mit einem Anteil von 45 Prozent dominiert. Auf Gase entfallen 27 Prozent, auf erneuerbare Energien 14 Prozent, auf Stromimporte 10 Prozent, auf Kohle 3 Prozent und auf Sonstige 2 Prozent des PEV.

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich wird, wächst der PEV erneuerbarer Energien kontinuierlich und hat sich langfristig seit dem Jahr 2000 mehr als verfünffacht. Bei Produktionsunterbrechungen und insbesondere nach endgültiger Stilllegung des Kernkraftwerks Biblis sind die Stromimporte kurzfristig deutlich angestiegen, dann aber wieder bis zum Jahr 2016 gesunken.

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



\* einschl. Flüssiggas

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Seither blieb das Niveau mit leichten Schwankungen nahezu konstant. Von den fossilen Brennstoffen ist der Einsatz von Kohle von 88,5 PJ im Jahr 2000 auf zuletzt 23,0 PJ im Jahr 2020 und damit auf ungefähr ein Viertel zurückgegangen. Demgegenüber blieb der Verbrauch von Gasen seit 2000 nahezu unverändert. Der Einsatz von Mineralölen, der zwischen den Jahren 2000 und 2019 nur in vergleichsweise geringem Maße um etwa 10 Prozent abgenommen hat, verzeichnet coronabedingt im Jahr 2020 eine signifikante Abnahme auf 65 Prozent im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000. Dabei dürfte es sich aber aller Voraussicht nach um einen vorübergehenden Effekt handeln.

## 3.2 Endenergieverbrauch

Mit dem Begriff Endenergieverbrauch (EEV) wird die Energie bezeichnet, die von Endverbrauchern in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, private Haushalte und im Verkehr verbraucht wird. Der Unterschied zwischen PEV und EEV besteht in den Bilanzpositionen Umwandlungs- und Übertragungsverluste, die nicht zum EEV gerechnet werden. Nach erster Schätzung beziffert sich der EEV im Jahr 2020 in Hessen auf insgesamt 675,8 PJ und liegt damit um 133,1 PJ bzw. 16,5 Prozent unter dem Vorjahresniveau. Damit dürfte der relative Rückgang des EEV sogar noch stärker ausgefallen sein als beim PEV.

### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

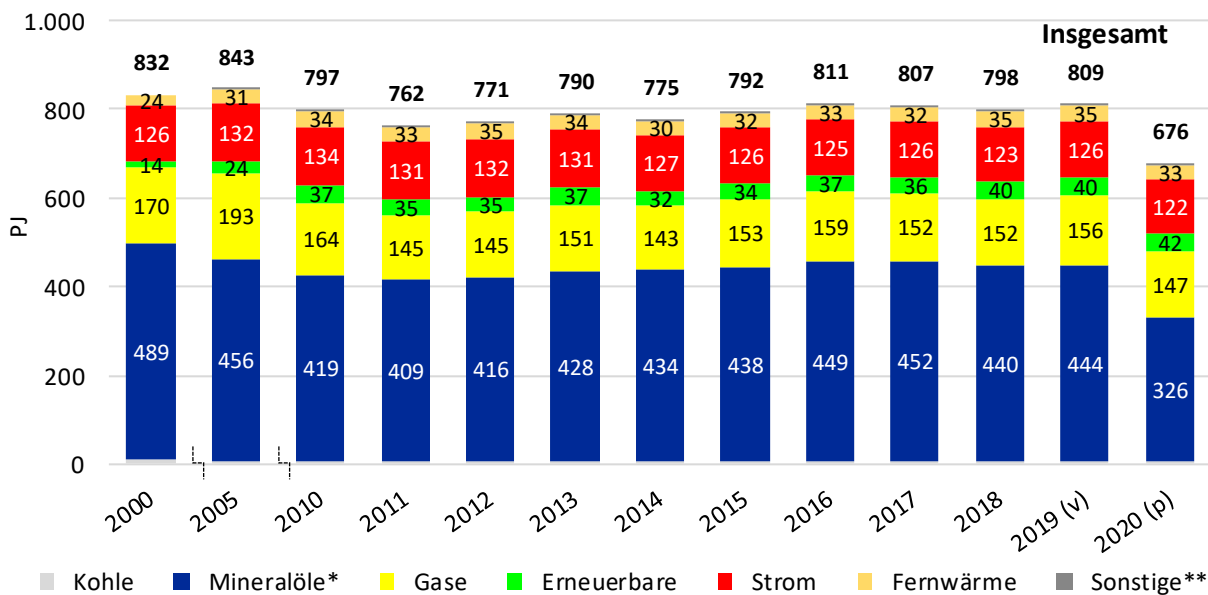
Auch für den hohen Rückgang des EEV zeichnen vor allem die Auswirkungen der Corona-Pandemie im Verkehrssektor verantwortlich. So dürfte der Einsatz von Mineralöl und Mineralölprodukten deutlich sinken. In der Prognose wird von einem Rückgang von 118,6 PJ bzw. 26,7 Prozent ausgegangen (siehe Abbildung 6). Dieser ist vorwiegend auf den Rückgang der Flugbewegungen zurückzuführen, aber auch für den Straßenverkehr wird eine rückläufige Entwicklung erwartet.

Mit Ausnahme erneuerbarer Energien, deren Verbrauch sich um 2,0 PJ bzw. 5,0 Prozent gegenüber dem Vorjahr erhöht hat, nahm auch der EEV aller anderen Energieträger ab. Der Rückgang war absolut am stärksten bei Gasen (-9,0 PJ bzw. -5,7 %), gefolgt von Strom (-4,5 PJ bzw. -3,6 %), Fernwärme (-2,4 PJ bzw. -6,8 %), Kohle (-0,5 PJ bzw. -9,0%) und Sonstige (-0,1 PJ bzw. -4,2 %).

Anzumerken ist, dass aus methodischen Gründen unter erneuerbaren Energien hier ausschließlich feste Biomasse in Form von Holz zum Heizen sowie Biokraftstoffe im Verkehrssektor berücksichtigt werden. Der Einsatz erneuerbarer Energien für die Strom- und Fernwärmeerzeugung im EEV ist nicht in der Kategorie erneuerbare Energien enthalten (siehe dazu Kapitel 4.2).

In langfristiger Betrachtung zeichnet sich zwischen 2000 und 2011 zunächst ein rückläufiger Einsatz von Mineralölen und Gasen ab, danach ist aber bis 2019 wieder eine tendenzielle Zunahme dieser fossilen Energieträger erkennbar. Der Einsatz erneuerbarer Energien hat über den Gesamtzeitraum zugenommen und sich von 14 PJ im Jahr 2000 auf 42 PJ im Jahr 2020 verdreifacht.



**Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ)**

\* einschl. Flüssiggas

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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Endenergieverbrauch nach Sektoren

Differenziert nach Sektoren (siehe Abbildung 7) hat die Corona-Pandemie in den Sektoren Industrie<sup>4</sup> (-8,4 PJ bzw. -7,7 %), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) (-6,8 PJ bzw. -5,2 %) sowie insbesondere im Verkehr (-118,5 PJ bzw. -30,3 %) den EEV im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr deutlich zurückgehen lassen.

Im Sektor der Haushalte ist trotz der mildereren Witterung von leicht steigenden Verbräuchen auszugehen (+0,6 PJ bzw. +0,3 %). Ursächlich hierfür sind ebenfalls Auswirkungen der Corona-Pandemie: Kurz- und Heimarbeit in vielen Betrieben, statt Fernreisen Urlaub zuhause und statt Besuch von Restaurants und Kulturveranstaltungen Kochen am eigenen Herd und Freizeitgestaltung zuhause.

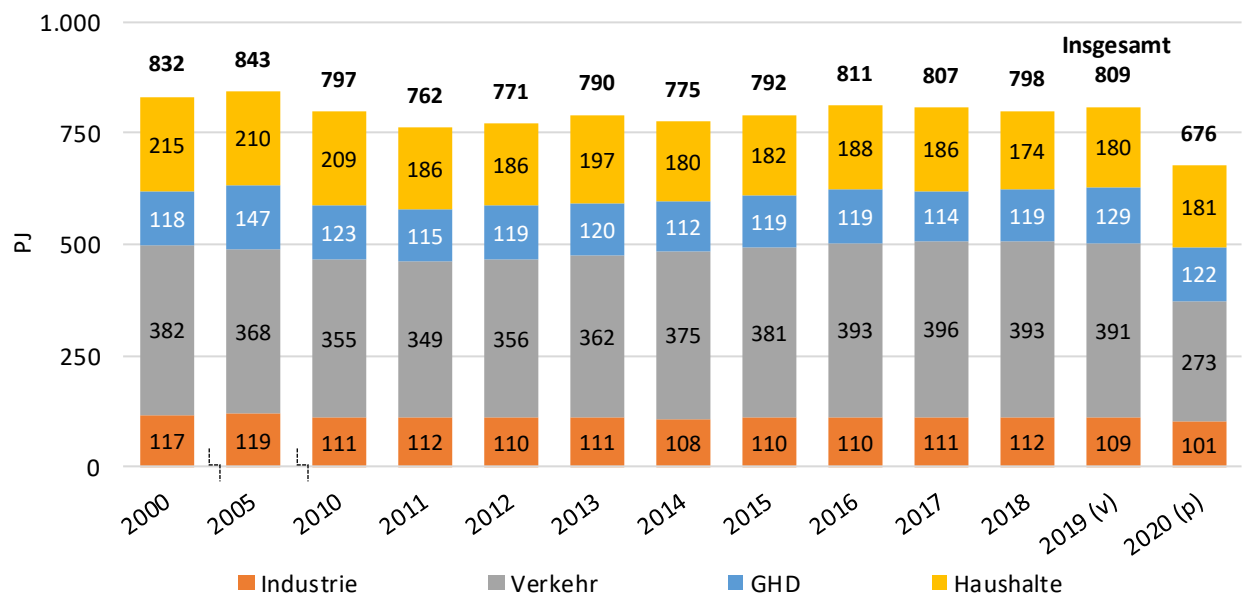
Abgesehen von dieser Corona-Ausnahmesituation im Jahr 2020 ist bei langfristiger Betrachtung der EEV vor allem bei den privaten Haushalten zurückgegangen. So lag deren EEV im Jahr 2019 mit 180 PJ um 34,7 PJ bzw. 16,2 Prozent niedriger als im Jahr 2000. Leicht rückläufig ist der Energieverbrauch in der Industrie, die im Jahr 2019 insgesamt 8,4 PJ bzw. 7,2 Prozent weniger verbraucht hat als 19 Jahre zuvor.

Ausgehend von einem EEV in Höhe von 382 PJ im Jahr 2000 ist auch im Verkehrssektor zunächst eine rückläufige Entwicklung auf 349 PJ bis zum Jahr 2011 festzustellen. Danach hat sich der EEV bis zum Jahr 2019 deutlich auf zuletzt 391 PJ erhöht, wozu insbesondere der EEV des Luftverkehrs am Frankfurter Flughafen mit beigetragen hat (siehe hierzu ausführlich Kapitel 8.2).

Tendenziell leicht steigend ist auch der EEV im Sektor GHD, der im Jahr 2019 mit insgesamt 129 PJ einen um 10,7 PJ bzw. 9,1 Prozent höheren Verbrauch als im Jahr 2000 zu verzeichnen hatte. Allerdings hat ein Großteil dieses Zuwachses im Jahr 2019 stattgefunden und ist auf Zunahmen des Gas- und insbesondere des Stromverbrauchs zurückzuführen. Dies wird im Folgenden noch näher erläutert.

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

Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2020 (in PJ)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Der nach Energieträgern differenzierte Endenergieverbrauch für die Verbrauchssektoren Industrie, GHD und private Haushalte ist in den Abbildungen 8 bis 10 veranschaulicht. Für den Verkehrssektor erfolgt eine entsprechende Darstellung des EEV gesondert in Kapitel 8 „Verkehr und Elektromobilität“.

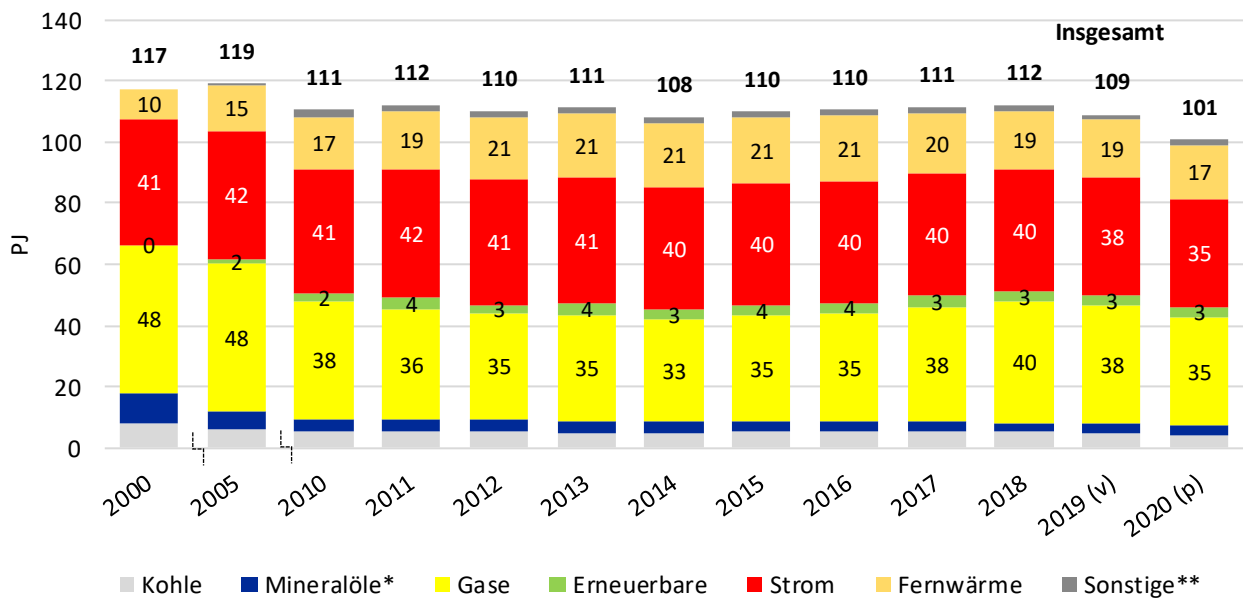
Gemessen an der Bruttowertschöpfung beziffert sich der Produktionsrückgang der hessischen Industrie nach ersten Berechnungen für das Jahr 2020 auf voraussichtlich real 9,5 Prozent und war damit bei weitem nicht so stark ausgeprägt wie der Rückgang in der Weltwirtschaftskrise im Jahr 2009 (-17,7 %). Dennoch ist der Energieverbrauch der Industrie im Jahr 2020 deutlich um 8,4 PJ bzw. 7,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Bis auf Mineralöle, die nahezu unverändert auf dem Vorjahresniveau in Höhe von 3 PJ blieben, waren alle Energieträger davon tangiert. Am absolut stärksten fiel der Rückgang bei Gasen (-3,3 PJ bzw. -8,8 %) und Strom (-3,0 PJ bzw. -7,8 %) aus. Als Fernwärme wurden 1,5 PJ bzw. 8,1 Prozent weniger Energie verbraucht, der Rückgang von Kohle (-0,4 PJ bzw. -9,8 %), Erneuerbare (-0,1 PJ bzw. -2,8 %) und Sonstige (-0,1 PJ bzw. -4,2 %) summiert sich auf zusammen 0,6 PJ.

Die längerfristige Entwicklung zwischen 2011 und 2019 zeichnet sich durch leichte Schwankungen des EEV um einen Wert von 110 PJ aus (siehe Abbildung 8).

Dies ging einher mit einer hohen Konstanz der Energieträgerstruktur, die sich im Jahr 2019 zu jeweils rund einem Drittel aus Gasen (35,3 %) und Strom (35,2 %) zusammensetzte. Bei dieser Struktur dürfte es auch im Corona-Jahr 2020 bis auf leichte Nachkommaveränderungen bleiben: Gase 35,0 Prozent; Strom 35,1 Prozent; Fernwärme 17,2 Prozent; Kohle 4,1 Prozent; Mineralöle 3,4 Prozent; Erneuerbare 3,4 Prozent; Sonstige 1,8 Prozent.

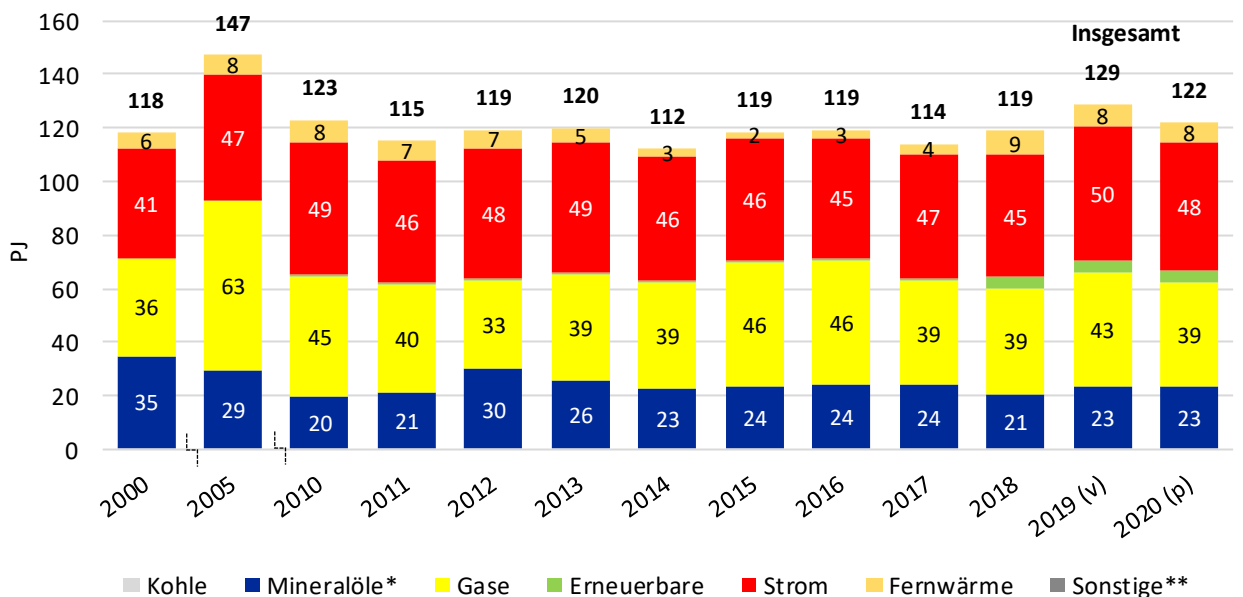
Auch im Sektor GHD führten die Auswirkungen der Corona-Pandemie zu einem deutlichen Rückgang der Wirtschaftsleistung in Höhe von real 5,7 Prozent, wobei die Abnahme etwas stärker als in der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009 ausfiel (-5,5 %). Der Wirtschaftseinbruch schlug sich 2020 fast in gleichem Maße in einem Rückgang des EEV in Höhe von 6,8 PJ bzw. 5,2 Prozent nieder (siehe Abbildung 9).

Differenziert nach Energieträgern sind Gase (-4,0 PJ bzw. -9,4 %) und Strom (-2,2 PJ bzw. -4,3 %) absolut am stärksten zurückgegangen. Leicht rückläufig war Fernwärme (-0,7 PJ bzw. -7,9 %). Mineralöle (+0,1 PJ bzw. +0,3 %) und Erneuerbare blieben nahezu unverändert. Kohle und Sonstige tragen kaum zum EEV bei.

**Abbildung 8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ)**

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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

**Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ)**

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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Der EEV setzt sich zu über 70 Prozent aus Strom (39,2 %) und Gasen (31,7 %) zusammen, Es folgen Mineralöle (19,2 %) und Fernwärme (6,2 %). Der Einsatz

erneuerbarer Energieträger zum EEV ist mit einem Anteil von zuletzt 3,7 Prozent relativ gering. Zu beachten ist allerdings, dass die zur Erzeugung von Fernwärme und



Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht in der Position „Erneuerbare“ ausgewiesen werden. Der Anteil fossiler Energieträger ist ebenfalls verhältnismäßig klein.

In längerfristiger Betrachtung wurde im Jahr 2020 mit 122 PJ etwas mehr Energie verbraucht als im Jahr 2000 (118 PJ). Dabei hat insbesondere Strom zulasten von Mineralölen an Bedeutung gewonnen.

Der EEV der privaten Haushalte ist im Jahr 2020 leicht um 0,6 PJ bzw. 0,3 Prozent gestiegen (siehe Abbildung 10). Hauptursache dürfte sein, dass die Bevölkerung durch Corona gezwungen war, häufiger zuhause zu bleiben und viele Dienstleistungen selbst und in den eigenen vier Wänden zu erstellen: z. B. Homeoffice, Homeschooling und Wechselunterricht, oder auch Kochen und diverse Freizeitaktivitäten zuhause.

Dadurch, dass die meisten Menschen überwiegend von zuhause agieren mussten, ist der Stromverbrauch der privaten Haushalte deutlich angestiegen (+1,1 PJ bzw. +3,2 %). Der Energieverbrauch zur Raumwärmeerzeugung fiel zwar ebenfalls höher aus, als es aufgrund der milden Witterung zu erwarten gewesen wäre. Dennoch sind die Verbräuche von Gasen (-1,6 PJ bzw. -2,2 %), Fernwärme (-0,2 PJ bzw. -2,6 %) und erneuerbaren Energien (-0,2 PJ bzw. -0,8 %) für Heizzwecke aufgrund der milderer Witterung im Vergleich zum Vorjahr insgesamt leicht zurückgegangen. Auch hier ist zu beachten, dass

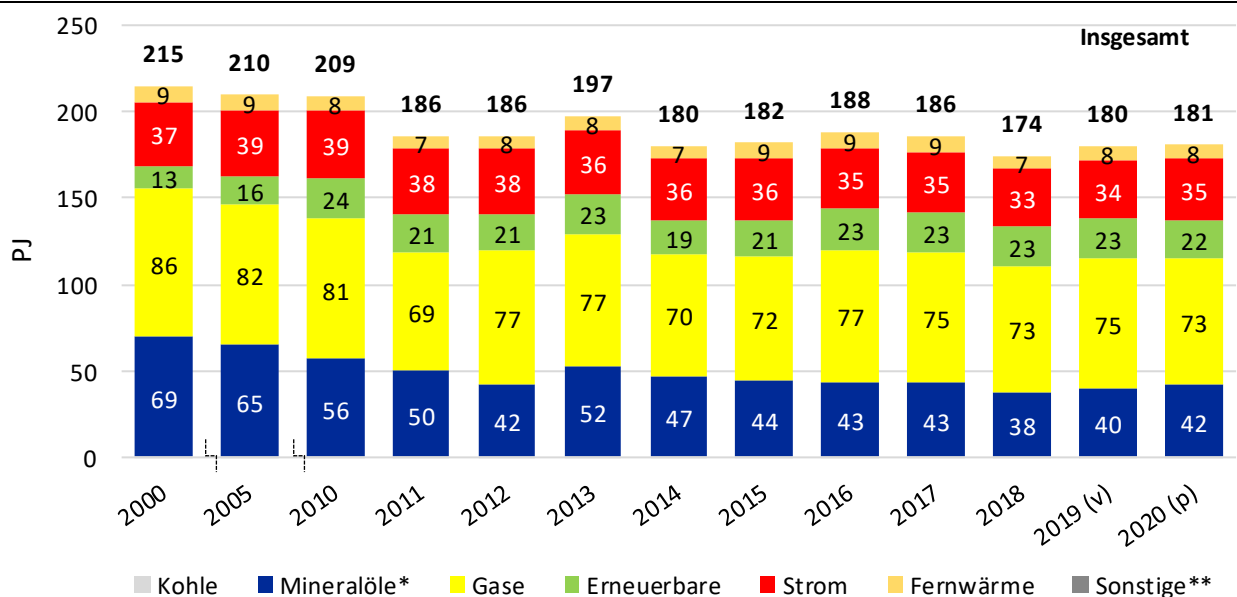
die zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzten erneuerbaren Energien aus methodischen Gründen nicht in der Position „Erneuerbare“ ausgewiesen werden. Von sehr geringer Bedeutung und nahezu unverändert blieben der EEV von Kohle und Sonstigen.

Gegen den Trend hat sich der Absatz von Mineralölen erhöht (+1,6 PJ bzw. +3,9 %). Ursächlich hierfür dürften die sehr niedrigen Heizölpreise zur Mitte des Jahres 2020 gewesen sein, die Besitzer von Ölfeuerungsanlagen zu Vorratskäufen animiert haben.

Bei langfristiger Betrachtung hat sich der EEV der privaten Haushalte zwischen 2000 und 2020 um 34 PJ bzw. 15,9 Prozent verringert. Der Rückgang fand dabei vor allem bis zum Jahr 2011 statt und bewegt sich seitdem um den Wert von 185 PJ, wobei sich Witterungseinflüsse in Abweichungen nach oben in besonders kühlen Jahren (2013: 197 PJ) bzw. nach unten (2018: 174 PJ) widerspiegeln.

Differenziert nach Energieträgern war zwischen 2000 und 2020 insbesondere der Verbrauch von Mineralölen (-28 PJ bzw. -39,8 %) und Gasen (-13 PJ bzw. -14,7 %) deutlich rückläufig. Im Gegenzug ist eine signifikante Zunahme von erneuerbaren Energien (+9 PJ bzw. +69,4 %) hauptsächlich durch Zunahme von Holz- oder Pelletöfen, aber auch von Wärmepumpen und Solarthermianlagen zu verzeichnen (siehe dazu Kapitel 5.3).

**Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ)**



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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### 3.3 Stromverbrauch und Stromerzeugung

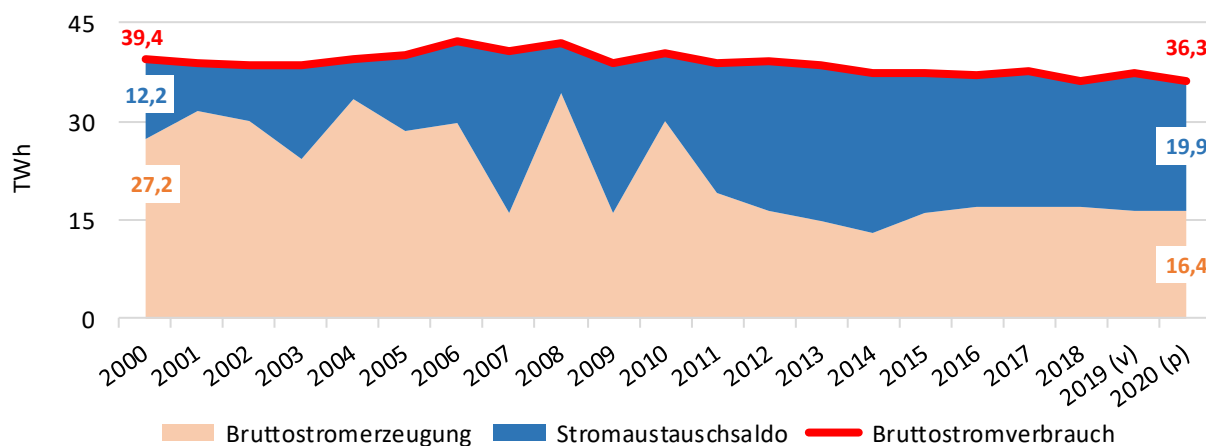
Im Jahr 2020 wurden in Hessen insgesamt 16,4 Terawattstunden (TWh) an Bruttostrom erzeugt und 36,3 TWh verbraucht (Abbildung 11). Die Differenz zwischen Erzeugung und Verbrauch wird durch den Stromaustauschsaldo in Höhe von 19,9 TWh geschlossen. Im Vergleich zum Vorjahr sind alle drei Größen gesunken: der Bruttostromverbrauch um 1,1 TWh (-2,9 %), die Bruttostromerzeugung um 0,1 TWh (-0,6 %) und der Stromaustauschsaldo um 1,0 TWh (-4,8 %).

Insgesamt hat Hessen im Jahr 2020 rund 55 Prozent seines Bruttostromverbrauchs aus anderen Bundesländern bzw. aus dem Ausland bezogen, womit die Einbindung in das deutsche und europäische Fernübertragungsnetz für die Versorgungssicherheit des Landes von elementarer Bedeutung ist (siehe dazu Kapitel 7).

Langfristig entwickelt sich der Bruttostromverbrauch seit dem Jahr 2000 relativ stabil und tendenziell leicht rückläufig. Demgegenüber ist die Bruttostromerzeugung durch deutliche Auf- und Abwärtsbewegungen geprägt.

Ursächlich hierfür sind Produktionsschwankungen der großen hessischen Kraftwerke. So bilden 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. Seither verläuft die Entwicklung stabil. Der leichte Rückgang am aktuellen Rand dürfte auf die Auswirkungen der Coronapandemie insbesondere auf Industrie und Dienstleistungen zurückzuführen sein. Rückblickend fiel der Bruttostromverbrauch nach den mittlerweile für das Jahr 2019 vorliegenden Daten höher aus als vor einem Jahr geschätzt. Ursächlich hierfür ist die Entwicklung im Sektor GHD, zu dem auch die sehr stromintensiven Rechenzentren zählen, die seit Jahren insbesondere in und um Frankfurt stark expandieren. Nach Angaben des Energiereferats der Stadt Frankfurt am Main ist allein im Stadtgebiet Frankfurt im Zeitraum von 2017 bis 2020 der Stromverbrauch für Rechenzentren um 60% auf 1,6 TWh angestiegen (Borderstep 2021).

**Abbildung 11: Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2020**  
(in TWh)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

#### Brutto- und Nettostromverbrauch

Der Unterschied zwischen Brutto- und Nettostromverbrauch besteht im Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Stromerzeugung sowie in Übertragungs- und Verteilungsverlusten auf dem Weg zum Endverbraucher. Abbildung 12 zeigt die langfristige Entwicklung dieser beiden Größen mit einer zusätzlichen Differenzierung des Nettostromverbrauchs nach den Endverbrauchssektoren.

Im Jahr 2020 beziffert sich der Nettostromverbrauch auf 33,8 TWh. Das sind 1,3 TWh bzw. 3,6 Prozent weniger als ein Jahr zuvor. Ursächlich für den rückläufigen Stromverbrauch sind auch hier die Folgen der Coronapandemie. So sank der Stromverbrauch in der Industrie um 0,8 TWh (-7,8 %), im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) um 0,6 TWh (-4,3 %) und im Verkehr um 0,1 TWh (-11,0 %). Dem steht ein gesteigerter Stromverbrauch der privaten Haushalte in Höhe von 0,3 PJ (+3,2 %) gegenüber.

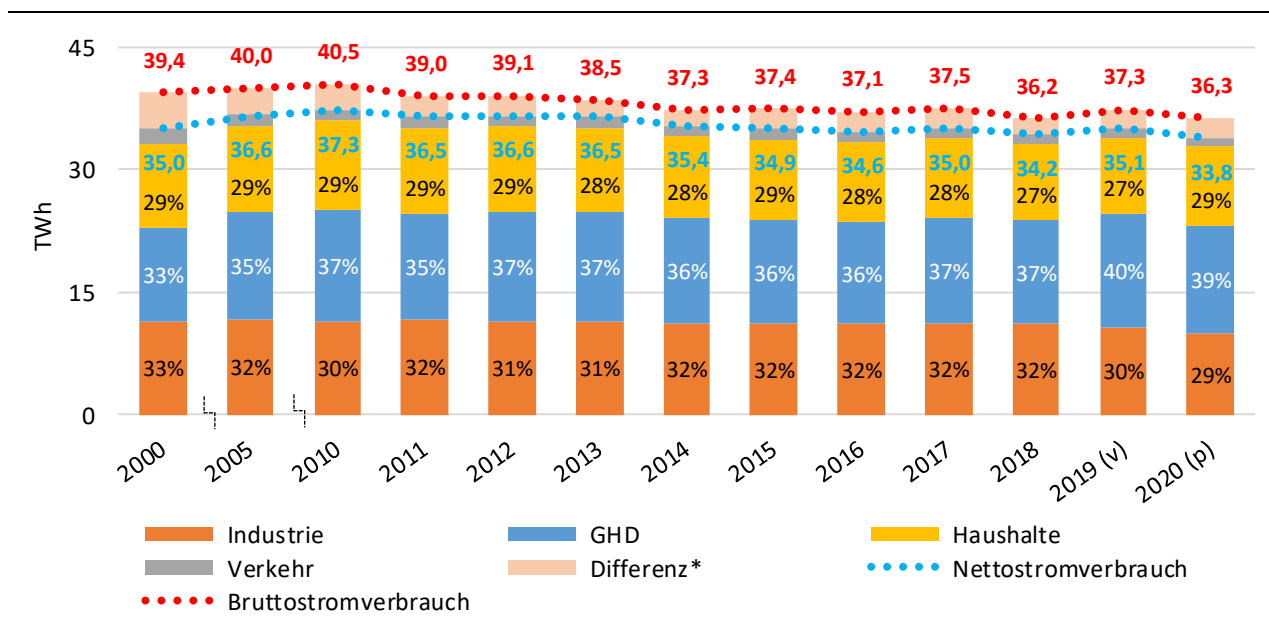
Diese unterschiedlichen sektoralen Entwicklungen schlagen sich in Änderungen der strukturellen Zusammensetzung des Nettostromverbrauchs nieder: Auf die Industrie entfallen 29 Prozent (Vorjahr: 30 %), auf GHD 39 Prozent (40 %) und auf private Haushalte 29 Prozent (27 %). Die vergleichsweise geringe Bedeutung des Verkehrssektors für die sektorale Zusammensetzung des Nettostromverbrauchs blieb mit rund 3 Prozent unverändert.

Mit 39 Prozent dürfte auch im Jahr 2020 der mit Abstand höchste Anteil des Nettostromverbrauchs auf den Sektor GHD entfallen. Darin zeigt sich die hohe Bedeutung des Dienstleistungssektors für die hessische Wirtschaft. Besonders expansiv erweisen sich dabei wie bereits erwähnt Rechenzentren, die in Frankfurt und Umgebung betrieben werden. Frankfurt zählt mittlerweile zu den weltweit wichtigsten Standorten für Rechenzentren. Der Strombedarf der Rechenzentren in Frankfurt wird auf rund 20

Prozent des gesamten Stromverbrauchs der Stadt beziffert (FAZ 2021). Die Rechenzentrenbranche ist der größte Stromverbraucher im Rhein-Main-Gebiet und diese dynamische Entwicklung dürfte sich auch zukünftig weiter fortsetzen. So soll beispielsweise in Offenbach bis zum Jahr 2022 das derzeit bundesweit größte Rechenzentrum seinen Betrieb aufnehmen (Stadt Offenbach 2021).

Nach Berechnungen von Borderstep beziffert sich der Energieverbrauch für den Betrieb von Rechenzentren in Hessen im Jahr 2020 auf rund 4,3 TWh (Borderstep 2021). Setzen sich die aktuellen Trends fort, ist bis zum Jahr 2030 mit einem weiteren Anstieg des Energiebedarfs für Rechenzentren in Hessen bis auf 6,2 TWh zu rechnen.

Abbildung 12: Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2020 (in TWh, Anteilswerte in %)



\* Verbrauch im Umwandlungssektor / Eigenverbrauch und Übertragungsverluste

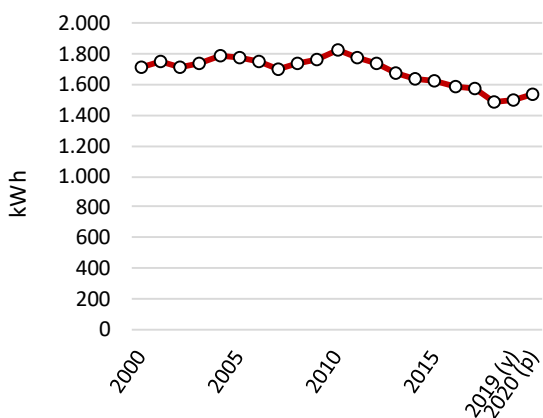
Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Stromverbrauch pro Kopf

Verteilt man den Nettostromverbrauch der privaten Haushalte im Jahr 2020 in Höhe von insgesamt 9,7 TWh auf die knapp 6,3 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner Hessens, errechnet sich ein Pro-Kopf-Stromverbrauch in Höhe von 1.539 kWh. Dies sind 41 kWh bzw. 2,8 Prozent mehr als im Jahr zuvor.

In langfristiger Betrachtung bewegte sich der Pro-Kopf-Verbrauch in den Jahren von 2000 bis 2010 mit geringen Schwankungen um den Wert von 1.750 kWh. Danach war zwischen 2010 und 2018 ein kontinuierlicher Abwärtstrend zu beobachten, der sich aber nun schon das zweite Jahr in Folge nicht weiter fortsetzen konnte (siehe Abbildung 13).

**Abbildung 13: Stromverbrauch der privaten Haushalte pro Kopf 2000-2020 (in kWh)**



Quelle: IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

**Bruttostromerzeugung nach Energieträgern**

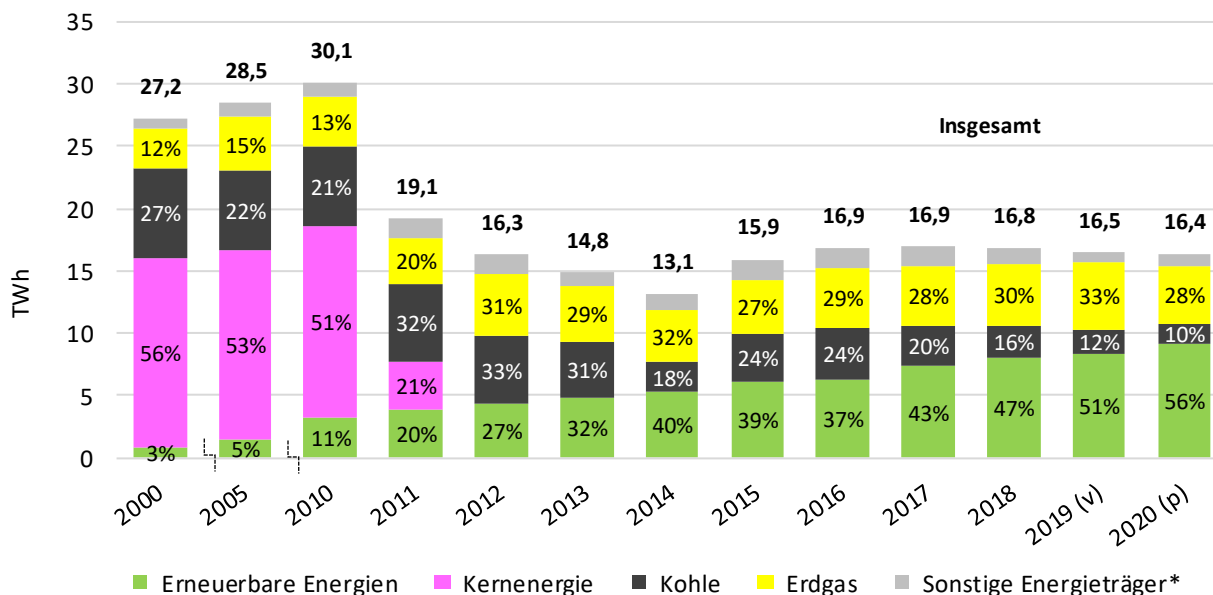
In Hessen wurde im Jahr 2020 Bruttostrom im Umfang von 16,4 TWh erzeugt, 0,1 TWh bzw. 0,6 Prozent weniger als im Vorjahr (siehe Abbildung 14). Erneuerbare Energien tragen deutlich mehr als die Hälfte (56 %) zur Stromerzeugung in Hessen bei. Es folgen Erdgas mit

28 Prozent, Kohle mit 10 Prozent und sonstige Energieträger mit 6 Prozent. Unter der Gruppe sonstige Energieträger werden Mineralöle, nicht-biogene Abfälle und Pumpspeicherwerke zusammengefasst.

Differenziert nach Energieträgern hat sich gegenüber dem Vorjahr der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern um 0,8 TWh bzw. 9,3 Prozent erhöht. Ebenfalls einen Zuwachs gab es bei den sonstigen Energieträgern in Höhe von 0,2 TWh bzw. 20,6 Prozent. Dagegen hat sich der Verbrauch sowohl von Erdgas (-0,8 TWh bzw. -14,0 %) als auch von Kohle (-0,3 TWh bzw. -14,3 %) zur Stromerzeugung deutlich verringert.

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. 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 gedeckt werden mussten. Seit 2016 bewegt sich die Stromproduktion in Hessen relativ stabil um den Wert von knapp 17 TWh, mit steigenden Anteilen erneuerbarer Energien.

**Abbildung 14: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2020 (in TWh, Anteilswerte in %)**



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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### 3.4 Energieeffizienz

Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz sind zusammen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien die wesentlichen Handlungsfelder der Energiewende in Hessen. Durch einen geringeren Energieverbrauch lässt sich der Einsatz fossiler Brennstoffe und damit die Emission von Treibhausgasen unmittelbar reduzieren.

Die Quantifizierung von gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienzgewinnen ist jedoch nicht einfach. So wird der Energieverbrauch eines Landes im Wesentlichen durch das Zusammenspiel von Witterungseinflüssen, demografischen Veränderungen, der wirtschaftlichen Entwicklung 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 BIP – zum gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauch – gemessen am Primär- oder Endenergieverbrauch eines Landes – in Beziehung gesetzt wird.<sup>5</sup> Je nach Betrachtungsweise kann dabei zwischen Energieproduktivität oder Energieintensität unterschieden werden. Dabei wirken sich Effizienzgewinne erhöhend bzw. vermindern auf die Energieproduktivität bzw. die Energieintensität aus.

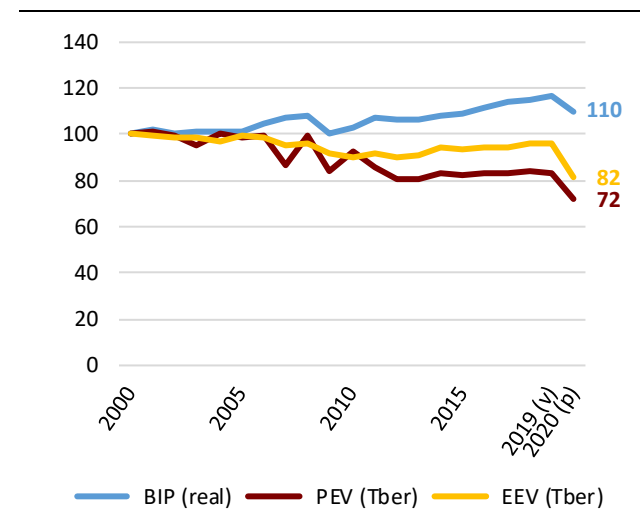
Implizit wird bei der Interpretation der Energieproduktivität bzw. -intensität als Effizienzmaß angenommen, dass die Veränderung der Energieproduktivität bzw. -intensität ausschließlich auf Veränderungen der Energieeffizienz, z. B. durch den Ersatz alter durch neue, stromsparende Maschinen, zurückzuführen 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>6</sup> Diese Kritik sollte bei der Interpretation der gesamtwirtschaftlichen Effizienzindikatoren beachtet werden. Zu beachten ist zudem, dass die im Folgenden dargestellten Energieproduktivitäten und Energieintensitäten aktuell in erheblichem Maße durch die Folgen der Corona-Pandemie beeinflusst werden. Die

hohen Ausschläge am aktuellen Rand dürften aller Voraussicht nach temporärer Natur sein und die Entwicklungen im kommenden Jahr in die jeweils andere Richtung verlaufen.

#### Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

Abbildung 15 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.

**Abbildung 15: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2020 (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Durch die Corona-Pandemie und den dadurch bedingten Einbruch im Verkehrssektor reduzierten sich der temperaturbereinigte EEV sowie der temperaturbereinigte PEV im Jahr 2020 massiv um 14,8 Prozent bzw. 13,9 Prozent

<sup>5</sup> Zum sektoralen Energieverbrauch am Beispiel des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes siehe z. B. die Erläuterungen im Glossar.

<sup>6</sup> Siehe hierzu z. B. Velasco-Fernández et al. 2020, Moreau & Vuille 2019 und Moreau & Vuille 2018.

gegenüber dem Vorjahr. Damit war der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch deutlich stärker rückläufig als die gesamtwirtschaftliche Entwicklung, gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP), das in Hessen im Jahr 2020 um 5,6 Prozent unter dem Vorjahresniveau lag.

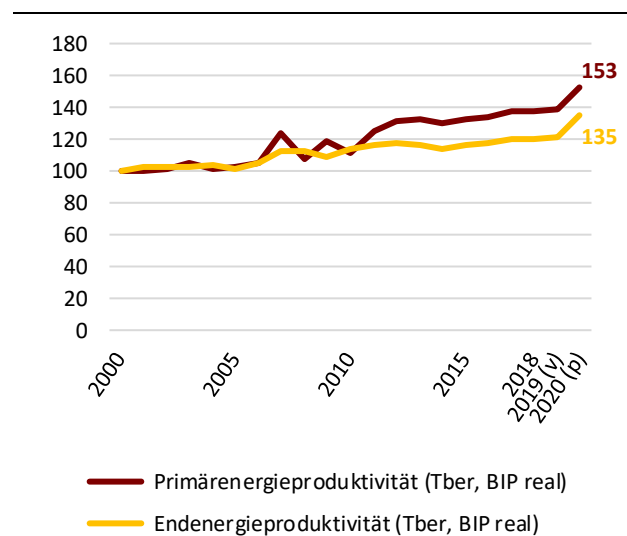
Langfristig ist das hessische BIP von 2000 bis 2020 preisbereinigt um 10,0 Prozent gestiegen, was einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 0,5 Prozent entspricht. Diesem Anstieg des realen BIP stehen Rückgänge sowohl des gesamtwirtschaftlichen Primärenergie- als auch des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs gegenüber.

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 16 dargestellt. Demnach haben sich die Endenergieproduktivität bis zum Jahr 2020, beschleunigt durch Corona, um 35 Prozent und die Primärenergieproduktivität um 53 Prozent erhöht. Im Vorjahr lagen die entsprechenden Werte noch bei 22 bzw. 40 Prozent.

Aufgrund der massiven Auswirkungen der Corona-Pandemie fiel im Jahr 2020 der Anstieg der Endenergieproduktivität gegenüber dem Vorjahr mit 10,8 Prozent und der Primärenergieproduktivität mit 9,7 Prozent erwartungsgemäß deutlich höher als im langfristigen Mittel (+1,1 % bzw. +1,8 %) aus.

**Abbildung 16: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2020 (Index 2000 = 100)**



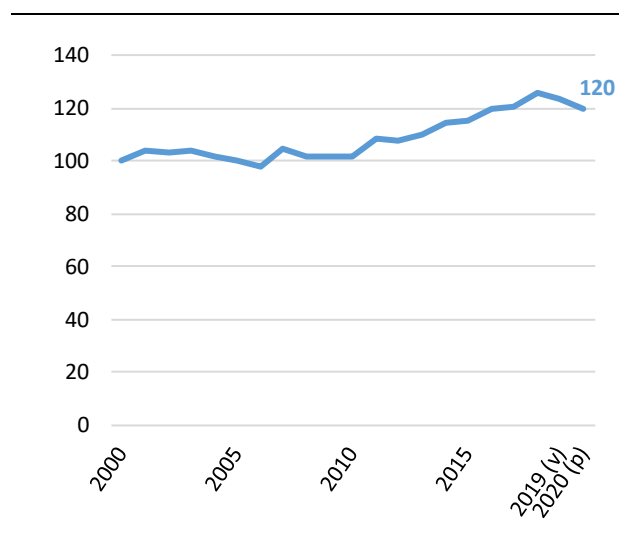
Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

## Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität wird als Quotient aus realem BIP und temperaturbereinigtem Bruttostromverbrauch errechnet (siehe Abbildung 17). Der Rückgang des gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftswachstums fiel im Jahr 2020 mit 5,6 Prozent deutlich stärker aus als der Rückgang des Bruttostromverbrauchs (-3 %). Ursächlich dafür war der gestiegene Stromverbrauch der privaten Haushalte, da z. B. durch Homeoffice der Stromverbrauch aus dem GHD-Sektor in den Sektor private Haushalte verlagert wurde. Insgesamt wirkt sich dies dämpfend auf die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität aus, die um 3 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen ist.

Über den Gesamtzeitraum von 2000 bis 2020 hat sich die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität um insgesamt 20 Prozent bzw. durchschnittlich 0,9 Prozent jährlich erhöht.

**Abbildung 17: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2020 (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

## 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.

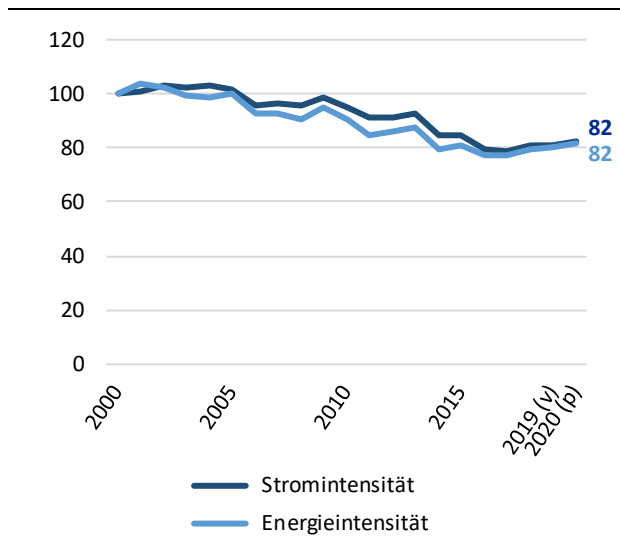


gen. Energie wird in der Industrie überwiegend im Produktionsprozess und nur zu geringen Teilen zu Heizzwecken eingesetzt, weswegen auf eine Temperaturbereinigung bei der Berechnung der Energie- und Stromintensität verzichtet werden kann.

Nach Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder ist die reale Bruttowertschöpfung (BWS) des hessischen Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2020 um 9,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Der Energieeinsatz des Verarbeitenden Gewerbes nahm etwas weniger stark um insgesamt 7,7 Prozent ab, der Stromeinsatz reduzierte sich um 7,8 Prozent und damit sehr ähnlich wie der Energieeinsatz insgesamt. Im Jahr 2020 wurden zur Erzeugung von 1.000 Euro Bruttowertschöpfung 691 kWh Energie und davon 241 kWh Strom verbraucht. Da im Jahr 2019 der entsprechende Energieverbrauch bei 678 kWh und der Stromverbrauch bei 237 kWh und damit jeweils etwas niedriger lag, erhöhte sich die Energieintensität im Jahr 2020 um 1,9 Prozent und die Stromintensität um 1,8 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.

**Abbildung 18: Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2020**

(Index 2000 = 100)



Quelle: HSL 2021a, HSL 2021d, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Abbildung 18 zeigt die langfristigen Entwicklungen von Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen von 2000 bis 2020 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 leicht steigend und liegen zuletzt um 18 Prozent unter dem Niveau des Jahres 2000. Das heißt, zur Herstellung einer (Markt-)Preiseinheit Güter wird im Produktionsprozess knapp ein Fünftel weniger Energie und Strom eingesetzt als vor 20 Jahren.

Nach einzelnen Industriebranchen (Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) differenzierte Angaben zur Energie- und Stromintensität liegen aktuell für das Jahr 2018 vor.<sup>7</sup> In Abbildung 19 ist der branchenspezifische Energie- und Stromverbrauch je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung absteigend nach der Höhe des Energieverbrauchs dargestellt. Demnach weist die Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen mit 3.095 kWh Energie bzw. 735 kWh Strom je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung den mit Abstand höchsten spezifischen Energie- und Stromverbrauch aller Industriebranchen auf. Mit einem Anteil von 3,2 Prozent an der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung spielt diese Industriebranche allerdings nur eine geringe Rolle. Der branchenspezifische Anteilswert an der gesamten Wertschöpfung der hessischen Industrie ist in Klammern hinter der Branchenbezeichnung aufgeführt.

Es folgt die Chemische Industrie, die gemessen am Bruttowertschöpfungsanteil von 11,7 Prozent zu den bedeutendsten Industriebranchen in Hessen zählt. Der spezifische Energie- und Stromverbrauch der Chemischen Industrie von 2.146 kWh bzw. 475 kWh je 1.000 Euro BWS liegt deutlich über dem Industriedurchschnitt von 763 kWh Energie- und 237 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.

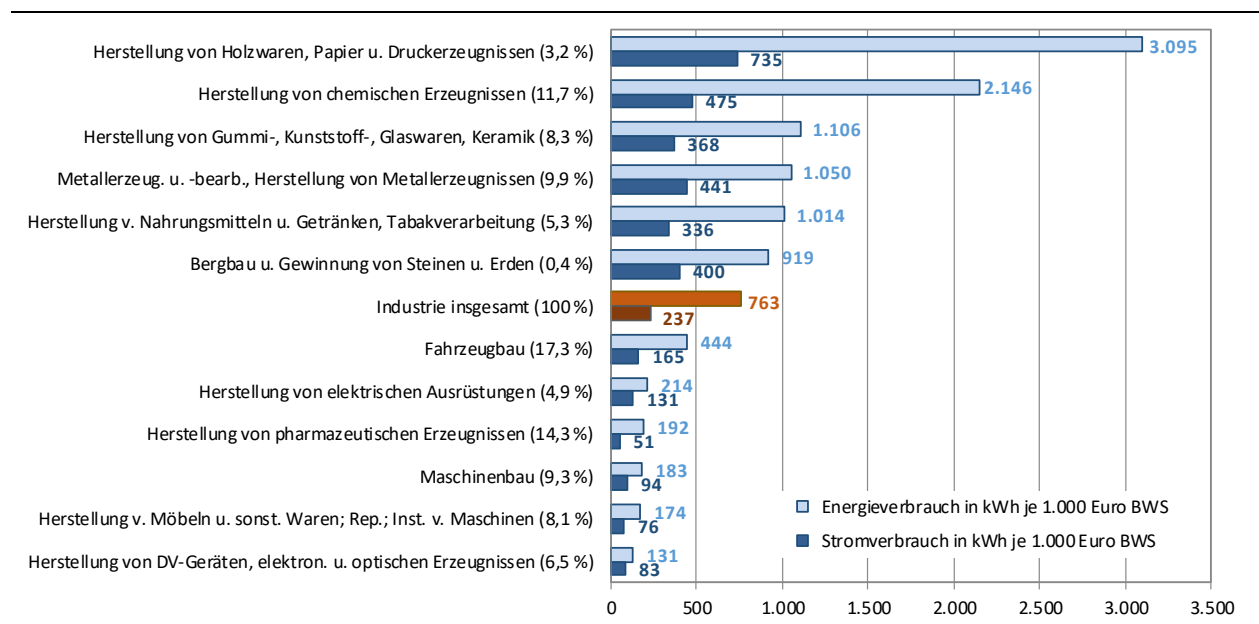
Die Energie- und Stromintensitäten der beiden größten Industriebranchen Fahrzeugbau (17,3 %) und Herstellung pharmazeutischer Produkte (14,3 %), auf die zusammen fast ein Drittel der in Hessen erwirtschafteten BWS entfällt, liegen sowohl beim spezifischen Energie- als auch beim spezifischen Stromverbrauch weit unterhalb des Industriedurchschnitts.

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

<sup>7</sup> Während Daten zur Bruttowertschöpfung für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt bis zum Jahr 2020 vorliegen, reichen die Angaben zur Bruttowertschöpfung für einzelne Industriebranchen momentan nur bis zum Jahr 2018 (HSL 2020).

Im Vergleich zum Vorjahr ist die Zusammensetzung der Produktionsstruktur der hessischen Industrie leicht stärker durch strom- und insbesondere energieintensivere Güter geprägt.<sup>8</sup> Im Industriedurchschnitt hat sich der Energie- und Stromverbrauch – ausgehend von damals 747 kWh bzw. 231 kWh je 1.000 Euro BWS – um 2,1 Prozent bzw. 2,5 Prozent erhöht.

**Abbildung 19: Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2018**  
(in kWh je 1.000 Euro BWS)



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

Quelle: HSL 2021d, HSL 2020, Berechnungen der Hessen Agentur.

<sup>8</sup> Siehe dazu Monitoringbericht 2020, S. 25.



# 4

## Erneuerbare Energien



## 4 Erneuerbare Energien

Durch den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen soll der Einsatz fossiler Brennstoffe zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie im Verkehrssektor immer weiter bis hin zur vollständigen Dekarbonisierung reduziert werden. Dabei spielt die sogenannte Sektorenkopplung eine wichtige Rolle. „Power-to-Heat“-Technologien nutzen Strom, um Wärme zu gewinnen. Ein Beispiel ist die Wärmepumpe, die mit Strom betrieben wird, um die in der Erde vorhandene Wärme zur Beheizung und Warmwassergewinnung sehr effizient aufzubereiten. In energetisch sanierten Gebäuden können Wärmepumpen mit einer eingesetzten Kilowattstunde Strom mehrere Kilowattstunden Wärme erzeugen.<sup>9</sup>

Der direkte Einsatz von Strom im Sektor Verkehr reicht von der „klassischen“ Elektrifizierung im Schienenverkehr bis hin zu batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr. Dazu zählt auch die Nutzung von Oberleitungen für LKW auf Autobahnen, die aktuell in Hessen auf einer Teststrecke auf der A5 erprobt wird. Aber auch indirekt kann aus erneuerbarem Strom Wasserstoff hergestellt werden, der entweder z. B. in Brennstoffzellenzügen genutzt werden kann oder als Grundlage für weitere erneuerbare Energieträger dienen kann. Und selbst große Flugzeuge können mit synthetisch erzeugtem Kerosin weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral betrieben werden.

### Wasserstoff

Die Energiewende bedeutet eine zunehmende Verstromung der Energieversorgung. Es werden zusätzliche Bereiche wie die Mobilität und die Wärmeversorgung erschlossen. Auch wenn die direkte Verwendung des erzeugten Stroms aus Effizienzgründen anzustreben ist, wird es aufgrund der Volatilität der Erneuerbaren Energien immer einen Ausgleichsbedarf zwischen Angebot und Nachfrage geben. Dieser Ausgleichsbedarf wird sich durch unterschiedliche Maßnahmen gewährleisten lassen (Lastmanagement, Wärmespeicherung durch Power-to-Heat, Stromspeicherung, Erzeugung eines chemischen Energieträgers aus Strom etc.). Es wird mindestens einen chemischen Energieträger (hier Wasserstoff) neben dem Energievektor Strom geben müssen, um der Speicherproblematik angemessen begegnen zu können. Der Umgang mit Wasserstoff ist erprobt und wird seit über 100 Jahren großtechnisch praktiziert.

Allein der Frankfurter Flughafen wird langfristig einen gewaltigen Bedarf an grünem Wasserstoff als Vorprodukt für das Kerosin haben und damit einen erheblichen Mehrbedarf an grünem Strom zur Erzeugung des Wasserstoffs verursachen.

Neben der Erzeugung von synthetischen Treibstoffen für den Flugverkehr kann Wasserstoff bei der Substitution von energetischen und stofflichen Prozessen in der Industrie, wo Alternativen zum Wasserstoff derzeit nicht absehbar sind, eine wichtige Rolle spielen.

Über 100 Wasserstoff- und Brennstoffzellenprojekte wurden bisher in Hessen umgesetzt; zwischen 2018 und 2021 wurden Projekte mit über 10 Millionen Euro vom Land gefördert (Stand: Oktober 2021). Nicht berücksichtigt ist hier die Förderung ebenfalls in Millionenhöhe der universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Wie Hessen diese Ansätze in den kommenden Jahren weiterentwickeln und damit – anknüpfend an die Nationale Wasserstoffstrategie – zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft beitragen wird, ist Thema der Hessischen Wasserstoffstrategie, deren Entwurf im Oktober 2021 vorgestellt wurde.

Durch eine enge Kopplung von Stromanwendungen, Wärme und Mobilität können zudem Schwankungen, die bei der Stromerzeugung durch die volatile Wind- und Sonnenenergie entstehen können, ausgeglichen und dadurch wiederum die Stromnetze entlastet werden (siehe Kapitel 7).

### 4.1 Bedeutung für den Primärenergieverbrauch

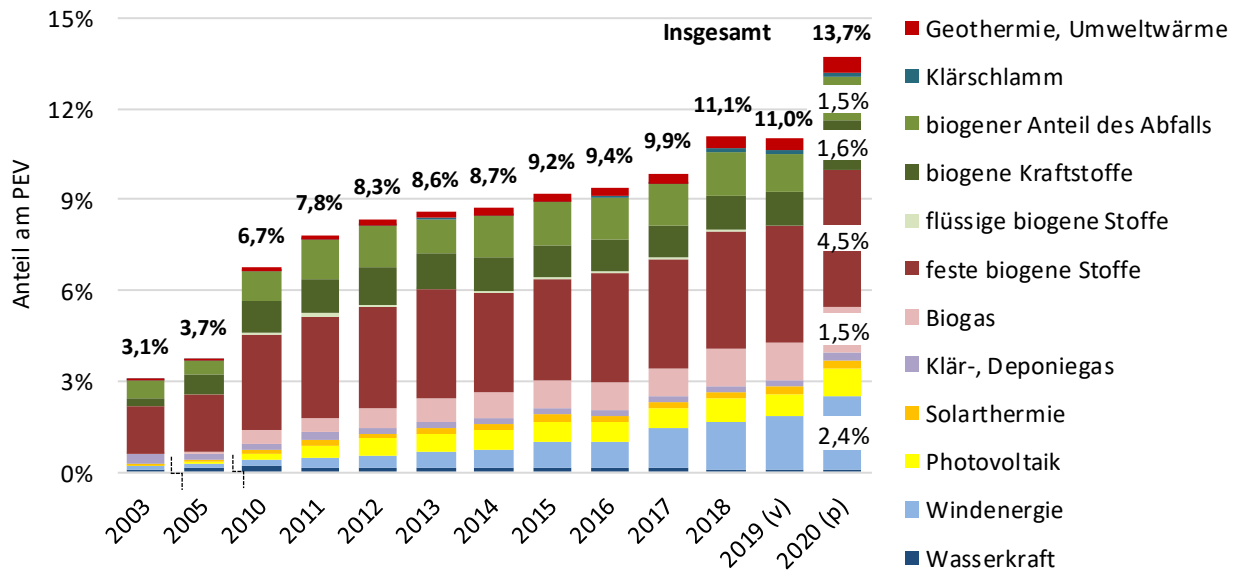
In Hessen erzeugte erneuerbare Energien haben im Jahr 2020 insgesamt 28,0 TWh zum Primärenergieverbrauch (PEV) in Höhe von 204,6 TWh beigetragen. Dies entspricht einem Anteil von 13,7 Prozent (siehe Abbildung 20).

<sup>9</sup> Siehe dazu auch die ausführlichen Erläuterungen zur Sektorenkopplung im Monitoringbericht 2017 zur Energiewende in Hessen (HMWEVL 2017, S. 30f.).

Gegenüber dem Vorjahr ist der Einsatz erneuerbarer Energien um 1,3 TWh bzw. 5,0 Prozent angestiegen. Unberücksichtigt bleiben hierbei erneuerbare Energien, die

in anderen Bundesländern zur Erzeugung von nach Hessen importiertem Strom eingesetzt wurden.

**Abbildung 20: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003\*-2020 (in %)**



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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Der Zuwachs ist vor allem auf biogene Kraftstoffe (+654 GWh bzw. +24,9 %) und Windenergie (+645 TWh bzw. +15,3 %) zurückzuführen. Ursächlich für den starken Anstieg der Biokraftstoffe war eine Erhöhung der Treibhausgasminderungsquote von 4 auf 6 Prozent im Jahr 2020 (Erläuterungen zur Treibhausgasminderungsquote siehe Glossar). Die hohe Zunahme der Windenergie im Vergleich zu 2019 ist auf die deutlich günstigeren Windbedingungen insbesondere in der ersten Jahreshälfte 2020 zurückzuführen.

Bei den anderen erneuerbaren Energieträgern bewegen sich die absoluten Veränderungen gegenüber dem Vorjahr zwischen -130 und +130 GWh: Leicht rückläufig waren feste biogene Stoffe (-128 GWh bzw. -1,4 %), der biogene Anteil des Abfalls (-95 GWh bzw. -3,1 %) und Wasserkraft (-13 GWh bzw. -5,6 %). Nahezu unverändert blieben Klär- und Deponiegas, Klärschlamm, flüssige biogene Stoffe, Solarthermie sowie Biogas. Zuwächse verzeichneten Photovoltaik (+130 TWh bzw. +7,2 %) sowie Geothermie und Umweltwärme (+92 GWh bzw. +9,5 %).

Feste biogene Stoffe trugen im Jahr 2020 mit knapp 4,5 Prozent den mit Abstand größten Anteil aller erneuerbaren Energieträger zum PEV bei. Es folgen Windenergie mit 2,4 Prozent, biogene Kraftstoffe (1,6 %), der biogene Anteil des Abfalls (1,48 %), Biogas (1,52 %), Photovoltaik (0,9 %) sowie Geothermie und Umweltwärme (0,5 %).

Mit einem Anteilswert von zusammen knapp 1 Prozent leisteten die Energieträger Wasserkraft, Solarthermie, Klär- und Deponiegas, flüssige biogene Stoffe und Klärschlamm nur einen relativ geringen Beitrag zum PEV in Hessen.

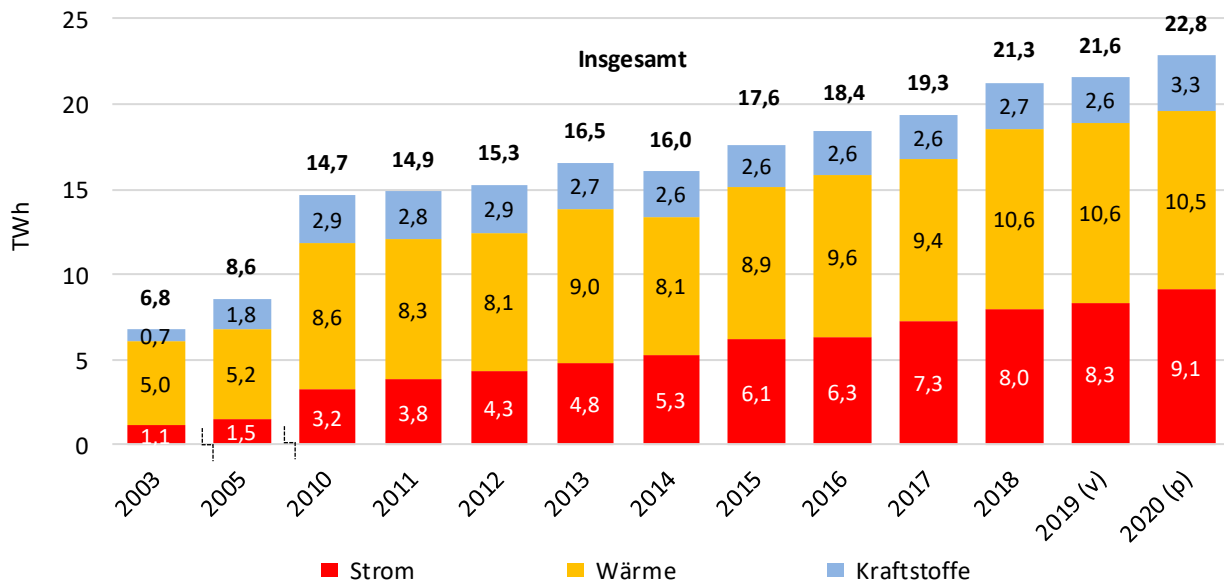
## 4.2 Bedeutung für den Endenergieverbrauch

Der Beitrag erneuerbarer Energien zum Endenergieverbrauch (EEV) beziffert sich für das Jahr 2020 auf gut 22,8 Terawattstunden (TWh). Dies sind fast 1,3 TWh bzw. 5,9 Prozent mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 21). Die erneuerbare Stromerzeugung stieg von 8,3 auf 9,1 TWh.

Dies war absolut die höchste Zunahme (+0,8 TWh bzw. +9,3 %), gefolgt von den Biotreibstoffen (+0,7 TWh), die sich aufgrund der Anhebung der Treibhausgasminderungsquote allerdings besonders dynamisch entwickelt haben (+24,9 %). Demgegenüber verlief die erneuerbare Wärmeerzeugung aufgrund der etwas mildereren Witterung als im Vorjahr leicht rückläufig (-0,1 TWh bzw. -1,4 %).

Anzumerken ist, dass es sich bei den 9,1 TWh erneuerbar erzeugtem Strom nur um die in der Statistik erfasste Strommenge handelt. Der von den Anlagenbetreibern selbst erzeugte und selbst verbrauchte Strom ist hierin nicht enthalten.

**Abbildung 21: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003\*-2020 (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 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Abbildung 22 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 mehr als verachtfacht hat.

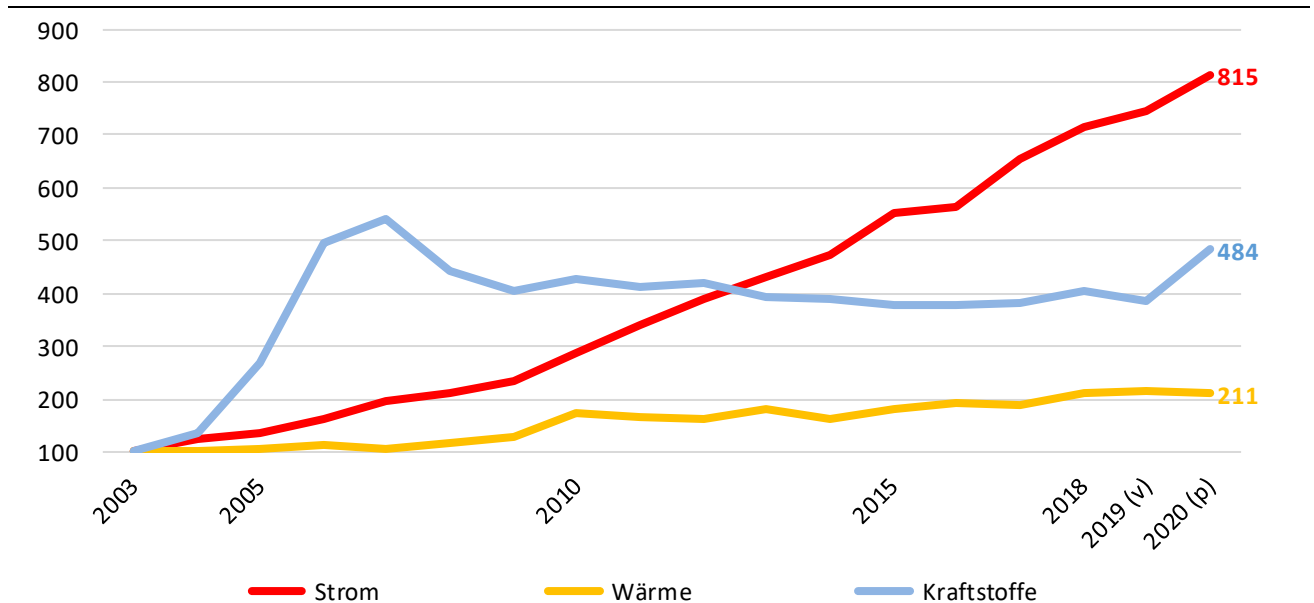
Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien hat sich zwischen 2003 und 2020 etwas mehr als verdoppelt. Dabei erhöhte sie sich von 2003 bis zum Jahr 2008 kaum, stieg dann bis zum Jahr 2010 relativ stark an und ist seither mit einer insgesamt geringen Dynamik tendenziell zunehmend. Witterungsbedingt fiel der Indexwert leicht von 214 im Jahr 2019 auf 211 im Jahr 2020.

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>10</sup> Der starke Anstieg des Biokraftstoffverbrauchs von 2003 bis 2007 auf einen Indexwert von 540 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 bis zum Jahr 2019 mit geringen Schwankungen auf diesem Niveau. Durch die Anhebung der Treibhausgasminderungsquote von 4 auf 6 Prozent im Jahr 2020 erhöhte sich die Beimischung von Biotreibstoffen deutlich, was sich wiederum in einem Anstieg der Biokraftstoffe um rund 100 Indexpunkte widerspiegelte. Da bis zum Jahr 2030 eine weitere Erhöhung der Quote auf 25 Prozent beschlossen wurde, ist zukünftig mit einer tendenziell steigenden Entwicklung zu rechnen.

<sup>10</sup> Erneuerbar erzeugter Strom, der für Elektromobilität im Verkehr genutzt wird, ist nicht enthalten.

**Abbildung 22: Entwicklung des EEV von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003\*-2020 (Index 2003 = 100)**



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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Stromsektor

In Hessen wurden im Jahr 2020 insgesamt 9,1 TWh (9.097 GWh) erneuerbarer Strom erzeugt. Dies waren fast 0,8 TWh (775 GWh) bzw. 9,3 Prozent mehr als ein Jahr zuvor (siehe Abbildung 23). Aufgrund sehr günstiger Windbedingungen insbesondere in der ersten Jahreshälfte 2020 wurden von den 1.143 hessischen Windenergieanlagen knapp 4,9 TWh (4.872 GWh) Strom erzeugt. Dies war der sowohl absolut (+645 GWh) als auch relativ (+15,3 %) höchste Zuwachs aller erneuerbaren Energieträger (siehe auch Kapitel 6.1). Auf die Windenergie entfiel damit deutlich mehr als die Hälfte (54 %) der gesamten erneuerbaren Stromerzeugung, im Vorjahr lag der entsprechende Anteilswert bei 51 Prozent.

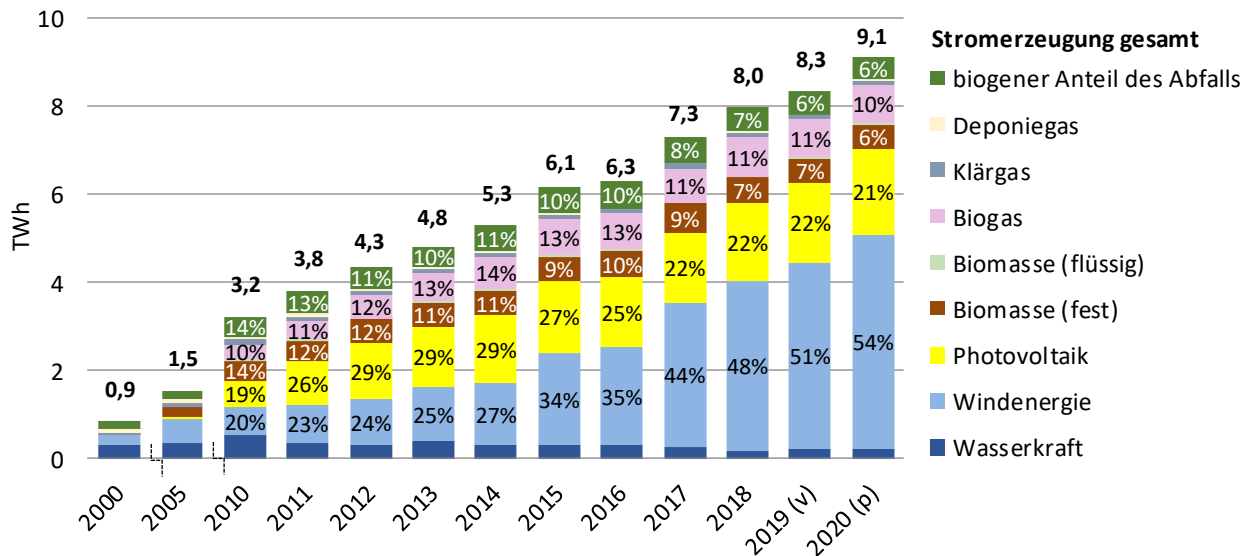
Es folgt die Photovoltaik mit 1,9 TWh (1.931 GWh) Stromerzeugung. Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr beziffert sich auf 130 GWh (+7,2 %), der Beitrag zur gesamten erneuerbaren Stromerzeugung auf 21 Prozent. Darüber hinaus wurden im Jahr 2020 mit Biogas 884 GWh, mit fester Biomasse 572 GWh und mit dem biogenen Anteil des Abfalls 505 GWh erneuerbarer Strom erzeugt, was Anteilswerten von 10 Prozent bzw. jeweils 6 Prozent entspricht.

Während der Einsatz fester Biomasse (+11 GWh bzw. +1,9 %) und von Biogas (+8,5 GWh bzw. +1,0 %) anstieg, wurden 7 GWh (-1,3 %) weniger biogene Abfälle eingesetzt.

Auf die verbleibenden Energieträger entfallen zusammen nur knapp 4 Prozent der erneuerbaren Stromerzeugung, davon auf Wasserkraft 2,4 Prozent, auf Klärgas 0,9 Prozent, auf Deponiegas 0,3 Prozent und auf flüssige Biomasse 0,1 Prozent. Dabei stieg nur der Einsatz von Klärgas im Vergleich zum Vorjahr leicht um 1,4 GWh (+1,7 %) an. Alle anderen Energieträger entwickelten sich rückläufig: Wasserkraft -12,7 GWh bzw. -5,6 Prozent; Deponiegas -0,8 GWh bzw. -3,0 Prozent und Biomasse (flüssig) -0,4 GWh bzw. -3,3 Prozent.



**Abbildung 23: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2020**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Bezieht man die im Jahr 2020 in Hessen erzeugte und eingespeiste erneuerbare Strommenge von 9,1 TWh auf den Bruttostromverbrauch in Höhe von 36,3 TWh, konnten etwas mehr als ein Viertel (25,1 %) des gesamten Stromverbrauchs erneuerbar gedeckt werden. Unberücksichtigt bei dieser Anteilsbetrachtung bleiben die erneuerbar erzeugten Stromimporte aus anderen Bundesländern. Die positive Anteilsentwicklung ist zum einen auf die deutlich gestiegene erneuerbare Stromerzeugung (+9,3 %) zurückzuführen. Aber auch der infolge der Corona-Pandemie rückläufige Stromverbrauch (-2,9 %) insbesondere in den Sektoren Industrie und Dienstleistungen (GHD) hat dazu beigetragen.

Seit dem Jahr 2018 schätzt das IE-Leipzig auch die von PV-Anlagenbetreibern selbst erzeugte und selbst verbrauchte Strommenge, die weder von den Netzbetreibern noch von der Bundesnetzagentur erfasst wird (siehe Abbildung 24). Mit Selbstverbrauch sind die selbst genutzten Strommengen der Endverbraucher gemeint und nicht der Eigenverbrauch der Erzeugungsanlagen selbst. 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.

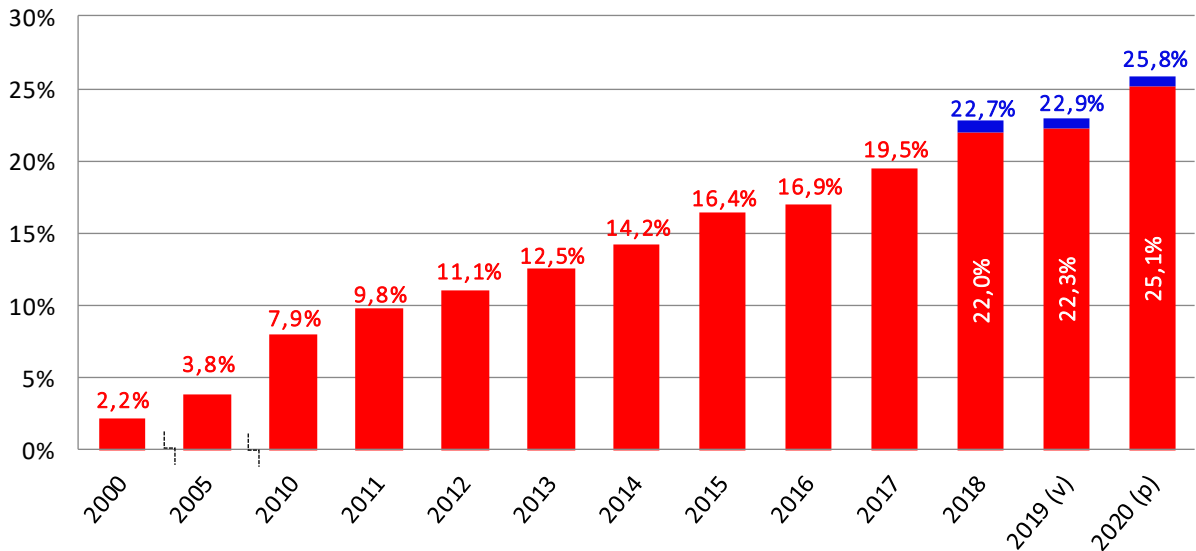
Selbst verbrauchte Strommengen, die unter die Regelung des geförderten Selbstverbrauchs und des umlagepflichtigen Selbstverbrauchs fallen (PV-Anlagen über 10 kW), werden in den EEG-Bewegungsdaten erfasst und können anlagenscharf betrachtet werden. In der von der amtlichen Statistik ausgewiesenen PV-Strommenge 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 wird 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 2021).

Für das Jahr 2020 beziffert sich diese selbstverbrauchte Strommenge auf 240 GWh und entspricht etwa 0,7 Prozent am hessischen Bruttostromverbrauch. Unter Berücksichtigung dieses nicht erfassten Selbstverbrauchs erhöht sich der Anteilswert erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf 25,8 Prozent.

Für das Jahr 2019 errechnet sich aus den vorläufigen Angaben zum Bruttostromverbrauch, zur erfassten erneuerbaren Stromerzeugung und unter Hinzuschätzung des geschätzten, nicht-erfassten PV-Selbstverbrauchs ein entsprechender Anteilswert von 22,9 Prozent.

Dazu ist anzumerken, dass der Stromverbrauch im Jahr 2019 insbesondere im Dienstleistungssektor stark zugenommen hat (siehe Kapitel 3.2), was sich dämpfend auf diesen Indikator ausgewirkt hat.

**Abbildung 24: Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2020\* (in %)**



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

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

## Wärmesektor

Mit 10,5 TWh haben erneuerbare Energien im Jahr 2020 zur Wärmeerzeugung in Hessen beigetragen (siehe Abbildung 25). Dabei war die erneuerbare Wärmeerzeugung im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der etwas mildereren Witterung leicht rückläufig um 148 GWh (-1,4 %).

Differenziert nach Energieträgern ist dieser Rückgang auf den biogenen Anteil des Abfalls (-170 GWh bzw. -13,1 %) und biogene Feststoffe (-102 GWh bzw. -1,4 %) zurückzuführen.

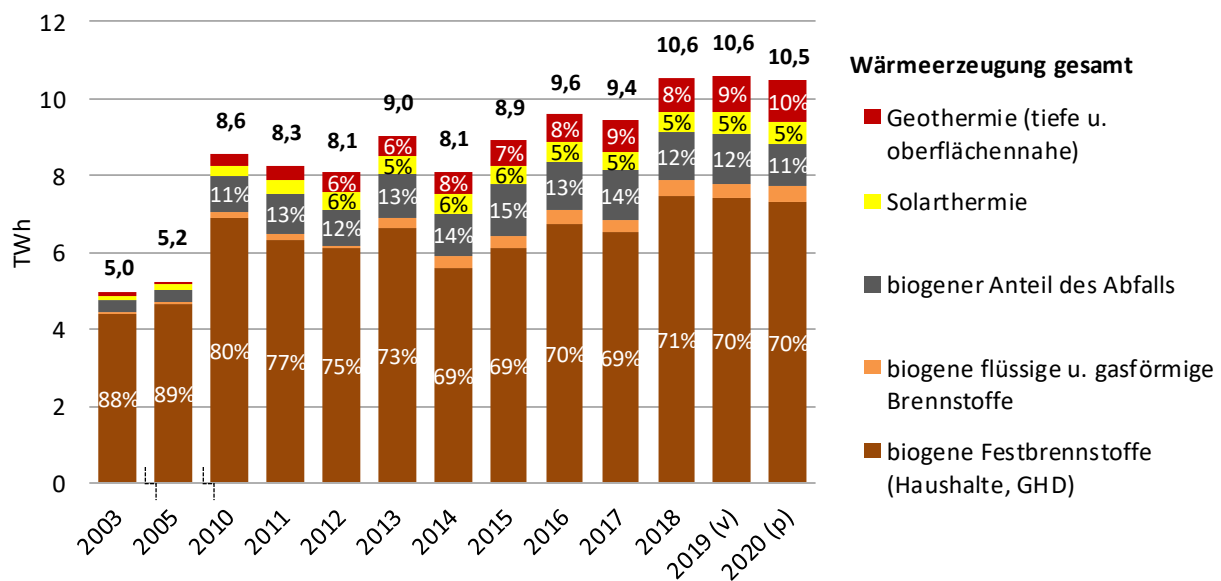
Demgegenüber haben die oberflächennahe Geothermie (+92 GWh bzw. +9,5 %), biogene flüssige und gasförmige Brennstoffe (+18 GWh bzw. +4,6 %) sowie Solarthermie (+14 GWh bzw. +2,6 %) mehr zur Wärmeerzeugung beigetragen als im Vorjahr.

Die Zusammensetzung der erneuerbaren Energieträger wird zu gut zwei Dritteln (70 %) durch biogene Festbrennstoffe geprägt, worunter z. B. Scheitholz, Pellets,

Holzhackschnittel, aber auch Stroh zusammengefasst werden. Es folgen der biogene Anteil des Abfalls mit 11 Prozent, die Nutzung von Umweltwärme und dabei insbesondere der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen mit 10 Prozent, die Nutzung von Solarthermie mit 5 Prozent sowie die Nutzung von flüssigen und gasförmigen biogenen Brennstoffen mit zusammen 4 Prozent.

In längerfristiger Betrachtung hat sich die erneuerbare Wärmeerzeugung zwischen 2000 und 2010 von 5 GWh auf fast 9 GWh deutlich erhöht. Seit 2010 zeichnet sich unter witterungsbedingten Schwankungen eine leichte Aufwärtsentwicklung ab, die vor allem mit einem Mehrverbrauch von Festbrennstoffen und einem kontinuierlichen Anstieg der oberflächennahen Geothermie und der Nutzung der Umweltwärme in Gestalt von Wärmepumpen einhergeht. Seit 2018 stagniert die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien auf dem Niveau von etwa 10,5 TWh.

**Abbildung 25: Wärmeezeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2020**  
(in TWh, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

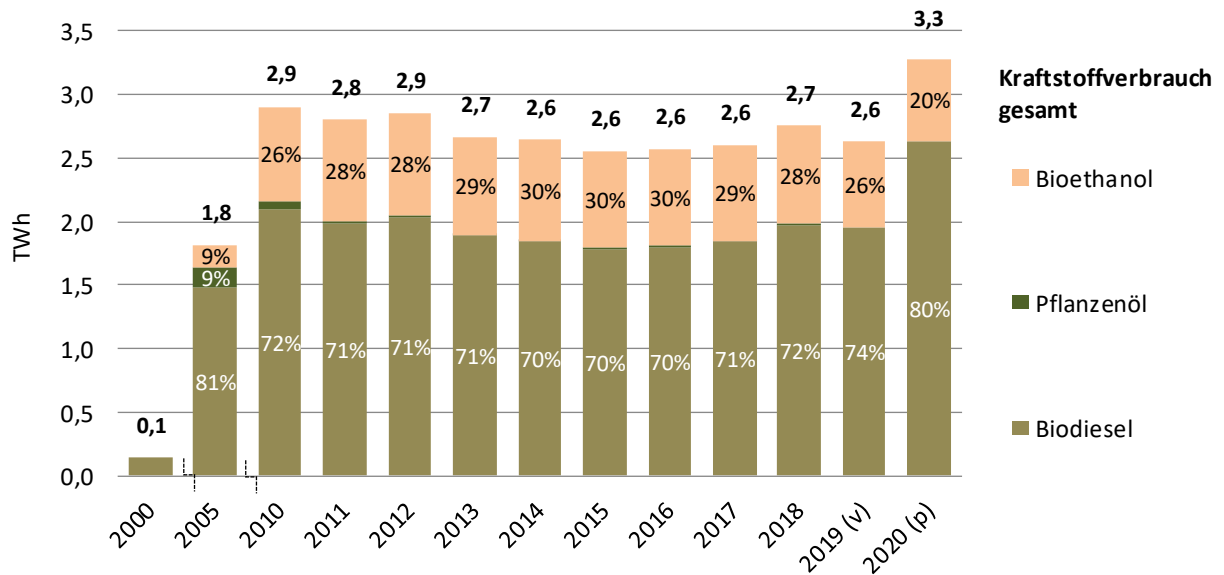
## Verkehrssektor

Im Jahr 2020 wurden in Hessen 3,3 TWh an erneuerbaren Kraftstoffen verbraucht und damit 654 GWh bzw. 25 Prozent mehr als im Jahr 2019 (siehe Abbildung 26). Diese sehr dynamische Entwicklung ist ausschließlich auf die Zunahme von Biodiesel um rund ein Drittel (35 %) bzw. 677 GWh aufgrund der Erhöhung der Treibhausgasminderungsquote zurückzuführen. Dem steht ein leicht rückläufiger Einsatz von Bioethanol (-23 GWh bzw. -3,4 %) gegenüber. Das wirkte sich auf die Struktur der erneuerbaren Kraftstoffe aus: Der Anteil von Biodiesel erhöhte sich von 74 auf 80 Prozent und entsprechend sank der Anteil von Bioethanol von 26 auf 20 Prozent.

Der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff hat mit der schrittweisen Aufhebung der Steuerbefreiung ab dem Jahr 2007 spürbar an Bedeutung verloren. Seit dem Jahr 2017 wird der Verbrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff in der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nicht mehr ausgewiesen. Insgesamt wurden in Hessen im Jahr 2020 etwa 3.500 Terajoule (TJ) bzw. knapp 1.000 GWh Strom für die Mobilitätszwecke von Schienenfahrzeugen verbraucht. Dies entspricht rund 1,3 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors (siehe Kapitel 8.1). Zum Stromverbrauch speziell aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor liegen bisher keine Daten für die Bundesländer vor.



Abbildung 26: Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2020 (in TWh)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Revitalisierung Wilhelminenhaus Regierungspräsidium Darmstadt

Für die Anmietung des Wilhelminenhauses für das Regierungspräsidium Darmstadt konnte neben teils umfangreichen Umbauten und zahlreichen gestalterischen Verbesserungen eine energetische Sanierung mit Zielwert EnEV 2009-50 % mit dem Vermieter vereinbart werden. Wesentliche Maßnahmen waren hier die Dämmung der Innenhoffassade, der Austausch aller bis dato unsanierten Fenster, die Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. Zwischensparrendämmung bei ausgebauten Dachräumen. Die Maßnahmen wurden abgerundet durch einen Fernwärmeanschluss sowie die mit 255 kWp bislang größte Photovoltaik-Dachanlage auf einer durch das Land Hessen genutzten Liegenschaft. Die im Juli 2020 in Betrieb genommene PV-Anlage ermöglicht dabei eine ganzjährige Eigenstromversorgung von rund 25 Prozent.



*Gedämmte Innenhoffassaden und neues Farbkonzept,  
Dachflächen mit 255 kWp Photovoltaikanlage*

# 5

## Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch



## 5 Wärme und gebäuderelevanter Energieverbrauch

In Hessen wurden nach Schätzungen des IE-Leipzig im Jahr 2020 für die Bereitstellung von Wärme insgesamt 285 Petajoule (PJ) verbraucht. Dabei ist für das Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr ein deutlicher Rückgang des EEV für Wärme in Höhe von 10,5 PJ bzw. 3,5 Prozent feststellbar. Dies ist zum einen auf die mildere Witterung und zum anderen auf den coronabedingten Rückgang von Prozesswärme in der Industrie zurückzuführen. Da der Rückgang des gesamten EEV insbesondere durch den Einbruch im Verkehrssektor noch wesentlich stärker ausgefallen ist (-16,5 %), erhöhte sich der Anteilswert des EEV für Wärme am gesamten EEV von 36,5 Prozent im Jahr 2019 auf 42,2 Prozent im Jahr 2020.

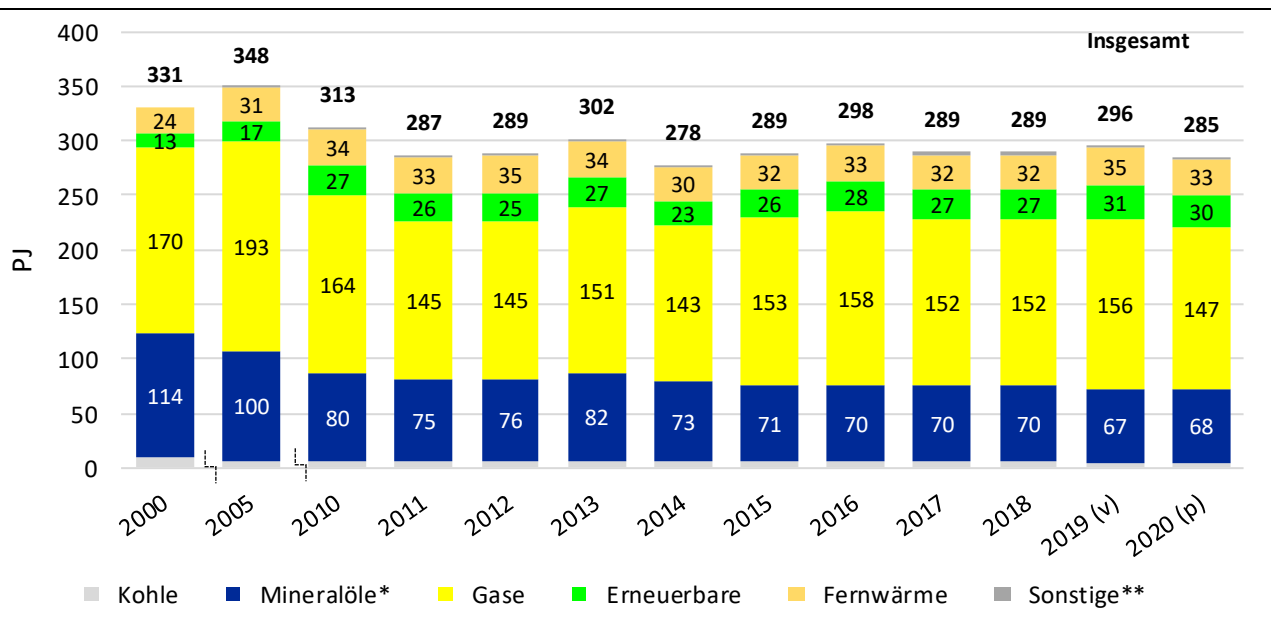
Unabhängig von den spezifischen Besonderheiten verdeutlichen diese hohen Anteilswerte, welche Einsparpo-

tenziale sowohl an Energie als auch an Treibhausgasemissionen durch Gebäudesanierungsmaßnahmen und insbesondere den Ersatz fossiler durch erneuerbare Heizungstechnologien genutzt werden können.

### 5.1 Endenergieverbrauch für Wärme

Differenziert nach Energieträgern ist der im Jahr 2020 in Hessen feststellbare Rückgang des EEV für Wärme gegenüber dem Vorjahr (-10,5 PJ bzw. -3,5 %) insbesondere darauf zurückzuführen, dass 8,9 PJ (-5,7 %) weniger Gase für die Wärmebereitstellung eingesetzt wurden (siehe Abbildung 27).

Abbildung 27: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2020 (in PJ)



\* einschl. Flüssiggas

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

Quelle: Gesamtmenge von HSL 2021a, Aufteilung nach Energieträgern durch IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Mit Ausnahme von Mineralöl, das wegen der günstigen Preisentwicklung auf Vorrat gekauft worden sein dürfte und dadurch einen Zuwachs in Höhe von gut 1 PJ (+2,5 %) gegenüber dem Vorjahr verzeichnete (siehe dazu Kapitel 10.1), war der Verbrauch aller übrigen Energieträger rückläufig: Fernwärme (-2,4 PJ bzw. -6,8 %), Kohle (-0,5 PJ bzw. -9,0 %), erneuerbare Energien (-0,3 PJ bzw. -0,9 %) und Sonstige (-0,1 PJ bzw.

-4,2 %), wobei es sich überwiegend um sonstige hergestellte Gase und fossile Abfälle handelt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden erneuerbare Energien wie auch andere Energieträger, die zur Erzeugung von Fernwärme genutzt werden, in der Kategorie Fernwärme und nicht bei den erneuerbaren Energien berücksichtigt.

In längerfristiger Betrachtung seit dem Jahr 2000 ist der 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 relativ stabil geblieben. Zuletzt entfiel rund die Hälfte des EEV für Wärme auf Gase (52 %), ein Viertel auf Mineralöle (24 %) und das restliche Viertel verteilt sich wie folgt: Fernwärme (12 %), erneuerbare Energien (11 %), Kohle (2 %) und sonstige Energieträger (1 %).

## 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>11</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>12</sup>

Nach Berechnungen des IE-Leipzig wurden in Hessen für die Nutzung von Gebäuden im Jahr 2020 insgesamt 240,3 PJ an Energie verbraucht.<sup>13</sup> Dies entspricht 35,6 Prozent des gesamten EEV (siehe Tabelle 1). Dabei entfällt der größte Teil des gebäuderelevanten EEV mit 181,5 PJ auf die Bereitstellung von Raumwärme, was 26,9 Prozent des gesamten EEV entspricht. Es folgen Warmwasseraufbereitung und Beleuchtung mit Anteilswerten von 5,4 bzw. 2,9 Prozent. Mit einem Anteil von 0,4 Prozent hat Raumkühlung nur eine geringe Bedeutung am gesamten EEV.

Differenziert nach Verbrauchssektoren verwenden die privaten Haushalte 153,9 PJ bzw. 85,3 Prozent ihres gesamten EEV für die Nutzung von Gebäuden, im Wesentlichen für Raumwärme (121,5 PJ bzw. 67,3 %) und Warmwasseraufbereitung (29,3 PJ bzw. 16,2 %).

Im Sektor GHD entfallen knapp zwei Drittel (76,9 PJ bzw. 63,1 %) des EEV auf die Gebäudenutzung. Die meiste Energie wird auch hier für Heizzwecke (43,9 %) verwendet, mit 12,5 Prozent entfällt jedoch auch ein signifikanter Anteil auf die Beleuchtung der Gebäude. In der Industrie spielt der gebäuderelevante EEV mit 9,4 Prozent am gesamten EEV hingegen nur eine geringe Rolle.

In Abbildung 28 sind die Entwicklungen des gesamten und des gebäuderelevanten EEV sowie des Anteils des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV im Zeitverlauf dargestellt. Aufgrund der Corona-Pandemie ist ein deutlicher Anstieg des Anteilswertes von 30,4 Prozent im Jahr 2019 auf 35,6 Prozent im Jahr 2020 feststellbar. Dies ist der höchste Anteilswert seit dem Jahr 2010.

Generell haben sich sowohl der gebäuderelevante als auch der gesamte EEV im Zeitraum von 2000 bis 2011 deutlich rückläufig entwickelt. Während der EEV insgesamt zwischen 2011 und 2019 durch den steigenden Energieverbrauch im Verkehrssektor tendenziell leicht zunahm, setzte sich beim gebäuderelevanten EEV die rückläufige Entwicklung – allerdings deutlich abgeschwächt – weiter fort. Durch diese auseinanderlaufenden Entwicklungen nahm der Anteil des gebäuderelevanten EEV am gesamten EEV tendenziell 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 29,3 Prozent im Jahr 2018 auf 30,4 Prozent im Jahr 2019 erhöhte. Im Jahr 2020 ist zwar ebenfalls ein Rückgang des gebäuderelevanten EEV von 246 PJ im Jahr 2019 auf 240 PJ festzustellen, aufgrund des stärkeren Rückgangs des EEV insgesamt hat sich der Anteil aber deutlich erhöht.

11 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.

12 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.

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

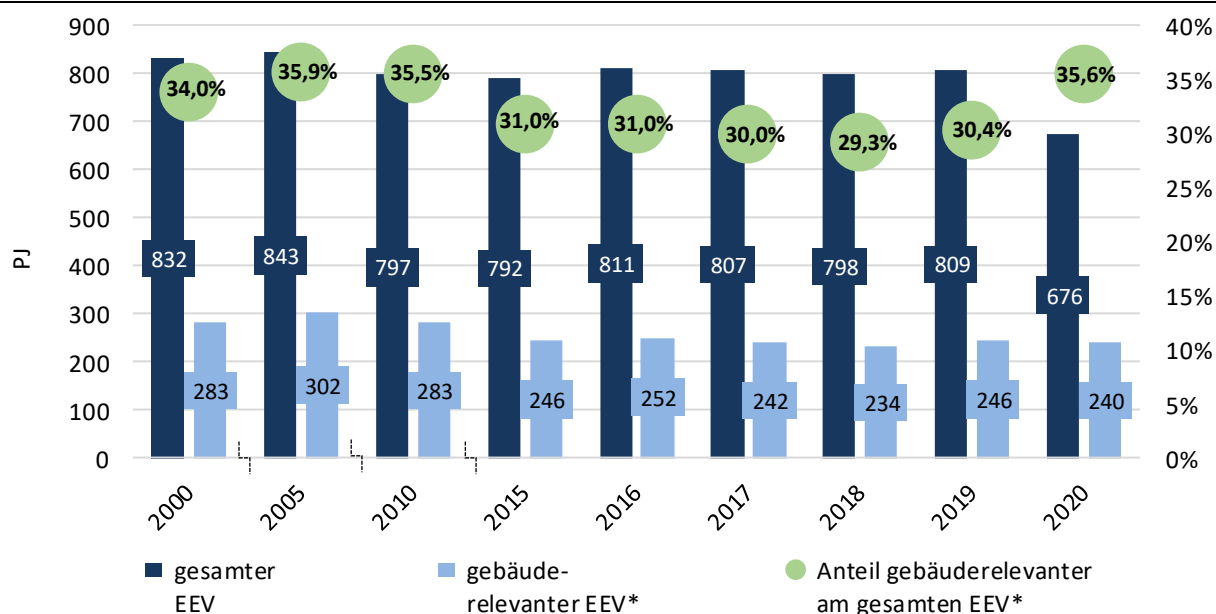
**Tabelle 1: Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2020** (in PJ, Anteilswerte in %)

Absoluter Verbrauch (in PJ)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	153,9	76,9	9,4	—	240,3
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	121,5	53,6	6,4	—	181,5
<i>Warmwasser</i>	29,3	6,6	0,7	—	36,7
<i>Raumkühlung</i>	0,3	1,4	0,8	—	2,6
<i>Beleuchtung</i>	2,8	15,3	1,5	—	19,5
<b>EEV insgesamt</b>	<b>180,5</b>	<b>122,0</b>	<b>100,6</b>	<b>272,7</b>	<b>675,8</b>
Anteil am EEV insgesamt (in %)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	22,8%	11,4%	1,4%	—	35,6%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	18,0%	7,9%	0,9%	—	26,9%
<i>Warmwasser</i>	4,3%	1,0%	0,1%	—	5,4%
<i>Raumkühlung</i>	0,1%	0,2%	0,1%	—	0,4%
<i>Beleuchtung</i>	0,4%	2,3%	0,2%	—	2,9%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>26,7%</b>	<b>18,0%</b>	<b>14,9%</b>	<b>40,4%</b>	<b>100,0%</b>
Anteil am sektor- spezifischen EEV ( in %)	Haushalte	GHD	Industrie	Verkehr*	Insgesamt
Gebäuderelevanter EEV	85,3%	63,1%	9,4%	—	35,6%
<i>darunter:</i>					
<i>Raumwärme</i>	67,3%	43,9%	6,3%	—	26,9%
<i>Warmwasser</i>	16,2%	5,5%	0,7%	—	5,4%
<i>Raumkühlung</i>	0,2%	1,2%	0,8%	—	0,4%
<i>Beleuchtung</i>	1,5%	12,5%	1,5%	—	2,9%
<b>EEV insgesamt</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	—	<b>100,0%</b>

\* — kein gebäuderelevanter Endenergieverbrauch im Verkehrssektor vorhanden

Quelle: IE-Leipzig 2021, vorläufige Daten, Berechnungen der Hessen Agentur.

**Abbildung 28: Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen 2000-2020 (in PJ, Anteilswerte in %)**



\* geschätzte Werte

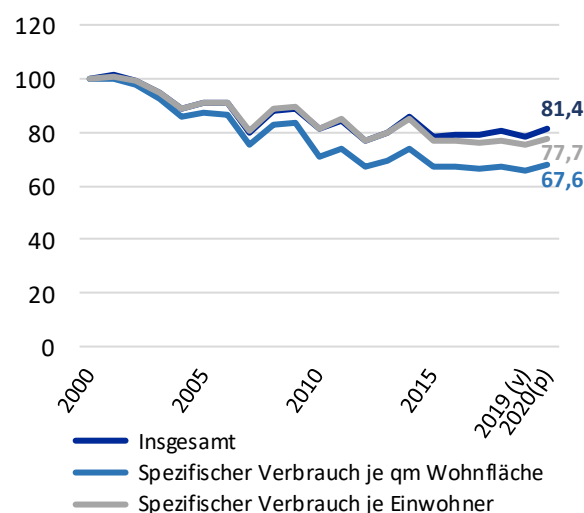
Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Temperaturbereinigter Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser privater Haushalte

Abbildung 29 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. Durch die Temperaturbereinigung werden Witterungseinflüsse ausgeschaltet. Dadurch erhöht sich der temperaturbereinigte Energieverbrauch der privaten Haushalte für das mildere Jahr 2020 bzw. sinkt für das etwas kühlere Jahr 2019 im Vergleich zu den unbereinigten Energieverbrauchswerten. Daraus resultiert der leichte Anstieg der drei Zeitreihen am aktuellen Rand in der Größenordnung von jeweils rund 3,5 Prozent.

In längerfristiger Betrachtung haben sich alle drei betrachteten Indikatoren rückläufig entwickelt. Die Indexverläufe insgesamt und pro Kopf bis zum Jahr 2015 sind nahezu identisch. Danach wirken sich die gestiegenen Einwohnerzahlen dämpfend auf die Pro-Kopf-Entwicklung aus, sodass der spezifische Verbrauch pro Kopf geringer ausfällt als die Verbrauchsentwicklung insgesamt. Der spezifische Verbrauch bezogen auf die Wohnfläche war zunächst bis zum Jahr 2012 stärker rückläufig als die beiden anderen Indikatoren. Seither ist eine Parallelentwicklung zu erkennen.

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



Quelle: IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.



Im Jahr 2020 liegt der temperaturbereinigte Gesamtverbrauch um 18,6 Prozent, der spezifische Pro-Kopf-Verbrauch um gut 22,3 Prozent und der spezifische Verbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche um 32,4 Prozent unter dem jeweiligen Ausgangsniveau im Jahr 2000. Der Rückgang hat jeweils maßgeblich bis zum Jahr 2012 stattgefunden und stagniert seither unter Schwankungen auf diesem Niveau.

### 5.3 Modernisierungsdynamik bei Gebäuden

Modernisierungsmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden sowie die Substitution von fossiler durch erneuerbare Wärmeerzeugung können einen großen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten. Insbesondere bei älteren Wohngebäuden mit schlechter Wärmedämmung und einer oftmals veralteten Heizungstechnik bestehen große Modernisierungspotenziale. Die Hessische Landesregierung hat sich daher in der Koalitionsvereinbarung bis zum Jahr 2025 eine Verdopplung der energetischen Sanierungsquote von Wohngebäuden in Hessen von 1 auf 2 Prozent und damit auf ca. 27.000 Gebäude pro Jahr zum Ziel gesetzt (Hessische Landesregierung 2018). Dies wird durch eigene Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden unterstützt (siehe dazu in Kapitel 11 insbesondere die Maßnahmen 22 bis 35).

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

Ein bedeutender Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden kann durch Stilllegung alter Feuerungsanlagen und deren Ersatz durch moderne effizientere Anlagen geleistet werden. Da Hausbesitzer abhängig von der Art der installierten Heizung im ein- bis dreijährigen Turnus eine Abgaswegeüberprüfung durchführen lassen müssen, können auf Basis der dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse Veränderungen in der Heizungsstruktur im Zeitablauf dargestellt werden. Entsprechende für Hessen aggregierte Daten konnten vom Landesinnungsverband des Schornstefegerhandwerks Hessen erstmals für das Jahr 2015 bereitgestellt werden (LIV 2016). Im Monitoringbericht 2016 wurde generell eine hohe Übereinstimmung der Heizungsstrukturen von Hessen und Deutschland aufgezeigt. In den Monitoringberichten 2019 und 2020 wurden für Hessen Bestandsveränderungen in der Altersstruktur von Öl- und Gasfeuerungsanlagen für die Jahre 2015, 2018 und 2019 dargestellt. Dies wird mit den nun für das Jahr 2020 vorliegenden Daten fortgesetzt.

Im Jahr 2020 belief sich der Bestand auf insgesamt 417.700 Öl- und 492.100 Gasfeuerungsanlagen (siehe Tabelle 2). Das sind 49.600 Ölfeuerungsanlagen bzw. 10,6 Prozent und 99.500 Gasfeuerungsanlagen bzw. 16,8 Prozent 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 2020 mit 314 sehr gering, die Zahl der neuen Gasfeuerungsanlagen lag bei 4.681.

**Tabelle 2: Nach Alter differenzierte Öl- und Gasfeuerungsanlagen 2015, 2019 und 2020**

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
2019	15,8	14,4	55,0	169,5	178,4	433,1
2020	14,5	13,3	51,7	162,8	175,4	417,7
Altersstruktur (in %)						
2020	3,5%	3,2%	12,4%	39,0%	42,0%	100,0%
Unterschiede zwischen:						
2015 und 2020 (in 1.000)	-8,0	-6,0	-14,2	-22,4	1,0	-49,6
2015 und 2020 (in %)	-35,5%	-31,2%	-21,6%	-12,1%	0,6%	-10,6%
2019 und 2020 (in 1.000)	-1,3	-1,1	-3,3	-6,7	-3,0	-15,4
2019 und 2020 (in %)	-8,2%	-7,6%	-5,9%	-3,9%	-1,7%	-3,5%
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
2019	4,2	7,0	39,2	191,2	274,2	515,9
2020	3,8	6,2	35,1	177,9	269,1	492,1
Altersstruktur (in %)						
2020	0,8%	1,3%	7,1%	36,2%	54,7%	100,0%
Unterschiede zwischen:						
2015 und 2020 (in 1.000)	-4,1	-6,9	-25,0	-64,3	0,7	-99,5
2015 und 2020 (in %)	-52,0%	-52,6%	-41,6%	-26,6%	0,3%	-16,8%
2019 und 2020 (in 1.000)	-0,4	-0,8	-4,1	-13,3	-5,1	-23,7
2019 und 2020 (in %)	-9,6%	-11,7%	-10,5%	-6,9%	-1,9%	-4,6%

Quelle: LIV 2021, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

### Beheizung neu errichteter Wohngebäude und Wohnungen

Im Jahr 2020 wurden in Hessen insgesamt 6.713 Wohngebäude mit zusammen 18.786 Wohnungen fertiggestellt (siehe Tabelle 3). Dies sind 547 Wohngebäude (+8,9 %) mehr als ein Jahr zuvor, die Zahl der neu errichteten Wohnungen hat sich um 1.515 bzw. 8,8 Prozent erhöht. In 3.783 und damit deutlich mehr als der Hälfte aller neu errichteten Wohngebäude (56,4 %) sind erneuerbare Energien die primäre Energiequelle bei der Beheizung. Dahinter folgen Gasheizungen (29,9 %) und Fernwärme (9,7 %). Ölfeuerungsanlagen werden hingegen nur in

1 Prozent aller neu errichteten Wohngebäude als primäre Energiequelle genutzt.

Bei den neu errichteten Wohnungen entfällt der größte Anteil auf Gasheizungen mit 35,0 Prozent, dicht gefolgt von erneuerbaren Energien mit 34,2 Prozent und dahinter Fernwärme mit 28,2 Prozent. Innerhalb der erneuerbaren Energien prägen Wasser- und insbesondere Luftwärmepumpen sowohl bei den Wohngebäuden (85,4 %) als auch bei den Wohnungen (79,4 %) das Bild. Mit deutlichem Abstand folgen Holz (6,6 % bzw. 10,4 %) und Geothermie (5,9 % bzw. 7,5 %) als primäre Energiequellen.

In knapp 39 Prozent aller neu errichteten Wohngebäude und knapp 34 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: 49 %; Wohnungen: 52 %) und Holzheizungen (Wohngebäude: 33 %; Wohnungen: 17 %).

**Tabelle 3: Im Jahr 2020 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	66 (1,0%)	198 (1,1%)	4 (0,1%)	6 (0%)
Gas	2.007 (29,9%)	6.574 (35,0%)	105 (1,6%)	449 (2,4%)
Fernwärme	653 (9,7%)	5.294 (28,2%)	22 (0,3%)	45 (0,2%)
Erneuerbare Energien	3.783 (56,4%)	6.420 (34,2%)	1.554 (23,1%)	4.196 (22,3%)
Sonstige	201 (3,0%)	296 (1,6%)	925 (13,8%)	1.670 (8,9%)
Keine Energie	3 (0%)	4 (0%)	4.103 (61,1%)	12.420 (66,1%)
<b>Summe</b>	<b>6.713 (100%)</b>	<b>18.786 (100%)</b>	<b>6.713 (100%)</b>	<b>18.786 (100%)</b>
<b>B) Erneuerbare Energien</b>				
Umweltwärme**	3.231 (85,4%)	5.095 (79,4%)	159 (10,2%)	464 (11,1%)
Holz	249 (6,6%)	669 (10,4%)	517 (33,3%)	724 (17,3%)
Geothermie**	225 (5,9%)	480 (7,5%)	57 (3,7%)	596 (14,2%)
Solarenergie	33 (0,9%)	62 (1%)	760 (48,9%)	2.170 (51,7%)
Biogas / Biomethan	4 (0,1%)	7 (0,1%)	58 (3,7%)	228 (5,4%)
Sonstige Biomasse	41 (1,1%)	107 (1,7%)	3 (0,2%)	14 (0,3%)
<b>Summe</b>	<b>3.783 (100%)</b>	<b>6.420 (100%)</b>	<b>1.554 (100%)</b>	<b>4.196 (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 überwiegenden 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 2021c.

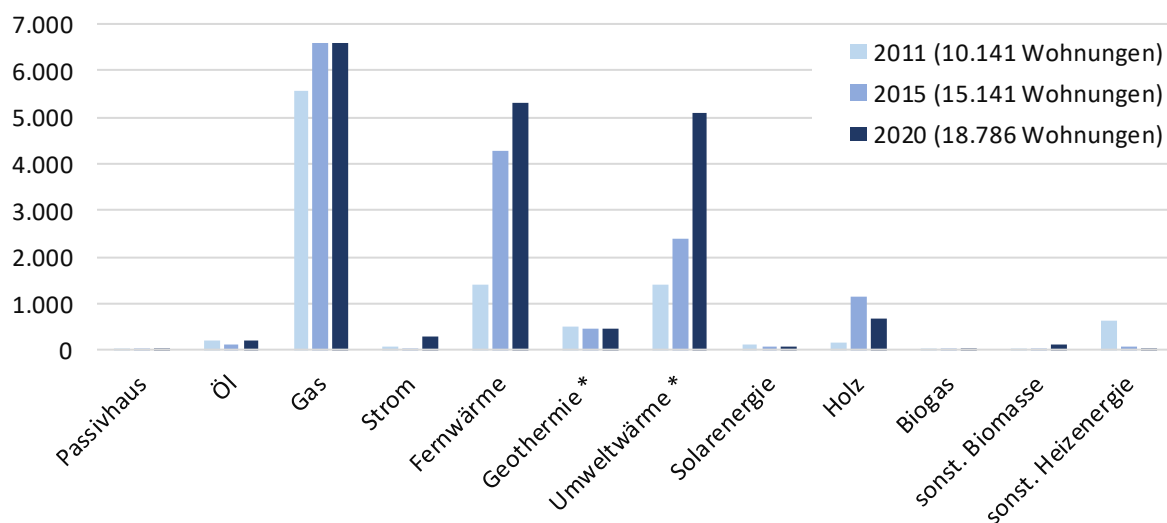
Abbildung 30 zeigt für die Jahre 2011, 2015 und 2020 die in neu fertiggestellten Wohnungen zur Heizung verwendeten primären Energiequellen. In der Legende ist hinter den Jahreszahlen in Klammern auch die Zahl der jeweils insgesamt fertiggestellten Wohnungen angegeben. Demnach hat sich die Bautätigkeit im Zeitverlauf deutlich erhöht.

Ersichtlich wird, dass die Erstellung von Wohnungen im Passivhausstandard sowie Öl, Strom, Solarenergie, Biogas, Biomasse und sonstige Heizenergien als primäre Energiequellen über den gesamten Zeitraum nur eine geringe Bedeutung im Wohnungsneubau haben. Aber auch Geothermie und Holz zusammen kamen zuletzt im Jahr 2020 nur in rund 1.500 Wohnungen als Hauptenergiequellen zur Wärmeerzeugung zum Einsatz.

Demgegenüber hat sich der Einsatz von Fernwärme und Umweltwärme in der letzten Dekade deutlich erhöht, von jeweils gut 1.400 im Jahr 2011 auf 5.300 Fernwärmeheizungen bzw. 5.100 Umweltwärmeheizungen im Jahr 2020. Entsprechend erhöhte sich deren Anteil an den Gesamtheizungen von jeweils 14 Prozent im Jahr 2011 auf 28 Prozent für Fernwärme und 27 Prozent für Umweltwärme. Der Einsatz von Gasheizungen blieb über den Gesamtzeitraum hoch und stieg von rund 5.600 im Jahr 2011 auf rund 6.600 im Jahr 2020 an.

Allerdings hat sich die Bedeutung von Gasheizungen als primäre Energiequelle für Heizungen durch die hohe Dynamik im Wohnungsbau deutlich verringert, von 55 Prozent im Jahr 2011 auf 35 Prozent im Jahr 2020.

**Abbildung 30: Entwicklung fertiggestellter Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären Energiequellen in den Jahren 2011, 2015 und 2020**



\* 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 2021c, HSL 2016, HSL 2012.

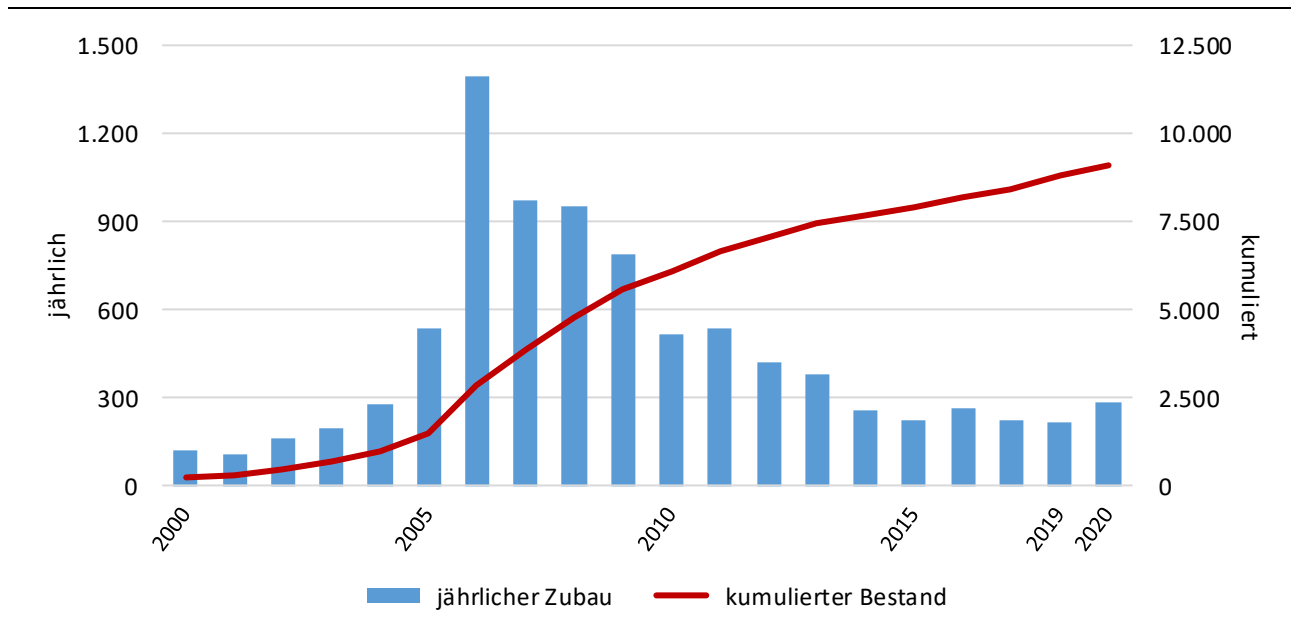
### Beheizung mit oberflächennaher Geothermie

Für die erneuerbare Energiequelle 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 2020 wurden in Hessen insgesamt 9.100 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 war u. a. auf die etwa ab dem Jahr 2002 wieder steigenden Ölpreise zurückzuführen, die sich bis 2006 in etwa verdoppelt haben (siehe Kapitel 10.1). Danach ist bis zum Jahr 2015 ein massiver Rückgang auf etwa 220 Anlagen festzustellen. Gründe für diese rückläufige Zahl der jährlich genehmigten EWS-Anlagen sind neben steigenden und somit kostenerhöhenden Anforderungen für EWS-Bohrungen auch die zunehmende Verbreitung insbesondere von Luftwärmepumpen zu nennen. Deren Anteil an den insgesamt verkauften Wärmepumpen ist bundesweit seit 2006 kontinuierlich stark angestiegen.

Um das Niveau von etwa 225 Anlagen bewegte sich seither die Zahl der jährlichen EWS-Genehmigungen bis zum Jahr 2019. Im Jahr 2020 ist wieder eine Belebung zu beobachten, so erhöhte sich der Zubau von Erdwärmesonden in Hessen auf 284 Anlagen. Neben der generell höheren Anzahl neuerrichteter Wohngebäude im Jahr 2020 dürfte auch die erhöhte Förderung des BAFA mit dazu beigetragen haben (vgl. Bundesverband Wärmepumpe 2021). Zudem gibt die Hessische Landesregierung verschiedene Impulse, um den Ausbau geothermisch gestützter Anlagen zum Heizen und Kühlen zu beschleunigen (siehe Maßnahmen in Kapitel 11).

Abbildung 31: Zubau von Erdwärmesonden-Anlagen in Hessen 2000-2020 (jährlich und kumuliert)



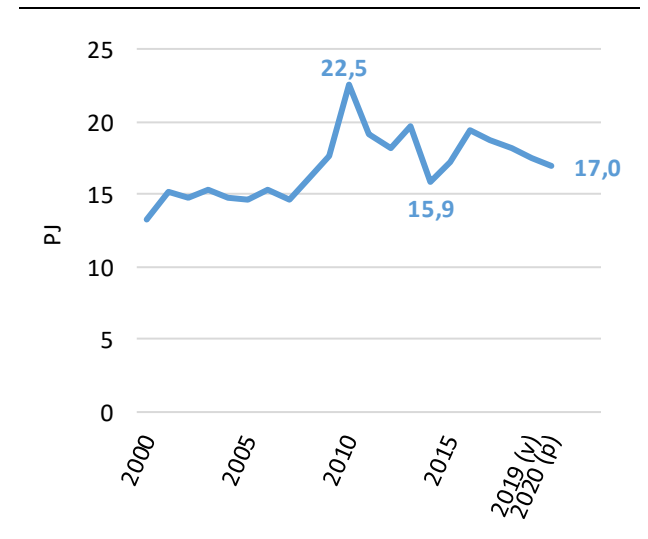
Quelle: HLNUG 2021.

### Brennholzverbrauch der privaten Haushalte in Hessen

Der Brennholzverbrauch privater Haushalte in Hessen wird für das Jahr 2020 auf insgesamt rund 17.000 TJ bzw. 4.700 GWh geschätzt. Witterungsbedingt hat der Brennholzverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 0,5 PJ bzw. 3,1 Prozent abgenommen. In langfristiger Betrachtung ist der Verbrauch tendenziell angestiegen und hat sich seit dem Jahr 2000 um 28,3 Prozent erhöht.

In besonders kühlen Jahren wie z. B. 2010 sind deutliche Ausschläge nach oben und in milden Jahren wie z. B. 2014 deutliche Ausschläge nach unten ersichtlich (Abbildung 32).

Abbildung 32: Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2020 (in PJ)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

## 5.4 Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor

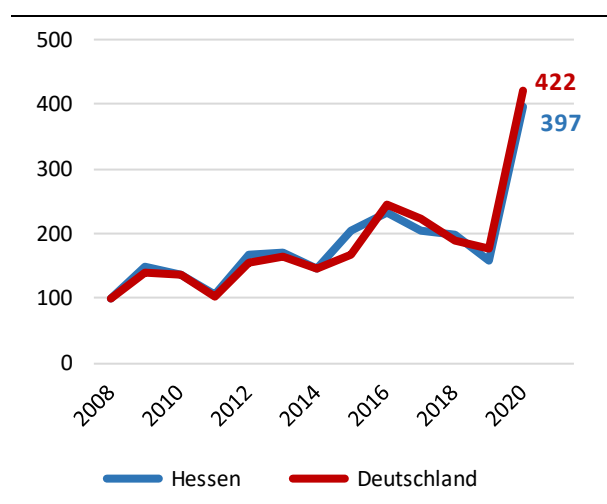
Die Hessische Landesregierung hat zahlreiche Maßnahmen, wie z. B. die Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus oder der Energieeffizienz im Mietwohnungsbau, auf den Weg gebracht (siehe Kapitel 11).

Auf Bundesebene werden von der KfW und dem BAFA Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor für die Modernisierung von Gebäuden sowie für den Neubau angeboten.

### Neubau- und Sanierungsförderung der KfW

Im Jahr 2020 hat die KfW den Neubau und die Modernisierung von Gebäuden in Deutschland mit insgesamt fast 26,8 Mrd. Euro gefördert, gut 1,7 Mrd. Euro bzw. 6,5 Prozent davon entfielen auf Hessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist das Fördervolumen sowohl in Hessen wie auch in Deutschland sprunghaft angestiegen und hat sich dabei jeweils deutlich mehr als verdoppelt (siehe Abbildung 33). Dabei fiel im direkten Vorjahresvergleich der relative Zuwachs in Hessen mit 149 Prozent sogar etwas stärker aus als in Deutschland insgesamt (140 %).

**Abbildung 33: Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2020 (Index 2008 = 100)**



Quelle: KfW 2021.

Im Vergleich zum Basisjahr 2008 hat sich die Nachfrage nach Fördermitteln zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland mit einem Indexwert von 422 im Jahr 2020 etwas stärker erhöht als in Hessen (Indexwert: 397).

Rückblickend sind die Entwicklungen in Deutschland und Hessen allerdings sehr ähnlich verlaufen.

Wichtige Gründe für den sprunghaften Anstieg der KfW-Energieeffizienzförderung im Jahr 2020 sind u. a. die Erhöhung des Förderhöchstbetrags für EFH in Neubau und Sanierung auf 120.000 Euro, die Erhöhung der Förderintensität im Neubau durch Anhebung des Tilgungszuschusses für Wohngebäude um 12,5 Prozent zum 24. Januar 2020 sowie mögliche Vorzieheffekte wegen Unsicherheiten, die durch die Umstellung der Bundesförderung für effiziente Gebäude zum 1. Januar 2021 erwartet wurden.

Von den im Jahr 2020 für Hessen insgesamt bereitgestellten KfW-Fördermitteln zur Verbesserung der Energieeffizienz in Höhe von 1.729 Mio. Euro entfielen 1.282 Mio. Euro bzw. fast drei Viertel (74,1 %) auf Neubauten und 447 Mio. Euro bzw. 25,9 Prozent auf die Sanierung des Gebäudebestandes (siehe Tabelle 4). Gebäudesanierungen prägen das Bild jedoch deutlich sowohl bei der Anzahl der Förderzusagen mit 77,7 Prozent aller Zusagen als auch bei den geförderten Wohneinheiten bzw. Wohnungen mit 70,3 Prozent der insgesamt 40.385 geförderten Wohneinheiten.

**Tabelle 4: Bau- und Sanierungsförderung der KfW in Hessen 2020**

	Anzahl der Zusagen	Mio. Euro	Geförderte Wohneinheiten
Energieeffizient bauen	4.991	1.282	11.981
Energieeffizient sanieren	17.377	447	28.404
davon: Effizienzhaus	702	274	3.435
Einzelmaßnahmen	772	57	2.532
Ergänzungskredit	174	5	276
Zuschuss	15.729	111	22.161
<b>Insgesamt</b>	<b>22.368</b>	<b>1.729</b>	<b>40.385</b>

Quelle: KfW 2021.

Im Rahmen der Neubauförderung wurden im Jahr 2020 in Hessen von der KfW insgesamt 4.991 Zusagen erteilt und dadurch 11.981 Wohneinheiten gefördert. Im Schnitt erhielt jede im Jahr 2020 geförderte neu gebaute Wohneinheit rund 107.000 Euro zinsvergünstigte Kredite.

Für Gebäudesanierung werden von der KfW vier Förderprogramme angeboten. Auf das Programm „Effizienzhaus“ entfiel im Jahr 2020 mit 274 Mio. Euro das größte

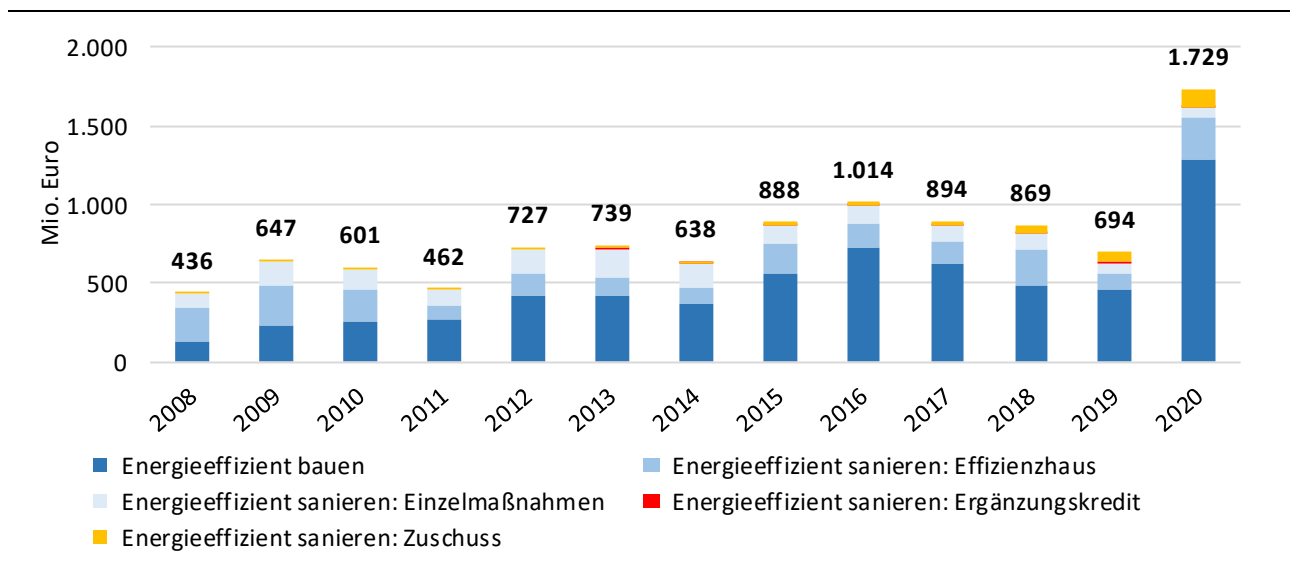


Fördervolumen, fast 80.000 Euro je geförderter Wohneinheit. Die Fördervolumina von „Einzelmaßnahmen“ und „Zuschüssen“ beziffern sich auf 57 Mio. bzw. 111 Mio. Euro, auf Ergänzungskredite entfielen insgesamt 5 Mio. Euro.

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 2020 entfallenen Fördermittel in Höhe von 111 Mio. Euro verteilen sich auf über 15.700 Zusagen und fast 22.200 geförderte Wohneinheiten. Dies entspricht je Zusage durchschnittlich etwa 7.000 Euro bzw. je geförderter Wohneinheit 5.000 Euro.

Abbildung 34 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 der anschließende Rückgang bis 2019 sowie der deutliche Wiederanstieg im Jahr 2020 wird überwiegend durch das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ geprägt, das gegenüber dem Vorjahr um 829 Mio. Euro angestiegen ist. Darüber hinaus haben aber auch das Effizienzhausprogramm mit weiteren 163 Mio. Euro und die Zuschussförderung mit 47 Mio. Euro zum Anstieg im Jahr 2020 beigetragen.

**Abbildung 34: KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2020 (in Mio. Euro)**



Quelle: KfW 2021.

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

Das Marktanreizprogramm (MAP) zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt 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 ausschließlich in Form von Investitionszuschüssen.

Mit dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ werden alle größeren Anlagen in Form von Tilgungszuschüssen abgewickelt.

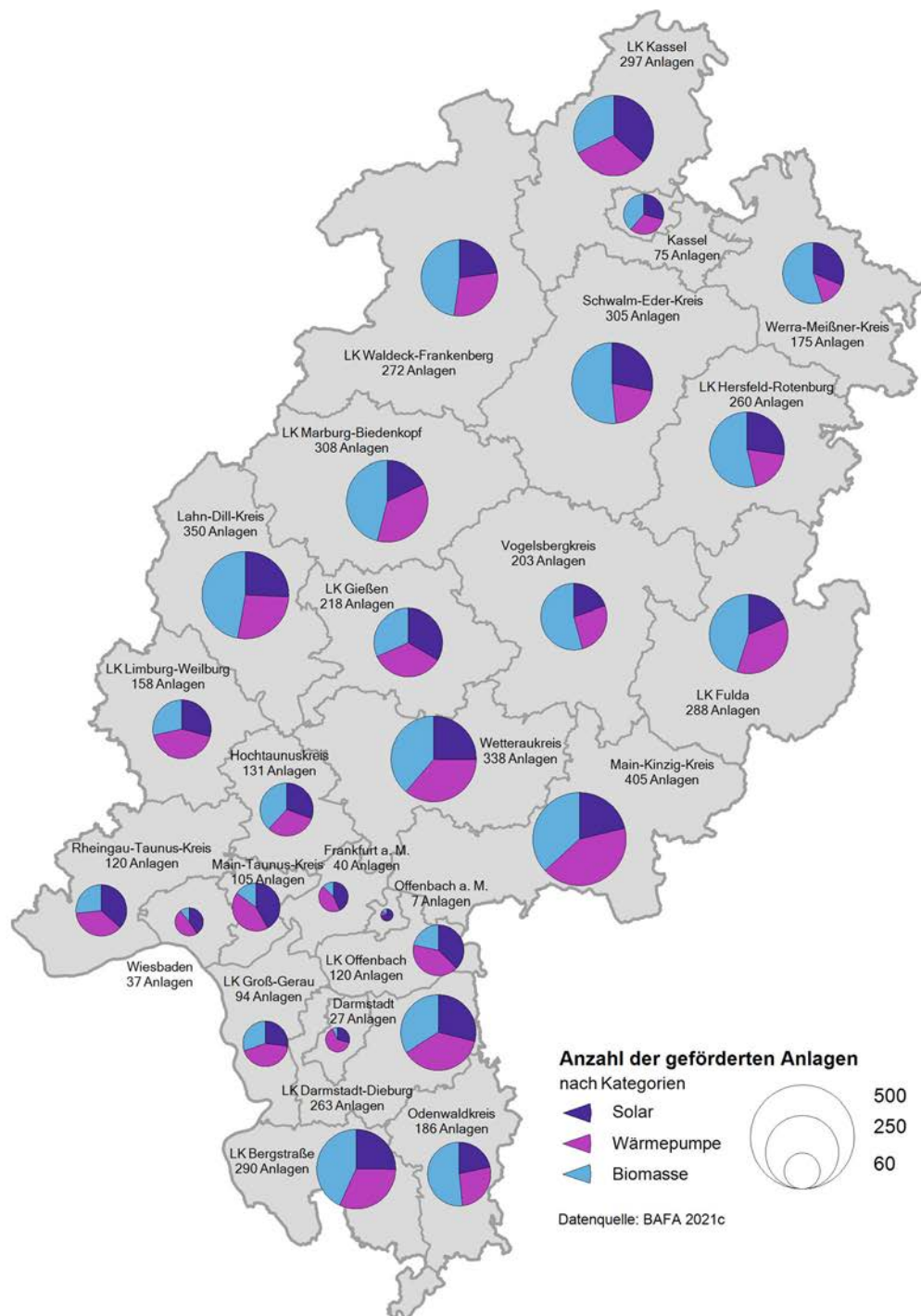
Laut Förderstatistik der KfW wurden im Jahr 2020 im Rahmen des Förderprogramms „Erneuerbare Energien – Premium“ bundesweit 1.708 Zusagen mit einem Fördervolumen von insgesamt 119 Mio. Euro erteilt. Auf Hessen entfielen 18 Zusagen und 2 Mio. Euro Fördervolumen, was einem Anteil von 1,1 Prozent der Förder-

zusagen und 1,7 Prozent des deutschlandweiten Förder-  
volumens entspricht.

Vom BAFA wurden im Jahr 2020 durch das MAP insge-  
samt rund 5.100 Anlagen in Hessen gefördert. Bei  
41 Prozent aller geförderten Anlagen handelt es sich um  
Biomasseanlagen, gefolgt von Wärmepumpen (32 %) und  
Solarthermieanlagen (27 %). Im Jahr 2020 erfolgte  
ein Leistungszubau durch die Förderung von Biomasse-  
heizungen in Höhe von 47,0 MW und von Wärmepum-  
pen in Höhe von 12,1 MW. Zudem wurde eine Fläche  
von 14.140 m<sup>2</sup> an Solarthermieanlagen zugebaut.

In Abbildung 35 ist die regionale Verteilung der Anlagen  
dargestellt. In den kreisfreien Städten wurden vergleichs-  
weise wenige Anlagen gefördert. Biomasseanlagen wer-  
den mit Holz betrieben und konzentrieren sich stärker auf  
vor allem ländlich geprägte Landkreise.

Abbildung 35: Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2020 geförderte Anlagen in Hessen



### Aufsuchende Energieberatung

Die Kampagne „Aufsuchende Energieberatung“ bietet Bürgerinnen und Bürgern einen einfachen Zugang zum Thema energetische Gebäudemodernisierung und trägt so zum Ziel der Verdopplung der Sanierungsquote in Hessen bei. Im Auftrag des Landes Hessen unterstützt die LandesEnergieAgentur (LEA) Kommunen bei der Durchführung von Erstberatungskampagnen zur energetischen Gebäudemodernisierung auf Quartiersebene und steht bei Planung und Umsetzung zur Seite. Die Kosten für diese Beratungsleistungen werden weitgehend von der LEA übernommen.

Im Rahmen der „Aufsuchenden Energieberatung“ kommen die Energieberaterinnen und Energieberater direkt ins Haus der Bürger, daher der Name. Ob Dach, Heizung oder Fassadendämmung – eine solche Beratung bietet eine Orientierung, welche Maßnahmen Sinn ergeben und zeigt den Weg auf, wie ein Gebäude zukunftssicher an die Herausforderungen des Klimaschutzes angepasst werden kann.

In den ersten Kampagnen der ‚Aufsuchenden Energieberatung‘ im Herbst 2020 in Marburg und Altenstadt wurde das Angebot von den Bürgerinnen und Bürgern gut angenommen. Insgesamt erhielten fast 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine individuelle Energieberatung – kostenfrei und zuhause. 2021 wird die Kampagne mit weiteren Kommunen fortgeführt und wird auch 2022 sukzessive weiter ausgebaut werden.

Interessierte Kommunen können sich weiterhin bei der LEA für die Teilnahme an der Kampagne anmelden ([till.schuh@lea-hessen.de](mailto:till.schuh@lea-hessen.de)).

Website: <https://www.lea-hessen.de/kommunen/kampagne-aufsuchende-energieberatung/>

### Steckbriefe Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie hat das Potenzial, künftig einen erheblichen Anteil der benötigten Raum- und Prozesswärme in Hessen zu liefern und damit einen Beitrag zur Erreichung klimapolitischer Ziele zu leisten. In Hessen wird dieses Potenzial bisher nur in einem vergleichsweise geringen Umfang genutzt, weshalb das Land den Ausbau der geothermischen Nutzungen durch gezielte Maßnahmen fördert. Eine der Maßnahmen ist die Erstellung sogenannter „Steckbriefe Oberflächennahe Geothermie“, die für in Planung befindliche Baugebiete konkrete Daten zu deren geothermischen Potenzialen und deren Gewinnbarkeit zusammenführen.

Die Steckbriefe versetzen Interessierte, sowohl private als auch kommunale Bauherren und Energieberater in die Lage, erste Überlegungen zur Umsetzung geothermisch gestützter Heiz- und Kühlsysteme in der geplanten Bebauung anzustellen. Die Daten sind nützlich für Geothermieplanungsbüros und für Bohrfirmen, denen konkrete Planungsdaten an die Hand gegeben werden. Sie können oft auch im Rahmen erster Überlegungen für geothermisch gestützte Heiz- und Kühlanlagen von in der Nähe befindlichen Bestandsbauten herangezogen werden.

Für die Erstellung eines Steckbriefs Oberflächennahe Geothermie sind Erkundungsbohrungen notwendig, die für rund 20 Kommunen im Auftrag des Landes Hessen bis Juni 2022 durchgeführt werden. Diese Bohrungen gehen maximal in eine Tiefe von 100 m und es werden Messungen und weitere Erkundungen im Rahmen des Projektes durchgeführt, deren relevante Ergebnisse zusammen in die Steckbriefe Oberflächennahe Geothermie einfließen.



Für drei Kommunen liegen diese Steckbriefe bereits vor: Erzhausen, Münster und Niddatal. Ab September 2021 werden diese Daten in 16 weiteren geplanten Baugebieten erhoben und der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen: <https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie/oberflaechennahe-geothermie/projekt-ong-in-baugebieten>



# 6

## Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung



## 6 Anlagen der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung

Im Jahr 2020 waren in Hessen erstmals mehr als 5 GW elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen installiert. Die erneuerbaren Energieanlagen haben im Jahr 2020 mit 56 Prozent mehr als die Hälfte des in Hessen produzierten Stroms erzeugt (siehe Abbildung 14 in Kapitel 3.3).

Im Folgenden werden zunächst die erneuerbaren Energieanlagen nach dem EEG detailliert betrachtet. Darüber hinaus wird in diesem Kapitel eine Übersicht über die konventionellen Energieanlagen sowie über die Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung, die gleichzeitig Strom und Nutzwärme erzeugen, gegeben.

### 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. Da in den kommenden Jahren zunehmend erneuerbare Anlagen aus der EEG-Förderung fallen, ist mit einem größer werdenden Anteil an nicht erfassten Anlagen zu rechnen.

Datengrundlage für die Auswertungen in Kapitel 6.1 sind die Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung 2019 (ÜNB 2020). Darüber hinaus wurde das Marktstammdatenregister (BNetzA 2021a) ausgewertet. Als eine weitere Datenquelle wird das Länderinformationssystem für Anlagen (LISA 2021a) hinzugezogen. Da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses die EEG-Jahresabrechnung für das Jahr 2020 noch nicht vorlag, wurde eine Schätzung des IE-Leipzig (2021) zu den eingespeisten Strommengen im Jahr 2020 herangezogen.

Bei der Prüfung der Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB 2020) sind Abweichungen, vor allem in Hinblick auf den Energieträger Windenergie, aufgefallen. In einigen Fällen werden ganze Windparks aggregiert ausgewiesen oder es wird als Standort 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 in der amtlichen Statistik nicht der tatsächliche Standort, sondern der Einspeisepunkt. Konkret handelt es sich um drei hessische Windparks mit 46 Anlagen und einer installierten elektrischen Leistung von 110 MW, die außerhalb Hessens einspeisen und daher in den ÜNB-Daten nicht dem Bundesland Hessen zugeordnet sind. Diese Windparks werden in diesem Bericht gemäß Territorialprinzip dem Bundesland Hessen zugeordnet.

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 2021a). Derzeit ist das Marktstammdatenregister noch mit Datenfehlern und -unschärfen behaftet, z. B. aufgrund von Fehleintragungen durch die Anlagenbetreiber. Ein vollständiger, konsistenter und geprüfter Datensatz zum Gesamtanlagenbestand in Deutschland ist nach Aussage der Bundesnetzagentur voraussichtlich im Laufe des Jahres 2022 zu erwarten.

Anstatt der im Marktstammdatenregister verwendeten Bezeichnung „Solare Strahlungsenergie“ wird in diesem Kapitel wie im gesamten Bericht die Bezeichnung „Photovoltaik“ verwendet. Die Energieträger Deponiegas und Klärgas wurden analog der Systematik im Marktstammdatenregister dem Energieträger Biomasse zugeordnet und nun nicht mehr separat ausgewiesen.

### 6.1 Erneuerbare Energieanlagen zur Stromerzeugung

Zentral für das Gelingen der Energiewende in Hessen ist der weitere Ausbau von erneuerbaren Energieanlagen.

Damit klimaschädlich produzierter Strom, z. B. von Kohlekraftwerken, ersetzt werden kann, müssen entsprechend viele Kapazitäten von erneuerbaren Energieanlagen zur Verfügung stehen. Es müssen jedoch nicht nur bestehende Kapazitäten ersetzt werden, sondern es muss



auch ein steigender Strombedarf aufgefangen werden, da durch Sektorenkopplung der Stromsektor in Zukunft eine größere Rolle spielen wird.

Durch die Umstellung der Stromproduktion von konventionellen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger wird das Energiesystem erheblich verändert. Diese Veränderung bringt große Herausforderungen mit sich. Die zahlenmäßig vergleichsweise geringen konventionellen Kraftwerke verfügen über hohe Stromerzeugungskapazitäten, sind je nach Bedarf regelbar und speisen an wenigen Stellen große Mengen Strom in das Stromnetz ein. Im Gegensatz hierzu sind erneuerbare Energieanlagen in großer Menge und dezentral verteilt. Konkret stehen den 33 konventionellen Großkraftwerken mit einer Gesamtleistung von 3.106 MW (siehe Kapitel 6.2) knapp 135.000 erneuerbare Energieanlagen mit einer Gesamtleistung von knapp 5.040 MW gegenüber (siehe Tabelle 6).

Eine der größten Herausforderungen bei der Umstellung des Energiesystems von konventionellen Energieanlagen auf erneuerbare Energieanlagen ist der Umgang mit der unterschiedlichen Verfügbarkeit der Energieträger. Während die Stromproduktion von konventionellen Kraftwerken je nach Bedarf und unabhängig von der Jahreszeit gesteuert werden kann, ist die Stromproduktion bei den erneuerbaren Energieträgern Windenergie und Photovoltaik stark von der Witterung abhängig. Das Energiesystem muss daher auch auf Basis von erneuerbaren Energieanlagen so gestaltet sein, dass beispielsweise an einem windstillen und bewölkten Tag im Winter, wenn sich keine Windenergieanlage dreht und von Photovoltaikanlagen kaum Sonnenlicht zur Stromproduktion genutzt werden kann, genügend Strom zur Verfügung steht, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Eine Lösung für diese Problematik kann der verstärkte Einsatz von Speichern und die Nutzung von flexiblen Verbrauchern sein.

Die unterschiedliche Verfügbarkeit der erneuerbaren Energieträger im Vergleich zu den konventionellen Energieträgern kann mit Blick auf die Jahresvolllaststunden veranschaulicht werden. Die Jahresvolllaststunden werden berechnet, indem der Jahresstromertrag durch die installierte elektrische 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. Nach einer Auswertung des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) kamen Photovoltaikanlagen in Deutschland im Jahr 2020 auf 980 Volllaststunden und Kernkraftwerke auf 7.510 Volllaststunden (siehe Tabelle 5). Für Steinkohlekraftwerke sind in der Auswertung des BDEW nur 1.830 Jahresvolllaststunden ausgewiesen und damit weniger als bei Windenergieanlagen an Land mit 1.920 Jahresvolllaststunden. Dies weist darauf hin, dass die Kapazitäten von Steinkohlekraftwerken

zwar zur Verfügung stehen, jedoch aus Rentabilitätsgründen nicht mehr voll ausgeschöpft werden. Braunkohlekraftwerke kamen im Jahr 2020 auf 4.620 Jahresvolllaststunden und lagen damit auf vergleichbarer Höhe wie Biomasseanlagen mit 4.600 Stunden. Ebenfalls jeweils ähnlich hohe Jahresvolllaststunden weisen mit rund 3.300 Stunden die Energieträger Erdgas und Wasserkraft auf.

**Tabelle 5: Jahresvolllaststunden nach Energieträgern im Jahr 2020 in Deutschland**

Energieträger	Art	2020*
Kernenergie	konventionell	7.510
Braunkohle	konventionell	4.620
Biomasse	erneuerbar	4.600
Windenergie auf See	erneuerbar	3.520
Erdgas	konventionell	3.300
Wasserkraft	erneuerbar	3.280
Windenergie an Land	erneuerbar	1.920
Steinkohle	konventionell	1.830
Mineralöl	konventionell	1.350
Photovoltaik	erneuerbar	980

\* Werte vorläufig (Stand: 30.03.2021)

Quelle: BDEW 2021a.

Hessenspezifische Volllaststunden für Windenergieanlagen weist das IE-Leipzig für das Jahr 2019 aus. Als Datenbasis wurden die Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber herangezogen (ÜNB 2020). Danach kamen hessische Windenergieanlagen im Jahr 2019 im Durchschnitt auf 2.082 Volllaststunden, wobei neuere Anlagen mit Inbetriebnahme in den Jahren 2016 bis 2018 – aufgrund des technischen Fortschritts – durchschnittlich 2.382 Volllaststunden erreichten.

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

In Hessen waren zum Jahresende 2020 insgesamt 135.051 erneuerbare Energieanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 5.037,6 MW in Betrieb (siehe Tabelle 6 sowie Informationen zur Datenquelle). Gegenüber dem Vorjahr hat sich die installierte elektrische Leistung um 6,6 Prozent erhöht. Damit zeigt sich ein deutlich höherer Leistungszuwachs als im Vorjahr mit einem Anstieg von lediglich 3,5 Prozent.

Auf den Energieträger Photovoltaik entfällt eine installierte elektrische Leistung von 2.414,8 MW und damit 47,9 Prozent, d. h. knapp die Hälfte der durch erneuerbare Energieanlagen in Hessen installierten elektrischen Leistung. Neben einer Vielzahl an kleineren Anlagen, die meist auf Hausdächern montiert sind, gibt es in Hessen auch große Freiflächenanlagen, teilweise mit einer Leistung von über 1 MW pro Anlage. Die größte Photovoltaik-Freiflächenanlage in Hessen ist der Solarpark in Dreieich-Buchsschlag mit 39.400 Solarmodulen und einer installierten elektrischen Leistung von 8,2 MW, der 8,8 GWh Strom im Jahr 2019 produziert hat (ÜNB 2020).

Darüber hinaus waren zum Ende des Jahres 2020 insgesamt 1.143 Windenergieanlagen in Betrieb, deren installierte elektrische Leistung sich in Summe auf 2.256,6 MW beläuft. Das entspricht einem Anteil von 44,8 Prozent an der in Hessen erneuerbar installierten elektrischen Leistung. Von den 1.143 Windenergieanlagen waren 23 Anlagen sogenannte Kleinwindanlagen mit einer nur sehr geringen installierten elektrischen Leistung (meist < 100 kW), die aufgrund der geringen Höhe gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) nicht genehmigungspflichtig sind. Die drei größten Windenergieanlagen wurden im Jahr 2020 zugebaut und befinden sich in Hünfelden mit einer installierten elektrischen Leistung von jeweils 4,5 MW und einer Nabenhöhe von 164 Metern. Die Tatsache, dass in den 1990er-Jahren die neu in Betrieb genommenen Anlagen im Durchschnitt nur über eine Leistung von 0,5 MW verfügten, zeigt den starken technologischen Fortschritt bei der Entwicklung von Windenergieanlagen auf.

Zum Mix der erneuerbaren Energieanlagen in Hessen zählen auch 528 Biomasseanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 303,6 MW und 500 Wasserkraftanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 62,7 MW. Die beiden Energieträger kommen bei der installierten elektrischen Leistung auf einen Anteil von 6,0 Prozent bzw. 1,2 Prozent. Unter dem Energieträger Biomasse sind auch Klär- und Deponiegasanlagen subsumiert, wobei es sich bei dem Großteil der Biomassean-

lagen um Anlagen handelt, die Biogas als Brennstoff einsetzen. Bei den Wasserkraftanlagen sind in den meisten Fällen nur kleine Turbinen verbaut. Es gibt in Hessen jedoch neun größere Wasserkraftanlagen, die eine Leistung von jeweils über 1 MW haben. Eine der größten hessischen Wasserkraftanlagen befindet sich am Main im Wiesbadener Stadtteil Mainz-Kostheim mit einer installierten elektrischen Leistung von 5 MW. Diese Anlage mit zwei Generatoren speiste im Jahr 2019 knapp 15 GWh Strom in das öffentliche Netz ein (ÜNB 2020).

**Tabelle 6: Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2020 in Hessen nach Energieträgern**

Energieträger	Anlagenzahl	Installierte Leistung (in MW)	Anteil installierte Leistung
Biomasse*	528	303,6	6,0%
Photovoltaik	132.880	2.414,8	47,9%
Wasserkraft	500	62,7	1,2%
Windenergie	1.143	2.256,6	44,8%
<b>Summe</b>	<b>135.051</b>	<b>5.037,6</b>	<b>100,0%</b>

\* inklusive Deponie- und Klärgas.

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

Quelle: ÜNB 2020, BNetzA 2021a, LIS-A 2021a, Bereinigungen der Hessen Agentur.

### Inbetriebnahmen, Stilllegungen, Leistungsänderungen und Netto-Zubau von erneuerbaren Energieanlagen

Im Laufe des Jahres 2020 hat sich der Anlagenbestand um 11.449 Anlagen und die installierte elektrische Leistung um 309,9 MW erhöht. Hierbei handelt es sich um den sogenannten Netto-Zubau. Dieser wird berechnet, indem von den neu in Betrieb genommenen Anlagen die stillgelegten Anlagen abgezogen werden. Bei der installierten elektrischen Leistung muss zusätzlich noch die Leistungsänderung von Bestandsanlagen addiert werden, um den Netto-Zubau zu ermitteln. Die Inbetriebnahmen, die Stilllegungen, die Leistungsänderungen und als Summe der Netto-Zubau sind für die einzelnen Energieträger im Zeitverlauf von 2016 bis zum ersten Halbjahr 2021 in Tabelle 7 (Anlagenzahl) und in Tabelle 8 (installierte Leistung) dargestellt.

**Tabelle 7: Neu in Betrieb genommene und stillgelegte erneuerbare Energieanlagen in Hessen sowie Netto-Zubau 2016 bis 1. Halbjahr 2021**

Energieträger	Kategorie	2016	2017	2018	2019	2020	1. Halbjahr 2021
Biomasse*	Inbetriebnahme	+12	+5	+9	+7	+2	+5
	Stilllegung	-2	-3	-2	-1	-6	-1
	Netto-Zubau	+10	+2	+7	+6	-4	+4
Photovoltaik	Inbetriebnahme	+3.278	+4.665	+4.860	+5.909	+11.447	+6.493
	Stilllegung	-	-	-	-6	-19	-16
	Netto-Zubau	+3.278	+4.665	+4.860	+5.903	+11.428	+6.477
Wasserkraft	Inbetriebnahme	+4	+17	+5	+6	+3	+2
	Stilllegung	-	-	-	-	-	-
	Netto-Zubau	+4	+17	+5	+6	+3	+2
Windenergie	Inbetriebnahme	+103	+103	+76	+4	+28	+9
	Stilllegung	-3	-	-7	-4	-6	-3
	Netto-Zubau	+100	+103	+69	0	+22	+6
Gesamt	Inbetriebnahme	+3.397	+4.790	+4.950	+5.926	+11.480	+6.509
	Stilllegung	-5	-3	-9	-11	-31	-20
	Netto-Zubau	+3.392	+4.787	+4.941	+5.915	+11.449	+6.489

\* inklusive Klär- und Deponiegas.

Quelle: ÜNB 2020, BNetzA 2021a; LIS-A 2021a, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

**Tabelle 8: Neu in Betrieb genommene und stillgelegte Leistung sowie Leistungsänderung und Netto-Zubau von erneuerbare Energieanlagen in Hessen 2016 bis 1. Halbjahr 2021 (in MW)**

Energieträger	Kategorie	2016	2017	2018	2019	2020	1. Halbjahr 2021
Biomasse*	Inbetriebnahme	+2,3	+0,6	+0,4	+3,5	+0,3	+0,4
	Stilllegung	-1,2	-2,3	-1,3	-0,3	-5,9	-0,1
	Leistungsänderung	+2,2	+8,1	+8,5	+10,0	+9,6	+1,7
	Netto-Zubau	+3,2	+6,5	+7,6	+13,2	+4,1	+2,0
Photovoltaik	Inbetriebnahme	+50,4	+73,3	+113,6	+134,4	+222,1	+117,6
	Stilllegung	-	-	-	-0,03	-0,3	-0,05
	Leistungsänderung	-	-	-	-	-	-
	Netto-Zubau	+50,4	+73,3	+113,6	+134,4	+221,9	+117,6
Wasserkraft	Inbetriebnahme	+0,4	+1,2	+0,32	+0,2	+0,1	+0,04
	Stilllegung	-	-	-	-	-	-
	Leistungsänderung	+0,2	+0,0	+0,02	+0,2	-	+0,2
	Netto-Zubau	+0,6	+1,3	+0,3	+0,4	+0,1	+0,2
Windenergie	Inbetriebnahme	+294,5	+300,4	+232,0	+13,8	+88,7	+32,0
	Stilllegung	-2,1	-	-5,8	-1,8	-4,8	-1,6
	Leistungsänderung	-	-	-	-	-	-
	Netto-Zubau	+292,4	+300,4	+226,2	+12,0	+83,9	+30,4
Gesamt	Inbetriebnahme	+347,5	+375,6	+346,3	+151,9	+311,2	+150,0
	Stilllegung	-3,3	-2,3	-7,1	-2,1	-11,0	-1,7
	Leistungsänderung	+2,4	+8,2	+8,5	+10,2	+9,6	+1,9
	Netto-Zubau	+346,6	+381,5	+347,7	+160,1	+309,9	+150,2

\* inklusive Klär- und Deponiegas.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: ÜNB 2020, BNetzA 2021a, LIS-A 2021a, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

Nachdem in den Jahren 2016 und 2018 rund 350 MW und im Jahr 2017 sogar mehr als 380 MW elektrische Leistung netto zugebaut wurden, betrug der Netto-Zubau im Jahr 2019 lediglich 160 MW. Im Jahr 2020 konnte mit rund 310 MW wieder ein deutlich höherer Zubau realisiert werden. Für das Jahr 2021 zeichnet sich ein Netto-Zubau in vergleichbarer Höhe ab, da im ersten Halbjahr 2021 netto 150,2 MW hinzukamen.

Der starke Einbruch beim Netto-Zubau im Jahr 2019 ist hauptsächlich auf den abrupten Rückgang bei den Inbetriebnahmen von Windenergieanlagen zurückzuführen. Während in den Jahren 2016 und 2017 je 103 Anlagen mit 294,5 MW bzw. 300,4 MW und im Jahr 2018 noch 76 Anlagen mit 232,0 MW neu in Betrieb genommen wurden, kamen im Jahr 2019 lediglich vier Anlagen mit 13,8 MW hinzu. Im Jahr 2020 fielen die Inbetriebnahmen mit 28 Anlagen bzw. 88,7 MW zwar wieder besser aus, die guten Werte der Jahre 2016 bis 2018 wurden aber bei Weitem nicht mehr erreicht. Im ersten Halbjahr 2021 wurden neun Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 32,0 MW in Betrieb genommen, was erneut auf ein eher schwaches Zubaujahr beim Energieträger Windenergie hindeutet.

Der deutliche Rückgang beim Zubau von Windenergieanlagen im Jahr 2019 war nicht nur in Hessen zu beobachten, sondern betraf Gesamtdeutschland. Als ein Grund dafür können die Folgen des im Jahr 2017 eingeführten Ausschreibungsverfahrens angeführt werden. Darüber hinaus sind insbesondere die zahlreichen Klagen und die damit oft einhergehende Überlastung der Verwaltungsgerichte zu nennen. Diese Situation verschärft sich noch, da mit dem im Dezember 2020 in Kraft getretenen Investitionsbeschleunigungsgesetz für Streitigkeiten betreffend Windenergieanlagen mit einer Gesamtgröße von mehr als 50 Metern die erstinstanzliche Zuständigkeit des Verwaltungsgerichtshofs Kassels begründet wurde. Dadurch kommt es häufig zu einer starken Verzögerung und ggf. auch zu einer Verhinderung von Anlagenvorhaben. Die damit verbundene Planungsunsicherheit wirkt sich negativ auf die Bereitschaft von Projektierern aus, in Windenergieprojekte zu investieren.

Die seit 2019 insgesamt mäßig verlaufende Entwicklung beim Zubau von Windenergieanlagen konnte durch die sehr positive Entwicklung beim Energieträger Photovoltaik zum Teil kompensiert werden. Während im Jahr 2016 nur 3.278 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 50,4 MW in Betrieb genommen wurden, steigerte sich dieser Wert schrittweise auf 11.447 Anlagen mit einer Leistung von 222,1 MW im Jahr 2020. Damit wurde im Jahr 2020 mehr als das Vierfache an Photovoltaik-Leistung des Jahres 2016 installiert. Im ersten Halbjahr 2021 wurden bereits 6.493 Anlagen mit einer Leistung von 117,6 MW zugebaut, was auf eine Fortsetzung des positiven Trends hindeutet.

Der Zubau von Biomasseanlagen liegt auf einem niedrigen Niveau. Der Netto-Zubau der Jahre 2016 bis 2019 stieg dabei von 3 auf 13 MW. Es kommen nur vereinzelt neue Anlagen hinzu. Im Jahr 2020 wurden zwei Biomasseanlagen mit einer Leistung von 0,3 MW und im ersten Halbjahr 2021 insgesamt fünf Anlagen mit einer Leistung von 0,4 MW neu in Betrieb genommen. Der Großteil des Netto-Zubaus ist auf Leistungsänderungen von Bestandsanlagen zurückzuführen, zum Beispiel durch das Ersetzen eines älteren Generators durch einen neuen und leistungsstärkeren. Im Jahr 2020 konnten somit 9,6 MW hinzugewonnen werden. Für das erste Halbjahr 2021 belaufen sich die Leistungsänderungen auf 1,7 MW.

Der Energieträger Wasserkraft spielt beim Zubau von erneuerbaren Energieanlagen so gut wie keine Rolle. Zwischen den Jahren 2016 und 2020 konnte nur wenig Leistung zugebaut werden. Im Jahr 2020 wurden drei Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 0,1 MW in Betrieb genommen und im ersten Halbjahr 2021 zwei Anlagen mit einer Leistung von 0,04 MW.

Ein Faktor, der in Zukunft verstärkt in den Blick genommen werden muss, sind die Stilllegungen von erneuerbaren Energieanlagen. Durch Auslaufen der EEG-Förderung bei älteren Anlagen kann es dazu kommen, dass sich der Weiterbetrieb der Anlage ggf. nicht mehr rentiert und die Anlage stillgelegt wird. Bei der Windenergie kommt hinzu, dass ein Repowering von Anlagen in einigen Fällen nicht möglich sein wird, da sich der Standort außerhalb eines Windvorranggebiets befindet.

Im Jahr 2020 wurden sechs Windenergieanlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 4,8 MW stillgelegt. Darüber hinaus wurden sechs Biomasseanlagen mit einer elektrischen Leistung von 5,9 MW und 19 Photovoltaikanlagen mit einer elektrischen Leistung von 0,3 MW stillgelegt. Stilllegungen von Wasserkraftanlagen wurden nicht verzeichnet.

### **Förderung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen**

Seit dem Jahr 2015 müssen sich große Photovoltaik-Freiflächenanlagen ab einer Leistung von 750 kW an einem eigens eingerichteten Ausschreibungsverfahren der Bundesnetzagentur beteiligen, um von der EEG-Förderung profitieren zu können. Ab dem Jahr 2021 gilt dies auch für entsprechende Photovoltaikanlagen auf Gebäuden oder auf Lärmschutzwänden, für die ebenfalls ein Ausschreibungsverfahren eingerichtet wurde. Bis zum Jahr 2020 bestand neben der Teilnahme am technologiebezogenen Ausschreibungsverfahren auch die Möglichkeit zur Teilnahme an einer gemeinsamen Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land und Solaranlagen.

Das Prinzip, Volumen auszuschreiben, funktioniert wie folgt: Ein bestimmtes Ausbauvolumen wird vorgegeben, auf das sich Projektierer von Anlagen mit EEG-Vergütungssätzen bewerben können. Die Anlagen mit den niedrigsten Vergütungssätzen erhalten den Zuschlag bis das ausgeschriebene Ausbauvolumen erreicht ist. Bis zum Ende des ersten Halbjahres 2021 wurden im Rahmen der drei Ausschreibungsverfahren bundesweit Zuschläge in Höhe von rund 8.611 MW erteilt.

Im Zeitraum von 2015 bis zum ersten Halbjahr 2021 haben sich 108 hessische Photovoltaikprojekte mit einer Leistung von 440 MW an den gemeinsamen und technologiebezogenen Ausschreibungsrunden beteiligt (siehe Tabelle 9). Davon haben 35 Projekte mit einer Leistung von insgesamt 131 MW einen Zuschlag erhalten. Es ist zu beachten, dass Projekte, die keinen Zuschlag erhalten haben, in späteren Ausschreibungsrunden erneut teilnehmen können. Bei den 108 Projekten, die sich an den Ausschreibungsverfahren beteiligt haben, handelte es sich bei 48 Projekten mit einer Leistung von 231 MW um Photovoltaikanlagen auf benachteiligten Gebieten. Davon wurden elf Projekte mit einer Leistung von 49 MW bezuschlagt.<sup>14</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)
2015	8	17,0	4	7,2
2016	0	0,0	0	0,0
2017	5	21,6	1	2,9
2018	2	8,9	1	4,5
2019	44	188,0	13	47,3
2020	39	172,2	11	49,6
2021*	10	32,1	5	19,1
<b>Summe</b>	<b>108</b>	<b>439,8</b>	<b>35</b>	<b>130,6</b>

\* beinhaltet Ausschreibungsrunde März 2021 im Verfahren von PV-Freifläche. Im neu eingeführten Verfahren von PV-Aufdach liegen noch keine Ergebnisse vor.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2021m, BNetzA 2021n, BNetzA 2021o.

## Genehmigungen von Windenergieanlagen

Zur Errichtung einer Windenergieanlage wird eine Genehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) benötigt. Ausgenommen hiervon sind lediglich Kleinwindanlagen mit einer Gesamthöhe von weniger als 50 Metern. Für die Genehmigungen nach BImSchG sind die Regierungspräsidien in Hessen zuständig. Sobald eine Anlage genehmigt oder ein Genehmigungsverfahren eröffnet wurde, werden diese Informationen im Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A 2021a) erfasst. Insbesondere über die Zahl der genehmigten, aber nicht in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen kann abgeschätzt werden, mit welchem Zubau kurz- bis mittelfristig gerechnet werden kann. Zum Stichtag 14. Juli 2021 gab es 31 genehmigte Windenergieanlagen mit einer geplanten elektrischen Leistung von 118,8 MW, die vor Inbetriebnahme standen. Weitere 267 Windenergieanlagen mit einer geplanten Leistung von 1.260 MW durchlaufen aktuell das Genehmigungsverfahren. Darüber hinaus gibt es noch 58 Anlagen mit einer Leistung von 183 MW, die keine Genehmigung erhalten haben, bei denen jedoch der Ablehnungsbescheid beklagt wird. Bei weiteren 48 Anlagen mit einer Leistung von 183 MW wurde eine Genehmigung erteilt, der Genehmigungsbescheid wird aber beklagt (LIS-A 2021a).

Neben der Genehmigung durch die Behörden 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 dem Beginn des Ausschreibungsverfahrens bis zum Ende des ersten Halbjahres 2021 haben 86 hessische Projekte mit einer Leistung von 961,6 MW am Ausschreibungsverfahren teilgenommen (siehe Tabelle 10). Einen Zuschlag haben 53 Projekte mit einer Leistung von 585 MW erhalten.

<sup>14</sup> Durch die hessische Freiflächensolaranlagenverordnung wird seit dem 30. November 2018 der Bau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf benachteiligten Gebieten ermöglicht. Vor Inkrafttreten der Verordnung waren die entsprechenden Anlagen nur entlang von Autobahnen und Schienenstrecken sowie auf Konversionsflächen erlaubt. Benachteiligte Gebiete sind Flächen, auf denen landwirtschaftliche Produktion nur erschwert möglich ist oder die nur bedingt ertrageich sind. Eine interaktive Karte der landwirtschaftlich benachteiligten Gebiete in Hessen findet sich auf <https://www.energieland.hessen.de/freiflaechensolaranlagenverordnung>.



Seit dem Jahr 2018 hat – mit einer Ausnahme im Jahr 2020 – jedes hessische Projekt, das am Ausschreibungsverfahren teilgenommen hat, auch einen Zuschlag erhalten. Deutschlandweit wurden beim Ausschreibungsverfahren für Windenergie an Land Gebote in Höhe von 17.452 MW eingereicht. Davon wurden 11.484 MW bezuschlagt.

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

Jahr	Anzahl Gebote	Gebotsmenge (in MW)	Anzahl Zuschläge	Zuschlagsmenge (in MW)
2017	43	534,0	11	166,0
2018	18	189,0	18	189,0
2019	11	68,0	11	68,0
2020	6	80,8	5	72,4
2021*	8	89,8	8	89,8
<b>Summe</b>	<b>86</b>	<b>961,6</b>	<b>53</b>	<b>585,2</b>

\* beinhaltet Ausschreibungsrunden Februar und Mai 2021.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2021d.

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 aber auch 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 regionalplanerisch zu sichern. Innerhalb der in den Regionalplänen als „Vorranggebiet zur Nutzung der Windenergie“ (Windvorranggebiete) festgelegten Gebiete hat die Windenergienutzung Vorrang, entgegenstehende

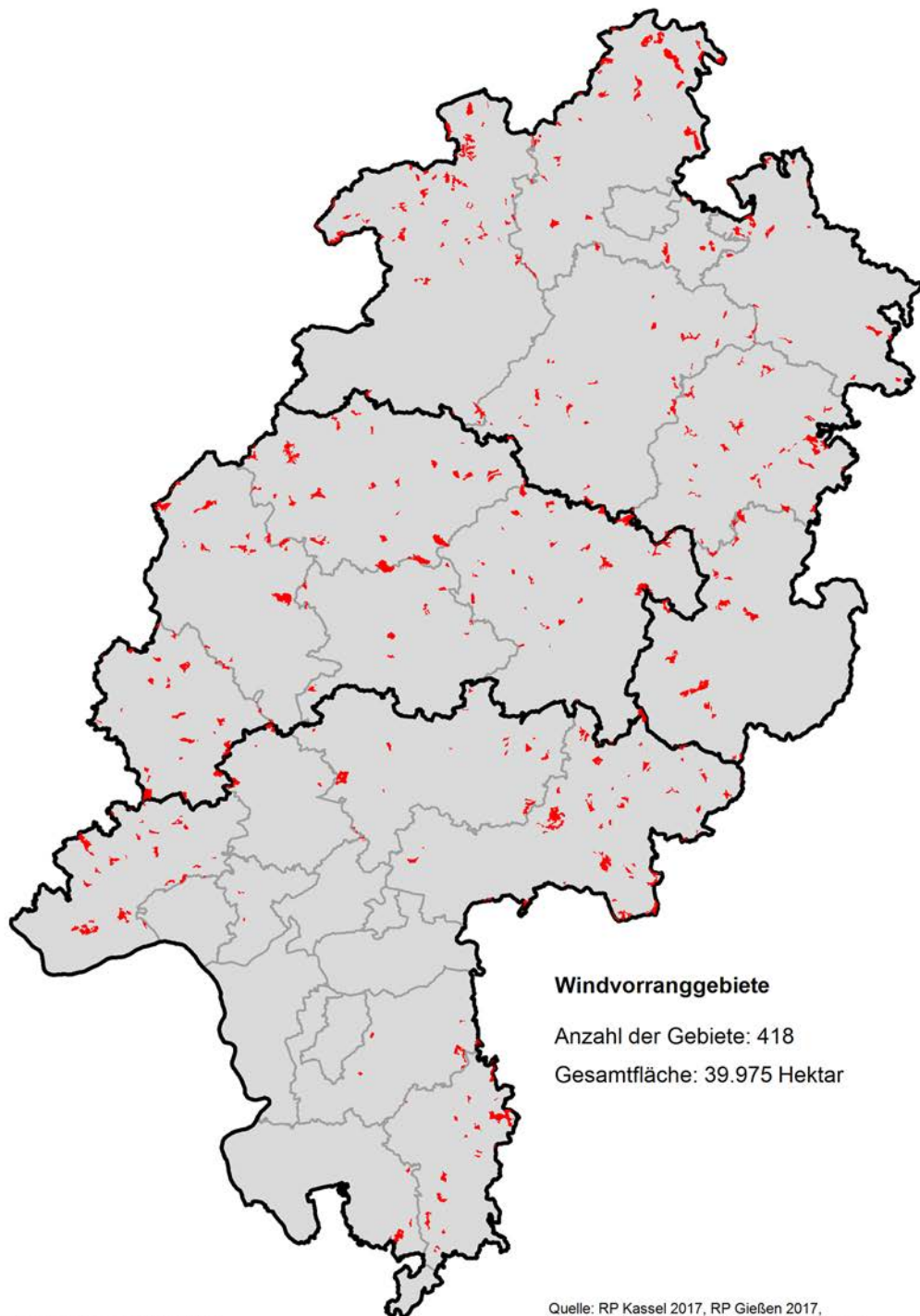
Nutzungen sind nicht zulässig. Außerhalb der Vorranggebiete ist die Inbetriebnahme von Anlagen ausgeschlossen. Dies gilt auch für Repoweringprojekte.

In allen drei Planungsregionen, d. h. in Nordhessen, in Mittelhessen und in Südhessen, wurden derartige 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). Für die Region Südhessen wurden im März 2020 rund 10.200 Hektar als Windvorranggebiete festgelegt. Zu diesem Zeitpunkt noch offen war eine Entscheidung über die sogenannten „Weißflächen“, die 0,8 Prozent der Regionsfläche umfassen und über die in einem nachgelagerten Schritt entschieden werden sollte. Die Regionalversammlung Südhessen hat am 2. Juli 2021 über diese Weißflächen entschieden. Im Ergebnis erhöht sich die Fläche der Windvorranggebiete um 983 Hektar auf nun 122 Vorranggebiete mit 11.175 Hektar. Dadurch steigerte sich der Anteil der als Windvorranggebiet festgelegten Regionsfläche von 1,4 auf 1,5 Prozent (siehe RP Darmstadt 2020 und RP Darmstadt 2021).

Die Zahl der Windvorranggebiete beträgt – summiert über alle drei hessischen Planungsregionen – demnach 418 mit einer Fläche von insgesamt 39.975 Hektar. Auf die Gesamtfläche von Hessen bezogen (2,1 Mio. Hektar) entspricht dies einem Anteil von 1,9 Prozent. Damit ist das 2-Prozent-Ziel nahezu erreicht. Abbildung 36 gibt eine Übersicht über die Verteilung der einzelnen Windvorranggebiete in Hessen.

Nicht alle aktuell betriebenen Windenergieanlagen sind innerhalb der festgelegten Windvorranggebiete verortet. Am 31. Dezember 2020 gab es in Hessen 1.120 Windenergieanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 2.256 MW, die nach BImSchG genehmigungspflichtig waren. Davon befanden sich 55 Prozent der Anlagen und 65 Prozent der installierten elektrischen Leistung innerhalb der Windvorranggebiete (LIS-A 2021b). Während die Anlagen mit Standort außerhalb von Windvorranggebieten im Durchschnitt 16 Jahre alt sind, sind die Windenergieanlagen, die innerhalb von Windvorranggebieten stehen, mit durchschnittlich acht Jahren deutlich jünger.



**Abbildung 36: Windvorranggebiete in Hessen**

© HA Hessen Agentur GmbH, 2021  
Kartengrundlage: GfK GeoMarketing

Quelle: RP Kassel 2017, RP Gießen 2017,  
RP Darmstadt 2020, RP Darmstadt 2021,  
Darstellung der Hessen Agentur

Es ist davon auszugehen, dass es mittelfristig – in Abhängigkeit vom Auslaufen der EEG-Förderung – zu einem Rückbau der Anlagen außerhalb der Windvorranggebiete kommen wird. 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.

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

EEG-geförderte Energieanlagen haben im Jahr 2020 nach Schätzung des IE-Leipzig 8.312 GWh Strom eingespeist (siehe Tabelle 11).<sup>15</sup> Diese Schätzung basiert auf der in Hessen installierten elektrischen Leistung von EEG-geförderten Anlagen zum 31. Dezember 2020, da entsprechende Stromerzeugungsdaten zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses nur bis zum Jahr 2019 vorlagen.

**Tabelle 11: Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2020 (in GWh)**

Energieträger	Strommenge	Anteil (in %)
Biomasse*	1.365,8	16,4
Photovoltaik	1.930,6	23,2
Wasserkraft	143,9	1,7
Windenergie	4.872,0	58,6
<b>Summe</b>	<b>8.312,3</b>	<b>100,0</b>

nachrichtlich:

Photovoltaik 240,2

Selbstverbrauch

\* Biomasse inklusive Klär- und Deponiegas.

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: IE-Leipzig 2021.

Im Jahr 2020 wurde mit 4.872 GWh am meisten Strom durch Windenergieanlagen erzeugt. Der Anteil an der Stromerzeugung durch EEG-geförderte Anlagen liegt damit bei 58,6 Prozent. Es folgt mit einigem Abstand der

Energieträger Photovoltaik mit einer Stromeinspeisung von 1.931 GWh bzw. einem Anteil von 23,2 Prozent. Biomasseanlagen steuerten 1.366 GWh bzw. 16,4 Prozent zur Stromeinspeisung bei. Wasserkraftanlagen kommen nur auf einen Wert von 144 GWh bzw. 1,7 Prozent.

### 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 2020), 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 nicht erfassten Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen abschätzen zu können.<sup>16</sup> Auf Basis dieser Methode hat das IE-Leipzig die selbstverbrauchte Strommenge von Photovoltaikanlagen für das Jahr 2020 berechnet. Demnach kommt auf die eingespeiste Strommenge von 1.930,6 GWh noch ein Selbstverbrauch in Höhe von 240,2 GWh hinzu (siehe Tabelle 11). In Summe liegt die Stromproduktion der Photovoltaikanlagen damit bei 2.170,8 GWh.

<sup>15</sup> Hier werden ausschließlich Energieerzeugungsanlagen betrachtet, die nach dem EEG gefördert werden. Dadurch kommt es zu Abweichungen zu der in Abbildung 23 in Kapitel 4 dargestellten durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass in Abbildung 23 auch der biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt wird, der nicht durch das EEG gefördert wird, ebenso wie die nicht EEG-geförderte Wasserkraft. 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.

<sup>16</sup> Für Photovoltaikanlagen mit Inbetriebnahme zwischen 1. April 2012 und 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.

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 2020 deutschlandweit insgesamt 79.234 Stromspeichereinheiten als neu in Betrieb genommen gemeldet. In Hessen sind gemäß den Angaben im Marktstammdatenregister 4.651 Stromspeicher neu hinzugekommen. Damit wurden die Zubauwerte des Vorjahres mit 41.029 neuen Stromspeichereinheiten in Deutschland und 2.410 Stromspeichereinheiten in Hessen nahezu verdoppelt (BNetzA 2021a).

### Regionale Verteilung der erneuerbaren Energieanlagen

Erneuerbare Energieanlagen sind in großer Zahl in ganz Hessen vorhanden. Obwohl diese Eigenschaft der dezentralen Verteilung typisch für erneuerbare Energieanlagen ist, sind regionale Schwerpunkte erkennbar. Dies resultiert z. B. daraus, dass aufgrund unterschiedlicher Windhöufigkeiten, Siedlungsstrukturen und naturräumlicher Ausstattung nicht alle Teilräume in gleicher Weise für den Aufbau der Windenergie geeignet sind.

Abbildung 37 und Abbildung 38 zeigen die Verteilung der installierten elektrischen Leistung nach Landkreisen und kreisfreien Städten. Während in Abbildung 37 die Informationen kartografisch aufbereitet sind, ist in Abbildung 38 die installierte elektrische Leistung zum besseren Vergleich größensortiert dargestellt.

Mit 579 MW war am 31. Dezember 2020 mit Abstand die meiste elektrische Leistung an erneuerbaren Energien im Vogelsbergkreis installiert. Davon entfiel mit 458 MW der Großteil (79 %) auf den Energieträger Windenergie. Mit deutlichem Abstand folgen die drei Landkreise Main-Kinzig-Kreis (440 MW), Landkreis Waldeck-Frankenberg (437 MW) und Landkreis Kassel (436 MW) auf einem ähnlichen Niveau. In den vier genannten Landkreisen sind knapp 40 Prozent der von erneuerbaren Energieanlagen vorgehaltenen Leistung in Hessen verortet.

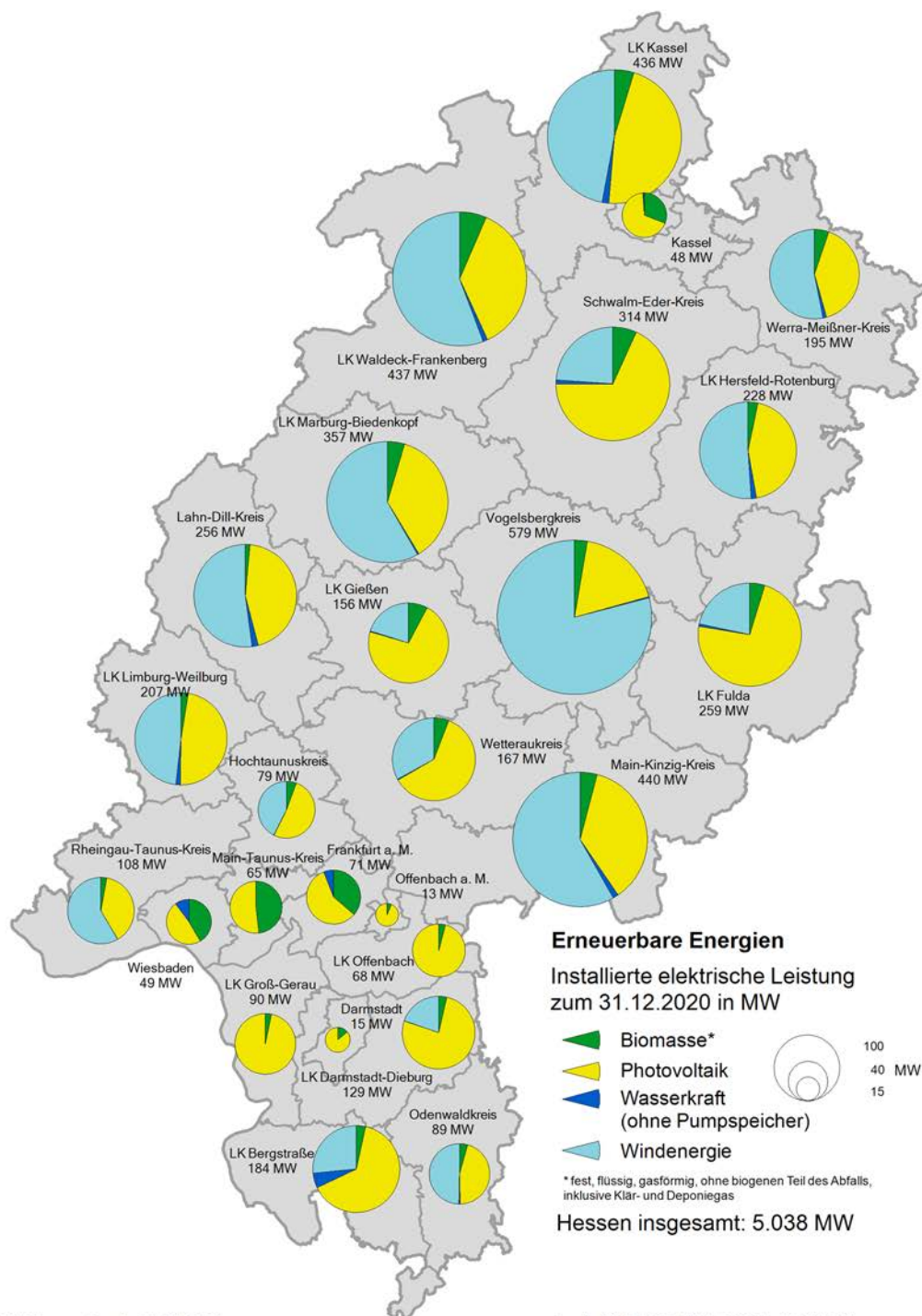
Während in den ländlich geprägten Landkreisen häufig viele Windenergieanlagen existieren und dadurch auch eine hohe installierte elektrische Leistung insgesamt besteht, zeigt Abbildung 37, dass vor allem in den dicht besiedelten kreisfreien Städten in Hessen nur eine geringe installierte elektrische Leistung vorhanden ist. Hier dominieren vor allem die Energieträger Photovoltaik und Biomasse.

Analog zu Abbildung 37 und Abbildung 38 zeigen Abbildung 39 und Abbildung 40 die im Jahr 2020 geschätzte eingespeiste Strommenge von EEG-geförderten Anlagen nach Landkreisen und kreisfreien Städten in Hessen.

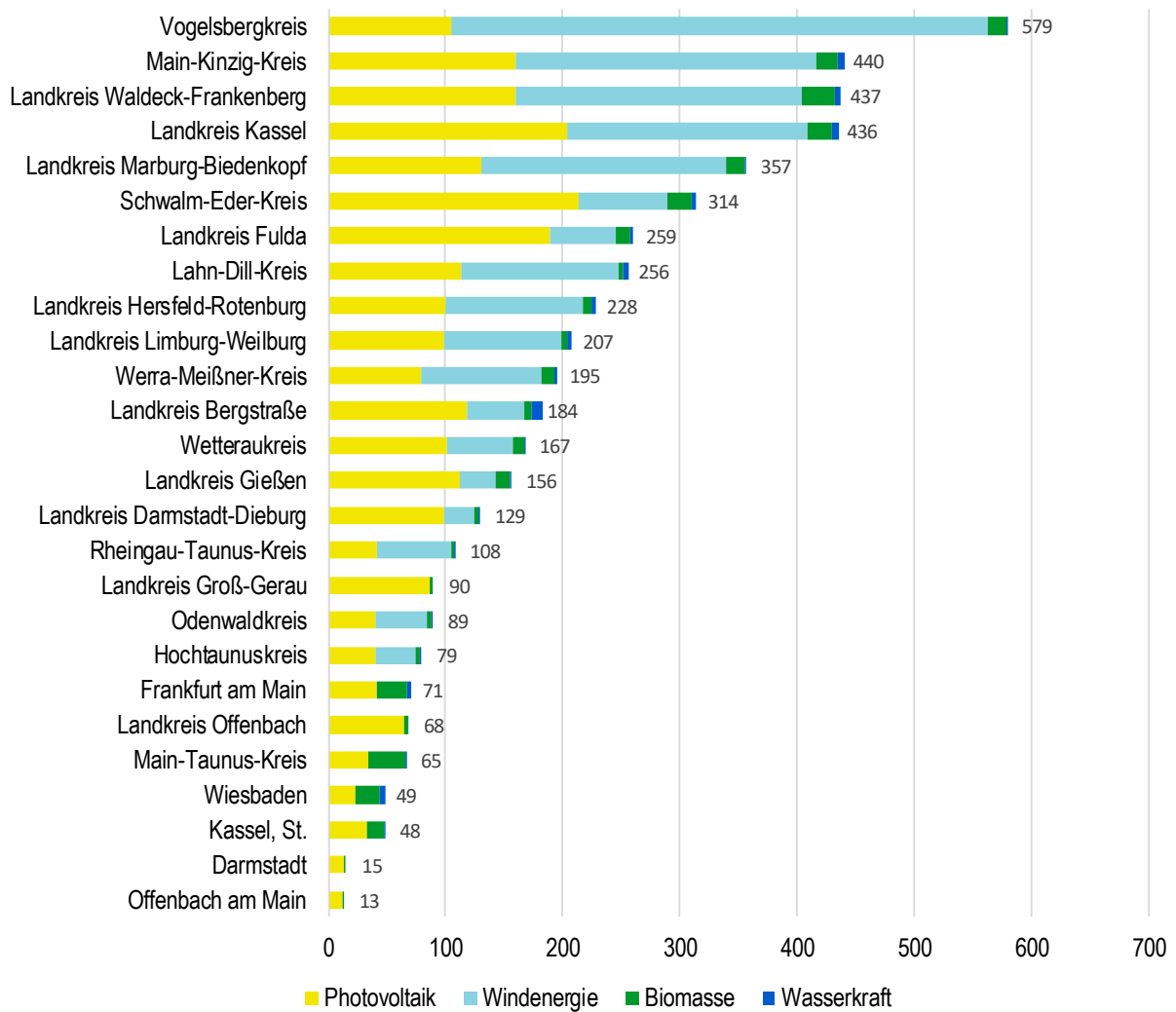
Wie bereits bei der installierten elektrischen Leistung sticht auch bei der eingespeisten Strommenge der Vogelsbergkreis heraus. In diesem Landkreis wurden von erneuerbaren Energieanlagen im Jahr 2020 insgesamt 1.156 GWh Strom eingespeist. Das entspricht 15 Prozent der hessenweit durch erneuerbare Energieanlagen eingespeisten Strommenge. Weitere Landkreise, die eine hohe Stromeinspeisung vorweisen können, sind der Landkreis Waldeck-Frankenberg (737 GWh), der Landkreis Kassel (726 GWh), der Main-Kinzig-Kreis (707 GWh) und der Landkreis Marburg-Biedenkopf (664 GWh). In diesen fünf Landkreisen wird knapp die Hälfte des eingespeisten Stroms erzeugt.

Interaktive Karten mit Daten zur installierten elektrischen Leistung und Stromeinspeisung für die hessischen Gemeinden sind im Internet unter der Adresse <https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Daten-Fakten> abrufbar.

**Abbildung 37: Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2020 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW)**



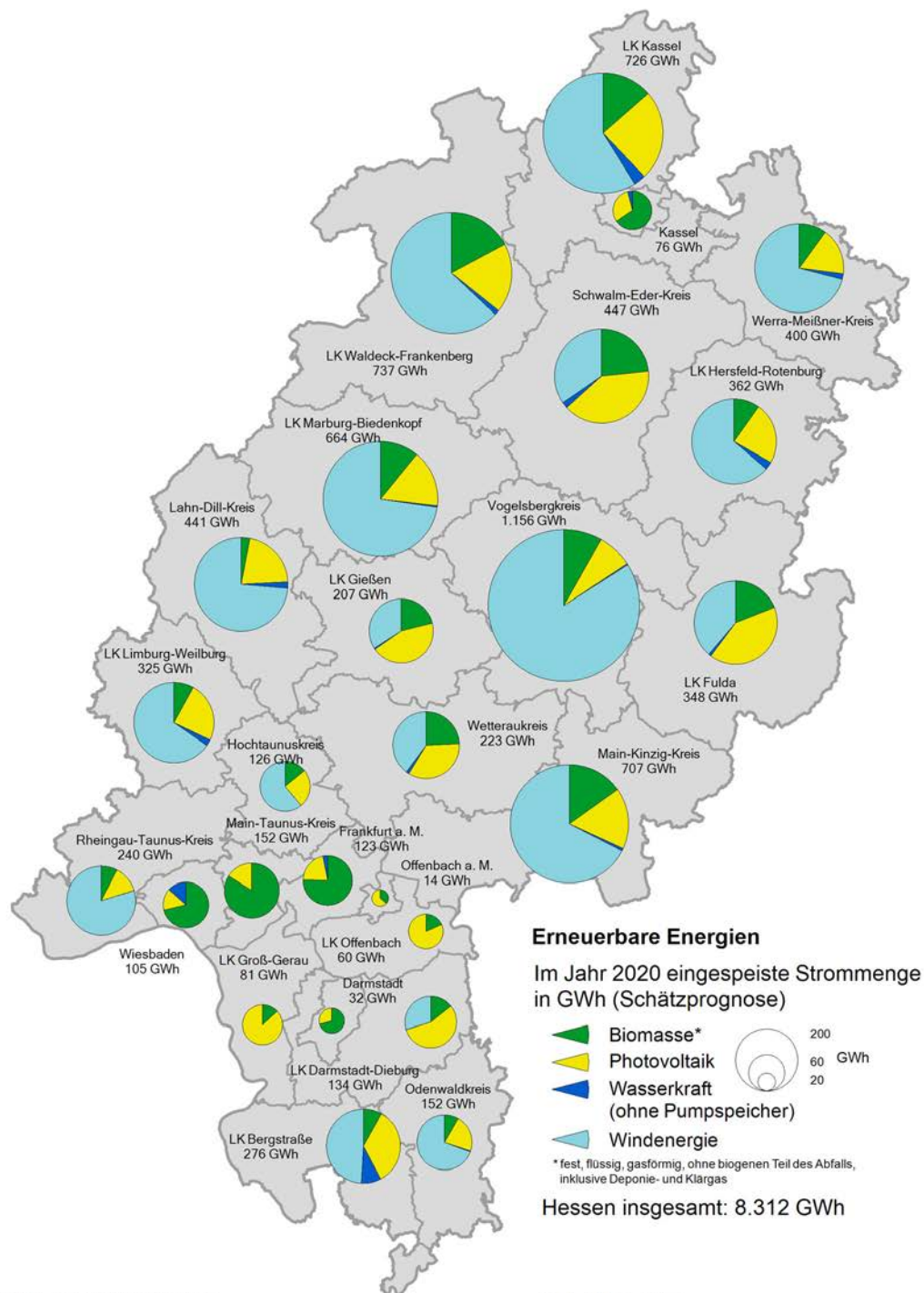
**Abbildung 38: Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2020 nach erneuerbaren Energieträgern (in MW)**



Quelle: ÜNB 2020, BNetzA 2021a; LIS-A 2021a, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

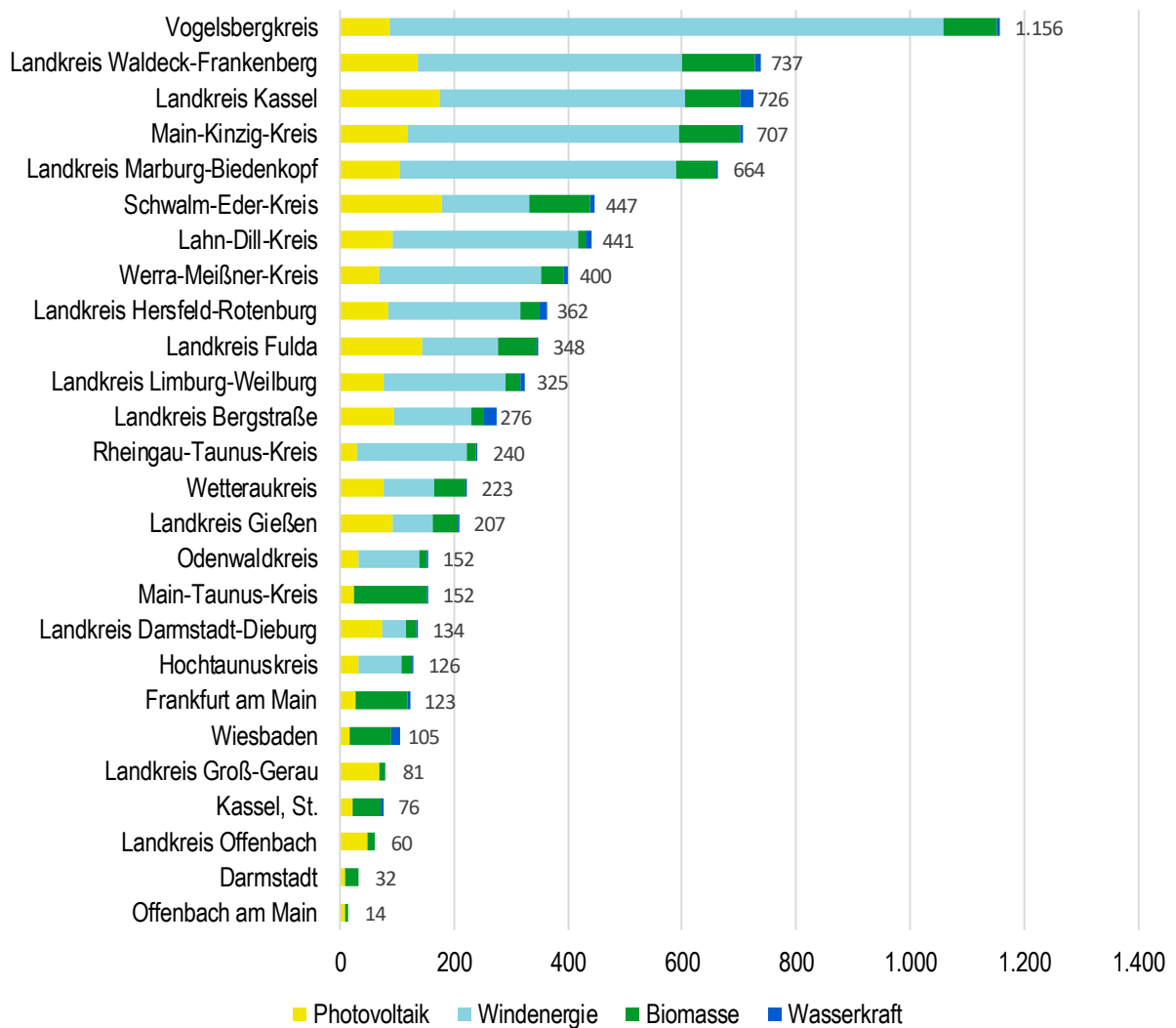


**Abbildung 39: Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern 2020 (in GWh)**





**Abbildung 40: Erzeugte und eingespeiste Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2020 nach erneuerbaren Energieträgern (in GWh)**



Quelle: IE-Leipzig 2021.

Die fünf Landkreise mit dem größten Netto-Zubau an installierter elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen sind in Tabelle 12 dargestellt. Beim Ausbau von erneuerbaren Energien hat im Jahr 2020 der Landkreis Limburg-Weilburg am besten abgeschnitten. In diesem Landkreis kamen im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr 40,2 MW an installierter elektrischer Leistung hinzu. Es wurden im Jahr 2020 insgesamt acht Windenergieanlagen in Hünfelden, Weilmünster und Weinbach mit einer installierten elektrischen Leistung von insgesamt 30 MW zugebaut. Zusätzlich kamen 10 MW an installierter elektrischer Leistung von Photovoltaikanlagen hinzu, darunter eine große Freiflächenanlage mit einer Leistung von 3,8 MW in Dornburg.

Es folgen die Landkreise Main-Kinzig-Kreis (33,3 MW), Landkreis Fulda (24,0 MW), Landkreis Kassel (21,7 MW) und der Hochtaunuskreis (21,1 MW).

**Tabelle 12: Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2020**

Rang	Landkreis	Netto-Zubau 2020 (in MW)
1	Limburg-Weilburg	40,2
2	Main-Kinzig-Kreis	33,3
3	Landkreis Fulda	24,0
4	Landkreis Kassel	21,7
5	Hochtaunuskreis	21,1

Quelle: BNetzA 2021a, LIS-A 2021a, Auswertung der Hessen Agentur.

## 6.2 Konventionelle Energieanlagen zur Stromerzeugung

Seit dem Jahr 2016 ist in Hessen ein kontinuierlicher Rückgang der Stromerzeugung durch konventionelle Anlagen zu beobachten, der dazu führte, dass konventionelle Anlagen im Jahr 2019 erstmals weniger Strom erzeugten als erneuerbare Energieanlagen. Bei nahezu unveränderter Stromerzeugung durch hessische Energieerzeugungsanlagen im Jahr 2020 sank der Anteil der konventionellen Anlagen auf 44 Prozent.

Auch wenn die erzeugte Strommenge der konventionellen Energieanlagen 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 60 konventionelle Energieanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von mindestens 1 MW. Aus den darin eingesetzten fossilen Energieträgern oder Abfällen wird Strom und teilweise auch Wärme erzeugt (HSL 2021a). Im Jahr 2020 haben die konventionellen Anlagen insgesamt 7.258 GWh Strom produziert,<sup>17</sup> davon 4.632 GWh durch erdgasbetriebene Anlagen, 1.675 GWh durch den Einsatz von Kohle und 951 GWh durch Anlagen, die sonstige konventionelle Energieträger zur Stromerzeugung nutzen (siehe hierzu auch Abbildung 14 in Kapitel 3.3). Die Stromerzeugung durch den Energieträger Kohle ging seit dem Jahr 2016 stark um rund 60 Prozent zurück. Beim Energieträger Erdgas ist nach zwei Jahren ansteigender Stromproduktion nun wieder ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Die Stromerzeugung der sonstigen konventionellen Energieträger war in den letzten Jahren relativ konstant, ist jedoch im Jahr 2019 deutlich zurückgegangen und im Jahr 2020 wieder leicht angestiegen. 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 Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur aufgeführt. In Hessen sind 33 solcher Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 3.106 MW verortet. Die einzelnen Kraftwerke sind in Tabelle 13 sortiert nach Energieträgern aufgelistet. Beim Energieträger Erdgas werden aus Platzgründen nur die größten Anlagen mit einer elektrischen Leistung von über 50 MW dargestellt.

<sup>17</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.

**Tabelle 13: Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen  $\geq 10$  MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2021**

Energieträger*	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung (in MW)
<b>Erdgas</b>	<b>18</b>	<b>1.529</b>
Kraftwerk Staudinger, Block 4		580
GuD-Anlage Rüsselsheim (Opel)		112
HKW West Frankfurt (Block 4)		111
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>33</b>	<b>3.106</b>

\* Zuordnung von Anlagen mit mehreren Energieträgern nach Hauptenergieträgern

Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: BNetzA 2021b (Stand: 19.01.2021), Auswertung der Hessen Agentur.

In Hessen gibt es 18 erdgasbetriebene Großkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von zusammengerechnet 1.529 MW. Das mit Abstand größte Kraftwerk ist Block 4 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg mit 580 MW installierter elektrischer Leistung. Mit großem Abstand folgen die GuD-Anlage Rüsselsheim mit einer Leistung von 112 MW und Block 4 des Heizkraftwerks West in Frankfurt mit 111 MW. Knapp unter 100 MW Leistung sind jeweils in der ADS-Anlage im Industriepark Frankfurt-Höchst und im Gasturbinenkraftwerk in Darmstadt installiert.

Das größte Steinkohlekraftwerk 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 Steinkohlekraftwerke auf eine elektrische Leistung von 753 MW.

Weitere Energieträger bei konventionellen Großkraftwerken sind Pumpspeicher, Abfall, Braunkohle und Mineralölprodukte. Auf die beiden Pumpspeicherwerke am Edersee entfallen 625 MW installierte elektrische 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 eingesetzt, und zwar vom Fernwärmekraftwerk in Kassel mit einer Leistung von 34 MW. Das Kraftwerk Fulda hat eine Leistung von 25 MW und nutzt Mineralölprodukte zur Stromerzeugung.

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 elektrischen Leistung gibt es im Zeitverlauf nur wenige Änderungen.<sup>18</sup>

Nach Angaben der BNetzA werden im Zeitraum von 2021 bis 2023 in Hessen Kraftwerkskapazitäten in Höhe von 218 MW zugebaut werden (siehe BNetzA 2021c).

18 Im Vergleich zum Vorjahr wurde in der Kraftwerksliste der BNetzA eine Erdgasanlage in Frankfurt herausgenommen, da es sich hierbei wahrscheinlich um einen Doppelposten handelte.

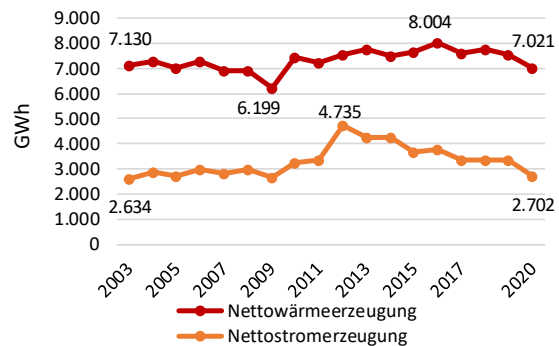
Das Industrieunternehmen InfraServ GmbH & Co. Wiesbaden KG baut am Standort Wiesbaden zwei neue erdgasbetriebene Generatoren mit einer elektrischen Leistung von jeweils 22 MW. Das Industrieunternehmen InfraserV GmbH & Co. Höchst KG errichtet am Standort Frankfurt-Höchst zwei Erdgasturbinen mit einer elektrischen Leistung von jeweils 87 MW. Die Anlagen am Standort Wiesbaden sollen im Jahr 2021 in Betrieb gehen und die Anlagen am Standort Frankfurt-Höchst im Jahr 2022. Ein Rückbau von hessischen Kraftwerkskapazitäten wird von der BNetzA bis zum Jahr 2023 nicht erwartet (siehe BNetzA 2021c). Jedoch soll bis spätestens Ende 2025 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. Keine 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 den privaten Haushalten als Raumwärme oder der Industrie als Prozesswärme zur Nutzung zugeführt. Die größeren KWK-Kraftwerke der allgemeinen Versorgung mit einer installierten elektrischen Leistung von mehr als 1 MW haben im Jahr 2020 insgesamt 2.702 GWh Strom und 7.021 GWh Wärme produziert (siehe Abbildung 41). 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, zuletzt mit einem ausgeprägten Rückgang in Höhe von 19 Prozent. 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. Gegenüber dem Vorjahr hat sich die Wärmeerzeugung im Jahr 2020 um 7 Prozent verringert. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Industrieanlagen aufgrund der Corona-Pandemie weniger Wärme erzeugt haben.

**Abbildung 41: Entwicklung der Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen 2003-2020 (in GWh\*)**



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

Quelle: HSL 2021a.

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 Nano-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.

Tabelle 14 zeigt den Bestand an KWK-Anlagen in Hessen zum 31. Dezember 2020. Einschränkend muss erwähnt werden, dass hier nur KWK-Anlagen dargestellt sind, die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert wurden oder werden. Da nicht alle KWK-Anlagen eine BAFA-Förderung beantragen, ist davon auszugehen, dass der Anlagenbestand insgesamt höher liegt. Darüber hinaus wird in den BAFA-Daten nicht verzeichnet, ob eine Anlage mittlerweile stillgelegt wurde.

**Tabelle 14: Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen zum 31.12.2020 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	1.240	1,1	0,7
> 2 <= 10 kW	3.029	16,7	3,8
> 10 <= 20 kW	904	14,9	37,0
> 20 <= 50 kW	692	29,9	35,8
> 50 <= 100 kW	155	11,4	52,3
> 100 <= 250 kW	274	44,9	53,0
> 250 <= 500 kW	101	36,7	60,3
> 500 <= 1.000 kW	63	45,7	65,7
> 1 <= 2 MW	52	84,6	67,3
> 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>6.588</b>	<b>2.758,9</b>	<b>5.294,1</b>

Quelle: BAFA 2021a, BAFA 2019.

Die Zahl der durch das BAFA geförderten Anlagen belief sich zum Jahresende 2020 auf 6.588 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 2.758,9 MW und einer thermischen Leistung von 5.294,1 MW. Mit 89 Prozent fallen die meisten Anlagen in die Leistungskategorien unterhalb von 50 kW. Die elektrische Leistung summiert sich auf 62,6 MW, was 2,3 Prozent der durch KWK vorgehaltenen elektrischen Leistung insgesamt entspricht. Der Anteil dieser Anlagen an der thermischen Leistung liegt noch niedriger, bei 1,5 Prozent. Hingegen entfallen auf die fünf KWK-Anlagen in der höchsten Leistungskategorie (> 100 MW) 37 Prozent der elektrischen und 52 Prozent der thermischen Leistung.

Laut Angaben des BAFA (2021a) sind in Hessen im Jahr 2020 (Stand: 09.07.2021) 420 KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 5,8 MW und einer thermischen Leistung von 10,9 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 2021 – beim BAFA gestellt werden kann.

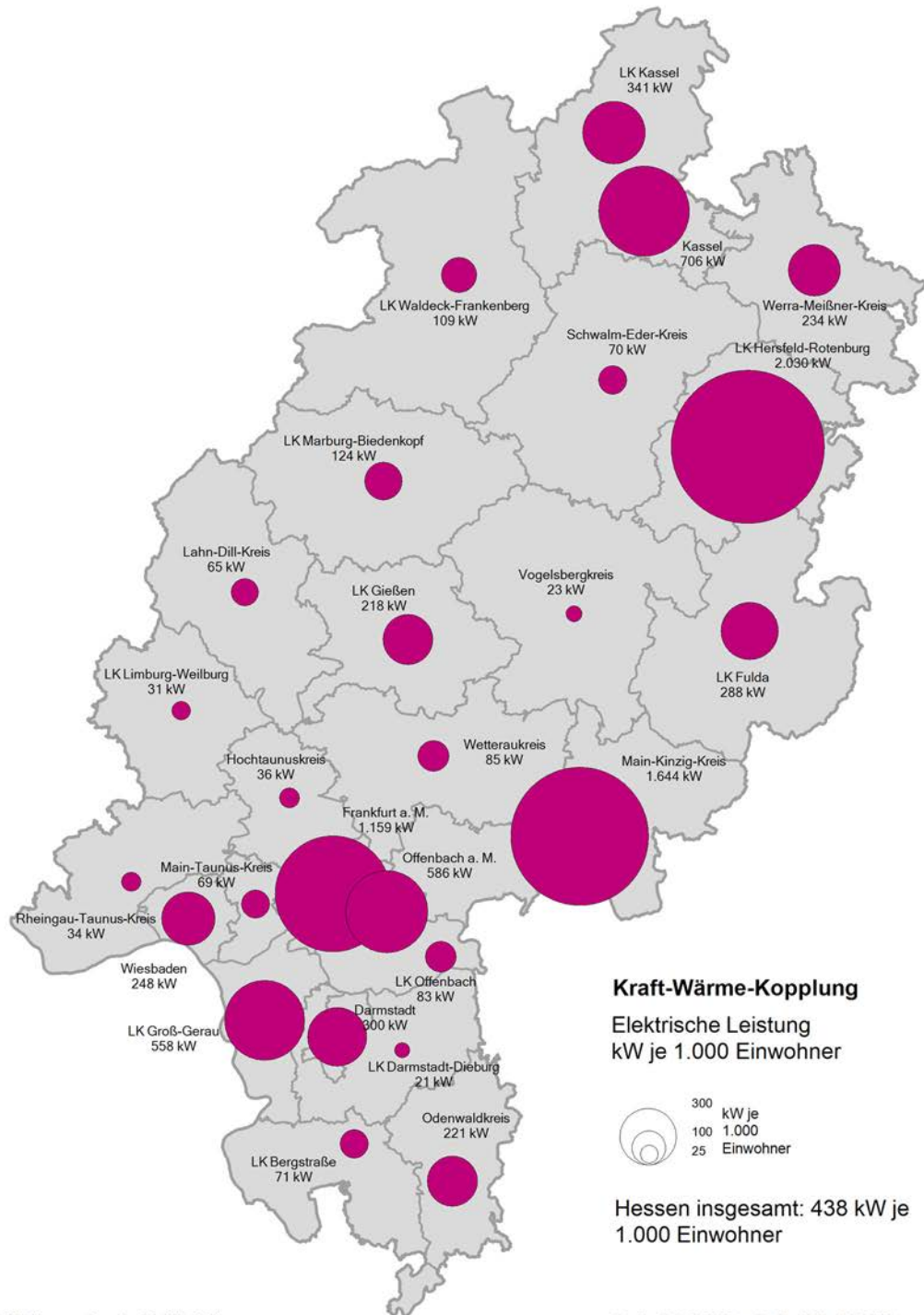
Abbildung 42 zeigt für die einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in Hessen die elektrische Leistung der durch das BAFA geförderten KWK-Anlagen bezogen auf die Zahl der Einwohnerinnen und Einwohner zum 31. Dezember 2020 (kW je 1.000 Einwohnerinnen und Einwohner).

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 2020 insgesamt 454 KWK-Stromerzeugungseinheiten mit einer elektrischen Leistung von 24,9 MW ihren Betrieb aufgenommen (siehe BNetzA 2021a).



**Abbildung 42: In KWK-Anlagen installierte elektrische Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohnerinnen und Einwohner zum 31.12.2020 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten (in kW)**

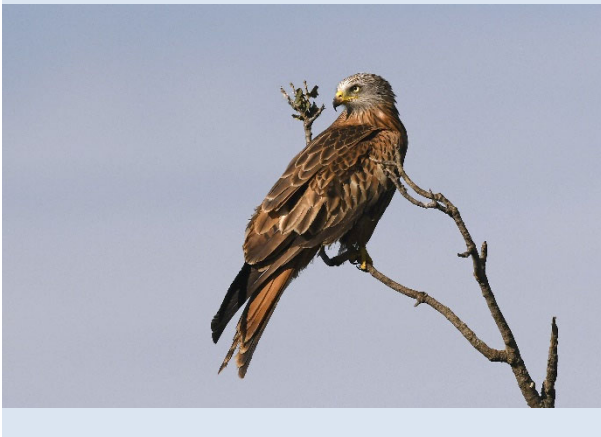




### Landesweites Gutachten zu Maßnahmenräumen für die Arten Rotmilan und Schwarzstorch

Ein im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen in Abstimmung mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vergebenes Gutachten identifiziert besonders geeignete Flächen von einer Größe von ca. 80.000 Hektar für naturschutzrechtlich erforderliche Ausgleichsmaßnahmen für die beiden maßgeblich von der Energiewende in Hessen betroffenen Vogelarten Rotmilan und Schwarzstorch. Auch Artenhilfsmaßnahmen des Landes können in diese Flächen integriert werden. Die Flächenkulisse verteilt sich auf je drei große Gebiete pro Regierungsbezirk. Sie konzentriert sich auf Schwerpunktorkommen windenergiesensibler Vogelarten in der Nähe von Natura-2000-Gebieten. Durch die räumliche Bündelung der Ausgleichs- und Artenschutzmaßnahmen erfahren diese Räume langfristig eine Aufwertung, die der Stärkung der Populationen und somit dem Artenschutz dient.

Die Fertigstellung des Gutachtens, das im Dialog mit Landesplanungs-, Naturschutz- und Genehmigungsbehörden sowie den Verbänden des Naturschutzes und der Windenergie erarbeitet wird, ist noch im Jahr 2021 geplant.



### Gutachten zur Erweiterung der Wissensbasis zum Flugverhalten des Rotmilans mittels GPS-gestützter Telemetrie-Daten in Hessen

Ein im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen in Abstimmung mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vergebenes Gutachten soll das Wissen zum Flugverhalten des Rotmilans vertiefen. Hierbei sollen die in einer dreijährigen Telemetrie-Studie des Rotmilans im Vogelsberg aus dem Jahr 2016 (Heuck et al. 2019) gewonnenen Erkenntnisse, die u. a. Eingang in die Verwaltungsvorschrift Naturschutz / Windenergie 2020 (HMUKLV/HMWEVW 2020) gefunden haben, durch vertiefende Analysen fachlich untermauert werden. Dazu sollen weitere Telemetrie-Untersuchungen von mindestens zehn Brutvögeln in möglichst vielen verschiedenen Naturräumen Hessens mit den Ergebnissen der Vogelsbergstudie verglichen werden. Die Untersuchungen und Bewertungen sind daher zwingend gemäß der Methodik von Heuck et al. 2019 durchzuführen.

Die Fertigstellung des Gutachtens ist für Ende 2022 geplant.



# 7

## Netzausbau und Versorgungssicherheit



## 7 Netzausbau und Versorgungssicherheit

Die Modernisierung und der bedarfsgerechte Ausbau der Stromnetze sind wichtige Voraussetzungen für das Gelingen der Energiewende. So muss beispielsweise der in den Offshore-Windparks in Norddeutschland erzeugte Strom zu den Verbrauchsschwerpunkten in Süddeutschland transportiert und die Sicherheit der Netze gewährleistet werden. Die Anforderungen an die Netze steigen, da die zunehmend dezentral erfolgende Stromerzeugung und Einspeisung in die Netze durch den wachsenden Anteil der volatilen erneuerbaren Energieträger Wind und Sonne hohen Schwankungen unterliegen.

Der aktuelle Ausbaustand der durch Hessen verlaufenden Stromnetze wird in Kapitel 7.1 dargestellt. Kapitel 7.2 widmet sich dem Stand der Digitalisierung der Stromnetze. In Kapitel 7.3 wird die Entwicklung der Investitionen der Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber in die deutschen Stromnetze aufgezeigt. Im Fokus von Kapitel 7.4 steht die Versorgungssicherheit. Hierzu werden die Maßnahmen der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromnetze aufgezeigt. Kapitel 7.5 wirft den Blick auf die Länge des Gasnetzes sowie auf Versorgungsunterbrechungen und die Erdgasspeicher in Hessen. Schließlich wird in Kapitel 7.6 die Länge und Leistung der Fernwärmenetze in Hessen dargestellt.

### 7.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Durch die schrittweise Außerbetriebnahme der verbleibenden deutschen Kernkraftwerke sowie der Kohlekraftwerke und den notwendigen Umbau der Energiesysteme muss in den nächsten Jahren das Übertragungsnetz optimiert, verstärkt oder neu gebaut werden. Die im Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) und im Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) enthaltenen Vorhaben haben zum 31. März 2021 bundesweit eine Gesamtlänge von etwa 12.234 Kilometern. Den großen, länderübergreifenden Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ-Leitungen) Ultratnet und SuedLink kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Auch die Anforderungen an die regionalen und lokalen Verteilnetze steigen, da durch den Ausbau der erneuerbaren Energien die Stromerzeugung und damit die Einspeisung in das Stromnetz zunehmend dezentral erfolgt.

### Übertragungsnetze

In den Übertragungsnetzen wird der Strom über große Entfernungen mit Höchstspannung transportiert. Deutschlandweit beträgt die Stromkreislänge der Übertragungsnetze rund 37.000 Kilometer (BMW 2021b). Übertragen wird bei Drehstrom mit Höchstspannung von 220 Kilovolt (kV) oder 380 kV. Bei den neuen Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen erfolgt die Übertragung mit Höchstspannung bis zu 525 kV.

Das Übertragungsnetz in Hessen fällt im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche von TenneT (72,3 %) und Amprion (27,3 %). Der restliche Anteil (0,4 %) fällt in den Zuständigkeitsbereich von TransnetBW.<sup>19</sup>

### Ausbaustand nach dem Bundesbedarfsplangesetz

Der Ausbau der Übertragungsnetze wird im BBPIG geregelt. Am 28. Januar 2021 hat der Bundestag die Bundesbedarfsplangesetznovelle beschlossen, am 12. Februar folgte die Zustimmung des Bundesrates. Hierin wird u. a. der Vorschlag zur Lösung der Netzprobleme im Dreiländereck Bayern, Hessen und Thüringen umgesetzt, auf den sich der Bund mit den Ländern im Juni 2020 verständigt hatte. Danach wird der Ausbau auf das erforderliche Maß beschränkt, bürgerfreundliche Lösungen kommen verstärkt zum Einsatz, insbesondere durch die Erdverkabelung weiterer Abschnitte. Dadurch werden die Länder Bayern und Thüringen entlastet, ohne dass es in Hessen zum Neubau weiterer Leitungstrassen kommt. Darüber hinaus werden in der Novelle des BBPIG gesetzliche Anpassungen vorgenommen, um eine zügige Durchführung der Planungs- und Genehmigungsverfahren für Netzausbauvorhaben zu fördern.

Zwölf der bundesweit 80 BBPIG-Vorhaben verlaufen innerhalb bzw. möglicherweise durch Hessen. Im Folgenden wird der aktuelle Ausbaustand der in bzw. durch Hessen verlaufenden Leitungsvorhaben dargestellt. In Tabelle 15 sind zu diesen Vorhaben besondere Kennzeichnungen, die Träger, technische Merkmale, der Status der Verfahren sowie der Zeitpunkt der geplanten Inbetriebnahme aufgeführt (BNetzA 2021g).<sup>20</sup>

19 Bei diesem Verhältnis ist die Anzahl der EEG-Anlagen zugrunde gelegt. Bezogen auf die installierte Leistung liegt der Anteil von TenneT bei 77,8 Prozent, von Amprion bei 21,9 Prozent und von TransnetBW bei 0,2 Prozent (ÜNB 2020).

20 Der aktuelle Stand der einzelnen Vorhaben ist bei der Bundesnetzagentur unter <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/liste/liste.html> abrufbar. Berichtsstand von Tabelle 16 sowie der folgenden Ausführungen ist der 31. März 2021 (BNetzA 2021g, abgerufen am 16.09.2021).

**Tabelle 15: 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) (342 km) Abschnitt D: Weißenthurm – Riedstadt (110 km) Abschnitt A1: Ried – 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) (689 km) Abschnitt C2: Landesgrenze Niedersachsen / Hessen – Südlich Landesgrenze Hessen / Thüringen (65 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TransnetBW	Gleichstrom (2 GW) 525 kV	beide Abschnitte im Planfeststellungsverfahren	2026
4	Wilster – Bergheinfeld West (SuedLink) (538 km) Abschnitt C2: Landesgrenze Niedersachsen/Hessen – Südlich Landesgrenze Hessen / Thüringen (65 km)	länderübergreifend HGÜ-Pilotprojekt Erdkabel PCI	TransnetBW	Gleichstrom (2 GW) 525 kV	Abschnitt C2: im Planfeststellungsverfahren	2026
12	Vieselbach – Eisenach – Mecklar (130 km) Abschnitt B: Regelzonengrenze – Mecklar (43 km)	länderübergreifend	Abschnitt B: TenneT	Wechselstrom 380 kV	Abschnitt B: Planfeststellung beantragt	2027
17	Mecklar – Dipperz – Bergheinfeld West (130 km) Abschnitt A: Mecklar – Dipperz (51 km)	länderübergreifend Erdkabel-Pilotprojekt	TenneT	Wechselstrom 380 kV	Abschnitt A: seit Q2 2021 in Bundesfachplanung	2031
19	Urberach – Pfungstadt – Weinheim – G380 – Altlußheim – Daxlanden (142 km) Abschnitt Nord: Urberach – Pfungstadt – Weinheim (66 km) Abschnitt Süd: Weinheim – Weinheim – G380 – Altlußheim – Daxlanden (76 km)	länderübergreifend	Abschnitt Nord: Amprion, Abschnitt Süd: 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 Planfeststellungs- oder Anzeigeverfahren	2023
45	Borken – Twistetal (43 km)	keine	TenneT	Wechselstrom 380 kV	vor dem Planfeststellungs- oder Anzeigeverfahren	2023
65	Borken – Gießen Nord – Karben (124 km)	keine	TenneT	Wechselstrom 380 kV	noch nicht im Genehmigungsverfahren	2031
66	Großkrotzenburg – Dettingen – Urberach (24 km)	keine	Amprion	Wechselstrom 380 kV	noch nicht im Genehmigungsverfahren	2028
67	Bürstadt – BASF (Ludwigshafen am Rhein) (13 km)	Verzicht auf Bundesfachplanung länderübergreifend	Amprion	Wechselstrom 380 kV	noch nicht im Genehmigungsverfahren	2029
76	Kriftel – Farbwerke Höchst Süd (11 km)	keine	Amprion	Wechselstrom 380 kV	im Planfeststellungsverfahren	2024

Quelle: BNetzA 2021g (Stand: 31.03.2021, abgerufen am 16.09.2021).



Das von den Vorhabenträgern Amprion und TransnetBW als Ultranet bezeichnete Vorhaben 2 ist ein Pilotprojekt für eine HGÜ-Leitung. Der vorgeschlagene Trassenkorridor durchläuft mit einer Länge von etwa 342 Kilometer die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg, davon befinden sich 210 Kilometer aktuell im Raumordnungs- oder Bundesfachplanungsverfahren. Es ist als ein Vorhaben von „gemeinsamem Interesse“ (PCI) kategorisiert.<sup>21</sup> Die Leitung soll mit Gleichstrom betrieben werden und kann daher nicht abschnittsweise, sondern nur vollständig in Betrieb genommen werden. Die geplante Gesamtinbetriebnahme ist 2024. Der Abschnitt Weißenthurm – Riedstadt (Abschnitt D) verläuft mit einer Länge von 110 Kilometern durch Hessen, und zwar durch den Kreis Limburg-Weilburg, den Rheingau-Taunus-Kreis, den Main-Taunus-Kreis sowie den Landkreis Groß-Gerau. Der Abschnitt befindet sich in der Bundesfachplanung. Der ebenfalls durch Hessen verlaufende Abschnitt A1 Ried (bei Biblis) – Wallstadt (Baden-Württemberg) hat eine Länge von 28 Kilometern und befindet sich bereits in der Planfeststellung.

Die länderübergreifenden 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 geplante Gesamtinbetriebnahme wird für beide Vorhaben für 2026 angestrebt. Vorhaben 3 verläuft von Brunsbüttel nach Großgartach mit einer Länge von etwa 689 Kilometern. Vorhaben 4 verläuft von Wilster nach Berggrheinfeld West mit einer Länge von etwa 538 Kilometern. Durch Hessen verläuft in beiden Vorhaben jeweils der Teilabschnitt C2. Die entsprechenden Trassenkorridore (jeweils 65 km) wurden im Bundesfachplanungsverfahren festgelegt und befinden sich seit dem ersten Quartal 2021 im Planfeststellungsverfahren. Am 11. Juni 2021 hat die Bundesnetzagentur den jeweiligen Untersuchungsrahmen für die Planfeststellung festgelegt.

Vorhaben 12 sieht eine Umbeseilung einer bestehenden 380-kV-Freileitung zwischen Vieselbach in Thüringen und Mecklar in Nordhessen vor, um die Übertragungskapazität zwischen den beiden Bundesländern zu erhöhen. Die geplante Trassenlänge beträgt etwa 130 Kilometer. Die Gesamtinbetriebnahme ist für das Jahr 2027 geplant. Abschnitt B (43 km) verläuft von der Regelzonengrenze in der Nähe von Eisenach bis nach Mecklar. Der Vorhabenträger TenneT hat am 15. Juni 2021 für diesen Abschnitt die Planfeststellung beantragt. Auf die Bundesfachplanung konnte zuvor verzichtet werden.

Vorhaben 17 sieht einen Neubau von zwei 380-kV-Systemen zwischen Mecklar in Nordhessen und Berggrheinfeld 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 fort. Der ursprünglich vorgesehene Endpunkt Grafenrheinfeld wurde 2021 durch Berggrheinfeld West ersetzt. Die Leitungslänge liegt bei etwa 130 Kilometern, die Inbetriebnahme ist für das Jahr 2031 geplant. Abschnitt A von Mecklar bis Dipperz (51 km) befindet sich seit dem zweiten Quartal 2021 in der Bundesfachplanung.

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 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. Abschnitt Nord befindet sich im Planfeststellungsverfahren, Abschnitt Süd ist noch im Bundesfachplanungsverfahren. 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. Das Vorhaben steigert mit der geplanten Verstärkung dieser Querverbindung die Redundanz für den Fall, dass eine der beiden parallel liegenden Querverbindungen ausfällt. Die Trasse ist etwa 41 Kilometer lang. Der Vorhabenträger TenneT hat im Jahr 2020 bereits einzelne Teilmaßnahmen im Rahmen einer Änderung im Anzeigeverfahren begonnen. Die Einreichung der Planfeststellungsunterlagen wird für das Jahr 2021 erwartet. Das Vorhaben soll im Jahr 2023 in Betrieb gehen.

Mit dem Vorhaben 45 soll zwischen Borken und Twistetal auf rund 43 Kilometern 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>22</sup> Daher sollen die Anlagen und Leitungen ertüchtigt werden. Der Vorhabenträger TenneT hat im Jahr 2020 bereits einzelne Teilmaßnahmen im Rahmen einer Änderung im

21 Projects of common interest (PCI) sind Vorhaben von gemeinsamem europäischen Interesse und sollen vorrangig umgesetzt werden. Kriterien für die Auswahl eines Projekts sind ein wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Nutzen für mindestens zwei Mitgliedsstaaten und dass es zur Stärkung des europäischen Binnenmarktes beiträgt. Die aktuell gültige Liste ist am 31. März 2020 in Kraft getreten (BNetzA 2021h).

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

Anzeigeverfahren begonnen. Die Einreichung der Planfeststellungsunterlagen wird für das Jahr 2021 erwartet. Die geplante Inbetriebnahme ist 2023.

Die Vorhaben 65 Borken – Gießen Nord – Karben (124 km) und 66 Großkrotzenburg – Dettingen – Urberach (24 km) wurden 2019 in den Netzentwicklungsplan aufgenommen und sind seit 2021 Bestandteil des Bundesbedarfsplans. Für die Vorhaben wurde noch kein Genehmigungsverfahren beantragt.

Die Vorhaben 67 und 76 sind seit 2021 im Bundesbedarfsplan aufgelistet. Das Vorhaben 67 beseitigt einen Engpass in der 220-kV-Ebene zwischen Bürstadt und der BASF in Ludwigshafen. Das Vorhaben 76 zwischen

Kriftel und den Farbwerken Höchst-Süd erhöht die Übertragungskapazität in der Region Frankfurt – Karlsruhe.

### Ausbauzustand nach dem Energieleitungsausbaugesetz

Die Durchführung der Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren der im Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (EnLAG) gelisteten Vorhaben liegt in der Verantwortung der betroffenen Bundesländer. In Tabelle 16 sind die in Hessen verlaufenden Vorhaben mit etwaigen Kennzeichnungen und Angaben zu Träger, technischen Merkmalen, Leitungslänge in Hessen, Status des Verfahrens sowie (geplanter) Inbetriebnahme dargestellt.

**Tabelle 16: 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)	keine	Amprion	Wechselstrom 380 kV	10 km		seit 2017 in Betrieb
20	Dauersberg – Hünfelden (60 km)	keine	Amprion	Wechselstrom 380 kV	41 km		seit 2012 in Betrieb
21	Marxheim – Kelsterbach (7 km)	keine	Amprion	Wechselstrom 380 kV	7 km		seit 2010 in Betrieb

Quelle: BNetzA 2021g (Stand: 30.06.2021).

Vorhaben 6, das in Nord-Süd-Richtung Wahle in Niedersachsen mit Mecklar in Nordhessen verbindet, ist im Bau. Das Vorhaben ist eine der Pilotstrecken, die der bundesweiten Erprobung von Erdkabeln beim Betrieb von Höchstspannungsleitungen mit Wechselstrom dienen. Die Gesamtlänge des Vorhabens beträgt 221 Kilometer. Die Herstellung der Betriebsbereitschaft für den hessischen Abschnitt ist für das Jahr 2022 geplant. Die Gesamteinbetriebnahme erfolgt aufgrund von Verzögerungen in den niedersächsischen Abschnitten im Jahr 2024. Der durch Hessen verlaufende Teilabschnitt ist 66 Kilometer lang. Bislang wurden 26 Kilometer fertiggestellt. Aktuell werden Planänderungen durchgeführt.

Die weiteren drei EnLAG-Vorhaben sind bereits seit Jahren im Betrieb.

### Netzoptimierende Maßnahmen

Netzoptimierende Maßnahmen sollen die Auslastung des Übertragungsnetzes bzw. die Übertragungskapazität von Bestandsleitungen signifikant erhöhen. Sie umfassen lastflusststeuernde Maßnahmen, das Freileitungsmonitoring und den Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen. Für in bzw. durch Hessen verlaufende Leitungen sind mit Stand 31. März 2021 folgende Maßnahmen umgesetzt bzw. geplant (BNetzA 2021f):

- Für die lastflusststeuernde Maßnahme in Twistetal (M532) im Netzentwicklungsprojekt Nr. P353 strebt der zuständige Übertragungsnetzbetreiber TenneT die Inbetriebnahme bis spätestens 2025 an. Durch die Errichtung von Phasenschieber-Transformatoren sollen die Leistungsflüsse auf den Leitungen in Richtung Borken gesteuert werden können. Indirekt ergibt sich



dadurch die Möglichkeit, die Leistungsflüsse im Übertragungsnetz in der gesamten Region positiv zu beeinflussen.

- 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. Im Monitoringbericht der Bundesnetzagentur geben die Übertragungsnetzbetreiber den aktuellen Umsetzungsstand sowie die geplante Anwendung von FLM an. Der überwiegende Teil der Freileitungsabschnitte mit witterungsabhängigem Freileitungsbetrieb befindet sich im Südwesten und im Nordosten Deutschlands. Die Übertragungsnetzbetreiber Amprion und TenneT sind im Wesentlichen für die in bzw. durch Hessen verlaufenden Stromleitungen zuständig. Bei Amprion liegt derzeit der Anteil des FLM an der gesamten Stromkreislänge in Deutschland bei 380-kV-Leitungen bei 43 Prozent sowie bei 220-kV-Leitungen bei 48 Prozent. Die Vergleichswerte bei TenneT sind 35 Prozent bzw. 45 Prozent.
- Hochtemperaturleiterseile sind Leiterseile, die eine höhere Betriebstemperatur ermöglichen. Für Hessen sind Hochtemperaturleiterseile für die Abschnitte Borken – Twistetal (BBPIG-Vorhaben 45), Borken – Mecklar (BBPIG-Vorhaben 43), Vieselbach – Mecklar (BBPIG-Vorhaben 12), Borken – Karben (BBPIG-Vorhaben 65), Großkrotzenburg – Urberach (BBPIG-Vorhaben 66) sowie Bürstadt Landesgrenze HE/RP (NEP P310/M485) in Planung.

## Verteilnetze

Auch die Anforderungen an die Verteilnetze steigen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen und der gesetzlich vorgeschriebenen Anschluss- und Abnahmepflicht unabhängig von der Aufnahmefähigkeit des Netzes. Die Stromeinspeisung in das Verteilnetz steigt, da über 90 Prozent der in erneuerbaren Energieanlagen installierten Leistung an das Verteilnetz angeschlossen sind und immer mehr Stromverbraucher auch Produzenten sind. Auch neue Verbrauchseinrichtungen wie Elektrofahrzeuge und elektrische Wärmepumpen stellen neue Aufgaben an die Verteilnetze. Die Bedeutung der Verteilnetze für die Systemstabilität rückt daher zunehmend in den Fokus.

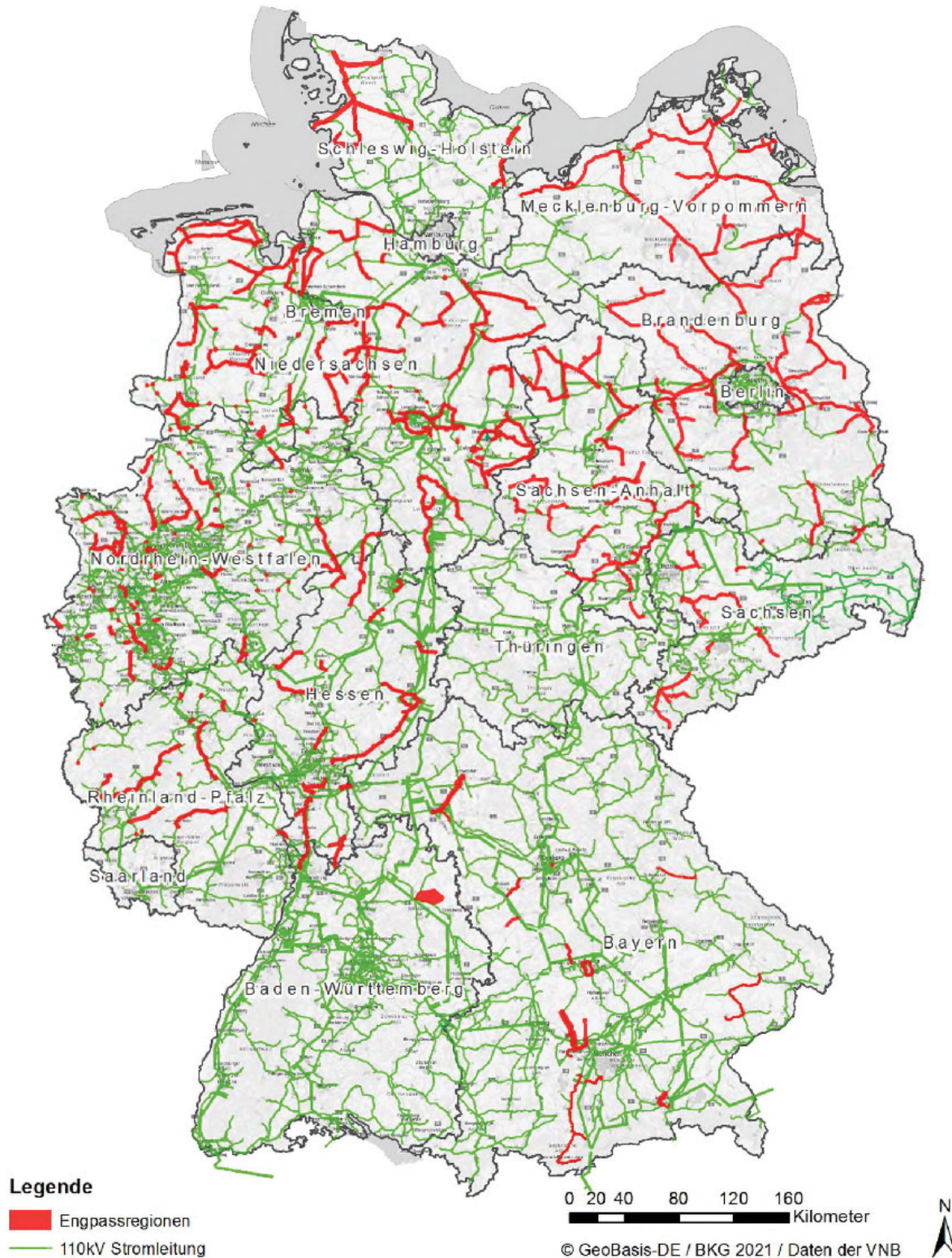
Die Länge des Stromverteilnetzes in Hessen belief sich zum 31. Dezember 2019 auf insgesamt 123.794 Kilometer. Davon waren 111.185 Kilometer als Erdkabel und

12.609 Kilometer als Freileitungen verlegt. Die Verteilnetze gliedern sich in Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungsnetze. Auf das Niederspannungsnetz entfallen 87.644 Kilometer bzw. rund 71 Prozent der Leitungen, auf das Mittelspannungsnetz 30.792 Kilometer bzw. rund 25 Prozent und auf das Hochspannungsnetz 5.358 Kilometer bzw. rund 4 Prozent. Das Niederspannungsnetz, über das vor allem Haushalte und kleinere Gewerbebetriebe lokal mit Strom versorgt werden, ist nahezu vollständig als Erdkabel verlegt, das Mittelspannungsnetz zu 85 Prozent. Das Hochspannungsnetz ist dagegen nur zu 9 Prozent als Erdkabel realisiert (LDEW 2021).

Gemäß der Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034, die die Auswirkungen der Energiewende auf die Verteilnetze in Hessen untersucht (BearingPoint / Fraunhofer IEE 2018), kann der erforderliche Netzausbau im Wesentlichen durch Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen erfolgen.

Abbildung 43 zeigt das Hochspannungsnetz in Deutschland (grün: 110kV-Hochspannungsleitungen) und die von den Netzbetreibern gemeldeten Engpassleitungen (rot). Netzengpässe sind überwiegend im Norden und im Osten Deutschlands zu verorten. In Hessen werden Engpässe in Süd-Ost-Hessen bis Fulda, im Großraum Frankfurt, rund um Limburg sowie in Nordhessen westlich von Kassel ausgewiesen (BNetzA 2021p).

Abbildung 43: Zustand Ausbau Verteilernetze in Deutschland 2020



## 7.2 Digitalisierung der Netze

Bei der Digitalisierung der Netze spielen moderne Messeinrichtungen (digitale Zähler oder Smart Meter) und intelligente Messsysteme (digitale Zähler mit Kommunikationseinheit) eine wichtige Rolle. Analoge Zähler sollen bis spätestens 2032 vollständig ersetzt werden. Smart-Meter-Gateways dienen als Schnittstelle zwischen digitalen Zählern und Kommunikationsnetz, sodass eine automatische Datenübertragung zum Messstellenbetreiber erfolgen kann. Die integrierten Datennetze stellen Informationen über das Verhalten von Millionen dezentralen Erzeugungsanlagen und Verbrauchern bereit. Der Anschlussnutzer kann standardmäßig die Informationen über den tatsächlichen Energieverbrauch einsehen. Mit den intelligenten Zählern 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.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat im Jahr 2019 zusammen mit dem Bundeswirtschaftsministerium eine Standardisierungsstrategie zur sektorübergreifenden Digitalisierung nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende veröffentlicht (BSI, BMWi 2019). Diese Roadmap bildet einen Arbeitsplan für die Fortentwicklung der Smart-Meter-Gateways und den Rollout der intelligenten Messsysteme. Im Januar 2020 hat die Bundesregierung einen Fahrplan für die weitere Digitalisierung der Energiewende veröffentlicht. Dieser enthält die wichtigsten erforderlichen Maßnahmen, die für die Beschleunigung des Rollouts der intelligenten Messsysteme notwendig sind (BMWi 2021c). Als erste Maßnahme wurde die Veröffentlichung der aktualisierten Marktanalyse zur Feststellung der technischen Möglichkeit zum Einbau von intelligenten Messsystemen (sog. „Markterklärung“) aufgeführt. Dieses ist Anfang Februar 2020 durch das BSI erfolgt (BSI 2020a, BSI 2020b). Damit wurde das Startsignal für den Rollout intelligenter Stromzähler gegeben. Die Verpflichtung galt zunächst für Verbraucher mit einer Stromabnahme von mehr als 6.000 kWh im Jahr. Bei einem Jahresstromverbrauch von weniger als 6.000 kWh war der Einbau optional, die Entscheidung lag beim zuständigen Messstellenbetreiber. Die EEG-Novelle vom 21. Dezember 2020 enthält nun auch verbindliche Festlegungen zum verpflichtenden Rollout von modernen Messeinrichtungen zur Verbrauchsmessung von EEG- und KWK-Anlagen unter 100 kW.

Der Fortschritt der Digitalisierung der Energiewende wird im gleichnamigen Barometer seit 2018 jährlich dokumentiert. Der Modernisierungsfortschritt wird dabei

anhand von folgenden acht Schlüsselfaktoren bewertet (EY 2021):

- Stand der Zertifizierung,
- Marktkommunikation,
- Rollout durch Messstellenbetreiber,
- Stand der Standardisierung für eine sektorenübergreifende Digitalisierung der Energiewende,
- Technologieangebot,
- Verfügbarkeit von Geräten,
- Verfügbarkeit der Telekommunikationsinfrastruktur
- und Kundensicht.

Gemäß den Ergebnissen des nunmehr dritten vorliegenden Barometers ist der Gesamtwert um acht Punkte im Vergleich zum Vorjahr gestiegen und erreicht einen Wert von 44 von insgesamt 100 erreichbaren Punkten. Damit hat sich die Dynamik jedoch abgeschwächt (2019/2018: +14 Punkte). Die Verbesserung gegenüber 2019 lässt sich insbesondere auf die erfolgreiche Umsetzung der Marktkommunikation, den Rollout von modernen Messeinrichtungen und die Entscheidung zur Vergabe der 450-MHz-Frequenznutzungsrechte zugunsten der Energiewirtschaft zurückführen. Nach Einschätzung der Akteure hat die Corona-Pandemie nur zu Beginn der Krise im Jahr 2020 und nur in geringem Maße den Rollout und den Fortschritt der Digitalisierung der Energiewende beeinträchtigt. Vom BSI wurde ein weiterer Gerätehersteller zertifiziert, sodass nun vier Gerätehersteller zertifiziert sind. Insgesamt wurden 5,8 Mio. moderne Messeinrichtungen (2019: 2,5 Mio. Einrichtungen) verbaut, das sind rund 11 Prozent des Bestands. Der aktuelle Barometer zeigt, dass der Informationsstand der Letztverbraucher über die Digitalisierung der Energiewende jedoch nach wie vor gering ist.

Gemäß dem Bericht der Bundesnetzagentur zum Ausbau der Verteilnetze liegen allen befragten Netzbetreibern zumindest teilweise digitale Netzpläne der Hoch-, Mittel- sowie Niederspannungsebene vor (BNetzA 2021p).

Nach fünf Jahren Laufzeit der „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG)“ ist zum Schaufenster „C/sells: das Energiesystem der Zukunft im Solarbogen Süddeutschland“, an dem Hessen, Bayern und Baden-Württemberg beteiligt waren, ein Ergebnisbericht erschienen. Hierin werden auch die hessischen Projekte „Regionale Strommarke Nord- und Mittelhessen“ und „Demonstrations- und Partizipationszelle Dillenburg“ präsentiert (C/sells 2020).



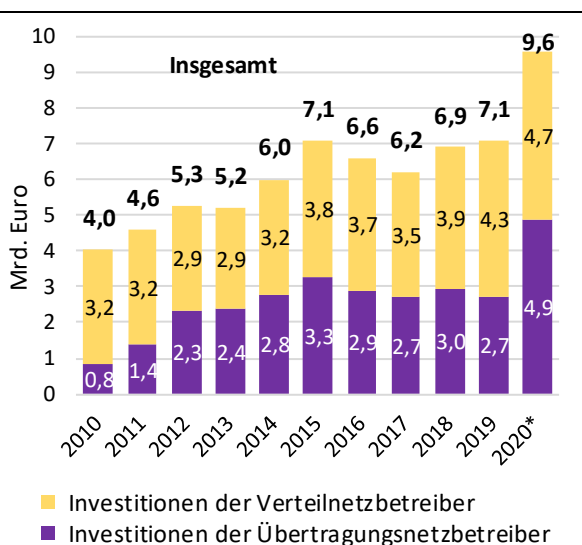
### 7.3 Investitionen in Stromnetze

Mit dem Ausbau der Stromnetze geht ein erhöhter Investitionsbedarf einher. Informationen zu den Investitionen der Netzbetreiber in die Netzinfrastruktur liegen nur für Deutschland insgesamt vor. Betrachtet werden hierbei die aktivierten Bruttozugänge an Sachanlagen und der Wert der neu gemieteten bzw. gepachteten neuen Sachanlagen (BNetzA, BKartA 2021).

Im Jahr 2019 lag die Investitionssumme in die deutschen Netze bei knapp 7,1 Mrd. Euro, dies waren 177 Mio. Euro bzw. 2,6 Prozent mehr als im Jahr 2018 (vgl. Abbildung 44). Dabei betragen die Investitionen der Übertragungsnetzbetreiber in die Stromnetze 2,7 Mrd. Euro. Damit lagen sie um 227 Mio. Euro unter dem Vorjahreswert und blieben deutlich unter dem Planwert für 2019 in Höhe von 3,4 Mrd. Euro. Demgegenüber sind die Investitionen der Verteilnetzbetreiber im Jahr 2019 um 404 Mio. Euro auf 4,3 Mrd. Euro gestiegen und erreichten damit nahezu den Planwert in Höhe von 4,4 Mrd. Euro (BNetzA, BKartA 2020).

Der Planwert für das Jahr 2020 liegt bei 9,6 Mrd. Euro. Dies bedeutet gegenüber 2019 eine deutliche Zunahme in Höhe von 2,5 Mrd. Euro bzw. um 35,3 Prozent. Insbesondere der von den ÜNB für 2020 geplante Betrag in Höhe von 4,9 Mrd. Euro liegt deutlich über den in den Vorjahren realisierten Beträgen. Aber auch die geplanten Netzausbauinvestitionen der Verteilnetzbetreiber (VNB) in Höhe von 4,7 Mrd. Euro stellen einen neuen Spitzenwert dar.

**Abbildung 44: Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2020 (in Mrd. Euro)**



\* Plandaten

Quelle: BNetzA, BKartA 2021.

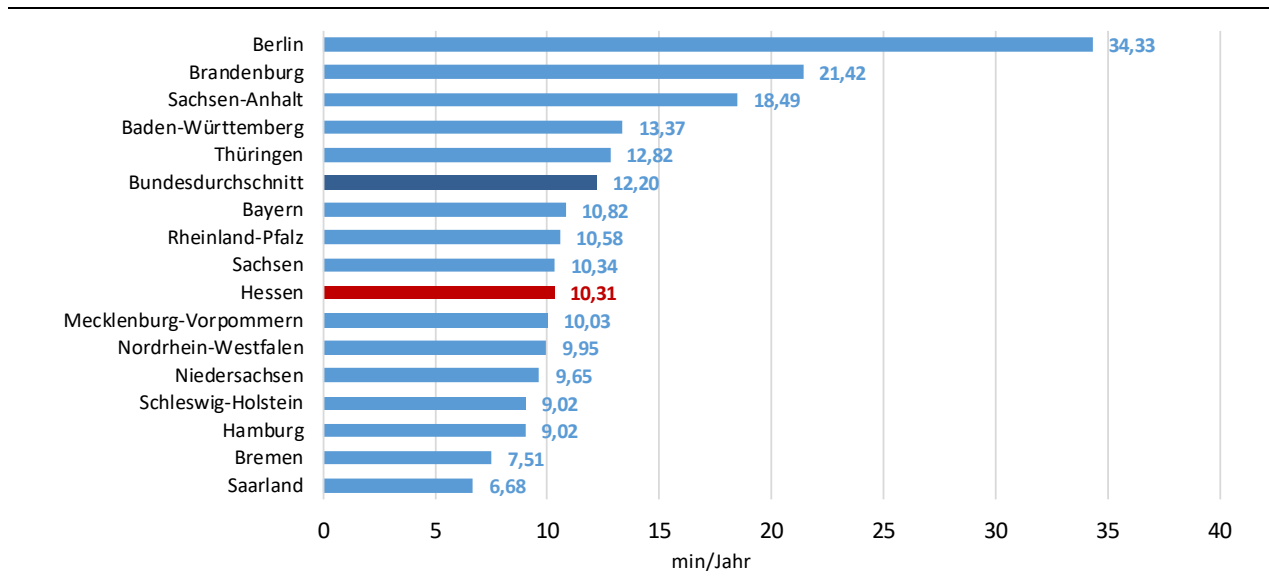
### 7.4 Versorgungssicherheit im Bereich der Stromnetze

Ein stabiles Stromnetz ist für die Gesellschaft und die Wirtschaft gleichermaßen von hoher Bedeutung. Zur Gewährleistung der Netzstabilität und der Versorgungssicherheit müssen die Erzeugung, der Transport und der Verbrauch von Strom aufeinander abgestimmt werden. Hierfür steht den Netzbetreibern ein breites Instrumentarium zur Verfügung. Nachfolgend wird zunächst ein Blick auf die erfassten Versorgungsunterbrechungen in Hessen im Bundesländervergleich im Jahr 2019 gerichtet und danach die im Jahr 2020 erfolgten Netzsicherheitsmaßnahmen mit dem Fokus auf hessische Netzelemente dargestellt.

#### Versorgungsunterbrechungen

Der System Average Interruption Duration Index – SAIDI – bezeichnet die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechung für Nieder- und Mittelspannung je angeschlossenem Letztverbraucher. In die Berechnung fließen nur ungeplante Unterbrechungen ein, die auf atmosphärische Einwirkungen, Einwirkungen Dritter oder des Netzbetreibers oder auf sogenannte Rückwirkungsstörungen zurückzuführen sind. Eine Rückwirkungsstörung liegt dann vor, wenn eine Versorgungsunterbrechung auf eine Störung in einem vor- oder nachgelagerten Netz, in der Anlage eines Letztverbrauchers oder auf eine Versorgungsunterbrechung bei einspeisenden Kraftwerken zurückzuführen ist. Berücksichtigt werden hierbei die von den Netzbetreibern gemeldeten Daten zu Versorgungsunterbrechungen mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten. Für 2019 beträgt der SAIDI-Wert für Hessen 10,31 Minuten. Im Vergleich zum Vorjahr ist damit ein Rückgang um rund 1,7 Minuten zu konstatieren. Wie in den Vorjahren liegt Hessen auch im Jahr 2019 unter dem Bundeswert (12,2 Minuten).

In Abbildung 45 ist der SAIDI-Wert für alle Bundesländer dargestellt. Die Spannweite reicht von 6,68 Minuten für das Saarland bis zu 34,33 Minuten für Berlin. Hessen nimmt eine mittlere Position ein. Mit Ausnahme von Berlin, Sachsen und Thüringen war in allen Bundesländern ein Rückgang des SAIDI-Wertes gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Ein negativer Einfluss der zunehmend dezentralen Erzeugungsstruktur auf die Versorgungsqualität der Stromnetze ist demnach nicht zu erkennen (BNetzA 2020i).

**Abbildung 45: Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern 2019 (in min/Jahr)**

Quelle: BNetzA 2021i.

Zu berücksichtigen ist, 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 Netzbetreiber 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).

### Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen

Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen tragen zur Zuverlässigkeit des Elektrizitätssystems bei. Sie haben durch den Ausbau von relativ lastfernen Windenergieanlagen bei gleichzeitigen Verzögerungen im Netzausbau an Bedeutung gewonnen. Die Übertragungsnetzbetreiber 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: 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 netzvertraglicher Stelle zum Ausgleich der Energiebilanz voraus.
- Anpassungsmaßnahmen: Anpassungen von Strom-einspeisungen und / oder Stromabnahmen auf Verlangen des Netzbetreibers, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichen.

Das gesamte Maßnahmenvolumen für Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen ist im Jahr 2020 bundesweit im Vergleich zum Vorjahr gestiegen. Die vorläufigen Gesamtkosten für Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen (EinsMan, Redispatch inkl. Countertrading und Einsatz Netzreserve) lagen bei rund 1,4 Mrd. Euro (2019: 1,3 Mrd. Euro).<sup>23</sup> Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmenkategorien mit Fokus auf hessische Netzelemente dargestellt (BNetzA 2021j).

<sup>23</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.

## Redispatch

Im Jahr 2020 wurden von konventionellen Markt- und Netzreservekraftwerken im Rahmen des Redispatchprozesses mit rund 16.795 GWh im Vergleich zum Vorjahr (2019: 13.521 GWh) höhere Einspeisereduzierungen und -erhöhungen angefordert. Davon entfielen 13,9 GWh auf strombedingte Redispatchmaßnahmen und 2,9 GWh auf spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen. Insbesondere erhöhte sich das Volumen der spannungsbedingten Maßnahmen im zweiten Quartal durch die niedrigere Last wegen des infolge der Corona-Pandemie zurückgegangenen Stromverbrauchs. Zudem stieg die Menge des Countertradings, das statistisch zusammen mit dem Redispatch erfasst wird, was größtenteils auf die bilaterale Vereinbarung zwischen Deutschland und Dänemark zurückzuführen war. Die vorläufigen Einsatzkosten für Redispatchmaßnahmen mit Markt- und Reservekraftwerken sowie Countertrading-Maßnahmen lagen im Jahr 2020 bei rund 443 Mio. Euro und damit rund 19 Prozent über dem Vorjahresniveau (2019: 373 Mio. Euro).

In Hessen waren die von strombedingten Redispatchmaßnahmen am stärksten betroffenen Netzelemente Mecklar – Dipperz mit einer Dauer von 246 Stunden (186 GWh), Dipperz – Großkrotzenburg mit einer Dauer von 204 Stunden (142 GWh), der Stromkreis Borken – Waldeck – Twistetal mit 116 Stunden (112 GWh) und der Stromkreis Bergshausen – Borken mit 109 Stunden (62 GWh). Die Gesamtdauer der strombedingten Redispatchmaßnahmen für in Hessen liegende Netzelemente lag 2020 mit 675 Stunden deutlich niedriger als im Jahr 2019 (1.353 Stunden). Besonders stark war der Rückgang im Netzelement Dipperz – Großkrotzenburg (2020: 204 Stunden; 2019: 1.052 Stunden).

In Abbildung 46 ist die Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den bundesweit am stärksten betroffenen Netzelementen im Jahr 2020 kartografisch dargestellt.

Bei den spannungsbedingten Redispatchmaßnahmen zählte das Netzgebiet Dipperz – Großkrotzenburg mit 1.247 Stunden (2019: 1.457 Stunden) wie auch in den Vorjahren zu den bundesweit am stärksten betroffenen Gebieten. Weiterhin betroffen waren die Netzgebiete Ovenstädt – Bechterdissen – Borken (1.217 Stunden), Mehrum – Grohnde – Borken (174 Stunden) und Borken / Gießen (81 Stunden). Da sich spannungsbedingte Redispatchmaßnahmen auf räumlich größere Netzregionen und nicht auf einzelne Leitungen bzw. Umspannwerke beziehen, wird auf eine kartografische Darstellung verzichtet.

## Netzreservekraftwerke

Im Jahr 2020 wurden bundesweit inklusive Probe- und Testfahrten insgesamt an 191 Tagen (2019: 152 Tage) Netzreserveeinsätze mit einem Umfang von 635 GWh (2019: 430 GWh) getätigt (BNetzA 2021j).

Tatsächlich kamen im Winter 2020/21 (Oktober 2020 bis April 2021) die Reservekapazitäten an 75 Tagen mit einer maximal angeforderten Leistung von 1 GW zum Tragen. In Hessen stehen als Netzreservekraftwerke Block 4 des Kraftwerks Staudinger (Einspeiseleistung: 580 MW) sowie das Gasturbinenkraftwerk Darmstadt (94,6 MW) zur Verfügung (BNetzA 2021k).

## Einspeisemanagement (EinsMan)

Im Jahr 2020 wurden knapp 3 Prozent der erneuerbaren Energien im Rahmen von Einspeisemanagement-Maßnahmen (EinsMan) abgeregelt. Die absoluten Abregelmengen lagen bei 6.146 GWh und sind im Vergleich zum Vorjahr um rund 5 Prozent gesunken (2019: 6.482 GWh). Dieser Rückgang dürfte auf die sukzessive Inbetriebnahme von Netzausbauprojekten in Schleswig-Holstein zurückzuführen sein. Mit einem Anteil von knapp 97 Prozent der Ausfallarbeit ist die Windenergie der am meisten abgeregeltete Energieträger. In Hessen fanden im Übertragungsnetz keine Abregelungen durch EinsMan-Maßnahmen statt, im Verteilernetz lag die Ausfallarbeit bei 23 GWh.

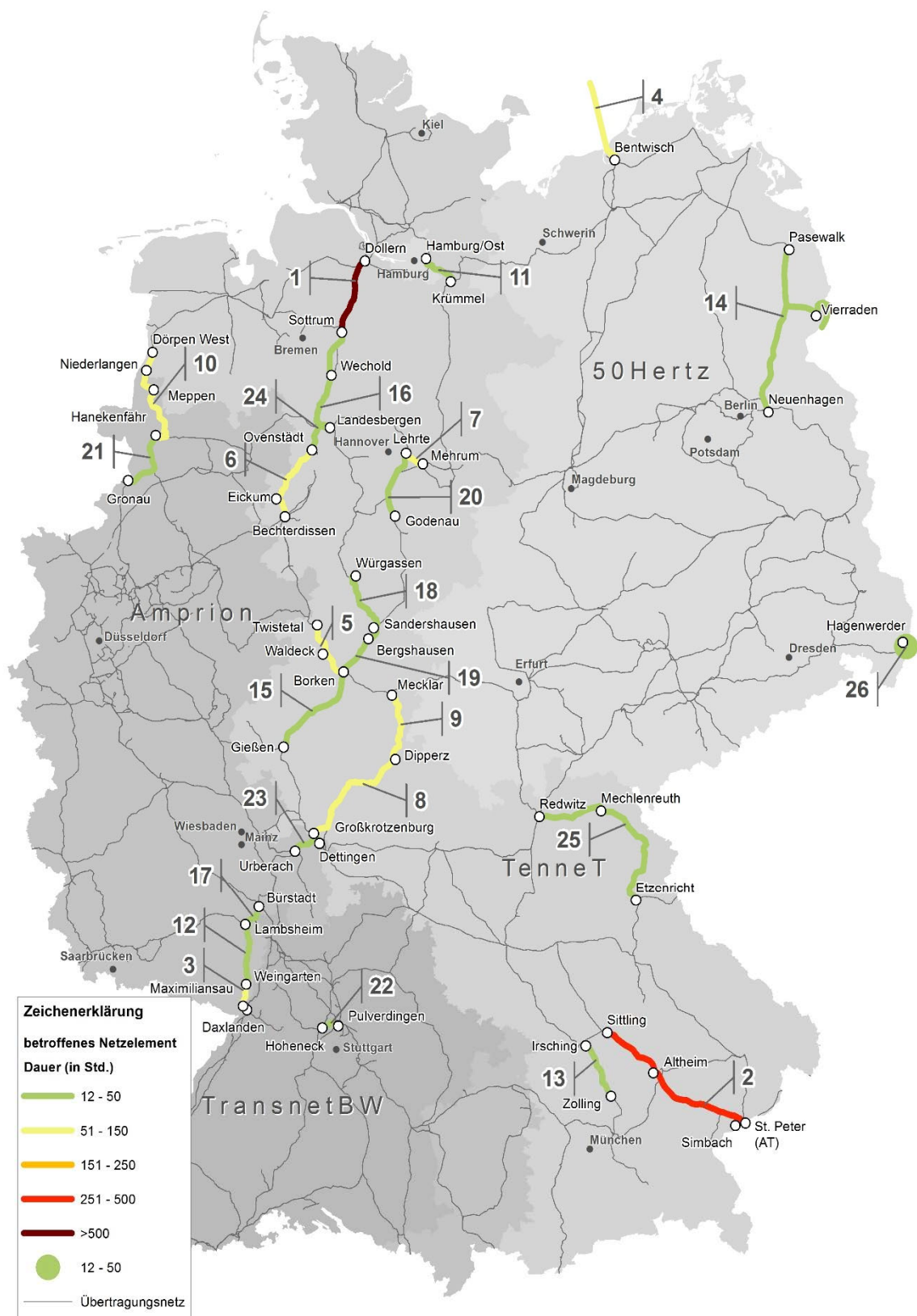
Die geschätzten EinsMan-Entschädigungsansprüche der Anlagenbetreiber beliefen sich im Jahr 2020 bundesweit auf rund 761,2 Mio. Euro (2019: 709,5 Mio. Euro). Der Anstieg von etwa 7 Prozent ist auf die verstärkte Abregelung von Offshore-Windenergieanlagen zurückzuführen. Auf Hessen entfallen 2,1 Mio. Euro (2019: 2,7 Mio. Euro). Die Entschädigungsansprüche werden über die Netzentgelte von den Letztverbrauchern getragen, allerdings wird ein Teil dieser Kosten durch die Reduktion der ebenfalls vom Netznutzer zu zahlenden EEG-Umlage kompensiert, da abgeregelt Anlagen keine Vergütung oder Marktprämie nach dem EEG erhalten (BNetzA 2021j).

## Anpassungsmaßnahmen

Im Jahr 2020 wurden in Deutschland Anpassungsmaßnahmen in Höhe von insgesamt 16,8 GWh (2019: 9,3 GWh) vorgenommen. Davon entfielen 97,4 Prozent auf den Energieträger Abfall und 2,6 Prozent auf Erdgas. Die Anpassungsmaßnahmen verteilten sich auf Brandenburg (85,6 %) und Sachsen-Anhalt (14,4 %). Auf Hessen entfielen wie auch in den Vorjahren keine Anpassungsmaßnahmen (BNetzA 2021j).



Abbildung 46: Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen 2020



Die in der Karte angegebenen Nummern bezeichnen die Netzelemente.

Quelle: BNetzA 2021j, Hervorhebung von Hessen durch die Hessen Agentur.

## 7.5 Gasnetz und Gasspeicher

Gas ist eine wesentliche Komponente der Energieversorgung. In Hessen entfallen 27 Prozent des Primärenergieverbrauchs und 22 Prozent des Endenergieverbrauchs auf diesen Energieträger (siehe Kapitel 3). Der Energieträger Gas wird insbesondere zur Beheizung von Gebäuden genutzt. Weiterhin wird Gas zur Stromproduktion eingesetzt und dient als Grundstoff insbesondere für die Chemische Industrie sowie als Kraftstoff im Verkehrssektor.

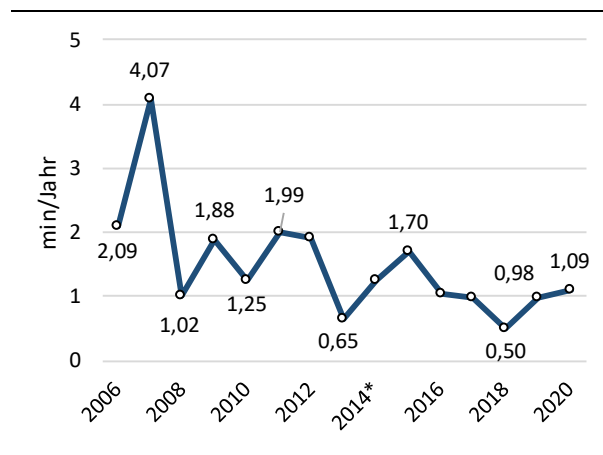
Rund 95 Prozent des Erdgasverbrauchs werden durch Erdgasimporte gedeckt (AGEB 2021). Der Transport und die Verteilung des Erdgases erfolgen über Rohrleitungen, aus denen sich das Gasnetz zusammensetzt. Sie ermöglichen die Lieferung über weite Strecken. Mehrere großräumige Leitungen verlaufen durch Nord-, Mittel- und Südhessen und binden die in Hessen liegenden Untertagespeicher in Reckrod, Stockstadt und Hähnlein an das Gasnetz an (BMW 2021d). Hinzu kommt ein eng vermaschtes Gasverteilungsnetz bis hin zum Endverbraucher. Das Gasnetz in Deutschland hat eine Länge von 547.000 km. Hauptsächlich wird heute Erdgas durch dieses Netz befördert. Zukünftig könnte das Erdgasnetz auch für den Transport und die Speicherung von Wasserstoff dienen (BDEW 2021d).

Die Länge des hessischen Gasverteilnetzes betrug nach den letzten verfügbaren Angaben zum 31. Dezember 2018 insgesamt 28.457 km, die Zahl der Ausspeisepunkte lag bei 796.985 (LDEW 2020).

### Versorgungsunterbrechungen

Für Deutschland lag im Jahr 2020 der von der Bundesnetzagentur aus den Meldungen aller deutschen Gasnetzbetreiber ermittelte SAIDI-Wert mit 1,09 Minuten knapp über dem Vorjahreswert (0,98 Minuten), aber unter dem langjährigen Mittel der letzten 15 Jahre (2006 bis 2020) von 1,5 Minuten (siehe Abbildung 47). Hessen lag mit einem SAIDI-Wert von 1,03 Minuten unter dem Bundesdurchschnitt und auch deutlich unter dem Vorjahreswert (1,52 Minuten). 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 47: Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2020 (in min/Jahr)

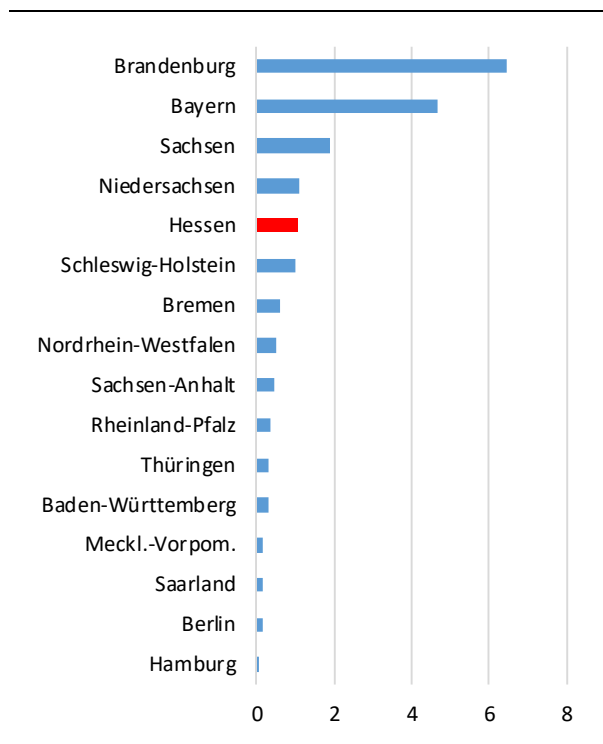


\* Wert für 2014 ohne Unfall an der Erdgasleitung Rhein-Main (ERM), da keine Auswirkungen auf Tarifkunden gegeben waren. Mit Berücksichtigung des ERM-Unfalls beträgt der SAIDI-Wert für 2014 etwa 16,8 Minuten.

Quelle: BNetzA 2021.

In Abbildung 48 sind die SAIDI-Werte für die Bundesländer im Jahr 2020 dargestellt. Weit überdurchschnittliche SAIDI-Werte wiesen Brandenburg (6,46 Minuten) und Bayern (4,69 Minuten) auf. In neun Bundesländern lag der Wert unter 0,5 Minuten. Zu beachten ist bei der Betrachtung nach Bundesländern, dass die ausgewiesenen 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 zugerechnet, in dem der Netzbetreiber seinen Firmensitz hat.

**Abbildung 48: Entwicklung des SAIDI-Wertes für Bundesländer 2020 (in min/Jahr)**



Quelle: BNetzA 2021.

### Erdgasspeicher

Rund 95 Prozent des Erdgasverbrauchs werden durch Erdgasimporte gedeckt, bei deren Lagerung Untertage-Erdgasspeicher eine wichtige Rolle spielen (AGEB 2021). Sie dienen dem Ausgleich von Bereitstellungs- und Verbrauchsschwankungen und der Gewährleistung der Versorgungssicherheit. Der Ausgleich tageszeitlicher Schwankungen erfolgt durch Porenspeicher, der Ausgleich jahreszeitlicher temperaturabhängiger Verbrauchsspitzen durch Kavernenspeicher.

Das derzeit deutschlandweit technisch nutzbare maximale Arbeitsgasvolumen liegt gemäß den letzten verfügbaren Angaben des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) vom 31. Dezember 2019 bei 23,9 Mrd. m<sup>3</sup>, davon 15,3 Mrd. m<sup>3</sup> in Kavernenspeichern und 8,6 Mrd. m<sup>3</sup> in Porenspeichern. Kavernenspeicher gibt es an 31 Standorten mit insgesamt 271 Einzelspeichern, davon drei im hessischen Reckrod mit einem Arbeitsgasvolumen von insgesamt 110 Mio. m<sup>3</sup>. Die größten Kavernenspeicher befinden sich in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen.

Darüber hinaus sind bundesweit insgesamt 16 Erdgas-Porenspeicher in Betrieb, davon drei in Hessen, nämlich ein Porenspeicher am Standort Hähnlein (80 Mio. m<sup>3</sup>) und zwei in Stockstadt (135 Mio. m<sup>3</sup>). Der mit Abstand größte Porenspeicher mit einem Arbeitsgasvolumen von 3.900 Mio. m<sup>3</sup> befindet sich in Niedersachsen. (LBEG 2020).

### 7.6 Fernwärmenetze

Unter Fernwärme versteht man die Belieferung von Gebäuden mit Wärme von einem Kraft- oder Heizwerk. Der Transport der erzeugten Wärme erfolgt durch ein Rohrsystem. Fernwärmekunden brauchen daher zuhause keine eigene Heizanlage. Als Brennstoffe kommen bislang vor allem Erdgas sowie Steinkohle zum Einsatz. Die für die Reduktion der Treibhausgasemissionen notwendige Dekarbonisierung betrifft auch die Erzeugung von Fernwärme. Fernwärme wird zunehmend auf Basis erneuerbarer Energien erzeugt werden müssen, um die Klimaziele zu erreichen. Studien zu aktuellen Energiewendeszenarien für Deutschland zeigen zudem, dass der Anteil der Fernwärme am gesamten Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser bis 2050 ansteigt (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020, Hamburg Institut, Prognos 2020, IREES, ifeu, ISI, Prognos AG 2020). Dies erfordert einen Aus- und Umbau der Fernwärmenetze auf Basis größerer Anteile von klimaneutraler Wärme aus Großwärmepumpen, Abwärme, Power-to-Heat, Solarthermie und Geothermie (HIC/FfE 2021).

In Tabelle 17 sind für Hessen Angaben zur Entwicklung der Fernwärmenetze Wasser und Dampf im Zeitraum von 2012 bis 2019 dargestellt (AGFW 2020). Die Fernwärmenetze hatten Ende 2019 insgesamt eine Trassenlänge von knapp 1.145 Kilometern. Dies waren 56 Kilometer weniger als im Vorjahr. Dieser Rückgang war auf das Wassernetz zurückzuführen, dessen Trassenlänge sich von 1.142 Kilometern im Jahr 2018 auf 1.096 Kilometer reduzierte. Auch die Werte der weiteren dargestellten Merkmale des Wassernetzes – Zahl der Hausübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe – sind im Vorjahresvergleich zurückgegangen. Die Rückgänge resultieren daraus, dass zwei Unternehmen, die für das Land Hessen im Jahr 2018 gemeldet haben, sich nicht an der Berichterstattung 2019 beteiligt haben.

Langfristig ist ein deutlicher Ausbau der Fernwärmenetze festzustellen, wie die ebenfalls dargestellte Entwicklung von 2012 bis 2019 zeigt.

**Tabelle 17: Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2019**

Netzdaten und Leistung	2012	2015	2018	2019	Veränderung 2012-2019	Veränderung 2018-2019
<b>Trassenlänge (in km)</b>						
Insgesamt	961,2	1.134,2	1.190,9	1.144,9	19,1%	-3,9%
Wassernetz	915,0	1.086,0	1.142,0	1.096,0	19,8%	-4,0%
Dampfnetz	46,2	48,2	48,9	48,9	5,8%	0,0%
<b>Hausübergabestationen (Anzahl)</b>						
Insgesamt	17.300	20.662	20.931	18.367	6,2%	-12,2%
Wassernetz	16.947	20.315	20.576	17.998	6,2%	-12,5%
Dampfnetz	353	347	355	369	4,5%	3,9%
<b>Leistung (in MW)</b>						
Insgesamt	2.540,6	3.142,9	3.332,6	3.270,2	28,7%	-1,9%
Wassernetz	2.027,0	2.620,0	2.813,0	2.759,0	36,1%	-1,9%
Dampfnetz	513,6	522,9	519,6	511,2	-0,5%	-1,6%
<b>Nutzbare Wärmeabgabe (in TJ)</b>						
Insgesamt	13.611	15.224	15.754	15.718	15,5%	-0,2%
Wassernetz	10.883	12.023	12.396	12.283	12,9%	-0,9%
Dampfnetz	2.728	3.201	3.358	3.435	25,9%	2,3%

Quelle: AGFW 2020.

### Smart Grid LAB Hessen

In Rödermark entsteht beim Ingenieurbüro Pfeffer das Labor Smart Grid LAB Hessen. Hier wird die elektrische Energieversorgung und -verteilung der Zukunft untersucht. Das zukünftige Stromnetz wird durch zunehmend dezentrale Energieerzeugung, neue Lasten aus dem Mobilitäts- und Wärmesektor und durch eine verstärkte Digitalisierung geprägt.

In diesem mit EFRE-Mitteln geförderten Forschungsverbund arbeiten das Ingenieurbüro Pfeffer, JEAN MÜLLER, QGroup, Tractebel und House of Energy unter der Leitung der Hochschule Darmstadt zusammen. Ziel ist es, Lösungen für Verteilnetzbetreiber zu erarbeiten, um den Herausforderungen der Energiewende gerecht zu werden.

Dafür werden das Datenmanagement und die Kommunikation zwischen Messgeräten und Reglern unterschiedlicher Hersteller, auch unter dem Aspekt der IT-Sicherheit, untersucht.

Neue Regelverfahren zur Optimierung und Stabilisierung des Stromnetzes von morgen werden entwickelt und im Labor unter Betriebsbedingungen geprüft. Daraus wird ein Leitfaden für den Einsatz von Smart Grids in der Energieverteilung der Zukunft zusammengefasst.





Verkehr und Elektromobilität





## 8 Verkehr und Elektromobilität

Durch den internationalen Flughafen Frankfurt am Main, der vor der Corona-Pandemie mit jährlich rund 70 Mio. Passagieren und mehr als 2 Mio. Tonnen Fracht zu den größten Passagier- und Frachtflughäfen der Welt zählte, prägt der Verkehrssektor die hessische Energiebilanz deutlich stärker, als dies in allen anderen Bundesländern der Fall ist. Das Bild der Nord-Landebahn, die monatelang als riesiger Parkplatz für Flugzeuge verwendet wurde, symbolisiert das Ausmaß der Corona-Pandemie für die hessische Wirtschaft daher sehr treffend: Im Jahr 2020 wurden knapp 18,8 Mio. Passagiere befördert, ein Rückgang gegenüber dem Vorjahr von 73,4 Prozent (Fraport 2021). Die Zahl der Flugzeugbewegungen sank von 514.000 auf 212.000 (-58,7 %). Im Vergleich dazu fiel der Rückgang bei der Luftfracht von 2,04 Mio. Tonnen auf 1,95 Mio. Tonnen (-8,3 %) relativ gering aus.

In Kapitel 8.1 wird u. a. gezeigt, welche Effekte sich aus dem coronabedingten Einbruch für den Endenergieverbrauch des Verkehrssektors ergaben. In Kapitel 8.2 steht die dynamische Entwicklung der Elektromobilität im Jahr 2020 im Fokus.

### 8.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Einhergehend mit der dramatischen Verbreitung des Corona-Virus wurden weltweit Maßnahmen ergriffen, von denen der Verkehrssektor in besonderem Maße betroffen war. So fand z. B. Reiseverkehr – insbesondere Tourismus- aber auch Geschäftsreisen – fast nicht mehr statt, der internationale Güter- und Dienstleistungshandel wurde stark eingeschränkt, zahlreiche Unternehmen stiegen auf Homeoffice um und generell kam das öffentliche Leben durch das Pandemiegeschehen weitgehend zum Erliegen. Dies führte in Hessen zu einem bisher beispiellosen Rückgang des Endenergieverbrauchs (EEV) im Verkehrssektor. Das IE-Leipzig schätzt für das Jahr 2020 einen EEV des Verkehrssektors in Höhe von 272,7 PJ, ein Rückgang um 119 PJ bzw. 30,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr (siehe Abbildung 49).<sup>24</sup> Dadurch sank der Anteil des Verkehrs am gesamten hessischen EEV im Jahr 2020 auf 40,4 Prozent, im Jahr davor lag er bei

48,3 Prozent. Innerhalb des Verkehrssektors konzentriert sich der Rückgang auf den Luftverkehr, der 106 PJ bzw. 52,9 % weniger Energie verbrauchte als ein Jahr zuvor. Obwohl der weitaus größte Teil des am Flughafen Frankfurt 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>25</sup>

Im Vergleich zum Luftverkehr fällt der Rückgang im Straßenverkehr mit 12 PJ bzw. 6,5 Prozent gering aus. Noch deutlich niedriger sind die absoluten Veränderungen im Schienenverkehr und in der Binnenschifffahrt mit -0,6 PJ und -0,1 PJ.

Durch diese unterschiedlichen Betroffenheiten hat sich die anteilmäßige Zusammensetzung der einzelnen Verkehrsträger deutlich verändert: Fast zwei Drittel (64 %) des gesamten Energieverbrauchs des Verkehrssektors entfielen 2020 auf den Straßenverkehr und gut ein Drittel (35 %) auf den Luftverkehr. Ein Jahr zuvor prägte der Luftverkehr noch zu 51 Prozent deutlich vor dem Straßenverkehr (47 %) das Bild. Die verbleibenden 1,8 Prozent am EEV verteilen sich auf Schienenverkehr (1,6 %) und Binnenschifffahrt (0,2 %).

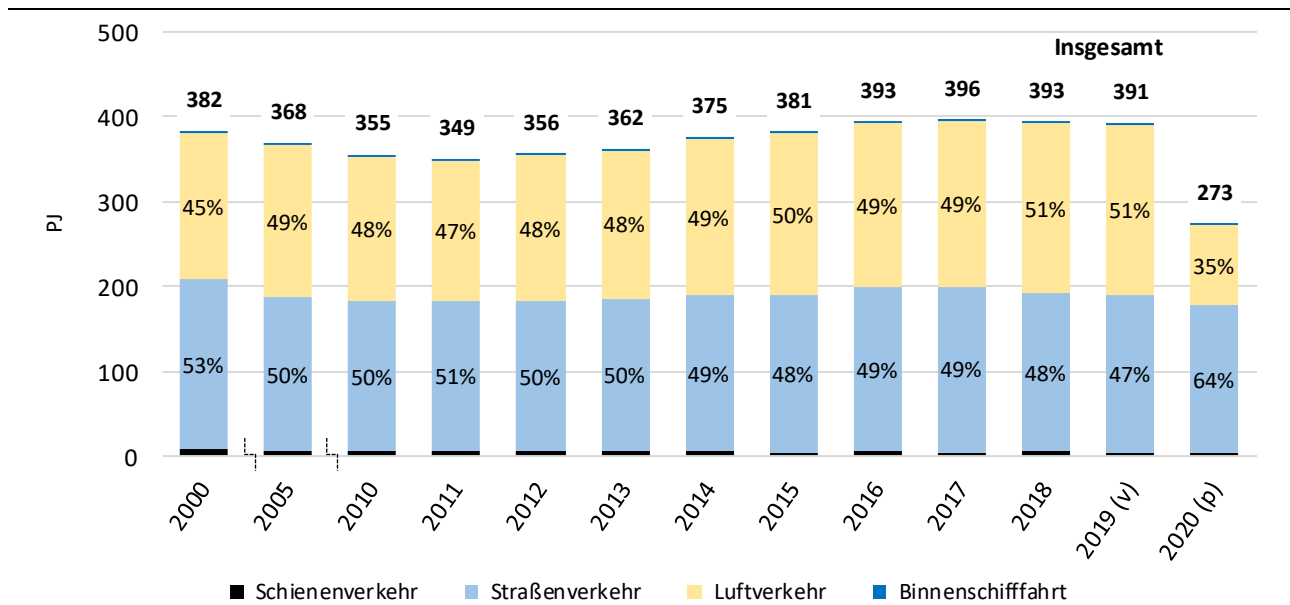
Die hohe Bedeutung des Luft- und Straßenverkehrs spiegelt sich auch in der Zusammensetzung des EEV nach Energieträgern wider (siehe Abbildung 50). So ist der Mineralölverbrauch 2020 um insgesamt 121 PJ zurückgegangen. Leicht rückläufig war zudem der Stromverbrauch (-0,5 PJ). Demgegenüber wurden 2,3 PJ mehr erneuerbare Energien verbraucht – insbesondere wegen höherer Beimischungen von Biodiesel (siehe dazu auch die Erläuterungen in Kapitel 4.2).

Von 2011 bis 2017 hat der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors kontinuierlich zugenommen. Infolge der nachlassenden wirtschaftlichen Entwicklung ging der EEV danach bereits bis 2019 leicht zurück, bevor er im Jahr 2020 durch die Auswirkungen der Corona-Pandemie massiv eingebrochen ist.

<sup>24</sup> Statistisch erfasster Energieverbrauch für die unmittelbare Erstellung von Transportleistungen aller Verkehrsträger (Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr, Schifffahrt) ohne mittelbaren Energieverbrauch z. B. für Heizung und Beleuchtung sowie ohne Kraftstoffverbrauch in der Landwirtschaft.

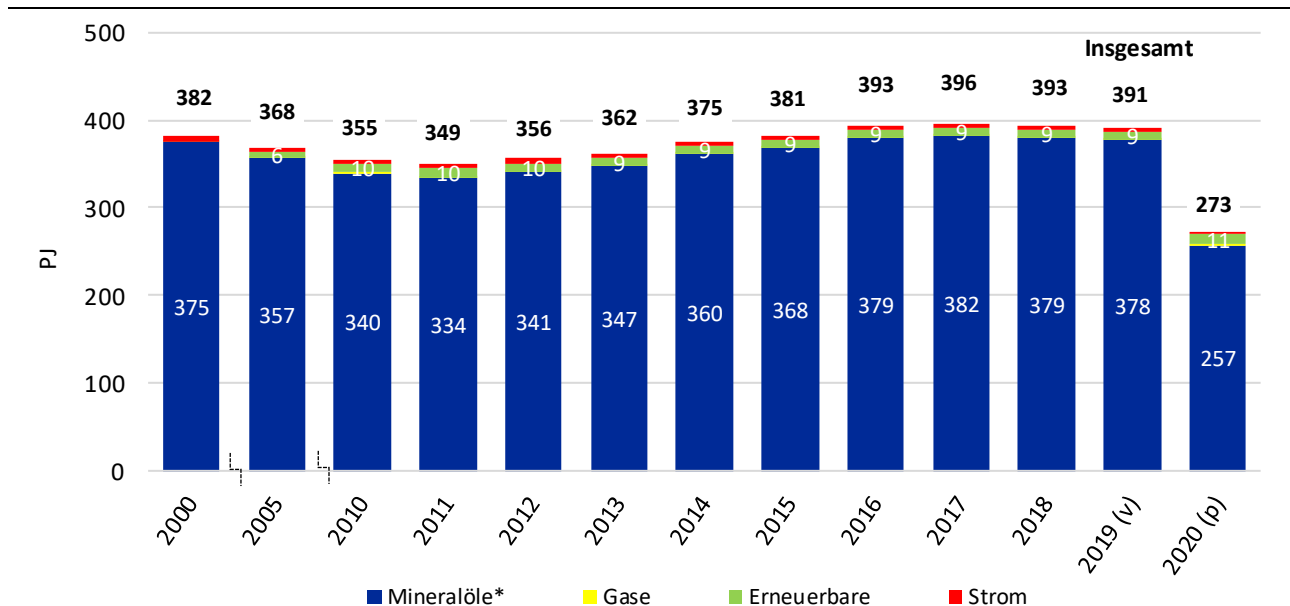
<sup>25</sup> Davon abweichend erfolgt die Erstellung der Emissionsbilanz nach dem sogenannten Territorialprinzip. Hier werden die Verkehrsleistungen über dem Territorium eines Landes, auch bei grenzüberschreitenden Flügen, nur bis zur Landesgrenze berücksichtigt (Umweltbundesamt 2001, S. 18).

**Abbildung 49: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2020**  
(in PJ, Anteilswerte in %)



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

**Abbildung 50: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2020**  
(in PJ)



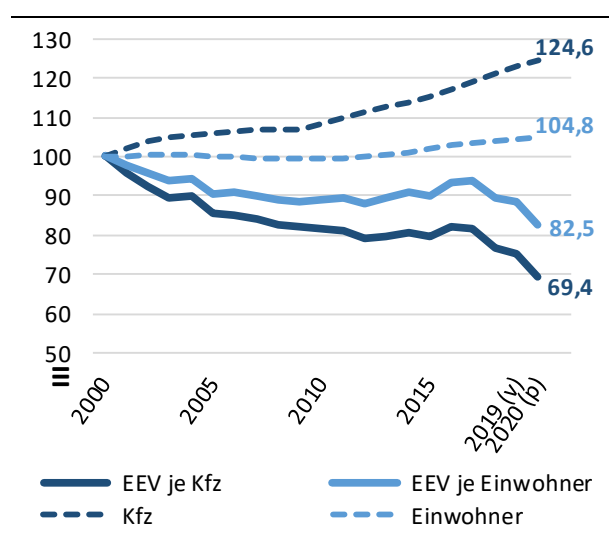
\* einschl. Flüssiggas

Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

### Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

In Abbildung 51 werden die Entwicklungen der Anzahl der Kraftfahrzeuge und der Einwohnerinnen und Einwohner sowie der spezifische EEV des Straßenverkehrs, bezogen zum einen auf die Einwohnerzahl und zum anderen auf den Kraftfahrzeugbestand, aufgezeigt.<sup>26</sup> Um dies direkt miteinander vergleichbar zu machen, werden die Zeitreihen als Indexentwicklungen mit dem Basisjahr 2000 = 100 dargestellt.

**Abbildung 51: Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor, Anzahl der Kraftfahrzeuge und der Einwohnerinnen und Einwohner (Index 2000 = 100)**



Quelle: HSL 2021a, IE-Leipzig 2021, Berechnungen der Hessen Agentur; 2019 (v) = vorläufig, 2020 (p) = Prognose.

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass sowohl die Einwohnerzahl seit 2000 um 4,8 Prozent gestiegen ist als auch die Zahl der Kraftfahrzeuge sich im gleichen Zeitraum sogar um fast 25 Prozent erhöht hat. Die jeweiligen spezifischen Energieverbräuche waren jedoch rückläufig, coronabedingt besonders stark im Jahr 2020. So sank der Pro-Kopf-Energieverbrauch des Straßenverkehrs von 9,3 MWh im Jahr 2000 auf 7,7 MWh im Jahr 2020, was einem Rückgang von 17,5 Prozent entspricht. Der Kfz-spezifische Energieverbrauch war mit einem Rückgang von knapp 15,5 MWh im Jahr 2000 auf 10,7 MWh sogar noch stärker rückläufig (-30,6 %).

Abgesehen vom Corona-Effekt hat sich der Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs im Wesentlichen bereits bis zum Jahr 2005 vollzogen. Demgegenüber war der Kfz-spezifische Verbrauch bis zum Jahr 2012 rückläufig. Seit 2005 bzw. 2012 bewegen sich beide Indikatoren seitwärts, wobei es z. B. durch Änderungen bei den Treibstoffkosten zu temporären Schwankungen gekommen ist. So dürften sich z. B. die niedrigen Benzin- und Dieselpreise sowie die konjunkturbedingte hohe Nachfrage im Straßengüterverkehrsgewerbe insbesondere im Jahr 2016 in Verbrauchserhöhungen niedergeschlagen haben. Die bis 2019 insgesamt nicht weiter rückläufigen spezifischen Kraftstoffverbräuche je Fahrzeug bzw. pro Kopf könnten darauf zurückzuführen sein, dass durch neue Motortechnologien erzielte Effizienzgewinne durch größere und damit schwerere Fahrzeuge mit einem durchschnittlich höheren Verbrauch überkompensiert wurden. Effekte dieser Art werden in der Literatur als Rebound-Effekte bezeichnet (siehe dazu den folgenden Kasten).

### 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 werden wiederum die Einsparungen an Energie und Ressourcen, die durch die höhere Effizienz erzielt werden könnten, 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:

<sup>26</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. Deshalb 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.

**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 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.

### **Fahrleistung mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen im Jahr 2020**

Nicht nur der Luftverkehr, auch 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, werden im Folgenden ersatzweise die vom Bundesamt für Güterverkehr (BAG) veröffentlichten Mautdaten herangezogen.<sup>27</sup> Diese Daten liegen seit April 2017 im monatlichen Turnus für jeden für Lastkraftwagen (LKW) mautpflichtigen Straßenabschnitt vor. Mit diesen Informationen konnte im Monitoringbericht 2019 die Belastung der hessischen Autobahnen durch den LKW-Verkehr erstmals für das Jahr 2018 dargestellt werden.

In Tabelle 18 sind für alle Autobahnen in Hessen die Fahrleistungen im Jahr 2020 zusammengestellt. Insgesamt erstreckt sich das Autobahnnetz in Hessen auf genau 1.000 Kilometer Gesamtlänge. Dies entspricht 7,6 Prozent der gesamten Autobahnstrecken in Deutschland, die sich auf knapp 13.200 Kilometer addieren. Im Jahr 2020 wurde von mautpflichtigen LKW in Hessen eine Fahrleistung von insgesamt knapp 2,9 Mrd. Kilometer zurückgelegt. Das ist ein Rückgang gegenüber dem Vorjahr von über 115 Mio. Kilometern bzw. 3,8 Prozent. Die deutschlandweit auf Autobahnen insgesamt zurückgelegte Fahrleistung beziffert sich auf gut 32,5 Mrd. Kilometer, 463 Mio. Kilometer (-1,4 %) weniger als im Vorjahr. Dies deutet darauf hin, dass der Straßengüterverkehr in Hessen etwas stärker von den Auswirkungen der Corona-Krise betroffen war als im Bundesdurchschnitt. Dadurch sank der Anteil der Fahrleistungen von

LKW von Hessen an Deutschland leicht auf 8,9 Prozent, nachdem dieser 2018 und 2019 noch bei 9,1 Prozent lag.

Je Autobahnkilometer errechnen sich im Jahr 2020 für Hessen knapp 2,9 Mio. und für Deutschland knapp 2,5 Mio. erfasste LKW-Bewegungen. Dies entspricht einer relativen Abnahme gegenüber dem Vorjahr von ebenfalls 3,8 Prozent in Hessen und 1,3 Prozent in Deutschland.

Die Bundesautobahn A5 ist mit insgesamt 178 Kilometern die längste durch Hessen verlaufende Autobahn, gefolgt von der A66 mit 127 Kilometern, der A7 mit 125 und der A45 mit 121 Kilometern. Die mit knapp 675 Mio. gefahrenen Kilometern größte Fahrleistung von mautpflichtigen LKW wurde im Jahr 2020 auf der A5 zurückgelegt, gefolgt von der A7 mit 521 Mio. Kilometern und der A3 mit 517 Mio. Kilometern. In der letzten Spalte von Tabelle 18 wurde eine Gewichtung der Fahrleistungen mit der Länge der Autobahn vorgenommen. Dabei zeigt sich, dass die A3 im Jahr 2020 das mit Abstand höchste LKW-Aufkommen mit fast 4,9 Mio. LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer hatte. Es folgen die A7 mit 4,2 Mio. und die A5 mit 3,8 Mio. LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer.

Die niedrigsten LKW-Belastungen auf Autobahnen in Hessen haben die A648 und A672 mit 299.334 bzw. 334.135 LKW-Bewegungen je Autobahnkilometer. Beide Autobahnen haben vor allem Zubringer- und Verbindungsfunktionen. Die A672 ist mit 2 Kilometern Gesamtlänge zudem die kürzeste Autobahn Deutschlands.

<sup>27</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.

**Tabelle 18: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen 2020**

Autobahn	Länge der Autobahn in km in Hessen	Fahrleistung in 1.000 km	Fahrleistung je Autobahnkilometer
A3	106	517.111	4.880.713
A38	5	10.285	2.058.696
A4	49	154.151	3.139.540
A44	61	194.620	3.200.981
A45	121	322.598	2.656.223
A480	20	21.492	1.053.528
A485	18	17.502	951.168
A49	46	38.871	854.302
A5	178	674.457	3.795.482
A6	11	32.627	2.926.231
A60	11	29.857	2.790.396
A643	3	1.902	667.519
A648	5	1.407	299.334
A659	5	3.311	668.867
A66	127	151.289	1.193.130
A661	39	33.791	875.424
A67	58	163.566	2.805.590
A671	11	8.993	802.971
A672	2	668	334.135
A7	125	521.367	4.186.005
<b>Hessen insgesamt</b>	<b>1.000</b>	<b>2.899.867</b>	<b>Ø: 2.899.589</b>
<b>Deutschland insgesamt</b>	<b>13.171</b>	<b>32.542.801</b>	<b>Ø: 2.470.754</b>
<b>Hessen in Bezug auf Deutschland</b>	<b>7,6%</b>	<b>8,9%</b>	<b>117,4%</b>

Quelle: BAG 2021, BASt 2021, Auswertung der Hessen Agentur.

Tabelle 19 zeigt die im Jahr 2020 von mautpflichtigen LKW insgesamt auf hessischen Autobahnen zurückgelegte Fahrleistung von 2,9 Mrd. Kilometern differenziert nach Schadstoffklassen (siehe Glossar) und nach Größe der LKW bzw. nach Anzahl der Achsen. Fast 99 Prozent aller mautpflichtigen LKW entfallen auf schadstoffarme LKW, die die höchsten Kategorien A (davon S6 mit 87 %) und B (davon S5 mit 10 % und EEV1 mit 2 %) umfassen. Im Vergleich zum Vorjahr ist abermals der Anteilswert der höchsten Kategorie S6 deutlich von 81 auf 87 Prozent angestiegen. Bereits 2019 war für diese Klasse ein hoher Zuwachs von 74 Prozent im Jahr 2018 auf 81 Prozent zu verzeichnen. Auf große LKW mit fünf und mehr Achsen entfallen 83 Prozent der gesamten in Hessen erfassten Fahrleistung.

Im Vorjahresvergleich (85 %) ist der Anteilswert 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 unverändert bei 4 bzw. 6 Prozent.



**Tabelle 19: Fahrleistungen mautpflichtiger LKW nach Schadstoffklasse und Achsklasse 2020**  
(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	273	120	187	144	724
E	S2	643	280	329	309	1.562
D	S3 oder S2 kombiniert mit PMK1/2/3/4*	3.301	1.564	2.215	5.022	12.103
C	S4 oder S3 kombiniert mit PMK2/3/4*	7.747	2.003	3.908	9.218	22.876
B	S5	31.812	19.467	23.909	205.368	280.557
B	EEV1**	4.106	3.535	3.303	60.114	71.058
A	S6	99.227	76.333	127.622	2.207.805	2.510.987
	<b>Gesamt</b>	<b>147.110</b>	<b>103.303</b>	<b>161.474</b>	<b>2.487.979</b>	<b>2.899.867</b>
	Anteil	5%	4%	6%	86%	100%

\* PMK: Partikelminderungsklassen

\*\* EEV1: Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

Quelle: BAG 2021, BASt 2021, Auswertung der Hessen Agentur.

## 8.2 Elektromobilität

Nach vorläufigen Ergebnissen des HSL wurden in Hessen im Jahr 2019 durch den Verkehr 13,8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt. Das waren über 40 Prozent des gesamten hessischen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes (siehe Abbildung 57 in Kapitel 9). Darin ist das am Flughafen Frankfurt vertankte Kerosin zum größten Teil nicht enthalten, da bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung gemäß internationalen Konventionen nur die über Hessen stattfindenden Emissionen berücksichtigt werden. Zum Erreichen der Klimaziele ist die Dekarbonisierung des Verkehrssektors von zentraler Bedeutung. Emissionsfreie, erneuerbare Energien können im Verkehrssektor sowohl direkt in Form erneuerbar erzeugten Stroms und erneuerbar erzeugter Biokraftstoffe als auch indirekt zur Herstellung synthetisch erzeugter Kraftstoffe wie Wasserstoff, Erdgas oder auch Kerosin durch Elektrolyse eingesetzt werden.

Eine deutliche Zunahme der Elektromobilität und der Aufbau der Infrastruktur zur Herstellung erneuerbar erzeugter synthetischer Kraftstoffe ist ein wichtiges Ziel der Bundesregierung und 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. Unterstützt wird dies durch Fördermaßnahmen der Landesregierung zur Förderung von Wasserstofftechnologien und der Elektromobilität in Hessen (siehe Kapitel 11, insbesondere die Maßnahmen 66 bis 71).

Aber auch immer mehr Automobilhersteller wollen mit dem Zeithorizont 2030 bis spätestens 2035 die Produktion von Fahrzeugen mit fossilen Verbrennungsmotoren vollständig einstellen (Autobild 2021).

### Pkw-Bestand in Hessen nach ausgewählten Antriebsarten

In Hessen waren zu Beginn des Jahres 2021 insgesamt gut 3,77 Mio. Pkw zugelassen (siehe Tabelle 20). Dies waren 17.705 Pkw bzw. 0,5 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Die einzelnen Antriebsarten haben dabei sehr unterschiedlich zu diesem Zuwachs beigetragen. Während der Bestand an Diesel-Pkw bereits das dritte Jahr in Folge rückläufig war und zuletzt um fast 22.000 Pkw (-1,8 %) gesunken ist, verringerte sich erstmals auch der Bestand an Benzinern um rund 14.000 (-0,6 %). Zudem setzte sich auch der rückläufige Trend gasbetriebener weiter fort (-1.526 bzw. -4,8 %). Dieser Abnahme in Höhe von insgesamt rund 37.300 Pkw steht eine deutliche Zunahme der Pkw mit Elektroantrieb in Höhe von rund 55.000 Fahrzeugen gegenüber. Der Bestand rein strombetriebener Pkw hat sich damit weit mehr als verdoppelt und stieg um 13.630 (+127,7 %) auf 24.147 zum Jahresbeginn 2021. Aber auch die Zahl der Hybridantriebe mit Strom konnte sich fast verdoppeln und erhöhte sich um 41.369 (+85,7 %) auf 89.614 Pkw.

Nach Antriebsarten differenziert dominieren jedoch nach wie vor Benzinern (65 %) und Diesel (31 %) den Pkw-Bestand mit zusammen 96,2 Prozent. Die restlichen 3,8 Prozent verteilen sich auf gasbetriebene Pkw (0,8 %),

Hybridfahrzeuge (2,4 %) und rein strombetriebene Pkw (0,6 %).

Ein wichtiger Grund für die starke Zunahme der Elektromobilität dürften die Kaufanreize der Bundesregierung für Pkw mit Elektroantrieb sein, wodurch der Absatz von Elektrofahrzeugen eine hohe Dynamik entwickelt hat.<sup>28</sup> Bis zum 1. Juni 2021 wurden beim BAFA bundesweit 359.446 Anträge für den Umweltbonus beim Kauf eines reinen Batterieelektrofahrzeugs, 282.083 Anträge für

Plug-in-Hybride und 198 Anträge für Brennstoffzellenfahrzeuge eingereicht, dies sind insgesamt 641.727 Förderanträge (BAFA 2021b). Auf Hessen entfallen 51.654 bzw. 8,0 Prozent der Anträge, davon wiederum 26.197 Anträge für reine Batterieelektrofahrzeuge, 25.444 für Plug-in-Hybride und 13 Anträge für Brennstoffzellenfahrzeuge (siehe Tabelle 21). Im Vorjahresvergleich haben sich die Antragszahlen für reine Batteriefahrzeuge fast verdreifacht und für Plug-in-Hybride sogar fast vervierfacht. Mit 13 Anträgen führen Brennstoffzellenfahrzeuge hingegen ein Nischendasein.

**Tabelle 20: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2021 sowie im Vorjahresvergleich**

Antriebsart	2010		2021		Veränderung 2010-2021		Veränderung 2020-2021	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
<b>Insgesamt</b>	<b>3.279.051</b>		<b>3.772.207</b>		<b>493.156</b>	<b>15,0%</b>	<b>17.705</b>	<b>0,5%</b>
darunter:								
Benzin	2.357.597	71,9%	2.462.109	65,3%	104.512	4,4%	-13.997	-0,6%
Diesel	888.535	27,1%	1.164.989	30,9%	276.454	31,1%	-21.776	-1,8%
Gas	30.071	0,92%	30.457	0,81%	386	1,3%	-1.526	-4,8%
<b>Elektro</b>	<b>153</b>	<b>0,005%</b>	<b>24.300</b>	<b>0,64%</b>	<b>24.147</b>	<b>x</b>	<b>13.630</b>	<b>127,7%</b>
Hybrid	2.598	0,08%	89.614	2,38%	87.016	x	41.369	85,7%

x = keine Angabe, weil Aussage nicht sinnvoll

Quelle: KBA 2021, Angaben jeweils zum 1. Januar eines Jahres.

**Tabelle 21: Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen**

Antriebsart	2018	2019	2020	2021	Veränderung 2020-2021		Anteil an Deutschland 2021
	absolut					in %	in %
Reine Batterieelektrofahrzeuge	2.714	5.706	9.376	26.197	16.821	179,4%	7,3%
Plug-in-Hybride	2.419	3.809	6.630	25.444	18.814	283,8%	9,0%
Brennstoffzellenfahrzeuge	1	2	7	13	6	85,7%	6,6%
<b>Insgesamt</b>	<b>5.134</b>	<b>9.517</b>	<b>16.013</b>	<b>51.654</b>	<b>35.641</b>	<b>222,6%</b>	<b>8,0%</b>

Quelle: BAFA 2021b, Angaben jeweils zum 31. Mai eines Jahres.

<sup>28</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 er sich von 2.500 auf 5.000 und für Plug-in-Hybridfahrzeuge von 1.875 auf 3.750 Euro. Die Anträge werden vom BAFA bearbeitet.

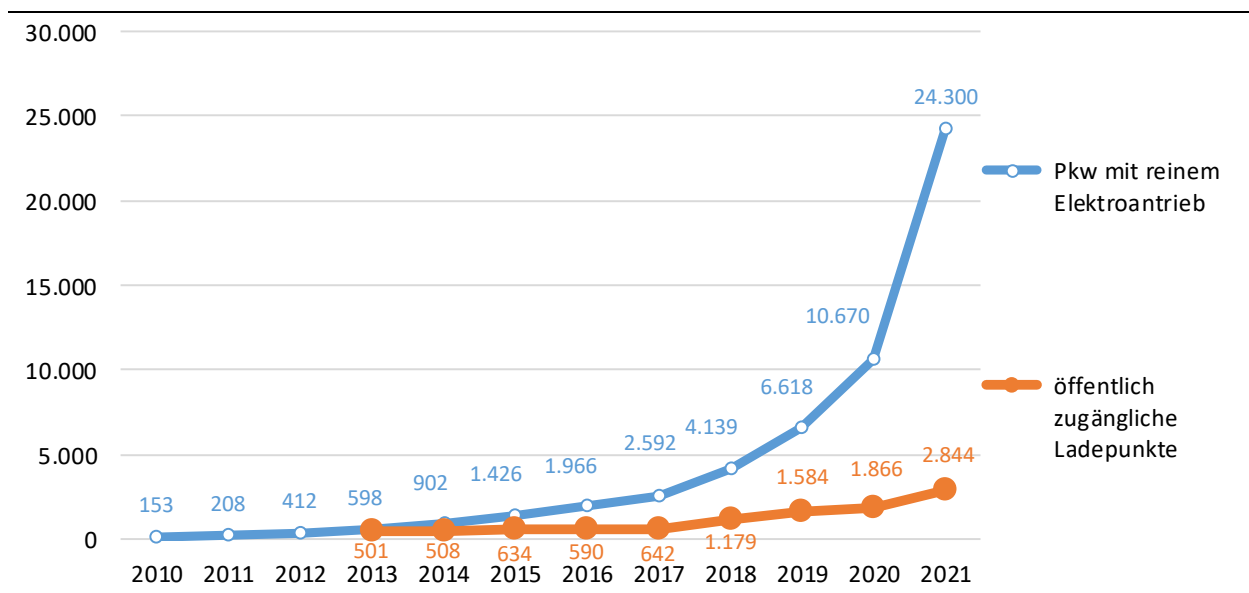
## Ladepunkte für Elektrofahrzeuge

Abbildung 52 zeigt die zeitliche Entwicklung der Anzahl von Pkw mit reinem Elektroantrieb seit dem Jahr 2010. Gut ersichtlich wird die hohe Dynamik der Zulassungszahlen in 2020/2021. Aber auch die Entwicklung der Anzahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, die seit 2013 dargestellt werden kann, hat sich deutlich beschleunigt. Demnach gab es in Hessen zum Stichtag 30. April 2021 nach den Erhebungsergebnissen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) insgesamt 2.844 öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge.<sup>29</sup> Gegenüber der letz-

ten Erhebung zum 30. April 2020 bedeutet dies eine Zunahme um 978 Ladepunkte bzw. 52 Prozent. Rein privat zugängliche Ladepunkte sind in dieser Zahl nicht berücksichtigt.

Zum Stichtag 30. April 2021 entfielen in Hessen somit auf je 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner 452 öffentlich zugängliche Ladepunkte. Damit belegt Hessen unter den Flächenländern Position 3 hinter Bayern (641) und Baden-Württemberg (640). Spitzenreiter ist der Stadtstaat Hamburg mit 657 Ladepunkten je 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner.

**Abbildung 52: Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2021**



Quelle: KBA 2021 (Stand: 01.01.2021), BDEW 2021c (Stand: 30.04.2021).

## Elektromobilität regional

Das Kraftfahrtbundesamt veröffentlicht die Bestandszahlen von reinen Elektro-Pkw und von Pkw mit Hybridantrieb auf der regionalen Ebene von Landkreisen und kreisfreien Städten.

Ebenfalls auf Kreisebene werden erstmals für das Jahr 2020 von der KfW Angaben zur Anzahl geförderter privater Ladestationen zur Verfügung gestellt. Regionale Angaben zu öffentlich zugänglichen Ladestationen werden von der Bundesnetzagentur zusammengestellt.

<sup>29</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.

Da diese Daten auf freiwilligen Angaben der Unternehmen basieren, ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Ladepunkte tendenziell leicht untererfasst wird.<sup>30</sup>

Aus diesen Daten lässt sich ein breites Bild zum aktuellen Stand der Elektromobilität in den hessischen Regionen gewinnen (siehe Tabelle 22).

**Tabelle 22: Bestand an Elektro- und Hybrid-Pkw, öffentlichen und privaten Ladesäulen in den hessischen Regionen**

	Pkw-Bestand			Ladepunkte je 1.000 E-Pkw		
	hybrid	rein elektrisch	zusammen	privat	öffentlich normal	schnell
Darmstadt, Wissenschaftsstadt	2.225	708	2.933	63,8	33,1	2,7
Frankfurt am Main, Stadt	14.491	2.304	16.795	22,7	15,1	1,5
Offenbach am Main, Stadt	1.845	415	2.260	28,3	5,3	2,2
Wiesbaden, Landeshauptstadt	5.388	2.276	7.664	36,7	20,1	2,1
Bergstraße	3.683	1.124	4.807	121,7	19,8	5,8
Darmstadt-Dieburg	4.678	1.233	5.911	120,6	23,7	4,1
Groß-Gerau	3.075	1.118	4.193	116,9	21,5	3,8
Hochtaunuskreis	5.336	1.545	6.881	87,3	9,4	0,1
Main-Kinzig-Kreis	5.976	1.238	7.214	106,0	23,7	3,5
Main-Taunus-Kreis	6.764	1.012	7.776	69,4	11,8	0,3
Odenwaldkreis	1.299	334	1.633	120,0	33,1	1,2
Offenbach, Landkreis	5.419	1.103	6.522	99,5	27,8	1,5
Rheingau-Taunus-Kreis	2.525	934	3.459	159,0	19,4	1,7
Wetteraukreis	4.343	1.129	5.472	113,1	24,1	2,2
<b>Reg.-Bez. Darmstadt</b>	<b>67.047</b>	<b>16.473</b>	<b>83.520</b>	<b>79,3</b>	<b>19,2</b>	<b>2,2</b>
Gießen, Landkreis	3.376	975	4.351	103,9	11,0	7,6
Lahn-Dill-Kreis	2.597	711	3.308	150,8	12,1	7,3
Limburg-Weilburg	2.206	677	2.883	164,8	23,2	10,1
Marburg-Biedenkopf	2.131	819	2.950	115,3	18,3	1,0
Vogelsbergkreis	1.076	308	1.384	146,7	45,5	13,0
<b>Reg.-Bez. Gießen</b>	<b>11.386</b>	<b>3.490</b>	<b>14.876</b>	<b>132,4</b>	<b>18,3</b>	<b>7,2</b>
Kassel, documenta-Stadt	2.066	656	2.722	124,5	12,1	5,9
Fulda	2.232	785	3.017	230,0	38,8	9,6
Hersfeld-Rotenburg	831	325	1.156	236,2	30,3	12,1
Kassel, Landkreis	2.401	984	3.385	306,9	49,9	7,7
Schwalm-Eder-Kreis	1.689	703	2.392	294,7	26,3	4,6
Waldeck-Frankenberg	1.276	616	1.892	192,4	37,5	2,6
Werra-Meißner-Kreis	686	268	954	218,0	28,3	12,6
<b>Reg.-Bez. Kassel</b>	<b>11.181</b>	<b>4.337</b>	<b>15.518</b>	<b>233,4</b>	<b>33,2</b>	<b>7,3</b>
<b>Hessen</b>	<b>89.614</b>	<b>24.300</b>	<b>113.914</b>	<b>107,2</b>	<b>21,0</b>	<b>3,5</b>

Quelle: KBA 2021 (Stand: 01.01.2021), BDEW 2021c (Stand: 30.04.2021), KfW 2021, Zusammenstellung und Berechnungen der Hessen Agentur.

30 Nach der im März 2016 in Kraft getretenen Ladesäulenverordnung sind die Betreiber von öffentlich zugänglichen Normal- und Schnellladepunkten verpflichtet, Aufbau, Wechsel des Betreibers, Außerbetriebnahme und öffentliches 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. März 2016 betrieben wurden. Die BNetzA veröffentlicht seit April 2017 die Ladeeinrichtungen, deren Betreiber einer Veröffentlichung ausdrücklich zugestimmt haben. Zum Stand 1. Juni 2021 waren im Ladesäulenregister der BNetzA für Hessen 2.798 Ladepunkte erfasst, 54 weniger als nach den Angaben des BDEW.

Als E-Pkw zusammengefasst waren in Hessen zum 1. Januar 2021 rund 114.000 hybride oder rein elektrische Pkw angemeldet. Der Großteil davon entfiel mit gut 83.500 Pkw auf den Regierungsbezirk Darmstadt. Die Regierungsbezirke Gießen und Kassel weisen mit rund 14.900 bzw. rund 15.500 Pkw jeweils relativ ähnliche Bestandszahlen auf.

In Tabelle 22 ist auch die relative Versorgung mit privater und öffentlicher Ladeinfrastruktur dargestellt. Demnach ist aktuell die Verfügbarkeit sowohl privater als auch öffentlicher Ladesäulen je 1.000 E-Pkw in Mittel- und insbesondere in Nordhessen vergleichsweise sogar besser ausgebaut als im südhessischen Verdichtungsraum. Den niedrigsten Wert mit 22,7 privaten Ladepunkten je 1.000 E-Pkw weist die Stadt Frankfurt auf, den höchsten der Landkreis Kassel mit 306,9. Der Regierungsbezirk Darmstadt liegt bei diesem Indikator mit dem Durchschnittswert von 79,3 deutlich hinter den Regierungsbezirken Gießen (132,4) und vor allem Kassel (233,4).

Auch bei den öffentlich zugänglichen Normalladepunkten schneidet Nordhessen mit 33,2 je 1.000 E-Pkw im Vergleich zu Südhessen (19,2) besser ab. Den niedrigsten Einzelwert hat hier die Stadt Offenbach mit 5,3 und den höchsten Wert wieder der Landkreis Kassel mit 49,9.

Aktuell gibt es in Hessen rund 400 öffentliche Schnellladepunkte, woraus sich bezogen auf die knapp 114.000 E-Pkw im Landesdurchschnitt ein Wert von 3,5 öffentlichen Schnellladepunkten je 1.000 E-Pkw errechnet. Der entsprechende Wert für Südhessen liegt mit 2,2 Schnellladepunkten je 1.000 E-Pkw auch hier unter dem Landesergebnis, Mittel- und Nordhessen liegen mit 7,2 bzw. 7,3 deutlich höher. Am besten schneidet bei diesem Indikator der Vogelsbergkreis mit 13,0 ab. Der niedrigste Wert von 0,1 entfällt auf den Hochtaunuskreis, in dem es nur eine öffentliche Schnellladestation für insgesamt 6.881 E-Pkw gibt.



# 9

## Entwicklung der Treibhausgasemissionen



## 9 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

### Anmerkung

Zahlen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen für die Bundesländer werden mit einem zwei- (vorläufig) bis dreijährigen (endgültig) Nachlauf in der Regel im vierten Quartal eines Jahres veröffentlicht. Entsprechend werden vom Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) die endgültigen Werte für das Jahr 2018 und die vorläufigen Werte für das Jahr 2019 erst im Dezember 2021 veröffentlicht werden.

Im letzten Jahr hatte das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz das Öko-Institut mit Projektionen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 beauftragt (HMUKLV 2020). Dafür wurde in enger Zusammenarbeit mit dem HSL auch eine Schätzung der Treibhausgasemissionen für das Jahr 2019 vorgenommen. Diese Ergebnisse wurden für den letztjährigen Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen bereitgestellt.

Für die Teilkapitel 9.1 bis 9.3 liegen keine weiteren Ergebnisse zu den Treibhausgasemissionen vor, die über den letztjährigen Berichtsstand hinausgehen. Für 9.4 wurden vom HSL neue noch vorläufige Werte zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hessen im Jahr 2019 berechnet.

Als Treibhausgase werden diejenigen Gase in der Atmosphäre zusammengefasst, die wesentlich zur globalen Klimaerwärmung beitragen. Neben Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) sind dies vor allem Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O). Durch die Vermeidung von Treibhausgasemissionen soll der Anstieg der Erderwärmung – seit der Industriellen Revolution ist die globale Durchschnittstemperatur 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) – auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden (Pariser Klimaschutzziel 2016). Um dieses Ziel noch erfüllen zu können, wurden die Vorgaben, wann welche Treibhausgasreduktionen verbindlich erfüllt sein müssen, immer wieder angepasst. So hat sich der Europäische Rat im Jahr 2014 auf ein Reduktionsziel der Treibhausgase bis zum Jahr 2030 in Höhe von 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 geeinigt. Im Dezember 2019 wurde im Rahmen des europäischen „Green Deals“ das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 formuliert. Im Dezember 2020 erhöhte der Europäische Rat das neue verbindliche EU-Ziel, die Treibhausgasemissionen in der EU bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent zu senken.

In ähnlicher Weise wurden auch die Zielvorgaben für Deutschland angepasst. So hat der Bundestag am 25. Juni 2021 ein novelliertes Klimaschutzgesetz verabschiedet,

wonach bis zum Jahr 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 65 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 und bis zum Jahr 2045 die Treibhausgasneutralität angestrebt werden. Zuvor lagen diese Ziele bei 55 Prozent im Jahr 2030 und die Treibhausgasneutralität im Jahr 2050.

Vor diesem Hintergrund wird auch die Hessische Landesregierung eine Anpassung ihrer klimapolitischen Ziele verabschieden. Das Erreichen der Klimaneutralität in Hessen wird spätestens für das Jahr 2045 angestrebt.

### 9.1 Treibhausgasemissionen nach Gasen

Die hessische Treibhausgasbilanz gibt jährlich einen Überblick über die Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas.<sup>31</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>32</sup> Sie ist unter den Bundesländern 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

31 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.

32 Siehe dazu auch die Erläuterung zur Treibhausgasbilanz im Glossar sowie HMUKLV 2019.

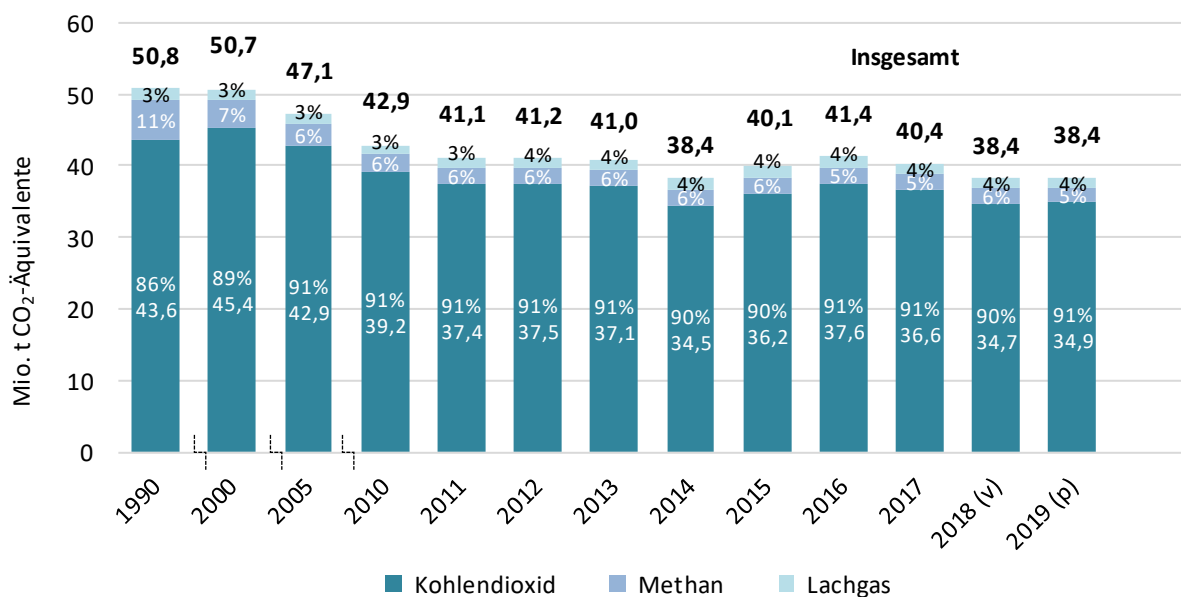
oder im Ausland entstehen, der anschließend nach Hessen importiert wird. Hessen importierte im Jahr 2020 mehr als die Hälfte (54,9 %) seines Stromverbrauchs (siehe Kapitel 3.3).

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.

Insgesamt wurden in Hessen im Jahr 2019 38,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt (siehe Abbildung 53). 34,9 Mio. Tonnen bzw. 91 Prozent entfallen auf Kohlendioxid, 5 Prozent auf Methan und 4 Prozent auf Lachgas.

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



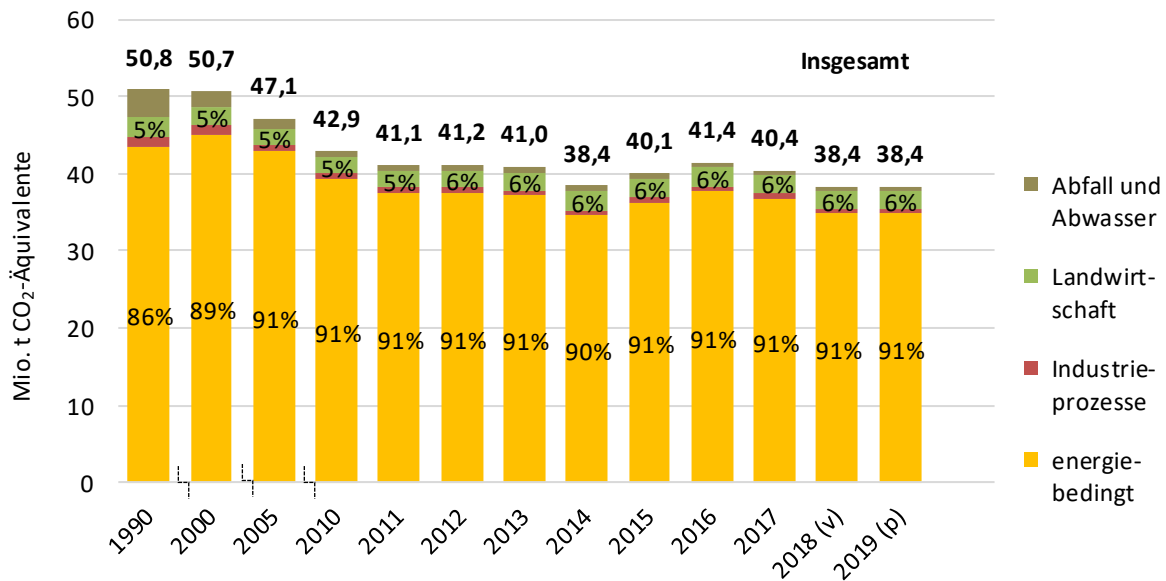
\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2021a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

## 9.2 Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen differenziert nach Quellgruppen ist in Abbildung 54 dargestellt. Im Jahr 2019 waren demnach 91,1 Prozent aller THG-Emissionen energiebedingt und 5,7 Prozent sind in der Landwirtschaft entstanden. Auf Industrieprozesse und den Bereich Abfall und Abwasser waren weitere 1,5 bzw. 1,9 Prozent der THG-Emissionen zurückzuführen.

**Abbildung 54: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2019\***  
(in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente)



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2021a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

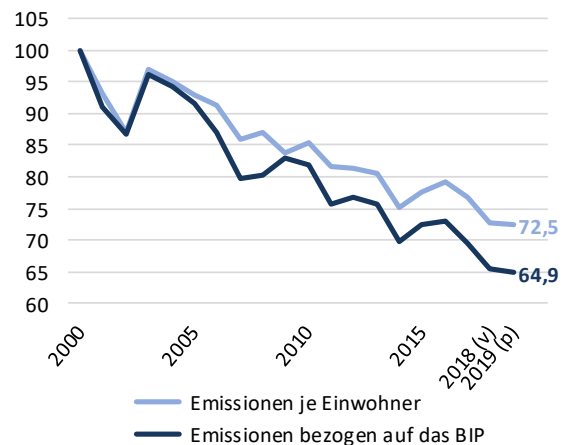
### 9.3 Entwicklung der Treibhausgasintensität

Die Treibhausgasintensität, sowohl gemessen als THG-Emissionen je Einwohnerinnen und 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 55). So ist die Treibhausgasintensität pro Kopf 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 56 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf 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.

**Abbildung 55: Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf und bzgl. BIP\***  
(Index 2000 = 100)

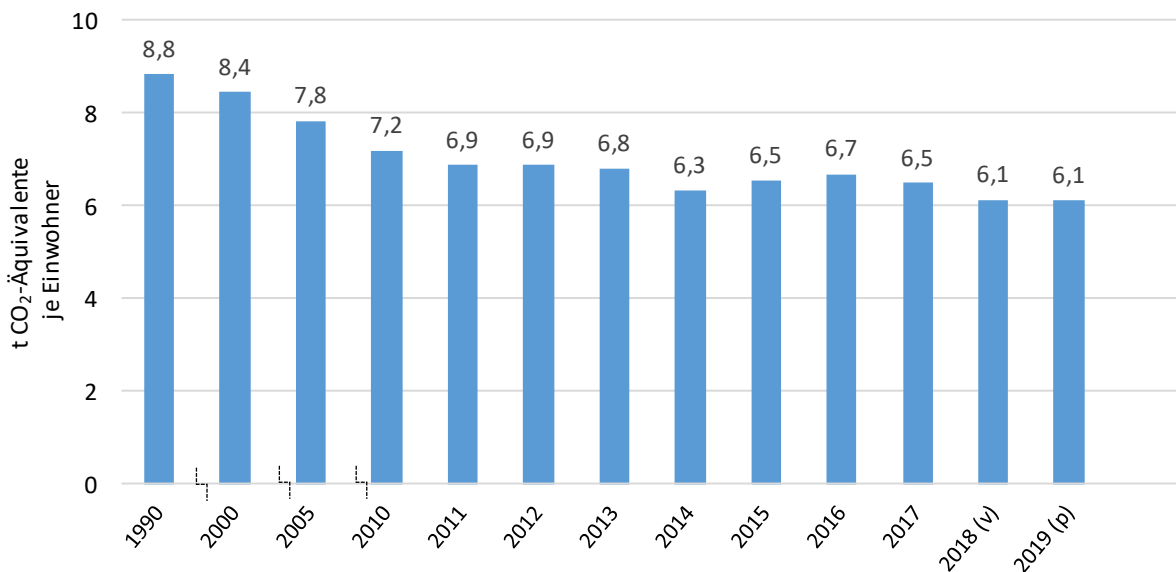


\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2021a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

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



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2021a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) = vorläufig, 2019 (p) = Prognose.

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

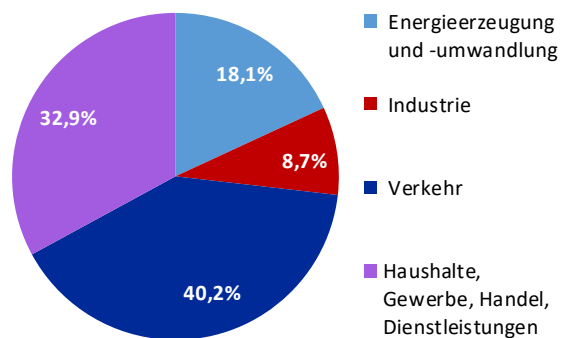
In Abbildung 57 sind die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2019 differenziert nach Sektoren dargestellt. Im Jahr 2019 wurden insgesamt 34,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert.

Auf den Verkehrssektor – den mit Abstand größten Emittenten – entfielen 14,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, was einem Anteilswert von mehr als 40 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).

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 der Einsatz fossiler Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung.

**Abbildung 57: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 2019\* (in %)**

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



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; (v) = vorläufig.

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 58 zeigt die langfristige Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in den einzelnen Sektoren im Zeitraum von 1990 bis 2019 als Indexdarstellung. Trotz gesteigerter 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. 19,8 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 50,9 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 26,5 Prozent (-4,1 Mio. t CO<sub>2</sub>). Im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen langfristig um 9,8 Prozent bzw. 0,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> verringert. Den geringsten Rückgang verzeichnete der Verkehrssektor mit 4,2 Prozent bzw. 0,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>.

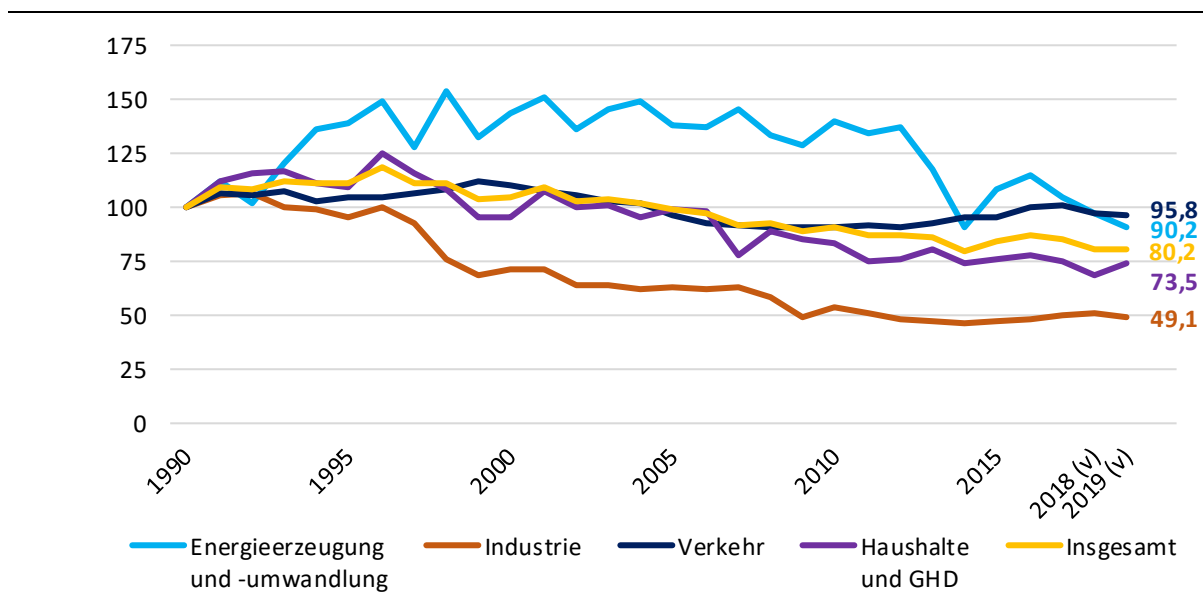
Die Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie vollzog sich bis zur Wirtschaftskrise im Jahr 2009 und bewegt sich seitdem mit leichten Schwankungen auf diesem Niveau. Auch der Verkehrssektor weist die bisher

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



\* ohne internationalen Luftverkehr

Quelle: HSL 2021a, HMUKLV 2020, Berechnungen der Hessen Agentur; 2018 (v) und 2019 (v) = vorläufig.

### Neubau C11 für den Fachbereich Maschinenbau und Energietechnik der THM in Gießen

Im Rahmen des HEUREKA-Hochschulbauprogramms wurde das Gebäude C11 neu errichtet. Es beinhaltet auf 3993 m<sup>2</sup> Nettogrundfläche Labor- und Werkstatträume wie z. B.: ein Fluidmechanik- und Strömungsmaschinenlabor, Schweißlabor, Werkzeugmaschinenlabor, Büro- und Seminarräume für die Fachbereiche und studentische Arbeitsplätze.

Gemäß der Richtlinie energieeffizientes Bauen und Sanieren des Landes Hessen nach § 9 Abs. 3 des Hessischen Energiegesetzes (RL HEG) wurde als Zielgröße für die Gebäudehülle die Unterschreitung der EnEV 2009 um 50 Prozent erreicht. Die Bemessungsgrundlage des Neubaustandards nach EnEV 2014 wurde um 32 Prozent unterschritten.

Die zur Verringerung der Lüftungswärmeverluste besonders dichte Gebäudehülle erreichte im Blower-Door-Test einen Wert n<sub>50</sub> von 0,27/h bei einem Richtwert nach ENEC von 0,60/h. Es wurden Fensterelemente in Dreifachverglasung (U-Wert 0,6 /m<sup>2</sup>K), 18 cm Wärmedämmung (WLG 0,031 W/m<sup>2</sup>K) in der Außenwand (hinterlüftete Vorhangfassade aus Betonfertigteilen) und 24 cm im Dach umgesetzt. Der außenliegende Sonnenschutz ist in Teilen automatisch betrieben und durch einen innenliegenden Blendschutz ergänzt.



Die aufgrund der Labornutzung notwendige Lüftung führte dazu, dass nicht die Gebäudehülle als vorrangiger Faktor für das zu erzielende Niveau des Energiebedarfs ausschlaggebend war, sondern der Einbau einer hochwertigen Anlagentechnik in Form von Lüftungsanlagen mit WRG. Neben der Anbindung an das Fernwärme- und Kältenetz der Stadt Gießen wurde eine energiesparende LED-Beleuchtung umgesetzt. Auf der Dachfläche sind rd. 185 m<sup>2</sup> PV-Module für rd. 30 kWp montiert.

Der Primärenergiebedarf liegt bei 62 kWh/m<sup>2</sup>a und unterschreitet somit den Anforderungswert von 91 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich.

Insgesamt wird somit eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 30 Jahre in Höhe von 845 Tonnen gegenüber der Vergleichsanforderung aus der EnEV 2014 prognostiziert.

# 10

## Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



## 10 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Die Umsetzung der Energiewende hat Auswirkungen auf volkswirtschaftliche Faktoren wie Energiepreise, Investitionen, Beschäftigung sowie Forschung und Entwicklung und damit gesamtwirtschaftlich auf Angebot und Nachfrage. Im Jahr 2020 wurden diese durch die Folgen der Corona-Pandemie – z. B. Zusammenbruch internationaler Lieferketten, Produktionseinschränkungen und Nachfrageausfälle – überlagert.

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 Energieforschungsförderung betrachtet.

### 10.1 Energiekosten und Energiepreise

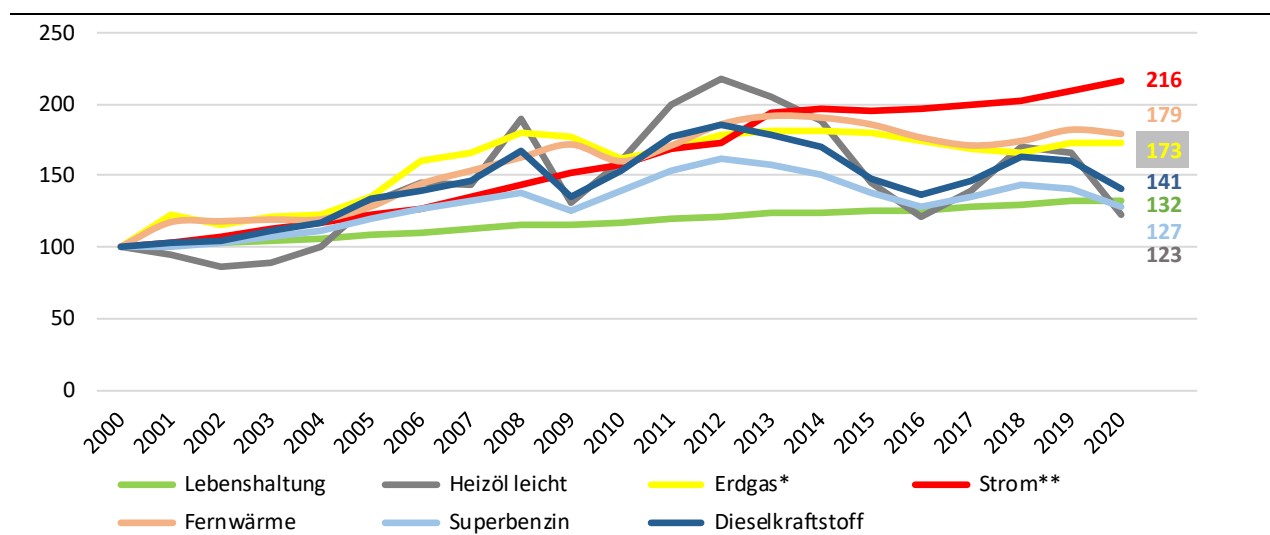
Energiekosten umfassen alle Kosten, die durch den Energieverbrauch verursacht werden. Sie werden in der Unternehmensbuchführung als Aufwendungen verbucht und reduzieren als Ausgaben die den privaten Haushalten

zur Verfügung stehenden Einnahmen. Steigende Energiekosten vermindern 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 können zu gegenteiligen Effekten führen.

#### Energiekosten und -preise privater Haushalte

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. Die allgemeinen Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte haben sich im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr insgesamt moderat um 0,5 Prozent erhöht (siehe Abbildung 59). Im Vergleich dazu haben sich die Preise für einzelne Energieträger zum Teil sehr unterschiedlich entwickelt. Aufgrund der gravierenden Folgen der Corona-Pandemie für den Verkehr haben z. B. Mineralölprodukte einen regelrechten Preiseinbruch erfahren.

**Abbildung 59: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2020** (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100)



\* bei Abnahme von 19.200 kWh/Jahr

\*\* bei Abnahme von 3.900 kWh/Jahr

Quelle: BMWi 2021a.

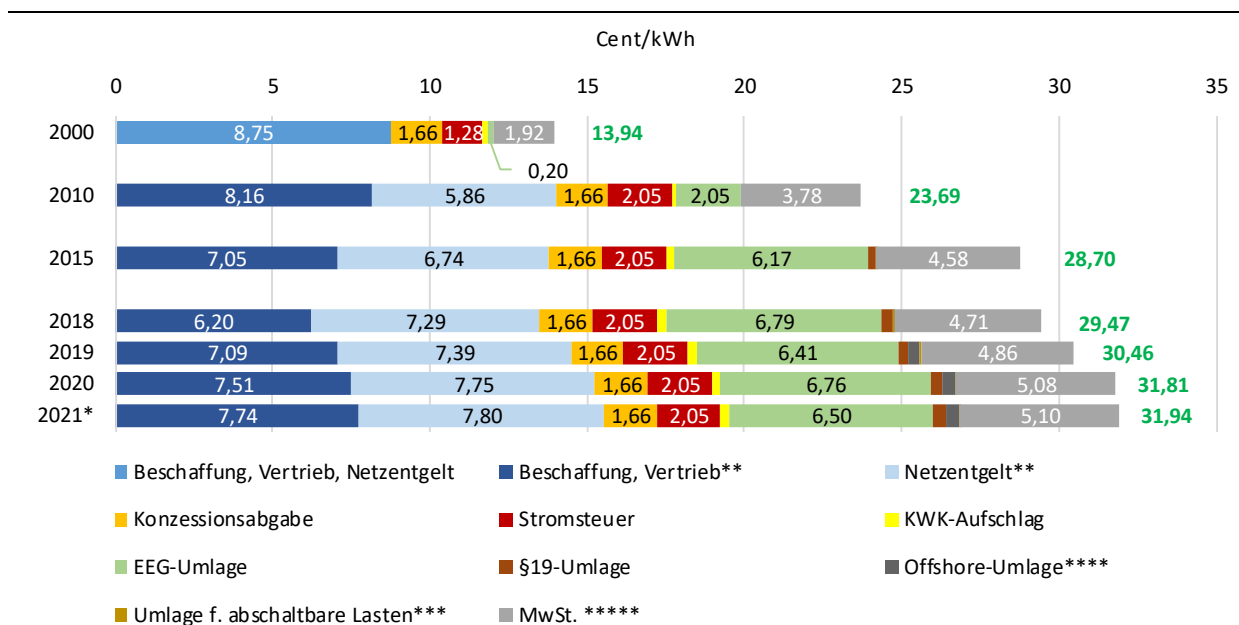
Am stärksten ist mit fast 26 Prozent der Preis von leichtem Heizöl gefallen, gefolgt von Dieselmotorkraftstoff (-12,2 %) und Superbenzin (-9,8 %). Der Preisrückgang für Fernwärme war mit 1,6 Prozent deutlich moderater. Leicht verteuert hat sich Erdgas (+0,3 %). Demgegenüber erhöhte sich der Strompreis um 3,0 Prozent und lag abermals deutlich über dem Anstieg der allgemeinen Lebenshaltungskosten. Wie der Blick auf Abbildung 60 zeigt, war dies besonders auf Erhöhungen der Preisbestandteile Beschaffung / Vertrieb, Netzentgelte und EEG-Umlage zurückzuführen.

Längerfristig haben sich die allgemeinen Lebenshaltungskosten seit dem Jahr 2000 bis 2020 um insgesamt 32,4 Prozent erhöht (vgl. Abbildung 59). Der Preisanstieg von Superbenzin (27,4 %) und insbesondere von leichtem Heizöl (22,8 %) lag im Jahresdurchschnitt 2020

zwar darunter, war aber in den meisten Zwischenjahren deutlich höher. Alle anderen Energieträger verteuerten sich im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 stärker als die allgemeinen Lebenshaltungskosten.

Die Preiseentwicklungen von Fernwärme und Erdgas weisen einen relativ ähnlichen Verlauf auf. Beide Energieträger erreichten ihre bisherigen Höchstpreise in den Jahren 2013 und 2014 und verbilligten sich danach tendenziell wieder. Die stärkste Zunahme weist der Strompreis auf, der sich im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 mehr als verdoppelt hat (+116 %). Der Preisanstieg vollzog sich vor allem bis zum Jahr 2014 und hat sich danach aber abgeschwächt.

**Abbildung 60: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010, 2015 und 2018-2021\* (in Cent je kWh)**



\* Stand: Juni 2021

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

\*\*\* ab 2014, 2016 ausgesetzt

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

\*\*\*\*\* im 2. Halbjahr 2020 mit 19 %

Quelle: BDEW 2021b.

Wie aus Abbildung 60 ersichtlich wird, dürfte sich im Jahr 2021 der Strompreisanstieg mit einer Zunahme von 0,13 Cent je kWh bzw. 0,4 Prozent kaum erhöhen. Dies

ist im Wesentlichen auf eine Absenkung der EEG-Umlage von 6,76 Cent auf 6,50 Cent je kWh zurückzuführen.<sup>33</sup> Zudem hat sich die Offshore-Umlage leicht verringert von 0,42 auf 0,40 Cent je kWh.

33 Im Rahmen des Konjunkturprogramms zur Bewältigung der Corona-Folgen hat der Koalitionsausschuss beschlossen, zusätzlich zu den Einnahmen aus dem Emissionshandel einen Bundeszuschuss zu gewähren, um die EEG-Umlage im Jahr 2021 von derzeit 6,756 Cent je kWh auf dann 6,5 Cent je kWh zu senken. Ohne diesen Zuschuss wäre die Umlage 2021, vor allem durch die Corona-Pandemie, auf 9,65 Cent je kWh angestiegen und hätte dadurch die Strompreise belastet (BMWi 2020).



Dem stehen allerdings leichte Preiserhöhungen durch einen Anstieg in den Bereichen Beschaffung und Vertrieb von 7,51 auf 7,74 Cent je kWh, §19-Umlage von 0,36 auf 0,43 Cent je kWh, Netzentgelte von 7,75 auf 7,80 Cent je kWh, KWK-Aufschlag von 0,23 auf 0,25 Cent je kWh sowie eine Zunahme der Mehrwertsteuer von 5,08 auf 5,10 Cent je kWh gegenüber.<sup>34</sup>

In der Größenordnung unverändert bleiben die Stromsteuer (2,05 Cent je kWh), die 1999 zur Entlastung der Lohnnebenkosten eingeführt wurde, die Konzessionsabgabe (1,66 Cent je kWh), die Energieversorgungsunternehmen für die Benutzung öffentlicher Straßen und Wege zur Verlegung ihrer Stromleitungen an Gemeinden entrichten, sowie die Umlage für abschaltbare Lasten (0,01 Cent je kWh), womit Vergütungszahlungen der Übertragungsnetzbetreiber an Anbieter von sogenannter Abschaltleistung ausgeglichen werden.

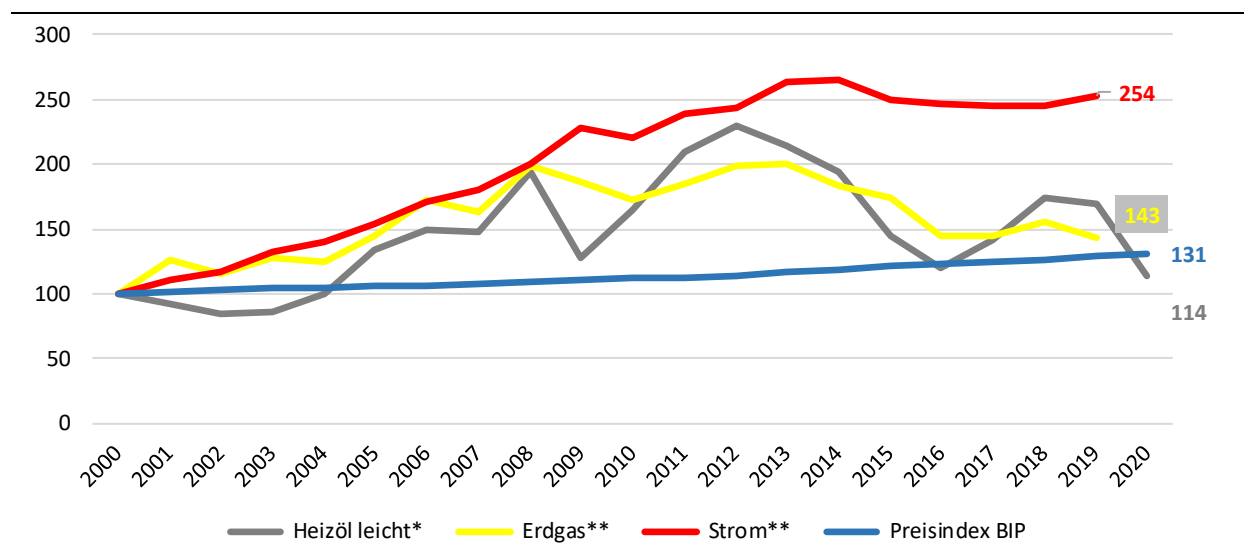
Insgesamt dürfte der Strompreis für private Haushalte im Jahr 2021 bei 31,94 Cent je kWh liegen. Damit zahlt ein Durchschnittshaushalt mit einem Jahresverbrauch von

3.900 kWh im Jahr 2021 insgesamt rund 1.246 Euro für Strom. Das sind etwa 5 Euro mehr als im Vorjahr.

### Energiekosten und -preise der Industrie

Der BIP-Deflator<sup>35</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 2020 lag das Preisniveau des BIP um 1,6 Prozent über dem Vorjahresniveau. Der BIP-Deflator ist damit stärker gestiegen als das Preisniveau der Lebenshaltungskosten der privaten Haushalte (+0,5 %). Für das Jahr 2020 liegen für Industrieunternehmen bisher nur Angaben zur Preisentwicklung von leichtem Heizöl vor, das sich im Vorjahresvergleich deutlich um fast ein Drittel (-32,7 %) verbilligt hat.<sup>36</sup> Damit hat sich der seit dem Jahr 2018 zu beobachtende Preisrückgang für leichtes Heizöl im Jahr 2020 noch beschleunigt (siehe Abbildung 61).

**Abbildung 61: Preisentwicklung des Bruttoinlandsprodukts sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2020** (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100)



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

Quelle: BMWi 2021a.

34 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.

35 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.

36 Zum Redaktionsschluss des Berichts lagen für das Jahr 2020 die Grenzpreise (Durchschnittserlöse) für Strom und Erdgas noch nicht vor (Quelle: BMWi 2021a).

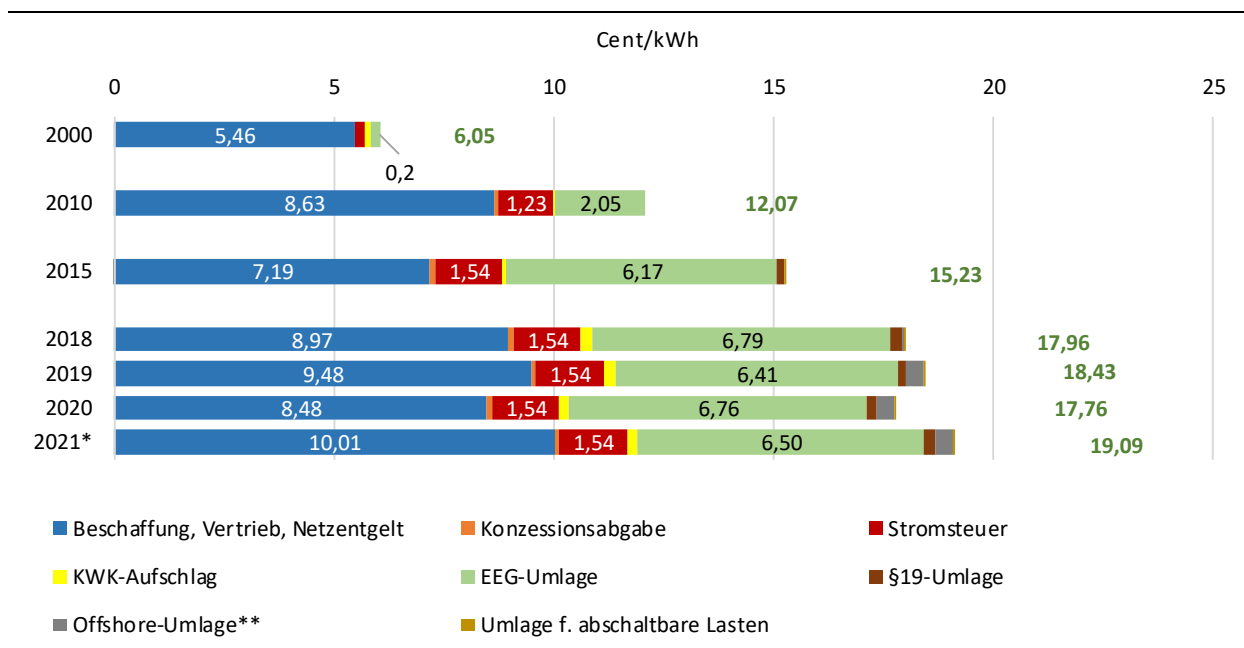
Für die Energieträger Erdgas und Strom liegen Angaben zur Preisentwicklung für Industrieunternehmen aktuell bis zum Jahr 2019 vor. Demnach hat sich der Strompreis um 3,5 Prozent gegenüber dem Vorjahresniveau erhöht, Erdgas hat sich hingegen um 8,4 Prozent verbilligt.

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 2020 sowie eine Einschätzung für das laufende Jahr 2021 vor (siehe Abbildung 62). Im Jahr 2020 lag der Strompreis für Industrieunternehmen bei 17,76 Cent je kWh und damit 0,67 Cent bzw. 3,6 Prozent unter dem des Jahres 2019. Hauptursachen für den Preisrückgang waren die gesunkenen Preise für Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelte von zusammen 9,48 auf 8,48 Cent je kWh sowie für den

KWK-Aufschlag (von 0,28 auf 0,23 Cent je kWh). Im Gegensatz dazu hat sich die EEG-Umlage von 6,41 auf 6,76 Cent je kWh erhöht.

Für das Jahr 2021 wird wieder mit einem Preisanstieg auf 19,09 Cent je kWh (+1,32 Cent bzw. +7,4 %) gerechnet. Fast spiegelbildlich wirkt nun die Anhebung der Preise für Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelte von 8,48 auf 10,01 Cent je kWh, für den KWK-Aufschlag (von 0,23 auf 0,25 Cent je kWh) sowie für die §19-Umlage (von 0,23 auf 0,27 Cent je kWh) preistreibend. Demgegenüber verringert sich der Strompreis durch die Senkung der EEG-Umlage von 6,76 auf 6,50 Cent je kWh sowie der Offshore-Umlage von 0,42 auf 0,40 Cent je kWh. Alle übrigen für Industriekunden relevanten Strompreiskomponenten bleiben 2021 voraussichtlich unverändert.

**Abbildung 62: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010, 2015 und 2018-2021 (in Cent je kWh)**



\* Stand: Juni 2021.

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

Quelle: BDEW 2021b.

### Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Um Wettbewerbsnachteilen aufgrund hoher Strompreise entgegenzuwirken, können besonders stromintensiv produzierende Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie Betreiber von Schienenbahnen beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) einen An-

trag 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 2020 für insgesamt 129 Abnahmestellen eine Begrenzung der EEG-Umlage mit einer privilegierten Strommenge von insgesamt 9,4 TWh beantragt. Dies war eine Abnahmestelle mehr als im Jahr 2019, die privilegierte Strommenge blieb unverändert (siehe Tabelle 23). Im Gegensatz hierzu hat sich die privilegierte Strommenge im Bundesdurchschnitt leicht um 1,4 Prozent erhöht.

Der Anteil Hessens am gesamten privilegierten Strom in Deutschland lag im Jahr 2020 mit 8,2 Prozent etwas niedriger als im Vorjahr (8,4 %), aber deutlich höher als im Jahr 2010 (4,7 %). Rückblickend ist in Hessen eine starke Zunahme der privilegierten Strommenge im Jahr 2014 festzustellen. Ursächlich hierfür waren Unternehmensverlagerungen von Schienenbahnbetreibern.

**Tabelle 23: Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2020**

Land	2010	2012	2014	2016	2019	2020	Veränderung 2019-2020	Anteil an Deutschland	
	(in TWh)							2010	2020
Baden-Württemberg	6,2	5,8	6,8	6,6	6,9	7,5	8,7%	7,2%	6,5%
Bayern	9,8	10,5	13,7	14,2	14,8	14,3	-3,4%	11,3%	12,4%
Berlin	0,9	0,6	1,2	1,3	1,2	1,3	8,3%	1,0%	1,1%
Brandenburg	4,6	5	5,6	5,0	4,9	5,8	18,4%	5,3%	5,0%
Bremen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	1,1	120,0%	0,1%	1,0%
Hamburg	3,7	3,6	4,5	4,5	4,5	4,6	2,2%	4,3%	4,0%
<b>Hessen</b>	<b>4,1</b>	<b>4,9</b>	<b>8,4</b>	<b>9,3</b>	<b>9,4</b>	<b>9,4</b>	<b>0,0%</b>	<b>4,7%</b>	<b>8,2%</b>
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,6	0,9	1,0	1,0	1,1	10,0%	0,6%	1,0%
Niedersachsen	9,6	9,7	11,8	10,9	11,8	12,3	4,2%	11,1%	10,7%
Nordrhein-Westfalen	32,2	29	32,6	32,2	34,6	25,0	-27,7%	37,2%	21,7%
Rheinland-Pfalz	3,2	3	5,9	5,5	5,4	5,6	3,7%	3,7%	4,9%
Saarland	1,0	1,4	1,5	1,6	2,1	1,7	-19,0%	1,2%	1,5%
Sachsen	3,2	3,5	5,1	5,0	5,0	5,2	4,0%	3,7%	4,5%
Sachsen-Anhalt	4,4	4,7	6	5,9	6,1	6,2	1,6%	5,1%	5,4%
Schleswig-Holstein	1,4	1,5	1,8	1,9	1,5	1,6	6,7%	1,6%	1,4%
Thüringen	1,6	1,6	2,5	2,3	2,2	2,3	4,5%	1,8%	2,0%
Ausland	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Insgesamt</b>	<b>86,6</b>	<b>85,4</b>	<b>108,2</b>	<b>107,5</b>	<b>112,1</b>	<b>115,2</b>	<b>1,4%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Quelle: BAFA 2021d, Berechnungen der Hessen Agentur.

Differenziert nach einzelnen Industriebranchen entfallen in Hessen 25 der insgesamt 129 begünstigten Abnahmestellen auf die Chemische Industrie. Das entspricht einem Anteil von 19 Prozent (siehe Abbildung 63). Es folgen die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren mit 17 Abnahmestellen, Schienenbahnen mit 16 Abnahmestellen, Metallherzeugung und -bearbeitung mit 15 Abnahmestellen, die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln mit 10 Abnahmestellen, die Gewinnung von Steinen und Erden sowie die Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden mit jeweils neun Abnahmestellen, die Herstellung von Papier und Pappe mit acht und die Herstellung von Holz-,

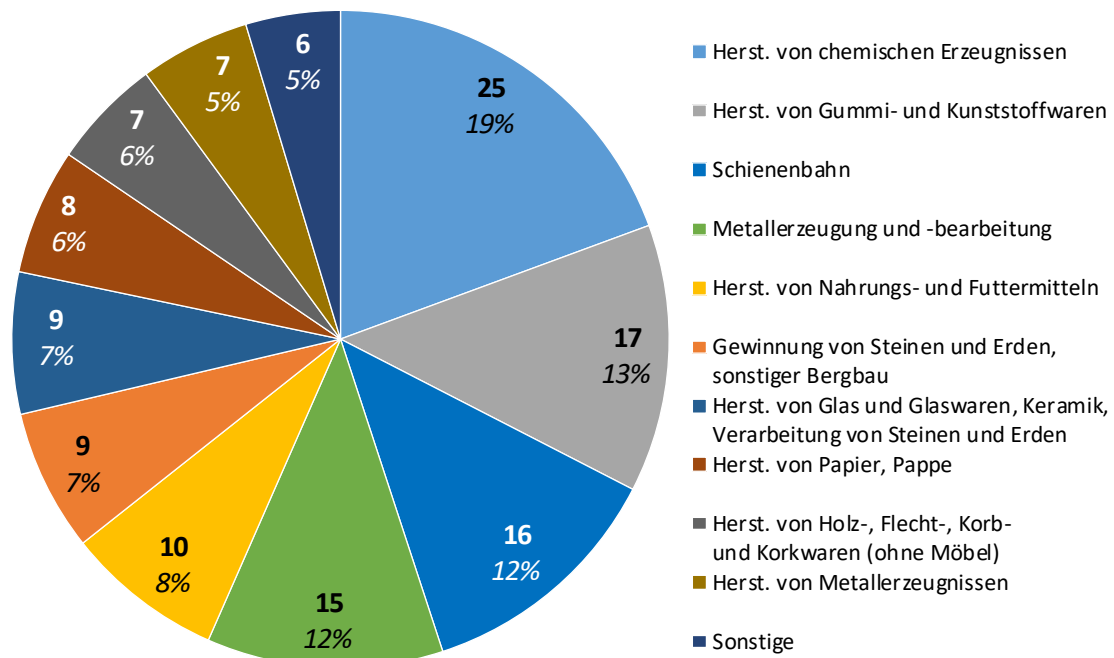
Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) sowie die Herstellung von Metallerzeugnissen mit jeweils sieben Abnahmestellen.

Im Vergleich zum Jahr 2019 haben sich einige Veränderungen in der Branchenzusammensetzung der begünstigten Unternehmen ergeben: Zugenommen hat die Zahl der Abnahmestellen der Branche Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (+3), in der Chemischen Industrie (+2), bei den Schienenbahnen (+1) sowie der Metallherzeugung und -bearbeitung (+1).

Unverändert blieben die Branchen Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, die Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau, die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie die Herstellung von Papier und Pappe.

Eine rückläufige Zahl der Abnahmestellen weisen die Branchen Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) (-2) sowie Herstellung von Metallerzeugnissen (-1) auf.

**Abbildung 63: Verteilung der von der EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2020**  
(absolut und in %)



Quelle: BAFA 2021d.

### 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. 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.

Im Jahr 2019 wurde für in Hessen erneuerbar erzeugten Strom ein Betrag von insgesamt 977 Mio. Euro ausgezahlt, und zwar 537,2 Mio. Euro bzw. 55,0 Prozent für EEG-Vergütungen und 435,0 Mio. Euro bzw. 44,5 Pro-

zent für Marktprämien. Für Flexibilitätsprämien, die gezahlt werden, um das regelbare erneuerbare Stromangebot zu erhöhen, wurden weitere 4,9 Mio. Euro (0,5 %) ausgezahlt.

Gegenüber 2018 haben sich die gesamten Auszahlungen um 36,0 Mio. Euro bzw. 3,8 Prozent erhöht. Dabei sind die Marktprämien kräftig um 53,7 Mio. Euro gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Auch die Flexibilitätsprämien konnten leicht um 1,2 Mio. Euro zulegen. Demgegenüber sind die EEG-Vergütungen deutlich um 18,9 Mio. Euro gesunken.

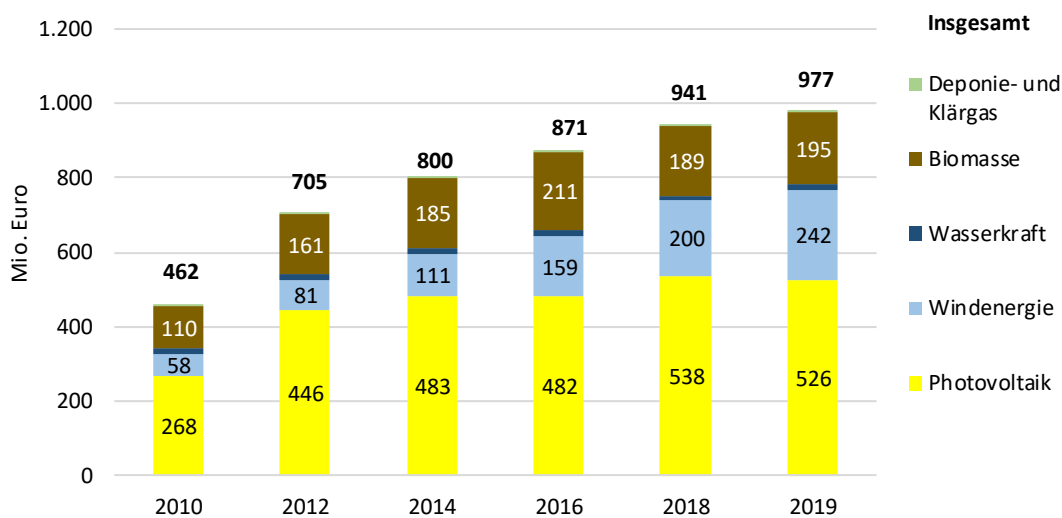
Abbildung 64 zeigt die Entwicklung der Auszahlungen von EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien differenziert nach den erneuerbaren Energieträgern für den Zeitraum von 2010 bis 2019. Dabei wird ersichtlich, dass der Anstieg der Auszahlungen im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr vor allem auf die Zunahme bei Windenergieanlagen in Höhe von 42,6 Mio. Euro zurückzuführen ist.

Aber auch Biomasse und Wasserkraft hatten einen Zuwachs von 5,5 bzw. 0,5 Mio. Euro zu verzeichnen. Auszahlungsrückgänge weisen hingegen PV-Anlagen in Höhe von 12,4 Mio. Euro und Deponie- und Klärgasanlagen in Höhe von 0,1 Mio. Euro auf.

Diese Entwicklung hat sich deutlich auf die Auszahlungsstruktur der Energieträger ausgewirkt. Nur noch

526 Mio. Euro bzw. 53,8 Prozent des gesamten Auszahlungsvolumens entfielen 2019 auf PV-Anlagen, im Jahr 2018 lag deren Anteil noch bei 57,2 Prozent. Dahinter ist die Windenergie mit 242 Mio. Euro bzw. 24,8 Prozent platziert, gefolgt von Biomasse mit 195 Mio. Euro bzw. 19,9 Prozent. Demgegenüber entfielen auf Wasserkraft mit 13,1 Mio. Euro (1,3 %) sowie Deponie- und Klärgas mit 1,2 Mio. Euro (0,1 %) nur vergleichsweise geringe Auszahlungen.

**Abbildung 64: Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2010-2019**  
(in Mio. Euro)



Quelle: BNetzA 2021e, Berechnungen der Hessen Agentur.

### Entwicklung des Großhandelsstrompreises

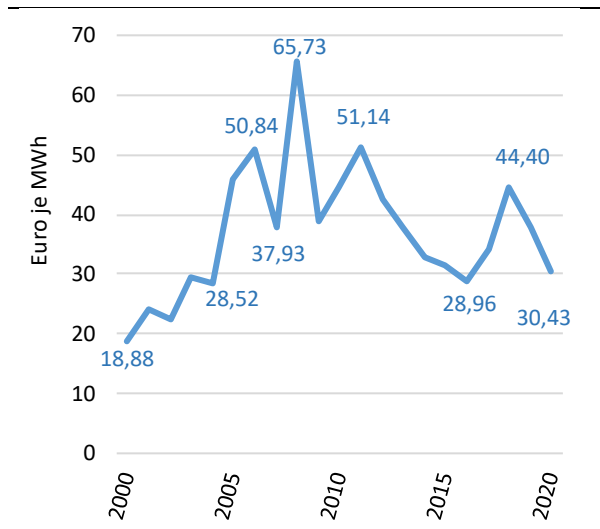
Etwa drei Viertel des Stromgroßhandels in Deutschland finden direkt zwischen den großen Stromerzeugern und -abnehmern bilateral und außerbörslich statt. Entsprechend werden an den eigentlichen Strombörsen – für Deutschland sind dies die European Energy Exchange EEX in Leipzig und die European Energy Exchange EPEX SPOT in Paris – nach Einschätzung des Verbandes Deutscher Energiehändler (EFET 2020) nur rund 25 Prozent des gesamten Volumens gehandelt. 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. Dieser sogenannte KWK-Index ist für die Jahre von 2000 bis 2020 als Jahresdurchschnittswert abgebildet (siehe Abbildung 65). 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 auf einen Wert von 65,73 Euro je

MWh ab, danach sinkt der Strompreis wieder deutlich bis zum Jahr 2016 auf 28,96 Euro je MWh. Steigende Energierohstoff- und CO<sub>2</sub>-Preise ließen den Großhandelspreis anschließend wieder auf 44,40 Euro je MWh im Jahresdurchschnitt 2018 ansteigen. Seit 2018 ist zunächst zwar wieder eine rückläufige Preisentwicklung für Großhandelsstrom auf zuletzt 30,43 Euro je MWh im Jahresdurchschnitt 2020 erkennbar. Im zweiten Quartal 2020 waren im Schnitt nur 20,26 Euro je MWh zu zahlen, das war der niedrigste Strompreis seit dem Jahr 2000. Im Verlauf des zweiten Halbjahres haben sich die Strompreise jedoch aufgrund wieder steigender Energierohstoffpreise kräftig erhöht, auf zuletzt 38,77 Euro je MWh im vierten Quartal 2020. Durch die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe ab Januar 2021 dürfte sich der Preisanstieg absehbar weiter fortsetzen. So mussten im ersten Quartal 2021 je MWh Großhandelsstrom im Schnitt bereits fast 50 Euro gezahlt werden.



**Abbildung 65: KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2020 (in Euro/MWh)**



Quelle: European Energy Exchange 2021.

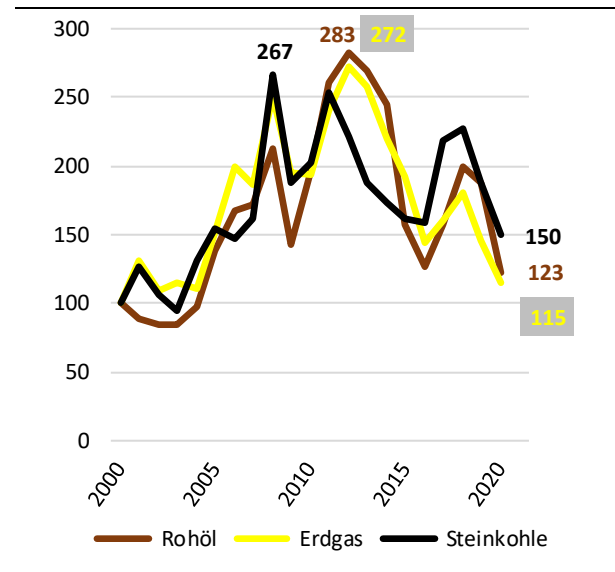
### Internationale Energierohstoffpreise

Die Preisentwicklungen der fossilen Energieträger Rohöl, Erdgas und Steinkohle auf den internationalen Rohstoffmärkten prägen maßgeblich die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien. In Abbildung 66 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 42 Euro. Im Jahr 2020 musste für die entsprechende Menge Rohöl 278 Euro, für Erdgas gut 3.400 Euro und für Steinkohle 63 Euro gezahlt werden. Mit einem Indexwert von zuletzt 115 lag der Preis für Erdgas im Jahresdurchschnitt 2020 damit um 15 Prozent über dem Preisniveau des Basisjahres 2000. Der Preisindex für Rohöl lag um 23 Prozent und von Steinkohle um 50 Prozent höher als im Basisjahr 2000.

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.

**Abbildung 66: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2020 (nominal; Index 2000 = 100)**



Quelle: BAFA 2021e, Kohlenwirtschaft 2021.

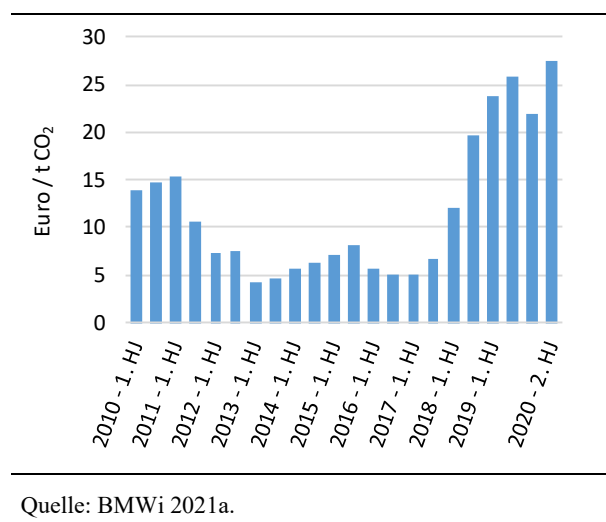
Danach sind die Preise bis zum Jahr 2016 zunächst deutlich gesunken, haben sich bis 2018 zwischenzeitlich abermals erhöht und sind zuletzt im Jahr 2020 wieder deutlich in etwa auf den Stand des Jahres 2016 gesunken. So waren für eine Tonne Rohöl im Jahresdurchschnitt 2020 knapp 150 Euro (-35 %), je TJ Erdgas 888 Euro (-21 %) und je Tonne Steinkohleeinheit 16,1 Euro (-20 %) weniger zu zahlen als im Vorjahr. Durch die rückläufigen Preise der fossilen Energieträger hat sich die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien tendenziell verschlechtert. Mit Blick auf die vom BAFA veröffentlichten monatlichen Rohölpreise zeichnet sich aber bereits wieder eine Trendwende ab. So lag der Tiefststand je Tonne Rohöl im April 2020 bei 152 Euro. Bis Dezember 2020 stieg der Preis auf knapp 295 Euro und der Anstieg setzte sich in das Jahr 2021 weiter fort.

### 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. Ein Zertifikat entspricht dabei dem Ausstoß von einer Tonne CO<sub>2</sub>. Die Zertifikate wirken dabei wie ein Preiszuschlag auf fossile Energieträger. Es gilt: Je höher der Preis für ein Zertifikat, desto mehr lohnen sich für die Unternehmen der Einsatz erneuerbarer Energien und die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen.

In Abbildung 67 ist die Entwicklung der Zertifikatspreise für CO<sub>2</sub>-Emissionen im EU ETS, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehen, in Halbjahresschritten beginnend im Jahr 2008 dargestellt. Im zweiten Halbjahr 2020 mussten für den Ausstoß einer Tonne CO<sub>2</sub> im Schnitt 27,44 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.

**Abbildung 67: Halbjahresentwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionen 1. Halbjahr 2010 bis 2. Halbjahr 2020 nach EU ETS (in Euro je t CO<sub>2</sub>)**



Zu Jahresbeginn 2021 hat in Deutschland auf Grundlage des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) der nationale Emissionshandel für die Sektoren Verkehr und Wärme begonnen. Diese Sektoren sind bisher nicht über den europäischen Emissionshandel abgedeckt. Ab dem 1. Januar 2021 müssen Unternehmen, die Diesel und Benzin, Heizöl und Erdgas verkaufen, 25 Euro pro verursachter Tonne CO<sub>2</sub> zahlen. Bis 2025 soll dieser Betrag auf 55 Euro pro Tonne steigen.

## 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

Seit dem Jahr 2016 ermittelt das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) für das hessische Energiemonitoring die jährlichen Investitionen für die Errichtung von Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Hessen (HMWEVL 2016). Diese für Hessen ermittelten Werte sind konsistent mit den von der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat 2021) für Deutschland veröffentlichten Daten.

**Tabelle 24: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (nominal, 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
2020	348,0	214,7	562,7

Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018a, ZSW 2019, ZSW 2020, ZSW 2021a.

Im Jahr 2020 wurden in Hessen Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Höhe von insgesamt 562,7 Mio. Euro getätigt (siehe Tabelle 24). Dies war nach dem Einbruch im Jahr 2019 wieder ein Anstieg in Höhe von 243,4 Mio. Euro bzw. 76,2 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Ursächlich hierfür sind vor allem Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung, die um 172,7 Mio. Euro zugenommen haben und sich damit nahezu verdoppeln konnten. Aber auch Investitionen in Anlagen zur Wärmeerzeugung haben sich um 70,7 Mio. Euro bzw. 49,1 Prozent erhöht.

Differenziert nach einzelnen Anlagearten gingen dabei die mit Abstand größten Impulse von der Windenergie aus. Nachdem im Jahr 2019 nur vier Windenergieanlagen mit einer Investitionssumme in Höhe von gut 20 Mio. in Hessen zugebaut wurden, stieg die Zahl der Inbetriebnahmen im Jahr 2020 wieder auf 28 Anlagen mit einer kumulierten Investitionssumme von knapp 136 Mio. Euro.

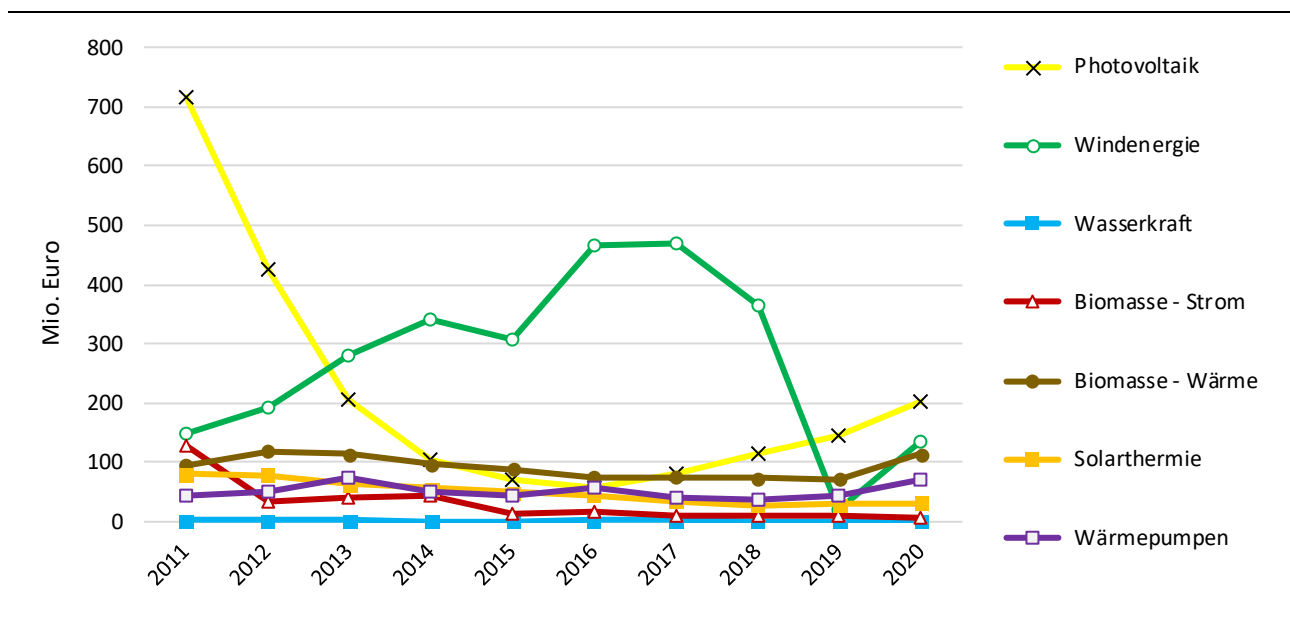
Zum Vergleich wurden in den Jahren 2016 und 2017 jeweils 103 Anlagen und im Jahr 2018 noch 76 Windenergieanlagen neu zugebaut (siehe Abbildung 68).

Deutlich erhöht haben sich im Jahr 2020 auch die Investitionen in Photovoltaikanlagen um gut 60 Mio. Euro bzw. 42 Prozent. 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 – hat sich der seit 2016 zu beobachtende Wiederanstieg des Anlagenzubaus weiter fortgesetzt. Ebenfalls erhöht haben sich Investitionen in Wasserkraftanlagen um

1,4 Mio. Euro, 1,1 Mio. Euro mehr als im Jahr zuvor. Demgegenüber waren Investitionen zur Stromerzeugung aus Biomasse um 3,6 Mio. Euro bzw. 33 Prozent rückläufig.

Zur Zunahme der Investitionen in Wärmeerzeugung im Jahr 2020 von insgesamt 70,7 Mio. Euro haben vor allem Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung sowie Wärmepumpen mit 42,7 Mio. bzw. 26,1 Mio. Euro beigetragen. Aber auch Investitionen in Solarthermieanlagen haben sich um 1,8 Mio. Euro erhöht.

**Abbildung 68: Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2020 (nominal, in Mio. Euro)**



Quelle: ZSW 2016, ZSW 2017, ZSW 2018a, ZSW 2019, ZSW 2020, ZSW 2021a.

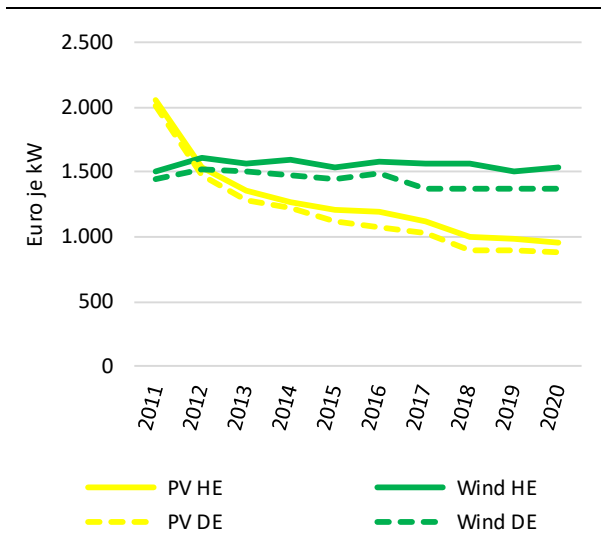
### Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen

Abbildung 69 zeigt die mittleren spezifischen Investitionskosten für in den Jahren 2011 bis 2020 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 zunehmender 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 bei Photovoltaikanlagen in Hessen und Deutschland über den gesamten Zeitverlauf ein kontinuierlicher Preisrückgang von anfänglich über 2.000 Euro je kW im Jahr 2011 auf zuletzt 960 Euro (Hessen) bzw. 880 Euro (Deutschland) im Jahr 2020 feststellbar ist, verharren die spezifischen Investitionskosten von Windenergieanlagen relativ stabil auf dem Niveau von 1.500 Euro in Hessen bzw. 1.400 Euro in Deutschland je kW.

**Abbildung 69: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen in Hessen und im Bundesdurchschnitt 2011-2020 (in Euro je kW installierter Leistung)**

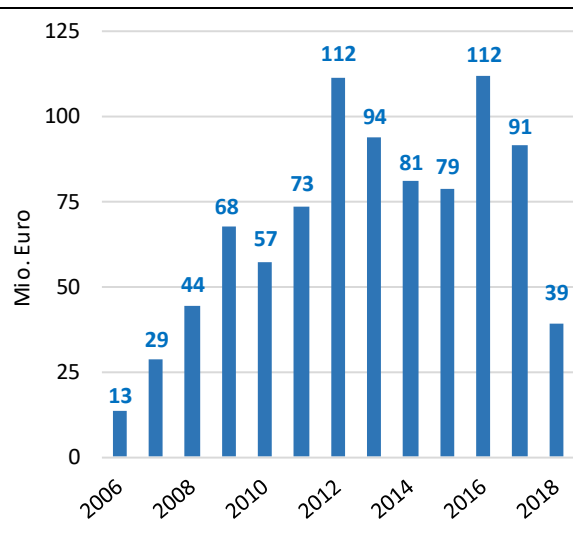


Quelle: ZSW 2021a.

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

Abbildung 70 zeigt die Entwicklung der von hessischen Betrieben des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung von erneuerbaren Energien in den Jahren von 2006 bis 2018 getätigten Investitionen. Im Jahr 2018 lag die Investitionssumme bei insgesamt 39 Mio. Euro. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich das Investitionsvolumen damit mehr als halbiert (-57 %). Eine mögliche Ursache dafür könnte der im Produzierenden Gewerbe im Jahr 2018 zu verzeichnende Produktionsrückgang sein. So nahm die reale Bruttowertschöpfung (BWS) dieses Wirtschaftsbereichs 2018 im Vergleich zum Vorjahr um 2,6 Prozent ab, während sich die BWS in der Gesamtwirtschaft um 1,0 Prozent erhöhte.

**Abbildung 70: Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2018 (nominal, in Mio. Euro)**



Quelle: HSL 2021a.

## 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.

### Beschäftigungsentwicklung in der Energiewirtschaft

Im Jahr 2020 waren in Hessen 13.266 Menschen in Energieversorgungsunternehmen, die überwiegend der konventionellen Energiewirtschaft<sup>37</sup> zugeordnet werden, tätig (siehe Abbildung 71). Dies sind 256 Personen bzw.

<sup>37</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 werden, 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, zum Teil auch Beschäftigte, die den erneuerbaren Energien zuzurechnen sind, miteinfasst.

2,0 Prozent mehr als im Jahr zuvor und damit der Höchststand im betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2020.<sup>38</sup>

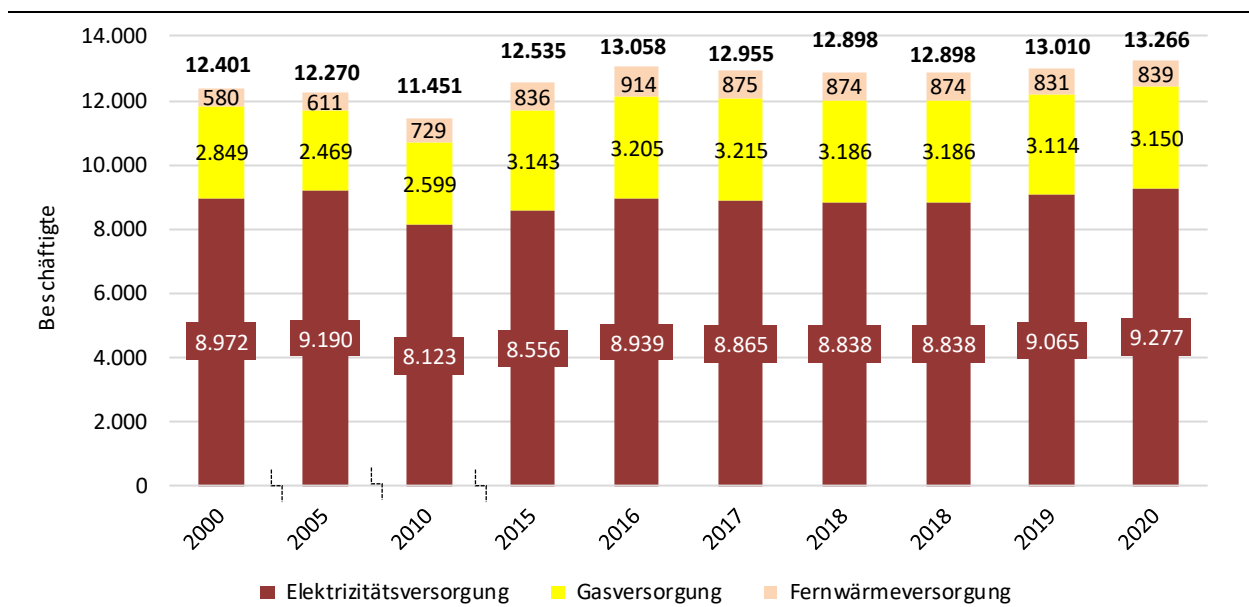
Dabei hat sich die Zahl der Beschäftigten in allen Sparten der Energiewirtschaft erhöht. Am absolut und relativ stärksten war die Zunahme im Bereich Elektrizitätsversorgung in Höhe von 212 Beschäftigten bzw. 2,3 Prozent. Die Zuwächse in der Gasversorgung beziffern sich auf 36 Arbeitsplätze (+1,2 %) und in der Fernwärmeversorgung auf acht Arbeitsplätze (+1,0 %).

Die Beschäftigten verteilen sich unverändert wie bereits im Vorjahr zu 70 Prozent auf die Elektrizitätsversorgung,

zu 24 Prozent auf die Gasversorgung und zu 6 Prozent auf die Fernwärmeversorgung.

Langfristig hat im überwiegend konventionellen Energiebereich die Zahl der Beschäftigten tendenziell zugenommen. So gab es im Jahr 2020 insgesamt fast 900 Arbeitsplätze mehr (+7,0 %) als im Jahr 2000. Dabei hat die Zahl der Arbeitsplätze in der Fernwärmeversorgung um 259 bzw. 44,7 Prozent, in der Gasversorgung um 301 bzw. 10,6 Prozent und in der Elektrizitätsversorgung um 305 bzw. 3,4 Prozent zugenommen.

**Abbildung 71: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2020**



Quelle: HSL 2021a; Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

## 10.4 Forschung und Entwicklung

Zentrales Ziel der Forschung für die Energiewende ist ein klimaneutrales Energiesystem, wobei eine verlässliche und bezahlbare Energieversorgung sicherzustellen ist. Die Energieforschung ist ein wichtiger Baustein für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende. Für die Förderung der Energieforschung stellen das Land Hessen, die Bundesregierung sowie die EU umfangreiche Mittel zur Verfügung. Nachfolgend wird zunächst über die hessischen Aktivitäten berichtet. Es schließt sich ein kurzer Blick auf die Forschungsförderprogramme des Bundes

und der EU an, an denen Institutionen und Unternehmen aus Hessen teilhaben können. Abschließend wird die Entwicklung von Patenten im Bereich erneuerbarer Energien im Bundesländervergleich dargestellt.

### Förderung der Energieforschung in Hessen

Das Land Hessen hat im Jahr 2019 im Bereich der nicht-nuklearen Energieforschung Mittel in Höhe von insgesamt 14,0 Mio. Euro aufgebracht. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies eine leichte Reduzierung um knapp

<sup>38</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.

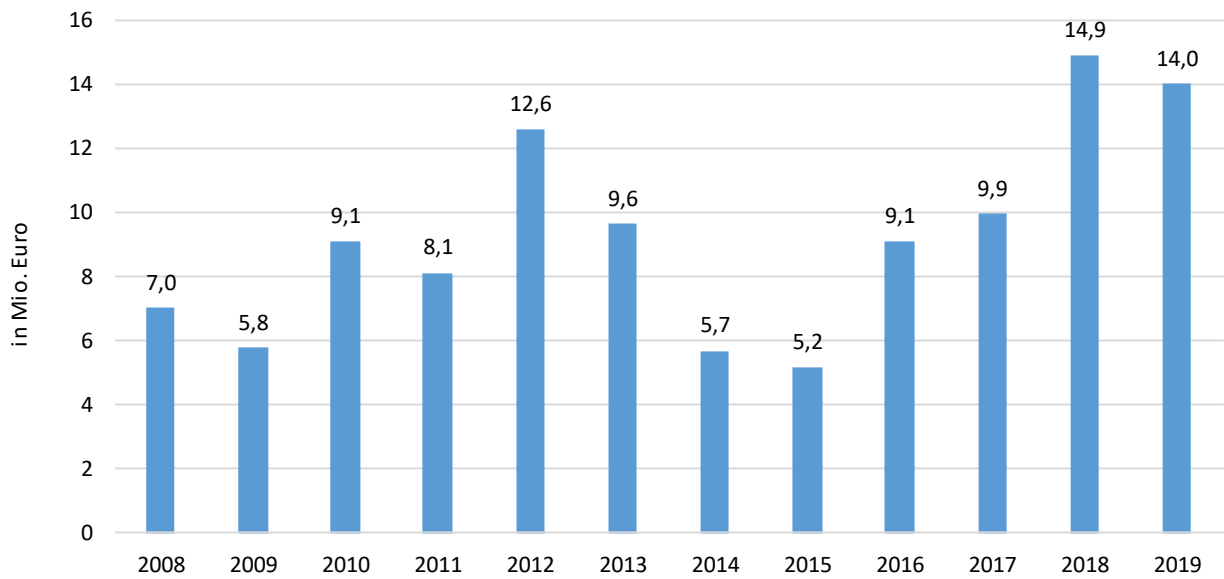


1 Mio. Euro bzw. um 6,0 Prozent (siehe Abbildung 72). In der Summe der Bundesländer war dagegen ein Anstieg um 10,9 Prozent zu verzeichnen, was insbesondere auf die starken Zuwächse von Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen zurückzuführen ist. Beide Länder verzeichneten jedoch im Vorjahr einen starken Rückgang, während Hessen im Jahr 2018 unter allen Bundesländern die höchste Zunahme auswies. In 2019 lag Hessen im Bundesländerranking auf Position 7. Mit großem Abstand an erster Stelle lag Baden-Württemberg

(63,6 Mio. Euro), gefolgt von Nordrhein-Westfalen (42,3 Mio. Euro), Bayern (40,1 Mio. Euro) und Sachsen (27,3 Mio. Euro).

Insgesamt sind im Zeitverlauf hohe Schwankungen bei den von den Bundesländern gemeldeten Aufwendungen für Energieforschung festzustellen (BMWFi 2021e).<sup>39</sup>

**Abbildung 72: Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2019** (nominal, in Mio. Euro)



Quelle: BMWFi 2021e; für das Jahr 2014 korrigierte Zahlen.

### Bundesförderung der Energieforschung

Im Rahmen des im Jahr 2018 beschlossenen nunmehr 7. Energieforschungsprogramms mit dem Titel „Innovationen für die Energiewende“ stellt die Bundesregierung für den Zeitraum von 2018 bis 2022 Fördermittel von insgesamt rund 6,4 Mrd. Euro zur Verfügung (BMWFi 2021e).

Im Jahr 2020 lag die Fördersumme bei über 1,22 Mrd. Euro. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen Anstieg von rund 6 Prozent. Auf die Projektförderung entfielen 750,6 Mio. Euro bzw. 61 Prozent der Fördermittel. Insgesamt wurden 5.980 laufende Projekte gefördert sowie 1.590 Projekte neu bewilligt. Die wichtigsten Themenbereiche waren Energieerzeugung (256,1 Mio. Euro), Energiewende in den Verbrauchssektoren (209,9

Mio. Euro) und Systemintegration: Netze, Speicher, Sektorenkopplung (146,7 Mio. Euro). Im zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung EnArgus (<https://www.enargus.de/>) stehen Informationen über alle geförderten Projekte zur Verfügung. Zum Stichtag 15. Juni 2021 sind für Hessen 73 Projekte mit einer Fördersumme von mindestens 500.000 Euro und einer Projektlaufzeit ab 2020 gelistet. Zusätzlich zur Projektförderung flossen im Jahr 2020 Mittel in Höhe von 415,78 Mio. Euro als institutionelle Förderung zur Helmholtz-Gemeinschaft und 49,6 Mio. Euro in begleitende Maßnahmen.

Mit der im Jahr 2020 gestarteten Initiative „Reallabore der Energiewende“ sollen innovative Technologien und

<sup>39</sup> Die Angaben umfassen ausschließlich den von den Ländern aufbrachten Eigenanteil. Über EU-Beteiligungsfinanzierungen aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) fließen noch zusätzliche Mittel in die Energieforschungsförderung der Länder ein.

Verfahren im Praxiseinsatz erprobt werden. Neue Energietechnik soll so schneller zur Marktreife gebracht werden. Die Reallabore gelten als Nachfolger der SINTEG Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (siehe Kapitel 7.2). In der ersten Ausschreibungsrunde mit den zentralen Themen Sektorkopplung und Wasserstofftechnologien, großskalige Energiespeicher im Stromsektor und energieoptimierte Quartiere konnten sich insgesamt 20 Konsortien mit Partnern aus Industrie und Forschung qualifizieren. Bislang haben acht Reallabore der Energiewende ihre Arbeit begonnen, eines davon ist das Reallabor DELTA in Darmstadt.

Weitere Aktivitäten der Bundesregierung außerhalb des 7. Energieforschungsprogramms sind das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), die Forschung zu alternativen Antriebstechnologien und Kraftstoffen im Rahmen des Energie- und Klimafonds, die Forschung im Rahmen der Förderrichtlinie Elektromobilität und das Förderprogramm Modellvorhaben Wärmenetze 4.0 (BMWi 2021e).

### **DELTA – Darmstädter Energie-Labor für Technologien und Anwendung**

Am 11. Mai 2021 wurde in Darmstadt das achte Reallabor der Energiewende eröffnet. Am Darmstädter Energie-Labor für Technologien und Anwendung sind Partner aus Industrie und Forschung, darunter auch kommunale Unternehmen, beteiligt. DELTA agiert als Schaufenster für die urbane Energiewende durch interagierende energieoptimierte Quartiere. Im Reallabor soll demonstriert werden, dass die technisch nachgewiesenen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und -flexibilisierung von urbanen Quartieren wirtschaftlich und gesellschaftlich umsetzbar sind. Es sollen Methoden im Praxistest erprobt und weiterentwickelt werden, um erfolgreiche technische Pilotprojekte in die breite Anwendung zu bringen. Im Reallabor DELTA werden in fünf Jahren mehr als 110 Mio. Euro investiert, der Förderanteil des BMWi beträgt 40,1 Mio. Euro.

Ziel des Vorhabens ist es, urbane Energiesysteme effizienter, flexibler und klimafreundlicher zu machen. Der Energieverbrauch und der Kohlendioxid-Ausstoß in Stadtquartieren soll reduziert werden. Insgesamt sieben Teilprojekte beschäftigen sich mit energieoptimierten Wohnquartieren, nutzbarer Industrieabwärme, dezentraler Elektrolyse, Flexibilität im Mittelspannungsnetz, emissionsarmer Mobilität sowie nichttechnischen Innovationen. Dabei werden ein typisches Wohnquartier, ein Industriestandort sowie städtische Versorgungseinrichtungen und Betriebshöfe des ÖPNV durch Leitungen und Speicher für Strom, Gas, Wärme und Wasserstoff verknüpft, wobei die Energieflüsse mit digitalen Methoden optimiert werden. Potenziale zur zeitlichen Verschiebung elektrischer Lasten werden identifiziert und die Netze damit besser ausgelastet und gekoppelt, sodass sektorübergreifende Synergien entstehen. Auch die wirtschaftliche Umsetzbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanz werden überprüft. Darüber hinaus soll die Planung der künftigen Energieversorgung vereinfacht, Kosten für Infrastruktur reduziert und der Aufbau neuer Kapazitäten vermindert werden.

Quelle und weitere Projektinformationen: [www.delta-darmstadt.de](http://www.delta-darmstadt.de)

### **Europäische Energieforschung**

Der „Strategieplan für Energietechnologie“, kurz SET-Plan, bildet den strategischen Überbau für die Energieforschung in Europa und ist Grundlage für den Übergang zu einem klimaneutralen Energiesystem auf europäischer Ebene. Er unterstützt die Forschungsk Kooperation zwischen den einzelnen Mitgliedsstaaten, der Industrie und Forschungsinstitutionen. Die Koordinierung von Forschungsaktivitäten innerhalb der EU soll zur weiteren Verbesserung neuer Technologien beitragen und durch Vermeidung redundanter Forschung die Forschungskosten in den Mitgliedsstaaten und der EU reduzieren. Die im SET-Plan vereinbarten zehn sogenannten Key Actions bilden die Grundlage für den Themenschwerpunkt

Energie im EU-Forschungsrahmenprogramm. Die energiepolitischen Ziele aus dem Green Deal fließen in die Weiterentwicklung des SET-Plans ein und haben Einfluss auf die Auswahl der Förderschwerpunkte in „Horizont Europa“, dem Nachfolgeprogramm von „Horizont 2020“, das von 2021 bis 2027 läuft.

Im Kernbereich „sichere, saubere und effiziente Energieversorgung“ des EU-Forschungsrahmenprogramms „Horizont 2020“ wurden für den Zeitraum von 2014 bis 2019 rund 3,53 Mrd. Euro Fördermittel für insgesamt 751 Verbundvorhaben bewilligt.

Über 1.000 Projektteilnehmer sind in Deutschland dabei an 470 Projekten beteiligt und haben eine Fördersumme von insgesamt rund 459 Mio. Euro eingeworben. Das entspricht einem Anteil von 13 Prozent der Fördermittel insgesamt. Im Länderranking führt Deutschland vor Spanien, Frankreich, dem Vereinigten Königreich und Italien. An Zuwendungsempfänger aus Deutschland gingen die meisten Fördermittel in das Themengebiet erneuerbare Energien (43,3 %), gefolgt von Energiesystemen (Netze und Speicher) mit 19,2 Prozent. Projekte im Bereich Smart City und zur Dekarbonisierung beim Einsatz fossiler Brennstoffe machten 8,6 Prozent bzw. 8,5 Prozent aus (BMW 2021e).

### 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 2020 noch nicht vollständig vorliegen, werden in der folgenden Tabelle 25 die Jahre 2011 bis 2019 berücksichtigt.<sup>40</sup> Um Zufallseinflüsse abzuschwächen, werden die Angaben für jeweils vier Jahre in insgesamt sechs Zeiträume zusammengefasst. Zeitraum I umfasst demnach die Patentanmeldungen der Jahre 2011 bis 2014 und Zeitraum VI entsprechend die Patentanmeldungen der Jahre 2016 bis 2019.

In Deutschland wurden im Zeitraum von 2011 bis 2014 insgesamt 2.234 Patente im Bereich erneuerbarer Energien angemeldet. Im Zeitraum von 2016 bis 2019 waren es 1.683, was einem Rückgang von etwa 25 Prozent entspricht. In Hessen beziffert sich der entsprechende relative Rückgang ähnlich hoch mit 27 Prozent. Hier nahm die Zahl von 104 Patentanmeldungen im Zeitraum I auf 76 im Zeitraum VI ab. Anders als im Bund, wo die Zahl der Patentanmeldungen im Zeitverlauf kontinuierlich abgenommen hat, hat sich in Hessen die Zahl der Patentanmeldungen am aktuellen Rand von 70 im Zeitraum V auf 76 im Zeitraum VI erhöht.

Die im Vergleich zu anderen Bundesländern niedrigen Patentanmeldungszahlen in Hessen sind vor allem darauf zurückzuführen, dass 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>40</sup> Die Patentauswertung für erneuerbare Energien lieferte im Vergleich zur Vorjahresauswertung in allen betrachteten Jahrgängen höhere Ergebnisse. Neben Nachmeldungen aus bereits erfassten Jahrgängen aufgrund des zeitlichen Verzugs zwischen Patentanmeldung und Eintragung in die Patentdatenbank ist dies im Wesentlichen auf eine Aktualisierung der für die Patentauswertung verwendeten IPC-Hauptklassen zur Identifizierung von Technologien im Bereich erneuerbarer Energien – insbesondere in der Solarenergie – zurückzuführen.

Tabelle 25: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2019

Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien							
	Zeitraum I	Zeitraum II	Zeitraum III	Zeitraum IV	Zeitraum V	Zeitraum VI	Veränderung
	2011-14	2012-2015	2013-2016	2014-2017	2015-2018	2016-2019	von I zu VI
Baden-Württemberg	447	367	337	296	239	235	-47%
Bayern	514	406	351	339	306	301	-41%
Berlin	84	81	68	67	62	56	-33%
Brandenburg	41	30	28	24	27	31	-24%
Bremen	14	6	8	7	8	17	21%
Hamburg	127	129	140	160	202	181	43%
<b>Hessen</b>	<b>104</b>	<b>98</b>	<b>90</b>	<b>83</b>	<b>70</b>	<b>76</b>	<b>-27%</b>
Mecklenburg-Vorpom.	52	40	30	25	23	15	-71%
Niedersachsen	196	181	227	233	252	254	30%
Nordrhein-Westfalen	300	235	196	241	254	257	-14%
Rheinland-Pfalz	58	48	64	59	72	63	9%
Saarland	17	12	12	9	7	12	-29%
Sachsen	125	103	92	78	49	62	-50%
Sachsen-Anhalt	44	55	60	62	74	58	32%
Schleswig-Holstein	48	37	44	45	49	47	-2%
Thüringen	63	47	37	22	17	18	-71%
<b>Deutschland</b>	<b>2.234</b>	<b>1.875</b>	<b>1.784</b>	<b>1.750</b>	<b>1.711</b>	<b>1.683</b>	<b>-25%</b>

Quelle: ZSW 2021b (Stand: 09.06.2021).

## 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 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen, die Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 Prozent 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 LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA). Service im Onlineportal: <a href="https://www.lea-hessen.de/aufgabenbereiche/foerdermittelberatung/">https://www.lea-hessen.de/aufgabenbereiche/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. 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: <a href="http://www.lea-hessen.de">www.lea-hessen.de</a>
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/Daten-Fakten">https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Daten-Fakten</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://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=17497">https://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=17497</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 fünf 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 für Informations- und Erfahrungsaustausch zum Thema Contracting in Hessen. Darüber hinaus werden im Rahmen des CNH der Hessische Contracting-Preis 2021 verliehen und erfolgreiche Beispiele von hessischen Contracting-Projekten in einer Neuauflage der Best-Practices-Broschüre vorgestellt. <a href="http://www.hessischer-contractingpreis.de">www.hessischer-contractingpreis.de</a></p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
11	Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen	<p>Über 300 Klima-Kommunen 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 weit mehr als die Hälfte aller Kommunen im Bündnis vertreten und bei den Landkreisen sind es sogar fast drei Viertel. 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>Seit 2021 werden die Klima-Kommunen auch verstärkt im Bereich der kommunalen Treibhausgasbilanzierung unterstützt, sowohl durch Beratung als auch durch Unterstützung bei der Datenbeschaffung. So wird auf Basis der Daten des hessischen Energiemonitorings allen Kommunen ein Energiesteckbrief geschickt, der darstellt, welche EEG-geförderten Anlagen vor Ort installiert sind. Zur Vergleichbarkeit werden ebenfalls die Daten für Hessen insgesamt angegeben.</p> <p>Ebenfalls seit 2021 gibt es für die Klima-Kommunen eine vorkonzipierte Solarkampagne, die von den Kommunen individualisiert umgesetzt werden kann und sich an Privatpersonen richtet. Hier lassen sich auch Kampagnenelemente aus dem Solarpaket integrieren, ebenso wird das hessische Solar-Kataster beworben.</p> <p><a href="https://www.klima-kommunen-hessen.de">https://www.klima-kommunen-hessen.de</a></p>
12	Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen	<p>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 80 Prozent, Mitgliedskommunen des Bündnisses ‚Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen‘ erhalten einen Fördersatz von 100 Prozent.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/Klimaschutz">https://umwelt.hessen.de/Klimaschutz</a></p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
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 Prozent im Vergleich zu 1990, bis 2025 um 40 Prozent und bis 2030 um 55 Prozent zu reduzieren. Vor dem Hintergrund des novellierten Bundesklimaschutzgesetzes 2021 wird auch die Hessische Landesregierung eine Anpassung ihrer klimapolitischen Ziele verabschieden. Das Erreichen der Klimaneutralität in Hessen wird von 2050 vorgezogen und spätestens für das Jahr 2045 angestrebt.</p> <p>Der integrierte Klimaschutzplan Hessen 2025 unterlegt seine Ziele mit 140 konkreten Maßnahmen für Klimaschutz und Klimawandelanpassung. Von den 140 Maßnahmen sind bereits 113 Maßnahmen in fortlaufender Umsetzung oder 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>Die Weiterentwicklung des Klimaschutzplans bis 2030 soll bis Ende 2022/Anfang 2023 finalisiert sein. Bis dahin soll ein Mehr-Klimaschutz-Programm mit 18 Maßnahmen zusätzlich starke Impulse für Klimaschutz und -anpassung setzen. Das Programm wurde Anfang 2021 der Öffentlichkeit vorgestellt.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/node/61">https://umwelt.hessen.de/node/61</a></p>
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 begleitet dessen Umsetzung. 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>Die vom Marktforschungsinstitut YouGov im März 2021 durchgeführte Online-Umfrage unter mehr als 1.000 hessischen Bürgerinnen und Bürgern über 18 Jahren liefert aktuelle Zahlen zur Einschätzung der Klimakrise in Hessen. Diese ist in breiten Teilen der hiesigen Bevölkerung angekommen – mehr als zwei Drittel (69 %) der Hessinnen und Hessen sehen das Thema Klimaschutz mittlerweile als wichtig an, nur 12 Prozent empfinden es als unwichtig.</p> <p>Ein weiteres Kampagnenelement im Jahr 2021 waren drei Filmclips über Klimahandler*innen, die zeigen wie Menschen in Hessen konkret den Klimaschutz vor Ort vorantreiben – sei es in ihrer Rolle als Unternehmer*in, Landwirt*in, Kommune oder Privatperson – und dabei vom Land unterstützt werden.</p> <p>2021 erfolgt eine Neuausrichtung der Kampagne, auch zur Weiterentwicklung des IKSP 2030 und des Beteiligungsprozesses.</p> <p><a href="https://umwelt.hessen.de/Klimaschutz">https://umwelt.hessen.de/Klimaschutz</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 erneuerbarer Energien, Energieeffizienz Strom und Wärme, weiterer Ausbau Infrastruktur E-Mobilität sowie die zwei zentralen Querschnittsthemen Digitalisierung und Sektorenkopplung.</p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
16	Wärmeeffizienzpaket	<p>Das Ziel, eine vollständige Versorgung Hessens durch Wärme aus erneuerbaren Energien zu erreichen, wurde bereits 2011 im Rahmen des Hessischen Energiegipfels entwickelt. Zentraler Baustein, um dieses Ziel zu erreichen, ist das hessische Wärmeeffizienzpaket, das die Landesregierung mit der LandesEnergieAgentur entwickelt und umsetzt. Die Angebote des Wärmeeffizienzpakets richten sich sowohl an die einzelne Bürgerin oder den einzelnen Bürger als auch gezielt an Kommunen und die Wirtschaft.</p> <p><a href="https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Waermeeffizienz">https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Waermeeffizienz</a></p>
17	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>
18	Bildungsinitiative Erneuerbare Energien	<p>Die Bildungsinitiative Erneuerbare Energien ist eine Maßnahme des IKSP 2025. Die Initiative verfolgt das Ziel, durch Lernangebote in verschiedenen Zielgruppen und Altersstufen Wissen über Zusammenhänge der Energiewende zu initiieren und zu unterstützen. Im Rahmen der Bildungsinitiative Erneuerbare Energien wurde u. a. eine VHS-Bildungsreihe zum Thema Energie entwickelt. Die Bildungsinitiative wird von der LEA umgesetzt.</p> <p><a href="https://www.lea-hessen.de/bildungsangebote/uebersicht/">https://www.lea-hessen.de/bildungsangebote/uebersicht/</a></p>
19	Digitales Potenzialflächenkataster	<p>Die Hessische Landesregierung unterstützt auf Basis des Koalitionsvertrags für die 10. Legislaturperiode die Städte und Gemeinden beim Flächensparen durch den Aufbau einer Datenbank zur Ermittlung innerörtlicher Flächenreserven, das sogenannte Digitale Potenzialflächenkataster. Für verschiedene Modellkommunen wurden in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation bereits pilothaft erste mögliche Potenzialflächen ermittelt. Es ist geplant, dass die Datenbank im Laufe des Jahres 2022 allen Hessischen Städten und Gemeinden zur Verfügung steht.</p> <p>Das Digitale Potenzialflächenkataster wird ein wichtiges Steuerungsinstrument werden, um trotz des großen Siedlungsdrucks vor allem im Ballungsraum FrankfurtRheinMain den Flächenverbrauch landesweit auf 2,5 Hektar pro Tag zu begrenzen und gleichzeitig den Kommunen die nötigen Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten, um dringend benötigten Wohnraum zu schaffen. Mit dem Digitalen Potenzialflächenkataster können vor allem ungenutzte Innenreserven mobilisiert werden, Flächen im Außenbereich können geschont werden und die Bodenversiegelung wird gebremst.</p>
20	Innovations- und Strukturentwicklungsbudget – Schwerpunkt Nachhaltigkeit	<p>Neben der Förderung von Projekten zur Einrichtung und dem Betrieb von Green Offices/Nachhaltigkeitsbüros und der Erarbeitung und Umsetzung von hochschulindividuellen Nachhaltigkeitsstrategien werden auch Vorhaben mit dem Ziel einer CO<sub>2</sub>-neutralen Hochschule unterstützt. Dazu gehören beispielsweise Projekte, die sich mit Maßnahmen zur Beeinflussung des Nutzerverhaltens, der Steigerung der Energieeffizienz sowie der Verringerung des Primärenergieeinsatzes und der Treibhausgasemissionen im Liegenschaftsbereich der hessischen Hochschulen beschäftigen.</p> <p>Für den Schwerpunkt Nachhaltigkeit stellt die Landesregierung den hessischen Hochschulen im Rahmen des Hessischen Hochschulpakts 2021 bis 2025 jährlich 5 Mio. Euro zur Verfügung.</p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
<b>Energieeffizienz (Gebäude)</b>		
21	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.</p> <p>Gefördert werden Investitionen in Mietwohngebäuden zur nachhaltigen Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem KfW-Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG-WG, Programm-Nr. 261)“, und zwar nur diejenigen Maßnahmen, die dazu beitragen, im modernisierten Wohngebäude mindestens das Niveau des KfW-Effizienzhauses 85 und im Neubau mindestens das Niveau des KfW-Effizienzhauses 55 zu erreichen.</p> <p>Beim energieeffizienten Sanieren von Mietwohnungen werden seit 1. Juli 2021 die KfW-Effizienzhausstandards 40, 40 EE, 55, 55 EE, 70, 70 EE, 85 und 85 EE sowie „Denkmal“ und „Denkmal EE“, beim Neubau von Mietwohnungen die KfW-Effizienzhausstandards 40 PLUS, 40, 40 EE, 40 NH, 55, 55 EE und 55 NH gefördert. Passivhäuser werden im Rahmen eines der o. g. KfW-Energieeffizienzhausstandards gefördert.</p> <p><a href="https://www.wibank.de/wibank/hessisches-programm-zur-energieeffizienz-im-mietwohnungsbau/mietwohnungen-hessisches-programm-energieeffizienz-306944">https://www.wibank.de/wibank/hessisches-programm-zur-energieeffizienz-im-mietwohnungsbau/mietwohnungen-hessisches-programm-energieeffizienz-306944</a></p>
22	Sonderprogramm für Eigenheime – sanieren, sparen, Klima schonen	<p>Mit dem hessischen Sonderprogramm wurden vom 09.02.2021 bis zum 27.10.2021 verstärkt Anreize für Eigentümerinnen und Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern oder von Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften zur Vornahme hocheffizienter energetischer Modernisierungsmaßnahmen geschaffen.</p> <p>Gefördert wurden Investitionen in bestehende Wohngebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) oder in bestehende Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaft zur nachhaltigen Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, die auf der Grundlage der „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG-WG, Programm-Nr. 461 oder 261)“ dazu beitragen, in modernisierten Wohngebäuden den Standard KfW-Effizienzhaus 55 oder besser oder den Standard KfW-Effizienzhaus 70, aber mindestens den Standard KfW-Effizienzhaus 85 zu erreichen.</p> <p>Die Förderung ergänzte für hessische Fördervorhaben Investitions- und Tilgungszuschüsse nach dem Bundesprogramm und wurde als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt.</p>
23	Förderung der Modernisierung von Gebäuden zum Passivhaus im Bestand	<p>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 Gebäudeenergiegesetz (GEG) werden mit bis zu 50 Prozent bezuschusst. Seit 2014 wurden Förderungen für 42 Gebäude mit insgesamt 592 Wohneinheiten beschieden.</p>



Nr.	Maßnahme	Umsetzung
24	<p>Kommunalrichtlinie (Energie) nach § 3 des Hessischen Energiegesetzes (HEG) zur Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kommunen vom 30. April 2021, veröffentlicht im Staatsanzeiger des Landes Hessen Nr. 21/2021, S. 694</p>	<p>In der Kommunalrichtlinie (Energie) werden die Förderangebote für investive Kommunalmaßnahmen im Energiebereich zusammengefasst. Im Einzelnen werden gefördert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energetische Modernisierungsmaßnahmen von Nichtwohngebäuden in drei Qualitätsstufen sowie von Einzelmaßnahmen auf der Basis von Kostenrichtwerten, auch für neue Fördertatbestände z. B. zur Speichertechnologie, zum Einsatz nachwachsender Dämmstoffe und zur smarten Anlagentechnik;</li> <li>- Neubauten mit besonders hohen energetischen Standards, in begründeten Ausnahmefällen: Ersatzneubauten, wenn die energetische Qualität der Ersatzneubauten den energetischen Anforderungen der geförderten Neubauten entspricht;</li> <li>- Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie von innovativen Energietechnologien in kommunalen Liegenschaften. Förderschwerpunkte sind aktuell die LED-Straßenbeleuchtung, Solarabsorberanlagen und Energieeffizienzmaßnahmen in kommunalen Freibädern sowie Maßnahmen zur Digitalisierung im Energiebereich kommunaler Gebäude. Auf Antrag der betroffenen Kommune können kommunalersetzen Maßnahmen gefördert werden.</li> </ul> <p>Die Förderhöhe ist abhängig von der Art der Maßnahme sowie der finanziellen Leistungsfähigkeit der Kommune und beträgt in der Regel 30 bis 80 Prozent der förderfähigen Ausgaben. Hat sich die antragstellende Kommune im Rahmen des Bündnisses „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“ zur Einführung und Einhaltung von Klimaschutzmaßnahmen verpflichtet, kann die Förderquote um weitere 10 Prozent erhöht werden. Die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des Kommunalen Finanzausgleichs.</p> <p><a href="https://www.wibank.de/wibank/energieeffizienz-und-erneuerbare-energien/foerderung-energieeffizienz-und-nutzung-erneuerbarer-energien-307140">https://www.wibank.de/wibank/energieeffizienz-und-erneuerbare-energien/foerderung-energieeffizienz-und-nutzung-erneuerbarer-energien-307140</a></p>
25	<p>Bürgschaftsprogramm für Wohnungseigentümergeinschaften</p>	<p>Weiterführung des bestehenden Programms. Wohnungseigentümergeinschaften stehen vor der Schwierigkeit, sich am Markt kaum mit günstigen Förderkrediten für die Durchführung energetischer Modernisierungsmaßnahmen versorgen zu können. Deshalb bietet die WI-Bank KfW-Darlehen an und sichert diese mit einer Bürgschaft des Landes ab.</p>
26	<p>CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung</p>	<p>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 und Öffentlichkeitsarbeit. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen konnten im Vergleich zu 2008 mehr als halbiert werden.</p> <p><a href="https://co2.hessen-nachhaltig.de/">https://co2.hessen-nachhaltig.de/</a></p>
27	<p>Modellprojekt der Hessischen Landesgesellschaft (HLG) zur Realisierung von Plus-Energie-Siedlungen</p>	<p>Die Hessische Landesgesellschaft (HLG) koordiniert den Entwicklungsprozess für acht Modellkommunen zur Realisierung von Plus-Energie-Siedlungen vor Ort. Das Land Hessen unterstützt die Modellkommunen bei der Planung und Entwicklung modellhafter energieeffizienter und ressourcenschonender Neubaugebiete durch Förderung der Energiekonzeption nach HEG und in der Vorbereitungs- und Umsetzungsphase durch die LandesEnergieAgentur.</p>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
28	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 knapp 100 Projekte fertiggestellt und 19 Maßnahmen als Energiespar-Contracting / PPP-Verfahren durchgeführt. Die CO <sub>2</sub> -Einsparung beträgt bis zu 250.000 Tonnen bezogen auf 30 Jahre.
29	COME-Hochschulen CO <sub>2</sub> -Minderungs- und Energieeffizienzprogramm für Hochschulliegenschaften	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 40 Baumaßnahmen werden bearbeitet.
30	COME-Solar Bauprogramm für Photovoltaik und Solarthermie	Die Nutzung von Solarenergie zur Wärmeerzeugung sowie für die Eigenstromerzeugung auf den Landesliegenschaften soll im Rahmen der CO <sub>2</sub> -neutralen Landesverwaltung deutlich ausgebaut werden. Von 2021 bis 2023 sollen insgesamt 26 Mio. Euro zur Verfügung gestellt werden. Da der Wärmebedarf in den Landesliegenschaften i. d. R. nur saisonal, der Strombedarf jedoch ganzjährig besteht, wird der Fokus auf der Errichtung von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) liegen. Mit den vorgesehenen Mitteln sollen bis zu 12 MWp PV-Leistung erschlossen werden. Damit können bis zu 11 GWh an regenerativ erzeugtem Strom produziert werden.
31	COME-Mobilität Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge und Fahrradabstellanlagen an Landesdienststellen	Ab 2021 baut das Land die Errichtung der Ladeinfrastruktur deutlich aus. Bis 2030 werden alle Dienststellen des Landes im Rahmen der CO <sub>2</sub> -neutralen Landesverwaltung bedarfsgerecht mit Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge ausgestattet. Bis 2025 werden zunächst bis zu 150 Ladepunkte für E-Fahrzeuge jährlich an den Dienststellen des Landes installiert. Bis 2023 sollen 1.000 zusätzliche Fahrradabstellanlagen an Landesdienststellen geschaffen werden. Für das Programm sind 3,7 Mio. Euro jährlich bis 2025 vorgesehen.
32	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).
33	Novellierung des gemeinsamen Runderlasses EMA-Hessen	Mit der Novellierung der EMA-Hessen (Hinweise zum Energiemanagement in den Dienststellen des Landes) vom 15. Januar 2018 können die Einsparpotenziale in den einzelnen Dienststellen des Landes noch stärker aktiviert werden. Denn in jeder Dienststelle ist künftig eine Mitarbeiterin / ein Mitarbeiter als „Koordinatorin / Koordinator für Energiefragen“ zu benennen. Diese sollen maßgeblich zur Sicherstellung einer sachgerechten und wirtschaftlichen Energieverwendung sowie zur Einwirkung auf das Nutzerverhalten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Sinne einer Energieeinsparung beitragen. Fachlich begleitet werden sollen sie von den Energiebeauftragten und dem Competence Center Energie (CC Energie) des LBIH.
34	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.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
35	Verbesserung des klimafreundlichen sommerlichen Wärmeschutzes bei gewerblichen Bauten	Die Maßnahme wird seit 2020 unter der Federführung des HMWEVW durch die LEA durchgeführt und bietet Webinare sowie einen Leitfaden zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes. Sie zielt auf die Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes bei gewerblichen Bauten und in Kommunen und adressiert dabei die Aspekte Klimawandelanpassung, Klimaschutz und Efficiency First mit dem Ziel der Vermeidung zusätzlicher Energie- und Ressourcenverbräuche zur Gebäudekühlung.
<b>Energieeffizienz (Strom und sektorübergreifend)</b>		
36	Landes-KWK-Initiative	Die Informationskampagne des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere in kommunalen Gebäuden, Gewerbebetrieben, Krankenhäusern, Alten-Pflegeheimen und Hotels wurde zum 30. Juni 2021 nach fünfjähriger Laufzeit abgeschlossen. Im Rahmen der Beratungsinitiative Mikro-KWK-Brennstoffzelle für das Bundesprogramm „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ wurden 2019 über 180 Erstberatungen durchgeführt. Das Programm wurde 2020 fortgeführt.
37	Förderung von Energieeffizienznetzwerken	Förderung der Gründung betrieblicher Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerke: Die LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA) ist regionale Koordinationsstelle für das Land Hessen, bündelt die regionalen Aktivitäten des Bundeslandes und im Bundesland und steht für alle Fragen zur Verfügung.
38	LED-Straßenbeleuchtung	Die Modernisierung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik kann 70-80 Prozent des Energieverbrauchs der Straßenbeleuchtung einsparen. Das Land Hessen fördert Modernisierungsmaßnahmen, die diese Einsparung erreichen, mit 15 Prozent, zusätzlich zur bestehenden Förderung des Bundes.
39	Förderung von Einrichtungen und Maßnahmen zur Energieberatung	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 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 Verstetigung der Arbeit. Die Einrichtung von neuen Energieberatungsstellen und Energieagenturen muss in Kooperation mit der LandesEnergieAgentur Hessen erfolgen.
40	Förderung von Maßnahmen zur Qualifikations- und Informationsvermittlung von Technologien auf dem Gebiet der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien	Die Förderung erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 9. Oktober 2019. Über diesen Fördertatbestand können auch Weiterbildungsangebote der Architekten- und Handwerkskammern und Qualifikationsangebote von Hochschulen gefördert werden.
41	Aufsuchende Energieberatung	Die Kampagne Aufsuchende Energieberatung bietet Bürgerinnen und Bürgern in Zusammenarbeit mit den Kommunen einen einfachen Zugang zum Thema energetische Gebäudemodernisierung. Im Rahmen dieser Erstberatungskampagne zur energetischen Gebäudemodernisierung auf Quartiersebene kommen die Energieberaterinnen und Energieberater direkt ins Haus der Bürgerinnen und Bürger und zeigen auf, wie ein Gebäude zukunftssicher an die Herausforderungen des Klimaschutzes angepasst werden kann. Interessierte Kommunen können sich weiterhin bei der LEA für die Teilnahme an der Kampagne anmelden: <a href="https://www.lea-hessen.de/kommunen/kampagne-aufsuchende-energieberatung/">https://www.lea-hessen.de/kommunen/kampagne-aufsuchende-energieberatung/</a>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
42	Hessische Initiative für Energieberatung im Mittelstand (HIEM)	Kostenlose niederschwellige Impulsberatung für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) zu Energieeffizienzmaßnahmen: <a href="https://www.energieeffizienz-hessen.de/">https://www.energieeffizienz-hessen.de/</a>
43	PIUS-Beratung – Programm zur Steigerung des produktionsintegrierten Umweltschutzes und der Ressourceneffizienz	Die geförderte PIUS-Beratung unterstützt Unternehmen dabei, durch Prozessoptimierung der Stoff- und Energiekreisläufe ihren Ressourcenverbrauch und ihre Emissionen zu senken und so ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken: <a href="https://www.technologieland-hessen.de/Pius-Foerderung">https://www.technologieland-hessen.de/Pius-Foerderung</a>
44	PIUS-Invest – Investitionsförderprogramm zur Steigerung der Ressourceneffizienz	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>
45	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.
46	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 9. Oktober 2019.
47	Leitfaden Kommunale Wärmeplanung	Um Städte und Gemeinden bei der Wärmeplanung zu unterstützen, hat die LandesEnergieAgentur gemeinsam mit dem hessischen Energieministerium einen kommunalen Wärmeleitfaden veröffentlicht. Der Wärmeleitfaden fasst in zwölf übersichtlichen Schritten zusammen, wie eine Stadt oder Gemeinde die Wärmewende vor Ort strategisch angehen kann. Konkrete Beispiele vermitteln einen Eindruck, wie Wärmeeffizienzprojekte in der Kommune erfolgreich umgesetzt werden können. Der Leitfaden steht unter: <a href="https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Waermeeffizienz">https://wirtschaft.hessen.de/Energie/Waermeeffizienz</a>
<b>Erneuerbare Energien</b>		
48	Bürgerforum Energiewende Hessen	Das Landesprogramm Bürgerforum Energiewende 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.
49	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.).

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
50	Hessische Verwaltungsvorschrift zur Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Hessen	Durch das Inkraftsetzen 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 Prozent 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 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen erforderlich.
51	Wissensaufbau auf dem Gebiet der naturverträglichen Energiewende	Für eine naturverträgliche Umsetzung des Windenergieausbaus in Hessen auf der Grundlage naturraumspezifischer Erkenntnisse trägt das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz durch Forschungsprojekte zum Wissensaufbau zur Verbesserung der Datengrundlage bei windenergiesensiblen Vogelarten, wie beispielsweise dem Rotmilan, bei.
52	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: Eisspeicher im Quartier, Smarthome-Technologieprojekt im Wohngebiet, innovatives Erdkabeltestprojekt, innovative Einbindung von Mikrogasturbinen in Produktionsprozesse, geothermisch gestützte Anlagen zum Heizen und Kühlen von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden, Abwärmenutzung zur Gebäude- und Quartiersbeheizung.
53	Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten	Die Förderung von kommunalen Energie- und Quartierskonzepten erfolgt gemäß der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom 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.
54	Hessische Mieterstromkampagne	Die hessische Mieterstromkampagne schließt an das Pilot-Förderprogramm „Mieterstrommodelle“ an. Ziel der Kampagne ist es, die Verbreitung von Mieterstrommodellen in Hessen zu erhöhen und ihre Umsetzung zu erleichtern. Hierfür wurden seit Beginn der Kampagne im November 2018 Geschäftsmodelle und Erfahrungen mit Mieterstromprojekten im Rahmen von Workshops, Pressemitteilungen und Veranstaltungen kommuniziert. Ein weiterer Fokus der Kampagne liegt auf einer Vernetzung der Akteure. Die hessische Mieterstromkampagne wird von der LEA im Auftrag des HMWEVW durchgeführt.
55	Hessenweites Solar-Kataster	Jedes der hessischen Dächer und jede Freifläche lässt sich seit dem 1. September 2016 online auf ihre Eignung für eine Solaranlage prüfen. Das Solar-Kataster Hessen berücksichtigt nicht nur physikalische Größen wie Neigungswinkel und Verschattung, sondern kalkuliert auch z. B. unter Berücksichtigung von Batteriespeichern die Wirtschaftlichkeit für unterschiedlichsten Verbrauchsprofile. Zwischen 2018 und 2019 fanden weitere Optimierungen in Bezug auf die Bedienerfreundlichkeit statt. Bis Ende 2020 haben über 310.000 Berechnungen über das Solar-Kataster stattgefunden. <a href="http://www.solarkataster.hessen.de">www.solarkataster.hessen.de</a>



Nr.	Maßnahme	Umsetzung
56	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. 2020 wurden mit unterschiedlichen Beteiligten zwei Workshops durchgeführt.</li> <li>- Kommunales Infopaket: Kommunen können Informationsmaterialien für eine eigene Solarkampagne erhalten (Fertigstellung erfolgte im vierten Quartal 2020).</li> <li>- Förderangebote für innovative Solarenergiesysteme</li> </ul>
57	Aufbau einer Power-to-Gas-Anlage am HBFZ	<p>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.</p> <p><a href="https://www.iee.fraunhofer.de/de/projekte/suche/laufende/direktmethanisierung_ptg.html">https://www.iee.fraunhofer.de/de/projekte/suche/laufende/direktmethanisierung_ptg.html</a></p>
58	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://www.klimaschutznetz-wmk.de/holzige-biomasse">https://www.klimaschutznetz-wmk.de/holzige-biomasse</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 August 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>
59	Förderung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe	<p>Förderung von automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen (BMF), Beratung bei neuen oder bereits bestehenden Anlagen. Förderung von Nahwärmenetzen in Kombination mit geförderten BMF, Umsetzungskonzepten, Informationsmaterialien und -veranstaltungen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur weiteren Optimierung.</p> <p><a href="https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070">https://www.wibank.de/wibank/biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/foerderung-von-biomassefeuerungsanlagen-in-hessen/312070</a></p>
60	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. Fahrzeugflottenprojekt</li> <li>- Förderprojekte in den Bereichen ÖPNV und stationäre Systeme</li> </ul>

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
61	Nutzung der Erdwärme in Neubaugebieten und im Bestand	Wärmepotenziale aus Geothermie werden in hessischen Siedlungen durch Erkundungsbohrungen ermittelt und eine praktisch verwertbare Information in Form von Geothermie-Steckbriefen zur Verfügung gestellt. Es wurde ein Faktencheck Geothermie durchgeführt und eine Studie zum Thema Erneuerbare Energien zum Heizen und Kühlen im Bestandsbau in Auftrag gegeben. Ein Rechtsgutachten mit dem Fokus auf die Darlegung der Zulassungspraxis bundesweit und in Hessen wurde erstellt.
62	Kompetenznetzwerk Geothermie	Seit dem Jahr 2017 widmet sich das ehemalige Kompetenznetzwerk Tiefengeothermie, jetzt Kompetenznetzwerk Geothermie, besetzt mit Vertretern aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft, der Aufgabe, die Nutzung der Erdwärme in Hessen voranzubringen. Dabei stehen Informationsveranstaltungen (z. B. das jährliche Geothermie-Forum im Rahmen des Zukunftsforums Energiewende und Informationsveranstaltungen für Vereine und Verbände), Wissenstransfer, Vernetzung und der Abbau von Hemmnissen im Fokus.
<b>Netzinfrastuktur</b>		
63	Intelligente Energienetze im Quartier	Entwicklung und Förderung von Pilotprojekten zur Optimierung der erneuerbaren Energien im Stromnetz (u. a. Förderprojekt „Smart-Grid Lab“).
64	Speichertechnologien – Studie und Unterstützung P & D	Pilot- und Demonstrationsvorhaben sind wichtige Schritte bei der Technologieentwicklung. Daher sollen auch die für eine sichere zukünftige Energieversorgung wichtigen Speichertechnologien (z. B. Batteriespeicher, Wärmespeicher) in Hessen gefördert werden.
<b>Verkehr</b>		
65	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).
66	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.
67	Elektromobilität: E-Bus-Förderung	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.
68	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. Seit Ende 2020 wird die Teststrecke in Fahrtrichtung Süden um 7 km verlängert.

Nr.	Maßnahme	Umsetzung
69	Elektromobilität: Ladesäulenförderung	Das Land Hessen fördert den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum und beim Arbeitgeber. Dafür standen in den Jahren 2018 und 2020 über 4 Mio. Euro zur Verfügung. Im Jahr 2021 wurden Zuschüsse für die Aufstellung von 1.405 Normal- und 125 Schellladesäulen im öffentlichen Raum und auf Firmenparkplätzen bewilligt. Die Mittel summieren sich auf 4,8 Mio. Euro und stammen aus dem Neuen Hessenplan, der in diesem und im nächsten Jahr insgesamt 6,2 Mio. Euro für den Ausbau der Ladeinfrastruktur vorsieht. Der Zuschuss beträgt bis zu 40 Prozent. Gefördert werden neu anzuschaffende Schnell- und Normalladesäulen sowie Wallboxen aller Leistungsklassen auf Betriebsgeländen, Kundenparkplätzen und öffentlichen Parkflächen.
70	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.
71	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, z. B. der Austausch von Dieselnissen durch E-Busse, dienen dabei auch dem Klimaschutz und der Energieeffizienz. Die Förderung erfolgt dabei i. d. R. durch den Bund.
72	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

Der Monitoringbericht mit seinen rund 100 Indikatoren in den verschiedenen Themenfeldern untersteht einer laufenden Beobachtung und Überprüfung. Änderungen in der Statistik oder in den Datengrundlagen werden im Indikatorensystem berücksichtigt. Somit befindet sich das Monitoring in einem laufenden Prozess und wird auf Basis neuer Entwicklungen und Erkenntnisse stetig überarbeitet.

Im EEG 2021 ist ein verstärktes, jährliches Monitoring zur Zielerreichung verankert. Dazu wurde gemäß § 97 EEG 2021 ein Kooperationsausschuss eingerichtet, der die Erfassung der Ziele der Länder zur Erreichung des Ziels nach § 1 Absatz 2 (Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 65 % bis 2030) und deren Umsetzungsstand koordiniert. In § 98 EEG 2021 ist festgelegt, dass die Bundesländer dem Sekretariat des Kooperationsausschusses jährlich über den Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien, insbesondere über den Umfang an Flächen, die in der geltenden Regional- und Bauleitplanung für Windenergie an Land festgesetzt wurden, über Planungen für neue Festsetzungen für die Windenergienutzung an Land in der Regional- und Bauleitplanung und über den Stand der Genehmigungen von Windenergieanlagen an Land berichten. Der Kooperationsausschuss wertet die Länderberichte aus und legt der Bundesregierung einen Bericht vor. Auf dessen Basis erstellt die Bundesregierung bis Jahresende einen Bericht darüber, ob die erneuerbaren Energien entsprechend der Zielvorgabe ausgebaut werden. Das Monitoring wird erstmals 2021 durchgeführt. Zum Redaktionsschluss lag noch kein Bericht vor.

Der Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK) dient der Erstellung qualitativ hochwertiger und methodisch einheitlicher Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Bundesländer. Unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen wird zudem stets eine Vergleichbarkeit mit internationalen und bundesweiten Methoden angestrebt. Entsprechend stehen Revisionen der Bilanzen zurück bis 2003 in den folgenden Bereichen an: Brennholzverbrauch der privaten Haushalte und des GHD-Sektors, Netzverluste Strom und Eigenverbrauch von Windenergieanlagen, Bruttoendenergieverbrauch (Anpassung an die novellierte EU-Richtlinie 2018/2001) sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Industrieprozessen (überarbeitete Berechnung anhand des neuesten Nationalen Inventarreports). In Diskussion befindet sich eine gesonderte Ausweisung des internationalen Luftverkehrs in den Energiebilanzen. Damit wäre eine Konformität zur CO<sub>2</sub>- sowie internationalen Energieberichterstattung gegeben, allerdings zur deutschen Energiebilanzierung verloren. Neue Ergebnisse des LAK

Energiebilanzen und des Monitorings gemäß § 98 EEG werden in den kommenden Monitoringberichten aufgegriffen.





## Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>Seite</b>
1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2020 (in TWh).....	2
2 Indikatorensystem des hessischen Energiemonitorings.....	9
3 Basis und Datengrundlagen des hessischen Energiemonitorings.....	11
4 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ) .....	14
5 Indexentwicklung des PEV nach Energieträgern (Index 2000 = 100) .....	15
6 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ).....	16
7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren 2000-2020 (in PJ) .....	17
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ).....	18
9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ).....	18
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ).....	19
11 Entwicklung von Bruttostromverbrauch, -erzeugung und Stromaustauschsaldo 2000-2020 (in TWh).....	20
12 Entwicklung von Brutto- und Nettostromverbrauch 2000-2020 (in TWh, Anteilswerte in %).....	21
13 Stromverbrauch der privaten Haushalte pro Kopf 2000-2020 (in kWh).....	22
14 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2000-2020 (in TWh, Anteilswerte in %).....	22
15 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie temperaturbereinigtem Primär- und Endenergieverbrauch (Tber) 2000-2020 (Index 2000 = 100) .....	23
16 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Primär- und Endenergieproduktivität 2000-2020 (Index 2000 = 100).....	24
17 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen temperaturbereinigten Stromproduktivität 2000-2020 (Index 2000 = 100).....	24
18 Energie- und Stromintensität des Verarbeitenden Gewerbes 2000-2020 (Index 2000 = 100) .....	25
19 Energie- und Stromintensität nach Industriebranchen in Hessen 2018 (in kWh je 1.000 Euro BWS).....	26
20 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 2003-2020 (in %).....	29
21 Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Kraftstoffe 2003-2020 (in TWh).....	30
22 Entwicklung des EEV von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien 2003-2020 (Index 2003 = 100).....	31
23 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2000-2020 (in TWh, Anteilswerte in %) .....	32
24 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000-2020 (in %).....	33
25 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern 2003-2020 (in TWh, Anteilswerte in %) .....	34
26 Kraftstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien 2000-2020 (in TWh).....	35
27 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme 2000-2020 (in PJ).....	37
28 Entwicklung des gebäuderelevanten und des gesamten Endenergieverbrauchs in Hessen 2000-2020 (in PJ, Anteilswerte in %) .....	40

29	Temperaturbereinigter EEV privater Haushalte für Raumwärme und Warmwasser (Index 2000 = 100) .....	40
30	Entwicklung fertiggestellter Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären Energiequellen in den Jahren 2011, 2015 und 2020 .....	44
31	Zubau von Erdwärmesonden-Anlagen in Hessen 2000-2020 (jährlich und kumuliert) .....	45
32	Brennholzverbrauch der privaten Haushalte 2000-2020 (in PJ) .....	45
33	Entwicklung des Fördervolumens der KfW für Neubau und Gebäudesanierung, Hessen und Deutschland 2008-2020 (Index 2008 = 100) .....	46
34	KfW-Förderung zur Steigerung der Energieeffizienz in Hessen 2008-2020 (in Mio. Euro) .....	47
35	Im Rahmen des MAP durch das BAFA im Jahr 2020 geförderte Anlagen in Hessen .....	49
36	Windvorranggebiete in Hessen .....	59
37	Installierte elektrische Leistung von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2020 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW) .....	62
38	Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2020 nach erneuerbaren Energieträgern (in MW) .....	63
39	Erzeugte und eingespeiste Strommenge von nach EEG geförderten erneuerbaren Energieanlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern 2020 (in GWh) .....	64
40	Erzeugte und eingespeiste Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2020 nach erneuerbaren Energieträgern (in GWh) .....	65
41:	Entwicklung der Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung durch KWK-Anlagen 2003-2020 (in GWh) .....	68
42	In KWK-Anlagen installierte elektrische Leistung zur Stromerzeugung je 1.000 Einwohnerinnen und Einwohner zum 31.12.2020 nach hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten (in kW) .....	70
43	Zustand Ausbau Verteilernetze in Deutschland 2020 .....	78
44	Investitionen in die Stromnetze in Deutschland 2010-2020 (in Mrd. Euro) .....	80
45	Versorgungsunterbrechungen (SAIDI) Strom nach Bundesländern 2019 (in min/Jahr) .....	81
46	Dauer von strombedingten Redispatchmaßnahmen auf den am stärksten betroffenen Netzelementen 2020 .....	83
47	Entwicklung des SAIDI-Wertes für die deutschen Gasnetze 2006-2020 (in min/Jahr) .....	84
48	Entwicklung des SAIDI-Wertes für Bundesländer 2020 (in min/Jahr) .....	85
49	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsträgern 2000-2020 (in PJ, Anteilswerte in %) .....	89
50	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern 2000-2020 (in PJ) .....	89
51	Spezifischer Endenergieverbrauch im Verkehrssektor, Anzahl der Kraftfahrzeuge und der Einwohnerinnen und Einwohner (Index 2000 = 100) .....	90
52	Entwicklung der Anzahl von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und der Ladepunkte in Hessen 2010-2021 .....	95
53	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2019* (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Zusammensetzung nach Gasen in %) .....	100
54	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen 2000-2019 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente) .....	101
55	Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf und bzgl. BIP (Index 2000 = 100) .....	101
56	Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf 2000-2019 (in t CO <sub>2</sub> -Äquivalente je Einwohner) .....	102
57	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 2019 (in %) .....	102

58	Entwicklung der energiebedingten CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren 1990-2019 (Index 1990 = 100).....	103
59	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Preise für Energieträger für private Haushalte in Deutschland 2000-2020 (nominal, einschließlich MwSt.; Index 2000 = 100).....	106
60	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010, 2015 und 2018-2021 (in Cent je kWh).....	107
61	Preisentwicklung des Bruttoinlandsprodukts sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland 2000-2020 (nominal, ohne MwSt.; Index 2000 = 100) .....	108
62	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000, 2010, 2015 und 2018-2021 (in Cent je kWh).....	109
63	Verteilung der von der EEG-Umlage befreiten Abnahmestellen in Hessen nach Branchen 2020 (absolut und in %) .....	111
64	Auszahlungen aus EEG-Vergütungen, Markt- und Flexibilitätsprämien für Hessen 2010-2019 (in Mio. Euro) 112	
65	KWK-Index: Preisentwicklung für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom 2000-2020 (in Euro/MWh).....	113
66	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland 2000-2020 (nominal; Index 2000 = 100)...	113
67	Halbjahresentwicklung der Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionen 1. Halbjahr 2010 bis 2. Halbjahr 2020 nach EU ETS (in Euro je t CO <sub>2</sub> ) .....	114
68	Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen nach Anlagearten in Hessen 2011-2020 (nominal, in Mio. Euro).....	115
69	Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik- und Windenergieanlagen in Hessen und im Bundesdurchschnitt 2011-2020 (in Euro je kW installierter Leistung).....	116
70	Investitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien 2006-2018 (nominal, in Mio. Euro) .....	116
71	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen in Hessen 2000-2020 .....	117
72	Förderung der Energieforschung in Hessen 2008-2019 (nominal, in Mio. Euro).....	118

<b>Tabelle</b>	<b>Seite</b>
1 Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch in Hessen 2020 (in PJ, Anteilswerte in %).....	39
2 Nach Alter differenzierte Öl- und Gasfeuerungsanlagen 2015, 2019 und 2020 .....	42
3 Im Jahr 2020 fertiggestellte Wohngebäude und Wohnungen nach zur Heizung verwendeten primären und sekundären Energiequellen (Anzahl, Anteilswerte in %) .....	43
4 Bau- und Sanierungsförderung der KfW in Hessen 2020.....	46
5 Jahresvolllaststunden nach Energieträgern im Jahr 2020 in Deutschland.....	53
6 Anzahl und installierte elektrische Leistung von erneuerbaren Energieanlagen am 31.12.2020 in Hessen nach Energieträgern .....	54
7 Neu in Betrieb genommene und stillgelegte erneuerbare Energieanlagen in Hessen sowie Netto-Zubau 2016 bis 1. Halbjahr 2021 .....	55
8 Neu in Betrieb genommene und stillgelegte Leistung sowie Leistungsänderung und Netto-Zubau von erneuerbare Energieanlagen in Hessen 2016 bis 1. Halbjahr 2021 (in MW).....	55
9 Gebote und Zuschläge von hessischen Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen von Ausschreibungen von Solaranlagen.....	57
10 Gebote und Zuschläge von hessischen Windenergieprojekten im Rahmen der Ausschreibungen von Windenergie an Land.....	58
11 Schätzung der eingespeisten Strommengen von EEG-geförderten Anlagen in Hessen nach Energieträgern 2020 (in GWh).....	60
12 Die fünf Landkreise mit dem größten Ausbau elektrischer Leistung von erneuerbaren Energieanlagen 2020 .....	66
13 Anzahl und installierte elektrische Leistung konventioneller Energieanlagen $\geq 10$ MW in Hessen nach Energieträgern, 1. Quartal 2021 .....	67
14 Anzahl sowie elektrische und thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen zum 31.12.2020 nach Leistungskategorie .....	69
15 Merkmale der durch Hessen laufenden Vorhaben aus dem BBPIG.....	74
16 Merkmale der in Hessen verlaufenden Vorhaben nach EnLAG .....	76
17 Fernwärmenetze in Hessen: Trassenlänge, Haushaltsübergabestationen, Leistung und nutzbare Wärmeabgabe 2012-2019 .....	86
18 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW auf hessischen Autobahnen 2020.....	92
19 Fahrleistungen mautpflichtiger LKW nach Schadstoffklasse und Achsklasse 2020 (in 1.000 km).....	93
20 Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten zum Jahresbeginn 2010 und 2021 sowie im Vorjahresvergleich.....	94
21 Anträge auf Umweltbonus beim BAFA aus Hessen.....	94
22 Bestand an Elektro- und Hybrid-Pkw, öffentlichen und privaten Ladesäulen in den hessischen Regionen .....	96
23 Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Strommengen nach Bundesländern 2010-2020.....	110
24 Entwicklung der Investitionen in erneuerbare Energieanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen (nominal, in Mio. Euro) .....	114
25 Anzahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien in den Bundesländern 2011-2019 .....	121



## Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
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 Strukturforschung
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
LBIH	Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen
LDEW	Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen / Rheinland-Pfalz e. V.
LEA	LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
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>Arbeitsgasvolumen</b>	Das Arbeitsgasvolumen von Untertage-Gasspeichern ist das tatsächlich nutzbare Speichervolumen, das ein- oder ausgelagert wird.
<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 Stromletztverbraucher 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 2021b).
<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 (z. B. 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
Schadstoffklasse	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>Sektorenkopplung</b>	Ziel der Sektorenkopplung 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.

**Treibhausgas-  
minderungsquote**

Seit dem Jahr 2015 orientieren sich die Beimischungen von Biokraftstoffen nicht mehr an einem Mengenziel, sondern sie werden über ein Treibhausgasminderungsziel berechnet. Für 2015 wurde eine Treibhausgasminderungsquote von 3,5 Prozent festgelegt. Diese wurde ab dem Jahr 2017 auf 4 und Anfang 2020 auf 6 Prozent erhöht. Mit dem im Bundestag am 21. Mai 2021 verabschiedeten Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungsquote wurden weitere Erhöhungsschritte festgelegt: von 7 Prozent ab 2022 stufenweise bis auf 25 Prozent im Jahr 2030. Die Einhaltung der Quote wird vom Hauptzollamt Frankfurt/Oder überprüft.

**Volllaststunden**

Die Volllaststundenzahl eines Kraftwerks ist als Quotient aus im Jahr erzeugter Strommenge und Maximalleistung definiert. Der theoretische Maximalwert beträgt 8.760 h, denn dies ist die Zahl der Stunden eines Jahres.

**Wasserkraft**

Energie, die mithilfe von Wasserrädern oder Wasserturbinen aus fließendem Wasser gewonnen wird. Das Wasser setzt eine Turbine in Bewegung, die einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dabei wird die Wasserkraftnutzung im Binnenland in folgende drei Bereiche unterteilt: Laufwasserkraftwerke (Flusskraftwerke), Speicherwasserkraftwerke (Talsperren, Stauseen), Pumpspeicherkraftwerke.

**Wirkungsgrad**

Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.



## Literatur- und Quellenverzeichnis

### AGEB (2021)

Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin, März 2021, <https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html>, abgerufen am 06.06.2021.

### 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 (2021)

Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland (Stand: Februar 2021), Berlin, 2021, [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 20.05.2021.

### 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 (2020)

AGFW-Hauptbericht 2019, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main, September 2020, [https://www.agfw.de/index.php?eID=tx\\_securedownloads&p=436&u=0&g=0&t=1622438623&hash=cef7f04d57afa6f7ecee2fd942f3aa7944fce12a&file=/fileadmin/user\\_upload/Zahlen\\_und\\_Statistiken/Version\\_1\\_HB2019.pdf](https://www.agfw.de/index.php?eID=tx_securedownloads&p=436&u=0&g=0&t=1622438623&hash=cef7f04d57afa6f7ecee2fd942f3aa7944fce12a&file=/fileadmin/user_upload/Zahlen_und_Statistiken/Version_1_HB2019.pdf), abgerufen am 31.05.2021.

### Autobild (2021)

So lange gibt's noch Verbrenner in Europa, Berlin, 2021, <https://www.autobild.de/artikel/verbrenner-ausstieg-diesel-und-benziner-plaene-von-audi-bmw-daimler-mazda-toyota-vw-volvo-und-co-19153555.html>, abgerufen am 02.07.2021.

### BAFA (2021a)

Zulassung von KWK-Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2009 nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) in Hessen, Sonderauswertung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, Juli 2021, unveröffentlicht.

### BAFA (2021b)

Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 01.06.2021, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2021, [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/emob\\_zwischenbilanz.pdf](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/emob_zwischenbilanz.pdf), abgerufen am 29.06.2021.

### BAFA (2021c)

Sonderauswertung über die in Hessen geförderten Anlagen im Rahmen des Marktanzreizprogramms im Jahr 2020, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2021, unveröffentlicht.

### BAFA (2021d)

Besondere Ausgleichsregelung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2021, [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 09.06.2021.

### BAFA (2021e)

Rohöl; Erdgas; Steinkohlestatistik 2020, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, 2021, [https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/rohstoffe\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/rohstoffe_node.html), abgerufen am 10.06.2021.

### 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 (2021)

Mautdaten Bund, 01.2020-12.2020, Bundesamt für Güterverkehr, Köln, 2021, [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 05.03.2021.

### BASSt (2021)

Maut, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2021, [https://www.bast.de/BASSt\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-maut.html](https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-maut.html), abgerufen am 05.03.2021.

### BDEW (2021a)

Jahresvolllaststunden 2019/20, gesamte Elektrizitätswirtschaft, Kraftwerke im Markt, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2021, [https://www.bdew.de/media/documents/Jahresvolllaststunden\\_2019\\_2020\\_o\\_online\\_jaehrlich\\_Ba\\_31032021.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/Jahresvolllaststunden_2019_2020_o_online_jaehrlich_Ba_31032021.pdf), abgerufen am 12.07.2021.

**BDEW (2021b)**

BDEW-Strompreisanalyse Juni 2021, Haushalte und Industrie, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2021, <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>, abgerufen am 15.07.2021.

**BDEW (2021c)**

Presseinformation des BDEW vom 09.07.2021 zur Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2021, <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/ladeinfrastrukturausbau-kommt-in-der-flaeche-an-berlin-wolfsburg-zwickau-und-schwieberdingen-sind-spitzenreiter/> abgerufen am 12.07.2021.

**BDEW (2021d)**

Mehr Wasserstoff im deutschen Gasnetz?, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2021, <https://www.bdew.de/energie/mehr-wasserstoff-im-deutschen-gasnetz/>, abgerufen am 15.06.2021.

**BearingPoint / Fraunhofer IEE (2018)**

Verteilnetzstudie Hessen 2024-2034, Studie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Frankfurt / Kassel, 2018.

**BMWi (2021a)**

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2021, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt.xls.html>, abgerufen am 10.06.2021.

**BMWi (2021b)**

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 14.06.2021.

**BMWi (2021c)**

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 15.06.2021.

**BMWi (2021d)**

Erdgasversorgung in Deutschland, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>, abgerufen am 15.06.2021.

**BMWi (2021e)**

Bundesbericht Energieforschung 2021: Forschungsförderung für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, März 2021, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2021.html>, abgerufen am 14.06.2021.

**BMWi (2020)**

Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken - Koalitionsausschuss 3. Juni 2020, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2020, [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-corona-folgen-bekaempfen.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=6](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-corona-folgen-bekaempfen.pdf?__blob=publication-File&v=6), abgerufen am 01.06.2021.

**BNetzA (2021a)**

Marktstammdatenregister, Bundesnetzagentur, Bonn, August 2021, <https://www.marktstammdatenregister.de>, abgerufen am 02.08.2021.

**BNetzA (2021b)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen), Stand: 19.01.2021, Bundesnetzagentur, Bonn, Januar 2021, [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 24.06.2021.

**BNetzA (2021c)**

Kraftwerksliste Bundesnetzagentur zum erwarteten Zu- und Rückbau 2021 bis 2023, Stand: 19.01.2021, Bundesnetzagentur, Bonn, Januar 2021 [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 24.06.2021.

**BNetzA (2021d)**

Beendete Ausschreibungen Windenergie an Land, Bonn, Juli 2021, [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 06.07.2021.

**BNetzA (2021e)**

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 07.06.2021.

**BNetzA (2021f)**

Monitoring des Stromnetzausbaus, Erstes Quartal 2021, Bundesnetzagentur, Bonn, Juni 2021, [http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Monitoringberichte/Monitoring\\_2021-Q1.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Monitoringberichte/Monitoring_2021-Q1.pdf?__blob=publicationFile), abgerufen am 23.06.2021.

**BNetzA (2021g)**

Netzausbau, Bundesnetzagentur 2021, <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/liste/liste.html>, abgerufen am 16.09.2021.

**BNetzA (2021h)**

Vorhaben von gemeinsamem Interesse (PCI), 2021, <https://www.netzausbau.de/Wissen/Europa/PCI/de.html>, abgerufen am 31.05.2021.

**BNetzA (2021i)**

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 28.05.2021.

**BNetzA (2021j)**

Quartalsbericht Netz- und Systemsicherheit – Gesamtes Jahr 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Quartalszahlen\\_Gesamtjahr\\_2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Quartalszahlen_Gesamtjahr_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3), abgerufen am 28.05.2021.

**BNetzA (2021k)**

Feststellung des Bedarfs an Netzreserve für den Winter 2020/2021 sowie das Jahr 2023/2024, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/Feststellung\\_Reservekraftwerksbedarf\\_2021.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Feststellung_Reservekraftwerksbedarf_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=3), abgerufen am 28.05.2021.

**BNetzA (2021l)**

Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Gas, [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 13.08.2021.

**BNetzA (2021m)**

Beendete Ausschreibungen Solar-Freifläche, Bonn, Juli 2021, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html), abgerufen am 06.07.2021.

**BNetzA (2021n)**

Beendete Ausschreibungen Solar Aufdach, Bonn, Juli 2021, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen2/Ausschr\\_Solaranlagen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen2/Ausschr_Solaranlagen_node.html), abgerufen am 06.07.2021.

**BNetzA (2021o)**

Beendete Gemeinsame Ausschreibung Wind/Solar, Bonn, Juli 2021, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Gemeinsame\\_Wind\\_Solar/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Gemeinsame_Wind_Solar/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html), abgerufen am 06.07.2021.

**BNetzA (2021p)**

Bericht zum Zustand und Ausbau der Verteilnetze 2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/ZustandAusbauVerteilernetze2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/ZustandAusbauVerteilernetze2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3), abgerufen am 14.06.2021.

**BNetzA, BKartA (2021)**

Monitoringbericht 2020 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt, Bonn, Stand: 01.03.2021. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Monitoringbericht\\_Energie2020.pdf;jsessionid=6DA1237BEB00D6F6A4F5944B85DAC53C?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Monitoringbericht_Energie2020.pdf;jsessionid=6DA1237BEB00D6F6A4F5944B85DAC53C?__blob=publicationFile&v=8), abgerufen am 26.04.2021.

**BNetzA, BKartA (2020)**

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?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie2019.pdf?__blob=publicationFile&v=6), abgerufen am 10.08.2021.

**Borderstep (2021)**

Studie zu Nachhaltigkeitspotenzialen in und durch Digitalisierung in Hessen, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Hrsg. Hessische Staatskanzlei, Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung, Wiesbaden, 2021, [https://digitales.hessen.de/sites/digitales.hessen.de/files/20210712\\_Nachhaltigkeitsstudie.pdf](https://digitales.hessen.de/sites/digitales.hessen.de/files/20210712_Nachhaltigkeitsstudie.pdf), abgerufen am 02.08.2021.

**BSI (2020a)**

Marktanalyse zur Feststellung der technischen Möglichkeit zum Einbau intelligenter Messsysteme nach § 30 MsbG, Version 1.2 vom 30.10.2020, Bonn, 2020, [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/SmartMeter/Marktanalysen/Marktanalyse\\_nach\\_Para\\_30\\_MsbG\\_v1\\_2.pdf;jsessionid=5EB30E906BBE594F7ACAA1637E1B09F4.interne.t081?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/SmartMeter/Marktanalysen/Marktanalyse_nach_Para_30_MsbG_v1_2.pdf;jsessionid=5EB30E906BBE594F7ACAA1637E1B09F4.interne.t081?__blob=publicationFile&v=1), abgerufen am 15.06.2021.

**BSI (2020b)**

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 15.06.2021.

**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 15.06.2021.

**Bundesverband Wärmepumpe (2021)**

Positives Signal für den Klimaschutz: 40 Prozent Wachstum bei den Wärmepumpen, <https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/positives-signal-fuer-den-klimaschutz-40-prozent-wachstum-bei-waermepumpen/#content> abgerufen am 24.06.2021.

**C/sells (2020)**

1,5°Csellsius ENERGIEWENDE ZELLULÄR – PARTIZIPATIV – VIELFÄLTIG UMGESETZT, Stuttgart 2020, [https://www.csells.net/media/com\\_form2content/documents/c12/a357/f122/CSells\\_Buch\\_15GradCSellsius\\_WEB\\_20201209\\_compressed.pdf](https://www.csells.net/media/com_form2content/documents/c12/a357/f122/CSells_Buch_15GradCSellsius_WEB_20201209_compressed.pdf), abgerufen am 14.06.2021.

**EEG (2021)**

Gesetz zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus erneuerbaren Energien und zu weiteren Änderungen des Rechts der erneuerbaren Energien, kurz: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2021 vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 3026).

**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 (2020)**

Strombeschaffung und Stromhandel, EFET Deutschland – Verband Deutscher Energiehändler e. V., Berlin, 2020, <https://www.dihk.de/resource/blob/16826/406b0cf506b3d2d5fad9bfae8f70b81/dihk-faktenpapier-strombeschaffung-und-handel-data.pdf>, abgerufen am 23.06.2021.

**European Energy Exchange (2021)**

Marktdaten Strom – KWK-Index, European Energy Exchange AG, Leipzig, <https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/kwk-index>, abgerufen am 20.05.2021.

**EY (2021)**

Barometer der Digitalisierung der Energiewende, Berichtsjahr 2020, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/barometer-digitalisierung-der-energie-wende-berichts-jahr-2020.html>, abgerufen am 11.06.2021.

**FAZ (2021)**

Frankfurt, die heimliche Hauptstadt der Rechenzentren, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Podcast vom 09.07.2021, Frankfurt, <https://www.faz.net/podcasts/f-a-z-digitec-podcast/frankfurt-die-heimliche-hauptstadt-der-rechenzentren-17429534.html>, abgerufen am 14.07.2021.

**Fraport (2021)**

Fraport-Verkehrszahlen 2020, Fraport AG, Pressemitteilung vom 18.01.2021, Frankfurt, <https://www.fraport.com/de/newsroom/pressemitteilungen/2021/q1-2021/fraport-verkehrszahlen-2020--passagieraufkommen-infolge-der-covi.html>, abgerufen am 16.07.2021.

**Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen (2017)**

Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen vom 11. Oktober 2017, Nr. 20, Wiesbaden, <http://starweb.hessen.de/cache/GVBL//2017/00020.pdf>, abgerufen am 28.06.2021.



**Hamburg Institut / Prognos (2020)**

Perspektive der Fernwärme Maßnahmenprogramm 2030 Aus- und Umbau städtischer Fernwärme als Beitrag einer sozial-ökologischen Wärmepolitik, im Auftrag des AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., November 2020, [https://www.hamburg-institut.com/images/pdf/studien/AGFW\\_Perspektive\\_der\\_Fernwaerme\\_2030\\_final.pdf](https://www.hamburg-institut.com/images/pdf/studien/AGFW_Perspektive_der_Fernwaerme_2030_final.pdf), abgerufen am 14.06.2021.

**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.energie-land.hessen.de/hessischer-energiegipfel>, abgerufen am 28.08.2021.

**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.

**HIC/ffe (2021)**

Grüne Fernwärme für Deutschland – Potenziale, Kosten, Umsetzung. HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Studie im Auftrag des BDEW, Hamburg – München, Stand: 08. März 2021, [https://www.bdew.de/media/documents/2021-04-06\\_Bericht\\_Kurzstudie\\_gr%C3%BCne\\_Fernw%C3%A4rme\\_Finalfassung.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/2021-04-06_Bericht_Kurzstudie_gr%C3%BCne_Fernw%C3%A4rme_Finalfassung.pdf), abgerufen am 31.05.2021.

**HLNUG (2021)**

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) – Sonderauswertung des Erdwärmeverzeichnisses, unveröffentlicht, Wiesbaden, 2021.

**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 2018, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Dezember 2019, [https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2021-06/hessische\\_treibhausgasbilanz\\_2018\\_0.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2021-06/hessische_treibhausgasbilanz_2018_0.pdf), abgerufen am 29.07.2020.

**HMUKLV (2017)**

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

**HMUKLV/HMWEVW (2020)**

Gemeinsamer Runderlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen; Verwaltungsvorschrift „Naturschutz/Windenergie“ in: Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 1, vom 04.01.2021, Wiesbaden, 2021.

**HMWEVW (2020)**

Energiewende in Hessen Monitoringbericht 2020, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Wiesbaden, 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 (2021a)**

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, 2021.

**HSL (2021b)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2019, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2021.

**HSL (2021c)**

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2020, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2021.

**HSL (2021d)**

Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2013 bis 2020, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2021.

**HSL (2020)**

Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2018, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2020.

**HSL (2016)**

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

**HSL (2014)**

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

**HSL (2012)**

Baufertigstellungen in Hessen im Jahr 2011, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2012.

**IE-Leipzig (2021)**

Bereitstellung aktueller Daten zur Energieversorgung in Hessen bis zum Jahr 2020, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, Juni 2021.

**IREES, ifeu, ISI, Prognos (2020)**

Umfassende Bewertung des Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kältenutzung für Deutschland, Studie für das BMWI, IREES - Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Prognos, [https://irees.de/wp-content/uploads/2021/03/Comprehensive-Assessment-Heating-and-Cooling\\_Germany\\_2020.pdf](https://irees.de/wp-content/uploads/2021/03/Comprehensive-Assessment-Heating-and-Cooling_Germany_2020.pdf), abgerufen am 14.06.2021.

**KBA (2021)**

Fahrzeugbestand nach Umweltmerkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2021, [https://www.kba.de/DE/Statistik/statistik\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html), abgerufen am 19.05.2021.

**KfW (2021)**

Förderreporte 2009 bis 2020, Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt, 2021, [https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport\\_2020.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2020.pdf), abgerufen am 05.05.2021.

**Kohlenwirtschaft (2021)**

Entwicklung ausgewählter Energiepreise, Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. Essen, 2021, <https://kohlenstatistik.de/downloads/deutschland/>, abgerufen am 10.06.2021.

**LBEG (2020)**

Untertage Gasspeicherung in Deutschland, in: EEK Erdgas, Erdöl, Kohle, Ausgabe 11 2020, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, [https://www.lbeg.niedersachsen.de/energie\\_rohstoffe/erdoel\\_und\\_erdgas/untertagegasspeicher/publikation\\_untertageerdgaspeicherung/publikation-zur-untertage-gasspeicherung-in-der-zeitschrift-erdoel-erdgas-kohle-898.html](https://www.lbeg.niedersachsen.de/energie_rohstoffe/erdoel_und_erdgas/untertagegasspeicher/publikation_untertageerdgaspeicherung/publikation-zur-untertage-gasspeicherung-in-der-zeitschrift-erdoel-erdgas-kohle-898.html), abgerufen am 10.08.2021.

**LDEW (2021)**

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, LDEW Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e. V., Mainz, 2021.

**LDEW (2020)**

Datenbereitstellung im Rahmen der Erstellung des Monitoringberichts, LDEW Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e. V., Mainz, 2020.

**LIS-A (2021a)**

LänderInformationsSystem für Anlagen, Datenstand 14.07.2021, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2021, <https://www.hlnug.de/themen/luft/windenergie-in-hessen>, abgerufen am 02.08.2021.

**LIS-A (2021b)**

Sonderauswertung LänderInformationsSystem für Anlagen, Datenstand 15.10.2021, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2021.

**LIV (2021)**

Landesinnungsverband Schornsteinfegerhandwerk Hessen (LIV) – hessischer Beitrag zu den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2020, unveröffentlicht, Bebra, 2021.

**LIV (2016)**

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

**MWV (2021)**

mwv-statistiken-amtliche-mineraloel-daten-2020, Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Berlin, 2021, <https://www.mwv.de/statistiken/mineraloelabsatz/>, abgerufen am 30.06.2021.

**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.

**Stadt Offenbach (2021)**

Hochbauphase für Rechenzentrum von CloudHQ hat begonnen, Stadt Offenbach, [https://www.offenbach.de/leben-in-of/planen-bauen-wohnen/aktuelle-Projekte\\_stadtentwicklung/staedtebauliche\\_projekte/cloudhg-rechenzentrum-12.05.2021.php](https://www.offenbach.de/leben-in-of/planen-bauen-wohnen/aktuelle-Projekte_stadtentwicklung/staedtebauliche_projekte/cloudhg-rechenzentrum-12.05.2021.php), abgerufen am 14.07.2021.

**Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020)**

Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität, Version 1.1, November 2020 [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020\\_10\\_KNDE/A-EW\\_195\\_KNDE\\_WEB\\_V111.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB_V111.pdf), abgerufen am 31.05.2021.

**RP Darmstadt (2021)**

Pressemitteilung: Regionalversammlung entscheidet über letzte Windkraft-Flächen, Regierungspräsidium Darmstadt, Flörsheim, Darmstadt, 03.07.2021, <https://rp-darmstadt.hessen.de/pressemitteilungen/regionalversammlung-entscheidet-%C3%BCber-letzte-windkraft-fl%C3%A4chen>, abgerufen am 12.07.2021.

**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 12.07.2021.

**RP Gießen (2017)**

Teilregionalplan Energie Mittelhessen, Regierungspräsidium Gießen, Gießen, Dezember 2017, <https://rp-giessen.hessen.de/planung/regionalplanung/teilregionalplan-energie-mittelhessen>, abgerufen am 12.07.2021.

**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 12.07.2021.

**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 (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 12.07.2021.

**ÜNB (2020)**

EEG-Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW im Rahmen der EEG-Jahresabrechnung 2019, Juli 2019, <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, abgerufen am 10.02.2021.

**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.

**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.

**ZSW (2021a)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2020, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2021, unveröffentlicht.

**ZSW (2021b)**

Sonderauswertung der Patentstatistik des Deutschen Patent- und Markenamtes (Stand: 09.06.2021), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020, unveröffentlicht.

**ZSW (2020)**

Investitionen in Erneuerbare Energien-Anlagen in Hessen im Jahr 2019, unveröffentlichte Ergebnisdokumentation, 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.

# 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  
Konradinerallee 9  
65189 Wiesbaden  
www.hessen-agentur.de

## Redaktion

Susanne Becker, Dr. Andreas Meissauer: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen  
Dr. Anne-Katrin Wincierz, Peer Pfennig, Sophia Schmidt-Rohr: Hessisches Statistisches Landesamt

## Stand

Dezember 2021

## 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

arcyto - stock.adobe.com (Titel oben), Patrick Daxenbichler - stock.adobe.com (Titel unten), Oliver Rüter - HMWEVW (S. 1), sodawhiskey - stock.adobe.com (S. 7), Maksym Yemelyanov - stock.adobe.com (S. 12), engel.ac - stock.adobe.com (S. 27), Landesbetrieb Bau- und Immobilien Hessen (LBIH) (S. 35), Hermann - stock.adobe.com (S. 36), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (S. 50), Christof Mattes (S. 51), ben-nytrapp - stock.adobe.com (S. 71 links), Werner - stock.adobe.com (S. 71 rechts), fefufoto - stock.adobe.com (S. 72), Ingenieurbüro Pfeffer GmbH (S. 86), ghazii - stock.adobe.com (S. 87), юрій гавриков - stock.adobe.com (S. 98), LBIH (104), www.gleb.in.ua - stock.adobe.com (S. 105), Gorodenkoff Productions OU - stock.adobe.com (S. 136)

## Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden.  
Gedruckt auf ColorCopy Papier, FSC™-zertifiziert.

## Auflage

400

## Bestellung

Download im Internet unter: [www.wirtschaft.hessen.de](http://www.wirtschaft.hessen.de)  
erscheint auch als HA-Report Nr. 1046 ([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