



Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2015



Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2015

Wiesbaden 2015

Inhalt

Seite

Vorwort	1
Zusammenfassung	3
1 Einleitung	7
2 Grundlagen des Monitoringsystems und Indikatoren	10
3 Entwicklung der Energieversorgung und zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien in Hessen	13
3.1 Primärenergieverbrauch.....	13
3.1.1 Primärenergieverbrauch nach Energieträgern	13
3.1.2 Bedeutung erneuerbarer Energien für den Primärenergieverbrauch	14
3.2 Endenergieverbrauch	15
3.2.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern.....	15
3.2.2 Endenergieverbrauch nach Sektoren	16
3.2.3 Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern	17
3.2.4 Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe im Überblick	20
3.3 Stromverbrauch und -erzeugung.....	21
3.3.1 Brutto- und Nettostromverbrauch.....	22
3.3.2 Stromverbrauch pro Einwohner.....	22
3.3.3 Bruttostromerzeugung nach Energieträgern	23
3.3.4 Bedeutung erneuerbarer Energien für Stromerzeugung und -verbrauch in Hessen.....	24
3.4 Wärme	25
3.4.1 Endenergieverbrauch für Wärme.....	25
3.4.2 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieanlagen	26
3.5 Energieeinsparung und Energieeffizienz	27
3.5.1 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität.....	28
3.5.2 Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft.....	28
3.5.3 Energie- und Stromintensität der Industrie nach Branchen	29
4 Anlagenbestand und -ausbau der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung	32
4.1 Installierte Leistung von konventionellen Anlagen zur Stromerzeugung.....	32
4.2 Installierte Leistung von erneuerbaren Energie-Anlagen zur Stromerzeugung.....	32
4.3 In den hessischen Regionen installierte Leistung und erzeugte Strommenge von EEG-geförderten Anlagen	34
4.4 In den hessischen Regionen installierte Leistung der Kraft-Wärme-Kopplung	38
5 Netzbestand und Netzausbau	41
5.1 Stromnetzbestand und -ausbau	41
5.2 Investitionen in Stromnetze	45
5.3 Versorgungssicherheit im Strombereich.....	46
5.4 Gasverteilernetz	46
5.5 Fernwärmenetz	46

6	Verkehr	48
6.1	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor.....	48
6.2	Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor.....	50
6.3	Treibstoffe und Treibstoffverbrauch.....	50
6.4	Elektromobilität.....	52
7	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	56
7.1	Treibhausgasemissionen insgesamt sowie differenziert nach Gasen und Quellgruppen...56	
7.2	Treibhausgasemissionen je Einwohner und je Einheit Bruttoinlandsprodukt.....	57
7.3	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Sektoren.....	58
7.4	Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene CO ₂ -Emissionen.....	59
8	Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende	61
8.1	Energiepreise und Energiekosten.....	61
8.1.1	Entwicklung der CO ₂ -Preise.....	61
8.1.2	Internationale Rohstoffpreise.....	62
8.1.3	Entwicklung des Großhandelsstrompreises.....	62
8.1.4	Strompreise privater Haushalte.....	62
8.1.5	Energiekosten für Haushalte.....	64
8.1.6	Strompreise der Industrie.....	64
8.1.7	Energiekosten für Industrieunternehmen.....	65
8.1.8	Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen.....	66
8.2	Regionale Verteilung EEG-induzierter Zahlungsströme.....	68
8.3	Investitionen hessischer Unternehmen für die Nutzung erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz.....	70
8.4	Forschung und Entwicklung.....	71
8.5	Beschäftigung im Energiebereich.....	73
8.5.1	Beschäftigungsentwicklung in der konventionellen Energiewirtschaft.....	73
8.5.2	Beschäftigungsentwicklung im Bereich erneuerbare Energien.....	74
8.5.3	Nettobeschäftigungseffekte der Energiewende.....	75
9	Ausblick	77
	Abbildungs- / Tabellenverzeichnis	78
	Abkürzungsverzeichnis	81
	Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren	82
	Glossar	83
	Literatur- und Quellenverzeichnis	88
	Anhang	91
A 1	Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern.....	92
A 2	Biomasseanlagen.....	94
A 3	Windenergieanlagen.....	98
A 4	Photovoltaikanlagen.....	102
A 5	Standorte der von der EEG-Umlage befreiten Unternehmen.....	108
	Impressum	109

Vorwort

Ich freue mich, Ihnen den ersten Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen vorlegen zu können. Die Energiewende ist einer der größten wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Transformationsprozesse in unserem Land. Wir stoßen damit das Tor in eine Energiezukunft auf, in der Atomkraft und klimaschädliche Brennstoffe wie Kohle und Öl schrittweise ersetzt werden durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Dies sichert die Lebensgrundlagen künftiger Generationen, stößt Innovationen an und eröffnet unserem wirtschaftsstarken Bundesland neue Exportchancen.

Die Energiewende wirkt sich auf viele Wirtschafts- und Lebensbereiche aus. Ihr Erfolg hängt ganz wesentlich von ihrer Akzeptanz in der Gesellschaft ab. Umso wichtiger ist es, durch sachlich fundierte Information für Transparenz zu sorgen. Genau dies soll der Bericht „Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2015“ leisten. Der Schwerpunkt liegt auf dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Hessen. Für Windenergieanlagen, Biomasse- und Photovoltaikanlagen sind installierte Anlagenleistungen und erzeugte Strommengen gemeindefach und nach Landkreisen abgebildet. Daneben werden der Wärme- und Verkehrsbereich sowie die gesamtwirtschaftlichen Effekte in Bezug auf Kosten, Preise und Beschäftigung betrachtet.

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

Ich wünsche Ihnen eine anregende und informative Lektüre.



Tarek Al-Wazir

Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr
und Landesentwicklung



Zusammenfassung

Die Umsetzung der Energiewende ist ein zentrales Vorhaben der Hessischen Landesregierung. Die Ziele der hessischen Energiepolitik - Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung und Steigerung der Energieeffizienz - wurden im Hessischen Energiezukunftsgesetz im Jahr 2012 festgeschrieben und im Koalitionsvertrag der Hessischen Landesregierung für die Wahlperiode 2014 bis 2019 nochmals bekräftigt. Um den Fortschritt der Energiewende und die Umsetzung der Ziele der hessischen Energiepolitik zu überprüfen, hat das Hessische Wirtschaftsministerium ein Monitoring eingerichtet.

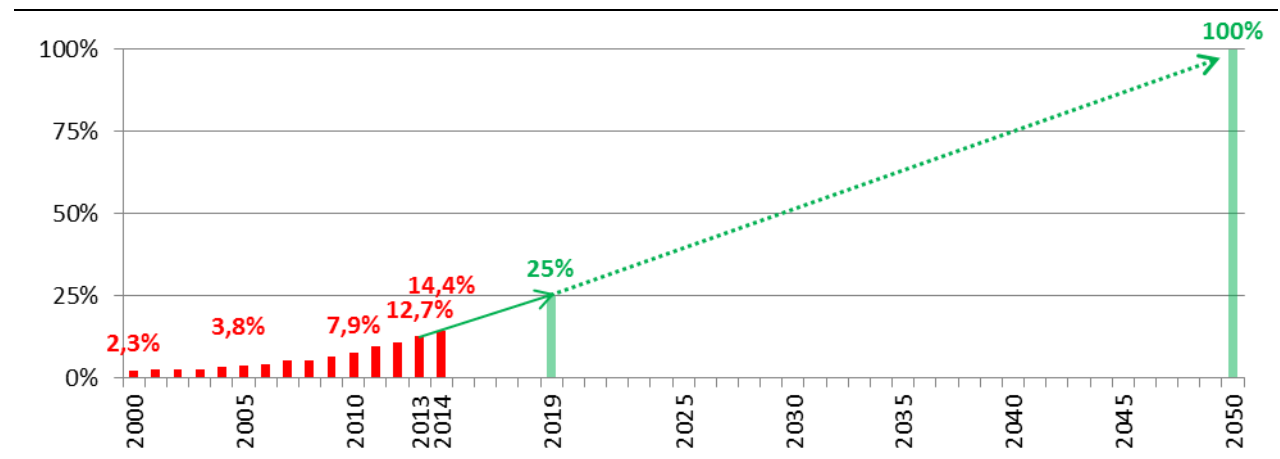
Der vorliegende Bericht ist der erste Monitoringbericht zur Energiewende in Hessen. Er berichtet auf Basis energiestatistischer Kennzahlen faktenbasiert über die Entwicklungen der Energiewende nach den Themenbereichen Energieversorgung, Energieeffizienz, Energieerzeugung, Netze, Verkehr, Treibhausgasemissionen und gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte in enger Anlehnung an das Monitoring des Bundes. Zentrale Grundlage des Berichtssystems ist die amtliche

Energiestatistik sowie weitere verfügbare energiestatistische Informationen. Im Fokus dieses ersten hessischen Monitoringberichts steht die Ausbaudynamik der erneuerbaren Energien.

Ziel der Hessischen Landesregierung ist es, den Endenergieverbrauch in Hessen (Strom und Wärme) bis zum Jahr 2050 möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien abzudecken. Darüber hinaus ist im Koalitionsvertrag der CDU Hessen und Bündnis 90/Die Grünen Hessen als Zwischenziel vereinbart worden, den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2019 auf 25 Prozent zu erhöhen.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch ist im Zeitraum von 2000 bis 2014 von 2,3 Prozent auf 14,4 Prozent gestiegen und hat sich damit mehr als versechsfacht. Besonders hohe Zuwächse wurden in den vergangenen Jahren erreicht, wie die Entwicklung in Abbildung 1 darstellt. Durch die geänderten Rahmenbedingungen des EEG 2014 werden besondere Anstrengungen notwendig sein, um die bisherige Ausbaudynamik zu erhalten.

Abbildung 1: Anteilentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (Wert für 2014 ist prognostiziert).

Im Jahr 2014 trugen erneuerbare Energien über 5,3 Terawattstunden (TWh) zur Stromerzeugung in Hessen bei (siehe Abbildung 2). Davon entfallen jeweils rund 1,5 TWh auf Windenergie und Photovoltaik.

Biogas und feste Biomasse trugen zusammen 1,4 TWh bzw. knapp 25 Prozent zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bei.

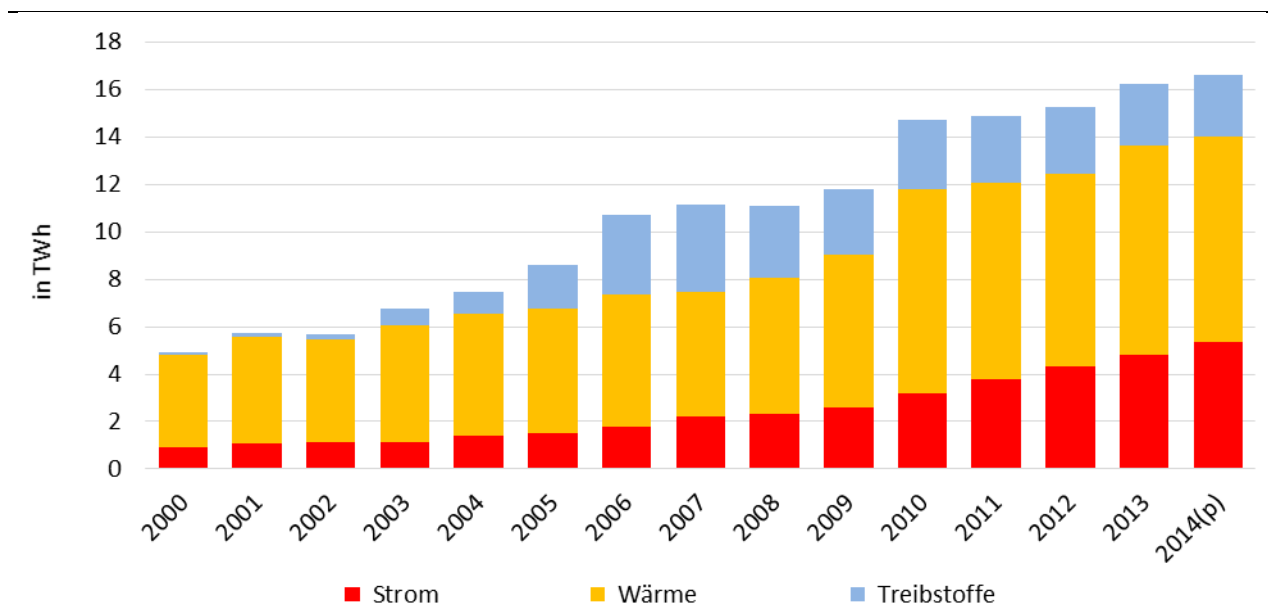
Die Stromerzeugung aus Abfällen lag bei 0,5 TWh, aus Wasserkraft bei gut 0,3 TWh sowie aus Klärgas und Deponiegas bei zusammen 0,1 TWh.

Auch für den Wärmeverbrauch hat die Bedeutung erneuerbarer Energien in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen (siehe Abbildung 2). Während im Jahr 2000 ihr Beitrag noch bei 3,8 TWh lag, liegt er im

Jahr 2014 mit 8,7 TWh mehr als doppelt so hoch. Differenziert nach einzelnen Energieträgern dominiert nach wie vor Biomasse die Zusammensetzung der erneuerbaren Wärmequellen. Während im Jahr 2000 noch 95 Prozent des gesamten Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien auf feste Biomasse entfielen, lag ihr Anteil im Jahr 2014 bei 77 Prozent. Seit einigen Jahren gewinnen zunehmend Solarthermieanlagen und Umweltwärme an Bedeutung, die im Jahr 2014 zusammen rund 12 Prozent des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien abdeckten.

Erneuerbare Energien werden in Form von Bioethanol, Biodiesel, Pflanzenöl und Biomethan auch als Treibstoffe eingesetzt. Ebenso ist in diesem Bereich seit dem Jahr 2000 ein enormer Zuwachs zu verzeichnen (siehe Abbildung 2). Im Jahr 2014 lag der Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien bei 2,6 TWh. Mit einem Anteil von über 70 Prozent ist Biodiesel der wichtigste Biotreibstoff, gefolgt von Bioethanol mit einem Anteil von 27 Prozent.

Abbildung 2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe (in Terawattstunden)



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

Informationen zu allen EEG-geförderten Anlagen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Hessen stellen die Bundesnetzagentur und die Übertragungsnetzbetreiber bereit. Hiernach betrug deren installierte Leistung zum Jahresende 2014 insgesamt 3.208,6 Megawatt (MW). Mit Abstand an der Spitze stehen Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von 1.772,1 MW bzw. 55 Prozent der installierten Gesamtleistung, gefolgt von Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von 1.087,3 MW bzw. einem Anteil von 34 Prozent. Auf dem dritten Rang folgen Biomasse-Anlagen mit einer installierten Leistung von 254,1 MW bzw. 8 Prozent. Wasserkraft sowie Deponie- und Klärgas spielen in Hessen mit zusammen 95,1 MW bzw. 3 Prozent eine untergeordnete Rolle.

Nahezu 40 Prozent der in Hessen aus erneuerbaren Energien installierten Leistung entfallen auf den Vogelsbergkreis, die Landkreise Kassel und Waldeck-

Frankenberg sowie den Main-Kinzig-Kreis. Während im Vogelsbergkreis die Windenergie und im Landkreis Kassel die Photovoltaik klar dominieren, weisen die Landkreise Waldeck-Frankenberg und Main-Kinzig in etwa gleich hohe Anteile an Windenergie und Photovoltaik auf.

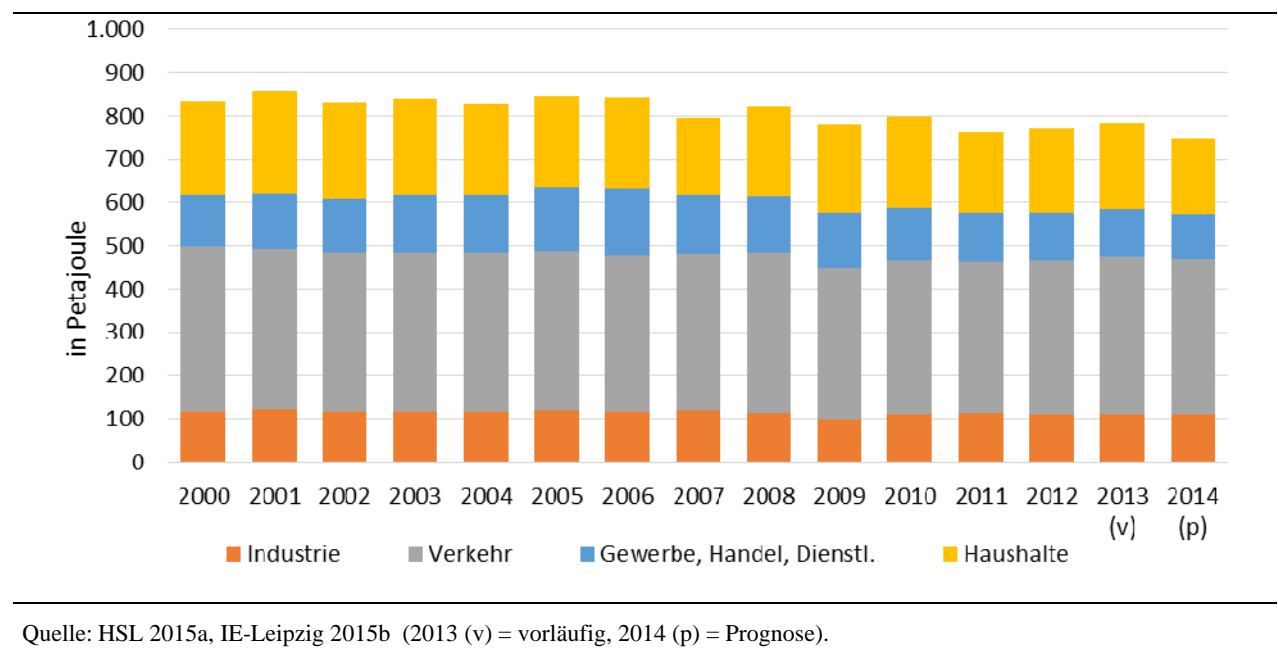
Im gesamten betrachteten Zeitraum vom 1. Januar 2014 bis 30. Juni 2015 gab es einen Nettozubau von 92 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 273,7 MW und von 6.239 Photovoltaik-Anlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 108,5 MW. Darüber hinaus kam es zum Nettozubau von 29 Biomasse-Anlagen mit einer installierten Leistung von 12,3 MW, einer Deponiegasanlage mit einer installierten Leistung von 2,2 MW und von zwei Wasserkraft-Anlagen. Insgesamt summiert sich von Jahresbeginn 2014 bis Jahresmitte 2015

der Nettozubau an installierter Leistung von erneuerbaren Energieanlagen auf 396,7 MW bzw. 13,7 Prozent.

Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz sind ein weiteres wesentliches Handlungsfeld der Energiewende in Hessen. Hier sind ebenfalls Fortschritte festzustellen. So ist der Endenergieverbrauch in Hessen im Zeitraum von 2000 bis 2014 um 85 Petajoule (PJ) zurückgegangen. Dem entspricht eine durchschnittliche jährliche Abnahme von rund 6 PJ bzw. 0,8 Prozent. Differenziert nach Energieträgern

prägen vor allem Mineralöl mit 55 Prozent, Gase (18 Prozent) sowie der Sekundärenergieträger Strom (17 Prozent) den Endenergieverbrauch in Hessen. Betrachtet man die Entwicklung des Endenergieverbrauchs differenziert nach den Sektoren Verkehr, Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie so zeigt sich in allen Sektoren ein rückläufiger Verbrauch. Der größte Rückgang ist mit knapp 20 Prozent bei den privaten Haushalten festzustellen (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren (in Petajoule)



Der Rückgang des Endenergieverbrauchs schlägt sich in einer deutlich steigenden Energieeffizienz nieder, das heißt mit einer gegebenen Menge an Energie kann eine größere Wirtschaftsleistung erzeugt werden. So konnte im Jahr 2014 pro Gigajoule Endenergie ein realer Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt im Wert von 321 Euro geleistet werden, im Jahr 2000 lag der entsprechende Wert noch bei 268 Euro. Dies entspricht einem Zuwachs von insgesamt 20 Prozent bzw. 1,3 Prozent jährlich.

Betrachtet man den Stromverbrauch der privaten Haushalte, so ist im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 ein Rückgang des durchschnittlichen Stromverbrauchs von 3,2 Prozent auf einen Wert von gut 1.600 kWh im Jahr 2014 zu beobachten. Die privaten Haushalte haben somit in den letzten Jahren einen großen Beitrag zur Einsparung von Strom geleistet.

Der in den letzten Jahren rückläufige Stromverbrauch in Hessen geht mit einer steigenden Stromeffizienz einher. So ist die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität (reales Bruttoinlandsprodukt bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch) im Jahr 2014 nach ersten Schätzungen gegenüber dem Vorjahr um 3,5 Prozent gestiegen.

Die zunehmende Substitution fossiler Brennstoffe durch die Nutzung erneuerbarer Energien trägt zum Rückgang der Treibhausgasemissionen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas) bei. In Anlehnung an das Umweltbundesamt wurden Berechnungen zur Vermeidung von CO₂-Emissionen durch den Ersatz konventioneller Energien durch erneuerbare Energieträger durchgeführt. Danach ergibt sich für Hessen im Jahr 2014 eine Einsparung in Höhe von ca. 6,8 Mio.

Tonnen. Den größten Beitrag lieferte die Stromerzeugung, da hierfür vermehrt emissionsarme Wind- und Photovoltaikanlagen eingesetzt werden.

Betrachtet man den Mittelzufluss aus der EEG-Vergütungssumme einerseits und den Mittelabfluss aufgrund von Zahlungen hessischer Stromverbraucher für die EEG-Umlage andererseits, so bildet Hessen zusammen mit Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg die Gruppe der größten Nettozahler unter den Bundesländern. Im Saldo betrug der Mittelabfluss im Jahr 2014 1,15 Mrd. Euro.

Forschung und Entwicklung sind ein Schlüsselfeld für das Gelingen der Energiewende. Die hessische Landesregierung wendete im Jahr 2013 insgesamt 9,6 Mio. Euro für die institutionelle und Projektförderung im Bereich der Energieforschung auf. Hervorzuheben ist das Förderprogramm LOEWE – die Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz. Die wichtigsten Förderfelder bilden die erneuerbaren Energieträger, Energiespeicher, Energiesysteme, Energieeinsparung, Elektromobilität und Stromnetze.

Im Wirtschaftsbereich Erneuerbare Energien waren in Hessen im Jahr 2013 rund 20.160 Personen tätig. Hierin enthalten sind Personen, die direkt Waren und Dienstleistungen für erneuerbare Energien herstellen, wie auch Personen in vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen. Im Vergleich zum Vorjahr ging die Beschäftigtenzahl in Hessen um gut 10 Prozent zurück, was auf den Einbruch im Bereich Photovoltaik zurückzuführen war.

Insgesamt zeigt der Monitoringbericht, dass Hessen auf gutem Wege zu einer erfolgreichen Energiewende ist. Der weitere Fortschritt wird im Energiemonitoring beobachtet und das Indikatorensystem fortlaufend weiterentwickelt.

1 Einleitung

Die Umsetzung der Energiewende ist ein zentrales Vorhaben der Hessischen Landesregierung. Bereits auf dem Energiegipfel im Jahr 2011 wurden unter Leitung des Ministerpräsidenten Volker Bouffier und unter Mitwirkung aller Fraktionen des Hessischen Landtags sowie von Vertretern der Kommunen, von Wirtschafts- und Umweltverbänden, der Gewerkschaften und der Industrie die Ziele der Energiewende in Hessen formuliert und ein Maßnahmenkonzept erarbeitet. Die Ergebnisse des Energiegipfels wurden im Hessischen Energiezukunftsgesetz (HEG), das am 21.11.2012 vom Hessischen Landtag verabschiedet wurde, als Ziele der hessischen Energiepolitik festgeschrieben. Im Koalitionsvertrag für die Wahlperiode 2014 - 2019 hat die Hessische Landesregierung die Umsetzung und Weiterentwicklung des Hessischen Energiegipfels nochmals bekräftigt und um das Ziel einer Verdopplung des Anteils der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch ergänzt.

Als Ziele des HEG und der Koalitionsvereinbarung sind der beschleunigte Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung, deutliche Fortschritte in der Energieeffizienz sowie die Anpassung der Versorgungsnetze zu nennen.

Ziele der Energiewende in Hessen

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

Seit dem Hessischen Energiegipfel ist viel vorangebracht worden: Der Ausbau der erneuerbaren Energien in Hessen schreitet spürbar voran, das einzige hessische Atomkraftwerk Biblis wurde stillgelegt, Programme zur Steigerung der Energieeffizienz oder zur Förderung innova-

tiver Technologien z. B. im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wurden aufgelegt und Bürgerdialoge zum Austausch von Meinungen und Sachinformationen im Hinblick auf die Ausweisung von Standorten für Windenergieanlagen durchgeführt.

Um den Fortschritt der Energiewende und die Umsetzung der Ziele des Energiezukunftsgesetzes zu überprüfen, hat das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (im Folgenden HMWEVL) ein Energiemonitoring eingerichtet, das sich aus § 11 HEG ergibt. Dessen Aufgabe ist es, die Entwicklung wichtiger Indikatoren im Bereich der Energieversorgung zu beobachten und darzustellen. Das Energiemonitoring dient somit als Gradmesser der Fortschritte bei der Umsetzung der Energiewende in Hessen.

Im Rahmen des Energiemonitorings arbeiten das HMWEVL, die Hessen Agentur (im Folgenden HA) und das Hessische Statistische Landesamt (im Folgenden HSL) eng zusammen.

Zur Unterstützung des Monitoringprozesses in Hessen wurde eine begleitende Arbeitsgruppe eingerichtet. Vertreten sind hierin Verbände der Energiewirtschaft (Verband kommunaler Unternehmen Landesgruppe Hessen, Bundesverband Kraft- Wärme-Kopplung e.V., Bundesverband Solarwirtschaft, Verband kommunaler Unternehmen - Landesgruppe Hessen e.V., Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V., Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V., AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.), Forschungsinstitutionen (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) sowie die SUN Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG. In mehreren Arbeitsgruppensitzungen wurden die Indikatoren und Möglichkeiten der Schließung von Datenlücken diskutiert.

Der vorliegende Bericht ist der erste Monitoringbericht zur Umsetzung der Energiewende in Hessen. Er informiert über die wichtigsten Entwicklungen in den verschiedenen Handlungsfeldern der Energiepolitik. Im Fokus dieses ersten Berichts steht die Ausbaudynamik der erneuerbaren Energien in Hessen.

Zunächst werden im folgenden Kapitel die Grundlagen des Monitoringsystems sowie kurz die Indikatorenbasis beschrieben. Kapitel 3 widmet sich der Entwicklung des Primär- und Endenergieverbrauchs, differenziert nach Energieträgern und Sektoren. Dargestellt werden zudem der Strom- und Wärmeverbrauch sowie die Entwicklung

der Energieeffizienz. Kapitel 4 wendet sich der Energieerzeugung zu. Hierin wird die installierte Leistung der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung betrachtet. Ein besonderer Blick erfolgt auf die regionale Verteilung der Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Hessen. Angaben zu Bau und Planung sowie zu Stilllegungen von erneuerbaren Energieanlagen und konventionellen Kraftwerksanlagen runden dieses Kapitel ab.

In Kapitel 5 wird der Netzbestand wie auch der Netzausbau thematisiert. Im Vordergrund steht hier das Stromnetz, es erfolgt aber auch ein Blick auf das Gas- und Fernwärmenetz.

Für Hessen als zentrale nationale und internationale Verkehrsdrehscheibe mit dem größten Flughafen Kontinentaleuropas spielt der Sektor Verkehr eine herausragende wirtschaftliche Rolle. Im Abschnitt 6 wird daher zum einen der Energieverbrauch im Verkehrssektor beleuchtet, aber auch die Entwicklung zukunftssträchtiger Antriebssysteme betrachtet. Es folgt in Kapitel 7 die Darstellung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen, insbesondere die energiebedingten CO₂-Emissionen nach Sektoren.

Kapitel 8 wendet sich den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Energiewende zu. Im Fokus stehen hierbei die Entwicklung von Preisen und Kosten für Unternehmen und Haushalte, die Auswirkungen auf die Beschäftigung sowie die Ausgaben im Bereich Forschung und Entwicklung. Kapitel 9 gibt einen Ausblick auf die zukünftig geplanten Schwerpunkte im hessischen Energiemonitoring.

2

Grundlagen des Monitoringsystems und Indikatoren



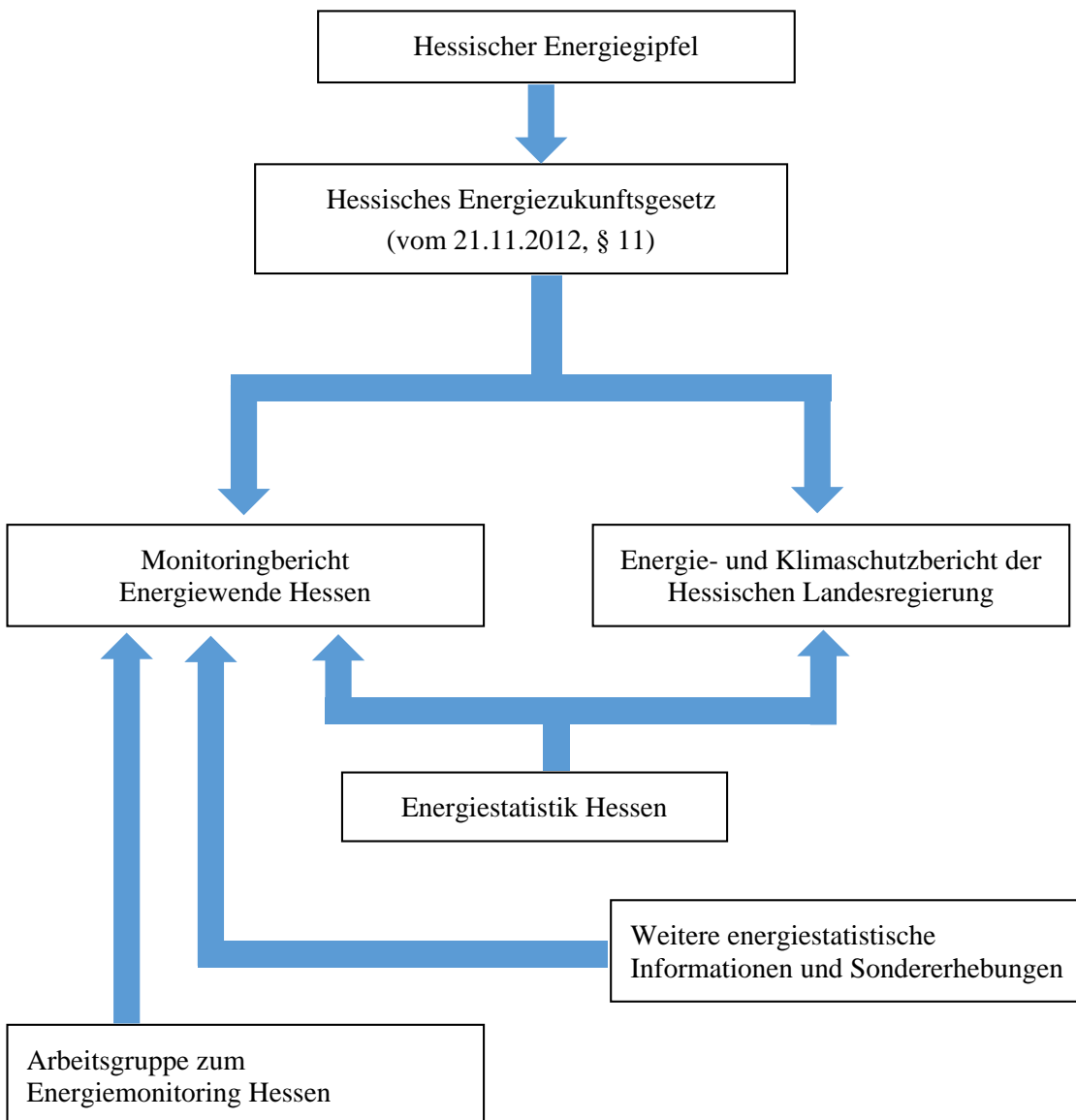
2 Grundlagen des Monitoringsystems und Indikatoren

Der Aufbau eines Energiemonitorings für die Umsetzung der Energiewende in Hessen ist im Hessischen Energiezukunftsgesetz vom 21. November 2012 verankert.

Die Regierungsparteien CDU und Bündnis 90/Die Grünen haben in ihrem Koalitionsvertrag für die 19. Wahlperiode des Hessischen Landtags 2014 bis 2019 dies auf-

gegriffen und festgelegt, dass zur Überprüfung der Zielerreichung des Energiegipfels ein Monitoring zur Erfassung und Fortschreibung der Nutzung erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich sowie der Darstellung und Entwicklung der Energieeffizienz, der konventionellen Energieversorgung, der Netze und Infrastrukturen eingerichtet werden soll.

Abbildung 4: Grundlage und Einbettung des Hessischen Energiemonitorings



Quelle: Zusammenstellung der Hessen Agentur.

Das hessische Energiemonitoring ist faktenbasiert und gesamtwirtschaftlich orientiert und grenzt sich damit vom Energie- und Klimaschutzbericht des Landes ab, bei dem der Schwerpunkt auf einer maßnahmenbezogenen Fortschrittsberichterstattung liegt.

Grundlage des Energiemonitorings ist ein Indikatorensystem, welches auf Basis von energiestatistischen Informationen Kenngrößen zu wichtigen Handlungsfeldern der Energiepolitik umfasst und zukünftig fortgeschrieben wird. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte in enger Anlehnung an das Energiemonitoring des Bundes.

Es werden insgesamt rund 75 Indikatoren in folgenden Handlungsfeldern betrachtet:

- Energieversorgung
- Energieeffizienz
- Erneuerbare Energien
- Kraftwerke
- Netze
- Gebäude/Wärme
- Verkehr
- Treibhausgasemissionen
- Gesamtwirtschaftliche Effekte.

Zentrale Datenquelle des Monitorings sind die amtlichen Energiestatistiken des Landes und des Bundes. Da zum Teil die Statistiken nur mit einem langen zeitlichen Nachlauf verfügbar sind, wurde zur Gewährung einer höheren Aktualität der Daten eine Prognose des Energieverbrauchs nach Energieträgern und Sektoren beauftragt. Damit ist es gelungen, bereits für das Jahr 2014 aktuelle Daten zum Energieverbrauch bereitzustellen.

Informationen zu Netzen und zur Versorgungssicherheit wurden vom Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz bereitgestellt. Informationen zu Kraftwerken, Anlagen und Netzen stammen von der Bundesnetzagentur und den Übertragungsnetzbetreibern. Weitere Angaben z. B. zu den Treibhausgasemissionen, zu Investitionen, zu Preisen und Kosten, zum Verkehrssektor zu Forschung und Entwicklung und zu den Beschäftigten lieferten das Europäische Amt für Statistik, das Statistische Bundesamt, das Hessische Statistische Landesamt, das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie, das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst, das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, das Forschungszentrum Jülich, das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkon-

trolle, das Deutsche Patent- und Markenamt, der Bundesverband der Energie- Wasserwirtschaft, die Deutsche Börse, die Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung, das Kraftfahrt-Bundesamt und LEMnet.

Sofern die Datenlage es erlaubt, werden die Entwicklungen für den Zeitraum von 2000 bis 2014 dargestellt. Darüber hinaus werden – wenn verfügbar – auch aktuelle Daten für 2015 ausgewertet.

3

Entwicklung der Energieversorgung und zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien in Hessen



3 Entwicklung der Energieversorgung und zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien in Hessen

In modernen Volkswirtschaften wie Hessen wird kontinuierlich Energie zum Produzieren, Heizen, Kühlen, Bewegen, Beleuchten oder für Kommunikation und vieles andere benötigt. Um dies leisten zu können, müssen gegenwärtig noch große Mengen an fossilen Energieträgern zur Strom-, Wärme- und Treibstoffversorgung importiert werden. Nach der Stilllegung des Atomkraftwerks Biblis ist zudem der Direktimport von Strom stark angestiegen.

In Form von Energiebilanzen wird das komplexe System der Energieströme – Aufkommen, Umwandlung und Verwendung – für die einzelnen Energieträger möglichst lückenlos für Hessen dargestellt. Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Primärenergieverbrauchs (PEV) und des Endenergieverbrauchs (EEV) sowie die zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien in Hessen dokumentiert.

3.1 Primärenergieverbrauch

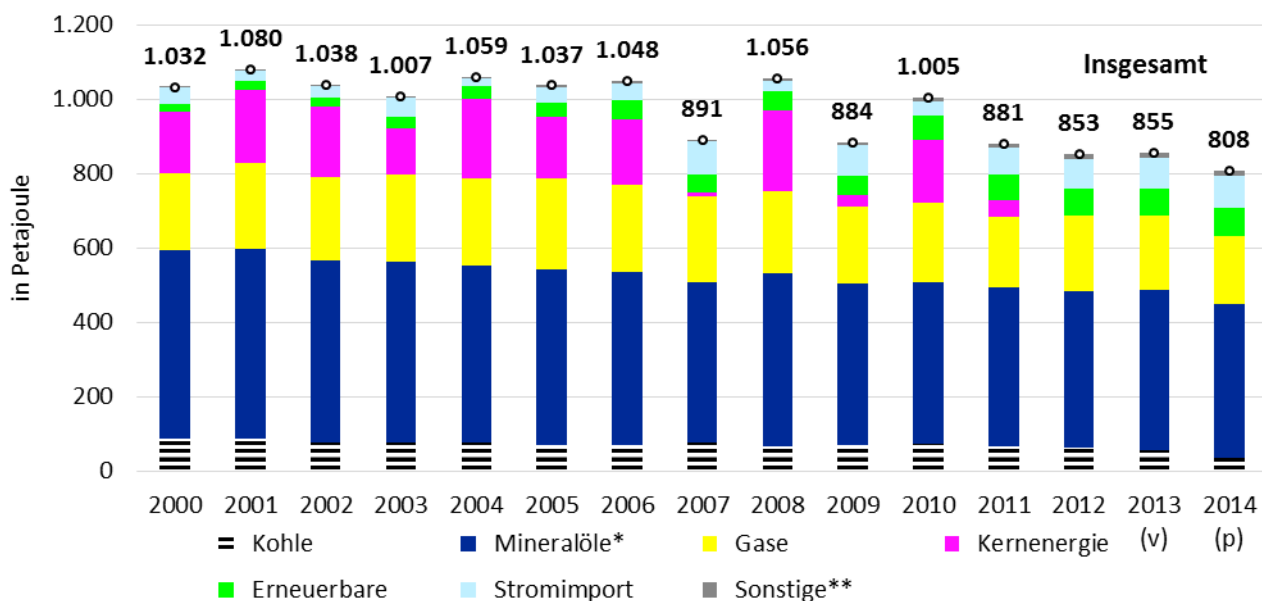
In der Energiebilanz wird der Primärenergieverbrauch im Inland vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK)

wie folgt definiert: „Gewinnung von Primärenergieträgern im Land, den Bezügen und Lieferungen über die Landesgrenzen sowie Bestandsveränderungen, soweit diese statistisch erfasst werden.“ Der Primärenergieverbrauch ist somit die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Menge an Primärenergie und wird in der Regel für einen Zeitraum von einem Jahr ermittelt.

3.1.1 Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Für Hessen wird für das Jahr 2014 aus den bisher vorliegenden Daten ein Primärenergieverbrauch in Höhe von insgesamt 808 PJ prognostiziert (siehe Abbildung 5). Energiebilanzen werden für Bundesländer i.d.R. mit einer zeitlichen Verzögerung von mindestens zwei Jahren veröffentlicht. Die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Hessen seit dem Jahr 2000 im Trendverlauf deutlich rückläufig und sinkt um durchschnittlich 17 PJ pro Jahr. Der relative starke Rückgang am aktuellen Rand von 855 PJ im Jahr 2013 auf 808 PJ im Jahr 2014 um -5,5 Prozent, ist u. a. auf die vergleichsweise milde Witterung zurückzuführen.

Abbildung 5: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2014 (in Petajoule)



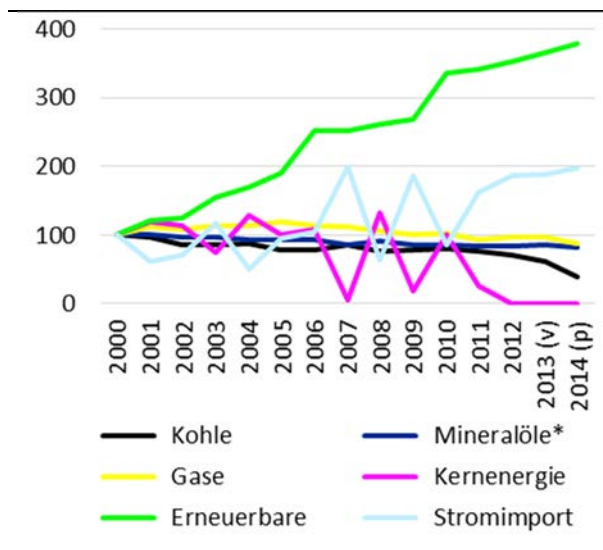
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

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

Differenziert nach Energieträgern prägen vor allem Mineralöl und Gase den Primärenergieverbrauch in Hessen über den gesamten Zeitraum von 2000 bis 2014. Die länger anhaltenden Produktionsunterbrechungen des Atomkraftwerks Biblis in den Jahren 2007 und 2009 sowie dessen komplette Stilllegung im Jahr 2011 wirken sich spürbar reduzierend auf den Primärenergieverbrauch in Hessen aus. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Energieerzeugung aus Kernenergie in der amtlichen Statistik gemäß internationaler Vereinbarung nur einen Wirkungsgrad von 33 Prozent hat. Wird Kernenergie durch Energieträger mit höheren Wirkungsgraden substituiert – für erneuerbare Energien aber auch für Stromimporte wird z. B. ein bilanzieller Wirkungsgrad von 100 Prozent angenommen –, reduziert sich der Primärenergieverbrauch entsprechend. Im Jahr 2008 beispielsweise hat das Atomkraftwerk Biblis mit insgesamt 218 PJ besonders viel zum Primärenergieverbrauch beigetragen. Bei Substitution dieser 218 PJ durch erneuerbare Energien oder Stromimporte ergibt sich rein rechnerisch eine Reduzierung des Primärenergieeinsatzes für Hessen in Höhe von etwa 7 Prozent.

Aus Abbildung 6 wird ersichtlich, dass Produktionsschwankungen in Biblis jeweils durch Stromimporte ausgeglichen wurden. Für den ausgeprägten Rückgang beim Energieträger Kohle im Jahr 2014 ist ein Produktionsausfall im Kraftwerk Staudinger ursächlich. Auch dies konnte durch Stromeinfuhren kompensiert werden.

Abbildung 6: Entwicklung der Energieträger
(Index: Jahr 2000 = 100)



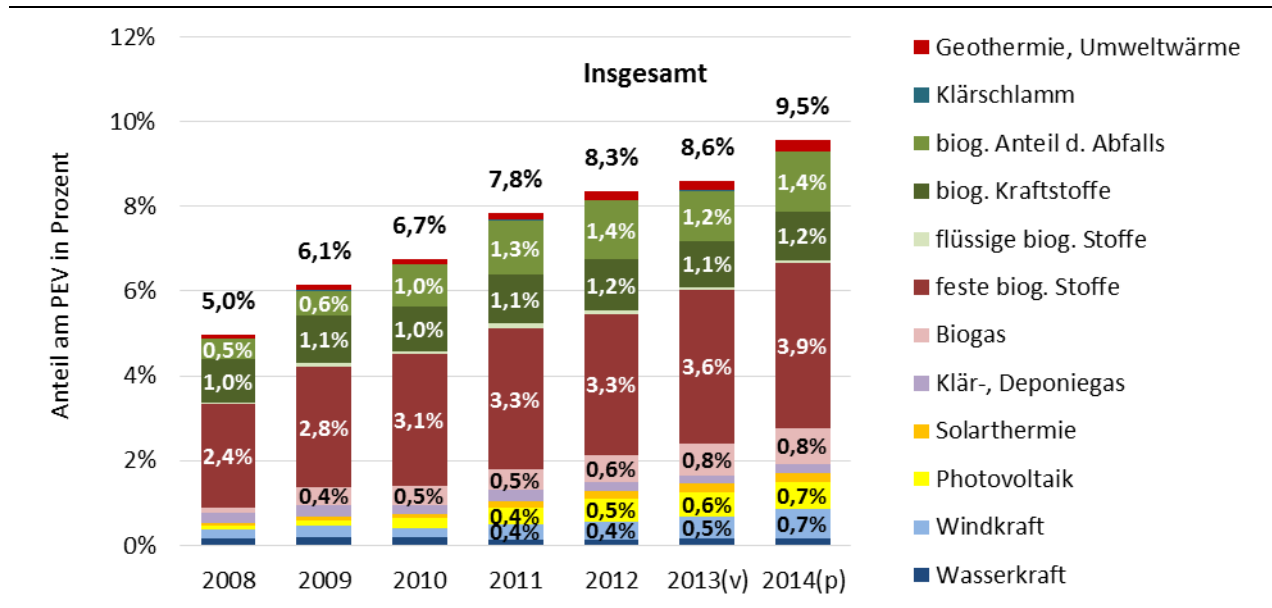
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).
*) einschl. Flüssiggas

Der Verbrauch von Mineralöl ist seit 2000 um insgesamt fast 20 Prozent rückläufig. Von 2000 bis 2005 haben fossile Gase kontinuierlich beim Primärenergieeinsatz an Bedeutung gewonnen. So lag die eingesetzte Gasmenge im Jahr 2005 um fast 20 Prozent höher als im Jahr 2000. Seit dem Jahr 2005 ist der Gasverbrauch dann kontinuierlich zurückgegangen und lag im Jahr 2014 mit geschätzt 182 PJ um 18 Prozent unter dem Niveau des Jahres 2000.

3.1.2 Bedeutung erneuerbarer Energien für den Primärenergieverbrauch

Der Beitrag erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch hat sich seit dem Jahr 2008 von 53 PJ auf 77 PJ im Jahr 2014 und damit um fast 50 Prozent erhöht. Bei gleichzeitig rückläufiger Entwicklung konventioneller Energieträger ist der Anteil der erneuerbaren Energieträger am PEV nach ersten Schätzungen sogar von 5 Prozent im Jahr 2008 auf 9,5 Prozent im Jahr 2014 angestiegen (siehe Abbildung 7). Differenzierte Angaben für die einzelnen erneuerbaren Energieträger zum Primärenergieverbrauch liegen seit dem Jahr 2008 vor. Deutlich wird, dass der starke Bedeutungsgewinn der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch vor allem auf die starken Zuwächse bei den biogenen Energieträgern, aber auch Photovoltaik und Windenergie zurückzuführen ist. 1,4 Prozent des gesamten hessischen Primärenergieverbrauchs wurde im Jahr 2014 durch die Nutzung von Wind- und Solarenergie bereitgestellt. Im Jahr 2008 lag der entsprechende Anteil bei 0,3 Prozent.

Abbildung 7: Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch von 2008 bis 2014
(in Prozent)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

3.2 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch umfasst die gesamte an die Endkunden im Inland abgegebene Energie. Der Unterschied zwischen der Summe des Endenergieverbrauchs und der Summe des Primärenergieverbrauchs besteht aus Umwandlungs- und Übertragungsverlusten, die bei der Erzeugung im Umwandlungssektor und beim Transport zum Endverbraucher entstehen. Da zudem ein großer Teil der Primärenergieträger zunächst in Sekundärenergieträger (wie z. B. Strom oder Treibstoffe) umgewandelt wird, weicht auch die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern erheblich von der des Primärenergieverbrauchs ab.

Wie aus Abbildung 8 ersichtlich wird, beträgt der Endenergieverbrauch für Hessen nach vorläufiger Bilanzierung für das Jahr 2013 insgesamt 785,5 PJ. Für das Jahr 2014 ist nach ersten Schätzungen ein Rückgang auf 747,3 PJ zu erwarten; dies ist ein Minus von 38,2 PJ bzw. -4,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Bei langfristiger Betrachtung ist der Endenergieverbrauch in Hessen deutlich rückläufig und sinkt seit 2000 um durchschnittlich rund 6 PJ bzw. 0,8 Prozent jährlich.

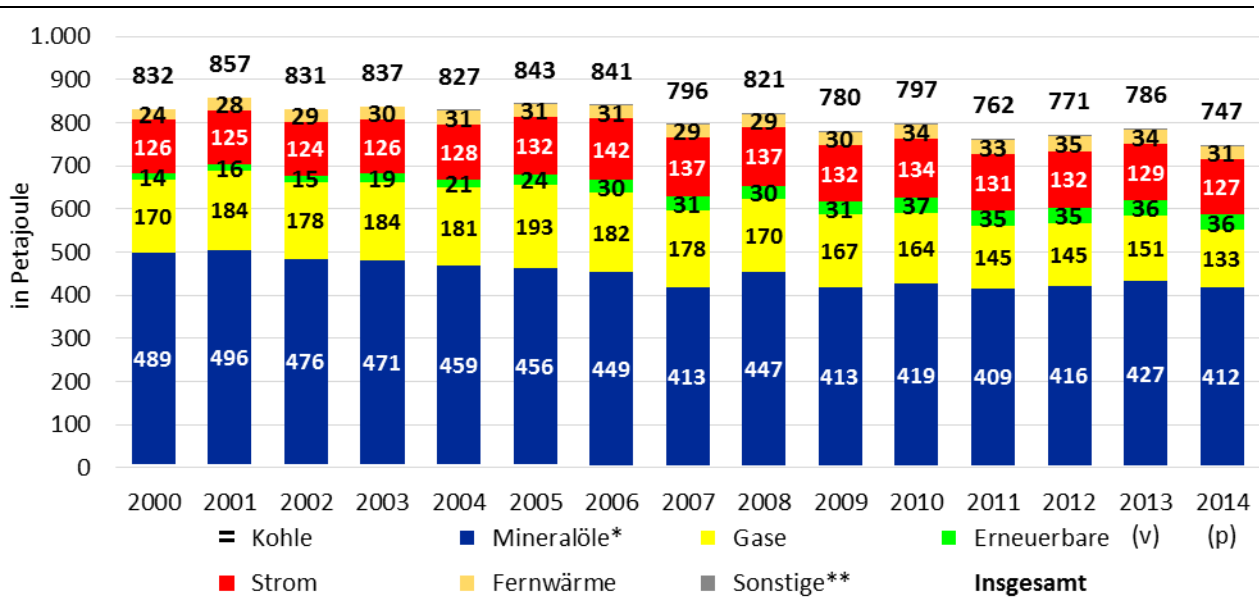
3.2.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Differenziert nach Energieträgern prägt aufgrund der hohen Bedeutung des Verkehrssektors mit dem internationalen Flughafen Frankfurt vor allem Mineralöl mit 412 PJ bzw. 55 Prozent den Energieverbrauch in Hessen im Jahr 2014. Hohe Anteile weisen zudem Gase (133 PJ bzw. 18 Prozent) und der Sekundärenergieträger Strom (127 PJ bzw. 17 Prozent) auf. Eine relativ konstante Verteilung der Energieträger ist über den gesamten Zeitraum ab 2000 zu beobachten.

Fernwärme, die einen Anteil von 4 Prozent am Endenergieverbrauch im Jahr 2014 hat, bewegt sich seit vielen Jahren relativ stabil um einen Jahresverbrauch in Höhe von 30 PJ.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch betrug im Jahr 2000 noch 1,7 Prozent und stieg bis 2014 kontinuierlich auf 4,8 Prozent an. Dieser Anstieg ist vor allem auf Zuwächse bei der festen Biomasse und dabei insbesondere auf Holz zum Heizen zurückzuführen. Die Anteile der erneuerbaren Energien für die Strom- und Fernwärmeezeugung sind darin nicht berücksichtigt.

Abbildung 8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2014
(in Petajoule)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).
*) einschl. Flüssiggas **) sonstige hergestellte Gase, fossile Abfälle usw.

3.2.2 Endenergieverbrauch nach Sektoren

Der Endenergieverbrauch lässt sich in die vier Verbrauchssektoren private Haushalte, Industrie¹, Verkehr sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) unterteilen. In allen vier Sektoren nimmt der Endenergieverbrauch im Zeitverlauf seit 2000 tendenziell ab (siehe Abbildung 9). Die Wirtschaftskrise im Jahr 2009 führte zu deutlichen Verbrauchsrückgängen sowohl in der Industrie als auch im Verkehrssektor, während die Effekte bei den privaten Haushalten aber auch bei Gewerbe, Handel und Dienstleistungen allenfalls gering waren. Der ausgeprägte Rückgang im Jahr 2007 hängt mit der Erhöhung des Mehrwertsteuersatzes zusammen, der vor allem bei nicht vorsteuerabzugsberechtigten privaten Haushalten und Kleinunternehmen zu Vorabkäufen von Mineralölprodukten geführt hat.

Tabelle 1: Beitrag der Sektoren zur Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2014

	Veränderung von 2000 bis 2014 (p)		
	absolut (in PJ)	relativ (in %)	jährlich (in %)
Industrie	-8,1	-6,9%	-0,5%
Verkehr	-24,7	-6,5%	-0,5%
GHD	-10,6	-9,0%	-0,7%
Haushalte	-41,5	-19,3%	-1,5%
Insgesamt	-84,8*	-10,2%	-0,8%

*Rundungsbedingt weicht der Summenwert von der Summe der Einzelwerte ab.

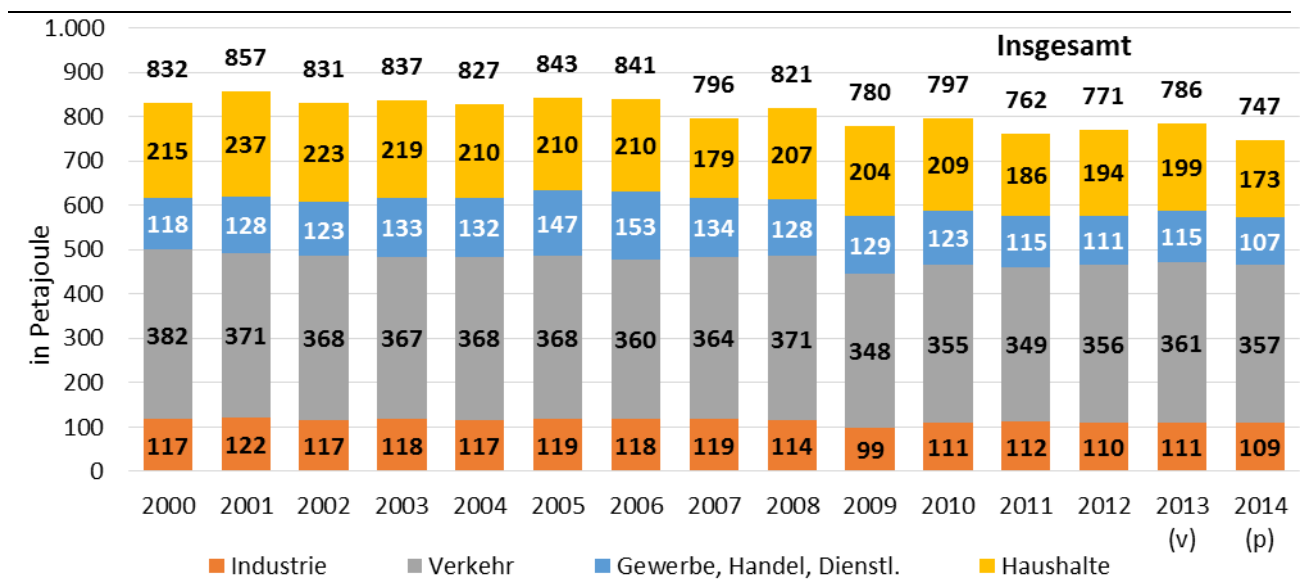
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2014 (p) = Prognose), Berechnungen der Hessen Agentur.

1 Der Begriff Industrie wird in diesem Bericht synonym für Unternehmen und Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes verwendet.

Der gesamte Rückgang des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2014 in Höhe von knapp 85 PJ bzw. 10 Prozent ist fast zur Hälfte auf die privaten Haushalte zurückzuführen. Deren Verbrauch ging insgesamt um -19,3 Prozent zurück, was einer durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate von -1,5 Prozent entspricht. Der Anteil der privaten Haushalte am Endenergieverbrauch betrug im Jahr 2000 noch 26 Prozent und reduzierte sich auf 23 Prozent im Jahr 2014. Der mit Abstand größte Anteil entfällt

mit fast der Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs auf den Verkehrssektor. Diese außerordentliche Bedeutung des Verkehrssektors für Hessen ist vor allem auf den Flughafen Frankfurt/RheinMain, der mit Abstand größte Passagier- und Frachtflughafen Deutschlands, zurückzuführen.

Abbildung 9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren von 2000 bis 2014 (in Petajoule)



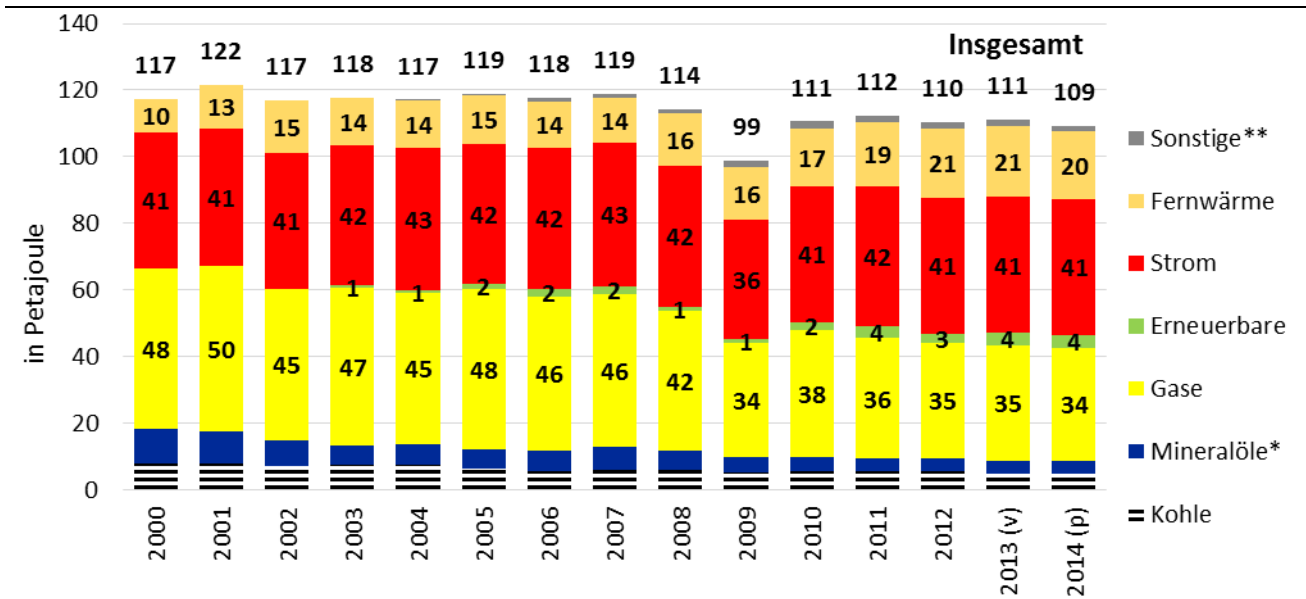
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

3.2.3 Sektoraler Endenergieverbrauch nach Energieträgern

In den folgenden drei Abbildungen ist der Endenergieverbrauch differenziert nach Energieträgern für die einzelnen Verbrauchssektoren mit Ausnahme des Verkehrssektors zusammengestellt. Der Verkehrssektor wird wegen seiner Bedeutung für das Transitland Hessen in Kapitel 6 detailliert behandelt (siehe Abbildung 36).

Als Besonderheiten des Verarbeitenden Gewerbes sind zunächst der erkennbare stark rückläufige Verbrauch von Kohle und die relativ geringe Bedeutung von Mineralöl zu nennen. Mit der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 hat sich zudem der Verbrauch von Erdgas stark reduziert und verharrt seitdem auf einem niedrigeren Niveau. Kompensiert wurden die Rückgänge an fossilen Energieträgern durch einen steigenden Einsatz an erneuerbaren Energien und von Fernwärme.

Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe nach Energieträgern
(in Petajoule)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b, (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

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

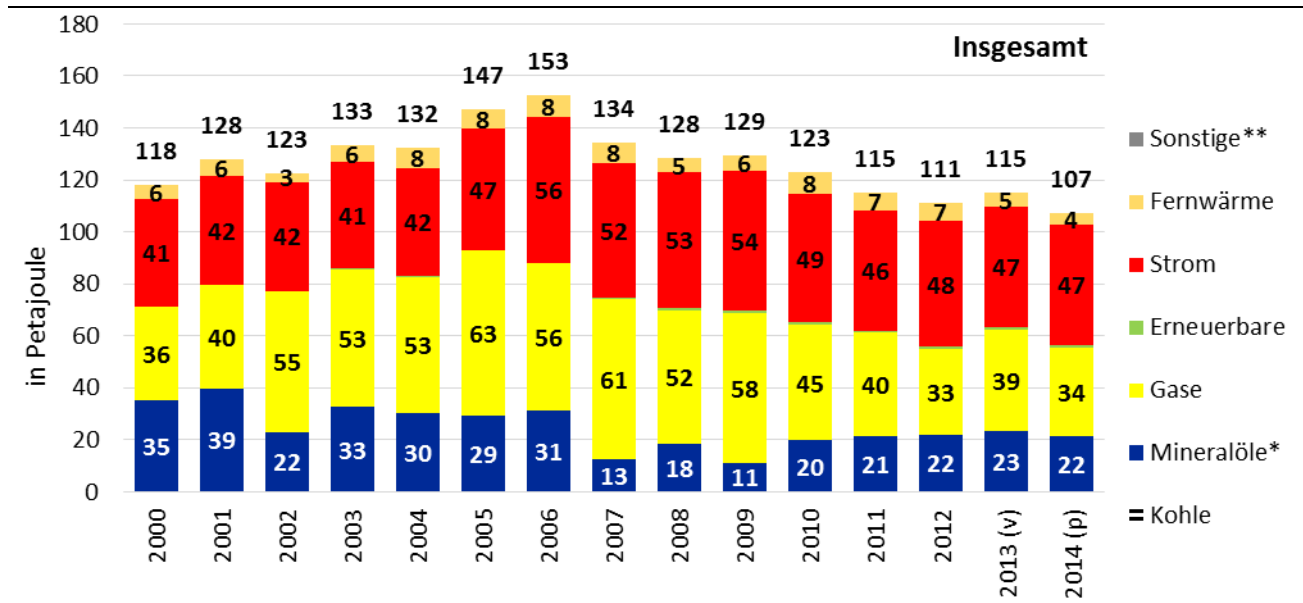
Die beiden Sektoren private Haushalte und GHD weisen einige Gemeinsamkeiten auf (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12). Zu Beginn des Jahres 2007 wurde der Mehrwertsteuersatz von 16 auf 19 Prozent angehoben, was sich in beiden Sektoren in deutlichen Vorabkäufen im Jahr 2006 niederschlägt. Im Sektor GHD ist seither ein insgesamt stark rückläufiger Endenergieverbrauch von 30 Prozent zu erkennen, der sich vor allem in einer sinkenden Erdgasnachfrage niederschlägt. Erneuerbare Energien sind für den Sektor GHD bisher nur von sehr geringer Bedeutung.

Der Rückgang seit dem Jahr 2006 ist bei den privaten Haushalten ebenfalls deutlich ausgeprägt, fällt mit 18

Prozent aber geringer aus. Spürbar abgenommen hat die Nachfrage nach Erdgas und Mineralölprodukten. Der Einsatz erneuerbarer Energien hat sich längerfristig deutlich erhöht, verharrt aber seit einigen Jahren auf dem Niveau von gut 20 Petajoule pro Jahr. Erneuerbare Energien, die zur Strom- und Fernwärmeerzeugung verwendet werden, werden hierbei nicht gesondert ausgewiesen.

Als ein wesentlicher Grund für den ausgeprägten Rückgang von 2013 auf 2014 sowohl bei GHD als auch den privaten Haushalten ist die deutlich mildere Witterung im Jahr 2014 zu nennen.

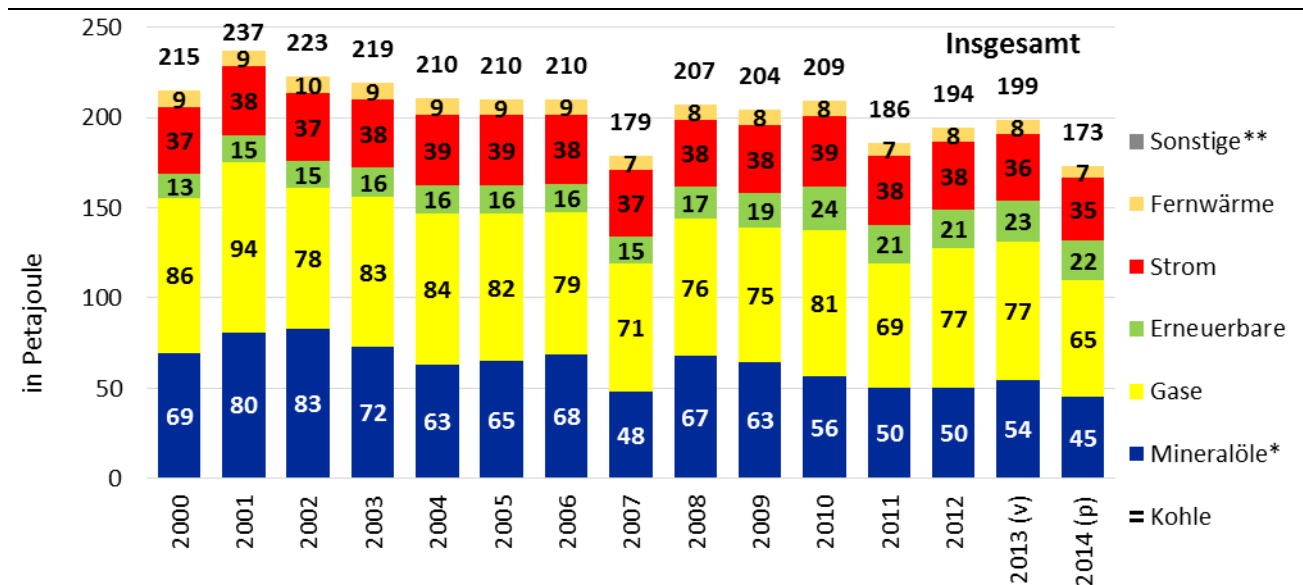
Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern (in Petajoule)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

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

Abbildung 12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern (in Petajoule)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

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

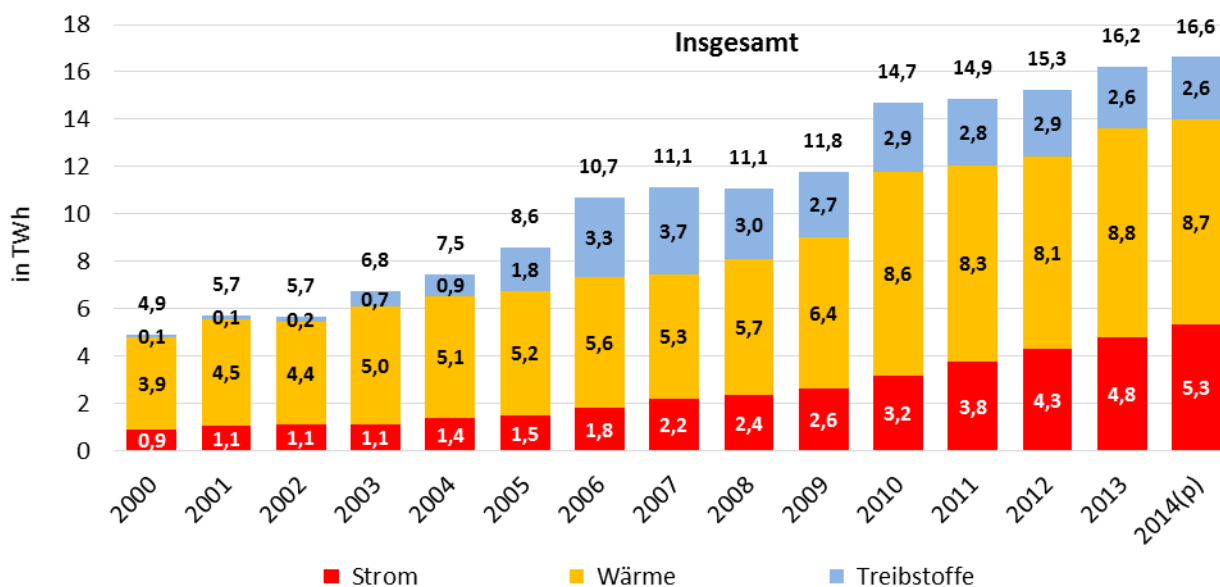
3.2.4 Endenergieverbrauch an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe im Überblick

Der Energieverbrauch aus erneuerbaren Energien hat sich im Zeitraum von 2000 bis 2014 mehr als verdreifacht. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung differenziert für Strom, Wärme und Treibstoffe. Dabei ist bei Strom über den gesamten Zeitraum von 2000 bis 2014 ein kontinuierlicher Zuwachs zu beobachten. Beim Wärmeverbrauch ist der Einsatz erneuerbarer Energien zunächst von 2000 bis 2010 ebenfalls stark angestiegen. Seitdem hat sich diese Dynamik aber spürbar abgeschwächt und es sind stärkere Auf- und Abwärtsbewegungen zu erken-

nen, die auf unterschiedliche Jahresdurchschnittstemperaturen zurückzuführen sind. So waren in Hessen die Wintermonate 2013/2014 im Schnitt über 2,5° Celsius wärmer, die Wintermonate 2009/2010 hingegen um fast 2° Celsius kühler als im langjährigen Durchschnitt.

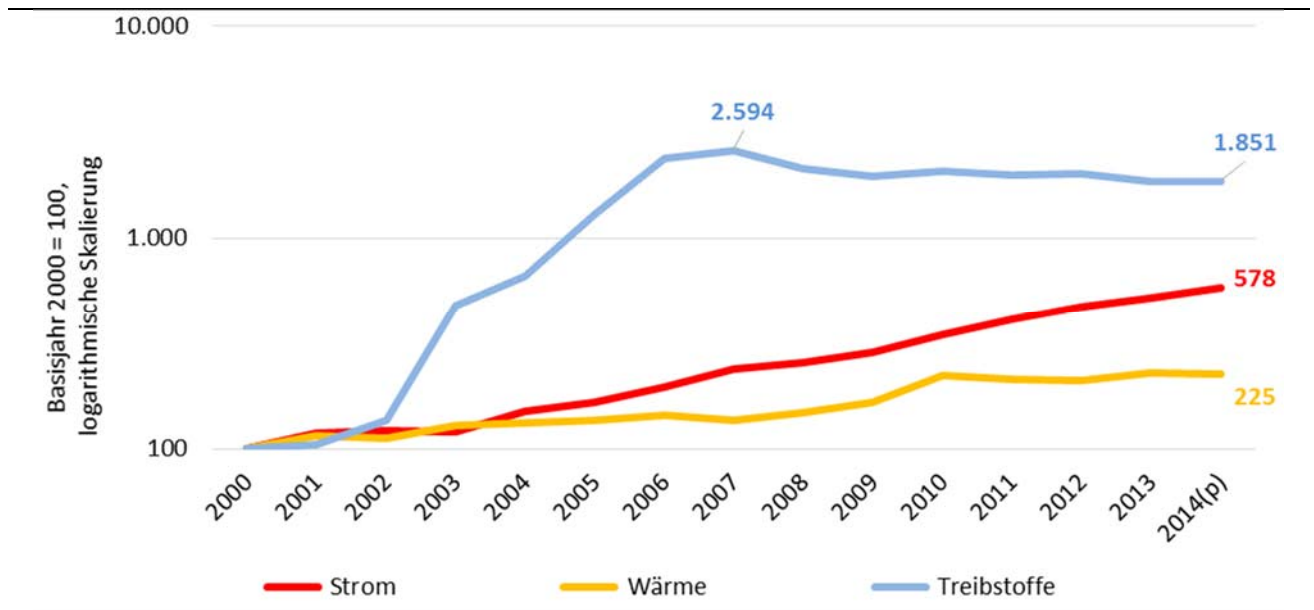
Wie Abbildung 14 zeigt, ist auch bei den Biotreibstoffen zunächst von 2000 bis 2007 ein sehr dynamischer Verlauf zu erkennen. Ursächlich hierfür war eine Steuerbefreiung für Biodiesel bis zum Jahr 2007. Mit Rücknahme dieser Befreiung kam dieser Aufwärtstrend unmittelbar zum Erliegen und Biotreibstoffe stagnieren seitdem um Werte zwischen 2,6 und 2,9 TWh pro Jahr.

Abbildung 13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe von 2000 bis 2014 (in Terawattstunden)



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

Abbildung 14: Entwicklung von Strom, Wärme und Treibstoffen aus erneuerbaren Energien von 2000 bis 2014 (Index Jahr 2000 = 100, logarithmische Skalierung)



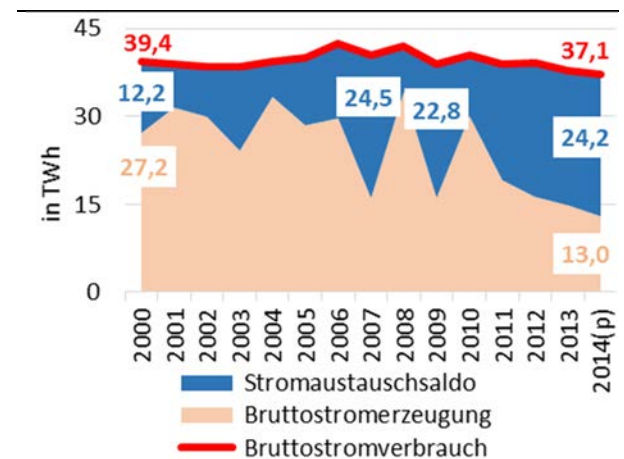
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (2014 (p) = Prognose).

3.3 Stromverbrauch und -erzeugung

In Hessen war über den gesamten Zeitraum von 2000 bis 2014 hinweg der Stromverbrauch deutlich höher als die Erzeugung. Die Lücke zwischen Bruttostromerzeugung und -verbrauch bestimmt den Stromaustauschsaldo (siehe Abbildung 15). Die Stromversorgung in Hessen wird durch Stromimporte aus anderen Bundesländern gewährleistet. Die Einbindung in das deutsche und europäische Fernübertragungsnetz und die Umsetzung des Übertragungsnetzausbaus ist – wie in Kapitel 5 gezeigt wird – elementar für die langfristige Versorgungssicherheit.

Während der Stromverbrauch im Zeitablauf relativ stabil blieb, weist die Stromerzeugung erhebliche Schwankungen auf. Die besonders ausgeprägten Veränderungen 2007 und 2009 sind durch längere Stillstände und Wiederinbetriebnahmen des Atomkraftwerkes Biblis zu erklären. Generell ist die Stromerzeugung in Hessen stark rückläufig. Im Jahr 2014 kam als Sondereffekt hinzu, dass das Großkraftwerk Staudinger wegen einer Betriebsstörung nur wenig Strom produzierte.

Abbildung 15: Bruttostromverbrauch und -erzeugung



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2014 (p) = Prognose).

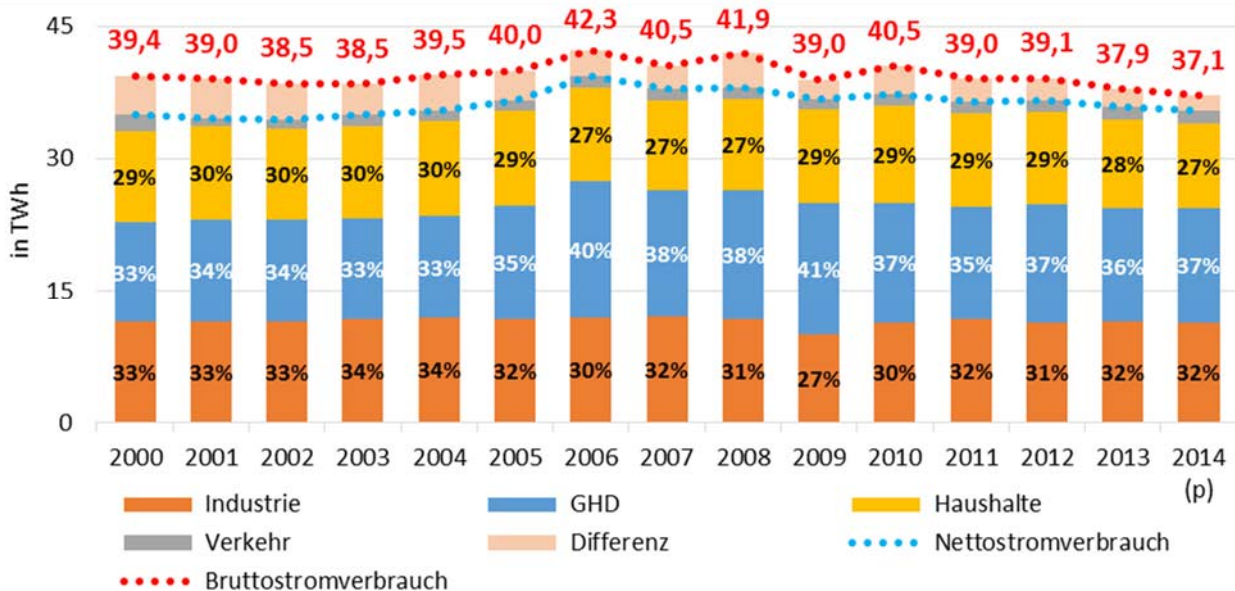
3.3.1 Brutto- und Nettostromverbrauch

Hessen wird nach ersten Berechnungen im Jahr 2014 einen Bruttostromverbrauch von 37,1 TWh und einen Nettostromverbrauch von 35,4 TWh haben (siehe Abbildung 16). Der Unterschied zwischen beiden Größen besteht dabei sowohl im Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Stromerzeugung als auch in Übertragungs- und Verteilungsverlusten. Durch die Stilllegung des Atomkraftwerks Biblis hat sich diese Differenz deutlich verringert, wobei sich der Bruttostromverbrauch dem Nettostromverbrauch angenähert hat. Insgesamt ist festzustellen, dass die Veränderung des Nettostromverbrauchs gegenüber dem Jahr 2000 vergleichsweise gering ausfällt. Ausgehend von einem Niveau des Nettostromverbrauchs im

Jahr 2000 in Höhe von 35 TWh sind zunächst ein Anstieg auf fast 40 TWh im Jahr 2006 und anschließend ein kontinuierlicher Rückgang auf zuletzt 35,4 TWh zu beobachten.

Differenziert nach Verbrauchssektoren spielt der Verkehrssektor für den Stromverbrauch in Hessen nur eine marginale Rolle. Leichte Anteilsverluste gegenüber dem Jahr 2000 haben die privaten Haushalte und die Industrie zu verzeichnen. Anteilszuwächse weist hingegen der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen auf, der für die dienstleistungsgeprägte hessische Wirtschaft von großer Bedeutung ist.

Abbildung 16: Brutto-, Nettostromverbrauch und Differenz sowie Anteile der Sektoren am Nettostromverbrauch (Angaben in TWh, Anteilswerte in Prozent)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2014 (p) = Prognose).

3.3.2 Stromverbrauch pro Einwohner

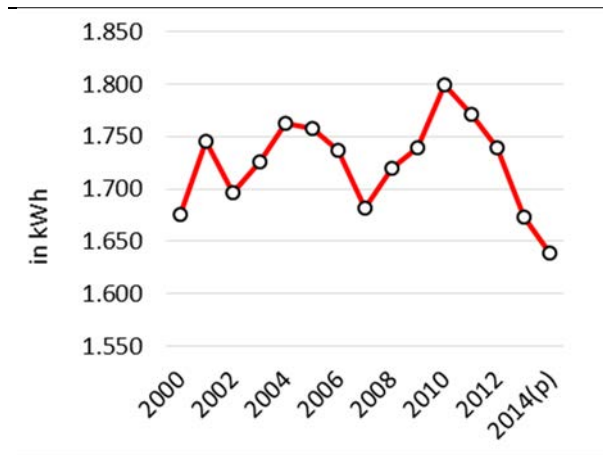
In Hessen hat sich der Nettostromverbrauch von 2000 bis zum Jahr 2006 insgesamt deutlich erhöht. Umgerechnet auf jeden der rund 6 Mio. Einwohner, stieg der Nettostromverbrauch pro Kopf von knapp 5.800 kWh im Jahr 2000 auf den Höchststand von 6.500 kWh im Jahr 2006. Danach setzte ein rückläufiger Prozess ein, der bis zuletzt im Jahr 2014 anhielt. Mit gut 5.800 kWh wurde damit wieder ein ähnlicher pro Kopfverbrauch wie im Jahr 2000 erreicht. Wird allein der Stromverbrauch der privaten Haushalte als Bemessungsgrundlage betrachtet, zeigt sich ein deutlich abweichendes Verlaufsmuster

(siehe Abbildung 17). Die Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs endet zunächst im Jahr 2004, fällt dann bis zum Jahr 2007 wieder auf das Ausgangsniveau zurück, steigt anschließend bis zum Jahr 2010 wieder stark an bis auf den Höchstwert von 1.800 kWh und ist seither kontinuierlich abwärtsgerichtet.

Mit einem voraussichtlichen Durchschnittsverbrauch im Jahr 2014 von 1.640 kWh wird das Ausgangsniveau von 2000 um 2,2 Prozent unterschritten. Gegenüber dem Höchststand des Jahres 2010 errechnet sich ein Rückgang von insgesamt 9 Prozent, was einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang von 2,3 Prozent entspricht.

Die privaten Haushalte haben damit in den letzten Jahren einen großen Beitrag zur Einsparung von Strom geleistet.

Abbildung 17: Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner* von 2000 bis 2014



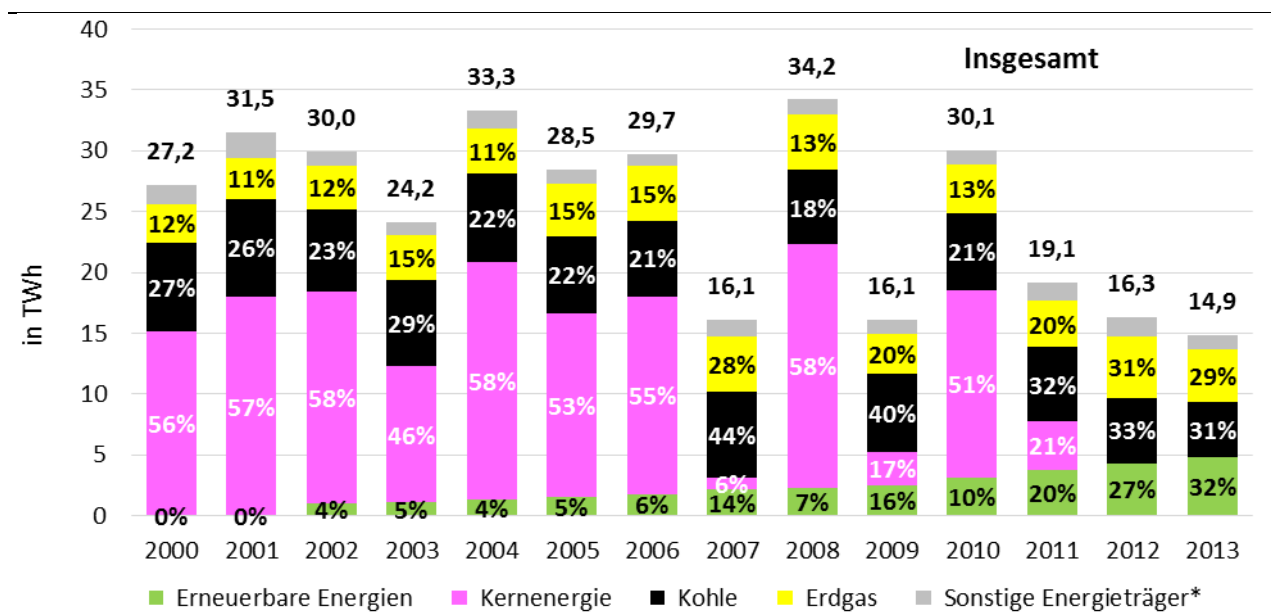
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b
(2014 (p) = Prognose.
) Einwohnerzahl zum Jahresende, ab 2011
Bevölkerungsstand nach dem Zensus 2011.

3.3.3 Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

Auch bei Betrachtung der Stromerzeugung zeigt sich differenziert nach Energieträgern die Umstrukturierung des Energiesektors bereits deutlich. In „normalen“ Betriebsjahren trug das Atomkraftwerk Biblis gut die Hälfte zur gesamten hessischen Stromerzeugung bei. Nach seiner Stilllegung im Jahr 2011 ist die Stromerzeugung in Hessen stark gesunken auf knapp 15 TWh im Jahr 2013 (siehe Abbildung 18).

Der Produktionsausfall von Biblis konnte durch erneuerbare Energien zwar bisher nicht kompensiert werden, erneuerbare Energien leisteten im Jahr 2013 aber mit 32 Prozent bereits den größten Beitrag aller Energieträger zur Stromerzeugung, vor Kohle (31 Prozent) und Erdgas (29 Prozent).

Abbildung 18: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern von 2000 bis 2013
(Angaben in Terawattstunden, Anteilswerte in Prozent)



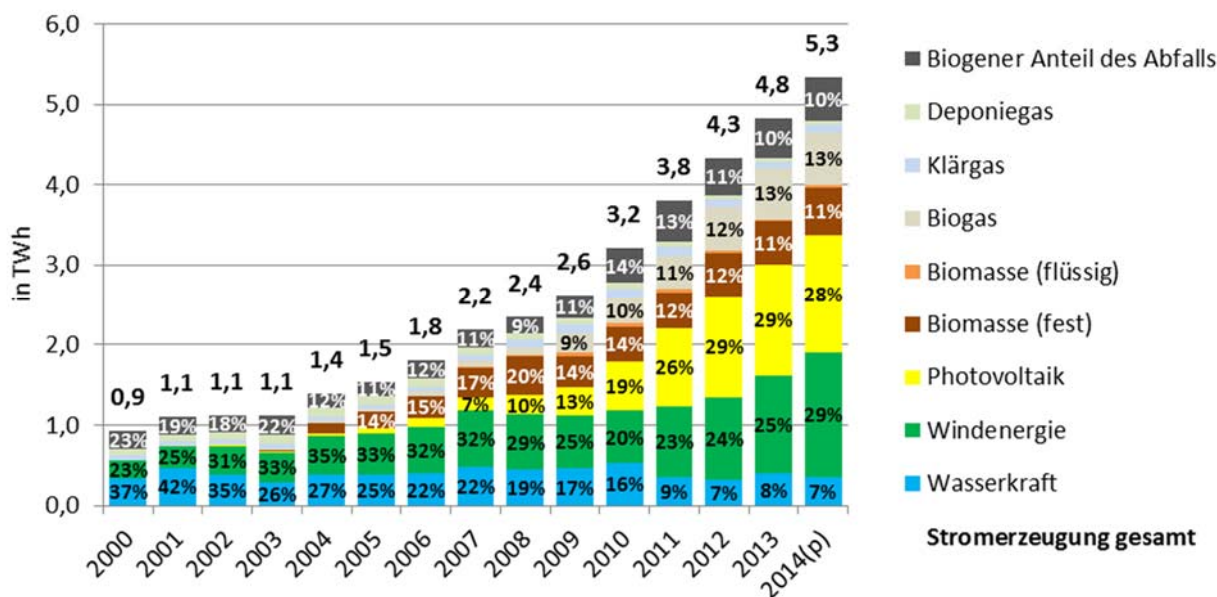
Quelle: HSL 2015a. *) Mineralöl, nicht-biogene Abfälle, Pumpspeicherwerke etc.

3.3.4 Bedeutung erneuerbarer Energien für Stromerzeugung und -verbrauch in Hessen

Insgesamt trugen erneuerbare Energien gemäß Schätzungen im Jahr 2014 insgesamt 5.334 GWh zur Stromerzeugung in Hessen bei (siehe Abbildung 19).

Bei differenzierter Betrachtung waren die Anteile von Windenergie (29 Prozent) und Photovoltaik (28 Prozent) am größten, gefolgt von Biogas (13 Prozent) und fester Biomasse (11 Prozent). Die stärkste absolute Zunahme ist dabei bei Windenergie und Photovoltaik festzustellen (siehe dazu auch Kapitel 4.2).

Abbildung 19: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern von 2000 bis 2014
(Angaben in Terawattstunden, Anteilswerte in Prozent)

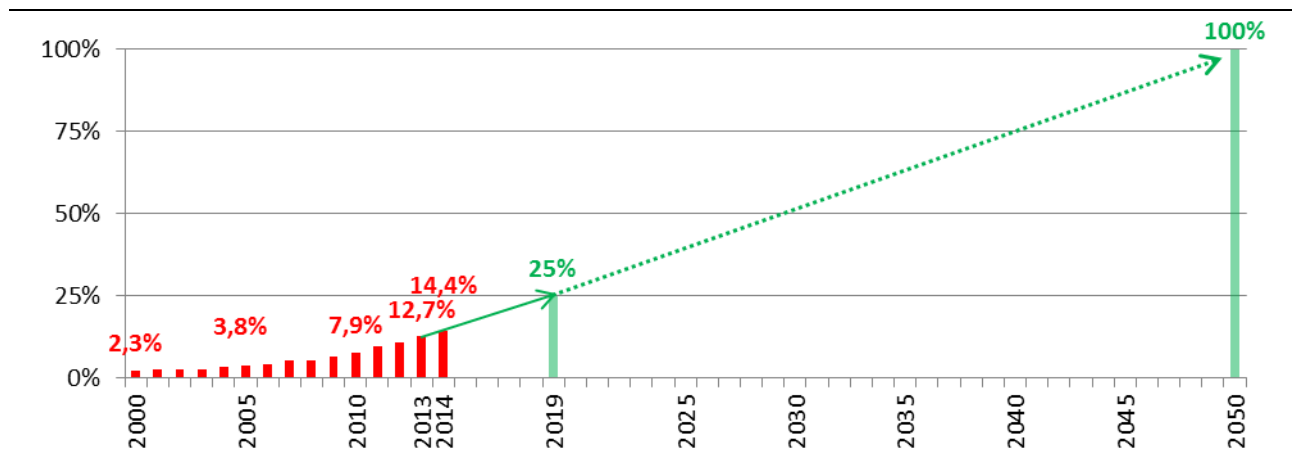


Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (2014 (p) = Prognose).

Die hessische Landesregierung strebt bis zum Ende der Legislaturperiode im Jahr 2019 eine Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien auf 25 Prozent an. Bis zum Jahr 2050 soll der Stromverbrauch in Hessen möglichst vollständig durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Abbildung 20 zeigt die Anteilsentwicklung der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch für den Zeitraum von 2000 bis 2014. Der Anteil der erneuerbaren Energien am

Stromverbrauch betrug im Jahr 2000 nur 2,3 Prozent und ist nach ersten Schätzungen bis zum Jahr 2014 auf 14,4 Prozent angestiegen. Ebenfalls dargestellt sind die Zielvorgaben für die Jahre 2019 (25 Prozent) und 2050 (100 Prozent). Durch die geänderten Rahmenbedingungen des EEG 2014 werden besondere Anstrengungen notwendig sein, um die bisherige Ausbaudynamik zu erhalten.

Abbildung 20: Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (Wert für 2014 ist prognostiziert).

3.4 Wärme

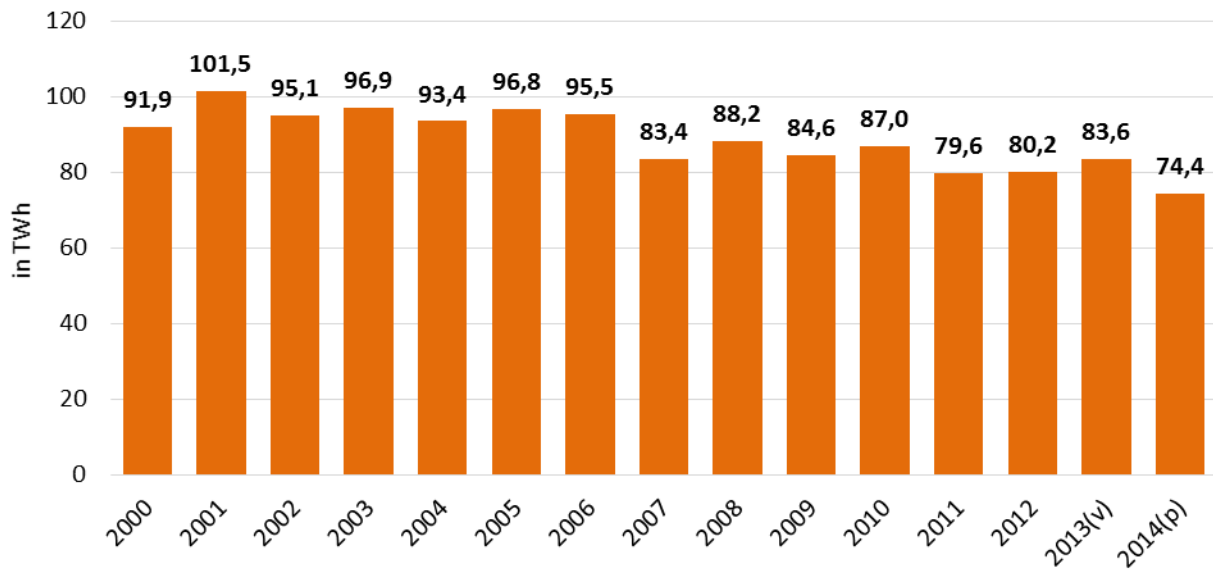
Im Gegensatz zum Stromsektor, der im vorherigen Abschnitt detailliert dargestellt wurde, ist der Wärmesektor statistisch weniger ausführlich erfasst. In der Energiebilanz wird nicht nach den drei Nutzungsarten Strom, Wärme und Mobilitätszwecke (Verkehr) untergliedert, sondern nach Energieträgern und Verbrauchssektoren. Um detailliertere Informationen zum Wärmesektor zu erhalten, sind zusätzliche Untersuchungen notwendig. Die in diesem Abschnitt präsentierten Ergebnisse stammen aus einer Studie des Leipziger Instituts für Energie, die auf Daten der amtlichen Statistik bis zum Berichtsjahr 2013 basiert.

3.4.1 Endenergieverbrauch für Wärme

Nach ersten Schätzungen entfällt auf den Bereich Wärme im Jahr 2014 mit rund 74 TWh ein Anteil von 36 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch in Hessen. Für Deutschland hat der Wärmebereich (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme) mit mehr als der Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs sogar ein noch deutlich größeres Gewicht. Zu erklären ist dieser erhebliche Unterschied zwischen Deutschland und Hessen vor allem durch die Besonderheit des internationalen Luftverkehrs in Hessen, wodurch der Verkehrssektor im Verhältnis zu den Sektoren Wärme und Strom stärker gewichtet wird.

Insgesamt ging in Hessen der Wärmeverbrauch von 2000 bis 2014 um 19 Prozent bzw. um durchschnittlich 1,5 Prozent jährlich zurück (siehe Abbildung 21).

Abbildung 21: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme von 2000 bis 2014
(Angaben in TWh)



Quelle: IE-Leipzig 2015a (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

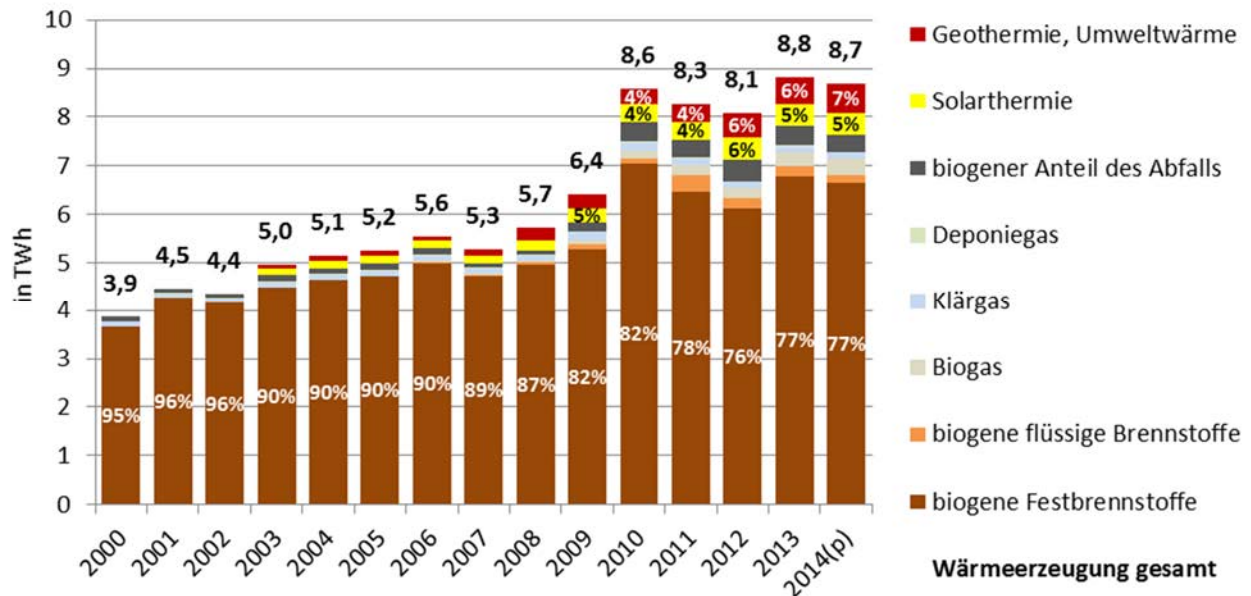
3.4.2 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieanlagen

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien lässt sich differenziert nach den einzelnen Energieträgern darstellen (siehe Abbildung 22). Eine dominierende Rolle nimmt dabei feste Biomasse ein. In den Jahren 2000 bis 2003 entfielen rund 96 Prozent auf biogene Festbrennstoffe, die auch im Jahr 2014 gut drei Viertel zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern beitrugen. Flüssige Biomasse und Biogas weisen relativ geringe Anteile an der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien auf. Außerdem werden Klär- und Deponiegas sowie

der biogene Anteil des Abfalls zur Wärmeerzeugung genutzt.

Seit einigen Jahren gewinnen zunehmend Solarthermieanlagen und Wärmepumpen an Bedeutung. Gemeinsam deckten Solarthermieanlagen und Wärmepumpen im Jahr 2014 rund 12 Prozent der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien ab. Die Solarthermie stellte dabei 460 GWh bereit. Die geothermischen Quellen und Umweltwärme konnten ihren Beitrag mit 600 GWh im Jahr 2014 gegenüber 360 GWh in 2011 in den letzten Jahren besonders deutlich ausbauen.

Abbildung 22: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern von 2000 bis 2014
(Angaben in TWh, Anteilswerte in Prozent)



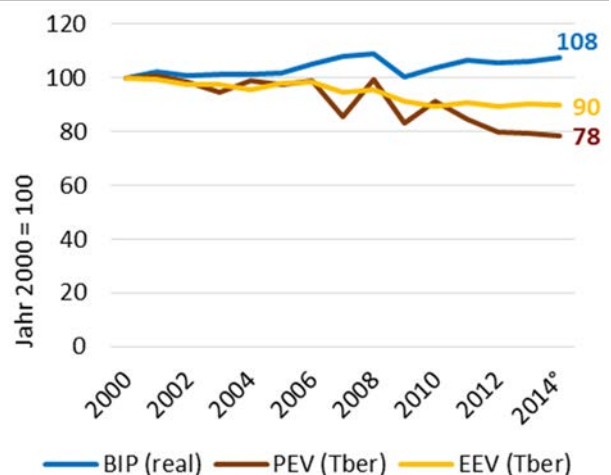
Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (2014 (p) = Prognose).

3.5 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz sind das zweite wesentliche Handlungsfeld für das Gelingen der Energiewende in Hessen. Abbildung 23 zeigt die Entwicklung des temperaturbereinigten Primär- und Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2014. Die Temperaturbereinigung wurde vorgenommen, um Witterungseinflüsse zu eliminieren. Ebenfalls dargestellt ist die Entwicklung der hessischen Wirtschaftsleistung gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP). Um die Zeitreihen vergleichen zu können, wurde eine Indexdarstellung gewählt.

Es zeigt sich, dass bei steigendem BIP der Energieverbrauch rückläufig war, was einen Anstieg der Energieeffizienz impliziert. Der im Vergleich zum Endenergieverbrauch stärkere Rückgang des Primärenergieverbrauchs ist dabei auf Sondereffekte aufgrund von reparaturbedingten Abschaltungen in den Jahren 2007 und 2009 bzw. die endgültige Stilllegung des Atomkraftwerks Biblis im Jahr 2011 zurückzuführen.

Abbildung 23: Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt (BIP real, in Preisen von 2014) und temperaturbereinigtem Primär- (PEV Tber) und Endenergieverbrauch (EEV Tber); (Index Jahr 2000 = 100)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b,
°PEV und EEV für 2013 vorläufig und für
2014 Prognose.

Die wirtschaftliche Entwicklung Hessens kann in Abbildung 23 am Verlauf des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) gezeigt werden.² Nach einer Aufwärtsentwicklung bis zum Jahr 2008 werden der heftige Einbruch der Weltwirtschaftskrise im Jahr 2009 und die danach bis heute anhaltende Erholung ersichtlich.

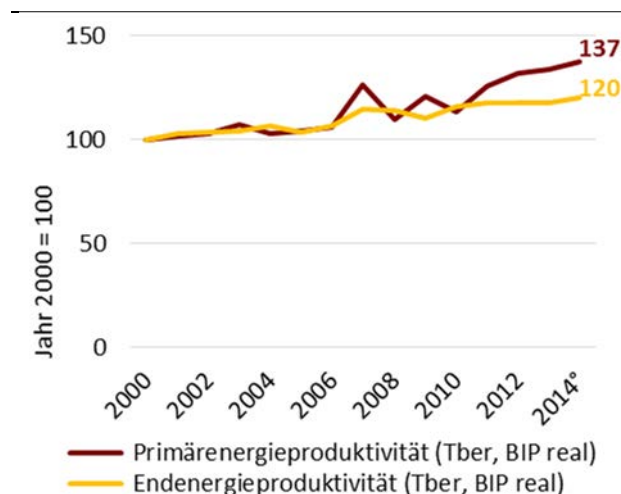
Insgesamt ist festzustellen, dass die hessische Wirtschaft zwischen 2000 und 2014 real um 8 Prozent gewachsen ist, was einer durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate von 0,5 Prozent entspricht. Dieses Wirtschaftswachstum vollzog sich vor dem Hintergrund eines deutlich rückläufigen Endenergie- und insbesondere Primärenergieeinsatzes. Witterungseinflüsse wie z. B. besonders strenge oder besonders milde Winter können dadurch korrigiert werden, dass die temperaturbereinigten Energieverbräuche für die Berechnung der Produktivität verwendet werden. Temperaturbereinigt ging der Endenergieeinsatz von 2000 bis 2014 demnach um insgesamt 10 Prozent bzw. 0,8 Prozent jährlich zurück. Der entsprechende Rückgang des temperaturbereinigten Primärenergieeinsatzes fiel mit insgesamt 22 Prozent bzw. jährlich 1,7 Prozent sogar annähernd doppelt so hoch aus.

3.5.1 Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität

Die gegenläufigen Entwicklungen von Wirtschaftsleistung und Energieeinsatz schlagen sich in einer deutlich steigenden Energieproduktivität bzw. Energieeffizienz nieder, d. h. mit einer gegebenen Menge an Energie kann im Zeitverlauf immer mehr Wirtschaftsleistung erzeugt werden. Im Jahr 2000 erzielte Hessen ein reales Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 233 Mrd. Euro bei einem Primärenergieverbrauch von insgesamt 1.074 Petajoule. Pro Gigajoule Primärenergieverbrauch (Tber) errechnet sich ein reales Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 217 Euro. Im Jahr 2014 erwirtschaftete Hessen ein Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 250 Mrd. Euro und hatte einen voraussichtlichen temperaturbereinigten Primärenergieverbrauch in Höhe von 842 Petajoule. Demnach errechnet sich für das Jahr 2014 pro Gigajoule Primärenergieverbrauch (Tber) ein reales Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 297 Euro. Dies entspricht gegenüber dem Jahr 2000, wie Abbildung 24 zeigt, einem Produktivitätszuwachs von insgesamt 37 Prozent bzw. 2,3 Prozent jährlich. Entsprechend wurde mit einem Gigajoule Endenergie im Jahr 2000 ein realer Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt im Wert von 268 Euro und im Jahr 2014 im Wert von 321 Euro erzeugt. Dies entspricht einem Zuwachs von insgesamt 20 Prozent bzw. 1,3 Prozent jährlich. Am aktuellen Rand von 2013 bis 2014 ist die temperaturbereinigte Primärenergieproduktivität um 2,7

Prozent und die temperaturbereinigte Endenergieproduktivität um 2,0 Prozent angestiegen.

Abbildung 24: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität (Index Jahr 2000 = 100)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b, °PEV und EEV für 2013 vorläufig und für 2014 Prognose.

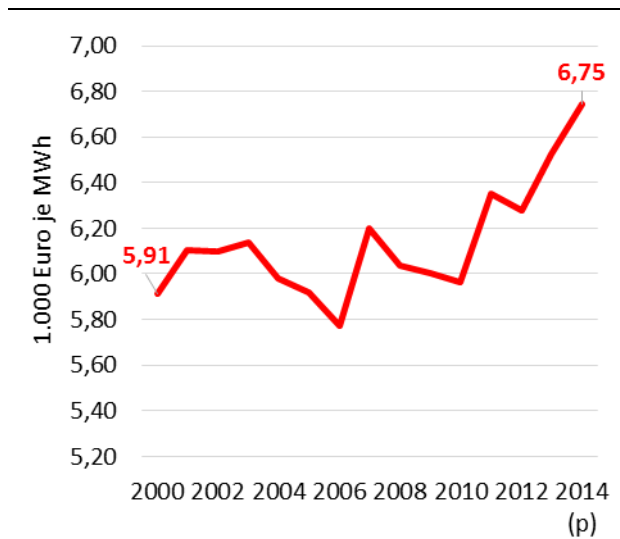
Seit dem Jahr 2008 ist die Primärenergieproduktivität durch den „Biblisereffekt“ sehr stark um insgesamt 25 Prozent bzw. 3,8 Prozent jährlich gestiegen. Der Zuwachs der Endenergieproduktivität ist seit 2008 demgegenüber mit insgesamt 5,5 Prozent bzw. 0,9 Prozent jährlich deutlich niedriger.

3.5.2 Stromproduktivität der Gesamtwirtschaft

Auch die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität (reales BIP bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch) ist nach ersten Schätzungen im Jahr 2014 um 3,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Je Megawattstunde (MWh) Bruttostrom wurden 2014 in Hessen ein Beitrag von 6.750 Euro zum realen Bruttoinlandsprodukt erwirtschaftet, im Vorjahr 2013 lag der Wert bei 6.520 Euro je MWh und im Jahr 2000 bei 5.910 Euro je MWh (siehe Abbildung 25). Als Gründe für diese Steigerung der Stromproduktivität sind vor allem der Einsatz effizienterer Technologien, der allgemeine wirtschaftliche Strukturwandel mit steigendem Anteil des im Vergleich zur Industrie weniger stromintensiven Dienstleistungssektors sowie der Beitrag der Verbraucher durch einen bewussteren Umgang mit Energie zu nennen.

2 Die für den Zeitraum von 2000 bis 2014 als Kettenindex vorliegende Zeitreihe des Bruttoinlandsprodukts wurde dafür auf das Preisniveau des Jahres 2014 umbasiert.

Abbildung 25: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität von 2000 bis 2014 (reales Bruttoinlandsprodukt / Bruttostromverbrauch, in 1.000 Euro je MWh)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2014 (p) = Prognose).

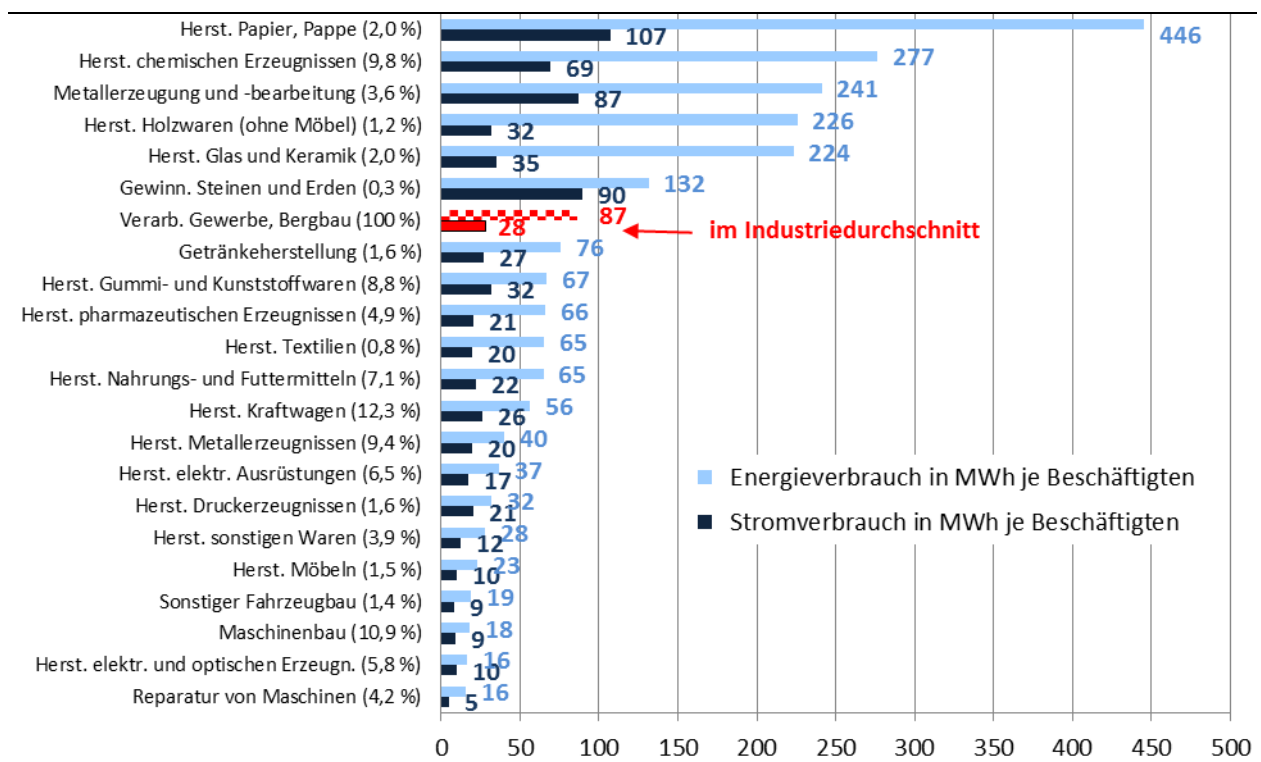
3.5.3 Energie- und Stromintensität der Industrie nach Branchen

Da für Industriebranchen differenzierte Angaben zur Bruttowertschöpfung aktuell nur bis zum Jahr 2012 vorliegen, werden im Folgenden die bis zum Jahr 2013 veröffentlichten Beschäftigtenzahlen zur Berechnung der Energie- und Stromintensitäten herangezogen.

Bei Betrachtung der einzelnen Industriebranchen ist die Herstellung von Papier und Pappe mit Abstand die energie- und auch stromintensivste Industriebranche in Hessen, auf die allerdings nur rund 2 Prozent aller Industriebeschäftigten entfallen. Für jeden Beschäftigten in der Papier- und Pappeherstellung wurden im Jahr 2013 im Durchschnitt 446 MWh Energie und davon 107 MWh Strom eingesetzt (siehe Abbildung 26).

Mit einigem Abstand folgen die Chemische Industrie mit einer durchschnittlichen Energieintensität von knapp 280 MWh je Beschäftigten, sowie die drei Branchen Metallherzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Holzwaren (ohne Möbel) und Herstellung von Glas und Keramik mit

Abbildung 26: Energie- und Stromintensität nach Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen 2013* (in MWh je Beschäftigten)



* Die Angabe in Klammern hinter den Branchenbezeichnungen gibt deren Beschäftigtenanteil am Verarbeitenden Gewerbe insgesamt (= 100 Prozent) an. Berücksichtigt werden alle Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten.

Quelle: HSL 2015b: Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2013, Berechnungen der Hessen Agentur.

ähnlichen Energieintensitätswerten von rund 230 MWh je Beschäftigten. Dabei ist insbesondere die Chemische Industrie von großer Bedeutung für das hessische Verarbeitende Gewerbe. Rund 10 Prozent der Beschäftigten sind hier tätig, während alle weiteren Branchen mit einer überdurchschnittlichen Energieintensität für die hessische Wirtschaftsstruktur nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung haben.

Im Industriedurchschnitt, der in Abbildung 26 rot markiert ist, liegt der Energieverbrauch bei 87 MWh je Beschäftigten und der Stromverbrauch bei 28 MWh je Beschäftigten.

Demgegenüber weisen die für Hessen gemessen an ihren Beschäftigtenanteilen bedeutenden Branchen Herstellung von Kraftwagen, Maschinenbau, Herstellung von Metallerzeugnissen, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Herstellung von elektrischen Ausrüstungen und elektrischen und optischen Erzeugnissen vergleichsweise niedrige Strom- bzw. Energieintensitäten auf.

4

Anlagenbestand und -ausbau der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung



4 Anlagenbestand und -ausbau der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung

4.1 Installierte Leistung von konventionellen Anlagen zur Stromerzeugung

Von der Bundesnetzagentur wird regelmäßig eine Kraftwerksliste veröffentlicht, in der über alle Netz- und Umspannebenen hinweg Daten zur installierten Leistung von Anlagen der Energieerzeugung dargestellt sind. Zum 31.12.2014 summierte sich die Netto-Nennleistung aller in der Kraftwerksliste aufgeführten konventionellen Kraftwerke in Hessen auf insgesamt 3.230 MW. Die beiden größten Kraftwerke sind der mit Erdgas betriebene Block 4 mit über 622 MW und der mit Steinkohle betriebene Block 5 mit 510 MW des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg. Block 4 hat dabei gegenwärtig die Funktion eines saisonalen Reservekraftwerks. In der aktuellen Kraftwerksstilllegungsanzeigenliste der Bundesnetzagentur wird die Stilllegung für Block 4 als „endgültig geplant“ angezeigt. Allerdings wird Block 4 vom systemverantwortlichen Übertragungsnetzbetreiber als systemrelevant eingestuft, so dass eine endgültige Stilllegung vorerst nicht realisiert werden kann.

Auf den Plätzen 3 und 4 der größten hessischen Kraftwerke folgen die Pumpspeicherkraftwerke Waldeck 2 und 1 in Edertal mit 480 MW bzw. rund 143 MW. Über diese genannten Großanlagen hinaus bilden 32 weitere Kraftwerke mit einer Netto-Nennleistung von insgesamt 1.475 MW elektrischer Energie den Sockel der konventionellen Stromversorgung in den hessischen Regionen.

Als Stilllegungen in der jüngeren Vergangenheit sind die beiden Blöcke des Atomkraftwerks Biblis im Jahr 2011 mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von zusammen 2.400 MW, die in den Jahren 2012 und 2013 stillgelegten Steinkohlekraftwerke Staudinger Block 3 bzw. Block 1 mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von rund 290 bzw. 250 MW sowie die im Jahr 2013 mit Erdgas betriebene Turbine im VW-Werk Baunatal mit rund 12 MW Netto-Nennleistung zu nennen.

In Hessen ist nach Veröffentlichung der Bundesnetzagentur sowohl mit einem Zubau als auch mit einem Rückbau an Kraftwerken mit konventionellen Energie-

trägern zu rechnen. So soll im Heizkraftwerk West in Frankfurt voraussichtlich im Jahr 2016 ein neuer Block mit einer geplanten Netto-Nennleistung von 39 MW in Betrieb gehen. Der Energieträger wird Steinkohle sein. Im gleichen Kraftwerk soll zudem der Block M4 mit einer Netto-Nennleistung von 20 MW bis 2016 stillgelegt werden. Ebenfalls in Frankfurt ist mit einem Rückbau des Blocks 2 im Heizkraftwerk Niederrad (56 MW, Erdgas) bis 2017 zu rechnen. Allerdings ist hierfür noch keine endgültige Stilllegungsanzeige eingegangen.

4.2 Installierte Leistung von erneuerbaren Energie-Anlagen zur Stromerzeugung

Neben den konventionellen Energieträgern leisten mittlerweile auch die erneuerbaren Energieträger einen signifikanten Beitrag zur Stromerzeugung in Hessen. Zum 31.12.2014 standen EEG-geförderte Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 3.208,6 MW zur Verfügung. Dies waren 309 MW bzw. 10,7 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Allerdings weichen die üblichen Volllaststunden und die sichere Verfügbarkeit zum Zeitpunkt der Höchstlast zum Teil deutlich von den konventionellen Kraftwerken ab. So kamen in Hessen z. B. Biomasseanlagen im Jahr 2013 im Schnitt auf 5.916 Volllaststunden, Windenergieanlagen auf 1.471 und Photovoltaikanlagen auf 840 Volllaststunden.³ Die Zahlen der Volllaststunden von konventionellen Steinkohle- und Erdgaskraftwerken bewegen sich von 2008 bis 2011 um 4.000 bzw. 3.500 Volllaststunden im Jahr.⁴

Datengrundlagen für die folgenden Auswertungen sind die Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber (bis zum 31.07.2014) sowie das Anlagenregister und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (ab dem 01.08.2014).⁵ Die differenzierte Betrachtung nach Energieträgern zeigt, dass in Hessen der mit Abstand größte Anteil an installierter Leistung aus erneuerbaren Energien auf die Solarenergie entfällt (siehe Tabelle 2). Photovoltaik-Anlagen wiesen zum Stichtag 31.12.2014 eine installierte Leistung von insgesamt 1.772,1 MW auf.

3 Siehe BDEW (2015a).

4 BMWi (2014).

5 Im EEG 2014 wurde festgelegt, dass u. a. zur Nachvollziehbarkeit des Ausbaus von erneuerbaren Energien in Deutschland ein Anlagenregister aufgebaut wird. Seit dem 01.08.2014 müssen demnach alle erneuerbare Energieanlagen bei Inbetriebnahme oder Leistungsänderung bei der Bundesnetzagentur gemeldet werden. Photovoltaikanlagen werden in einem separaten Register geführt, da die Meldepflicht hier schon länger besteht. Vor dem 01.08.2014 wurden diese Daten von den Übertragungsnetzbetreibern erhoben und veröffentlicht.

Das entspricht 55 Prozent der Gesamtleistung der erneuerbaren Energieträger in Hessen. Windenergieanlagen kamen zusammen auf eine installierte Leistung von 1.087,3 MW (34 Prozent). Auf dem dritten Rang folgen die Biomasse-Anlagen mit einer installierten Leistung von 254,1 MW (8 Prozent). Die Energieträger Wasser sowie Deponie- und Klärgas spielen in Hessen eine eher untergeordnete Rolle (zusammen 95,1 MW bzw. 3 Prozent).

Ausgehend vom Bestand zum 31.12.2013 werden in Tabelle 2 auch der Zubau und die Stilllegungen von Anlagen sowie der daraus resultierende Nettozubau für das Jahr 2014 und das erste Halbjahr 2015 differenziert nach

Energieträgern dargestellt. Im betrachteten Zeitraum vom 1. Januar 2014 bis 30. Juni 2015 gab es einen Nettozubau von 92 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 273,7 MW und von 6.239 Photovoltaik-Anlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 108,5 MW. Darüber hinaus kam es zum Nettozubau von 29 Biomasse-Anlagen mit einer installierten Leistung von 12,3 MW, einer Deponiegasanlage mit einer installierten Leistung von 2,2 MW und von zwei Wasserkraft-Anlagen. Insgesamt summiert sich von Jahresbeginn 2014 bis Jahresmitte 2015 der Nettozubau an installierter Leistung von erneuerbaren Energieanlagen auf 396,7 MW bzw. 13,7 Prozent.

Tabelle 2: Bestand und installierte Leistung an EEG-Anlagen zum 31.12.2013, 31.12.2014 und zum 30.06.2015 sowie Zubau, Stilllegungen und Nettozubau im Jahr 2014 und im ersten Halbjahr 2015

Energieträger	Anzahl der Anlagen								
	Bestand 31.12.2013	Zubau 2014	Stilllegungen 2014	Nettozubau 2014	Bestand 31.12.2014	Zubau 1. HJ 2015	Stilllegungen 1. HJ 2015	Nettozubau 1. HJ 2015	Bestand 30.06.2015
Biomasse	467	25	-2	23	490	6	0	6	496
Deponiegas	45	1	0	1	46	0	0	0	46
Klärgas	23	0	0	0	23	0	0	0	23
PV-Anlagen	94.996	4.952	-1	4.951	99.947	1.288	0	1.288	101.235
Wasserkraft	495	2	-1	1	496	1	0	1	497
Windenergie*	684	83	-18	65	749	27	0	27	776
Summe	96.710	5.063	-22	5.041	101.751	1.322	0	1.322	103.073

Energieträger	Installierte Leistung (in MW)								
	Bestand 31.12.2013	Zubau 2014	Stilllegungen 2014	Nettozubau 2014	Bestand 31.12.2014	Zubau 1. HJ 2015	Stilllegungen 1. HJ 2015	Nettozubau 1. HJ 2015	Bestand 30.06.2015
Biomasse	242,2	12,8	-0,9	11,9	254,1	0,4	0,0	0,4	254,5
Deponiegas	21,8	2,2	0,0	2,2	24,0	0,0	0,0	0,0	24,0
Klärgas	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5
PV-Anlagen	1.683,1	89,0	0,0	89,0	1.772,1	19,5	0,0	19,5	1.791,6
Wasserkraft	63,7	0,2	-0,3	-0,1	63,6	0,0	0,0	0,0	63,6
Windenergie*	881,4	211,7	-5,8	205,9	1.087,3	67,8	0,0	67,8	1.155,1
Summe	2.899,6	315,9	-6,9	309,0	3.208,6	87,7	0,0	87,7	3.296,3

* Vorläufige Werte

Quelle: EEG Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber sowie Anlagenregister und PV-Meldezahlen der Bundesnetzagentur, Auswertung der Hessen Agentur.

Wie Tabelle 2 auch zeigt, beläuft sich damit der Bestand an Windenergieanlagen in Hessen zum 30.06.2015 auf der Basis der Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber und der Angaben nach dem Anlagenregister der Bundesnetzagentur auf 776 Anlagen mit einer installierten Leistung von 1.155,1 MW. Dabei handelt es sich aber

noch um vorläufige Zahlen, da die Bundesnetzagentur derzeit ein Marktstammdatenregister nach § 53b Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) erstellt, in der abweichende Angaben von Betreiberseite beseitigt werden sollen.

Neben den bereits dargestellten Informationen enthält das Anlagenregister ab August 2014 auch Angaben über Anlagen, die bereits genehmigt, aber noch nicht in Betrieb genommen worden sind. In Hessen trifft dies derzeit nur für Windenergieanlagen zu (siehe Tabelle 3). Insgesamt stehen 82 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von 227,9 MW vor Inbetriebnahme, d. h. die Genehmigungen liegen bereits vor, die jeweilige Inbetriebnahme steht aber noch aus.

Darüber hinaus kann mittels einer Auswertung des Länderinformationssystem für Anlagen (LIS-A) abgeschätzt werden, wie sich der Zubau an Windenergie in Zukunft entwickeln wird. Demnach befanden sich zum 15.07.2015 insgesamt 472 Windenergieanlagen mit einer elektrischen Leistung von zusammen 1.316 MW im Genehmigungsverfahren.

Tabelle 3: Seit August 2014 genehmigte, noch nicht in Betrieb genommene EEG-Anlagen in Hessen nach Meldedatum

Energieträger	Anzahl der Anlagen					Installierte Leistung (in MW)				
	Aug/Sept. 2014	4. Quartal 2014	1. Quartal 2015	2. Quartal 2015	Summe	Aug/Sept. 2014	4. Quartal 2014	1. Quartal 2015	2. Quartal 2015	Summe
Biomasse	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Deponiegas	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Klärgas	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PV-Anlagen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Wasserkraft	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Windenergie	28	10	27	17	82	80,8	23,8	73,0	50,3	227,9
Gesamt	28	10	27	17	82	80,8	23,8	73,0	50,3	227,9

Quelle: Anlagenregister und PV-Meldezahlen der Bundesnetzagentur, Auswertung der Hessen Agentur.

4.3 In den hessischen Regionen installierte Leistung und erzeugte Strommenge von EEG-geförderten Anlagen

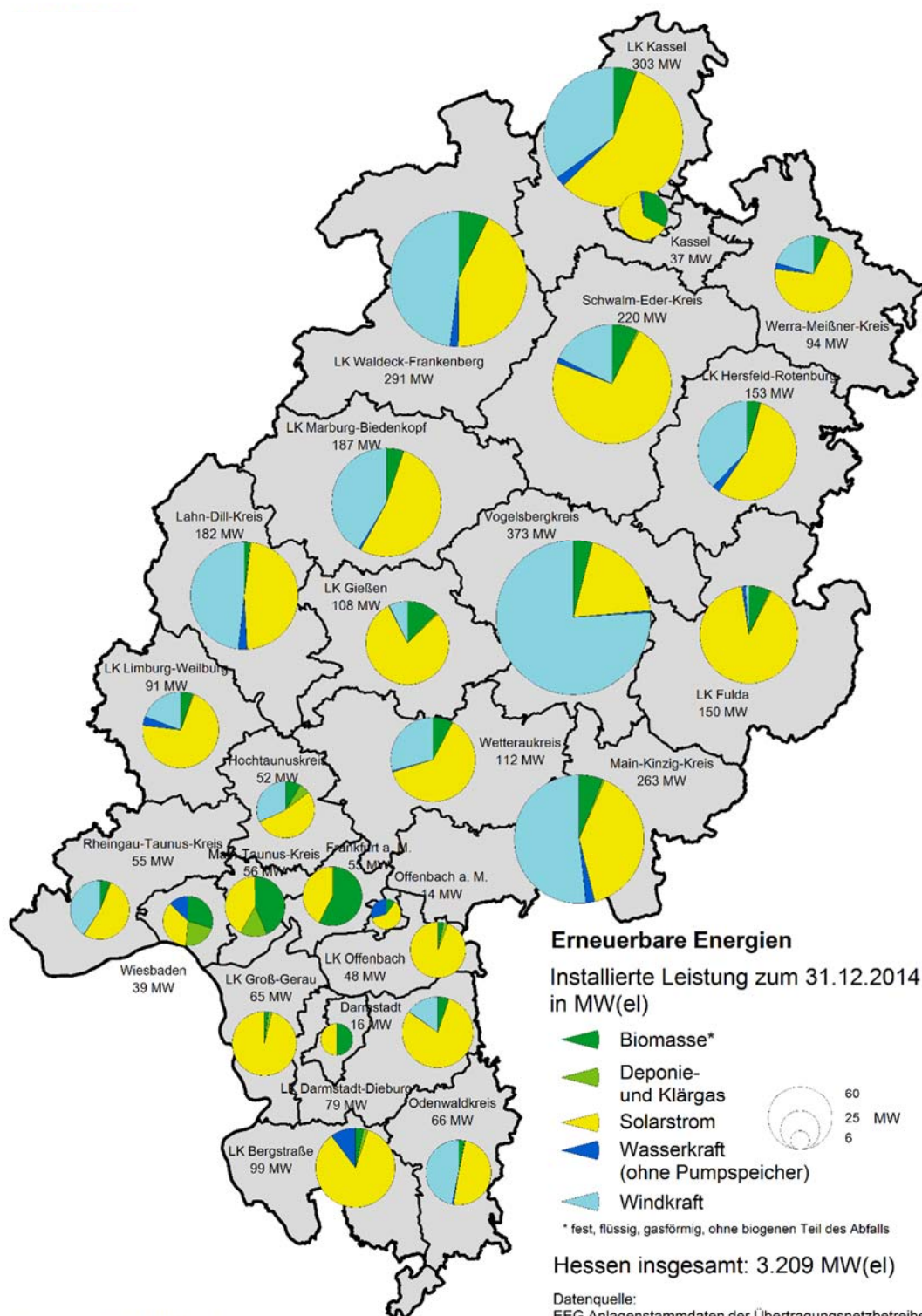
In den folgenden beiden Übersichtskarten sind differenziert nach erneuerbaren Energieträgern für die 21 hessischen Landkreise und fünf kreisfreien Städte zunächst die zum Jahresende 2014 installierte Leistung an EEG-geförderten Anlagen (in MW) und in der zweiten Karte die im Jahr 2013 erzeugte Strommenge (in GWh) dargestellt.

Als Datengrundlage für die regionale Verteilung der installierten Leistung dienen die Anlagenstammdaten der Übertragungsnetzbetreiber (bis 31.07.2014) sowie das Anlagenregister und die Photovoltaik-Meldezahlen der Bundesnetzagentur (ab 01.08.2014). Für die regionale Verteilung der erzeugten erneuerbaren Strommengen können die Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber – diese geben Auskunft über die im Laufe eines Jahres produzierten Strommengen – in Kombination mit den Anlagenstammdaten der Bundesnetzagentur herangezogen werden. Das aktuell vollständig verfügbare Berichtsjahr der Bewegungsdaten ist das Berichtsjahr 2013. Für die Darstellung der installierten Leistung wurde als Stichtag der 31.12.2014 gewählt.

Abbildung 27 stellt die insgesamt zum Stand 31.12.2014 in Hessen installierte elektrische Leistung aus erneuerbaren Energien in Höhe von 3.209 MW regional differenziert nach den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten dar.

Deutlich ist zu erkennen, dass die installierte Leistung nicht gleichmäßig über Hessen verteilt ist. Einige vor allem ländlich geprägte Landkreise heben sich besonders hervor. So befindet sich z. B. mit 373 MW die höchste installierte Leistung an erneuerbaren Energieträgern im Vogelsbergkreis. Charakteristisch für den Vogelsbergkreis ist – auch aufgrund der landschaftlichen Gegebenheiten – der hohe anteilige Ausbau an Windenergie (283 MW). An zweiter Stelle steht der Landkreis Kassel mit einer installierten Leistung von insgesamt 303 MW. Hier spielt neben der Windenergie die Solarenergie eine besondere Rolle. Der Landkreis Waldeck-Frankenberg nimmt mit einer installierten Leistung von insgesamt 291 MW den dritten Rang ein. Auch im Landkreis Waldeck-Frankenberg ist die Windenergie (139 MW) von großer Bedeutung. An vierter Stelle liegt der Main-Kinzig-Kreis mit 263 MW. Zusammengefasst waren zum Jahresende 2014 in diesen vier Landkreisen knapp 40 Prozent der in Hessen installierten Leistung an erneuerbaren Energien angesiedelt.

Abbildung 27: Installierte elektrische Leistung nach dem EEG geförderter Anlagen am 31.12.2014 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW_e)



Weitere Landkreise mit vergleichsweise hohen Kapazitäten sind der Schwalm-Eder-Kreis (220 MW), der Landkreis Marburg-Biedenkopf (187 MW) und der Lahn-Dill-Kreis (182 MW). Im Lahn-Dill-Kreis und im Landkreis Marburg-Biedenkopf entfällt jeweils ca. die Hälfte der installierten Leistung auf den Energieträger Windenergie. Hingegen ist im Schwalm-Eder-Kreis die Solarenergie mit einem Anteil von über 70 Prozent der wichtigste Energieträger. In den städtischen Gebieten rund um Frankfurt ist verhältnismäßig wenig Leistung installiert. So weisen die vier kreisfreien Städte im Rhein-Main-Gebiet eine installierte Leistung im Bereich zwischen 14 MW bis maximal 55 MW auf. Windenergieanlagen sind in keiner der vier kreisfreien Städte installiert, dafür spielt der Energieträger Biomasse zumindest in Darmstadt und Frankfurt eine größere Rolle. Wasserkraft ist in Offenbach und Wiesbaden vorhanden. Die in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten installierte Leistung an erneuerbaren Energien ist zudem im Anhang in Abbildung A 1.1 größensortiert und differenziert nach den einzelnen Energieträgern grafisch aufbereitet.

Von der Summe der installierten Leistung an erneuerbaren Energieträgern kann nicht auf die tatsächlich erzeugten Strommengen geschlossen werden. Je nach Wetterlage bzw. Jahreszeit können beispielsweise Windenergieanlagen bzw. Photovoltaik-Anlagen nicht die volle Leistung abrufen. Im Jahr 2013 kamen Windenergieanlagen in Hessen auf 1.471 Volllaststunden (der Bundesdurchschnitt für Windenergieanlagen (on-shore) lag bei 1.590 Stunden) und Photovoltaik-Anlagen auf 840 Volllaststunden (im Bundesdurchschnitt: 867 Stunden)

In Hessen wurden im Jahr 2013 durch EEG-geförderte erneuerbare Energieanlagen insgesamt 4.014 GWh produziert.⁶ Wird die erzeugte Strommenge nach Energieträgern aufgeschlüsselt, dann zeigt sich, dass die meiste Energie durch Solarenergie gewonnen wurde. 1.372 GWh bzw. 34 Prozent der Gesamtstrommenge wurden durch Photovoltaik-Anlagen erzeugt, weitere 1.195 GWh (30 Prozent) durch Windenergieanlagen und 1.136 GWh (28 Prozent) durch Biomasse-Anlagen. Darüber hinaus entfallen 265 GWh bzw. 7 Prozent der gesamten erneuerbar produzierten Strommenge auf Wasserkraftanlagen. Die Energieträger Deponie- und Klärgas tragen mit zusammen ein Prozent zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Hessen bei.

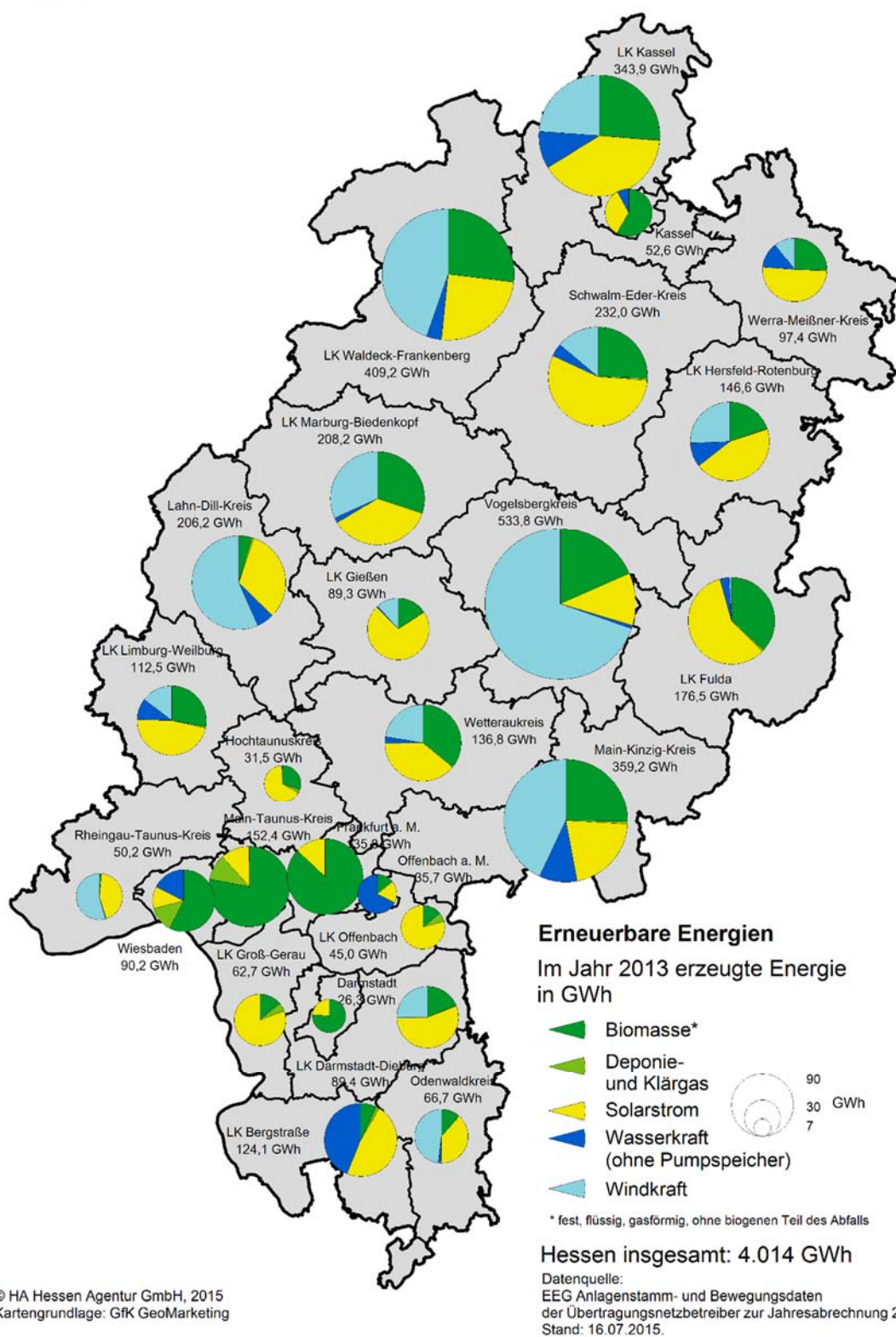
Abbildung 28 zeigt die im Jahr 2013 in Hessen erzeugte Strommenge aus erneuerbaren Energieträgern nach Landkreisen bzw. kreisfreien Städten. Wie schon bei der installierten Leistung hebt sich auch bei der erzeugten Strommenge der Vogelsbergkreis deutlich ab. In diesem Landkreis wurden 534 GWh und damit 13 Prozent der in Hessen insgesamt aus erneuerbaren Energieträgern produzierten Strommenge erzeugt. An zweiter und dritter Stelle stehen der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit einer erzeugten Strommenge von 409 GWh und der Main-Kinzig-Kreis mit 359 GWh. Auch bei diesen beiden Landkreisen wurde der größte Teil der Strommenge durch Windenergie erzeugt. Aber auch Biomasse und Solarenergie trugen einen großen Teil zur Energieerzeugung bei. Daneben können beide Landkreise auch eine nennenswerte Energieerzeugung durch Wasserkraft vorweisen.

In Frankfurt, Darmstadt und Wiesbaden wird jeweils mehr als die Hälfte der erneuerbaren Energie durch Biomasse erzeugt. In Offenbach hingegen ist die Wasserkraft der wichtigste Energieträger.

Die Verteilung der im Jahr 2013 erzeugten Strommengen auf die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte ist im Anhang in Abbildung A1.2 größensortiert und differenziert nach den einzelnen Energieträgern grafisch dargestellt.

6 Hier werden ausschließlich Energieerzeugungsanlagen betrachtet, die nach dem EEG gefördert werden. Dadurch kommt es zu Abweichungen zu der in Abbildung 19 dargestellten durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge für das Jahr 2013 in Höhe von insgesamt 4.821 GWh. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass in Abbildung 19 z. B. auch der biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt wird, der nicht durch das EEG gefördert wird.

Abbildung 28: Mit nach dem EEG geförderten Anlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2013 erzeugte elektrische Energie nach Energieträgern (in GWh)



Im Anhang werden in den Abbildungen A 2 bis A 4 installierte Leistung und die tatsächlich erzeugte Strommenge für die Energieträger Biomasse, Windenergie und Photovoltaik noch tiefer differenziert auf Ebene der hessischen Gemeinden kartografisch dargestellt. Dabei wird jeweils die absolute Größe an installierter Leistung und erzeugtem Strom ausgewiesen. Anhand dieser Karten ist leicht zu erkennen, wo regionale Schwerpunkte an erneuerbaren Energien bestehen und welche Gemeinden beim Ausbau an erneuerbaren Energien weit vorangeschritten sind. Darüber hinaus wurde eine Normierung auf die Gemarkungsfläche vorgenommen, um Größenunterschiede von Gemeinden zu berücksichtigen. Flächenmäßig große Gemeinden haben z. B. tendenziell mehr Möglichkeiten geeignete Standorte für Windenergieanlagen zu finden, als kleine Gemeinden. Zusätzlich wurde bei der Solarenergie eine Normierung auf die Einwohnerzahl vorgenommen. Dies hat den Hintergrund, dass Photovoltaik-Anlagen überwiegend auf Wohngebäuden installiert sind und entsprechend ein Zusammenhang zwischen Bevölkerung und der installierten Leistung bzw. der erzeugten Strommenge durch Solarenergie angenommen werden kann.

4.4 In den hessischen Regionen installierte Leistung der Kraft-Wärme-Kopplung

In Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wird in einem Prozess gleichzeitig Strom und Nutzwärme erzeugt. Hierdurch kann der eingesetzte Brennstoff sehr viel effizienter genutzt werden als bei der herkömmlichen Produktion in getrennten Anlagen und es kann eine Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie von bis zu ca. 90 Prozent erreicht werden. Da geringere Brennstoffmengen verbraucht werden, reduzieren sich durch den Einsatz von KWK-Anlagen zudem auch die klimaschädlichen CO₂-Emissionen.

Nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz zugelassene KWK-Anlagen werden von der Bundesregierung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. Mit den Förderdaten des BAFA kann für Hessen die Anzahl der geförderten Anlagen in Tabelle 4 nach Leistungsklassen sowie elektrischer Leistung dargestellt werden. Insgesamt sind in Hessen knapp 4.000 KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 2,6 GW vorhanden. Bei etwa drei Vierteln aller in Hessen geförderten KWK-Anlagen handelt es sich um sogenannte Mini-KWK-Anlagen mit einer Leistung von unter 20 kW. Die vier leistungsstärksten Anlagen mit einer Leistung von über 100 MW haben zusammen eine elektrische Leistung von über 1,3 GW, das ist mehr als alle anderen Anlagen zusammen.

Tabelle 4: Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie

Leistungskategorie (kW _{el})	durchschnittl. elektrische Leistung in kW	Anzahl der Anlagen	elektrische Leistung in kW
<= 2 kW	1,05	459	482,0
> 2 <= 10 kW	5,32	2.080	11.065,6
> 10 <= 20 kW	17,90	572	10.238,8
> 20 <= 50 kW	42	382	16.044,0
> 50 <= 250 kW	143	279	39.897,0
> 250 <= 500 kW	348	62	21.576,0
> 500 <= 1000 kW	720	34	24.480,0
> 1 <= 2 MW	1.600	35	56.000,0
> 2 <= 10 MW	5.100	36	183.600,0
> 10 <= 50 MW	21.300	11	234.300,0
> 50 <= 100 MW	74.100	9	666.900,0
> 100 MW	332.000	4	1.328.000,0
Insgesamt		3.963	2.592.583,4

Quelle: BAFA (2015a), Berechnungen der Hessen Agentur.

In Abbildung 29 ist die elektrische Leistung je 1.000 Einwohner, die durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen vorgehalten wird, je Landkreis bzw. kreisfreie Stadt dargestellt. In der Datenbasis sind die KWK-Anlagen einzelnen Kategorien zugeordnet (<=2kW, >2<=10kW, usw.). Um diese Informationen zu quantifizieren, wurde die Anzahl der Anlagen je Kategorie und je Region mit der durchschnittlichen elektrischen Leistung je Kategorie multipliziert. Abschließend hat eine Normierung auf die Bevölkerung der jeweiligen Region stattgefunden.

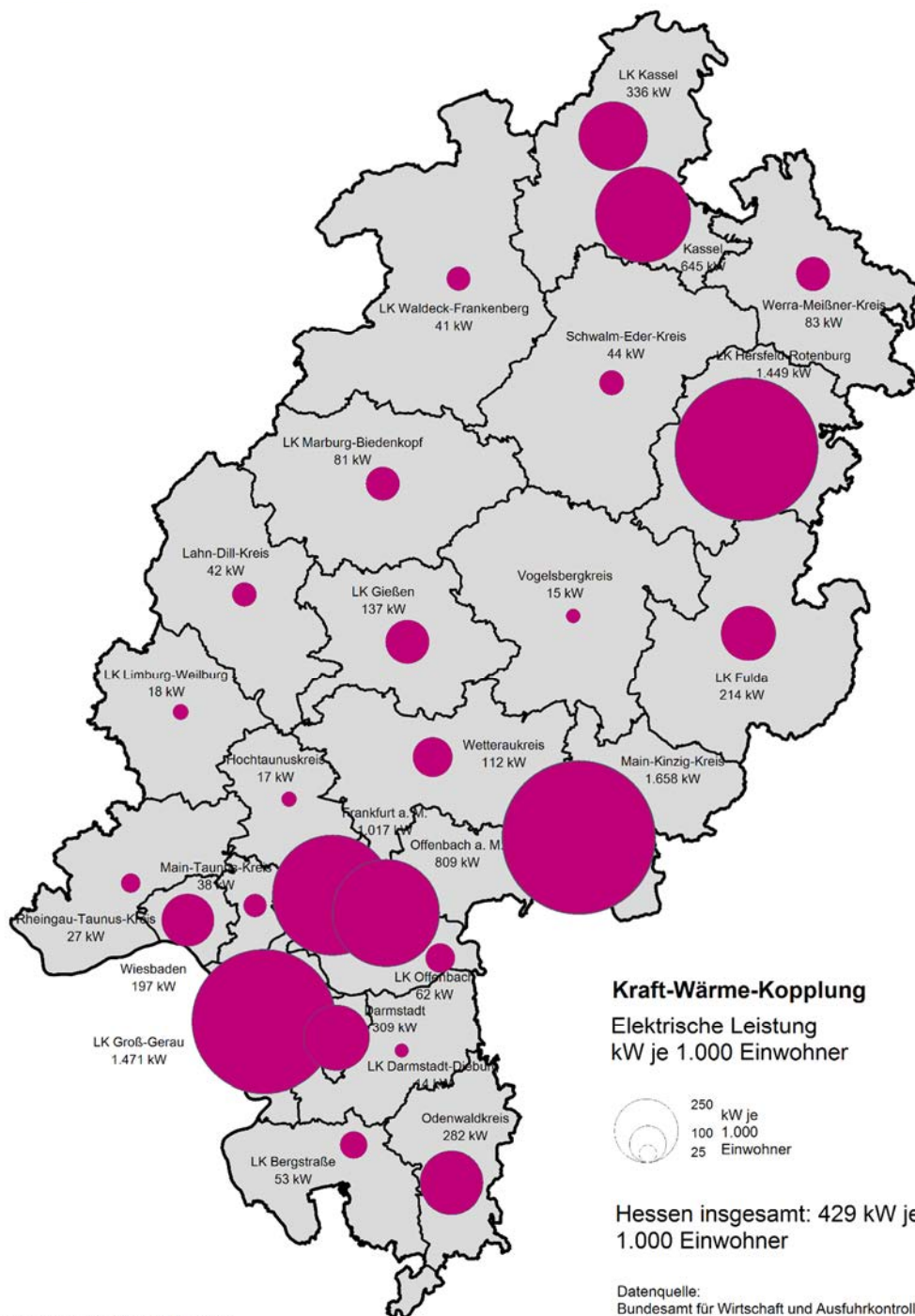
Aus Abbildung 29 ist deutlich zu sehen, dass in Hessen regionale Schwerpunkte bestehen. Insbesondere sechs Landkreise und kreisfreie Städte stechen besonders hervor. Bezogen auf 1.000 Einwohner wird im Main-Kinzig-Kreis mit 1.658 kW am meisten elektrische Leistung vorgehalten. Es folgen die Landkreise Groß-Gerau (1.471 kW) und Hersfeld-Rotenburg (1.449 kW). Ebenfalls über 1.000 kW je 1.000 Einwohner liegt die kreisfreie Stadt Frankfurt am Main (1.017 kW). Mehr als 500 kW je 1.000 Einwohner können zudem die Städte Offenbach (809 kW) und Kassel (645 kW) vorweisen.

Nicht auf die Bevölkerung bezogen, sondern absolut gesehen, steht Frankfurt an erster Stelle. Insgesamt besitzt Frankfurt eine elektrische Leistung durch KWK-Anlagen von 714 MW, was 28 Prozent der in Hessen durch KWK-Anlagen vorgehaltenen elektrischen Leistung ausmacht.

Der Main-Kinzig-Kreis kommt auf 672 MW, wobei diese Leistung überwiegend auf das an das Strom- und Fernheiznetz angeschlossene Kraftwerk Staudinger zurückzuführen ist.

An dritter Stelle steht der Landkreis Groß-Gerau mit insgesamt 378 MW installierter elektrischer Leistung durch KWK-Anlagen.

Abbildung 29: In den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten durch Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung installierte Leistung zur Stromerzeugung



5

Netzbestand und Netzausbau



5 Netzbestand und Netzausbau

5.1 Stromnetzbestand und -ausbau

Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien und der damit verbundenen zunehmenden räumlichen Trennung von Stromerzeugungs- und Stromverbrauchsschwerpunkten sind die Stromübertragungsmengen gestiegen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind eine Modernisierung und der Ausbau der Stromnetze notwendig. Abbildung 30 zeigt einen Überblick über die Nutzung des Stromnetzes sowohl auf der Erzeuger- als auch der Verbraucherseite.

Das Stromnetz wird unterteilt in Übertragungsnetze (Höchstspannung) und Verteilnetze (Hochspannung, Mittelspannung und Niederspannung).

Übertragungsnetze ermöglichen den Transport von Strom über große Entfernungen und dienen der überregionalen Verbindung von Erzeugungs- und Lastschwerpunkten sowie dem Anschluss großer Kraftwerke und sehr großer Verbraucher. Die Stromkreislänge der Übertragungsnetze betrug in Deutschland im Jahr 2012 nach Angaben des BMWi rund 35.000 Kilometer. Die räumliche Länge der Stromtrassen betrug hingegen nur knapp 18.000 km, was dadurch zu erklären ist, dass an den Strommasten die Trassen mehrerer Stromkreise hängen können. Da Übertragungskapazitäten zwischen den Bundesländern keine netztechnisch sinnvollen Größen für Netzausbaubedarfsanalysen sind, liegen dazu für Hessen keine expliziten Angaben vor.

Das Höchstspannungsübertragungsnetz in Hessen entfällt im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche der zwei Übertragungsnetzbetreiber TenneT und Amprion und nur der südliche Teil des Landkreises Bergstraße auf den Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW.

Zu den Aufgaben der Übertragungsnetzbetreiber zählen Instandhaltung, Ausbau und Modernisierung des Netzes sowie die Gewährung des Zugangs für Stromhändler und -lieferanten. Mit Blick auf die Gewährleistung der Versorgungssicherheit besteht die zentrale Aufgabe darin, Netzschwankungen, die sich durch Abweichungen zwischen erzeugter Strommenge und Stromnachfrage ergeben, möglichst gering zu halten.

Für das Verteilernetz liegen Angaben des LDEW für Hessen für das Jahr 2012 vor. Die Stromkreislänge des gesamten Verteilernetzes betrug fast 105.000 km. Knapp 70 Prozent davon entfallen auf das Niederspannungs-, 27 Prozent auf das Mittelspannungs- und gut 4 Prozent auf

das Hochspannungsnetz. Im Vergleich zur Stromkreislänge im Jahr 2001 sind insgesamt nur relativ geringe Unterschiede festzustellen.

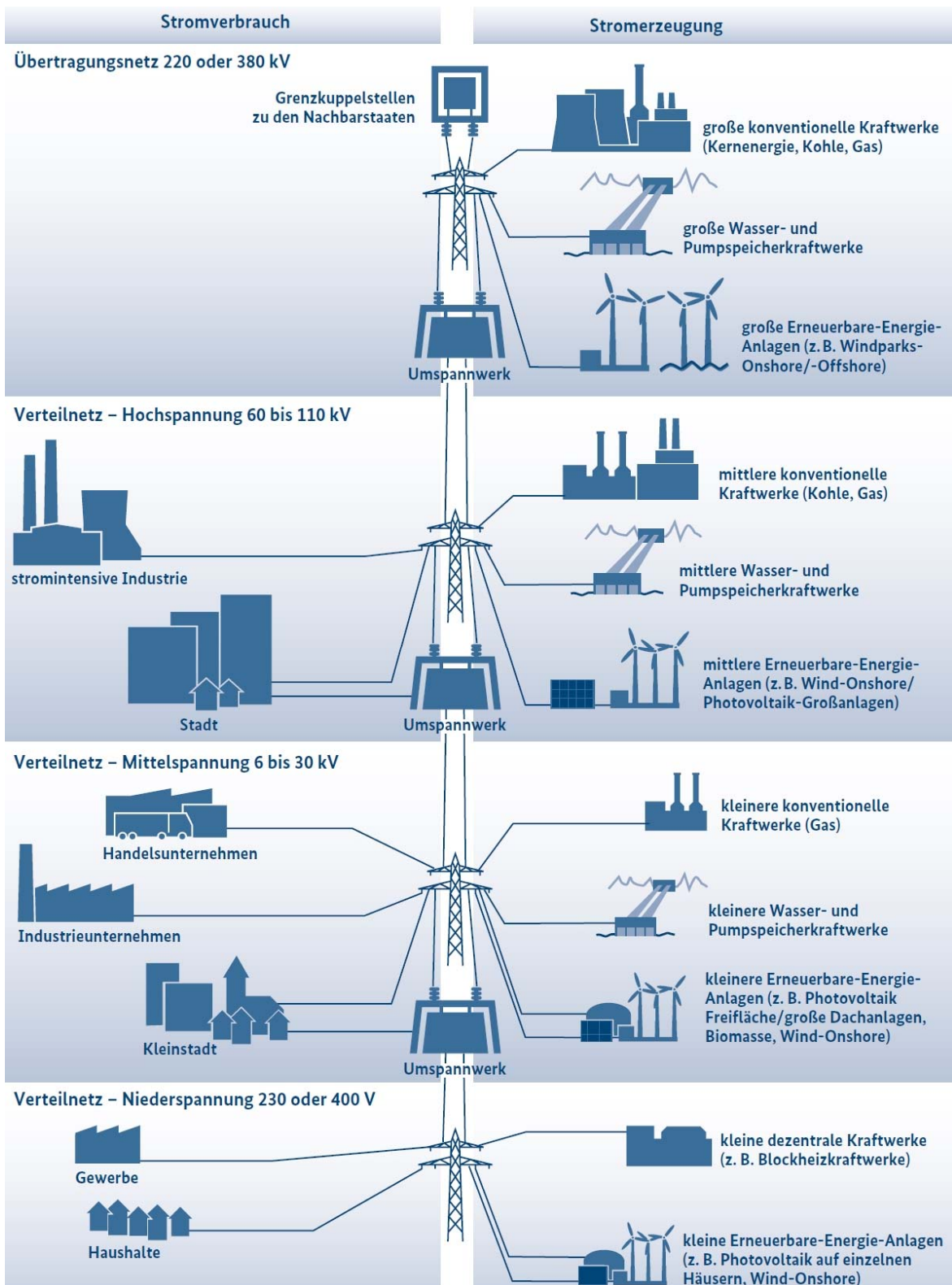
Die Aufgabe des Verteilernetzes besteht traditionell in der Übertragung des Stroms in Hochspannung (60 kV bis 110 kV), Mittelspannung (6 kV bis 60 kV) und Niederspannung (230 V oder 400 V) direkt zum Endverbraucher. Im Zuge der Energiewende kommen zunehmend die Aufnahme und das Lastmanagement des dezentral durch erneuerbare Energien erzeugten Stromes hinzu.

Die Netze stehen insgesamt vor großen Herausforderungen:

- Der überwiegend in Norddeutschland erzeugte Strom aus Windenergieanlagen und der überwiegend in Süddeutschland erzeugte Strom aus Photovoltaikanlagen muss im Netz aufgenommen und weiträumig an die Verbraucher verteilt werden.
- Die Stromerzeugung wird ungleichmäßiger ("der Wind weht und die Sonne scheint nicht immer"). Die entstehenden Schwankungen haben Auswirkungen auf die Stabilität der Netze. Das gilt sowohl für die Höchstspannungsleitungen als auch für die Verteilernetze.
- Eine Vielzahl kleiner Stromerzeugungsanlagen geht ans Netz (z. B. Photovoltaikanlagen auf Dächern, kleine Windparks). Während früher der Strom gleichsam einer Einbahnstraße von den Übertragungsnetzen über die Verteilernetze bis zum Verbraucher floss, müssen die Netze nun den Stromtransport mit Gegenverkehr bewältigen, d. h. von "oben nach unten" und von "unten nach oben". Eine weitere Herausforderung entsteht dadurch, dass Strom aus erneuerbaren Energieträgern überwiegend auf niedrigen Spannungsebenen eingespeist wird.
- Der EU-weite Stromhandel nimmt zu: Deutschland - als Transitland zwischen den west- und osteuropäischen Strommärkten - wird mehr grenzüberschreitenden Stromhandel abwickeln.

Für das Gelingen der Energiewende ist daher zukünftig der Ausbau der Stromnetze von hoher Bedeutung. Im Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) wurde im Jahr 2009 der vordringliche Bedarf für 1.876 km neuer Höchstspannungsleitungen in Deutschland festgestellt.

Abbildung 30: Nutzung des Stromnetzes im Überblick

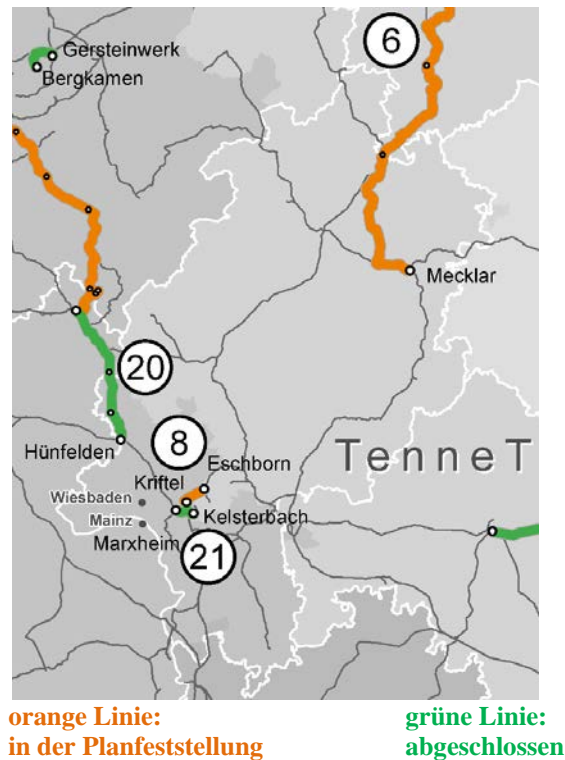


Quelle: BMWi 2015a.

Abbildung 31 zeigt den Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem EnLAG. Die grünen Linien zeigen die bereits fertiggestellten Leitungen, die orange Linie zeigt die Leitungen, die sich in der Planfeststellung befinden. Auf hessisches Gebiet entfallen vier EnLAG-Projekte mit einer Gesamtleitungslänge von 128 km.

Die zwei Projekte 20 und 21 wurden bereits 2008 bzw. 2010 abgeschlossen.⁷ Die Fertigstellung von Projekt 8 ist für 2016 und von Projekt 6 für das Jahr 2018 geplant. Bei Projekt 6 handelt es sich um ein bundesweites Pilotprojekt zur Erprobung von Erdkabeln beim Betrieb von Höchstspannungsleitungen.

Abbildung 31: Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)

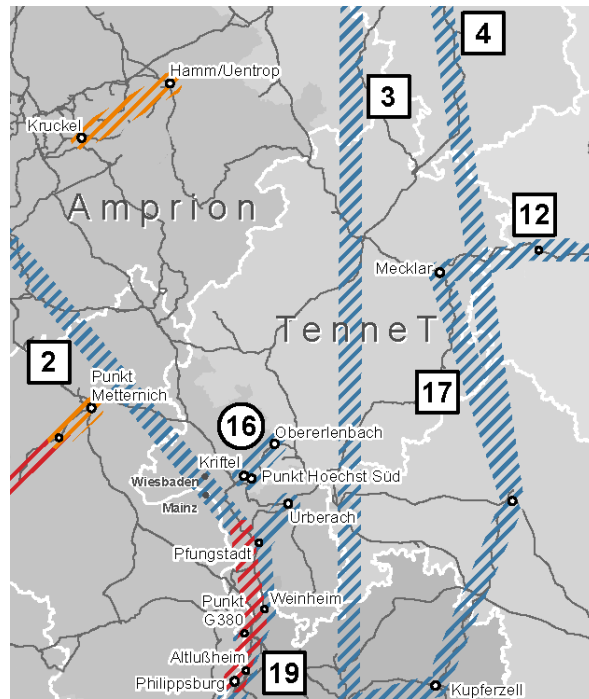


EnLAG-Nr.	Leitungsabschnitt	Pilot-Projekt „Teilerdverkabelung“	Vorhabenträger	Technische Charakteristika	Raumordnungs- verfahren	Planfeststellungs- verfahren	Länge auf hessischem Gebiet	geplanter Inbetrieb- nahmezeitpunkt
6	Wahle - Mecklar	ja	Tennet	380 kV Neu- bau, Erdkabel	Abgeschlossen	Eröffnung Anfang 2015	70 km	2018
8	Kriftel - Eschborn	nein	Amprion	380 kV Zubeseilung	Nicht notwendig	Eröffnet	10 km	2016
20	Dauersberg - Hünfelden	nein	Amprion	380 KV Neubau	Abgeschlossen	Abgeschlossen	41 km	
21	Marxheim - Kelsterbach	nein	Amprion	380 kV Neubau	Abgeschlossen	Abgeschlossen	7 km	

Quelle: BNetzA 2015d.

⁷ Im Projekt 20 erfolgte die Inbetriebnahme des Teilbereiches von der hessischen Landesgrenze bis zum rheinland-pfälzischen Dauersberg im Jahr 2012.

Abbildung 32: Leitungsvorhaben in Hessen aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG)



blau schraffierte Linie:
Vorhaben BBPIG

rot schraffierte Linie:
Vorhaben im Bundesfachplanungsverfahren

BBPIG-Nr.	Leitungsabschnitt	Pilot-Projekt "Teilerverkabelung"	Vorhabenträger	Technische Charakteristika	geplanter Inbetrieb- nahmetermin
2	Osterath - Philippsburg ULTRANET PCI-Projekt	nach Änderung BBPIG	Amprion	Gleichstrom (HGÜ)	2019
3	Brunsbüttel - Großgartach SUED.LINK PCI-Projekt	nach Änderung BBPIG	TenneT	Gleichstrom (HGÜ)	2022
4	Wilster - Grafenrheinfeld SUED.LINK PCI-Projekt	ja	TenneT	Gleichstrom (HGÜ)	2022
12	Vieselbach - Mecklar	nein	TenneT	380 kV Drehstrom	2023
16	Kriftel - Obererlenbach	nein	Amprion	380 kV Drehstrom	k.A.
17	Mecklar - Grafenrheinfeld	nein	TenneT	380 kV Drehstrom	2022
19	Urberach - Daxlanden	nein	Amprion	380 kV Drehstrom	
	Urberach - Pfungstadt - Weinheim	nein	Amprion	380 kV Drehstrom	2022
	Pkt. Okriftel - Farwerke Höchst-Süd	nein	Amprion	380 kV Drehstrom	2022

Quelle: BNetzA 2015e.

Abbildung 32 zeigt die sieben Leitungsvorhaben in Hessen aus dem Bundesbedarfsplangesetz, mit dem der Bundesgesetzgeber die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und den vordringlichen Bedarf der im Anhang des Gesetzes aufgeführten Vorhaben zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebs festgestellt hat.

Das sogenannte ULTRANET-Vorhaben 2 ist ein gemeinsames Stromleitungsprojekt der Übertragungsnetzbetreiber Amprion und TransnetBW und soll über etwa 340 Kilometer zwischen Osterath in Nordrhein-Westfalen und Philippsburg in Baden-Württemberg verlaufen. Es ist ein Pilotprojekt für die verlustarme Übertragung hoher Leistungen über weite Entfernungen. Es soll in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) mit 380 Kilovolt (kV) Spannung ausgeführt werden. Für einen Großteil der Leitungen sollen bereits bestehende Mastsysteme genutzt werden.

Für die sogenannten „SuedLink“-Vorhaben 3 und 4 gibt es noch keine konkrete Trassenführung durch Hessen. Vorhaben 12 soll die Übertragungskapazität zwischen Thüringen und Hessen erhöhen und einer besseren Verbindung der Netzgebiete von 50 Hertz und TenneT dienen. Die Erhöhung der Übertragungskapazität soll durch eine Umbeseilung der bereits bestehenden 380-kV-Verbindung erreicht werden.

Vorhaben 16 soll die Übertragungskapazität im Agglomerationsraum Frankfurt erhöhen. Geplant ist der Neubau einer 380-kV-Leitung in einer bestehenden Trasse zwischen Kriftel und Obererlenbach sowie die Erweiterungen der Schaltanlagen in Kriftel.

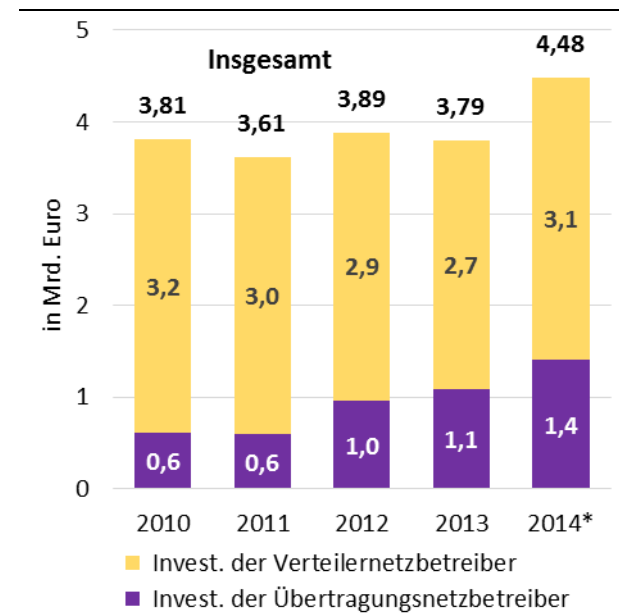
Mit Vorhaben 17 soll eine direkte Verbindung zwischen dem hessischen Mecklar und dem bayerischen Grafenrheinfeld geschaffen werden, um die Übertragungskapazität zwischen beiden Bundesländern zu erhöhen. Es dient als Fortsetzung des EnLAG-Projekts 6 „Wahle-Mecklar“ und ist als Neubau von zwei 380-kV-Systemen vorgesehen.

Im Großraum Frankfurt/Karlsruhe werden aktuell Leitungen auf der Spannungsebene von 220 kV betrieben, die im Rahmen des Vorhabens 19 auf einen 380-kV-Betrieb umgestellt werden sollen, um die Übertragungskapazität zu erhöhen.

5.2 Investitionen in Stromnetze

Deutschlandweit haben die Netzbetreiber zwischen 2010 und 2013 jährlich zwischen 3,6 und 3,9 Mrd. Euro für Neu- und Ausbau sowie Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen investiert. In den Plandaten für das Jahr 2014 wird diese Spanne mit 4,5 Mrd. Euro zum ersten Mal deutlich überschritten (siehe Abbildung 33).

Abbildung 33: Investitionen in Neu- und Ausbau, Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen in Deutschland (in Mrd. Euro)



*Plandaten

Quelle: BNetzA, BKartA 2014.

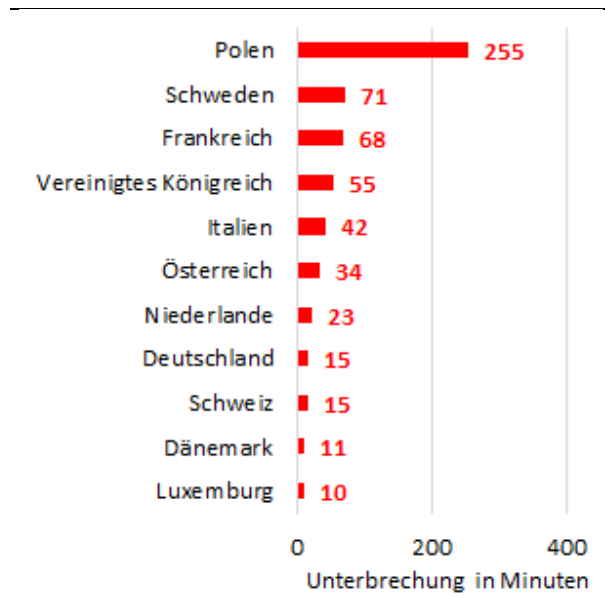
Die Investitionen in die Höchstspannungsnetze sind dabei besonders stark angestiegen. Für die Verwirklichung der Neubaumaßnahmen nach dem Energieleitungsausbaugesetz von 2009 und nach dem Bundesbedarfsplangesetz von 2013 haben sich die Investitionen in den Jahren 2012 und 2013 im Vergleich zu den vorherigen Jahren fast verdoppelt und die Plandaten für das Jahr 2014 sehen einen weiteren Anstieg voraus.

Zusätzlich zu den Netzinvestitionen kommen noch jährliche Aufwendungen für Wartung und Instandhaltung der Netze in Höhe von durchschnittlich 3,4 Milliarden Euro hinzu. Wartungskosten und Investitionen zum Erhalt des Netzes fallen unabhängig vom Ausbau der erneuerbaren Energien an. Allerdings wird auch durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien der Investitionsbedarf in den Ausbau und die Modernisierung der Netze zunehmen. Für Hessen liegen keine spezifischen Informationen vor.

5.3 Versorgungssicherheit im Strombereich

Die Bundesnetzagentur veröffentlicht jedes Jahr den sogenannten „System Average Interruption Duration Index“ (SAIDI) als Maßstab der Netzqualität.⁸ Der SAIDI ist ein Maß für die durchschnittliche Unterbrechungsdauer der Stromversorgung. Da der SAIDI-Wert die Qualität des Nieder- und Mittelspannungsnetzes widerspiegeln soll, bleiben alle Ereignisse unberücksichtigt, die keine Aussage über die Qualität des Netzes erlauben. Darum werden bei der Berechnung weder geplante Unterbrechungen noch solche aufgrund höherer Gewalt, wie etwa Naturkatastrophen, berücksichtigt. In die Berechnung fließen ungeplante Unterbrechungen ein, die auf atmosphärische Einwirkungen wie z. B. Gewitter, auf Einwirkungen Dritter wie z. B. versehentliche Beschädigungen von Stromleitungen, auf Rückwirkungen aus anderen Netzen oder auf andere Störungen im Verantwortungsbereich der Netzbetreiber zurückzuführen sind. Zudem werden nur Unterbrechungen berücksichtigt, die länger als drei Minuten dauern.

Abbildung 34: SAIDI-Strom im europäischen Vergleich im Jahr 2013
(Minuten/Letzterverbraucher)



Quelle: CEER 2015.

Der SAIDI-Wert hat in Deutschland konstant niedrige Werte und bewegte sich zwischen 2009 und 2013 mit marginalen Abweichungen um den Wert von 15 Minuten

⁸ Zur Berechnung des SAIDI werden deutschlandweit die Unterbrechungsminuten mit der Zahl der betroffenen Letztverbraucher multipliziert und durch die Zahl aller im Netz angeschlossenen Letztverbraucher dividiert: Fällt beispielsweise der Strom in einer Großstadt mit 1 Mio. Haushalte für 1 Stunde aus, trägt dies auf die bundesweit 40 Mio. Haushalte umgerechnet rund 1,5 Minuten zum SAIDI-Wert bei.

pro Jahr. Der aktuell verfügbare Wert für das Jahr 2014 weist einen Rückgang auf 12,3 Minuten auf.

Im internationalen Vergleich liegen Werte für das Jahr 2013 vor (siehe Abbildung 34). Deutschland hat hier mit der Schweiz, Dänemark und Luxemburg die niedrigsten Unterbrechungszeiten. Ein maßgeblicher Einfluss der Energiewende und der damit einhergehenden steigenden dezentralen Erzeugungsleistung auf die Versorgungsqualität ist damit bisher nicht erkennbar.

5.4 Gasverteilternetz

Nach Angaben des LDEW betrug im Jahr 2012 die Rohrnetzlänge des Gasnetzes in Hessen insgesamt gut 30.000 km. Die Verteilung auf die verschiedenen Druckstufen war je nach Verwendungszweck relativ gleichmäßig verteilt, und zwar mit 36 Prozent auf das Niederdruckgasnetz, mit 36 Prozent auf das Mitteldruckgasnetz und mit 28 Prozent auf das Hochdruckgasnetz.

Auch im Gasbereich war die Versorgungssicherheit sehr hoch. So hatte in Deutschland ein Erdgaskunde im Jahr 2013 einen rechnerischen Ausfall der Gasversorgung von 37 Sekunden.

5.5 Fernwärmenetz

Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (AGFW) erstellt einen Hauptbericht zur Fernwärmeversorgung in Deutschland. Am Jahresende 2013 umfasste demnach das Fernwärmenetz in Hessen eine gesamte Trassenlänge von 1.031 km, davon entfielen 985 km auf Wassernetze und 46 km auf Dampfnetze. Insgesamt waren 19.177 Hausübergabestationen mit einer Leistung in Höhe von zusammen 2.660 MW angeschlossenen. Gegenüber dem Vorjahr erhöhte sich die angeschlossene Leistung nur beim Wassernetz geringfügig um 12 MW, beim Dampfnetz blieb sie unverändert.

Die insgesamt nutzbare Wärmeabgabe belief sich über das gesamte Jahr 2013 auf 15.016 TJ davon 82 Prozent auf das Wassernetz und 18 Prozent auf das Dampfnetz.

6

Verkehr



6 Verkehr

6.1 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Dem Verkehrssektor kommt im Hinblick auf die Umsetzung der Energiewende in Hessen eine hohe Bedeutung zu. So nimmt Hessen bedingt durch seine zentrale Lage, dem gut ausgebauten Straßen- und Schienennetz und dem internationalen Flughafen Frankfurt eine wichtige Drehscheibenfunktion sowohl im deutschen als auch im internationalen Waren- und Personenverkehr ein. Damit einhergehend weist der Sektor Verkehr eine überdurchschnittlich hohe wirtschaftliche Bedeutung auf. Bezogen auf die Bruttowertschöpfung liegt der Anteil des Verkehrs an der Gesamtwirtschaft in Hessen bei 5,7 Prozent (Deutschland: 4,6 Prozent).

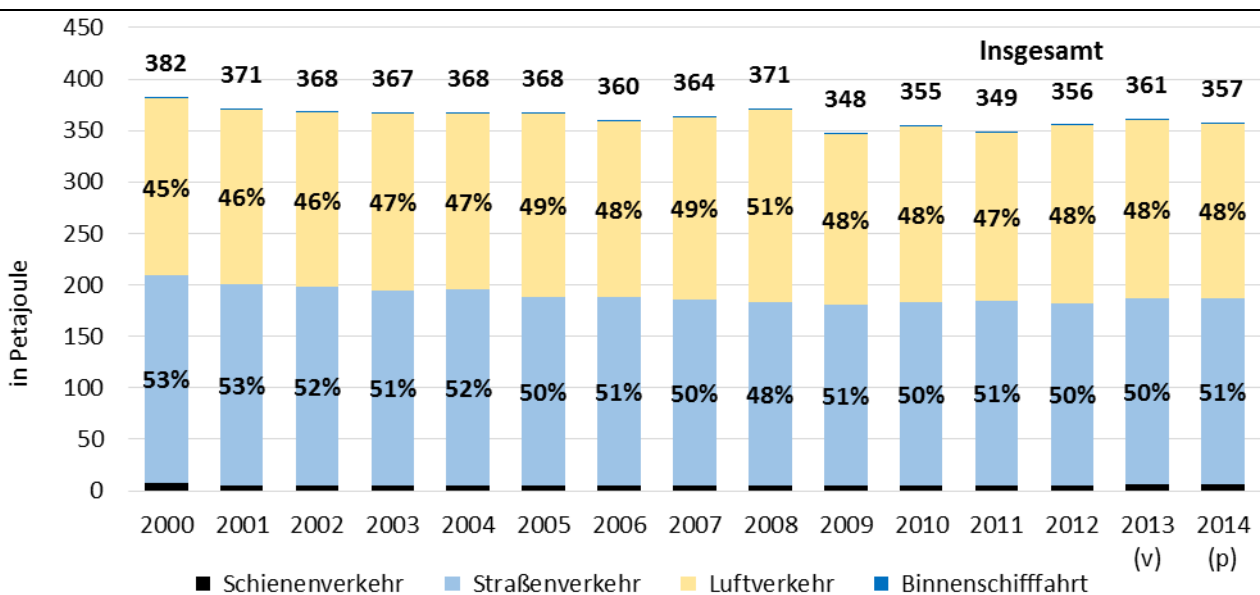
Diese hohe wirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssektors findet auch ihren Niederschlag im Anteil des Verkehrssektors am Endenergieverbrauch in Hessen. Im Jahr 2014 ist dieser mit 48 Prozent mehr als doppelt so hoch wie im Sektor private Haushalte (23 Prozent) und mehr als dreimal so hoch wie in den Sektoren Industrie (15 Prozent) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (14 Prozent). Für Deutschland liegen die entsprechenden Anteilswerte für das Jahr 2013 vor und lauten: Verkehr, private Haushalte und Industrie jeweils 28 Prozent und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zusammen 15 Prozent.

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in Hessen ist leicht rückläufig. Im Jahr 2013 lag dieser bei 361 Petajoule. Gegenüber dem Jahr 2000, in dem der Endenergieverbrauch bei 382 Petajoule lag, bedeutet dies einen Rückgang in Höhe von 5,5 Prozent. Gerade am Anfang des Betrachtungszeitraums konnte ein deutlicher Rückgang realisiert werden. Seit 2005 beläuft sich der Rückgang dagegen nur auf 2 Prozent.

Für das Jahr 2014 schätzt das Leipziger Institut für Energie einen Endenergieverbrauch in Höhe von 357 Petajoule, dies bedeutet einen weiteren Rückgang um 1,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr.

Abbildung 35 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Hessen differenziert für den Schienenverkehr, den Straßenverkehr, den Luftverkehr sowie für die Binnenschifffahrt. Erfasst ist dabei der Energieverbrauch für die unmittelbare Erstellung der Transportleistung der jeweiligen Verkehrsträger. Der mittelbare Energieverbrauch z. B. für Heizung und Beleuchtung von Verkehrseinrichtungen aber auch der Treibstoffverbrauch in der Landwirtschaft ist nicht berücksichtigt.

Abbildung 35: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern von 2000 bis 2014
(absolute Angaben in Petajoule, Anteilswerte in Prozent)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

Im Jahr 2014 liegt der Endenergieverbrauch im Straßenverkehr bei 181 Petajoule (51 Prozent) und im Luftverkehr bei 170 Petajoule (48 Prozent) des gesamten Energieverbrauchs im hessischen Verkehrssektor.

Für den Straßenverkehr ist gegenüber dem Jahr 2000 ein Rückgang des Endenergieverbrauchs um 10 Prozent festzustellen. Der Endenergieverbrauch im Luftverkehr schwankt in den vergangenen Jahren um den Wert von 170 Petajoule. Bezüglich des Endenergieverbrauchs im Luftverkehr ist zu beachten, dass dieser aus der Flugtreibstoffmenge, die in Hessen getankt wurde, ermittelt wird. Es sind auch große Anteile von Flugtreibstoff enthalten, die im internationalen Luftverkehr verbraucht werden. So entfallen gemäß der CO₂-Bilanz für das Jahr 2012 etwa 96 Prozent des gesamten in Hessen getankten Flugbenzins auf den internationalen Luftverkehr

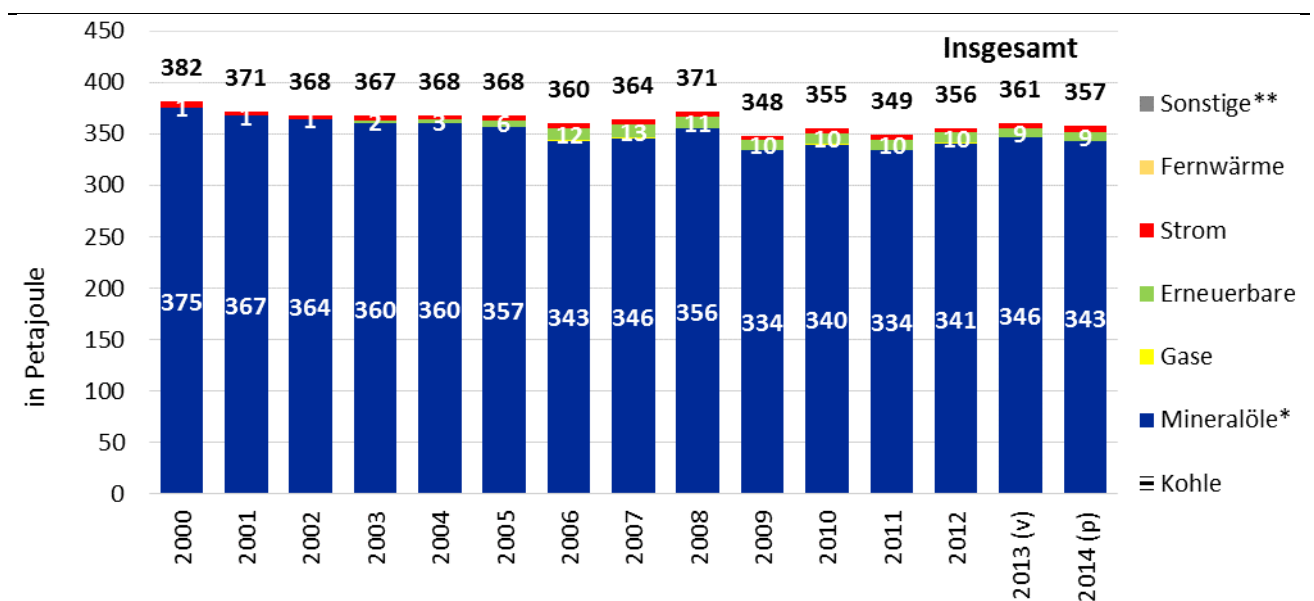
Der Schienenverkehr und die Binnenschifffahrt spielen beim Endenergieverbrauch des hessischen Verkehrssektors eine nur geringe Rolle. Im Schienenverkehr liegt der Endenergieverbrauch im Jahr 2014 bei 6,1 Petajoule bzw. 1,7 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch des Verkehrssektors. Der Endenergieverbrauch in der Binnenschifffahrt liegt im Jahr 2014 mit 0,9 Petajoule sogar nur bei 0,3 Prozent. Der Anteil beider Verkehrsträger zusammengenommen am gesamten Endenergieverbrauch im Verkehrssektor liegt damit bei 2 Prozent. Sowohl im

Schienenverkehr als auch in der Binnenschifffahrt ist der Endenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2000 um jeweils rund 20 Prozent zurückgegangen.

Abbildung 36 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor differenziert nach Energieträgern. Wichtigste Energieträger im Verkehrssektor sind mit weitem Abstand Mineralöle und Mineralölprodukte. Ihr Anteil am gesamten Endenergieverbrauch liegt bei 96 Prozent. Der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor lag im Jahr 2014 bei 2,5 Prozent. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen Biodiesel, Biomethan, Pflanzenöl und Bioethanol. Neben den Biotreibstoffen kommen erneuerbare Energien im Verkehrssektor aber auch indirekt in Form von Strom zur Anwendung.

Im Zeitraum von 2000 bis 2014 ist der Einsatz von Mineralöl und Mineralölprodukten um 32 Petajoule bzw. 4 Prozent zurückgegangen. Im gleichen Zeitraum verzeichneten die erneuerbaren Energieträger im Verkehrssektor einen Zuwachs von rund 9 Petajoule. Nachdem im Jahr 2007 ein Höchstwert von 13 Petajoule erreicht wurde, bewegt sich der Endenergieverbrauch bei den erneuerbaren Energieträgern um einen Wert von rund 10 Petajoule. Kohle, Gase, Fernwärme und sonstige Energieträger spielen für den Verkehrssektor eine vernachlässigbare Rolle.

Abbildung 36: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern
(in Petajoule)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose).

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

6.2 Entwicklung der Energieeffizienz im Verkehrssektor

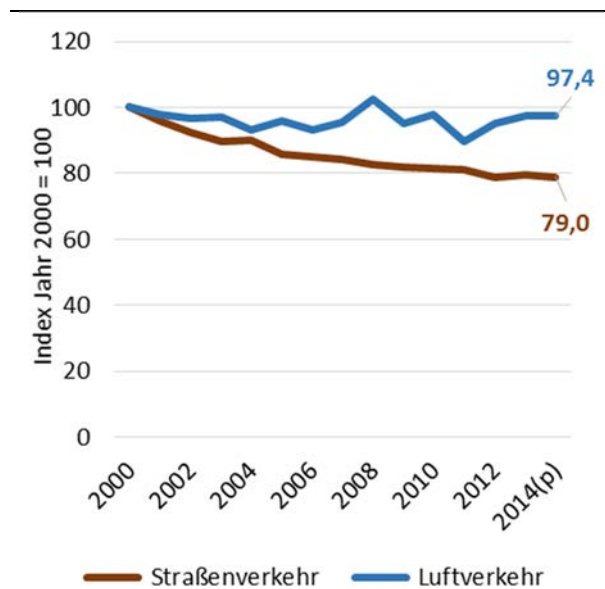
Energieverbrauch und Verkehrsleistung sind zunehmend voneinander entkoppelt. Dies wird daran erkennbar, dass trotz steigenden Verkehrsleistungen der Endenergieverbrauch rückläufig ist. Ermöglicht wird dies durch eine Erhöhung der Energieeffizienz. Die Energieeffizienz im Verkehrssektor ergibt sich aus dem Verhältnis von Endenergieverbrauch und der Verkehrsleistung.

Im Zeitraum von 2000 bis 2014 ist in Hessen die Verkehrsleistung deutlich gestiegen. So ist beispielsweise im Straßenverkehr die Zahl der Kraftfahrzeuge im betrachteten Zeitraum um knapp 13 Prozent gestiegen. Im Luftverkehr ist die Anzahl der Flugbewegungen im gleichen Zeitraum mit gut 3 Prozent weniger stark gestiegen. Das höhere Passagier- und Frachtaufkommen konnte somit zu Teilen mit größeren Flugzeugen aufgefangen werden.

Trotz der gestiegenen Zahl der Kraftfahrzeuge ist der Endenergieverbrauch im Straßenverkehr gesunken. Dies bedeutet, dass sich der spezifische Endenergieverbrauch reduziert hat bzw. die Energieeffizienz gestiegen ist. In Abbildung 37 ist für den Straßenverkehr und den Luftverkehr bezogen auf die Zahl der Kraftfahrzeuge bzw. der Zahl der Flugbewegungen der spezifische Endenergieverbrauch dargestellt.

Abbildung 37: Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs im Straßen- und Luftverkehr

(Index Jahr 2000 = 100)



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015b (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose), Kraftfahrt-Bundesamt (2015).

Für den Straßenverkehr zeigt die Zeitreihe des spezifischen Endenergieverbrauches einen deutlichen Abwärtstrend. Der Endenergieverbrauch je Kfz hat sich von 2000 bis 2012 um ca. 20 Prozent bzw. um 11,8 Gigajoule je Kfz verringert und stagniert bis 2014 in einem Bereich um 44 Gigajoule je Kfz.

Im Luftverkehr ist bezogen auf die Anzahl der Flugbewegungen keine Tendenz in der Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauches erkennbar. Der spezifische Endenergieverbrauch bewegt sich im gesamten Betrachtungszeitraum um 360 Gigajoule je Flugbewegung.

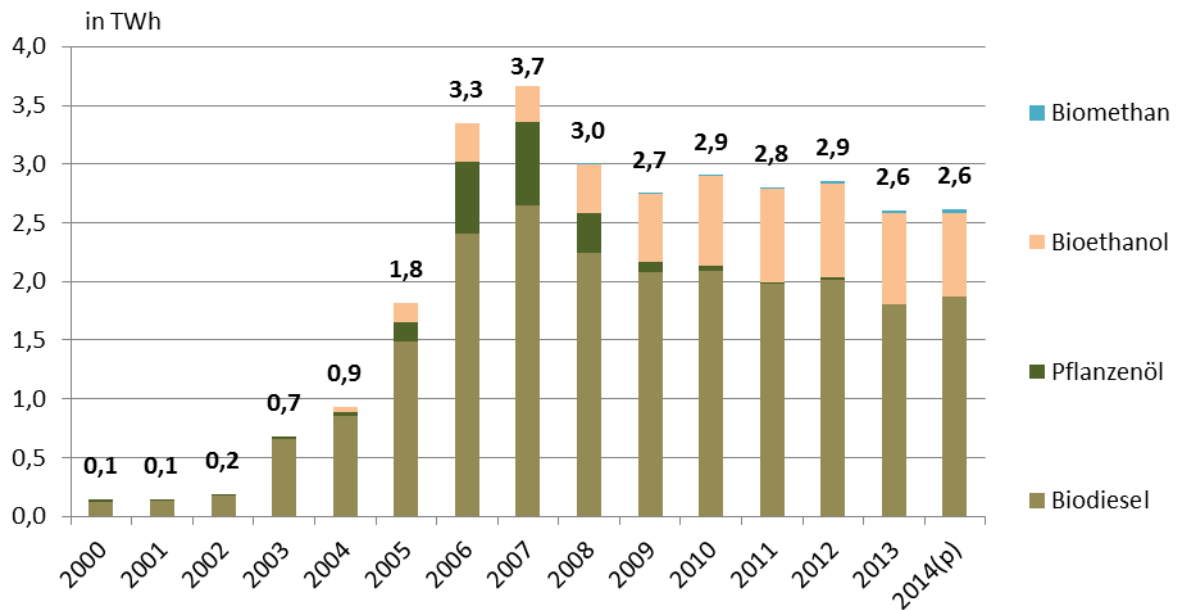
6.3 Treibstoffe und Treibstoffverbrauch

Erneuerbare Energien im Verkehrssektor werden im Wesentlichen als Treibstoffe eingesetzt. Bei den Biotreibstoffen unterscheidet man zwischen Bioethanol, Biodiesel, Pflanzenöl und Biomethan. Sie werden als Reintreibstoffe und als Beimischung zu fossilen Treibstoffen eingesetzt.

Der Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien im Zeitraum von 2000 bis 2014 ist in Abbildung 38 dargestellt. In Hessen wurden im Jahr 2012 insgesamt 2.854 GWh an Biotreibstoffen verbraucht. Nach der Schätzung des Leipziger Instituts für Energie liegt der Verbrauch im Jahr 2014 bei 2.611 GWh. Seit dem Jahr 2000 ist zunächst ein enormer Zuwachs der Biotreibstoffe zu verzeichnen. Ursächlich hierfür war eine Steuerbefreiung für Biodiesel bis zum Jahr 2007, die den Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien in diesem Jahr auf den absoluten Höchststand von 3.659 GWh ansteigen ließ. Mit Rücknahme der Befreiung kam dieser Aufwärtstrend unmittelbar zum Erliegen und Biotreibstoffe stagnieren seitdem um Werte zwischen 2.600 und 2.900 GWh pro Jahr.

Mit einem Anteil von über 70 Prozent ist Biodiesel derzeit der wichtigste Biotreibstoff, gefolgt von Bioethanol mit einem Anteil von 27 Prozent. Pflanzenöl und Biomethan zusammengenommen haben im Jahr 2014 einen Anteil von gut einem Prozent an den Biotreibstoffen.

Die Absatzentwicklung verlief bei den einzelnen Biotreibstoffen sehr unterschiedlich. Der Verbrauch von Biodiesel vervierfachte sich im Jahr 2003 gegenüber dem Vorjahr auf 654 GWh und stieg in den Folgejahren weiter stark an bis zu einem Wert von 2.642 GWh im Jahr 2007. Danach ist ein Rückgang zu beobachten und der Absatz pendelt in den vergangenen Jahren um einen Wert von rund 2.000 GWh. Höhepunkt des Absatzes von Pflanzenöl als Treibstoff war ebenfalls das Jahr 2007 mit einem Wert von 718 GWh.

Abbildung 38: Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien von 2000 bis 2014 (in TWh)

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

In den Jahren 2008 und 2009 erfolgte dann ein dramatischer Einbruch der Absatzzahlen und heute spielt Pflanzenöl als Treibstoff praktisch keine Rolle mehr. Bioethanol wird seit dem Jahr 2004 als Treibstoff eingesetzt. Der Absatz steigerte sich von 43 GWh in 2004 bis auf 769 GWh im Jahr 2013. Für 2014 wird ein leichter Rückgang auf 711 GWh erwartet.

Der Absatz von Biomethan im Verkehrssektor nahm in den vergangenen Jahren stetig zu, und zwar von 1 GWh im Jahr 2009 auf 27 GWh im Jahr 2014.

Seit dem Jahr 2000 ist ein deutlicher Rückgang des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs neu zugelassener PKW festzustellen, was zu der beschriebenen gestiegenen Energieeffizienz im Straßenverkehr beitrug.

Tabelle 5: Entwicklung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland von 2000 bis 2014 (Angaben in Liter je100 km)

	Benzin	Diesel	Insgesamt
2000	8,1	6,4	7,6
2005	7,4	6,5	7,0
2010	6,5	5,8	6,2
2011	6,3	5,5	5,9
2012	6,1	5,4	5,8
2013	5,8	5,2	5,5
2014	5,7	5,1	5,4
Veränderung 2000-2014:			
absolut	-2,4	-1,3	-2,2
in Prozent	-29,7%	-20,3%	-28,7%

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2015.

Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch von neu zugelassenen PKW konnte von 7,6 Liter je 100 km im Jahr 2000 auf 5,4 Liter je 100 km im Jahr 2014 gesenkt werden. Dies entspricht einem Rückgang von 29 Prozent. Mit einer Abnahme um 30 Prozent war die Reduzierung des Treibstoffverbrauchs bei PKW mit Otto-Motoren, von 8,1 Liter je 100 km im Jahr 2000 auf 5,7 Liter je 100 km im Jahr 2014, überdurchschnittlich stark. Bei PKW mit Diesel-Motoren war die Reduktion mit 20 Prozent etwas weniger stark ausgeprägt. Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch bei PKW mit Diesel-Motoren ging von 6,4 Liter je 100 km im Jahr 2000 auf 5,1 Liter je 100 km im Jahr 2014 zurück.

6.4 Elektromobilität

Der Einsatz von Elektrofahrzeugen gilt als vielseitig, sowohl im privaten als auch im gewerblichen oder kommunalen Umfeld. Dabei wird bereits heute ein großer Teil der Mobilitätsbedürfnisse über die elektrische Energieversorgung abgedeckt. Dazu gehören der elektrische Eisenbahnfernverkehr ebenso wie auch die S-, U- und Straßenbahnen. Auch Nutzfahrzeuge wie Elektrobusse oder Elektro-Müllsammelfahrzeuge sind geeignet, gerade in hoch belasteten Innenstädten Umweltbelastungen zu reduzieren, da sie lokal fast keine Schadstoffe emittieren. Derzeit einen Boom in Deutschland erleben Elektrofahräder. Im Mittelpunkt der derzeitigen Diskussion um

Elektromobilität steht aber vor allem der Individualverkehr mit Personenkraftwagen.

Zu den Elektrofahrzeugen zählen reine Elektrofahrzeuge, die ausschließlich mit einem Elektromotor ausgestattet sind. Ihren Strom beziehen sie aus einer Batterie im Fahrzeug, die über das Stromnetz aufgeladen wird. Als Hybridantrieb bezeichnet man die Kombination aus unterschiedlichen Motoren (Elektromotor und Verbrennungsmotor), die parallel oder abwechselnd zum Einsatz kommen.

Zum Jahresbeginn 2015 waren in Hessen fast 3,5 Mio. PKW registriert, 240.000 bzw. 7,4 Prozent mehr als zum Jahresbeginn 2009. Die Anzahl der Elektrofahrzeuge hat sich mit einem Anstieg von 134 Fahrzeugen im Jahr 2009 auf gut 1.400 zu Beginn des Jahres 2015 mehr als verzehnfacht. Dominiert wird die Fahrzeugflotte derzeit aber fast unverändert von 2,37 Mio. PKW mit Benzinmotoren, auf die alleine zwei Drittel aller PKW in Hessen entfallen. Strukturprägend war zudem die starke Zunahme von PKW mit Dieselmotoren, deren Anzahl von 850.000 im Jahr 2009 auf 1,13 Mio. im Jahr 2015 angestiegen ist. Benziner und Diesel stellen rund 98,5 Prozent aller PKW in Hessen. Alle anderen Antriebsarten zusammen (Flüssiggas, Erdgas, Elektro- und Hybridantriebe) ergeben knapp 51.000 Fahrzeuge, was einem Anteil von 1,5 Prozent entspricht (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten 2009 und 2015 im Vergleich

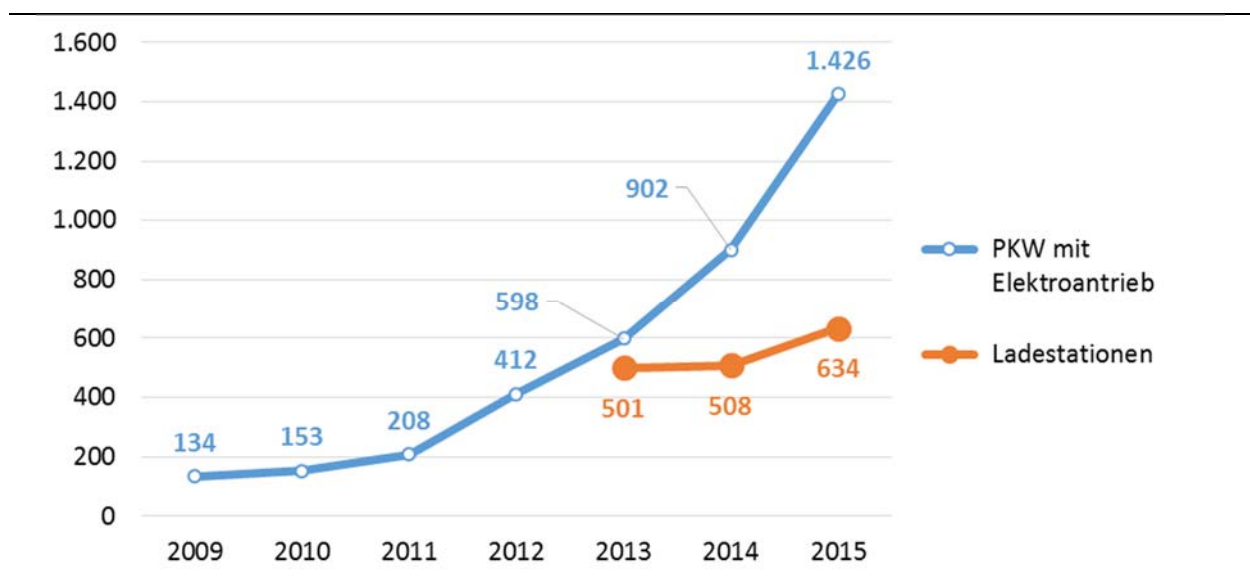
Antriebsart	2009		2015		Veränderung 2009 - 2015	
	absolut	Struktur in %	absolut	Struktur in %	absolut	in %
Insgesamt	3.243.845		3.483.965		240.120	7,4%
darunter:						
Benzin	2.367.384	73%	2.304.468	66%	-62.916	-2,7%
Diesel	849.143	26%	1.128.580	32%	279.437	32,9%
Flüssiggas	20.312	0,63%	33.513	0,96%	13.201	65,0%
Erdgas	4.776	0,15%	6.228	0,18%	1.452	30,4%
Elektro	134	0,00%	1.426	0,04%	1.292	964,2%
Hybrid	2.015	0,06%	9.634	0,28%	7.619	378,1%

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2015.

Wie Abbildung 39 zeigt, ist die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladestationen für Elektrofahrzeuge von 501 im Jahr 2013 auf 634 im Jahr 2015 gestiegen, was einem Zuwachs von 26 Prozent entspricht. Der Versorgungsgrad ist mit rund zwei Fahrzeugen pro Ladestation hoch. Abbildung 40 zeigt die regionale Verteilung der Stromtankstellen. Grundlage der Karte sind Daten von LEMnet Europe e.V. – Europäischer Verein zur neutralen Information über europäische und internationale Infrastruktur für alle Elektrofahrzeuge. Hier sind für Hessen zum

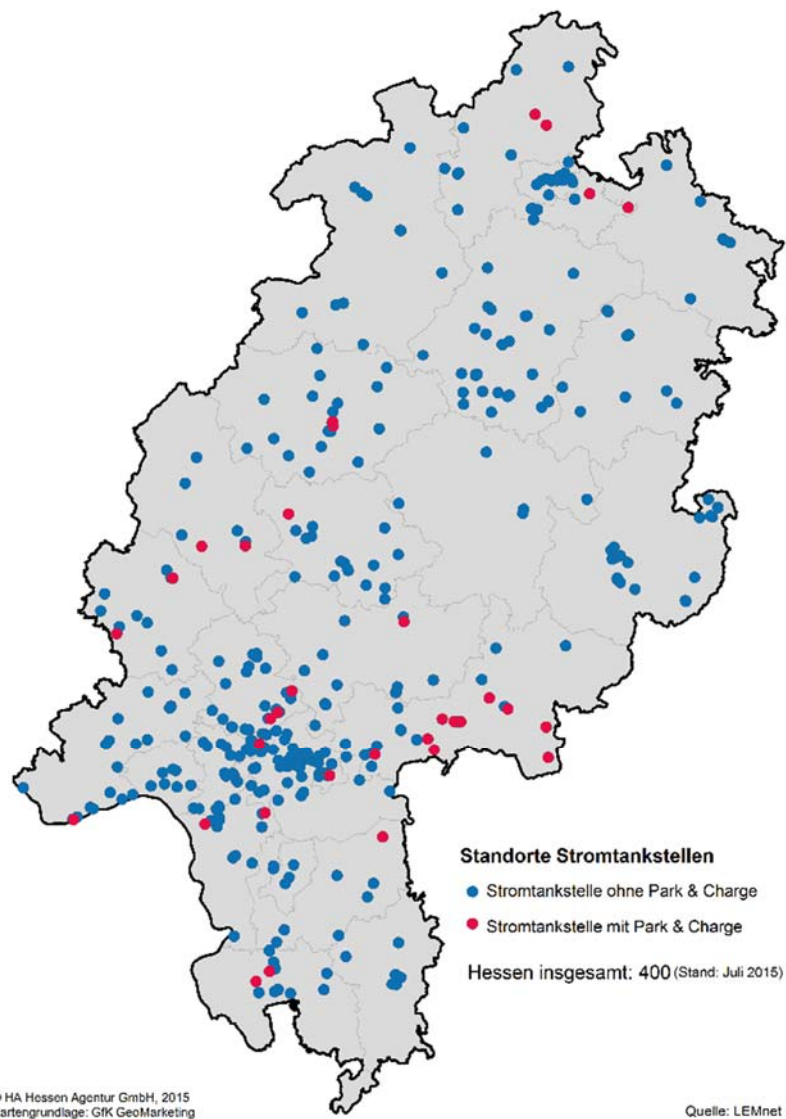
Stand Juli 2015 insgesamt 400 Stromtankstellen, differenziert nach Stromtankstellen mit und ohne Park & Charge, erfasst.⁹ Es zeigt sich eine recht ausgewogene Verteilung. In den wirtschaftlichen Zentren in der Rhein-Main-Region, wie auch in der Stadt Kassel findet sich eine Ballung an Stromtankstellen. Ebenfalls eine vergleichsweise hohe Dichte an Stromtankstellen findet sich in Baunatal, Fulda, und im Schwalm-Eder-Kreis.

Abbildung 39: Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und Ladestationen in Hessen
(Stand jeweils 1. Januar)



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2015, BDEW 2015b.

⁹ Beim Park & Charge werden auf reservierten Parkplätzen nach einem europaweiten einheitlichen Schlüsselsystem abschließbare Ladestationen aufgestellt, die alle notwendigen technischen Einrichtungen beinhalten und zu jeder Tages- und Nachtzeit zugänglich sind.

Abbildung 40: Regionale Verteilung der Stromtankstellen (Juli 2015)

7

Entwicklung der Treibhausemissionen



7 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Der Klimaschutz ist ein wichtiger Treiber für den Umbau der deutschen Energieversorgung. Es wird eine deutliche Reduktion der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen angestrebt, die hauptsächlich bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen.

Die hessische Treibhausgasbilanz, die vom Hessischen Statistischen Landesamt sowie dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) erstellt wird, umfasst die drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (Distickstoffoxid N₂O), die in Deutschland zusammen einen Anteil von ca. 99 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen haben. Derzeit liegt die Treibhausgasbilanz für das Jahr 2011 vor. Darüber hinaus liegen Angaben zu den energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen für das Jahr 2012 vor.¹⁰

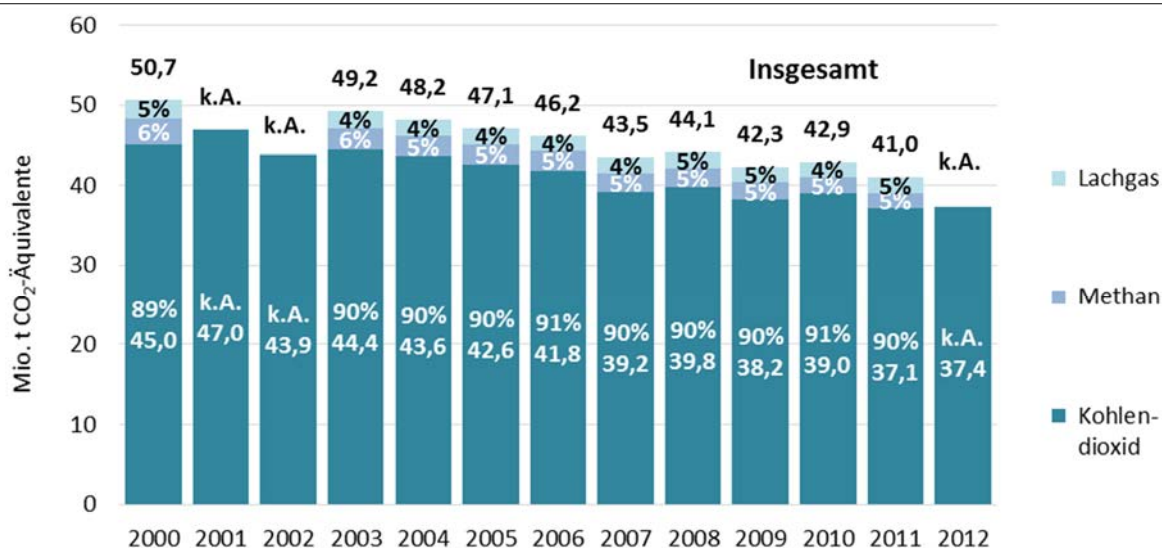
7.1 Treibhausgasemissionen insgesamt sowie differenziert nach Gasen und Quellgruppen

Im Jahr 2011 lag der in CO₂-Äquivalente umgerechnete Gesamtausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen

bei 41,0 Millionen Tonnen. Dabei machten die Emissionen von Kohlendioxid in Hessen mit 90,5 Prozent den mit Abstand größten Anteil der Gesamtemissionen aus. Auf Methan entfielen 4,7 Prozent und auf Lachgas 4,8 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen.

Gegenüber dem Jahr 2000 ist in Hessen eine deutliche Reduktion der Treibhausgase festzustellen. Die Gesamtemissionen sind im betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2011 um 9,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. knapp 20 Prozent zurückgegangen. Der Emissionsrückgang verlief dabei für die einzelnen Treibhausgase sehr unterschiedlich, wie aus Abbildung 41 ersichtlich wird. In absoluten Größen betrug die Abnahme bei Kohlendioxid 7,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 17,6 Prozent, bei Methan 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 41,1 Prozent und bei Lachgas 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 17,1 Prozent. Ursachen für den Rückgang der Treibhausgasemissionen sind im Wesentlichen die zunehmende Substitution fossiler Brennstoffe durch die Nutzung erneuerbarer Energien sowie durch emissionsärmere gasförmige Brennstoffe wie auch der Rückgang der deponierten Abfallmengen, Verbesserungen in der Anlageneffizienz, eine weniger intensive Viehhaltung und ein verbessertes Düngermanagement.

Abbildung 41: Entwicklung der Treibhausgasemissionen insgesamt in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und Zusammensetzung nach Gasen in Prozentangaben



Quelle: HSL 2015a, HLUG, HMUKLV 2015.

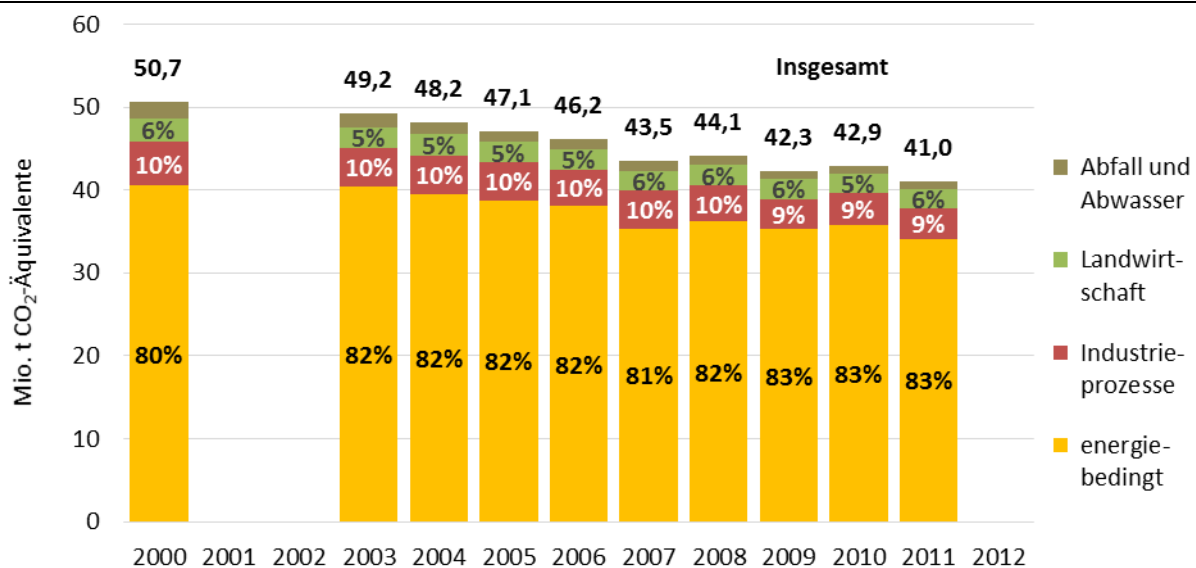
¹⁰ Die CO₂-Emissionen des internationalen Flugverkehrs zählen gemäß Nationalem Inventarbericht nicht zum deutschen Treibhausinventar und werden dementsprechend bei den Berechnungen der Treibhausgasemissionen nicht berücksichtigt (Umweltbundesamt 2014).

Abbildung 42 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen auf. Wichtigste Quelle sind energiebedingte Treibhausgase. Sie machten im Jahr 2011 einen Anteil von 83,1 Prozent am gesamten Treibhausgasausstoß aus. Energiebedingte Treibhausgase entstehen hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken, Heizwerken und Kesseln zur Erzeugung von Prozesswärme, in Heizungsanlagen und im Verkehr. Die energiebedingten Emissionen sind zwischen 2000 und 2011 um 6,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. um 15,8 Prozent zurückgegangen. Ursächlich hierfür waren insbesondere die Erhöhung der Energieeffizienz und des technischen Wirkungsgrads.

Auf Industrieprozesse entfallen 9 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen bzw. 3,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Sie sind im betrachteten Zeitraum mit

1,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 30,6 Prozent überdurchschnittlich stark zurückgegangen. Die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft gingen von 2,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2000 auf 2,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente zurück. Ihr Anteil an den Treibhausgasemissionen insgesamt liegt bei 5,7 Prozent. Im betrachteten Zeitraum wurde die größte Reduktion der Treibhausgasemissionen bei Abfall und Abwasser erreicht. Von 2,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2000 gingen diese auf 0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2011 bzw. um 57 Prozent zurück. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen liegt damit nur noch bei 2,2 Prozent (2000: 4,1 Prozent). Ursache für diesen Rückgang ist insbesondere das Verbot zur Deponierung von Abfällen sowie eine verbesserte Methangasfassung.

Abbildung 42: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente



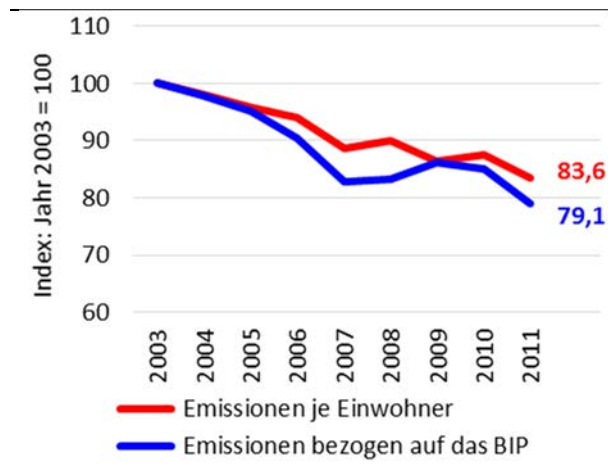
Quelle: HSL 2015a, HLUG, HMUKLV 2015.

7.2 Treibhausgasemissionen je Einwohner und je Einheit Bruttoinlandsprodukt

Abbildung 43 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf sowie die Treibhausgasintensität, gemessen an den Treibhausgasemissionen bezogen auf das BIP. Die Treibhausgasemissionen je Einwohner sind im Zeitraum von 2003 bis 2011 um 16,4 Prozent gesunken.

Ein noch höherer Rückgang konnte - trotz eines kontinuierlichen Wirtschaftswachstums - mit 20,9 Prozent bei den Treibhausgasemissionen bezogen auf das BIP erreicht werden. Man kann demnach eine zunehmende Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Treibhausgasemissionen konstatieren.

Abbildung 43: Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Einwohner und der Gesamtwirtschaft



Quelle: HSL 2015a.

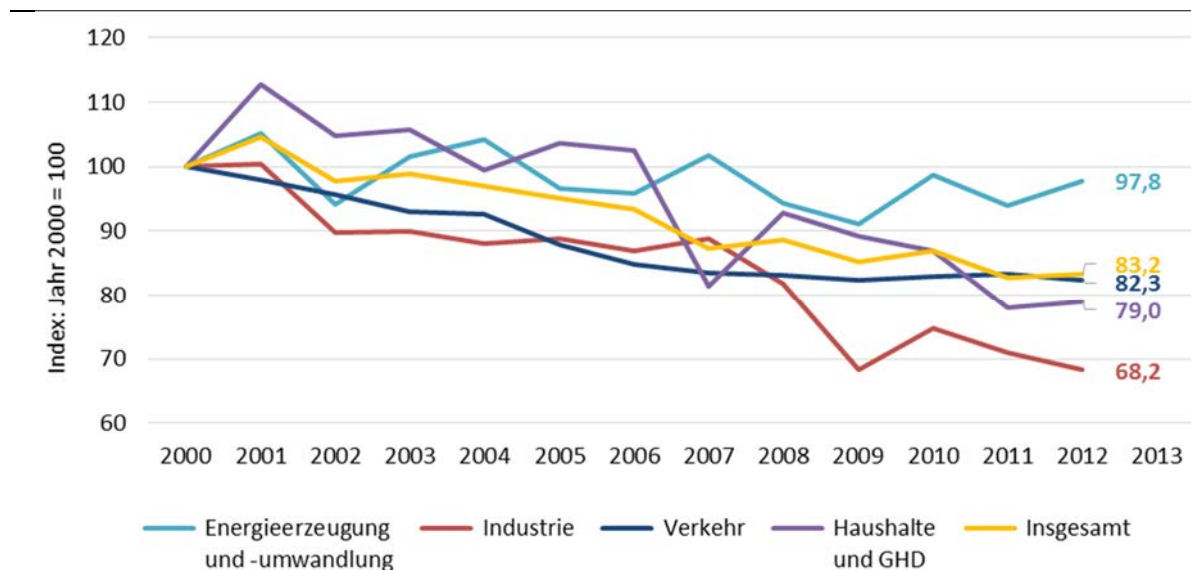
7.3 Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren

Im Jahr 2012 entfielen auf den Verkehrssektor (ohne den internationalen Luftverkehr) 12,9 Mio. Tonnen bzw. 35 Prozent aller energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen. Innerhalb des Verkehrssektors war der Straßenverkehr mit 95 Prozent dominierend. Auf den zusammengefassten Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen entfallen 11,5 Mio. Tonnen CO₂ bzw. 31,4 Prozent der Gesamtemissionen. Im Sektor Energieerzeugung und Energieumwandlung entstehen 9,4 Mio.

Tonnen CO₂. Dem entspricht ein Anteil von 25,7 Prozent der Emissionen insgesamt. Dagegen liegt der Anteil der Industrie bei 7,9 Prozent bzw. 2,9 Mio. Tonnen. Hier spiegelt sich die Wirtschaftsstruktur mit einem vergleichsweise schwachen industriellen Sektor wider. Innerhalb dieses Sektors entfallen die meisten Emissionen auf die Chemische und Pharmazeutische Industrie.

Abbildung 44 zeigt die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen im Zeitraum von 2000 bis 2012 differenziert nach Sektoren. Der größte Rückgang mit über 30 Prozent ist in der Industrie festzustellen. Deutlich wird der verringerte Ausstoß infolge von Produktionsrückgängen während der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise in den Jahren 2008 und 2009. Ursachen für den insgesamt rückläufigen Trend sind der sektorale Strukturwandel, aber auch die Substitution fossiler Brennstoffe bei der Industrieproduktion sowie Verbesserungen in der Anlageneffizienz. Der Rückgang des CO₂-Ausstoßes im Verkehrssektor (ohne den internationalen Luftverkehr) um knapp 20 Prozent dürfte auf die Ausweitung der biogenen Anteile in Treibstoffen für den Straßenverkehr und die Verringerung des Treibstoffverbrauchs zurückzuführen sein. Im Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wurde eine Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von gut 20 Prozent erreicht. Hierzu dürften effektivere Heizungssysteme, eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie eine höhere Fernwärmeversorgung beigetragen haben. Im Energiesektor ist mit rund 2 Prozent nur ein geringer Rückgang der CO₂-Emissionen zu beobachten. Die Schwankungen im Zeitverlauf sind vor allem auf eine jährlich unterschiedliche Bruttostromerzeugung der Kraftwerke mit fossilen Energieträgern zu erklären.

Abbildung 44: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen nach Sektoren



Quelle: HSL 2015a.

7.4 Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene CO₂-Emissionen

Durch den Einsatz erneuerbarer Energien zur Strom-, Wärme- und Treibstoffherzeugung werden fossile Brennstoffe substituiert und dadurch CO₂-Emissionen vermieden. Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt damit nachhaltig zur Reduzierung von Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen bei.

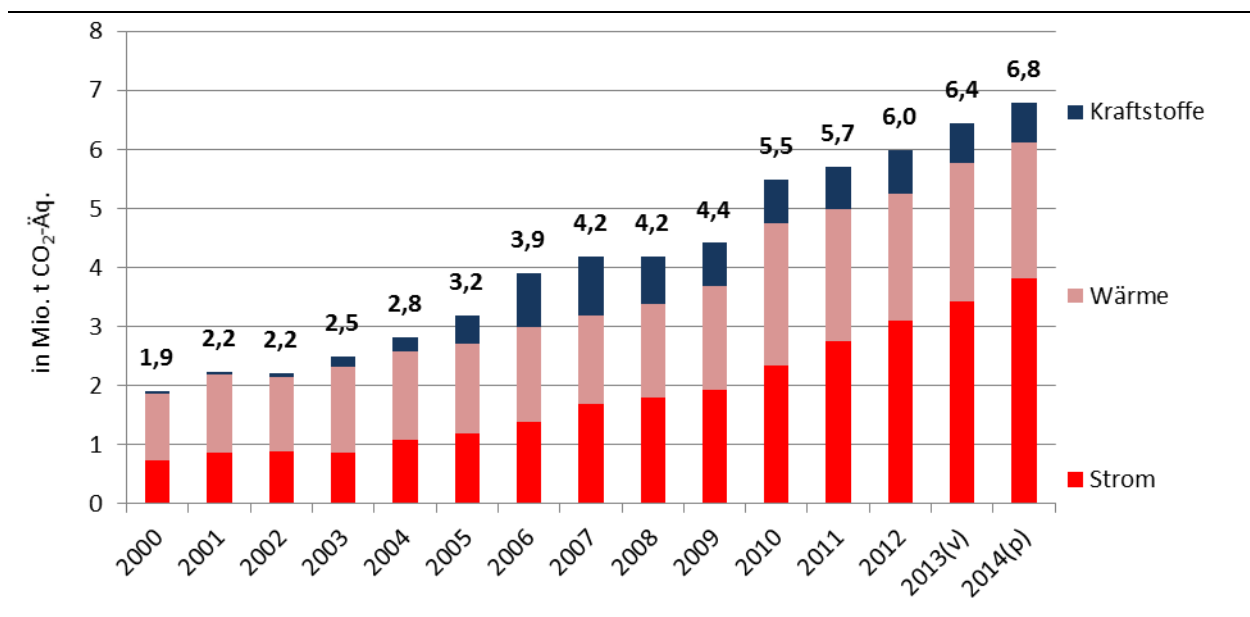
Für die Berechnung der insgesamt vermiedenen Treibhausgase ist eine differenzierte Betrachtung sowohl der verschiedenen Sektoren Strom, Wärme und Treibstoffe als auch der dabei verwendeten Technologien notwendig, da sich die spezifischen Vermeidungsfaktoren für die untersuchten Treibhausgase und Luftschadstoffe teilweise

erheblich unterscheiden. In der folgenden Darstellung werden zudem die verschiedenen Treibhausgase zu CO₂-Äquivalenten zusammengefasst.

Die in Abbildung 45 gezeigten Ergebnisse wurden in Anlehnung an die vom Umweltbundesamt verwendete Methodik berechnet. Dabei ergibt sich für Hessen durch den Einsatz erneuerbarer statt konventioneller Energien für das Jahr 2014 eine Einsparung von insgesamt 6,8 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen.¹¹

Seit dem Jahr 2000 sind die CO₂-Einsparungen um mehr als das 3,5-fache gestiegen. Den absolut größten Beitrag liefert zunehmend die Stromerzeugung, da hierfür insbesondere emissionsarme Wind- und Photovoltaikanlagen eingesetzt werden.

Abbildung 45: Vermiedener CO₂-Ausstoß durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente



Quelle: HSL 2015a, IE-Leipzig 2015a (2013 (v) = vorläufig, 2014 (p) = Prognose), Umweltbundesamt (2014). Berechnungen der Hessen Agentur.

¹¹ Umweltbundesamt (Hrsg.): „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013“ in Climate Change 29/2014.

8

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende



8 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

Die fundamentale Umgestaltung der Energieversorgung in Deutschland, eine der größten Volkswirtschaften der Welt, ist mit zahlreichen gesamtwirtschaftlichen Effekten verbunden. Durch das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) werden Einspeisevorrang von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz geregelt und feste Einspeisevergütungen garantiert. Zur Finanzierung wird seit dem Jahr 2000 die sogenannte EEG-Umlage als Zuschlag auf den Strompreis erhoben, der sich im Zeitverlauf deutlich erhöht hat.

Die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien hängt längerfristig maßgeblich von der Preisentwicklung konventioneller Energieträger ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass negative externe Effekte konventioneller und nuklearer Energieträger sich kaum in den derzeitigen Weltmarktpreisen niederschlagen. Durch erneuerbare Energien können zunehmend fossile Primärenergieträger eingespart werden, wodurch weniger Treibhausgase emittiert werden und die Energieversorgung langfristig nachhaltiger und risikoärmer wird.

Investitionen in erneuerbare Energien und in die Steigerung von Energieeffizienz, die sich deutschlandweit im Jahr 2013 auf über 20 Mrd. Euro bezifferten, lösen weitere gesamtwirtschaftliche Wachstumsimpulse aus, wodurch Arbeitsplätze zur Herstellung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien sowie auf den vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen gesichert und geschaffen werden können.

Darüber hinaus stärkt die Forschung und Entwicklung innovativer Energietechnologien die Wettbewerbsfähigkeit deutscher und hessischer Unternehmen auf den international stark wachsenden Märkten für erneuerbare Energieerzeugung sowie energieeffiziente Produkte und Produktionsanlagen.

Eine Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Impulse ist jedoch mit hohen Unsicherheiten verbunden, da die Impulse der Energiewende von anderen national und international wirksamen Einflussfaktoren überlagert werden. Im Folgenden werden ausgewählte gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende für Deutschland und Hessen dargestellt.

8.1 Energiepreise und Energiekosten

Preise sind auf Märkten ganz allgemein das Ergebnis von Angebot und Nachfrage. Steigende Preise signalisieren Knappheitsverhältnisse, sinkende Preise gehen tendenziell mit einem Überangebot einher.

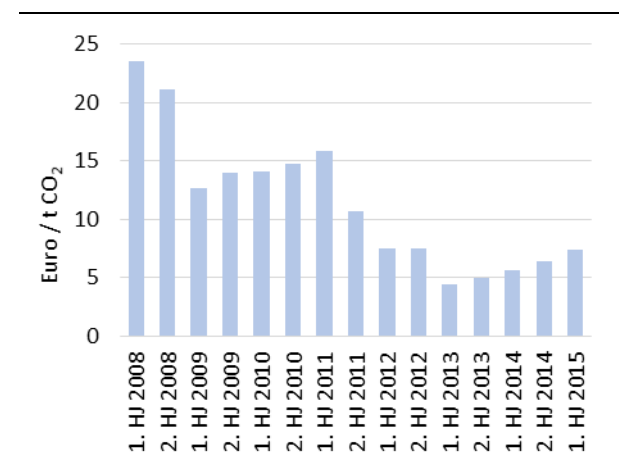
Energiekosten umfassen in Haushalten und Unternehmen alle Kosten, die durch Energieverbrauch verursacht werden. Steigende Energiepreise senken in Unternehmen den Gewinn und können in privaten Haushalten zu Umschichtungen des Konsums führen. Allerdings erhöhen sich bei steigenden Energiekosten auch die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

8.1.1 Entwicklung der CO₂-Preise

Seit dem 1. Januar 2005 werden im Rahmen des EU-Emissionshandels europaweit Zertifikate zur Berechtigung für den Ausstoß von Treibhausgasen gehandelt. Der Preis für den Ausstoß von Treibhausgasen ist eine wichtige Rahmenbedingung für den Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung. Hohe Preise für den CO₂-Ausstoß wirken sich dabei positiv auf die Erzeugung erneuerbarer Energien aus, da bei diesen - anders als bei fossilen Energieträgern - keine Treibhausgase emittiert werden.

Wie Abbildung 46 zeigt, fiel der Preis für den Ausstoß einer Tonne CO₂ im ersten Halbjahr 2013 unter 4,40 Euro, seinen bisher niedrigsten Halbjahreswert. Seitdem ist wieder ein leichter kontinuierlicher Preisanstieg auf zuletzt 7,35 Euro im ersten Halbjahr 2015 zu beobachten.

Abbildung 46: Entwicklung der CO₂-Preise
(Euro je Tonne CO₂)

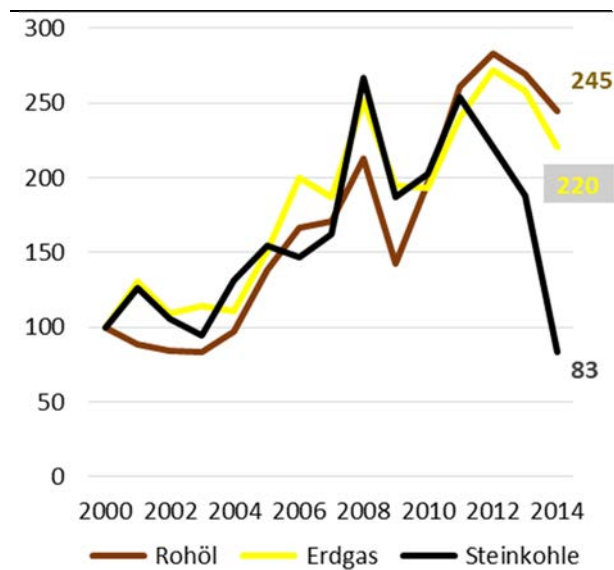


Quelle: Deutsche Börse 2015.

8.1.2 Internationale Rohstoffpreise

Nachdem die Weltmarktpreise für energetische Rohstoffe über viele Jahre stark angestiegen waren – so hat sich z. B. der Preis für Rohöl von 2000 bis 2012 fast verdreifacht – setzte im Jahr 2012 für Rohöl und Gas ein Preissenkungsprozess ein, der bisher weiter anhält.

Abbildung 47: Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland von 2000 bis 2014 (nominal; Index Jahr 2000 = 100)



Quelle: BMWi 2015b.

Besonders ausgeprägt ist der ein Jahr früher einsetzende Einbruch des Steinkohlenpreises, der mittlerweile wieder unter das Niveau des Jahres 2000 gefallen ist. Steigende Preise für fossile Energieträger haben viele Jahre die Wettbewerbssituation für erneuerbare Energien begünstigt, unter den derzeitigen Entwicklungen verschlechtern sie sich wieder.

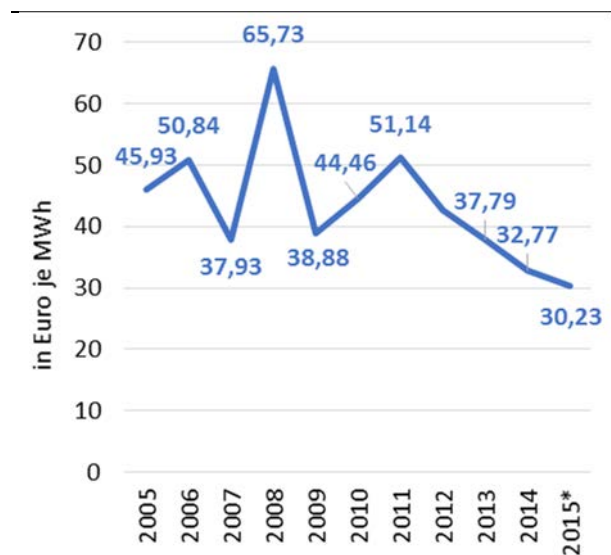
8.1.3 Entwicklung des Großhandelsstrompreises

Der Großhandel mit Strom erfolgt in Deutschland zum überwiegenden Teil außerbörslich direkt zwischen Stromerzeugern und großen Stromabnehmern (sogenannter OTC- bzw. „Over the Counter“-Handel). Der börsliche Stromgroßhandel wird durch die Strombörse EEX (European Energy Exchange) mit Sitz in Leipzig abgewickelt. Der Handel erfolgt auch hier in der Regel zwischen großen Energieerzeugern und Netzbetreibern

auf der einen und Energieversorgern und stromintensiven Unternehmen auf der anderen Seite.¹²

Die Entwicklung des Großhandelsstrompreises war in der Vergangenheit stark rückläufig (siehe Abbildung 48). Eine Megawattstunde Grundlaststrom wurde im Jahresdurchschnitt 2011 an der EEX für 51,14 Euro gehandelt. Im Durchschnitt der ersten beiden Quartale 2015 mussten hingegen nur noch 30,23 Euro gezahlt werden, was einem Rückgang von insgesamt 41 Prozent bzw. jährlich 12,3 Prozent entspricht.

Abbildung 48: Jahresdurchschnittspreis für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom (in Euro / MWh)



*) 2015 erstes Halbjahr.

Quelle: European Energy Exchange 2015.

8.1.4 Strompreise privater Haushalte

Im Gegensatz zum Großhandelsstrompreis sind die Strompreise für die Endverbraucher in Deutschland stark angestiegen. Als Preistreiber sind dabei eine Reihe von Umlagen und Abgaben zu nennen, die mittel- oder unmittelbar infolge der Energiewende eingeführt wurden.

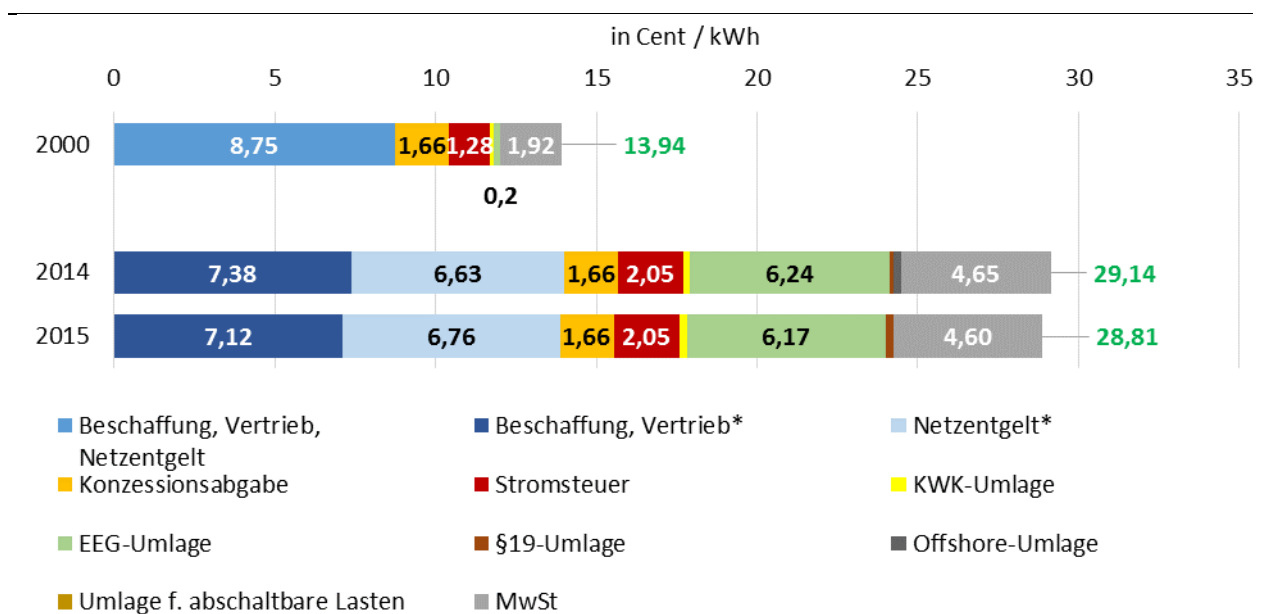
Für einen Haushalt mit einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr stieg der Preis pro kWh von 13,94 Cent im Jahr 2000 auf 29,14 Cent im Jahr 2014 (siehe Abbildung 49). Im Jahr 2015 ist der Strompreis für die Endverbraucher erstmals wieder gesunken, und zwar von 29,14 auf 28,81 Cent.

¹² Vollständigkeitshalber müssen auch Spekulationsgeschäfte genannt werden, da der Stromhandel stark zukunftsorientiert ist und die Kontrakte häufig über Derivate erfolgen, das heißt z. B. dass keine Mengen, sondern erwartete Preisunterschiede gehandelt werden.

Als Preistreiber wirkte langfristig vor allem die EEG-Umlage, die sich von 0,2 Cent im Jahr 2000 auf 6,24 Cent im Jahr 2014 erhöht hat, aber im Jahr 2015 leicht auf 6,17 Cent gesunken ist. Relativ stark angestiegen sind zudem die Netzentgelte, die zuletzt bei 6,76 Cent lagen und damit höher als die EEG-Umlage waren.¹³ Ein gesonderter Ausweis der Netzentgelte erfolgt seit dem Jahr 2006, wobei nach Angaben der Bundesnetzagentur und des Bundeskartellamtes das Jahr 2006 noch durch Sondereffekte und einen überhöhten Ausweis der Netzentgelte geprägt war.¹⁴ Nach Angaben des BDEW lag das Netzentgelt einschließlich Messung, Abrechnung und Messstellenbetrieb im Jahr 2006 bei 6,93 Cent pro kWh. Dieser Preis sank bis zum Jahr 2009 auf 5,73 Cent und ist seitdem wieder kontinuierlich gestiegen auf zuletzt 6,76 Cent in diesem Jahr.

Erhöht hat sich zudem die Stromsteuer, die 1999 zur Entlastung der Lohnnebenkosten eingeführt wurde. Die Konzessionsabgabe, die z. B. Energieversorgungsunternehmen für ihre Stromleitungen an Gemeinden auszahlen, blieb hingegen seit dem Jahr 2000 unverändert bei 1,66 Cent pro kWh. Infolge des allgemeinen Strompreisanstiegs ist auch der als Mehrwertsteuer zu entrichtende Betrag von 1,92 Cent auf zuletzt 4,6 Cent deutlich angestiegen.¹⁵ Zusätzlich müssen der Vollständigkeit halber noch KWK-, §19- und Offshore-Umlagen sowie die Umlage für abschaltbare Lasten genannt werden, die zusammen genommen den Strompreis im Jahr 2015 aber nur um 0,5 Cent verteuerten.

Abbildung 49: Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen
(in Cent / kWh)



*) seit dem Jahr 2006 werden Netzentgelte gesondert ausgewiesen.

Quelle: BDEW 2015a.

13 Eine Aufschlüsselung des durchschnittlichen Netzentgeltes je Bundesland ist nicht möglich, da die Elektrizitätsnetze sowohl der Verteiler- als auch insbesondere der Übertragungsnetzbetreiber oftmals über die Gebietsgrenzen der Bundesländer hinausgehen.

14 Siehe Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt (2014) S. 84.

15 Der Mehrwertsteuersatz wurde zudem zum 1. Januar 2007 von 16 auf 19 Prozent erhöht.

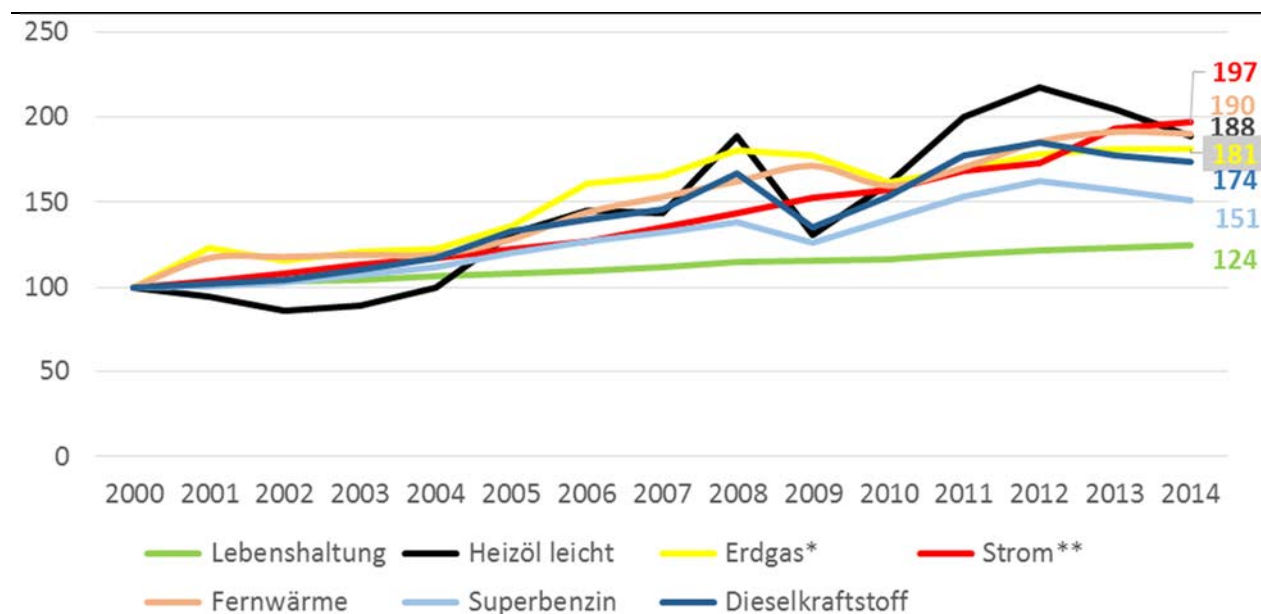
8.1.5 Energiekosten für Haushalte

Im Vergleich zu den allgemeinen Lebenshaltungskosten sind die Ausgaben der privaten Haushalte für Energie generell seit dem Jahr 2000 sehr viel stärker angestiegen (siehe Abbildung 50).

Nominal erhöhten sich die Lebenshaltungskosten von 2000 bis 2014 um knapp ein Viertel (+24 Prozent). Für Superbenzin musste das Eineinhalbfache und für Diesel

das Eindreiviertelfache mehr bezahlt werden. Für die Heizstoffe Erdgas, leichtes Heizöl und Fernwärme beziffert sich der Preisanstieg auf 80 bis 90 Prozent. Am stärksten hat sich Strom verteuert, dessen Preis sich seit 2000 annähernd verdoppelt hat. Bemerkenswert ist zudem, dass die fossilen Brennstoffe sich seit 2012 wieder verbilligen und sich der Erdgaspreis stabilisiert, wohingegen der Strompreis auch am aktuellen Rand weiter ansteigt.

Abbildung 50: Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Ausgaben für Energie privater Haushalte in Deutschland (nominal, einschließlich MwSt.; Index Jahr 2000=100)



Quelle: BMWi 2015b. *) bei Abnahme von 19.200 kWh/Jahr **) bei Abnahme von 3.900 kWh/Jahr

8.1.6 Strompreise der Industrie

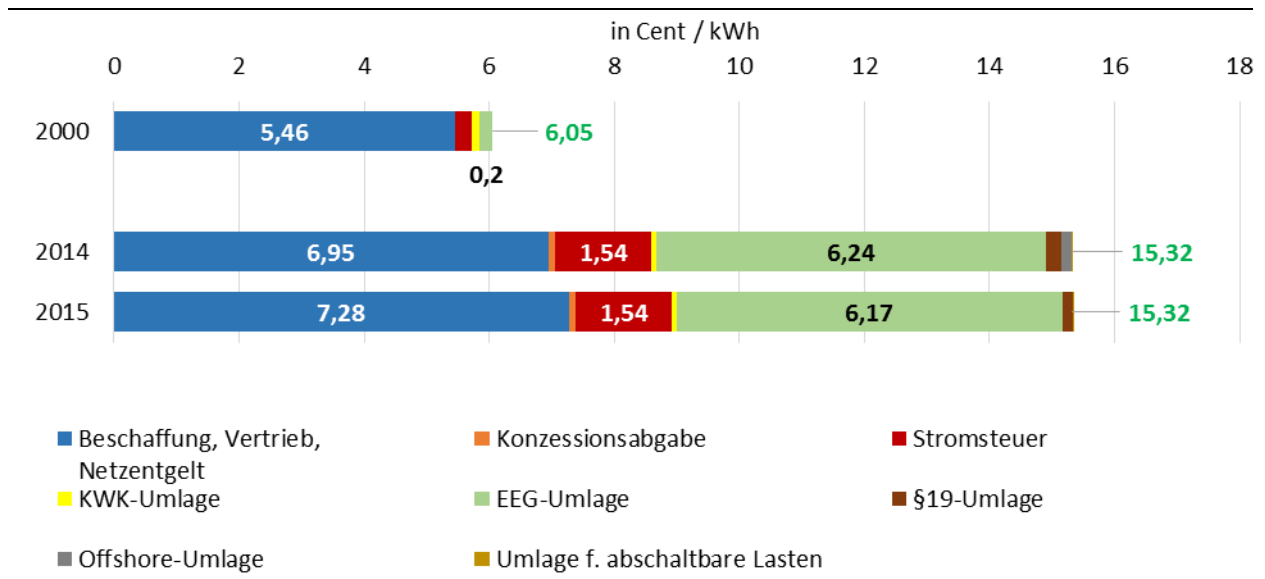
Industrieunternehmen müssen in Deutschland für den Produktionsfaktor Strom heute im Durchschnitt mehr als das Doppelte wie vor fünfzehn Jahren bezahlen. Damals zahlten Unternehmen mit einem Stromverbrauch bis zu 20 GWh im Jahr pro kWh durchschnittlich 6,05 Cent. Im Jahr 2015 liegt der entsprechende Preis wie im Vorjahr bei 15,32 Cent.

Wie aus Abbildung 51 ersichtlich wird, ist der Anstieg der EEG-Umlage, die sich für nicht-privilegierte Unternehmen wie für die privaten Haushalte von 0,2 Cent im Jahr 2000 auf zuletzt 6,17 Cent je kWh erhöhte, der maßgebliche Preistreiber.

Die Komponente Beschaffung, Vertrieb und Netzentgelt erhöhte sich um ein Drittel von 5,46 Cent im Jahr 2000 auf 7,28 Cent im Jahr 2015. Die Netzentgelte, die seit dem Jahr 2006 von der Bundesnetzagentur und dem Bundeskartellamt auch gesondert ausgewiesen werden, sind demnach für Industriekunden seit dem 1. April 2006 von 1,65 Cent je kWh bis zum 1. April 2009 auf 1,43 Cent gesunken und haben sich bis zum 1. April 2014 auf 1,90 Cent je kWh erhöht.¹⁶ Die Stromsteuer ist ebenfalls von 0,26 auf 1,54 Cent gestiegen, liegt damit aber unter dem Niveau, das private Haushalte zu entrichten haben. Gegenüber dem Vorjahr blieb der Strompreis trotz rückläufiger EEG-, §19- und Offshore-Umlage für Industriekunden unverändert, da der Preisrückgang durch gestiegene Netzentgelte vollständig kompensiert wurde.

¹⁶ Siehe Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt (2014) S. 84, wobei dort Netzentgelte für Industrieunternehmen mit Mittelspannungsanschluss und einem Jahresverbrauch von 24 GWh ausgewiesen werden.

Abbildung 51: Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014/2015 (in Cent / kWh)



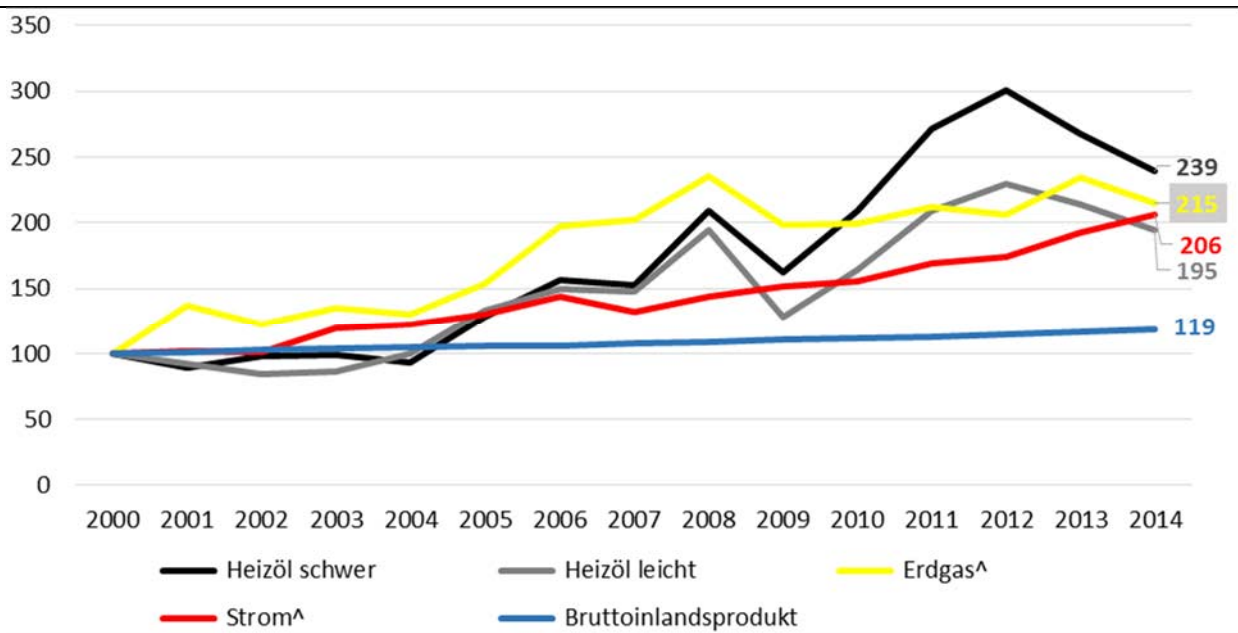
Quelle: BDEW 2015a.

8.1.7 Energiekosten für Industrieunternehmen

Ähnlich wie bei den privaten Haushalten haben sich auch für Industrieunternehmen die Energiekosten seit 2000 deutlich stärker erhöht als der gesamtwirtschaftliche Preisanstieg, gemessen an der Preisentwicklung des Bruttoinlandsprodukts. Der Preisanstieg des Bruttoinlandsprodukts beziffert sich dabei auf 19 Prozent von 2000 bis 2014, wohingegen sich die Preise aller betrachteten Energieträger in etwa verdoppelt haben.

Während Heizöl und Erdgas am aktuellen Rand zum Teil starke Preisrückgänge aufweisen, hat sich der Preisanstieg für Strom seit 2012 sogar noch etwas beschleunigt.

Abbildung 52: Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland (nominal, ohne MwSt.; Index Jahr 2000=100)



Quelle: BMWi 2015c, [^]) Auswertung der Hessen Agentur nach Eurostat.

8.1.8 Von der EEG-Umlage befreite Abnahmestellen

Mit der Besonderen Ausgleichsregel des EEG sollen für stromintensive Unternehmen des produzierenden Gewerbes und für Betreiber von Schienenbahnen die durch die EEG-Umlage entstehende Belastung reduziert werden. Ziel ist, die Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der begünstigten Unternehmen bzw. bei Schienenbahnen die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Verkehrsmitteln, um damit letztlich die Arbeitsplätze in diesen Unternehmen zu erhalten.

Dies führt zu einer entsprechend höheren EEG-Umlage für alle nicht-privilegierten Stromkunden: private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft, Handel und Gewerbe und industrielle Stromabnehmer, die nicht von der Besonderen Ausgleichsregel profitieren.

Ohne eine solche Entlastung der Stromkosten für stromintensive Unternehmen wären jedoch Verlagerungen stromintensiver Produktionsverfahren ins Ausland zu erwarten, was letztendlich ebenfalls zu einer Erhöhung der EEG-Umlage führen würde, da die Umlage dann auf einen kleineren Letztverbraucherkreis verteilt werden müsste.

Damit ein Unternehmen von der EEG-Umlage befreit werden kann, müssen gegenwärtig folgende Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

- Nur Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe, dem Bergbau, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie Schienenbahnen können befreit werden.
- Der selbst verbrauchte Strombezug je Abnahmestelle muss mehr als 1 GWh betragen.
- Im Jahr 2015 muss die Stromkostenintensität je nach Branchenzugehörigkeit mindestens 17 Prozent bzw. 20 Prozent betragen und zudem ist der Nachweis der EEG-Umlage sowie der Energieeffizienz-zertifizierung obligatorisch.

In Hessen waren im Jahr 2010 insgesamt 38 Abnahmestellen von der EEG-Umlage befreit. Bis zum Jahr 2014 stieg die Zahl der Abnahmestellen in Hessen auf 135 an. Diese Anzahl wird von der BAFA bisher auch für das Jahr 2015 ausgewiesen, wobei für 2015 noch keine Abnahmemengen verfügbar sind.

Tabelle 7: Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Mengen nach Bundesländern von 2010 bis 2014

Land	2010	2011	2012	2013	2014	Veränderung 2010 / 2014	Anteil an Deutschland	
	in Terawattstunden (TWh)						2010	2014
Baden-Württemberg	6,2	5,7	5,8	6,7	6,7	19%	7,1%	6,3%
Bayern	9,8	8,4	10,5	12,3	13,0	55%	11,3%	12,2%
Berlin	0,9	0,9	0,6	1,0	1,2	33%	1,0%	1,1%
Brandenburg	4,6	4,4	5,0	5,4	5,3	21%	5,3%	5,0%
Bremen	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	49%	0,2%	0,2%
Hamburg	3,7	3,3	3,6	4,1	4,5	36%	4,3%	4,2%
Hessen	4,1	4,1	4,9	4,9	8,4	107%	4,8%	7,8%
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	62%	0,6%	0,8%
Niedersachsen	9,6	8,6	9,7	10,5	11,2	29%	11,1%	10,4%
Nordrhein-Westfalen	32,2	26,0	29,0	31,5	33,5	29%	37,2%	31,3%
Rheinland-Pfalz	3,2	2,8	3,0	3,8	5,7	104%	3,7%	5,3%
Saarland	1,0	1,1	1,4	1,4	1,5	36%	1,2%	1,4%
Sachsen	3,2	3,0	3,5	4,4	5,0	68%	3,7%	4,7%
Sachsen-Anhalt	4,4	4,4	4,7	5,2	5,9	33%	5,1%	5,5%
Schleswig-Holstein	1,4	1,3	1,5	1,7	1,7	32%	1,7%	1,6%
Thüringen	1,6	1,4	1,6	2,4	2,5	75%	1,9%	2,3%
Insgesamt	86,6	76,0	85,4	96,4	107,1	41%	100,0%	100,0%

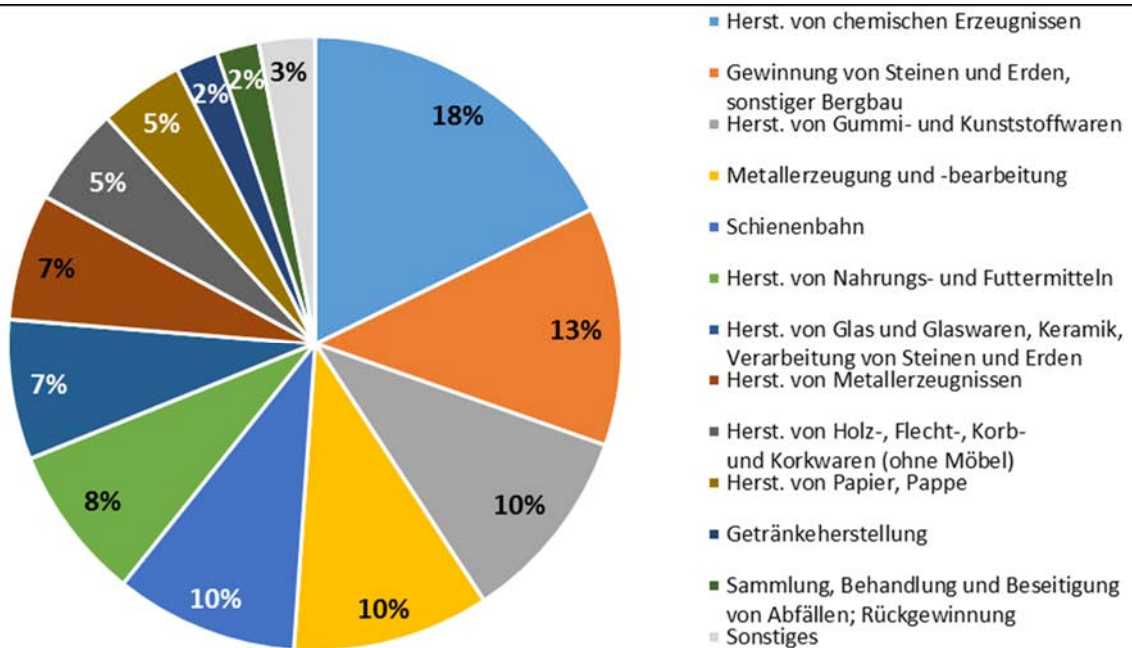
Quelle: BAFA 2015b, Berechnungen der Hessen Agentur.

Der Anstieg der Abnahmestellen zwischen 2010 und 2014 ging in Hessen einher mit einer Verdopplung der privilegierten Strommenge von 4,1 TWh im Jahr 2010 auf 8,4 TWh im Jahr 2014 (siehe Tabelle 7). Das war zudem mit Ausnahme von Rheinland-Pfalz der mit Abstand höchste Anstieg aller Bundesländer.

Differenziert nach Branchen entfallen auf die Chemische Industrie, die in Hessen traditionell eine hohe Bedeutung

hat, 24 der insgesamt 135 Abnahmestellen. Das entspricht einem Anteil von 18 Prozent (siehe Abbildung 53). Es folgen die Gewinnung von Steinen und Erden mit 13 Prozent und die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, Metallerzeugung und -bearbeitung sowie Schienenbahnen mit Anteilswerten von jeweils 10 Prozent.

Abbildung 53: Verteilung von der EEG-Umlage befreiter Abnahmestellen nach Branchen im Jahr 2015
(Anteile in Prozent)



Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015b.

Wie aus Abbildung A 5.1 im Anhang ersichtlich wird, ist bei regionaler Betrachtung zwar eine relativ starke Konzentration stromintensiver Unternehmen auf Frankfurt und den angrenzenden Verdichtungsraum festzustellen. Insgesamt zeigt die regionale Verteilung der Abnahmestellen aber ein ausgewogenes Bild.

8.2 Regionale Verteilung EEG-induzierter Zahlungsströme

Hessen sind im Jahr 2014 nach Berechnungen des BDEW (2015) EEG-Fördermittel für erneuerbar erzeugte Energien in Höhe von rund 665 Mio. Euro zugeflossen. Dem stehen jedoch Zahlungen hessischer Stromverbraucher in Höhe von rund 1,8 Mrd. Euro für die EEG-Umlage gegenüber, so dass sich ein Saldo aus Mittelzu- und -abflüssen von insgesamt minus 1,15 Mrd. Euro ergibt.¹⁷ Der Mittelzufluss wird aus der EEG-Vergütungssumme und den durchschnittlichen Erlösen aus der EEG-Vermarktung für alle Anlagenbetreiber in Hessen berechnet. Für den Mittelabfluss bzw. das Aufkommen der EEG-

Umlage wird der Stromverbrauch in Hessen unter Berücksichtigung des privilegierten Letztverbrauchs zugrunde gelegt.

Wie Tabelle 8 zeigt, ist seit 2011 der negative Saldo der EEG-Zahlungsströme kontinuierlich größer geworden, wobei insbesondere die EEG-induzierten Abflüsse stärker als die Zuflüsse gestiegen sind. Da die Mittelabflüsse direkt an den Stromverbrauch gekoppelt sind, nehmen sie mit Erhöhung der EEG-Umlage unmittelbar zu.

¹⁷ Um die Betrachtung auf den Förderanteil an der Stromerzeugung aus EEG-Anlagen zu fokussieren, werden die Vermarktungserlöse des erzeugten EEG-Stroms von der Vergütungssumme abgezogen. Zudem werden die vermiedenen Netzentgelte abgezogen, da durch die dezentrale, kleinteilige Aufstellung vieler EEG-Anlagen in der Mittel- und Niederspannungsebene teilweise Netzkosten in überlagerten Netzebenen eingespart werden (vgl. BDEW 2015).

Tabelle 8: EEG-Zahlungsströme und Saldo für Hessen
(in Mio. Euro)

	2011	2012	2013	2014
EEG-induzierter Mittelzufluss	479	513	603	665
EEG-induzierter Mittelabfluss	-770	-1.126	-1.526	-1.816
Saldo	-291	-613	-923	-1.152

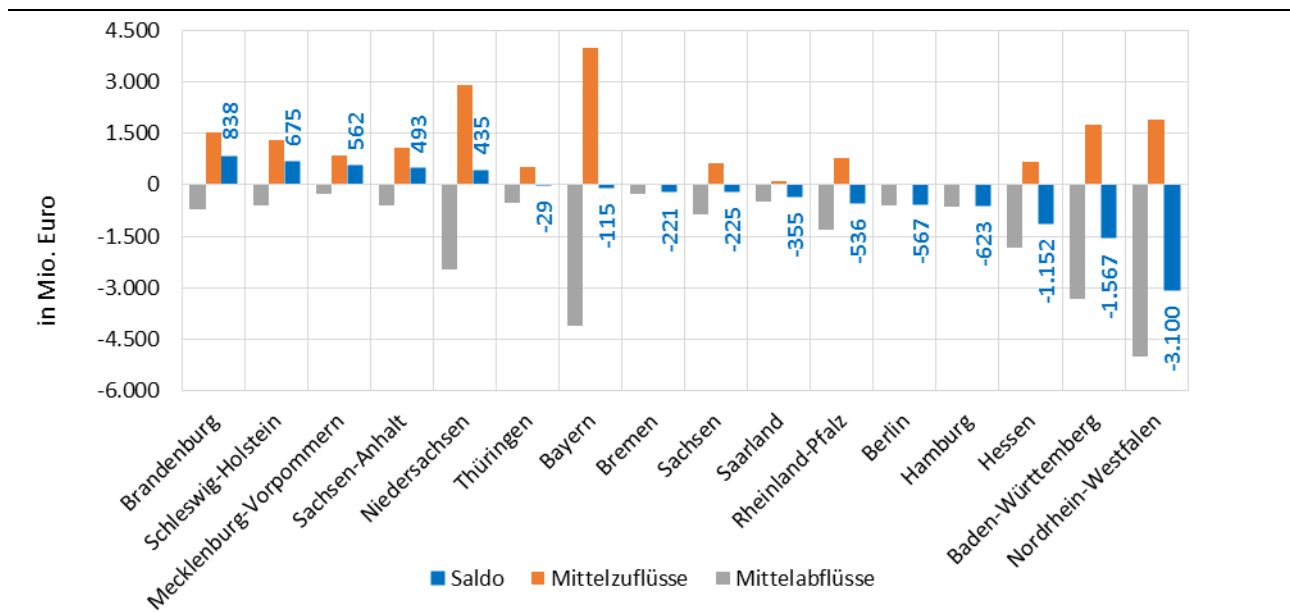
Mittelzufluss: = EEG-Auszahlungen abzgl. Vermarktungserlöse und abzgl. vermiedene Netzentgelte

Mittelabfluss: = Summe der Zahlungen der EEG-Umlage

Quelle: BDEW 2015b.

Im Vergleich der Bundesländer waren im Jahr 2014 Brandenburg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen Netto-Empfänger, alle anderen Bundesländer Netto-Geber (siehe Abbildung 54). Erstmals auch Bayern, das in der Vergangenheit für seine Photovoltaik- und Biomasseanlagen hohe Mittelzuflüsse erzielen konnte, allerdings auch der zweitgrößte Stromverbraucher aller Bundesländer ist. Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Hessen bilden die Gruppe der größten Nettozahler.

Abbildung 54: Verteilung der EEG-Zahlungsströme aus Mittelzu- und -abflüssen sowie Salden nach Bundesländern im Jahr 2014 (in Mio. Euro)

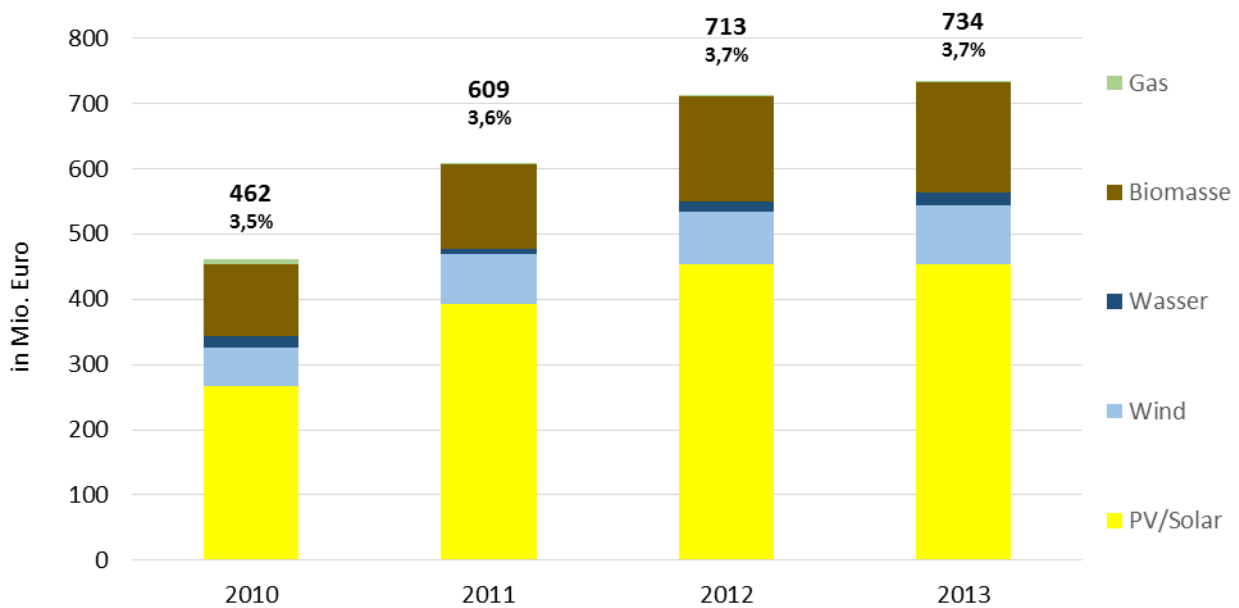


Quelle: BDEW 2015a.

In Abbildung 55 wird die Entwicklung der Mittelzuflüsse für Hessen differenziert nach erneuerbaren Energieträgern für den Zeitraum 2010 bis 2013 dargestellt. Im Unterschied zu Tabelle 8 werden dabei die gesamten Auszahlungen aus EEG-Vergütungen (gemäß § 16 EEG) plus der erzielten Marktprämien berücksichtigt.

Demnach haben sich die Auszahlungen an die Betreiber förderfähiger EE-Anlagen von 2010 bis 2013 um fast 60 Prozent erhöht. Der Anteil Hessens an Deutschland ist hingegen nur geringfügig von 3,5 Prozent im Jahr 2010 auf 3,7 Prozent im Jahr 2013 angestiegen.

Abbildung 55: Auszahlungen aus EEG-Vergütungen (§ 16 EEG) und Marktprämien für Hessen in den Jahren 2010 bis 2013 (in Mio. Euro und Anteilswerte an Deutschland)



Quelle: BDEW 2015b, Berechnungen der Hessen Agentur.

8.3 Investitionen hessischer Unternehmen für die Nutzung erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz

In welchem Umfang engagieren sich Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe im Bereich von Umweltschutzinvestitionen für die Nutzung erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz? Hierzu liegen in der amtlichen Statistik Informationen für den Zeitraum von 2006 bis 2012 vor.

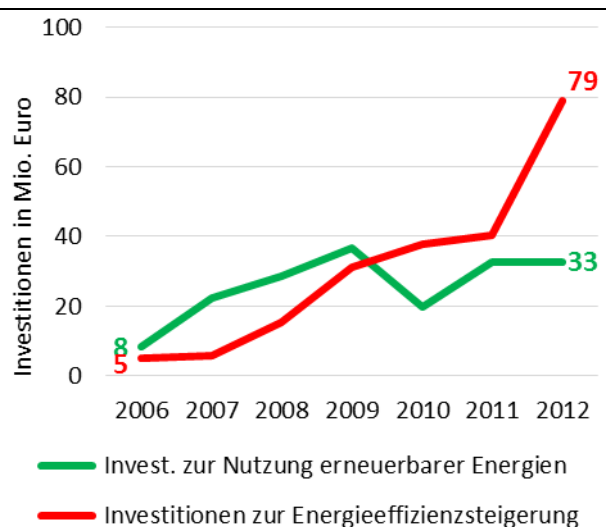
Die Investitionsausgaben der hessischen Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) beziffern sich im Jahr 2012 für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf 79 Mio. Euro, die Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien auf 33 Mio. Euro.

Abbildung 56 zeigt für die Entwicklung der Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz im Zeitraum von 2006 bis 2012 zunächst einen stetigen Zuwachs. Im Jahr 2012 erfolgte dann eine massive Ausweitung der Investitionsausgaben; sie haben sich gegenüber dem Vorjahr nahezu verdoppelt.

Die Entwicklung der Investitionsausgaben für Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien zeigte zwischen 2006 und 2009 ebenfalls einen steigenden Verlauf. Nach einem Einbruch im Jahr 2010 nahmen die Investitions-

ausgaben im Jahr 2011 wieder zu und verharren in 2012 auf diesem Niveau.

Abbildung 56: Umweltschutzinvestitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) zur Nutzung erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz von 2006 bis 2012 (in Mio. Euro)



Quelle: HSL 2015a.

8.4 Forschung und Entwicklung

Forschung und Entwicklung sind zentrale Handlungsfelder für das Gelingen der Energiewende. Innovationen beispielsweise in Energieeffizienz, Energiespeicher, intelligente Netze oder auch alternative Antriebssysteme sind essentiell, um das Ziel der Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien zu erreichen. Besonders das Ziel der Steigerung der Energieeffizienz bedarf Innovationen in energiesparende Produktionsverfahren und Produkte. Die Energieforschung ist somit ein wichtiges strategisches Element für eine zukunftsorientierte Energiepolitik.

Forschung und Entwicklung finden sowohl in Hochschulen und Forschungseinrichtungen als auch in Unternehmen statt. Gefördert werden sie vom Bund, von der EU und vom Land, um eine möglichst zielgerichtete und praxisnahe Unterstützung zu ermöglichen.

Im Jahr 2013 lagen die Ausgaben für Energieforschung der Bundesregierung insgesamt bei 865 Millionen Euro. Diese teilen sich insbesondere auf die Felder erneuerbare Energien, Nukleartechnologie, Energieeffizienz und - am aktuellen Rand mit einem großen Zuwachs - Speichertechnologien und sonstige Energien auf. Für 2014 liegen bereits Angaben zu den Mitteln im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms vor. Diese liegen bei über 819 Millionen Euro, wobei mehr als 73 Prozent in die zentralen Themen Energieeffizienz und erneuerbare Energien flossen.

In der Europäischen Union wurde Anfang 2014 das 7. Rahmenprogramm für Forschung und Innovation - für die Energieforschung wurden hierbei in der Förderperiode 2007 bis 2013 insgesamt Mittel in Höhe von 2,3 Mrd. Euro bereitgestellt – durch das Programm Horizon 2020 abgelöst. Auch dieses Programm deckt die gesamte Innovationskette von der Grundlagenforschung bis zur Entwicklung marktfähiger Produkte ab. Es werden Projekte gefördert, die den Übergang zu einem sicheren, nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Energiesystem ermöglichen und folgende Ziele erfüllen:

- Die Reduzierung des Energieverbrauchs
- Energieeffizienz
- Dekarbonisierung bei der Nutzung fossiler Brennstoffe
- Günstige und CO₂-arme Stromversorgung
- Alternative Treibstoffe
- Ein modernes pan-europäisches Elektrizitätsnetz

- Energie-, Verkehrs- und Kommunikationslösungen für intelligente Städte und Kommunen (Smart Cities and Communities)
- Markt Aufnahme von Energie- und IKT-Innovation.

Das Land Hessen fördert Forschung und Entwicklung im Energiebereich sowohl in Hochschulen und Forschungseinrichtungen als auch in Unternehmen. Mit der öffentlichen Forschungsförderung sollen die Akteure bei der Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten unterstützt und Impulse für die Initiierung von Projekten gegeben werden, und dies immer mehr in Form von Verbundprojekten zwischen mehreren Forschungspartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft.

Für Hessen sind Angaben für die Projektförderung und für die Institutionelle Förderung im Bereich der nicht-nuklearen Energieforschung für die Jahre 2008 bis 2013 verfügbar. Nach einem Spitzenwert von 12,6 Mio. Euro im Jahr 2012 ging das Fördervolumen im Jahr 2013 auf 9,6 Mio. Euro zurück. Im Rahmen der Projektförderung ist insbesondere das Förderprogramm LOEWE, die Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, zu nennen.¹⁸

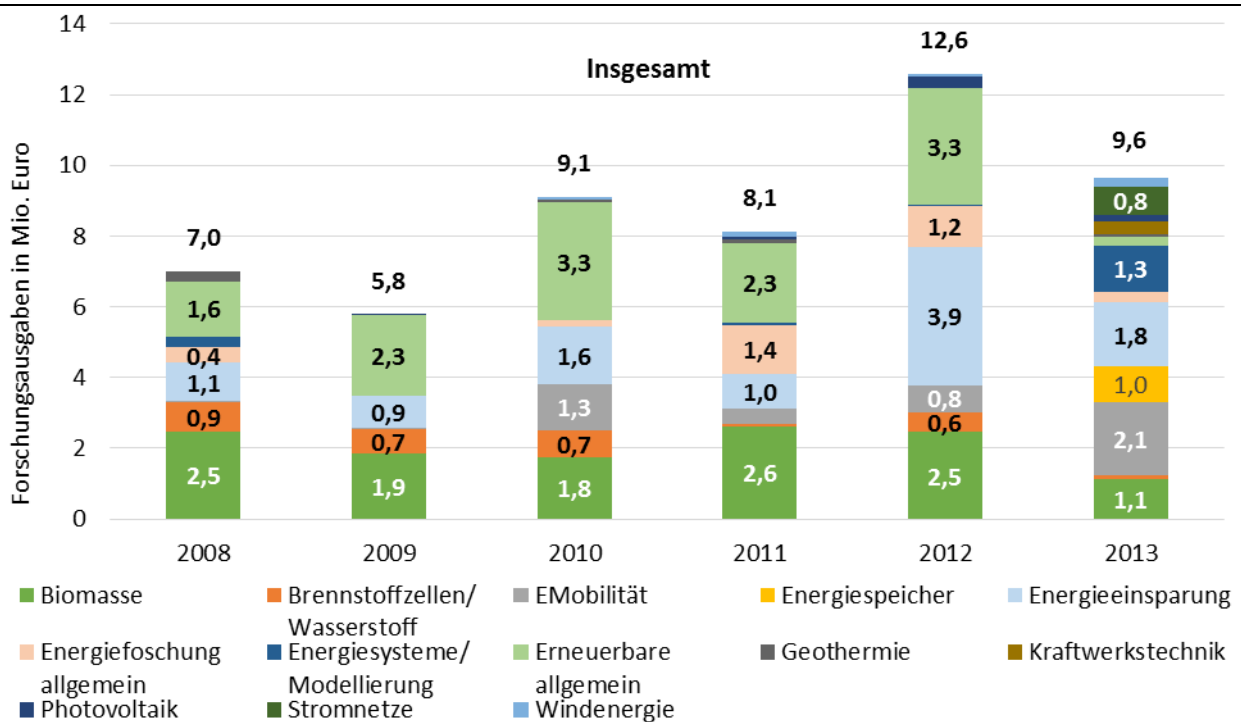
Über den betrachteten Zeitraum von 2008 bis 2013 bildeten die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Biomasse die wichtigsten Förderfelder der Energieforschung in Hessen, wie aus Abbildung 57 ersichtlich wird.

Im Jahr 2013 fällt das hohe Fördervolumen für Elektromobilität auf, das sich gegenüber dem Vorjahr nahezu verdreifacht hat. Mit einem Fördervolumen von 2,1 Mio. Euro liegt die Elektromobilität in 2013 an der Spitze der Ausgaben des Landes Hessen für die Energieforschungsförderung. Neben den Landesprojekten zur Förderung der Elektromobilität sind hier auch die Verbundfördermaßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Rahmen von LOEWE zu nennen.

Der im Rahmen der Umsetzung der Energiewende wichtige Bereich der Energieeinsparung nimmt im Jahr 2013 mit einem Volumen von 1,8 Mio. Euro den zweiten Rang der Forschungsausgaben des Landes ein. Projekte in den Feldern Energiesysteme/Modellierung und Biomasse wurden im Jahr 2013 mit 1,3 Mio. Euro bzw. 1,1 Mio. Euro gefördert.

18 Vgl. HMWK (2015).

Abbildung 57: Förderung der Energieforschung in Hessen von 2008 bis 2013
(Ausgaben in Mio. Euro)



Quelle: Projektträger Jülich 2014.

Die Forschungsfelder Energiespeicher und Stromnetze zeigen aktuell einen deutlichen Zuwachs und nehmen im Jahr 2013 mit einem Fördervolumen von jeweils knapp 1 Mio. Euro ebenfalls eine wichtige Rolle ein. Beide Forschungsfelder sind wesentliche Schlüsseltechnologien bei der Umsetzung der Energiewende, da der geplante Zuwachs des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung den Einsatz unterschiedlicher Energiespeicher erfordert und gleichzeitig die Verfügbarkeit zuverlässiger Stromnetze voraussetzt.

Ein Indikator für die praktische Umsetzung von Forschungsergebnissen in neue Technologien und neue Produkte ist die Entwicklung von Patenten. Allerdings bildet die Anzahl der Patente nur einen Teil der Umsetzung von Energieforschung ab. So können verbesserte Produktionsverfahren, verbesserte Produkte und Dienstleistungen auch auf nicht patentiertem Wissen basieren. Bei Betrachtung von Patenten auf Bundeslandebene ist zudem zu berücksichtigen, dass Patente dem Unternehmenssitz zugeordnet werden, der von dem Betrieb, in dem das

Verfahren/das Produkt entwickelt wurde, abweichen kann. So werden beispielsweise im Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel oder im Volkswagenwerk in Baunatal entwickelte Patente dem jeweiligen Hauptsitz in München bzw. Wolfsburg zugeordnet.

In Tabelle 9 ist die Anzahl der Patente im Bereich erneuerbare Energien differenziert nach Bundesländern dargestellt. Demnach entfielen über den 4-Jahreszeitraum von 2007 bis 2010 insgesamt 62 Patente im Bereich erneuerbare Energien auf das Bundesland Hessen, was einem Anteil von 4,5 Prozent aller Patente im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland entspricht. In den vier Jahren von 2011 bis 2014 wurden 55 Patente angemeldet. Dies waren 3,9 Prozent aller in Deutschland angemeldeten Patente in diesem Bereich. Ein Vergleich der beiden betrachteten Zeiträume zeigt für Hessen – wie bei rund der Hälfte aller Bundesländer – einen Rückgang der Zahl der Patente im Bereich erneuerbarer Energien.

Tabelle 9: Anzahl der Patente im Bereich erneuerbare Energien in den Bundesländern von 2007 bis 2014

Anzahl der Patente im Bereich erneuerbare Energien			
	Zeitraum I	Zeitraum II	Veränderung
	2007-10	2011-14	von I zu II
Baden-Württemberg	261	336	29%
Bayern	273	302	11%
Berlin	62	45	-27%
Brandenburg	33	27	-18%
Bremen	24	12	-50%
Hamburg	71	95	34%
Hessen	62	55	-11%
Mecklenburg-Vorpommern	26	44	69%
Niedersachsen	112	122	9%
Nordrhein-Westfalen	200	191	-5%
Rheinland-Pfalz	33	40	21%
Saarland	8	11	38%
Sachsen	70	54	-23%
Sachsen-Anhalt	51	16	-69%
Schleswig-Holstein	90	33	-63%
Thüringen	16	16	0%
Deutschland	1.390	1.400	1%

Quelle: DPMA 2015.

8.5 Beschäftigung im Energiebereich

8.5.1 Beschäftigungsentwicklung in der konventionellen Energiewirtschaft

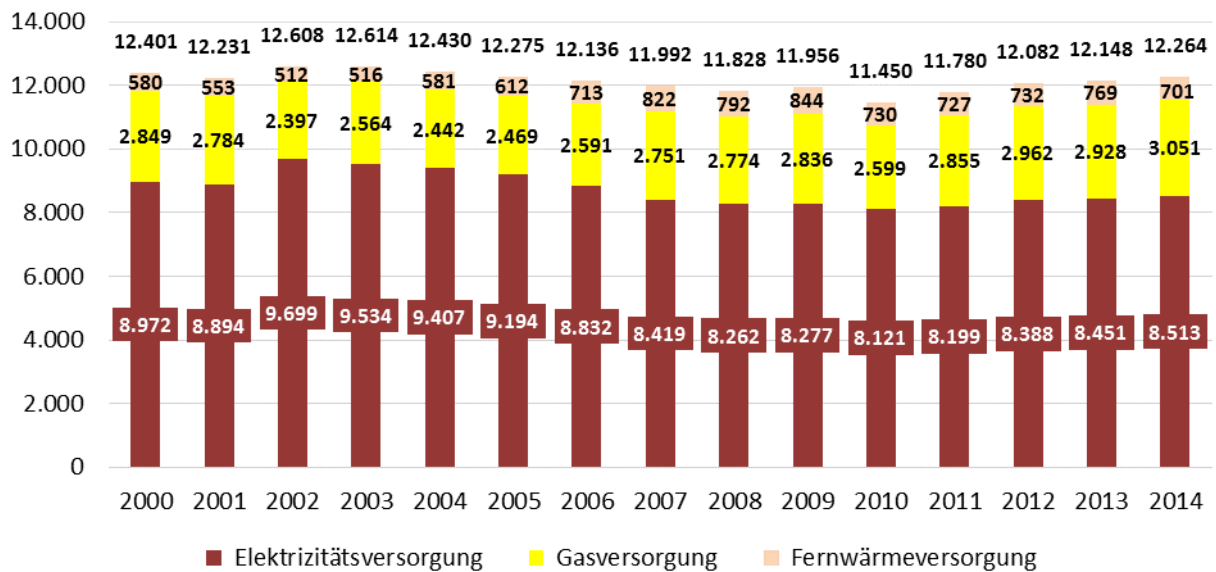
In der Abgrenzung der amtlichen Statistik sind Energieversorgungsunternehmen, unabhängig von der Rechtsform, alle Unternehmen und Betriebe, die Elektrizität oder Gas erzeugen oder beschaffen oder ein Netz für die allgemeine Versorgung betreiben. Ausdrücklich nicht enthalten sind Kraftwerke der Unternehmen und Betriebe des Bergbaus und Verarbeitenden Gewerbes sowie Anlagen sonstiger Marktteilnehmer, z. B. Windenergieanlagen privater Betreiber.

In Hessen waren im Jahr 2014 rund 12.260 Menschen in Energieversorgungsunternehmen tätig (siehe Abbildung

58). Den größten Anteil daran hatte die Elektrizitätsversorgung mit fast 70 Prozent, gefolgt von der Gasversorgung mit knapp einem Viertel der Beschäftigten und der Fernwärmeversorgung mit knapp 6 Prozent.

Im längerfristigen Zeitverlauf war die Beschäftigungsentwicklung insgesamt relativ stabil. Der bisher höchste Beschäftigungsstand wurde dabei mit über 12.600 im Jahr 2003 erreicht, danach setzte bis zum Jahr 2010 ein kontinuierlicher Beschäftigungsrückgang auf 11.450 Beschäftigte (-10 Prozent) ein. Seit 2010 konnte in der Energieversorgung wieder Beschäftigung in der Größenordnung von über 7 Prozent aufgebaut und der vorherige Rückgang fast vollständig kompensiert werden. Für Hessen ist damit aus den bisherigen Daten ein Verdrängungseffekt von Beschäftigten in den überwiegend konventionell betriebenen Energieversorgungsunternehmen durch den Zuwachs erneuerbarer Energien nicht abzuleiten.

Abbildung 58: Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen



Quelle: HSL 2015a, Basis sind monatliche Durchschnittswerte für Beschäftigte nach fachlichen Betriebsteilen in Betrieben mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten.

8.5.2 Beschäftigungsentwicklung im Bereich erneuerbare Energien

Der Wirtschaftsbereich erneuerbare Energien ist eine Querschnittsbranche, die sowohl produzierende Bereiche z. B. aus dem Maschinenbau als auch Dienstleistungsbereiche (Forschung, Planung) umfasst und für die in der amtlichen Statistik keine eigenen Beschäftigtendaten ausgewiesen werden.

Zur Darstellung der Beschäftigungsentwicklung werden daher auf Basis von Unternehmens- und Verbandsbefragungen Zuordnungen und Abschätzungen aus der bestehenden Wirtschaftssystematik vorgenommen.

Für Hessen wurde von der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (2014) eine Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien für das Jahr 2013 in Höhe von insgesamt 20.160 Personen ermittelt (siehe Abbildung 59).¹⁹ Diese Zahl enthält sowohl Personen, die direkt Waren und Dienstleistungen für erneuerbare Energien erstellen, als auch Personen in vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen (indirekte Beschäftigung), z. B. in der Chemischen Industrie.

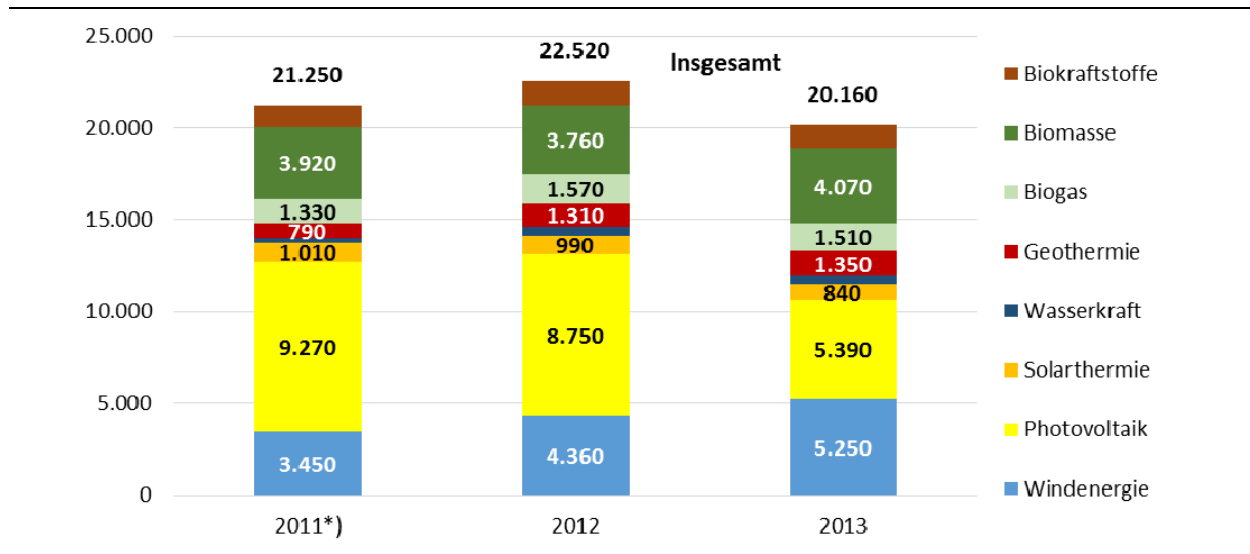
Im Vergleich zum Vorjahr war die Zahl der Beschäftigtenzahl um 2.360 bzw. 10,5 Prozent rückläufig: Dieser Rückgang ist fast ausschließlich auf den Bereich Photovoltaik zurückzuführen, in dem die Zahl der Beschäftigten um 3.360 Personen bzw. annähernd 40 Prozent schrumpfte. Positive Impulse gingen weiterhin von der Windenergie aus, wo die Beschäftigung um fast 900 Personen bzw. gut 20 Prozent zunahm.

Damit waren sowohl die allgemeine Entwicklung als auch die strukturellen Verschiebungen in Hessen relativ ähnlich wie im Bundesdurchschnitt.

Im Bundesländervergleich sind für Hessen allerdings noch Entwicklungspotenziale im Bereich erneuerbare Energien festzustellen. So entfielen im Jahr 2013 in Hessen je 1.000 Beschäftigte im Schnitt 6,9 Beschäftigte auf erneuerbare Energien, was den 13. Rang bedeutet. Der höhere Bundeswert (9,7) wird durch Ostdeutschland (13,5) geprägt, aber auch Westdeutschland (8,9) schneidet im Durchschnitt besser ab.

¹⁹ Bei Betrachtung der Bruttobeschäftigung stehen unmittelbar die mit der Erzeugung erneuerbarer Energie durch Planung, Bau und Wartung geschaffenen Arbeitsplätze im Fokus. Die Nettobeschäftigung ist in der Regel niedriger, da hier auch Arbeitsplatzverluste durch Substitution in der konventionellen Energieerzeugung oder induziert durch Preiseffekte in anderen Wirtschaftszweigen mitberücksichtigt werden.

Abbildung 59: Bruttobeschäftigung in Hessen durch erneuerbare Energien von 2011 bis 2013



Quelle: GWS, 2013, 2014.

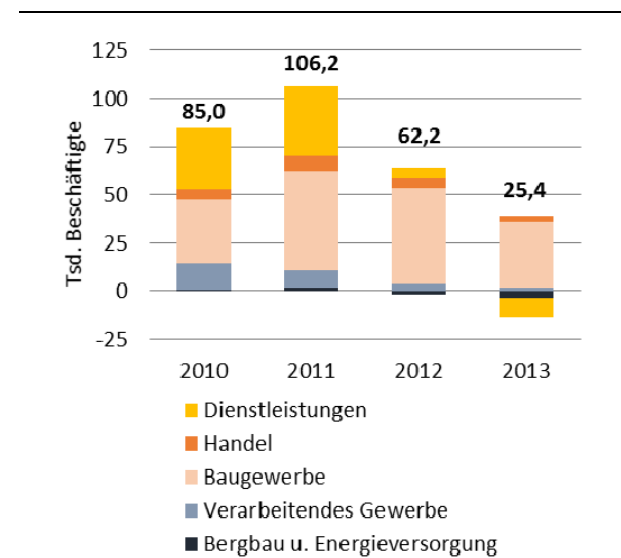
*) Die Werte von 2011 basieren auf einer anderen Datengrundlage als die Ergebnisse für 2012/13. Ein direkter Vergleich ist daher nicht möglich, sie geben aber einen grundlegenden Überblick über die Entwicklungen.

8.5.3 Nettobeschäftigungseffekte der Energiewende

Die Umstrukturierung der Energieversorgung kann z. B. durch Substitutions- und Preiseffekte auch die Beschäftigungsentwicklung in anderen Wirtschaftsbereichen beeinflussen. Modellrechnungen für Deutschland quantifizieren diese Netto-Beschäftigungseffekte für die zurückliegenden Jahre. Demnach fiel der Gesamtbeschäftigungseffekt in den Jahren 2010 bis 2012 mit einem kumulierten Arbeitsplatzzuwachs in Höhe von gut 250.000 deutlich positiv aus. Der Nettobeschäftigungszuwachs konzentrierte sich insbesondere auf das Baugewerbe. Unter den getroffenen Annahmen hat auch bei den Dienstleistungen und im Verarbeitenden Gewerbe die Beschäftigung zunächst netto zugenommen.

Bei steigenden Löhnen und einer sinkenden Investitionsdynamik schwächten sich die Nettoeffekte jedoch spürbar ab, auf zuletzt 25.000 im Jahr 2013. Dabei verloren die Dienstleistungen per Saldo 10.000 Arbeitsplätze und der Zuwachs im Verarbeitenden Gewerbe schwächte sich auf knapp 2.000 ab.

Abbildung 60: Nettobeschäftigungseffekte durch die Energiewende für Deutschland



Quelle: BMWi 2015c, GWS, Prognos, EWI (2014).

9

Ausblick



9 Ausblick

Das hessische Energiemonitoring begleitet die Entwicklung der Energiewende in Hessen. Aufgabe des Energiemonitorings ist es, faktenbasiert über die Fortschritte der Energiewende zu berichten. Hierfür wurde ein Indikatorensystem aufgebaut, in dem auf Basis von energiestatistischen Informationen sowie weiterer Daten Kenngrößen zu wichtigen Feldern der Energiewende gebildet werden.

Die Auswahl der Indikatoren erfolgte in enger Anlehnung an den Monitoringbericht des Bundes. Anforderungen an die Indikatoren sind die Validität der zugrundeliegenden Daten sowie ihre Fortschreibbarkeit. Das hessische Indikatorensystem umfasst derzeit rund 75 Indikatoren.

Für den vorliegenden ersten hessischen Monitoringbericht konnten rund drei Viertel der Indikatoren verarbeitet werden. Diese werden laufend fortgeschrieben.

Datenlücken bestehen insbesondere noch in den Bereichen Netzinvestitionen sowie Wärme und Gebäude. Ziel ist es, diese Datenlücken zu schließen. Gerade zum Themenkomplex Wärme/Gebäude sollen weitere Informationen gewonnen werden, da dieser Bereich im Hinblick auf Energieeinsparung und Energieeffizienz von hoher Bedeutung ist.

In Zukunft werden weitere Berichte veröffentlicht, um den Fortschritt bei der Umsetzung der Energiewende in Hessen zu dokumentieren. Dabei sollen wechselnde Themen in den Fokus genommen und als Schwerpunktthema behandelt werden. Schwerpunkt dieses ersten Berichts war die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Hessen.

Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

Abbildung	Seite
1 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch.....	3
2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe (in Terawattstunden).....	4
3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren (in Petajoule).....	5
4 Grundlage und Einbettung des Hessischen Energiemonitorings	10
5 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2014 (in Petajoule).....	13
6 Entwicklung der Energieträger (Index: Jahr 2000 = 100).....	14
7 Anteile erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch von 2008 bis 2014 (in Prozent)	15
8 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2014 (in Petajoule).....	16
9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren von 2000 bis 2014 (in Petajoule).....	17
10 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe nach Energieträgern (in Petajoule).....	18
11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen nach Energieträgern (in Petajoule).....	19
12 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern (in Petajoule).....	19
13 Entwicklung des Endenergieverbrauchs an erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe von 2000 bis 2014 (in Terawattstunden)	20
14 Entwicklung von Strom, Wärme und Treibstoffen aus erneuerbaren Energien von 2000 bis 2014 (Index Jahr 2000 = 100, logarithmische Skalierung).....	21
15 Bruttostromverbrauch und -erzeugung	21
16 Brutto-, Nettostromverbrauch und Differenz sowie Anteile der Sektoren am Nettostromverbrauch (Angaben in TWh, Anteilswerte in Prozent)	22
17 Stromverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner von 2000 bis 2014.....	23
18 Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern von 2000 bis 2013 (Angaben in Terawattstunden, Anteilswerte in Prozent)	23
19 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern von 2000 bis 2014 (Angaben in Terawattstunden, Anteilswerte in Prozent)	24
20 Anteilsentwicklung erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch.....	25
21 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme von 2000 bis 2014 (Angaben in TWh)	26
22 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern von 2000 bis 2014 (Angaben in TWh, Anteilswerte in Prozent)	27
23 Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt (BIP real, in Preisen von 2014) und temperaturbereinigtem Primär- (PEV Tber) und Endenergieverbrauch (EEV Tber); (Index Jahr 2000 = 100)	27

24	Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Primär- und Endenergieproduktivität (Index Jahr 2000 = 100)	28
25	Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Stromproduktivität von 2000 bis 2014 (reales Bruttoinlandsprodukt / Bruttostromverbrauch, in 1.000 Euro je MWh).....	29
26	Energie- und Stromintensität nach Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Hessen 2013 (in MWh je Beschäftigten).....	29
27	Installierte elektrische Leistung nach dem EEG geförderter Anlagen am 31.12.2014 in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten nach Energieträgern (in MW _{el})	35
28	Mit nach dem EEG geförderten Anlagen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2013 erzeugte elektrische Energie nach Energieträgern (in GWh)	37
29	In den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten durch Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung installierte Leistung zur Stromerzeugung.....	39
30	Nutzung des Stromnetzes im Überblick.....	42
31	Stand des Übertragungsnetzausbaus in Hessen nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG).....	43
32	Leitungsvorhaben in Hessen aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG).....	44
33	Investitionen in Neu- und Ausbau, Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen in Deutschland in Mrd. Euro).....	45
34	SAIDI-Strom im europäischen Vergleich im Jahr 2013 (Minuten/Letztverbraucher)	46
35	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verkehrsträgern von 2000 bis 2014 (absolute Angaben in Petajoule, Anteilswerte in Prozent).....	48
36	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Energieträgern (in Petajoule)	49
37	Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs im Straßen- und Luftverkehr (Index Jahr 2000 = 100)	50
38	Treibstoffverbrauch aus erneuerbaren Energien von 2000 bis 2014 (in TWh)	51
39	Entwicklung der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb und Ladestationen in Hessen (Stand jeweils 1. Januar)	53
40	Regionale Verteilung der Stromtankstellen (Juli 2015)	54
41	Entwicklung der Treibhausgasemissionen insgesamt in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalente und Zusammensetzung nach Gasen in Prozentangaben.....	56
42	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalente	57
43	Entwicklung der Treibhausgas- emissionen je Einwohner und der Gesamtwirtschaft.....	58
44	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen nach Sektoren.....	58
45	Vermiedener CO ₂ -Ausstoß durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalente	59
46	Entwicklung der CO ₂ -Preise (Euro je Tonne CO ₂)	61
47	Preisentwicklung energetischer Rohstoffeinfuhren in Deutschland von 2000 bis 2014 (nominal; Index Jahr 2000 = 100).....	62

48	Jahresdurchschnittspreis für an der EEX für Deutschland gehandelten Grundlaststrom (in Euro / MWh)	62
49	Entwicklung des Strompreises in Deutschland für Haushalte nach einzelnen Bestandteilen (in Cent / kWh)	63
50	Entwicklung der Lebenshaltungskosten insgesamt und der Ausgaben für Energie privater Haushalte in Deutschland (nominal, einschließlich MwSt.; Index Jahr 2000=100)	64
51	Entwicklung des Strompreises für Industrieunternehmen mit einem Jahresverbrauch von bis zu 20 GWh in Deutschland nach einzelnen Bestandteilen 2000 und 2014/2015 (in Cent / kWh)	65
52	Preisentwicklung von Bruttoinlandsprodukt sowie der Ausgaben für Energie von Industrieunternehmen in Deutschland (nominal, ohne MwSt.; Index Jahr 2000=100)	66
53	Verteilung von der EEG-Umlage befreiter Abnahmestellen nach Branchen im Jahr 2015 (Anteile in Prozent).....	68
56	Umweltschutzinvestitionen hessischer Betriebe des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) zur Nutzung erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz von 2006 bis 2012 (in Mio. Euro)	70
57	Förderung der Energieforschung in Hessen von 2008 bis 2013 (Ausgaben in Mio. Euro)	72
58	Beschäftigungsentwicklung in Energieversorgungsunternehmen	74
59	Bruttobeschäftigung in Hessen durch erneuerbare Energien von 2011 bis 2013.....	75
60	Nettobeschäftigungseffekte durch die Energiewende für Deutschland	75

Tabelle

1	Beitrag der Sektoren zur Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2014	16
2	Bestand und installierte Leistung an EEG-Anlagen zum 31.12.2013, 31.12.2014 und 30.06.2015 sowie Zubau, Stilllegungen und Nettozubau im Jahr 2014 und im ersten Halbjahr 2015	33
3	Seit August 2014 genehmigte, noch nicht in Betrieb genommene EEG-Anlagen in Hessen nach Meldedatum	34
4	Anzahl und elektrische Leistung der KWK-Anlagen in Hessen nach Leistungskategorie	38
5	Entwicklung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs von neu zugelassenen PKW in Deutschland von 2000 bis 2014 (Angaben in Liter je 100 km)	51
6	Personenkraftfahrzeuge in Hessen nach Antriebsarten 2009 und 2015 im Vergleich	52
7	Besondere Ausgleichsregelung: privilegierte Mengen nach Bundesländern von 2010 bis 2014.....	67
8	EEG-Zahlungsströme und Saldo für Hessen (in Mio. Euro)	69
9	Anzahl der Patente im Bereich erneuerbare Energien in den Bundesländern von 2007 bis 2014	73

Abkürzungsverzeichnis

AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BKartA	Bundeskartellamt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BWS	Bruttowertschöpfung
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEX	European Energy Exchange
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher
GWh	Gigawattstunde
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung
HA	Hessen Agentur
HEG	Hessisches Energiezukunftsgesetz
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMWEVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
HMWK	Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst
HSL	Hessisches Statistische Landesamt
IE-Leipzig	Institut für Energie Leipzig
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IWES	Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik
Kfz	Kraftfahrzeug
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kV	Kilovolt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAK	Länderarbeitskreis Energiebilanzen
LDEW	Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V.
LEMnet Europe e.V.	Europäischer Verein zur neutralen Information über europäische und internationale Infrastruktur für alle Elektrofahrzeuge
LOEWE	Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz
MWh	Megawattstunde
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SUN	Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
Tber	Temperaturbereinigt
TWh	Terawattstunde

Übersicht über Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren

Einheiten für Energie:

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

Vorsätze und Vorsatzzeichen für Energieeinheiten:

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

Umrechnungsfaktoren:

Energie wird in Joule gemessen. Energie kann aber auch als Produkt von Leistung (W) und Zeit (s) umgerechnet werden, da ein Joule als diejenige Energiemenge definiert ist, die notwendig ist, um die Leistung von einem Watt für eine Sekunde zu erzeugen: $1 \text{ J} = 1 \text{ W} * 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws}$. Entsprechend sind $3600 \text{ J} = 1 \text{ W} * 3600 \text{ s} = 1 \text{ W} * 1 \text{ h} = 1 \text{ Wh}$ und $3600000 \text{ J} = 1000 \text{ W} * 3600 \text{ s} = 1000 \text{ W} * 1 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$.

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

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} \text{ bzw. } 1 \text{ J} = 1/3600 \text{ Wh} = 0,00027778 \text{ Wh}$$

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

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

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

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

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

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

Biogas	Biogas entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einem Gärbehälter, dem Fermenter einer Biogasanlage, durch bestimmte Bakterien abgebaut wird. Biogas besteht aus Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff und Spurengasen (u. a. Schwefelwasserstoff). Der Hauptbestandteil, das Methan, ist energetisch nutzbar. Biogas kann sowohl aus Energiepflanzen (z. B. Mais, Getreide) als auch aus Rest- und Abfallstoffen wie Biomüll, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie, Ernteresten und Stroh sowie tierischen Exkrementen wie Gülle und Mist gewonnen werden.
Biotreibstoff	Aus Biomasse gewonnener Treibstoff für den Betrieb von Verbrennungsmotoren (z. B. in Fahrzeugen oder Blockheizkraftwerken) oder Heizungen. Zu Biotreibstoffen zählen Biodiesel, Bioethanol, Biomethan (aus Biogas), reine Pflanzenöle und die synthetischen Biomass-to-Liquid-Treibstoffe.
Biomasse	<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"> • den in der Natur lebenden Pflanzen und Tieren, • deren Rückständen (z. B. abgestorbene Pflanzen wie Stroh) und Nebenprodukten (z. B. Exkremente wie Gülle), • im weiteren Sinne allen organischen Stoffen, die durch eine technische Umwandlung (z. B. Papier, Zellstoff, Pflanzenöl) oder durch eine andere Nutzung entstanden sind (z. B. Biomüll, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie).
Blockheizkraftwerk	Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung.
Brutto- / Netto-beschäftigung	<p>Bruttobeschäftigung bezeichnet die Zahl der Beschäftigten, die der Branche der erneuerbaren Energien in Deutschland zugerechnet werden kann und die alle direkt in der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, dem Betrieb, der Wartung, der Bereitstellung von Brennstoffen beschäftigten Personen sowie die indirekt durch die Nachfrage dieser Bereiche nach Vorlieferungen Beschäftigten umfasst. Bei der Nettobeschäftigung werden Mitnahme-, Verlagerungs- und Substitutionseffekte sowie gegebenenfalls Multiplikationseffekte mitberücksichtigt. So können z. B. im Rahmen einer Szenarioanalyse die Effekte eines Ausbaus der erneuerbaren Energien mit den Effekten einer Entwicklung ohne Ausbau der erneuerbaren Energien auf die gesamtwirtschaftlichen Veränderungen der Beschäftigtenzahl miteinander verglichen werden.</p>
Bruttostromerzeugung / Nettostromerzeugung	Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes oder einer Region. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Kraftwerke verbleibt die Nettostromerzeugung.
Bruttostromverbrauch / Nettostromverbrauch	Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromgewinnung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Netz- bzw. Übertragungsverluste.

CO₂-Äquivalent	Die Einheit für das Treibhauspotenzial eines Gases gibt an, welche Menge CO ₂ in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie das betrachtete Vergleichsgas.
EEG	Das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Gesetz, „EEG“) aus dem Jahr 2000 regelt die Vorrang-Abnahmepflicht erneuerbarer Energien durch die Netzbetreiber, die (degressiven) Vergütungssätze der einzelnen Erzeugungsarten wie auch das Umlageverfahren der resultierenden Mehrkosten auf alle Stromabnehmer.
EEG-Umlage	Das Umlageverfahren wurde 2010 geändert. Elektrizitätslieferanten müssen nach der Ausgleichsmechanismusverordnung seit dem 1. Januar 2010 für jede Kilowattstunde Strom eine EEG-Umlage an den jeweiligen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) entrichten. Die EEG-Umlage ist bundesweit einheitlich. Mit der EEG-Umlage soll die Differenz zwischen den zu zahlenden EEG-Einspeisevergütungen und den Einnahmen der ÜNB aus der Vermarktung des EEG-Stromes an der Börse gedeckt werden. Elektrizitätslieferanten, die Strom an Letztverbraucher liefern, dürfen die EEG-Umlage an ihre Kunden weitergeben.
Emissionszertifikate	Ein Emissionszertifikat ist ein verbrieftes und übertragbares Nutzungsrecht für die Emission einer bestimmten Menge an Treibhausgasen. Die Zertifikate werden im Rahmen des EU-Emissionshandels (European Union Emission Trading System, EU ETS) gehandelt.
Endenergie	Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und der dann zur weiteren Verfügung steht. Endenergieformen sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.
Endenergieverbrauch	Als Endenergieverbrauch wird die Verwendung von Energieträgern in einzelnen Verbrauchssektoren bezeichnet, sofern sie unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie oder für Energiedienstleistungen eingesetzt werden.
Energiebilanz	Eine Energiebilanz gibt in Form einer Matrix Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energieträgern in einer Volkswirtschaft für einen bestimmten Zeitraum, meist ein Jahr, an.
Energiedienstleistung	Eine Energiedienstleistung ist die Lieferung einer Dienstleistung wie z. B. beheizter Raum oder Licht anstelle der heute überwiegend üblichen Lieferung der Energieträger wie Erdgas oder elektrischer Strom durch ein Energieversorgungsunternehmen.
Energieeffizienz	Allgemein bezeichnet das Wort Effizienz das Verhältnis vom erzielten Ertrag zur eingesetzten Arbeit, also von Aufwand und Nutzen. Bei der Energieeffizienz geht es um einen möglichst hohen Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung bzw. um einen möglichst geringen Energieverbrauch von Gebäuden, Geräten und Maschinen. Die Steigerung der Energieeffizienz bedeutet, dass die gleiche (oder mehr) Energiedienstleistung mit einem geringeren Energieaufwand bereitgestellt wird.

Energieeinsparung	Umfasst allgemein alle Maßnahmen, die den Energieverbrauch senken. Energieeinsparung ist allerdings nicht das Gleiche wie die Steigerung der Energieeffizienz: Bei der Steigerung der Energieeffizienz geht es darum, durch technische Mittel weniger Energie für die gleiche Leistung aufzuwenden. Demgegenüber bezieht sich der Begriff Energieeinsparung meist auf ein geändertes Nutzerverhalten, das den Energieverbrauch reduziert. Im Falle des Autoverkehrs bedeutet Effizienzsteigerung zum Beispiel, dass durch technische Weiterentwicklungen für dieselbe Strecke weniger Energie in Form von Treibstoff benötigt wird. Energie einsparen lässt sich aber auch durch ein verändertes Nutzerverhalten, zum Beispiel durch die Reduktion der Geschwindigkeit oder den Umstieg auf das Fahrrad.
Energieintensität	Das Verhältnis des Primärenergieverbrauchs zum Bruttoinlandsprodukt einer Volkswirtschaft. Auch für kleinere Bereiche oder einzelne Güter lässt sich die Energieintensität berechnen. Die Energieintensität ist eine Kennzahl, die Aufschluss über die Effizienz des Einsatzes von Energie liefert. Sie wird beispielsweise in GJ Energieverbrauch je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt gemessen.
Energieproduktivität	Kehrwert der Energieintensität, also das Verhältnis der volkswirtschaftlichen Gesamtleistung zur aufgewendeten Energie. Die Energieproduktivität liefert Aufschluss über die Effizienz des Energieeinsatzes.
Energieträger	Energieträger sind Stoffe, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.
Erneuerbare Energien	Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Nahezu alle erneuerbaren Energien werden letztendlich durch die Sonne gespeist. Die drei originären Quellen sind Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.
Fernwärme	Fernwärme ist thermische Energie, die durch ein System isolierter Rohre zum Endverbraucher gelangt. Die Energie wird überwiegend zur Heizung von Gebäuden genutzt. Das heiße Wasser, das in das Fernwärmenetz eingespeist wird, stammt aus Heizwerken oder Heizkraftwerken. Letztere gewinnen mittels Kraft-Wärme-Kopplung gleichzeitig Strom und nutzbare Abwärme.
Geothermie	Wärmeenergie unterhalb der Erdoberfläche. Bei der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) wird Energie aus dem Erdinneren zur Strom-, Wärme- oder Kältegewinnung genutzt. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Energie, welche in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Auch die hier herrschenden relativ geringen Temperaturen lassen sich auf verschiedene Arten nutzen. Sie können je nach Temperatur und Bedarf sowohl zur Bereitstellung von Wärme und zur Erzeugung von Klimakälte als auch zur Speicherung von Energie dienen.
Gesicherte Leistung (auch: Gesicherte Kraftwerksleistung)	Von der installierten Leistung ist die gesicherte Leistung zu unterscheiden. Dieser Wert fällt oft deutlich geringer aus als die installierte Leistung, da sie nur die zu jedem Zeitpunkt verfügbare Kraftwerkskapazität berücksichtigt, d. h. nur die Leistung, die von einem Erzeuger unter Berücksichtigung von technologiespezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten durch Revisionen, technische Störungen etc. mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 99,5 Prozent bereitgestellt werden kann. Auch ist zum Beispiel den Eigenbedarf an Strom bei Wärmekraftwerken (5 bis 10 Prozent) und die Ausfälle durch Revisionen (10 bis 15 Prozent) einberechnet. Bei Laufwasserkraftwerken werden die Verluste durch Niedrigwasserstände, Revisionsarbeiten oder Eisgang abgezogen, bei

der Windenergie wird kalkuliert, mit welcher Leistung trotz weitgehender Windflaute gerechnet werden kann.

GHD-Bereich	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.
Installierte Leistung	Die installierte Leistung, auch Erzeugungskapazität genannt, ist die elektrische Leistung, die ein Kraftwerk oder ein Kraftwerkspark maximal bereitstellen kann, inklusive der für den Eigenverbrauch benötigten Kapazität. Sie wird in Megawatt (MW) oder Gigawatt (GW) angegeben. Derzeit (Stand 01.06.2015) sind nach Angaben der Bundesnetzagentur Erzeugungsanlagen mit einer Netto-Nennleistung von insgesamt rund 197,2 GW installiert.
Kraft-Wärme-Kopplung	Bei der Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken entsteht immer auch Wärme. Bei herkömmlichen Kraftwerken wird diese Abwärme ungenutzt über Kühltürme an die Umwelt abgegeben, wohingegen sie bei der KWK ausgekoppelt und über ein Wärmenetz als Nah- oder Fernwärme nutzbar gemacht wird. Das steigert den Wirkungsgrad und bedeutet somit eine wesentlich höhere Energieeffizienz.
Leistung	Physikalische Größe, die die bereitgestellte oder genutzte thermische oder elektrische Energie bezogen auf eine bestimmte Zeiteinheit angibt. Die Einheit für Leistung wird in Watt (W) angegeben. 1.000 W entsprechen einem Kilowatt (1 kW), 1.000 kW sind ein Megawatt (MW) und 1.000 MW ein Gigawatt (GW). Häufig wird die installierte Leistung eines Kraftwerks auch als Kapazität bezeichnet.
Netto-Nennleistung	Kraftwerke erzeugen eine Gesamtmenge an elektrischer Energie, wovon ein gewisser Anteil für den Eigenverbrauch, beispielsweise für den Betrieb von Pumpen, Kühlung oder für mechanische Verluste benötigt wird. Zieht man diesen Eigenverbrauch von der Gesamtmenge der erzeugten Energie ab, so erhält man die Netto-Leistung, die als elektrischer Strom an das Stromnetz abgegeben wird.
Photovoltaik	Umwandlung von Solarenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.
Primärenergie	Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er einer Umwandlung unterworfen wird. Zu den Primärenergieträgern zählen erschöpfliche Energieträger wie Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas und spaltbares Material wie Uranerz sowie erneuerbare Energien (Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie). Die Primärenergie wird in Kraftwerken oder Raffinerien in eine weiterführende Stufe der energetischen Reihe umgewandelt. Dabei kommt es zu Umwandlungsverlusten. Ein Teil der Primärenergieträger wird auch dem nicht-energetischen Verbrauch zugeführt (zum Beispiel Rohöl für die Kunststoffindustrie).

Primärenergieverbrauch	Primärenergieverbrauch ist das saldierte Ergebnis aus inländischer Produktion, dem Außenhandelssaldo bei Energieträgern unter Abzug der Hochseebunkerungen sowie unter Berücksichtigung der Lagerbestandsveränderungen.
Solarthermie	Nutzung der Solarenergie zur Erzeugung von Wärme. Eine typische Nutzungsmöglichkeit der Solarthermie sind Sonnenkollektoren. Sie dienen der Warmwasserversorgung und je nach Dimensionierung auch der Raumheizung. Solarenergie kann auch zur Raumkühlung genutzt werden: Bei der solaren Kühlung wird die Solarthermie an Stelle von elektrischem Strom als Antriebsenergie für Kältemaschinen, wie etwa eine Klimaanlage, genutzt. In den Sonnengürteln der Erde können solarthermische Kraftwerke Strom erzeugen. Hier erhitzt das über Spiegel konzentrierte Sonnenlicht Wasser oder andere Wärmeträger, um Dampf zu erzeugen und damit Dampfturbinen anzutreiben.
Volllaststunden	Die Volllaststundenzahl eines Kraftwerks ist als Quotient aus im Jahr erzeugter Strommenge und Maximalleistung definiert. Der theoretische Maximalwert beträgt 8.760 h, denn dies ist die Zahl der Stunden eines Jahres.
Wasserkraft	Energie, die mit Hilfe von Wasserrädern oder Wasserturbinen aus fließendem Wasser gewonnen wird. Das Wasser setzt eine Turbine in Bewegung, die einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dabei wird die Wasserkraftnutzung im Binnenland in folgende drei Bereiche unterteilt: Laufwasserkraftwerke (Flusskraftwerke) Speicherwasserkraftwerke (Talsperren, Stauseen) Pumpspeicherkraftwerke
Wirkungsgrad	Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.
Wirkungsgradprinzip	Statistisches Bewertungsverfahren bei der Erstellung einer Energiebilanz. Dabei werden die Energieträger, für die es keinen einheitlichen Umrechnungsfaktor wie den Heizwert gibt, auf Basis von definierten Wirkungsgraden bewertet. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt, für die Stromerzeugung aus Wind, Sonne und Wasserkraft ein Wirkungsgrad von 100 Prozent. Die Wirkungsgradmethode findet in Deutschland in Angleichung an die internationale Konvention seit dem Berichtsjahr 1995 Anwendung.

Literatur- und Quellenverzeichnis

AGFW (2014)

AGFW-Hauptbericht zur Fernwärmeversorgung in Deutschland 2013, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Frankfurt, Juli 2014.

BAFA (2015a)

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

BAFA (2015b)

Besondere Ausgleichsregelung, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn, (http://www.bafa.de/bafa/de/energie/besondere_ausgleichsregelung_eeg/) abgerufen am 27. Mai 2015.

BDEW (2015a)

Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2015.

BDEW (2015b)

Sonderauswertung, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2015.

BMWi (2015a)

Das deutsche Stromnetz, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Juli 2015 (<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/-das-deutsche-stromnetz,property=pdf,reich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>).

BMWi (2015b)

Energiedaten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, 2015.

BMWi (2015c)

Ein gutes Stück Arbeit. Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende und Datenanhang, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Dezember 2015.

BMWi (2014)

Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, März 2014.

BMWi, BMU (2012)

Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, Dezember 2012.

BNetzA (2015a)

Kraftwerkliste, Bundesnetzagentur, Bonn, September 2015 (http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1412/DE/

Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste-node.html).

BNetzA (2015b)

Anlagenregister, Bundesnetzagentur, Bonn, September 2015 (http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister_node.html).

BNetzA (2015c)

Photovoltaik-Meldezahlen, Bundesnetzagentur, Bonn, September 2015 (http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn_EEG_VergSaetze/DatenMeldgn_EEG_VergSaetze.html).

BNetzA (2015d)

EnLAG-Monitoring: Stand des Ausbaus nach dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG), Bundesnetzagentur, Bonn, Juli 2015 (http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/EnLAG/EnLAG-Gesamtuebersicht.pdf?__blob=publicationFile).

BNetzA (2015e)

Leitungsvorhaben BBPLG, Bundesnetzagentur, Bonn, Juli 2015, (<http://www.netzausbau.de/DE/Vorhaben/BBPIG-Vorhaben/BBPIG-Vorhaben-node.html>).

BNetzA (2015f)

Versorgungsqualität SAIDI-Werte 2006-2014, Bundesnetzagentur, Bonn, September 2015 (http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Stromnetze/Versorgungsqualitaet%20C3%A4t/Versorgungsqualitaet%20C3%A4t-node.html).

BNetzA, BKartA (2014)

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

CEER (2015)

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

Deutsche Börse (2015)

Deutsche Börse, CO₂-Emissionsrechte, (Download am 25. August 2015), (<http://www.boerse.de/chart-tool/Co2-Emissionsrechte/XC000A0C4KJ2>).

DPMA (2015)

Verschiedene Jahresberichte, Deutsches Patent- und Markenamt, München, 2015.

EEG (2014)

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

European Energy Exchange (2015)

European Energy Exchange, Leipzig, Juli 2015, (<https://www.eex.com/de/marktdaten#/marktdaten>).

EUROSTAT (2015)

Eurostat, Juni 2015, (<http://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>).

GWS (2014)

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

GWS (2013)

Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2012, Gesellschaft für Wirtschaftliche Struktur- forschung mbH, Osnabrück, 2013.

GWS, Prognos, EWI (2014)

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Osnabrück – Köln – Basel, September 2014.

Hessisches Energiezukunftsgesetz (2012)

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

Hessische Landesregierung (2013)

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

HLUG (2015)

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 2015.

HMUELV (2011)

Hessischer Energiegipfel: Umsetzungskonzept der Hessischen Landesregierung, Wiesbaden, 2011.

HMUKLV (2015)

Treibhausgasemissionen, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2015.

HMWK (2015)

Sonderzusammenstellung zur Förderung der Energieforschung in Hessen, 2015.

HSL (2015a)

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, 2015.

HSL (2015b)

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

IE-Leipzig (2015a)

Ermittlung aktueller Zahlen zur Stromerzeugung sowie Wärme- und Kraftstoffbereitstellung auf Basis erneuerbarer Energien in Hessen, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, September 2015.

IE-Leipzig (2015b)

Schätzprognose zur Energiebilanz Hessen: Ableitung aktueller Zahlen zur Energieversorgung in Hessen für die Jahre 2013 und 2014, Leipziger Institut für Energie GmbH, Leipzig, August 2015.

KBA (2015)

Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2015, (http://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html;jsessionid=80F801FF4DA81935B3A60F8EA186BB9C.live1043).

LDEW (2015)

Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V., Mainz, 2015 (http://www.ldew.de/ldew.nsf/id/8HPDPM-DE_Hessen).

LEMnet (2015)

Standorte von Stromtankstellen, Sonderaufbereitung, LEMnet Europe e.V. – Europäischer Verein zur neutralen Information über europäische und internationale Infrastruktur für alle Elektrofahrzeuge, Ilmenau, 2015.

Projekträger Jülich (2014)

Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer, Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich, verschiedene Jahrgänge.

Umweltbundesamt (2014)

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012, Climate Change 24/2014, Dessau-Roßlau, Juli 2014.

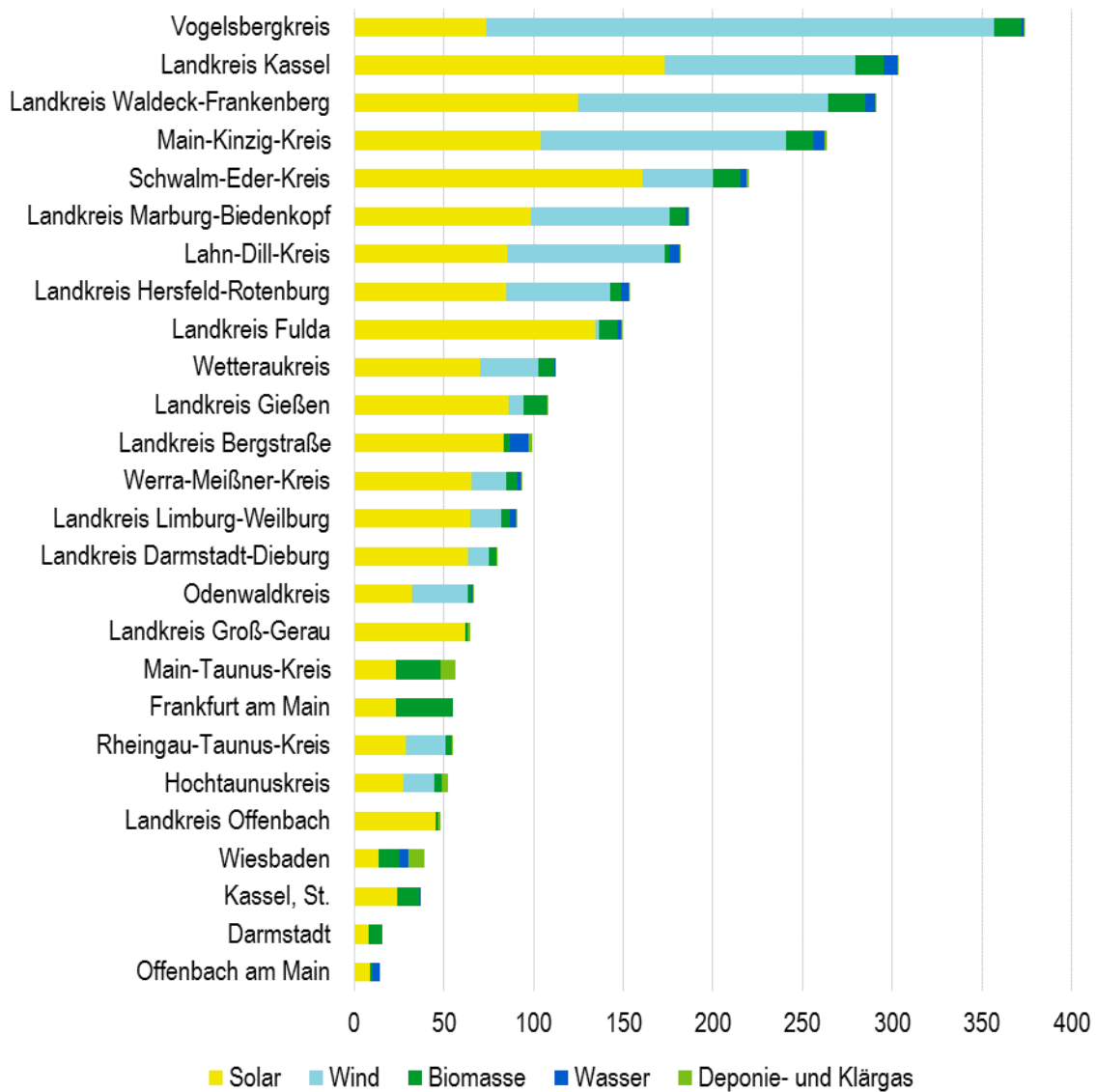
ÜNB (2015)

EEG Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, 50 hertz, Amprion TenneT, TransnetBW, 2015 (Anlagestammdaten: <http://www.tennet.eu/de/kunden/eegkwkg/erneuerbare-energien-gesetz/eeg-daten-nach-77.html>; <http://www.amprion.net/eeg-anlagenstammdaten-aktuell>; <https://www.transnetbw.de/de/eeg-kwk-g/eeg/eeg-anlagendaten>; <http://www.50hertz.com/de/EEG/Veroeffentlichung-EEG-Daten/EEG-Anlagenstammdaten>; Bewegungsdaten: <http://www.tennet.eu/de/kunden/eegkwkg/erneuerbare-energien-gesetz/eeg-daten-nach-77.html>; <http://www.amprion.net/jahresabrechnung-eeg>; <https://www.transnetbw.de/de/eeg-kwk-g/eeg/eeg-jahresabrechnung>; <http://www.50hertz.com/de/EEG/Veroeffentlichung-EEG-Daten/EEG-Jahresabrechnung>).

Anhang

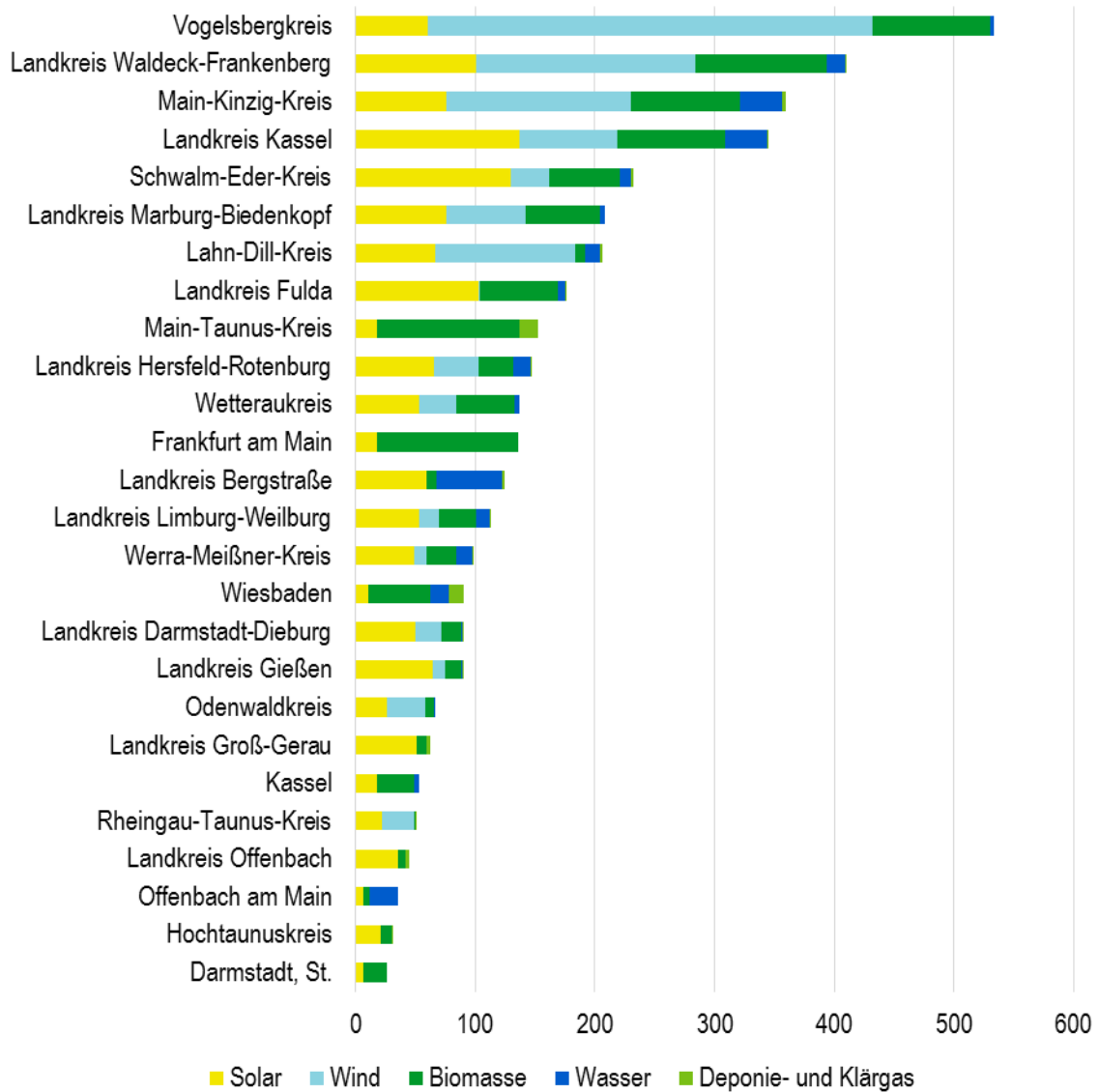
A 1 Regional installierte Leistung und erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern

A 1.1: In den Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2014 installierte elektrische Leistung nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: EEG Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber sowie Anlagenregister und PV-Meldezahlen der Bundesnetzagentur, Stand: 01.09.2015.

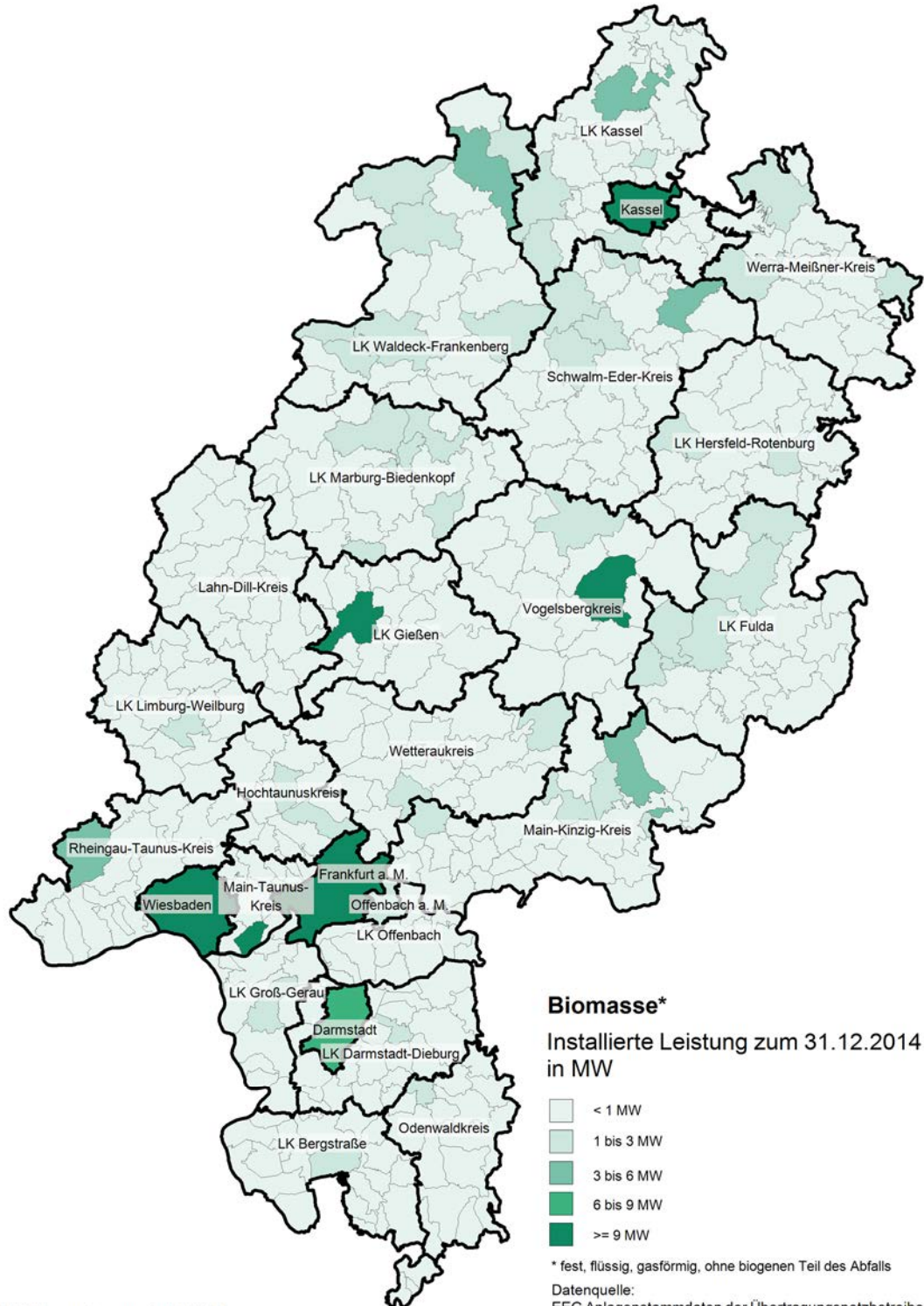
A 1.2: Im Jahr 2013 in den Landkreisen und kreisfreien Städten erzeugte Strommengen nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



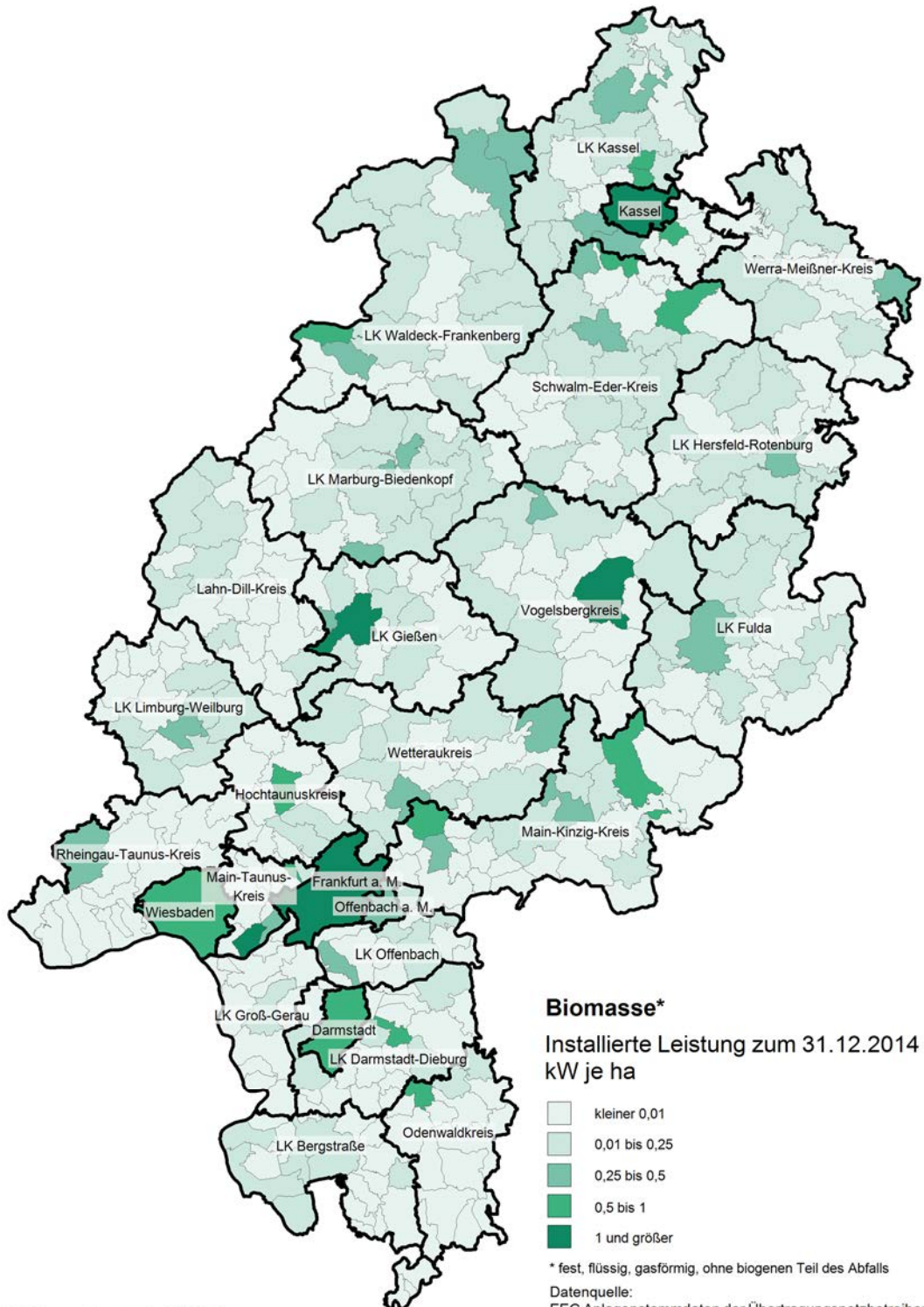
Quelle: EEG Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber zur Jahresabrechnung 2013,
Stand: 16.07.2015.

A 2 Biomasseanlagen

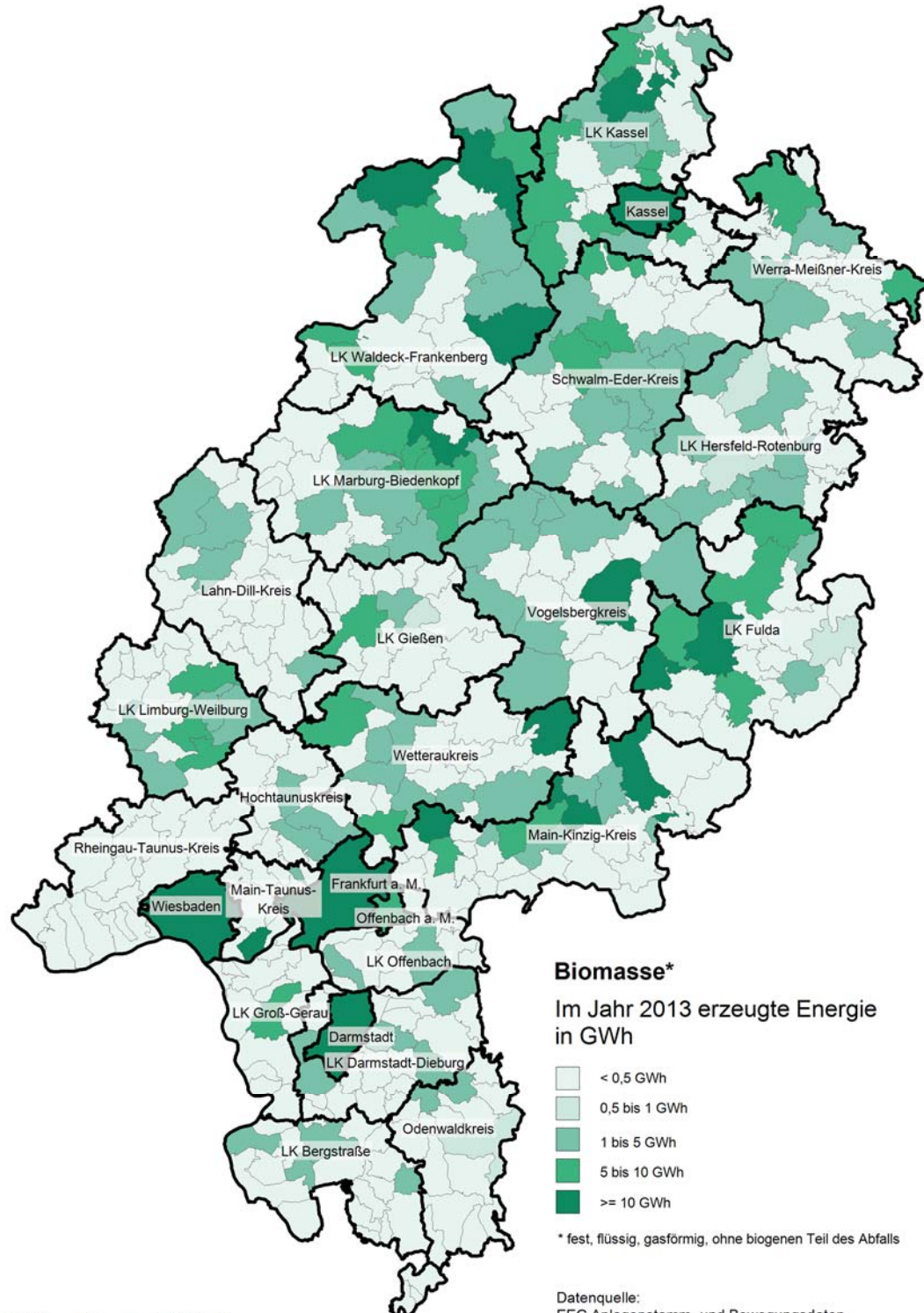
A 2.1: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Biomasseanlagen installierte elektrische Leistung



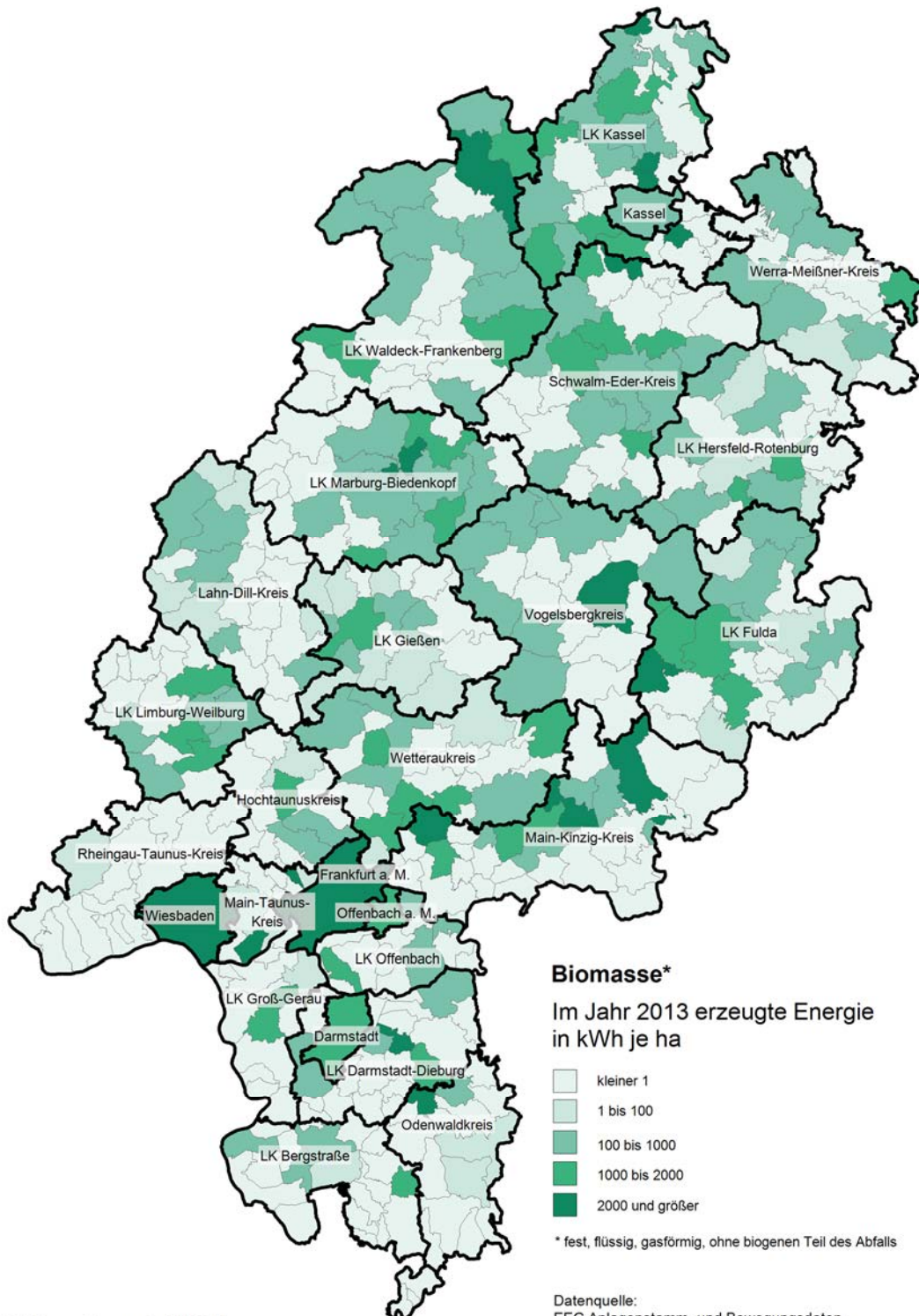
A 2.2: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Biomasseanlagen je ha installierte elektrische Leistung



A 2.3: Mit Biomasseanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden erzeugte Strommengen

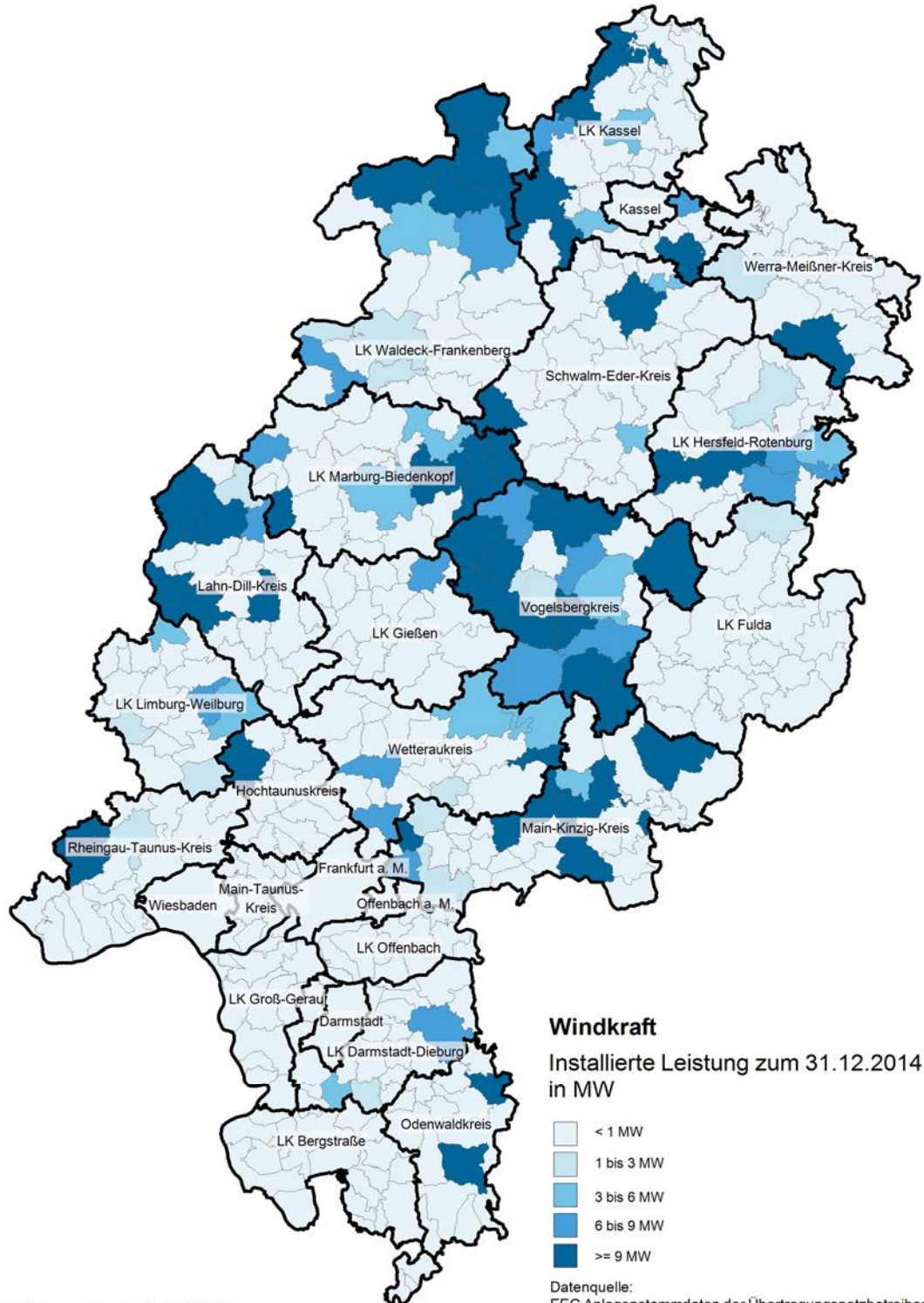


A 2.4: Mit Biomasseanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden erzeugte Strommengen je ha

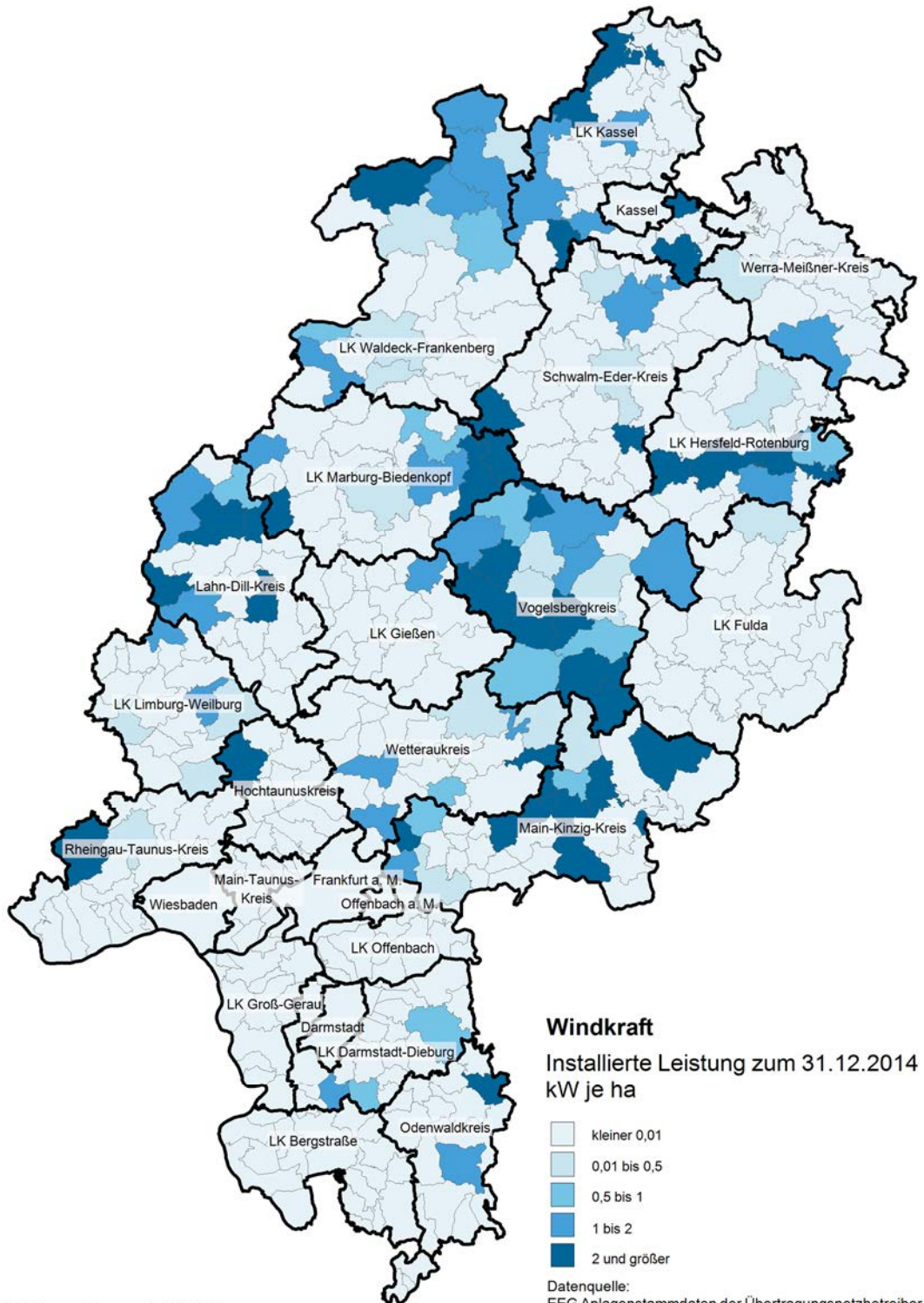


A 3 Windenergieanlagen

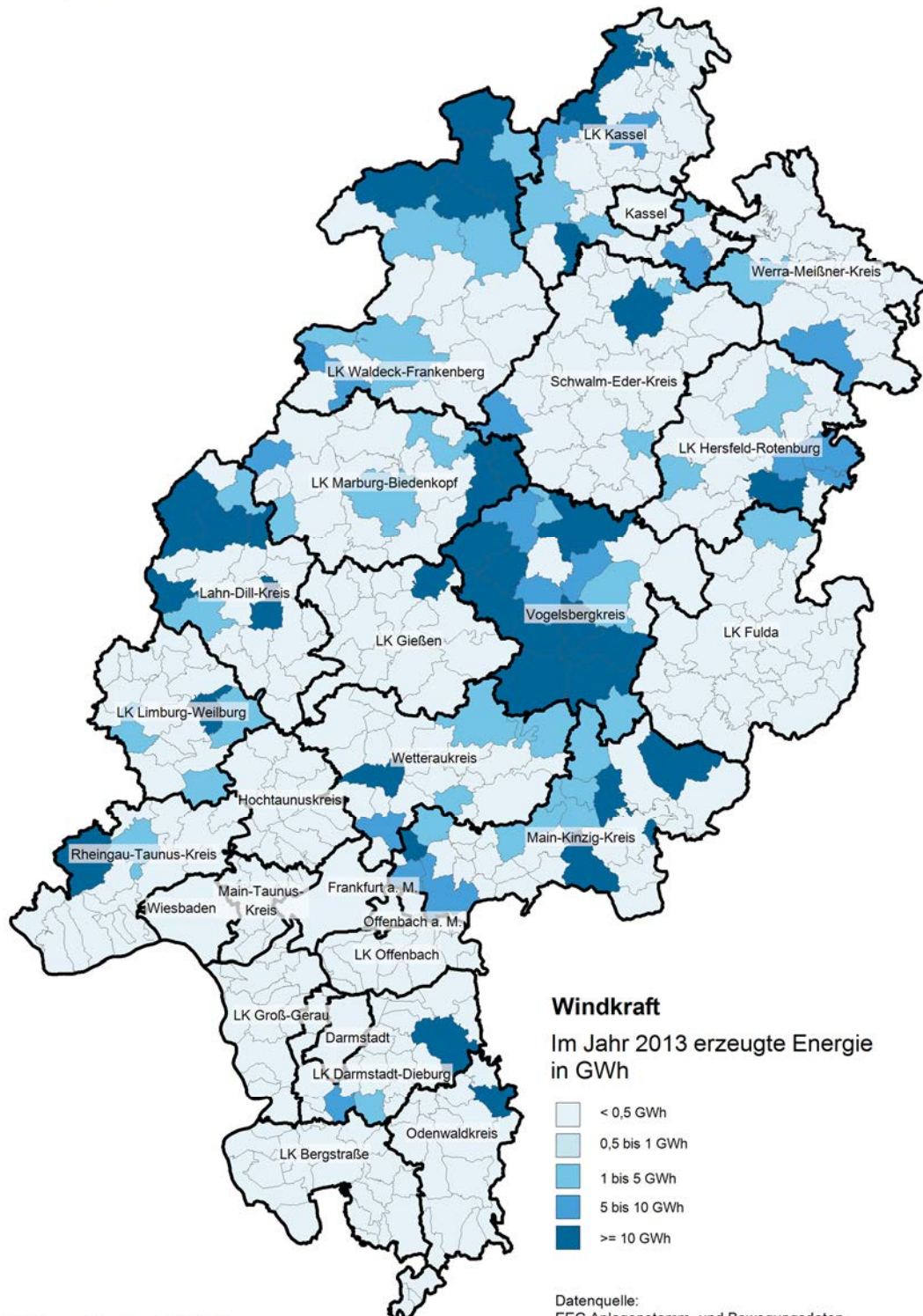
A 3.1: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Windenergieanlagen installierte elektrische Leistung



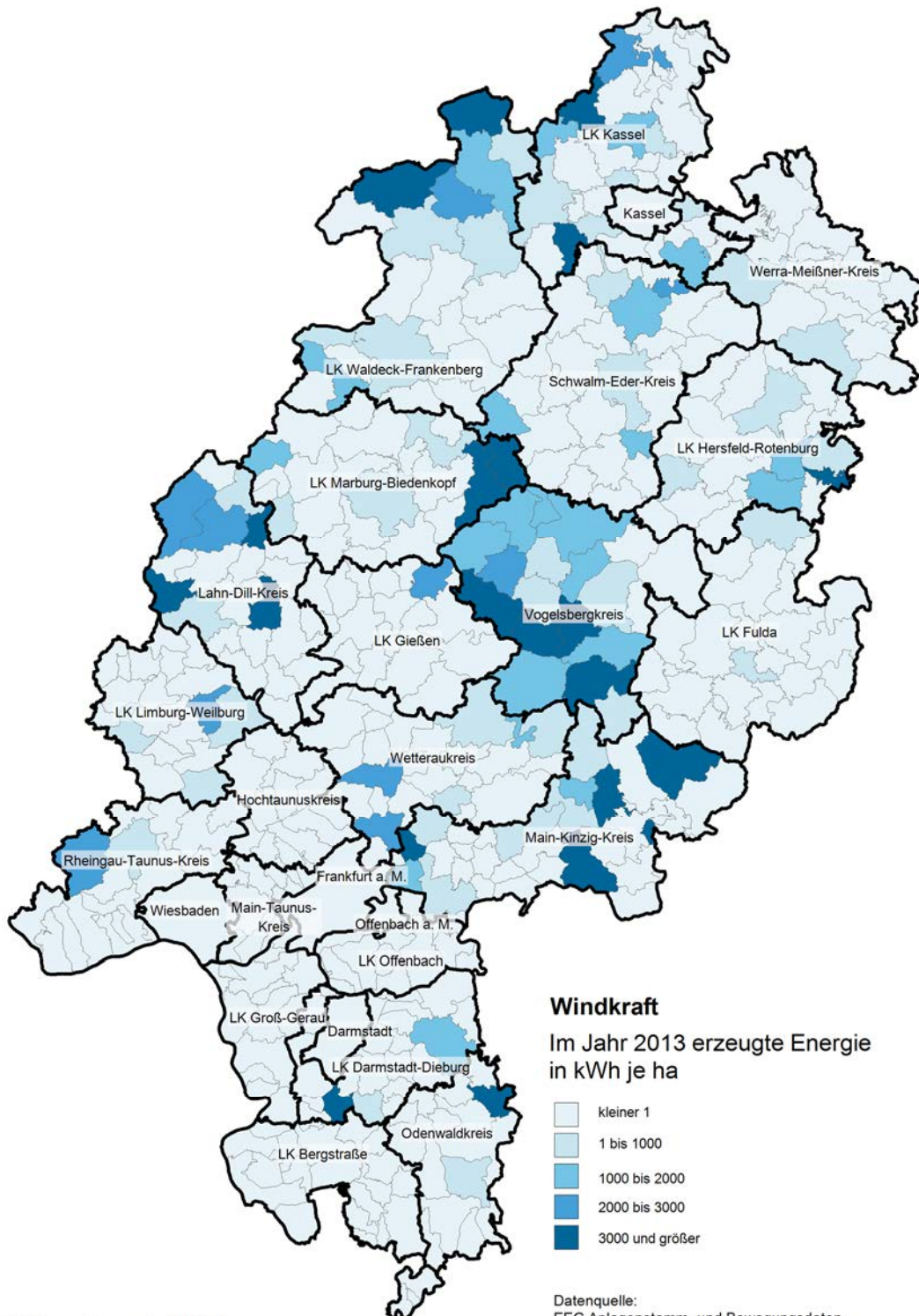
A 3.2: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Windenergieanlagen je ha installierte elektrische Leistung



A 3.3: Mit Windenergieanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden erzeugte Strommengen

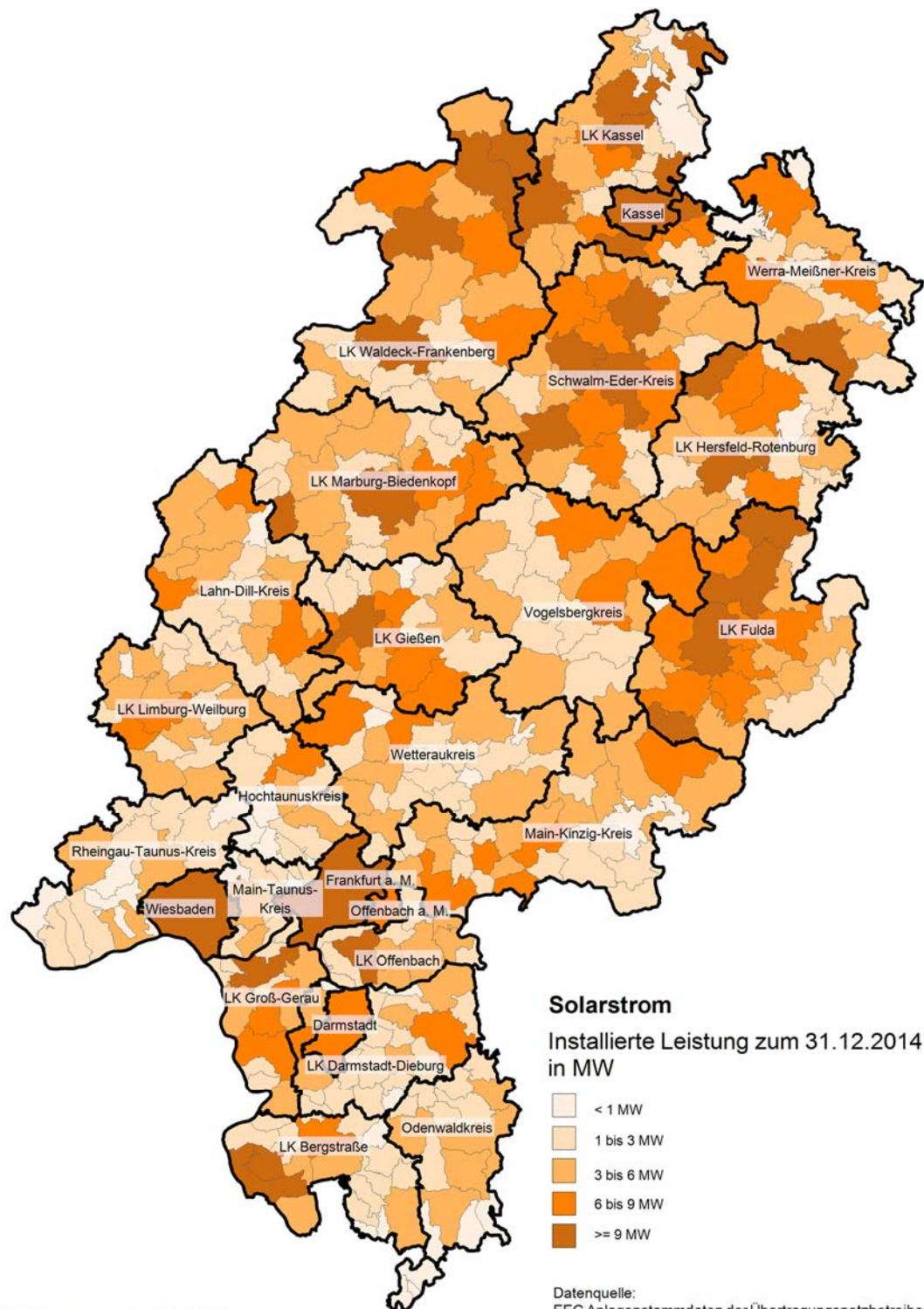


A 3.4: Mit Windenergieanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden je ha erzeugte Strommengen

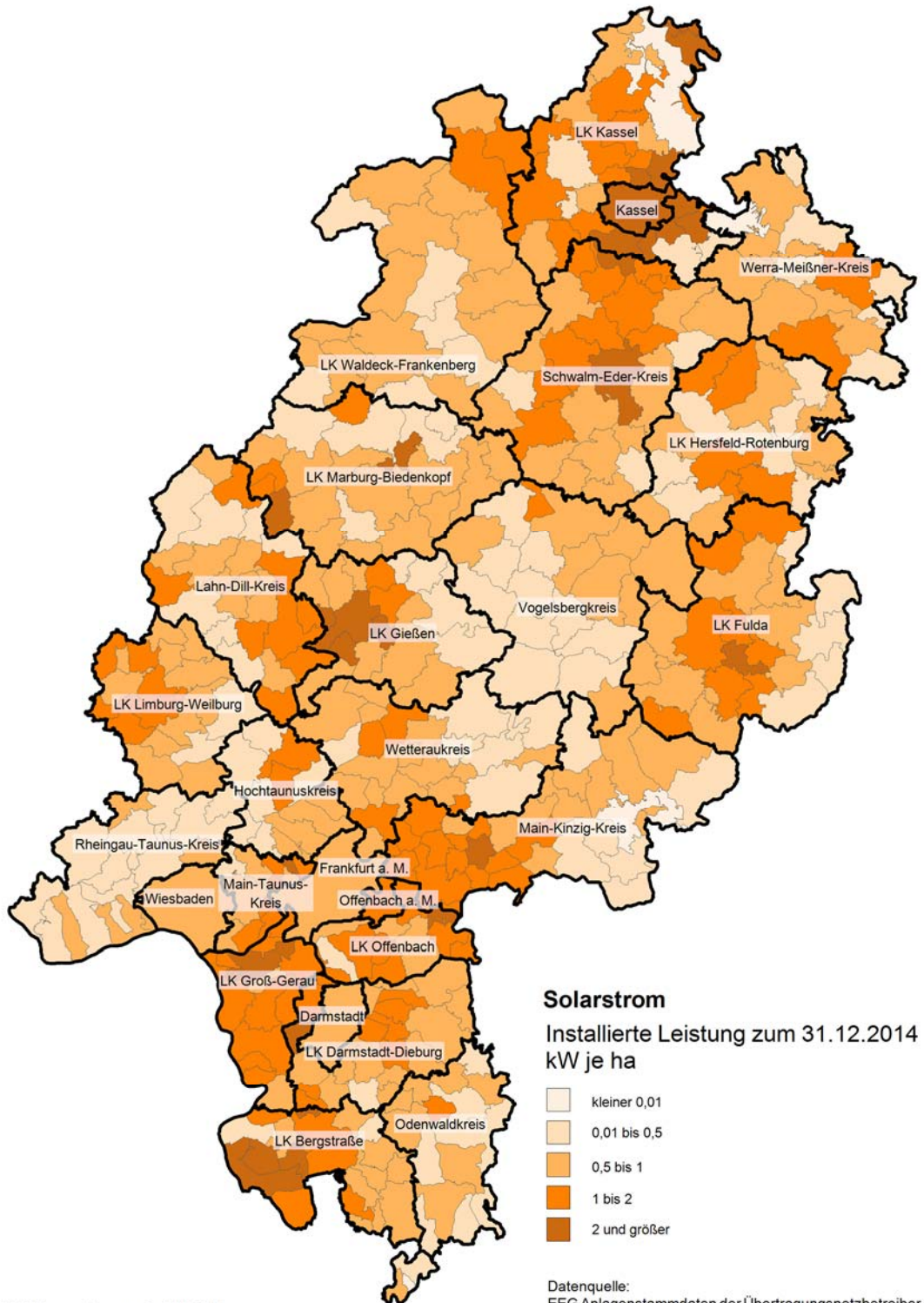


A 4 Photovoltaikanlagen

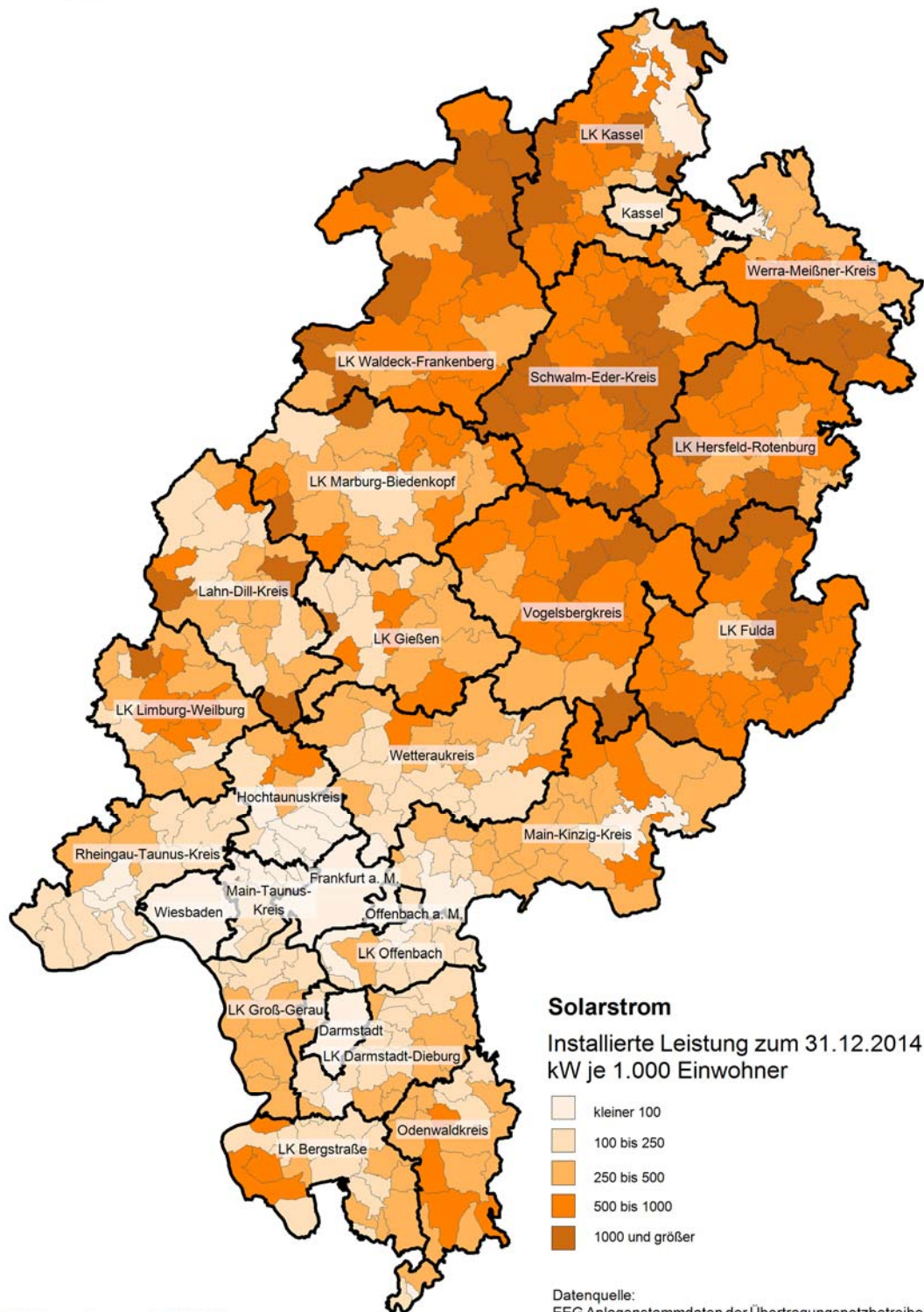
A 4.1: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Photovoltaikanlagen installierte elektrische Leistung



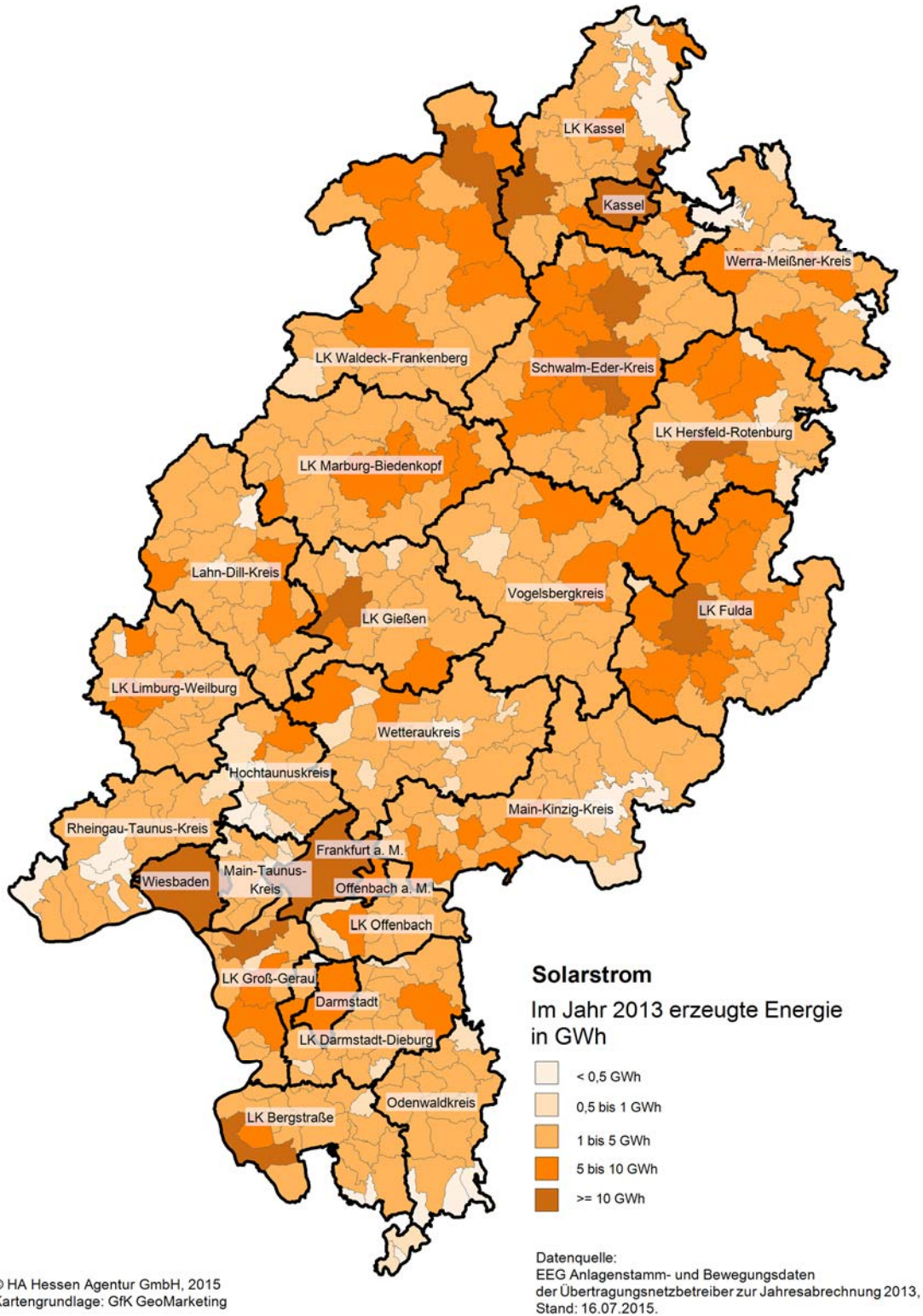
A 4.2: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Photovoltaikanlagen je ha installierte elektrische Leistung



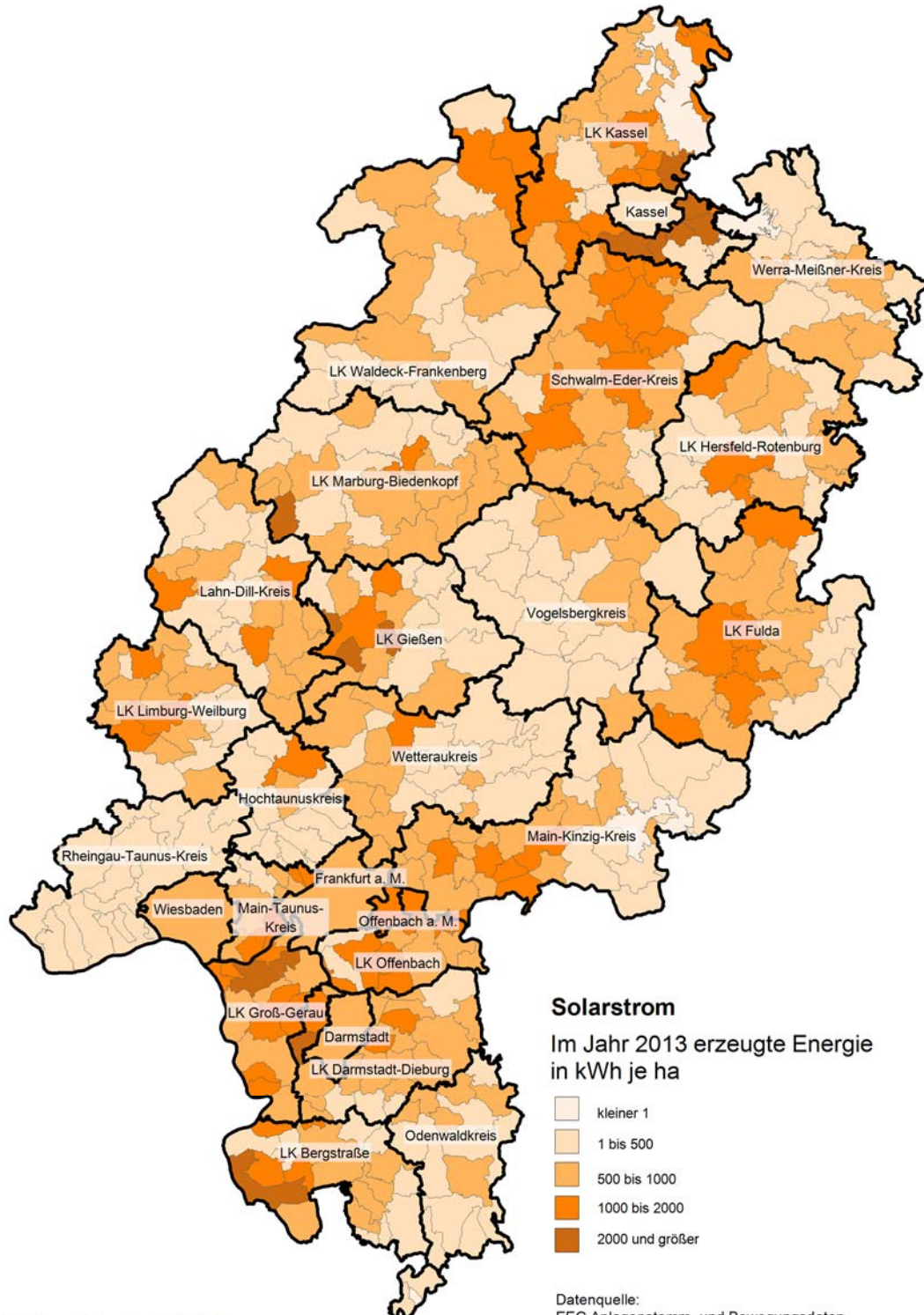
A 4.3: Am Jahresende 2014 in den Gemeinden an Photovoltaikanlagen je 1.000 Einwohner installierte elektrische Leistung



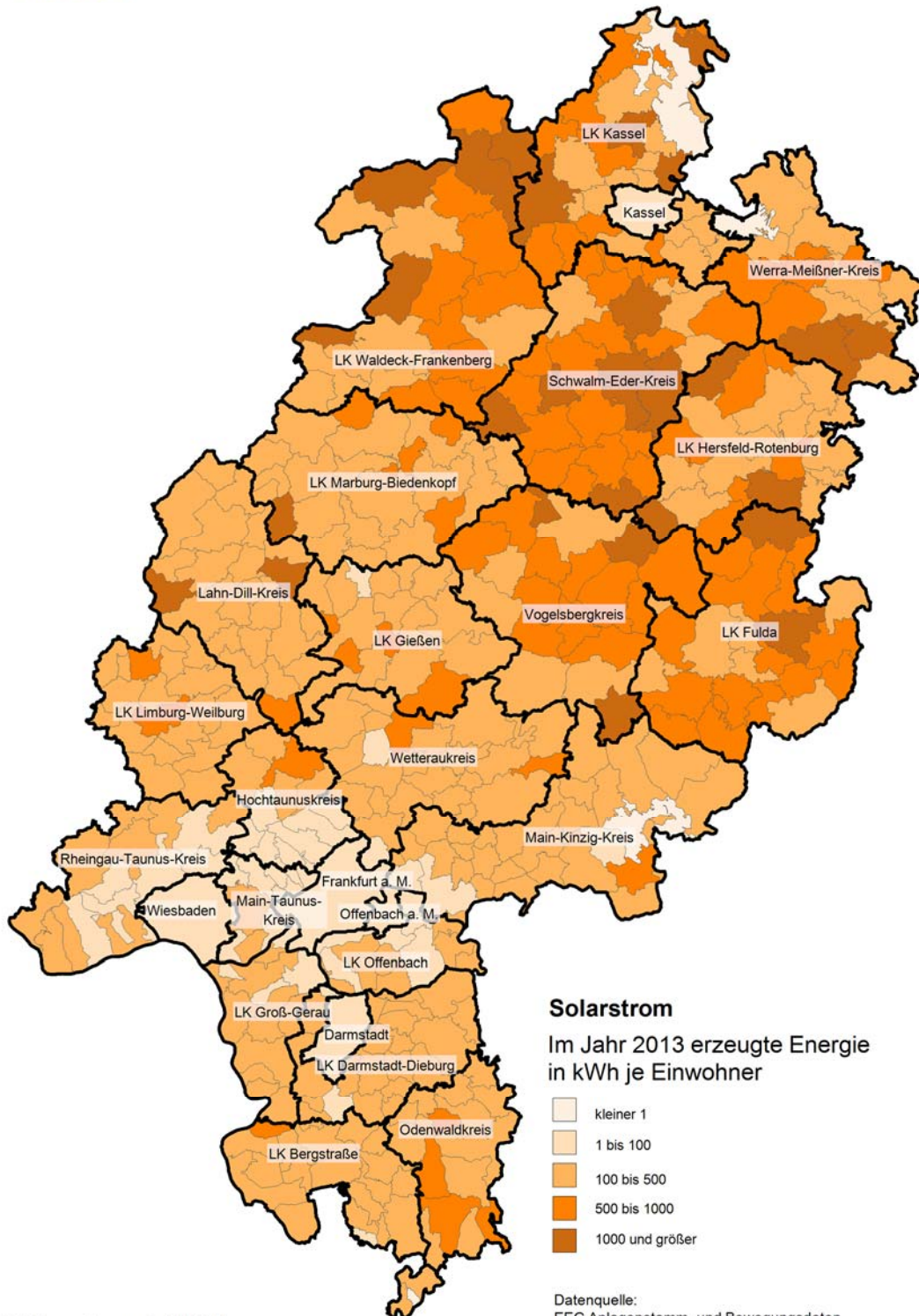
A 4.4: Mit Photovoltaikanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden erzeugte Strommengen



A 4.5: Mit Photovoltaikanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden je ha erzeugte Strommengen

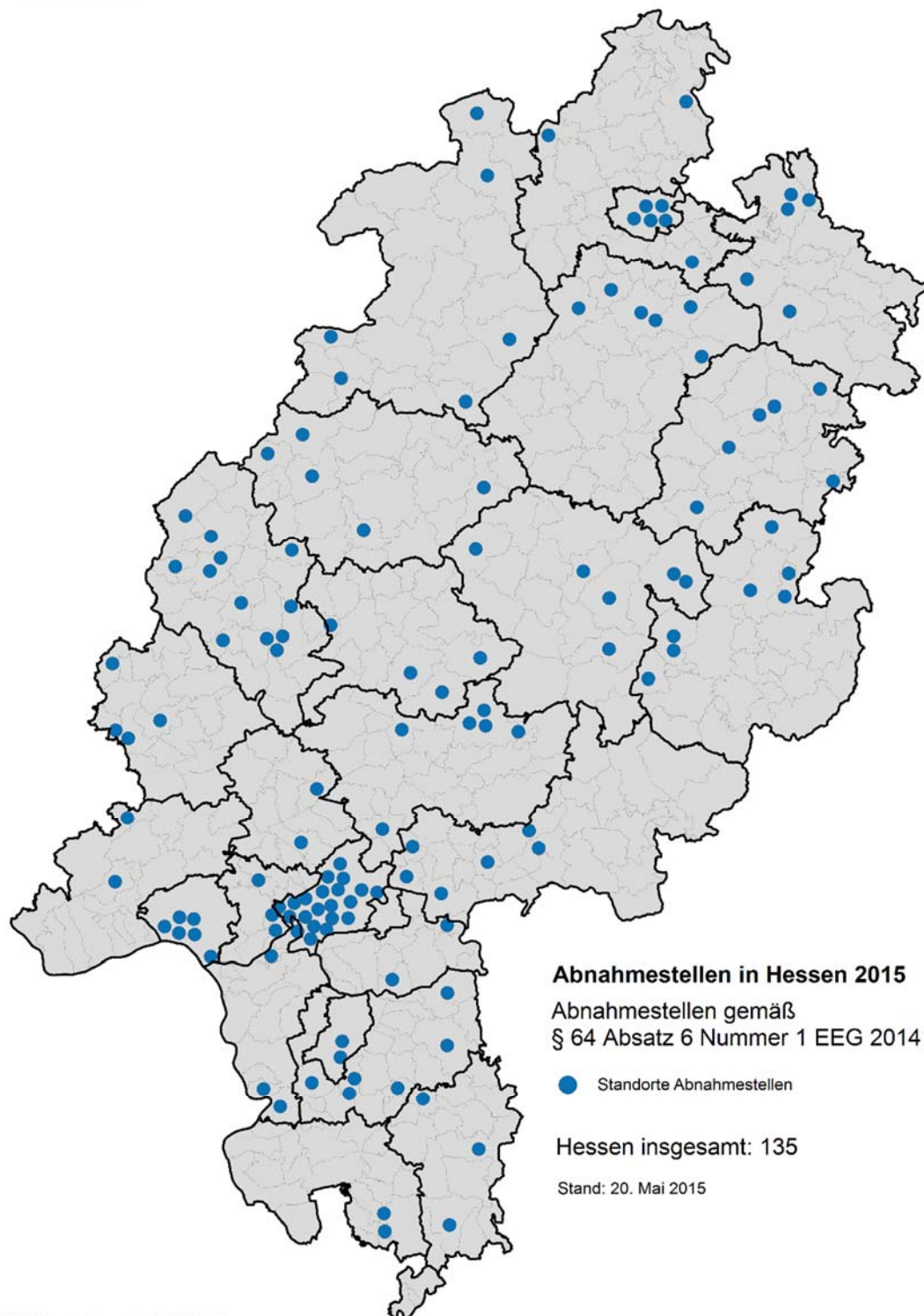


A 4.6: Mit Photovoltaikanlagen im Jahr 2013 in den Gemeinden je 1.000 Einwohner erzeugte Strommengen



A 5 Standorte der von der EEG-Umlage befreiten Unternehmen

A 5.1: Standorte der im Jahr 2015 von der EEG-Umlage in Hessen befreiten Unternehmen



Impressum

Herausgeber

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

Verfasser

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

Redaktion

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

Stand

Wiesbaden, 01.09.2015

Anmerkung zur Verwendung

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

Bildnachweis

Thaut Images – Fotolia (Titel), Sellingpix - Fotolia (S. 9), cristovao31 – Fotolia (S. 13), Jörg Rautenberg – Fotolia (S. 33), Gina Sanders – Fotolia (S.43), Jens Hilberger- Fotolia (S. 51), martin33 – Fotolia (S. 59), industrieblick – Fotolia (S. 65), bluebay2014 – Fotolia (S. 81).

Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden

Auflage

500

Bestellung

Download im Internet unter:
www.wirtschaft.hessen.de
erscheint auch als HA-Report Nr. 898

HESSEN



Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Energie, Verkehr und Landesentwicklung

Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden

www.wirtschaft.hessen.de

HESSEN



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH