

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

HESSEN



Treibhausgasbilanz für das Land Hessen

Bilanzjahr 2011



erstellt vom Hessischen Statistischen Landesamt
und dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie

März 2015

Copyright

© Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2015

Die Vervielfältigung und Verbreitung ist – auch auszugsweise – mit Quellenangabe gestattet.

Autoren

Jacek Walsdorfer, Hessisches Statistisches Landesamt

Janine Dubois, Hessisches Statistisches Landesamt

Redaktion

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Zeichenerklärungen

- = genau Null (nichts vorhanden) bzw. keine Veränderung eingetreten
- x = Angabe nicht sinnvoll
- 0 = Zahlenwert auf Null gerundet

Im Allgemeinen ist ohne Rücksicht auf die Endsumme auf- bzw. abgerundet worden. Das Ergebnis der Summierung der Einzelzahlen kann deshalb geringfügig von der Endsumme abweichen.

Inhalt

Zusammenfassung	8
Auftrag und methodische Hinweise	9
Vorbemerkungen	11
1 Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen	12
1.1 Methode der Bilanzierung energiebedingter Kohlendioxid-Emissionen	12
1.2 Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen im Überblick (Quellenbilanz)	14
1.3 Indikatoren zur Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen (aus der Quellenbilanz)	22
1.4 Verursacherbezogene Kohlendioxid-Emissionen	26
2 Kohlendioxid-Emissionen aus Industrieprozessen	31
2.1 Ermittlung prozessbedingter Kohlendioxid-Emissionen	31
2.2 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Zementklinker	33
2.3 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Kalk	33
2.4 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Glas	34
2.5 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Ammoniak	35
2.6 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Mauer- und Dachziegeln	36
2.7 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Ruß (Industrieruß)	36
3 Methan-Emissionen	38
3.1 Methode zur Ermittlung der Methan-Emissionen und Berechnungsstand	38
3.2 Die Methan-Emissionen im Einzelnen	40
4 Lachgas-Emissionen	44
4.1 Methode zur Ermittlung der Lachgas-Emissionen	44
4.2 Die Lachgas-Emissionen im Einzelnen	44
5 Schlussbetrachtung	48

Verwendete Abkürzungen	52
Quellenverweis	53
Anhang	54
Anhang 1: Demographische und gesamtwirtschaftliche Entwicklung	55
Anhang 2: Glossar	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren.....	16
Tabelle 2	Struktur der CO ₂ -Emissionen der Industrie in Hessen im Jahr 2011	19
Tabelle 3	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011	21
Tabelle 4	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen bezogen auf Einwohner, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen und Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2011.....	23
Tabelle 5	Effektive CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen im Jahr 2011	28
Tabelle 6	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011.....	32
Tabelle 7	Methan-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1995 bis 2011	40
Tabelle 8	Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011	41
Tabelle 9	Lachgas-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1995 bis 2011	45
Tabelle 10	Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011	46
Tabelle 11	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren (Auszug aus Tabelle 1).....	48
Tabelle 12	Entwicklung der Emissionen in Hessen in CO ₂ -Äquivalenten von 1995 bis 2011.....	49
Tabelle 13	Entwicklung der Bevölkerung in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1990 bis 2012	55
Tabelle 14	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012	57
Tabelle 15	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012.....	58
Tabelle 16	Struktur der Bruttowertschöpfung in Hessen und in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2012.....	59
Tabelle 17	Zahl der Erwerbstätigen in Hessen und Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2012	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011	15
Abbildung 2	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren.....	17
Abbildung 3	Entwicklung der sektoralen Struktur der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011.....	20
Abbildung 4	Abweichungen der energiebedingten CO ₂ -Emissionen bezogen auf Einwohner, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen von den Werten in Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2011	26
Abbildung 5	Quellen- und verursacherbezogene CO ₂ -Emissionen der Hauptemissionssektoren in Hessen im Jahr 2011	27
Abbildung 6	CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen von 1990 bis 2011.....	29
Abbildung 7	Verursacherbezogene CO ₂ -Emissionen in Hessen im Jahr 2011 (Sankey-Diagramm).....	30
Abbildung 8	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011.....	32
Abbildung 9	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Zementklinkerherstellung.....	33
Abbildung 10	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Kalkherstellung	34
Abbildung 11	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Glasherstellung	34
Abbildung 12	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Ammoniakherstellung	35
Abbildung 13	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Ziegelherstellung.....	36
Abbildung 14	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Rußherstellung.....	37
Abbildung 15	Entwicklung der Methan-Emissionsstruktur in Hessen in den Jahren 1995 und 2011	42
Abbildung 16	Entwicklung der Lachgas-Emissionsstruktur in Hessen in den Jahren 1995 und 2011	47
Abbildung 17	Entwicklung der Struktur der Gesamtemissionen in Hessen in CO ₂ -Äquivalenten in den Jahren 1995 und 2011.....	50
Abbildung 18	Veränderung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen und in Deutschland von 1992 bis 2012.....	56
Abbildung 19	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (preisbereinigt, verkettet) je Einwohner in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012	58

Zusammenfassung

Die Hessische Treibhausgasbilanz (Bilanzjahr 2011) gibt einen Überblick über die Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Klimagase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) für das Bundesland Hessen. Hierbei werden die Emissionen nach den jeweiligen Emissionssektoren aufgeschlüsselt und ab dem Jahr 1990 (CO₂) bzw. 1995 (CH₄, N₂O) wiedergegeben.

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung aller drei Klimagase werden die Emissionsdaten auf Basis von CO₂-Äquivalenten dargestellt, indem die Methan- und Lachgasmengen mit dem „Global Warming Potential“ (GWP) entsprechend der Höhe ihres klimawirksamen Potentials gewichtet werden. Die nachstehende Tabelle zeigt die Emissionsmengen für Hessen im Zeitraum 1995 bis 2011.

Entwicklung der Emissionen in Hessen in CO₂-Äquivalenten von 1995 bis 2011

Treibhausgas	Chemische Formel	GWP	1995	2000	2005	2009	2010	2011	1995/ 2000	1995/ 2011
			Menge in 1000 t CO ₂ -Äquivalent						Veränderung in %	
Kohlendioxid	CO ₂	1	47 232	45 043	42 624	38 218	38 990	37 103	- 4,6	- 21,4
Energiebedingt ^{1) 2)}	CO ₂	1	46 340	44 078	41 912	37 537	38 298	36 463	- 4,9	- 21,3
Prozessbedingt	CO ₂	1	892	965	713	681	691	640	8,2	- 28,2
Methan ²⁾	CH ₄	21	4 727	3 284	2 488	2 149	2 081	1 935	- 30,5	- 59,1
Lachgas ²⁾	N ₂ O	310	2 218	2 365	2 016	1 919	1 830	1 960	6,6	- 11,6
Insgesamt			54 177	50 692	47 128	42 286	42 901	40 999	- 6,4	- 24,3

1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch. – 2) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die wichtigsten Ergebnisse (jeweils bezogen auf das Jahr 2011) sind:

- In Hessen wurden 41 Millionen t CO₂-Äquivalente emittiert.
- Hierbei machte Kohlendioxid 90,5 % des Emissionsgeschehens aus; auf Methan entfielen 4,7 % sowie auf Lachgas 4,8 % der CO₂-Äquivalente.
- Die Emissionen der Treibhausgase gingen insgesamt seit 1995 um rund 24 % zurück: Der Rückgang betrug bei Kohlendioxid 21,4 %, bei Lachgas 11,6 % und bei Methan sogar 59,1 %.

Bezieht man die Kohlendioxid-Emissionen auf die Anzahl der Einwohner bzw. das Bruttoinlandsprodukt in Hessen, lässt sich Folgendes festhalten:

- Beide spezifischen Emissionswerte haben in den letzten beiden Jahrzehnten deutlich abgenommen.
- Die hessischen Pro-Kopf-Emissionen lagen im Jahr 2011 um mehr als ein Drittel niedriger als im Bund.
- Das Bruttoinlandsprodukt 2011 wurde in Hessen im Vergleich zu Deutschland mit einem um 44 % niedrigeren CO₂-Ausstoß erwirtschaftet.

Hessische Treibhausgasbilanz

Auftrag und methodische Hinweise

Die Treibhausgasbilanz für das Land Hessen für das Bilanzjahr 2011 wurde im Auftrag des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie erstellt. Der Bericht enthält darüber hinaus vergleichende Betrachtungen für den Zeitraum von 1990 bzw. 1995 bis 2011.

Mit den Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden für Hessen die wichtigsten Stoffe des Kyoto-Protokolls dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass sie, wie für die Bundesrepublik im Nationalen Inventarbericht (National Inventory Report, NIR) 2014 insgesamt dargestellt, auch in Hessen rund 99 % der direkt klimawirksamen Emissionen (in CO₂-Äquivalenten) ausmachen. Die übrigen Kyoto-Gase – wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) – waren 2011 auf Bundesebene lediglich zu etwa 1,4 % an den gesamten Emissionen beteiligt. Gemäß den Vereinbarungen zur zweiten Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll (2013 bis 2020) ist auch Stickstofftrifluorid (NF₃) zu erfassen. Diese restlichen vier Stoffgruppen werden zu einem späteren Zeitpunkt einbezogen, da derzeit keine länderspezifischen Daten im statistischen System vorliegen. Ein hierfür notwendiges Modell – analog zum deutschen Erfassungssystem für den Nationalen Inventarbericht – muss noch entwickelt werden. Die im Rahmen der nationalen Treibhausgas-Berichterstattung ausgewiesenen Einbindungen von Treibhausgasen in Senken sind zum jetzigen Zeitpunkt ebenfalls noch nicht auf die Bundesländer übertragbar. Nach gegenwärtigem Stand kann die Umwelt-ökonomische Gesamtrechnung der Länder aus dem Modul LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, engl.: Land Use, Land Use Change and Forestry) keine länderspezifischen Daten erhalten.

Die Treibhausgasbilanz für das Land Hessen basiert ausschließlich auf modellhaften Berechnungen. Es werden keine Messwerte von Emittenten, wie Kraftwerken, Anlagen oder Fahrzeugen, herangezogen. Die Ermittlung der emittierten Schadstoffmengen erfolgt auf der Grundlage eines Berechnungsmodells, welches sich auf die durch menschliches Handeln (Wirtschaft, Konsum) verursachten Schadstoffeinträge konzentriert. In den Tabellen und Grafiken werden gerundete Werte dargestellt. Anteile bzw. Veränderungsraten wurden mit den (intern) zur Verfügung stehenden exakten Werten (die mehr Nachkommastellen enthalten können) ermittelt, so dass sich Differenzen zu einer Berechnung mit den in den Tabellen nachgewiesenen, gerundeten Werten ergeben können.

Die Bilanzierung des Kohlendioxids erfolgt für Energieerzeugungs- und Produktionsprozesse. Grundlage für die energiebedingten CO₂-Emissionen ist die Energiebilanz des Landes, die vom Hessischen Statistischen Landesamt im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung jährlich erstellt wird. Zusätzlich werden die Emissionsmengen für ausgewählte Produktionsprozesse berechnet. Für beide Berechnungsfelder werden die Methoden des Länderarbeitskreises Energiebilanzen angewendet. Die Berechnungen zu den Methan- und Lachgas-Emissionen erfolgen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder nach der dort festgelegten, für alle Bundesländer

einheitlichen Methode. Bei allen Berechnungsfeldern wird weitgehend analog zur Methode vorgegangen, die das Umweltbundesamt bei der Erstellung des Nationalen Inventarberichts im Rahmen der Berichterstattung unter der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) einsetzt. Die methodischen Grundlagen für die Berechnungsfelder werden den Mitgliedern des Länderarbeitskreises Energiebilanzen und des Arbeitskreises „Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder“ (UGRdL) jeweils zur Verfügung gestellt.

Für die Treibhausgasbilanzen und für die wirtschaftlichen Bezugsgrößen gilt das Inlandsprinzip. Das bedeutet auch, dass alle durch den Flughafen Frankfurt am Main verursachten Emissionen aus methodischen Gründen zunächst in Hessen verbucht werden. Da sie überwiegend der Abwicklung des überregionalen und internationalen Flugverkehrs dienen, wird in einem zweiten Schritt analog zu den für Deutschland angewendeten Anteilen eine Aufteilung in national und international verursachte Emissionen vorgenommen.

Seit 2007 legt das Hessische Statistische Landesamt jährlich eine Treibhausgasbilanz vor, die die hessischen Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas umfasst. Als Basisjahr für die energiebedingten CO₂-Emissionen wurde analog zur internationalen Berichterstattung 1990 gewählt. Die Bilanzierung der prozessbedingten CO₂-Emissionen basiert auf 1995. Hauptgrund für das spätere Bezugsjahr ist, dass weiter zurückliegende statistische Daten nicht zu ermitteln waren bzw. nicht in der erforderlichen Abgrenzung zur Verfügung standen. Für die Treibhausgase Methan und Lachgas konnte ebenfalls bedingt durch die statistische Datenlage nur 1995 als Basisjahr ausgewählt werden.

Der Bericht zur Treibhausgasbilanz gliedert sich in fünf Kapitel. Das *erste* Kapitel, welches die Analysen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung im Rahmen der früheren Energieberichterstattung der Hessischen Landesregierung fortführt, gibt neben methodischen Erläuterungen einen Überblick über die Entwicklung und die Struktur der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland. Ergänzt wird die Darstellung um Indikatoren zur Entwicklung dieses bedeutendsten Teils des Emissionsgeschehens sowie um eine verursacherbezogene Betrachtung. Gegenstand des *zweiten* Kapitels sind die CO₂-Emissionen der Industrieprozesse. Es geht auf die einzelnen für Hessen relevanten Prozesse ein. Das *dritte* und *vierte* Kapitel befassen sich mit Methan- bzw. Lachgas-Emissionen. Der Methodenbeschreibung folgt jeweils eine Gegenüberstellung der hessischen und der gesamtdeutschen Entwicklung. Das *fünfte* Kapitel enthält zum Abschluss eine Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen in Hessen, dargestellt in CO₂-Äquivalenten. Im Anhang werden Faktoren wie Bevölkerungsentwicklung und gesamtwirtschaftliches Wachstum beleuchtet, die die Beurteilung der Emissionsentwicklung, insbesondere bei den Indikatoren, erleichtern.

Vorbemerkungen

Mit der fortschreitenden Industrialisierung verändert sich der globale Stoffhaushalt der Atmosphäre deutlich. Als Folge menschlicher Aktivitäten ist die CO₂-Konzentration seit Beginn der industriellen Revolution weltweit um 40 % gestiegen. Die Methankonzentration hat sich um 150 % erhöht, und die von Lachgas ist um 20 % gewachsen (IPCC 2013). Weitere Treibhausgase, die überwiegend nicht aus natürlichen, sondern aus synthetischen Quellen stammen, werden durch den Einsatz und die Verwendung von FCKW, Halonen, FKW, HFKW sowie SF₆ an die Atmosphäre abgegeben (NIR 2014). Als gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis gilt mittlerweile, dass der Treibhauseffekt und die daraus resultierende Klimaerwärmung überwiegend anthropogen (durch menschliches Handeln) verursacht sind. Das bestätigt der Fünfte Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen des IPCC (IPCC 2013) zum wiederholten Mal. Auf der Basis dieser Feststellungen hat die internationale Gemeinschaft in einem langen Prozess Ziele und Strategien zur Begrenzung der globalen Erderwärmung formuliert.

Auf der Klimakonferenz von Kyoto (1997) legten sich die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention erstmalig verbindlich auf bestimmte Reduktionsziele fest. Abgeleitet von den Zielen für die Industrienationen hat auch die Europäische Gemeinschaft konkrete Reduktionsverpflichtungen übernommen, die im Rahmen der Lastenteilung zwischen den Mitgliedstaaten aufgeteilt wurden. Daraus resultierend verpflichtete sich Deutschland völkerrechtsverbindlich, die nationalen Treibhausgasemissionen – als die zusammengefassten Emissionen von CO₂, CH₄, N₂O sowie HFKW, FKW und SF₆ – bis 2008 / 2012 um 21 % gegenüber dem Basisjahr 1990 (bzw. 1995) zu reduzieren.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht nur von Interesse, wie sich die Treibhausgasemissionen in der gesamten Volkswirtschaft entwickeln. Auch die Kenntnis der regionalen Veränderungen gibt wichtige Aufschlüsse über die Gesamtentwicklung. Deshalb ist die jährliche Treibhausgas-Bilanzierung im Bundesland Hessen folgerichtig und wegen des wachsenden Interesses der Öffentlichkeit sowie der Politik auch notwendig. Unter anderem bilden die Treibhausgasemissionen einen wichtigen Zielindikator im Bereich Ökologie im Rahmen der hessischen Nachhaltigkeitsstrategie.

1 Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen

1.1 Methode der Bilanzierung energiebedingter Kohlendioxid-Emissionen

Das farb- und geruchlose Gas Kohlendioxid ist mit einer Konzentration von rund 0,04 % ein natürlicher Bestandteil der Luft. Es entsteht hauptsächlich bei der vollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Substanzen sowie im Organismus von Lebewesen bei der Zellatmung. Es ist das wichtigste klimarelevante Spurengas. Der Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration durch die vom Menschen verursachten (anthropogenen) CO₂-Emissionen verstärkt den natürlichen Treibhaus-effekt, was zur globalen Erwärmung beiträgt. Hauptquelle für klimawirksame Emissionen ist die Verbrennung von fossilen Energieträgern – das sind Kohle, Erdöl, Erdgas und deren kohlenstoffhaltige Umwandlungsprodukte – zur Erzeugung von Nutzenergie.

In Deutschland hat sich der (relative) Beitrag der Energieumwandlungsprozesse in den letzten Jahren sukzessive erhöht, da die Emissionen der anderen Treibhaus-gase, insbesondere in der Landwirtschaft und Abfallbeseitigung, überdurchschnittlich abgenommen haben. So wird in der nationalen Emissionsberichterstattung (Nationale Trendtabellen des Umweltbundesamts, Stand: November 2013) ausgewiesen, dass die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe für das Jahr 2011 gut 83 % der klimawirksamen Emissionen (bezogen auf die Gesamtemissionen in CO₂-Äquivalenten) ausmachten.

Grundlage für die Berechnungen der energiebedingten CO₂-Emissionen bildet die Energiebilanz des Landes, die vom Hessischen Statistischen Landesamt im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz jährlich erstellt wird.

Die Bilanzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen der Länder erfolgt nach einer im Länderarbeitskreis Energiebilanzen zwischen den beteiligten Ländern abge-stimmten Methodik. Genutzt werden spezifische, auf den Heizwert eines Energie-trägers bezogene CO₂-Emissionsfaktoren, die – differenziert nach Energieträgern und Einsatzbereichen – vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt werden. Es werden die gleichen Emissionsfaktoren verwendet, die auch zur Ermittlung der CO₂-Emissionen im Rahmen des nationalen Berichtssystems zum Kyoto-Protokoll dienen. Herangezogen werden die in den Energiebilanzen ausgewiesenen Verbrauchsmengen, die mit den energieträgerbezogenen spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren verknüpft werden. Die einheitliche Methode gewährleistet damit die unmittelbare Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen Bundes- und Landesebene sowie auch mit anderen Bundesländern.

In der Energiebilanz werden Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energieträgern in der Volkswirtschaft oder in einem Wirtschaftsraum für einen bestimmten Zeitraum möglichst lückenlos und detailliert dargestellt. Sie enthält auch Aussagen über den nichtenergetischen Verbrauch ausgewählter Brennstoffe, der jedoch für die CO₂-Bilanzierung keine Rolle spielt. Zum Beispiel werden Energie-träger wie Rohöl, Schweröl oder Erdgas in der chemischen Industrie als Rohstoff eingesetzt. Da sie dabei nicht in Energie umgewandelt werden, sondern vollständig

in die Produkte eingehen, tragen sie nicht zum energiebedingten CO₂-Ausstoß bei. Diese „Rohstoffmengen“ werden deshalb nicht mit Emissionsfaktoren bewertet. (Gleichwohl sind sie jedoch für die Energiebilanz als Verbrauch an Brennstoffen von Interesse.) Biogene Energieträger, wie Brennholz, Klärgas oder Biotreibstoffe, kommen ebenfalls nicht zum Ansatz. Sie gelten als CO₂-neutral, da man davon ausgeht, dass biologisch bereits gebundenes CO₂ lediglich in den Naturkreislauf zurückgegeben wird.

Die Emissionsberechnungen erfolgen zunächst nach dem **Quellenprinzip**. Aus der Zeilengliederung der Energiebilanz werden nur diejenigen Bereiche einbezogen, in denen entweder ein emissionswirksamer Umwandlungseinsatz oder ein Endverbrauch von Energieträgern stattfindet. Dies ist der Fall bei Anlagen der Strom- und Wärmeerzeugung, beim Verbrauch in den Umwandlungsbereichen und in der Energiegewinnung, bei Fackelverlusten sowie in den drei Hauptbereichen des Endenergieverbrauchs. Die Darstellung erfolgt jeweils in der sektoralen Gliederung der Energiebilanzen für

- Energieerzeugung/-umwandlung,
- Industrie (Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden sowie Verarbeitendes Gewerbe),
- Verkehr,
- Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher.

Die Abgrenzung des Industriesektors erfolgt nach der für die amtliche Statistik gültigen Systematik der Wirtschaftszweige. Für den Berechnungsstand des Berichtes wurde die Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008), basierend auf der europäischen NACE, Rev. 2, verwendet.

Die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors werden nach der allgemeinen Methode der Energie- und CO₂-Bilanzierung des Länderarbeitskreises Energiebilanzen anhand der an den einzelnen Standorten der jeweiligen Region vertankten Kraftstoffe ermittelt. Um der exponierten Stellung des Frankfurter Flughafens gerecht zu werden, wird der internationale Luftverkehr bei der Untersuchung des hessischen Verkehrssektors nicht einbezogen. Nur auf diese Weise sind Vergleiche mit Deutschland möglich, da die hier aus der nationalen Inventarberichterstattung übernommenen Werte den internationalen Teil des (Luft-)Verkehrs ebenfalls nicht berücksichtigen. Die Emissionen des gesamten, dem Land Hessen zugerechneten Luftverkehrs werden dabei analog zu den beim Umweltbundesamt verwendeten Prozentanteilen in einen „nationalen“ und einen „internationalen“ Anteil aufgeteilt¹. Die Emissionen des internationalen Luftverkehrs werden also, wie für Deutschland üblich, nur nachrichtlich ausgewiesen.

Bei der Quellenbilanz handelt es sich um eine auf den Primärenergieverbrauch eines

¹ Diese Aufteilung erfolgte für Deutschland bis einschl. NIR 2008 mit einem konstanten Wert für den nationalen Anteil von 20 %. Für Hessen wurde dieser Wert bis einschl. der Treibhausgasbilanz 2005 ebenfalls verwendet. Seitdem werden die nationalen Anteilswerte auf der Basis von Flugbewegungen ermittelt. Deutschlandweit sanken sie von 15 % im Jahr 1990 auf 7,1 % im Jahr 2011 (NIR 2014).

Im vorliegenden Bericht wurden landesspezifische Werte auf Grundlage von Berechnungen des Arbeitskreises UGRdL verwendet. Die für Hessen anzusetzenden Anteilswerte nahmen von 7,2 % (1990) auf 4,3 % (2011) ab.

Landes bezogene Darstellung der Emissionen, unterteilt nach den Emissionsquellen Umwandlungsbereich und Endenergieverbrauch. Dabei bleiben die mit dem aus anderen Bundesländern oder dem Ausland bezogenen Strom zusammenhängenden Emissionen unberücksichtigt. Dagegen werden die Emissionen, die auf die Erzeugung des „ausgeführten“ Stroms zurückzuführen sind, in vollem Umfang nachgewiesen. Die tatsächlichen Emissionen, die sich aus den grenzüberschreitenden Stromlieferungen bzw. -bezügen ergeben, können also in der Quellenbilanz nicht dargestellt werden. Die durch hessische Stromverbraucher verursachten CO₂-Emissionen werden hier also tendenziell unterschätzt, da der Strombedarf in Hessen die Erzeugung auf dem Landesgebiet übertrifft.

Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des im Land emittierten CO₂. Wegen des Stromaustauschs sind jedoch keine direkten Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten der Endenergieverbraucher und den dadurch verursachten Beitrag zu den CO₂-Emissionen eines Landes möglich. Erst bei der **Verursacherbilanz** werden die Emissionen auf den Endenergieverbrauch eines Landes bezogen. Im Unterschied zur Quellenbilanz werden hierbei die Emissionen des Umwandlungsbereichs nicht als solche ausgewiesen, sondern nach dem Verursacherprinzip den sie verursachenden Endverbrauchersektoren zugeordnet. Beim Strom erfolgt die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Der hierzu benötigte Faktor (Generalfaktor) ergibt sich als Quotient der Summe der Emissionen aller deutschen Stromerzeugungsanlagen, soweit sie für den inländischen Verbrauch produzieren, und der Summe des inländischen Stromendverbrauchs. Stromeinfuhren werden dabei unter Anlehnung an die Substitutionstheorie so bewertet, als wären sie in inländischen Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung hergestellt worden. Aufgrund dieser teilweise modellhaften Berechnungsmethode ist ein direkter Zusammenhang mit den tatsächlich in einem Land angefallenen Emissionen, die in der Quellenbilanz dargestellt werden, nicht gegeben.

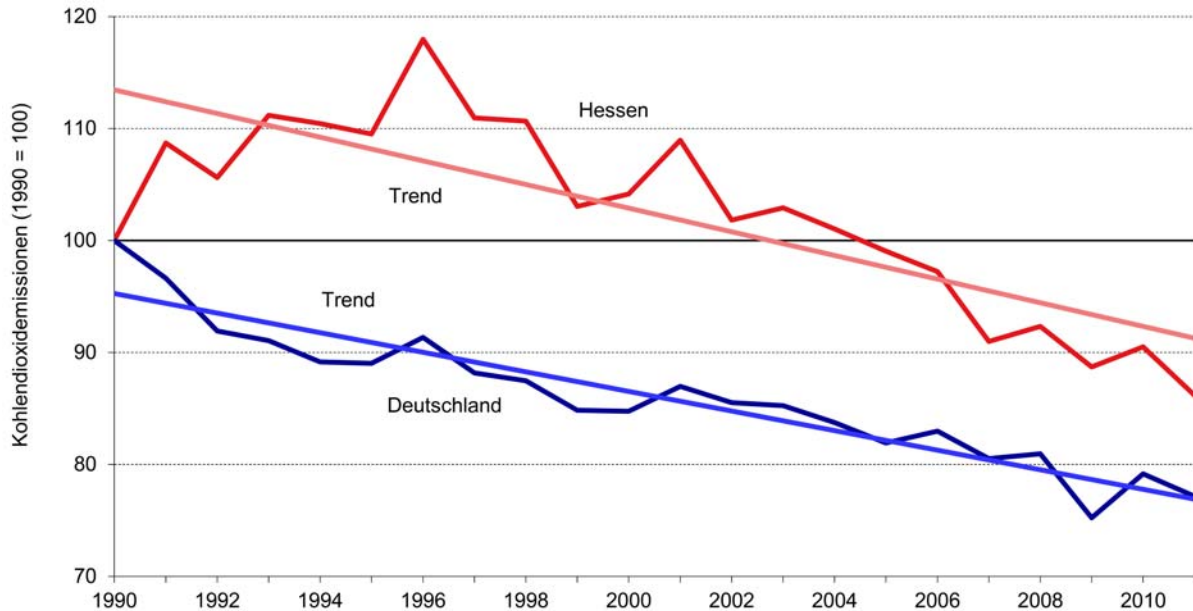
1.2 Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen im Überblick (Quellenbilanz)

Im Jahr 2011 wurden in Hessen energiebedingt – ohne Berücksichtigung des internationalen Luftverkehrs – insgesamt 36,5 Mill. t CO₂ emittiert. Das entsprach gegenüber 2010 einem Rückgang um 1,84 Mill. t (– 5 %). Die CO₂-Emissionen lagen seit 2005 unter dem Wert des Basisjahres 1990. Die Verminderung für 2011 gegenüber 1990 betrug 5,9 Mill. t CO₂ oder 14 %.

Seit 1990 verlief die Entwicklung der hessischen CO₂-Emissionen aus den stationären und mobilen Verbrennungsprozessen in zwei Phasen. So wuchsen die energiebedingten CO₂-Emissionen in den ersten sechs Jahren des Betrachtungszeitraums beträchtlich an. Im Jahre 1996 erreichten die Gesamtemissionen in Hessen mit 49,9 Mill. t ihren absoluten Höchstwert. Sie lagen damit um 18 % über denen des Referenzjahres 1990. Seitdem kam es, wenn auch bei einigen Schwankungen, zu

einer deutlichen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Im Vergleich zu 1996 sind die CO₂-Emissionen in Hessen im Jahr 2011 um 13,5 Mill. t oder 27 % gesunken.

Abbildung 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011



Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltbundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

In Deutschland erreichten die energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2011 eine Höhe von 756 Mill. t. Sie waren damit 2,5 % niedriger als ein Jahr zuvor. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 verminderten sie sich um insgesamt 23 %. Dabei wurde die stärkste Gesamtminierung in der ersten Hälfte der neunziger Jahre erreicht. So waren die CO₂-Emissionen in Deutschland schon im Jahre 1995 um 11 % geringer als 1990 (Abbildung 1). Hauptgrund war die überdurchschnittliche Verminderung der Emissionen in den neuen Bundesländern, die vor allem dem dortigen Strukturwandel geschuldet ist. In den alten Bundesländern hatten sie sich zwischen 1990 und 1995 sogar etwas erhöht.

Tabelle 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren

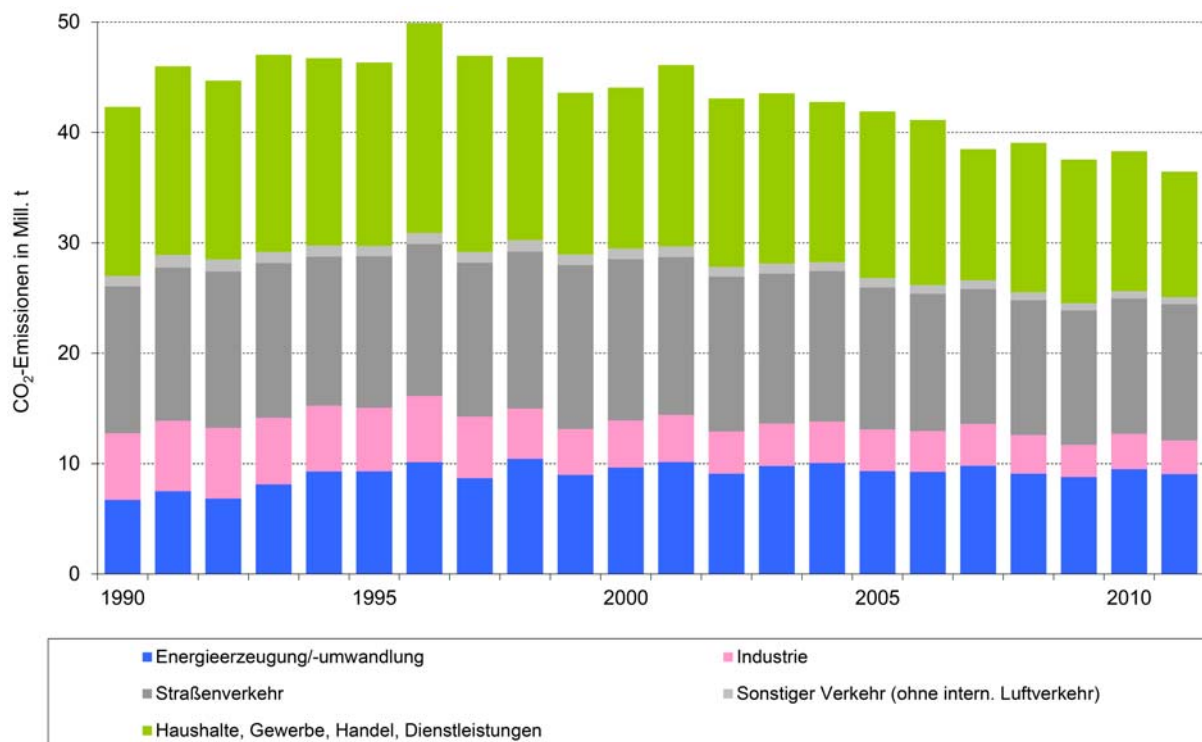
Emissionssektor	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011
	CO ₂ -Emissionen in Mill. t						
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	42,3	46,3	44,1	41,9	37,5	38,3	36,5
Energieerzeugung/-umwandlung	6,7	9,3	9,6	9,3	8,8	9,5	9,1
Industrie	6,1	5,8	4,3	3,8	2,9	3,2	3,0
Verkehr	14,2	14,7	15,6	13,7	12,8	12,9	13,0
Schienenverkehr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Straßenverkehr	13,3	13,7	14,6	12,9	12,2	12,2	12,3
Luftverkehr (national) ²⁾	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
Binnenschifffahrt	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	15,3	16,6	14,6	15,1	13,0	12,7	11,4
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	<i>8,0</i>	<i>9,8</i>	<i>11,9</i>	<i>12,5</i>	<i>11,6</i>	<i>12,0</i>	<i>11,5</i>
	Struktur der CO ₂ -Emissionen in %						
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Energieerzeugung/-umwandlung	15,9	20,1	21,9	22,2	23,4	24,8	24,9
Industrie	14,3	12,4	9,7	9,0	7,8	8,3	8,3
Verkehr	33,6	31,6	35,4	32,7	34,2	33,7	35,6
Schienenverkehr	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Straßenverkehr	31,4	29,6	33,2	30,7	32,4	32,0	33,9
Luftverkehr (national) ²⁾	1,5	1,4	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4
Binnenschifffahrt	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	36,2	35,9	33,1	36,0	34,6	33,1	31,2
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen (1990 = 100)						
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	100	110	104	99	89	91	86
Energieerzeugung/-umwandlung	100	139	144	139	131	142	135
Industrie	100	95	71	63	48	53	50
Verkehr	100	103	109	96	90	91	91
Schienenverkehr	100	87	73	54	44	45	50
Straßenverkehr	100	103	110	97	91	92	93
Luftverkehr (national) ²⁾	100	101	126	109	87	87	82
Binnenschifffahrt	100	97	44	49	41	37	34
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	100	109	95	99	85	83	74
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	<i>100</i>	<i>122</i>	<i>149</i>	<i>156</i>	<i>145</i>	<i>149</i>	<i>143</i>
<p>1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Nur inländischer Luftverkehr (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13). – 3) Einschließlich militärischer Dienststellen. – 4) Internationaler Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13).</p>							

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltbundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Tabelle 1 und Abbildung 2 zeigen die absolute Höhe und die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den einzelnen Sektoren. Der hessische *Energiesektor* emittierte im Jahr 2011 9,1 Mill. t CO₂. Im Vergleich zu 1990 legte der Sektor damit um 2,4 Mill. t oder 35 % zu. Bis zur Mitte der neunziger Jahre war der Energiesektor in Hessen besonders gewachsen. Durch Zubauten im Kraftwerkspark bzw. durch den vermehrten Einsatz von Kohle, Gas und Hausmüll (dessen fossile Anteile CO₂-

wirksam sind) erhöhten sich die hessischen CO₂-Emissionen hier zwischen 1990 und 1998 um gut die Hälfte auf 10,4 Mill. t. In den darauf folgenden Jahren unterschritten sie nur noch zweimal (1999 und 2009) knapp das Niveau von 9 Mill. t. Die unterschiedliche Höhe der CO₂-Emissionen des Energiesektors hängt aber auch mit der von Jahr zu Jahr differierenden Bruttostromerzeugung der betreffenden Kraftwerke zusammen. Hierbei spielen Rohstoffpreise und -verfügbarkeit, Wartungen bzw. Revisionen eine entscheidende Rolle. So wurde der nahezu das gesamte Jahr 2007 andauernde Ausfall der hessischen Energieerzeugung aus Kernenergie unter anderem durch die vermehrte Nutzung fossiler Energieträger aufgefangen. Als 2009 erneut außergewöhnlich geringe Strommengen aus Kernenergie erzeugt wurden, fiel dies mit einem verringerten Energiebedarf in der Industrie zusammen. Da 2010 die Kernenergie wieder genutzt werden konnte, wäre ein geringerer CO₂-Ausstoß des Energiesektors zu erwarten gewesen; tatsächlich stieg er aufgrund der gesamtwirtschaftlichen Erholung im Vergleich zum Vorjahr um 8,3 %. Umgekehrt gingen die CO₂-Emissionen des Energiesektors im Jahr 2011 – aufgrund der milden Witterung – um 4,7 % zurück, als die Nutzung der Kernenergie in Hessen endgültig beendet wurde.

Abbildung 2 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren



Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Der CO₂-Ausstoß aus dem *Verkehr* betrug im Jahr 2011 13 Mill. t. Hier war bis zum Ende der neunziger Jahre eine Zunahme der Emissionen zu beobachten. Den höchsten Stand erreichten sie mit 15,8 Mill. t im Jahr 1999. Danach gingen sie im Durchschnitt um 236 000 t pro Jahr zurück, so dass der CO₂-Ausstoß des

Verkehrssektors nun deutlich – und zwar um 8,8 % – unter das Niveau des Basisjahres 1990 zurückgefallen ist.

95 % der gesamten inländischen Verkehrsemissionen kamen 2011 aus dem Straßenverkehr. Dieser Teilsektor bestimmte die Entwicklung der gesamten Verkehrsemissionen wesentlich, denn den höchsten Punkt verzeichnete die Kurve der Emissionsentwicklung des Straßenverkehrs im Jahr 1999 parallel zu den gesamten Verkehrsemissionen. Danach trat trotz steigender Zulassungszahlen und wachsender Verkehrsdichte eine nachhaltige Verminderung ein. Der Wert des Basisjahres wurde 2011 um 7,2 % unterschritten.

Der gesamte Flugverkehr des Flughafens Frankfurt am Main (national und international zusammen) hat sich äußerst dynamisch entwickelt: Die Zahl der Starts und Landungen ist im Betrachtungszeitraum um 50 % gestiegen. Passagierzahl und Frachtaufkommen wuchsen sogar um 90 bzw. 70 %. Dementsprechend steigerten sich die CO₂-Emissionen aus dem Luftverkehr von 1990 bis 2011 um rund 39 %. Die stärkere Gewichtung des internationalen Anteils (vgl. Fußnote 1, Seite 13) bewirkt allerdings, dass die hierdurch verursachten Emissionen überproportional anstiegen. Sie betragen 1990 8 Mill. t. Bis 2008 hatten sie sich stetig um insgesamt 63 % auf 13,1 Mill. t erhöht. Ursprünglich ausgelöst durch die Finanzkrise 2009, blieben sie seither – trotz wieder steigender Luftverkehrszahlen – unter 12 Mill. t. 2011 beliefen sie sich auf 11,5 Mill. t, was einer Abnahme um 3,8 % im Vergleich zum Vorjahr, jedoch 143 % der Menge von 1990 entspricht. Die national anrechenbaren Emissionen verminderten sich seit Ende der neunziger Jahre kontinuierlich. Sie lagen 2011 bei 521 000 t CO₂ und hatten sich damit gegenüber 1990 um 114 000 t oder knapp 18 % reduziert.

Die hessische *Industrie* senkte ihre energiebedingten CO₂-Emissionen in den untersuchten 21 Jahren um 3 Mill. t. Im Bereich „*Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen*“, der unter anderem die privaten Haushalte und das Kleingewerbe umfasst, waren die CO₂-Emissionen im Jahr 2011 mit 11,4 Mill. t um 3,9 Mill. t niedriger als 1990. Die jährlichen Schwankungen in der Emissionsentwicklung sind in diesem Sektor überwiegend temperaturbedingt. So fiel der Wert im kalten Jahr 1996 besonders hoch aus. Der jüngste Rückgang um gut 10 % gegenüber dem Jahr 2010 ist auf dieselbe Ursache zurückzuführen.

Seit 1990 gab es in der sektoralen Struktur der CO₂-Emissionen einige Verschiebungen. Die hessische Industrie reduzierte ihren Beitrag am Gesamt-CO₂-Ausstoß deutlich um 6 Prozentpunkte. Dies ist eine Folge der Verschiebungen in der Wirtschaftsstruktur seit 1990. Der Beitrag des Verkehrssektors lag zuletzt wieder über dem des Basisjahres (+ 2 Prozentpunkte). Auf der anderen Seite nahm der Anteil des Energiesektors erkennbar zu (+ 9 Prozentpunkte). Der Anteil des Bereichs „*Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen*“ ging um 5 Prozentpunkte zurück.

Die Industrie verfügt über besonders große Einsparpotentiale. Daher wird die Struktur des industriellen CO₂-Ausstoßes vertiefend dargestellt. Die hessische Industrie emittierte im Jahr 2011 insgesamt 3 Mill. t CO₂. Die Emissionen konzentrierten sich auf einige wenige Wirtschaftszweige (Tabelle 2).

Tabelle 2 Struktur der CO₂-Emissionen der Industrie in Hessen im Jahr 2011

Industriezweige	CO ₂ -Emissionen	Sektorstruktur	
	1000 t	%	%-kumul.
Chemische Industrie, Pharmazie	683	22,6	22,6
Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	406	13,4	36,0
NE-Metalle, Gießereiindustrie	386	12,8	48,7
Papiergewerbe	274	9,1	57,8
Ernährungs- und Tabakgewerbe	273	9,0	66,8
Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	209	6,9	73,7
Herstellung von Metallerzeugnissen	165	5,5	79,1
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	154	5,1	84,2
Fahrzeugbau	128	4,2	88,5
Maschinenbau	75	2,5	90,9
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	68	2,3	93,2
Sonstige Wirtschaftszweige	206	6,8	100,0
Industrie insgesamt	3 027	100,0	

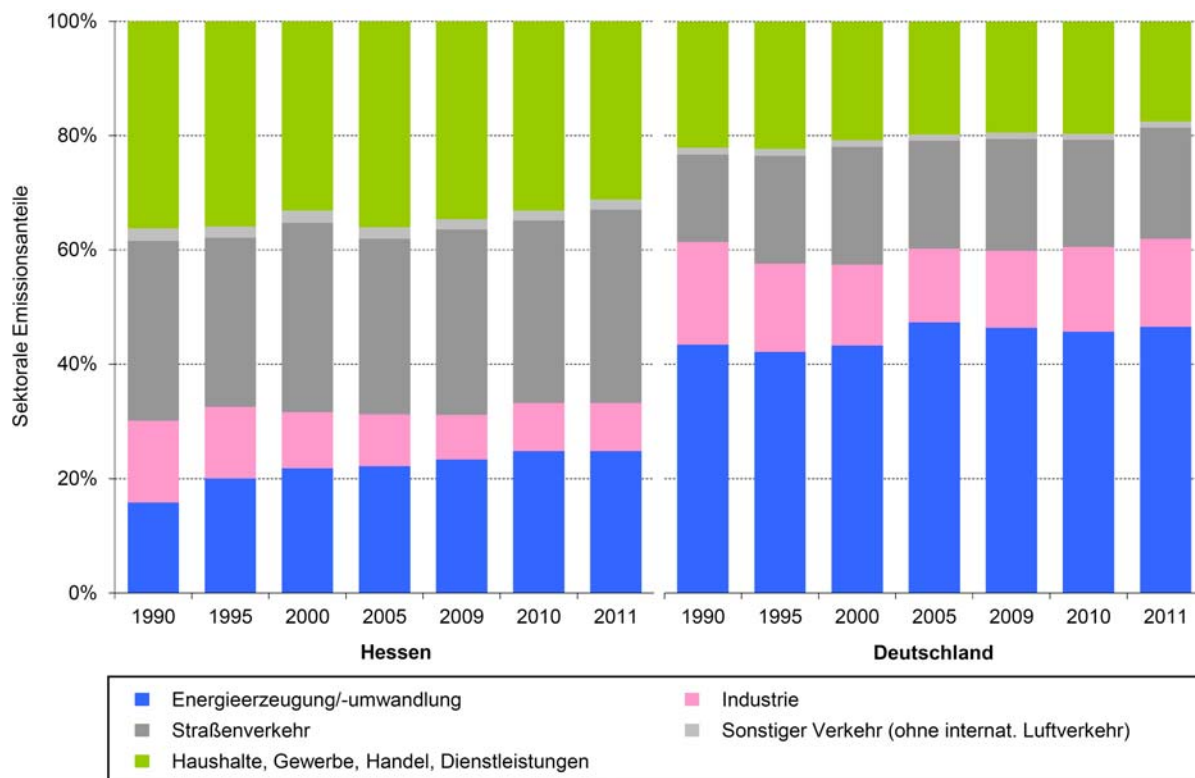
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Mit 683 000 t CO₂ ist die Chemische Industrie/Pharmazie Hauptemittent der hessischen Wirtschaft. Das entspricht rund 23 % der gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen der Industrie, während auf die Betriebe dieses Wirtschaftszweiges gut ein Viertel der Bruttowertschöpfung und nur 12 % der Erwerbstätigen der Industrie entfallen. An der zweiten Stelle folgt mit einigem Abstand die Verarbeitung von Steinen und Erden (Gips-, Beton-, Zement- und Baukeramikproduktion) einschließlich dem Glasgewerbe mit 406 000 t und einem Anteil von gut 13 % am CO₂-Ausstoß. Die dritte Position nimmt die Herstellung von Nichteisen-Metallen und Gießereierzeugnissen mit 386 000 t CO₂ (Anteil: knapp 13 %) ein. Das Papiergewerbe erreicht mit 274 000 t CO₂ einen Anteil von 9,1 %. Mit 273 000 t (9 %) trägt das Ernährungs- und Tabakgewerbe zum CO₂-Ausstoß bei. Weitere 209 000 t (Anteil: 6,9 %) fallen bei der Herstellung von Roheisen, Stahl und eisenhaltigen Legierungen an. Die restlichen Mengen verteilen sich auf die übrigen Wirtschaftszweige.

Vergleicht man die sektorbezogenen Emissionen Hessens und Deutschlands insgesamt, werden deutliche Unterschiede sichtbar (Tabelle 3 und Abbildung 3). Besonders ausgeprägt sind die Differenzen beim *Energiesektor*, der im Jahr 2011 in Deutschland mit 47 % ein fast doppelt so großes Gewicht hatte wie in Hessen (25 %). Demgegenüber fallen in Hessen die relativen Emissionsanteile des gesamten Verkehrs wesentlich höher aus als im Bundesgebiet. In Hessen ist der Anteil der Emissionen aus dem *Straßenverkehr* um 14 Prozentpunkte höher als in Deutschland. Der nationale wie auch der internationale *Luftverkehr* spielen für Hessen eine besondere Rolle: Insgesamt fielen im Bundesland Hessen 2011 über 47 % aller Luftverkehrs-Emissionen Deutschlands an. In Anteilswerten ausgedrückt, bedeutet das, dass der Anteil des inländischen Flugverkehrs an den CO₂-Gesamtemissionen in Hessen mit 1,4 % fast sechsmal so hoch ist wie in

Deutschland (gut 0,2 %).² Bei den Anteilen des Sektors „*Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen*“ liegt Hessen rund 14 Prozentpunkte über dem Deutschlandwert.

Abbildung 3 Entwicklung der sektoralen Struktur der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011



Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltbundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die sektorale Struktur der CO₂-Emissionen unterlag seit 1990 erheblichen Verschiebungen zwischen den Emissionssektoren. In Hessen werden dabei im Großen und Ganzen ähnliche Entwicklungen deutlich wie in ganz Deutschland. Zugenommen hat der Beitrag der *Energieerzeugung und -umwandlung* zu den CO₂-Emissionen Deutschlands (1990: 43,4 %, 2011: + 3,1 Prozentpunkte). Diese Tendenz weisen auch die hessischen Ergebnisse aus, ausgehend von einem wesentlich geringeren Niveau (1990: 15,9 %, 2011: + 9 Prozentpunkte). Der Anteil des *Straßenverkehrs* am Emissionsgeschehen wuchs in Deutschland im Vergleich zum Basisjahr um 4,2 Prozentpunkte; in Hessen stieg er um 2,4 Prozentpunkte. Der Emissionsbeitrag der *Industrie* reduzierte sich in Deutschland wie in Hessen. Er lag für Deutschland zuletzt bei 15,4 % und hatte sich so um 2,5 Prozentpunkte vermindert (Hessen: 8,3 %; – 6 Prozentpunkte). Der Emissionsanteil des Sektors „*Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen*“ nahm deutschlandweit um 4,6 Prozentpunkte ab. In Hessen verringerte sich sein Anteil um 5 Prozentpunkte.

² Der Anteil des internationalen Flugverkehrs kann nicht angegeben werden, da er nicht in die Summe der CO₂-Gesamtemissionen eingeht. Die Gesamtemissionen werden gemäß internationaler Konvention sowohl für Deutschland als auch für Hessen stets um den Beitrag des internationalen Luftverkehrs bereinigt ausgewiesen.

Tabelle 3 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2011

Emissionssektor	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011
	CO ₂ -Emissionen in Mill. t						
Hessen							
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	42,3	46,3	44,1	41,9	37,5	38,3	36,5
Energieerzeugung/-umwandlung ²⁾	6,7	9,3	9,6	9,3	8,8	9,5	9,1
Industrie	6,1	5,8	4,3	3,8	2,9	3,2	3,0
Verkehr	14,2	14,7	15,6	13,7	12,8	12,9	13,0
Schienenverkehr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Straßenverkehr	13,3	13,7	14,6	12,9	12,2	12,2	12,3
Luftverkehr (national) ⁴⁾	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
Binnenschifffahrt	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁵⁾	15,3	16,6	14,6	15,1	13,0	12,7	11,4
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁶⁾</i>	8,0	9,8	11,9	12,5	11,6	12,0	11,5
Deutschland							
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	979,7	872,2	830,2	802,4	737,0	775,5	755,9
Energieerzeugung/-umwandlung ²⁾	425,4	367,6	359,2	379,6	341,8	354,2	351,5
Industrie	175,6	134,4	117,7	103,8	99,1	115,2	116,6
Verkehr ³⁾	162,4	175,7	181,0	160,4	152,7	153,5	155,5
Schienenverkehr	2,9	2,3	1,9	1,3	1,1	1,1	1,1
Straßenverkehr	150,4	165,1	171,2	151,7	144,4	145,5	147,5
Luftverkehr (national) ⁴⁾	2,3	1,9	2,3	2,1	2,2	2,1	1,8
Binnenschifffahrt	2,1	1,8	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁵⁾	216,3	194,5	172,4	158,6	143,4	152,6	132,3
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁶⁾</i>	12,0	15,3	19,5	23,1	24,7	24,5	23,6
Hessen in % von Deutschland							
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	4,3	5,3	5,3	5,2	5,1	4,9	4,8
Energieerzeugung/-umwandlung ²⁾	1,6	2,5	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6
Industrie	3,4	4,3	3,6	3,6	2,9	2,8	2,6
Verkehr	8,8	8,3	8,6	8,5	8,4	8,4	8,4
Schienenverkehr	3,9	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	5,2
Straßenverkehr	8,8	8,3	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4
Luftverkehr (national) ⁴⁾	27,5	33,2	34,4	32,3	24,8	26,7	28,4
Binnenschifffahrt	9,1	10,4	9,4	9,7	9,4	8,4	7,3
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁵⁾	7,1	8,5	8,5	9,5	9,1	8,3	8,6
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁶⁾</i>	66,7	64,1	61,1	54,3	46,9	48,9	48,8
<p>1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Einschließlich diffuser Emissionen aus Brennstoffen. – 3) Für Deutschland einschließlich anderer Verkehr lt. Nationalem Inventarbericht. – 4) Nur inländischer Luftverkehr (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13). – 5) Einschließlich militärischer Dienststellen. – 6) Internationaler Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13).</p>							

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltbundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Bedeutendste Quelle für die direkten energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen war im Jahr 2011 der Verkehrssektor mit einem Anteil von 36 %. Dahinter folgte der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ mit 31 %. Bei Letzterem sind die Emissionen überwiegend auf den Verbrauch von Heizöl und Gas zu Heizzwecken zurückzuführen. Im Verkehrssektor spielt der Treibstoffverbrauch im Straßenverkehr

die tragende Rolle: 95 % der Verkehrsemissionen bzw. 34 % der Gesamtemissionen stammen daher. Der aus dem Stromverbrauch in den verschiedenen Sektoren hervorgehende CO₂-Ausstoß wird dem Bereich „Energieerzeugung und -umwandlung“ zugerechnet. Auf diesen entfielen 2011 fast 25 % der CO₂-Emissionen. Der direkte energiebedingte CO₂-Ausstoß der Industrie spielte mit gut 8 % dagegen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.

1.3 Indikatoren zur Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen (aus der Quellenbilanz)

Indikatoren spielen in der Klimaschutzpolitischen Diskussion sowie im Rahmen des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung eine wichtige Rolle. So können durch die Verknüpfung der CO₂-Emissionen mit geeigneten Bezugsgrößen energiewirtschaftliche und klimapolitische Zusammenhänge besser beurteilt werden. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Entwicklung dieser spezifischen CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland.

Bezieht man den absoluten CO₂-Ausstoß auf die Zahl der *Einwohner*, differenziert sich das Bild zwischen Deutschland und Hessen. Von 1990 auf 1991 stiegen die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen in Hessen deutlich von 7,4 t auf 7,94 t. Zwischen 1992 und 1998 schwankten sie zwischen 7,6 t und 8,3 t, um erst am Ende der neunziger Jahre wieder unter das Ausgangsniveau abzusinken. Ab 1999 blieben die spezifischen einwohnerbezogenen CO₂-Emissionen mit nur einer Ausnahme im heizintensiven Jahr 2001 stets unter 7,3 t pro Jahr. Seit 2007 liegen sie sogar unter 6,5 t. Für den Bund fielen die Werte, bei etwa gleichem Entwicklungsverlauf, stets höher aus. Im Basisjahr waren die gesamtdeutschen Emissionen pro Einwohner noch 4,94 t höher. Der Abstand verringerte sich danach mehr und mehr, wobei sich die geringste Differenz mit 2,63 t im Jahr 1996 ergab. In den folgenden Jahren pendelte der Differenzwert zwischen 2,68 t und 3,07 t. Ab 2003 zeichnete sich ein klarer Trend zur Verbesserung der hessischen Position ab. Zuletzt lag die Differenz bei 3,24 t.

Im Zeitraum von 1990 bis 2011 verminderten sich die spezifischen einwohnerbezogenen Emissionen in Hessen um insgesamt 19 %, wobei die eigentliche Reduktion in die letzten 14 Jahre fällt. Bis 1995 wuchsen die hessischen Pro-Kopf-Emissionen um 4,5 %, bis zum Höchststand im Jahr 1996 (8,3 t je Einwohner) sogar um 12 %. Bezogen auf 1995 sanken die Pro-Kopf-Emissionen bis 2011 um gut 22 %, ausgehend vom Höchststand 1996 sogar um rund 28 %. Der spezifische CO₂-Ausstoß reduzierte sich in Deutschland zwischen 1990 und 2011 deutlich stärker als in Hessen. In den ersten fünf Jahren betrug aufgrund des wirtschaftlichen Strukturwandels der Rückgang der einwohnerspezifischen Emissionen bereits 13 %. Seither setzte sich der insgesamt abnehmende Trend in wesentlich geringerem Tempo fort. So belief sich die Minderung in den letzten 16 Jahren nur noch auf gut 13 %.

Tabelle 4 Energiebedingte CO₂-Emissionen bezogen auf Einwohner, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen und Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2011

Gebiet	1990	1991	1995	2000	2005	2009	2010	2011	1990 bzw. 1991 / 2011	1995 / 2011
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einwohner in t CO ₂									Veränderungen in %	
Hessen	7,40	7,94	7,73	7,28	6,88	6,19	6,32	6,00	- 18,9	- 22,4
Deutschland	12,34	11,83	10,68	10,10	9,73	9,00	9,48	9,24	- 25,1	- 13,5
Deutschland = 100										
Hessen	60,0	67,1	72,4	72,0	70,7	68,8	66,6	64,9		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Bruttoinlandsprodukt in t CO ₂ je Mill. Euro									Veränderungen ²⁾ in %	
Hessen	—	316,7	278,2	234,0	203,3	177,9	175,5	161,6	- 34,9	- 34,5
Deutschland	—	616,8	471,8	405,5	360,7	310,4	310,8	289,6	- 39,1	- 30,5
Deutschland = 100										
Hessen	—	51,3	59,0	57,7	56,4	57,3	56,5	55,8		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Primärenergieverbrauch in t CO ₂ je 1000 TJ									Veränderungen in %	
Hessen	45,5	48,0	46,9	42,7	40,4	42,5	38,1	41,4	- 9,1	- 11,7
Deutschland	65,7	64,8	61,1	57,7	55,1	54,5	54,5	55,6	- 15,4	- 9,1
Deutschland = 100										
Hessen	69,2	74,0	76,7	74,1	73,3	78,0	69,8	74,5		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Primärenergieverbrauch ¹⁾ in t CO ₂ je 1000 TJ									Veränderungen in %	
Hessen	51,5	54,0	54,1	50,6	48,3	51,7	45,5	50,3	- 2,3	- 7,0
Deutschland	66,5	65,5	62,0	58,7	56,3	55,9	55,9	56,9	- 14,3	- 8,2
Deutschland = 100										
Hessen	77,5	82,4	87,3	86,1	85,7	92,6	81,4	88,4		
<i>Nachrichtlich: Anteil des internationalen Luftverkehrs am Primärenergieverbrauch in %</i>										
Hessen	11,7	11,2	13,4	15,6	16,3	17,9	16,2	17,8	Mittelwert	14,7
Deutschland	1,1	1,1	1,5	1,9	2,2	2,5	2,4	2,4	1990-2011	1,8

1) Ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Veränderungsrate des Bruttoinlandsproduktes preisbereinigt und verkettet.

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; Statistisches Bundesamt; DIW; Umweltbundesamt; AG Energiebilanzen; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die auf das *Bruttoinlandsprodukt* bezogene CO₂-Intensität weist das Verhältnis der aufgewendeten Energie zur erzielten Wirtschaftsleistung aus. Höhe und Entwicklung sind abhängig von der Wirtschaftsstruktur der betrachteten Region. Zwischen 1991 und 2011 sank die CO₂-Intensität in Hessen um 35 %.³ Für Deutschland reduzierte

³ Der Bezug auf das Basisjahr der Emissionsberechnungen (1990) ist deshalb nicht möglich, weil das für den Deutschlandvergleich erforderliche Bruttoinlandsprodukt für das Jahr 1990 nicht verfügbar ist. Das Bruttoinlandsprodukt wird für Strukturvergleiche in jeweiligen Preisen verwendet. Um jedoch Betrachtungen der Zeitreihe unabhängig von Preisänderungen vorzunehmen, werden Entwicklungen über verkettete Indizes dargestellt. Das führt dazu, dass die in Tabelle 4 rechts stehenden Veränderungsrate nicht aus den links ausgewiesenen Werten errechnet werden können.

sie sich in diesem Zeitraum um 39 %. Die CO₂-Emissionen je Einheit Bruttoinlandsprodukt sind in Deutschland vor allem in der ersten Hälfte der neunziger Jahre aufgrund struktureller Veränderungen in der Wirtschaft und wegen stark verminderter CO₂-Emissionen des Energiesektors deutlich gesunken (im Durchschnitt – 6,5 % pro Jahr). Ab 1995 schwächte sich die Entwicklung ab (– 3 % pro Jahr). In Hessen zeigt der Trend ein ähnliches Muster wie bei den einwohnerspezifischen Emissionen. Bis 1995 sank die CO₂-Intensität pro Jahr um durchschnittlich 3,2 %. Die Hauptminderung (– 3,8 % pro Jahr) erfolgte in Hessen erst ab Mitte der neunziger Jahre bis 2007 und übertraf in dieser Periode die des Bundes. Nach einer Phase mit geringen Schwankungen fiel die CO₂-Intensität 2011 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 8 %.

Der Vergleich zwischen Hessen und Deutschland zeigt außerdem, dass die absoluten Mengen der CO₂-Emissionen in Hessen langsamer als in der Bundesrepublik gesunken sind (vgl. Tabelle 3). Die oben bereits erwähnte Verminderung der CO₂-Intensität (Quotient aus CO₂-Emissionen und Bruttoinlandsprodukt) bewegt sich jedoch ungefähr in der gleichen Größenordnung. Diese Entwicklung ist demnach in Hessen in wesentlich stärkerem Maße der Steigerung der Wirtschaftskraft (also höheren Werten im Nenner) als dem Emissionsrückgang geschuldet.

Die durchschnittliche CO₂-Intensität des *Primärenergieverbrauchs* bezieht die Struktur der eingesetzten Energieträger ein. Sie lag in Hessen zuletzt bei 41,4 t CO₂ je 1000 Terajoule (TJ) bzw. – bereinigt man auch den Primärenergieverbrauch um die Flugturbinenkraftstoffe für den internationalen Luftverkehr – bei 50,3 t. Bei der Betrachtung der Zeitreihe ist zu berücksichtigen, dass fast das ganze Jahr 2007 und 2009 hindurch vorübergehend keine Kernenergie eingesetzt und ihre Nutzung Anfang 2011 vollständig aufgegeben wurde. Zwar wird bei der Nutzung von Kernenergie kein CO₂ ausgestoßen, aber die eingesetzte Energieträgermenge wird in den Primärenergieverbrauch einbezogen.⁴ Im Durchschnitt der Jahre 1997 bis 2006 hatte die Kernenergie mit 17 % einen erheblichen Anteil am Primärenergieverbrauch in Hessen.

Im Bund wurden 2011 55,6 bzw. 56,9 t CO₂ je Einheit Primärenergieverbrauch ausgestoßen. Der auf Bundesebene niedrige Anteil des internationalen Luftverkehrs am Primärenergieverbrauch beeinflusst die Höhe des Indikators in wesentlich geringerem Maß als in Hessen. In Deutschland machte der internationale Flugverkehr im Basisjahr 1990 nur 1,1 % des Primärenergieverbrauchs aus; in Hessen lag der Wert bei 12 %. Bis zum Jahr 2007 stiegen die Anteile aufgrund der dynamischen Entwicklung des gesamten Luftverkehrs für beide Wirtschaftsräume. Die starken Schwankungen der Anteilswerte für Hessen seit 2007 wurden neben dem Geschehen im Luftverkehr auch von der – zunächst ungünstigen und sich wieder erholenden – wirtschaftlichen Entwicklung mit ihren Auswirkungen auf den Energieverbrauch der Industrie sowie dem wechselnden Einfluss der

⁴ Der Primärenergieverbrauch bei der Kernenergienutzung ging 2007, 2009 und 2011 gegenüber dem jeweiligen Vorjahr um 167 000 TJ, 188 000 TJ bzw. 124 000 TJ zurück. Der Quotient aus CO₂-Emissionen und Primärenergieverbrauch liegt für die Jahre 2007, 2009 und 2011 deutlich über den jeweiligen Vorjahreswerten aufgrund des niedrigeren Primärenergieverbrauchs im Nenner. Dies gilt für beide Betrachtungsweisen gleichermaßen, d.h. mit bzw. ohne Einbeziehung des internationalen Luftverkehrs in den Primärenergieverbrauch.

Kernenergienutzung auf den Primärenergieverbrauch überlagert. Der Anteil liegt für Deutschland nun bei 2,4 % und für Hessen bei 18 %. Über den gesamten Zeitraum betrachtet, hat der Einfluss des internationalen Flugverkehrs auf die absolute Höhe des Indikators für Hessen also noch stärker zugenommen als für Deutschland. Die unterschiedlich große Bedeutung des internationalen Luftverkehrs für die Energiebilanz der Wirtschaftsräume Deutschland und Hessen zeigt sich vor allem darin, dass in Hessen die absoluten Werte – je nachdem, ob man den internationalen Luftverkehr in den Primärenergieverbrauch einbezieht oder nicht – deutlich voneinander abweichen. In Deutschland ist die Differenz zwischen den beiden Berechnungen dagegen marginal. Wird der Primärenergieverbrauch nicht um den internationalen Luftverkehr vermindert, fällt der spezifische CO₂-Ausstoß in Hessen im Jahr 2011 um 14,2 t niedriger aus als im Bund. Rechnet man den internationalen Luftverkehr aus dem Primärenergieverbrauch heraus, reduziert sich der Abstand Hessens zu Deutschland auf 6,6 t.

Im gesamten Betrachtungszeitraum ist die CO₂-Intensität des Primärenergieverbrauchs in Hessen um 9,1 % bzw. 2,3 % zurückgegangen (vgl. auch hierzu Fußnote 4). Der Ausbau des hessischen Energiesektors hatte in den ersten sechs Jahren dazu geführt, dass sich der spezifische CO₂-Ausstoß in dieser Periode erhöhte. Ab Mitte der neunziger Jahre ging er dann kontinuierlich zurück – gegenüber 1995 um 12 % bzw. 7 %. Ab diesem Zeitpunkt hat auch in Hessen ein nachhaltiger Wandel zu CO₂-ärmeren Technologien begonnen. Außerdem wurden verstärkt alternative Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. So wurden immer größere Mengen an Siedlungsabfällen (bei denen 50 % des Energiegehaltes aus biogenen Fraktionen stammen) in Müllheizkraftwerken eingesetzt. Zusätzlich nahm der Anteil der festen Biomasse am Primärenergieverbrauch zu. Für Deutschland verminderte sich die CO₂-Intensität vor allem in der ersten Hälfte der neunziger Jahre. Sie sank von 1990 bis 2011 um 15 % (bzw. 14 %); mehr als 45 % der Verminderung entfiel allerdings – bedingt durch den Strukturwandel in den neuen Bundesländern – auf die Jahre 1990 bis 1995.

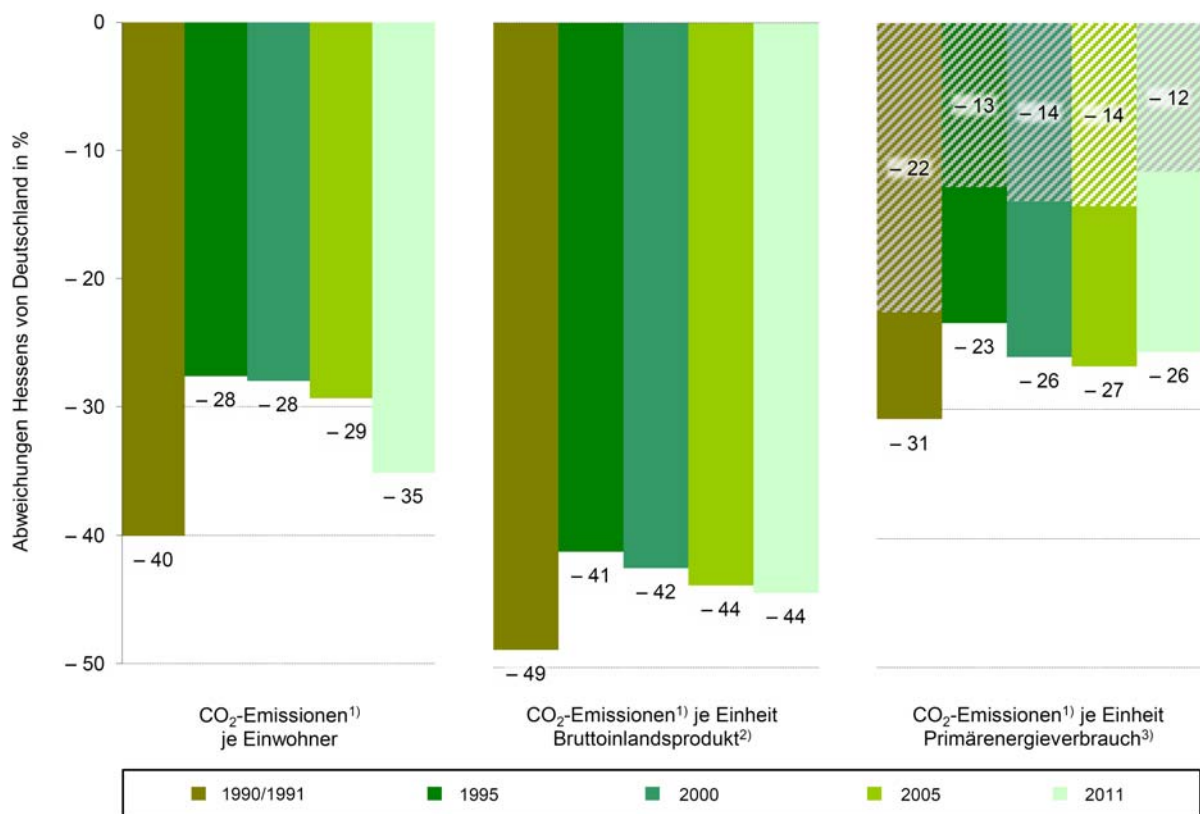
Beim Vergleich der spezifischen CO₂-Emissionen fällt auf, dass sie im Zeitraum 1990/91 bis 2011 in Deutschland insgesamt stärker als in Hessen sanken. Die deutschen Indikatorenwerte sind allerdings wesentlich höher als die hessischen. Im Verlauf der Entwicklung näherten sich die spezifischen Emissionen in Hessen und im Bundesgebiet (nach dem strukturbedingten deutlichen Rückgang für Deutschland in der ersten Hälfte der neunziger Jahre) bis zum Jahr 2000 zunächst an. Seitdem verbesserte sich die Position Hessens bei allen drei Indikatoren:

- Die Emissionen je Einwohner waren in Hessen im Jahr 2011 um 35 % niedriger als in Deutschland. Im Jahr 2000 unterschieden sie sich um 28 %.
- Das hessische Bruttoinlandsprodukt wurde im Jahr 2011 im Durchschnitt unter Freisetzung von rund 162 t CO₂ je 1 Mill. Euro erwirtschaftet gegenüber rund 290 t CO₂ je 1 Mill. Euro in Deutschland. Die in Hessen geschaffene Wirtschaftsleistung wurde also mit um 44 % niedrigeren CO₂-Emissionen erreicht.
- Bei der durchschnittlichen CO₂-Intensität des Primärenergieverbrauchs ist das Niveau in Hessen und Deutschland abhängig davon, auf welche Weise der internationale Flugverkehr beim Primärenergieverbrauch zum Ansatz kommt. Im Jahr 2011 lag der hessische Wert bei vollständiger Einbeziehung aller Mineralölprodukte in den Primärenergieverbrauch um ein Viertel unter dem von

Deutschland. Ohne die Flugkraftstoffe für den internationalen Luftverkehr fiel der Abstand mit 12 % geringer aus. In beiden Fällen gilt jedoch, dass sich auch hierbei die Position Hessens im Vergleich zu Deutschland seit Mitte der neunziger Jahre fast immer verbessert hat (vgl. jedoch Fußnote 4 auf Seite 24).

Abbildung 4 verdeutlicht das Gesagte nochmals.

Abbildung 4 Abweichungen der energiebedingten CO₂-Emissionen bezogen auf Einwohner, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen von den Werten in Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2011



1) Ohne internationalen Luftverkehr. — 2) Basisjahr für das Bruttoinlandsprodukt ist 1991. — 3) Ganzer Balken: Bezogen auf den gesamten Primärenergieverbrauch. Schraffierter Teil: Bezogen auf den Primärenergieverbrauch ohne internationalen Luftverkehr.

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; Statistisches Bundesamt; DIW; Umweltbundesamt; AG Energiebilanzen; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

1.4 Verursacherbezogene Kohlendioxid-Emissionen

In der Verursacherbilanz werden die Emissionen ausschließlich auf den Endenergieverbrauch bezogen. Die Emissionen des Umwandlungsbereichs werden hier also nach dem Verursacherprinzip zugeordnet.

Bezieht man die effektiven⁵ CO₂-Emissionen vollständig auf die Verbrauchssektoren, zeigen sich für Hessen erhebliche Abweichungen zur Quellenbilanz, und zwar

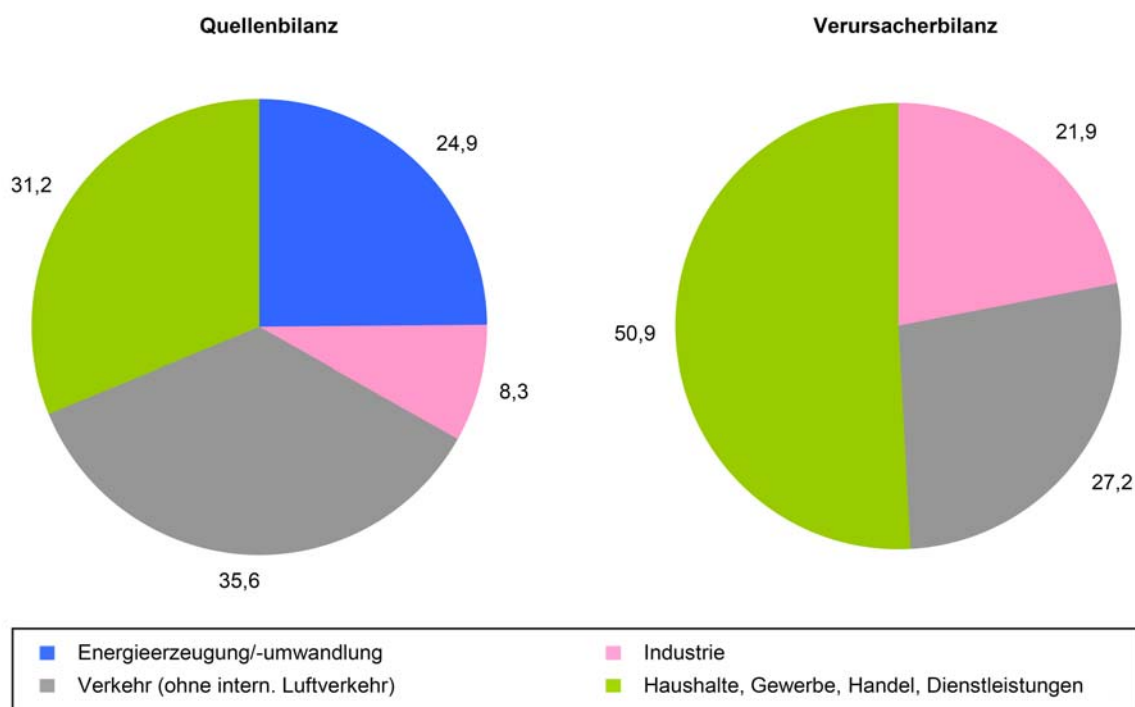
⁵ Ohne Temperaturbereinigung.

sowohl in der Struktur (Abbildung 5) als auch in der absoluten Höhe (Tabelle 5). Die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen lagen im Jahr 2011 mit 50,6 Mill. t deutlich über denen aus dem Primärenergieverbrauch (36,5 Mill. t). Gegenüber 2010 gingen sie um 1,4 % zurück. Maßgeblich für diese Entwicklung war die milde Witterung, die aufgrund des geringeren Wärmebedarfs im Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ zu einem merklichen Rückgang des Energieverbrauchs führte.

Bei der verursacherbezogenen Betrachtung sind beim Verkehrssektor lediglich geringfügige Unterschiede zum quellenbezogenen Nachweis des CO₂-Ausstoßes (13 Mill. t gegenüber 13,8 Mill. t nach dem Verursacherprinzip) zu verzeichnen. In diesem Sektor geht der überwiegende Verbrauch auf Mineralöl und Mineralölprodukte zurück. In den beiden anderen Verbrauchsbereichen kommt die Neubewertung des Strom- und Fernwärmeverbrauchs voll zum Tragen. 46 % der Emissionen des Endenergieverbrauchs sind der Verwendung von Elektrizität und Fernwärme zuzurechnen.

Der hessische Stromverbrauch liegt über der in den hessischen Kraftwerken erzeugten Menge. Unterstellt man für den (im Saldo) über die Landesgrenze aus dem Netz bezogenen Strom den allgemeinen Energieträgermix, erhält man für Hessen (im Vergleich zur quellenbezogenen Betrachtungsweise) einen wesentlich höheren verursacherbezogenen CO₂-Ausstoß.

Abbildung 5 Quellen- und verursacherbezogene CO₂-Emissionen der Hauptemissionssektoren in Hessen im Jahr 2011



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Tabelle 5 Effektive CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen im Jahr 2011

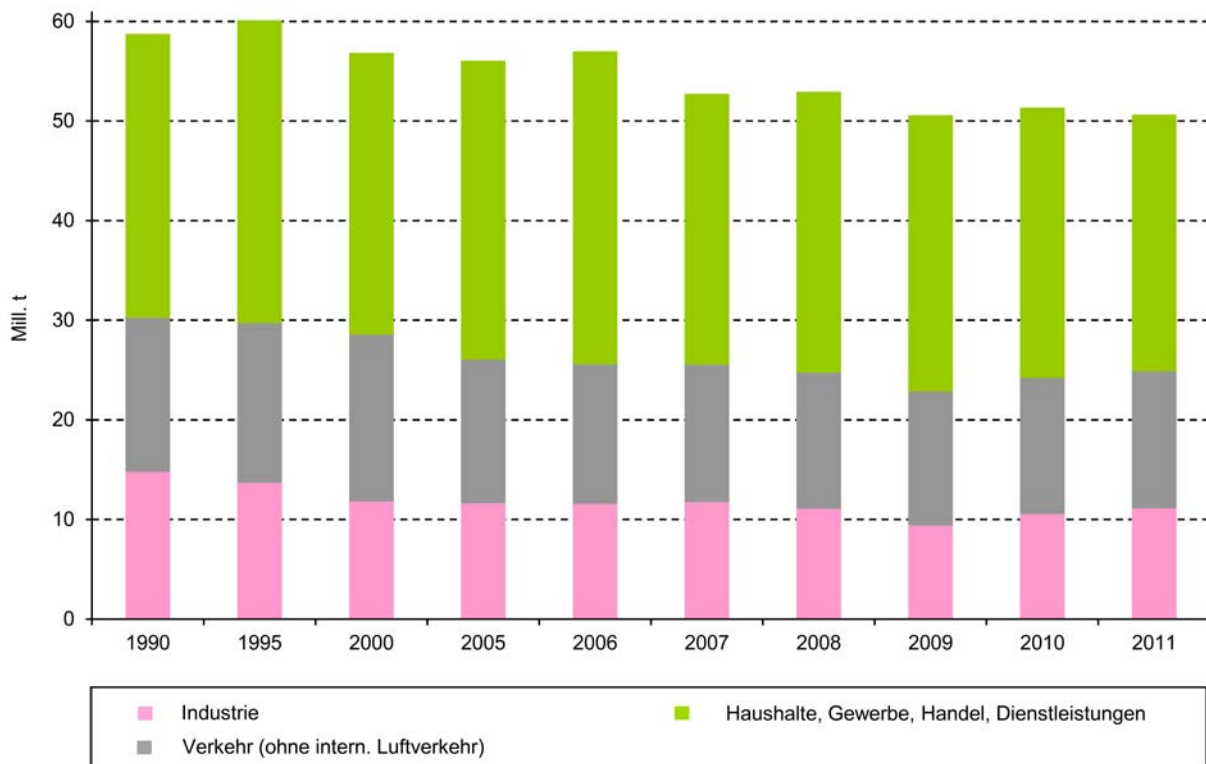
Emissionssektor	Energieträger					
	Insgesamt	davon				
		Steinkohlen	Braunkohlen	Mineralöle und Mineralölprodukte	Gase	Strom ¹⁾ und Fernwärme
1000 t						
Industrie (Sonstiger Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe)	11 109	407	176	266	2 093	8 166
Verkehr ²⁾	13 764	—	—	12 963	24	777
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	25 759	6	73	5 223	6 081	14 376
Endenergieverbrauchsbereich zusammen	50 632	413	249	18 453	8 198	23 320

1) Bewertung des Stromverbrauchs mit einem einheitlichen (General-)Faktor für Deutschland auf Basis der Emissionen aller Kraftwerke der allgemeinen Versorgung sowie der Industriekraftwerke. – 2) Beim Luftverkehr wird nur der nationale Anteil berücksichtigt.

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Seit 1990 sind die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen um 8,1 Mill. t oder 14 % zurückgegangen (Abbildung 6). Die Emissionssektoren waren unterschiedlich stark beteiligt. Obwohl die Industrie im betrachteten Zeitraum nur maximal ein Viertel der Emissionen verursacht hat, leistete sie den größten Beitrag zur Reduzierung. Hier wurden gegenüber 1990 3,7 Mill. t CO₂ eingespart. Auch im Verkehrssektor wurden mit 1,7 Mill. t deutliche Verminderungen erzielt. Im Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ ist kein so eindeutiger Trend zu erkennen, da in diesem Sektor die witterungsbedingten Einflüsse am größten sind. Dennoch deutet sich auch hier eine Entwicklung zur Emissionsminderung an. Denn obwohl sich Stromverbrauch und Fernwärmenutzung in diesem Sektor kontinuierlich gesteigert haben, zeigt die hessische Energiebilanz, dass seit 2007 in der Tendenz konstante oder geringere CO₂-Emissionen auftraten. Das ist vor allem auf den höheren Anteil erneuerbarer Energien im Energieträgermix der Strom- und Fernwärmeerzeugung zurückzuführen.

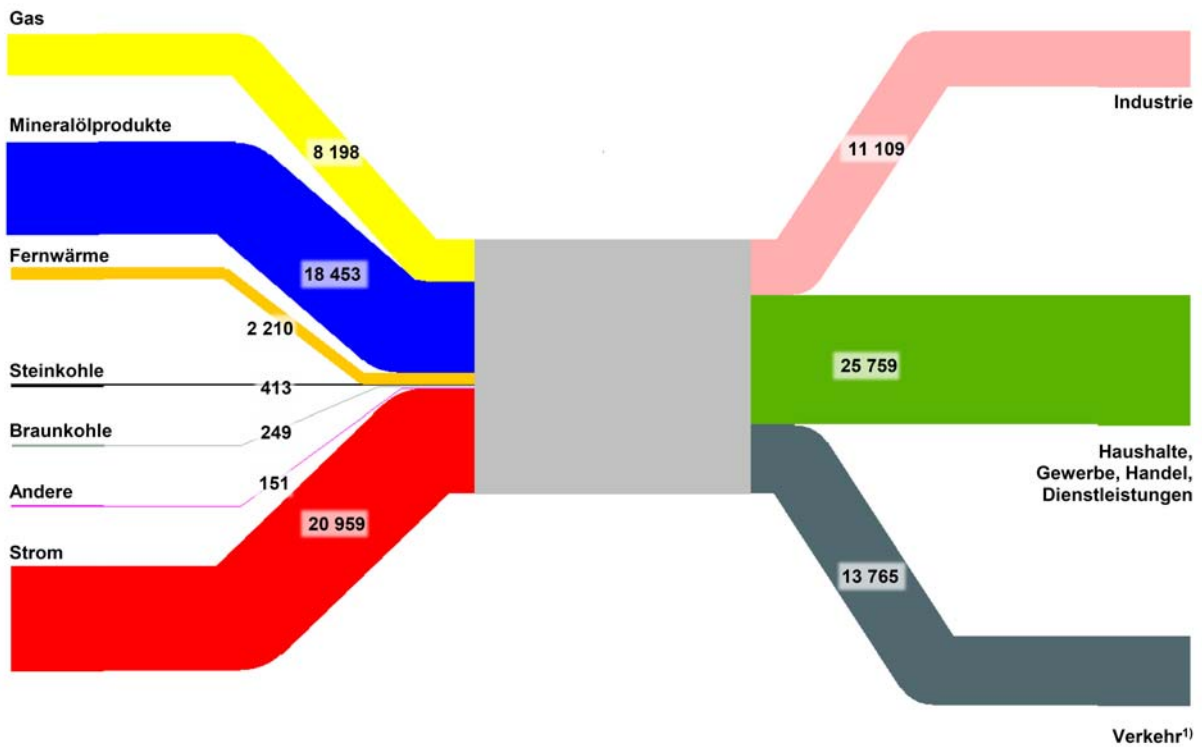
Abbildung 6 CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen von 1990 bis 2011



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

In Abbildung 7 wird der CO₂-Ausstoß nach Energieträgern den Emissionen der Energieverbraucher (Verursacher der Emissionen) nochmals gegenübergestellt. Mehr als die Hälfte (51 %) der Emissionen wird danach durch den Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ verursacht. Mehr als ein Viertel entfällt auf Straßen-, Schienen- und nationalen Luftverkehr. Die hessische Industrie verursacht nur etwa ein Fünftel der Emissionen.

Abbildung 7 Verursacherbezogene CO₂-Emissionen in Hessen im Jahr 2011 (Sankey-Diagramm)



Angaben in 1000 t CO₂.

1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

2 Kohlendioxid-Emissionen aus Industrieprozessen

2.1 Ermittlung prozessbedingter Kohlendioxid-Emissionen

Zur Darstellung der Gesamtemissionen von CO₂ ist es notwendig, neben den energiebedingten auch die prozessbedingten CO₂-Emissionen zu ermitteln. Prozessbedingte klimawirksame CO₂-Emissionen werden bei chemischen Reaktionen bestimmter Produktionsprozesse direkt freigesetzt.

Relevante Industrieprozesse für die Ermittlung prozessbedingter Emissionen innerhalb des Sektors Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe sind die Herstellung von:

- Hüttenaluminium,
- Zementklinker,
- Kalk,
- Glas,
- Calciumkarbid,
- Ammoniak,
- Soda,
- Mauer- und Dachziegeln,
- Ruß.

Die Vorgehensweise des Länderarbeitskreises Energiebilanzen lehnt sich dabei eng an die Berechnungsmethoden des Umweltbundesamts im Rahmen der nationalen Inventarberichterstattung an. Die Emissionsfaktoren wurden ebenfalls vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt bzw. der nationalen Inventarberichterstattung entnommen.

Berechnungsgrundlagen bilden sowohl Daten aus der „Vierteljährlichen Produktionserhebung“ sowie Einsatzmengen bestimmter Rohstoffe, die separat erhoben wurden. Diese Mengen der jeweiligen Industrieprozesse wurden mit ihren spezifischen Emissionsfaktoren multipliziert. Das Ergebnis stellt die prozessbedingten CO₂-Emissionen je Industrieprozess dar. Ausgewiesen wird das Resultat in Tonnen CO₂. Eine Aussage über die gesamten CO₂-Prozessemissionen des Industriesektors (Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe) ergibt sich aus der Addition des Emissionspotentials der einzelnen Prozesse.

In Hessen wurden im Betrachtungszeitraum neben Kalk und Zementklinker auch Glaswaren, Ammoniak und Ziegel sowie Industrieruß hergestellt. Die Darstellung der Methode erfolgt bei den jeweiligen Prozessen.

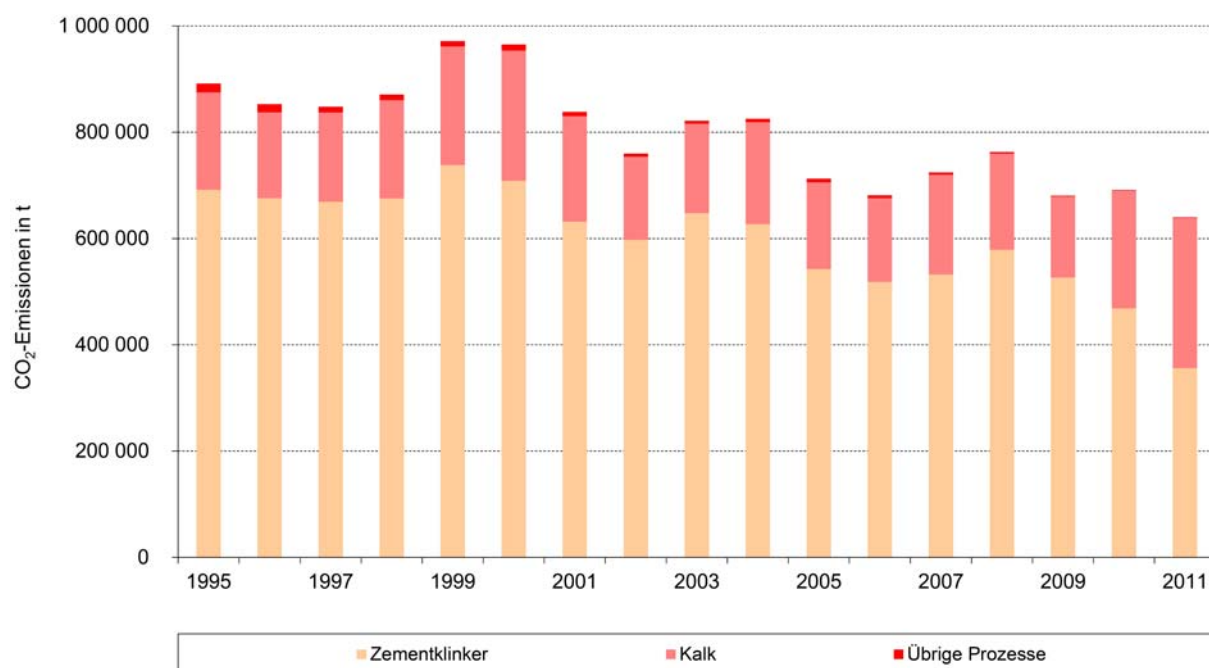
Tabelle 6 gibt einen Überblick über die prozessbedingten Emissionen. Im Jahr 2011 wurden in Hessen insgesamt 640 000 t CO₂ bei Herstellungsprozessen freigesetzt. Das waren 7,4 % weniger als ein Jahr zuvor. Die Emissionen aus den Produktionsprozessen erreichten ihren Höchststand in den Jahren 1999 und 2000. Danach entwickelten sie sich in Abhängigkeit von den jeweiligen Produktionsmengen unterschiedlich – in der Tendenz jedoch fallend (Abbildung 8). Bezogen auf das Jahr 1995, welches hier als Basisjahr fungiert, verminderten sich die prozessbedingten CO₂-Emissionen um 28 %.

Tabelle 6 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011

	1995	2000	2005	2009	2010	2011
	CO ₂ -Emissionen in t					
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	891 857	965 251	712 696	680 635	691 430	639 919
darunter Herstellung von						
Zementklinker	691 452	708 772	542 809	526 509	468 652	356 315
Kalk	183 611	244 844	163 111	152 662	221 516	282 438
	Anteile der Industrieprozesse in %					
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	100	100	100	100	100	100
darunter Herstellung von						
Zementklinker	77,5	73,4	76,2	77,4	67,8	55,7
Kalk	20,6	25,4	22,9	22,4	32,0	44,1
	Entwicklung des CO ₂ -Ausstoßes (1995 = 100)					
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	100	108	80	76	78	72
darunter Herstellung von						
Zementklinker	100	103	79	76	68	52
Kalk	100	133	89	83	121	154

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Abbildung 8 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011



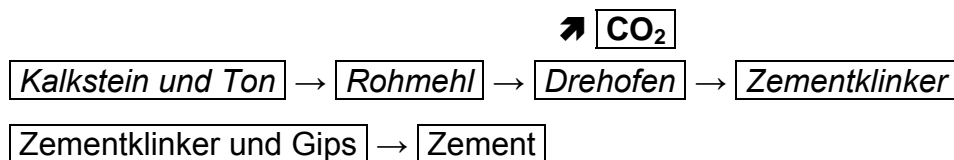
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

2.2 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Zementklinker

Bei der Herstellung von Zementklinker wird aus den Rohstoffen Kalkstein und Ton Rohmehl gemahlen, welches anschließend im Drehofen gebrannt wird. Durch chemische Umwandlung, so genannte Sinterung, entstehen die Zementklinker. Die CO₂-Freisetzung findet bei der Entsäuerung des Kalksteins statt (Abbildung 9).

Zementklinker und Rohgips sind die Ausgangsstoffe zur Herstellung von Zement. Bei diesem Prozess wird kein CO₂ emittiert. Zurzeit besteht die gesamte produzierte Zementmenge zu etwa vier Fünfteln aus Zementklinker, wobei dieser Anteil langfristig gesehen zurückgehen wird. Für die Bewertung der Emissionen dieses Herstellungsprozesses wurde der einheitliche Emissionsfaktor für die deutschen Emissionen aus dem Nationalen Inventarbericht angesetzt. Dieser Faktor weicht von dem des Länderarbeitskreises Energiebilanzen leicht nach unten ab.

Abbildung 9 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Zementklinkerherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

Die Herstellung von Zement ist der bedeutendste Industrieprozess für die prozessbedingte Emissionsbetrachtung in Hessen. Bis 2009 waren durchschnittlich etwa drei Viertel der rohstoffverursachten CO₂-Freisetzung diesem Industrieprozess zuzuordnen. 2011 fiel dieser Anteil auf etwas mehr als die Hälfte.

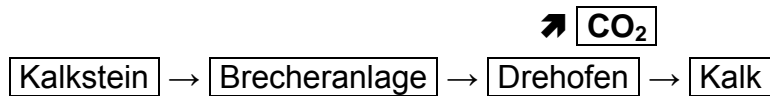
In Hessen belief sich der CO₂-Ausstoß bei der Zementklinkerproduktion im Jahr 2011 auf gut 356 000 t. Das waren 112 000 t weniger als ein Jahr zuvor. Gegenüber 1995 reduzierte sich die emittierte Menge um 48 %. Im Vergleich zum Höchststand im Jahr 1999 ist der Rückgang des Ausstoßes noch deutlicher (– 52 %).

Der hessische Anteil an den gesamten rohstoffbedingten CO₂-Emissionen in der Zementindustrie in Deutschland hat sich im Betrachtungszeitraum im Prinzip nicht verändert. Zwischen 1995 und 2011 lag er im Mittel bei 4,3 %. Mit 2,7 % lag 2011 der hessische Anteil am zuletzt ausgewiesenen Bundeswert darunter.

2.3 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Kalk

Der Rohstoff Kalkstein wird zerkleinert und im Drehofen gebrannt. Bei diesem Prozess wird CO₂ freigesetzt. Beim anschließenden Löschen mit Wasser zerfällt der Kalkstein zu Kalkpulver (Abbildung 10).

Abbildung 10 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Kalkherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

Die Herstellung von Kalk ist der weitere wichtige Industrieprozess bei der Entstehung prozessbedingter Emissionen. Bis 2009 entstand durchschnittlich rund ein Viertel der rohstoffverursachten CO₂-Freisetzung in Hessen bei der Kalkherstellung. Zuletzt verdoppelte sich ihr Anteil fast auf 44 %.

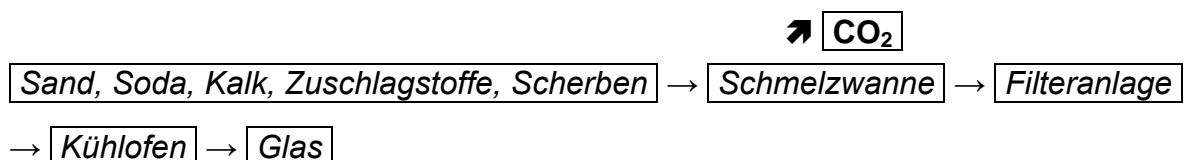
In der zweiten Hälfte der neunziger Jahre hatten die Emissionen hier zugenommen. Der zunächst höchste Wert wurde mit 245 000 t im Jahr 2000 erreicht. Zwischen 2001 und 2011 schwankte die ausgestoßene CO₂-Menge in Abhängigkeit von den Produktionsmengen. Im Jahr 2011 lag der CO₂-Ausstoß in Hessen bei gut 282 000 t. Das ist der höchste Wert im Betrachtungszeitraum.

Der hessische Anteil an den gesamten rohstoffbedingten CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie unterlag im Betrachtungszeitraum nur geringfügigen Schwankungen um den Mittelwert von 3,6 %. 2011 nahm er mit 5,7 % den höchsten Wert im Betrachtungszeitraum an.

2.4 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Glas

Zur Herstellung von Glas werden die Rohstoffe Kalk, Sand, Soda und weitere Zusatzstoffe sowie Glasscherben gemischt und in einer Schmelzwanne geschmolzen. Das flüssige Glas wird entsprechend des jeweiligen Produktionsprofils zu weiteren Produkten verarbeitet. Die CO₂-Freisetzung findet während des Schmelzprozesses statt (Abbildung 11). Glasbruch, der mit eingeschmolzen wird, erzeugt kein CO₂. Für die Berechnungen des CO₂-Ausstoßes werden deshalb nur emissionsrelevante Rohstoffeinsatzmengen herangezogen.

Abbildung 11 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Glasherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

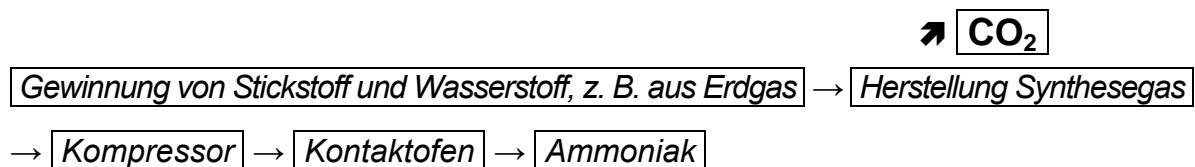
In Hessen spielen CO₂-Emissionen aus Glasherstellungsprozessen nur eine untergeordnete Rolle. Hauptsächlich wird „fertiges“ Glas weiterverarbeitet bzw. Altglas recycelt.

Wegen der notwendigen statistischen Geheimhaltung im Falle von Einzelangaben können die ermittelten Werte nicht im Einzelnen ausgewiesen werden. Die bei der Glasherstellung emittierten CO₂-Mengen wurden jedoch in der Summe der prozessbedingten Emissionen berücksichtigt. Die für das Berechnungsverfahren benötigten Rohstoffeinsatzmengen liegen erst ab dem Jahr 2003 vor, so dass für die Bezugsjahre 1995 und 2000 anhand der Produktionszahlen Annahmen bezüglich der Rohstoffeinsatzmengen getroffen werden mussten.

2.5 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Ammoniak

Ammoniak wird als chemisches Zwischenprodukt vorwiegend für die Herstellung von Düngemittel genutzt, Ammoniakwasser findet überwiegend als Reinigungsmittel Anwendung. Ammoniak ist eine chemische Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff. Die CO₂-Freisetzung findet bei der Herstellung des Synthesegases für die Ammoniakproduktion statt (Abbildung 12).

Abbildung 12 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Ammoniakherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

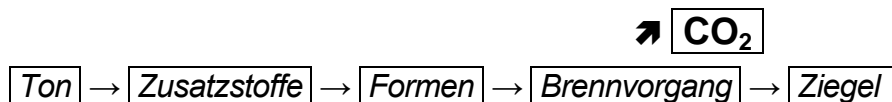
Die CO₂-Emissionen sind abhängig von Menge und Zusammensetzung der Einsatzstoffe. Man kann davon ausgehen, dass der gesamte Kohlenstoff in CO₂ umgewandelt und in die Luft emittiert wird.

Ebenso wie bei der Glasherstellung fallen in Hessen jedoch kaum CO₂-Emissionen aus der Ammoniakproduktion an. Die Produktion setzte in Hessen erst im Jahr 2001 ein. Wegen der notwendigen statistischen Geheimhaltung im Falle von Einzelangaben können die ermittelten Werte nicht im Einzelnen ausgewiesen werden. Die bei der Ammoniakproduktion emittierten CO₂-Mengen wurden jedoch in der Summe der prozessbedingten Emissionen berücksichtigt.

2.6 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Mauer- und Dachziegeln

Prozessbedingte CO₂-Emissionen der keramischen Industrie werden nur bei Mauer- und Dachziegeln ermittelt. Rohstoff für die Herstellung von Dach- und Mauerziegeln sind in der Regel lokal vorhandene Lehme und Tone, die unterschiedliche Anteile an Kalkstein enthalten. Zur Ziegelherstellung werden dem Rohmaterial organische Porosierungsmittel beigemischt, die beim Brennen der Ziegel verbrennen und so gezielt Hohlräume hinterlassen (Abbildung 13). Als Porosierungsmittel kommen vorwiegend erneuerbare Ressourcen (z. B. Schlämme aus der Papierindustrie, Ablaugen aus der Zellstoffgewinnung), in geringen Mengen aber auch nicht erneuerbare Stoffe (vor allem Polystyrol) zum Einsatz.

Abbildung 13 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Ziegelherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

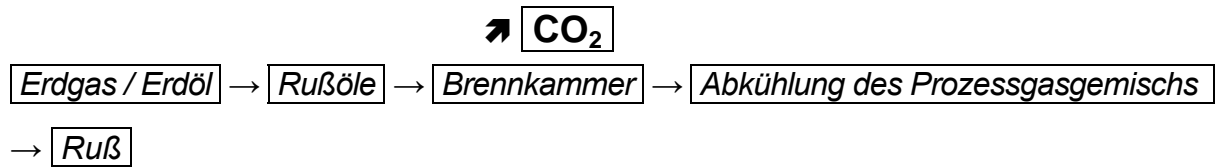
Die Herstellung von Ziegeln in Hessen ist letztmalig für das Jahr 2008 erfasst. Wegen der notwendigen statistischen Geheimhaltung im Falle von Einzelangaben können die ermittelten Werte nicht im Einzelnen ausgewiesen werden. Zudem ruft der Herstellungsprozess nur geringe CO₂-Emissionen hervor, so dass in Hessen lediglich geringe Mengen freigesetzt wurden. Die bei der Ziegelherstellung emittierten CO₂-Mengen wurden jedoch in der Summe der prozessbedingten Emissionen berücksichtigt.

2.7 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Ruß (Industrieruß)

Ruß ist ein wichtiges technisches Produkt (Industrieruß), das durch unvollständige Verbrennung oder Pyrolyse von Kohlenwasserstoffen in großen Mengen hergestellt wird.

Bei dem mit Abstand wichtigsten Herstellungsverfahren für Industrieruß, das für 98 % der weltweiten Produktion eingesetzt wird, wird in einer Brennkammer ein Heißgas von 1200 bis 1800 °C durch Erdgas- oder Ölverbrennung erzeugt. In dieses Heißgas wird dann ein Rußrohstoff, meist aromatenreiche kohle- und erdölstämmige Ruß-Öle, eingedüst. Durch unvollkommene Verbrennung und thermische Spaltung (Pyrolyse) des Rußrohstoffs wird dabei der Ruß gebildet (Abbildung 14).

Abbildung 14 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Rußherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

Ausschlaggebend für die CO₂-Emissionen sind die Produktionsmengen. Die in Hessen produzierten Industrierußmengen sind sehr gering, so dass dadurch kaum CO₂-Emissionen verursacht werden.

Wegen der notwendigen statistischen Geheimhaltung im Falle von Einzelangaben können die ermittelten Werte nicht im Einzelnen ausgewiesen werden. Die bei der Rußherstellung emittierten CO₂-Mengen wurden jedoch in der Summe der prozessbedingten Emissionen berücksichtigt. Die für das Berechnungsverfahren benötigten Rohstoffeinsatzmengen liegen erst ab dem Jahr 2003 vor, so dass für die Bezugsjahre 1995 und 2000 anhand der Produktionszahlen Annahmen bezüglich der Rohstoffeinsatzmengen getroffen werden mussten.

3 Methan-Emissionen

3.1 Methode zur Ermittlung der Methan-Emissionen und Berechnungsstand

Methan (CH₄) ist ein unmittelbar klimawirksames Spurengas, welches zur zusätzlichen Erwärmung der Atmosphäre beiträgt. Es wirkt auch indirekt als Vorläufer-substanz auf den Ozonabbau in der Stratosphäre. Daneben trägt es unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls zum Anstieg der Ozonkonzentration in der Troposphäre bei. Etwa ein Drittel der Methan-Emissionen kommt aus Feuchtgebieten, Wäldern, Meeren, von Bränden und aus anderen natürlichen Quellen. Die übrigen knapp 70 % der Methan-Emissionen gehen auf menschliche Aktivitäten zurück. Sie stammen aus der Produktion und Weiterverarbeitung von Öl und Erdgas, von Viehherden, Abfalldeponien und anderem menschlichen Handeln.

Die Methan-Emissionen trugen 2011 in Deutschland zu 5,2 % zu den Treibhausgas-freisetzung bei (ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten). Globale Hauptquellgruppe der anthropogenen Methan-Emissionen ist die Landwirtschaft. Die Tierhaltung verursacht nach Schätzungen der Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen weltweit direkt oder indirekt etwa 30 % aller Methan-Emissionen, größtenteils durch Rinder. Für den Nassreisenanbau wird ein Anteil von 10 bis 25 % an den weltweiten Methan-Emissionen angesetzt. Methan entsteht zudem bei der Abfallbeseitigung, bei der Abwasser- und Klärschlammbehandlung sowie bei der Klärschlammausbringung in der Landwirtschaft. Methan wird in geringen Mengen bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, aber auch von Biomasse emittiert. Des Weiteren gelangt Methan durch Undichtigkeiten in Erdgasleitungen in die Umwelt.

Für die Berechnungen der Methan-Emissionen in der hessischen Treibhausgasbilanz werden die genannten Prozesse weitgehend berücksichtigt. Die Darstellung erfolgt für die Sektoren:

- Verkehr,
- Feuerungsanlagen,
- Gasverteilung,
- Abwasserbeseitigung,
- Abfallentsorgung,
- Landwirtschaft,
- Energiegewinnung,
- Produktionsprozesse.

Die Berechnungen zu den Methanemissionen werden im Rahmen der Umwelt-ökonomischen Gesamtrechnung der Länder nach der dort festgelegten, für alle Bundesländer einheitlichen Methode durchgeführt. Der gegenwärtige Berechnungsstand basiert auf den methodischen Festlegungen des Nationalen Inventarberichts 2013 (NIR 2013), den das Umweltbundesamt unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen vorlegt. Es ist zu beachten, dass einige Emissionssektoren, insbesondere die Landwirtschaft, die Abfallentsorgung und die Abwasserbeseitigung, laufend neu bewertet werden. Die ausgewiesenen Zeitreihen können deshalb jeweils

andere Werte als die vorangegangenen Berichte zur hessischen Treibhausgasbilanz enthalten.

Für die einzelnen Emissionssektoren gelten folgende methodische Festsetzungen:

Landwirtschaft: Der Sektor bildet die direkten und indirekten Emissionen aus der Tierhaltung ab. Die UGRdL übernahm für den gesamten Betrachtungszeitraum die Berechnungsergebnisse, die das Johann Heinrich von Thünen-Institut (Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei – vTI; bis 2009: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft – FAL) für den Nationalen Inventarbericht 2013 erstellt hatte. Die Deutschlandwerte stammen aus den Nationalen Trendtabellen des Umweltbundesamts (Stand: Dezember 2013).

Feuerungsanlagen: Bei Feuerungsanlagen werden Wärmekraftwerke und Fernheizwerke der allgemeinen Versorgung sowie der Industrie und des Weiteren Feuerungsanlagen von Haushalten und Kleinverbrauchern einbezogen. Dazu werden relevante Energiebilanzpositionen mit spezifischen Emissionsfaktoren aus dem Nationalen Inventarbericht bewertet, um eine direktere Verbindung zum Energiesektor herstellen zu können. Die verwendeten Emissionsfaktoren werden vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt.

Abwasserbeseitigung: Die Abwasserbeseitigung beschränkt sich auf die Sickeranlagen der nicht an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Einwohner. Bewertet werden die Methan-Emissionen anhand der Einwohner, die ihr Abwasser in solchen Anlagen entsorgen. Dieser Emissionssektor wird ab dem Berichtsjahr 2004 analog zur Berichterstattung des Umweltbundesamts behandelt.

Abfallentsorgung: Im Bereich der Abfallentsorgung werden differenzierte Länderberechnungen, denen Ergebnisse der Abfallstatistiken zugrunde liegen, durchgeführt. Einbezogen werden neben den Deponien auch Kompostierungsanlagen. Auf den Deponien werden die über einen bestimmten Zeitraum abgelagerten Abfallmengen nach Abfallarten, differenziert nach Deponien mit Deponiegasfassung und ohne eine solche, die gewonnene Deponiegasmenge und der Methangehalt des Gases einbezogen. Bei den Kompostierungsanlagen werden die in den Ländern kompostierten Mengen mit einem spezifischen Emissionsfaktor bewertet. Dieser ergibt sich aus der Gesamtmenge des Länder-Inputs auf den Kompostierungsanlagen und den im Nationalen Inventarbericht 2013 ausgewiesenen Methanmengen.

Verkehr: Im Verkehrssektor werden Straßenverkehr, Bahn- und Schiffsverkehr, Off-Road-Verkehr sowie der Flugverkehr einbezogen. Die Methan-Emissionen des Straßenverkehrs werden auf der Grundlage von Kraftfahrzeugbeständen, Ergebnissen der Verkehrszählungen und den daraus berechneten Jahresfahrleistungen für einzelne Fahrzeugarten und Straßenkategorien ermittelt. Dabei wird auf Daten des Bundesamts für Straßenwesen, des Kraftfahrtbundesamts und des Büros für angewandte Statistik, Aachen zurückgegriffen. Für die anderen Bereiche des Verkehrs wurden die Kraftstoffverbrauchsmengen aus der Energiebilanz, beim Luftverkehr zusätzlich dazu die Flugbewegungen herangezogen. Bei letzterem geht (wie beim CO₂) nur der nationale Anteil in die Berechnungen ein. Die Bewertung hinsichtlich der Emissionen erfolgte mit Faktoren des Emissionshandbuchs des Umweltbundesamts (HBEFA 3.1, Stand 2010).

Gasverteilung: Die bei der Gasverteilung entstehenden Emissionen werden aus Verbrauchskennzahlen sowie aus der Gasnetzlänge berechnet. Zur Anwendung kommen Emissionsfaktoren, die das Fraunhofer Institut bereitstellt. Da es in Hessen keine eigentliche Energiegewinnung gibt, gehen bei dieser Position nur diffuse Emissionen aus dem Gasumschlag und der Aufbereitung des Gases für die Endverbraucher ein.

Prozesse: In diesem Sektor werden die relevanten Produktionsmengen bestimmter Warenarten aus der vierteljährlichen Produktionserhebung mit spezifischen Emissionsfaktoren aus dem Nationalen Inventarbericht bewertet.

3.2 Die Methan-Emissionen im Einzelnen

Im Jahr 2011 wurden in Hessen rund 92 200 t Methan emittiert. Seit 1995 haben sich die Methan-Emissionen kontinuierlich vermindert. Mittlerweile erreichen sie nurmehr vier Zehntel des Wertes für das Basisjahr (Tabelle 7). Im Bund reduzierten sie sich etwas weniger stark: Hier lagen sie um 47 % unter denen von 1995.

Tabelle 7 Methan-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1995 bis 2011

Gebiet	1995	2000	2005	2009	2010	2011	1995/2011
Methan-Emissionen ¹⁾ in t							Veränderungen in %
Hessen	225 104	156 378	118 481	102 347	99 071	92 158	- 59,1
Deutschland	4 378 294	3 575 145	2 822 662	2 435 146	2 383 606	2 318 951	- 47,0
Deutschland = 100							
Hessen	5,1	4,4	4,2	4,2	4,2	4,0	
Methan-Emissionen ¹⁾ je Einwohner in kg							Veränderungen in %
Hessen	37,6	25,8	19,4	16,9	16,3	15,2	- 59,6
Deutschland	53,6	43,5	34,2	29,7	29,2	28,4	- 47,1
Deutschland = 100							
Hessen	70,0	59,3	56,8	56,8	56,0	53,5	
1) Ohne internationalen Luftverkehr.							

Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Auf jeden hessischen Einwohner kamen im Jahr 2011 15,2 kg Methan-Emissionen. Auch hier ging die Menge im Untersuchungszeitraum um sechs Zehntel zurück. Im Vergleich zu Deutschland (28,4 kg) emittiert jeder hessische Einwohner nur etwa halb soviel Methan. Zudem hat sich hier die hessische Position seit 1995 wesentlich verbessert. 1995 lag der hessische Pro-Kopf-Ausstoß nur 30 % unter dem Deutschlandwert.

Tabelle 8 zeigt neben den Mengen auch die sektorale Struktur der hessischen Methan-Emissionen. Im Jahr 2011 kamen mit 42 400 t immerhin 46 % der Methan-Emissionen aus der Landwirtschaft. Dabei entfielen 85 % direkt auf die Viehhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Der Rest entstand bei der Lagerung und

Ausbringung von Wirtschaftsdünger. Zweitwichtigster Sektor war mit weiteren 35 % die Abfallentsorgung. 14 % resultierten aus der Gasverteilung über Rohrleitungsnetze. Energiegewinnung und Feuerungsanlagen machten zusammen nochmals 3,2 % aus. Alle anderen Sektoren waren von untergeordneter Bedeutung.

Tabelle 8 Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011

Emissionssektor	1995	2000	2005	2009	2010	2011
CH ₄ -Emissionen in t						
Verkehr gesamt ¹⁾	2 873	1 753	1 023	815	805	806
Feuerungsanlagen	1 995	2 123	2 271	2 580	3 151	2 727
Gasverteilung	13 317	12 149	13 626	15 088	14 886	13 270
Abwasserbeseitigung	295	70	53	38	36	31
Abfallentsorgung	150 831	89 493	55 397	38 662	35 738	32 628
Landwirtschaft	54 692	50 197	45 763	44 883	44 194	42 433
Energiegewinnung	1 101	593	348	281	262	262
Prozesse	0	0	0	0	0	0
CH ₄ -Emissionen insgesamt	225 104	156 378	118 481	102 347	99 071	92 158
Struktur der CH ₄ -Emissionen in %						
Verkehr gesamt ¹⁾	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9
Feuerungsanlagen	0,9	1,4	1,9	2,5	3,2	3,0
Gasverteilung	5,9	7,8	11,5	14,7	15,0	14,4
Abwasserbeseitigung	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abfallentsorgung	67,0	57,2	46,8	37,8	36,1	35,4
Landwirtschaft	24,3	32,1	38,6	43,9	44,6	46,0
Energiegewinnung	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Prozesse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CH ₄ -Emissionen insgesamt	100	100	100	100	100	100
Entwicklung der CH ₄ -Emissionen 1995 = 100						
Verkehr gesamt ¹⁾	100	61	36	28	28	28
Feuerungsanlagen	100	106	114	129	158	137
Gasverteilung	100	91	102	113	112	100
Abwasserbeseitigung	100	24	18	13	12	11
Abfallentsorgung	100	59	37	26	24	22
Landwirtschaft	100	92	84	82	81	78
Energiegewinnung	100	54	32	26	24	24
Prozesse	x	x	x	x	x	x
CH ₄ -Emissionen insgesamt	100	69	53	45	44	41

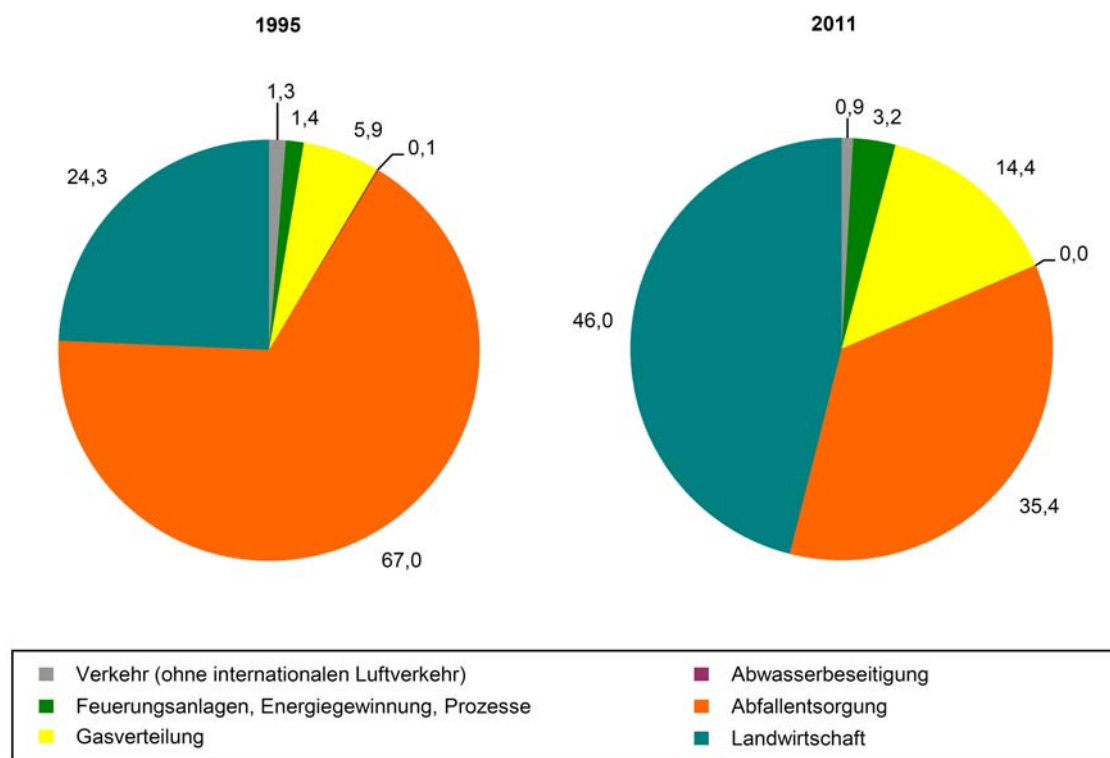
1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die Bedeutung der Sektoren für die gesamten Methan-Emissionen hat sich im Betrachtungszeitraum signifikant verschoben. 1995 wurden zwei Drittel des Methans von Hausmülldeponien und Kompostierungsanlagen emittiert, während die landwirtschaftliche Tierhaltung weniger als ein Viertel der Methan-Emissionen abgab. Seitdem gab es eine deutliche Schwerpunktverlagerung. Zwischen 1995 und 2011

verminderten sich die Emissionen der relevanten Abfallentsorgungsanlagen um mehr als drei Viertel von 150 800 t auf 32 600 t. Hauptursache hierfür ist der starke Rückgang bei den deponierten Abfallmengen und die Deponiegasnutzung gewesen. Auch die landwirtschaftlichen Methan-Emissionen haben sich gegenüber 1995 reduziert, allerdings in erheblich geringerem Umfang (– 22 %). Die Emissionsminderung ergibt sich hier ursächlich aus der Verringerung der Tierbestände. Insbesondere bei Rindern, die mit rund neun Zehnteln zu den landwirtschaftlichen Methanemissionen beitragen, ging der Bestand in Hessen seit 1995 um ein Viertel zurück. Der Methan-Austrag bei der Gasverteilung lag lediglich um rund 50 t unter dem Basiswert des Jahres 1995. Ein Nachfragerückgang infolge der sich verändernden Preisverhältnisse im Energiebereich wirkt sich noch nicht deutlich aus. Aufgrund der strukturellen Veränderungen bei den Emissionssektoren hat sich der Anteil an den Gesamtemissionen bei diesem Sektor im Beobachtungszeitraum mehr als verdoppelt (Abbildung 15).

Abbildung 15 Entwicklung der Methan-Emissionsstruktur in Hessen in den Jahren 1995 und 2011



Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

In der sektoralen Verteilung der Methan-Emissionen zeigen sich zwischen Hessen und Deutschland insgesamt wenige Unterschiede. Beim wichtigsten Emissionssektor, der Landwirtschaft, liegt der hessische Wert (46 %) unter dem deutschen (53 %). Die hessischen Anteilswerte der Energiegewinnung, Feuerungsanlagen und Gasverteilung (18 %) liegen leicht unter denen Deutschlands (23 %), da in Hessen keine Energieträger gefördert werden. Hier schlagen nur die Gasverteilung sowie in geringem Maße die Umwandlungsprozesse bei der Gasbereitstellung zu Buche. Mit

einem Anteil von 35 % haben die hessischen Emissionen aus dem Entsorgungsbereich (Abfallwirtschaft, Abwasserbeseitigung) eine größere Bedeutung als im Bund (Deutschland: 24 %). Insbesondere der Beitrag der Hausmülldeponien war im gesamten Betrachtungszeitraum für Hessen höher.

4 Lachgas-Emissionen

4.1 Methode zur Ermittlung der Lachgas-Emissionen

Distickstoffoxid (N₂O) oder Lachgas zählt ebenfalls zu den klimarelevanten Gasen. Mit durchschnittlich 114 Jahren hat Lachgas eine relativ hohe atmosphärische Verweilzeit und ein hohes Treibhauspotenzial. Lachgas setzt sich in der Stratosphäre mit dem dort vorhandenen Ozon zu Stickstoffmonoxid um und trägt so zum Ozonabbau bei.

Die Lachgas-Emissionen trugen 2011 in Deutschland zu 6,2 % zu den Treibhausgas-freisetzen bei (ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten). Die wichtigsten anthropogenen Emissionen ergeben sich hauptsächlich aus der Landwirtschaft (Viehhaltung, Düngemittel, Anbau von Hülsenfrüchten, Biomasserückstände) und in zweiter Linie – wenngleich ab 2010 mit wesentlich geringerem Umfang – bei ausgewählten industriellen Produktionsprozessen (Adipin- und Salpetersäureherstellung, Nylonproduktion). Außerdem setzen Verbrennungsprozesse in Heizkraftwerken und Heizwerken sowie Fahrzeugen Lachgas frei.

Auch die Berechnungen zu den Lachgas-Emissionen erfolgen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder nach der dort festgelegten einheitlichen Methode, bei der weitgehend analog zum Nationalen Inventarbericht vorgegangen wird. Der gegenwärtige Berechnungsstand basiert auf den methodischen Festlegungen des Nationalen Inventarberichts 2013. Auch in diesem Berichtsjahr wurden bei einigen Emissionssektoren Anpassungen vorgenommen (vor allem bei den Emissionsfaktoren), die von der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder nachvollzogen wurden. Daher können die Zeitreihen gegenüber der Berichterstattung des Vorjahres abweichen.

Für die Sektoren „Verkehr“, „Feuerungsanlagen“, „Abwasserbeseitigung“ und „Landwirtschaft“ wurden die gleichen Datenquellen wie für die Berechnung der Methan-Emissionen herangezogen (siehe Kapitel 3.1) – unter Verwendung der spezifischen Emissionsfaktoren für Lachgas. Darüber hinaus ist Folgendes zu beachten: Im Sektor Landwirtschaft wurden zusätzlich amtliche Ergebnisse der Bodennutzungshaupterhebungen zu den Hauptnutzungsarten der landwirtschaftlichen Flächen sowie über die Düngemittelversorgung einbezogen. Hier wurden auch indirekte Emissionen berücksichtigt, die bei der Deposition von Stickstoffverbindungen aus der Luft sowie durch Auswaschungen aus gedüngten Flächen entstehen.

Ab Berichtsjahr 2004 wurde der Bereich Abwasserbeseitigung neu bewertet. Es werden nur noch die Sickeranlagen berücksichtigt. Erweitert wurde die Bilanzierung um Emissionen aus Kompostierungsanlagen. Bei den so genannten Produktanwendungen stehen Narkosemittel im Vordergrund.

4.2 Die Lachgas-Emissionen im Einzelnen

Im Jahr 2011 wurden in Hessen 6300 t Lachgas freigesetzt, das waren 7,1 % mehr als ein Jahr zuvor. Bezogen auf 1995 verminderte sich der Lachgas-Ausstoß um rund 12 %. Der hessische Anteil an den Lachgas-Emissionen Deutschlands lag 2011 bei 3,4 %. Er hat sich seit 1995 um 0,6 Prozentpunkte erhöht. Am höchsten waren

die hessischen Lachgas-Emissionen im Jahr 2000, wobei die Hauptmenge auf den Sektor Landwirtschaft und hierin auf eine ungewöhnlich hohe Einsatzmenge an Stickstoffdünger zurückzuführen war. In den Jahren 2004, 2008 und 2011 war der Düngemiteleinsatz ebenfalls gegenüber dem langfristigen Trend leicht erhöht, wodurch die seit 2001 andauernde rückläufige Entwicklung der Gesamtemissionen an Lachgas jeweils kurzzeitig unterbrochen wurde.

In Deutschland haben sich die Lachgas-Emissionen seit 1995 stärker als in Hessen reduziert, und zwar um 28 %. Seit Ende der neunziger Jahre pendelt der Ausstoß im Bundesgebiet zwischen 194 700 und 209 600 t. Bestimmend für die Schwankungen ist neben der Bodennutzung in der Landwirtschaft die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie gewesen. Für Deutschland schlägt sich vor allem die Emissionsminderung bei den Produktanwendungen und Prozessen nieder. Seit 1995 sind die Lachgasemissionen in diesem Sektor im Bund um 86 % zurückgegangen.

Jedem hessischen Einwohner ist 1 kg Lachgas zuzurechnen, wobei dieser Wert seit 1995 in Hessen (Ausnahmen bildeten Anstiege in den Jahren 2000, 2004, 2008 und 2011) zurückgegangen ist. Die Minderung beträgt insgesamt knapp 13 % und gegenüber 2005 rund 2,5 %. In Deutschland entfielen 2011 auf jeden Einwohner 2,3 kg. Der Pro-Kopf-Lachgasausstoß hat sich hier parallel zur Entwicklung der Gesamtmenge um 28 % vermindert. Dennoch ist dieser spezifische Lachgas-Ausstoß für den Bund mehr als doppelt so hoch wie in Hessen (Tabelle 9).

Tabelle 9 Lachgas-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1995 bis 2011

Gebiet	1995	2000	2005	2009	2010	2011	1995/2011
Lachgas-Emissionen ¹⁾ in t							Veränderungen in %
Hessen	7 156	7 630	6 502	6 190	5 904	6 324	- 11,6
Deutschland	256 796	198 908	197 446	205 146	177 532	184 960	- 28,0
Deutschland = 100							
Hessen	2,8	3,8	3,3	3,0	3,3	3,4	
Lachgas-Emissionen ¹⁾ je Einwohner in kg							Veränderungen in %
Hessen	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	- 12,8
Deutschland	3,1	2,4	2,4	2,5	2,2	2,3	- 28,1
Deutschland = 100							
Hessen	38,0	52,0	44,6	40,7	44,8	46,0	
1) Ohne internationalen Luftverkehr.							

Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Im gesamten Betrachtungszeitraum hatten die meisten der Lachgas-Emissionen ihre Ursache in der Landwirtschaft, d. h. Intensivtierhaltung und industrieähnliche Pflanzenproduktion bestimmten den Lachgashaushalt in Hessen nachhaltig. Die sektorale Struktur blieb im Wesentlichen gleich (Abbildung 16). 1995 trug die Landwirtschaft zu 69 % zu den gesamten Lachgas-Emissionen bei. Feuerungsanlagen machten im Jahr 1995 9,1 % aus, dahinter folgte der Verkehrssektor mit

8,2 %. Abwasserbeseitigung und Kompostierung kamen zusammen auf 8,0 % und industrielle Prozesse auf 5,3 % (Tabelle 10).

Tabelle 10 Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen von 1995 bis 2011

Emissionssektor	1995	2000	2005	2009	2010	2011
N ₂ O-Emissionen in t						
Verkehr gesamt ¹⁾	589	473	269	315	340	363
Feuerungsanlagen	653	598	538	517	558	527
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	574	628	642	658	664	667
Landwirtschaft	4 961	5 652	4 936	4 608	4 255	4 684
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	486	438	427	431	418	402
<i>Düngeranwendung</i>	1 786	2 215	1 812	1 500	1 368	1 662
<i>indirekte Emissionen</i>	1 706	1 953	1 694	1 572	1 436	1 598
Prozesse, Produktanwendungen	378	278	117	91	87	84
N ₂ O-Emissionen insgesamt	7 156	7 630	6 502	6 190	5 904	6 324
Struktur der N ₂ O-Emissionen in %						
Verkehr gesamt ¹⁾	8,2	6,2	4,1	5,1	5,8	5,7
Feuerungsanlagen	9,1	7,8	8,3	8,4	9,5	8,3
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	8,0	8,2	9,9	10,6	11,2	10,5
Landwirtschaft	69,3	74,1	75,9	74,4	72,1	74,1
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	6,8	5,7	6,6	7,0	7,1	6,4
<i>Stickstoffdünger</i>	25,0	29,0	27,9	24,2	23,2	26,3
<i>indirekte Emissionen</i>	23,8	25,6	26,0	25,4	24,3	25,3
Prozesse, Produktanwendungen	5,3	3,6	1,8	1,5	1,5	1,3
N ₂ O-Emissionen insgesamt	100	100	100	100	100	100
Entwicklung der N ₂ O-Emissionen 1995 = 100						
Verkehr gesamt ¹⁾	100	80	46	53	58	62
Feuerungsanlagen	100	92	82	79	85	81
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	100	110	112	115	116	116
Landwirtschaft	100	114	99	93	86	94
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	100	90	88	89	86	83
<i>Stickstoffdünger</i>	100	124	102	84	77	93
<i>indirekte Emissionen</i>	100	115	99	92	84	94
Prozesse, Produktanwendungen	100	74	31	24	23	22
N ₂ O-Emissionen insgesamt	100	107	91	87	83	88

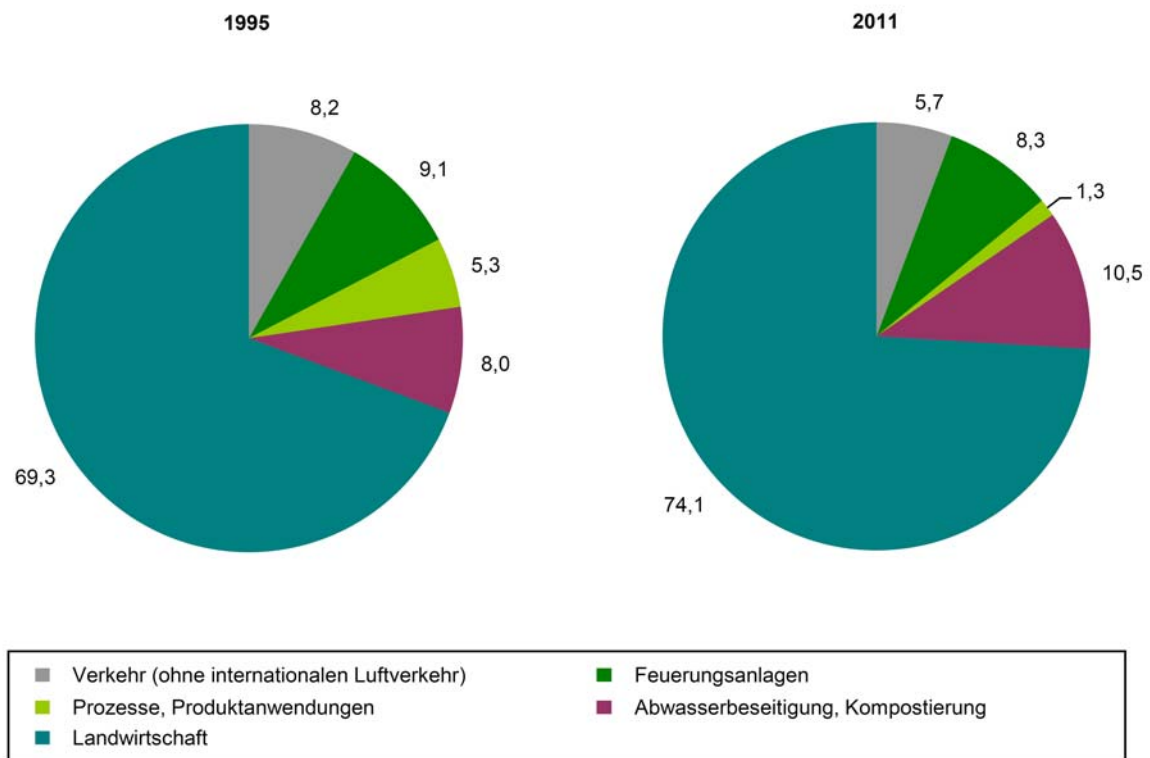
1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Im Zeitverlauf erlangten die landwirtschaftlichen Emissionen in Hessen wie im Bund anteilig immer größere Bedeutung. Zuletzt lag der Emissionsanteil der Landwirtschaft im Bund bei 78 %. In Hessen lag er 2011 mit 74 % etwas niedriger. Die Anteile des Verkehrssektors waren im Transitland Hessen mit 5,7 % gut 2,3-mal so hoch wie im Bundesdurchschnitt (2,4 %). Abwasserbeseitigung und Kompostierung hatten 2011

in Hessen mit rund 11 % einen mehr als doppelt so hohen Anteil wie im Bund (4,8 %). Im Gegensatz dazu wurden in Hessen deutlich geringere Anteile (1,3 %) bei den relevanten Industrieprozessen, die 2011 rund 6,2 % der Lachgas-Emissionen Deutschlands ausmachten, verzeichnet.

Abbildung 16 Entwicklung der Lachgas-Emissionsstruktur in Hessen in den Jahren 1995 und 2011



Quellen: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

5 Schlussbetrachtung

Die Hessische Treibhausgasbilanz gibt einen Überblick über die Entwicklung und Struktur der Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Klimagase Kohlendioxid, Methan und Lachgas für das Bundesland Hessen. Für die energiebedingten CO₂-Emissionen – als Hauptquelle der klimawirksamen Emissionen – stehen in Hessen seit 1990 Berechnungen zur Verfügung. Hierfür wurden die Energiebilanzen des Landes zugrunde gelegt. Die prozessbedingten Emissionen wurden ab 1995 anhand der Produktionszahlen ausgewählter Herstellungsprozesse berechnet. Bei den Treibhausgasen Methan und Lachgas wurden ebenfalls ab 1995 vor allem die Landwirtschaft, die Abfallentsorgung, Energieübertragungsprozesse sowie der Ausstoß des Verkehrs, der Abwasserbeseitigung und weiterer ausgewählter Quellen berücksichtigt.

Zwischen 1990 und 1996 stieg der energiebedingte CO₂-Ausstoß in Hessen zunächst merklich an, was unter anderem auf den wachsenden Energiesektor sowie steigende Verkehrszahlen zurückzuführen war. Danach setzte eine deutlich rückläufige Entwicklung ein. Die energiebedingten CO₂-Emissionen lagen im Jahr 2011 um 5,9 Mill. t unter denen des Basisjahres 1990 (Tabelle 11).

Tabelle 11 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2011 nach Sektoren (Auszug aus Tabelle 1)

Emissionssektor	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011
	Mill. t						
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	42,3	46,3	44,1	41,9	37,5	38,3	36,5
Energieerzeugung/-umwandlung	6,7	9,3	9,6	9,3	8,8	9,5	9,1
Industrie	6,1	5,8	4,3	3,8	2,9	3,2	3,0
Verkehr ²⁾	14,2	14,7	15,6	13,7	12,8	12,9	13,0
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	15,3	16,6	14,6	15,1	13,0	12,7	11,4
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	<i>8,0</i>	<i>9,8</i>	<i>11,9</i>	<i>12,5</i>	<i>11,6</i>	<i>12,0</i>	<i>11,5</i>
<small>1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Luftverkehr: nur inländischer Anteil (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13). – 3) Einschließlich militärischer Dienststellen. – 4) Internationaler Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr (vgl. Fußnote 1 auf Seite 13).</small>							

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltbundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Der Rückgang der absoluten Mengen an CO₂-Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2011 führte in Hessen in Verbindung mit dem Anstieg der Zahl der Einwohner und des Bruttoinlandsprodukts zu einem deutlichen Rückgang der spezifischen Emissionen. Sie unterscheiden sich zudem im Vergleich zu Deutschland in der Höhe sowohl pro Einwohner als auch bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt oder den Primärenergieverbrauch klar:

- Die hessischen Pro-Kopf-Emissionen an CO₂ waren im Jahr 2011 mehr als ein Drittel niedriger als die des Bundes.
- Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) wurde in Hessen im Vergleich zu Deutschland im Jahr 2011 mit einem um vier Neuntel niedrigeren CO₂-Ausstoß erwirtschaftet.

- Bei der CO₂-Intensität des Primärenergieverbrauchs ist das Niveau abhängig davon, auf welche Weise der internationale Flugverkehr beim Primärenergieverbrauch zum Ansatz kommt. Im Jahr 2011 lag der hessische Wert bei vollständiger Einbeziehung aller Mineralölprodukte in den Primärenergieverbrauch ein Viertel unter dem von Deutschland. Ohne das Flugbenzin für den internationalen Luftverkehr im Primärenergieverbrauch betrug die Differenz lediglich ein Neuntel.

Um das Gesamtpotential der Emissionen für Hessen zu bewerten, werden die Emissionsdaten summarisch auf der Basis von CO₂-Äquivalenten dargestellt. Dabei werden die Methan- und Lachgasmengen mit dem „Global Warming Potential“ (GWP) entsprechend der Höhe ihres klimawirksamen Potentials gewichtet. Diese Größe bildet die mittlere Erwärmungswirkung des entsprechenden Stoffes in der Atmosphäre über einen bestimmten Zeitraum (meist mit einem Zeithorizont von 100 Jahren) ab. Bezogen wird der Wert auf die Klimawirksamkeit von CO₂, welches als Referenzsubstanz gilt.

Die Gewichtungsfaktoren werden jeweils in den IPCC-Guidelines veröffentlicht. Es wurden die Faktoren der revidierten Version von 1996 (Revised IPCC-Guidelines 1996 for national greenhouse gas inventories) verwendet, die auch dem Berechnungsstand im Rahmen der Nationalen Inventarberichterstattung und der Umweltökonomischen Gesamtrechnung entsprechen. Die nachstehende Tabelle 12 zeigt neben den jeweiligen GWP-Werten die Emissionsmengen für Hessen in CO₂-Äquivalenten.

Tabelle 12 Entwicklung der Emissionen in Hessen in CO₂-Äquivalenten von 1995 bis 2011

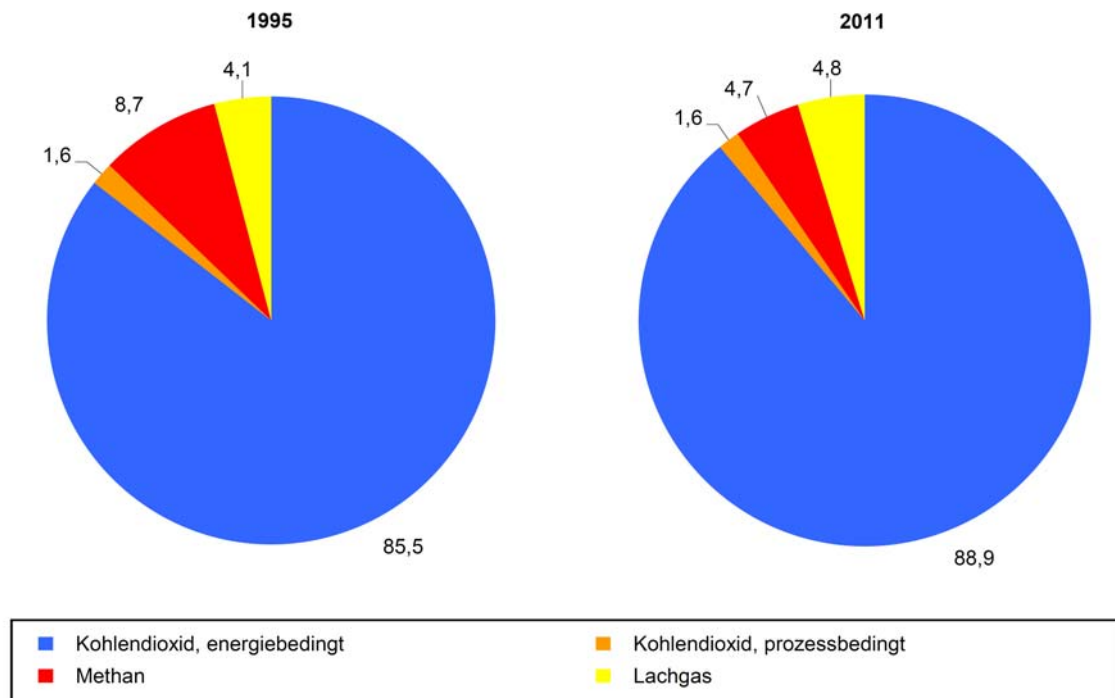
Treibhausgas	Chemische Formel	GWP	1995	2000	2005	2009	2010	2011	1995/ 2000	1995/ 2011
			Menge in 1000 t CO ₂ -Äquivalent						Veränderung in %	
Kohlendioxid	CO ₂	1	47 232	45 043	42 624	38 218	38 990	37 103	- 4,6	- 21,4
Energiebedingt ¹⁾²⁾	CO ₂	1	46 340	44 078	41 912	37 537	38 298	36 463	- 4,9	- 21,3
Prozessbedingt	CO ₂	1	892	965	713	681	691	640	8,2	- 28,2
Methan ²⁾	CH ₄	21	4 727	3 284	2 488	2 149	2 081	1 935	- 30,5	- 59,1
Lachgas ²⁾	N ₂ O	310	2 218	2 365	2 016	1 919	1 830	1 960	6,6	- 11,6
Insgesamt			54 177	50 692	47 128	42 286	42 901	40 999	- 6,4	- 24,3

1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch. – 2) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Im Jahr 2011 machten die energie- und prozessbedingten Emissionen von CO₂ in Hessen mit 37 Mill. t über 90 % des Emissionsgeschehens von 41 Mill. t CO₂-Äquivalenten aus. 4,7 % bzw. 4,8 % der Emissionen entfielen auf Methan respektive Lachgas. An dieser Struktur hat sich seit 1995 wenig geändert. Lediglich der Anteil des Methans hat sich vermindert (Abbildung 17).

Abbildung 17 Entwicklung der Struktur der Gesamtemissionen in Hessen in CO₂-Äquivalenten in den Jahren 1995 und 2011



Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; DIW; Berechnungen des Hessischen Statistisches Landesamts.

Zu acht Neunteln entstammten die Emissionen des Jahres 2011 dem CO₂-Ausstoß aus stationären und mobilen Verbrennungsprozessen (energiebedingte CO₂-Emissionen). Die Landwirtschaft sowie die Abfallentsorgung, als Hauptverursacher der Methan- und Lachgas-Emissionen, kamen auf Anteile an den CO₂-Äquivalenten von 5,7 % bzw. 1,7 %. Die prozessbedingten CO₂-Emissionen erreichten 1,6 %. Alle weiteren Quellen spielten eine eher untergeordnete Rolle. (Bei dieser Betrachtung muss beachtet werden, dass energiebedingte Emissionen der Landwirtschaft oder der Abfallentsorgung in den entsprechenden Sektoren der CO₂-Bilanz erfasst sind und dass die prozessbedingten Emissionen sich ausschließlich auf die CO₂-Freisetzung bei chemischen Reaktionen in bestimmten Herstellungsprozessen beziehen.)

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase in Hessen seit 1995 um fast ein Viertel zurück, wobei die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich stark dazu beitrugen. So betragen die Emissionsveränderungen von 1995 bis 2011 bei einer mengenmäßigen Betrachtung der CO₂-Äquivalente:

Kohlendioxid	– 21,4 %,
Methan	– 59,1 %,
Lachgas	– 11,6 %.

Zur Verminderung der Treibhausgas-Emissionen in Hessen trug die Abfallentsorgung durch Einsparungen – in erster Linie bei Methan – in Höhe von rund 78 % in

besonderem Maße bei. Diese Abnahme resultiert überwiegend aus dem Rückgang der deponierten Abfallmengen und aus den Entwicklungen im Bereich Deponietechnik (Stilllegung, Abdeckung, Deponiegasfassung und -verwertung). Dadurch verminderte sich der Beitrag der Abfallentsorgung zu den Gesamtemissionen von 5,9 % im Jahr 1995 auf die genannten 1,7 % im Jahr 2011. Die Landwirtschaft verursachte im Betrachtungszeitraum ebenfalls weniger Emissionen (– 13 %), ihr Anteil an den Gesamtemissionen wuchs indessen angesichts der Rückgänge in den anderen Sektoren leicht an.

Verwendete Abkürzungen

CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FKW	Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe
GWP	Global Warming Potential (engl.) = Globales Treibhauspotential
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change (engl.) = Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry (engl.) = Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
Mill.	Millionen
N ₂ O	Distickstoffoxid = Lachgas
NF ₃	Stickstofftrifluorid
NACE	Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes (franz.) = Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft
NE-Metalle	Nichteisenmetalle
NIR	National Inventory report (engl.) = Nationaler Inventarbericht
Rev.	Revision (franz.) = Überarbeitungsstand
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t	Tonne(n)
TJ	Terajoule
UBA	Umweltbundesamt
UGRdL	Arbeitskreis „Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder“
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
WZ	Wirtschaftszweig(e)

Quellenverweis

- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, www.ag-energiebilanzen.de
- Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder, www.ugrdl.de
- Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder, www.statistik-hessen.de/erwerbstaetigenrechnung/
- Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, www.vgrdl.de
- Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2011, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig 2013
- Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge/New York 2013
- Guidelines for national greenhouse gas inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), www.ipcc-nggip.iges.or.jp
- Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008)
- Länderarbeitskreis Energiebilanzen, www.lak-energiebilanzen.de
- Nationaler Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2011, Umweltbundesamt, Dessau 2013
- Nationaler Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012, Umweltbundesamt, Dessau 2014
- Statistisches Bundesamt, www.destatis.de

Anhang

Anhang 1: Demographische und gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Die Entwicklung der Emissionen einer Region oder eines Staates hängt stark von strukturellen und konjunkturellen Gegebenheiten ab. Der Überblick über die demographischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Hessen und in Deutschland kann die Interpretation und Bewertung der vorgelegten Daten erleichtern.

Für die Darstellung der demographischen Entwicklung lagen zum Redaktionsschluss die Fortschreibungsergebnisse auf Basis der Volkszählung 1987 vor. Demnach lebten in Hessen im Jahr 2012 mit 6,1 Millionen Menschen 7,5 % der Bevölkerung Deutschlands. Zwischen 1990 und 2003 wuchs die hessische Bevölkerung kontinuierlich an. In diesem Zeitraum kamen pro Jahr im Schnitt 29 000 Einwohner hinzu. Nach dieser lang anhaltenden Expansionsphase verminderte sich die Zahl der Einwohner 2004 erstmals leicht um 1200 Personen. Diese Abnahme wurde 2005 dann noch einmal mehr als kompensiert. Nach dem zwischenzeitlichen Höchststand im Jahr 2005 ging die Bevölkerungszahl bis 2009 durchgehend um insgesamt 32 000 Personen zurück. Ab 2010 wurde wieder ein jährlicher Zuwachs von durchschnittlich 13 500 Personen verzeichnet. Die Einwohnerzahl in Hessen lag zuletzt um 386 000 Personen oder 6,7 % über der des Jahres 1990.

Tabelle 13 Entwicklung der Bevölkerung in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1990 bis 2012

Jahr	Hessen	Deutschland			Hessen im Vergleich zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
Einwohner in 1000 im Jahresdurchschnitt					%	
1990	5 717	61 107	18 257	79 363	9,4	7,2
1995	5 994	63 986	17 675	81 661	9,4	7,3
2000	6 058	64 904	17 284	82 188	9,3	7,4
2005	6 094	65 686	16 779	82 464	9,3	7,4
2009	6 062	65 463	16 411	81 875	9,3	7,4
2010	6 064	65 414	16 343	81 757	9,3	7,4
2011	6 078	65 472	16 307	81 779	9,3	7,4
2012	6 103	65 623	16 294	81 917	9,3	7,5

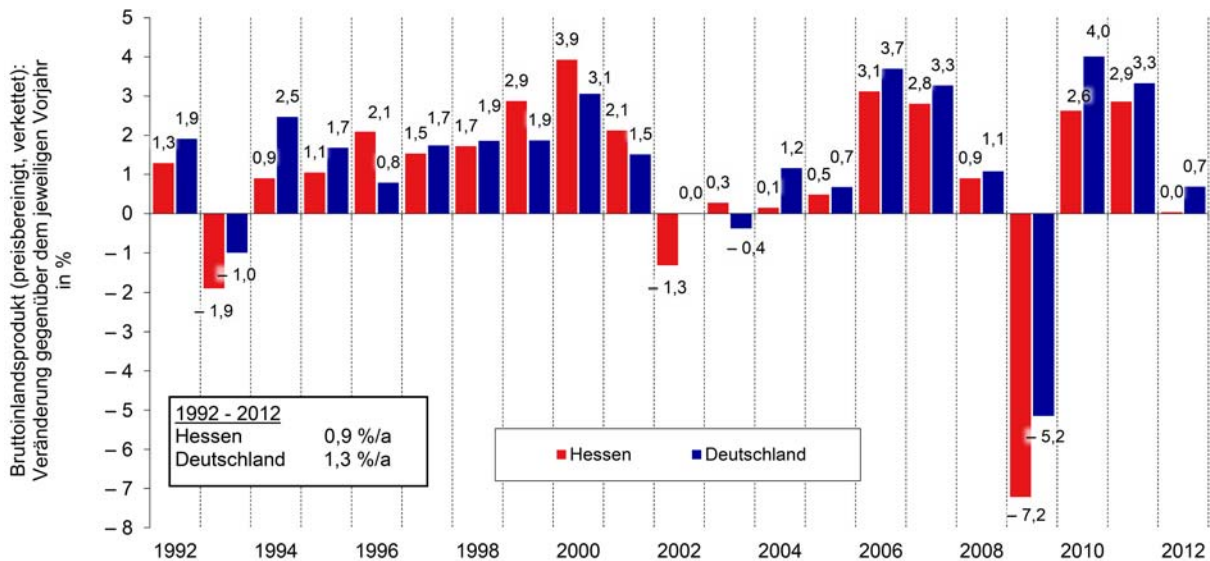
1) Ohne Berlin. – 2) Einschl. Berlin.
Fortschreibungsergebnisse auf Basis der Volkszählung 1987.

Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt.

In Deutschland lag der Bevölkerungszuwachs gegenüber dem Basisjahr bei nur 3,2 %, wobei die Einwohnerzahl hier zwischen 2003 und 2010 zurückging. Die hessische Bevölkerungsentwicklung verlief also insgesamt dynamischer als in Deutschland. Sie hat sich jedoch etwas langsamer entwickelt als im Durchschnitt der alten Bundesländer, deren Bevölkerung seit 1990 um 7,4 % angewachsen ist. Die neuen Bundesländer haben im Gegenzug in den letzten 22 Jahren mehr als ein Zehntel ihrer Einwohner verloren (Tabelle 13).

Fast drei Viertel der hessischen Bevölkerung lebt in Ein- und Zwei-Personen-Haushalten. Insgesamt gab es im Jahr 2012 in Hessen 3 Millionen Privathaushalte. In rund 40 % aller Haushalte lebte nur eine Person. Die durchschnittliche Haushaltsgröße betrug 2,05 Personen. In den vergangenen 20 Jahren hat die Tendenz zu kleineren Haushalten weiter zugenommen. 1990 lag die durchschnittliche Haushaltsgröße noch bei 2,28 Personen je Haushalt; im Jahr 1950 waren es 3,00.

Abbildung 18 Veränderung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen und in Deutschland von 1992 bis 2012



Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die Wirtschaftskraft einer Region kann am besten aus den Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen abgelesen werden. Dabei entsteht ein möglichst vollständiges und zugleich übersichtliches, quantitatives Gesamtbild des statistisch erfassten Wirtschaftsgeschehens einer Volkswirtschaft oder eines Wirtschaftsraumes wie des Landes Hessen. Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen geben Auskunft über das Wirtschaftswachstum, die Einkommenssituation, den Konsum oder auch die Investitionstätigkeit. Die wirtschaftsfachliche Darstellung folgt dabei den offiziellen Zusammenfassungen der Wirtschaftszweigsystematik 2008 (WZ 2008).

Seit der grundlegenden Revision des Systems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen im Jahr 2005 ist die einheitliche Preisbasis, durch die in einem Aggregat Struktur und Entwicklung zusammen dargestellt werden konnten, entfallen. Nunmehr muss zwischen zwei Darstellungsweisen unterschieden werden: Bei Zeitreihen, für die die Preise nun jeweils für das Vorjahr bereinigt werden, stehen nur noch Kettenindizes bzw. Veränderungsrate zur Verfügung. Für Strukturvergleiche, z. B. zwischen Hessen und Deutschland, werden jeweilige Preise (nominales Bruttoinlandsprodukt) verwendet. Basisjahr der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist 1991.

Das Wirtschaftswachstum unterlag im Betrachtungszeitraum Schwankungen. 2012 war der Erholungsprozess beendet, der auf die Finanzkrise der Jahre 2008 und 2009

gefolgt war. Das hessische Bruttoinlandsprodukt wuchs preisbereinigt um weniger als 0,05 %. Im gesamten Zeitraum von 1992 bis 2012 stieg es um durchschnittlich 0,9 % pro Jahr. In Deutschland stieg das Bruttoinlandsprodukt 2012 gegenüber 2011 preisbereinigt um 0,7 %. Die Wachstumsrate der letzten 20 Jahre fiel im Bundesdurchschnitt mit 1,3 % pro Jahr ebenfalls etwas höher aus als in Hessen (Abbildung 18).

Das hessische Bruttoinlandsprodukt betrug 2012 nominal 228 Milliarden Euro (Tabelle 14). Damit erreichte Hessen einen Anteil am Bruttoinlandsprodukt von Deutschland von 8,6 % – im Vergleich zu einem Bevölkerungsanteil von nur 7,5 %.

Tabelle 14 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012

Jahr	Hessen	Deutschland			Hessen im Vergleich zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
		Bundesländer				
Mill. Euro in jeweiligen Preisen					%	
1991	145 244	1 362 368	172 232	1 534 600	10,7	9,5
1995	166 543	1 559 474	289 026	1 848 500	10,7	9,0
2000	188 394	1 737 871	309 629	2 047 500	10,8	9,2
2005	206 143	1 892 730	331 670	2 224 400	10,9	9,3
2009	211 037	2 012 454	361 746	2 374 200	10,5	8,9
2010	218 210	2 117 498	377 502	2 495 000	10,3	8,7
2011	225 697	2 219 039	390 861	2 609 900	10,2	8,6
2012	227 978	2 267 806	398 594	2 666 400	10,1	8,6

1) Ohne Berlin. – 2) Einschließlich Berlin.

Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt.

Im Durchschnitt trug jeder hessische Einwohner im Jahr 2012 mit rund 37 400 Euro zum Bruttoinlandsprodukt bei, das sind 8,1 % mehr als in den alten Bundesländern (34 600 Euro). Im Vergleich zu den neuen Bundesländern, bei denen das Bruttoinlandsprodukt je Einwohner nur bei durchschnittlich 24 500 Euro lag, waren es sogar 53 % mehr. Der Bundesdurchschnitt von 32 600 Euro je Einwohner wurde um 15 % übertroffen (Tabelle 15). Im höheren Bruttoinlandsprodukt je Einwohner spiegelt sich die insgesamt größere Wirtschaftskraft Hessens wider.

Tabelle 15 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012

Jahr	Hessen	Deutschland			Hessen im Vergleich zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
Euro in jeweiligen Preisen je Einwohner					%	
1991	25 061	22 004	9 531	19 186	113,9	130,6
1995	27 787	24 372	16 353	22 636	114,0	122,8
2000	31 097	26 776	17 915	24 913	116,1	124,8
2005	33 825	28 815	19 768	26 974	117,4	125,4
2009	34 811	30 742	22 042	28 998	113,2	120,0
2010	35 983	32 371	23 099	30 517	111,2	117,9
2011	37 136	33 893	23 968	31 914	109,6	116,4
2012	37 356	34 558	24 462	32 550	108,1	114,8

1) Ohne Berlin. – 2) Einschließlich Berlin.

Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt.

Abbildung 19 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (preisbereinigt, verkettet) je Einwohner in Hessen, in Deutschland sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2012

1991 - 2012

Hessen	0,5 %/a
Alte Bundesländer	0,6 %/a
Neue Bundesländer	2,7 %/a
Deutschland	1,0 %/a

Legend:
— Hessen
— Alte Bundesländer (ohne Berlin)
— Neue Bundesländer (mit Berlin)
— Deutschland

Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013/Februar 2014; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt je Einwohner ist von 1991 bis 2012 in Hessen mit jahresdurchschnittlichen 0,5 % langsamer als im Bund (1 %) gestiegen (Abbildung 19). Darin kommt neben dem Bevölkerungsrückgang auch das stärkere Wirtschaftswachstum der neuen Länder in der ersten Hälfte der neunziger Jahre zum Ausdruck, die sich von einem weit geringeren Niveau ausgehend entwickelten. Doch auch im Vergleich mit den übrigen Ländern des früheren Bundesgebietes (durchschnittlich 0,6 %; ohne Berlin) wuchs die wirtschaftliche Leistung in Hessen unterdurchschnittlich.

Tabelle 16 Struktur der Bruttowertschöpfung in Hessen und in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2012

Jahr	Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	Baugewerbe	Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation	Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen	Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung, Gesundheit
Struktur der Bruttowertschöpfung in %							
Hessen insgesamt							
1991	100,0	0,7	26,9	4,9	21,3	29,7	16,5
1995	100,0	0,6	22,7	4,8	20,8	33,3	17,8
2000	100,0	0,5	21,5	4,2	21,1	34,4	18,4
2005	100,0	0,4	20,6	3,2	21,2	35,9	18,7
2009	100,0	0,3	18,5	3,5	21,3	36,5	19,9
2010	100,0	0,4	20,7	3,7	19,9	35,5	19,8
2011	100,0	0,4	20,9	3,7	20,1	35,0	19,9
2012	100,0	0,4	20,4	3,7	20,1	34,9	20,6
Deutschland insgesamt							
1991	100,0	1,2	30,2	6,1	20,0	22,4	20,1
1995	100,0	1,1	25,4	6,9	19,6	25,5	21,4
2000	100,0	1,1	25,2	5,3	20,3	26,2	21,9
2005	100,0	0,8	25,2	4,1	20,3	27,4	22,3
2009	100,0	0,8	23,4	4,4	20,2	27,7	23,5
2010	100,0	0,8	25,7	4,6	18,6	27,4	22,9
2011	100,0	0,8	26,0	4,7	18,6	27,3	22,6
2012	100,0	0,8	25,8	4,7	18,6	27,2	22,9

Quellen: Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt.

Bei der Struktur der Bruttowertschöpfung gibt es große Unterschiede zwischen Hessen und Deutschland. In Hessen ist der tertiäre Sektor stärker ausgeprägt als in der Bundesrepublik. Im Jahr 2012 war allein der Wirtschaftsbereich „Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen“ mit über einem Drittel an der realen Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche beteiligt. In Deutschland trug der Bereich nur zu gut einem Viertel zur Bruttowertschöpfung bei. Der Bereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation“ spielte in Hessen als „Transitland“ mit internationalem Luftverkehrsdrehkreuz mit einem Anteil von 20 % eine geringfügig größere Rolle als in Deutschland insgesamt mit gut 18 %. Dagegen fiel 2012 der Beitrag des Segments

„Öffentliche und private Dienstleister“ mit rund 21 % in Hessen niedriger als in Deutschland (23 %). Auch das Produzierende Gewerbe hatte in Hessen mit 20 % ein geringeres gesamtwirtschaftliches Gewicht als in Deutschland (rund 26 %). Das Baugewerbe trug zu 3,7 % und die Landwirtschaft nur zu 0,4 % zur hessischen Bruttowertschöpfung bei (Tabelle 16).

Dabei hatte sich in den vergangenen 21 Jahren sowohl in Hessen als auch in Deutschland ein deutlicher Strukturwandel vollzogen. Die Bedeutung des Produzierenden Gewerbes hat ab-, die des Dienstleistungssektors zugenommen. 1991 waren die Beiträge des Produzierenden Gewerbes und des Wirtschaftsbereichs „Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen“ zur hessischen Bruttowertschöpfung mit 27 % bzw. knapp 30 % etwa gleich hoch. 2012 dominierte der letztgenannte Wirtschaftsbereich. Der Unterschied zwischen den Bereichen betrug nun rund 15 Prozentpunkte. In Deutschland war die Industrie 1991 sogar der anteilstärkste Wirtschaftsbereich. Seither hat sich das Verhältnis bei Industrie und Unternehmensdienstleistern bundesweit gleichfalls zugunsten der letztgenannten verschoben.

Die auf den tertiären Sektor ausgerichtete Wirtschaftsstruktur Hessens spiegelt sich auch in der Erwerbstätigkeit wider. So waren im Jahr 2012 in Hessen im Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Informations- und Kommunikationsbereich, bei Finanz- und Unternehmensdienstleistern sowie im Grundstücks- und Wohnungswesen zusammen knapp die Hälfte der insgesamt 3,23 Millionen Erwerbstätigen beschäftigt. Für Deutschland kamen diese Wirtschaftsbereiche auf einen Anteil von 43 %. Das Produzierende Gewerbe machte in Hessen gut 16 % aus. Im Bundesgebiet lag sein Anteil 2,4 Prozentpunkte höher. Die Beschäftigung in Landwirtschaft und Baugewerbe hat in Hessen wie im gesamten Bundesgebiet eine geringere Bedeutung (Tabelle 17).

2012 lag die nominale Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen für die gesamte hessische Wirtschaft bei 63 100 Euro. Sie war damit um 5800 Euro höher als die der Bundesrepublik (57 400 Euro). Im Bereich „Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen“ erreichte die spezifische Wertschöpfung mit 105 900 Euro je Erwerbstätigen einen Spitzenwert. Für Gesamtdeutschland betrug sie hier nur 91 400 Euro. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) fällt Hessen jedoch hinter Deutschland zurück: Die Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen verfehlte hier mit 78 000 Euro den Bundesdurchschnitt um 700 Euro. Die auf die Zahl der Erwerbstätigen bezogene Bruttowertschöpfung der Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Fischerei) erzielte mit 24 500 Euro in Hessen nicht einmal zwei Fünftel des hessischen Gesamtdurchschnitts (63 100 Euro). Für das Bundesgebiet wurde mit 52 % ein etwas höherer Anteil (29 900 Euro gegenüber 57 400 Euro insgesamt) erreicht.

Auch bei der Arbeitsproduktivität, die sich im Quotienten aus Bruttoinlandsprodukt und Zahl der Erwerbstätigen ausdrückt, lag Hessen im Jahr 2012 vorn: Mit 70 500 Euro war sie um ein Zehntel höher als der Bundesdurchschnitt.

Tabelle 17 Zahl der Erwerbstätigen in Hessen und Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2012

Jahr	Erwerbstätige insgesamt	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	Baugewerbe	Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation	Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen	Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung, Gesundheit
	in 1000	Sektorale Struktur der Erwerbstätigen in %					
Hessen insgesamt							
1991	2 947	2,0	26,7	6,4	28,5	13,0	23,5
1995	2 931	1,6	23,2	6,5	28,1	14,9	25,6
2000	3 072	1,2	19,9	5,7	28,4	18,3	26,5
2005	3 047	1,1	17,9	5,1	28,5	19,7	27,8
2009	3 138	1,0	16,8	5,0	27,9	20,6	28,6
2010	3 140	1,0	16,5	5,1	27,7	20,7	29,0
2011	3 195	1,0	16,6	5,1	27,7	20,9	28,7
2012	3 233	1,0	16,5	5,2	27,7	20,8	28,9
Deutschland insgesamt							
1991	38 712	3,0	28,5	7,6	25,1	10,1	25,7
1995	37 802	2,3	23,3	8,9	25,6	11,7	28,1
2000	39 382	1,9	21,3	7,4	26,3	14,1	29,0
2005	38 976	1,7	19,9	6,0	26,6	15,4	30,4
2009	40 372	1,7	19,1	5,8	26,3	16,3	30,8
2010	40 587	1,6	18,7	5,8	26,1	16,8	31,0
2011	41 152	1,6	18,8	5,9	26,0	17,1	30,6
2012	41 608	1,6	18,8	5,9	26,0	17,1	30,6

Quellen: Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder, Berechnungsstand August 2013; Statistisches Bundesamt.

Anhang 2: Glossar

Aggregat

Aggregat (lateinisch aggregatum: das Angehäufte) bezeichnet allgemein eine Einheit, die durch Zusammensetzung einzelner, relativ selbständiger Teile zustande kommt. Die Selbständigkeit der Teile bleibt teilweise erhalten.

In der Ökonomie bezeichnet Aggregat eine allgemeine, makroökonomische Aussage oder Beziehung als Verdichtung mikroökonomischer Tatbestände.

Bruttoinlandsprodukt

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist ein Maß für die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft in einem bestimmten Zeitraum. Es umfasst den Wert aller innerhalb eines Wirtschaftsgebietes während einer bestimmten Periode produzierten Waren und Dienstleistungen. Es entspricht der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche zuzüglich der Gütersteuern und abzüglich der Gütersubventionen.

Das Bruttoinlandsprodukt wird in jeweiligen Preisen oder preisbereinigt (Deflationierung mit jährlich wechselnden Vorjahrespreisen und Verkettung) errechnet. Auf Vorjahrespreisbasis wird die „reale“ Wirtschaftsentwicklung im Zeitablauf frei von Preiseinflüssen dargestellt. Die Veränderungsrate des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes dient als Messgröße für das Wirtschaftswachstum der Volkswirtschaften.

Bruttowertschöpfung

Die Bruttowertschöpfung wird zu Herstellungspreisen bewertet und umfasst die innerhalb eines abgegrenzten Wirtschaftsgebietes erbrachte wirtschaftliche Leistung (Produktionswert zu Herstellungspreisen abzüglich Vorleistungen zu Anschaffungspreisen).

Deflationierung

Mit Deflationierung bezeichnet man im Bereich der Wirtschaftsstatistik die Bereinigung von in Geldeinheiten ausgedrückten Größen (z. B. das Bruttoinlandsprodukt) um den Einfluss der Inflation. Dies geschieht, indem man die beobachtete Größe (nominale Größe) durch einen entsprechenden Preisindex dividiert. Als Ergebnis erhält man eine reale, preisbereinigte Größe.

Zur Ableitung der korrespondierenden realen, d. h. preisbereinigten, Größen aus den nominalen, in jeweiligen Preisen dargestellten Ergebnissen bedarf es eines geeigneten Preiskonzeptes (Deflationierungsverfahren).

Einwohner

Zu den Einwohnern Deutschlands gehören alle Personen (Deutsche und Ausländer), die im Bundesgebiet ihren ständigen Wohnsitz haben. Nicht zu den Einwohnern zählen jedoch die Angehörigen ausländischer Missionen und Streitkräfte. Die Einwohner werden in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als Jahresdurchschnittszahl ausgewiesen.

Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch ist die Summe der zur unmittelbaren Erzeugung der Nutzenergie verwendeten Primär- und Sekundärenergieträger. Die Endenergie wird in Form von Strom, Fernwärme, Erdgas, Kohle oder Erdöl (darunter Heizöl oder Kraftstoffe) nach Umwandlung in Kraftwerken oder Raffinerien bereitgestellt. Energetisch und energieökonomisch handelt es sich noch nicht um die letzte Stufe der Energieverwendung: Es folgen noch die Nutzenergiestufe (z. B. Nutzung als Licht, Wärme) und die Energiedienstleistungen.

Erwerbstätige

Als Erwerbstätige werden alle Personen angesehen, die innerhalb eines Wirtschaftsgebietes einer Erwerbstätigkeit oder mehreren Erwerbstätigkeiten nachgehen, unabhängig von der Dauer der tatsächlich geleisteten oder vertragsmäßig zu leistenden wöchentlichen Arbeitszeit. Bei den Erwerbstätigen wird die Erwerbstätigkeit nicht nach dem Arbeitsort, sondern nach dem Wohnort festgestellt.

Kettenindex

Ein Kettenindex ist ein spezieller Indextyp, der sich aus der zeitlichen Verknüpfung (Multiplikation) von Teilindizes ergibt; diese beziehen sich jeweils auf das Vorjahr und haben damit ein jährlich wechselndes Wägungsschema.

Mit der Revision 2005 im System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ist der Kettenindex die zentrale Größe der Preisbereinigung. Bei allen preisbereinigten Aggregaten und Kennziffern ergeben sich die Veränderungsraten und Messzahlen der einzelnen Zeitreihen anhand des Kettenindex. Er ist auf ein Basisjahr normiert, wobei europaweit 2005 = 100 gilt. Die Wahl des Basisjahres hat keinen Einfluss auf die Werte der Veränderungsraten.

Preiskonzept

Die Waren und Dienstleistungen können in jeweiligen Preisen, d. h. in Preisen des jeweiligen Berichtsjahres, oder preisbereinigt und somit frei von Preiseinflüssen dargestellt werden. Die Preisbereinigung erfolgt ab 2005 auf der Grundlage einer jährlich wechselnden Preisbasis (Vorjahrespreisbasis), die weitgehend die bisherige Berechnung in konstanten Preisen ersetzt.

Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch ist die in den eingesetzten Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden (z. B. Steinkohle, Braunkohle, Rohöl oder Erdgas), gebundene Energiemenge. Er umfasst somit die Energiedarbietung der ersten Stufe.

Tertiärer Sektor

Der Tertiäre Sektor umfasst alle Unternehmen einer Volkswirtschaft, die Dienstleistungen erbringen. Ihm gehören unter anderem folgende Wirtschaftszweige an:

- Handel;
- Verkehr, Logistik;
- Tourismus, Hotel- und Gaststättengewerbe;
- Nachrichtenübermittlung;
- Kreditinstitute;
- Versicherungen;
- Wohnungsvermietung;
- sonstige Unternehmen oder freie Berufe, die Dienstleistungen erbringen;
- Organisationen ohne Erwerbscharakter;
- Gebietskörperschaften;
- private Haushalte;
- öffentliche Haushalte, z. B. Staat, Gemeinden, Militär usw.

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) sind ein Teilgebiet der Makroökonomie innerhalb der Volkswirtschaftslehre und erfassen die gesamtwirtschaftlichen Einkommens- und Güterströme in einer Volkswirtschaft (Binnenwirtschaftsrechnung) oder mit dem Ausland (Außenwirtschaftsrechnung) in einer abgelaufenen Periode anhand von Einnahmen und Ausgaben. Sie liefern somit im Nachhinein (ex post) einen quantitativen Überblick über das wirtschaftliche Geschehen in einer Volkswirtschaft.

