

**Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

HESSEN



Treibhausgasbilanz für das Land Hessen Bilanzjahr 2006



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

März 2010

Inhalt

Auftrag und methodische Hinweise	5	
Vorbemerkungen	7	
1	Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen	8
1.1	Methode der Bilanzierung energiebedingter Kohlendioxid-Emissionen	8
1.2	Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen im Überblick (Quellenbilanz)	10
1.3	Indikatoren zur Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen (aus der Quellenbilanz)	18
1.4	Verursacherbezogene Kohlendioxid-Emissionen	23
2	Kohlendioxid-Emissionen aus Industrieprozessen	26
2.1	Ermittlung prozessbedingter Kohlendioxid-Emissionen	26
2.2	Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Zementklinker	28
2.3	Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Kalk	28
2.4	Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Glas	29
2.5	Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Ammoniak	30
3	Methan-Emissionen	31
3.1	Methode zur Ermittlung der Methan-Emissionen und Berechnungsstand	31
3.2	Die Methan-Emissionen im Einzelnen	33
4	Lachgas-Emissionen	37
4.1	Methode zur Ermittlung der Lachgas-Emissionen	37
4.2	Die Lachgas-Emissionen im Einzelnen	37
5	Schlussbetrachtung	41
Verwendete Abkürzungen	45	
Quellenverweis	46	
Anhang	47	
Anhang 1: Demographische und gesamtwirtschaftliche Entwicklung	48	
Anhang 2: Glossar	56	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren	12
Tabelle 2	Struktur der CO ₂ -Emissionen der Industrie in Hessen im Jahr 2006	15
Tabelle 3	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006	17
Tabelle 4	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen je Einwohner und je Einheit Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen und Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2006	19
Tabelle 5	Effektive CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen 2006	24
Tabelle 6	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen 1995 bis 2008	27
Tabelle 7	Methan-Emissionen in Hessen und in Deutschland 1995 bis 2006	33
Tabelle 8	Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen 1995 bis 2006	34
Tabelle 9	Lachgas-Emissionen in Hessen und in Deutschland 1995 bis 2006	38
Tabelle 10	Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen 1995 bis 2006	39
Tabelle 11	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren	41
Tabelle 12	Entwicklung der Emissionen in Hessen in CO ₂ -Äquivalenten in den Jahren 1995 bis 2006	42
Tabelle 13	Entwicklung der Bevölkerung in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2008	48
Tabelle 14	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008	50
Tabelle 15	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008	51
Tabelle 16	Struktur der Bruttowertschöpfung in Hessen und in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2008	53
Tabelle 17	Zahl der Erwerbstätigen in Hessen und Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2008	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006	11
Abbildung 2	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren	13
Abbildung 3	Entwicklung der sektoralen Struktur der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006	18
Abbildung 4	Abweichungen der energiebedingten CO ₂ -Emissionen je Einwohner, je Einheit Bruttoinlandsprodukt und je Einheit Primärenergieverbrauch in Hessen von den Werten in Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2006	22
Abbildung 5	Quellen- und verursacherbezogene CO ₂ -Emissionen der Hauptemittentensektoren in Hessen 2006	23
Abbildung 6	Verursacherbezogene CO ₂ -Emissionen in Hessen 2006 (Sankey-Diagramm)	25
Abbildung 7	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen 1995 bis 2008	27
Abbildung 8	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Zementklinkerherstellung	28
Abbildung 9	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Kalkherstellung	29
Abbildung 10	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Glasherstellung	29
Abbildung 11	Schematische Darstellung der CO ₂ -Freisetzung bei der Ammoniakherstellung	30
Abbildung 12	Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen in den Jahren 1995 und 2006	35
Abbildung 13	Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen in den Jahren 1995 und 2006	40
Abbildung 14	Entwicklung der Gesamtemissionen in Hessen in CO ₂ -Äquivalenten in den Jahren 1995 und 2006	43
Abbildung 15	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen und in Deutschland von 1991 bis 2008	49
Abbildung 16	Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008	52

Hessische Treibhausgasbilanz

Auftrag und methodische Hinweise

Die Treibhausgasbilanz für das Land Hessen für das Bilanzjahr 2006 wurde im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie erstellt. Der Bericht enthält darüber hinaus vergleichende Betrachtungen für den Zeitraum von 1990 bzw. 1995 bis 2006.

Mit den Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden für Hessen in einem ersten Schritt die wichtigsten (relevantesten) Stoffe des Kyoto-Protokolls dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass sie, wie für die Bundesrepublik im Nationalen Inventarbericht (National Inventory Report, NIR) 2009 insgesamt dargestellt, auch in Hessen rund 98 % der direkt klimawirksamen Emissionen (in CO₂-Äquivalenten) ausmachen. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe sind auf Bundesebene lediglich zu 1,9 % an den gesamten Emissionen beteiligt. Diese restlichen drei Stoffgruppen — wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) — 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 NIR — 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 Bundesländer übertragbar. Hier wird zurzeit geprüft, ob die Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder aus dem Modul LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, engl.: Land Use, Land Use Change and Forestry) mittelfristig länderspezifische Daten erhalten kann.

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. Veränderungsdaten wurden mit den (intern) zur Verfügung stehenden exakten Werten (die mehr Nachkommastellen enthalten können) ermittelt, sodass 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 Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 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 vom Umweltbundesamt bei der Erstellung des Nationalen Inventarberichts im Rahmen der Berichterstattung unter

der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) eingesetzt wird. Die methodischen Grundlagen für die Berechnungsfelder werden den Mitgliedern des Länderarbeitskreises Energiebilanzen und des Arbeitskreises „Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder“ jeweils zur Verfügung gestellt.

Für die Treibhausgasbilanzen und für die wirtschaftlichen Bezugsgrößen gilt das Inlandsprinzip. Das bedeutet auch, dass alle durch den Flughafen Frankfurt a. M. 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. In der Treibhausgasbilanz wird der Flugverkehr für die Analyse des Emissionsgeschehens in Hessen also abweichend von den Buchungsvorschriften des Länderarbeitskreises Energiebilanzen gesondert betrachtet.

In Hessen erfolgte die Treibhausgasbilanzierung bisher kontinuierlich nur für die energiebedingten CO₂-Emissionen. Als Basisjahr wurde hier 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. Bei den prozessbedingten CO₂-Emissionen sind wegen der guten Datenlage bereits aktuellere Aussagen bis 2008 möglich. 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 bisherigen 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. Hier wird auf die einzelnen für Hessen relevanten Prozesse eingegangen. 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 stieg die CO₂-Konzentration seit Beginn der industriellen Revolution weltweit um fast 40 %. Die Konzentration von Methan ist um ca. 150 % und die von Distickstoffoxid um 18 % gewachsen. 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 Deutschland 2009). Als gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis gilt mittlerweile, dass der Treibhauseffekt und die daraus resultierende Klimaerwärmung überwiegend anthropogen (durch menschliches Handeln) verursacht sind. Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) bestätigte dies im Vierten Sachstandsbericht (2007) 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) haben sich die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention erstmalig verbindlich auf bestimmte Reduktionsziele festgelegt. Abgeleitet von den Zielen für die Industrienationen hat auch die Europäische Gemeinschaft konkrete Reduktionsverpflichtungen übernommen, die im Rahmen der Lastenteilung zwischen den Mitgliedsstaaten aufgeteilt wurden. Daraus resultierend, hat sich Deutschland völkerrechtsverbindlich verpflichtet, die nationalen Treibhausgasemissionen — als die zusammengefassten Emissionen von CO₂, CH₄, N₂O, 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 Treibhausgas-Emissionen in der gesamten Volkswirtschaft entwickeln. Auch die Kenntnis der regionalen Veränderungen gibt wichtige Aufschlüsse über die Gesamtentwicklung. Deshalb ist der Aufbau eines Systems zur jährlichen Treibhausgas-Bilanzierung im Bundesland Hessen folgerichtig und wegen des wachsenden Interesses der Öffentlichkeit sowie der Politik auch notwendig. Unter anderem bilden die Treibhausgasemissionen nunmehr 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 ca. 0,04 % ein natürlicher Bestandteil der Luft. Es entsteht sowohl bei der vollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Substanzen als auch 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 Treibhauseffekt, 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 Treibhausgase, insbesondere in der Landwirtschaft und Abfallbeseitigung, überdurchschnittlich abgenommen haben. So wird in der nationalen Emissionsberichterstattung (NIR 2009) ausgewiesen, dass die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe für das Jahr 2006 rund 82 % der klimawirksamen Emissionen (bezogen auf die Gesamtemissionen in CO₂-Äquivalenten) ausmachen.

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 abgestimmten Methodik. Genutzt werden spezifische, auf den Heizwert eines Energieträgers bezogene CO₂-Emissionsfaktoren, die — differenziert nach Energieträgern und Einsatzbereichen — vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt werden. Es werden die gleichen Emissionsfaktoren verwendet, die auch der Ermittlung der CO₂-Emissionen im Rahmen der Berichterstattung unter der UN-Klimarahmenkonvention 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 Energieträger 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, Biotreibstoffe, kommen ebenfalls nicht zum Ansatz. Sie gelten als CO₂-neutral, da davon ausgegangen wird, 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 2003 (WZ 2003), basierend auf der europäischen NACE, Rev. 1.1, 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“ Wert aufgeteilt¹. Die

¹ Diese Aufteilung erfolgte für Deutschland bis einschl. NIR 2008 mit einem konstanten Wert von 20 %. Für Hessen wurde dieser Wert bis einschl. der Treibhausgasbilanz 2005 ebenfalls verwendet. Da sich die diesem Anteil zugrunde liegenden Passagierzahlen für nationale und internationale Flüge seit 1990 stark verändert haben und die IPCC Guidelines 2006 eine Aufteilung entsprechend des Flugtreibstoffverbrauchs vorschreiben, wurde die Zeitreihe für Deutschland ab dem NIR 2009 vollständig neu berechnet (siehe dazu NIR 2009, Kapitel 3.1.5.1). Die nunmehr auf der Basis von Flugbewegungen ermittelten nationalen Anteilwerte weichen erheblich von der bisher verwendeten konstanten Aufteilung ab. Die Prozentanteile entwickeln sich degressiv: Sie sanken von 20 % im Jahr 1990 auf 8,4 % im Jahr 2006. Im aktuellen Bilanzjahr machen die CO₂-Emissionen aus dem (nationalen) Luftverkehr in Hessen gegenüber dem alten Berechnungsansatz nur noch 40 % aus, wodurch sich auch die Summe der energiebedingten CO₂-Emissionen im Vergleich zum Vorjahresbericht verringert hat.

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 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 Eigenerzeugung 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 Energieträger 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.

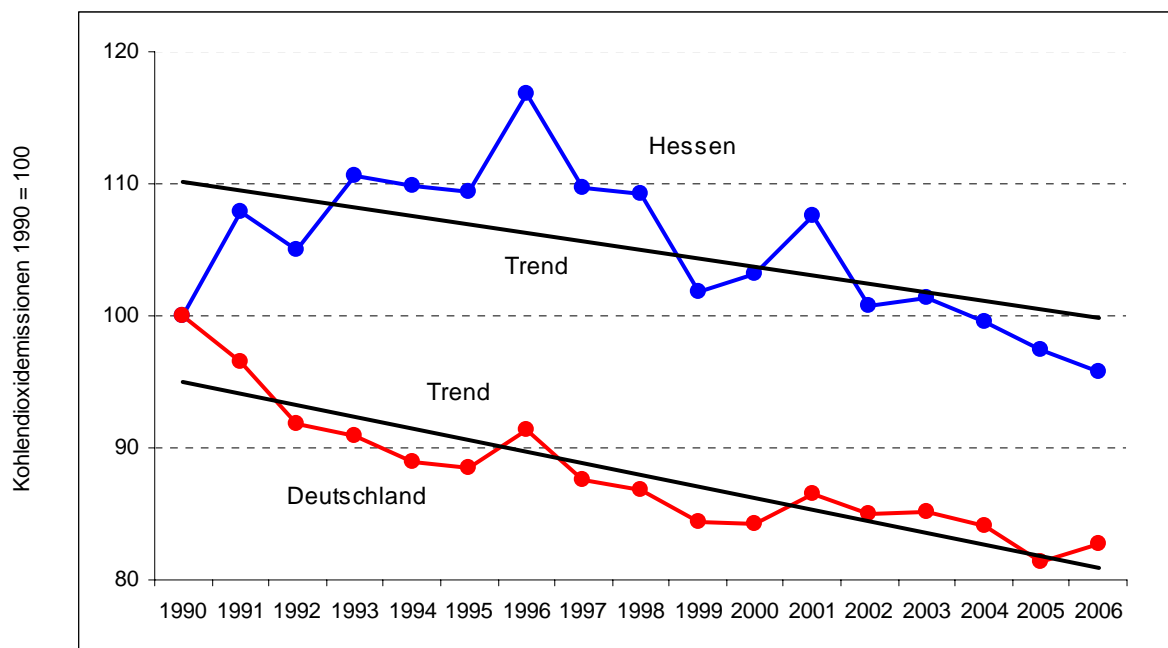
1.2 Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen im Überblick (Quellenbilanz)

Aufgrund der Neubewertung des nationalen Anteils des Luftverkehrs ergibt sich für Hessen eine durchgehende Absenkung des Niveaus der energiebedingten CO₂-Emissionen. Im Zuge der Bilanzierung des Jahres 2006 wurden auch die Ergebnisse der Jahre 1991 bis 2005 jeweils neu berechnet. Der Emissionsverlauf stellt sich nun in Teilen grundsätzlich anders dar als in den vorherigen Bilanzen.

Im Jahr 2006 wurden in Hessen energiebedingt — ohne Berücksichtigung des internationalen Luftverkehrs — insgesamt 41,6 Mill. t CO₂ emittiert. Gegenüber 2005 reduzierte sich der CO₂-Ausstoß um 771 000 t (– 1,8 %). Die CO₂-Emissionen liegen damit zum dritten Mal in Folge unter dem Wert des Basisjahres 1990. Die Verminderung gegenüber 1990 betrug rund 1,9 Mill. t CO₂ oder 4,3 %.

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 50,7 Mill. t ihren absoluten Höchstwert. Sie lagen damit um rund 17 % über denen des Referenzjahres 1990. Seitdem kam es, wenn auch bei einigen Schwankungen, zu einer deutlichen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Im Vergleich zu 1996 sanken die CO₂-Emissionen in Hessen im Jahr 2006 um 9,2 Mill. t oder 18 %.

Abbildung 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006



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

In Deutschland erreichten die energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2006 eine Höhe von 784,0 Mill. t. Sie waren damit um 1,6 % höher als ein Jahr zuvor. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 verminderten sie sich um insgesamt gut 17 %. Dabei wurde der größte Teil der Gesamtminderung in der ersten Hälfte der 1990er Jahre erreicht. So waren die CO₂-Emissionen in Deutschland schon im Jahre 1995 um gut 11 % geringer als 1990 (Abbildung 1). Hauptgrund war die überdurchschnittliche Verminderung der Emissionen in den neuen Bundesländern, die vor allem dem dortigen Strukturwandel geschuldet sind. In den alten Bundesländern hatten sie sich sogar etwas erhöht.

Tabelle 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren

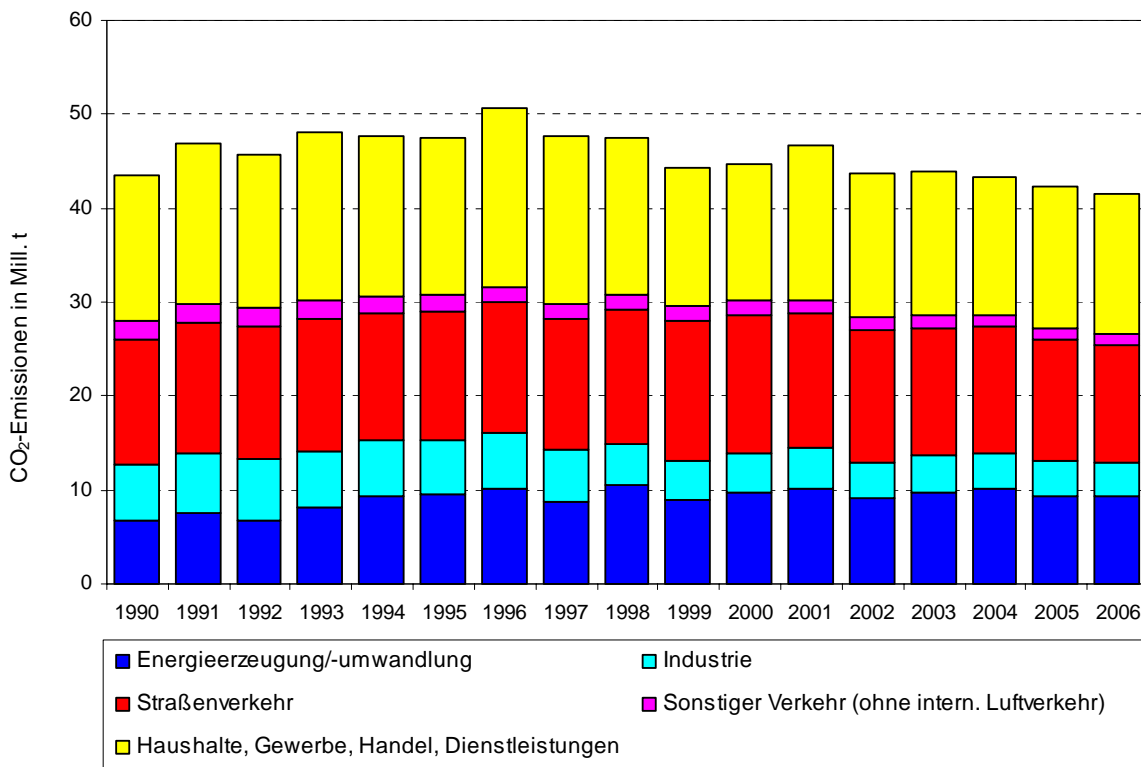
	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO ₂ -Emissionen in Mill. t									
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	43,4	47,5	44,8	46,7	43,7	44,0	43,2	42,3	41,6
Energieerzeugung/-umwandlung	6,7	9,5	9,7	10,2	9,2	9,8	10,1	9,3	9,3
Industrie	6,1	5,8	4,3	4,3	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7
Verkehr	15,3	15,5	16,2	15,8	15,4	14,9	14,9	14,1	13,6
Schienenverkehr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Straßenverkehr	13,3	13,7	14,6	14,3	14,0	13,6	13,6	12,9	12,4
Luftverkehr (national) ²⁾	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
Binnenschifffahrt	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	15,3	16,7	14,6	16,4	15,3	15,4	14,5	15,1	15,0
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	6,9	8,6	11,3	11,2	11,3	11,5	11,6	12,1	11,6
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	100,0	100,0
Energieerzeugung/-umwandlung	15,5	19,9	21,7	21,8	21,0	22,3	23,3	22,0	22,3
Industrie	13,9	12,2	9,5	9,2	8,8	8,7	8,7	8,9	8,9
Verkehr	35,3	32,7	36,2	33,8	35,3	34,0	34,5	33,4	32,8
Schienenverkehr	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Straßenverkehr	30,6	28,9	32,6	30,6	32,1	30,9	31,6	30,4	29,9
Luftverkehr (national) ²⁾	4,0	3,2	3,2	2,8	2,9	2,7	2,5	2,6	2,6
Binnenschifffahrt	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	35,3	35,2	32,6	35,2	34,9	35,0	33,6	35,7	36,0
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Entwicklung der CO ₂ -Emissionen 1990 = 100									
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	100	109	103	108	101	101	100	97	96
Energieerzeugung/-umwandlung	100	141	145	152	137	146	150	139	138
Industrie	100	95	71	71	63	63	62	63	61
Verkehr	100	101	106	103	101	97	97	92	89
Schienenverkehr	100	87	73	70	68	65	62	54	51
Straßenverkehr	100	103	110	107	106	102	103	97	93
Luftverkehr (national) ²⁾	100	88	83	77	73	70	63	64	62
Binnenschifffahrt	100	97	44	42	37	39	44	49	42
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	100	109	95	107	100	101	95	99	98
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁴⁾</i>	100	125	163	161	163	166	167	175	168

1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Nur inländischer Luftverkehr (Übernahme des jahresspezifischen Faktors für Deutschland aus dem NIR 2009). – 3) Einschließlich militärische Dienststellen. – 4) Für den internationalen Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr Übernahme des jahresspezifischen Faktors aus dem NIR 2009.

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

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 2006 9,3 Mill. t CO₂. Im Vergleich zu 1990 legte der Sektor damit um 2,5 Mill. t oder 38 % 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 sanken sie nur noch einmal (1999) unter 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.

Abbildung 2 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

Der CO₂-Ausstoß aus dem Verkehr² betrug im Jahr 2006 13,6 Mill. t. Hier war bis zum Ende der neunziger Jahre eine Zunahme der Emissionen zu beobachten. Den höchsten Stand erreichten sie mit 16,4 Mill. t im Jahr 1999. Danach gingen sie im

² Die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors wurden mittels der neuen Anteilwerte, die für die Bewertung des nationalen und internationalen Luftverkehrs ab 2009 gültig sind, vollständig neu berechnet (siehe Abschnitt 1.1, S. 10).

Durchschnitt um ca. 400 000 t pro Jahr zurück, so dass der CO₂-Ausstoß des Verkehrssektors nun deutlich — und zwar um über 11 % — unter das Niveau des Basisjahres 1990 zurückgefallen ist.

Über neun Zehntel der gesamten inländischen Verkehrsemissionen kamen 2006 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 um 6,5 % unterschritten.

Für den nationalen Anteil des Luftverkehrs ergibt sich aus der neuen Gewichtung bei der Inventarberichterstattung die größte Veränderung. So hat sich der gesamte Flugverkehr des Flughafens Frankfurt am Main (national und international zusammen) äußerst dynamisch entwickelt. Die Zahl der Starts und Landungen ist im Betrachtungszeitraum um 51 % gestiegen. Passagierzahl und Frachtaufkommen wuchsen sogar um 78 bzw. 75 %. Dementsprechend steigerten sich die CO₂-Emissionen aus dem Luftverkehr von 1990 bis 2006 um 47 %. Die stärkere Gewichtung des internationalen Anteils bewirkt allerdings, dass die hierdurch verursachten Emissionen überproportional anstiegen. Sie betragen 1990 6,9 Mill. t. Bis 2006 hatten sie sich um 68 % auf 11,6 Mill. t erhöht. Im Gegenzug verminderten sich die national anrechenbaren Emissionen nun kontinuierlich. Sie lagen 2006 bei 1,07 Mill. t CO₂ und hatten sich damit gegenüber 1990 um 657 000 t reduziert.

Durch die hessische Industrie wurden in den untersuchten 17 Jahren 2,3 Mill. t energiebedingte CO₂-Emissionen eingespart. Im Bereich „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ waren die CO₂-Emissionen im Jahr 2006 mit 15,0 Mill. t um 360 000 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.

Bedeutendste Quelle für die hessischen CO₂-Emissionen war im Jahr 2006 der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ mit einem Anteil von 36 %. Hier sind die Emissionen überwiegend auf den Verbrauch von Heizöl und Gas zu Heizzwecken sowie auf den Stromverbrauch zurückzuführen. Der Verkehrssektor erreichte einen Anteil an den direkten energiebedingten CO₂-Emissionen von knapp einem Drittel. Darunter spielt der Treibstoffverbrauch im Straßenverkehr die tragende Rolle (91 % der Verkehrsemissionen bzw. 30 % der Gesamtemissionen stammen daher). Auf die Energieerzeugung und -umwandlung entfielen 2006 rund 22 %. Die CO₂-Emissionen der Industrie spielen mit nur 8,9 % dagegen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.

Seit 1990 gab es in der sektoralen Struktur einige Verschiebungen. Die hessische Industrie reduzierte ihren Beitrag am Gesamt-CO₂-Ausstoß deutlich um 5,0 Prozentpunkte. Der Beitrag des Verkehrssektors lag zuletzt ebenfalls unter dem des Basisjahres (– 2,5 Prozentpunkte). Auf der anderen Seite nahm der Anteil des Energiesektors erkennbar zu (+ 6,8 Prozentpunkte). Der Anteil von „Haushalten, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ wuchs leicht um 0,7 Prozentpunkte.

Da die Industrie in Bezug auf ihre Einsparpotentiale einen besonderen Stellenwert einnimmt, wird auf deren Struktur nochmals vertiefend eingegangen. Die hessische Industrie emittierte im Jahr 2006 3,7 Mill. t CO₂. Die Emissionen konzentrieren sich auf einige wenige Wirtschaftszweige (Tabelle 2).

Tabelle 2 Struktur der CO₂-Emissionen der Industrie in Hessen im Jahr 2006

Industriezweige	CO ₂ -Emissionen	Sektorstruktur	
	1000 t	%	%-kumul.
Chemische Industrie	882	23,8	23,8
Verarbeitung von Steinen und Erden	394	10,6	34,4
Papiergewerbe	364	9,8	44,2
Ernährungsgewerbe	342	9,2	53,4
NE-Metalle, Gießereiindustrie	328	8,8	62,3
Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (EGKS)	245	6,6	68,9
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	188	5,1	74,0
Herstellung von Metallerzeugnissen	183	4,9	78,9
Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	130	3,5	82,4
Maschinenbau	114	3,1	85,5
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	110	3,0	88,4
Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechnik, Optik	83	2,2	90,7
Glasgewerbe, Keramik	81	2,2	92,9
Herstellung von Geräten der Elektrizitäts-erzeugung, -verteilung u. Ä.	76	2,0	94,9
Sonstige Metallbearbeitung	71	1,9	96,8
Textilgewerbe	32	0,9	97,7
Übrige Wirtschaftszweige	86	2,3	100,0
Industrie insgesamt	3 709	100,0	

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Mit 882 000 t CO₂ ist die Chemische Industrie Hauptemittent der hessischen Wirtschaft. Das entspricht 24 % der gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen der Industrie, obwohl auf die Betriebe dieses Wirtschaftszweiges nur knapp ein Fünftel der Bruttowertschöpfung und 12 % der Erwerbstätigen entfallen. An der zweiten Stelle folgt mit einigem Abstand die Verarbeitung von Steinen und Erden (Gips-, Beton-, Zement- und Baukeramikproduktion) mit 394 000 t und einem Anteil von 10,6 %. An dritter Position folgt das Papiergewerbe mit 364 000 t (Anteil: 9,8 %). Einen fast ebenso großen CO₂-Ausstoß verursacht das Ernährungsgewerbe mit 342 000 t (Anteil: 9,2 %). Weitere 328 000 t (Anteil: 8,8 %) fallen beim wichtigen Metallurgiebereich der Herstellung von Nichteisen-Metallen und Gießereierzeugnissen 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 in Deutschland mit über 47 % (2006) ein mehr als doppelt so großes Gewicht hat wie in Hessen (22 %). Demgegenüber fallen in Hessen die relativen Emissionsanteile des gesamten Verkehrs wesentlich höher aus als im gesamten Bundesgebiet. In Hessen machen die Emissionen des Straßenverkehrs 11 Prozentpunkte mehr aus als in Deutschland. Der Luftverkehr spielt für Hessen eine besondere Rolle. Insgesamt fielen im Bundesland Hessen 2006 knapp die Hälfte aller Emissionen Deutschlands an. In Anteilswerten ausgedrückt, bedeutet das, dass der Anteil des inländischen Flugverkehrs an den Gesamtemissionen an CO₂ in Hessen mit 2,6 % fast neun Mal so hoch ist wie in Deutschland (0,3 %).³ Bei den Anteilen des Sektors „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ beträgt der Unterschied fast 15 Prozentpunkte.

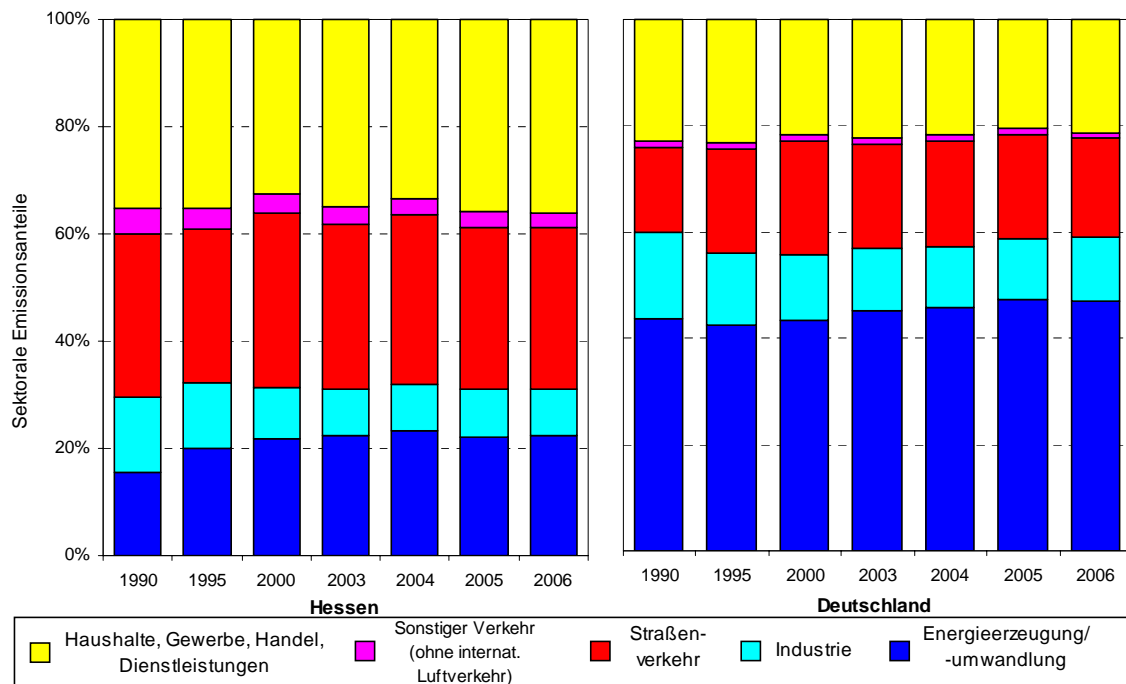
³ Der Anteil des internationalen Luftverkehrs kann nicht angegeben werden, da die Gesamtemissionen sowohl für Deutschland als auch für Hessen stets um diesen Wert bereinigt ausgewiesen werden.

Tabelle 3 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006

Emissionssektor	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO ₂ -Emissionen in Mill. t									
Hessen									
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	43,4	47,5	44,8	46,7	43,7	44,0	43,2	42,3	41,6
Energieerzeugung/-umwandlung	6,7	9,5	9,7	10,2	9,2	9,8	10,1	9,3	9,3
Industrie	6,1	5,8	4,3	4,3	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7
Verkehr	15,3	15,5	16,2	15,8	15,4	14,9	14,9	14,1	13,6
Schienenverkehr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Straßenverkehr	13,3	13,7	14,6	14,3	14,0	13,6	13,6	12,9	12,4
Luftverkehr (national) ³⁾	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
Binnenschifffahrt	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁴⁾	15,3	16,7	14,6	16,4	15,3	15,4	14,5	15,1	15,0
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	6,9	8,6	11,3	11,2	11,3	11,5	11,6	12,1	11,6
CO ₂ -Emissionen in Mill. t									
Deutschland									
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	948,1	839,1	798,4	820,4	806,0	808,0	797,1	771,7	784,0
Energieerzeugung/-umwandlung	414,9	356,7	347,2	355,9	358,2	365,6	365,0	365,8	369,4
Industrie	154,5	112,3	98,3	95,2	93,0	93,9	90,0	88,0	92,5
Verkehr ²⁾	162,6	175,8	180,6	176,6	175,2	168,9	168,0	159,4	155,3
Schienenverkehr	2,9	2,3	1,9	1,8	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3
Straßenverkehr	150,4	165,1	171,2	167,7	166,0	159,9	159,7	151,1	147,1
Luftverkehr (national) ³⁾	3,0	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3
Binnenschifffahrt	2,0	1,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁴⁾	216,1	194,4	172,2	192,7	179,6	179,6	174,0	158,6	166,9
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	11,4	14,5	19,3	19,0	18,9	19,4	21,3	23,2	24,4
Hessen in % von Deutschland									
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	4,6	5,7	5,6	5,7	5,4	5,4	5,4	5,5	5,3
Energieerzeugung/-umwandlung	1,6	2,7	2,8	2,9	2,6	2,7	2,8	2,5	2,5
Industrie	3,9	5,1	4,3	4,5	4,1	4,1	4,2	4,3	4,0
Verkehr	9,4	8,8	9,0	8,9	8,8	8,8	8,9	8,9	8,8
Schienenverkehr	3,9	4,2	4,3	4,5	4,7	4,6	4,6	4,2	4,4
Straßenverkehr	8,8	8,3	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4
Luftverkehr (national) ³⁾	57,2	57,5	56,6	57,2	57,9	58,3	53,5	51,3	47,0
Binnenschifffahrt	9,2	10,4	9,4	9,4	9,5	9,5	9,5	9,2	9,3
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ⁴⁾	7,1	8,6	8,5	8,5	8,5	8,6	8,3	9,5	9,0
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	60,7	59,3	58,5	58,9	59,5	59,5	54,4	52,2	47,7
1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Für Deutschland einschließlich anderer Verkehr lt. Nationalem Inventarbericht. — 3) Nur inländischer Luftverkehr (Übernahme des jahresspezifischen Faktors für Deutschland aus dem NIR 2009). – 4) Einschließlich militärische Dienststellen. – 5) Für den internationalen Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr Übernahme des jahresspezifischen Faktors aus dem NIR 2009.									

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

Abbildung 3 Entwicklung der sektoralen Struktur der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2006



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

Während sich — wie oben aufgezeigt — die sektorale Struktur in Hessen seit 1990 nicht unerheblich verändert hat, gab es im Bund weniger starke Verschiebungen zwischen den Emittentensektoren. Die für Hessen stärkeren Veränderungen in den Anteilswerten der einzelnen Sektoren resultieren zu einem nicht unerheblichen Teil aus den methodischen Umstellungen bei der Bewertung des nationalen Anteils beim Flugverkehr. In dem Maße, wie der nationale Beitrag des Luftverkehrs zu den Emissionen zurückgeht, steigt die relative Bedeutung der übrigen Sektoren an. Zugenommen hat der Beitrag der Energieerzeugung und -umwandlung zu den CO₂-Emissionen Deutschlands (1990: 43,8 %, 2006: + 3,3 Prozentpunkte). Der Anteil des Straßenverkehrs am Emissionsgeschehen wuchs in Deutschland im Vergleich zum Basisjahr um 2,9 Prozentpunkte; in Hessen ging er um 0,7 Prozentpunkte zurück. Der Emissionsbeitrag der Industrie reduzierte sich in Deutschland wie in Hessen. Er lag für Deutschland zuletzt bei 11,8 % und hatte sich so um 4,5 Prozentpunkte vermindert (Hessen: 8,9 %; – 5,0 Prozentpunkte). Bei Haushalten und sonstigen Endenergieverbrauchern trat in Deutschland eine negative Anteilsveränderung auf. In Hessen war sie leicht positiv.

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 energiewirtschaftli-

che und klimapolitische Zusammenhänge besser beurteilt werden. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Entwicklung dieser spezifischen CO₂-Emissionen in Hessen und in Deutschland.

Tabelle 4 Energiebedingte CO₂-Emissionen je Einwohner und je Einheit Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Hessen und Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2006

	1990	1991	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1990 bzw. 1991 /2006	1995/2006
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einwohner in t CO ₂											Veränderungen in %	
Hessen	7,59	8,08	7,92	7,39	7,69	7,18	7,22	7,10	6,95	6,84	- 10,0	- 13,7
Deutschland	11,95	11,44	10,28	9,71	9,96	9,77	9,79	9,66	9,36	9,52	- 20,3	- 7,4
Deutschland = 100												
Hessen	63,6	70,6	77,1	76,1	77,2	73,5	73,8	73,5	74,2	71,8		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Bruttoinlandsprodukt in t CO ₂ je Mill. Euro											Veränderungen ²⁾ in %	
Hessen	—	330,9	291,9	244,6	246,4	228,7	224,8	217,1	208,9	199,6	- 26,7	- 25,9
Deutschland	—	596,2	454,0	387,1	388,2	376,1	373,4	360,5	344,0	337,7	- 31,0	- 20,3
Deutschland = 100												
Hessen	—	55,5	64,3	63,2	63,5	60,8	60,2	60,2	60,7	59,1		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Primärenergieverbrauch in t CO ₂ je t SKE											Veränderungen in %	
Hessen	1,37	1,43	1,41	1,27	1,27	1,23	1,28	1,20	1,20	1,16	- 15,0	- 17,5
Deutschland	1,86	1,84	1,72	1,62	1,64	1,64	1,62	1,60	1,56	1,55	- 16,6	- 9,8
Deutschland = 100												
Hessen	73,4	78,0	81,7	78,2	77,4	75,4	78,9	74,7	76,9	74,8		
CO ₂ -Emissionen ¹⁾ je Einheit Primärenergieverbrauch ¹⁾ in t CO ₂ je t SKE											Veränderungen in %	
Hessen	1,52	1,59	1,60	1,49	1,47	1,45	1,51	1,40	1,42	1,37	- 10,1	- 14,7
Deutschland	1,88	1,85	1,75	1,66	1,67	1,67	1,65	1,63	1,59	1,59	- 15,6	- 9,1
Deutschland = 100												
Hessen	80,8	85,7	91,7	90,1	88,4	86,8	91,7	86,0	89,3	86,0		
<i>Nachrichtlich: Anteil des internationalen Luftverkehrs am Primärenergieverbrauch in %</i>												
Hessen	10,0	10,0	12,1	14,8	14,0	14,7	15,5	14,8	15,8	15,0	Mittelwert 1990-2006	13,0
Deutschland	1,0	1,1	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	2,2	2,2		1,6

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

Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; Statistisches Bundesamt; DIW; Umweltbundesamt; AGEB; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

Bezieht man den absoluten CO₂-Ausstoß auf die Zahl der Einwohner — man bereinigt also die Emissions- um die Bevölkerungsentwicklung — differenziert sich das Bild zwischen Deutschland und Hessen. Von 1990 auf 1991 stiegen die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen in Hessen deutlich von 7,59 t auf 8,08 t. Zwischen 1992 und 1998 schwankten sie zwischen 7,76 t und 8,43 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 7,5 t pro Jahr. Seit 2005 liegen sie sogar unter 7 t. Für den Bund fielen die Werte, bei etwa gleichem Entwicklungsverlauf, stets höher aus. Im Basisjahr waren die gesamtdeutschen Emissionen pro Einwohner noch 4,35 t CO₂ höher. Der Abstand verringerte sich danach mehr und mehr, wobei sich die geringste Differenz mit 2,14 t im Jahr 1996 ergab. In den folgenden Jahren pendelte der Differenzwert zwischen 2,18 und 2,42 t. Seit 2002 zeichnet sich ein klarer Trend zur Verbesserung der hessischen Position ab. Zuletzt lag die Differenz bei 2,68 t.

Im Zeitraum von 1990 bis 2006 verminderten sich die spezifischen einwohnerbezogenen Emissionen in Hessen um insgesamt ein Zehntel, wobei die eigentliche Reduktion in die letzten 10 Jahre fällt. Bis 1995 wuchsen die hessischen Pro-Kopf-Emissionen um 4,3 %, bis zum Höchststand im Jahr 1996 (8,43 t je Einwohner) sogar um 11 %. Bezogen auf 1995 sanken die Pro-Kopf-Emissionen bis 2006 um 14 %, ausgehend vom Höchststand 1996 sogar um 19 %. Der spezifische CO₂-Ausstoß reduzierte sich in Deutschland zwischen 1990 und 2006 doppelt so stark wie in Hessen. Hier verliefen die beiden Entwicklungsetappen jedoch genau diametral. Die Pro-Kopf-Emissionen sanken in den ersten sechs Jahren aufgrund des Strukturwandels bereits um 12 %. In den folgenden zehn Jahren verminderten sie sich nur noch um 9,9 %.

Die auf das Bruttoinlandsprodukt bezogene CO₂-Intensität weist aus, wie viel Energie aufgewendet wurde, um eine Einheit Wirtschaftsleistung zu erzeugen. Höhe und Entwicklung sind abhängig von der Wirtschaftsstruktur einer Region. Zwischen 1991 und 2006 sank die CO₂-Intensität in Hessen um 27 %.⁴ Für Deutschland reduzierte sie sich in diesem Zeitraum um 31 %. 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 (– 3,5 % pro Jahr). Ab 1995 schwächte sich die Entwicklung ab (– 2,0 % pro Jahr). In Hessen verlief der Trend wie bei den einwohnerspezifischen Emissionen. Bis 1995 veränderte sich die CO₂-Intensität im Prinzip nicht. Die Hauptminderung (– 2,6 % pro Jahr) setzte in Hessen erst ab Mitte der neunziger Jahre ein und übertraf in dieser Periode die des Bundes. Der Vergleich zwischen Hessen und Deutschland zeigt außerdem, dass die absoluten Mengen der CO₂-Emissionen in Hessen langsamer als in der Bundesrepublik gesunken sind. Die von der Größenordnung her etwa gleiche Verminderung der CO₂-Intensität je Einheit Bruttoinlandsprodukt ist also in Hessen in wesentlich stärkerem Maße der Steigerung der Wirtschaftskraft geschuldet.

Die durchschnittliche CO₂-Intensität des Primärenergieverbrauchs bezieht die Struktur der eingesetzten Energieträger ein. Sie lag in Hessen zuletzt bei 1,16 t CO₂ je t Steinkohleneinheit bzw. — bereinigt man auch den Primärenergieverbrauch um die Flugturbinenkraftstoffe für den internationalen Luftverkehr — bei 1,37 t. Im Bund

⁴ 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. Entwicklungen werden über verkettete Indizes dargestellt, was dazu führt, dass die rechts stehenden Veränderungsdaten nicht aus den links in der Tabelle 4 ausgewiesenen Werten errechnet werden können.

wurden 2006 1,55 bzw. 1,59 t CO₂ je Einheit Primärenergieverbrauch ausgestoßen. Dabei beeinflusst der Anteil des internationalen Verkehrs am Primärenergieverbrauch die Höhe des Indikators. In Deutschland machte der internationale Flugverkehr im Basisjahr 1990 nur 1 % des Primärenergieverbrauchs aus; in Hessen lag der Wert bei 10 %. Bis zum Jahr 2006 sind die Anteile aufgrund der dynamischen Entwicklung des gesamten Luftverkehrs und der Neubewertung des internationalen Anteils für beide Wirtschaftsräume gestiegen. Der Anteil liegt für Deutschland nun bei 2,2 % und für Hessen bei 15 %. Der Einfluss des internationalen Flugverkehrs auf die absolute Höhe des Indikators hat 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 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 2006 um 390 kg niedriger aus als im Bund. Rechnet man den internationalen Luftverkehr aus dem Primärenergieverbrauch heraus, reduziert sich der Abstand Hessens zu Deutschland auf 220 kg.

Je nach Ansatz fallen die Einsparungen im Vergleich zum Basisjahr 1990 unterschiedlich hoch aus, am grundsätzlichen Trend ändert sich jedoch nichts. Im gesamten Betrachtungszeitraum ist die CO₂-Intensität des Primärenergieverbrauchs in Hessen um 15 bzw. 10 % zurückgegangen. Der Ausbau des hessischen Energiesektors hatte jedoch in den ersten fünf 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 18 bzw. 15 %. 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 60 % des Energiegehaltes aus biogenen Fraktionen stammen) in Müllheizkraftwerken eingesetzt. Zusätzlich nahm der Anteil der festen Biomasse am Primärenergieverbrauch zu. Für Deutschland hat sich die CO₂-Intensität vor allem in der ersten Hälfte der neunziger Jahre vermindert. Sie sank von 1990 bis 2006 um 17 % (bzw. 16 %); fast die Hälfte 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 2006 in Deutschland insgesamt stärker als in Hessen gesunken sind. Die deutschen Indikatorenwerte sind allerdings wesentlich höher als die hessischen. Im Verlauf der Entwicklung hatten 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 angenähert. Seitdem verbesserte sich die Position Hessens bei allen drei Indikatoren:

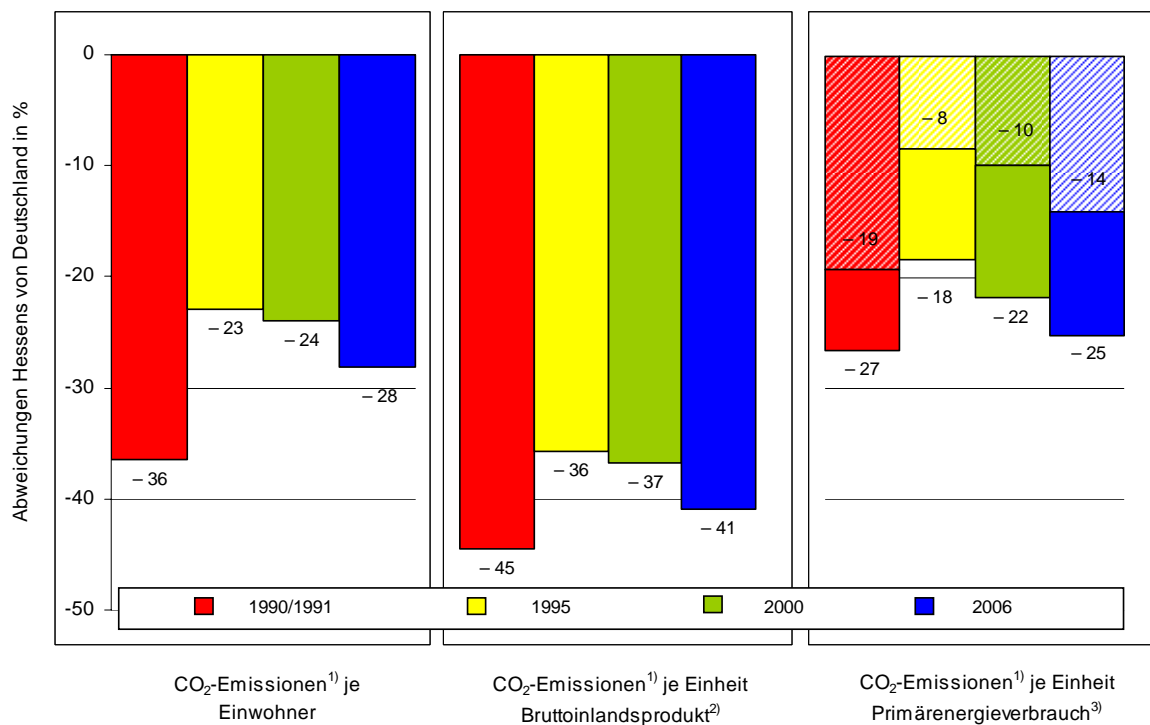
- Die Emissionen je Einwohner waren in Hessen im Jahr 2006 um 28 % niedriger als in Deutschland. Im Jahr 2000 unterschieden sie sich um 24 %.
- Je Einheit Bruttoinlandsprodukt wurden in Hessen im Jahr 2006 im Durchschnitt 200 t CO₂/Mill. Euro emittiert gegenüber 338 t CO₂/Mill. Euro in Deutschland. In

Hessen wurde das Bruttoinlandsprodukt also mit um 41 % niedrigeren CO₂-Emissionen erwirtschaftet.

- 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 2006 lag der hessische Wert bei vollständiger Einbeziehung aller Mineralölprodukte in den Primärenergieverbrauch um 25 % unter dem von Deutschland. Ohne die Flugkraftstoffe für den internationalen Luftverkehr fällt der Abstand mit 14 % geringer aus. In beiden Fällen gilt jedoch, dass sich auch hierbei die Position Hessens im Vergleich zu Deutschland seit Mitte der neunziger Jahre kontinuierlich verbessert hat.

Abbildung 4 verdeutlicht das Gesagte nochmals.

Abbildung 4 Abweichungen der energiebedingten CO₂-Emissionen je Einwohner, je Einheit Bruttoinlandsprodukt und je Einheit Primärenergieverbrauch in Hessen von den Werten in Deutschland von 1990 bzw. 1991 bis 2006



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.

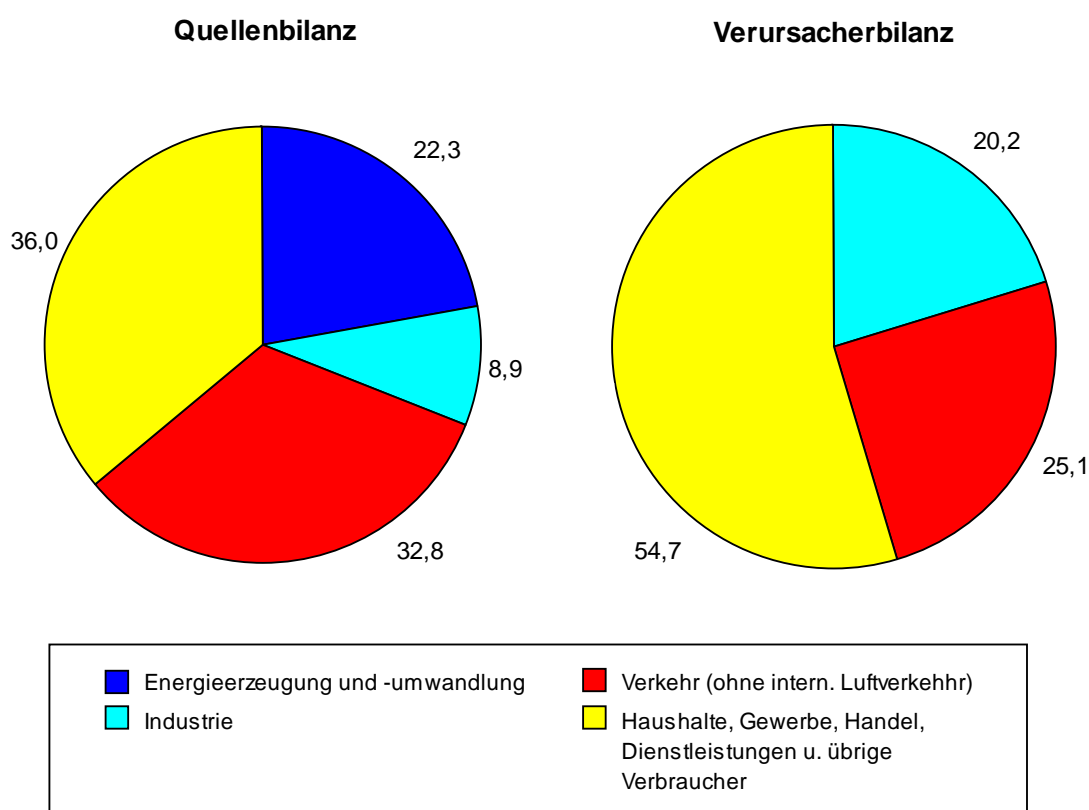
Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; DIW; Statistisches Bundesamt; Umweltbundesamt; AGEb; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

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 CO₂-Emissionen vollständig auf die Verbrauchssektoren, zeigen sich für Hessen erhebliche Abweichungen zur Quellenbilanz, und zwar sowohl in der Struktur (Abbildung 5) als auch in der absoluten Höhe (Tabelle 5). Die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen lagen im Jahr 2006 mit 57,4 Mill. t deutlich über denen aus dem Primärenergieverbrauch (41,6 Mill. t). Gegenüber 2005 sind sie leicht angestiegen (+ 1,7 %), was vor allem auf einen gestiegenen Strom- und Fernwärmebezug des Sektors „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ zurückzuführen ist.

Abbildung 5 Quellen- und verursacherbezogene CO₂-Emissionen der Hauptemittentensektoren in Hessen 2006



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Tabelle 5 Effektive CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen 2006

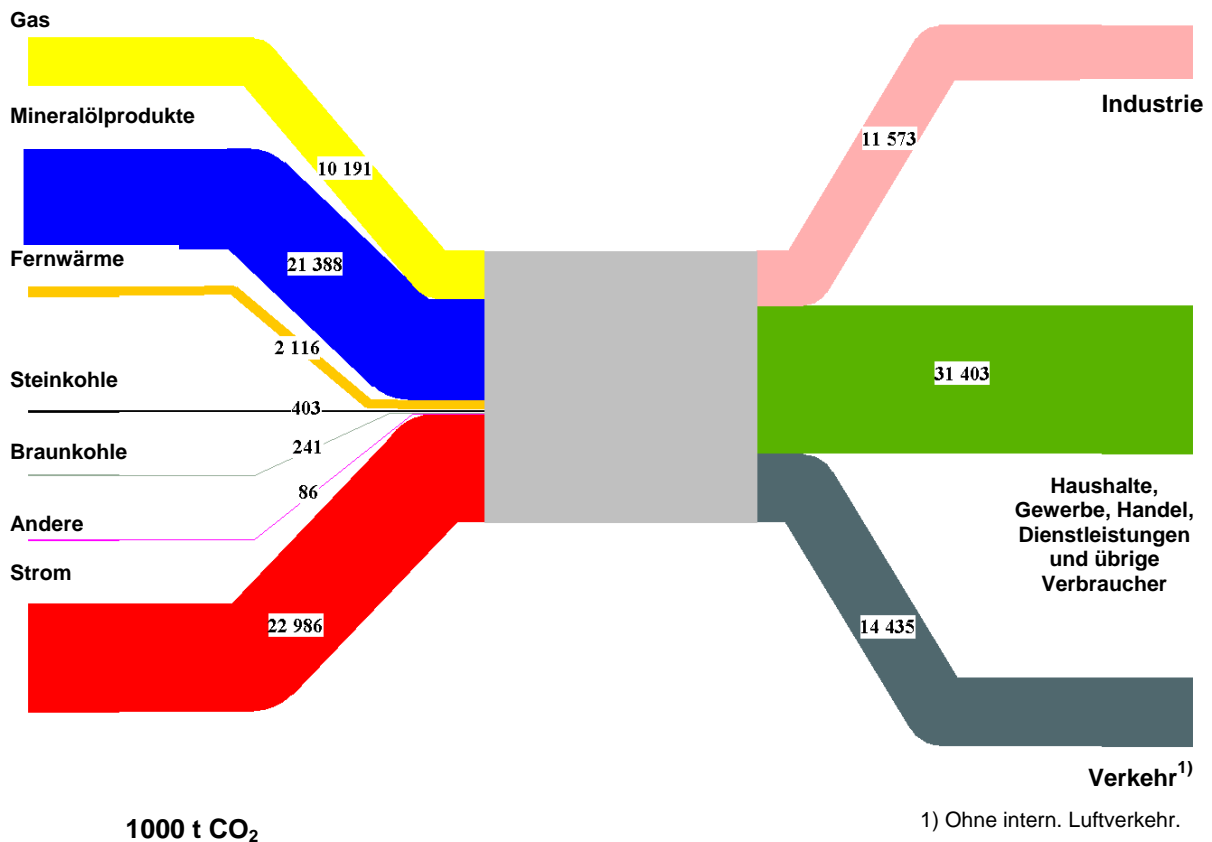
Emittentensektor	Energieträger					
	Insgesamt	davon				
		Steinkohlen	Braunkohlen	Mineralöle und Mineralölprodukte	Gase	Strom und Fernwärme ¹⁾
	1000 t					
Industrie (Sonstiger Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe)	11 573	398	165	465	2 598	7 947
Verkehr ²⁾	14 435	—	—	13 631	9	795
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher	31 403	6	76	7 292	7 583	16 447
Endenergieverbrauchsbereich zusammen	57 412	403	241	21 388	10 191	25 189

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 wurde nur der nationale Anteil berücksichtigt.

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Bei der verursacherbezogenen Betrachtung sind lediglich beim Verkehrssektor geringfügige Unterschiede zum quellenbezogenen Nachweis des CO₂-Ausstoßes 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. 44 % der Emissionen des Endenergieverbrauchs sind diesen Energieträgern zuzurechnen. So liegt der hessische Stromverbrauch höher als die in den hessischen Kraftwerken erzeugte Menge. Außerdem wird ein erheblicher Teil des Stroms im Land selbst aus Kernkraft erzeugt, der keine CO₂-Emissionen zugerechnet werden. Unterstellt man für den aus dem Netz bezogenen Strom den allgemeinen Energieträgermix, erhält man für Hessen einen wesentlich höheren verursacherbezogenen CO₂-Ausstoß.

Abbildung 6 Verursacherbezogene CO₂-Emissionen in Hessen 2006 (Sankey-Diagramm)



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

In Abbildung 6 wird der CO₂-Ausstoß nach Energieträgern den Emissionen der Energieverbraucher (Verursacher der Emissionen) nochmals gegenübergestellt. Mehr als die Hälfte (55 %) der Emissionen wird danach durch den Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ verursacht. Ein Viertel entfällt auf Straßen-, Schienen- und nationalen Luftverkehr. Die hessische Industrie verursacht nur ein Fünftel der Emissionen.

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.

Die Vorgehensweise des Länderarbeitskreises Energiebilanzen lehnt sich dabei eng an die Berechnungsmethoden des Umweltbundesamtes 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 werden neben Kalk und Zementklinker auch Glaswaren und Ammoniak hergestellt. Die Darstellung der Methode erfolgt bei den jeweiligen Prozessen.

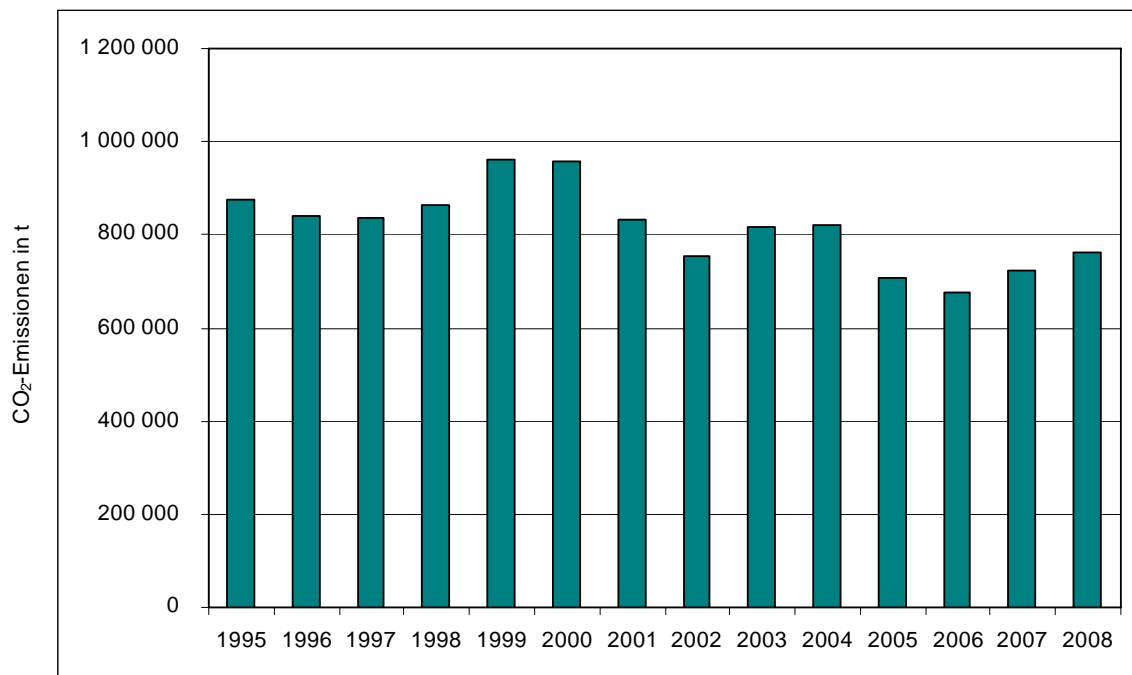
Tabelle 6 gibt einen Überblick über die prozessbedingten Emissionen. Im Jahr 2008 wurden in Hessen noch insgesamt 762 000 t CO₂ bei Herstellungsprozessen freigesetzt. Das waren 5,5 % mehr als ein Jahr zuvor. Die Emissionen aus den Produktionsprozessen erreichten ihren Höchststand in den Jahren 1999 und 2000. Danach entwickelten sie sich in Abhängigkeit von den jeweiligen Produktionsmengen unterschiedlich — in der Tendenz jedoch fallend (Abbildung 7). Bezogen auf das Jahr 1995, welches hier als Basisjahr fungiert, verminderten sich die prozessbedingten CO₂-Emissionen um 13 %.

Tabelle 6 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen 1995 bis 2008

	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	CO ₂ in t							
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	876 799	956 232	818 042	821 209	707 883	677 971	722 370	761 885
darunter Herstellung von Zementklinker	691 452	708 772	647 878	627 248	542 809	518 374	532 401	578 805
Kalk	185 072	246 793	169 350	193 260	164 409	158 804	189 161	182 562
	Anteile der Industrieprozesse in %							
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	100	100	100	100	100	100	100	100
darunter Herstellung von Zementklinker	78,9	74,1	79,2	76,4	76,7	76,5	73,7	76,0
Kalk	21,1	25,8	20,7	23,5	23,2	23,4	26,2	24,0
	Entwicklung des CO ₂ -Ausstoßes (1995 = 100)							
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	100	109	93	94	81	77	82	87
darunter Herstellung von Zementklinker	100	103	94	91	79	75	77	84
Kalk	100	133	92	104	89	86	102	99

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Abbildung 7 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen 1995 bis 2008



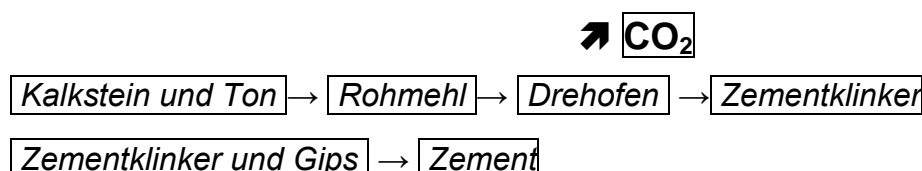
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

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 8).

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 ab diesem Bilanzjahr auch für Hessen der einheitliche Emissionsfaktor für die deutschen Emissionen aus dem NIR 2009 angesetzt. Dieser Faktor weicht von dem des LAK Energiebilanzen leicht nach unten ab. Die hessische Zeitreihe wurde vollständig neu berechnet.

Abbildung 8 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. In den letzten Jahren waren durchschnittlich etwa 76 % der rohstoffverursachten CO₂-Freisetzung diesem Industrieprozess zuzuordnen.

In Hessen belief sich der CO₂-Ausstoß bei der Zementklinkerproduktion im Jahr 2008 auf rund 579 000 t. Das waren 46 000 t mehr als ein Jahr zuvor. Gegenüber 1995 reduzierte sich die emittierte Menge um 16 %. Im Vergleich zum Höchststand im Jahr 2000 ist der Rückgang des Ausstoßes noch deutlicher (– 18 %).

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 2007 lag er im Mittel bei rund 4 %. In den letzten Jahren hat sich der hessische Anteil am Bundeswert leicht vermindert und beträgt nun 3,7 %.

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 9).

Abbildung 9 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Kalkherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

Die Herstellung von Kalk ist der weitere wichtige Industrieprozess für den Nachweis prozessbedingter Emissionen. Knapp ein Viertel der rohstoffverursachten CO₂-Freisetzung in Hessen entsteht bei der Kalkherstellung.

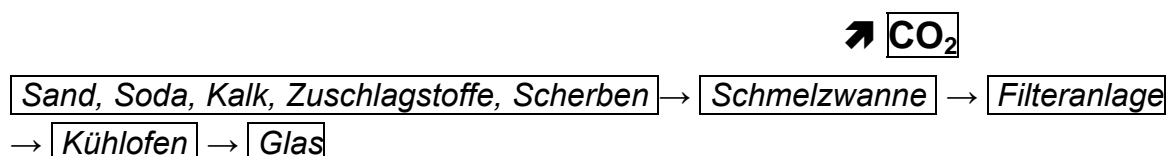
In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre hatten die Emissionen hier zugenommen. Der höchste Wert wurde mit 247 000 t im Jahr 2000 erreicht. Zwischen 2001 und 2008 schwankte die ausgestoßene CO₂-Menge in Abhängigkeit von den Produktionsmengen. Im Jahr 2008 lag der CO₂-Ausstoß in Hessen mit rund 183 000 t wieder auf dem Niveau des Basisjahres 1995.

Der hessische Anteil an den gesamten rohstoffbedingten CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie unterlag im Betrachtungszeitraum nur geringfügigen Schwankungen. Er lag stets zwischen 3 und 4 %. Seit 2005 weist die Entwicklung eine leicht steigende Tendenz auf.

2.4 Prozessbedingte Kohlendioxid-Emissionen bei der Herstellung von Glas

Zur Herstellung von Glas werden die Rohstoffe Kalk, Sand und 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 10). Glasbruch, der mit eingeschmolzen wird, erzeugt kein CO₂. Für die Berechnungen des CO₂-Ausstoßes werden deshalb nur emissionsrelevante Rohstoffeinsatzmengen herangezogen.

Abbildung 10 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Glasherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

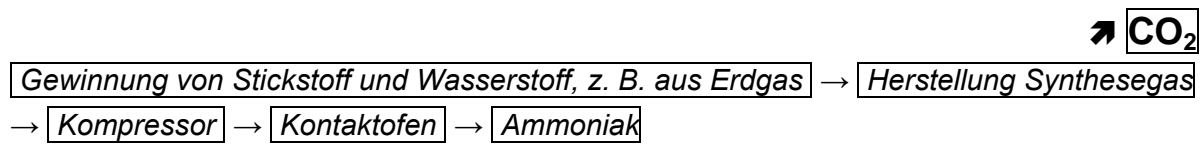
In Hessen spielen CO₂-Emissionen aus Glasherstellungsprozessen nur eine untergeordnete Rolle. Hauptsächlich wird „fertiges“ Glas weiterverarbeitet bzw. Altglas recycelt.

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 11).

Abbildung 11 Schematische Darstellung der CO₂-Freisetzung bei der Ammoniakherstellung



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen.

Die CO₂-Emissionen sind abhängig von Menge und Zusammensetzung der Einsatzstoffe. Es kann davon ausgegangen werden, 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 setzt 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.

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 Vorläufersubstanz 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, Bränden, Meeren und 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 menschlichem Handeln.

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 Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder nach der dort festgelegten, für alle Bundesländer einheitlichen Methode durchgeführt. Der gegenwärtige Berechnungsstand basiert auf den methodischen Festlegungen des Nationalen Inventarberichts (NIR) 2008, den das Umweltbundesamt unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen vorlegt. Es ist zu beachten, dass einige Emittentensektoren, insbesondere die Landwirtschaft, die Abfallentsorgung und die Abwasserbeseitigung, laufend neu bewertet werden. Die ausgewiesenen Zeitreihen enthalten deshalb jeweils andere Werte als die vorangegangenen Berichte zur hessischen Treibhausgasbilanz.

Bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen hat sich der Arbeitskreis „Umwelt-ökonomische Gesamtrechnung der Länder“ darüber hinaus darauf verständigt, dass einheitlich dazu übergegangen wird, für Deutschland die Ergebnisse des Nationalen Inventarberichts (NIR) zu übernehmen. Die Summe der Länderwerte entspricht nicht genau dem für Deutschland angegebenen Ergebnis (u. a. wegen einer unterschiedlichen Datenbasis auf Bundes- und Landesebene). Für die einzelnen Emissionssektoren gelten folgende methodische Festsetzungen:

Landwirtschaft: Der Sektor bildet die direkten und indirekten Emissionen aus der Tierhaltung ab. Ab Berichtsjahr 2005 wurden von der Umweltökonomischen Gesamtrechnung für alle Bundesländer die Berechnungsergebnisse des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei – vTI) für den Nationalen Inventarbericht (NIR) 2008 übernommen. Die eigenen Berechnungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung wurden nur noch zu Prüfzwecken herangezogen. Die Deutschlandwerte stammen aus den Nationalen Trendtabellen des Umweltbundesamtes (Stand: November 2008).

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 Emittentensektor wird ab dem Berichtsjahr 2004 analog zur UBA-Berichterstattung 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 2008 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 Bundesamtes für Straßenwesen, des Kraftfahrtbundesamtes 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 UBA-Emissionshandbuchs (HBEFA 2.1, Stand 2004).

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 (z. B. von Ruß) aus der vierteljährlichen Produktionserhebung mit spezifischen Emissionsfaktoren aus dem Nationalen Inventarbericht bewertet.

3.2 Die Methan-Emissionen im Einzelnen

Im Jahr 2006 wurden in Hessen 90 200 t Methan emittiert. Seit 1995 haben sich die Methan-Emissionen kontinuierlich vermindert. Mittlerweile erreichen sie nicht einmal mehr die Hälfte des Basisjahres (Tabelle 7). Im Bund haben sie sich etwas weniger stark reduziert. Hier lagen sie um 45 % unter denen von 1995.

Tabelle 7 Methan-Emissionen in Hessen und in Deutschland 1995 bis 2006

	1995	2000	2003	2004	2005	2006	1995/2006
Methan-Emissionen ¹⁾ in t							Veränderungen in %
Hessen	193 138	129 778	103 832	95 733	93 549	90 163	- 53,3
Deutschland	3 808 713	3 039 707	2 523 823	2 322 723	2 201 090	2 100 123	- 44,9
Deutschland = 100							
Hessen	5,1	4,3	4,1	4,1	4,3	4,3	
Methan-Emissionen ¹⁾ je Einwohner in kg							Veränderungen in %
Hessen	32,2	21,4	17,0	15,7	15,4	14,8	- 54,0
Deutschland	46,6	37,0	30,6	28,2	26,7	25,5	- 45,3
Deutschland = 100							
Hessen	69,1	57,9	55,7	55,8	57,5	58,2	

1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

Auf jeden hessischen Einwohner kamen im Jahr 2006 14,8 kg Methan-Emissionen. Auch hier hat sich die Menge im Untersuchungszeitraum mehr als halbiert. Im Vergleich zu Deutschland (25,5 kg) emittiert jeder hessische Einwohner im Übrigen 42 % weniger Methan. Zudem hat sich hier die hessische Position seit 1995 wesentlich verbessert. 1995 lag der hessische Pro-Kopf-Ausstoß nur 31 % unter dem Deutschlandwert.

Tabelle 8 Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen 1995 bis 2006

Sektoren	1995	2000	2003	2004	2005	2006
CH ₄ -Emissionen in t						
Verkehr gesamt ¹⁾	2 160	1 253	964	760	642	643
Feuerungsanlagen	1 574	1 955	2 110	2 125	2 089	2 151
Gasverteilung	11 763	11 922	13 763	13 651	14 177	13 770
Abwasserbeseitigung	295	71	61	58	55	55
Abfallentsorgung	127 768	68 571	41 901	35 703	32 935	30 283
Landwirtschaft	47 100	43 400	42 100	40 500	40 600	40 361
Energiegewinnung	2 478	2 607	2 933	2 938	3 052	2 900
Prozesse	0	0	0	0	0	0
CH ₄ -Emissionen insgesamt	193 138	129 778	103 832	95 733	93 549	90 163
Struktur der CH ₄ -Emissionen in %						
Verkehr gesamt ¹⁾	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
Feuerungsanlagen	0,8	1,5	2,0	2,2	2,2	2,4
Gasverteilung	6,1	9,2	13,3	14,3	15,2	15,3
Abwasserbeseitigung	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Abfallentsorgung	66,2	52,8	40,4	37,3	35,2	33,6
Landwirtschaft	24,4	33,4	40,5	42,3	43,4	44,8
Energiegewinnung	1,3	2,0	2,8	3,1	3,3	3,2
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	58	45	35	30	30
Feuerungsanlagen	100	124	134	135	133	137
Gasverteilung	100	101	117	116	121	117
Abwasserbeseitigung	100	24	21	20	19	19
Abfallentsorgung	100	54	33	28	26	24
Landwirtschaft	100	92	89	86	86	86
Energiegewinnung	100	105	118	119	123	117
Prozesse	100	0	0	0	0	0
CH ₄ -Emissionen insgesamt	100	67	54	50	48	47

1) Ohne internationalen Luftverkehr.

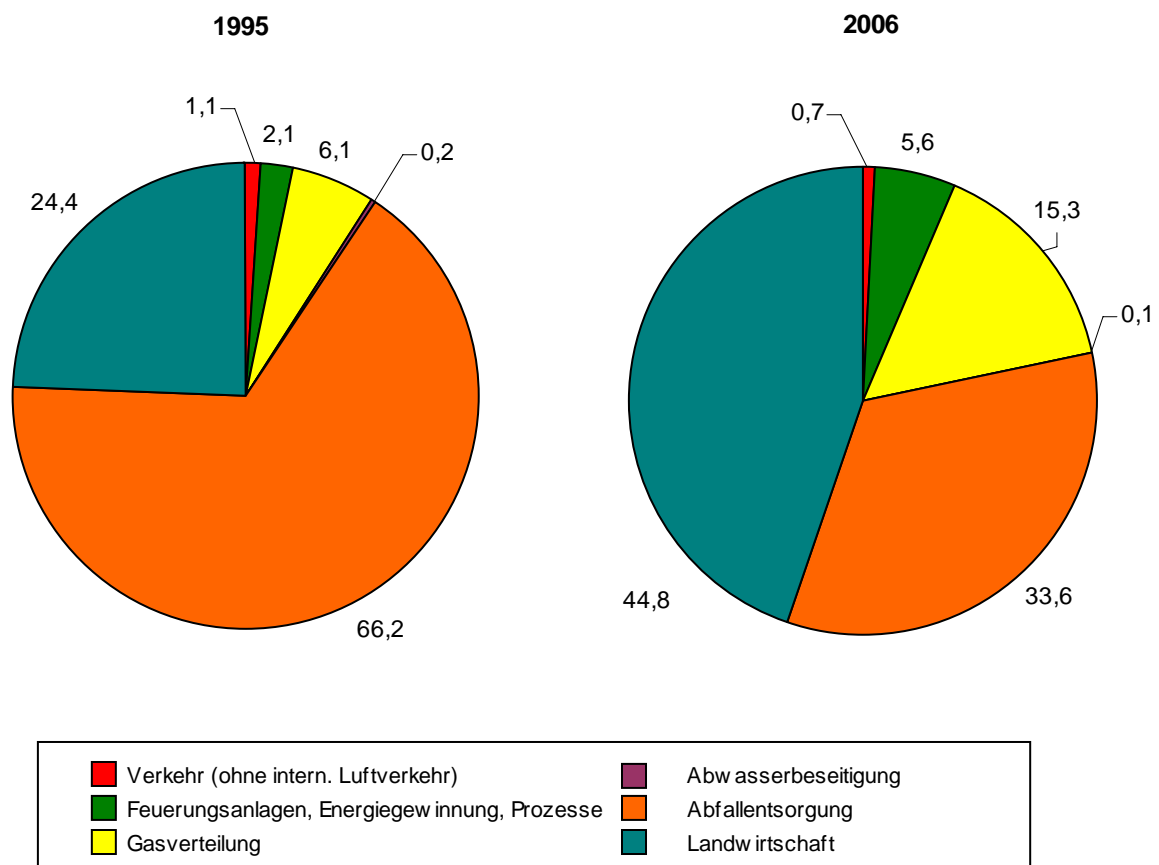
Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder, Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

Tabelle 8 zeigt neben den Mengen auch die sektorale Struktur der hessischen Methan-Emissionen. Im Jahr 2006 kamen mit 40 400 t rund 45 % der Methan-Emissionen aus der Landwirtschaft. Dabei entfallen gut vier Fünftel direkt auf die Viehhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Der Rest entsteht bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger. Zweitwichtigster Sektor ist mit weiteren 34 % die Abfallbeseitigung. 15 % resultieren aus der Gasverteilung über Rohrleitungsnetze. Energiegewinnung und Feuerungsanlagen machen nochmals 5,6 % aus. Alle anderen Sektoren sind von untergeordneter Bedeutung.

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 nur ein knappes Viertel der Methan-Emissionen abgab. Seitdem gab es eine deutliche Schwerpunktverlagerung. Zwischen 1995 und 2006 haben sich die Emissionen der relevanten Abfallentsorgungsanlagen um mehr als drei Viertel von 127 800 t auf 30 300 t vermindert. Hauptursache hierfür ist der starke Rückgang bei den deponierten Abfallmengen und die konsequente Deponiegasnutzung. Auch die landwirtschaftlichen Methan-Emissionen reduzierten sich gegenüber 1995, allerdings in erheblich geringerem Umfang (– 14 %). 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 über ein Fünftel zurück. Der Methan-Austrag bei der Gasverteilung hat um circa 2000 t zugenommen, was hauptsächlich auf kontinuierliche Netzerweiterungen zurückzuführen ist. Aufgrund der strukturellen Veränderungen bei den Hauptemittentengruppen hat sich der Anteil an den Gesamtemissionen bei diesem Sektor im Beobachtungszeitraum mehr als verdoppelt (Abbildung 12).

Abbildung 12 Entwicklung der Methan-Emissionen in Hessen in den Jahren 1995 und 2006



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

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 (45 %) leicht unter dem deutschen

(49 %). Die hessischen Anteilwerte an der Energiegewinnung und -verteilung (18 %) liegen dagegen deutlicher unter denen Deutschlands (27 %), 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 34 % haben die hessischen Emissionen aus dem Entsorgungsbereich (Abfallwirtschaft, Abwasserbeseitigung) eine größere Bedeutung als im Bund (Deutschland: 22 %). Insbesondere der Beitrag der Hausmülldeponien war im gesamten Betrachtungszeitraum für Hessen höher.

4 Lachgas-Emissionen

4.1 Methode zur Ermittlung der Lachgas-Emissionen

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

Die Lachgas-Emissionen tragen in Deutschland zu rund 6 % 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 bei ausgewählten industriellen Produktionsprozessen (Adipin- und Salpetersäureherstellung, Nylonproduktion). Außerdem entsteht Lachgas bei Verbrennungsprozessen in Heizkraftwerken, Heizwerken und Kraftfahrzeugen.

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 2008. Auch in diesem Berichtsjahr wurden bei einigen Emittentensektoren Anpassungen vorgenommen (vor allem bei den Emissionsfaktoren), die von der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder nachvollzogen wurden. Die Zeitreihen haben sich entsprechend geändert.

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 Ausbringung und Ablagerung von Düngemitteln 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 2006 wurden in Hessen knapp 6 200 t Lachgas freigesetzt, 1,8 % weniger als ein Jahr zuvor. Bezogen auf 1995 verminderte sich der Lachgas-Ausstoß um 6,4 %. Der hessische Anteil an den Lachgas-Emissionen Deutschlands lag im Jahr 2006 bei 3,6 %. Er hat sich seit 1995 um 0,5 Prozentpunkte erhöht.

In Deutschland reduzierten sich die Lachgas-Emissionen seit 1995 stärker als in Hessen, und zwar um 21 %. Nachdem der Ausstoß im Bundesgebiet von 2004 auf 2005 leicht zugenommen hatte, ging er im Jahr 2006 wieder zurück. In Hessen waren die Lachgas-Emissionen im Jahr 2000 am höchsten, wobei die Hauptmenge

auf den Sektor Landwirtschaft und hierin auf eine ungewöhnlich hohe Einsatzmenge an Stickstoffdünger zurückzuführen war. Im Jahr 2004 war diese Menge ebenfalls signifikant erhöht, wodurch die ansonsten kontinuierlich rückläufige Entwicklung der Gesamtemissionen an Lachgas kurzzeitig unterbrochen wurde. 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 mehr als die Hälfte zurückgegangen.

Jedem hessischen Einwohner ist gut 1 kg Lachgas zuzurechnen, wobei dieser Wert seit 1995 auch in Hessen (eine Ausnahme bildet der Anstieg im Jahr 2000) zurückgeht, allerdings nur sehr langsam. In Deutschland entfallen auf jeden Einwohner fast 2,1 kg. Der Pro-Kopf-Lachgasausstoß hat sich hier parallel zur Entwicklung der Gesamtmenge um 22 % vermindert. Dennoch ist dieser spezifische Lachgas-Ausstoß für den Bund fast doppelt so hoch wie in Hessen (Tabelle 9).

Tabelle 9 Lachgas-Emissionen in Hessen und in Deutschland 1995 bis 2006

	1995	2000	2003	2004	2005	2006	1995/2006
Lachgas-Emissionen ¹⁾ in t							Veränderungen in %
Hessen	6 608	7 118	6 484	6 506	6 296	6 184	- 6,4
Deutschland	215 733	156 025	167 708	176 315	181 070	170 798	- 20,8
Deutschland = 100							
Hessen	3,1	4,6	3,9	3,7	3,5	3,6	
Lachgas-Emissionen ¹⁾ je Einwohner in kg							Veränderungen in %
Hessen	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	- 7,7
Deutschland	2,6	1,9	2,0	2,1	2,2	2,1	- 21,5
Deutschland = 100							
Hessen	41,7	61,9	52,4	50,0	47,1	49,1	

1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

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 13). 1995 trug die Landwirtschaft zu 68 % zu den gesamten Lachgas-Emissionen bei. Feuerungsanlagen machten im Jahr 1995 9,8 % aus, Abwasserbeseitigung und Kompostierung kamen zusammen auf 8,6 %. Dann folgten der Verkehrssektor mit 7,6 % und industrielle Prozesse mit 6,1 % (Tabelle 10).

Tabelle 10 Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen 1995 bis 2006

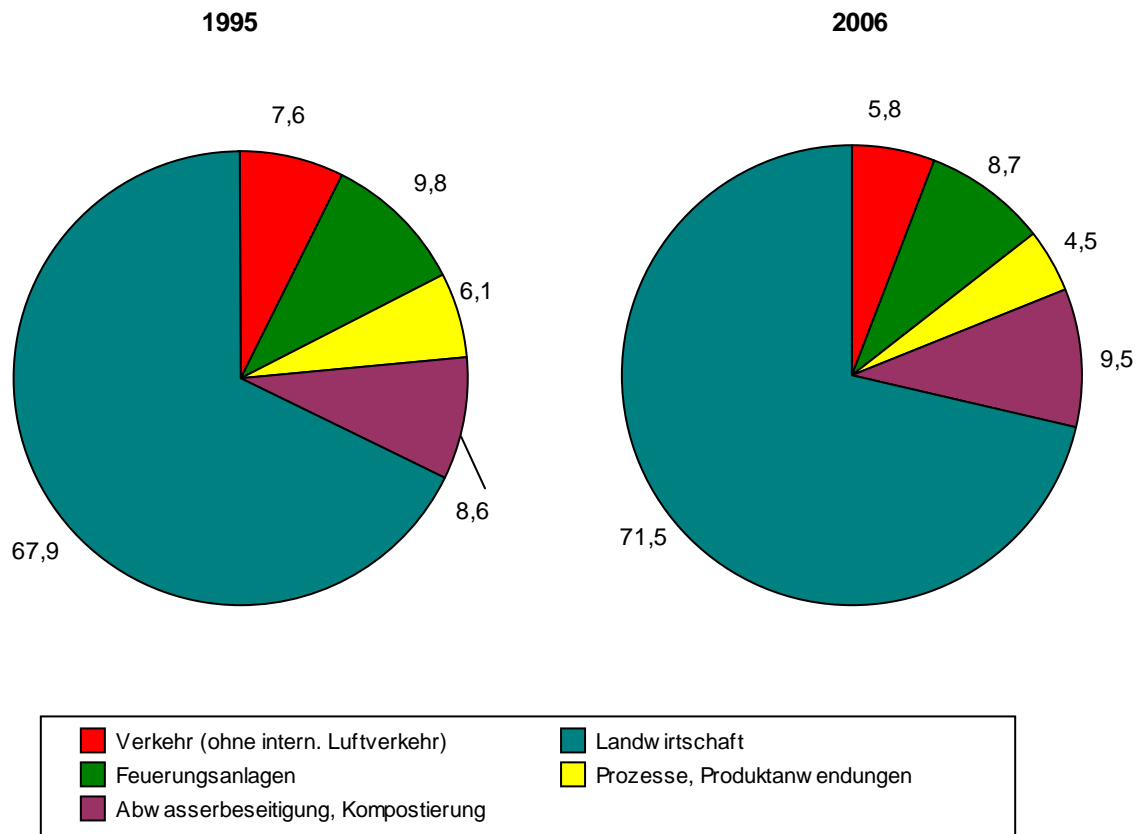
Sektoren	1995	2000	2003	2004	2005	2006
N ₂ O-Emissionen in t						
Verkehr gesamt ¹⁾	499	508	440	399	380	358
Feuerungsanlagen	649	597	568	567	534	538
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	570	589	588	588	589	588
Landwirtschaft	4 488	5 124	4 603	4 668	4 510	4 419
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	1 221	1 161	1 195	1 090	1 093	1 087
<i>Stickstoffdünger</i>	1 200	1 601	1 300	1 401	1 299	1 250
<i>indirekte Emissionen</i>	1 570	1 835	1 610	1 660	1 588	1 559
Prozesse, Produktanwendungen	402	301	284	283	283	281
N ₂ O-Emissionen insgesamt	6 608	7 118	6 484	6 506	6 296	6 184
Struktur der N ₂ O-Emissionen in %						
Verkehr gesamt ¹⁾	7,6	7,1	6,8	6,1	6,0	5,8
Feuerungsanlagen	9,8	8,4	8,8	8,7	8,5	8,7
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	8,6	8,3	9,1	9,0	9,4	9,5
Landwirtschaft	67,9	72,0	71,0	71,7	71,6	71,5
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	18,5	16,3	18,4	16,8	17,4	17,6
<i>Stickstoffdünger</i>	18,2	22,5	20,0	21,5	20,6	20,2
<i>indirekte Emissionen</i>	23,8	25,8	24,8	25,5	25,2	25,2
Prozesse, Produktanwendungen	6,1	4,2	4,4	4,3	4,5	4,5
N ₂ O-Emissionen insgesamt	100	100	100	100	100	100
Entwicklung der N ₂ O-Emissionen 1995 = 100						
Verkehr gesamt ¹⁾	100	102	88	80	76	72
Feuerungsanlagen	100	92	88	87	82	83
Abwasserbeseitigung/Kompostierung	100	103	103	103	103	103
Landwirtschaft	100	114	103	104	100	98
<i>darunter</i>						
<i>Viehhaltung</i>	100	95	98	89	90	89
<i>Stickstoffdünger</i>	100	133	108	117	108	104
<i>indirekte Emissionen</i>	100	117	103	106	101	99
Prozesse, Produktanwendungen	100	75	71	70	70	70
N ₂ O-Emissionen insgesamt	100	108	98	98	95	94
1) Ohne internationalen Luftverkehr.						

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

Im Zeitverlauf erlangten die landwirtschaftlichen Emissionen in Hessen wie im Bund anteilig mehr Bedeutung. Zuletzt lagen die Emissionen aus der Landwirtschaft im Bund bei 59 %. In Hessen machen sie 2006 71 % aus. Die Anteile des Verkehrssektors sind im Transitland Hessen, in welchem zudem der wichtigste deutsche Flughafen angesiedelt ist, mit 5,8 % 2,6mal so hoch wie im Bundesdurchschnitt (2,2 %). Abwasserbeseitigung und Kompostierung hatten 2006 in Hessen mit 9,5 % einen knapp doppelt so hohen Anteil wie im Bund (5,0 %). Im Gegensatz dazu werden in Hessen deutlich geringere Anteile (4,5 %) bei den

relevanten Industrieprozessen, die 2006 mit 24 % fast ein Viertel der Lachgas-Emissionen Deutschlands ausmachten, verzeichnet.

Abbildung 13 Entwicklung der Lachgas-Emissionen in Hessen in den Jahren 1995 und 2006



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

5 Schlussbetrachtung

Die Hessische Treibhausgasbilanz gibt einen Überblick über die Entwicklung und Struktur der Emissionen der mengenmäßig bedeutendsten Klimagase CO₂, 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. Dafür 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 deutlich 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 2006 um 1,9 Mill. t unter denen des Basisjahres 1990.

Tabelle 11 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2006 nach Sektoren

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	CO ₂ -Emissionen in Mill. t								
Energiebedingte Emissionen im Inland ¹⁾	43,4	47,5	44,8	46,7	43,7	44,0	43,2	42,3	41,6
Energieerzeugung/-umwandlung	6,7	9,5	9,7	10,2	9,2	9,8	10,1	9,3	9,3
Industrie	6,1	5,8	4,3	4,3	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7
Verkehr	15,3	15,5	16,2	15,8	15,4	14,9	14,9	14,1	13,6
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ²⁾	15,3	16,7	14,6	16,4	15,3	15,4	14,5	15,1	15,0
<i>Nachrichtl.: Internationaler Luftverkehr³⁾</i>	<i>6,9</i>	<i>8,6</i>	<i>11,3</i>	<i>11,2</i>	<i>11,3</i>	<i>11,5</i>	<i>11,6</i>	<i>12,1</i>	<i>11,6</i>
1) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 2) Einschließlich militärischer Dienststellen. – 3) Jahresspezifischer Anteil gemäß NIR 2009.									

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

Der Rückgang der absoluten Mengen an CO₂-Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2006 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 je Einheit Bruttoinlandsprodukt oder Primärenergieverbrauch klar:

- Die hessischen Pro-Kopf-Emissionen an CO₂ waren im Jahr 2006 um mehr als 28 % niedriger als die des Bundes.

- Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) wurde in Hessen im Vergleich zu Deutschland im Jahr 2006 mit einem um zwei Fünftel 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 2006 lag der hessische Wert bei vollständiger Einbeziehung aller Mineralölprodukte in den Primärenergieverbrauch um ein Viertel unter dem von Deutschland. Ohne das Flugbenzin für den internationalen Luftverkehr im Primärenergieverbrauch ist der Abstand mit 14 % geringer.

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 in den Jahren 1995 bis 2006

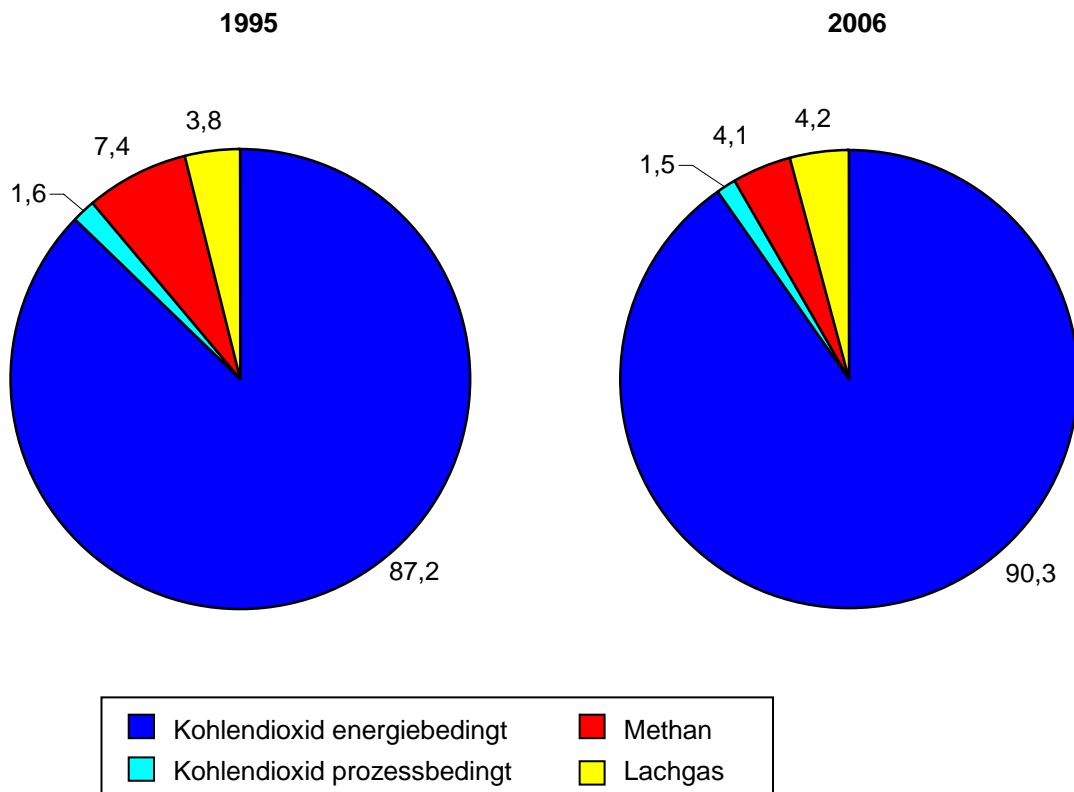
Treibhausgas	Chemische Formel	GWP	1995	2000	2003	2004	2005	2006	1995/2000	1995/2006
			Menge in 1000 t CO ₂ -Äquivalent						Veränderung in %	
Kohlendioxid	CO ₂	1	48 374	45 734	44 820	44 038	43 036	42 234	- 5,5	- 12,7
Energiebedingt ^{1) 2)}	CO ₂	1	47 497	44 778	44 002	43 216	42 328	41 556	- 5,7	- 12,5
Prozessbedingt	CO ₂	1	877	956	818	821	708	678	9,1	- 22,7
Methan ²⁾	CH ₄	21	4 056	2 725	2 180	2 010	1 965	1 893	- 32,8	- 53,3
Lachgas ²⁾	N ₂ O	310	2 048	2 207	2 010	2 017	1 952	1 917	7,7	- 6,4
Insgesamt			54 478	50 666	49 011	48 065	46 952	46 045	- 7,0	- 15,5

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

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

Im Jahr 2006 machten die energie- und prozessbedingten Emissionen von CO₂ in Hessen mit 42,3 Mill. t rund 92 % des Emissionsgeschehens von 46,1 Mill. t CO₂-Äquivalenten aus. Jeweils gut 4 % der Emissionen entfielen auf Methan und Lachgas. An dieser Struktur hat sich seit 1995 wenig geändert. Lediglich der Anteil des Methans hat sich deutlicher vermindert (Abbildung 14).

Abbildung 14 Entwicklung der Gesamtemissionen in Hessen in CO₂-Äquivalenten in den Jahren 1995 und 2006



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

Zu neun Zehnteln entstammten die Emissionen des Jahres 2006 aus stationären und mobilen Verbrennungsprozessen (energiebedingte CO₂-Emissionen). Die Landwirtschaft und die Abfallentsorgung, als Hauptverursacher der Methan- und Lachgas-Emissionen, kamen auf einen Anteil an den CO₂-Äquivalenten von 4,8 % bzw. 1,4 %. Die prozessbedingten CO₂-Emissionen erreichten 1,5 %. Alle weiteren Quellen spielen eine eher untergeordnete Rolle. (Bei dieser Betrachtung muss beachtet werden, dass energiebedingte Emissionen der Landwirtschaft oder der Abfalldeponierung in den Sektoren der entsprechenden CO₂-Bilanz erfasst sind und dass die prozessbedingten Emissionen sich ausschließlich auf die CO₂-Freisetzung bei chemischen Reaktionen bei bestimmten Herstellungsprozessen beziehen.)

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase in Hessen seit 1995 um 15,5 % zurück, wobei die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich stark dazu beitrugen. So betragen die Emissionsveränderungen von 1995 bis 2006 bei einer mengenmäßigen Betrachtung der CO₂-Äquivalente:

Kohlendioxid	– 12,7 %,
Methan	– 53,3 %,
Lachgas	– 6,4 %.

Zur Verminderung der Treibhausgas-Emissionen in Hessen trug die Abfallentsorgung durch Einsparungen in Höhe von 76 % bei Methan 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 4,9 % im Jahr 1995 auf die genannten 1,4 % im Jahr 2006. Die Landwirtschaft verursachte im Betrachtungszeitraum ebenfalls weniger Emissionen (– 6,8 %), ihr Anteil an den Gesamtemissionen wuchs leicht an.

Verwendete Abkürzungen

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EGKS	Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl
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
N ₂ O	Distickstoffoxid = Lachgas
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
SKE	Steinkohleneinheiten
t	Tonne(n)
UBA	Umweltbundesamt
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
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Guidelines for national greenhouse gas inventories, www.ipcc-nggip.iges.or.jp
- Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003 (WZ 2003)
- Länderarbeitskreis Energiebilanzen, www.lak-energiebilanzen.de
- Nationaler Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 bis 2006, Umweltbundesamt, Dessau 2008
- Nationaler Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 bis 2007, Umweltbundesamt, Dessau 2009
- Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft -Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig 2009
- 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.

In Hessen lebten im Jahr 2008 mit rund 6,07 Millionen Menschen 7,4 % der Bevölkerung Deutschlands. Zwischen 1990 und 2003 ist die hessische Bevölkerung kontinuierlich angewachsen. In diesem Zeitraum kamen pro Jahr im Schnitt 29 000 Einwohner hinzu. Nach dieser langanhaltenden Expansionsphase verminderte sich die Zahl der Einwohner 2004 erstmals leicht um 1200 Personen. Diese Abnahme wurde 2005 dann noch einmal mehr als kompensiert. Seit dem Höchststand im Jahr 2005 ging die Bevölkerungszahl durchgehend zurück. Sie reduzierte sich in den letzten drei Jahren um insgesamt 25 000 Personen. Dennoch lag die Einwohnerzahl in Hessen zuletzt um 352 000 oder 6,2 % über der des Jahres 1990.

Tabelle 13 **Entwicklung der Bevölkerung in Hessen und in Deutschland von 1990 bis 2008**

	Hessen	Deutschland			Hessen in % zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
		Bundesländer				
Einwohner in 1000 im Jahresdurchschnitt						
1990	5 717	61 107	18 257	79 363	9,4	7,2
1991	5 796	61 914	18 071	79 984	9,4	7,2
1992	5 878	62 698	17 897	80 594	9,4	7,3
1993	5 950	63 361	17 818	81 179	9,4	7,3
1994	5 972	63 683	17 739	81 422	9,4	7,3
1995	5 994	63 986	17 675	81 661	9,4	7,3
1996	6 018	64 277	17 619	81 896	9,4	7,3
1997	6 031	64 495	17 557	82 052	9,4	7,4
1998	6 032	64 564	17 465	82 029	9,3	7,4
1999	6 043	64 712	17 375	82 087	9,3	7,4
2000	6 058	64 904	17 284	82 188	9,3	7,4
2001	6 073	65 166	17 174	82 340	9,3	7,4
2002	6 085	65 421	17 061	82 482	9,3	7,4
2003	6 091	65 563	16 957	82 520	9,3	7,4
2004	6 089	65 637	16 864	82 501	9,3	7,4
2005	6 094	65 686	16 779	82 464	9,3	7,4
2006	6 079	65 673	16 693	82 366	9,3	7,4
2007	6 073	65 665	16 598	82 263	9,2	7,4
2008	6 069	65 618	16 509	82 127	9,2	7,4

1) Ohne Berlin. – 2) Einschl. Berlin.

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt.

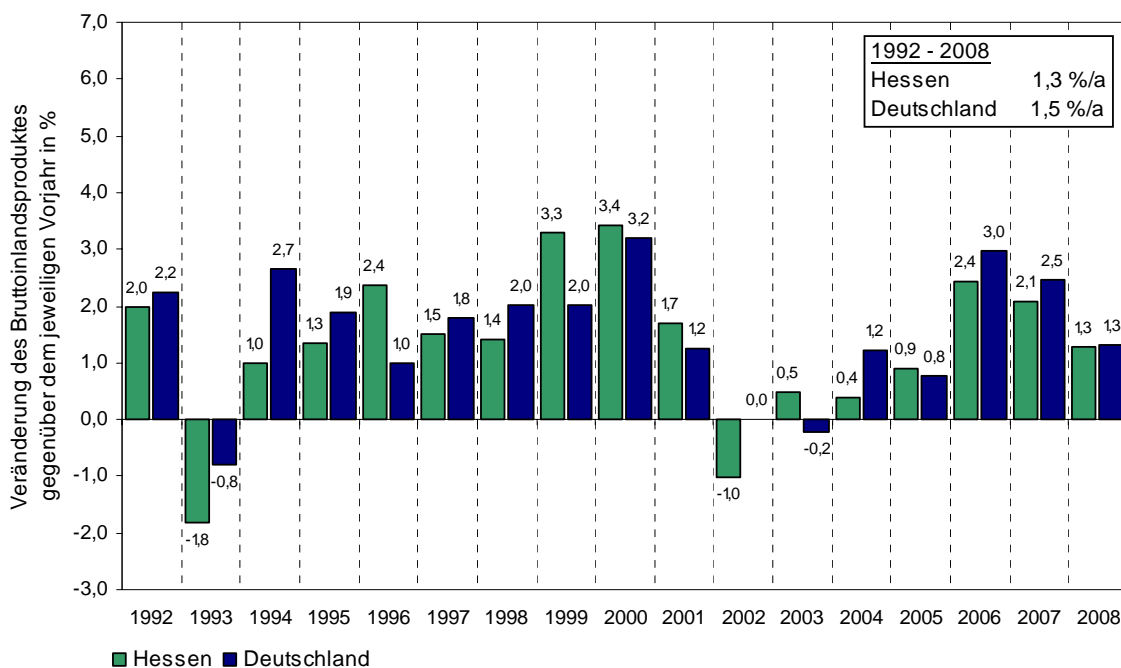
In Deutschland lag der Zuwachs gegenüber dem Basisjahr bei nur 3,5 %, wobei die Einwohnerzahl hier bereits seit 2003 zurückgeht. Die hessische

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 18 Jahren fast ein Zehntel ihrer Einwohner verloren (Tabelle 13).

Über die Hälfte der hessischen Bevölkerung lebt in Ein- und Zwei-Personen-Haushalten. Insgesamt gab es im Jahr 2008 in Hessen 2,93 Millionen Privathaushalte. In 38 % aller Haushalte lebte nur eine Person. Die durchschnittliche Haushaltsgröße betrug 2,09 Personen. In den vergangenen 18 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.

Die Wirtschaftskraft einer Region kann am besten über die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erfasst werden. Dabei entsteht ein möglichst vollständiges und zugleich übersichtliches, quantitatives Gesamtbild des statistisch erfassten Wirtschaftsgeschehens einer Volkswirtschaft oder eines Wirtschaftsraumes, wie des Landes Hessen. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen geben Auskunft über das Wirtschaftswachstum, die Einkommenssituation, den Konsum oder auch die Investitionstätigkeit. Die wirtschaftsfachliche Darstellung folgt dabei den offiziellen Zusammenfassungen der Wirtschaftszweigsystematik 2003 (WZ 2003).

Abbildung 15 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen und in Deutschland von 1991 bis 2008



Quellen: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

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. Veränderungsdaten zur Verfügung. Für Strukturvergleiche, z. B. zwischen Hessen und Deutschland, werden jeweilige Preise (nominales Bruttoinlandsprodukt) verwendet. Basisjahr der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist 1991.

Im Jahr 2008 wuchs das hessische Bruttoinlandsprodukt um 1,3 %. Das Wachstum lag somit genau im Durchschnitt des gesamten Zeitraums von 1991 bis 2008. Auch in Deutschland stieg das Bruttoinlandsprodukt 2008 gegenüber 2007 um 1,3 %. Die preisbereinigte Wachstumsrate der letzten 17 Jahre fiel im Bundesdurchschnitt mit 1,5 % pro Jahr noch etwas höher aus (Abbildung 15).

Das hessische Bruttoinlandsprodukt betrug 2008 nominal 221 Mrd. Euro (Tabelle 14). Damit erreichte Hessen einen Anteil am Bruttoinlandsprodukt von Deutschland von 8,9 % — im Vergleich zu einem Bevölkerungsanteil von nur 7,4 %.

Tabelle 14 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008

	Hessen	Deutschland			Hessen in % zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
		Bundesländer				
Mill. Euro in jeweiligen Preisen						
1991	141 526	1 363 978	170 622	1 534 600	10,4	9,2
1992	150 281	1 440 852	205 768	1 646 620	10,4	9,1
1993	152 690	1 453 762	240 608	1 694 370	10,5	9,0
1994	157 791	1 510 120	270 660	1 780 780	10,4	8,9
1995	162 706	1 559 463	288 987	1 848 450	10,4	8,8
1996	166 866	1 580 232	295 948	1 876 180	10,6	8,9
1997	169 581	1 615 815	299 765	1 915 580	10,5	8,9
1998	172 397	1 662 496	302 884	1 965 380	10,4	8,8
1999	179 607	1 702 561	309 439	2 012 000	10,5	8,9
2000	183 100	1 749 525	312 975	2 062 500	10,5	8,9
2001	189 495	1 794 095	319 065	2 113 160	10,6	9,0
2002	191 108	1 817 471	325 709	2 143 180	10,5	8,9
2003	195 783	1 835 005	328 795	2 163 800	10,7	9,0
2004	199 060	1 875 735	335 165	2 210 900	10,6	9,0
2005	202 577	1 905 170	338 030	2 243 200	10,6	9,0
2006	208 175	1 971 200	350 300	2 321 500	10,6	9,0
2007	215 190	2 057 269	365 631	2 422 900	10,5	8,9
2008	220 814	2 114 928	377 072	2 492 000	10,4	8,9

1) Ohne Berlin. – 2) Einschließlich Berlin.

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt.

Von jedem hessischen Einwohner wurden im Jahr 2008 mit 36 400 Euro fast 13 % mehr Bruttoinlandsprodukt erwirtschaftet als in den alten Bundesländern (32 200 Euro). Im Vergleich zu den neuen Bundesländern, bei denen das einwohnerspezifische Bruttoinlandsprodukt nur bei durchschnittlich 22 800 Euro lag, waren es sogar fast sechs Zehntel mehr. Der Bundesdurchschnitt von 30 300 Euro pro Einwohner wurde um ein knappes Fünftel übertroffen (Tabelle 15). Im höheren durchschnittlichen Bruttoinlandsprodukt je Einwohner zeigt sich die insgesamt größere Wirtschaftskraft Hessens.

Tabelle 15 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008

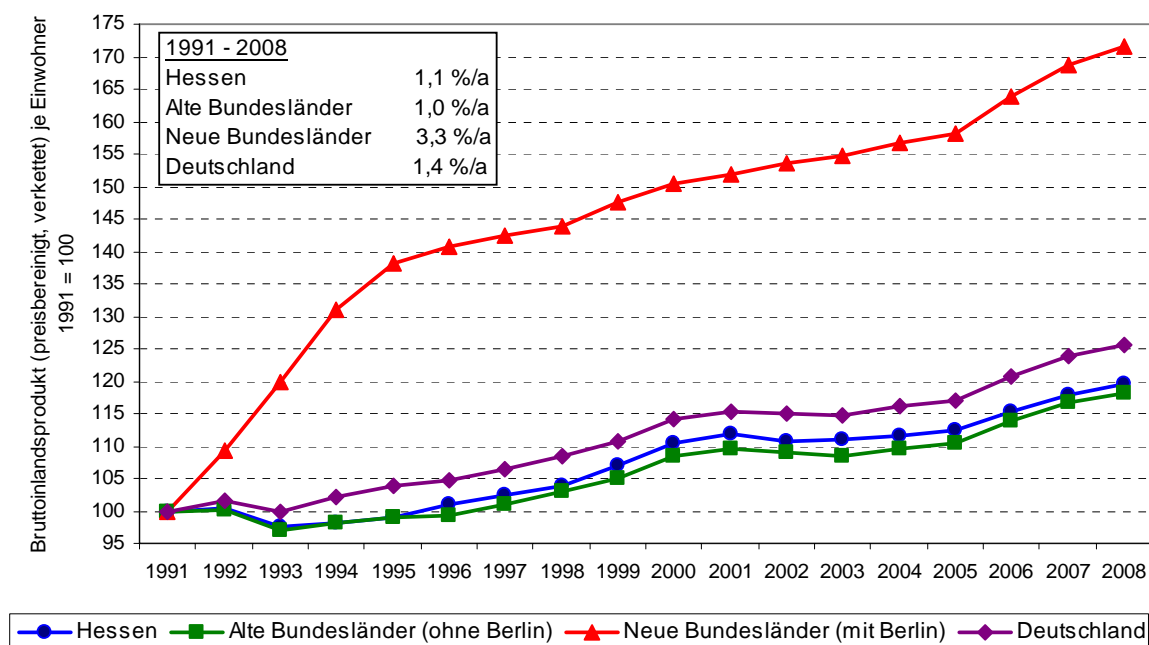
	Hessen	Deutschland			Hessen in % zu	
		Alte ¹⁾	Neue ²⁾	Insgesamt	den alten Bundesländern ¹⁾	Deutschland insgesamt
		Bundesländer				
Euro in jeweiligen Preisen je Einwohner						
1991	24 419	22 030	9 442	19 186	110,8	127,3
1992	25 566	22 981	11 497	20 431	111,2	125,1
1993	25 663	22 944	13 504	20 872	111,9	123,0
1994	26 422	23 713	15 258	21 871	111,4	120,8
1995	27 146	24 372	16 350	22 636	111,4	119,9
1996	27 728	24 585	16 797	22 909	112,8	121,0
1997	28 117	25 053	17 074	23 346	112,2	120,4
1998	28 580	25 750	17 342	23 960	111,0	119,3
1999	29 720	26 310	17 810	24 511	113,0	121,3
2000	30 223	26 956	18 108	25 095	112,1	120,4
2001	31 204	27 531	18 579	25 664	113,3	121,6
2002	31 407	27 781	19 091	25 984	113,1	120,9
2003	32 145	27 989	19 389	26 221	114,8	122,6
2004	32 690	28 577	19 874	26 798	114,4	122,0
2005	33 240	29 004	20 147	27 202	114,6	122,2
2006	34 244	30 016	20 985	28 185	114,1	121,5
2007	35 437	31 330	22 029	29 453	113,1	120,3
2008	36 382	32 231	22 840	30 343	112,9	119,9

1) Ohne Berlin. – 2) Einschließlich Berlin.

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt.

Zudem ist das Bruttoinlandsprodukt je Einwohner preisbereinigt von 1991 bis 2008 in Hessen mit jahresdurchschnittlichen 1,1 % etwas langsamer als im Bund (1,4 %) gestiegen (Abbildung 16).

Abbildung 16 Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes je Einwohner in Hessen sowie in den alten und neuen Bundesländern von 1991 bis 2008



Quellen: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamtes.

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 2008 war allein der Wirtschaftsbereich „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister“ mit 37 % an der realen Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche beteiligt. In Deutschland trägt der Bereich nur zu 29 % zur Bruttowertschöpfung bei. Der Bereich „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ spielt in Hessen als „Transitland“ mit internationalem Luftverkehrsdrehkreuz mit einem Anteil von 7,5 % eine größere Rolle als in Deutschland insgesamt (5,9 %). Dagegen fiel der Beitrag im Segment „Öffentliche und private Dienstleister“ mit 19 % in Hessen niedriger aus als in Deutschland (22 %). Auch das Produzierende Gewerbe hat zurzeit in Hessen mit rund 21 % ein geringeres gesamtwirtschaftliches Gewicht als in Deutschland (26 %). Das Baugewerbe trägt zu 3,4 % und die Landwirtschaft nur zu 0,5 % zur hessischen Bruttowertschöpfung bei (Tabelle 16).

Dabei hatte sich in den vergangenen 17 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 „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister“ zur hessischen Wertschöpfung mit jeweils knapp 30 % etwa gleich hoch. 2008 dominierten die Dienstleistungen. Der Unterschied zwischen den Bereichen betrug nun 16 Prozentpunkte. In Deutschland war die Industrie 1991 sogar der anteilstärkste Wirtschaftsbereich. Im Verlauf der letzten 18 Jahre hatte sich das Verhältnis bei

Industrie und unternehmensnahen Dienstleistungen auch in Deutschland zugunsten der letztgenannten verschoben.

Tabelle 16 Struktur der Bruttowertschöpfung in Hessen und in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2008

	Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	Baugewerbe	Handel, Gastgewerbe und Verkehr	darunter: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister	Öffentliche und private Dienstleister
Struktur der Bruttowertschöpfung in %								
Hessen insgesamt								
1991	100,0	0,9	28,0	5,1	19,6	6,7	29,6	16,9
1992	100,0	0,8	27,3	5,5	18,7	6,5	30,4	17,3
1993	100,0	0,7	24,9	5,2	19,0	6,7	32,6	17,7
1994	100,0	0,7	24,1	5,2	19,1	6,7	33,0	17,8
1995	100,0	0,7	23,3	4,9	19,3	6,6	33,5	18,2
1996	100,0	0,7	22,5	4,5	19,1	6,6	34,6	18,6
1997	100,0	0,7	22,2	4,2	19,2	6,7	34,6	19,1
1998	100,0	0,7	21,9	4,3	19,8	6,9	34,3	19,0
1999	100,0	0,7	21,6	4,2	19,4	7,0	35,4	18,8
2000	100,0	0,7	22,2	4,3	19,2	7,1	34,7	19,0
2001	100,0	0,7	21,6	4,0	19,1	6,8	36,0	18,6
2002	100,0	0,6	21,3	3,8	19,0	7,0	35,9	19,3
2003	100,0	0,5	21,2	3,6	18,7	6,9	36,9	19,0
2004	100,0	0,6	21,3	3,5	18,9	7,3	36,8	18,9
2005	100,0	0,4	21,1	3,3	19,3	7,0	36,9	19,0
2006	100,0	0,5	21,2	3,2	19,4	7,2	36,9	18,8
2007	100,0	0,6	21,2	3,3	19,4	7,4	36,7	18,9
2008	100,0	0,5	20,9	3,4	19,4	7,5	36,8	18,9
Deutschland insgesamt								
1991	100,0	1,4	30,6	6,0	17,9	5,8	23,3	20,8
1992	100,0	1,3	28,8	6,6	17,7	5,8	24,1	21,5
1993	100,0	1,2	26,5	6,8	17,8	5,8	25,8	22,0
1994	100,0	1,2	25,9	7,0	17,9	5,7	26,0	22,0
1995	100,0	1,3	25,4	6,8	18,0	5,7	26,4	22,2
1996	100,0	1,3	24,9	6,3	17,6	5,4	27,2	22,6
1997	100,0	1,3	25,1	6,0	17,8	5,5	27,3	22,6
1998	100,0	1,2	25,3	5,6	18,1	5,5	27,1	22,6
1999	100,0	1,2	24,8	5,5	17,8	5,4	28,0	22,7
2000	100,0	1,3	25,1	5,2	18,2	5,5	27,5	22,8
2001	100,0	1,4	24,9	4,8	18,2	5,5	28,0	22,7
2002	100,0	1,1	24,6	4,6	18,0	5,7	28,6	23,1
2003	100,0	1,0	24,5	4,4	17,8	5,7	29,3	23,2
2004	100,0	1,1	25,1	4,2	17,7	5,9	29,1	22,9
2005	100,0	0,9	25,2	4	17,7	5,7	29,4	22,9
2006	100,0	0,9	25,7	3,8	17,9	5,7	29,4	22,2
2007	100,0	0,9	26,4	4,0	17,6	5,8	29,2	21,9
2008	100,0	0,9	25,9	4,2	17,9	5,9	29,3	21,8

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder; Statistisches Bundesamt.

Die auf den tertiären Sektor ausgerichtete Wirtschaftsstruktur Hessens spiegelt sich auch in der Erwerbstätigkeit wider. So waren im Jahr 2008 in Hessen im Handel, Gastgewerbe, Verkehr sowie bei Finanz- und Unternehmensdienstleistern zusammen knapp die Hälfte der insgesamt 3,13 Millionen Erwerbstätigen beschäftigt. Für Deutschland kamen diese Wirtschaftsbereiche auf einen Anteil von 42 %. Das Produzierende Gewerbe machte in Hessen 18 % aus. Im Bundesgebiet lag sein Anteil 2 Prozentpunkte höher. Die Beschäftigung in Landwirtschaft und Baugewerbe hat in Hessen wie im gesamten Bundesgebiet eine geringere Bedeutung (Tabelle 17).

Tabelle 17 Zahl der Erwerbstätigen in Hessen und Deutschland nach Wirtschaftsbereichen von 1991 bis 2008

	Erwerbstätige insgesamt	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	Baugewerbe	Handel, Gastgewerbe und Verkehr	darunter: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister	Öffentliche und private Dienstleister
	in 1000	Sektorale Struktur der Erwerbstätigen in %						
	Hessen insgesamt							
1991	2 925	2,4	27,8	6,1	27,4	7,5	13,0	23,4
1992	2 962	2,3	27,2	6,1	27,3	7,4	13,4	23,6
1993	2 933	2,2	25,9	6,1	27,4	7,3	14,1	24,4
1994	2 914	2,1	24,9	6,2	27,1	7,1	14,8	24,9
1995	2 903	2,0	24,3	6,3	26,8	6,9	15,4	25,3
1996	2 909	1,7	23,4	6,3	26,6	6,7	16,1	26,0
1997	2 904	1,6	22,6	6,0	26,6	6,5	16,7	26,5
1998	2 930	1,6	22,0	5,8	26,4	6,7	17,6	26,6
1999	2 972	1,6	21,3	5,6	26,5	6,9	18,7	26,3
2000	3 041	1,5	20,7	5,4	26,7	7,0	19,7	26,0
2001	3 074	1,5	20,4	5,2	26,6	7,0	20,3	25,9
2002	3 061	1,5	20,0	5,1	26,5	6,9	20,7	26,3
2003	3 026	1,5	19,5	5,0	26,4	7,0	20,9	26,6
2004	3 037	1,5	19,0	4,9	26,6	7,0	21,2	26,9
2005	3 028	1,4	18,5	4,8	26,8	7,1	21,4	27,1
2006	3 040	1,4	18,0	4,8	26,6	7,2	22,0	27,2
2007	3 088	1,4	17,8	4,8	26,4	7,1	22,3	27,2
2008	3 128	1,4	17,7	4,8	26,3	7,1	22,5	27,3
	Deutschland insgesamt							
1991	38 621	3,9	29,3	7,3	24,1	6,3	9,7	25,7
1992	38 059	3,4	27,5	7,7	24,6	6,3	10,3	26,5
1993	37 555	3,2	25,9	8,1	24,8	6,2	10,9	27,1
1994	37 516	3,0	24,6	8,5	24,8	6,0	11,4	27,6
1995	37 601	2,9	23,9	8,6	24,7	5,8	11,8	28,0
1996	37 498	2,6	23,3	8,4	24,8	5,6	12,3	28,6
1997	37 463	2,5	22,9	8,0	24,8	5,4	12,8	28,8
1998	37 911	2,5	22,7	7,7	24,9	5,4	13,4	28,8
1999	38 424	2,5	22,1	7,4	25,0	5,4	14,1	28,9
2000	39 144	2,4	21,8	7,1	25,1	5,4	14,8	28,8
2001	39 316	2,4	21,7	6,6	25,1	5,5	15,2	28,9
2002	39 096	2,3	21,4	6,2	25,2	5,5	15,5	29,4
2003	38 726	2,3	21,0	6,0	25,1	5,5	15,8	29,8
2004	38 880	2,2	20,6	5,8	25,2	5,5	16,2	29,9
2005	38 851	2,2	20,3	5,6	25,2	5,5	16,4	30,3
2006	39 097	2,1	20,0	5,6	25,1	5,5	16,9	30,4
2007	39 768	2,1	19,9	5,6	25,1	5,5	17,2	30,2
2008	40 330	2,1	19,9	5,4	24,9	5,5	17,4	30,2

Quelle: Erwerbstätigenrechnung der Länder; Statistisches Bundesamt.

2008 lag die reale Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen für die gesamte hessische Wirtschaft bei 63 300 Euro. Sie war damit um rund 8600 Euro höher als die der Bundesrepublik (54 700 Euro). Im Bereich „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister“ erreichte die spezifische Wertschöpfung mit 103 500 Euro je Erwerbstätigen einen Spitzenwert. Für Gesamtdeutschland betrug sie hier nur 93 600 Euro. Auch im Produzierenden Gewerbe steht Hessen besser als Deutschland da: Die Wertschöpfung je Erwerbstätigen betrug hier rund 74 700 Euro (Deutschland: 71 900 Euro). Die auf die Zahl der Erwerbstätigen bezogene Wertschöpfung der Landwirtschaft macht in Hessen gerade einmal 23 % des Dienstleistungsbereichs aus. Für das Bundesgebiet wird mit 26 % ein geringfügig höheres Niveau erreicht.

Auch bei der Arbeitsproduktivität, die sich im Quotienten aus Bruttoinlandsprodukt und Zahl der Erwerbstätigen ausdrückt, liegt Hessen vorn. Sie ist in Hessen um gut 14 % größer als in Deutschland.

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.

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 2000 = 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.

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 etc.

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.



HESSEN



**Hessisches Ministerium für Umwelt,
ländlichen Raum und Verbraucherschutz**

Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden