

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

**Bericht zu den
CO₂-Emissionen in Hessen
Bilanzjahr 2018**



erstellt durch das Hessische Statistische Landesamt

Mai 2020

Copyright

© Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2020

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

Autoren

Tobias Lentz, Hessisches Statistisches Landesamt

Janine Dubois, Hessisches Statistisches Landesamt

Redaktion

Hessisches Statistisches Landesamt

Zeichenerklärungen

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

Inhalt

	Seite
1 Vorbemerkung	4
2 Informationen zu Methode, Quellen und Abkürzungen	4
3 Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz)	6
4 Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Verursacherbilanz)	10
5 Vergleich von Quellen- und Verursacherbilanz	12
6 Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	13
7 Zusammenfassung: CO ₂ -Emissionen in Hessen	16

Tabellen

Tabelle 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018 nach Sektoren	7
Tabelle 2	CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen 2017 und 2018	10
Tabelle 3	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018	11
Tabelle 4	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018	14
Tabelle 5	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018	16

Abbildungen

Abbildung 1	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018	6
Abbildung 2	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018 nach Sektoren	9
Abbildung 3	Anteile der Emissionssektoren an den quellen- und verursacherbezogenen CO ₂ -Emissionen in Hessen 2018	12
Abbildung 4	Verursacherbezogene CO ₂ -Emissionen in Hessen 2018 (Sankey-Diagramm)	13
Abbildung 5	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018	15

1 Vorbemerkung

Das Hessische Statistische Landesamt erstellt für Hessen jährlich eine Treibhausgasbilanz im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Diese bildet die Emissionen der drei wichtigsten direkt klimawirksamen Gase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) ab. Daneben wird vorab ein Bericht zu den CO₂-Emissionen in Hessen veröffentlicht, da diese Emissionswerte immer deutlich früher vorliegen als jene für CH₄ und N₂O. Die ausgewiesenen CO₂-Emissionen machen laut hessischer Treibhausgasbilanz 91,0 Prozent des erfassten Emissionsgeschehens in Hessen aus. Der Bericht zu den CO₂-Emissionen in Hessen erschien erstmals für das Bilanzjahr 2008. Der jetzt vorliegende Bericht umfasst endgültige Daten für den Zeitraum von 1990 bis 2017 und vorläufige Werte für das Jahr 2018.

2 Informationen zu Methode, Quellen und Abkürzungen

Die CO₂-Emissionen des Landes Hessen basieren ausschließlich auf modellhaften Berechnungen. Es werden keine Messwerte von Emittenten, wie Kraftwerken, Anlagen oder Fahrzeugen, herangezogen. Die Ermittlung der emittierten Schadstoffmengen erfolgt auf der Grundlage eines Berechnungsmodells, welches sich auf die durch menschliches Handeln (Wirtschaft, Konsum) verursachten Schadstoffeinträge konzentriert. In den Tabellen und Grafiken werden gerundete Werte dargestellt. Anteile bzw. Veränderungsraten wurden mit den intern zur Verfügung stehenden exakten Werten ermittelt, sodass sich Differenzen zu einer Berechnung mit jenen in den Tabellen ergeben können.

Die CO₂-Bilanzierung erfolgt für die Erzeugung von Energie (energiebedingte Emissionen) sowie für Produktionsprozesse (prozessbedingte Emissionen). Grundlage für die energiebedingten CO₂-Emissionen ist die Energiebilanz des Landes, die vom Hessischen Statistischen Landesamt im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen jährlich erstellt wird. Die prozessbedingten Emissionsmengen werden zusätzlich für ausgewählte Produktionsprozesse berechnet. Für beide Berechnungsfelder werden die Methoden des Länderarbeitskreises Energiebilanzen (LAK) angewandt, der seinen Mitgliedern die methodischen Berechnungsgrundlagen zur Verfügung stellt. Bei allen Berechnungen wird weitgehend analog zur Methode vorgegangen, die das Umweltbundesamt (UBA) bei der Erstellung des Nationalen Inventarberichts (NIR) im Rahmen der Berichterstattung unter der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) einsetzt.

Für die CO₂-Bilanzen gilt das Inlandsprinzip. Dies hat zur Folge, dass alle durch den Flughafen Frankfurt am Main verursachten Emissionen aus methodischen Gründen zunächst in Hessen verbucht werden, auch wenn sie überwiegend aus der Abwicklung des überregionalen und internationalen Luftverkehrs stammen. Für die Analyse des Emissionsgeschehens in Hessen wird für den Teilbereich Luftverkehr nur der Inlandsanteil betrachtet; der internationale Luftverkehr wird nachrichtlich ausgewiesen.

Die Berechnung zur Aufteilung des gesamten Luftverkehrs in einen nationalen und internationalen Anteil erfolgt analog zur im NIR verwendeten Methodik auf Basis von Flugbewegungsdaten der Verkehrsflughäfen. Wie schon in den vergangenen Bilanzjahren wurde dafür auch im vorliegenden Bericht auf landesspezifische Werte auf Grundlage von Berechnungen des Arbeitskreises Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) zurückgegriffen. Für das Jahr 2018 wurden dazu vorläufige Werte der UGRdL verwendet.

Durch die Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse kommt es immer wieder zu Revisionen in den verwendeten externen Datenquellen. Dies betrifft beispielsweise die durch die UGRdL berechneten Faktoren zur Aufteilung des Luftverkehrs in einen nationalen und einen internationalen Anteil oder die durch das UBA bereitgestellten Emissionsfaktoren. Dies führt dazu, dass sich die hessischen CO₂-Emissionen gegenüber früheren Berichten über die gesamte Zeitreihe ändern können. Für die Berechnung der energiebedingten CO₂-Emissionen wurden in diesem Bericht am aktuellen Rand Emissionsfaktoren auf dem Stand des NIR 2020 verwendet.

Die LAK-Methodik zur Berechnung prozessbedingter CO₂-Emissionen wird derzeit grundlegend überarbeitet, um weiterhin konform mit aktuellen NIR zu sein. Im vorliegenden Bericht wurden diese Anpassungen noch nicht umgesetzt. Sollte es zu methodisch bedingten Veränderungen der Zeitreihe kommen, wird dies in zukünftigen Emissionsberichten dokumentiert. Um alle Daten ab dem in der internationalen Berichterstattung einheitlichen Basisjahr 1990 abbilden zu können, war es außerdem erforderlich, die für die Jahre 1990 bis 1994 nicht verfügbaren prozessbedingten CO₂-Emissionen anhand der Zeitreihe zu extrapolieren.

Ausführliche Erläuterungen zur Methodik der energie- und prozessbedingten CO₂-Bilanzierung finden sich in den Kapiteln 1.1 bzw. 2.1 der Treibhausgasbilanz des Landes Hessen.

Quellenverweise

- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, www.ag-energiebilanzen.de.
- Gemeinschaftsveröffentlichung 2019 des Arbeitskreises Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder, Düsseldorf 2019.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, www.ipcc-nggip.iges.or.jp.
- Länderarbeitskreis Energiebilanzen, www.lak-energiebilanzen.de.
- Nationaler Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 bis 2017, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2019, Umweltbundesamt, Dessau 2019.
- Treibhausgasbilanz für das Land Hessen: Bilanzjahr 2017, Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden 2019.

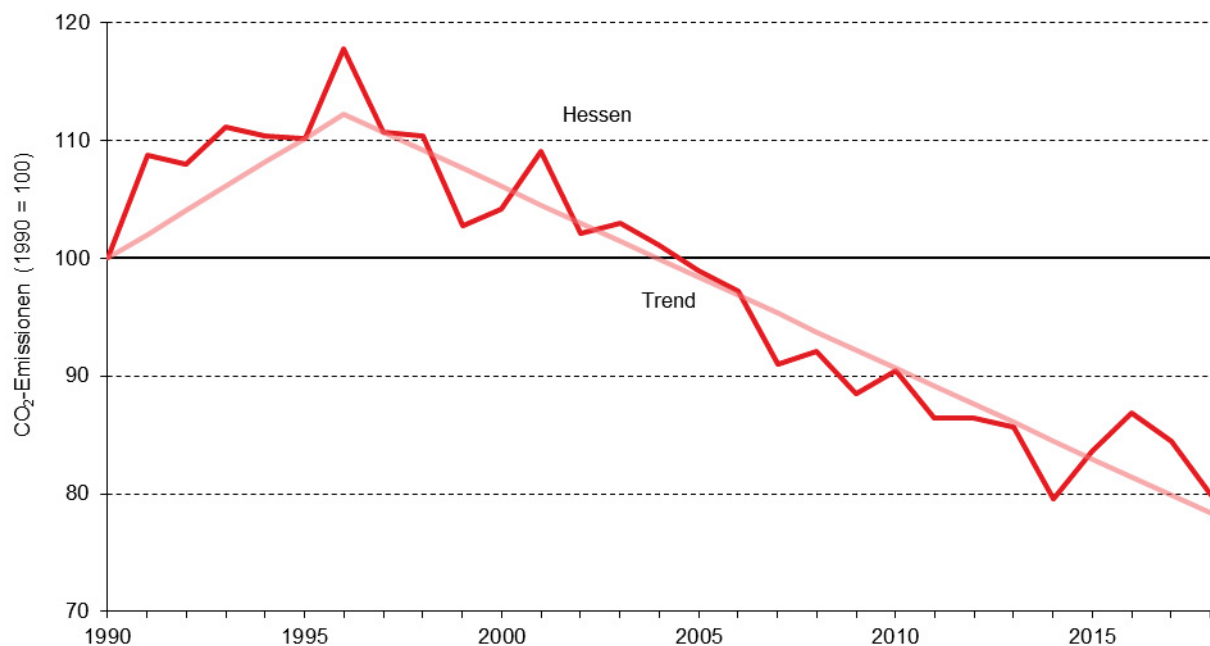
Verwendete Abkürzungen

CO ₂	Kohlendioxid
CH ₄	Methan
LAK	Länderarbeitskreis Energiebilanzen
Mill.	Millionen
NIR	Nationaler Inventarbericht (National Inventory Report)
N ₂ O	Distickstoffoxid = Lachgas
t	Tonne(n)
UBA	Umweltbundesamt
UGRdL	Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder
UNFCCC	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change)

3 Energiebedingte CO₂-Emissionen (Quellenbilanz)

Energiebedingte Emissionen entstehen aus der Nutzung bzw. Umwandlung von Energie. Sie werden in einer *Quellenbilanz* und einer *Verursacherbilanz* ausgewiesen. Die Quellenbilanz bildet die Emissionen ab, die in Hessen durch den Primärverbrauch fossiler Energieträger entstanden sind. Sie wird in die Emissionsquellen „Umwandlungsbereich“ und „Endenergieverbrauch“ unterteilt, denen sich die unterschiedlichen Emissionssektoren zuordnen lassen.

Abbildung 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018



Quellen: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts; vorläufige Werte für 2018.

Im Jahr 2018 wurden in Hessen energiebedingt und ohne Berücksichtigung des internationalen Luftverkehrs insgesamt 34,0 Mill. t CO₂ emittiert (Tabelle 1). Das sind 1,9 Mill. t bzw. 5,4 Prozent weniger als im Vorjahr und 8,6 Mill. t bzw. 20,1 Prozent weniger als 1990. Damit liegen die energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen auf dem niedrigsten Stand seit 2014 (damals 33,9 Mill. t CO₂), als das größte hessische Kohlekraftwerk *Staudinger 5* aufgrund von Reparaturarbeiten längere Zeit stillstand.

Seit 1990 verlief die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in zwei Phasen (Abbildung 1). In den ersten sechs Jahren des Betrachtungszeitraums wuchsen die CO₂-Emissionen beträchtlich an und erreichten im Jahr 1996 mit 50,2 Mill. t ihren absoluten Höchstwert. In den folgenden Jahren nahm der CO₂-Ausstoß deutlich ab. Im Vergleich zu 1996 waren die energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2018 um 16,1 Mill. t bzw. 32,2 Prozent niedriger. Beginnend mit dem Jahr 2005 wurde das Emissionsniveau von 1990 dauerhaft unterschritten.

Während die energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen im Betrachtungszeitraum insgesamt deutlich abgenommen haben, sind die Verläufe in den einzelnen Emissionssektoren unterschiedlich. Tabelle 1 und Abbildung 2 zeigen die absolute Höhe und die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes in den Emissionssektoren.

Tabelle 1 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018 nach Sektoren

Emissionssektor	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018 ¹⁾
CO ₂ -Emissionen in Mill. t								
Energieerzeugung/-umwandlung	6,9	9,8	9,5	9,6	7,4	7,8	7,2	6,7
Industrie	6,1	4,3	3,8	3,2	2,8	2,9	3,0	3,1
Verkehr	14,4	15,7	13,8	13,0	13,7	14,4	14,4	13,9
Schienenverkehr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Straßenverkehr	13,4	14,7	13,0	12,3	12,9	13,6	13,7	13,2
Luftverkehr (national) ²⁾	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Binnenschifffahrt	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	15,3	14,6	15,1	12,7	11,6	11,9	11,4	10,4
Energiebedingte Emissionen im Inland⁴⁾	42,6	44,4	42,2	38,5	35,6	37,0	36,0	34,0
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	7,9	11,8	12,4	11,9	13,3	13,5	13,6	14,1
Struktur der CO ₂ -Emissionen in %								
Energieerzeugung/-umwandlung	16,1	22,1	22,4	24,9	20,9	21,2	19,9	19,6
Industrie	14,2	9,6	9,0	8,4	8,0	7,8	8,4	9,1
Verkehr	33,7	35,5	32,8	33,9	38,4	38,9	40,1	40,9
Schienenverkehr	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Straßenverkehr	31,5	33,2	30,7	32,0	36,2	36,8	38,2	38,9
Luftverkehr (national) ²⁾	1,5	1,9	1,7	1,6	1,9	1,7	1,6	1,7
Binnenschifffahrt	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	35,9	32,8	35,8	32,9	32,7	32,1	31,6	30,5
Energiebedingte Emissionen im Inland⁴⁾	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
Entwicklung der CO ₂ -Emissionen (1990 = 100)								
Energieerzeugung/-umwandlung	100	143	138	140	108	114	104	97
Industrie	100	71	63	53	47	48	50	51
Verkehr	100	110	96	91	95	100	100	97
Schienenverkehr	100	73	53	45	47	52	58	55
Straßenverkehr	100	110	96	92	96	101	102	98
Luftverkehr (national) ²⁾	100	132	113	95	108	102	92	92
Binnenschifffahrt	100	44	49	37	28	27	27	26
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³⁾	100	95	99	83	76	78	74	68
Energiebedingte Emissionen im Inland⁴⁾	100	104	99	90	84	87	84	80
<i>Nachrichtlich: Internationaler Luftverkehr⁵⁾</i>	100	148	156	150	168	170	172	177
1) Vorläufige Werte. – 2) Nur inländischer Luftverkehr. – 3) Einschließlich militärischer Dienststellen. – 4) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr. – 5) Internationaler Anteil am gesamten zivilen Luftverkehr.								

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

Der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ verzeichnet 2018 mit 1,0 Mill. t CO₂ bzw. 8,7 Prozent den deutlichsten Emissionsrückgang gegenüber dem Vorjahr. Der energiebedingte CO₂-Ausstoß des Sektors wird hauptsächlich durch den Einsatz von Heizöl und Erdgas zu Heizzwecken verursacht und ist deshalb witterungsabhängiger als in anderen Sektoren. Laut einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes am Frankfurter Flughafen gab es 2018 insgesamt 210 Heizztage, 2017 waren

es 246, im langjährigen Mittel (50 Jahre bis 2018) waren es 249.¹ Entsprechend sanken der Endenergieverbrauch von Heizöl und Erdgas und die energiebedingten CO₂-Emissionen in diesem Sektor von 2017 auf 2018 deutlich.

Gegenüber 1990 reduzierte sich der CO₂-Ausstoß des Sektors um 4,9 Mill. t bzw. 32,2 Prozent. Effektivere Heizungssysteme kombiniert mit der verstärkten Nutzung CO₂-neutraler bzw. emissionsfreier erneuerbarer Energieträger, wie Holz, Solarthermie oder Erdwärme sowie die höhere Fernwärmeversorgung verringerten die Emissionen nachhaltig. Der sektorale Anteil an den gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen lag 2018 bei 30,5 Prozent, das ist der niedrigste Anteilswert seit 1990.

Auch der CO₂-Ausstoß des hessischen Energiesektors ist 2018 deutlich gesunken, er lag 0,5 Mill. t bzw. 7,0 Prozent unter dem Vorjahreswert. Nach dem 2014 durch die Reparaturarbeiten am Kraftwerksblock *Staudinger 5* verursachten Tiefststand der Emissionen unterschreitet der Sektor damit zum zweiten Mal das Emissionsniveau von 1990. Im Jahr 2018 war sein CO₂-Ausstoß 0,2 Mill. t bzw. 3,0 Prozent niedriger als im Basisjahr.

Der Emissionsrückgang im Energiesektor ist wie in den Vorjahren auf einen rückläufigen Einsatz von Steinkohle in den hessischen Kraftwerken zurückzuführen. Insbesondere *Staudinger 5* reduzierte seinen Steinkohleeinsatz aufgrund eines angekündigten Stillstands in den Sommermonaten deutlich.² Der Anteil des Energiesektors an den gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen ist 2018 im Vergleich zum Vorjahr um 0,3 Prozentpunkte auf 19,6 Prozent gesunken. 1990 lag der sektorale Anteil aufgrund höherer Gesamtemissionen bei 16,1 Prozent.

Die hessische Industrie emittierte 2018 knapp 0,1 Mill. t CO₂ bzw. 2,3 Prozent mehr als 2017. Die Emissionen konzentrierten sich auf die Wirtschaftszweige „Chemische Industrie/Pharmazie“ mit 772 000 t CO₂ (25,0 % der energiebedingten CO₂-Emissionen der Industrie), „Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ mit 454 000 t (Anteil: 14,7 %) und „Herstellung von Nichteisen-Metallen und Gießerei-Erzeugnissen“ mit 357 000 t (Anteil: 11,6 %). Gegenüber 1990 reduzierte der Industriesektor seinen CO₂-Ausstoß um 3,0 Mill. t und halbierte ihn damit nahezu. Im Jahr 2018 war die Industrie für 9,1 Prozent der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen verantwortlich.

Der CO₂-Ausstoß des Verkehrssektors verringerte sich 2018 gegenüber dem Vorjahr um 0,5 Mill. t bzw. 3,6 Prozent. Die Emissionen des Sektors waren seit 2012 kontinuierlich gestiegen und erreichten in den Jahren 2016 und 2017 wieder das Niveau des Basisjahres. 2018 lagen sie 0,4 Mill. t bzw. 3,1 Prozent unter dem Emissionsniveau von 1990 und verringerten sich erstmals seit 2012 wieder im Vergleich zum Vorjahr. Zurückzuführen ist dies auf einen geringeren Endenergieverbrauch von Otto- und Dieselmotoren im Straßenverkehr. Entsprechend nahm der CO₂-Ausstoß des Straßenverkehrs, der für 95,0 Prozent der Emissionen des Verkehrssektors verantwortlich ist, 2018 im Vergleich zum Vorjahr um 0,5 Mill. t bzw. 3,8 Prozent ab.

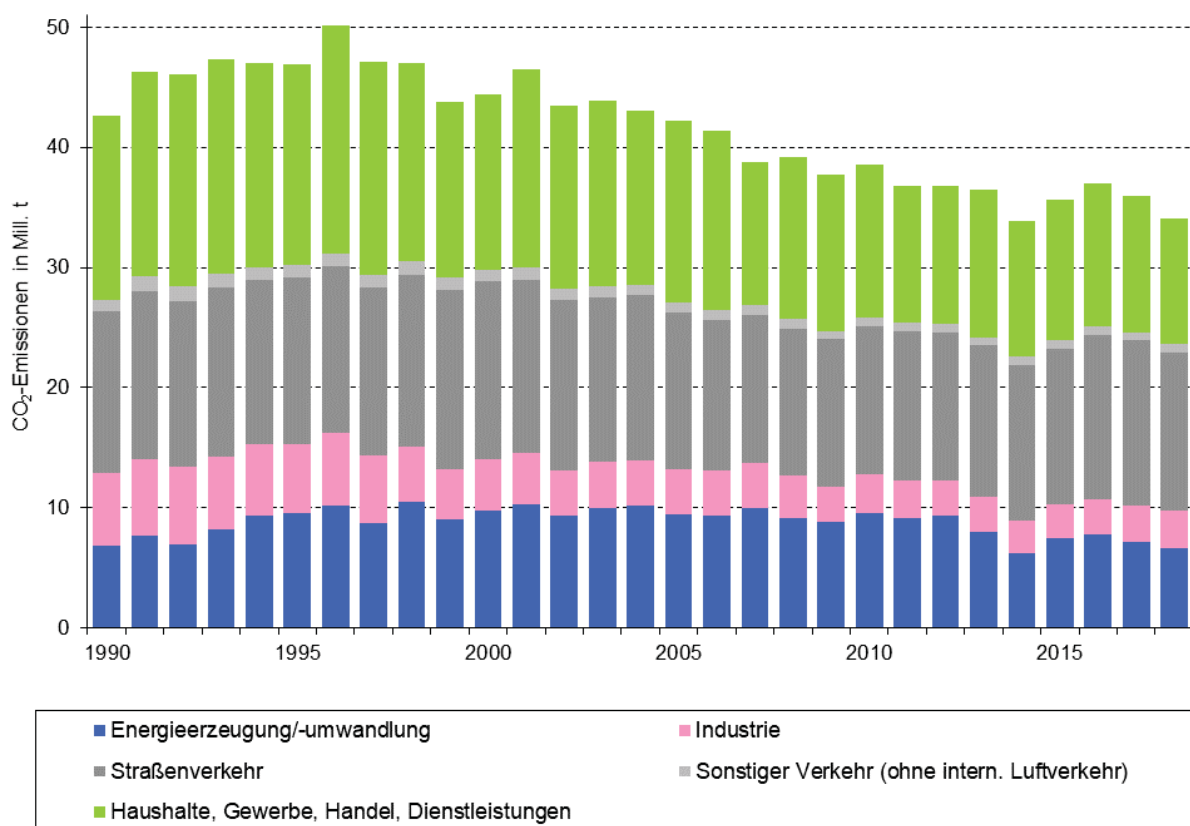
Das bedeutet, dass der Emissionsrückgang im Verkehrssektor ausschließlich auf die Abnahme des CO₂-Ausstoßes im Straßenverkehr zurückzuführen ist. Dagegen stiegen die CO₂-Emissionen des internationalen Luftverkehrs, die per Konvention nur

¹ Für eine detaillierte Auswertung der Klimadaten deutscher Wetterstationen stellt das Institut Wohnen und Umwelt unter <https://www.iwu.de/veroeffentlichungen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205> das kostenlose Excel-Tool „Gradtagzahlen in Deutschland“ zur Verfügung [abgerufen am 26.02.20].

² Die für den Zeitraum 2018 bis 2020 geltende Stilllegungsanzeige für die Sommermonate wurde durch den Kraftwerksbetreiber im Dezember 2018 widerrufen. Es ist daher fraglich, ob sich der Emissionsrückgang des hessischen Energiesektors in dieser Größenordnung fortsetzen wird.

nachrichtlich ausgewiesen werden, im Vergleich zu 2017 um 0,4 Mill. t bzw. 3,1 Prozent. Gegenüber 1990 nahmen sie um 6,1 Mill. t bzw. 77,2 Prozent zu und erreichten mit 14,1 Mill. t CO₂ ihren bisherigen Höchststand. Der 2018 durch den internationalen Luftverkehr verursachte CO₂-Ausstoß übersteigt damit den des gesamten Verkehrssektors ohne internationalen Luftverkehr. Würde der internationale Luftverkehr in die Gesamtbilanz der hessischen Emissionen einbezogen, wäre er die mengenmäßig größte Position. Er verursacht mehr energiebedingtes CO₂ als die Industrie und der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ in Hessen zusammen.

Abbildung 2 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018 nach Sektoren



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts; vorläufige Werte für 2018.

Zusammenfassend ergibt sich bei Betrachtung der verschiedenen Emissionssektoren ein heterogenes Bild. Der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ konnte den absoluten CO₂-Ausstoß langfristig am stärksten reduzieren. Die Emissionsentwicklung schwankt jedoch witterungsbedingt, der deutliche Emissionsrückgang gegenüber 2017 ist daher unter Berücksichtigung der milden Witterung im Jahr 2018 zu bewerten. Der CO₂-Ausstoß des hessischen Energiesektors reduzierte sich aufgrund eines geringeren Einsatzes von Steinkohle, insbesondere in den Sommermonaten. Langfristig liegt der Sektor damit jedoch nur geringfügig unter dem Emissionsniveau von 1990.

Die hessische Industrie konnte ihren CO₂-Ausstoß gegenüber 1990 prozentual am deutlichsten reduzieren. In den letzten zehn Jahren verharrt sie jedoch auf einem konstanten Emissionsniveau. Im Verkehrssektor sank der CO₂-Ausstoß 2018 erstmals seit 2012 wieder gegenüber dem Vorjahr. Dies ist auf eine Emissionsabnahme im Straßenverkehr zurückzuführen. Insgesamt liegt der Sektor jedoch nur leicht unter dem

Emissionsniveau des Basisjahres. 40,9 Prozent der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen entfallen mittlerweile auf den Verkehr, das ist der höchste bisher ermittelte Anteilswert des Sektors.

Bei Betrachtung der hessischen Gesamtemissionen muss berücksichtigt werden, dass neben dem internationalen Luftverkehr auch die Emissionen der Erzeugung von importiertem Strom nicht in der Quellenbilanz verbucht werden. Da Hessen über die Hälfte seines Strombedarfs über Importe deckt, handelt es sich hierbei um eine erhebliche Emissionsmenge, die modellhaft anhand der Emissionen der deutschen Stromerzeugung bestimmt werden kann. Die nachfolgend präsentierten Daten der Verursacherbilanz berücksichtigen diese Emissionen.

4 Energiebedingte CO₂-Emissionen (Verursacherbilanz)

In der Verursacherbilanz werden die Emissionen vollständig auf den Endenergieverbrauch eines Landes bezogen. Der Ausstoß des Umwandlungsbereichs wird nach dem Verursacherprinzip zugeordnet. Zudem werden allen verbrauchten Strom- und Fernwärmemengen entsprechende Emissionen zugerechnet, unabhängig davon, ob sie im Inland erzeugt oder importiert wurden. Das führt für Hessen zu erheblichen Abweichungen zur Quellenbilanz, sowohl in der absoluten Höhe als auch in der Struktur der verursachten Emissionen.

Tabelle 2 CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen 2017 und 2018

Emissionssektor	Energieträger				
	Insgesamt	davon			
		Kohle	Mineralöle und Mineralölprodukte	Gase	Strom und Fernwärme ¹⁾
	CO ₂ -Emissionen in 1000 t				
	2018 ²⁾				
Industrie	10 307	540	245	2 404	7 118
Verkehr ³⁾	14 572	—	13 898	19	655
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	22 362	59	4 268	6 040	11 995
Endenergieverbrauchsbereiche zusammen	47 241	599	18 411	8 463	19 768
	2017				
Industrie	10 188	556	250	2 249	7 133
Verkehr ³⁾	15 042	—	14 416	19	607
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	23 736	66	4 922	6 366	12 382
Endenergieverbrauchsbereiche zusammen	48 965	622	19 588	8 634	20 122
	Zu- bzw. Abnahme (–) in %				
Industrie	1,2	– 2,9	– 1,7	6,9	– 0,2
Verkehr ³⁾	– 3,1	—	– 3,6	3,6	8,0
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	– 5,8	– 10,3	– 13,3	– 5,1	– 3,1
Endenergieverbrauchsbereiche zusammen	– 3,5	– 3,7	– 6,0	– 2,0	– 1,8
1) Bewertung des Stromverbrauchs mit einem einheitlichen (General-)Faktor für Deutschland auf Basis der Emissionen aller Kraftwerke der allgemeinen Versorgung sowie der Industriekraftwerke; einschl. Abfall. – 2) Vorläufige Werte. – 3) Beim Luftverkehr wurde nur der nationale Anteil berücksichtigt.					

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen lagen in Hessen im Jahr 2018 mit 47,2 Mill. t (Tabelle 2) deutlich über den in der Quellenbilanz ausgewiesenen CO₂-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch (34,0 Mill. t), im Vergleich zum Vorjahr nahmen sie um 1,7 Mill. t bzw. 3,5 Prozent ab.³ Der Emissionsrückgang gegenüber 2017 ist vor allem auf einen geringeren Endenergieverbrauch von Mineralölprodukten im Verkehrssektor sowie im Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ zurückzuführen. In Letzterem sanken außerdem die Emissionen aus dem Endenergieverbrauch von Gas sowie von Strom und Fernwärme. Die hessische Industrie ist der einzige Sektor, in dem die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr leicht zugenommen haben, absolut ist diese Zunahme jedoch deutlich geringer als der Rückgang in den anderen Emissionssektoren.

41,8 Prozent der gesamten verursacherbezogenen CO₂-Emissionen kamen 2018 aus dem Endenergieverbrauch von Strom- und Fernwärme, auf Mineralöle und Mineralölprodukte entfielen 39,0 Prozent, auf Gase 17,9 Prozent und auf Kohle 1,3 Prozent.

Tabelle 3 Entwicklung der CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) in Hessen von 1990 bis 2018

Emissionssektor	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018 ¹⁾
	CO ₂ -Emissionen in Mill. t							
Industrie	14,7	11,8	11,6	10,6	10,5	10,5	10,2	10,3
Verkehr ²⁾	15,6	16,9	14,5	13,8	14,4	15,1	15,0	14,6
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	28,6	28,3	30,0	27,1	24,6	24,6	23,7	22,4
Endenergieverbrauchsbereiche zusammen	58,9	56,9	56,2	51,5	49,5	50,1	49,0	47,2
	1990 = 100							
Industrie	100	80	79	72	71	71	69	70
Verkehr ²⁾	100	108	93	88	92	97	96	93
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	100	99	105	95	86	86	83	78
Endenergieverbrauchsbereiche zusammen	100	97	95	87	84	85	83	80
1) Vorläufige Werte. – 2) Beim Luftverkehr wurde nur der nationale Anteil berücksichtigt.								

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts.

Im Vergleich zum Basisjahr 1990 gingen die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen 2018 um 11,7 Mill. t bzw. 19,9 Prozent zurück (Tabelle 3). Den größten absoluten Beitrag zur Emissionsreduzierung leistete der Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“, dessen verursacherbezogener CO₂-Ausstoß 2018 um 6,2 Mill. t bzw. 21,8 Prozent niedriger war als 1990. Die Industrie emittierte im Vergleich zum Basisjahr 4,4 Mill. t CO₂ bzw. 30,1 Prozent weniger, prozentual ist das die größte Emissionsreduktion aller Sektoren. Der verursacherbezogene CO₂-Ausstoß des Verkehrssektors lag 2018 erstmals seit 2015 wieder unter 15,0 Mill. t, gegenüber 1990 reduzierte er sich damit um 1,0 Mill. t CO₂ bzw. 6,6 Prozent.

Betrachtet man die Emissionsentwicklung in den einzelnen Sektoren fällt auf, dass sich die prozentuale Emissionsreduzierung gegenüber dem Basisjahr teilweise deutlich

³ Im Vergleich zum letzten CO₂-Bericht (BJ 2017) sind die in diesem Bericht für 2017 ausgewiesenen verursacherbezogenen CO₂-Emissionen 1,3 Mill. t niedriger. Das ist darauf zurückzuführen, dass die im letzten Bericht ausgewiesenen Werte für 2017 auf vorläufigen Daten basierten und die Emissionen aus der Stromerzeugung im aktuellen Bericht geringer ausfielen.

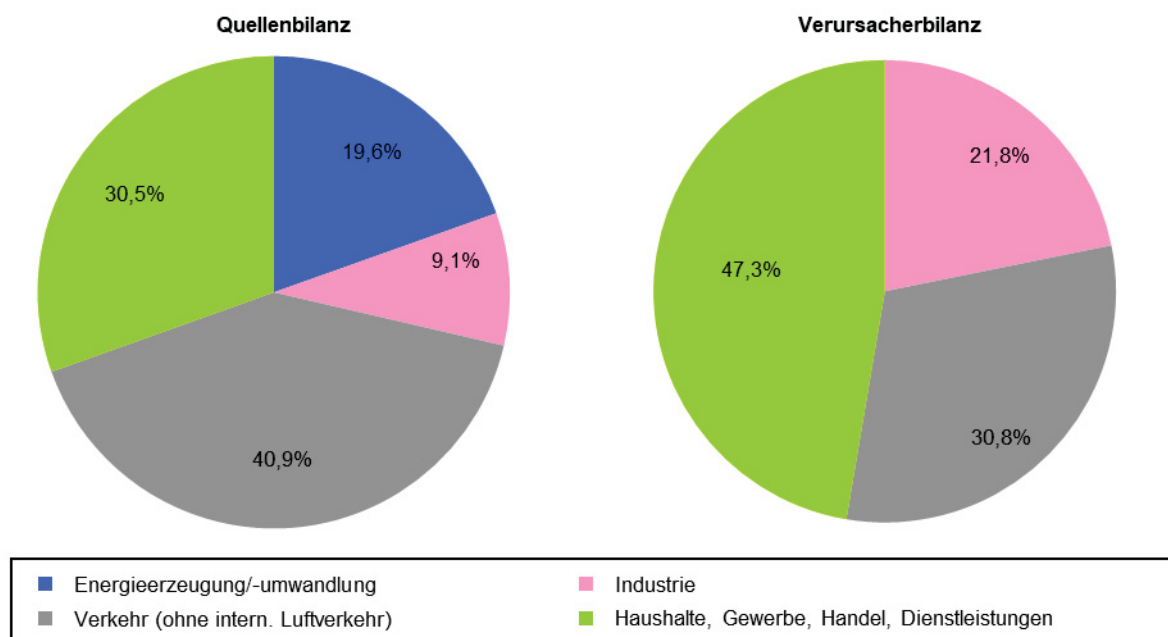
zwischen Quellen- und Verursacherbilanz unterscheidet. Im nächsten Kapitel werden diese Unterschiede anhand eines Vergleichs der beiden Bilanzierungssysteme erläutert.

5 Vergleich von Quellen- und Verursacherbilanz

Beim Vergleich der Endverbrauchssektoren in der Verursacher- bzw. Quellenbilanz fällt zunächst auf, dass die Emissionen im Verkehrssektor nur geringfügig voneinander abweichen. Es werden dort überwiegend Mineralöle und Mineralölprodukte verbraucht, die in diesem Sektor von der Quellen- und Verursacherbilanz gleich bewertet werden. Die Emissionen aus dem verbrauchten Fahrstrom (Schienen- und Straßenverkehr) führen 2018 verursacherseitig nur zu einem vergleichsweise geringfügigen Aufschlag in Höhe von 655 000 t CO₂.

Dagegen kommt in den beiden anderen Endverbrauchssektoren die Neubewertung des Strom- und Fernwärmeverbrauchs voll zum Tragen: Die verursacherbezogenen CO₂-Emissionen der Industrie betragen 2018 im Vergleich zur Quellenbilanz mehr als das Dreifache, die des Sektors „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ waren mehr als doppelt so hoch. Entsprechend verschoben sich die Anteile der Sektoren an den verursachten Emissionen (Abbildung 3).

Abbildung 3 Anteile der Emissionssektoren an den quellen- und verursacherbezogenen CO₂-Emissionen in Hessen 2018

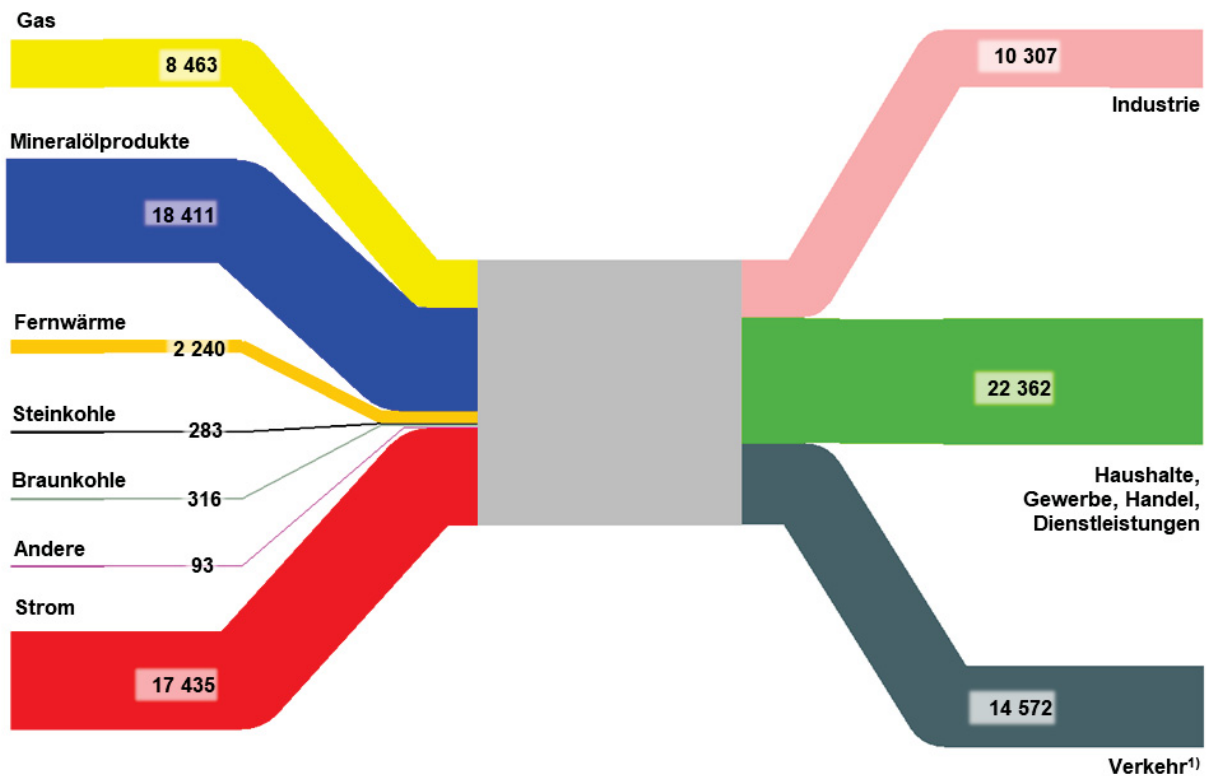


Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts; vorläufige Werte.

Im Jahr 2018 wurden laut Verursacherbilanz 47,3 Prozent der CO₂-Emissionen durch den Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ verursacht. Der Verkehrssektor (Straßen-, Schienen- und nationaler Luftverkehr, Binnenschifffahrt) verursachte 30,8 Prozent der Emissionen, 21,8 Prozent entfielen auf die hessische Industrie. Der

Sektor „Energieerzeugung/-umwandlung“ wird in der verursacherbezogenen Betrachtungsweise nicht ausgewiesen, da die im Umwandlungsbereich verursachten Emissionen auf die Verbraucher des dort erzeugten Stroms bzw. der erzeugten Fernwärme bezogen werden (siehe Kapitel 4).

Abbildung 4 Verursacherbezogene CO₂-Emissionen in Hessen 2018 (Sankey-Diagramm)



Angaben in 1000 t CO₂.

1) Ohne internationalen Luftverkehr.

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; UGRdL; Berechnungen des Hessischen Statistischen Landesamts; vorläufige Werte.

Das Sankey-Diagramm (Abbildung 4) veranschaulicht die Mengenverhältnisse der Emissionen: Der CO₂-Ausstoß nach Energieträgern wird hier den Emissionen der Endenergieverbraucher (Verursacher der Emissionen) direkt gegenübergestellt.

6 Prozessbedingte CO₂-Emissionen

Prozessbedingte klimawirksame CO₂-Emissionen werden bei chemischen Reaktionen im Rahmen bestimmter Produktionsprozesse direkt freigesetzt. In Hessen betraf dies im Jahr 2018 insbesondere die Herstellung von Kalk und Zementklinker sowie die Produktion von Glaswaren, Ammoniak und die Ziegelherstellung.⁴

⁴ Die für die Berechnung des prozessbedingten CO₂ verwendeten Emissionsfaktoren befinden sich auf dem Stand NIR 2019. Eine Ausnahme bilden die Emissionen aus der Ziegelherstellung, die auf Emissionsfaktoren zum Stand NIR 2017 basieren. Die CO₂-Emissionen dieses Produktionsprozesses werden mit dem derzeitigen Vorgehen wahrscheinlich unterschätzt, es handelt sich allerdings nur um vergleichsweise geringe Emissionsmengen. Aktuellere Emissionsfaktoren können erst mit Abschluss der Überarbeitung der LAK-Methodik für die Berechnung des prozessbedingten CO₂ (siehe Kapitel 2) verwendet werden.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Höhe, Struktur und Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen. Im Jahr 2018 wurden in Hessen insgesamt 658 000 t CO₂ bei Produktionsprozessen freigesetzt, 0,6 Prozent weniger als ein Jahr zuvor. 1990 wurden in Hessen prozessbedingt 1,0 Mill. t CO₂ freigesetzt. Bis 1997 verringerten sich diese Emissionen kontinuierlich, danach stiegen sie jedoch wieder auf das Niveau von Anfang der 1990er Jahre an (Abbildung 5).

Tabelle 4 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018

	1990 ¹⁾	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018 ²⁾
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Emissionen in 1000 t							
	1 020	968	715	693	590	614	661	658
darunter Herstellung von Zementklinker	864	709	543	469	310	330	363	378
Kalk	136	245	163	221	274	280	295	277
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	Anteile der Industrieprozesse in %							
	100	100	100	100	100	100	100	100
darunter Herstellung von Zementklinker	84,7	73,2	75,9	67,7	52,5	53,8	54,8	57,4
Kalk	13,4	25,3	22,8	31,9	46,5	45,5	44,7	42,0
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	Entwicklung des CO ₂ -Ausstoßes (1990 = 100)							
	100	95	70	68	58	60	65	64
darunter Herstellung von Zementklinker	100	82	63	54	36	38	42	44
Kalk	100	180	120	162	201	205	217	203
1) Werte rückwirkend geschätzt. – 2) Vorläufige Werte.								

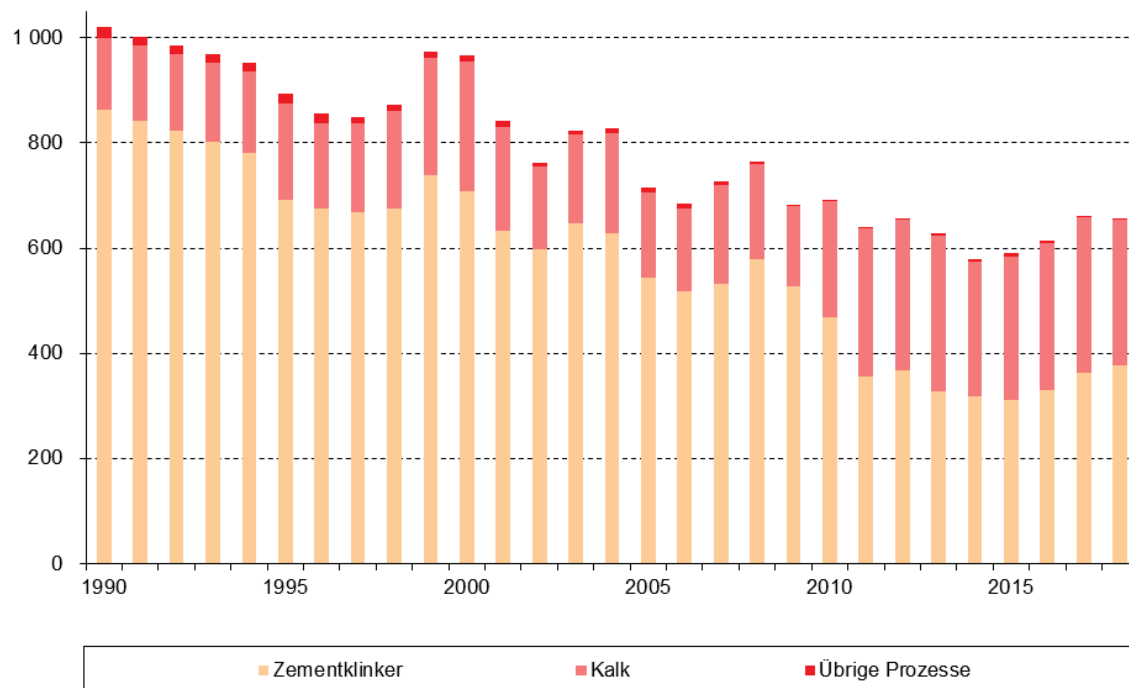
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt.

Mit Beginn der 2000er Jahre gingen die Emissionsmengen langfristig deutlich zurück, was insbesondere auf die gesunkene Produktion von Zementklinkern zurückzuführen ist. Seit 2017 liegt die Emissionsmenge jedoch wieder auf dem Niveau von 2012. Gegenüber 1990 verringerten sich die prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen 2018 um 362 000 t bzw. 35,5 Prozent.

Bis 2009 waren in Hessen durchschnittlich gut drei Viertel der prozessbedingten CO₂-Freisetzung der Herstellung von Zementklinker zuzuordnen. Im Jahr 2010 ging der Anteil dieses Industrieprozesses an den prozessbedingten Emissionen auf etwa zwei Drittel zurück und sank bis 2013 auf 52,0 Prozent. Seitdem ist der Anteil langfristig wieder gestiegen, im Jahr 2018 entfielen 57,4 Prozent des prozessbedingten CO₂ in Hessen auf die Zementklinkerproduktion.

Der Emissionsanteil der hessischen Kalkherstellung verläuft spiegelbildlich zu dem der Zementklinkerproduktion. Aus der Herstellung von Kalk stammte bis 2009 durchschnittlich gut ein Fünftel der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen. Bis 2013 erhöhte sich der Anteil auf 47,2 Prozent. Danach nahm er langfristig wieder ab, 2018 kamen 42,0 Prozent der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen aus der Kalkherstellung. Alle anderen Industrieprozesse spielten für das Emissionsgeschehen eine untergeordnete Rolle, sie kamen gemeinsam auf einen Emissionsanteil von 0,5 Prozent.

Abbildung 5 Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018



Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt; Werte für die Jahre 1990 bis 1994 rückwirkend geschätzt; vorläufige Werte für 2018.

7 Zusammenfassung: CO₂-Emissionen in Hessen

Der gesamte bilanzwirksame CO₂-Ausstoß in Hessen ergibt sich aus der Summe der energiebedingten CO₂-Emissionen laut Quellenbilanz (ohne internationalen Luftverkehr) und der prozessbedingten CO₂-Emissionen. Im Jahr 2018 wurden in Hessen insgesamt 34,7 Mill. t CO₂ emittiert (Tabelle 5). Das waren 1,9 Mill. t bzw. 5,3 Prozent weniger als 2017. Gegenüber 1990 nahmen die hessischen CO₂-Emissionen um 8,9 Mill. t bzw. 20,5 Prozent ab.

Der Emissionsrückgang von 2017 auf 2018 ist auf eine Abnahme der energiebedingten CO₂-Emissionen zurückzuführen, die bei der energetischen Nutzung fossiler Energieträger entstehen. Die deutlichste Emissionseinsparung gegenüber 2017 fand im Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ statt, hier wurde aufgrund der milden Witterung 2018 weniger Heizöl und Erdgas zu Heizzwecken eingesetzt.

Auch der Energie- und der Verkehrssektor konnten ihren energiebedingten CO₂-Ausstoß im Vergleich zum Vorjahr reduzieren. In den hessischen Kraftwerken wurde weniger Steinkohle zur Energieerzeugung eingesetzt und im Verkehrssektor nahm der Endenergieverbrauch von Otto- und Dieselmotoren ab. Der CO₂-Ausstoß der hessischen Industrie bewegte sich 2018 auf einem ähnlichen Niveau wie in den Vorjahren.

Tabelle 5 Entwicklung der CO₂-Emissionen in Hessen von 1990 bis 2018

	1990 ¹⁾	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018 ²⁾	2017/ 2018	1990/ 2018
	Mill. t								Veränderung in %	
Kohlendioxid (CO ₂)	43,6	45,4	42,9	39,2	36,2	37,6	36,6	34,7	– 5,3	– 20,5
Energiebedingt ³⁾	42,6	44,4	42,2	38,5	35,6	37,0	36,0	34,0	– 5,4	– 20,1
Prozessbedingt	1,0	1,0	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	– 0,6	– 35,5

1) Prozessbedingte Emissionen rückwirkend geschätzt. – 2) Vorläufige Werte. – 3) Ohne nichtenergetischen Verbrauch und ohne internationalen Luftverkehr.

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

HESSEN



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

Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden