



Emissionskataster Hessen – Luft

Grundlage für das Emissionskataster ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) aus dem Jahre 1974. Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen (§ 1 Abs.(1) BImSchG). Das Emissionskataster Hessen wird vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) geführt. Es umfasst alle innerhalb Hessens erhobenen Emissionsmengen gas- und staubförmiger Luftverunreinigungen und ist nach folgenden Emittentengruppen aufgeschlüsselt:

- Genehmigungsbedürftige Anlagen (Industrie)
- Sonstige nicht genehmigungsbedürftige Anlagen (Kleingewerbe)
- Nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen (Gebäudeheizung)
- Verkehr (Straßen-, Schienen-, Schiffsverkehr sowie Flugverkehr bis 300 m über Grund)
- Biogene und nicht gefasste Quellen
- Privater Verbrauch

Das Emissionskataster dient als wichtige Datengrundlage für die großräumige Betrachtung von Luftschadstoffen nach dem Verursacherprinzip und stellt eine notwendige Voraussetzung für eine nachhaltige Luftreinhalteplanung dar. Mit seiner Hilfe kann bei der Überschreitung von Immissionswerten der Verursacheranteil der einzelnen Emittenten ermittelt und in Maßnahmenplänen berücksichtigt werden.

Entwicklung des Emissionskatasters

In den 70er und 80er Jahren wurden die Emissionen von Industrie, Kleingewerbe, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr erhoben. Die Industrie-Emissionen wurden dabei jährlich ermittelt; die Emissionskataster der anderen drei Emittentengruppen wurden in größeren Zeitabständen fortgeschrieben. Die Emissionserhebungen wurden zu der Zeit ausschließlich innerhalb der einzelnen Untersuchungsgebiete durchgeführt (in Hessen

wurden 1975 vier besonders belastete Regionen als Untersuchungsgebiete ausgewiesen: Kassel, Wetzlar, Rhein-Main und Untermain).

In den 90er Jahren sind die Emissionserhebungen in mehrfacher Hinsicht erweitert worden:

- Seit 1990 wurde das Erhebungsgebiet auf das ganze Land Hessen ausgedehnt,
- die Emittentengruppen wurden ergänzt um die Biogenen und nicht gefassten Quellen sowie um den Privaten Verbrauch,
- die Palette der erfassten Luftschadstoffe wurde u. a. um die klimarelevanten Gase Kohlendioxid, Methan und Lachgas erweitert.

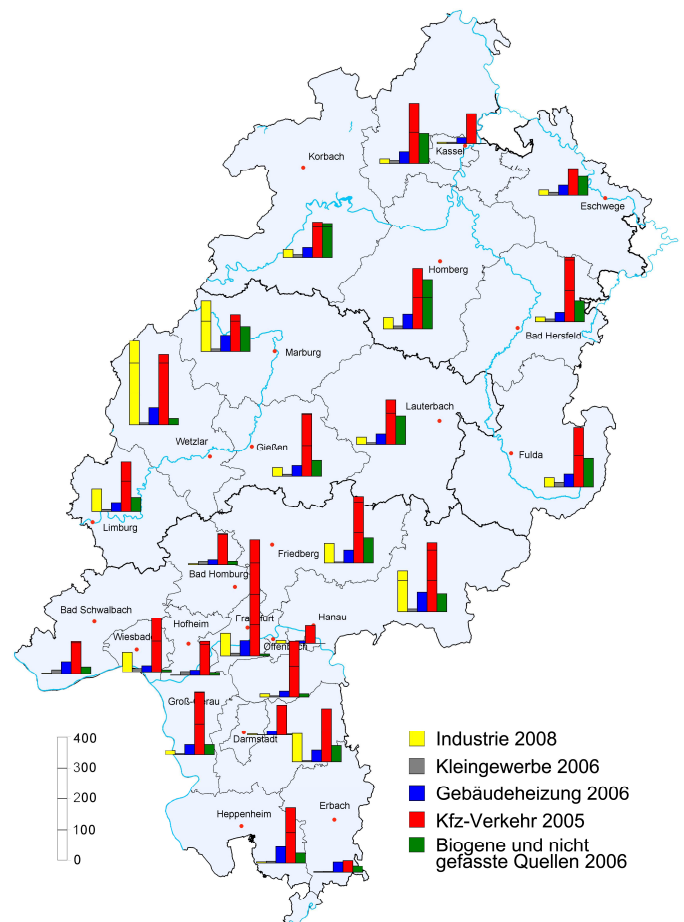


Abb. 1: PM₁₀-Emissionen ausgewählter Emittentengruppen auf Kreisebene in t pro Jahr (siehe auch Seite 8)

Seit 1990 wurden folgende Teilkataster landesweit erstellt:

- Industrie: 1992, 1994, 1996, 2000, 2004, 2008
- Kleingewerbe: 1995, 2000, 2006
- Gebäudeheizung: 1994, 2000, 2006
- Kfz-Verkehr: 1990/91, 1995, 2000, 2005
- Biogene und nicht gefasste Quellen: 1992, 2000, 2006
- Privater Verbrauch: 1995, 2005

Dabei gilt für alle Teilkataster, dass zwischen dem Ende des Erhebungszeitraums und der Bereitstellung der validierten Daten durch die zuständigen Datenlieferanten erhebliche Zeit verstreichen kann. Im Anschluss sind die Daten aufwändig aufzubereiten, sodass zwischen Berichtsjahr und der Veröffentlichung mehrere Jahre vergehen können.

Industrie

Erhebungsmethode

In der Emittentengruppe Industrie werden Emissionen von Anlagen erfasst, die nach der 4. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (4. BImSchV) genehmigungsbedürftig sind und deren Betreiber nach der 11. BImSchV zur Abgabe einer Emissionserklärung verpflichtet sind. Wesentlicher Inhalt der Emissionserklärung sind Angaben zum Standort des Werkes, zu dessen Anlagen und Nebeneinrichtungen, zu den in diesen Anlagen gehandhabten Stoffen, den emissionsverursachenden Vorgängen und den daraus resultierenden Emissionen sowie Angaben zu den Quellen, über welche die Emissionen in die Atmosphäre abgeleitet werden. Für das Jahr 2008 wurden hessenweit von 819 Betreibern Emissionserklärungen für 1163 Anlagen abgegeben.

Die von den Anlagenbetreibern abzugebende Emissionserklärung wird über ein elektronisches Erfassungssystem (Betriebliche Umweltdatenbericht-erstattung, BUBE) dem jeweils zuständigen Staatlichen Umweltamt übermittelt und nach einer maschinellen Plausibilitätsprüfung auf inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft. Anschließend werden die Daten durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie ausgewertet.

Die genehmigungsbedürftigen Anlagen werden entsprechend dem Anhang zur 4. BImSchV in die folgenden zehn Bereiche eingeteilt:

- Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie
- Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe
- Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschl. Verarbeitung
- Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung

- Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen, Herstellung von bahnenförmigen Materialien aus Kunststoffen, sonstige Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen
- Holz, Zellstoff
- Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse
- Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen
- Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen
- Sonstige (Motorenprüfstände, Textilveredelung etc.)

Landesweite Emissionsdaten für das Teilkataster Industrie liegen für die Jahre 1992, 1994, 1996, 2000, 2004 sowie 2008 vor.

Emittierte Stoffe

Das Teilkataster Industrie umfasst Emissionen von anorganischen und organischen Gasen sowie von Stäuben. In der folgenden Tabelle sind die für 2000, 2004 und 2008 erhobenen Industrie-Jahresemissionen aufgeführt.

Tab. 1: Jahresemissionen der Industrie in Hessen

Komponenten	Emission [t/a] (CO ₂ : [kt/a])		
	2000	2004	2008
Anorganische Gase			
Kohlendioxid (CO ₂)	15.538	14.013	13.271
Kohlenmonoxid (CO)	10.306	10.318	9.193
Stickstoffoxide (als NO ₂)	16.358	15.485	11.637
Schwefeldioxid (SO ₂)	4.721	3.808	2.925
Ammoniak (NH ₃) ¹⁾	87	86	82
Lachgas (N ₂ O)	593	382	254
weitere Gase	514	451	525
Organische Gase			
NM VOC ²⁾	5.032	4.169	4.151
Methan (CH ₄) ¹⁾	693	382	453
Stäube			
Staub + Staubinhaltsstoffe	3.389	2.670	2.128
...davon Feinstaub PM ₁₀	2.227	1.550	1.183

¹⁾ Emissionen aus Massentierhaltung sind nicht enthalten

²⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan; Wert enthält geringen Methananteil

Das Teilkataster Industrie (2008) enthält 535 von den Betrieben emittierte Stoffe bzw. Stoffgruppen. Von diesen 535 Stoffen ist über die Hälfte den organischen Gasen, über ein Drittel den Stäuben und ca. zehn Prozent den anorganischen Gasen zuzuordnen.

Zeitliche Entwicklung

Die industriellen Schadstoff-Emissionen sind insge-

samt in den letzten Jahrzehnten erheblich gesunken. Besonders wichtige Maßnahmen in diesem Zusammenhang waren die Entschwefelung und Entstickung bei Großfeuerungsanlagen sowie die Modernisierung von Produktionsverfahren und Fortschritte bei der Abluftreinigung entsprechend folgender Vorschriften:

- Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV)
- Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV)
- Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen (31. BImSchV)
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft)

Kleingewerbe

Erhebungsmethode

In der Emittentengruppe Kleingewerbe werden die nach Bundes-Immissionsschutzgesetz nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zusammengefasst. Ausgenommen hiervon sind kleine und mittlere Feuerungsanlagen (Gebäudeheizung), die als eine eigene Emittentengruppe geführt werden. Emissionen aus dem handwerklichen Sektor, die außerhalb von Betriebsstandorten bzw. Anlagen entstehen (z. B. im Malerhandwerk, Baugewerbe), sind der Emittentengruppe Privater Verbrauch zugeordnet.

Die Emissionsberechnungen erfolgten 1995 kleinräumig und auf die einzelnen kleingewerblichen Anlagen bezogen. Bei den folgenden Erhebungen in den Jahren 2000 und 2006 wurde hingegen ein betriebsbezogener Ansatz gewählt. Im kleingewerblichen Bereich wurden für diese Bezugsjahre die Emissionen von rund 13.000 Betrieben erhoben. Auf Grundlage der Anzahl der Betriebe und unter Nutzung von branchenspezifischen Emissionsfaktoren wurden die Emissionen berechnet. Dabei wurden die Schadstoffe Staub und NMVOC (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan) von folgenden Branchen betrachtet:

- Tankstellen
- Tanklager
- Druckereien
- Lackierbetriebe
- Chemische Reinigungen
- Elektrotechnik
- Metallbe- und -verarbeitende Betriebe
- Holzbe- und -verarbeitende Betriebe
- Kunststoffbe- und -verarbeitende Betriebe

- Chemie
- Binnenhäfen
- Steinbrüche

Landesweite Emissionsdaten für das Teilkataster Kleingewerbe liegen für die Jahre 1995, 2000 und 2006 vor. Die kleinste räumliche Einheit der Emissionskataster 2000 und 2006 ist die kreisfreie Stadt bzw. der Landkreis.

Emittierte Stoffe

Von der Emittentengruppe Kleingewerbe werden im Wesentlichen organische Gase und Stäube freigesetzt. Die Tabelle zeigt die Kleingewerbe-Jahresemissionen der Bezugsjahre 1995, 2000 und 2006. Etwa 82 % der NMVOC-Emissionen von 2006 entfallen auf die Herstellung und die Anwendung von Lösemitteln bzw. lösemittelhaltigen Stoffen. Hauptsächliche Emittenten sind hierbei Lackierereien mit 21,9 %, Druckereien mit 19,4 %, die Kunststoffbe- und -verarbeitung mit 12,4 % sowie die Metallbe- und -verarbeitung mit ebenfalls 12,4 %. Weitere ca. 18 % der NMVOC-Emissionen werden bei der Kraftstoffumfüllung und -verteilung (Tankstellen, Tanklager) freigesetzt.

Tab. 2: Jahresemissionen des Kleingewerbes in Hessen

Komponenten	Emission [t/a]		
	1995	2000	2006
Anorganische Gase			
Kohlenmonoxid (CO)	64	-	-
Stickstoffoxide (als NO ₂)	2	-	-
Organische Gase			
NMVOC ¹⁾	10.596	10.287	9.596
Stäube			
Staub (entspricht PM ₁₀)	257	206	198

¹⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Zeitliche Entwicklung

Die vom Kleingewerbe emittierten Mengen an organischen Gasen sind in den letzten Jahrzehnten deutlich gesunken. Dafür waren u. a. schärfere Anforderungen an chemische Reinigungen, Oberflächenbehandlungsanlagen sowie an das Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen bzw. das Betanken von Kraftfahrzeugen verantwortlich.

Gebäudeheizung

Erhebungsmethode

Bei der Erhebung zur Emittentengruppe Gebäudeheizung werden die Emissionen aus Feuerungsanlagen erfasst, für die keine immissionsschutzrecht-

liche Genehmigung nach der 4. BImSchV benötigt wird. Die Feuerungsanlagen dienen überwiegend der Heizung und Warmwasserbereitung in privaten und öffentlichen Gebäuden, aber auch der Wärmeerzeugung im Industrie- und Gewerbebereich.

Im ersten Arbeitsschritt erfolgt die Ermittlung des Endenergieeinsatzes für die Sektoren private Haushalte und sonstige Verbraucher sowie seine Differenzierung nach einzelnen Energieträgern. In die Berechnungen geht eine Reihe statistischer Daten ein wie z. B. Gebäudegröße, -alter, Beheizungsart und die Mengenangaben zu den Energieträgern. Die unten stehende Tabelle, die sich als Resultat des ersten Arbeitsschritts ergibt, zeigt die Anteile der einzelnen Energieträger am Endenergieeinsatz. Heizöl und Erdgas stellen die dominierenden Energieträger dar, Strom und Fernwärme tragen zu 6,4 bzw. 4,7 % zum Endenergieeinsatz bei. Die Festbrennstoffe (Steinkohle, Braunkohle, Holz) weisen bei der Energiebilanz nur einen relativ niedrigen Anteil von ca. 3,5 % auf; dennoch leisten gerade sie einen erheblichen Beitrag zu den Gebäudeheizungs-Emissionen.

Tab. 3: Anteile der Energieträger am Endenergieeinsatz

Energieträger	Anteil [%]		
	1994	2000	2006
Heizöl	49,5	41,6	39,0
Erdgas	37,4	43,3	46,4
Strom	4,9	6,9	6,4
Fernwärme	5,1	4,8	4,7
Festbrennstoffe	3,0	3,3	3,5 ¹⁾

¹⁾ enthält geringen Anteil erneuerbarer Energieträger wie z. B. Solarthermie

In einem zweiten Arbeitsschritt werden die Emissionen, die durch den Einsatz der Brennstoffe Heizöl, Erdgas, Kohle und Holz in Feuerungsanlagen entstehen, aus dem Endenergieeinsatz mittels energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren errechnet. Die Emissionen der Energieträger Strom und Fernwärme werden den jeweiligen Kraft- und Heizwerken zugeordnet; soweit die betreffenden Feuerungsanlagen genehmigungsbedürftig sind, sind sie in der Emittentengruppe Industrie berücksichtigt worden.

Landesweite Emissionsdaten für die Emittentengruppe Gebäudeheizung liegen für die Jahre 1994, 2000 und 2006 vor und zwar aufgeschlüsselt nach Städten und Gemeinden.

Emittierte Stoffe

Im Teilkataster Gebäudeheizung werden Emissionen von anorganischen und organischen Gasen sowie von Stäuben erfasst. Die Ergebnisse für die

Bezugsjahre 1994, 2000 sowie 2006 sind in der Tabelle aufgeführt. Die weiteren anorganischen Gase sind gasförmige Fluor- und Chlorverbindungen. Der NMVOC-Emissionswert stellt einen Summenwert dar, der stofflich nicht weiter untergliedert ist. Der Emissionswert für die Stäube setzt sich zusammen aus den emittierten Mengen an polycyclischen Kohlenwasserstoffen, Schwermetallen und (als größter Anteil) sonstigen Stäuben.

Tab. 4: Jahresemissionen der Gebäudeheizung in Hessen

Komponenten	Emission [t/a] (CO ₂ : [kt/a])		
	1994	2000	2006
Anorganische Gase			
Kohlendioxid (CO ₂)	19.752	18.450	17.081
Kohlenmonoxid (CO)	53.466	52.669	25.577
Stickstoffoxide (als NO ₂)	14.338	12.523	10.884
Schwefeldioxid (SO ₂)	16.034	10.483	7.350
Lachgas (N ₂ O)	147	143	135
weitere Gase	81	38	37
Organische Gase			
NMVOC ¹⁾	6.043	4.299	1.901
Methan (CH ₄)	1.003	1.408	1.032
Stäube			
Staub + Staubinhaltsstoffe	2.956	1.151	913
...davon Feinstaub PM ₁₀	2.685	1.079	894

¹⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Zeitliche Entwicklung

Die Schadstoff-Emissionen im Bereich der Gebäudeheizung sind in den letzten Jahrzehnten insgesamt stark zurückgegangen. Hierfür sind mehrere Gründe verantwortlich:

- Modernisierung von Heizanlagen
- Energiesparmaßnahmen wie Wärmedämmung
- Umstellung von Festbrennstoffen auf Gas oder Öl

Kfz-Verkehr

Vom Verkehr (Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Flugverkehr) wird hier nur der Kfz-Verkehr beschrieben, da dieser den Hauptbeitrag zu den Verkehrs-Emissionen liefert. Angaben zum Flugverkehr finden sich in Tabelle 9 (Seite 8).

Erhebungsmethode

Die Ermittlung der Kraftfahrzeug-Emissionen erfolgt nicht anlagenbezogen (pro Fahrzeug), sondern streckenbezogen. Das vollständige Straßennetz Hessens dient als Datengrundlage. Dieses wird in fünf Straßenarten eingeteilt und ist außerdem nach innerorts bzw. außerorts untergliedert: Autobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen, Kreisstraßen und Gemeindestraßen.

Es werden folgende Fahrzeugarten unterschieden:

- Pkw
- leichte Nutzfahrzeuge
- schwere Nutzfahrzeuge
- Busse
- Krafträder

Die Daten zu den Verkehrsmengen stammen vom Hessischen Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen aus Verkehrszählungen; bei Straßen ohne Zählraten wird das Verkehrsaufkommen über ein Verkehrsmodell bestimmt. In Verbindung mit den Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts pro Fahrzeugtyp und für verschiedene Verkehrssituationen lassen sich die Emissionen des Straßenverkehrs berechnen. Die Emissionsfaktoren berücksichtigen u. a. die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte, die Emissionen in der Warmlaufphase und die des ruhenden Verkehrs; letztere stellen Verdunstungsemissionen des Kraftstoffs bei Heiß- und Warmabstellvorgängen sowie bei der Tankatmung dar. Landesweite Emissionsdaten für die Emittentengruppe Kfz-Verkehr liegen für die Jahre 1990/91, 1995, 2000 sowie für 2005 vor.

Emittierte Stoffe

Das Teilkataster Kfz-Verkehr umfasst Emissionen von anorganischen und organischen Gasen sowie von Stäuben. Die Ergebnisse für die Bezugsjahre 1995, 2000 sowie 2005 sind in der Tabelle aufgeführt; die Berechnungen für alle Erhebungsjahre erfolgten mit den zum Zeitpunkt der letzten Fortschreibung aktuellen Emissionsfaktoren (Quelle: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1 / Feb. 2004, UBA Berlin).

Tab. 5: Jahresemissionen des Kfz-Verkehrs in Hessen

Komponenten	Emission [t/a] (CO ₂ : [kt/a])		
	1995	2000	2005
Anorganische Gase			
Kohlendioxid (CO ₂)	14.347	14.766	13.754
Kohlenmonoxid (CO)	330.090	192.620	106.920
Stickstoffoxide (als NO ₂)	88.482	74.182	54.813
Schwefeldioxid (SO ₂)	5.495	1.539	68
Ammoniak (NH ₃)	996	1.139	958
Lachgas (N ₂ O)	400	366	267
Organische Gase			
NMVOG ¹⁾	45.869	20.032	9.985
Methan (CH ₄)	1.860	847	416
Stäube			
Staub + Staubinhaltsstoffe (entspricht PM ₁₀)	5.369	4.761	4.176

¹⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Der NMVOG-Emissionswert stellt einen Summenwert dar, der (bis auf Einzelangaben zu Benzol, Toluol und Xylol) stofflich nicht weiter aufgeschlüsselt ist. Der Staub-Emissionswert wird mit Hilfe des Emissionsfaktors für Partikel berechnet und ist ebenfalls nicht weiter untergliedert (nur für den Anteil Dieselruß liegen Angaben vor).

Der Parameter NMVOG setzt sich aus den Emissionen des fließenden und des ruhenden Verkehrs zusammen. Die Verdunstungs- und Tankatmungsemissionen stellen in jedem Jahr etwa ein Viertel des NMVOG-Emissionswerts dar.

Bei den Stäuben ist durch eine geänderte Emissionsmodellierung eine Differenzierung zwischen Emissionen aus dem Auspuff (motorbedingt) und Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb (nicht motorbedingt) möglich. Bei den Auswertungen fällt auf, dass der nicht motorbedingte Emissionsanteil am Feinstaub stetig ansteigt, und zwar von 43 % im Jahr 1995 über 53 % im Jahr 2000 auf nunmehr 60 % im Jahr 2005.

Die Karte zeigt die Stickstoffoxid-Jahresemissionen des Kfz-Verkehrs für das Jahr 2005 auf Rasterebene. Auf ihr sind insbesondere die Hauptverkehrswege sowie die dicht besiedelten Gebiete gut erkennbar. Die NO_x-Emissionen führen zu Umweltproblemen wie z. B. hohe Konzentrationen in Straßenschluchten, Sommersmog sowie Versauerung und Überdüngung der Böden.

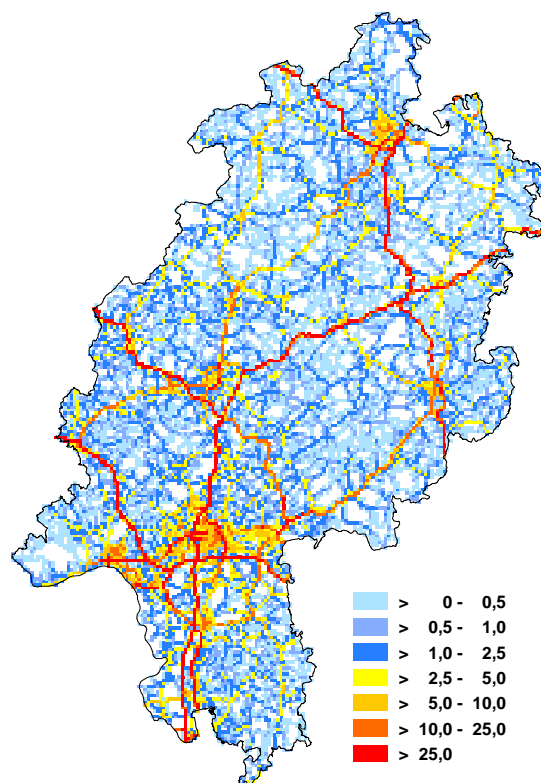


Abb. 2: Stickstoffoxid-Emissionen des Kfz-Verkehrs (angegeben als NO₂) auf 1 km x 1 km-Rasterebene in t / (km² x Jahr)

Zeitliche Entwicklung

Im Bereich des Straßenverkehrs, der seit Jahrzehnten stetig zugenommen hat, ließ sich in den 80er Jahren noch kein Emissionsrückgang feststellen; dieser setzte – anders als beispielsweise bei der Industrie oder Gebäudeheizung – erst danach ein. Inzwischen hat eine Reihe unterschiedlicher Maßnahmen zu einer deutlichen Reduzierung der durch den Kfz-Verkehr emittierten Schadstoffmengen geführt. Die Maßnahmen setzen auf mehreren Ebenen an: beim Motor, bei der Abgasreinigung sowie bei der Kraftstoffzusammensetzung. Die wichtigsten Änderungen sind im Folgenden aufgezählt:

- Verbesserung der Motortechnik
- Einführung des Katalysators (Emissionsverminderung von CO, NO_x und NMVOC)
- Verwendung von bleifreiem Benzin
- Senkung des Schwefelgehalts im Treibstoff

Biogene und nicht gefasste Quellen

Erhebungsmethode

In der Emittentengruppe Biogene und nicht gefasste Quellen werden im hessischen Emissionskataster die Emissionen aus der Landwirtschaft und die Emissionen der Wälder als biogene Quellen zusammengefasst. Den nicht gefassten Quellen werden die Emissionen von Deponien und für die Jahre 1992 und 2000 auch von Altablagerungen zugeordnet.

Bei der Ermittlung der biogenen Emissionen werden statistische Daten z. B. zum Viehbestand oder zu bestimmten Flächennutzungsarten zugrunde gelegt. Unter Benutzung von prozessspezifischen Emissionsfaktoren können die entsprechenden Emissionen berechnet werden. Es werden insbesondere Emissionen aus der Nutztierhaltung betrachtet (aus tierischen Ausscheidungen und Pansen von Wiederkäuern) sowie Emissionen aus Böden (u. a. durch Düngung oder aus Ernterückständen).

Die Emissionen aus der Landwirtschaft (für die Jahre 1992 und 2000) sowie die NMVOC-Emissionen der hessischen Wälder wurden vom Institut für Pflanzenökologie der Universität Gießen erhoben. Für das Jahr 2006 wurden die landwirtschaftlichen Emissionen vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) (Bundesforschungsinstitut für ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig) berechnet.

Landesweite Emissionsdaten für diese Emittentengruppe liegen für die Jahre 1992, 2000 sowie für 2006 vor. Die Emissionen wurden jeweils auf Kreisebene ermittelt.

Im Folgenden sind die jeweils wichtigsten Herkunftsbereiche für die einzelnen Stoffe umrissen.

Tab. 6: Herkunftsbereiche der von den Biogenen und nicht gefassten Quellen emittierten Stoffe

Stoff	Herkunftsbereich
Stickstoffmonoxid (NO)	landwirtschaftlich genutzte Böden, Mineral- und Wirtschaftsdüngeranwendung
Ammoniak (NH ₃)	Nutztierhaltung, Mineraldüngeranwendung
Lachgas (N ₂ O)	landwirtschaftlich genutzte Böden, Mineral- und Wirtschaftsdüngeranwendung, indirekte Emissionen (durch Deposition und Auswaschung)
Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)	Wald (Nadel- und Laubbäume), Nutztierhaltung
Methan (CH ₄)	Nutztierhaltung, Deponien
Feinstaub (PM ₁₀)	Bewirtschaftung von Ackerland, Nutztierhaltung

Emittierte Stoffe

Im Bereich der Biogenen und nicht gefassten Quellen werden Emissionen von anorganischen und organischen Gasen aus der Landwirtschaft, aus Wäldern und aus Deponien erfasst. In der Erhebung 2006 wurden auch die Feinstaub-Emissionen aus der Landwirtschaft erstmals einbezogen.

Tab. 7: Jahresemissionen der Biogenen und nicht gefassten Quellen in Hessen

Komponenten	Emission [t/a]		
	1992	2000	2006
Anorganische Gase			
Stickstoffmonoxid (NO) (als NO ₂)	-	14.447	4.800
Ammoniak (NH ₃)	30.980	23.595	21.754
Lachgas (N ₂ O)	7.731	11.434	3.131
Organische Gase			
NMVOC ¹⁾	47.746	45.488	40.232
Methan (CH ₄)	434.400	206.940	48.070
Stäube			
Feinstaub PM ₁₀	-	-	1.230

¹⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Hinter den biogenen NMVOC verbirgt sich eine Vielzahl flüchtiger organischer Komponenten. Insbesondere Wälder setzen große Mengen NMVOC frei: Nadelbäume emittieren vornehmlich Terpene und Laubbäume insbesondere Isopren.

Zeitliche Entwicklung

Seit der Ersterstellung im Jahr 1992 haben sich die Erhebungsmethoden erheblich geändert. Deshalb sind die in der Tabelle dargestellten Emissionswerte aus den drei Bezugsjahren nur eingeschränkt miteinander vergleichbar. Insbesondere die bei NO, NH₃ und N₂O sichtbaren Unterschiede zwischen den Erhebungsjahren gehen überwiegend auf Änderungen der Erhebungsmethode und/oder der Emissionsfaktoren zurück.

In der Tabelle fallen insbesondere die stark rückläufigen Methan-Emissionen auf. Die Ursache hierfür liegt im Abfallbereich: Bei Deponien ist die CH₄-Freisetzung seit den 90er Jahren durch Maßnahmen wie Getrenntmüllsammmlung und Deponiegasfassung erheblich gesunken. Seit dem 1. Juni 2005 ist die Ablagerung biologisch abbaubarer Abfälle nicht mehr zulässig. Außerdem findet bei Altdeponien eine kontinuierliche Abnahme der Methan-Produktion statt (nach einer groben Schätzung reduziert sich hier die Methan-Produktion alle 5 Jahre auf die Hälfte). In der aktuellen Erhebung von 2006 wurden deshalb nur noch die offenen Deponien und die Deponien, die sich in der sogenannten Nachsorgephase befinden, erfasst.

Privater Verbrauch

Erhebungsmethode

Im Rahmen der Emittentengruppe Privater Verbrauch werden die Emissionen aus der Verwendung haushaltschemischer Produkte und synthetischer Betriebsstoffe in privaten Haushalten erfasst. Bei den privaten Haushalten werden die Emissionen über die Verknüpfung der Einwohnerdaten mit personenbezogenen Verbrauchszahlen ermittelt, die über die Erzeugung und den Absatz emissionsrelevanter Produkte auf Bundesebene abgeleitet wurden. Über den Anteil an flüchtigen Bestandteilen emissionsrelevanter Produkte können schließlich die Emissionen aus dem Haushaltsbereich errechnet werden. Betrachtet werden dabei u.a. die folgenden Produkte bzw. Produktgruppen:

- Häusliche Anwendung von Farben und Lacken
- Haarsprays
- Duftstoffe und -wässer
- Möbel- und Bodenpflegemittel
- Körperpflegemittel
- Autopflegemittel
- Schuh- und Lederpflegemittel
- Wasch- und Reinigungsmittel
- Anwendung von Klebstoffen

Die erste Erhebung in Hessen zu den Emissionen der Emittentengruppe des Privaten Verbrauchs wurde im Jahr 1995 durchgeführt, damals noch unter dem Titel "Privater Verbrauch und Handwerk". Es hat sich aber gezeigt, dass eine Differenzierung der Emissionen zwischen dem Handwerk und dem Kleingewerbe aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenlage schwierig und nicht immer eindeutig möglich ist. Die Emissionen aus dem handwerklichen Sektor sind zum großen Teil in der Emittentengruppe Kleingewerbe enthalten; sofern sie außerhalb von Betriebsstandorten bzw. Anlagen anfallen (z. B. im Malerhandwerk), sind sie der Emittentengruppe Privater Verbrauch zugeordnet.

Die landesweiten Emissionsdaten für den Bereich Privater Verbrauch (und Handwerk) liegen für das Jahr 1995 auf Stadt- und Gemeindeebene vor. Für 2005 wurden die Emissionen des Privaten Verbrauchs lediglich für das gesamte Land Hessen abgeschätzt.

Emittierte Stoffe

Die Stoffe, die von der Emittentengruppe Privater Verbrauch bei der Verwendung der im Rahmen der Erhebungsmethode genannten Produkte freigesetzt werden, sind in erster Linie flüchtige organische Substanzen ohne Methan (NMVOC). Deshalb umfasst das Teilkataster dieser Emittentengruppe nur die organischen Gase.

Tab. 8: Jahresemissionen der Emittentengruppe Privater Verbrauch in Hessen

Komponenten	Emission [t/a]	
	1995	2005
Organische Gase		
NMVOC ¹⁾	18.612	13.213

¹⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Zeitliche Entwicklung

Auch wenn der für 2005 erhobene Emissionswert eher als Schätzwert aufzufassen ist, ist der zwischen den beiden Erhebungsjahren sichtbare Emissionsrückgang durchaus realistisch. Aufgrund der zunehmenden Verwendung von z. B. lösemittelärmeren Lacken, Farben und Klebstoffen werden inzwischen weniger organische Gase freigesetzt.

Alle Emittentengruppen

Tab. 9: Emissionen ausgewählter Schadstoffe nach Emittentengruppen

	CO	NO _x (als NO ₂)	SO ₂	NH ₃	N ₂ O	NMVOG ²⁾	CH ₄	Feinstaub PM ₁₀	CO ₂
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[kt/a]
Industrie 2008	9.193	11.637	2.925	82	254	4.151	453	1.183	13.271
Kleingewerbe 2006	-	-	-	-	-	9.596	-	198	-
Gebäudeheizung 2006	25.577	10.884	7.350	-	135	1.901	1.032	894	17.081
Kfz-Verkehr 2005	106.920	54.813	68	958	267	9.985	416	4.176	13.754
Flugverkehr 2005 ¹⁾	-	2.865	-	-	-	607	-	13	721
Biogene und nicht gefasste Quellen 2006	-	4.800	-	21.754	3.131	40.232	48.070	1.230	-
Privater Verbrauch 2005	-	-	-	-	-	13.213	-	-	-
Summe	141.690	84.999	10.342	22.794	3.786	79.685	49.971	7.694	44.827

¹⁾ Daten der Fraport AG, verkürzte Umwelterklärung 2007, Frankfurt 2007, Emissionen bis 300 m über Grund

²⁾ flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

In Tabelle 9 sind die Emissionen aller Emittentengruppen aus dem jeweils letzten Erhebungsjahr zusammengestellt. Außerdem lassen sich ihr die Beiträge einzelner Emittentengruppen zur Gesamtemission eines Schadstoffs entnehmen.

Beispiele einer solchen stoffbezogenen Betrachtungsweise sind auch mit Abbildung 1 und 3 gegeben: Die Karte auf Seite 1 zeigt die PM₁₀-Jahresemissionen von fünf Emittentengruppen, dargestellt pro Landkreis. In Abbildung 3 sind die Anteile der einzelnen Emittentengruppen pro Schadstoff ablesbar (für CH₄, NH₃ und N₂O sind keine Diagramme angeführt, da diese Gase überwiegend von den Biogenen und nicht gefassten Quellen freigesetzt werden).

Lufthygienisch besonders problematisch sind die PM₁₀- und NO₂-Konzentrationen (siehe hierzu die Lufthygienischen Jahresberichte für Hessen <http://www.hlug.de/start/luft/messnetzberichte.html>).

Bei PM₁₀ ist der Kfz-Verkehr für 54 % der Emissionen verantwortlich; auf die Biogenen und nicht gefassten Quellen bzw. die Industrie entfallen jeweils ca. 15 %. Bei Stickstoffdioxid werden 64 % der hessischen Emissionen vom Kfz-Verkehr freigesetzt; danach folgt die Industrie mit 14 % (dabei stammen 54 % von Großfeuerungsanlagen) und die Gebäudeheizung mit 13 %.

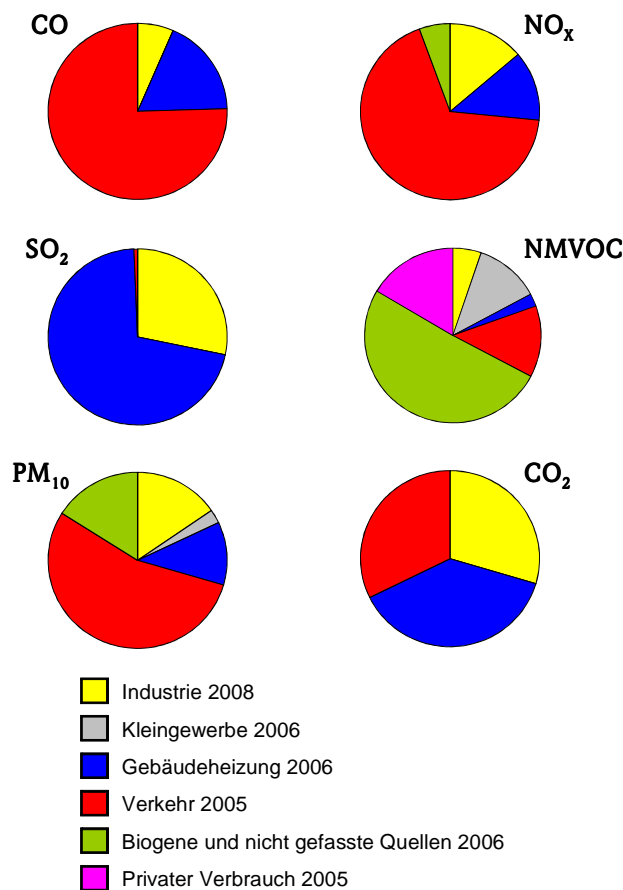


Abb. 3: Anteile der Emittentengruppen pro Schadstoff

Impressum

Herausgeber:

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat I 1
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: (0611) 6939-0 Fax: (0611) 6939-555

Bearbeiter: Dr. Cornelia Fookan, Kurt Freitag
Layout: Dr. Cornelia Fookan, Katja Wucher
Kartengrundlage: ALK®; © Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG)

Stand: Juni 2011