



CO₂-Bilanz 1990/2005

Energie- und verkehrsbedingte Emissionen

Hannover

Heft Nr. 44

Landeshauptstadt

Hannover

Der Oberbürgermeister

Wirtschafts- und Umweltdezernat

Fachbereich Umwelt und Stadtgrün

Bereich Umweltschutz

Klimaschutzleitstelle

Anschrift Prinzenstraße 4 | 30159 Hannover

Telefon 0511 | **168** | **43500**

Fax 0511 | **168** | **43689**

E-Mail 67.11@hannover-stadt.de

Internet www.hannover.de

Bearbeitung, Redaktion Birgit Lüth, Astrid Hoffmann-Kallen

Text GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover
Christa Etling, Peter Trute

E 4-Consult, Hannover
Dedo von Krosigk

Layout m.göke, Hannover

Druck Interdruck Berger und Herrmann GmbH, Hannover
gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Stand April 2007

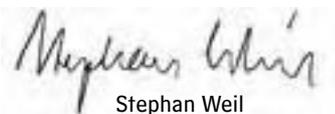
Das Urheber- und Verlagsrecht einschließlich der Mikroverfilmung sind vorbehalten. Dieses gilt auch gegenüber Datenbanken und ähnlichen Einrichtungen sowie gegenüber sonstigem gewerblichen Verwerten. Verwertungen jeglicher Art bedürfen der Genehmigung durch die Landeshauptstadt Hannover.

Vorwort

Klimaschutz ist zurzeit in aller Munde, doch wir in Hannover haben vor langem angefangen, uns um dieses wichtige Zukunftsthema zu kümmern. Der Rat der Landeshauptstadt hat bereits 1992 das Ziel vorgegeben, zusätzlich zum 1986 beschlossenen Atomausstieg die energiebedingten CO₂-Emissionen für das Stadtgebiet bis zum Jahr 2005 im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 25 % zu senken.

Seitdem ist viel geschehen: In der Stadtverwaltung arbeitet seit 1994 eine engagierte Klimaschutzleitstelle, seit 1996 gibt es ein detailliertes kommunales Klimaschutzprogramm, die mehrheitlich im städtischen Eigentum befindliche Stadtwerke AG (enercity) bemühen sich stark um eine umweltfreundliche Energieerzeugung, seit sieben Jahren arbeiten ein jährlich mit 5,0 Mio. € ausgestatteter Klimafonds und eine regionale Klimaschutzagentur, in der ca. 60 Institutionen und Firmen aus dem Energiebereich eng zusammengeschlossen sind. Es gibt ein hervorragend ausgebautes öffentliches Personennahverkehrssystem, beim Neubauprojekt Kronsberg mit 3.000 Wohneinheiten haben wir gute Erfahrungen mit der Niedrigenergie-Bauweise gemacht, beim Projekt Öko-Profit haben sich bisher schon ca. 80 Firmen qualifiziert und vieles mehr.

Nach diesem großen Engagement ist es jetzt 15 Jahre nach dem Ratsbeschluss an der Zeit, die bisherige Arbeit zu bilanzieren, um daraus Schlussfolgerungen für die Zukunft zu ziehen. Bei den Dingen, bei denen die Landeshauptstadt selbst handeln konnte, ist diese Bilanz recht gut, doch insgesamt kann sie nicht zufrieden stimmen. Unter dem Motto „Global denken – lokal handeln“ bleibt noch viel zu tun und wir müssen uns den Herausforderungen eines weltweiten Klimaschutzes stellen!



Stephan Weil
Oberbürgermeister



Hans Mönninghoff
Wirtschafts- und Umweltdezernent

Inhalt

1 Zusammenfassung	3
2 Emissionen aus dem Energiebereich (Strom- und Wärmeverbrauch)	5
2.1 Einführung	6
2.2 Energiebereitstellung	6
2.3 Heizenergie- und Stromverbrauch	9
2.4 Treibhausgas-Emissionen	11
2.5 Vergleich zu anderen deutschen Städten und zum bundesweiten Trend	12
2.6 Zusammenfassung	13
2.7 Quellenangaben	13
3 GIS-basierte Erstellung einer CO₂-Bilanz für die Quellgruppe Verkehr	15
3.1 Einführung	16
3.2 CO ₂ -Bilanz des Straßenverkehrs für das Jahr 2005	16
3.3 Vergleich der CO ₂ -Bilanzen des Straßenverkehrs 1990/2005	17
Datengrundlage 1990	17
Abschätzung der Entwicklung der CO ₂ -Emissionen 1990/2005	18
3.4 CO ₂ -Emissionen durch den öffentl. Nahverkehr der ÜSTRA-Bahnen	19
3.5 CO ₂ -Emissionen durch den Bahnverkehr	20
3.6 CO ₂ -Emissionen durch den Flugbetrieb	21
3.7 Zusammenfassung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe Verkehr	22
3.8 Literatur/Quellen	23
3.9 Anhang	24
4 Verzeichnis	27
4.1 Abkürzungen/Glossar	27
4.2 Bildnachweise	27
4.3 Tabellen	27
4.4 Abbildungen	27

1 Zusammenfassung

Mit zwei Studien wurde die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen (incl. CO₂-Äquivalenten) der Landeshauptstadt Hannover für die Jahre 1990 und 2005 untersucht. Energiebedingte CO₂-Emissionen ergeben sich aus der Verbrennung fossiler Energieträger und teilen sich auf in Emissionen aus dem Energieverbrauch (Strom- und Wärmeverbrauch) und dem Verkehrsbereich.

In der ersten Studie „Emissionen aus dem Strom- und Wärmeverbrauch“ wird die Entwicklung der Energie- und CO₂-Bilanzen¹ der Jahre 1990 und 2005 dargestellt (siehe Tabelle 1).

Der Wärmeverbrauch 2005 liegt 8 % unter dem Niveau von 1990. Dies ist auf eine gestiegene Energieeffizienz, verursacht durch z. B. verbesserte Wärmedämmung und Technik, zurückzuführen. Die CO₂-Emissionen sind darüber hinaus sogar um 19% zurückgegangen, dies ist durch eine Steigerung der Fernwärme- und Erdgasquote zu Lasten des Heizöl- und Kohleinsatzes zu erklären.

Der Stromverbrauch 2005 liegt 17 % über dem Niveau von 1990, trotzdem erfolgte der Anstieg der CO₂-Emissionen nur um 1 %. Grund dafür ist auch die verbesserte Energieeffizienz durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung bei der Stromproduktion. Mit 32 % ist in den Haushalten die Steigerung des Stromverbrauches am höchsten, verursacht durch Wohnflächenzuwachs und eine höhere Ausstattung mit Computern und anderen Elektrogeräten.

In der zweiten Studie „CO₂-Emissionen der Quellgruppe Verkehr“ fanden die Daten für den motorisierten Stra-

ßenverkehr², den Straßenbahnverkehr, die Bahn und den Flugverkehr Berücksichtigung (siehe Tabelle 2).

In dem Zeitraum von 1990 bis 2005 hat für alle vier betrachteten Arten von Verkehrsmitteln das Verkehrsaufkommen zu-, gleichzeitig aber der Energieverbrauch pro Fahrleistung abgenommen.

Der geringere Kraftstoffverbrauch der effizienteren Motoren im motorisierten Straßenverkehr konnte die Zunahme der Fahrleistungen von 9 % im Stadtgebiet mehr als kompensieren, so dass hier eine Minderung der CO₂-Emissionen von 6 % erreicht wird. Dabei verursachen die Kfz auf den Autobahnabschnitten, die durch Hannover führen, 46 % der Gesamtemissionen des motorisierten Straßenverkehrs in Hannover.

DER ENERGIEVERBRAUCH FÜR DIE STADT HANNOVER IST IN DEN LETZTEN 15 JAHREN UM 2 % (AUF CA. 12.200 GWH PRO JAHR) ZURÜCKGEGANGEN. GLEICHZEITIG IST EIN RÜCKGANG DER ENERGIEBEDINGTEN CO₂-EMISSIONEN UM RUND 9 % (AUF RUND 5.000 KILOTONNEN PRO JAHR) ZU VERZEICHNEN.

Im Straßenbahnbetrieb führte der geringere Energieverbrauch der neueren Bahnen zu einer deutlichen Abnahme der CO₂-Emissionen. Trotz einer Zunahme der Fahrkapazität von 31 % (gemessen an Platzkilometern), konnte der CO₂-Ausstoß um 22 % verringert werden.

Eine vergleichbare Tendenz wurde auch für den Bahnverkehr (Nah- und Fernverkehr) in Deutschland ermittelt. Bei einer bundesweiten Zunahme der gefahrenen Kilometer wurde, umgerechnet auf die Einwohnerzahl der Stadt Hannover, ein Rückgang des CO₂-Ausstoßes von 17 % ermittelt.

Tabelle 1 | Bilanzergebnisse 2005 in % gegenüber 1990 für den Strom- und Wärmeverbrauch

	VERÄNDERUNGEN DES ENERGIEVERBRAUCHS 2005 GEGENÜBER 1990 [%]			VERÄNDERUNGEN DER CO ₂ -EMISSIONEN 2005 GEGENÜBER 1990 [%]		
	Wärme	Strom	Summe	Wärme	Strom	Summe
gesamte Gruppe Energieverbrauch	- 8 %	+ 17 %	- 2%	- 19 %	+ 1 %	- 9%
davon						
Industrie	- 16 %	+ 12 %	- 9 %	- 23 %	- 4 %	- 12 %
Kleinverbrauch	- 3 %	+ 16 %	+ 2 %	- 21 %	± 0 %	- 8 %
private Haushalte	- 4 %	+ 32 %	± 0 %	- 15 %	+ 14 %	- 5 %

Tabelle 2 | Auszug aus der CO₂-Bilanz 2005 der Quellgruppe Verkehr

		VERÄNDERUNGEN DES ENERGIEVERBRAUCHS 2005 GEGENÜBER 1990 [%]
	gesamte Quellgruppe Verkehr	- 1 %
davon	motorisierter Straßenverkehr (incl. Busse)	- 6 %
	Straßenbahnverkehr	- 22 %
	Bahnverkehr	- 17 %
	Flugbetrieb	+ 72 %

¹ Strom, Fernwärme, Gas, Kohle, Öl, sonstige

² Pkw, Lkw, Busse

Die geflogenen Kilometer pro Einwohner haben sich mehr als verdoppelt, so dass die Zunahme des CO₂-Ausstoßes, trotz geringerer Kraftstoffverbräuche für den Bereich Flugverkehr besonders hoch ausfällt. Für den Flugverkehr wurde eine Zunahme des CO₂-Ausstoßes von 72 % ermittelt.

INSGESAMT SIND DIE CO₂-EMISSIONEN FÜR DEN ENERGIE- UND DEN VERKEHRSBEREICH IN DER ZEIT VON 1990 BIS 2005 UM 7,5 % ZURÜCKGEGANGEN. DAS ENTSpricht EINER CO₂-REDUZIERUNG VON 495.000 TONNEN IM JAHR 2005 ZUM REFERENZJAHR 1990.

Damit hat die Landeshauptstadt Hannover ihr Ziel, die CO₂-Emissionen um 25 % zu reduzieren, trotz erheblicher Einsparbemühungen nicht erreicht.

48 % der CO₂-Emissionen des Jahres 2005 entfallen auf den Stromverbrauch, 34 % auf den Wärmeverbrauch und 17 % auf den Verkehrssektor.

Jeder Hannoveraner bzw. jede Hannoveranerin (Industrie und Gewerbe auf die Einwohner umgelegt) produzierte im statistischen Mittel im Jahr 2005 11,8 Tonnen CO₂.

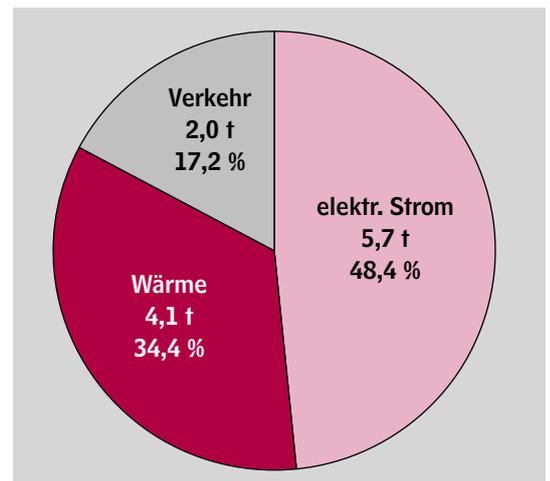


Abbildung 1 | CO₂-Emissionen 2005 pro Kopf

Tabelle 3 Zusammenstellung der CO ₂ -Gesamtbilanz 1990/2005		CO ₂ -EMISSIONEN 1990 IN 1000 t	CO ₂ -EMISSIONEN 2005 IN 1000 t	VERÄNDERUNGEN GEGENÜBER 1990	
Energiebereich	elektrischer Strom	2.921	2.944	+ 1 %	- 8,8 %
	Wärme	2.602	2095	- 19 %	
Verkehr	Straßenverkehr	836	784	- 6 %	- 1 %
	Straßenbahnverkehr	82	65	- 22 %	
	Bahn (Nah- und Fernverkehr)	43	36	- 17 %	
	Flugbetrieb	94	161	+ 72 %	
gesamt		6.578,5	6.083,6	- 7,5 %	

Tabelle 4 Anteil einzelner Sektoren an CO ₂ -Gesamtbilanz 2005		ANTEIL AN CO ₂ -GESAMT-EMISSIONEN 2005
Energiebereich	elektrischer Strom	48,4 %
	Wärme	34,4 %
Verkehr	Straßenverkehr	12,9 %
	Straßenbahn	1,0 %
	Bahnverkehr	0,6 %
	Flugbetrieb	2,7 %

2

Emissionen aus dem Energiebereich (Strom- und Wärmeverbrauch)

E4-Consult

Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Dedo v. Krosigk
Walderseestraße 7
30163 Hannover

Telefon	0511 - 519 48 80
Fax	0511 - 519 48 81
E-Mail	info@e4-consult.de

2.1 Einführung

Nachdem die Landeshauptstadt Hannover bereits für die Jahre 1990 und 1997 in ausführlichen Studien den Endenergieverbrauch und die Emissionen von klimarelevanten Gasen untersuchen ließ, wurde nach Ablauf von insgesamt 15 Jahren eine weitere Untersuchung beauftragt. Mit der hier vorgelegten CO₂-Bilanz soll überprüft werden, ob bzw. wie weit die im Klimaschutzprogramm [1] beschlossenen Maßnahmen erfolgreich waren und das angestrebte Ziel einer 25-prozentigen Verringerung der CO₂-Emissionen im Energiebereich erreicht werden konnte.

Ein allgemeiner Hinweis: Die Einwohnerzahl Hannovers hat sich im betrachteten Zeitraum mit 0,5 % Zunahme nicht relevant verändert (1990 = 513.010; 2005 = 515.729), so dass emissionsrelevante Auswirkungen hierdurch nicht entstehen. Allerdings sind sowohl die Wohnfläche mit 10 % (von 19,13 auf 21,02 Mio. m²) als auch die Zahl der Haushalte mit 9 % (von 261.597 auf 284.362) spürbar gestiegen.

Methodik und Datenqualität

Die für die Bereiche Strom und Wärme dargestellten Bilanzen beruhen im Wesentlichen auf Daten, die von den Stadtwerken Hannover, der Landeshauptstadt sowie dem Nds. Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellt wurden [9] und beziehen sich ausschließlich auf das Stadtgebiet von Hannover sowie auf Energieanwendungen im engeren Sinne, d. h. ohne klimarelevante Emissionen aus der Landwirtschaft oder Abfallbehandlung. Die CO₂-Bilanz für den Verkehrsbereich wird in einem separaten Bericht dargestellt.

Die Bilanzgrenze wurde nach dem Territorialprinzip gewählt, d. h. dem Stadtgebiet wurden alle Emissionen zugeordnet, die auf einem Energieumsatz in der Stadt beruhen („Käseglockenprinzip“). Eine Ausnahme bildet allein der Stromverbrauch, bei dem nach dem Verursacherprinzip vorgegangen wurde. Danach werden Emissionen aus Großkraftwerken, die Strom in die Landeshauptstadt liefern, dem Stadtgebiet zugerechnet, obwohl die Energieumwandlung außerhalb von Hannover stattfindet³.

Bei den leitungsgelassenen Energieträgern, also Gas, Fernwärme und Strom, ist die Datenlage als gut zu bewerten (Primärdaten der Stadtwerke Hannover), beim Verbrauch von Heizöl und Festbrennstoffen muss dagegen auf Statistiken und Abschätzungen zurückgegriffen werden, die möglicherweise ungenau sind. Die dargestellte Aufteilung auf Verbrauchssektoren ist generell nur unter Vorbehalt zu betrachten, da hier auch die Stadtwerkedaten teilweise nur mit gewissen Unschärfen zugeordnet werden konnten. Aufgrund methodischer

und statistischer Differenzen im Detail ist auch der direkte Vergleich der Ergebnisse für die Jahre 1990 und 2005 nur eingeschränkt möglich.

Alle ausgewiesenen Daten sind, sofern nicht anders vermerkt, bei der Heizenergie bezüglich der Witterungseinflüsse bereinigt und auf langjähriges Durchschnittsklima umgerechnet.



2.2 Energiebereitstellung

Mit Ausnahme von Heizöl und Festbrennstoffen erfolgt die Energieversorgung der Landeshauptstadt im Wesentlichen durch die Stadtwerke Hannover. Auch wenn im Zuge der Liberalisierung beim Strom und zunehmend auch beim Gas externe Anbieter auf den Markt drängen, ist ihr Anteil bisher gering. Die Weiterverteilung der Energie bis zum Kunden wird allerdings immer durch die Stadtwerke vorgenommen, die die entsprechenden Mengen in ihrer Abgabestatistik auch berücksichtigt. In Abbildung 2 sind die Absatzmengen für das Stadtgebiet der Landeshauptstadt im Vergleich der Jahre 1990 und 2005 dargestellt.

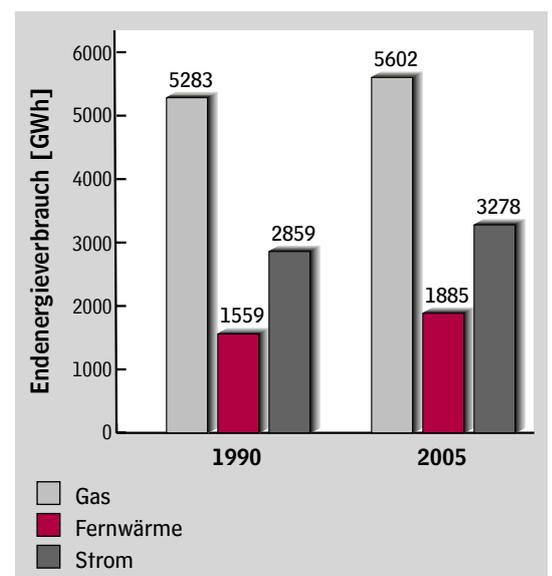


Abbildung 2 | Endenergieverbrauch leitungsgelassener Energien in der Landeshauptstadt Hannover in GWh/a

³ Andererseits wird der anteilige Brennstoffverbrauch der Kraftwerke im Stadtgebiet von Hannover nicht mitgezählt, wenn er zur Versorgung von Kunden außerhalb von Hannover verwendet wird, obwohl die Emissionen in Hannover entstehen. Da eine verursachungsgerechte Zuordnung von einzelnen Kraftwerken zu bestimmten Stromkunden nicht möglich ist, werden für die CO₂-Bilanzierung Stromkunden der Stadtwerke innerhalb und außerhalb von Hannovers gleich behandelt und mit einem einheitlichen Emissionsfaktor bilanziert (vgl. Kap. 2.2).

Es fällt auf, dass sowohl der Gas- als auch insbesondere der Fernwärmeverbrauch witterungsbereinigt ansteigt, was aber in erster Linie durch den Umstieg von Öl- auf Gasheizungen und Fernwärme zu erklären ist. (Der Ölabsatz ging von 1990-2005 von rd. 1.630 GWh/a auf 620 GWh/a zurück). Der Anstieg beim Strom ist dagegen unmittelbar auf eine Verbrauchssteigerung zurückzuführen.

Stromerzeugung

Wie Abbildung 3 zeigt, war v. a. die Struktur der Stromerzeugung bzw. des Absatzes der Stadtwerke Hannover seit 1990 starken Änderungen unterworfen: der dargestellte Stromabsatz hat sich seit 1990 nahezu verdoppelt. Neben der Steigerung des Stromverbrauchs in der Stadt (siehe Abbildung 2) und Region Hannover ist dies auch wesentlich auf den Gewinn neuer Kunden im ganzen Bundesgebiet nach Beginn der Strommarkt-Liberalisierung zurückzuführen, die mittlerweile für knapp 30 % des Stromabsatzes der Stadtwerke verantwortlich sind⁴. Die Belieferung von weiterverteilenden EVU durch die

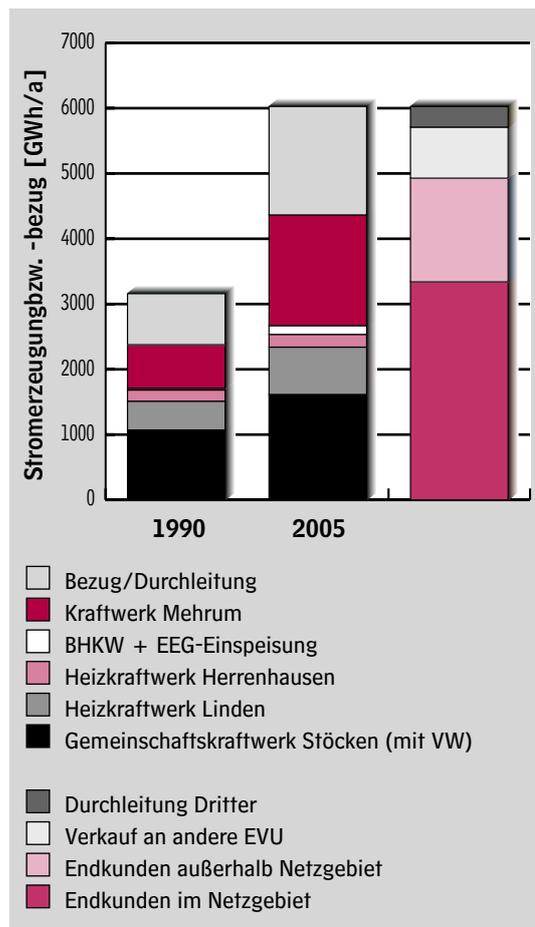


Abbildung 3 | Stromerzeugungs-, Bezugs- und Absatzstruktur der Stadtwerke Hannover in GWh/a

⁴ Dazu kommt eine fast 12 Mal so große Menge Stromhandel an der Börse. Er dient u.a. auch der Sicherung günstiger Bezugskonditionen und enthält in erheblichem Umfang Mehrfachzahlungen, da die gleiche Strommenge im Laufe eines Jahres als kurz-, mittel- oder langfristige Option u.U. mehrfach gehandelt wird. Dieser Handel ist damit teilweise rein „virtuell“ und wird in der vorliegenden Bilanzierung nicht weiter betrachtet.

⁵ Würde man statt des für die Bilanzierung gewählten für alle Stadtwerkekunden einheitlichen Emissionsfaktors die Emissionen aus den stadtwerkeigenen Kraftwerken vorrangig den Kunden im eigenen Netzgebiet zurechnen und den an der Strombörse zugekauften Strom den externen Kunden im gesamten Bundesgebiet, würden sich die CO₂-Emissionen für 2005 um ca. 6 % erhöhen!

Stadtwerke schwankte in der Vergangenheit stark und ist seit 2003 rückläufig.

Um die gestiegene Nachfrage zu befriedigen, mussten einerseits die eigenen Kraftwerke stärker ausgelastet werden, andererseits auch die Bezugsmenge von den Vorlieferanten bzw. an der Strombörse deutlich erhöht werden. Positiv für den Klimaschutz ist dabei die deutliche Steigerung der Stromerzeugung im umweltfreundlichen GuD-Heizkraftwerk in Linden auf rd. 17 % der Stadtwerke eigenen Produktion sowie die stark gestiegene Stromeinspeisung aus BHKW und regenerativen Energiequellen (zusammen 3,1 %) zu vermerken. Unter Klimaschutzgesichtspunkten negativ schlägt die Verdoppelung des Strombezugs aus dem Kohlekraftwerk Mehrum (auf rd. 39 %) zu Buche.

Die Stadtwerke eigenen Kraftwerke einschließlich der Einspeisungen aus dezentralen privaten Anlagen reichen aus, um die Stromnachfrage im eigenen Netzgebiet atomstromfrei zu decken, nicht jedoch für die Belieferung der Kunden im übrigen Bundesgebiet. Als Konsequenz muss knapp ein Viertel des für die Versorgung der eigenen Kunden benötigten Stroms an der Strombörse beschafft werden. Die Durchleitung Dritter ins Stadtwerke-Versorgungsgebiet hat mit knapp 6 % (noch) eine relativ geringe Bedeutung. Durch den geringeren Kohleanteil im bundesweiten Kraftwerksmix bewirkt dieser Strom-„Import“ zwar eine Verbesserung der lokalen Klimabilanz⁵, unterläuft aber andererseits den Atomausstiegsbeschluss.

Kraftwärmekopplung

Die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung (Kraftwärmekopplung = KWK) nutzt die Energie wesentlich besser aus als die übliche Stromerzeugung in reinen Kondensationskraftwerken ohne Wärmeauskopplung und ist damit besonders umweltfreundlich. Bis auf das Kohlekraftwerk Mehrum erzeugen alle Kraftwerke der Stadtwerke Hannover auch Fernwärme: 60 % des Enercity-Stroms werden in Kraftwärmekopplungs-Anlagen erzeugt. Da das theoretisch mögliche Potenzial zur Fernwärmeauskopplung z. Zt. aber erst knapp zur Hälfte ausgeschöpft wird, liegt der Anteil des „echten“ KWK-Stroms mit maximaler Wärmeauskopplung bei „nur“ rd. 30 %. Im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt von ca. 12 % ist dies jedoch ein sehr guter Wert.

Die Stromeinspeisung aus dezentralen Blockheizkraftwerken ist seit 1990 stark gestiegen. Im **Stadtgebiet von Hannover** speisen im Jahr 2005 91 Anlagen mit insgesamt rd. 7,6 MW elektrischer Leistung Strom ins öffentliche Netz ein. 1990 betrug die BHKW-Leistung nur 1,35 MW.



Blockheizkraftwerk



Regenerative Energiequellen

Verlässliche Angaben über den Einsatz regenerativer Energien gibt es v.a. für die Stromerzeugung nach dem Stromeinspeisegesetz (EEG). Danach wurden 2005 in der Landeshauptstadt ohne die Stromerzeugung im Abfall- und Abwasserbereich 12.677 MWh Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt. 1990 waren es erst ca. 125 MWh (Anstieg auf das Hundertfache!). Hinzu kommt die Gasentspannungsanlage Glocksee (1.700 MWh/a).

Bei der regenerativen Wärmeerzeugung⁶ liegen bei den Holzheizungen nur relativ grobe Schätzungen vor, sonst ist die Datenlage relativ verlässlich. Insgesamt ist für Hannover mit einer regenerativen Wärmeerzeugung ohne den Abfall- und Abwasserbereich von ca. 9.740 MWh zu rechnen. Holzheizungen machen wahrscheinlich rd. drei Viertel aus, Solarkollektoren rd. 25 %.

Eine weitere wichtige Kenngröße ist der Absatz von sog. „grünem“ Strom. Die Stadtwerke Hannover haben 2005 insgesamt rd. 10.800 MWh Ökostromprodukte abgesetzt, davon 54 % in der Stadt Hannover, 6 % in der Region und 40 % im übrigen Bundesgebiet! Private Haushalte haben mit 98 % den weitaus größten Anteil daran. Mit 0,20 % bezogen auf den gesamten Stromabsatz bzw. 0,83 % bezogen auf den Haushaltsstromverbrauch liegt die Ökostromquote im Stadtgebiet von Hannover jedoch noch sehr niedrig, insbesondere auch im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt (0,69 % bzw. 2,5 %).⁷

Energie aus dem Abfall- und Abwasserbereich

Seit 1990 hat sich die Klimarelevanz des Abfallbereichs wegen der 2005 in Kraft getretenen Technischen Anleitung Siedlungsabfälle (TASI) verbessert, da heute keine Abfälle mehr ohne Vorbehandlung auf Deponien abgelagert werden dürfen und außerdem das Gas aus Altdeponien zu fassen ist. Die 2005 in Betrieb genommene Müllverbrennungsanlage mit einer maximalen Kapazität von 280.000 Jahrestonnen (was in etwa dem Abfallaufkommen im Raum Hannover entspricht) kann bis 200 GWh/a Strom erzeugen, wovon 2005 (Inbetriebnahme Mitte des Jahres) etwa 33 GWh auf die Landeshauptstadt entfielen⁸. Außerdem werden über BHKWs mit dem aus dem alten Deponiekörper entzogenen Gas und dem Gas aus der biologischen Abfallbehandlungsanlage 19,2 GWh/a Strom erzeugt.

Berücksichtigt man, dass der Energieinhalt der in der Zentraldeponie eingelagerten Abfälle früher zum Teil als Methan diffus in die Atmosphäre entwich und dieses Methan eine besonders hohe klimaschädigende Wirkung hatte, so ist der Klimaschutzeffekt der neuen Anlagen überproportional zu werten. Im Rahmen dieser Bilanzierung werden jedoch nur die Effekte durch die Stromerzeugung berücksichtigt, eine quantitative Bewertung des Klimaschutzeffekts durch die verringerten Methanemissionen erfolgt nicht.

Das auf den Kläranlagen Herrenhausen und Gümmerwald erfasste und genutzte Methangas wurde 2005 wie 1990 vollständig zur Stromerzeugung genutzt. Dieser Strom (2005 etwa 9,9 GWh, wovon etwa 70 % der Landeshauptstadt zuzurechnen sind) wird jedoch überwiegend auf den Kläranlagen selber wieder verwendet und geht daher nur indirekt in die Energiebilanz ein.

⁶ Die Verbrauchsdaten werden hier nur nachrichtlich als wichtige Kennzahl genannt. In der Endenergiebilanz werden sie aufgrund der vergleichsweise schlechten Datenlage und der Vergleichbarkeit mit 1990 nicht aufgeführt. In die CO₂-Bilanz gehen sie ohnehin nicht ein, da ihr Einsatz (unter Vernachlässigung nicht näher eingrenzbarer Umwandlungs- und Transportverluste) als klimaneutral angesehen wird.

⁷ Die Werte beziehen sich auf die Ökostromabgabe der Stadtwerke Hannover an Kunden in der Landeshauptstadt. Die Menge des von anderen Anbietern nach Hannover gelieferten Ökostroms ist nicht bekannt. Falls die Gesamtquote in Hannover etwa dem Bundesdurchschnitt entsprechen sollte, würde dies einem Marktanteil der Stadtwerke in diesem Segment von nur rd. 30 % entsprechen.

⁸ Diese Menge wurde in der Energie- und CO₂-Bilanz nicht berücksichtigt, da sie ins E.ON-Netz eingespeist wurde

2.3 Heizenergie- und Stromverbrauch

Tabelle 5 zeigt den witterungsbereinigten Endenergieverbrauch in der Landeshauptstadt für die Jahre 1990 und 2005. Die Aufteilung auf die verschiedenen Verbrauchssektoren ist dabei, v. a. wenn sie mit anderen Jahren verglichen werden soll, unter dem Vorbehalt zu sehen, dass die Daten wegen z. T. unsicherer Branchen-zuordnung und Änderungen im Berechnungssystem der Stadtwerke nur als Orientierung zu verstehen sind. Nicht in der Tabelle dargestellt sind die regenerativen Energiequellen⁹, da sie 1990 nicht erfasst wurden und für die CO₂-Bilanz ohne große Bedeutung sind. In der Rubrik „sonstige“ sind die nicht leitungsgebundenen Energien außer Heizöl zusammengefasst, also v. a. Kohle, aber in geringerem Umfang auch Abfälle, Flüssiggas o. ä.

Beim Vergleich der Bilanzen aus den Jahren 1990 und 2005 lässt sich Folgendes feststellen: Der gesamte nicht regenerative Endenergieverbrauch ist in den letzten 15 Jahren um 2 % zurückgegangen. Während der Wärmeverbrauch heute etwa 8 % unter dem Niveau von 1990

liegt, ist der Stromverbrauch seit 1990 stark gestiegen und liegt heute ca. 17 % über dem damaligen Wert. Diese Entwicklung setzt sich aus mehreren sich überlagernden Trends zusammen. So ist die Wohnfläche im betrachteten Zeitraum um 10 %, die Zahl der Haushalte um 9 % gestiegen, was sich ebenso verbrauchssteigernd auswirkt wie das Wirtschaftswachstum¹⁰. Dem steht eine Steigerung der Energieeffizienz gegenüber. Während beim Strom also die verbrauchssteigernden Einflüsse überwogen, konnte der drohende Aufwärtstrend bei der Heizenergienachfrage durch Sparmaßnahmen gestoppt und sogar eine Reduktion erreicht werden.



Energiebilanz 1990 [GWh/a]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	1296	732	0	184	911	3124	1175	4299
Kleinverbrauch	1152	643	10	831	101	2736	1055	3791
private Haushalte	2835	183	84	614	139	3854	535	4389
Summe	5283	1559	94	1628	1151	9714	2765	12479

Energiebilanz 2005 [GWh/a]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	1081	666	0	83	789	2618	1312	3930
Kleinverbrauch	1514	872	3	251	8	2648	1222	3670
private Haushalte	3007	347	37	289	7	3687	705	4391
Summe	5602	1885	40	622	804	8953	3238	12191

Energiebilanz 2005 [% bezogen auf 1990]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	83 %	91 %	–	45 %	87 %	84 %	112 %	91 %
Kleinverbrauch	131 %	136 %	33 %	30 %	8 %	97 %	116 %	102 %
private Haushalte	106 %	190 %	44 %	47 %	5 %	96 %	132 %	100 %
gesamt	106 %	121 %	43 %	38 %	70 %	92 %	117 %	98 %

Tabelle 5 | Endenergiebilanzen 1990 – 2005 für die Landeshauptstadt Hannover in GWh/a nach Verbrauchsgruppen und Energieträgern

⁹ Die energetische Abfallverwertung im industriellen Bereich wurde allerdings komplett, d.h. einschließlich ihres biogenen Anteils mit bilanziert.

¹⁰ Belastbare Angaben zur preisbereinigten Bruttowertschöpfung in Hannover liegen für den betrachteten Zeitraum nicht vor, so dass keine quantitativen Aussagen zum Wirtschaftswachstum möglich sind. Aus den verfügbaren Daten lässt sich jedenfalls keine alleinige Erklärung für den stark gestiegenen gewerblichen Stromverbrauch ableiten.

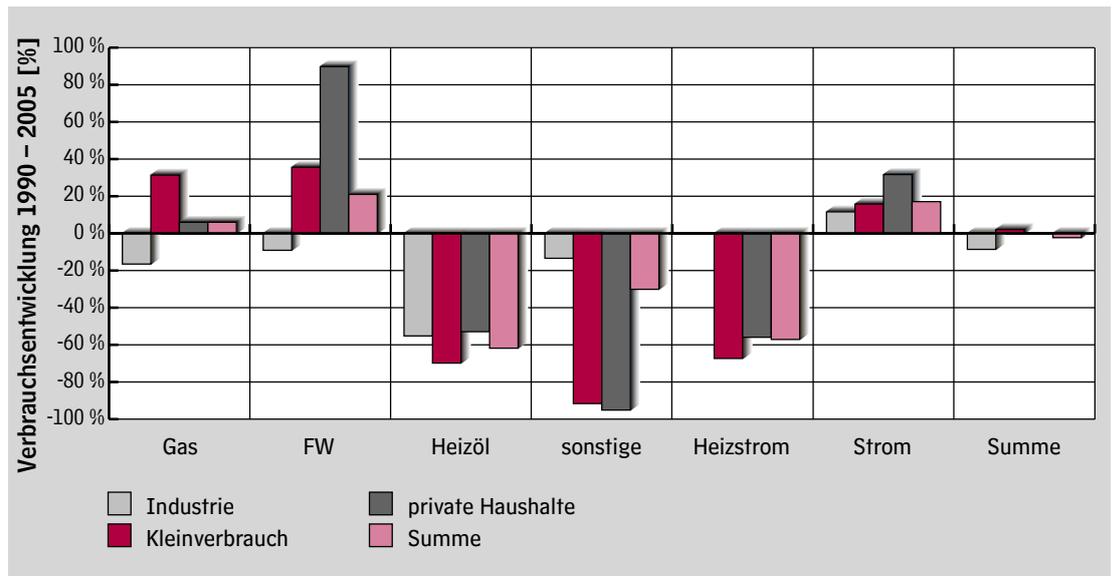


Abbildung 4 | Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 1990 bis 2005

Eine Differenzierung nach den Energieträgern zeigt, dass der Gas- und insbesondere der Fernwärmeverbrauch seit 1990 außer im industriellen Bereich stark angestiegen ist, was aber in erster Linie auf einen Energieträgerwechsel zurückzuführen ist, der sich in einem Rückgang des Ölverbrauchs um insgesamt gut 60 % niederschlägt. Der Heizstromverbrauch ist kontinuierlich auf unter die Hälfte des 1990er Wertes zurückgegangen. Der Verbrauch an sonstigen Brennstoffen (v.a. Kohle) ist ebenfalls stark gesunken und spielt bei den privaten Haushalten, im Kleingewerbe sowie Handels- und Dienstleistungssektor nur noch eine unbedeutende Rolle.

Öffentliche Gebäude der Landeshauptstadt Hannover

Eine Auswertung durch den Fachbereich Gebäudemanagement der Landeshauptstadt ergab, dass unter Berücksichtigung von Zu- und Abgängen bei den zwischen 2005 und 1997¹¹ vergleichbaren Gebäuden ein Rückgang des Heizenergieverbrauchs um insgesamt ca. 24 % erreicht werden konnte, während der Stromverbrauch im gleichen Zeitraum um ca. 2 % anstieg. Daraus resultiert eine CO₂-Minderung von rd. 16 %. Sie fällt deswegen geringer aus als der Rückgang des Endenergieverbrauchs, da auch der stark gestiegene Anteil der mit umweltfreundlicher Fernwärme versorgten Liegenschaften den Zuwachs beim CO₂-intensiven Stromverbrauch nicht kompensieren konnte.

Von den öffentlichen Gebäuden in der Landeshauptstadt ließen sich jedoch nur diejenigen differenziert auswerten, die durch den Fachbereich Gebäudemanagement bewirtschaftet werden. Als wichtige Liegenschaften fehlen dabei z. B. das HCC, die städtischen Häfen, das Sprengelmuseum, einige Altenheime u. a. Außerdem sind die Daten wegen Gebäude- Zu- und Abgängen nicht unmittelbar mit den vorangegangenen Bilanzen vergleichbar, da insbesondere 2001 die städtischen Krankenhäuser, die Berufsschulen und der Abfallwirtschaftsbetrieb in die Zuständigkeit der Region übergegangen sind. In den Ergebnistabellen der hier vorgelegten Klimaschutzbilanz sind die öffentlichen Gebäude daher nicht separat ausgewiesen, sondern im Sektor Kleinverbrauch mit aufsummiert.

¹¹ Ein Vergleich mit dem Gebäudebestand von 1990 ließ sich nicht mehr rückwirkend rekonstruieren, so dass hier nur die Veränderungen ggü. 1997 angegeben werden können.

2.4 Treibhausgas-Emissionen

Aus der dargestellten Entwicklung des Endenergieverbrauchs lassen sich mit Hilfe spezifischer Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger die klimarelevanten Emissionen berechnen, die der Landeshauptstadt zuzurechnen sind¹². Die in Tabelle 6 dargestellten Emissionen beziehen sich dabei nicht nur auf die direkten Emissionen am Ort der Energieumwandlung, sondern berücksichtigen auch die gesamte Vorleistungskette von der Primärenergiegewinnung bis zum Endkunden einschließlich aller Materialaufwendungen, dem Transport und aller Umwandlungsschritte. Andere klimaschädliche Emissionen wie z. B. Methan wurden dabei in sog. CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Im Vergleich zum Referenzjahr 1990 ist insgesamt ein Rückgang der energiebedingten Treibhausgasemissionen um rd. 9 % zu verzeichnen, wobei hier die überproportionale Steigerung des Stromverbrauches mit seinem hohen spezifischen Emissionsfaktor besonders zu Buche schlägt¹³. Die Emissionen pro Einwohner/in sind im Laufe der letzten 15 Jahre von 10,8 auf 9,8 t pro Kopf zurückgegangen.

Beim Wärmeverbrauch ist insgesamt ein 19-prozentiger Rückgang der Emissionen festzustellen. Bei den privaten Haushalten gehen die heizenergiebedingten CO₂-Emissionen „nur“ um 15 % zurück, um den Wohnflächenzuwachs von 10 % bereinigt, sind es jedoch 23 %. Ursachen sind sowohl die verbesserte Energieeffizienz als auch die Steigerung der Fernwärme- und Erdgasquote zu Lasten des Heizöl- und Kohleeinsatzes. Die strombedingten CO₂-Emissionen steigen bei den Haushalten dagegen überproportional auf 114 % an. Die zunehmende Geräteausstattung (v. a. PC, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Mikrowelle und Videorecorder mit einem Zuwachs in den letzten 10 Jahren von +60 % bis +210 %)¹⁴ und der Anstieg der Zahl der Haushalte um 9 % konnten hier durch Effizienzsteigerung und Energiesparen nicht ausgeglichen werden.

CO ₂ -Bilanz 1990 [kt/a]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	301	98	0	58	404	860	1241	2102
Kleinverbrauch	281	86	10	261	45	683	1114	1797
private Haushalte	692	24	89	192	62	1059	565	1625
Summe	1274	208	99	511	510	2602	2921	5523

CO ₂ -Bilanz 2005 [kt/a]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	251	65	0	26	317	660	1189	1849
Kleinverbrauch	369	85	3	79	4	540	1113	1653
private Haushalte	734	34	34	91	3	895	642	1537
Summe	1354	185	37	195	324	2095	2944	5039

CO ₂ -Bilanz 2005 [% bezogen auf 1990]	GAS	FW	HEIZ- STROM	HEIZÖL	SONSTIGE	SUMME WÄRME	STROM	SUMME
Industrie	83 %	67 %	–	45 %	79 %	77 %	96 %	88 %
Kleinverbrauch	131 %	100 %	28 %	30 %	8 %	79 %	100 %	92 %
private Haushalte	106 %	139 %	38 %	47 %	5 %	85 %	114 %	95 %
gesamt	106 %	89 %	37 %	38 %	64 %	81 %	101 %	91 %

Tabelle 6 | CO₂-Bilanz für die Landeshauptstadt Hannover 1990 bis 2005 in 1000 t/a

12 Dabei spielt die Quelle für die verwendeten Emissionsfaktoren eine wichtige Rolle. Den Berechnungen dieser Bilanzierung liegen Ergebnisse des Programms GEMIS in der aktuellen Version 4.3 zugrunde, die an die speziellen Gegebenheiten in Hannover (v. a. Kraftwerksstruktur der Stadtwerke) angepasst wurden. Die unter „sonstige“ subsummierten Brennstoffe wurden einheitlich mit dem Emissionsfaktor für Kohle verrechnet. Die Emissionsfaktoren für die eingesetzten Brennstoffe, die aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in den GEMIS-Versionen seit 1997 teilweise deutlich angehoben wurden, wurden für die Berechnung rückwirkend angepasst, d.h. es wurden für alle dargestellten Jahre die gleichen Brennstoff-Emissionswerte verwendet.

13 Obwohl sich der Emissionsfaktor für Strom seit 1990 wegen des deutlich gestiegenen KWK-Anteils von 1056 auf 911 g/kWh verbessert hat, sind die strombedingten Emissionen wegen des höheren Verbrauchs noch um 1 % gestiegen.

14 Bundesdurchschnittswerte 2003 ggü. 1993 nach der Umweltökonomischen Gesamtrechnung 2006 des Statistischen Bundesamtes [9].

2.5 Vergleich zu anderen deutschen Städten und zum bundesweiten Trend

Ein Vergleich der CO₂-Bilanz von Hannover mit anderen Kommunen bzw. der bundesweiten Entwicklung [10] ist insofern problematisch, als die verwendete Methodik meist unterschiedlich ist, die Ergebnisse oft nur unzureichend dokumentiert sind und die Ausgangssituation sehr verschieden sein kann. Insbesondere die Angaben zur CO₂-Belastung aus der Stromerzeugung sind oft nicht vergleichbar: je nachdem ob die betrachteten Städte über eigene EVU bzw. Kraftwerke verfügen bzw. welche Bilanzgrenze gewählt wurde (Territorialbezug oder Verursacherprinzip), gehen die Emissionen aus der Stromerzeugung in unterschiedlichem Umfang und mit verschiedenen CO₂-Faktoren in die Bilanz ein. Auch sind nicht alle Bilanzen witterungsbereinigt.

Hannover hatte wegen des bereits schon 1990 sehr hohen Anteils der besonders umweltfreundlichen Energieträger Erdgas und Fernwärme (bei den privaten Haushalten 2005 zusammen 96 % im Vergleich zum deutschen Durchschnittswert von 59 %) unter Klimaschutzgesichtspunkten eine vergleichsweise günstige Ausgangsposition, so dass der Spielraum für weitere Verbesserungen automatisch geringer ausfällt. Außerdem war der KWK-Anteil bei der Stromerzeugung der Stadtwerke bereits 1990 überdurchschnittlich.

Angaben anderer Kommunen sind daher hinsichtlich ihrer Vergleichbarkeit kritisch zu hinterfragen. Ein Vergleich mit dem von der Bundesregierung angegebenen Rückgang des deutschen CO₂-Ausstoßes in Höhe von 19 % (2004 im Vergleich zu 1987) ist insofern irreführend, als dieser nicht witterungsbereinigt und überwiegend auf den Zusammenbruch der ostdeutschen Wirtschaft im Jahr 1990 zurückzuführen ist.

Etwas einfacher wird der interkommunale Vergleich, wenn man statt der CO₂-Emissionen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) zu Grunde legt¹⁵ und diesen Wert auf den jeweils dokumentierten Zeitraum bezieht. Bei dieser Betrachtung schneidet Hannover im Vergleich zu anderen Klimabündnis-Kommunen und der gesamtdeutschen Entwicklung, wie Abbildung 5 zeigt, sehr gut ab.

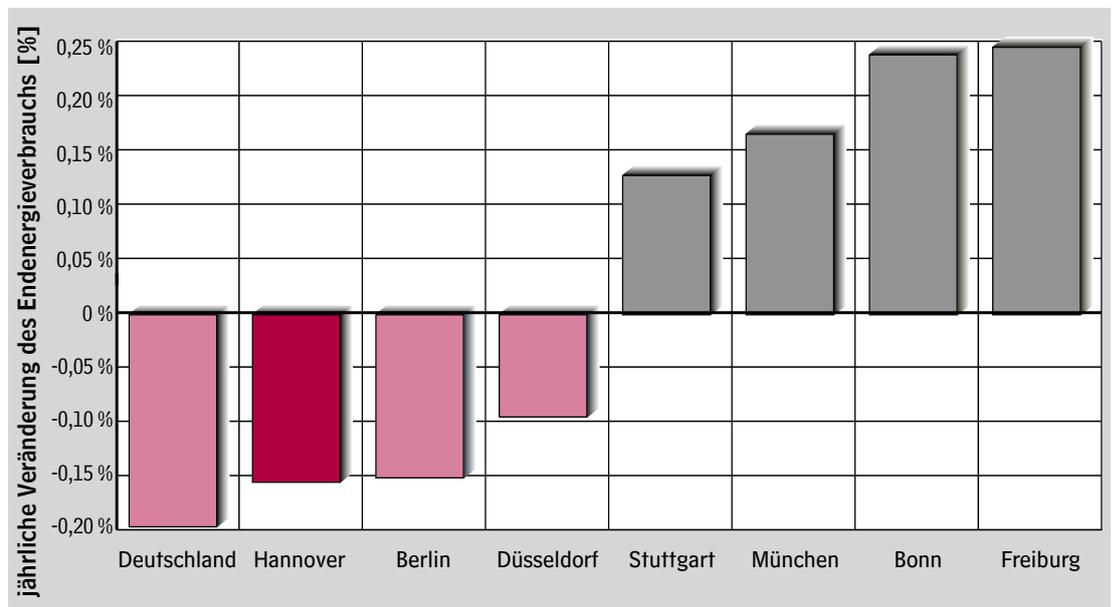


Abbildung 5 | durchschnittliche jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) in verschiedenen Kommunen und in Deutschland

¹⁵ Durch die reine Addition von Strom und Heizenergie zu einem gemeinsamen Endenergiewert gehen aber auch bei dieser Form der Darstellung Detailinformationen verloren.

2.6 Zusammenfassung

Insgesamt muss festgestellt werden, dass Hannover sein Klimaschutzziel trotz erheblicher Einsparbemühungen deutlich verfehlt hat. Obwohl die spezifischen CO₂-Emissionen pro Kopf der Bevölkerung in der Landeshauptstadt seit 1990 um immerhin 9 % zurückgegangen sind, konnte das hochgesteckte Ziel einer Emissionsminderung bei den Treibhausgasen um 25 % nicht einmal zur Hälfte erreicht werden.

Trotzdem war die Klimaschutzpolitik der Landeshauptstadt dort, wo ein unmittelbarer oder mittelbarer Einfluss der Stadt besteht (städtische Gebäude, Arbeit der Leitstelle Energie und Klimaschutz und der Klimaschutzagentur bei der Energieberatung, proKlima-Förderprogramme, Steigerung des KWK-Anteils bei den Stadtwerken) im Rahmen der kommunalen Einflussmöglichkeiten erfolgreich.

Als positive Entwicklungen sind festzustellen:

- Deutlicher Rückgang des Heizenergieverbrauchs um 9 % trotz Wirtschaftswachstum und 10 % mehr Wohnfläche.
- Ausbau des umweltfreundlichen Fernwärmeabsatzes um 21 % im Wesentlichen zu Lasten des Heizöleinsatzes (Rückgang um 62 %), Rückgang der Nachtstromspeicherheizungen um 57 % (Anteil am Heizenergieverbrauch der Haushalte unter 1 %).
- Ausbau des Kraftwärmekopplungs-Anteils bei der Stromerzeugung in den Kraftwerken der Stadtwerke Hannover auf 30 % und Zubau von 6,25 MWel dezentraler BHKW.
- Deutlicher Zuwachs bei den regenerativen Energien: Anstieg der Stromerzeugung (ohne Abfall- und Abwasserbereich) um rd. 12.500 MWh, Zubau von rd. 400 Solarkollektoranlagen.

Als negative Trends sind v. a. zu nennen:

- Starker Anstieg des Stromverbrauchs (insgesamt um 17 %, bei den privaten Haushalten sogar um 32 %).
- Erhöhter Einsatz des Kohlekraftwerks Mehrum (Verdopplung des Strombezugs auf 39 % der Netzeinspeisung) zur Deckung des gestiegenen Stromabsatzes der Stadtwerke Hannover mit entsprechend negativem Einfluss auf den Strom-Emissionsfaktor.

Auch wenn weitere Verbesserungen bei der Klimabilanz durch Maßnahmen im kommunalen Handlungsbereich (Energieberatung, least-cost-planning, weiterer Ausbau der Fernwärmenutzung und Verstärkung der dezentralen Kraftwärmekopplung (BHKW), energetische Optimierung des kommunalen Gebäudebestandes) möglich und notwendig sind, ist der Einfluss ohne begleitende Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene begrenzt.

2.7 Quellenangaben

- [1] Kommunales Klimaschutzprogramm für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz, Heft Nr. 13, Hannover 1996
- [2] GERTEC GmbH und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Maßnahmenorientierte Fortschreibung der CO₂-Studie Großraum Hannover und Entwicklung einer fortschreibungsfähigen CO₂-Bilanz, Hannover und Wuppertal 2000
- [3] diverse Auswertungen und Unterlagen der Landeshauptstadt Hannover (Leitstelle Energie und Klimaschutz, Bereich Wahlen und Statistik, Fachbereich Gebäudemanagement) sowie der Abfallwirtschaft Region Hannover
- [4] Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht der Stadtwerke Hannover AG 2005 sowie zusätzliche Angaben und Auswertungen der Abteilungen Energiewirtschaft/Grundsatzplanung, Vertrieb und Handel: sowie der Abteilung Kundendatenreporting
- [5] Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden für das Jahr 2005, Niedersächsisches Landesamt für Statistik
- [6] Auswertung von 49 Fragebögen einer Umfrage unter Dienstleistungsbetrieben in der Landeshauptstadt Hannover
- [7] Auswertung der genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen nach § 1 BImSchV, Schornsteinfegerinnung Hannover (eigene Recherche 2006)
- [8] Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.3 (www.gemis.de)
- [9] Umweltökonomische Gesamtrechnung 2006, Statistisches Bundesamt
- [10] Auswertung verschiedener Energie- und Klimabilanzen (Quelle: Klimabündnis sowie Internetrecherche)

3

GIS-basierte Erstellung einer CO₂-Bilanz für die Quellgruppe Verkehr (Bezugsjahr 2005)



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5 A
30161 Hannover

Telefon 0511 - 388 72 00

Fax 0511 - 388 72 01

www.geo-net.de

Peter Trute, Christa Ething

E-Mail trute@geo-net.de

3.1 Einführung

Im Auftrag der Stadt Hannover sollen die CO₂-Emissionen der Quellgruppe Verkehr für das Bezugsjahr 2005 ermittelt werden. Auf Grundlage von Verkehrsdaten des Stadtgebietes werden die Gesamtemissionen an CO₂ und CO₂-Äquivalenten des motorisierten Straßenverkehrs auf Basis des Handbuchs Emissionsfaktoren 2.1 berechnet. Aus dem Bereich des öffentlichen Verkehrs sollen die CO₂-Emissionen des ÜSTRA Bahnverkehrs sowie die von den Einwohnern der Stadt Hannover verursachten CO₂-Emissionen des Bahnverkehrs und des Flughafens Hannover ermittelt werden. Ein Vergleich der Ergebnisse der aktuellen CO₂-Bilanzierung mit Ergebnissen der Bilanzierung für 1990 soll schließlich Aufschluss über die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den letzten 15 Jahren geben.



3.2 CO₂-Bilanz des motorisierten Straßenverkehrs für das Jahr 2005

Zur Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs wurden von der Stadt Hannover Prognosedaten des Verkehrsmodells „VISUM“ zum Verkehrsaufkommen für das Jahr 2002 zur Verfügung gestellt.

Nach Veröffentlichungen des Niedersächsischen Landesamtes für Statistik (2004) hat sich der Bestand zugelassener Kraftfahrzeuge von 2002 bis 2004 nicht wesentlich verändert. Während die Stadt Hannover in diesem Zeitraum einen leichten Rückgang in den Zulassungszahlen aufweist (-0,3 %), stieg der Kfz-Bestand in der Region Hannover um 1,1 % leicht an. Nach Angaben der Statistikstelle der Stadt Hannover, betrug die Anzahl zugelassener Pkw in der Stadt Hannover für das Jahr 2005 214.851 Fahrzeuge.

Die zur Verfügung gestellten Verkehrsdaten des Prognosemodells für das Jahr 2002 wurden zusätzlich mit Verkehrszählungen einiger Straßenabschnitte aus

dem Jahr 2005 verglichen (ARGUS, 2005; SCHNÜLL, HALLER U. PARTNER, 2005). Modellwerte und Zähldaten lagen dabei in der gleichen Größenordnung. Der Ermittlung der CO₂-Emissionen wurden daher die prognostizierten Verkehrszahlen und -situationen für das Jahr 2002 zu Grunde gelegt.

Die berücksichtigten Straßenabschnitte im Stadtgebiet Hannover wurden in die in Tabelle 7 aufgeführten Verkehrssituationen eingeteilt. Die Bezeichnungen der Verkehrsmodi entsprechen den Vorgaben im Handbuch Emissionsfaktoren 2.1 (UBA, 2004), wo noch weiterführende Erläuterungen zu den einzelnen Verkehrssituationen zu finden sind. Mit den vorliegenden mittleren Verkehrsbelastungen (DTV) der einzelnen Straßenabschnitte wurden durchschnittliche tägliche CO₂-Emissionen auf Grundlage des Handbuchs Emissionsfaktoren 2.1 für jeden Abschnitt für das Bezugsjahr 2005 berechnet. Die Emissionen des Handbuchs entsprechen den tatsächlich am Ort freigesetzten Emissionen der Fahrzeuge und werden als derzeitiger Stand der Technik auch für die Bewertungen von verkehrsbedingten Immissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren verwendet. Zur Bestimmung der Gesamtemissionen des Individualverkehrs wurden alle Emissionen aufsummiert und auf eine Jahresfracht an CO₂ hochgerechnet.

In den Tabellen 7 und 8 sind die wesentlichen Eingangsdaten zusammengefasst. Eine detaillierte Auflistung aller berücksichtigten Straßenabschnitte liegt der Stadt Hannover als Anlage zu dieser Studie vor.

In Tabelle 8 sind für jede Verkehrssituation die aufsummierten Streckenlängen aufgeführt sowie die dazugehörigen Fahrleistungen (Kraftfahrzeuge pro Tag x Streckenlänge) und CO₂-Emissionen gemäß Handbuch Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2005. In dem in der Tabelle aufgeführten Lkw-Anteil am gesamten Kfz-Aufkommen sind leichte und schwere Nutzfahrzeuge sowie Busse zusammengefasst.

In den Abbildungen 6 und 7 im Anhang sind die Eingangsdaten noch einmal graphisch dargestellt. Abbildung 6 zeigt die Verkehrssituationen der berücksichtigten Straßenabschnitte, während in Abbildung 7 die dazugehörige Anzahl von Fahrzeugen (DTV: daily traffic value, durchschnittliche Anzahl von Kfz pro Tag), die den jeweiligen Abschnitt täglich passieren, dargestellt ist. Abbildung 8 (s. Anhang) zeigt die für die einzelnen Straßenabschnitte berechneten CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr und Kilometer.

Auf Grundlage dieses Datenmaterials errechnen sich als Gesamtemissionen 786.487 t/a direkte CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs für das Jahr 2005 in der Stadt Hannover. Davon werden 283.135 t/a durch Lkw/Busse emittiert (36%), 503.352 t/a durch Pkw emittiert (64%).

Aus der Auflistung in Tabelle 8 lässt sich der Anteil der einzelnen Verkehrssituationen an der Gesamtemission entnehmen. Auffällig ist der hohe Emissionsbeitrag der

Fahrsituation	Beschreibung
AB_100	Autobahn, Tempolimit 100 km/h
AB_120	Autobahn, Tempolimit 120 km/h
AB_80	Autobahn, Tempolimit 80 km/h
IO_HVS>50_1	Hauptverkehrsstraße/Landstraße, Tempolimit > 50 m/h, geringe Störungen
IO_HVS>50_2	Hauptverkehrsstraße/Landstraße, Tempolimit > 50 m/h, mittlere Störungen
IO_HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrtberechtigt, ohne Störungen
IO_HVS2	Ortsdurchfahrt, vorfahrtberechtigt, geringe Störungen
IO_HVS3	Ortsdurchfahrt, vorfahrtberechtigt, mittlere Störungen
IO_HVS4	Ortsdurchfahrt, vorfahrtberechtigt, starke Störungen
IO_LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störung
IO_LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störung
IO_LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störung
AO	Außerortverkehr – Durchschnitt
IO	Innerortverkehr – Durchschnitt

Tabelle 7 | In der Bilanzierung berücksichtigte Verkehrssituationen

Autobahnabschnitte: Für die Autobahnen, die mit einer berücksichtigten Streckenlänge von 60,2 km nur etwa 15 % des betrachteten Straßennetzes ausmachen, errechnet sich ein CO₂-Ausstoß von 359.215 t/Jahr, entsprechend einem Anteil von ~ 46 % am Gesamtausstoß des Individualverkehrs der Stadt Hannover. Gerade diese Emissionen werden zum größten Teil durch Fernverkehr und auch durch Pendler aus dem Umland verursacht und nicht primär durch die Einwohner der Stadt.

Zusätzlich wurden auf Grundlage des Handbuch Emissionsfaktoren (UBA, 2004) Emissionen von Methan (CH₄) durch den Individualverkehr berechnet. Die Klimawirkung des emittierten Methans wird dabei auf die Wirkung einer entsprechenden Menge Kohlendioxids umgerechnet. Dabei hat eine Tonne Methan die Klimawirkung von 21 Tonnen CO₂. Hieraus ergeben sich für das Bezugsjahr 2005 zusätzliche Emissionen von CO₂-Äquivalenten von 249 t CO₂ pro Jahr.

In der Summe errechnet sich unter Berücksichtigung der CO₂-Äquivalente von Methan für 2005 ein Gesamtausstoß von 786.736 Tonnen CO₂-Äquivalenten für den motorisierten Straßenverkehr.

Fahrsituation	Streckenlänge Summe in km	Fahrleistung in km/Tag	Lkw-Anteil* in %	CO ₂ -Emissionen in t/Jahr
AB_100	20,3	982.979	14,65	87.592
AB_120	27,6	2.339.386	17,45	225.310
AB_80	12,3	570.278	13,82	46.313
IO_HVS>50_1	8,5	343.563	12,43	23.528
IO_HVS>50_2	3,9	131.162	13,30	10.671
IO_HVS1	13,4	118.655	12,96	8.119
IO_HVS2	36,0	469.555	13,02	37.594
IO_HVS3	4,0	53.636	16,17	4.874
IO_HVS4	0,3	10.868	14,29	1.080
IO_LSA1	24,6	412.179	13,86	35.948
IO_LSA2	25,9	742.260	15,44	76.877
IO_LSA3	1,3	55.327	15,92	5.888
AO	35,9	472.028	14,20	38.136
IO	181,8	1.854.269	12,79	184.557
Summe	395,8	8.556.145	–	786.487

* inklusive Busse

Tabelle 8 | Fahrleistungen und CO₂-Emissionen des Individualverkehrs – Stand 2005

3.3 Vergleich der CO₂-Bilanzen des Straßenverkehrs 1990/2005

Datengrundlage 1990

Das Verkehrsaufkommen des Individualverkehrs im Großraum Hannover wurde für die CO₂-Minderungsstudie des Großraum Hannover (Region Hannover, 1992) weitgehend aus Analysen des Zweckverband Großraum Hannover (ZGH, 1990) übernommen. Die Daten basieren auf der Verkehrsmengenkarte Niedersachsen von 1985 und Zählungen der Stadt Hannover von 1987. Die Fahrleistung der Autobahnen wurde vom ZGH auf Basis der Verkehrszählung 1990 geschätzt. Aufgrund der starken Zunahme des überregionalen Verkehrs nach Öffnung der innerdeutschen Grenze wurde diese, nach Einschätzung der Fallstudie, eher unterschätzt.

Insgesamt hat sich im Zeitraum vor der Bilanzierung 1990 die Fahrleistung im Großraum Hannover kontinuierlich nach oben entwickelt. Der Bestand zugelassener Kraftfahrzeuge erhöhte sich zwischen 1985 und 1990 im Landkreis um rund 50.000 Fahrzeuge, in der Landeshauptstadt um rund 25.000. Dies entspricht einer Steigerung um mehr als 15 % im 5-Jahres-Zeitraum. Nach Angaben der Statistikstelle der Stadt Hannover, betrug die Anzahl zugelassener Pkw in der Stadt Hannover für das Jahr 1990 199.624 Fahrzeuge.

Stadt Hannover 1990: Fahrleistung in km/Tag

Autobahnen	1.545.426
Bundesstraßen	1.563.247
Landesstraßen	192.151
Kreisstraßen	56.277
Hauptstraßen	3.147.366
Sonstige Straßen	6.289.426
insgesamt	7.834.852

Table 9 | Fahrleistungen des Individualverkehrs in km/Tag – Stand 1990

Die Emissionen des Individualverkehrs wurden in der CO₂-Minderungsstudie des Großraum Hannover (Region Hannover, 1992) auf Basis des Kraftstoffverbrauches abgeschätzt (Entsprechend Schätzungen des Umweltbundesamtes, UBA 1987). Für die CO₂-Emissionen wurde ein linearer Zusammenhang bezogen auf den Kraftstoffverbrauch unterstellt (3,125 g CO₂/g Kraftstoff). In der Studie (Region Hannover 1992) wurden für das Bezugsjahr 1990 keine CO₂-Äquivalente ermittelt.

Die in der Tabelle 9 aufgeführten Fahrleistungen wurden der CO₂-Minderungsstudie 1990 (Region Hannover, 1992) zu Grunde gelegt. Die genaue Berechnung der CO₂-Emissionen ist nicht nachvollziehbar, da hierfür benötigte Informationen zu Fahrsituationen und Lkw-Anteilen in der Studie von 1992 nicht angegeben sind.

Abschätzung der Entwicklung der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs 1990/2005

Da die einzelnen Fahrsituationen sowie Lkw Anteile, die der Studie für 1990 zu Grunde liegen, nicht genau bekannt sind, sollen an dieser Stelle die CO₂-Emissionen für das Jahr 1990 ebenfalls auf Grundlage des Handbuchs Emissionsfaktoren 2.1 (UBA, 2004) ermittelt werden. Damit werden beide Bilanzierungen auf eine möglichst einheitliche und damit vergleichbare Datengrundlage gestellt.

Zu einer Analyse der Entwicklung der CO₂-Emissionen durch den Kfz-Verkehr wird zunächst die Entwicklung des Kraftstoffverbrauches betrachtet. Die in der folgenden Tabelle 10 aufgeführten Kraftstoffverbräuche und Emissionsfaktoren für Kohlendioxid und Methan wurden dem Handbuch Emissionsfaktoren 2.1 für die Bezugsjahre 1990 und 2005 entnommen. Die CO₂-Emissionen sind dabei proportional zum Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge. In dem betrachteten Zeitraum von 15 Jahren hat der Kraftstoffverbrauch der Pkw pro Fahrstrecke im Durchschnitt um 16 % abgenommen, der Verbrauch der Lkw um 10 %. Die direkten CO₂-Emissionen haben sich damit um den gleichen Faktor vermindert. Den Abnahmen der Emissionen pro gefahrener Strecke steht einer Zunahme der im Stadtgebiet zugelassenen Pkw von etwa 8 % sowie ein Anstieg der Fahrleistungen von 9 % gegenüber.

Die CO₂-Emissionen für die Bezugsjahre 1990 und 2005 werden im Folgenden über das gleiche Berechnungsverfahren ermittelt, um einen Vergleich auf Grundlage eines einheitlichen Berechnungsverfahrens zu erhalten. Für beide Bilanzierungen wird ein Lkw-Anteil von 14,5 % am Verkehrsaufkommen angenommen. Unter Annahme dieses Lkw-Anteils lässt sich der detailliert berechnete CO₂-Gesamtausstoß für das Jahr 2005 rekonstruieren. Für die angegebenen Gesamtfahrleistungen der beiden Bilanzierungen wird dann auf Grundlage der in Tabelle 10 angegebenen durchschnittlichen Emissionsfaktoren für CO₂ und CH₄ (Methan) die CO₂-Gesamtemission inklusive Äquivalenten für das jeweilige Bezugsjahr ermittelt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt.

Die Abschätzung der Emissionen für die Bezugsjahre 1990 und 2005 auf Grundlage einheitlicher Berechnungsverfahren ergibt für den Zeitraum 1990 – 2005 eine Abnahme der CO₂-Emissionen des Individualverkehrs von 6 % trotz Zunahme des Verkehrsaufkommens um 9 %.

		1990	2005	Veränderung gegenüber 1990
Zugelassene Pkw	Pkw	199.624	214.851	+ 8 %
Fahrleistung in km/Tag	Kfz	7.834.852	8.556.145	+ 9 %
durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch in g/km	Pkw	67	56	- 16 %
CO ₂ -Emissionsfaktor in g/km	Lkw	240	216	- 10 %
(gerundet)	Pkw	212	177	- 16 %
CO ₂ -Emission gesamt in t/a	Lkw	764	686	- 10 %
CH ₄ -Emissionsfaktor in g/km	Kfz	834.656	783.252	- 6 %
(durchschnittliche Fahrsituation)	Pkw	0,03	0,003	- 90 %
Emissionen CO ₂ -Äquivalente gesamt in t/a	Lkw	0,02	0,009	- 55 %
	Kfz	836.371	783.506	- 6 %

Table 10 | Abschätzung der CO₂-Emissionen auf Grundlage der Gesamtfahrleistungen

3.4 CO₂-Emissionen durch den öffentlichen Nahverkehr der ÜSTRA-Bahnen

Der Strom-Energieverbrauch der ÜSTRA für den Fahrbetrieb ihrer U-Bahnen und Straßenbahnen im Stadtgebiet von Hannover beträgt nach Angaben der Stadt Hannover für das Jahr 2005 70.865 MWh (von den Stadtwerken gelieferter Fahrstrom). Hieraus ergeben sich mit Hilfe der CO₂-Emissionsfaktoren für die Erzeugung von Strom (s. Tabelle 11, Stadt Hannover, 2007) unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten CO₂-Emissionen durch den Betrieb der ÜSTRA-Bahnen von 64.558 t/a für das Jahr 2005.

In der Minderungsstudie (Region Hannover, 1992) wird für 1990 für die ÜSTRA-Bahnen ein CO₂-Ausstoß von 58.890 t angegeben. Die Betrachtung von CH₄ direkt und aus der vorgelagerten Kette wurde bei dieser Berechnung allerdings ausgeklammert. Ein direkter Vergleich der ermittelten CO₂-Emissionen ist somit nicht sinnvoll. Aus diesem Grund werden die CO₂-Emissionen für das Jahr 1990 ebenfalls über den, in der Minderungsstudie 1990 (Region Hannover, 1992) angegebenen Stromverbrauch der ÜSTRA-Bahnen und die CO₂-Emissionsfaktoren für die Erzeugung von Strom (Stadt Hannover, 2007) unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten berechnet.

Tabelle 11 stellt die auf der gleichen Datenbasis berechneten Emissionen der Jahre 1990 und 2005 unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten gegenüber.

Zur Beurteilung der Entwicklung der Betriebsleistungen werden Angaben zu Fahrleistungen und Fahrgastzahlen der ÜSTRA-Bahnen im gesamten Streckennetz der Region Hannover verglichen, das über die Stadtgrenzen hinausgeht. Daten hierzu wurden vom GVH (Großraum-Verkehr Hannover) 2005 veröffentlicht. Die Daten wurden für den Zeitraum von 1970 bis 2004 ausgewertet, so dass hier die Veränderungen in dem Zeitraum von 14 Jahren (von 1990 bis 2004) betrachtet werden. Als Maß für die Betriebsleistung der ÜSTRA-Bahnen werden „Platz-Kilometer“ und „Personenkilometer“ angegeben. Der Wert der „Platz-Kilometer“ entspricht der Summe aus den Plätzen einer Bahn und der zurückgelegten Fahrstrecke, ein Personenkilometer ist der zurückgelegte Kilometer pro Fahrgast. In Tabelle 12 sind Daten zur Entwicklung der Betriebsleistungen zusammengefasst.



Aus den Daten wird ersichtlich, dass die ÜSTRA ihre Beförderungskapazität in dem betrachteten 14-Jahre-Zeitraum deutlich erhöht hat. Der Zunahme der Platzkilometer der ÜSTRA-Bahnen von 31 % steht allerdings eine Zunahme der tatsächlich gefahrenen Personenkilometer für alle öffentlichen Nahverkehrsmittel von nur 4 % gegenüber. Durch den deutlich geringeren Stromverbrauch der neuen Bahnen sind trotz Erhöhung der Beförderungskapazität die CO₂-Emissionen deutlich gesunken.

Die Auswertung der Stromverbräuche der Stadtbahnen im Stadtgebiet von Hannover zeigt einen Rückgang der CO₂-Emissionen in der Größenordnung von 22 % bei einer gleichzeitigen Erhöhung der Beförderungskapazität von 31 %.

	1990	2005	Veränderung gegenüber 1990
ÜSTRA-Fahrstrom in MWh	78.000	70.865	- 9 %
CO ₂ -Emissionsfaktor	1,0564	0,9110	-
CO ₂ -Emission gesamt in t/a	82.399	64.558	- 22 %

Tabelle 11 | CO₂-Emissionen (inkl. Äquivalenten) durch den Betrieb der ÜSTRA-Bahnen

	1990	2004	Veränderung gegenüber 1990
Platz-Kilometer der ÜSTRA-Bahnen in Millionen	2.802	3.667	+ 31 %
Personen-Kilometer im gesamten ÖPNV der Region in Millionen	1.335	1.391	+ 4 %

Tabelle 12 | Betriebsleistungen der ÜSTRA-Bahnen in der Region Hannover



3.5 CO₂-Emissionen durch den Bahnverkehr

Detaillierte Daten zu Fahrgastzahlen und Stromverbräuchen für den Bahnverkehr stehen für den Bereich der Stadt oder Region Hannover leider nicht zur Verfügung. Die CO₂-Emissionen durch den Bahnverkehr (Nah- und Fernverkehr) sollen deshalb anhand von statistischen Zahlen für den gesamtdeutschen Bahnverkehr und einer Gewichtung mit der Einwohnerzahl der Stadt Hannover (Niedersächsisches Landesamt für Statistik, 2006) abgeschätzt werden. Vom Umweltbundesamt wurden hierfür Daten zur Verfügung gestellt, Emissionen von CO₂-Äquivalenten sind in diesen Daten nicht enthalten. Tabelle 13 fasst die Entwicklung im Bahnverkehr zusammen.

Die für das Jahr 1990 zur Verfügung gestellten Verkehrswerte sind mit Unsicherheiten belastet, da die Verkehrstatistik für das erste gesamtdeutsche Jahr 1990 vom Umweltbundesamt als problematisch eingestuft wird. Als Trend lässt sich aber auch für diesen Bereich des Verkehrs trotz Erhöhung der Beförderungskapazitäten ein deutlicher Rückgang der CO₂-Emissionen vermerken. Für die Stadt Hannover ergeben sich aus dieser Abschätzung CO₂-Emissionen durch den Bahnbetrieb von 35.590 t/a für das Jahr 2005.

Im Vergleich mit den Emissionen des Jahres 1990 wurde ein Rückgang der CO₂-Emissionen durch den Bahnbetrieb von etwa 17 % abgeschätzt.

	1990	2005	Veränderung gegenüber 1990
Gefahrene km pro Einwohner (bundesweit)	774	909	+ 17 %
CO ₂ -Emissionen pro Kopf in kg	84	69	- 18 %
Einwohner der Stadt Hannover	513.000	515.800	+ 0,5 %
CO ₂ -Emissionen in Tonnen durch Einwohner der Stadt Hannover	43.092	35.590	- 17 %

Tabella 13 | Entwicklungen der CO₂-Emissionen im Bahnverkehr

3.6 CO₂-Emissionen durch den Flugbetrieb

Im Zeitraum 1990 bis 2005 haben sich die von Einwohnern der Bundesrepublik geflogenen Kilometer mehr als verdoppelt, so dass die Zunahme des CO₂-Ausstoßes für den Bereich Flugverkehr besonders hoch ausfällt. Während, laut statistischem Bundesamt, 1990 von Einwohnern der Bundesrepublik etwa 134.815 Millionen km geflogen wurden, betrug die zurückgelegte Flugstrecke im Jahr 2005 schon 328.000 Millionen km. Die Anzahl der beförderten Passagiere hat sich in dem betrachteten Zeitraum ebenfalls mehr als verdoppelt. Der Anstieg des Kerosinverbrauches wurde Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen entnommen. Die Tabelle 14 fasst die bundesweite Entwicklung im Flugverkehr zusammen.

Der berechnete Wert für getanktes Kerosin pro Personenkilometer entspricht nicht dem tatsächlichen Kerosinverbrauch der Flugzeuge. Die Abnahme dieses Wertes zeigt nur den Trend zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch der Flugzeuge auf. Die Abnahme im Kraftstoffverbrauch pro Personenkilometer um 27 % ist zudem nicht als Absolutwert zu bewerten, da eine Veränderung im Tankverhalten der Fluggesellschaften (Anteil des Tankens im Ausland) diesen Wert mit beeinflusst. Die Auflistung verdeutlicht aber, dass in dem betrachteten Zeitraum der enorme Zuwachs im Flugverkehr trotz Abnahme des Kerosinverbrauches pro geflogenem Personenkilometer insgesamt zu einer deutlichen Zunahme im Kraftstoffverbrauch um 76 % und somit auch zu einer entsprechenden Erhöhung des CO₂-Ausstoßes von ebenfalls 76 % führt.



	1990	2005	Veränderung gegenüber 1990
Passagiere	66.953.577	147.972.938	+ 121 %
geflogene Personenkilometer in Millionen	134.815,464	328.000,197	+ 143 %
geflogene km pro Einwohner	1.690	3.978	+ 135 %
getanktes Kerosin in t, gesamt	4.558.000	8.023.000	+ 76 %
getanktes Kerosin pro 100 Personenkilometer in kg	3,4	2,5	- 27 %

Tabelle 14 | Entwicklungen im Flugverkehr bundesweit

Auf dem Flughafen Hannover wurden nach Angaben der Stadt Hannover im Jahr 2005 156.320 Tonnen Kerosin getankt. Etwa 1/3 der Fluggäste des Flughafens sind nach Angaben der Stadt Hannoveraner, so dass sich für die Einwohner der Stadt Hannover insgesamt ein Kerosinverbrauch von 52.106 t abschätzen lässt. Unter Annahme eines Emissionsfaktors für CO₂-Äquivalente (Methan und Lachgas) von 3,2 g CO₂/g Kerosin (IFEU, 2006) berechnet sich daraus ein CO₂-Ausstoß durch den Flugbetrieb von etwa 166.741 t/a für das Jahr 2005.

Nach Angaben des Umweltbundesamtes beträgt der für den zivilen Flugverkehr benötigte Kerosinverbrauch der Bundesrepublik pro Kopf 97,5 kg (in 2005). Bei einer Gewichtung mit der Einwohnerzahl der Stadt Hannover von etwa 515.800 (Niedersächsisches Landesamt für Statistik, 2006) ergibt sich daraus als Abschätzung ein Verbrauch an Flugkraftstoff von 50.291 t. **Hieraus errechnet sich ein CO₂-Äquivalentausstoß durch den Flugbetrieb von etwa 160.930 t/a für das Jahr 2005.**

Der so berechnete Wert liegt in der gleichen Größenordnung wie der zuvor ermittelte Wert für den Flughafen Hannover. Da die Flugzahlen der Hannoveraner nicht exakt bekannt sind, wird in der Klimabilanz der geringere Wert von 160.930 t/a angesetzt.

Neben CO₂ werden auch andere Schadstoffe wie Stickoxide, Partikel und Schwefel emittiert, die, in größeren Höhen freigesetzt, auch eine klimarelevante Wirkung haben können. Die Klimawirksamkeit dieser Emissionen und die Effekte der einzelnen emittierten Schadstoffe hängen stark von der Flughöhe und dem Zustand der Atmosphäre ab. Die Klimawirkung der verschiedenen emittierten Stoffe können auf diejenigen des Kohlendioxids mithilfe des so genannten „Radiative Forcing Index“ (RFI) umgerechnet werden. Der RFI liegt im Wertebereich zwischen 2 und 4 (IPCC, 1999). In großen Reishöhen (> 9 km über NN), ist der Effekt dieser Emissionen deutlich höher als beispielsweise für Kurzstreckenflüge in geringeren Reishöhen. Eine Bewertung der unterschiedlichen Wirksamkeit der emittierten Stoffe in Abhängigkeit von der Reishöhe ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Es bleibt aber zu bedenken, dass die Emissionen der Flugzeuge eine deutlich höhere Klimawirkung haben, als Emissionen „bodenständiger“ Fahrzeuge.

Die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes durch den Flugverkehr der Hannoveraner in dem betrachteten 15 Jahre Zeitraum soll anhand der bundesweiten Entwicklung

abgeschätzt werden. Im Durchschnitt wurden nach Angaben des UBA im Jahr 1990 etwa 57 kg Kerosin pro Einwohner verbraucht. Bei einer Einwohnerzahl von

Hannover im Jahr 1990 von ca. 513.000 berechnet sich daraus ein Kerosinverbrauch von 29.241 Tonnen.

	1990	2005	Veränderung gegenüber 1990
CO ₂ -Emission gesamt in t/a	93.571	160.930	+ 72 %

Tabelle 15 | Gegenüberstellung der CO₂-Emissionen (inkl. Äquivalenten) durch Kerosinverbrauch (getanktes Kerosin) der Einwohner Hannovers der Jahre 1990 und 2005

Daraus ergibt sich unter Annahme des oben genannten Emissionsfaktors ein CO₂-Äquivalentausstoß durch den Flugbetrieb von etwa 93.571 t/a für das Jahr 1990. Im Zeitraum von 1990 bis 2005 nahmen die von den Hannoveranern verursachten CO₂-Emissionen aus dem Flugbetrieb um 72 Prozent zu.

3.7 Zusammenfassung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe Verkehr

Im Auftrag der Stadt Hannover wurden für die Quellgruppe Verkehr CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten für das Bezugsjahr 2005 ermittelt. Berücksichtigt wurden hierbei der motorisierte Straßenverkehr, der Fahrbetrieb der ÜSTRA-Bahnen, der Bahnbetrieb im Nah- und Fernverkehr sowie der Flugverkehr des Flughafens Hannover. Soweit möglich wurde ein Vergleich der ermittelten Emissionen mit den Emissionen des Jahres 1990 durchgeführt. In Tabelle 16 sind die berechneten CO₂-Emissionen sowie ihre Veränderung in dem betrachteten 15-Jahre-Zeitraum aufgeführt. Für den Flugbetrieb wurden die reinen Emissionen von CO₂ und die Äquivalente Methan und Lachgas berechnet. Die unterschiedliche Klimawirksamkeit weiterer emittierter Schadstoffe in Abhängigkeit von der Reishöhe wurde nicht berücksichtigt.

Im ÜSTRA-Bahnbetrieb führt der geringere Energieverbrauch der neueren Bahnen zu einer deutlichen Abnahme der CO₂-Emissionen in den letzten 15 Jahren. Trotz einer Zunahme der Fahrkapazität von 31 % (gemessen an Platz-Kilometern), konnte der CO₂-Ausstoß um 22 % verringert werden. Eine vergleichbare Tendenz wurde auch für den Bahnverkehr auf dem Schienennetz der Deutschen Bahn ermittelt. Bei einer bundesweiten Zunahme der gefahrenen Kilometer pro Kopf von 17 % wurde, umgerechnet auf Einwohner der Stadt Hannover, ein Rückgang des CO₂-Ausstoßes von 17 % abgeschätzt.

In dem betrachteten Zeitraum von 1990 bis 2005 hat das Verkehrsaufkommen für alle vier betrachteten Arten von Verkehrsmitteln zugenommen. Gleichzeitig ist für alle Bereiche der Energieverbrauch pro Fahrleistung zurückgegangen.

Im Zeitraum 1990 bis 2005 haben sich die geflogenen Kilometer pro Einwohner mehr als verdoppelt, so dass die Zunahme des CO₂-Ausstoßes trotz geringerer Kraftstoffverbräuche für den Bereich Flugverkehr besonders hoch ausfällt. Für den Flugverkehr wurde eine Zunahme des CO₂-Ausstoßes von 72 % ermittelt. Diese hohe Zunahme ist dabei von besonderer Bedeutung, da gerade die in größeren Höhen freigesetzten Emissionen von Flugzeugen eine deutlich höhere Klimawirkung haben, als bodennah freigesetzte Schadstoffe.

Für den motorisierten Individualverkehr nahmen die Kraftstoffverbräuche für Pkw bzw. Lkw um 16 bzw. 10 % ab, so dass der geringere Energieverbrauch der neueren Motoren die Zunahme der Fahrleistungen kompensiert. Für den Bereich des motorisierten Individualverkehrs sind es vor allem die berücksichtigten Autobahnabschnitte die zu hohen CO₂-Emissionen beitragen.

Die höchsten CO₂-Emissionen der Stadt Hannover werden für die Quellgruppe Verkehr durch den motorisierten Straßenverkehr verursacht. Selbst bei Berücksichtigung des RFI Faktors mit einem Wert zwischen 2 und 4 für Flugzeugemissionen, sind die Emissionen klimawirksamer Schadstoffe des Flugverkehrs niedriger als die Gesamtemissionen des Pkw- und Lkw-Verkehrs.

	CO ₂ -Emissionen 1990 in 1000 t	CO ₂ -Emissionen 2005 in 1000 t	Veränderung gegenüber 1990
1: motorisierter Straßenverkehr	836,4	783,5	- 6 %
2: ÜSTRA-Bahnverkehr	82,4	64,6	- 22 %
3: Bahnverkehr (DB)*	43,1	35,6	- 17 %
4: Flugbetrieb	93,6	160,9	+ 72 %
Summe 1 – 3: Straßen- und Bahnenverkehr	961,9	883,7	- 8 %
Summe Quellgruppe Verkehr	1055,5	1044,6	-1 %

* ohne Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten

Tabelle 16 | CO₂-Emissionen (1, 2 und 4 unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten) für die Jahre 1990 und 2005

3.8 Literatur/Quellen

- ARGUS STADT- UND VERKEHRSPLANUNG (2005): „Ehemaliger Südbahnhof Hannover, Verkehrsstudie II, Ergebnisbericht“, Hamburg, 2005.
- GVH (GROSSRAUMVERKEHR HANNOVER) (2005): Mobil in der Region Hannover, 1970 – 2005, 35 Jahre GVH, Hannover.
- IFEU (INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG) (2006): UmweltMobilCheck, wissenschaftlicher Grundlagenbericht, Heidelberg.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (1999): Sonderbericht zum Flugverkehr.
- NLS (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK) (2004): Bestand an Kraftfahrzeugen.
- NLS (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK) (2006): Durchschnittliche Jahresbevölkerung der kreisfreien Städte und Landkreise.
- REGION HANNOVER (1992): CO₂-Minderungsstrategie für den Großraum Hannover.
- SCHNÜLL, HALLER UND PARTNER (2005): „Hannover – Ergänzende Verkehrszählung im Bereich des Südbahnhofs“, Bericht zu Projekt Nr.: 0523 (2), Hannover.
- LANDESHAUPTSTADT HANNOVER (2005): Prognosedaten des Verkehrsmodells „VISUM“ zum Verkehrsaufkommen für das Jahr 2002.
- STADT HANNOVER (2007): CO₂-Bilanz für die Landeshauptstadt Hannover, Energie, E4-Consult.
- UBA (1987): Das Abgasemissionsverhalten von Pkw in der Bundesrepublik Deutschland im Bezugsjahr 1985.
- UBA (2004): HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1/Februar 2004. INFRAS AG, Bern Schweiz, Hrsg.: UBA (Umweltbundesamt) Berlin.
- ZGH (ZWECKVERBAND GROSSRAUM HANNOVER) (1990): Fahrleistungsmessungen im Großraum Hannover 1990.

Kohlendioxid-Bilanzierung für die
Quellgruppe Straßenverkehr

Abb. 6:
**Verkehrssituationen der
berücksichtigten Straßenabschnitte**

Legende:

Verkehrssituationen (entsprechend HBEFA 2.1)

-  AB_120
-  AB_100
-  AB_80
-  IO_HVS>50_2
-  IO_HVS>50_1
-  IO_HVS3
-  IO_HVS2
-  IO_HVS1
-  IO_Kern
-  IO_LSA3
-  IO_LSA2
-  IO_LSA1
-  IO_Nebenstr_dicht
-  IO_Nebenstr_locker
-  ØIO
-  ØAO
-  Ø (alle StrKat)
-  Stadtgrenze Hannover

Maßstab 1 : 75 000

0,5 0 0,5 1 1,5 2 Kilometer

N



Kartengrundlage: TK 100

Auftraggeberin:



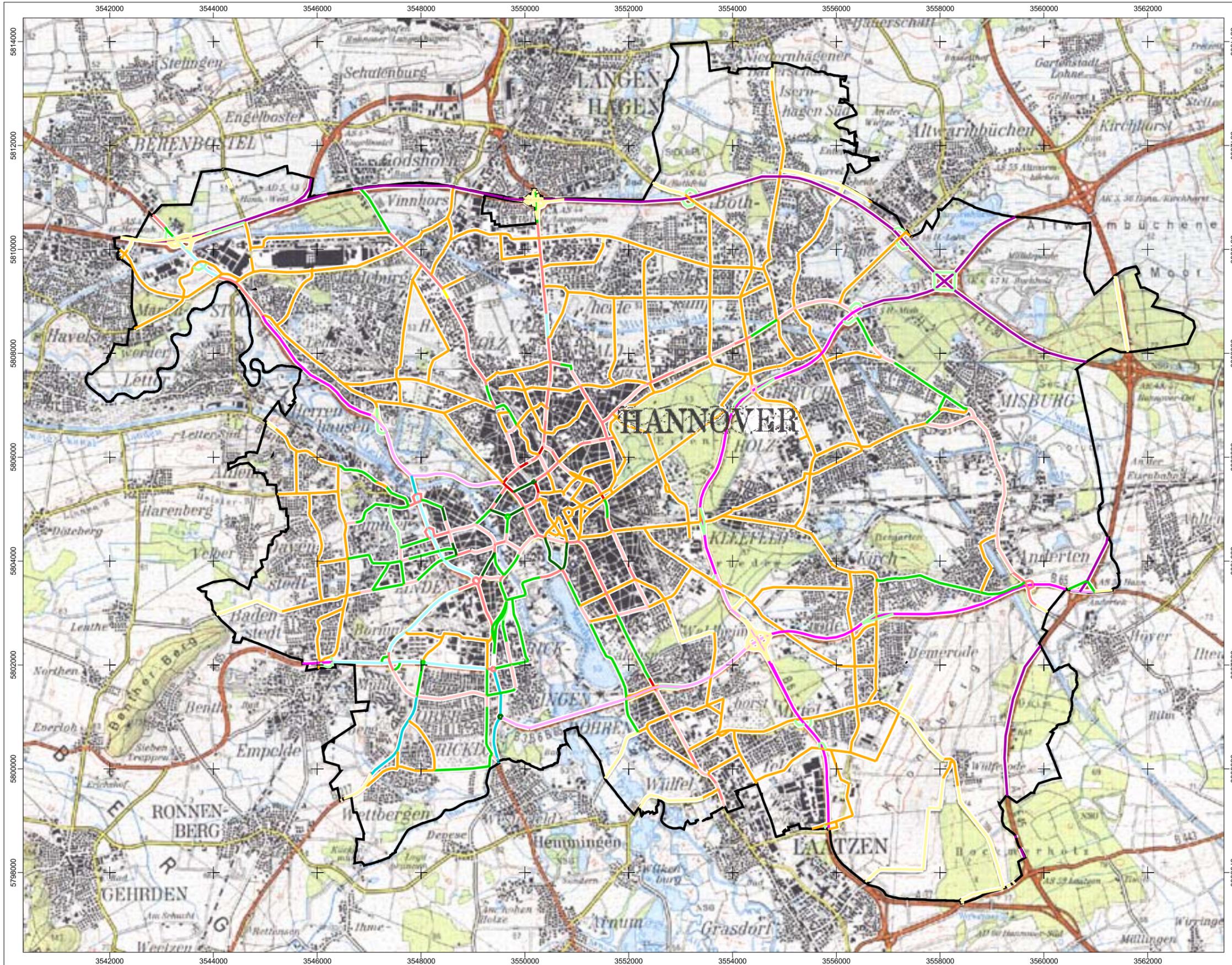
Stadt Hannover
:
:

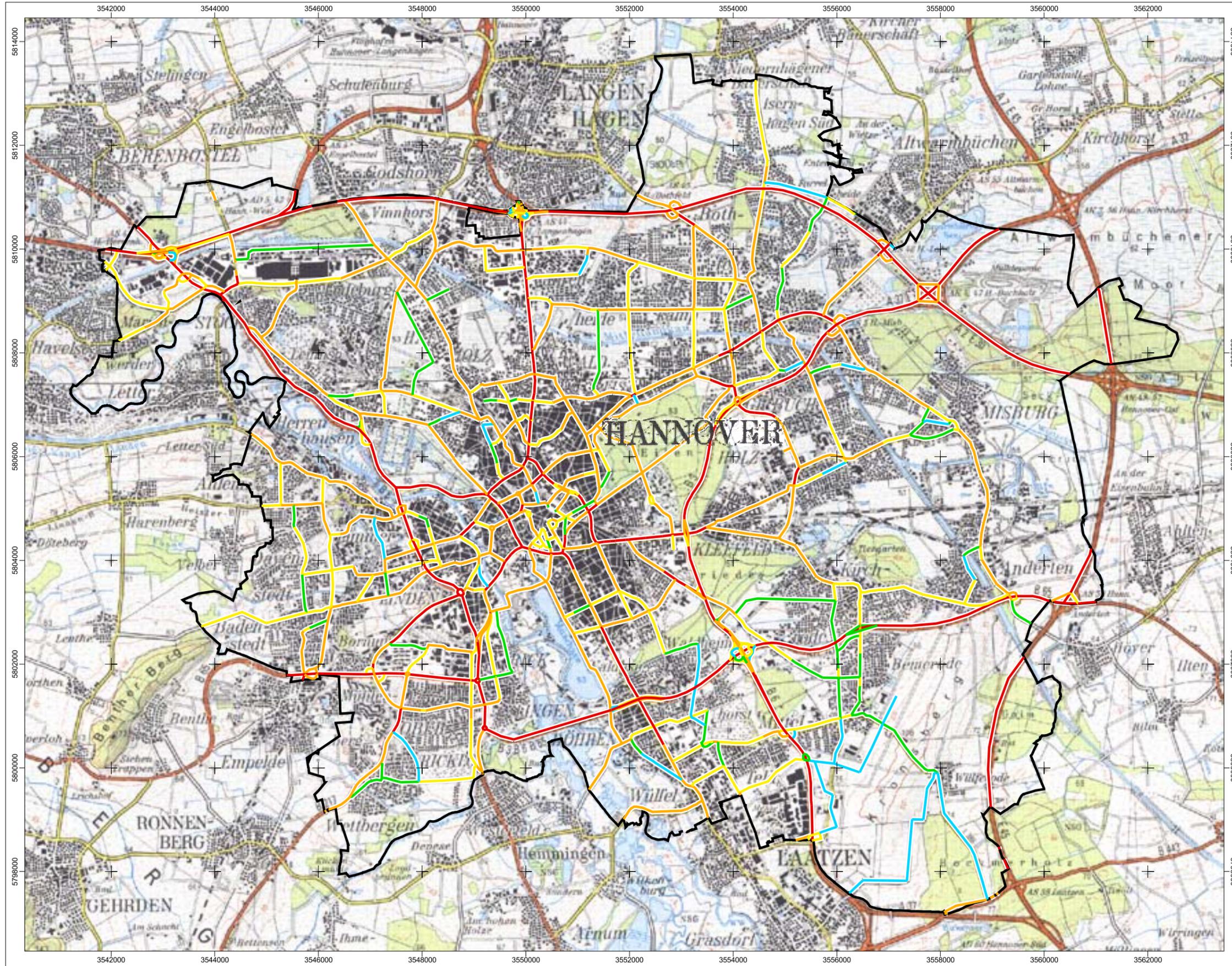
Bearbeitung:



Große Pfahlstr. 5a
30161 Hannover
Tel: 0511 - 3 88 72 00
Fax: 0511 - 3 88 72 01
email: contact@geo-net.de

Dezember 2006





Kohlendioxid-Bilanzierung für die Quellgruppe Straßenverkehr

Abb. 7:
Verkehrsmengen (DTV)
im Stadtgebiet Hannover
(Bezugsjahr 2005)

Legende:

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (KFZ/d)
 (Verkehrsmodell VISUM); Bezugsjahr 2005

- <= 2500
- 2500 - < 5000
- 5000 - < 10000
- 10000 - < 25000
- >= 25000

Stadtgrenze Hannover

Maßstab 1 : 75 000



Kartengrundlage: TK 100

Auftraggeberin:



Bearbeitung:



Große Pflaßtr. 5a
 30161 Hannover
 Tel: 0511 - 3 88 72 00
 Fax: 0511 - 3 88 72 01
 email: contact@geo-net.de

Dezember 2006



Kohlendioxid-Bilanzierung für die Quellgruppe Straßenverkehr

Abb. 8:
CO₂ -Emission der einzelnen Straßenabschnitte (Bezugsjahr 2005)

Legende:

CO₂ - Emission (in t/a/km)

- <= 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 2000
- 2000 - 2500
- 2500 - 3000
- 3000 - 4000
- 4000 - 5000
- 5000 - 7500
- 7500 - 12000

Stadtgrenze Hannover

Maßstab 1 : 75 000

0.5 0 0.5 1 1.5 2 Kilometer

Kartengrundlage: TK 100

N

Auftraggeberin:

Stadt Hannover

Bearbeitung:

GEO-NET
 Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstr. 5a
 30161 Hannover
 Tel: 0511 - 3 88 72 00
 Fax: 0511 - 3 88 72 01
 email: contact@geo-net.de

4 Verzeichnisse

4.1 Abkürzungen/Glossar

a	Jahr
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -Äquivalent	Die Klimawirkung eines emittierten Stoffes wird auf die Wirkung einer entsprechenden Menge Kohlendioxid umgerechnet. Die so berechnete Menge Kohlendioxid wird als CO ₂ -Äquivalent bezeichnet.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
d	Tag
DTV	daily trafic value, mittlere Anzahl an Kraftfahrzeugen pro Tag
Fahrleistungen	Kraftfahrzeuge pro Tag x Streckenlänge
GuD-Heizkraftwerk	Gas-und-Dampf-Heizkraftwerk
GWh	Gigawattstunde = 1000 MWh = 1 Mio. kWh
h	Stunde
HCC	Hannover Congress Centrum
Kfz	Kraftfahrzeuge
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraftwärmekopplung
Lkw	Lastkraftwagen
MW	Megawatt (10 ⁶ Watt)
MWh	Megawattstunde = 1000 kWh
Pkw	Personenkraftwagen
Platz-km	Summe aus den Plätzen einer Bahn und der zurückgelegten Fahrstrecke
sonstige	Zusammenfassung der nicht leitungsgebundenen Energien außer Heizöl (Kohle, Abfälle, Flüssiggas)
t	Tonne
TASI	Technische Anleitung Siedlungsabfälle

4.2 Bildnachweise

- Seite 6 | Stadtwerke Hannover
- Seite 7 | Energiewerkstatt Hannover
- Seite 8 | Landeshauptstadt Hannover
- Seite 9 | co2online gGmbH
- Seite 16 | Landeshauptstadt Hannover
- Seite 19 | Landeshauptstadt Hannover
- Seite 20 | Landeshauptstadt Hannover
- Seite 21 | Flughafen Hannover

4.3 Tabellen

Tabelle 1 | Bilanzergebnisse 2005 in % gegenüber 1990 für den Strom- und Wärmeverbrauch

Tabelle 2 | Auszug aus der CO₂-Bilanz 2005 der Quellgruppe Verkehr

Tabelle 3 | Zusammenstellung der CO₂-Gesamtbilanz 1990/2005

Tabelle 4 | Anteil der Sektoren an CO₂-Gesamtbilanz 2005

Tabelle 5 | Endenergiebilanzen 1990 – 2005 für die Landeshauptstadt Hannover in GWh/a nach Verbrauchsgruppen und Energieträgern

Tabelle 6 | CO₂-Bilanz für die Landeshauptstadt Hannover 1990 bis 2005 in 1000 t/a

Tabelle 7 | In der Bilanzierung berücksichtigte Verkehrssituationen

Tabelle 8 | Fahrleistungen und CO₂-Emissionen des Individualverkehrs – Stand 2005

Tabelle 9 | Fahrleistungen des Individualverkehrs in km/Tag – Stand 1990

Tabelle 10 | Abschätzung der CO₂-Emissionen auf Grundlage der Gesamtfahrleistungen

Tabelle 11 | CO₂-Emissionen (inkl. Äquivalenten) durch den Betrieb der ÜSTRA-Bahnen

Tabelle 12 | Betriebsleistungen der ÜSTRA-Bahnen in der Region Hannover

Tabelle 13 | Entwicklungen der CO₂-Emissionen im Bahnverkehr

Tabelle 14 | Entwicklungen im Flugverkehr bundesweit

Tabelle 15 | CO₂-Emissionen (inkl. Äquivalenten) durch Kerosinverbrauch (getanktes Kerosin) der Einwohner Hannovers

Tabelle 16 | CO₂-Emissionen (unter Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten) für die Jahre 1990 und 2005

4.4 Abbildungen

Abbildung 1 | CO₂-Emissionen 2005 pro Kopf

Abbildung 2 | Energieverbrauch leistungsgebundener Energien in der Landeshauptstadt Hannover in GWh/a

Abbildung 3 | Stromerzeugungs-, Bezugs- und Absatzstruktur der Stadtwerke Hannover in GWh/a

Abbildung 4 | Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 1990 bis 2005

Abbildung 5 | Durchschnittliche jährliche Veränderung des Energieverbrauchs (ohne Verkehr) in verschiedenen Kommunen in Deutschland

Abbildung 6 | Verkehrssituationen der berücksichtigten Straßenabschnitte

Abbildung 7 | Verkehrsmengen (DTV) im Stadtgebiet Hannover (Bezugsjahr 2005)

Abbildung 8 | CO₂-Emissionen der einzelnen Straßenabschnitte (Bezugsjahr 2005)

Von den grau gekennzeichneten Broschüren sind nur noch Ansichtsexemplare vorhanden. Sie können bei Bedarf ausgeliehen werden.

Heft Nr.

1	Transporte gefährlicher Güter auf dem Stadtgebiet von Hannover unter Berücksichtigung möglicher Gefahren und Auswirkungen radioaktiver Stoffe	
2	Die kommunale UVP in Hannover	
3	Leitlinien für den Umgang mit Regenwasser in Baugebieten	
4	Umweltbericht, Daten und Fakten 1992	
5	Altlastenerkundung in Hannover	
6	Leitlinien zum ökologischen Bauen in Hannover	
7	Klimarelevante Emissionen in Hannover	
8	Landwirtschaftsprogramm Hannover	
9	Typische Kunststoffe in der Verwaltung Eine Untersuchung über Auswirkungen von ausgesuchten Kunststoffarten auf die Umwelt und die Gesundheit, Hauptband, Mai 1994	kostenfrei
10	Umweltbericht – Daten und Fakten 1993, Oktober 1994	
11	Umweltbericht – Daten und Fakten 1994, Oktober 1995	
12	Prozess-Umweltverträglichkeitsprüfung – EXPO 2000	
13	Kommunales Klimaschutzprogramm	
14	Gewässergütekarte der Stadt Hannover	
15	Wasserkonzept für Hannover	
16	Abfallwirtschaftsprogramm der Landeshauptstadt Hannover 1996 – 2000	
17	Umweltbericht – Daten und Fakten 1995, September 1996	
18	10 Jahre Tschernobyl	
19	Der Grüne Ring & Naturbänder	
20	Energiesparen in Schulen	
21	Umweltbericht – Daten und Fakten 1996, September 1997	
22	Nachhaltige Wasserbewirtschaftung in der Stadt Hannover Beitrag zur Lokalen Agenda 21, ein Bürgergutachten, Oktober 1997	3,50 €
23	Stadtentwässerung Hannover	
24	Altlastenerkundung in Hannover Band 2: Verdachtsflächen und Altlasten im Bebauungsplanverfahren, August 1998	1,80 €
25	Altlastenerkundung in Hannover Band 3: Vorstellung des Verdachtsflächenkatasters, November 1998	2,50 €
26	Umweltbericht 1998	

Von den grau gekennzeichneten Broschüren sind nur noch Ansichtsexemplare vorhanden. Sie können bei Bedarf ausgeliehen werden.

Heft Nr.

27	Umweltbericht 1999	
28	Gewässergütekarte der Stadt Hannover Erläuterungsbericht 1999	4,30 €
29	Vereinfachte Umwelterklärung '99 des Amtes für Umweltschutz, Januar 2000	kostenfrei
30	Naturnaher Umgang mit Regenwasser	
31	Umweltbericht 2000 Eine Bilanz der letzten 10 Jahre	6,70 €
32	Vereinfachte Umwelterklärung 2000 des Amtes für Umweltschutz, Januar 2001	kostenfrei
33	Energiepass, Förderprogramm, Marketingkampagne Die Wirksamkeit ausgewählter kommunaler Klimaschutzmaßnahmen in Hannover, Juni 2001	6,60 €
34	Landschaftsschutzgebiete der Stadt Hannover Juli 2001	5,60 €
35	10-Jahres-Bilanz über die Entwicklung der hannoverschen Fließgewässer – Wassergüte und Gewässerstruktur – Juni 2001	10,00 €
36	Umweltbericht 2001	2,50 €
37	Umweltbericht 2002 Anwendung umweltbezogener Nachhaltigkeitsindikatoren	3,60 €
38	Mit der UVP ins Öko-Audit Bausteine des Umweltmanagements – Ein Praxisbericht	10,30 €
39	Das Mindestuntersuchungsprogramm für Kinderspielflächen (MUP)	3,10 €
40	Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren für Hannover Ein Praxisbericht	5,30 €
41	Umweltbericht 2005 Anwendung umweltbezogener Nachhaltigkeitsindikatoren	4,90 €
42	Maßnahmenprogramm zur Entwicklung von Landschaftsräumen Umsetzungszeitraum 2006 – 2010	2,50 €
43	Das Stillgewässerprogramm Maßnahmen 2001 – 2006	2,50 €
44	CO₂-Bilanz 1990/2005 Energie- und verkehrsbedingte Emissionen	2,60 €

Gebührenangaben zuzüglich Versandkosten (außer Heft 35). Die Lieferung erfolgt gegen Rechnung.

Bezugsadressen für Heft 35:

Landeshauptstadt Hannover • Stadtentwässerung Hannover (OE 68.05/Ö)
Sorststraße 16 • 30165 Hannover • Telefon (0511) 168-47460 • Fax (0511) 168-47539

Bezugsadresse für alle anderen Hefte:

Landeshauptstadt Hannover • Fachbereich Umwelt und Stadtgrün • Beratung und Kommunikation
Langensalzastraße 17 • 30169 Hannover • Telefon (0511) 168-43801 • Fax (0511) 168-42914

