



Neosys AG
Privatstrasse 10
CH-4563 Gerlafingen
www.neosys.ch

TECHNIK-UMWELT

Tel. 032 674 45 11
Fax. 032 674 45 10

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ DER STADT BERN

UMWELT & ENERGIE, ENERGIEFACHSTELLE, FRAU BRIGITTA STILLHARDT,
BRUNNGASSE 30, 3000 BERN

Klimagasbilanz für die Stadt Bern

Aktualisierung auf das Jahr 2008

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Methodik und Datengrundlage	5
2.1	Klimagase und Gewichtung	5
2.2	Bilanzierungsgrenzen	5
2.3	Klimagasemissionen aus Gasverbrennung	6
2.4	Klimagasemissionen aus Öl- und Holzfeuerungen	7
2.5	Klimagasemissionen durch die KVA	8
2.6	Klimagasemissionen des Verkehrs	9
2.7	Klimagasemissionen durch die ARA	11
2.8	Klimagasemissionen durch die Landwirtschaft und andere Aktivitäten	11
3	Resultate	13
3.1	Gas-, Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen sowie der Abfallverbrennung	13
3.2	Strassenverkehr	14
3.3	Kläranlage	14
3.4	Landwirtschaft und übrige Aktivitäten	15
3.5	Total der Klimagas-Emissionen	16
4	Interpretation und Schlussfolgerung	18
4.1	Zeitliche Entwicklung	18
4.2	Interpretation	20
4.3	Fazit	21
5	Anhang	22
5.1	Feuerungen	22
5.2	Strassenverkehr	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Global Warming Potential.....	5
Tabelle 2: Verbrauch Feuerungen 2008 (absolut, keine Heizgradtagbereinigung).....	8
Tabelle 3: Emissionsfaktoren der Feuerungen.....	8
Tabelle 4: Strassentypen für Verkehrsemissionsberechnung.....	9
Tabelle 5: Fahrleistungen pro Strassentyp (Mio km) und Fahrzeugkategorie 2008.....	11
Tabelle 6: Emissionsfaktoren für die ARA.....	11
Tabelle 7: Klimagas-Emissionen der Gas-, Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen sowie der Abfallverbrennung im Jahr 2008.....	13
Tabelle 8: Emissionen des Strassenverkehrs in tCO ₂ e für 2008.....	14
Tabelle 9: Klimagasemissionen durch die ARA 2008.....	14
Tabelle 10: Klimagas-Emissionen der Landwirtschaft und der übrigen Aktivitäten im Jahr 2008.....	15
Tabelle 11: Legende zu Tabelle 10.....	15
Tabelle 12: Zusammenstellung der Klimagasemissionen aller Quellengruppen im Jahr 2008.....	16
Tabelle 13: Zeitliche Entwicklung des CO ₂ e-Ausstosses der Stadt Bern.....	18
Tabelle 14: Zeitliche Entwicklung des Pro-Kopfauusstosses des CO ₂ e.....	18
Tabelle 15: Datenauswertung Feuerungen 2008.....	22
Tabelle 16: Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, Jahr 2008.....	22
Tabelle 17: Faktoren der Differenz des Verkehrsaufkommens 2004 und 2008.....	24
Tabelle 18: Anteile der Fahrzeugkategorien gemäss „Luft-Systematik“ für die Autobahnteilstücke der Stadt Bern 2008.....	25
Tabelle 19: Anteile der Fahrzeugkategorien gemäss „Luft-Systematik“ für das übrige Strassennetz von Bern 2008.....	25
Tabelle 20: CO ₂ -Emissionen des Strassenverkehrs 2008.....	26
Tabelle 21: CH ₄ -Emissionen des Strassenverkehrs 2008.....	26
Tabelle 22: N ₂ O-Emissionen des Strassenverkehrs 2008.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gemeindegebiet Stadt Bern.....	5
Abbildung 2: Darstellung der Klimagas-Emissionen aller Quellengruppen für das Jahr 2008.....	16
Abbildung 3: Darstellung der Klimagasemissionen aller Quellengruppen.....	17
Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung des gesamten CO ₂ e-Ausstosses der Stadt Bern.....	19
Abbildung 5: Zeitliche Entwicklung des CO ₂ e-Ausstosses der einzelnen Kategorien der Stadt Bern.....	19
Abbildung 6: Balkendiagramm der zeitlichen Entwicklung des CO ₂ e-Ausstosses der Stadt Bern.....	20

1 Einleitung

Im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Stadt Bern, Abteilung Umwelt & Energie, Energiefachstelle, war für das Stadtgebiet von Bern eine Aktualisierung der Klimagasbilanz 2004 auf das Jahr 2008 zu erstellen.

Die Bilanz dient sowohl als Controlling-Instrument im Zusammenhang mit den Zielen und Verpflichtungen der Stadt Bern als Mitglied des Klimabündnisses der Städte und als Energiestadt, als auch zur Information der Öffentlichkeit.

2 Methodik und Datengrundlage

Die Klimagasbilanz 2008 basiert auf den aktuellsten Verbrauchs-, Struktur- und Zählenden, die routinemässig erhoben werden. Die exakte Berechnung wird im jeweiligen Kapitel beschrieben.

2.1 Klimagase und Gewichtung

Die Emissionen der folgenden Klimagase – mit in dieser Reihenfolge abnehmendem Klimaerwärmungsbeitrag auf dem Gebiet der Stadt Bern – werden in der Bilanz berücksichtigt: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Die Emissionen der anderen Treibhausgase, für die im Kyoto-Protokoll von 1997 Emissionsziele aufgeführt sind, können hier vernachlässigt werden.

Zur Berechnung der CO₂-Äquivalenz-Emission wurde für CH₄ und N₂O der Gewichtungsfaktor (Global Warming Potential, GWP) gemäss der Datenbank Ecoinvent eingesetzt, wobei sich die Faktoren auf einen Beurteilungshorizont von 100 Jahren (mögliche Werte für 20 / 100 / 500 Jahre) beziehen.

Tabelle 1: Global Warming Potential.

Stoff	Gewichtungsfaktor
Kohlendioxid CO ₂	1
Methan CH ₄	23
Distickstoffoxid (Lachgas) N ₂ O	296

2.2 Bilanzierungsgrenzen

2.2.1 Geografisch

Die Klimagasbilanz bezieht sich auf die Emissionen im Gemeindegebiet der Stadt Bern.



Abbildung 1: Gemeindegebiet Stadt Bern.

2.2.2 Methodisch

Die Klimagasbilanz berücksichtigt die direkten Emissionen folgender relevanter Aktivitäten:

- Energie- und Wärmeerzeugung aus Brennstoffen: Heizungen und Prozesswärme,
- Verkehr (Emission aus Treibstoffen) und
- Abfallverbrennung.

Von untergeordneter Bedeutung sind die Klimagas-Emissionsbeiträge aus den Bauaktivitäten, der Kläranlage und aus der Landwirtschaft. Diese Beiträge werden anhand von Strukturdaten grob abgeschätzt.

Die Klimagas-Emissionen der vorgelagerten Prozesse (z.B. durch die Herstellung, die Aufbereitung und den Transport der verbrauchten Energieträger) werden gemäss Absprache mit dem Auftraggeber nicht berücksichtigt.

2.3 Klimagasemissionen aus Gasverbrennung

2.3.1 Berechnung der Klimagasemission

Die Berechnung erfolgt gemäss folgender Formel

$$\text{Emission (KG}_j\text{)} = \text{Gasverbrauch } A_i \times \text{EF}_j(A_i)$$

mit Emission (KG_j) als Emission von Klimagas j (CO₂, CH₄, N₂O),
 Gasverbrauch A_i als Gasverbrauch pro Jahr für Aktivität i (Feuerung, Kochen, etc.) und
 EF_j(A_i) spezifischer Emissionsfaktor der Aktivität i für das Klimagas j.

2.3.2 Gasverbrauch

Der genaue Gasverbrauch auf dem Stadtgebiet von Bern wurde uns vom Umweltamt der Stadt Bern angegeben. Die Klimagasbilanz basiert auf den Verbrauchsdaten von 2008. Diese werden für folgende Verbrauchstypen (Aktivitäten) differenziert angegeben:

- Heizungen (Feuerungsanlagen),
- Haushalt und Gewerbe (vor allem Kochgas, Warmwassererhitzer),
- Fernheizwerk,
- Prozessgas (in Industrie eingesetztes Gas),
- Blockheizkraftwerke und
- Selbstverbrauch (Beheizungen).

Angaben zu den Gasverlusten im städtischen Leitungsnetz konnte EWB nicht machen. Wir schätzen, dass die Leckverluste in der Grössenordnung von maximal 0.5% der Verbrauchsmenge liegen. (Bem. Die Stadt Winterthur rechnet mit vergleichbaren Leckverlusten.)

Zum Vergleich: Gemäss BUWAL - Schriftenreihe Umwelt-Materialien Nr. 128: „Graue Treibhausgas-Emissionen des Energie- und des Ernährungssektors der Schweiz 1990 und 1998“, werden die Gasverluste auf dem ganzen russischen Ferntransportnetz auf 1.44% geschätzt. Das Gasleitungsnetz der Stadt Bern wurde bereits saniert und wird laufend überprüft. Wir gehen deshalb davon aus, dass die angenommenen Leckverluste im Leitungsnetz von 0.5% des Verbrauchs eine obere Grenze darstellen.

Die Menge Gas, die als Treibstoff verkauft wurde, fliesst in die Berechnungen im Kapitel Verkehr ein. Die Gasverluste beim Tanken sind äusserst gering (wirtschaftliche und brandschutztechnische Gründe). Sie werden für die Bilanzierung nicht berücksichtigt.

2.3.3 Emissionsfaktoren

Für die Gasverbrennung wurden die im „Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen, BUWAL“ (Stand Oktober 2005) und in den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006) publizierten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Klimagasemissionen aufgrund von Leitungsverlusten basieren auf einer Analyse von Erdgas in der Schweiz (Swissgas, Beprobungsort Ruswil, Kt. Luzern (Zuleitung Mülchi), 2008). Massgebende Gehalte: 1.25 Vol % CO₂, 90.49 Vol % CH₄.; unterer Heizwert 10.22 kWh/m³.

2.3.4 Heizgradtagkorrektur

Sollen die CO₂-Emissionen der Feuerungen über eine Zeitdauer verglichen werden, müssen die Werte heizgradtagbereinigt werden. Der Heizgradtagfaktor berücksichtigt die jährlichen klimatischen Schwankungen. Bei einem Zeitvergleich werden die Werte in diesem Bericht auf das klimatische Normaljahr bezogen gemäss der Publikation vom UVEK (Emissionen nach CO₂-Gesetz, Informationen zur Klimakorrektur, Referenz/Aktenzeichen: G251-1293). Die jeweiligen bereinigten Werte im Bericht werden speziell vermerkt.

Die Berechnung erfolgt gemäss folgender Formel:

$$\text{Emission (KG}_{\text{hgt},j}) = \text{Emissionen (KG}_j) \times F_{\text{HGT},k}$$

mit Emission (KG_{hgt,j}) als heizgradtagbereinigte Emission von Klimagas j (CO₂, CH₄ und N₂O),
 Emission (KG_j) als Emission von Klimagas j (CO₂, CH₄ und N₂O) und
 F_{HGT,k} als Heizgradtagfaktor vom Jahr k (Jahr 2008) bezogen auf das klimatische Normaljahr.

2.4 Klimagasemissionen aus Öl- und Holzfeuerungen

2.4.1 Berechnung der Klimagasemission

Die Berechnung erfolgt analog zur Gasverbrennung gemäss folgender Formel

$$\text{Emission (KG}_j) = \text{Öl-/Holzverbrauch V} \times \text{EF}(A_j)$$

mit Emission (KG_j) als Emission von Klimagas j (CO₂, CH₄ und N₂O),
 Öl-/Holzverbrauch V als Verbrauch pro Jahr (zu Heizzwecken) und
 EF_j als spezifischer Emissionsfaktor für das Klimagas j und Öl- resp. Holzfeuerung.

2.4.2 Öl-, Flüssiggas und Holzverbrauch

Im Gegensatz zu Gas gibt es für Öl, Flüssiggas und Holz keine Verbrauchsangaben. Diese Daten wurden nach folgendem Verfahren ermittelt:

- Vom AfU Bern haben wir eine Liste aller Gas-, Flüssiggas-, Öl- und Holzfeuerungsanlagen der Stadt Bern mit Angabe der Kesselleistung, des Brennstoffs, Art der Feuerung (Kombisystem) und der Inbetriebsetzungsjahre der Kessel und der Brenner für das Jahr 2008 erhalten.
 Die Kombisysteme werden erfahrungsgemäss mit Gas und nur ausnahmsweise und kurzfristig mit Öl betrieben. Deshalb wurden diese als Gas- respektive Flüssiggasheizung berücksichtigt, aber nicht als Ölheizung.
- Aus der Summe der installierten Kesselleistungen aller Gasfeuerungen und dem bekannten Gasverbrauch wurde eine fiktive mittlere Betriebsstundenzahl berechnet (genau genommen handelt es sich bei diesem Resultat um das Produkt aus der mittleren Betriebsstundenzahl und dem mittleren Auslastungsgrad der Kessel).
- Wir nehmen an, dass diese fiktive mittlere Betriebsstundenzahl der Gasfeuerungen etwa jener der Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen entspricht.
 Diese Annahme dürfte für die Ölfeuerungen gut zutreffen, da diese Feuerungen bezüglich Anzahl, mittlerer Leistung und Altersstruktur gut vergleichbar sind.
 Bei den Holzfeuerungen dürfte der Fehler vergleichsweise grösser sein. Da die CO₂-Emissionen der Holzfeuerungen als klimaneutral betrachtet und deshalb in der Bilanz nicht berücksichtigt werden, die CH₄- und N₂O-Emissionen vergleichsweise gering sind, wirkt sich ein allfälliger Fehler auf die Bilanz höchstens geringfügig aus.
 Die Flüssiggasheizungen machen nur einen kleinen Anteil an der Gesamtheizleistung aus, so dass sich auch hier ein allfälliger Fehler höchstens geringfügig auswirkt.

- Aus der berechneten fiktiven mittleren Betriebsstundenzahl und der Summe der installierten Kesselleistungen der Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen werden der Öl- und der Holzverbrauch in MWh berechnet.
- Wenige Einträge (einstellige Summe) waren unvollständig in der Liste der Anlagen aufgeführt. Konnten die Werte nicht rekonstruiert werden, wurden diese Einträge nicht in den Berechnungen berücksichtigt. Da die Summe der unvollständigen Feuerungen sehr klein ist, ist dies ein vernachlässigbarer Fehler.

Tabelle 2: Verbrauch Feuerungen 2008 (absolut, keine Heizgradtagbereinigung).

	Gas-Heizungen [MWh]	Flüssiggas [MWh]	Öl-Heizungen [MWh]	Holz-Heizungen [MWh]
Verbrauch Heizungen 2008	670'830	687	674'103	680

2.4.3 Emissionsfaktoren

Für CO₂ und CH₄ wurden die im „Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen“ (Stand Oktober 2005) vom BUWAL publizierten Emissionsfaktoren verwendet. Der Emissionsfaktor für N₂O stammt aus den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006).

Für die Holzverbrennung wurde für CO₂ definitionsgemäss mit einem Emissionsfaktor von 0 gerechnet.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren der Feuerungen.

Emissionsquelle	Emissionsfaktoren		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Heizungen Gas	55 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
Gasverbrauch Haushalte und Gewerbe	55 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
Fernheizwerk	55 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
Blockheizkraftwerke	55 g/MJ	0.025 g/MJ	0.0001 g/MJ
Prozessgas	55 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
Selbstverbrauch	55 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
Leistungsverluste Gas (0.5% Leckverluste im Faktor enthalten)	0.003 g/MJ	0.088 g/MJ	0 g/MJ
Feuerungen Öl	73.7 g/MJ	0.001 g/MJ	0.0006 g/MJ
Feuerungen Flüssiggas	63.1 g/MJ	0.0003 g/MJ	0.0001 g/MJ
Holzfeuerungen	0 g/MJ	0.02 g/MJ	0.004 g/MJ

2.4.4 Heizgradtagkorrektur

Für die Öl- und Holzfeuerungen gilt diesselbe Korrektur wie für die Gasheizungen, falls ein zeitlicher Vergleich gemacht werden soll. Die Berechnung ist analog wie im Kapitel 2.3.4 'Heizgradtagkorrektur' beschrieben.

2.5 Klimagasemissionen durch die KVA

2.5.1 Verbrannte Abfallmenge

Die in der KVA Bern verbrannte Kehrichtmenge betrug im Jahr 2008 gemäss Angabe des AfU Bern 107'375 Tonnen. Der Anteil des verbrannten Abfalls aus der Stadt Bern selbst beträgt ca. 36% (Jahr 2007). Die Berechnung der Klimagasemissionen basiert jedoch auf der ganzen in der KVA Bern im Jahr 2008 verbrannten Abfallmenge.

2.5.2 Berechnung der CO₂-Emissionen

Die Berechnung basiert auf folgenden Annahmen:

- Der Wassergehalt des Abfalls beträgt durchschnittlich 22%, der C-Anteil 423 g/kg TS (gemäss BUWAL, „Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2001/2002“, SRU 356, Seite 22). Dies ergibt einen C-Anteil von 330 g/kg, bezogen auf feuchten Abfall.
- Der Anteil an nicht erneuerbarem C (C_{ne}) liegt gemäss einer Empa-Studie (Studie von 2007) bei 50%. Der biogene C-Anteil wird in der Emissionsberechnung nicht berücksichtigt.
- Daraus resultiert ein Emissionsfaktor für CO₂ von EF(CO₂) = 0.605 t/t (bezogen auf feuchten Abfall)

2.5.3 Berechnung der CH₄- und N₂O-Emissionen

Die Berechnung dieser Emissionen basiert auf den Emissionsfaktoren des BUWAL.

Emissionsquelle	Emissionsfaktoren		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kehrrecht verbrannt	0.605 t/t	6.66 g/t	120 g/t

2.6 Klimagasemissionen des Verkehrs

2.6.1 Berechnung

Die Berechnung erfolgt durch Summierung der Produkte aus den Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie und den entsprechenden Emissionsfaktoren für die verschiedenen Strassentypen.

$$\text{Emission} = \sum (\text{Fahrleistung} \times \text{EF}_i)$$

mit Fahrleistung als km/Jahr pro Fahrzeugkategorie und Strassentyp und
EF_i als Emissionsfaktor in [g/km] für das Klimagas i.

Ein aufwändiger Schritt in dieser Berechnung ist die Zuordnung aller Strassenabschnitte des Verkehrsnetzes zu einem im Handbuch für Emissionsfaktoren definierten Strassentyp. Damit dieser Aufwand auf ein vertretbares Mass reduziert werden konnte, wurden vergleichbare Strassenkategorien mit ähnlichen Emissionsfaktoren zu den nachfolgend aufgeführten Strassentypen zusammengefasst.

Tabelle 4: Strassentypen für Verkehrsemissionsberechnung

Ort	Strassentyp	Geschwindigkeit [km/h]	Beschreibung	Kurzbezeichnung
Autobahn	Autobahn	signalisiert 120		AB_120
		signalisiert 100		AB_100
		signalisiert 80		AB_80
Ausserorts	Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	66 - 77	guter Ausbaugrad, gerade oder gleichmässig kurvig	AO_HVS1
		63	guter Ausbaugrad, ungleichmässig kurvig	AO_HVS3
Innerorts	Hauptverkehrsstrasse, vorfahrtsberechtigigt	53	geringe Störungen	IO_HVS1
		31 - 42	mittlere bis starke Störungen	IO_HVS3
	Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	34	geringe Störungen	IO_LSA1
		21 - 28	mittlere bis starke Störungen	IO_LSA2
	Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	21		IO_Kern
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	31		IO_Nebenstr_locker	

2.6.2 Bestimmung der Fahrleistungen 2008

Die Berechnung der Fahrleistungen erfolgt auf Basis der Angaben von 2004 (Publikation ‚Klimagasbilanz für die Stadt Bern, Bezugsjahr 2004‘) und den Verkehrszählungen der Stadt Bern (Publikation ‚Verkehrserhebungen 2006/2007, Stadt Bern‘).

Grundlagen:

Die Fahrleistungsberechnung basiert auf den Angaben in der Klimagasbilanz 2004. Aus dem Verhältnis des gemessenen Verkehrsaufkommens in 2007 und 2003 und der Fahrleistung 2004 wurde auf die Fahrleistung 2008 geschlossen. Die Länge der Autobahnteilstücke, an denen die Zähler montiert sind, wurden zur Gewichtung der einzelnen Zählstellen berücksichtigt. Bei den Strassen innerorts und ausserorts wurde eine Gewichtung von 1 angenommen.

In Anhang 5.2, Tabelle 17 sind die Werte festgehalten.

- Die Faktoren wurden für den Strassentyp ‚Autobahn‘, ‚Ausserorts‘, ‚Innerorts Hauptstrasse‘ und ‚Innerorts Nebenstrasse‘ berechnet.
- Es wurden die Zählraten der Jahre 2003 und 2007 verwendet.
- Eine Strasse innerorts mit mehr als 10'000 gezählten Fahrzeugen wird als Hauptstrasse angenommen, unter 10'000 als Nebenstrasse.
- Es wurde der gezählte durchschnittliche 24-Stunden Verkehr verwendet (DTV, Jahresmittelwert Mo-So, Werte in Motorfahrzeuge (Mfz = PW, LW, MR)).

Bestimmung der Anteile N1 und N2

Die Ermittlung des Anteils der lärmigen Fahrzeuge gemäss LSV (N2) erfolgte aus Zählraten des Tiefbauamtes, gemittelt nach Strassentypen und ergänzt um die schweizerischen Durchschnittsanteile der ÖV – Fahrzeuge und der Motorräder. (Quelle: Schweizerische Strassenverkehrszählung 2005)

Zuordnung der Fahrleistungen auf Fahrzeugkategorien

In den Strassenverkehrs-Zählraten erfolgt die Unterteilung auf die Kategorien N1 und N2 nach der Systematik gemäss Lärmschutz-Verordnung. Aus den N1- und N2-Anteilen und anhand der Fahrleistungskilometer-Anteile der Fahrzeuggruppen gemäss BUWAL-Schriftenreihe Nr. 355 (Angaben bezogen auf die gesamte Schweiz) wurden die Fahrleistungskilometer der einzelnen Fahrzeuggruppen entsprechend der „Luft-Systematik“ (gemäss Handbuch Emissionsfaktoren) berechnet (Resultate siehe Tabelle 5). Der Mofa-Anteil wurde aus dem Anteil der in der Region Bern immatrikulierten Mofas an der Gesamtzahl der Motorräder abgeleitet.

Restverkehrsleistung

Die Restverkehrsleistung auf den von den Zählungen und Katastern nicht erfassten Achsen (z.B. auf den kleinen Quartier- und Erschliessungsstrassen) wurde wie für 2004 auch 2008 jeweils unverändert mit 15% angenommen.

Aufgrund der möglichen Fehler in der Datenerhebung und den getroffenen Annahmen muss von einer Genauigkeit der Gesamtfahrleistung von $\pm 10\%$ ausgegangen werden, wobei der Fehler für alle Betrachtungsjahre etwa gleich gross sein dürfte.

Tabelle 5: Fahrleistungen pro Strassentyp (Mio km) und Fahrzeugkategorie 2008

Strassentyp	Kurzbezeichnung	Gesamtfahrleistungen Mio km	Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie in Mio km				
			PW	Lieferwagen	Motorräder	SNF	Mofas
Autobahn	AB_120	32.51	27.96	2.28	1.11	1.17	0
	AB_100	66.65	57.31	4.67	2.27	2.39	0
	AB_80	396.85	341.24	27.83	13.52	14.26	0
Total Autobahn		496.01	426.50	34.79	16.90	17.82	0
Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	AO_HVS1	106.58	90.79	7.40	3.68	4.31	0.39
Hauptverkehrsstrasse vorfahrtsberechtigt	IO_HVS1	67.00	58.62	4.78	1.54	1.81	0.25
	IO_HVS3	52.81	46.20	3.77	1.22	1.42	0.20
Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	45.63	39.92	3.26	1.05	1.23	0.17
	IO_LSA2	17.24	15.08	1.23	0.40	0.47	0.07
Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	IO_Kern	68.48	60.54	4.94	1.26	1.48	0.26
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	IO_Nebenstr_locker	68.90	61.23	4.99	1.11	1.30	0.27
Total ohne Autobahn		426.64	372.37	30.37	10.26	12.02	1.62
Total Strassenverkehr		922.64	798.87	65.16	27.16	29.84	1.62
Anteile			86.6%	7.1%	2.9%	3.2%	0.2%

2.6.3 Emissionsfaktoren

Die Berechnung erfolgte mit Emissionsfaktoren gemäss BUWAL „Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs“, Version 2.1 / Februar 2004. Eine Auflistung ist im Anhang 5.2, Tabelle 16 zu finden. Für die Emissionsfaktoren der Mofas wurden dieselben Werte wie 2004 verwendet, da noch keine neueren publiziert wurden.

2.7 Klimagasemissionen durch die ARA

In der Berechnung der Klimagasemissionen der ARA werden die Verbrauchsangaben des AfU der Stadt Bern verwendet. 2008 bestanden die klimarelevanten Anlagenteile aus Trockner, BHKW und Heizkessel (alle drei mit Faulgas betrieben) und einer Heizöl-Stützfeuerung.

Für CO₂ und CH₄ werden die im „Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen“ (Oktober 2005) vom BUWAL publizierten Emissionsfaktoren verwendet. Der Emissionsfaktor für N₂O stammt aus den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006).

Tabelle 6: Emissionsfaktoren für die ARA.

Emissionsquelle	Emissionsfaktoren		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
ARA Trockner mit Klärgas, biogen	0 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ
ARA BHKW mit Klärgas, biogen	0 g/MJ	0.025 g/MJ	0.0001 g/MJ
ARA Stützfeuerung mit Öl	73.7 g/MJ	0.001 g/MJ	0.0006 g/MJ
Heizkessel, biogen	0 g/MJ	0.006 g/MJ	0.0001 g/MJ

2.8 Klimagasemissionen durch die Landwirtschaft und andere Aktivitäten

Verschiedene andere Aktivitäten, die in geringerem Anteil ebenfalls zur Klimagasemission beitragen, werden hier zusammengefasst. Dazu gehören u.a. die Beiträge der Landwirtschaft

(Düngung, Tierhaltung, Gartenhaltung), der Baumaschinen, der Spitäler (Lachgas) und der Krematorien, Details siehe Tabelle 10).

Die Klimagasemissionen dieser Aktivitäten berechnen sich aus einer spezifischen Aktivitäts-Bezugsgrösse und einem zugeordneten Emissionsfaktor, der dem BUWAL-Handbuch „Emissionsfaktoren für stationäre Quellen“ (1995) entnommen wurde.

Die spezifischen Aktivitäts-Bezugsgrössen wurden mehrheitlich dem *Statistischen Jahrbuch der Stadt Bern 2007* oder anderen per Internet zugänglichen Daten der Statistikdienste der Stadt Bern entnommen.

3 Resultate

Der berechnete Klimagasausstoss der verschiedenen Klimagase wird im folgenden mit dem Klimagaskfaktor (siehe Abschnitt 2.1 'Klimagase und Gewichtung') gewichtet und als CO₂-Äquivalent (Einheit tCO₂e) tabellarisch und grafisch dargestellt.

3.1 Gas-, Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen sowie der Abfallverbrennung

In Tabelle 7 wird der gesamte Klimagas-Ausstoss der Feuerungen in tCO₂e für 2008 gezeigt. Im Anhang 5.1 befindet sich die Datenauswertung der installierten Feuerungen.

Tabelle 7: Klimagas-Emissionen der Gas-, Öl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen sowie der Abfallverbrennung im Jahr 2008

Emissionsquelle	Verbrauch	Einheit	Emissionen in Tonnen			tCO ₂ e	Anteil
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
Heizungen Gas	670'830	MWh	132'824	14.5	0.24	133'229	72.1%
Gasverbrauch Haushalte und Gewerbe	11'631	MWh	2'303	0.3	0.00	2'310	1.2%
Fernheizwerk	91'203	MWh	18'058	2.0	0.03	18'113	9.8%
Blockheizkraftwerke	52'929	MWh	10'480	4.8	0.02	10'595	5.7%
Prozessgas	70'185	MWh	13'897	1.5	0.03	13'939	7.5%
Selbstverbrauch	894	MWh	177	0.0	0.0003	178	0.1%
Leitungsverluste Gas	897'672	MWh	11	283.7	0.0	6'537	3.5%
Total Gas	897'672	MWh	177'750	306.7	0.32	184'901	42.7%
Feuerungen Öl	674'103	MWh	178'853	2.4	1.46	179'340	41.4%
Feuerungen Flüssiggas	687	MWh	156	0.0	0.00	156	0.04%
Holzfeuerungen	680	MWh	-	0.05	0.01	4	0.00%
Kehricht verbrannt	107'375	t	64'962	0.7	12.89	68'792	15.9%
Total Feuerungen			421'721	310	15	433'193	

3.2 Strassenverkehr

Tabelle 8: Emissionen des Strassenverkehrs in tCO₂e für 2008.

Strasstyp	Kurzbezeichnung	tCO ₂ e						Anteile
		PW	Lieferwagen	Motorräder	SNF	Mofas	Total	
Autobahn	AB_120	6'135	765	123	734	0	7'756	
	AB_100	11'425	1'345	244	1'505	0	14'520	
	AB_80	60'677	6'518	1'375	8'729	0	77'298	
Total Autobahn		78'237	8'628	1'742	10'967	0	99'574	54%
Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	AO_HVS1	13'547	1'451	340	2'543	25	17'905	
Hauptverkehrsstrasse vorfahrtsberechtigt	IO_HVS1	8'623	877	121	1'229	16	10'867	
	IO_HVS3	9'578	899	101	1'514	13	12'105	
Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	7'791	740	84	1'241	11	9'868	
	IO_LSA2	3'184	298	33	517	4	4'036	
Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	IO_Kern	13'261	1'229	115	1'621	17	16'242	
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	IO_Nebenstr_locker	12'693	1'191	91	1'440	17	15'432	
Total ohne Autobahn		68'677	6'686	885	10'105	103	86'455	46%
Total Strassenverkehr		146'914	15'313	2'627	21'072	103	186'029	
Anteile		79.0%	8.2%	1.4%	11.3%	0.1%	100.0%	

3.3 Kläranlage

Tabelle 9: Klimagasemissionen durch die ARA 2008.

Emissionsquelle	Verbrauch	Einheit	Emissionen in Tonnen			CO ₂ e	Anteil
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
ARA Trockner mit Klärgas, biogen	11'079	MWh	0	0.2	0.00	7	18%
ARA BHKW mit Klärgas, biogen	13'555	MWh	0	1.2	0.00	30	80%
ARA Stützfeuerung mit Öl	-	MWh	0	0.000	0.000	0	0%
Heizkessel, biogen	1'293	MWh	0	0.028	0.000	1	2%
Total			0	1.5	0.01	37	

3.4 Landwirtschaft und übrige Aktivitäten

Tabelle 10: Klimagas-Emissionen der Landwirtschaft und der übrigen Aktivitäten im Jahr 2008.

Corinair-Aktivität	Aktivität					CH ₄		CO ₂		N ₂ O		CO _{2e}
	Wert	Einheit	Bezugsjahr	Quelle	Einheit der EMF	EMF	Em	EMF	Em	EMF	Em	
						a)	[kg/a]	a)	[kg/a]	a)	[kg/a]	
Feuerwerke	128'140	(Ew)	2007	1) S.18	(kg/Ew)		0	0.005	641		0	1
Lachgasanwendung Haushalt	128'140	(Ew)	2007	1) S.18	(kg/Ew)		0		0	0.008	1'051	311
Gartenpflege und Hobby	128'140	(Ew)	2007	1) S.18	(kg/Ew)	0.042	5'325	17.94	2'298'832	0.001	128	2'459
Rebland u. Obstkulturen	18	(ha)	2001	2) S. 135	(kg/ha)	5	90		0	4.7	85	27
Ackerbau	344	(ha)	2007	3) S. 60	(kg/ha)	5	1'721		0	4.6	1'583	508
Gemüseanbau	115	(ha)	2007	3) S. 60	(kg/ha)	25	2'868		0	4.6	528	222
Wiesen	344	(ha)	2007	3) S. 60	(kg/ha)	20	6'882		0	18.2	6'263	2'012
Weiden	344	(ha)	2007	3) S. 60	(kg/ha)	8	2'890		0	1.57	540	226
Milchkühe; Fermentation	717	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	100	71'700		0		0	1'649
Übriges Rindvieh; Fermentation	1'184	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	48	56'832		0		0	1'307
Schafe; Fermentation	394	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	8	3'152		0		0	72
Schweine; Fermentation	1'201	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	2	1'802		0		0	41
Milchkühe; Exkremete	717	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	44	31'548		0		0	726
Übriges Rindvieh; Exkremete	1'184	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	20	23'680		0		0	545
Mastschweine; Exkremete ^{b)}	1'165	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	10	11'650		0		0	268
Mutterschweine; Exkremete	36	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	20	721		0		0	17
Schafe; Exkremete	394	(T)	2007	1) S. 123	(kg/T)	0.280	110		0		0	3
Forstwirtschaft	1'646	(ha)	2007	1) S. 60	(kg/ha)	0.016	27	14.22	23'408	0.001	2	25
Landwirtschaft	1'147	(ha)	2007	1) S. 60	(kg/ha)	0.145	167	508.39	583'123	0.003	3	588
Baumaschinen	6'492	(Bs)	2005	1) S. 78	(kg/Bs)	0.19	1'235	2493.7	16'189'100	0.1	649	16'410
Lachgasanwendung Spitaler	2'348	(A)	2007	1) S. 189	(kg/A)		0		0	7.1	16'671	4'935
Krematorium	2'894	(Kr)	2007	1) S. 194	(kg/Kr)		0	175	506'450		0	506
Einsatz von Maschinen/Gerate	8'652	(Bs)	2005	4) S. 80	(kg/Bs)	0.03	257	97.2	840'974	0.004	35	857
Dieselfahrzeuge Schiene	128'140	(Ew)	2007	1) S. 18	(kg/Ew)	0.0002	28	4.13	529'218	0.0002	22	536
Total							222'683		20'971'746		27'558	34'251

Tabelle 11: Legende zu Tabelle 10.

a)	Emissionsfaktor in kg Klimagas pro Aktivitätseinheit
b)	Infolge fehlender Differenzierung wird angenommen, das Verhältnis Mutterschweine zu Mastschweine sei gleich wie in Winterthur,
1)	Statistisches Jahrbuch, Berichtsjahr 2007
2)	Statistisches Jahrbuch, Berichtsjahr 2007; Annahme: 0.01 ha pro Baum
3)	Statistisches Jahrbuch, Berichtsjahr 2007; Annahme: 30% Ackerbau, 10% Gemüsebau, 30% Wiesen und 30% Weiden des Landwirtschaftslands.
4)	Statistisches Jahrbuch, Berichtsjahr 2007: Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen, Zweige 14 bis 37.
Ew	Einwohner
T	Tier
Bs	Beschäftigte
A	Akutbett

3.5 Total der Klimagas-Emissionen

In Tabelle 12 sind die voranstehenden Detailresultate der einzelnen Klimagasquellen zusammengezogen.

3.5.1 Klimagasemissionen aller Quellengruppen im Jahr 2008

Bezogen auf die 128'140 Einwohner der Stadt Bern im Jahr 2008 werden pro Kopf 5.10 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr emittiert.

Tabelle 12: Zusammenstellung der Klimagasemissionen aller Quellengruppen im Jahr 2008.

Emissionsquelle	Verbrauch	Einheit	Emissionen in Tonnen/Jahr				Anteile
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Gas-Feuerungen	897'672	MWh/a	177'739	24.46	0.32	184'901	28.29%
Öl-Feuerungen	674'103	MWh/a	178'853	2.43	1.46	179'340	27.44%
Flüssiggasfeuerungen	687	MWh/a	156	0.00	0.00	156	0.02%
Holzfeuerungen	680	MWh/a	-	0.05	0.01	4	0.00%
Kehricht verbrannt	107'375	t/a	64'962	0.72	12.89	68'792	10.53%
Verkehr Autobahn	496	Mio km	99'136	1.77	1.34	99'574	15.24%
Verkehr übrige Strassen	427	Mio km	85'480	3.51	3.02	86'455	13.23%
Kläranlage	25'927	MWh/a	-	1.49	0.01	37	0.01%
Landwirtschaft, Obstbau, Tierhaltung			607	215.84	9.00	8'236	1.26%
Übrige Corinair-Aktivitäten			20'365	6.84	18.56	26'015	3.98%
Total			627'298	257	47	653'510	100%

Der weitaus grösste Teil des CO₂e-Ausstosses wird durch die Feuerungen mit fossilen Brennstoffen verursacht (Gas-, Öl- und Flüssiggasfeuerungen und Kehrichtverbrennungsanlage). Es folgt der Strassenverkehr als zweitgrösster Emittent.

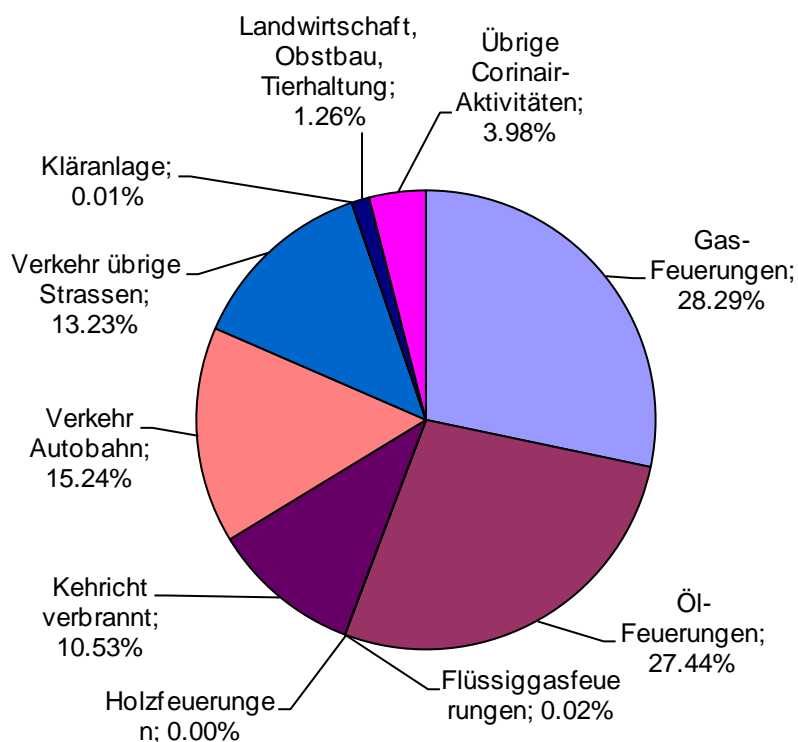


Abbildung 2: Darstellung der Klimagas-Emissionen aller Quellengruppen für das Jahr 2008.

Klimagasemissionen Stadt Bern 2008

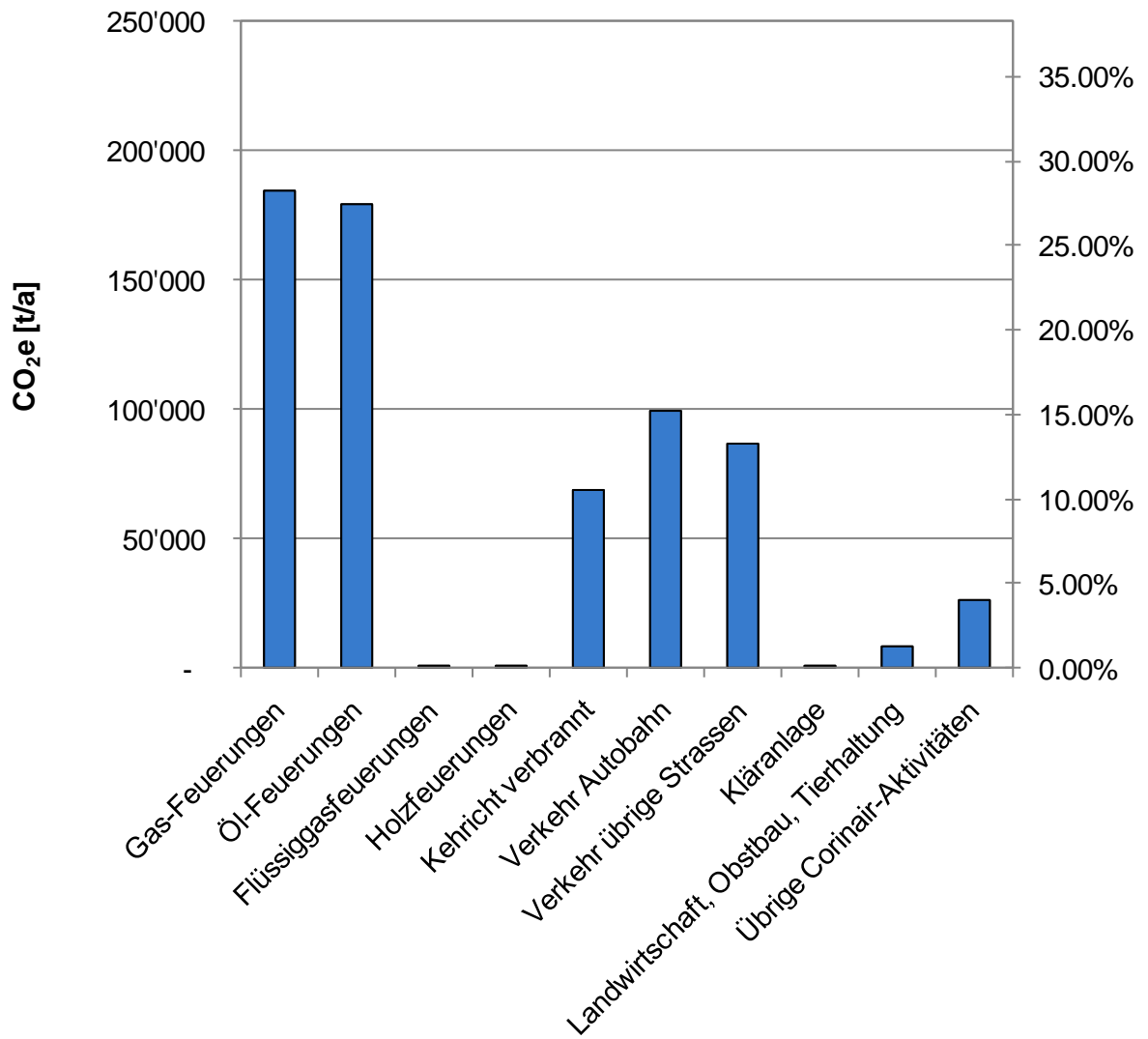


Abbildung 3: Darstellung der Klimagasemissionen aller Quellengruppen.

4 Interpretation und Schlussfolgerung

4.1 Zeitliche Entwicklung

Für den Vergleich über die Zeit sind die Daten nach den Vorgaben des UVEK (Emissionen nach CO₂-Gesetz, Informationen zur Klimakorrektur, Referenz/Aktenzeichen: G251-1293) heizgradtagbereinigt.

Tabelle 13: Zeitliche Entwicklung des CO₂e-Ausstosses der Stadt Bern.

	CO ₂ e-Ausstoss in Tonnen pro Jahr			
	1990	2004	2006	2008
Gas-Feuerungen	124'132	180'482	183'640	186'353
Öl-Feuerungen	254'890	222'831	205'191	180'946
Flüssiggasfeuerungen	-	-	2'077	158
Holzfeuerungen	-	25	55	4
Kehricht verbrannt	77'393	71'446	71'027	68'792
Verkehr Autobahn	75'807	94'904	98'404	99'574
Verkehr übrige Strassen	119'031	106'206	98'971	86'455
Kläranlage	78	247	43	37
Landwirtschaft, Obstbau, Tierhaltung	9'393	8'049	8'070	8'236
Übrige Corinair-Aktivitäten	34'656	25'226	25'675	26'015
Total	695'380	709'416	693'152	656'570
Veränderung gegenüber 1990		2%	0%	-6%
Veränderung gegenüber 2004			-2%	-7%
Veränderung gegenüber 2006				-5%

Der zeitliche Verlauf des Pro-Kopfausstosses von CO₂e ist in Tabelle 14 zusammengestellt.

Tabelle 14: Zeitliche Entwicklung des Pro-Kopfausstosses des CO₂e.

	CO ₂ e-Ausstoss pro Einwohner			
	1990	2004	2006	2008
tCO₂e pro Einwohner	5.03	5.5	5.26	5.10
Relative Änderung bezogen auf 1990		9%	4%	1%
Relative Änderung bezogen auf 2004			-5%	-8%
Relative Änderung bezogen auf 2006				-3%

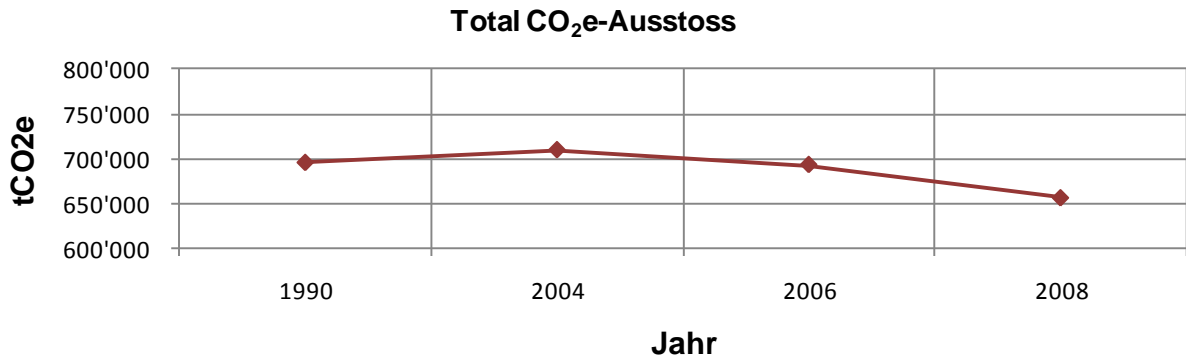


Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung des gesamten CO₂e-Ausstosses der Stadt Bern

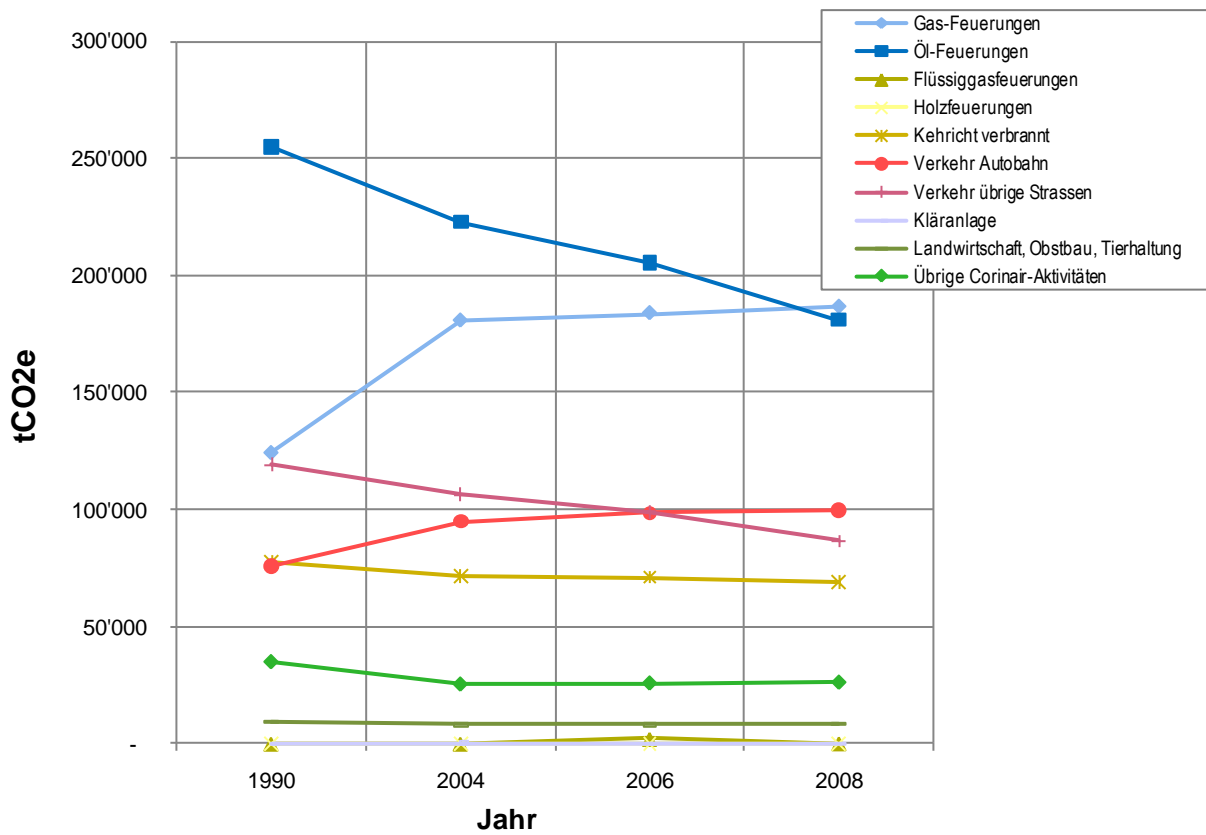


Abbildung 5: Zeitliche Entwicklung des CO₂e-Ausstosses der einzelnen Kategorien der Stadt Bern

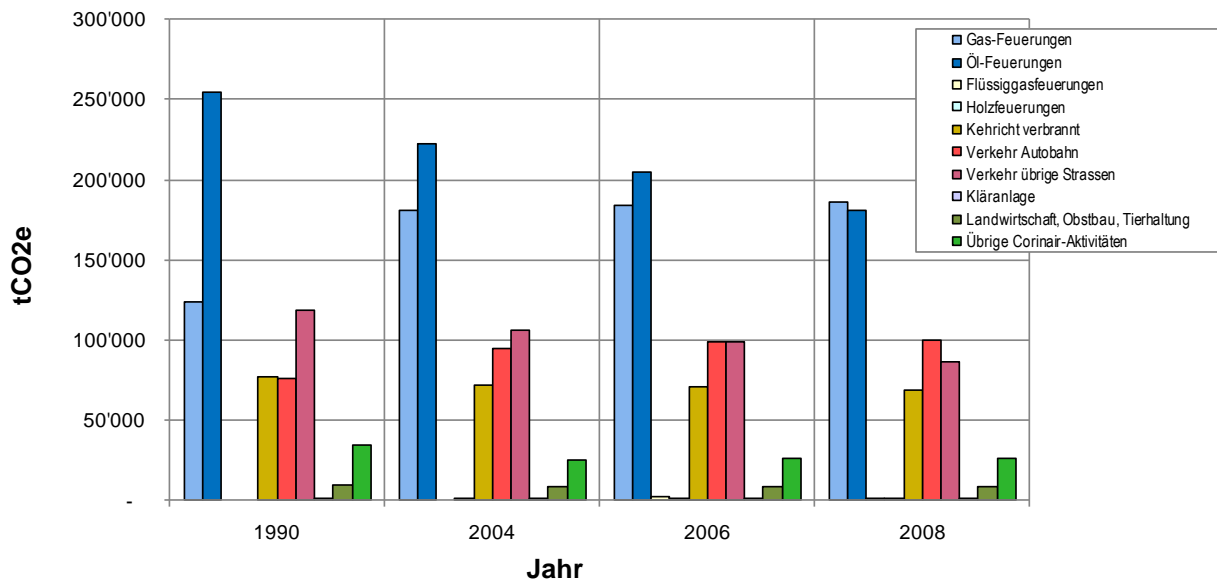


Abbildung 6: Balkendiagramm der zeitlichen Entwicklung des CO₂e-Ausstosses der Stadt Bern

4.2 Interpretation

Gas-Feuerungen: Der Gas-Verbrauch als auch die mittlere Leistung und Anzahl Kessel haben gegenüber 2006 leicht zugenommen.

Öl-Feuerungen: Der CO₂e-Ausstoss von Ölfeuerungen nimmt im Zeitraum 1990 bis 2008 signifikant und stetig ab. Dies korreliert mit den Anzahl Öl-Kesseln und dem vermehrten Trend zu Gas- und Alternativ-Feuerungen (Wärmepumpen).

Flüssiggas- und Holzfeuerungen: Die Brennstoffe Holz und Flüssiggas spielen im Vergleich zum Heizöl und -gas eine marginale Rolle.

Kehricht verbrannt: Der CO₂e-Ausstoss der Kehrichtverbrennungsanlage der Stadt Bern korreliert mit der Abfallmenge. Im 2008 wurde weniger Abfall als im 2006 verbrannt, was den tieferen CO₂e-Ausstoss im 2008 erklärt.

Verkehr: Der CO₂e-Ausstoss des Verkehrs auf der Autobahn nimmt eher zu, während der des Verkehrs auf den übrigen Strassen eindeutig abnimmt. Der Trend ist über die Jahre konsistent. Der CO₂e-Ausstoss korreliert mit dem Verkehrsaufkommen. Die Zunahme auf der Autobahn bestätigt den schweizerischen Trend, die Abnahme des Verkehrs auf den übrigen Strassen entspricht nur bedingt dem schweizerischen Verlauf (Entwicklungsindizes des Schweizerischen Strassenverkehrs, Bundesamt für Strassen ASTRA, Fortschreibung 1995 - 2008).

Kläranlage: Im 2008 wurden keine fossilen sondern nur biogene Brennstoffe in der Kläranlage verbrannt. Der Klimagasausstoss reduziert sich so auf annähernd 0.

Landwirtschaft, Obstbau, Tierhaltung: Diese Kategorien der Corinair-Aktivitäten emittieren nur eine unwesentliche Menge CO₂e über die Jahre.

Übrige Corinair-Aktivitäten: In diesem Bereich sind unter anderem Bautätigkeit und Lachgasanwendung in Spitälern ausschlaggebend für die relativ hohen Emissionen. Die Entwicklung über die Zeit zeigt keine signifikante Änderung.

4.3 Fazit

Die Hauptemissionsquellen der CO₂-Äquivalente bleiben unverändert seit 1990 die Heizungen und der Verkehr. Die zeitliche Entwicklung zeigt eine Abnahme der gesamten CO₂e-Emissionen auf -6% des Niveaus von 1990.

Ein klarer Trend zu weniger CO₂e-Ausstoss ist bei den Ölfeuerungen und dem Verkehr auf den Haupt- und Nebenstrassen ersichtlich. Bei den restlichen Kategorien sehen wir keinen eindeutig feststellbaren Trend.

Gerlafingen, 7.9.2009

Neosys AG
Technik-Umwelt

Rolf Gerber
Qualitätssicherung

Felix Martin
Projektleiter

5 Anhang

5.1 Feuerungen

Tabelle 15: Datenauswertung Feuerungen 2008.

	Gas-Heizungen		Flüssiggas		Öl-Heizungen		Holz-Heizungen	
Anzahl Kessel:	6'102		11		6'284		11	
grösste Leistung:	4'304	kW	168	kW	3'489	kW	120	kW
kleinste Leistung:	6	kW	10	kW	7	kW	10	kW
mittlere Leistung:	73.8	kW	41.9	kW	72.0	kW	41.5	kW
Verbrauch Heizungen:	670'830	MWh	687	MWh	674'103	MWh	680	MWh
mittlere Betriebsstundenzahl:	1'491	h/a	1'491	h/a	1'491	h/a	1'491	h/a
Anzahl Brenner älter (<) 1989	1'121		5		536			
mittlere Leistung für < 1989:	34	kW	41.20	kW	67	kW		
Anzahl Brenner ab (>=) 1989	4'978		6		5'704			
mittlere Leistung für >= 1989:	83	kW	42.50	kW	72	kW		
Gesamtleistung alte in kW	38'389	8.5%	206	45%	36'136	8.1%		
Gesamtleistung neue in kW	411'578	91.5%	255	55%	410'523	91.9%		
Gesamtleistung in kW	449'967	100.0%	461	100%	446'658	100.0%		

5.2 Strassenverkehr

Tabelle 16: Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, Jahr 2008.

Strassentyp	Klimagas	FzKat	EFAg [g/km]	FzKat	EFAg [g/km]
AB_120	CO2	PW	218.6609	KR,MR	109.2165
AB_100	CO2	PW	198.5827	KR,MR	106.2578
AB_80	CO2	PW	177.0318	KR,MR	100.3318
AO_HVS1	CO2	PW	148.0822	KR,MR	89.7018
IO_HVS1	CO2	PW	144.6263	KR,MR	73.5066
IO_HVS3	CO2	PW	204.7832	KR,MR	77.6518
IO_LSA1	CO2	PW	192.6738	KR,MR	75.1725
IO_LSA2	CO2	PW	208.6507	KR,MR	77.6518
IO_Kern	CO2	PW	216.5027	KR,MR	85.5332
IO_Nebenstr_locker	CO2	PW	204.7832	KR,MR	76.4121
AB_120	CH4	PW	0.0020	KR,MR	0.0474
AB_100	CH4	PW	0.0018	KR,MR	0.0472
AB_80	CH4	PW	0.0016	KR,MR	0.0458
AO_HVS1	CH4	PW	0.0012	KR,MR	0.1010
IO_HVS1	CH4	PW	0.0012	KR,MR	0.2039
IO_HVS3	CH4	PW	0.0030	KR,MR	0.2206
IO_LSA1	CH4	PW	0.0026	KR,MR	0.2129
IO_LSA2	CH4	PW	0.0030	KR,MR	0.2206
IO_Kern	CH4	PW	0.0031	KR,MR	0.2434
IO_Nebenstr_locker	CH4	PW	0.0030	KR,MR	0.2168
AB_120	N2O	PW	0.0025	KR,MR	0.0010
AB_100	N2O	PW	0.0025	KR,MR	0.0010
AB_80	N2O	PW	0.0025	KR,MR	0.0010
AO_HVS1	N2O	PW	0.0037	KR,MR	0.0010

IO_HVS1	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
IO_HVS3	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
IO_LSA1	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
IO_LSA2	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
IO_Kern	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
IO_Nebenstr_locker	N2O	PW	0.0083	KR,MR	0.0010
AB_120	CO2	LI/LNF	334.0549	SNF	626.1763
AB_100	CO2	LI/LNF	286.5663	SNF	626.1763
AB_80	CO2	LI/LNF	232.9870	SNF	609.9615
AO_HVS1	CO2	LI/LNF	194.5783	SNF	586.5859
IO_HVS1	CO2	LI/LNF	181.0606	SNF	676.4974
IO_HVS3	CO2	LI/LNF	236.0516	SNF	1059.3839
IO_LSA1	CO2	LI/LNF	224.8758	SNF	1004.6857
IO_LSA2	CO2	LI/LNF	239.4466	SNF	1108.7511
IO_Kern	CO2	LI/LNF	246.3396	SNF	1092.7582
IO_Nebenstr_locker	CO2	LI/LNF	236.0516	SNF	1103.4200
AB_120	CH4	LI/LNF	0.0070	SNF	0.0081
AB_100	CH4	LI/LNF	0.0051	SNF	0.0081
AB_80	CH4	LI/LNF	0.0035	SNF	0.0080
AO_HVS1	CH4	LI/LNF	0.0027	SNF	0.0077
IO_HVS1	CH4	LI/LNF	0.0037	SNF	0.0105
IO_HVS3	CH4	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0201
IO_LSA1	CH4	LI/LNF	0.0070	SNF	0.0187
IO_LSA2	CH4	LI/LNF	0.0081	SNF	0.0230
IO_Kern	CH4	LI/LNF	0.0082	SNF	0.0276
IO_Nebenstr_locker	CH4	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0245
AB_120	N2O	LI/LNF	0.0038	SNF	0.0067
AB_100	N2O	LI/LNF	0.0038	SNF	0.0067
AB_80	N2O	LI/LNF	0.0038	SNF	0.0067
AO_HVS1	N2O	LI/LNF	0.0044	SNF	0.0093
IO_HVS1	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
IO_HVS3	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
IO_LSA1	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
IO_LSA2	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
IO_Kern	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
IO_Nebenstr_locker	N2O	LI/LNF	0.0080	SNF	0.0104
alle	CO2	Mofas	56.2895		
alle	CH4	Mofas	0.2998		
alle	N2O	Mofas	0.0010		

Gemäss BUWAL: "Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, Version 2.1. Basis, Jahr 2008

Tabelle 17: Faktoren der Differenz des Verkehrsaufkommens 2004 und 2008.

Autobahn				
Messstelle	Abschnittslänge [km]	Zählung 2003 [DTV]	Zählung 2007 [DTV]	Faktor
A12 Bümpliz	2	37'700	39'700	
A1 Felsenau	2.8	92'000	101'100	
A6 Bern Ost	2.1	68'900	73'900	
Gewichtetes Mittel	6.9	69'230	75'025	
Autobahnfaktor				1.08
Ausserorts				
Messstelle		Zählung 2003 [DTV]	Zählung 2007 [DTV]	Faktor
Deisswil		10'500	10'300	
Herrenschwanden		7'400	7'500	
Köniz		7'600	7'000	
Münchenbuchsee		10'200	9'800	
Rüfenacht		14'200	13'700	
Wohlen		6'300	6'400	
Mittel		9'367	9'117	
AO-Faktor				0.97
Innerorts Hauptstrassen				
Messstelle		Zählung 2003 [DTV]	Zählung 2007 [DTV]	Faktor
Lorrainebrücke		26'900	18'300	
Monbijoubücke		19'200	18'200	
Murtenstrasse		11'300	12'000	
Mittel		19'133	16'167	
IO1-Faktor				0.84
Innerorts Nebenstrassen				
Messstelle		Zählung 2003 [DTV]	Zählung 2007 [DTV]	Faktor
Aarstrasse		5'400	4'400	
Schosshaldenstrasse		8'300	7'000	
Mittel		6'850	5'700	
IO2-Faktor				0.83

DTV: Durchschnittlicher 24-Stunden-Verkehr (Jahresmittelwert Mo-So).

Tabelle 18: Anteile der Fahrzeugkategorien gemäss „Luft-Systematik“ für die Autobahnteilstücke der Stadt Bern 2008.

	Zuordnung		in [Mio Fahrzeug-km pro Jahr]		
	Lärm	Luft	2008 ⁽²⁾	2005	2010
PW	N1	PW	55'398	53'689	56'537
Lieferwagen	N1	Li	4'518	4'343	4'635
Schwere Nutzfahrzeuge	N2	SNF	2'233	2'138	2'296
Busse	N2	SNF	302	303	302
motorisierte 2-Räder	N2	MR	2'404	2'282	2'485
nur Motorräder ⁽¹⁾	N2	MR	2'404		
nur Mofas ⁽¹⁾	N1	Mofa	-		
Total N1			59'916	92.4%	
Total N2			4'939	7.6%	
N1+N2			64'855		
Motorrad- +Rolleranteil an N2			48.7%	Rest = SNF	51.3%
Mofaanteil an N1			0.00%		
Lieferwagenanteil an N1			7.54%		
PW-Anteil an N1			92.46%		

⁽¹⁾ Der Mofaanteil an den motorisierten Zweirädern auf der Autobahn ist 0.

⁽²⁾ Aus den Werten der Jahre 2005 und 2010 interpoliert.

Tabelle 19: Anteile der Fahrzeugkategorien gemäss „Luft-Systematik“ für das übrige Strassennetz von Bern 2008.

	Zuordnung		in [Mio Fahrzeug-km pro Jahr]		
	Lärm	Luft	2008 ⁽²⁾	2005	2010
PW	N1	PW	55'398	53'689	56'537
Lieferwagen	N1	Li	4'518	4'343	4'635
Schwere Nutzfahrzeuge	N2	SNF	2'233	2'138	2'296
Busse	N2	SNF	302	303	302
motorisierte 2-Räder	N2	MR	2'404	2'282	2'485
nur Motorräder ⁽¹⁾	N2	MR	2'163		
nur Mofas ⁽¹⁾	N1	Mofa	240		
Total N1			60'156	92.8%	
Total N2			4'699	7.2%	
N1+N2			64'855		
Motorrad- +Rolleranteil an N2			46.0%	Rest = SNF	54.0%
Mofaanteil an N1			0.40%		
Lieferwagenanteil an N1			7.51%		
PW-Anteil an N1			92.09%		

⁽¹⁾ Der Mofa-Anteil an den motorisierten Zweirädern beträgt in der Region Bern 22.4%. Für das städtische Strassennetz (ohne Autobahn) wird von ca. 10% Fahrleistungsanteil der Mofas an der Fahrleistung der mot. Zweiräder gerechnet.

⁽²⁾ Aus den Werten der Jahre 2005 und 2010 interpoliert.

Tabelle 20: CO₂-Emissionen des Strassenverkehrs 2008.

Strasstyp	Kurzbezeichnung	CO ₂ -Emission in [t]					
		PW	Lieferwagen	Motorräder	SNF	Mofas	Total
Autobahn	AB_120	6'113	762	121	731	0	7'727
	AB_100	11'380	1'339	241	1'500	0	14'461
	AB_80	60'410	6'484	1'357	8'698	0	76'948
Total Autobahn		77'903	8'585	1'719	10'929	0	99'136
Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	AO_HVS1	13'444	1'441	330	2'530	22	17'767
Hauptverkehrsstrasse vorfahrtsberechtigt	IO_HVS1	8'478	866	113	1'223	14	10'694
	IO_HVS3	9'461	889	94	1'509	11	11'965
Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	7'691	732	79	1'237	10	9'748
	IO_LSA2	3'146	294	31	516	4	3'991
Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	IO_Kern	13'108	1'216	108	1'615	15	16'062
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	IO_Nebenstr_locker	12'539	1'179	85	1'436	15	15'253
Total ohne Autobahn		67'866	6'618	840	10'065	91	85'480
Total Strassenverkehr		145'769	15'203	2'559	20'994	91	184'616
Anteile		79.0%	8.2%	1.4%	11.4%	0.0%	100.0%

Tabelle 21: CH₄-Emissionen des Strassenverkehrs 2008.

Strasstyp	Kurzbezeichnung	CH ₄ -Emission in [t]					
		PW	Lieferwagen	Motorräder	SNF	Mofas	Total
Autobahn	AB_120	0.057	0.016	0.053	0.009	0	0.135
	AB_100	0.101	0.024	0.107	0.019	0	0.251
	AB_80	0.551	0.097	0.619	0.114	0	1.381
Total Autobahn		0.708	0.137	0.779	0.142	0	1.766
Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	AO_HVS1	0.110	0.020	0.372	0.033	0.118	0.652
Hauptverkehrsstrasse vorfahrtsberechtigt	IO_HVS1	0.071	0.018	0.315	0.019	0.076	0.499
	IO_HVS3	0.139	0.030	0.268	0.029	0.060	0.526
Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	0.103	0.023	0.224	0.023	0.052	0.425
	IO_LSA2	0.046	0.010	0.088	0.011	0.020	0.174
Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	IO_Kern	0.188	0.041	0.307	0.041	0.079	0.656
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	IO_Nebenstr_locker	0.184	0.040	0.241	0.032	0.080	0.576
Total ohne Autobahn		0.841	0.181	1.813	0.187	0.484	3.507
Total Strassenverkehr		1.550	0.318	2.592	0.329	0.484	5.273
Anteile		29.4%	6.0%	49.2%	6.2%	9.2%	100.0%

Tabelle 22: N₂O-Emissionen des Strassenverkehrs 2008.

Strassentyp	Kurzbezeichnung	N ₂ O-Emission in [t]					
		PW	Lieferwagen	Motorräder	SNF	Mofas	Total
Autobahn	AB_120	0.070	0.009	0.001	0.008	0	0.088
	AB_100	0.144	0.018	0.002	0.016	0	0.180
	AB_80	0.859	0.106	0.014	0.096	0	1.074
Total Autobahn		1.074	0.133	0.017	0.120	0	1.343
Hauptverkehrsstrasse (Ausfallstrasse)	AO_HVS1	0.340	0.033	0.004	0.040	0.0004	0.417
Hauptverkehrsstrasse vorfahrtsberechtigt	IO_HVS1	0.486	0.038	0.002	0.019	0.0003	0.544
	IO_HVS3	0.383	0.030	0.001	0.015	0.0002	0.429
Hauptverkehrsstrasse mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	0.331	0.026	0.001	0.013	0.0002	0.371
	IO_LSA2	0.125	0.010	0.000	0.005	0.0001	0.140
Strasse im Stadtkern oder Nebenstrasse im dicht bebauten Siedlungsgebiet	IO_Kern	0.502	0.039	0.001	0.015	0.0003	0.558
Nebenstrasse im locker bebauten Siedlungsgebiet	IO_Nebenstr_locker	0.507	0.040	0.001	0.014	0.0003	0.562
Total ohne Autobahn		2.673	0.216	0.010	0.120	0.0016	3.021
Total Strassenverkehr		3.747	0.349	0.027	0.240	0.002	4.364
Anteile		85.9%	8.0%	0.6%	5.5%	0.0%	100.0%