

# Kommunale Klimagasbilanz: Beispiel Stadt Winterthur

*Die Stadt Winterthur ist 1993 dem «Klima-Bündnis der europäischen Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre» beigetreten. Ziel dieses Bündnisses ist es, mit lokalen, kommunalen Klimaschutzprogrammen einen Beitrag an den Schutz der Erdatmosphäre zu leisten. Mit dem Beitritt zum Klima-Bündnis verpflichten sich die Städte in einem ersten Schritt zu einer Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner bis zum Jahr 2010 gegenüber dem Referenzjahr 1990 (ursprünglich 1987)<sup>1)</sup>. Anschliessend soll eine weitere schrittweise Reduktion erfolgen. Basis für die Bestimmung des Reduktionsbedarfs ist eine kommunale CO<sub>2</sub>-Bilanz.*

Die Stadt Winterthur hat mit Unterstützung eines externen Beratungsunternehmens ein praxisorientiertes Modell entwickelt, um die lokalen Treibhausgas-Emissionen zu bilanzieren. Das Modell berücksichtigt alle wichtigen Treibhausgase, also nicht nur das CO<sub>2</sub> wie vom Klima-Bündnis gefordert. Es lässt mit vertretbarem Aufwand zu, die notwendigen Datengrundlagen bereitzustellen, damit der Handlungsbedarf beim lokalen Klimaschutz quantifiziert und Ansatzpunkte für eine städtische Klimagas-Emissionsreduktionsstrategie identifiziert werden können.

## Zwecke der Winterthurer Klimagasbilanz

Die Winterthurer Klimagasbilanz erfüllt verschiedene Zwecke:

- 1 Als Emissionsbilanz für die relevanten Treibhausgase für das «Ausgangsjahr 1995», d. h. für den Status quo, zeigt sie die heutigen Treibhausgas-Emissionen auf.
- 1 Sie ermöglicht das Quantifizieren des Handlungsbedarfs zum Erreichen der kommunalen Klimaschutzziele.
- 1 Sie erlaubt das Identifizieren der Ansatzpunkte für eine kommunale Reduktionsstrategie.

- 1 Sie bildet die Grundlage für die Planung des Vorgehens zum Umsetzen der Reduktionsstrategie.
- 1 Sie weist auf Synergieeffekte, Schnittstellen und Koordinationsbedürfnisse mit anderen Umweltpolitiken, insbesondere der Luftreinhaltung, hin.
- 1 Sie bildet die Basis für künftige Erfolgskontrollen.

## Relevante Klimagase

Die Winterthurer Klimagasbilanz erstreckt sich gemäss den IPCC<sup>2)</sup>-Richtlinien über folgende Treibhausgase:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )                     | GWP <sup>3)</sup> = 1 |
| 1 Methan (CH <sub>4</sub> )                           | GWP = 21              |
| 1 Distickstoffmonoxid<br>= Lachgas (N <sub>2</sub> O) | GWP = 290             |
| 1 Stickoxide (NO <sub>x</sub> )                       | GWP unbekannt         |
| 1 Kohlenmonoxid (CO)                                  | GWP unbekannt         |
| 1 Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC)              | GWP unbekannt         |

Weitere, ebenfalls als klimarelevant angesehene Gase sind die fluorierten und chlorierten Kohlenwasserstoffe (FCKW). Deren Verwendung läuft allerdings gegenwärtig aus, sodass sich eine Aufnahme in die Emissionsbilanz erübrigt<sup>4)</sup>.

Das «Global Warming Potential» (GWP) der einzelnen Klimagase ist sehr unterschiedlich. Die Erfahrung aus Winterthur zeigt, dass die mit ihrem GWP gewichteten Klimagase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffmonoxid den weitaus grössten Anteil am Gesamttotal der von einer Gemeinde emittierten Treibhausgase ausmachen. Sind die emittierten Mengen der Stickoxide, des Kohlenmonoxids und der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe nicht bekannt oder nur mit grossem Aufwand zu bestimmen, wäre es wohl zulässig, auf die Ermittlung dieser Klimagase für die kommunale Klimagasbilanz zu verzichten.

**Redaktionelle Verantwortung für diesen Beitrag:**  
**Umweltschutzfachstelle der Stadt Winterthur**  
**Daniel Klooz, Beauftragter für Umweltschutz und Energie**  
**Obertor 32**  
**8402 Winterthur**  
**Telefon 052 267 53 02**  
**e-mail: daniel.klooz@win.ch**

LUFT

## Quellen/Senken

Damit die Vergleichbarkeit mit anderen Klimagasbilanzen, z. B. derer anderer Gemeinden, gewahrt bleibt, werden die Quellen und Senken für Treibhausgase in der Stadt Winterthur gemäss den «IPCC Reporting Instructions»<sup>5)</sup> in folgenden Quellen-/ Senkengruppen erfasst:

- 1 Elektrizitäts- und Wärmeproduktion mittels Feuerungen für die Weitergabe an Dritte (z. B. Heizkraftwerk)
- 1 Verbrauch von Brennstoffen in der Industrie (Grossfeuerungen)
  - Metallindustrie
  - Chemische Industrie
  - Lebensmittelindustrie
  - übrige Industriezweige
- 1 Verbrauch von Brennstoffen für kleine Feuerungen im Bereich Gewerbe / Dienstleistungen / Haushalte
- 1 Verbrauch von Treibstoffen für Transportbedürfnisse
  - Leichte Motorwagen und Motorräder
  - Schwere Motorwagen (Lastwagen, Cars)
  - «Off-Road»-Sektor
  - Transport- und Lagerverluste
- 1 Industrieprozesse (ohne Verbrennung von Brennstoffen)
  - Metallindustrie (Eisen, Buntmetalle)
  - Chemische Industrie (v. a. Düngerproduktion)
  - Industrie der Steine und Erden (v. a. Zementherstellung)
  - übrige Industriezweige
- 1 Verwendung von Lösungsmitteln
  - Industrie / Gewerbe / Dienstleistungen
  - Haushalte
- 1 Land- und Forstwirtschaft
  - Verdauungsprozesse in der Tierhaltung
  - Verwendung von Hofdünger (Gülle, Mist)

- Verwendung von zugekauften organischen und anorganischen Düngern
- Signifikante Veränderungen der Kohlenstoffbilanz in der Land- und Forstwirtschaft (Rodungen, Aufforstungen, Umwandlung von Landwirtschaftsland, ...)

- 1 Abfallbeseitigung
  - Deponie von organischen Abfällen
  - Abwasserreinigung
  - Abfallverbrennung (KVA, weitere Abfallverbrennungsanlagen)
  - Kompostieranlagen

## Systemgrenzen

Im Winterthurer Modell sind die Systemgrenzen differenziert nach den unterschiedlichen Aktivitäten wie folgt festgelegt:

- 1 **Räumliche Systemgrenzen:** Grundsätzlich begrenzt die Stadtgrenze den betrachteten Raum. Für die Energieträger Erdöl, Erdgas, Elektrizität werden zusätzlich die vorgelagerten Emissionen innerhalb der Schweiz sowie summarisch die Emissionen im Ausland berücksichtigt. Beim Abfall werden zusätzlich zu den Emissionen auf Stadtgebiet, die vor- resp. nachgelagerten Emissionen des Abfallsammelns, des Abfallverbrennens und der Abfalldeponierung miteinbezogen. Diese Emissionen fallen zum Teil ausserhalb der Stadtgrenzen an, da Winterthur einen Teil des Abfalls zum Betrieb der Kehrriechverbrennungsanlage aus umliegenden Gemeinden sowie aus den Kantonen Schaffhausen und Zug importiert.
- 1 **Sachliche Systemgrenzen:** Es werden nur die direkten Treibhausgas-Emissionen, welche beim Betrieb einer Anlage zur Gewinnung, zur Aufbereitung, zum Transport oder zur Umwandlung auftreten, berücksichtigt. Die indirekten Emissionen, die bei

der Herstellung der Anlage selbst anfallen, finden keine Berücksichtigung.

## Berechnungsmethodik

Sofern möglich, wird die Ermittlung der Treibhausgas-Emissionen direkt aufgrund der Prozesse bzw. im Falle von vorgelagerten Emissionen aufgrund der Prozessketten durchgeführt. Voraussetzung für dieses Vorgehen ist, dass direkt verwertbare Mengenangaben zur Verfügung stehen. Fehlen solche Mengenangaben, werden die Emissionen wie folgt abgeschätzt:

$$\text{Emission} = \text{Emissionsfaktor pro Bezugsgrösse} \times \text{Bezugsgrösse}$$

Typische Bezugsgrössen für die Emissionsfaktoren sind: Produktions-, Umschlags- oder Verbrauchsmengen, Arbeitsplätze, Arealgrössen, etc. Die IPCC Reporting Instructions beschreiben das genaue Vorgehen beim Bilanzieren, die im einzelnen zu wählenden Bezugsgrössen und die anzuwendenden Emissionsfaktoren. Weitere Emissionsfaktoren werden dem schweizerischen Treibhausgasinventar <sup>6)</sup> und dem BUWAL-Bericht Nr. 256 <sup>7)</sup> entnommen.

Das Ergebnis dieses Vorgehens sind

- 1 die Klimagas-Emissionen der Energienutzung bzw. der emissionsverursachenden Tätigkeiten auf Stadtgebiet von Winterthur, plus gegebenenfalls
- 1 die vorgelagerten Emissionen durch Umwandlungs- und Transportprozesse in der Schweiz, aber ausserhalb von Winterthur plus gegebenenfalls
- 1 die summarischen Zuschläge für die Emissionen der Prozesse im Ausland bei importierten Energieträgern.

## Datengrundlagen

Die Daten für die Klimagasbilanz Winterthur stammen aus verschiedenen Quellen:

- 1 Emissionsdaten von Grossfeuerungsanlagen
- 1 Gebäudekataster mit zugehörigen Ölverbräuchen
- 1 Statistische Angaben der Stadtwerke betreffend
  - Stromverbrauch
  - Gasverbrauch
  - Abfallverbrennung
  - Abfalldeponierung
  - Fernwärmeproduktion
  - Abwasserreinigung



Bedeutende Treibhausgase (Ammoniak/Methan) aus intensiver Landwirtschaft spielen in der Klimabilanz einer Stadt wie Winterthur praktisch keine Rolle.

Bild: Kanton Zürich

- Klärschlammverbrennung
- 1 Verkehrszählungen auf Stadtgebiet
- 1 Statistische Grundlagen von Branchenverbänden
- 1 BUR-Register<sup>8)</sup>

### Treibhausgasbilanz Winterthur für 1995

Die Treibhausgasbilanz für das Jahr 1995 zeigt, dass heute allein auf dem Gebiet der Stadt Winterthur rund 480'000 Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre abgegeben werden. Gut die Hälfte davon stammt aus der stationären Verbrennung fossiler Brennstoffe, weitere 30 Prozent aus dem motorisierten Strassenverkehr. Mit über 10 Prozent leistet auch die KVA und damit die Abfallbehandlung einen beachtlichen Anteil. Weitere 30 Tonnen CO<sub>2</sub> müssen den vorgelagerten Emissionen zur Bereitstellung der Energieträ-

ger Öl, Gas und Benzin zugerechnet werden.

Beim Methan (CH<sub>4</sub>) werden nur knapp 60 Prozent auf dem Gebiet der Stadt Winterthur emittiert. Die restlichen 40 Prozent müssen vorgelagerten Aktivitäten zugeschrieben werden. Auffallend ist der relativ grosse Beitrag der lokalen Erdgasversorgung an die Methanemissionen. Weitere Quellen sind die Deponie Riet, Verbrennungsprozesse und die Nutztierhaltung.

Die Lachgas-Emissionen (N<sub>2</sub>O) stammen je zu einem Drittel aus der Verwendung von stickstoffhaltigem Dünger durch die Landwirtschaft, aus der DeNO<sub>x</sub>-Anlage der Kehrichtverbrennungsanlage sowie aus Energienutzung und weiteren Aktivitäten.

Einige der klimawirksamen Treibhausgase sind gleichzeitig auch Luftschadstoffe. Von den knapp 1'200 Tonnen Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), die jährlich auf Stadtgebiet emittiert werden,

stammen zwei Drittel aus dem Strassenverkehr, 20 Prozent aus Feuerungsanlagen. Die restlichen 12 Prozent sind auf verschiedene Aktivitäten zurückzuführen. Die vorgelagerten Emissionen von Stickoxiden spielen lufthygienisch für Winterthur keine Rolle. Für den Klimaschutz der Stadt Winterthur mit seiner globalen Dimension sind sie jedoch bedeutungsvoll.

Etwas weniger als 85 Prozent der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) stammen aus Aktivitäten in Haushalten, Industrie, Gewerbe sowie Forst- und Landwirtschaft. Rund 15 Prozent werden vom Strassenverkehr emittiert. Beim Kohlenmonoxid (CO) entfallen 70 Prozent der total 3'500 Tonnen pro Jahr auf Emissionen aus dem Personenwagenverkehr. Weitere 15 Prozent stammen von verschiedenen Geräten und Maschinen mit Benzinantrieb im Garten- und Hobbybereich.

Verursacher	Emissionsbilanzen in t/Jahr (CO <sub>2</sub> in 1000 t/Jahr)																
	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			NO <sub>x</sub>			CO		NMVOC		
	W'thur	CH	Ausland	W'thur	CH	Ausland	W'thur	CH	Ausland	W'thur	CH	Ausland	W'thur	CH	Ausland		
<b>Energie</b>	396,5	8,3	22,0	302,2	33,4	495,6	6,8	0,2	0,1	987,0	37,9	442,5	2'801,4	473,6	17,8	879,9	
davon Grossfeuerungen	48,9	0,1	3,2	2,3	4,8	90,8	0,3	0,0	0,0	40,6	1,8	96,4	9,2	1,5	1,6	101,5	
davon Heizöl	32,1	0,1	1,5	0,4	0,1	21,3	0,3	0,0	0,0	25,9	1,8	9,5	4,8	0,9	1,6	75,4	
Gas	16,8	0,0	1,7	1,9	4,7	69,5	0,0	0,0	0,0	14,7	0,0	86,9	4,4	0,6	0,0	26,1	
Kleinfeuerungen	211,0	0,5	12,5	8,9	14,7	313,3	1,4	0,0	0,0	140,3	8,8	305,5	223,7	18,1	7,9	454,9	
davon Heizöl	159,6	0,5	7,3	3,3	0,6	106,8	1,3	0,0	0,0	106,8	8,8	47,4	37,5	14,0	7,9	377,5	
Gas	51,4	0,0	5,2	5,6	14,1	206,5	0,1	0,0	0,0	28,1	0,0	258,1	45,8	1,9	0,0	77,4	
Holz	–	–	–	–	–	–	0,0	–	–	5,4	–	–	140,4	2,2	–	–	
Gasverteilung, lokal	–	–	–	262,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	26,2	–	–	
Elektrizität (CH-Mix)	–	7,3	0,0	–	13,3	0,0	–	0,2	0,0	–	19,8	0,0	–	–	1,6	0,0	
Verkehr	136,6	0,4	6,3	28,8	0,6	91,5	5,1	0,0	0,0	806,1	7,5	40,6	2'568,5	427,8	6,8	323,5	
<b>Land-/Forstwirtschaft</b>	1,1	0,0	0,0	238,0	0,0	0,0	13,7	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	79,4	26,4	0,0	0,0	
davon Tierhaltung	–	–	–	219,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Düngereinsatz	–	–	–	18,1	–	–	13,7	–	–	3,3	–	–	–	15,8	–	–	
Einsatz von Maschinen	1,1	–	–	0,3	–	–	0,0	–	–	14,3	–	–	79,4	10,6	–	–	
<b>Abfallbeseitigung</b>	69,1	0,4	0,0	197,3	0,3	0,0	13,3	0,0	0,0	49,6	8,0	0,0	23,0	2,3	1,8	0,0	
davon KVA	65,9	0,4	0,0	9,9	0,3	0,0	13,2	0,0	0,0	44,0	8,0	0,0	22,0	2,2	1,8	0,0	
SVA	3,2	–	–	0,5	–	–	0,1	–	–	5,6	–	–	1,0	0,1	–	–	
Deponie	–	–	–	186,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
<b>Aktivitäten</b>	11,2	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	124,0	0,0	0,0	684,0	2'388,4	0,0	0,0	
davon Haushalte	1,6	–	–	3,6	–	–	0,8	–	–	4,8	–	–	471,0	213,5	–	–	
Baugewerbe	6,2	–	–	0,5	–	–	0,3	–	–	87,4	–	–	33,1	38,9	–	–	
Lebensmittel	0,2	–	–	0,0	–	–	0,0	–	–	0,0	–	–	0,4	26,8	–	–	
Lösungsmittel	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1'418,9	–	–	
Übrige	3,2	–	–	0,6	–	–	1,5	–	–	31,8	–	–	179,5	690,3	–	–	
<b>Total</b>	<b>477,9</b>	<b>8,7</b>	<b>22,0</b>	<b>741,6</b>	<b>33,7</b>	<b>495,6</b>	<b>36,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1'178,2</b>	<b>45,9</b>	<b>442,5</b>	<b>3'587,8</b>	<b>2'890,7</b>	<b>19,6</b>	<b>879,9</b>	
<b>Gesamttotal</b>	<b>CO<sub>2</sub>: 508,6</b>			<b>CH<sub>4</sub>: 1'270,9</b>			<b>N<sub>2</sub>O: 36,7</b>			<b>NO<sub>x</sub>: 1'666,6</b>			<b>CO: 3'587,2</b>		<b>NMVOC: 3790,2</b>		

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen liefern mit Abstand den grössten Beitrag an die Treibhausgas-Emissionen der Stadt Winterthur. Alle anderen Klimagase sind diesbezüglich von nachrangiger Bedeutung. Die vorgelagerten Emissionen erreichen bei den Treibhausgasen Methan, NO<sub>x</sub> und NMVOC ein erhebliches Ausmass im Vergleich zu den direkten Emissionen auf Winterthurer Stadtgebiet.

### Treibhausgasbilanz als Basis zur Bestimmung des Handlungsbedarfs

Der Handlungsbedarf zur Erfüllung der Ziele des Klima-Bündnisses kann nun aufgrund der Treibhausgasbilanz mit folgendem Vorgehen bestimmt werden:

- 1 Berechnung des gesamten Treibhauspotentials (ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Treibhauspotential-Einheiten) aus den Emissionsbilanzen der verschiedenen Treibhausgase für das «Ausgangsjahr».
- 1 Retrospektive Abschätzung der Treibhausgasbilanz bzw. des Treibhauspotentials für das Klima-Bündnis-Referenzjahr 1990. Diese Abschätzung erfolgt zweckmässigerweise mittels Vergleichen der Energie-, Verkehrs- und Industriestatistiken.
- 1 Abschätzung der Entwicklung der Treibhausgasbilanz bzw. des Treibhauspotentials zwischen «Ausgangsjahr» und dem Jahr 2010 im Sinne einer Trendprognose. Die Trendprognose beschreibt die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2010 ohne allfällige zusätzliche, nicht bereits verbindlich beschlossenen Massnahmen zum Klimaschutz.
- 1 Quantifizieren des Handlungsbedarfs als Differenz zwischen Treibhauspotential gemäss Trendprognose für das Jahr 2010 und 50 Prozent des Treibhauspotentials des Klima-Bündnis-Referenzjahres 1990.



Treibhausgasbilanz 1995 für die Stadt Winterthur: Die Kehrichtverbrennung trägt einen beachtlichen Anteil an die Treibhausgasemissionen bei.

Bild: KVA Winterthur

- 1) An der Jahresversammlung 1997 des Klima-Bündnisses in Linz/A wurde beschlossen, das Referenzjahr von 1987 neu auf 1990 zu verlegen.
- 2) IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change
- 3) GWP = Global Warming Potential bezogen auf CO<sub>2</sub>
- 4) Der Beitrag an die künftige Reduktion des Treibhauspotentials, der durch die Elimination der FCKW entsteht, wird mit diesem Vorgehen somit bewusst nicht berücksichtigt.
- 5) IPCC: Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions (Vol.1), Greenhouse Gas Inventory Workbook (Vol. 2), Greenhouse Gas Inventory Reference Manual (Vol. 3), März 1995
- 6) UN Framework Convention on Climate Change: Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990–1994. Schweizerische Eidgenossenschaft, April 1996
- 7) «Vom Menschen verursachte Schadstoff-Emissionen in der Schweiz 1900 – 2030», BUWAL-Bericht Nr. 256, Bern, 1995
- 8) BUR-Register = Betriebs- und Unternehmensregister des Bundes