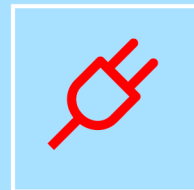
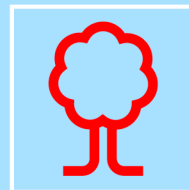
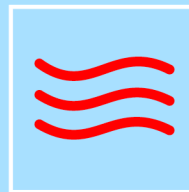
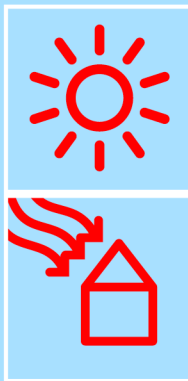


Klimaaoffensive

Klimaschutzbericht 2008

B) CO₂-Bilanz und Indikatoren



Herausgeber:

Stadt Augsburg

Referat 2

Umwelt und Energie, Forsten, Kommunales

Klimaschutzbericht 2008

B) CO₂-Bilanz und Indikatoren

Herausgeber:

Stadt Augsburg

Referat 2

Umwelt und Energie, Forsten, Kommunales

Bearbeitet vom Umweltamt Augsburg, Abteilung Klimaschutz

Augsburg, im Mai 2008



Impressum

Herausgeber:

Stadt Augsburg
Referat 2
Umwelt und Energie, Forsten, Kommunales
Maximilianstraße 4
86150 Augsburg

Tel.: (08 21) 3 24-48 02
Fax: (08 21) 3 24-48 05
umweltreferat@augzburg.de

Konzeption und Bearbeitung:

Umweltamt Augsburg
Abteilung Klimaschutz
An der Blauen Kappe 18
86152 Augsburg

Tel.: (08 21) 3 24-73 22
Fax: (08 21) 3 24-73 23
umweltamt@augzburg.de

Textbeiträge und Daten:

Augsburger Localbahn GmbH
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
KfW Bankengruppe
LEW Netzservice GmbH
LEW Verteilnetz GmbH
Regierung von Schwaben
Stadt Augsburg, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
Stadt Augsburg, Tiefbauamt
Stadt Augsburg, Umweltamt
Stadtwerke Augsburg Energie GmbH
Stadtwerke Augsburg Holding GmbH
Stadtwerke Augsburg Netze GmbH

Redaktionsschluss: 03/2008

Inhaltsverzeichnis CO₂-Bilanz und Indikatoren

Einleitung	1
Kommunale CO ₂ -Bilanzen	3
Indikatoren für den Klimaschutz	5
Teil 1: CO₂-Bilanz	9
1. CO ₂ -Berichtssystem der Stadt Augsburg	11
1.1 Beschreibung	11
1.2 Ergebnisse für die Jahre 1990, 1996 und 2001.....	15
1.3 Systemgrenzen und Korrektur	16
1.4 Ermittlung der CO ₂ -Bilanzen für die Jahre 2002 bis 2006	18
1.5 Neue Zählzeiten für den Sektor Verkehr	20
2. CO ₂ -Reduktionen bei der Energieerzeugung	23
2.1 Entwicklung der Kohlendioxidemissionen (Stromerzeugung)	23
2.2 Energieversorgungsstrukturen in Augsburg	27
2.2.1 Stadtwerke Augsburg	27
2.2.2 Lechwerke AG	29
2.3 Informationen zur Stromzusammensetzung	30
2.4 Exkurs: CO ₂ -Emissionen der Stromerzeugung	31
3. Vereinfachte Berechnungen und Bewertung	33
3.1 Verbrauchsentwicklung der leitungsgebundenen Energien	34
3.2 Effizienzgewinne bei der Stromerzeugung	39
3.3 Die CO ₂ äq.-Emissionen aus den leitungsgebundenen Energien	40
Teil 2: Indikatoren	43
1. CO ₂ -Emissionen im Vergleich	45
2. Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien	48
2.1 Stromeinspeisung nach EEG	49
2.2 Bezugsgrößen	51

2.3 Bewertung und Vergleiche	53
3. Durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Energie	55
4. Mobilität	56
5. Wohnen und Modernisieren	58
Literatur	61
Beteiligte und Redaktion	63

Einleitung

„Viele Menschen glauben, das die Bedrohung durch den globalen Klimawandel eine theoretische Möglichkeit ist, die sich aus unsicheren Modellberechnungen ergibt. Gegenüber solchen Modellrechnungen haben sie ein verständliches Misstrauen – schließlich ist ein Klimamodell für den Laien undurchschaubar und seine Verlässlichkeit kaum einzuschätzen. Manch einer glaubt gar, wenn die Computermodelle fehlerhaft sind, dann gibt es vielleicht gar keinen Grund zur Sorge über den Klimawandel. Dies trifft jedoch nicht zu. Die wesentlichen Folgerungen über den Klimawandel beruhen auf Messdaten und elementarem physikalischen Verständnis. Modelle sind wichtig und erlauben es, viele Aspekte des Klimawandels detailliert durchzurechnen. Doch auch wenn es gar keine Klimamodelle gäbe, würden Klimatologen vor dem anthropogenen Klimawandel warnen.

Der Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre ist eine gemessene Tatsache, die selbst Skeptiker nicht anzweifeln. Auch die Tatsache, dass der Mensch dafür verantwortlich ist, ergibt sich unmittelbar aus Daten – aus den Daten unserer Nutzung der fossilen Energien - und unabhängig davon nochmals aus Isotopenmessungen. ... Die durch den Treibhauseffekt erwartete Zunahme der an der Erdoberfläche ankommenden langwelligen Strahlung wurde 2004 durch Messungen des Schweizer Strahlungsmessnetzes belegt. Über die Störung des Strahlungshaushaltes unseres Planeten durch den Menschen kann es daher - man möchte hinzufügen: leider - keinen Zweifel geben“ (Rahmstorf und Schellnhuber 2006, S. 7).

Angesichts der drohenden Konsequenzen einschneidender Klimaänderungen hat sich die Europäische Union (EU) zum Ziel gesetzt, den Temperaturanstieg auf 2° C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Zwischen 1906 und 2005 nahm die globale bodennahe Mitteltemperatur bereits um 0,74° C zu. Für das Zwei-Grad-Ziel darf die globale Mitteltemperatur also um nicht mehr als weitere rund 1,2° C steigen. Nur so lassen sich die schlimmsten Folgen des Klimawandels verhindern und die unvermeidbaren Folgen durch Anpassungen begrenzen. Um die Zwei-Grad-Grenze mit einer Wahrscheinlichkeit von wenigstens 75 % einzuhalten, ist es notwendig, die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre zu stabilisieren. Dazu ist der Zuwachs der globalen Treibhausgas-Emissionen bis 2020 zu stoppen. Anschließend müssen die weltweiten Emissionen bis zum Jahr 2050 um 50 % gegenüber 1990 sinken – das heißt um etwa 60 % gegenüber den heutigen Werten - und sie dürfen dann auch langfristig dieses Niveau nicht überschreiten.

Für die EU und Deutschland bedeutet dies eine verbindliche Festlegung auf Emissionsminderungsziele für Treibhausgase. Diese müssen politisch beschlossen und rechtlich verankert werden. Zusätzlich sind die Wirkungen der Klimaänderungen regional zu bestimmen. Besonders wichtig ist es, alle Akteure ins Boot zu holen, die zum Klimawandel beitragen, die von ihm betroffen sind oder betroffen sein werden, um mit ihnen umgehend wirksame Maßnahmen einzuleiten.

Das bekannteste Treibhausgas ist das Kohlendioxid (CO₂). Zwar existieren mehrere andere Treibhausgase, die teilweise sogar eine erheblich höhere spezifische Treibhaus-Wirksamkeit haben. Jedoch kommt momentan dem CO₂ die größte Bedeutung zu, weil es in sehr großer

Menge freigesetzt wird. Es entsteht in Verbrennungsprozessen immer dann, wenn kohlenstoffhaltige Substanzen (Kohle, Erdöl, Erdgas, Holz usw.) verbrannt werden. In Deutschland erfolgt die Verbrennung vor allem in Kraftwerken, die zur Stromerzeugung betrieben werden. Weitere gewichtige Beiträge stammen aus der Verbrennung von Kraftstoffen im Verkehr, von Öl und Gas in privaten Haushalten (für das Heizen und die Warmwassererzeugung) und aus industriellen Prozessen.

Die Landwirtschaft trägt hauptsächlich durch Methan- und Lachgas zum Klimawandel bei. In Deutschland ist ihr Anteil an den Gesamt-Emissionen von Treibhausgasen relativ gering (knapp 8 % - ohne die Senke Forstwirtschaft ca. 10 %). Von dem Anteil gehen 2/3 auf den Einsatz von Stickstoffdüngern (mineralisch und organisch) und dadurch erhöhten Lachgasemissionen zurück, etwa 1/3 entfällt auf das von Wiederkäuern gebildete Methan.

Wirkung und Zuordnung der klimawirksamen Spurengase

Spurengas, chemisches Symbol	Anthropogene Emissionen heute	Atmosphärische Kon- zentrationen 2006 (vor- industriell um 1800)	Natürlicher Treibhauseffekt	Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt
Kohlendioxid, CO ₂	33 GT / Jahr	382 (280) ppm	26 %	61 %
Methan, CH ₄	400 Mt / Jahr	1,8 (0,7) ppm	2 %	15 %
Fluorchlorkohlen- wasserstoffe (FCKW)	0,3 Mt / Jahr	0,5 (0) ppb ¹⁾	-	11 %
Distickstoffoxid, N ₂ O	15 Mt / Jahr	0,32 (0,27) ppm	4 %	4 %
Ozon (bodennah), O ₃	0,5 Gt / Jahr	34 (25) ppb ²⁾	< 8 % ³⁾	< 9 % ³⁾
Wasserdampf, H ₂ O	vernachlässigbar	2,6 (2,6) % ²⁾	60 %	indirekt

1) = bezogen auf F12, 2) = bodennaher Mittelwert, 3) = mit weiteren Gasen
Mt = 10⁶ t, GT = 10⁹ t; ppm = 10⁻⁶, ppb = 10⁻⁹ (Volumenprozent)

CO₂: 80 % fossile Energie, 15 % Waldrodungen, 5 % Holznutzung (Entwicklungsländer)

CH₄: 27 % fossile Energie, 23 % Viehhaltung, 17 % Reisanbau, 16 % Abfälle (Müll, Abwasser), 11 % Biomasse-Verbrennung, 6 % Tierexkremete

FCKW: Treibgas in Spraydosen, Kältetechnik, Dämmmaterial, Reinigung

N₂O: 23-48 % Bodenbearbeitung (einschließlich Düngung), 15-38 % chemische Industrie, 17-23 % fossile Energie, 15-19 % Biomasse-Verbrennung

O₃: indirekt über Vorläufersubstanzen, wie z. B. Stickoxide (aus Verkehr, Industrie u. a .)

Quelle: Schönwiese (2007)

Kommunale CO₂-Bilanzen

Die CO₂-Bilanz auf kommunaler Ebene dient dem Ziel, eine Bilanz der CO₂-Emissionen aufzustellen, die als Bezugsgröße für kommunale Reduktionsziele dient. Kommunale CO₂-Bilanzen setzen CO₂-Bilanzen der nationalen Ebene (oder EU) „nach unten“ fort.

Insbesondere soll die Bilanz der politischen Diskussion für eigene Ziele sowie Strategien und Maßnahmen dienen. Je nach Detaillierungsgrad können aus der CO₂-Bilanz auch Schwerpunktbereiche entnommen werden, in denen Maßnahmen besonders sinnvoll sind.

Es ist aber sehr wichtig, festzustellen, dass es bei jährlichen Reduktionsraten (bzw. auch Anstieg der Emissionen) im Prozentbereich, nicht möglich und sinnvoll ist, aus der CO₂-Bilanz auf kommunaler Ebene einen direkten Erfolgsnachweis von Maßnahmen festzustellen. Hierzu sollte die Kommune in projektbezogenen Berichten und Anlagen- oder Gebäude-Monitoring Erfolge nachweisen. Gleichmaßen sollte klar unterschieden werden zwischen der CO₂-Bilanz und der Bestimmung einer kommunalen Klimaschutzstrategie bzw. einzelner Maßnahmenbündel. So ist aus der Tatsache, dass in bestimmten Kommunen der Strom einen geringen CO₂-Emissionsfaktor hat (Einsatz von Atomstrom oder Strom aus Wasserkraft) nicht abzuleiten, dass Maßnahmen zur Stromeffizienz wenig Sinn machen würden. Denn seitens der Kommune ist oft wenig beeinflussbar, welche Kraftwerke aufgrund dieser oder anderer Maßnahmen substituiert werden. Strategien sollten daher auf der Grundlage einer CO₂-Bilanz erstellt werden, sie sind aber nicht ohne Hinzunahme weiterer Kriterien und Ziele aus der Bilanz zu erstellen (Klima-Bündnis 2004).

Das CO₂-Reduktionsziel des Klima-Bündnis

Die Mitglieder des Klima-Bündnis verpflichten sich zu einer kontinuierlichen Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen. Ziel ist, den CO₂-Ausstoß alle fünf Jahre um zehn Prozent zu reduzieren. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 erreicht werden.

Langfristig streben die Klima-Bündnis-Städte und Gemeinden eine Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Einwohner (Einwohnerin) und Jahr durch Energiesparen, Energieeffizienz und durch die Nutzung erneuerbarer Energien an. Dieses Ziel erfordert das Zusammenwirken aller Entscheidungsebenen (EU, Nationalstaat, Regionen, Gemeinde), es kann mitunter nicht durch Maßnahmen im Entscheidungsbereich der Gemeinde allein erreicht werden. Um die Entwicklungen ihrer Bemühungen im Klimaschutz zu dokumentieren, werden die Klima-Bündnis-Mitglieder regelmäßig Bericht erstatten.

Diese Neufassung des Klima-Bündnis-Ziels wurde von den Mitgliedskommunen auf der Jahreskonferenz 2006 vereinbart und als Satzungsänderung auf der Mitgliederversammlung 2007 beschlossen.

Augsburg ist seit 1998 Mitglied im Klima-Bündnis der europäischen Kommunen. Diese Mitgliedschaft bedeutet auch die freiwillige Verpflichtung der Stadt auf CO₂-Reduktionsziele. Auf der Mitgliederversammlung des Klima-Bündnisses im Jahre 2005 wurde die Anfertigung von CO₂-Bilanzen durch die Mitgliedskommunen beschlossen. Eine Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Städte und Gemeinden erarbeiteten folgende Empfehlungen für die Erstellung einer CO₂-Bilanz:

Grundregeln zur Erstellung von CO₂-Bilanzen

- Bei der CO₂-Bilanz wird in eine Grob- und eine Detailbilanz unterschieden. Die Erstellung der Grobbilanz ist für Klima-Bündnis-Mitglieder verpflichtend. Die Eingangsgrößen der Grobbilanz werden zweifach verwendet: Die CO₂-Emissionen werden zum einen mit europäischen Kennwerten und zum anderen mit nationalen Kennwerten berechnet. Die Erstellung einer Detailbilanz mit lokalen bzw. regionalen Kennwerten ist freiwillig.
- Teilbilanz: Die Kommune hat einen besonders starken Einfluss auf die kommunalen Einrichtungen. Daher stellt deren CO₂-Bilanzierung eine wichtige Teilbilanz dar. Unter kommunalen Einrichtungen werden hierbei alle Bereiche verstanden, die haushaltsrelevant sind. So ist beispielsweise die Straßenbeleuchtung, auch wenn sie extern durch Fremdfirmen betrieben wird, eine kommunale Einrichtung. Das gleiche gilt für ein Gebäude, in dem die Kommune nur Mieter ist.
- Die Grobbilanz wird mit Hilfe von, vom Klima-Bündnis vorgegebenen, einheitlichen, europäischen/nationalen Emissionsfaktoren für die Energieträger und dem europäischen/nationalen Strommix erstellt. Auch die CO₂-Emissionen des Verkehrs werden mit einer einheitlichen Berechnungsmethode, auf Basis europäischer/nationaler Werte den Kommunen zugeordnet.
- Die Detailbilanz ist eine Zusatzoption für Städte, die mit ihren lokalen oder regionalen Kennwerten arbeiten wollen, um größere Genauigkeit und/oder Kompatibilität mit früheren Bilanzen zu erreichen.
- Die Grobbilanz wird ohne Witterungs-/Temperaturbereinigung erstellt. Die Witterungsbereinigung ist bei einer Energiebilanz sinnvoll. Bei der CO₂-Bilanzierung ist dies nicht erforderlich.
- Generell gilt bei der Bilanzierung das Territorial-Prinzip (Käseglocke). Eine Abweichung vom Territorial-Prinzip ist derzeit nur bei überregionalen Großkraftwerken und beim Verkehr geplant. Dabei muss auf die Konsistenz der Daten geachtet werden, damit beispielsweise keine Emissionen doppelt gezählt werden.
- Klär-, Deponie- und Biogasemissionen werden in der Grobbilanz nicht berücksichtigt. Eine Methangasnutzung kann bei der Maßnahmen-Bilanz und eventuell bei den Indikatoren berücksichtigt werden. Im Gegensatz dazu kommt eine Müllverbrennung auf dem Gemeindegebiet zum Ansatz. Bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen reduziert der biogene Anteil im Müll den Emissionswert.
- CO₂-Emissionen, die durch privaten (nichtenergetischen) Konsum (Warenkorb) verursacht werden, finden keine Berücksichtigung in der CO₂-Bilanz. Emissionssenkende Aktivitäten, die Kommunen in diesem Bereich durchführen, können bei der Maßnahmen-Bilanz und eventuell bei den Indikatoren berücksichtigt werden.

Quelle: Klima-Bündnis (2006)

Zur leichteren Handhabung der CO₂-Bilanzierung soll eine internetbasierte Software zur Grobbilanzierung, auf Basis des Energie- und CO₂-Rechners ECO2-Regio der Schweizer Firma „Ecospeed SA“, entwickelt werden. ECO2-Regio wird in der Schweiz u. a. von den Klima-Bündnis-Städten schon seit geraumer Zeit verwendet. Die Software bietet das Potenzial, eine einheitliche Bilanzierungsmethodik auf kommunaler und regionaler Ebene in Europa zu entwickeln. Derzeit wird die Software in deutschen Kommunen getestet und wird nach derzeitigem Stand im Laufe des Jahres 2008 zur Verfügung stehen. Die Stadt Augsburg beteiligte sich mit Haushaltsmitteln in Höhe von 3.000 € an der Softwareentwicklung.

Indikatoren für den Klimaschutz

Ein Indikator ist ganz allgemein ein Hilfsmittel, das die Verfolgung nicht transparenter Abläufe ermöglicht, indem es das Erreichen oder Verlassen bestimmter Zustände mittels einer Kennzahl (eine Maßzahl, die zur Quantifizierung dient) anzeigt und folgend Information über einen bestimmten Sachverhalt oder ein bestimmtes Phänomen preisgibt. Die Festlegung von Indikatoren und Kennzahlen ist ein übliches Verfahren in vielen Bereichen. Zu den etablierten Indikatoren im Bereich der wirtschaftlichen Entwicklung gehören z. B. das Brutto-Inlandsprodukt (BIP) und die Arbeitslosenquote. Umweltindikatoren machen wichtige Entwicklungen der Umweltqualität (z. B. Luftqualität und Gewässergüte) und der Prozesse, die sich auf die Umwelt auswirken (z. B. Emissionen, Energie- und Rohstoffverbrauch, Flächenverbrauch), messbar. Sie erheben nicht den Anspruch, ein umfassendes Bild zu zeichnen. Sie sollen vielmehr relevante Teilaspekte hervorheben, deren Zustand und Entwicklung von besonderem Interesse ist. Durch die Auswahl der Indikatoren wird eine starke Vereinfachung und Verdichtung der Informationen erreicht.

Mit der Unterzeichnung der Vertragswerke zur nachhaltigen Entwicklung der UN-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 hat sich die nationale und internationale Politik auf langfristige Ziele festgelegt. Die Agenda 21 fordert, dass der Erfolg der eingeleiteten Maßnahmen möglichst durch regelmäßig erhobene statistische Größen verfolgt wird. Der bekannteste in diesem Zusammenhang zu nennende Indikator ist der CO₂- Ausstoß, für den im Kyoto Protokoll von den Vertragsstaaten bis 2012 eine Verringerung um durchschnittlich 5,2 % gegenüber dem Wert von 1990 vereinbart wurde. In der Folge wurden auf nationaler und internationaler Ebene verschiedene Indikatorensysteme zur Bewertung der nachhaltigen Entwicklung aufgebaut. Die einzelnen Systeme unterscheiden sich u. a. im Grad der Aggregation. Ein hoch aggregierendes Vorgehen wurde mit dem Umwelt-Barometer des Umweltbundesamtes vorgestellt. Das Umwelt-Barometer bilanziert die Entwicklung der Umweltinanspruchnahme in Deutschland in nur neun Kennzahlen. Davon beziehen sich drei auf das Thema „Klimaänderungen“.

Bundesweite Indikatoren

Das Umwelt-Kernindikatorensystem des Umweltbundesamtes (KIS) verfolgt das Ziel, politische Entscheidungsträger, Öffentlichkeit und Medien aktuell und komprimiert über umweltbezogene Fortschritte auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland zu informieren.

Es ergänzt die Umweltindikatoren des nationalen Nachhaltigkeits-Indikatorenansatzes um eine Vielzahl weiterer Indikatoren, mit denen umfassend Ursache und Wirkungen von Umweltbelastungen abgebildet werden können. So macht KIS die Entwicklung relevanter Umweltbelastungen sowie Veränderungen in der Qualität der Umweltschutzgüter mess- und bewertbar und unterstützt somit die Evaluierung, wie weit sich Deutschland seinen Umweltzielen auf dem Weg zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung angenähert hat.

Die Leitthemen des KIS lauten „Klimaänderungen“, „Biologische Vielfalt“, „Naturhaushalt und Landschaft“, „Umwelt, Gesundheit und Lebensqualität“, „Ressourcennutzung und Abfallwirtschaft“. Das Leitthema „Klimaänderungen“ ist in drei Unterthemen mit folgenden Indikatoren gegliedert (siehe auch www.env-it.de/umweltdaten):

Treibhauseffekt – Eine globale Herausforderung

- Emissionen der sechs im Kyoto Protokoll genannten Treibhausgase
- CO₂-Emissionen nach Quellgruppen
- Atmosphärische CO₂-Konzentration
- Jahresmitteltemperatur in Deutschland ab 1901
- Blütezeitpunkt von Zeigerpflanzen

Klimaschutz im Energiesektor

- Energieproduktivität
- Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern und Anteil erneuerbarer Energien
- Energieeffizienz bei der Stromerzeugung
- Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung
- Fernwärmeerzeugung und Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung bei der Energieerzeugung

Klimaschutz im Verkehrssektor

- Modal Split der Personen- und Güterverkehrsleistung
- Transportintensität für den Personen- und Güterverkehr
- Spezifische Emissionen im Straßenverkehr

Mit den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen hat das Statistische Bundesamt ein auf den Daten der amtlichen Statistik basierendes Indikatorenansatz entwickelt. Das System unterstützt die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, indem es verschiedene umweltbezogene Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie hinsichtlich ihrer Entwicklungen genauer analysiert, differenziert und Querbeziehungen zu wirtschaftlichen und sozialen Aspekten aufzeigt. Die Notwendigkeit, unterschiedliche Indikatorenansätze zu entwickeln, ergibt sich aus ihrem Verwendungszweck und aus der jeweils gegebenen Datenverfügbarkeit. In Deutschland liegen z. B. durch die amtliche Statistik für viele Fragestellungen Daten vor, die eine repräsentative Aussage auf Bundesebene erlauben, nicht aber auf der Ebene der einzelnen Länder.

Indikatoren der Länder

Die Umweltministerkonferenz (UMK) hat deshalb im Jahr 2001 die "Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Entwicklung" eingerichtet und u. a. damit beauftragt, ein auch auf der Ebene der Länder verwendbares System von "Kernindikatoren zur nachhaltigen Entwicklung der Umwelt" zu entwickeln. Die Kernindikatoren nehmen Bezug auf einheitliche Methoden und die in den Ländern tatsächlich vorhandenen Daten. Mit den Umweltindikatoren Bayern liefert auch das Bayerische Landesamt für Umwelt seinen Fachbeitrag.

Die Umweltindikatoren Bayern (www.lfu.bayern.de, Stand: Januar 2008) sind in die Bereiche „Natur und Landschaft“, „Ökosysteme“, „Klima und Gesundheit“ und „Ressourcen“ gegliedert. Für den Klimaschutz sind folgende drei der 20 Indikatoren von besonderem Interesse:

- Kohlendioxidemissionen (energiebedingte Kohlendioxidemissionen in Mio. t/a)
- Energieverbrauch (Primärenergieverbrauch in PJ/a und Anteil erneuerbarer Energieträger in %)
- Umweltmanagement (Anteil der Beschäftigten in EMAS-validierten Betrieben an der Gesamtzahl der in Bayern Beschäftigten in %)

In seinem Beschluss vom 24. Juni 2004 hat der Augsburger Stadtrat das weitere Vorgehen zum Handlungsprogramm Nachhaltigkeit festgelegt. Es wurde u. a. beschlossen, dass die Zielerreichung anhand von Nachhaltigkeitsindikatoren regelmäßig geprüft wird. Für den Klimaschutz sind insbesondere folgende Indikatoren relevant:

- CO₂-Emissionen privater Haushalte
- Gesamter CO₂-Ausstoss pro Einwohner
- Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
- Modal Split (Fußgänger, Radverkehr, öffentlicher Personennahverkehr, motorisierter Individualverkehr)
- Anteil der Unternehmen mit Umweltzertifizierung (EMAS, DIN ISO 14001, ÖKOPROFIT[®])

Augsburger Indikatoren

Auf Anregung des Agendabeirates hatte der Oberbürgermeister im Jahre 2001 die Fachkommission CO₂-Minderung eingerichtet. Sie setzt sich, unter der Federführung des Umweltreferates, aus Vertretern verschiedener städtischer Dienststellen und Vertretern wichtiger gesellschaftlicher Akteure im Klimaschutz wie Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaften, Universität und Fachhochschule, Industrie- und Handelskammer Schwaben sowie Handwerkskammer für Schwaben zusammen. Die Fachkommission hat die Erarbeitung des Augsburger CO₂-Minderungskonzeptes unterstützt und begleitet nun fachlich die Umsetzung der Ziele und Maßnahmenvorschläge des Konzeptes. Bei ihrem Treffen im Dezember 2007 diskutierte die Fachkommission auch mögliche Indikatoren für den Klimaschutz in Augsburg und die Schwierigkeiten ihrer Erhebung und Abgrenzung. Folgende Vorgehensweise wurde beschlossen:

- Zur Ermittlung der städtischen CO₂-Bilanz wird (für den Klimaschutzbericht 2008) das „CO₂-Berichtssystem“, entwickelt vom Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), eingesetzt. Es ermöglicht die Berechnung des jährlichen Energiever-

brauchs für die Stadt Augsburg und der daraus resultierenden äquivalenten CO₂-Emissionen (hier: Kohlendioxid, Methan und Lachgas). Durch die Eingabe weniger Daten in das fortschreibungsfähige Berichtssystem kann regelmäßig eine hinreichend genaue Energie- und CO₂-Bilanz erstellt werden. Die Bilanzierung bezieht sich auf den Bereich des Endenergieeinsatzes. Bei den ausgewiesenen CO₂-Emissionen wird die Prozesskette der Energieträgerbereitstellung (Gewinnung, Transport, Verluste) berücksichtigt. Energieverbräuche und Emissionen, die außerhalb von Augsburg bei der Herstellung von in der Stadt eingesetzten Verbrauchs- bzw. Investitionsgütern entstehen, werden jedoch nicht betrachtet (weitere systembedingte Grenzen des Berichtsystems sind in Teil 1, Kapitel 1.3 erläutert).

- Über das Berichtssystem können die energiebedingten CO₂-Emissionen pro Einwohner abgeschätzt werden. Soweit es die Datenlage erlaubt, werden zusätzlich die folgenden Indikatoren ermittelt:
 - Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien,
 - Anteil der durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Energie,
 - Modal Split,
 - Anteil sanierter Wohnungen.

CO₂-Äquivalente und Gesamtemissionen

Da CO₂ das bedeutendste Treibhausgas ist, werden zur Bilanzierung der Klimawirksamkeit oft nur die CO₂-Emissionen herangezogen. Mit der Nutzung bestimmter Energieträger können aber auch Emissionen weiterer klimarelevanter Gase, beispielsweise Lachgas oder Methan, verbunden sein. Bei der Bilanzierung der CO₂-Äquivalente werden alle weiteren emittierten Treibhausgase entsprechend ihrer Klimawirksamkeit in CO₂-Emissionen umgerechnet und dann zusammen mit den CO₂-Emissionen als CO₂-Äquivalente angegeben.

Die Bilanzierung der direkten Emissionen berücksichtigt nur die Emissionen, die am Ort der Energieumwandlung auftreten, also beispielsweise die direkten Emissionen aus dem Kohlekraftwerk. Nicht enthalten sind die Emissionen, die bei der Gewinnung und Bereitstellung des Energieträgers auftreten. Werden auch diese indirekten und vorgelagerten Emissionen berücksichtigt, z. B. die durch den Abbau und den Transport der Kohle zum Kraftwerk, so ergeben sich Zahlen für die Gesamtemissionen, die mit der Nutzung bestimmter Energiesysteme verbunden sind.

Am besten lässt sich die Klimarelevanz verschiedener Energiesysteme vergleichen, wenn man die Gesamtemissionen ihrer CO₂-Äquivalente ermittelt und gegenüberstellt.

Teil 1:

CO₂-Bilanz

Kommunale CO₂-Emissionen müssen immer in einem größeren Zusammenhang betrachtet und analysiert werden. So werden beispielsweise Bürgerinnen und Bürger in einer Stadt, die milde Winter hat, deutlich weniger Energie für die Raumwärme benötigen und dadurch wahrscheinlich weniger CO₂ verursachen. Ebenfalls zu beachten ist, ob eine energieintensive Industrie ihren Sitz in der Stadt hat. Eine Autobahn oder ein Flughafen produziert eventuell zusätzliche Verkehrsströme in der Kommune und damit mehr CO₂ – die gute Infrastruktur nutzt jedoch die ganze Region.

Die Stadt Augsburg liegt im Süden der Bundesrepublik Deutschland – im Freistaat Bayern – am Mündungsdreieck der Alpenflüsse Lech und Wertach. Augsburgs Stadtgebiet hat eine Gesamtfläche von 147 km², die Stadtgrenze ist 78 km lang. Nur 36 % des Stadtgebiets sind Siedlungs- und Verkehrsflächen. Ein Drittel nimmt die Landwirtschaft ein. Fast 24 % sind Wald. Aufgrund der überregionalen Bedeutung (drittgrößte Stadt Bayerns) und Funktion als Oberzentrum verfügt Augsburg über weiterführende Bildungsstätten bis hin zur Fachhochschule und Universität.

<i>Geografische Lage (Rathaus)</i>	<i>48°22'12" n. Br. / 10°54'0" ö. L.</i>
<i>Höchster Punkt (Spitalwald im Stadtteil Bergheim)</i>	<i>561 m über N.N.</i>
<i>Tiefster Punkt (Lechaustritt an der Stadtgrenze)</i>	<i>446 m über N.N.</i>
<i>Lufttemperatur (Durchschnittswert der Jahre 1961-1990)</i>	<i>8,0 °C</i>
<i>Niederschlag (Durchschnittswert der Jahre 1961-1990)</i>	<i>849 mm</i>

Kohlendioxid (CO₂) anschaulich erklärt

CO₂ ist ein farbloses, nicht brennbares, geruchloses und ungiftiges Gas, das mit ca. 0,03 % natürlicher Bestandteil der Erdatmosphäre ist. Doch wie stellt man sich eine Tonne dieses Gases vor? Anschaulich erklärt, entspricht 1 t CO₂ in etwa dem Volumen eines 10 Meter breiten, 25 Meter langen und 2 m tiefen Schwimmbades!

Quelle: www.climapartner.de, Stand: 18. März 2008

Wärmerekord in Deutschland

Nie war es in Deutschland über einen Zeitraum von 12 Monaten so warm wie zwischen Juni 2006 und Mai 2007. Bei einer der Routineuntersuchungen der meteorologischen Messreihe in Potsdam waren Wissenschaftler des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) auf ein Temperaturphänomen aufmerksam geworden: sie stellten fest, dass die Durchschnittstemperatur in Potsdam für den besagten Zeitraum mit 11,7 °C um 3 °C über Potsdams langjährigem Mittel von 8,7 °C seit Messbeginn 1893 liegt. Durch weitere Analysen konnten sie den Wärmerekord auch für ganz Deutschland bestätigen - hier lag die mittlere Temperatur mit etwa 11 °C ebenfalls um 3 °C über Deutschlands langjährigem Mittel von 8 °C. Überrascht waren die Forscher von der Größe des neuen Rekords. Falls sich diese Tendenz in nächster Zeit fortsetzt, handelt es sich um eine Beschleunigung der Erwärmung in Deutschland, wie sie bisher von Klimaforschern nicht erwartet wurde.

Quelle: Pressemitteilung des Potsdam-Instituts vom 27. Juni 2007

1. CO₂-Berichtssystem Stadt Augsburg

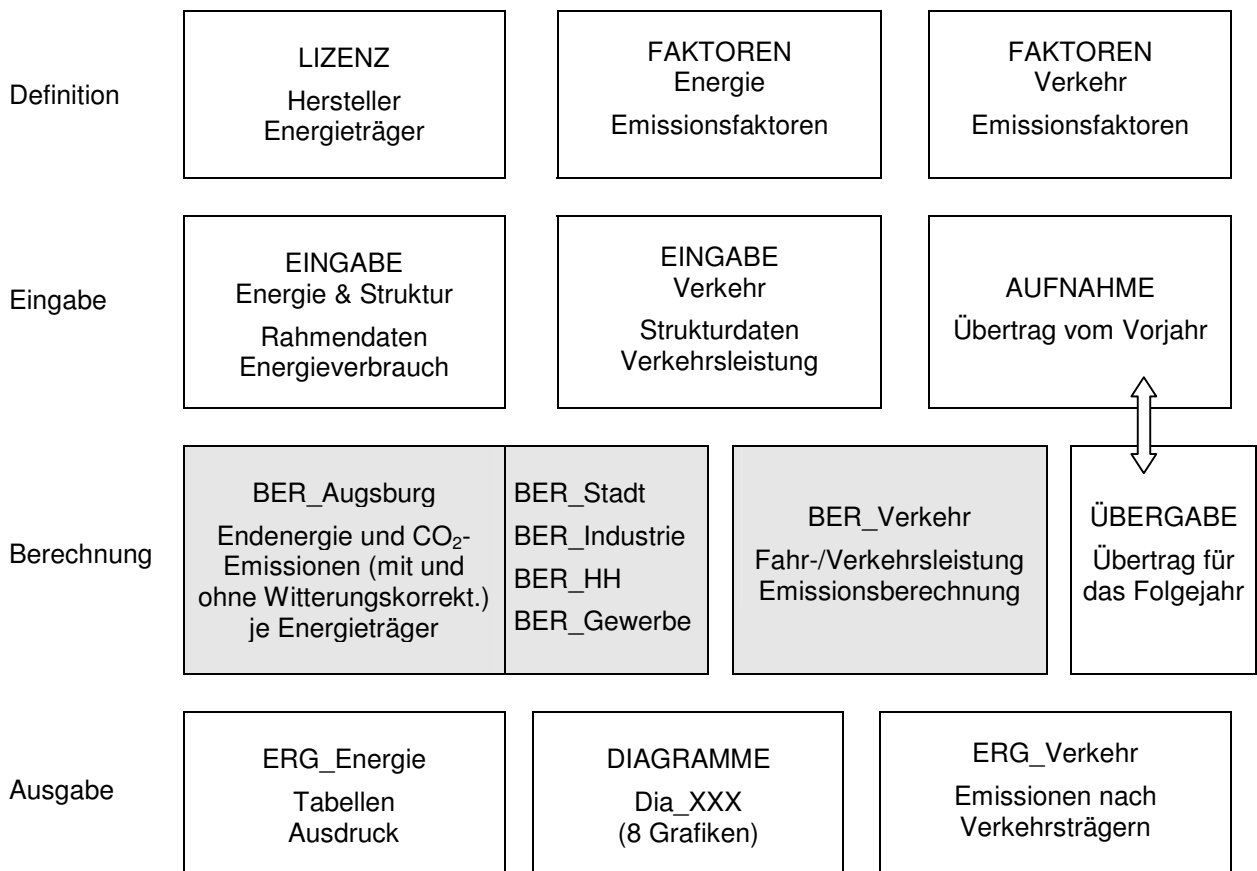
Das CO₂-Berichtssystem wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) entwickelt und im Mai 2004 fertiggestellt. Es ermöglicht die Berechnung des Endenergieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen - getrennt nach den Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe“, „Stadt“, „Industrie“ und „Verkehr“. Ausgehend vom Basisjahr 2001 müssen jedes Jahr die Verbrauchswerte für Erdgas, Fernwärme, Strom, Heizöl und Sonstige (Kohle, Holz) und weitere Details eingetragen werden. Das System berechnet dann die damit verbundenen Treibhausgasemissionen (CO₂, Methan, Lachgas).

1.1 Beschreibung

Das „CO₂-Berichtssystem Augsburg“ wird in der Anleitung des IFEU u. a. wie folgt erläutert:

Das Berichtssystem besteht aus einer EXCEL 2000 - Arbeitsmappe, in der verschiedene Einzeltabellen enthalten sind. Die Einzeltabellen gliedern sich in die Bereiche „Definition“, „Eingabe“, „Berechnung“ und „Ausgabe“.

Struktur des CO₂-Berichtssystems



Quelle: IFEU (2004a)

LIZENZ:

In diesem Blatt werden Informationen zum Ersteller des Programms festgehalten. Weiterhin werden hier die Energieträger definiert, auf die in den anderen Blättern Bezug genommen wird.

FAKTOREN Energie:

Das Blatt enthält die Festlegung der Heizwerte der einzelnen Energieträger. Da die Verbräuche von Erdgas im oberen Heizwert (Ho) angegeben werden, die Berechnungen sich aber auf den unteren Heizwert (Hu) beziehen, ist zudem der entsprechende Umrechnungsfaktor angegeben. Weiterhin sind hier die Emissionsfaktoren eingetragen, mit denen im Berichtssystem gerechnet wird. Die Faktoren basieren auf Angaben aus GEMIS 4.1 (vgl. GEMIS-Seiten www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm) und Berechnungen des IFEU-Instituts. Alle Angaben zu CO₂-Emissionen beinhalten die CO₂-Äquivalente, die durch die Nutzung des jeweiligen Energieträgers entstehen. Eingaben finden im Blatt „FAKTOREN Energie“ nur ausnahmsweise, bei selten vorkommenden maßgeblichen Veränderungen der Emissionsfaktoren, statt.

FAKTOREN Verkehr:

In diesem Blatt werden die hinterlegten Emissionsfaktoren nicht verändert. Für die Berechnung der CO₂-Äquivalente aus dem Verkehrsbereich wird auf die Emissionsfaktoren der betrachteten Fahrzeugtypen für jedes der klimarelevanten Gase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) zurückgegriffen. Zudem erfolgt beim straßengebundenen Verkehr eine Differenzierung nach Fahrten im Stadtgebiet auf Haupt- und Nebenstraßen, Bundesstraßen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit ab 70 km/h sowie dem Autobahnabschnitt. Die Emissionsfaktoren sind im Emissionsmodell TREMOD enthalten. Für die Fortschreibung wird eine Zielerfüllung von 50 % der ACEA-Selbstverpflichtung angenommen.

Hinweis: TREMOD (Transport Emission Estimation Model). Entwickelt seit 1993 vom IFEU im Auftrag des Umweltbundesamtes. Kooperationspartner des Modells sind u. a. der Verband der Automobilindustrie (VDA), die Bundesanstalt für Straßenwesen (Bast), die Deutsche Bahn AG und der Mineralölwirtschaftsverband (MWV). Wichtige Grundlage für TREMOD ist die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie zur Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen. Aufgrund der derzeitigen Stagnation beim Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen geht das IFEU-Institut in den Szenarien von 2001 bis 2010 (vgl. IFEU 2004a) lediglich von einer Zielerfüllung von 50 % bei der Absenkung der Emissionen durch die ACEA-Selbstverpflichtung aus.

EINGABE Energie & Struktur:

In diesem Blatt werden die Rahmendaten und Energieverbrauchsdaten des aktuellen Jahres eingetragen. Für jedes Jahr muss eine neue Datei angelegt werden. Im oberen Teil des Blattes werden die sog. Rahmendaten eingetragen: Das Berichtsjahr, die Gradtagszahl sowie die Strukturdaten (Einwohnerzahl, Beschäftigtenzahlen, Anzahl der Wohnungen, Wohnfläche) des Berichtjahres. Im mittleren Teil des Blattes erfolgt die Erfassung der Endenergieverbräuche. Alle Energiedaten werden als unkorrigierte Verbrauchsdaten eingegeben, die Witterungskorrektur erfolgt automatisch im System.

Die Ausweisung des Zubaus an Wohnraum ermöglicht eine detaillierte Betrachtung des Sektors private Haushalte. Ein sinnvoller Vergleich des Energieverbrauchs der privaten Haushalte in verschiedenen Jahren ist nur möglich, wenn gleichzeitig die Entwicklung des Wohnraumes betrachtet wird. So kann überprüft werden, ob ein Anstieg des Energieverbrauchs einzelner Energieträger durch den Zuwachs von Wohnraum (bzw. der Bevölkerung) erklärt werden kann. Im System wird auch der Zubau (fertiggestellte Wohnungen, Wohnfläche und daraus abgeleiteter Energiebedarf) im aktuellen Berichtsjahr und als Summe nach dem Basisjahr 2001 ausgewiesen.

EINGABE Verkehr:

In diesem Blatt werden die zur Verfügung stehenden Ausgangsdaten im Verkehrsbereich eingegeben. Erfolgt keine neue Dateneingabe mit Daten des aktuellen Berichtsjahres, werden die Werte für das Trendszenario des jeweiligen Berichtjahres angenommen, die das System dunkelgrau hinterlegt anzeigt. Den Szenarien liegt eine lineare Verkehrsentwicklung zugrunde. Im Fall des PKW-Verkehrs erfolgt zusätzlich eine Korrektur über die PKW-Dichte je erwachsener Einwohner in Augsburg. Die Ausgangsdaten des ÖPNV (Fahrleistungen bzw. Endenergieverbrauch) beziehen sich auf das Augsburger Stadtgebiet (ohne Gersthofen). Bei den Bussen kann neben den Fahrleistungen auch der Anteil der Standard- und Gelenkbusse eingegeben werden. Liegen keine Angaben zur anteiligen Fahrleistung der Standard- und Gelenkbusse vor, können die Anteile auch bezogen auf den Fahrzeugbestand eingegeben werden. Bei den Straßenbahnen wird der Endenergieverbrauch (einschließlich Weichenheizung) eingetragen. Die Eingabe der Fahrleistungen von PKW und LKW erfolgt differenziert nach Fahrten im Stadtgebiet auf Haupt- und Nebenstraßen, Bundesstraßen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit ab 70 km/h sowie dem Autobahnabschnitt innerhalb des Stadtgebietes. Die Berechnung der Basisdaten von 2001 erfolgte anhand von Daten des Augsburger Lärm- und Luftschadstoff-Informationssystems (LLIS).

Hinweis: Um die Dateneingabe zu vereinfachen, erfolgt keine Unterscheidung zwischen diesel- und gasbetriebenen Bussen. Die klimarelevanten Emissionen von gasbetriebenen Bussen liegen etwa 7 % über denen von dieselbetriebenen Bussen. Die Differenz der Emissionen von Standard- und Gelenkbussen ist jedoch erheblich größer.

ÜBERGABE / AUFNAHME:

Für die Fortschreibung des Berichtsystems ist es notwendig, Werte des vorangegangenen Berichtjahres in die Datei des Folgejahres zu übertragen. Dies betrifft beispielsweise die Werte für den Zubau. Die zu übertragenden Werte werden im Berichtssystem automatisch in das Blatt „Übergabe“ übertragen. Dieses Blatt ist komplett in das Blatt Aufnahme der neu zu erstellenden Berichtsystem-Datei zu kopieren.

ERG_Energie:

In diesem Blatt werden Endenergieverbrauch, witterungskorrigierter Endenergieverbrauch sowie die jeweiligen CO₂-Emissionen im Energiebereich für die Stadt Augsburg dargestellt. Dazu werden die in den Blättern ERG_Industrie, ERG_Stadt, ERG_Gewerbe und ERG_HH berechneten Ergebnisdaten wiedergegeben.

ERG_Verkehr:

In diesem Arbeitsblatt werden die wichtigsten Berechnungsergebnisse des Bereichs Verkehr ausgegeben. Eine Unterteilung der Ergebnisse erfolgt nach klimarelevanten Stoffen, Verkehrsträgern und Verkehrsart. Dazu werden die im Blatt BER_Verkehr berechneten Ergebnisdaten wiedergegeben. Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden weiter nach Verkehrsträgern und Straßentyp aufgegliedert.

DIAGRAMME:

In den Diagrammblättern „Dia_XXX“ sind die wichtigsten Ergebnisse grafisch dargestellt. Hier werden die witterungskorrigierten Endenergieverbräuche von Augsburg, bzw. die daraus resultierenden CO₂-Emissionen, getrennt nach Sektoren und Energieträgern im Berichtsjahr abgebildet.

Alle in die Blätter eingegebenen Werte werden automatisch mit Hilfe von hinterlegten Heizwerten in die Energieeinheit Megawattstunden (MWh) umgerechnet, sofern sie nicht direkt in dieser Einheit geliefert wurden. Der zur Raumwärmeerzeugung verwendete Anteil des Energieverbrauchs wird witterungskorrigiert. Die witterungsbedingten, zufälligen Schwankungen des Energieverbrauchs werden so eliminiert und die korrigierten Daten unterschiedlicher Jahre können direkt verglichen werden. Für die einzelnen Energieträger wurden sektorspezifische Raumwärmeanteile angenommen, die untenstehend wiedergegeben sind. Der übrige Anteil, beispielsweise für die Warmwasserbereitstellung, unterliegt keiner Witterungskorrektur.

Raumwärmeanteil nach Energieträger und Sektoren

	Energieträger					
Sektor	Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Sonstiges	Heizstrom	sonst. Strom
Stadt	90 %	90 %	90 %	100 %	100 %	0 %
Haushalte	80 %	80 %	80 %	95 %	100 %	0 %
Industrie	20 %	20 %	20 %	20 %	100 %	0 %
Gewerbe	80 %	80 %	80 %	100 %	100 %	0 %

Folgende spezifische Emissionsfaktoren bilden die Grundlage zur Berechnung der energiebedingten CO₂-Emissionen.

Spezifische (äquivalente) Emissionsfaktoren

Energie	Erdgas kg CO ₂ äq./MWh	Fernwärme kg CO ₂ äq./MWh	Heizöl kg CO ₂ äq./MWh	Sonstiges (MIX) kg CO ₂ äq./MWh	Strom kg CO ₂ äq./MWh
Faktor	254	155	318	300	683

1.2 Ergebnisse für die Jahre 1990, 1996 und 2001

Im Jahr 2001 wurden nach dem vom IFEU erstellten „CO₂-Minderungskonzept für die Stadt Augsburg“ 2,6 Mio. Tonnen CO₂ emittiert. Die größten Anteile fielen auf die Sektoren Industrie (34 %), Private Haushalte (28 %) und Gewerbe (21 %). Danach folgten der Verkehr (15 %) und die Städtischen Einrichtungen (2 %).

Im CO₂-Minderungskonzept (IFEU 2004b) wird die Entwicklung ab 1990 wie folgt beschrieben:

Für die Jahre 1990 und 1996 liegen bereits CO₂-Bilanzen für Augsburg vor. Der gesamte (witterungsbereinigte) Endenergieverbrauch stieg von 5.350 Gigawattstunden (GWh) in 1990 über 5.460 GWh in 1996 auf 5.870 GWh im Jahre 2001 und damit um etwa 7 %. Die dadurch verursachten CO₂-Emissionen (ohne Verkehr, da hier erst seit 2001 genauere CO₂-Emissionsdaten vorliegen) sanken zuerst von etwa 2,04 Mio. Tonnen (1990) auf 2,01 Mio. Tonnen (1996), dann erhöhten sie sich auf 2,22 Mio. Tonnen im Jahr 2001 und damit gegenüber 1990 um etwa 9 %. Ausgehend von 100 % im Jahr 1990 zeigt sich folgende sektorale Entwicklung:

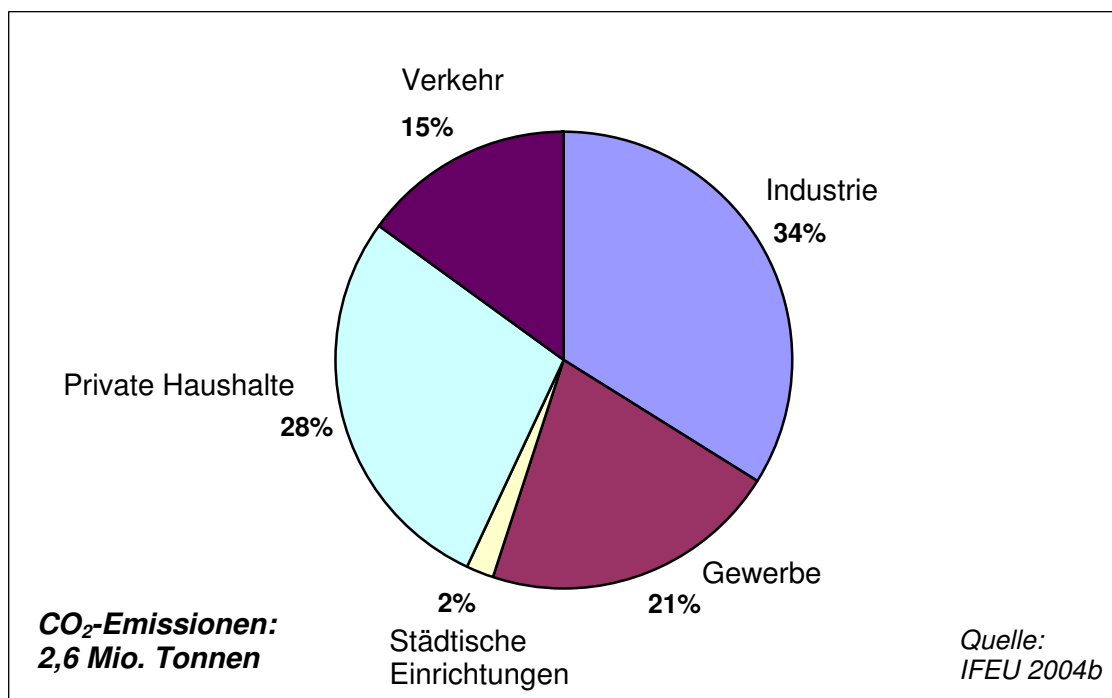
Private Haushalte: Ausgehend von 0,64 Mio. Tonnen CO₂ stiegen die Emissionen bis 2001 um 14 % auf 0,72 Mio. Tonnen.

Städtische Einrichtungen: Ausgehend von 0,064 Mio. Tonnen CO₂ sanken die Emissionen bis 2001 um 24 % auf 0,049 Mio. Tonnen.

Industrie: Ausgehend von 0,82 Mio. Tonnen CO₂ stiegen die Emissionen bis 2001 um 9 % auf 0,9 Mio. Tonnen.

Gewerbe: Ausgehend von 0,52 Mio. Tonnen CO₂ stiegen die Emissionen bis 2001 um 7 % auf 0,56 Mio. Tonnen.

CO₂-Emissionen der Stadt Augsburg 2001 nach Sektoren (IFEU)



1.3 Systemgrenzen und Korrekturen

Das CO₂-Berichtssystem bezieht sich nur auf den Bereich des Endenergieeinsatzes. Energieverbräuche und Emissionen, die außerhalb von Augsburg bei der Herstellung von in der Stadt eingesetzten Verbrauchs-, Gebrauch- bzw. Investitionsgütern entstehen werden nicht betrachtet. Folgende Systemgrenzen (Auswahl) sind darüber hinaus zu beachten:

- Die Emissionsfaktoren sind feste Grundlage der Berechnungen (siehe Seite 14). Die Ausweisung von CO₂-Einsparungen durch eine CO₂-Reduktion bei der Energieerzeugung ist im Berichtssystem nicht vorgesehen (siehe auch Kapitel 2).
- Der sektorspezifische Raumwärmeanteil wird nur angenommen (siehe Seite 14). Eine genaue Ermittlung wäre auch nicht durchzuführen.
- Die Berechnungsmethode der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen (siehe Kapitel 1.5) ist stark umstritten. Zusätzlich ist hier eine sinnvolle Fehlerabschätzung nicht möglich. Das Tiefbauamt Augsburg, Abteilung Verkehrsplanung und Neubau teilte im Februar 2008 zur Ermittlungsmethode u. a. Folgendes mit:

*Die Fahrleistung ist tatsächlich nicht zu ermitteln. Dazu müsste jedes Kraftfahrzeug (Kfz) streckengenau erfasst und gespeichert werden (datenschutzrechtliche Probleme). Die Berechnung der Basisdaten von 2001 erfolgte anhand von Daten des Augsburger Lärm- und Luftschadstoff-Informationssystems (LLIS). Das IFEU hat aus der Querschnittsbelastung der Strecken im LLIS und einer fiktiven Streckenbelastung der nicht erfassten Strecken eine Fahrleistung ermittelt (Kfz / 24 h * jeweilige Streckenlänge). Dieses Verfahren ist denkbar aber nicht korrekt. Zur Vergleichbarkeit sollten die gleichen Grundlagen (Streckenlängen), ergänzt um neue Strecken, verwendet werden. Aus der Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV 2003“ (Technische Universität Dresden 2004) hat das Tiefbauamt die Fahrleistung der Augsburger Bevölkerung aus der Stichprobe hochgerechnet. Die Fahrleistung der Nichtaugsburger in Augsburg (inklusive des Wirtschaftsverkehrs) geht hier aber nicht ein, da er nicht Gegenstand der Untersuchung ist. Die Verkehrserhebung wird 2008 und ca. alle fünf Jahre wiederholt. Die Region Augsburg ist aber in der Erhebung 2008 ebenfalls nicht mit erfasst. Sobald das Verkehrsmodell des Tiefbauamts neu aufgebaut ist (in 2009) kann daraus eine rechnerische Fahrleistung ermittelt werden.*

Beim Berichtssystem erfolgt der notwendige Übertrag von Daten aus dem Vorjahr in das aktuell zu bearbeitende Berichtsjahr durch Kopieren des Blattes „ÜBERGABE“ in das Blatt „AUFNAHME“. Somit muss für jedes Jahr eine Bilanzierung erfolgen, da nur so alle Daten jährlich fortgeschrieben werden. Vor Berechnung der CO₂-Emissionen bis 2006 wurden deshalb die Zahlen für das Jahr 2001 nochmals überprüft, korrigiert und angepasst. Dies war auch deshalb notwendig, weil die Struktur der Datenbereitstellung durch die Energieversorger sich deutlich geändert hat:

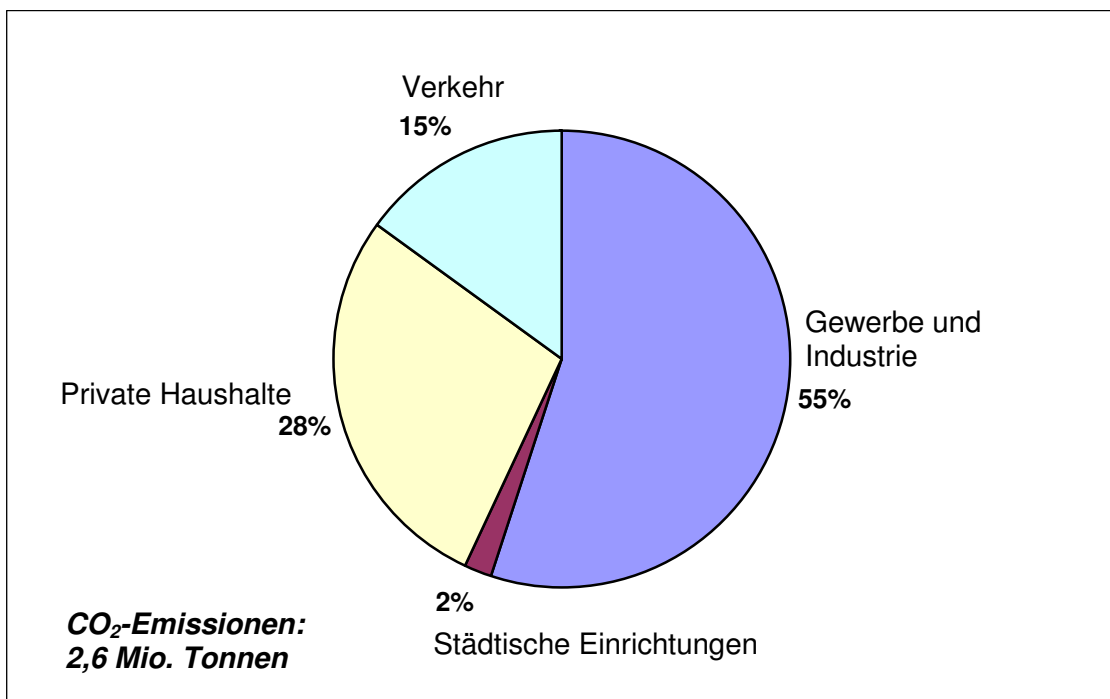
- Durch das „Unbundling“ (siehe Kapitel 2.2) ist die Verfügbarkeit mancher Daten nicht mehr gegeben. Wie die Lechwerke AG im Januar 2008 mitteilte, wären Daten über den Stromverkauf in Augsburg nur unter großem Aufwand zu extrahieren. Es müssen daher Netz-

daten herangezogen werden. Die Aufspaltung der Verbräuche zu Privatkunden und Geschäftskunden wird dann für die Bilanzen der Jahre 2002 bis 2006 wie in 2001 angenommen (53 % zu 47 %).

- Das Berichtssystem sieht die Eingabe von Daten der Stadtwerke Augsburg in folgender Aufteilung vor: Allgemeiner Tarif, Schwachlast, Lastabwurf, Leistungspreis, Nachtspeicher, Nachladung, Tarife 1-4 (Strom bzw. Gas, jeweils getrennt nach „Haushalte“ und „Gewerbe, Kleinverbraucher“), Straßenbeleuchtung (Strom), Sondervertrag (Strom, Gas bzw. Fernwärme, jeweils getrennt nach „Haushalte“, „Gewerbe, Kleinverbraucher“ und „Industrie“). Diese Aufteilung gibt es so nicht mehr. Mit vertretbarem Aufwand ist nur noch eine Unterscheidung in „Haushalte“, „Industrie, Gewerbe, Sonstiges“, „Städtische Gebäude“ (jeweils für Strom, Erdgas und Fernwärme) sowie „Straßenbeleuchtung“ (Strom) möglich. Eine unmittelbare Konsequenz daraus ist, dass die Sektoren „Industrie“ und „Gewerbe“ nicht mehr getrennt dargestellt werden können.
- Der Energieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes ist im Berichtssystem aufgeteilt nach Kohle, Heizöl, Gas und Strom einzugeben. Im Jahr 2003 wurde hier die Berichterstattung umgestellt. Statt der Heizölverbräuche sind nun „Fernwärme“ und „Sonstige“ aufgeführt, was die Vergleichbarkeit erschwert.

Hier das Bilanzergebnis für das Jahr 2001 nach den durchgeführten Korrekturen, die, absolut gesehen, kaum ins Gewicht fallen. Das IFEU kommt auf die Gesamtemission von 2,619 Mio. t CO₂-Äquivalente, nach den Korrekturen ergibt sich eine Gesamtemission von 2,611 Mio. t CO₂-Äquivalente.

CO₂-Emissionen der Stadt Augsburg 2001 nach Sektoren (korrigierte Version)



1.4 Ermittlung der CO₂-Bilanzen für die Jahre 2002 bis 2006

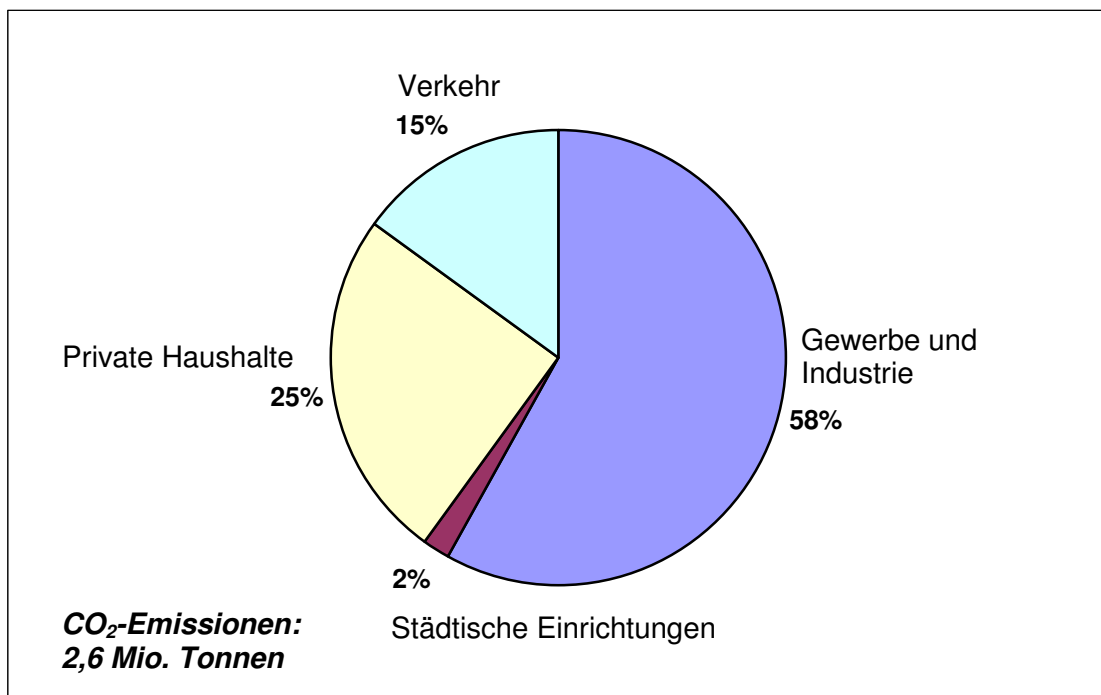
Über das CO₂-Berichtssystem kommt man für die Jahre 2002 bis 2006 auf folgende Zahlen:

Jahr	Emissionen in Mio. t CO ₂ -Äquivalente (gerundet)	Gewerbe und Industrie	Private Haushalte	Städtische Einrichtungen	Verkehr [400.000 t]
2002	2,6	56 %	27 %	2 %	15 %
2003	2,6	56 %	27 %	2 %	15 %
2004	2,6	56 %	27 %	2 %	15 %
2005	2,6	56 %	27 %	2 %	15 %
2006	2,6	58 %	25 %	2 %	15 %

Mit dem eingesetzten CO₂-Berichtssystem ergeben sich leider keine besonders aussagekräftigen Ergebnisse:

- Die CO₂-Emissionen haben sich nicht wesentlich verändert (gerundet liegen sie bei jährlichen 2,6 Mio. Tonnen).
- Es ist eine leichte Verschiebung der Emissionen weg von den „Privaten Haushalten“, hin zu den Sektoren „Gewerbe und Industrie“ festzustellen.

CO₂-Emissionen der Stadt Augsburg 2006 nach Sektoren



Die mangelnde Aussagekraft der Ergebnisse liegt, neben der Grobmaschigkeit des Systems, auch an der Datenlage. Folgende Restriktionen sind (zusätzlich zu den in Kapitel 1.3 beschriebenen) zu beachten:

- Für den Sektor „Verkehr“ liegen keine Aktualisierungen der Fahrleistungen von PKW und LKW vor, die den Jahren 2002 bis 2006 direkt zuzuordnen wären. Die Emissionen aus den Verkehrsströmen werden daher konstant mit 400.000 Tonnen/Jahr angenommen.
- Bei der Emissionsberechnung für die „Städtischen Einrichtungen“ sind auch die Emissionen der in Anspruch genommenen Energiedienstleistungen „Erdgas Contracting“ und „Biomasse Contracting“ (Stadtwerke Augsburg) mit enthalten. Das Kommunale Energiemanagement (KEM) führt ab 2003 auch die Energiedienstleistung „Fernwärme-Contracting“ mit auf. Da im Berichtssystem keine Eingabemöglichkeit hierfür vorgesehen ist, wurden diese Verbräuche für die Auswertung nicht herangezogen. Hier die witterungs- und flächenbereinigten Zahlen aus dem Energiebericht 2007: 2003: 430 MWh, 2004: 3.938 MWh, 2005: 8.911 MWh, 2006: 10.774 MWh (Emissionsfaktor Fernwärme: 0,155 t/MWh).
- Bei den Daten für den Sektor „Industrie“ des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung hat eine Umstellung der Berichterstattung stattgefunden. Seit 2003 sind zusätzlich Zahlen für „Fernwärme“ und „Sonstige“ aufgeführt. Ab 2004 fehlen die Zahlen für „Heizöl“. Die Berechnung der CO₂-Emissionen auf Seite 18 versteht sich ohne Berücksichtigung der Spalten „Fernwärme“ und „Sonstige“. Die untenstehende Übersicht liefert eine Abschätzung der zusätzlichen bzw. fehlenden CO₂-Beiträge.

Daten für den Sektor Industrie (Stadt Augsburg), Energieverbrauch im verarbeitenden Gewerbe

Angaben in 1.000 MJ							
Jahr	Insgesamt	Kohle	Fernwärme	Heizöl	Gas	Strom	Sonstige
2001	8.301.876	0	-	227.319	4.576.738	3.497.819	-
2002	7.728.858	0	-	272.074	4.334.831	3.175.953	-
2003	7.853.815	0	305.839	219.249	3.981.937	3.256.374	90.416
2004	8.653.164	0	350.553	-	4.359.771	3.660.930	281.910
2005	8.690.335	0	347.912	-	4.258.199	3.798.581	285.643
2006	8.685.381	0	323.024	-	4.336.136	3.860.072	166.149

Quelle: Bay. Landesamt f. Statistik und Datenverarbeitung, Amt f. Stadtentwicklung u. Statistik (Abfrage)

1 MJ = 0,278 kWh, Emissionsfaktoren siehe Seite 14, Angaben in CO ₂ äq. (Tonnen)	Fernwärme	Heizöl	Sonstige
	-	20.096 t	-
	-	24.053 t	-
	13.179 t	19.382 t	7.541 t
	15.105 t	-	23.511 t
	14.992 t	-	23.823 t
	13.913 t	-	13.857 t

Abschließend zur Information die Gradtagszahlen und das verwendete langjährige Mittel für die Berechnung der Witterungsbereinigung im CO₂-Berichtssystem:

Gradtagszahlen Augsburg

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Langjähriges Mittel
Gradtagszahl 20/15	3988	3773	4057	4087	4199	4019	4053

Die Gradtagszahlen (Gt) geben für jeden Tag, dessen Mitteltemperatur unter 15° C liegt, an dem also geheizt werden muss, die Differenz von 20° C zu dieser Mitteltemperatur an. Einheit ist der Gradtag (Kd). Beispiel: Für 13° C beträgt der Wert $Gt = 7 \text{ Kd}$ [$20^\circ \text{C} - 13^\circ \text{C}$], für eine Mitteltemperatur von -11° C, $Gt = 31 \text{ Kd}$ [$20^\circ \text{C} - (-11^\circ \text{C}) = 20^\circ \text{C} + 11^\circ \text{C}$]. Diese Werte, die der Differenz von Innen- und Außentemperatur entsprechen und deshalb mit dem Heizenergiebedarf korrelieren, werden dann jeweils für den betrachteten Zeitraum (z. B. 1 Jahr) aufsummiert.

Quelle: www.iwu.de/deutsch/arbeitshilfen.htm

1.5 Neue Zähldaten für den Sektor Verkehr

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben, erfolgt die Eingabe der Fahrleistungen von PKW und LKW in das CO₂-Berichtssystem, differenziert nach Fahrten im Stadtgebiet auf Haupt- und Nebenstraßen, Bundesstraßen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit ab 70 km/h sowie dem Autobahnabschnitt innerhalb des Stadtgebietes. Die Berechnung der Basisdaten von 2001 erfolgte anhand von Daten des Augsburger Lärm- und Luftschadstoff-Informationssystems (LLIS).

Aufbereitung der LLIS-Daten

Die LLIS-Daten liegen als Zähldaten für mehr als 2.000 Streckenabschnitte im Augsburger Stadtgebiet vor. Die LLIS-Daten müssen vor der Eingabe in das Berichtssystem zunächst separat über eine Zusammenstellung in MS EXCEL aufbereitet werden (nicht im Berichtssystem enthalten). Zunächst erfolgt für jeden Streckenabschnitt:

1. Die Berechnung der LKW-Zahlen jedes Streckenabschnitts über den LKW-Anteil,
2. Die Berechnung der PKW-Zahlen: Zähldaten minus LKW-Zahlen,
3. Die Berechnung der Fahrleistungen (Fz-KM) für PKW und LKW durch Multiplikation der PKW- und LKW-Zahlen mit der jeweiligen Länge des Streckenabschnittes.

Anschließend werden die Streckenabschnitte nach Art der Straßen (BAB, Bundesstraßen ab 70 km/h, restliche Haupt- und Nebenstraßen) sortiert. Zum Schluss werden die Fahrleistungen von PKW und LKW jedes Straßentyps addiert. Für die Fortschreibung empfiehlt sich dringend der Abgleich der berücksichtigten Straßenabschnitte, damit eine einheitliche Datengrundlage verwendet wird. Dies kann z. B. über einen Vergleich der Gesamtlänge der Straßenabschnitte erfolgen.

Wie in Kapitel 1.4 vermerkt, liegen keine Aktualisierungen der Fahrleistungen von PKW und LKW vor, die den Jahren 2002 bis 2006 direkt zuzuordnen wären. Eine gewisse Anpassung ist 2007 jedoch erfolgt und wird vom Umweltamt, Abteilung Immissionsschutz, wie folgt erläutert:

Gefahrene Streckenkilometer PKW / LKW

Es liegen nicht für alle Straßenabschnitte neue Zähldaten vor. Die Zähldaten erstrecken sich über einen Zeitraum von etwa 1998 bis 2007. Die Zähldaten wurden vom Tiefbauamt übermittelt. Die Straßenabschnittslängen entstammen der aktuellen Version des Straßennetzes, Stand 2007.

Welcher Anteil der Hauptstrecken tatsächlich seit 2001 neu gezählt wurde, kann aus der Datenlage nicht direkt bestimmt werden. Nicht mit Zähldaten erfasste Straßen sind automatisch als Nebenstrecken eingestuft.

Die Daten aus dem Nebenstreckennetz sind größtenteils keine Zähl- sondern Literaturdaten. Nur in Ausnahmefällen werden hier Zählungen von Seiten des Tiefbauamts vorgenommen. Eine Veränderung ergibt sich überwiegend lediglich durch neue Streckenführungen oder neue Einstufungen als sogenannte Anwohnerstraße, Verbindungsstraße zwischen Hauptverkehrsstraßen oder Sammelstraße.

Die Bundesstraßen ab 70 km/h (PKW) wurden zwischen 2001 und 2007 angepasst (d. h. es werden die gleichen Streckenabschnitte gewählt).

Hauptunterschied im Vergleich zum Straßennetz 2001: Umsetzung der „Schleifenstraße/ Rotes-Tor-Umfahrung“ (dies ist verbunden mit mehr als 2.000 m neuer Straßenabschnitt und 53.300 PKW km-Leistung).

	G	H	I	M	P	Q	T	Y	Z	AA	
1	Zählzeiten			LkW Anteil	zul. Gesch.		Länge		gefahrene km		
2	DTV	Str.gatt.	> 2,8 t	Pkw	Lkw	Straßeabschnitt			PKW	LKW	
3	[24 h]	nur PKW	nur LKW	(%)	(km/h)	(km/h)	(m)				
2000	967	928	38,68	4	30	30	157,7	SU	146	6	
2001	1136	916	220,384	19	50	50	147,3	SU	135	32	
2002	386	380	6,176	2	30	30	256,9	SU	98	2	
2003	3285	3163	121,545	4	50	50	198,3	SU	627	24	
2004	950	923	26,6	3	30	30	330,7	SU	305	9	
2005	898	874	24,246	3	30	30	55,9	SU	49	1	
2006	1168	1146	22,192	2	50	50	101,8	SU	117	2	
2007	372	370	1,86	1	30	30	167	SU	62	0	
2008	9819	8847	972,081	10	50	50	778,6	SU	6888	757	
2009	9819	8847	972,081	10	50	50	1559,2	SU	13794	1516	
2010		0	0				625987		0	0	
2093							451317		0	0	
2094									0	0	
2095									0	0	
2096									0	0	
2097											
2098											
2099											
2100											
2101											
2102											
2103											
2104											
2105											
2106											
									Haupt-/Nebenstrecken	2.521.335	221.618
									BAB	207.325	41.266
									Bundesstraßen ab 70 km/h	487.496	72.838
									Summe	3.216.156	335.722
									Nebenstrecken (SU)	204.416	7.729

Stand 2001

Microsoft Excel - Straßenlängen_080227

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ?

G1 = Zähldaten

	G	H	I	P	Q	T	Y	Z	AA	AB
1	Zähldaten			zul. Geschw.				gefahrte km		
2	DTV	Str.gatt.		Pkw	Lkw	Straßenabschnitt		PKW	LKW	
3	PKW+LKW	nur PKW	nur LKW	(km/h)	(km/h)	(m)				
2081	1400	1361	39	50	50	146 SU		199	6	
2082	1924	1878	46	50	50	154 SU		289	7	
2083	876	839	37	30	30	140 SU		117	5	
2084	1808	1756	52	50	50	90 SU		158	5	
2085	3572	3348	224	50	50	418 SU		1399	94	
2086	1536	1240	296	50	50	289 SU		358	86	
2087	864	827	37	30	30	157 SU		130	6	
2088	1012	801	211	50	50	147 SU		118	31	
2089	352	346	6	30	30	256 SU		89	1	
2090	2924	2808	116	50	50	198 SU		556	23	
2091	844	819	25	30	30	330 SU		270	8	
2092	796	773	23	30	30	55 SU		43	1	
2093	1036	1015	21	50	50	101 SU		103	2	
2094	332	330	2	30	30	167 SU		55	0	
2095	8728	7922	806	50	50	3649 SU		28907	2942	
2096						638833				
2097						449940				
2098							Haupt-/Nebenstrecken	2.691.012	152.024	
2099							BAB	234.150	37.568	
2100							Bundesstraßen ab 70 km/h	521.469	60.423	
2101							Summe	3.446.631	250.016	
2102										
2103							Nebenstrecken (SU)	189.612	8.113	
2104										
2105										

2008 / bis2010 / 2001_LLI5 / Tabelle2 / Tabelle3

Bereit

Stand 2007

2. CO₂-Reduktionen bei der Energieerzeugung

Im CO₂-Berichtssystem ist die Ausweisung von CO₂-Einsparungen durch eine CO₂-Reduktion bei der Energieerzeugung nicht vorgesehen. Gerade bei der Effizienz der Stromerzeugung sind jedoch, sowohl bundesweit, als auch lokal in Augsburg, erhebliche Fortschritte erzielt worden.

2.1 Entwicklung der Kohlendioxidemissionen (Stromerzeugung)

Bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom für den Endverbrauch wurden in Deutschland im Jahr 2006 durchschnittlich 596 g Kohlendioxid (vorläufige Angabe) als direkte Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger emittiert. Das sind 131 g/kWh oder 18 % weniger als im Jahr 1990.

Spezifische Emissionsfaktoren 1990 bis 2006

Jahr	Kohlendioxid-Emissionen der Stromerzeugung ¹⁾	Stromverbrauch ²⁾	CO ₂ -Emissionsfaktor Strommix ³⁾
	Mio. t	TWh	g/kWh
1990	349	480	727
1991	347	474	732
1992	331	474	699
1993	323	463	698
1994	322	464	693
1995	326	470	694
1996	327	487	671
1997	316	488	647
1998	318	492	646
1999	308	492	625
2000	318	508	627
2001	327	509	641
2002	329	518	635
2003	327	532	614
2004	326	539	604
2005 *	336	545	616
2006 *	333	559	596

* = vorläufige Angaben

1 = Berechnung des Umweltbundesamtes auf Grundlage von Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2008) und dem deutschen Treibhausgasinventar 1990-2006

2 = Stromverbrauch = Bruttostromerzeug. - Kraftwerkseigenverbrauch - Pumpstrom – Leitungsverluste

3 = Berechnung des Umweltbundesamtes auf Grundlage von Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB 2008) und des Statistischen Bundesamtes. Strommix inklusive fossiler, nuklearer und erneuerbarer Energieträger.

Quelle: Umweltbundesamt, FG I 4.5, Stand: April 2008 (www.umweltbundesamt.de)

Zwei wesentliche Einflussgrößen bestimmen die Höhe des Emissionsfaktors (Umweltbundesamt 2007, S. 3 ff):

1. Zum einen sind das die Anteile einzelner Brennstoffe an der Stromerzeugung, der sogenannte Strommix. Sinkt der Anteil eines Energieträgers mit hohem CO₂-Emissionsfaktor wie Kohle zu Gunsten eines Energieträgers mit niedrigerem Emissionsfaktor wie Erdgas oder eines erneuerbaren Energieträgers, so sinkt auch der Emissionsfaktor des Strommixes.
2. Zum anderen ist das der durchschnittliche Wirkungsgrad konventioneller Kraftwerke – also der Kraftwerke, die Strom durch die Verbrennung fossiler Energieträger erzeugen. Erhöht sich der durchschnittlich realisierte Wirkungsgrad im konventionellen Kraftwerkspark, so wird zur Erzeugung einer Kilowattstunde Strom eine geringere Menge kohlenstoffhaltigen Brennstoffs eingesetzt – der spezifische Emissionsfaktor des Strommixes sinkt.

Von 1990 bis 2005 sinkt der Emissionsfaktor mit deutlichen Schwankungen in einzelnen Jahren, die auf signifikante Veränderungen im Kraftwerkspark zurückzuführen sind. Es lassen sich drei Phasen in der Entwicklung des Indikators unterscheiden. In der ersten Phase von 1990 bis 1999 sinkt der Emissionsfaktor wegen Wirkungsgradverbesserungen im konventionellen Kraftwerkspark. Der Anstieg zwischen 1999 bis 2001 ist auf die Inbetriebnahme neuer Braunkohlekraftwerke zurückzuführen. Ab 2003 führt der steigende Anteil erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung wieder zu einer Senkung des Emissionsfaktors.

Die geringeren Kohlendioxidemissionen pro Kilowattstunde Strom in den 1990er Jahren sind in erster Linie auf Wirkungsgradverbesserungen konventioneller Kraftwerke zurückzuführen. So stieg der durchschnittliche Brutto-Brennstoffnutzungsgrad mit Erdgas befeuerter Kraftwerke zwischen 1990 und 2005 von ca. 30 % auf ca. 40 %. Moderne Erdgaskraftwerke wie die seit 1995 immer häufiger gebauten Gas- und Dampfturbinenkraftwerke (GuD) erreichen heute einen elektrischen Nettowirkungsgrad von über 57 %. Zudem steigt der Anteil von Erdgas, das einen relativ geringen Kohlendioxid-Emissionsfaktor hat, an der Stromerzeugung stetig an. Damit senken moderne Erdgas-Kraftwerke den Strom-Emissionsfaktor deutlich.

Der durchschnittliche Brutto-Brennstoffnutzungsgrad mit Braunkohle befeuerter Kraftwerke stieg zwischen 1990 und 2005 von ca. 34 % auf ca. 37 %. Trotz des hohen Emissionsfaktors von Braunkohle, mindern moderne Braunkohlekraftwerke die Kohlendioxidemissionen, solange sie alte Braunkohlekraftwerke ersetzen. Neu gebaute, zusätzliche Kapazitäten dagegen erhöhen die Kohlendioxidemissionen und damit den Kohlendioxid-Emissionsfaktor des Strommixes. Der Einfluss der Verstromung von Braunkohle auf den Indikator ist so groß, dass sich nicht nur Stilllegungen im Kurvenverlauf des Indikators widerspiegeln, sondern auch Inbetriebnahmen. Denn selbst modernste Braunkohlekraftwerke emittieren bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom deutlich mehr Kohlendioxid als der Erzeugungsmix. Daher trägt zur Reduzierung des Strom-Emissionsfaktors des Strommixes vor allem bei, dass der Anteil des Braunkohlestroms zwischen 1990 und 2005 von 31 % auf 25 % abnimmt.

Der durchschnittliche Brennstoffnutzungsgrad von Steinkohlekraftwerken ist im Jahr 2005 nur geringfügig höher als 1990. Daher ist der Einfluss der Wirkungsgradverbesserungen bei Steinkohlekraftwerken auf den Emissionsfaktor sehr gering. Der abnehmende Anteil des Steinkohlestroms am Strommix zwischen 1990 und 2005 von 26 % auf 22 % führt aber zu einer Verkleinerung des Strom-Emissionsfaktors.

Ab dem Jahr 1999 nimmt die Bedeutung erneuerbarer Energieträger am Strommix deutlich zu. So steigt der Anteil regenerativ erzeugten Stroms, trotz steigendem Stromverbrauch zwischen 1998 und 2005, von ca. 4,8 % auf ca. 10,1 %. Da die Stromerzeugung aus regenerativen Quellen keine direkten Emissionen verursacht, sinkt mit ihrer Zunahme der Strom-Emissionsfaktor. Deutlich überlagert wird dieser positive Effekt jedoch durch die schon erwähnte Inbetriebnahme neuer fossiler Kraftwerkskapazitäten in den Jahren 1999 bis 2001. Erst ab dem Jahr 2002 schlägt sich der steigende Anteil erneuerbarer Energien in der Entwicklung des Indikators sichtbar nieder. Dies erklärt die gegenläufige Entwicklung absoluter und spezifischer Emissionen in den Jahren 2001 bis 2004.

Die Entwicklung der gesamten Kohlendioxid-Emissionen aus der Stromerzeugung

Trotz kontinuierlich sinkender spezifischer Emissionen aus der Stromerzeugung sind die absoluten Kohlendioxidemissionen aus der Stromerzeugung seit 1990 nur wenig gesunken. Während im Basisjahr des Kyoto-Protokolls 1990 ca. 349 Mio. Tonnen Kohlendioxid aus der Stromerzeugung emittiert wurden sind es im Jahr 2005 immer noch ca. 336,5 Mio. Tonnen. Das entspricht einer Reduzierung im Stromsektor von ca. 3,7 %. Die Ursache für dieses Auseinanderfallen der Entwicklung spezifischer und absoluter Kohlendioxidemissionen liegt im kontinuierlichen Anstieg des Stromverbrauchs seit 1993 (Umweltbundesamt 2007, S. 6 f). Dieser Bundestrend spiegelt sich auch in Augsburg wieder (siehe Kapitel 3).

Der Kohlendioxid-Emissionsfaktor für den deutschen Strommix ist ein Indikator für die Klimaverträglichkeit der Stromerzeugung. Er darf jedoch nicht losgelöst von der Entwicklung des Stromverbrauchs insgesamt und den gesamten aus der Stromerzeugung entstehenden Kohlendioxidemissionen betrachtet werden. Die bisherige Entwicklung des Indikators von 727 g/kWh CO₂ in 1990 auf 596 g/kWh in 2006 ist positiv zu bewerten. Würde die Strommenge des Jahres 2006 unter den Bedingungen des Jahres 1990 erzeugt, hätte dies eine Mehremission von ca. 63 Mio. t Kohlendioxid zur Folge.

Die Entwicklung zeigt aber auch, dass eine verstärkte Verstromung von Kohle durch den Zubau neuer Kohlenkraftwerke sowohl die absoluten als auch die spezifischen Kohlendioxidemissionen aus der Stromerzeugung wieder ansteigen ließe. Denn Kohlekraftwerke haben einen deutlich höheren Emissionsfaktor als der deutsche Strommix. Für das Erreichen der Klimaziele ist es aber notwendig, dass die absoluten Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung um ca. 50 % sinken. Damit müssen neben dem Stromverbrauch auch die Kohlendioxidemissionen pro kWh Strom entsprechend gesenkt werden.

Weitere Anstrengungen zur Reduzierung der Kohlendioxidemissionen aus der Stromerzeugung sind also notwendig. Dazu gehört die fortschreitende Modernisierung des vorhandenen konventionellen Kraftwerksparks, der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, die Forcierung des Umstiegs auf eine Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Erdgas und nicht zuletzt der sparsame Umgang mit dem Energieträger Strom. (vgl. Umweltbundesamt 2007, S. 8 f)

Strom- und Wärmeversorgung der Stadtwerke Augsburg

Die Stadtwerke Augsburg wollen mit dem konsequenten Ausbau der eigenen Stromerzeugung die Versorgungssicherheit für ihre Kunden weiter festigen. Dabei setzt das Unternehmen auf unterschiedliche Energieträger, neben fossilen auch auf erneuerbare wie Bioerdgas, Biomasse, Sonne und Wind. Von dem angepeilten Eigenerzeugungsanteil - rund 40 % - verspricht sich das Unternehmen auch eine gewisse Unabhängigkeit von Verfügbarkeitsengpässen und Preisschwankungen am Energiemarkt.

Im Osten Augsburgs steht die hochmoderne Gasturbinenanlage. Das 2004 in Betrieb genommene Heizkraftwerk kann mit exklusiven Superlativen aufwarten. Die Gasturbine der Stadtwerke ist die erste dieser Größenordnung, die nach dem neuen Bundesgesetz zur Modernisierung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen gefördert wird. Kraft-Wärme-Kopplung ist die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme. Die mit Erdgas betriebene Anlage (30 MW elektrische und 40 MW thermische Leistung) ist vom Staat als besonders umweltfreundlich im Sinn des neuen Gesetzes eingestuft und wird darum bis zum Jahr 2010 mit rund 1,7 Cent je erzeugte Kilowattstunde Strom gefördert. Mit gutem Grund, denn sie vermeidet alljährlich 40.000 Tonnen Kohlendioxid und wird zugleich den verschärften Anforderungen der 13. Bundesimmissionsschutzverordnung gerecht. Einmalig für Bayern ist auch der drucklose Speicher, der 80.000 Kubikmeter Heißwasser fasst. Dieser Stahlkoloss hat eine „Puffer“-Funktion: Im Sommerhalbjahr ist die Wärmeleistung der Gasturbine größer als der Wärmebedarf im Fernwärmenetz. Die Wärmespeicherung ermöglicht es, während dieser Zeit die Anlage mit optimalem Wirkungsgrad weiter zu betreiben. Dazu wird der Speicher auf 95° C aufgeheizt. Die Isolierung des Speichers ermöglicht eine über Wochen nahezu gleich bleibende Wassertemperatur. Beim Entladen des Speichers wird das heiße Wasser in das Fernwärmenetz eingespeist.

Die Stadtwerke Augsburg wollen den Anteil regenerativer Energien an der gesamten Strombeschaffung bis 2012 auf 30 % erweitern. Dies soll sowohl durch europaweiten Stromeinkauf als auch mit eigenen Erzeugungsanlagen erreicht werden.

Momentan speisen 29 Wasserkraftanlagen, 1 Klärgasanlage, 3 Biomasseanlagen und 130 Photovoltaikanlagen in das Netz der Stadtwerke Augsburg ein. Die jährlichen Einspeisemengen betragen bei Wasserkraftanlagen 57.000 MWh, bei Klärgasanlagen 12.000 MWh, bei Biomasseanlagen 2.000 MWh und bei Photovoltaikanlagen 1.500 MWh, insgesamt 72.500 MWh. Alle Anlagen, die sich größtenteils in privater Hand befinden, speisen nach den Grundsätzen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in das deutschlandweite Ausgleichssystem ein. Aus diesem „EEG-Topf“ hat der Stromvertrieb der Stadtwerke Augsburg, neben diesen in Augsburg erzeugten Mengen, weitere Pflichtmengen zu übernehmen, um eine auf alle Letztverbraucher gleichmäßig aufgeteilte Quote zu erreichen. Aktuell beziehen die Stadtwerke insgesamt 115.000 MWh Strom im Rahmen des EEG.

Ein wichtiger Stromlieferant für die Stadtwerke Augsburg ist seit vielen Jahren die Abfallverwertung Augsburg (AVA). Die von dort bezogenen 80.000 MWh Strom sind entsprechend den Regelungen zur Stromkennzeichnungspflicht zur Hälfte als regenerativ anerkannt. Als dritte wesentliche Bezugsquelle von regenerativem Strom sind die verschiedenen Stromlieferanten aus dem In- und Ausland zu nennen. Derzeit beziehen die Stadtwerke über entsprechende Lieferverträge 125.000 MWh pro Jahr.

Setzt man die jährliche Gesamtmenge an regenerativem Strom (280.000 MWh) ins Verhältnis zur Abgabemenge an Letztverbraucher (1.090.000 MWh), so ergibt sich für die Stadtwerke Augsburg derzeit ein regenerativer Anteil von 26 %. Mit der Inbetriebnahme des neuen Biomasse-Heizkraftwerkes im Stadtteil Lechhausen (April 2008) ist eine weitere Verbesserung der regenerativen Energiebilanz auf 28 % gelungen.

Zwei weitere Projekte zur Erhöhung des regenerativen Anteils am Stromportfolio sind derzeit die Beteiligung an einem Windkraftpark in der schwäbischen Alb mit dem Erwerb von zwei eigenen Windkraftanlagen (Jahresstrommenge ca. 8.000 MWh) und der Bezug von Bio-Erdgas zur Verwendung in eigenen Blockheizkraftwerken (Jahresstrommenge ca. 3.000 MWh). Daneben bemühen sich die Stadtwerke um weiteren Bezug regenerativen Stroms am Markt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Wasserkraftstrom von Lieferanten aus Skandinavien, Deutschland und dem Alpenraum (Österreich/Schweiz). Bei möglichen Lieferverträgen wird vor allem auch auf langfristige Bezugsmöglichkeiten geachtet. Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen sind sich die Stadtwerke sicher, das gesteckte Ziel der Steigerung des regenerativen Stromanteils bis Ende 2012 auf 30 % zu erreichen.

Quellen: Stadtwerke Augsburg 2008, S. 4 ff und 2004, S. 2

2.2 Energieversorgungsstrukturen in Augsburg

Auf den Strom- und Gasmärkten sind inzwischen die Begriffe "Unbundling" und "Beschleunigungsrichtlinie" im üblichen Sprachgebrauch. Die so genannten Beschleunigungsrichtlinien (Strom, Gas) sind ein Regelwerk der Europäischen Union (EU), das sich (mit der Umsetzung in nationales Recht) zum Ziel gesetzt hat, europaweit im Strom- und Gasbereich einen "nicht diskriminierenden" Netzzugang, Kostentransparenz und angemessene Netzentgelte zu schaffen. Die EU ist davon überzeugt, dass dafür eine scharfe Trennung des Geschäftsbereiches "Netzbetrieb", der ein natürliches Monopol darstellt, von den Wettbewerbsbereichen "Erzeugung" und "Vertrieb" unabdingbar ist. Diese Separierung des Netzbetriebes sowohl beim Strom als auch beim Gas nennt man "Unbundling" (Entflechtung).

Die Anforderungen an den Grad der Entflechtung sind abhängig von der Größenordnung und Struktur eines Unternehmens. Das heißt beispielsweise für große Netzbetreiber, dass die Vertriebsabteilung und die Servicegesellschaft einzeln geführt, sowie aus dem Unternehmen ausgekoppelt werden und dann als Tochtergesellschaften mit dem Hauptunternehmen zusammenarbeiten. Durch diese Vorgaben entstehen für die Unternehmen natürlich Kosten, allerdings müssen sie sich laut geltendem Kartellrecht an diesen gesetzlichen Vorgaben orientieren. Dies gilt auch für die Netzbetreiber auf der Gemarkung der Stadt Augsburg, die Stadtwerke Augsburg und die Lechwerke AG.

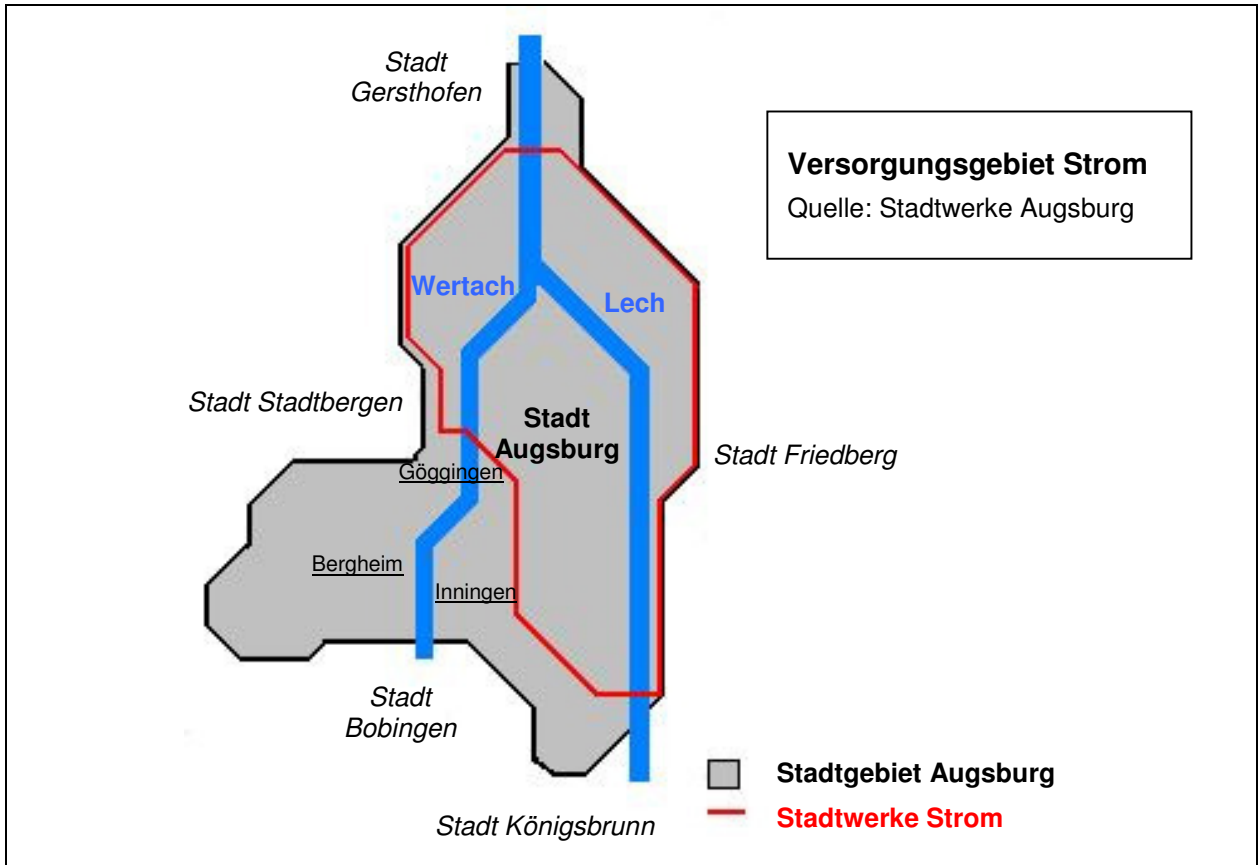
2.2.1 Stadtwerke Augsburg

Der privatwirtschaftliche Konzernverbund Stadtwerke Augsburg ist das drittgrößte kommunale Versorgungsunternehmen in Bayern. Er umfasst folgende Gesellschaften: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH, Stadtwerke Augsburg Energie GmbH, Stadtwerke Augsburg Wasser GmbH, Stadtwerke Augsburg Netze GmbH, Stadtwerke Augsburg Verkehrs-GmbH, Stadtwerke Augsburg Projektgesellschaft mbH sowie AVG Augsburger Verkehrsgesellschaft mbH. Hier einige Informationen aus der Unternehmensbroschüre (Stand 2005):

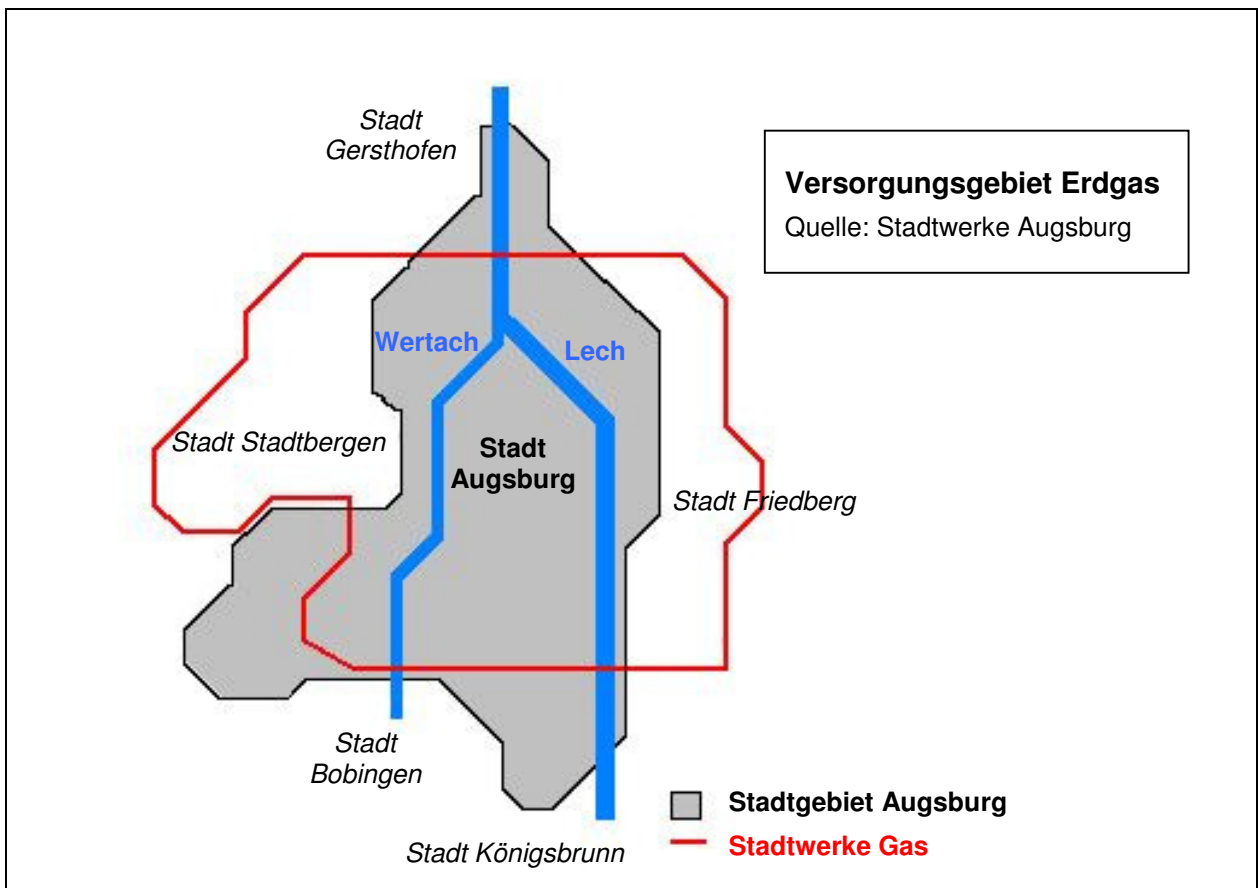
Seit 1. Januar 2005 sind bei den Stadtwerken Augsburg Energieerzeugung und -einkauf gesellschaftlich von der Organisation und Verwaltung des Energienetzes getrennt. Hierfür wurde die Stadtwerke Augsburg Netze GmbH gegründet. Jeder Energieanbieter kann die Netze der Stadtwerke für die Lieferung an seine Kunden diskriminierungsfrei nutzen. Die Stadtwerke betreiben, angepasst an die jeweiligen Kundenbedürfnisse, verschiedene Stromnetze mit unterschiedlicher Spannung (Hoch-, Mittel- und Niederspannung) und sichern ökonomisch die Stromverteilung im Stadtgebiet. Über die Übernahmestelle in Lechhausen ist das Stadtnetz direkt an das Höchstspannungsnetz der RWE angeschlossen. Die Netzgebiete der Stadtwerke sind nicht deckungsgleich mit dem Stadtgebiet.

Die Stadtwerke Augsburg Energie GmbH liefert ihren Kunden die Energien Strom, Erdgas und Fernwärme. Der Geschäftsbereich Strom ist die umsatzstärkste Versorgungssparte. Die jährlich an die Kunden abgegebene Strommenge beträgt ca. 1,1 Mrd. kWh. Im liberalisierten Markt sind die Stadtwerke der führende Stromversorger für Augsburg.

Netzgebiet Strom der Stadtwerke Augsburg



Netzgebiet Gas der Stadtwerke Augsburg



Als erstes bayerisches kommunales Versorgungsunternehmen begannen die Stadtwerke bereits 1991, den Umstieg von Energieträgern wie Heizöl oder Kohle auf das umweltschonendere Erdgas zu fördern. Zeitgleich wurde der Aufbau des Erdgasnetzes in Augsburg und den Gemeinden Friedberg, Stadtbergen, Neusäß, Kissing und Diedorf forciert. Inzwischen sind zwei Drittel aller Gebäude im Stadtgebiet an das Stadtwerke Erdgasnetz angeschlossen, 75 % aller Augsburger Haushalte heizen mit Stadtwerke Erdgas. In Neubaugebieten am Stadtrand erreicht die Anschlussdichte sogar 100 %. Das Netz umfasst ca. 1.032 km, 670 km davon im Stadtgebiet. Die Einspeisepunkte ins Gasnetz sind die Übernahmestationen Augsburg (Gaswerk) und Kissing. Zudem besteht eine eigene Übernahmestation für die Gasturbinenanlage.

Seit 50 Jahren betreiben die Stadtwerke Augsburg Heizkraftwerke und Heizwerke für die Erzeugung von Fernwärme. Über ein Netz von mehr als 100 km Länge werden damit rund 10 % des Raumwärmebedarfs in Augsburg gedeckt. Das Netz erstreckt sich hauptsächlich auf die Innenstadt, das Universitätsviertel und die ehemaligen Gelände der US-Army im Westen Augsburgs. Der weitere Ausbau des Netzes ist geplant. Aktuell werden mehr als 1.200 vorwiegend größere Kundenanlagen mit Wärme beliefert. Der Vorteil für die Kunden: Mit Fernwärme entfallen Wartung und eigener Betrieb einer Heizanlage; wertvoller Platz für Kessel und Brennstofflagerung wird gespart. Besonders hoch fällt der Gewinn für die Umwelt aus: Fernwärme ersetzt eine Vielzahl von Einzelfeuerstätten und spart so Kohle und Heizöl ein. Außerdem ist der Jahresnutzungsgrad bei kombinierter Wärme- und Stromerzeugung um bis zu 30 % gegenüber einer getrennten Erzeugung von Energie bei Individualheizung und konventionellem Kraftwerk höher.

2.2.2 Lechwerke AG

Die Lechwerke AG, mit Hauptsitz in Augsburg, ist der regionale Energiedienstleister in Bayerisch-Schwaben. Das Kerngeschäft ist die Stromversorgung und damit zusammenhängende Dienstleistungen. Das Netzgebiet deckt sich weitgehend mit dem bayerischen Regierungsbezirk Schwaben. Das Unternehmen erzeugt rund zehn Prozent seines Strombedarfs in 34 Wasserkraftwerken an Donau, Iller, Günz, Lech und Wertach. Der Betrieb sämtlicher Wasserkraftwerke ist zentral in dem 100-Prozent-Tochterunternehmen der Lechwerke, der Bayerischen Elektrizitätswerke GmbH (BEW), zusammengefasst. Die übrigen rund 90 % des verkauften Stroms beziehen die Lechwerke größtenteils von ihrer Muttergesellschaft RWE Energy AG und vom Strommarkt (siehe www.lew.de).

Seit dem 1. Januar 2005 haben die Lechwerke eine neue Unternehmensstruktur mit der AG als Muttergesellschaft und rechtlich selbstständigen Tochtergesellschaften, davon zwei Neugründungen, die LEW Verteilnetz GmbH und die LEW Netzservice GmbH. Die LEW Verteilnetz GmbH regelt den diskriminierungsfreien Netzzugang im Netzgebiet der Lechwerke AG, der Überlandwerk Krumbach GmbH (ÜWK), der Elektrizitätswerk Landsberg GmbH (EWL) sowie in Teilen des Stadtgebiets Augsburg (Bergheim, Inningen, Göggingen und St.-Anton-Siedlung).

2.3 Informationen zur Stromzusammensetzung

Seit 2005 müssen alle Versorgungsunternehmen ihre Kunden über die Herkunft des gelieferten Stroms informieren. Auf der Stromrechnung, aber auch in Werbeprospekten muss der Versorger künftig offen legen, wie sich seine Stromprodukte zusammensetzen.

Vorgeschrieben sind, nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz, Angaben über die Anteile von Kernkraft, fossilen und sonstigen Energieträgern sowie erneuerbaren Energien an dem Gesamtenergieträgermix des Versorgungsunternehmens. Zudem muss dem Verbraucher mitgeteilt werden, wie viel radioaktiver Abfall und klimabelastendes Kohlendioxid bei der Stromproduktion verursacht wurde. Diese Informationen zu Energieträgermix und Umweltauswirkungen sind mit den entsprechenden Durchschnittswerten der Stromerzeugung in Deutschland zu ergänzen.

Mit der Kennzeichnungspflicht für Strom soll mehr Transparenz geschaffen werden. Der Kunde soll wissen, welchen Strom er kauft. Leider wird dieses Ziel nur grob erreicht. Kritisiert wird beispielsweise, dass in Deutschland die Energieträger nur in drei große Gruppen zusammengefasst und nicht näher aufgeschlüsselt sind. Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt betrifft den Umgang mit Strommengen, die keiner bestimmten Erzeugungsart zugeordnet werden können, z. B. an der Strombörse gekaufte Mengen. Nach den geltenden Regelungen kann diesen Mengen der Gesamtmix der Strombörse oder der Durchschnittsmix für Deutschland zugeordnet werden. Diese Werte können stark vom tatsächlichen Mix abweichen. Grundsätzlich geben die Angaben zum Strommix also nur näherungsweise wieder, welcher Strom tatsächlich an den Verbraucher geliefert wurde.

Verharmlosend halten viele Experten die Ausweisung der so genannten Umweltinformationen. So werden radioaktiver Abfall und Kohlendioxid mit der gleichen Maßeinheit Gramm verglichen. Bei den Durchschnittswerten der Stromerzeugung in Deutschland sind das derzeit 520 g/kWh CO₂-Emissionen und 0,0008 g/kWh radioaktiver Abfall. Bei einem normal informierten Verbraucher entsteht hier leicht der Eindruck, dass der Atommüll zu vernachlässigen ist.

Die Stromangebote der Stadtwerke Augsburg und der Lechwerke AG sind mit ihrer Kennzeichnung in der Maßnahmenbilanz des Klimaschutzberichtes 2008 aufgeführt. Als Hilfsmittel für die Berechnung einer kommunalen Strom-CO₂-Bilanz sind die Angaben aus der Stromkennzeichnung leider ungeeignet. Dies liegt auch daran, dass die Vorteile der Kraftwärmekopplung hinsichtlich der Primärenergieeinsparung rechnerisch komplett dem Strom zugeordnet werden können.

Für die Aufteilung der bei der Verbrennung eines Brennstoffs in einer KWK-Anlage entstandenen CO₂-Emissionen auf die Koppelprodukte Strom und Wärme bestehen prinzipiell drei Möglichkeiten:

1. *Strom-Restwert-Methode*

Dabei zieht man von den errechneten CO₂-Emissionen der Anlage eine Gutschrift für die Wärmeerzeugung ab, die alternativ zum Betrieb der KWK-Anlage bei der Erzeugung der gleichen Wärmemenge in einem Heizkessel entstehen würde. Der CO₂-Minderungseffekt der KWK-Anlage kommt dabei ausschließlich der Stromerzeugung zugute, d. h. es ergeben sich niedrige CO₂-Emissionen pro kWh elektrisch.

2. Wärme-Restwert-Methode

Dabei wird von den errechneten CO₂-Emissionen der Anlage eine Stromgutschrift abgezogen, und zwar in Höhe der CO₂-Emissionen der Stromerzeugung, die durch die KWK-Anlage substituiert werden. Der CO₂-Minderungseffekt der KWK-Anlage kommt dabei vollständig der Wärmeerzeugung zugute.

3. Aufteilung der CO₂-Emissionen auf die beiden Koppelprodukte Strom und Wärme

Dabei werden die CO₂-Emissionen z. B. proportional im Verhältnis der erzeugten Kilowattstunden an Strom und Wärme (Stromkennzahl) aufgeteilt. In Betracht kommt auch ein Aufteilungsschlüssel, der die unterschiedliche thermodynamische Wertigkeit von Strom und Wärme berücksichtigt.

Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung 2005

Da nach dem Energiewirtschaftsgesetz nur eine Stromkennzeichnung vorgeschrieben ist und etwas entsprechendes auf der Wärmeseite nicht existiert, ist davon auszugehen, dass jeder Energieerzeuger den CO₂-Vorteil seiner Kraftwärmekopplung komplett dem Strom zurechnet.

2.4 Exkurs: CO₂-Emissionen der Stromerzeugung

Die zuverlässige Auskunft über die „Klimafreundlichkeit“ verschiedener Energieträger ist nur von vollständigen Lebenszyklus-Analysen zu erwarten, die neben dem Betrieb des Kraftwerks auch die Rohstoffgewinnung, den Kraftwerksbau und die Entsorgung möglicher Rückstände berücksichtigen. Doch auch im Rahmen solcher Analysen hängt die CO₂-Bilanz jedes Energieträgers in gewissem Maße von den detaillierten Bedingungen der Herstellung, des Kraftwerksbetriebs und weiteren Umständen ab. Genaue Zahlenwerte für die emittierte CO₂-Menge pro erzeugter Kilowattstunde Strom sind daher nur begrenzt zuverlässig.

Das Öko-Institut Freiburg hat 2007 folgende Ergebnisse veröffentlicht:

Treibhausgas-Emissionen von Stromerzeugungsoptionen

Strom aus:	Emissionen in g/kWh _{el}	
	CO ₂ -Äquivalente	nur CO ₂
AKW (Uran nach Import-mix)	32	31
AKW (Uran nur aus Russland)	65	61
Import-Steinkohle-Kraftwerk	949	897
Import-Steinkohle-Heizkraftwerk	622	508
Braunkohle-Kraftwerk	1.153	1.142
Braunkohle-Heizkraftwerk	729	703
Erdgas-GuD-Kraftwerk	428	398
Erdgas-GuD-Heizkraftwerk	148	116

Erdgas-Blockheizkraftwerk	49	5
Biogas-Blockheizkraftwerk	- 409	- 414
Wind Park onshore	24	23
Wind Park offshore	23	22
Wasser-Kraftwerk	40	39
Solarzelle (multikristallin)	101	89
Solarstrom-Import (Spanien)	27	25

Die rechnerisch negativen Emissionen des BHKW mit Biogas ergeben sich, weil die Gutschrift für die in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Wärme größer ist, als die Gesamtemissionen des BHKW, das CO₂-neutrales Biogas einsetzt.

Andere veröffentlichte Bilanzen weichen von diesen Zahlen mehr oder weniger stark ab. Mit großer Sicherheit lässt sich jedoch (Deutscher Bundestag 2007) eine (relative) Rangfolge der „klimafreundlichsten“ Energieformen angeben:

„Diese weist einen Rest an Unsicherheit nur in der ‚**Spitzengruppe**‘ auf, wo nicht immer einfach zu entscheiden ist, welche von zwei CO₂-armen Energiearten tatsächlich die CO₂-ärmere ist. Zu dieser Spitzengruppe zählen diverse Formen der erneuerbaren Energien, aber auch die Kernkraft. Die Rangfolge innerhalb dieser Gruppe hängt von den Details der Herstellungsprozesse der Kraftwerksmaterialien bzw. Brennstoffe und der Betriebsart ab. Durch weiteren technischen Fortschritt können sich diese Verhältnisse in Zukunft auch noch gegeneinander verschieben. Am anderen **Ende der Skala** besteht hingegen keinerlei Unsicherheit: Fest steht, dass Kohle mit deutlichem Abstand der CO₂-intensivste Energieträger ist. Die Stromproduktion aus Braunkohle verursacht pro Kilowattstunde 20 bis 100-mal mehr Treibhausgas-Emissionen als die Energieträger der Spitzengruppe. Im Fall der Steinkohle liegen die Verhältnisse etwas günstiger als bei der Braunkohle. Die CO₂-Bilanz beider Kohlearten verbessert sich dann, wenn Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden. ...

Das **Mittelfeld** dieser Rangliste wird von Erdgas-Kraftwerken angeführt: Während einfache Gasturbinenkraftwerke für den Spitzenlastbereich teilweise nicht wesentlich klimafreundlicher als Kohlekraftwerke sind, reichen kleine, moderne Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (Blockheizkraftwerke) bis an die Spitzengruppe der erneuerbaren und der Kernenergie heran. Zum Abschluss muss festgehalten werden, dass die Klimafreundlichkeit zwar ein wichtiges, aber keineswegs das einzige Kriterium ist, das zum Vergleich von Energieträgern herangezogen werden kann und muss. Eine **vollständige Umweltbilanz** verschiedener Arten von Energieerzeugung muss darüber hinaus viele weitere Aspekte berücksichtigen. Dazu zählen u. a. weitere Arten von Schadstoffemissionen, Bodenschutz, Gewässerschutz und Landschaftschutz, die Betriebssicherheit und Entsorgungsfragen. Schließlich muss die Auswahl von Energieträgern bzw. der Energiemix auch jenseits der Umweltbilanz vielen weiteren Kriterien genügen. Zu den ‚traditionellen‘ **Kriterien der Energiepolitik** gehören neben der Umweltverträglichkeit die Wirtschaftlichkeit, die Sozialverträglichkeit, die langfristige Versorgungssicherheit und die Unabhängigkeit von Importen.“

3. Vereinfachte Berechnungen und Bewertung

Über das CO₂-Berichtssystem kann nur eine grobe Aussage über die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Augsburg getroffen werden. Wünschenswert wäre eine genauere und für interessierte Bürgerinnen und Bürger nachvollziehbarere Berechnung. Wie in Kapitel 2.2 ausgeführt, ist in Augsburg die netzgebundene Energieversorgung vorherrschend. Hier sind auch belastbare Daten leicht verfügbar. Die folgenden Berechnungen beschränken sich auf die Energienetze der Stadtwerke Augsburg und der Lechwerke AG. Nicht betrachtet werden Firmennetze (zum Beispiel die Strom- und Wärmeerzeugung der UPM-Kymmene Papier GmbH & Co. KG) und der Verbrauch nicht leitungsgebundener Energien (z. B. Mineralöle, Flüssiggas, Kohle).

CO₂äq.-Emissionen in Augsburg – Leitungsgebundene Energieerzeugung

Stromnetze	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in Megawattstunden	1.766.900	1.727.600	1.767.600	1.870.600	1.903.300	1.904.400
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen *	1.206.793	1.179.951	1.207.271	1.277.620	1.299.954	1.300.705

Erdgas	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in Megawattstunden	3.283.942	3.078.155	3.176.158	3.136.146	3.102.605	3.014.477
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen *	834.121	781.851	806.744	796.581	788.062	765.677

Fernwärme	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in Megawattstunden	435.703	433.118	440.797	443.741	461.571	462.841
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen *	67.534	67.133	68.324	68.780	71.544	71.740

EDL	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in Megawattstunden	24.119	26.445	37.728	137.497	121.927	125.623
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen *	6.126	6.717	9.583	34.9244	30.969	31.908

* = Emissionsfaktoren wie im CO₂-Berichtssystem: Strom: 0,683 t/MWh, Erdgas: 0,254 t/MWh, Fernwärme: 0,155 t/MWh, EDL (Energiedienstleistungen): 0,254 t/MWh

Quellen der Verbrauchsdaten: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH und Stadtwerke Augsburg Netze GmbH (Erdgas, Fernwärme, EDL, Strom), LEW Verteilnetz GmbH (Strom)

3.1 Verbrauchsentwicklung der leitungsgebundenen Energien

Die obige Zusammenstellung zeigt zum einen sofort die nicht unerhebliche Erhöhung der Stromverbräuche ab 2004, zum anderen kommt man auf die gleichen Größenordnungen der CO₂-Emissionen (ohne Verkehr) wie über das CO₂-Berichtssystem (vgl. Kapitel 1.4):

Leitungsgebundene Energien	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen (statische Emissionsfaktoren)	2.114.574	2.035.652	2.091.921	2.177.905	2.190.529	2.170.031

Gradtagszahlen 20/15 (zum Vergleich)	3988	3773	4057	4087	4199	4019
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------

Eine differenzierteres Bild der Energieverbräuche bringt die Verbrauchsunterscheidung zwischen dem Sektor „Private Haushalte“ und den Sektoren „Industrie, Gewerbe, Sonstiges“ (die Zahlen stehen nur für das Netzgebiet der Stadtwerke Augsburg zur Verfügung):

Energieverbrauch "Haushalte" im Vergleich zu "Industrie, Gewerbe, Sonstiges"

Jahr	Haushalte (Megawattstunden)			Industrie, Gewerbe, Sonstiges (Megawattstunden)		
	Strom*	Gas	Fernwärme	Strom*	Gas	Fernwärme
2001	351.416	1.227.167	110.354	1.224.439	1.932.338	284.609
2002	343.041	1.162.432	118.976	1.196.513	1.847.919	272.573
2003	350.889	1.240.435	112.297	1.235.041	1.874.063	286.489
2004	352.608	1.230.610	114.213	1.328.176	1.856.760	285.844
2005	355.659	1.233.449	117.317	1.360.261	1.827.049	300.084
2006	340.592	1.060.597	100.854	1.373.247	1.914.279	318.174

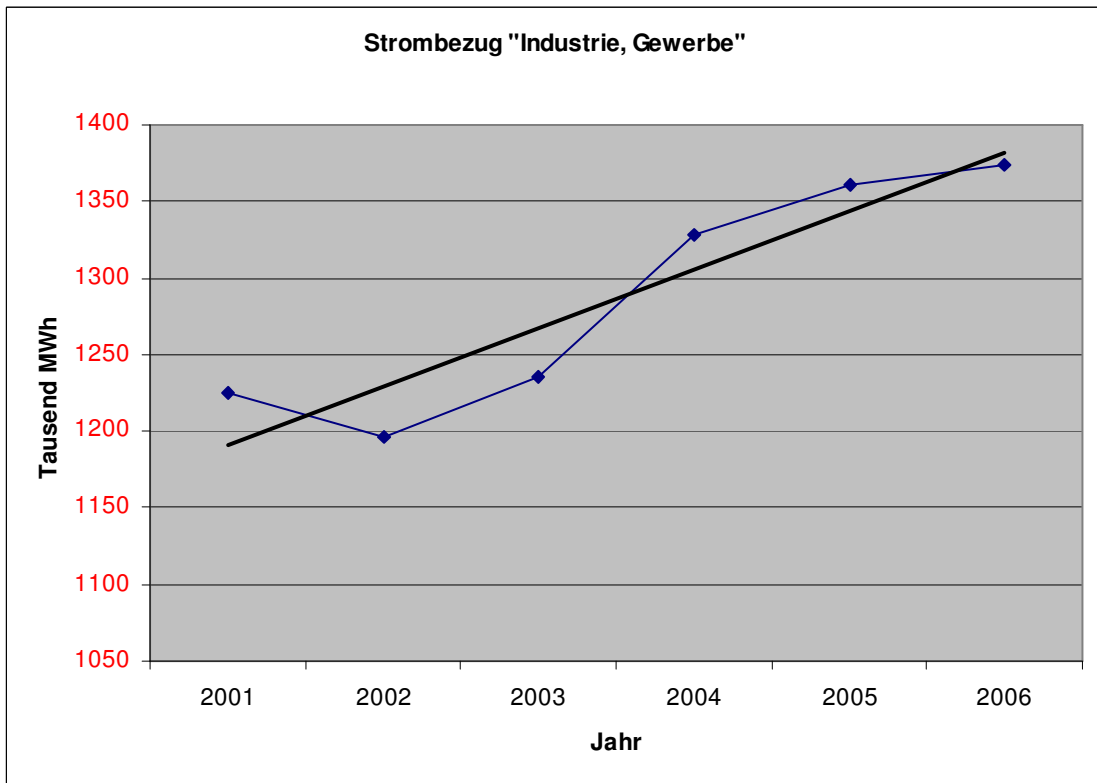
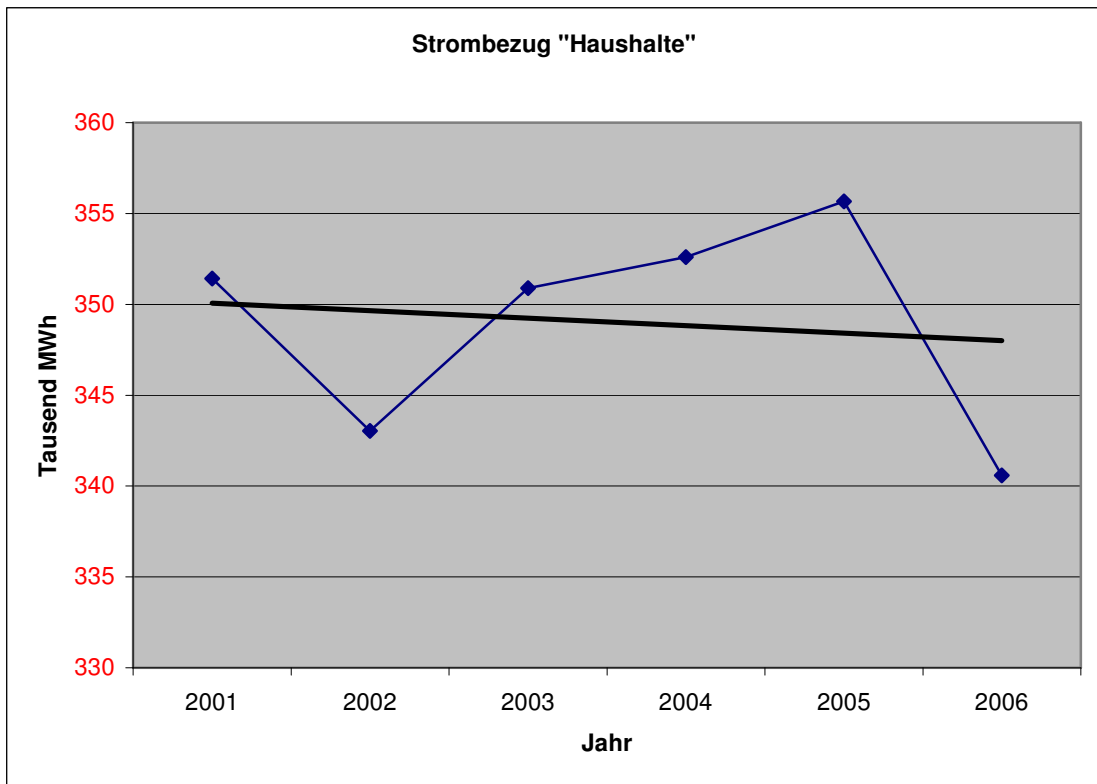
Bezogen auf das Netzgebiet der Stadtwerke Augsburg, * = nutzbare Abgabe

Datenquelle: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH

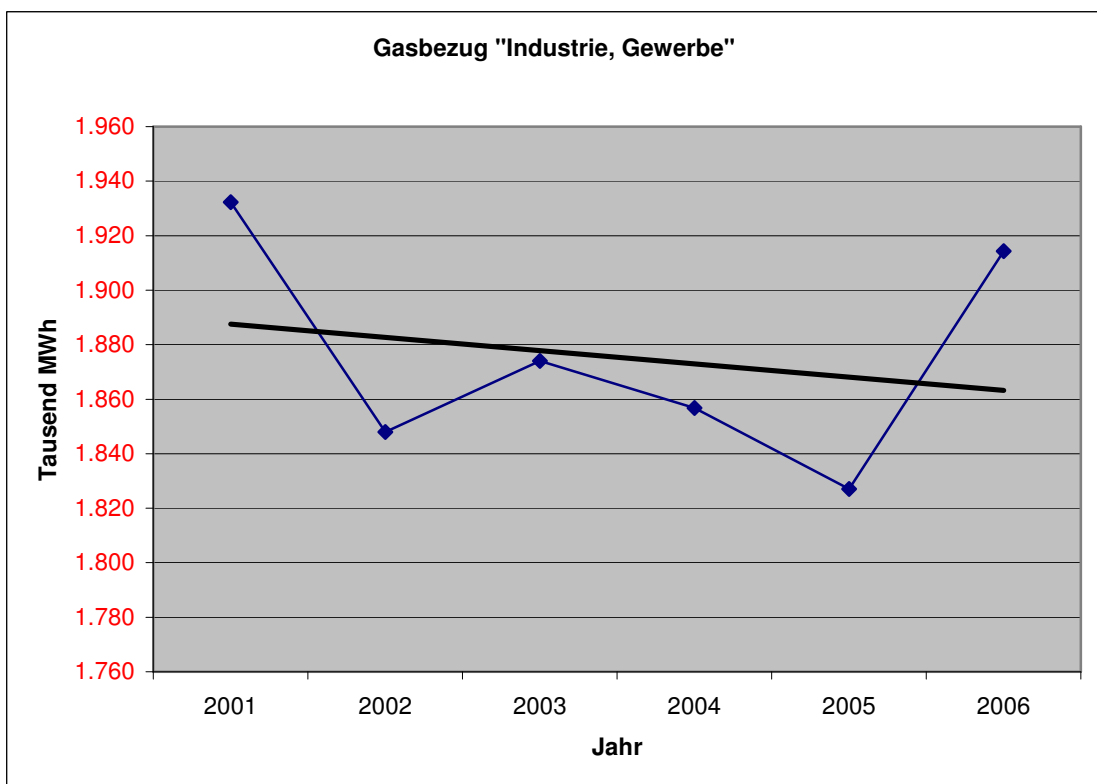
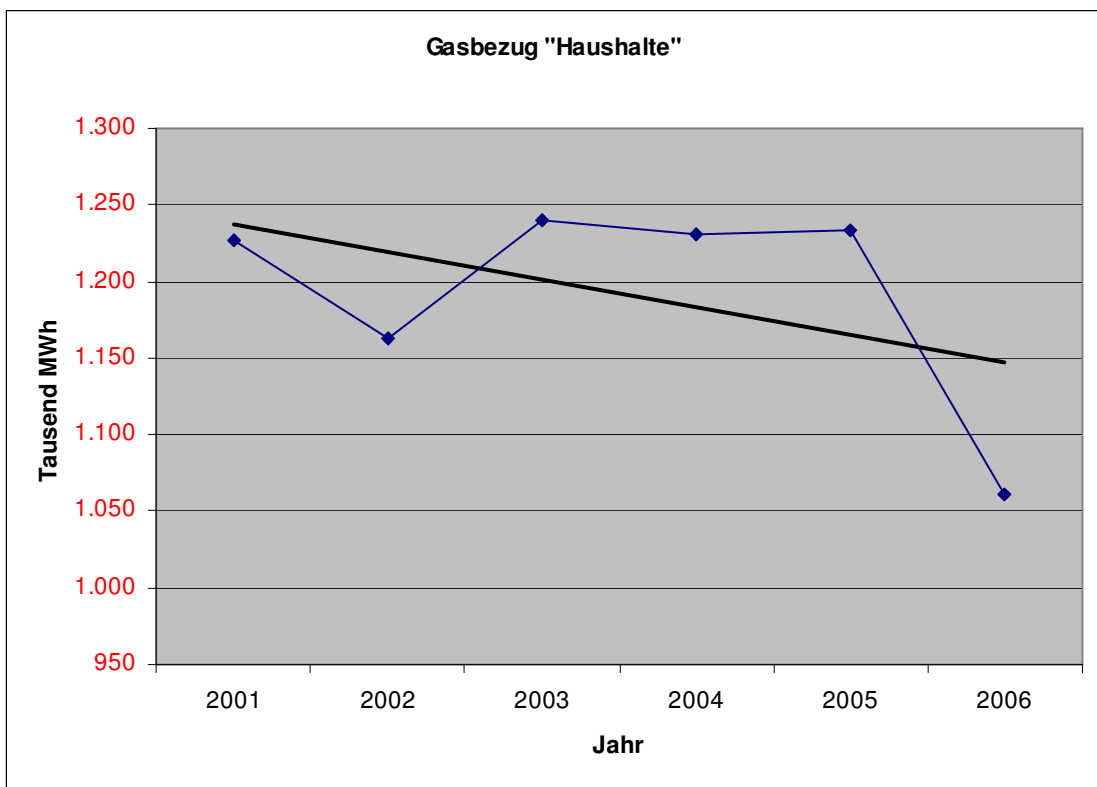
Folgende Trends lasen sich daraus identifizieren:

Trends der Energieverbrauchsentwicklung

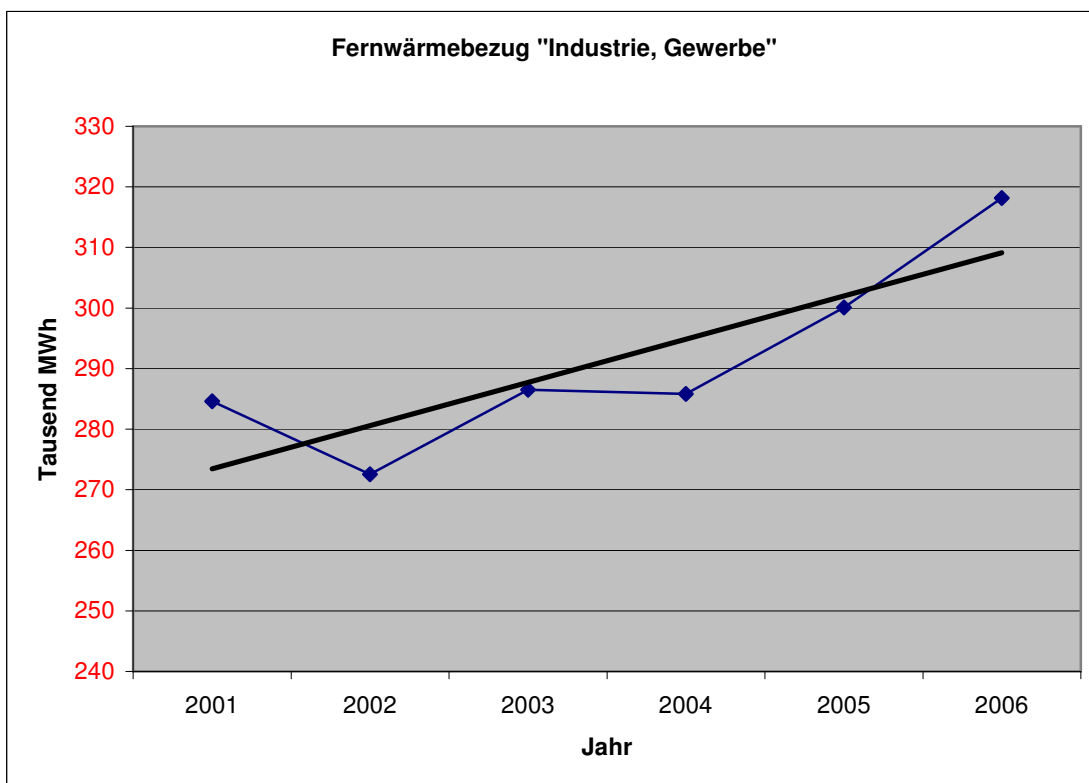
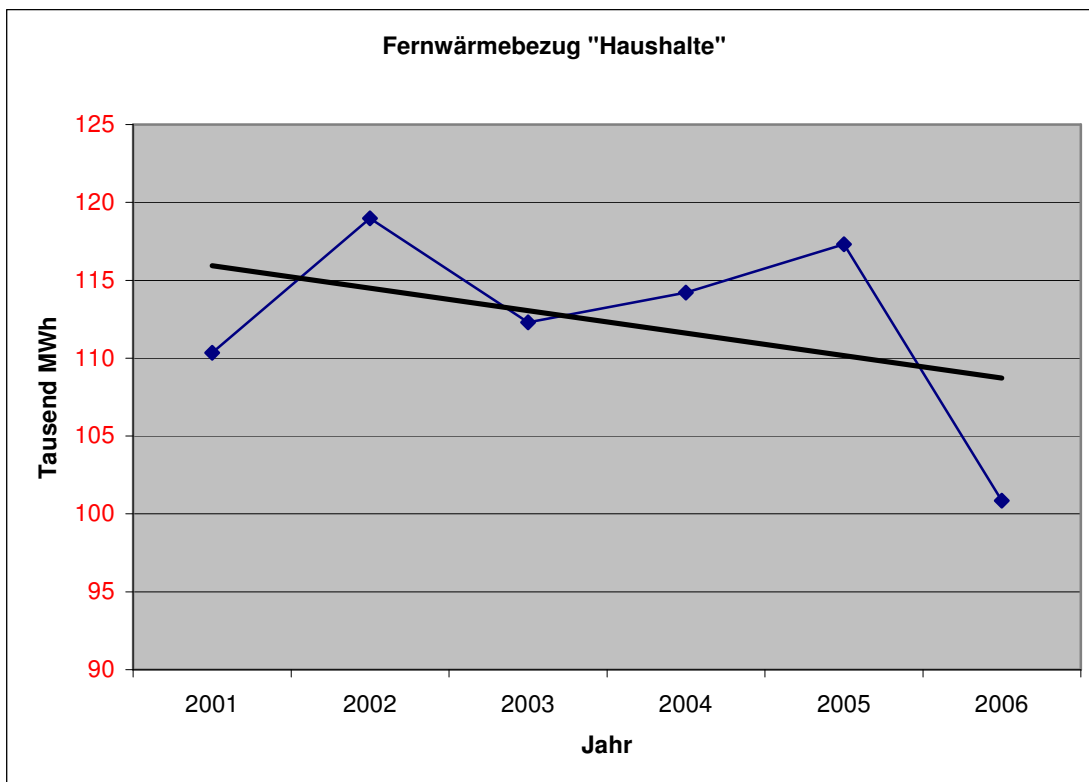
Der Strombezug der „Haushalte“ ging im Betrachtungszeitraum 2001 bis 2006 leicht zurück. Dafür ist der Stromverbrauch bei Industrie und Gewerbe stark angestiegen.



Beim Gasbezug ist ein leichter Rückgang in den Sektoren zu beobachten.



Der Fernwärmeabsatz hat im Sektor „Haushalte“ abgenommen und bei Industrie und Gewerbe zugenommen.



Der insgesamt steigende Energiebezug bzw. -verbrauch bei Industrie und Gewerbe lässt sich leicht mit der wirtschaftlichen Entwicklung begründen. Die Konjunktur ist angesprungen und die positive Wirtschaftsentwicklung geht nach wie vor mit einem steigenden Energiebedarf einher.

Bruttoinlandsprodukt zu Marktpreisen in Augsburg

Jahr	Mio. Euro	Veränderung (zum Vorjahr) in %	1980 gleich 100
1980	4.005		100
1990	7.042		176
2000	9.592	-0,6	240
2001	9.953	3,8	249
2002	10.132	1,8	253
2003	10.014	-1,2	250
2004	10.379	3,6	259
2005	10.614	2,3	265

*Datenquelle: Statistisches Jahrbuch
der Stadt Augsburg 2006*

Das Bruttoinlandsprodukt zu Marktpreisen (BIP) ist ein Maß für das Ergebnis der Produktions-tätigkeit der gebietsansässigen produzierenden Einheiten. Das BIP ist gleich der gesamten letzten Verwendung von Waren und Dienstleistungen durch gebietsansässige institutionelle Einheiten (Konsum und Bruttoinvestitionen) zuzüglich der Exporte und abzüglich der Importe von Waren und Dienstleistungen.

Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen in Augsburg

Jahr	Mio. Euro
1980	3.636
1990	6.404
2000	8.632
2001	8.971
2002	9.139
2003	9.021
2004	9.378
2005	9.579

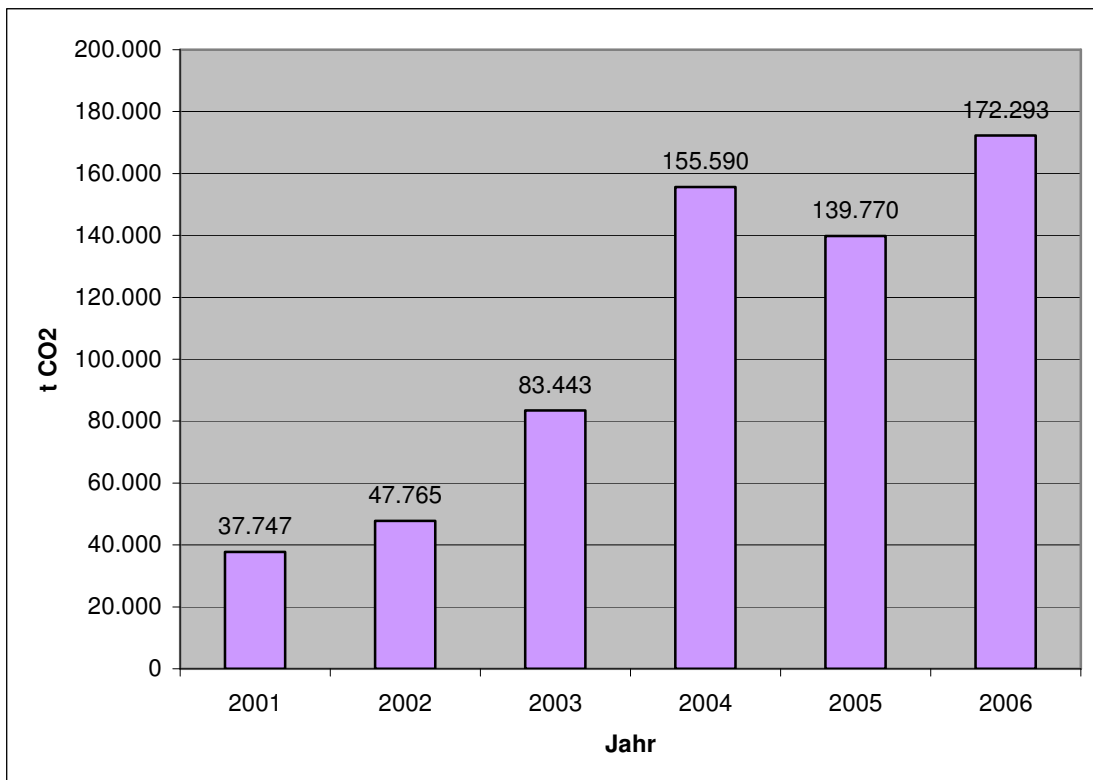
Datenquelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006

Die Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen der Wirtschaftsbereiche ergibt sich aus der Differenz der Produktionswerte (zu Herstellungspreisen) und den Vorleistungen (zu Käuferpreisen). Der Herstellungspreis ist der Betrag, den der Produzent je Einheit der von ihm produzierten Waren und Dienstleistungen vom Käufer erhält ohne die auf die produzierten oder verkauften Güter zu zahlenden Steuern (d. h. ohne Gütersteuern), zuzüglich aller empfangenen Subventionen, die auf die produzierten oder verkauften Güter gewährt werden (d. h. einschließlich Gütersubventionen). Der Käuferpreis (gleich Anschaffungspreis) ist der Preis, den der Käufer tatsächlich für die Güter zum Zeitpunkt des Kaufes bezahlt.

3.2 Effizienzgewinne bei der Stromerzeugung

Auf Seite 33 wurden die CO₂-Emissionen der leitungsgebundenen Energien mit den statischen Emissionsfaktoren aus dem CO₂-Berichtssystem gerechnet. Wie in den Kapiteln 2.1 und 2.2.1 ausgeführt, sind bei der Stromerzeugung jedoch inzwischen deutliche Effizienzgewinne, durch den Einsatz der erneuerbaren Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung, zu verzeichnen. Für Augsburg können die Effizienzgewinne mit den verfügbaren Daten wie folgt abgeschätzt werden:

CO₂-Effizienzgewinne (Augsburg)



Sie ergeben sich als Mindestabschätzung rechnerisch wie folgt:

CO₂-Emissionen in Augsburg – statische und aktuelle Emissionsfaktoren

Stromnetze	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in MWh	1.766.900	1.727.600	1.767.600	1.870.600	1.903.300	1.904.400
<i>davon Erzeugung Stadtwerke Augsburg</i>	<i>107.000</i>	<i>107.600</i>	<i>109.400</i>	<i>240.400</i>	<i>248.400</i>	<i>246.800</i>
Emissionsfaktoren *						
- aktuell	0,219	0,219	0,219	0,217	0,217	0,217
- statisch	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641
<i>davon LEW und Durchleitung</i>	<i>1.659.900</i>	<i>1.620.000</i>	<i>1.658.200</i>	<i>1.630.200</i>	<i>1.654.900</i>	<i>1.657.600</i>

Emissionsfaktoren **						
- aktuell	0,641	0,635	0,614	0,604	0,616	0,596
- statisch	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641
CO ₂ -Emissionen in t						
- aktuell	1.087.429	1.052.264	1.042.094	1.036.808	1.073.321	1.041.486
- statisch	1.132.583	1.107.392	1.133.031	1.199.054	1.220.015	1.220.721
Differenzen	- 45.154	- 55.128	- 90.937	- 162.246	- 146.694	- 179.235

Fernwärme	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Verbrauch in MWh	435.703	433.118	440.797	443.741	461.571	462.841
Emissionsfaktoren *						
- aktuell	0,219	0,219	0,219	0,217	0,217	0,217
- statisch	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
CO ₂ -Emissionen in t						
- aktuell	95.419	94.853	96.535	96.292	100.161	100.436
- statisch	88.012	87.490	89.041	89.636	93.237	93.494
Differenzen	+ 7.407	+ 7.363	+ 7.494	+ 6.656	+ 6.924	+ 6.942

* = Einheit: t/MWh, Berechnung der aktuellen Emissionsfaktoren aus internen Angaben der Stadtwerke Augsburg

** = siehe Seite 22

Quellen der Verbrauchsdaten: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH, Stadtwerke Augsburg Netze GmbH, Stadtwerke Augsburg Energie GmbH, LEW Verteilnetz GmbH (Strom)

3.3 Die CO₂äq.-Emissionen aus den leitungsgebundenen Energien

Berücksichtigt man die gerechneten Effizienzgewinne, bei den auf Seite 34 dargestellten CO₂äq.-Emissionen, erhält man folgende neue Zahlen:

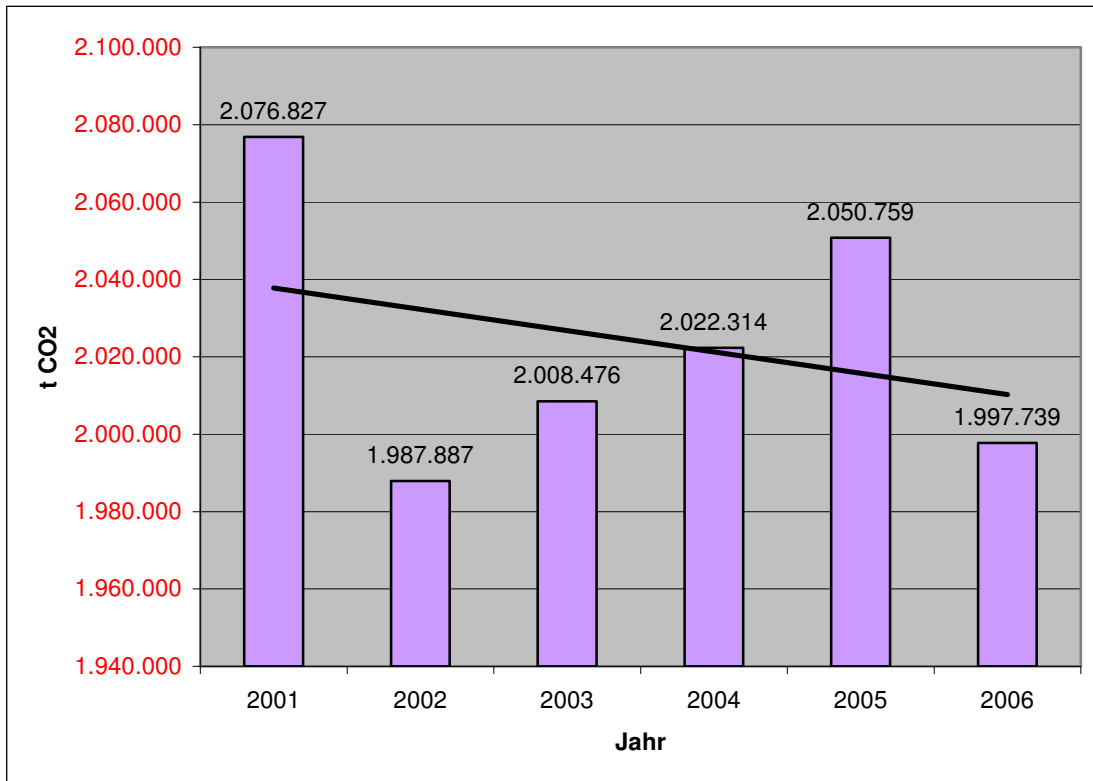
Leitungsgebundene Energien	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO ₂ äq.-Emissionen in Tonnen	2.076.827	1.987.887	2.008.476	2.022.314	2.050.759	1.997.739

Die Entwicklung der energiebedingten CO₂äq.-Emissionen in Augsburg kann wie folgt bewertet werden:

- Der leichte Rückgang der Energieverbräuche im Sektor „Private Haushalte“ und die Effizienzgewinne bei der Stromerzeugung werden durch die konjunkturell bedingte Erhöhung der Energieverbräuche (Gewerbe und Industrie) fast ausgeglichen.
- Dennoch ist bei der energiebedingten CO₂-Entwicklung ein leichter Trend nach unten feststellbar.

Die vereinfachte Berechnung hat nicht den Anspruch, alle energiebedingten CO₂-Emissionen in Augsburg zu erfassen. Vorteile dieser Methode sind die Nachvollziehbarkeit und die gute Datenlage, die auch zukünftige Vergleiche gewährleistet.

Trend der CO₂-Emissionen aus leitungsgebundenen Energien in Augsburg



Die wichtigsten Problemfelder dieser Berechnungsmethode sind:

- Nicht richtig abgebildet werden die im Stadtgebiet durch Gas- oder Fernwärmeheizungen ersetzten Öl- oder Kohleheizungen (siehe auch untenstehende Tabelle). Die tatsächliche CO₂-Reduzierung schlägt sich in einer Erhöhung der Emissionen aus leitungsgebundenen Energien nieder.
- Die Stromzusammensetzung der Lechwerke AG und anderer Stromlieferanten (die den Strom buchhalterisch in die Netze der Stadtwerke Augsburg und der Lechwerke AG leiten) wurde mit dem bundesdeutschen Emissionsfaktor gerechnet. Eine erhöhte Nachfrage (oder eine reduzierte) in Augsburg nach umweltfreundlich erzeugtem Strom wird also in der vereinfachten Berechnung nicht berücksichtigt.

Neue Gasanschlüsse für Augsburger Haushalte

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anzahl	900	1.104	1.004	666	478	376

Quelle: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH

Teil 2:

Indikatoren

Für die Überprüfung und Darstellung des Gesamterfolges auf dem Weg der Reduzierung des fossilen Energiebedarfs vor Ort ist eine kommunale Energie- und CO₂-Bilanzierung, wie in Teil 1 dargestellt, unverzichtbar. Die Bilanzen verschiedener Kommunen können jedoch in der Regel nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden. Zum einen werden noch verschiedene Methoden und Vorgehensweisen bei der Bilanzierung angewendet (eine einheitliche Bilanzierungsmethodik ist in Arbeit, siehe Seite 5). Zum anderen hängt die Größenordnung der energiebedingten CO₂-Emissionen stark von der Art und Menge der Industrie- und Gewerbeansiedlungen ab (zusätzlich natürlich auch von den klimatischen Gegebenheiten und vielen anderen Faktoren). Deutliche Unterschiede in den Energieverbräuchen zeigt beispielsweise der untenstehende Vergleich der Städte Augsburg und Münster (Westfalen).

Die Indikatoren für Augsburg dienen daher in erster Linie dazu, die eigene städtische Klimaschutzentwicklung zu beleuchten (z. B. wird das Ziel der CO₂-Minderung erreicht, wie entwickeln sich die erneuerbaren Energien in Augsburg). Erst in einem zweiten Schritt sollte, sehr differenziert, mit anderen Kommunen (und mit der bundes- und landesweiten Entwicklung) verglichen werden. Was sind die besonderen Stärken und Schwächen von Augsburg? In welchen Bereichen gibt es Erfolge? Wo muss noch mehr getan werden?

Wirtschaftsstruktur und Energieeinsatz in Augsburg und Münster 2005

Augsburg ist, durch seine gute Lage, historisch bedingt ein bedeutender Industriestandort. Geprägt wird die Stadt vor allem durch die großen Werke der Industrieunternehmen.

Einwohner: 264.265 (1. Januar 2008)

Energieeinsatz 2005 (siehe Seite 32):

- Strom: 1.903.300 MWh
- Erdgas: 3.102.605 MWh
- Fernwärme: 461.571 MWh
- EDL: 121.927 MWh

(dazu kommt noch der Energieverbrauch über Firmennetze und nicht leitungsgebundene Energieverbräuche)

Die größten Arbeitgeber in **Münster** (Westfalen) waren nie Wirtschaftsbetriebe, sondern von jeher die Bildungs- und Verwaltungseinrichtungen der Stadt. Große Industrieunternehmen gibt es in Münster nicht.

Einwohner: 271.927 (30. Juni 2007)

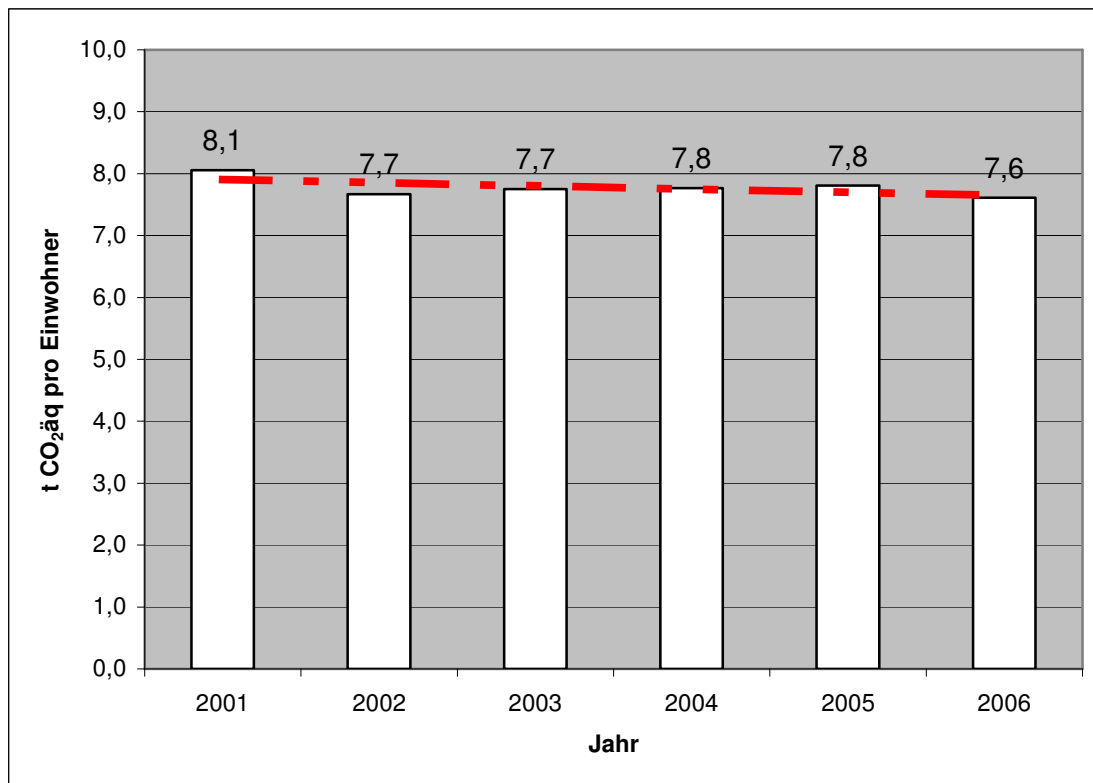
Energieeinsatz 2005 (Stadt Münster 2007):

- Strom: 1.347.702 MWh
- Erdgas: 2.475.703 MWh
- Fernwärme: 624.555 MWh
- Öl: 683.897 MWh

(dazu kommen noch weitere nicht leitungsgebundene Energieverbräuche)

1. CO₂-Emissionen im Vergleich

Indikator 1: CO₂äq-Emissionen pro Einwohner
(leitungsgebundene Energien)



Beschreibung des Indikators:

Der Indikator zeigt die Entwicklung der energiebedingten CO₂äq-Emissionen pro Einwohner. Rechnerisch werden dafür alle, durch die leitungsgebundenen Energien in Augsburg verursachten, CO₂äq-Emissionen den Einwohnern mit Hauptwohnsitz zugewiesen.

Datenlage:

Die Energieverbrauchsdaten stammen von den Stadtwerken Augsburg und der Lechwerke AG. Nicht eingerechnet sind Energieströme über private Leitungen und nicht leitungsgebundene Energien (Ölheizungen, Kohleheizungen etc.). Nicht berücksichtigt ist der Sektor „Verkehr“.

Aussage des Indikators:

Die CO₂äq-Emissionen sind für den Klimaschutz ein zentraler Leitindikator, zu dem die anderen Indikatoren in einem untergeordneten Verhältnis stehen, zumal sie die Umsetzung verschiedener Strategien zur CO₂-Reduktion bewerten. Der Indikator veranschaulicht somit den Fortschritt im Klimaschutz.

Ergebnis/Kurzbewertung:

Die CO₂äq-Emissionen haben im Betrachtungszeitraum 2001 bis 2006 von 8,1 t CO₂äq pro Einwohner auf 7,6 t CO₂äq pro Einwohner abgenommen. Die Zielvorgabe des Klimabündnisses (Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Betrachtungsraum von fünf Jahren um 10 %) wurde damit bei den leitungsgebundenen Energien zu rund 60 % erreicht.

Für Bayern und Deutschland sind die folgenden energiebedingten CO₂-Emissionen veröffentlicht. Zu beachten ist, dass die absoluten Zahlen (insbesondere der CO₂-Ausstoß in Tonnen pro Einwohner) nicht mit den umseitigen Ergebnissen für Augsburg vergleichbar sind. Die Berechnung für Augsburg bezieht sich auf leitungsgebundene energiebedingte CO₂-Emissionen. Interessant ist jedoch der Vergleich der Entwicklung der Emissionen.

Energiebedingte CO₂-Emissionen in Bayern und in Deutschland

Jahr	Bayern		Deutschland	
	CO ₂ -Ausstoß in 1.000 t	CO ₂ -Ausstoß in t/Einwohner	CO ₂ -Ausstoß in 1.000 t	CO ₂ -Ausstoß in t/Einwohner
1990	84.544	7,5	946.326	11,9
1991	88.972	7,7	912.258	11,4
1992	87.041	7,5	867.481	10,8
1993	90.335	7,6	860.391	10,6
1994	87.871	7,4	841.569	10,3
1995	88.307	7,4	839.727	10,3
1996	92.265	7,7	867.563	10,6
1997	89.837	7,5	832.788	10,1
1998	92.708	7,7	825.872	10,1
1999	90.590	7,5	803.708	9,8
2000	88.705	7,3	803.184	9,8
2001	90.377	7,4	820.550	10,0
2002	84.578	6,8	808.190	9,8
2003	83.401	6,8	813.289	9,9
2004	82.769	6,7	804.468	9,8

Quelle: www.stmwivt.bayern.de, Stand April 2008 (mit Angabe der Sekundärquellen)

Wie das Bayerische Landesamt für Umwelt im Umweltbericht Bayern 2007 mitteilt liegt Bayerns Anteil am globalen CO₂-Ausstoß bei 0,3 %.

„Die Internationale Energieagentur rechnet mit einer weltweiten Zunahme des Energieverbrauchs und damit des CO₂-Ausstoßes um etwa 50 % bis 2030. Die Emissionen werden so vor allem in den Schwellenländern wie China und Indien erheblich steigen, die zuletzt jährliche Zuwachsraten von circa 10 % zu verzeichnen hatten. Je Einwohner sind die CO₂-Emissionen in diesen Ländern aber noch vergleichsweise niedrig. Im Gegensatz zu uns verursacht ein Inder nur etwa ein Siebtel der CO₂-Menge. Wenn auch die indische Bevölkerung unseren Lebensstil praktizieren würde, lägen die gesamten CO₂-Emissionen Indiens um 30 % über dem weltweiten Spitzenwert der USA. Dies zeigt deutlich, welche Anstrengungen bei uns und weltweit noch erforderlich sind, um eine globale Wohlstandsentwicklung ohne weitreichende Konsequenzen für das Weltklima zu ermöglichen“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008, S. 60).

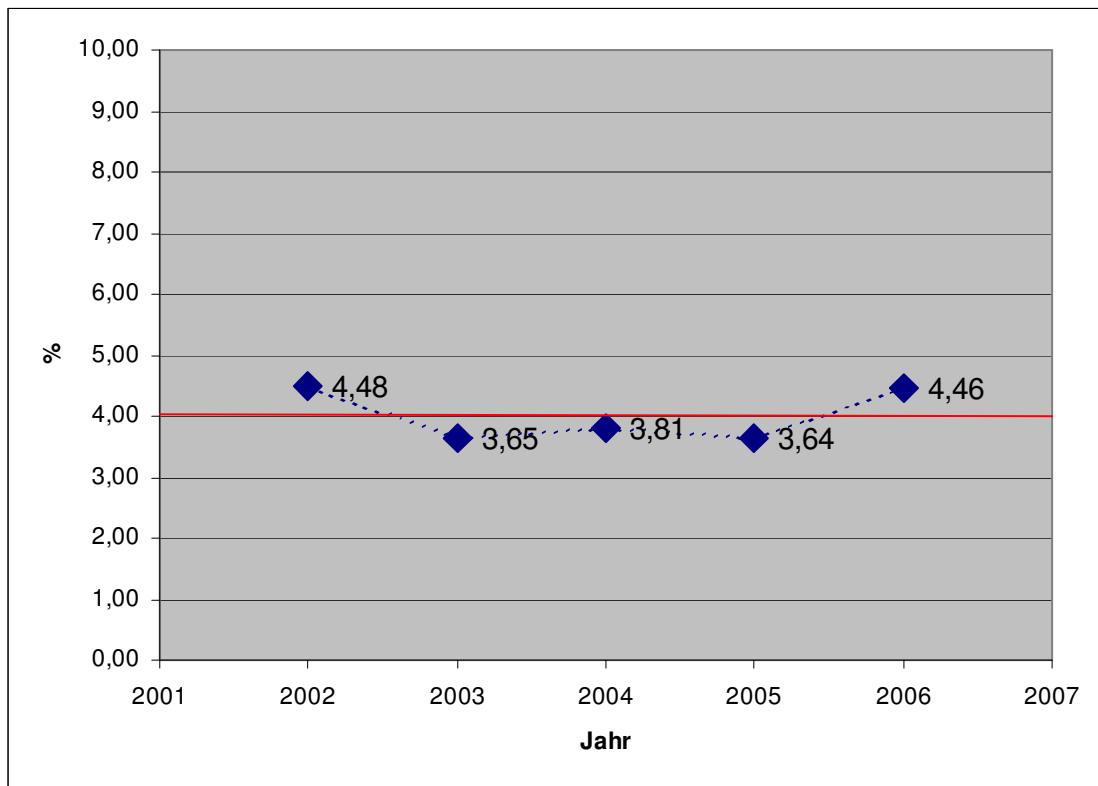
Ungleiche CO₂-Welt

	Deutschland CO ₂ -Emissionen pro Familie und Jahr Eltern, 1 Kind, Einfamilienhaus mit 120 qm Wohnfläche	Indien CO ₂ -Emissionen pro Familie und Jahr Eltern, 1 Kind, Bauern mit eigenem Land, Zugang zu Strom
Strom	2,7 t CO₂ Verbrauch: 4.500 kWh/Jahr, CO ₂ - Emissionsfaktor deutscher Strommix: 0,6 kg/kWh	0,6 t CO₂ Verbrauch auf dem Land: 600 kW- h/Jahr, CO ₂ -Emissionsfaktor indischer Strommix: ca. 1 kg/kWh
Heizung / Warm- wasser	7,2 t CO₂ Ölheizung, durchschnittlich 2.400 Liter pro Jahr, CO ₂ -Emissionsfaktor 3 kg/l	0,32 t CO₂ Kochen mit Gas, ca. 225 kg/Jahr, CO ₂ - Emissionsfaktor: 1,5 kg/kg
Mobilität gesamt	8,15 t CO₂	1,2 t CO₂
mit Privatauto	<i>4 t CO₂</i> Erst- und Zweitwagen, Fahrleistung im Jahr 14.700 bzw. 8.600 km, Verbrauch 8,3 bzw. 7,2 Liter auf 100 km, CO ₂ -Emissionsf.: ca. 2,33 kg/l	<i>0 t CO₂</i> In Indien gibt es 1 Milliarde Menschen, aber nur 15 Millionen Privatautos. Auf dem Land werden meist Fahrräder, Busse o. Moped-Taxis genutzt.
mit Flugzeug	<i>3,6 t CO₂</i> pro Person/Jahr 3.000 km, CO ₂ -Emissionsfaktor: 0,133 kg/km, wegen großen Höhen mal "Klima- Faktor" 3 = 1,2 t pro Person	<i>0 t CO₂</i> mehr als 90 % der Inder sind noch nie geflogen
mit Bus und Bahn	<i>0,55 t CO₂</i> Bahn Nah- und Fernverkehr, 2.450 km/Jahr pro Person, CO ₂ -Emissions-faktor: ca. 0,07 kg/km pro Person	<i>1,2 t CO₂</i> Bahn, Bus, Mopedtaxi, 2.000 km/Jahr pro Person, CO ₂ -Emissionsfaktor: ca. 0,2 kg/km pro Person
Ernährung	4,5 t CO₂ bei durchschnittlichem Fleischkonsum von 60 kg/Jahr: 1,5 t pro Person	0,23 t CO₂ bei durchschnittlichem Fleischkonsum von ca. 3 kg/Jahr: 0,075 t pro Person
Sonstiger Konsum	8,1 t CO₂ in Herstellung und Handel von Waren versteckte CO ₂ -Emissionen	0,33 t CO₂ in Herstellung und Handel von Waren versteckte CO ₂ -Emissionen
Infrastruktur	3 t CO₂ Emissionen für Infrastruktur, z. B. Stra- ßen, Beleuchtung, öffentliche Bauten, Polizei: 1 t/Jahr pro Person	0,3 t CO₂ Emissionen für Infrastruktur, z. B. Stra- ßen, Beleuchtung, öffentliche Bauten, Polizei: 0,1 t/Jahr pro Person
Summen	<u>33,65 t CO₂</u>	<u>3 t CO₂</u>
Das Ziel	6 t CO₂ pro Familie und Jahr Pro Kopf darf also jeder Mensch im Jahr 2050 maximal 2 t CO ₂ verursachen, da- mit sich die Erdatmosphäre nicht um mehr als 2 Grad Celsius erwärmt.	

Quelle: Greenpeace Magazin 2007

2. Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien

Indikator 2a: Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



Beschreibung des Indikators:

Der Indikator beschreibt den prozentualen Anteil des in Augsburg erzeugten regenerativen Stroms (nach EEG) am Augsburger Gesamtbezug aus den Stromnetzen.

Datenlage:

Die Daten werden jährlich von der Stadtwerke Netze GmbH und der LEW Verteilnetz GmbH veröffentlicht. Aktuell im Schaubild sichtbar sind die Prozentanteile der Jahre 2002 bis 2006. Die Linie beschreibt den Trend.

Aussage des Indikators:

Erneuerbare Energie, auch regenerative Energie genannt, bezeichnet Energie aus nachhaltigen Quellen, die nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich sind. Das Grundprinzip ihrer Nutzung besteht darin, dass aus den in der Umwelt laufend stattfindenden Prozessen Energie abgezweigt und der technischen Verwendung zugeführt wird. Der Ausbau erneuerbarer Energien, und somit die Zunahme des Anteils regenerativ erzeugten Stroms am Gesamtstromverbrauch, veranschaulicht die Fortschritte im Klimaschutz und bei der Ressourceneinsparung.

Ergebnis/Kurzbewertung:

Die Stromerzeugung kam 2006 zu 4,46 % aus erneuerbaren Energien. Der Aufschwung der erneuerbarer Energien hält an. Da jedoch gleichzeitig der Stromverbrauch ansteigt bleibt der Anteil der Stromversorgung aus erneuerbaren Energien auf gleichem Niveau.

Indikator 2b: Anteil der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

Beschreibung des Indikators und Datenlage:

Der Indikator soll den prozentualen Anteil der in Augsburg erzeugten regenerativen Wärme am gesamten Augsburger Wärmeverbrauch beschreiben. Für den Indikator liegen derzeit nur Teildaten vor. Es gibt eine Übersicht über die jährlich neu installierten thermischen Solaranlagen.

Zubau von thermischen Solaranlagen in Augsburg (über Förderprogramm)

Jahr	Anzahl der neu in Betrieb genommenen Anlagen	neu hinzugekommene Kollektorflächen in qm
2004	93	745
2005	93	802
2006	108	1.182
2007	140	1.205

Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA),
Abfrage vom Januar 2008

Für die Nachhaltigkeitsindikatoren Augsburg (Lokale Agenda Augsburg) wurden in den letzten Jahren folgende Kollektorflächen (geförderte Anlagen) ermittelt:

- Aufsummierte Kollektorfläche aller installierter Anlagen bis zum Jahr 2000: 3.350 qm,
- neue Anlagen 2001: 800 qm, 2002: 440 qm, 2003: 558 qm.

Hinweise: Es ist nicht bekannt, ob alle thermischen Solaranlagen noch in Betrieb sind. Über die in Augsburg installierten Biomasseanlagen liegt keine Übersicht vor. Die Gas- und Fernwärmeverbräuche u. a. zur Ermittlung der prozentualen Anteile finden sich auf Seite 33.

2.1 Stromeinspeisung nach EEG

Regenerativer Strom wird in Augsburg derzeit über Wasserkraft, Klärgas, Biomasse und solare Strahlungsenergie erzeugt. Die eingespeisten Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) der Jahre 2002 bis 2006 finden sich in der folgenden Tabelle.

Eingespeiste Strommengen nach EEG

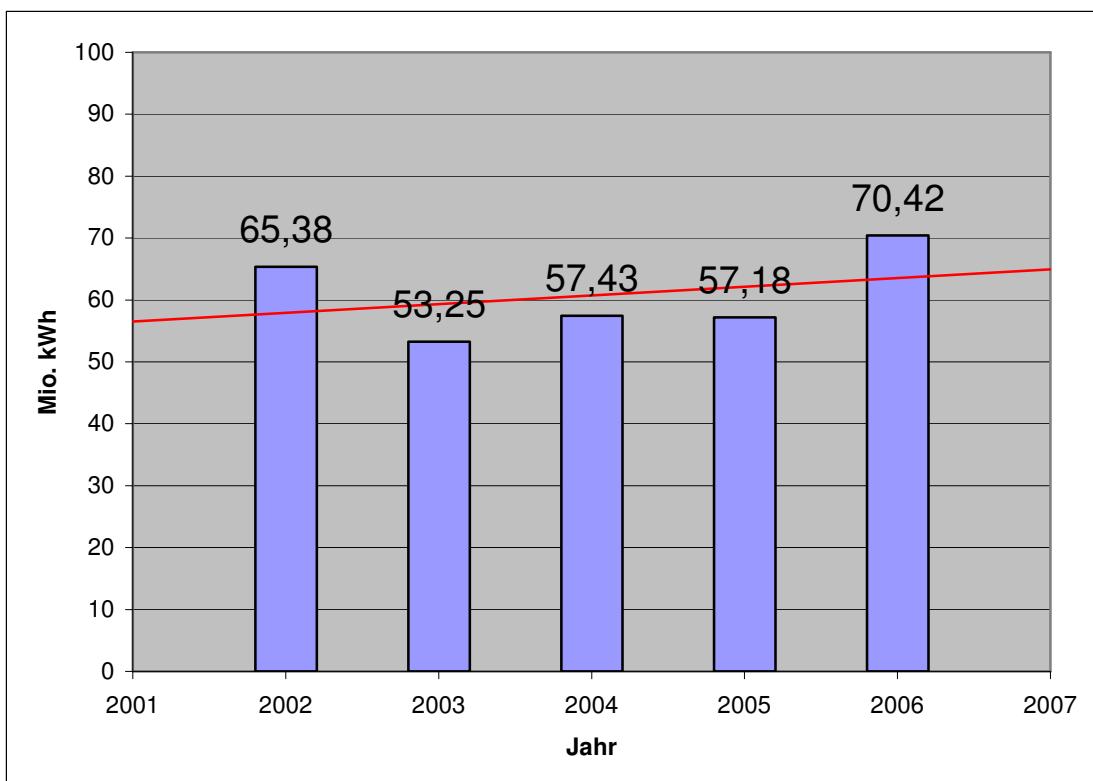
Energieträger	Energienmenge nach EEG in kWh (Anzahl der Anlagen)				
	2002	2003	2004	2005	2006
Wasserkraft (Wasserkraftanlagen)	65.381.646 (31)	53.250.319 (32)	57.427.428 (34)	57.182.988 (33)	70.415.505 (34)

Klärgas (Kläranlage Augsburg)	11.800.083 (1)	10.765.331 (1)	13.123.980 (1)	10.089.491 (1)	11.528.514 (1)
Biomasse (Biomasseanlagen)	3.015 (1)	4.950 (1)	112.357 (2)	1.050.602 (3)	1.565.052 (4)
Solare Strahlungsenergie (Photovoltaikanlagen)	276.988 (76)	426.984 (95)	515.982 (130)	985.824 (156)	1.459.489 (209)
Summen	77.461.732 (109)	64.447.584 (129)	71.179.747 (167)	69.308.905 (193)	84.968.560 (248)

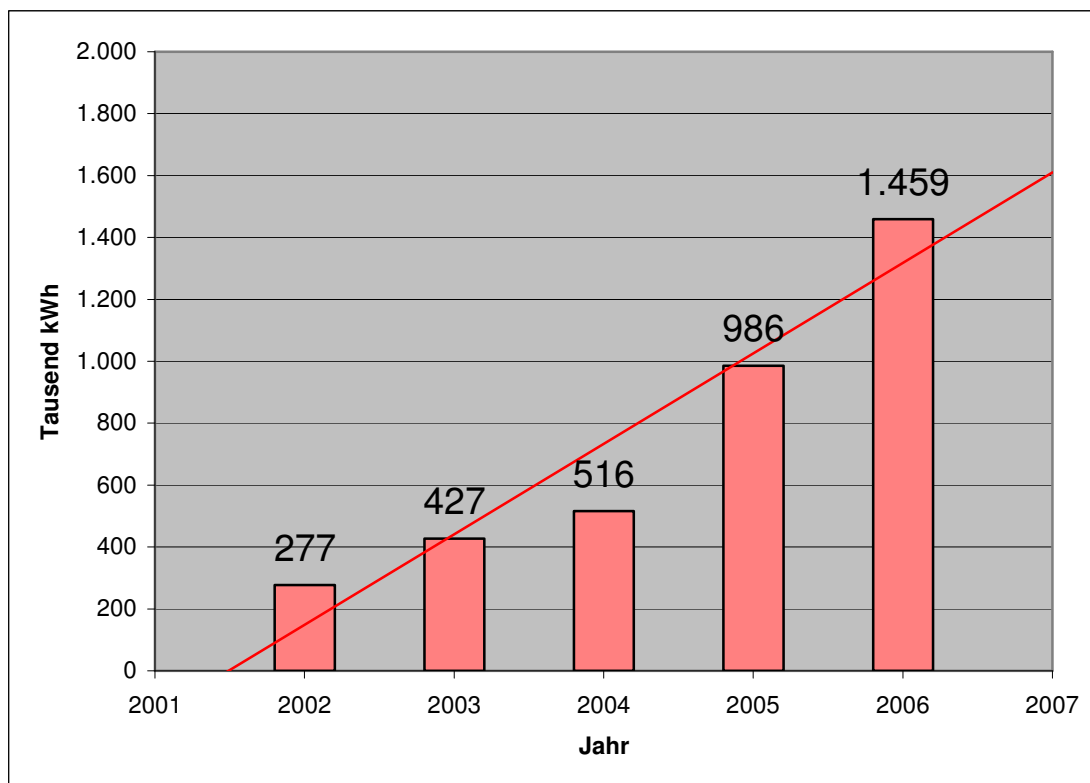
Quellen: Berichte der Stadtwerke Augsburg Netze GmbH und der Lechwerke AG entsprechend dem Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG), Angaben der Netzbetreiber

Den wichtigsten Beitrag lieferte die Wasserkraftnutzung. In 2006 speisten 34 Wasserkraftanlagen 70.415.505 kWh in das Stromnetz ein. Das waren 82,87 % der regenerativen Stromerzeugung in diesem Jahr. Ebenfalls hervorzuheben ist der Aufschwung der Photovoltaik. Von 2002 bis 2006 hat sich die Anzahl der Anlagen um 133 erhöht und die Einspeisemenge hat sich mehr als verfünffacht (siehe die folgenden Grafiken).

Eingespeiste Strommengen der Wasserkraftanlagen



Eingespeiste Strommengen der Photovoltaikanlagen



2.2 Bezugsgrößen

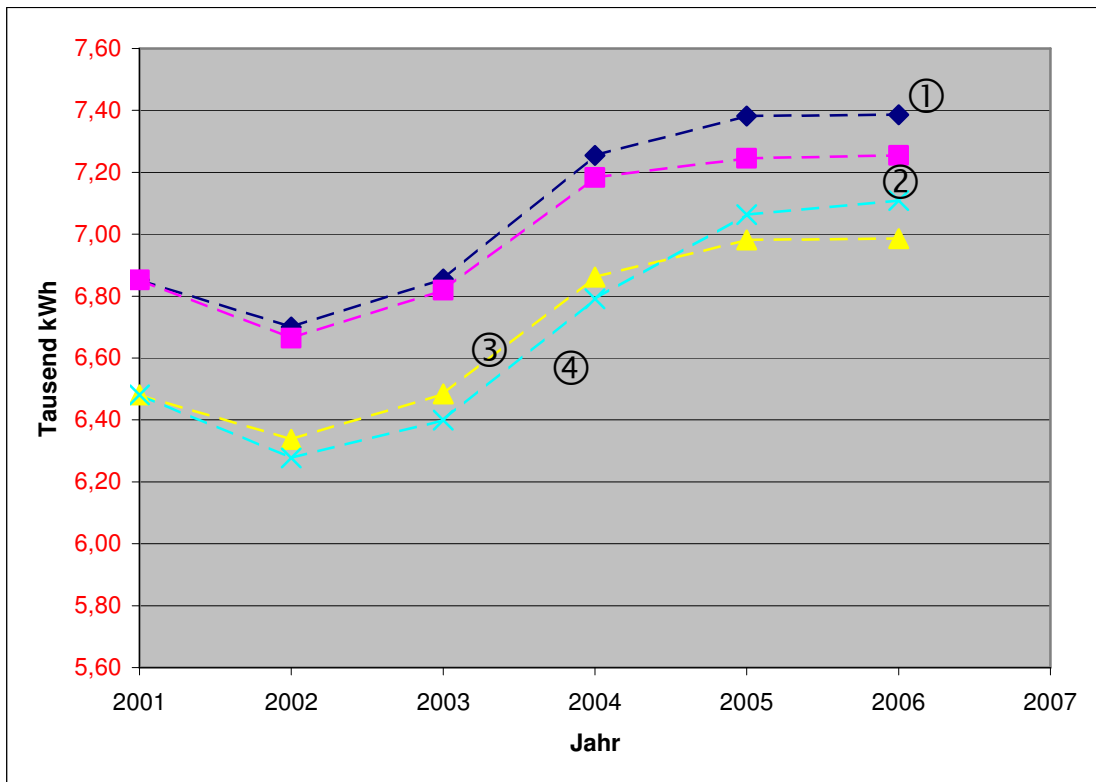
Den Gesamtstrombezug zeigt die umseitige Übersicht. Wie die anschließende Grafik belegt, ist die Bevölkerungsentwicklung nicht die Ursache für den zunehmenden Stromverbrauch (sondern die positive Wirtschaftsentwicklung, vgl. S. 38).

Augsburger Gesamtstrombezug aus den Netzen (Stadtwerke, Lechwerke AG)

Jahr	Gesamtbezug in Mio. kWh	Änderung bezogen auf 2001 (Basis)	Einwohner mit Hauptwohnsitz	Gesamtbevölkerung
2001	1.766,90	-	257.836	272.620
2002	1.727,60	- 2,22 %	259.231	275.222
2003	1.767,60	+ 0,04 %	259.217	276.193
2004	1.870,60	+ 5,87 %	260.407	275.433
2005	1.903,30	+ 7,72 %	262.676	269.449
2006	1.904,40	+ 7,78 %	262.512	267.901

Quellen: Stadtwerke Augsburg Netz GmbH Internetveröffentlichungen „Zahlen, Daten Fakten 2006“ (und 2001 bis 2005); LEW Verteilnetz GmbH, Amt für Stadtentwicklung und Statistik

Stromverbrauch bezogen auf die Entwicklung der Einwohnerzahlen (rechnerisch)



- ① = Stromverbrauch / Einwohner, Hauptwohnsitz Augsburg (Bevölkerung statisch 2001)
- ② = Stromverbrauch / Einwohner, Hauptwohnsitz Augsburg (Bevölkerungen 2001 - 2006)
- ③ = Stromverbrauch / Einwohner, Gesamtbevölkerung (Bevölkerung statisch 2001)
- ④ = Stromverbrauch / Einwohner, Gesamtbevölkerung (Bevölkerungen 2001 - 2006)

Stromeinspeisung Hausmülldeponie Augsburg-Nord

In der Tabelle „Eingespeiste Strommengen nach EEG“, die zur Ermittlung des Indikator 2a verwendet wurde, sind nur Strommengen, die über die Netze auf dem Stadtgebiet Augsburg eingespeist werden, aufgeführt. Die Stromeinspeisung der Hausmülldeponie Augsburg-Nord fehlt hier. Die Deponie liegt zwar auf Augsburger Stadtgebiet, Einspeisepunkt ist jedoch in Gersthofen.

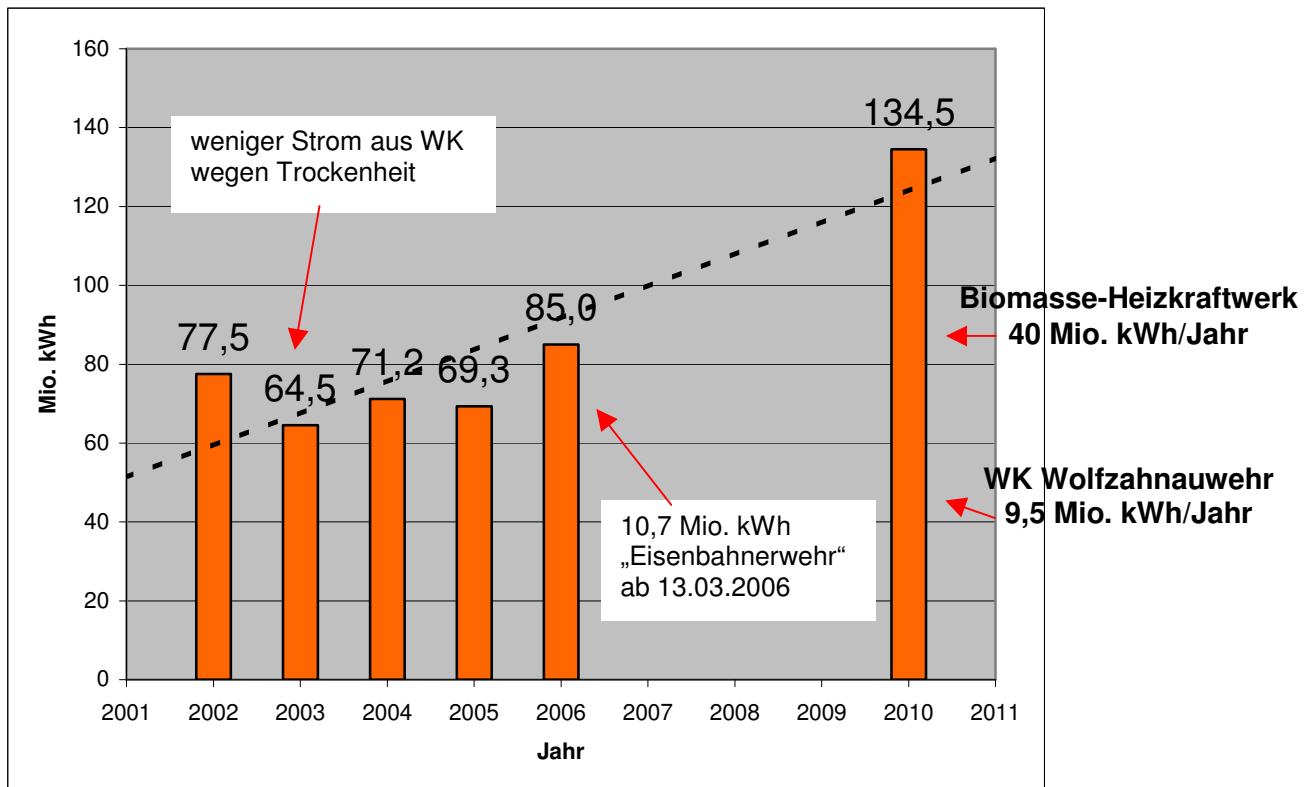
Jahr	Einspeisung in Mio. kWh	Hinweis
2001	5,12	Einspeisepunkt: E31177010000000005001323710-00000, Kanalstraße, 86368 Gersthofen Leistung: 420 kW
2002	3,23	
2003	3,51	
2004	3,00	
2005	2,47	
2006	2,12	2.119.078 kWh (EEG-Mitteilung)

Quelle: Regierung von Schwaben, Daten nach Deponietagebücher

2.3 Bewertung und Vergleiche

Da das Biomasse-Heizkraftwerk im April 2008 in Betrieb ging, und das Wasserkraftwerk „Wolfszahnauwehr“ voraussichtlich 2009 in Betrieb gehen wird, ist eine deutliche Steigerung der regenerativen Stromerzeugung absehbar. Dazu kommen externe Beteiligungen, wie der Einstieg der Stadtwerke Augsburg in die Windenergienutzung, welche die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien noch weiter voranbringen.

Erwartete Stromerzeugung nach EEG in 2010



Hinweise: Infolge der Trockenheit (vor allem in den Sommermonaten) produzierten Wasserkraftwerke 2003 deutlich weniger Strom als in den Vorjahren (bundesweiter Trend). Bei der erwarteten Stromerzeugung in 2010 ist die weitere Zunahme der Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen noch nicht berücksichtigt.

Stadtwerke Augsburg: Beteiligung an einem Windpark

Knapp 6 Millionen Euro lassen sich die Stadtwerke Augsburg ihren Einstieg in die Nutzung der Windenergie kosten. Wie der Aufsichtsrat der Stadtwerke Augsburg Energie GmbH am 28. Februar einstimmig beschlossen hat, beteiligt sich das kommunale Unternehmen an einem Windpark im baden-württembergischen Steinheim-Gnannenweiler bei Heidenheim. Insgesamt neun Rotoren mit jeweils 82 m Durchmesser werden dort errichtet, zwei davon erwerben die Stadtwerke. Die beiden knapp 100 m hohen Mühlen, die bereits Ende des Jahres in Betrieb gehen können, haben eine Leistung von zusammen 4 MW. Damit lassen sich bei den auf der Alb herrschenden Windverhältnissen alljährlich rund 4 Millionen Kilowattstunden Strom erzeugen. Der Erwerb dieser beiden Windmühlen ist ein weiterer Schritt auf dem Weg zu dem ehrgeizigen Ziel der Stadtwerke, den Anteil regenerativen Stroms an der Strombeschaffung bis zum Jahr 2012 auf rund 30 Prozent auszudehnen.

Quelle: Pressemitteilung der Stadtwerke Augsburg Holding GmbH vom 29. Februar 2008

Die erneuerbaren Energien sind in Augsburg weiter auf dem Vormarsch. Die Einspeisung nach EEG kann sich jetzt schon im Städtevergleich sehr gut sehen lassen. Verglichen wurde mit einigen bekannten „Ökostädten“ (Spitzenplätze der Wettbewerbe Energie- und Klimaschutzkommune). Zurück liegt Augsburg (trotz der deutlichen Zunahme von Photovoltaikanlagen, siehe Seite 48) bei der Einspeisung solarer Strahlungsenergie. Mit der Stromeinspeisung des Biomasse-Heizkraftwerks und des Wasserkraftwerkes Wolfzahnauwehr ergibt sich in Kürze eine Einspeisung von 512 kWh je Einwohner und Jahr.

Stromeinspeisung in ausgewählten Städten nach EEG in 2006 ¹⁾

Stadt	Augsburg	Münster ²⁾	Freiburg ³⁾	Ulm / Neu-Ulm	Heidelberg
Einspeisung in kWh gesamt	84.968.560	23.416.541	57.058.767	117.368.586	23.611.394
davon Wasserkraft	70.415.505	180.457	8.954.294	59.383.198	15.326.155
davon Wind	0	6.132.336	14.653.672	0	0
davon Solare Strahlungsenergie	1.459.489	2.898.872	8.586.523	5.362.145	1.493.762
Einwohner im Netzgebiet	262.512	280.023	259.431	213.375	158.438
kWh gesamt je Einwohner	324	84	220	550	149
kWh Solare Strahlungsenergie je Einwohner	5,6	10,4	33,1	25,1	9,4

1 = Anlagen, die nicht nach EEG einspeisen und Anlagen außerhalb der Stadtnetze sind nicht erfasst!

2 = Bundeshauptstadt im Klimaschutz (Wettbewerb der Deutschen Umwelthilfe), Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien laut Klimaschutzbericht 45.277.233 (in 2005 Anteil am Strommarkt damit 4,2 %)

3 = Freiburg und Umgebung (Badenova), "Solarhauptstadt"

3. Durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Energie

Für die Jahre 2001 bis 2006 liegen keine genauen Daten zur Ermittlung des Indikators „**Anteil der durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Energie**“ vor. Die Wärmebereitstellung des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Augsburg Energie GmbH erfolgte 2007 zu 97,63 % aus Kraft-Wärme-Kopplung. Es wurden 467.599 MWh Wärme erzeugt (interne Veröffentlichung der Stadtwerke Augsburg Energie GmbH).

Der Einsatz der Gasturbinenanlage in 2004 brachte eine deutliche Erhöhung der Eigenstromerzeugung über Kraft-Wärme-Kopplung (siehe folgende Übersicht).

Energieerzeugung der Stadtwerke Augsburg Energie GmbH (Fernwärme)

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brennstoffeinsatz in Mio. kWh	581,8	586,6	594,0	820,1	877,7	873,6
davon Erdgas	568,5	568,0	592,6	818,0	874,5	872,9
davon Heizöl EL	13,3	18,6	1,4	2,1	3,2	0,7
Wärmebezug in Mio. kWh	65,3	39,3	64,5	17,8	7,4	7,3
Nutzbare Wärmeabgabe in Mio. kWh	437,2	433,1	440,8	443,7	461,6	462,8
Stromeinspeisung in Mio. kWh	104,0	104,2	107,0	237,0	244,2	245,3

Quellen: Stadtwerke Augsburg, Zahlen, Daten, Fakten 2002 bis 2006

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

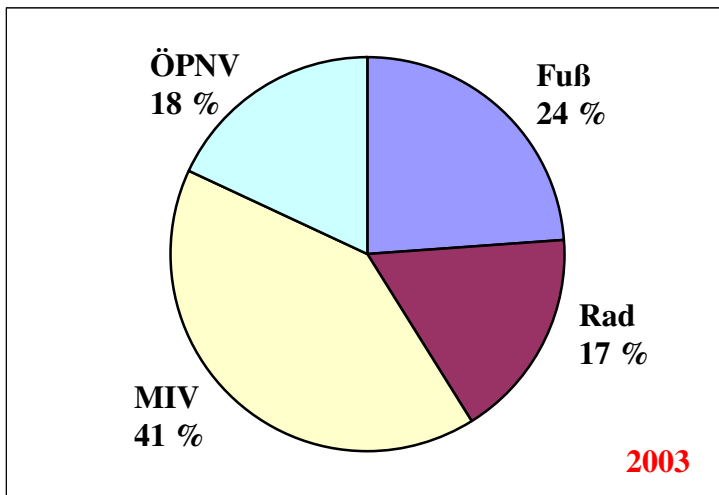
Im Gegensatz zu thermischen Wärmekraftwerken, die nur auf Stromproduktion ausgelegt sind, wird bei KWK-Anlagen durch die gleichzeitige Abgabe von Strom und Wärme ein sehr viel höherer Nutzungsgrad (bis zu 90 Prozent) erreicht. Hierdurch kann Brennstoff eingespart werden, wenn Abnehmer der Wärme zur Verfügung stehen. Im Gegensatz dazu wird bei Kraftwerken ohne Kraft-Wärme-Kopplung die Restwärme über Kondensator und Kühlturm an die Umwelt abgegeben. Im Vergleich zu den derzeit besten Technologien der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme erzielen KWK-Anlagen Primärenergieeinsparungen von ca. 10 bis 25 %.

Weit verbreitet sind inzwischen Blockheizkraftwerke (BHKW). Dabei handelt es sich um kleine bis mittelgroße KWK-Anlagen auf Basis von Motoren oder Turbinen. Während bei diesen Anlagen die Wärmeversorgung auf ein bestimmtes Objekt oder auf die nähere Umgebung (z. B. eine Wohnsiedlung) beschränkt ist, dienen die größeren Heizkraftwerke zur flächigen Fernwärme-Versorgung oder zur Erzeugung von Prozesswärme in der Industrie.

4. Mobilität

Neue Daten für den Sektor „Verkehr“ sind erst ab 2009 verfügbar. Wahrscheinlich hat sich am Verkehrsaufkommen bzw. am Modal Split von 2001 bis 2006 wenig geändert. Projekte wie Regio-Schienen-Takt bzw. Mobilitätsdrehscheibe, die eine Stärkung des Öffentlichen Nahverkehrs erwarten lassen, stehen erst am Anfang bzw. sind noch in Planung.

Indikator 4: Modal Split (Personenverkehr)



Betrachtet man nur den „klassischen Modal Split“ ÖPNV zu MIV, so beträgt das Verhältnis 31 % zu 69 %. Dieser Wert entspricht in etwa dem Modal Split der Jahre 1974 und 1994. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Motorisierung in den vergangenen 30 Jahren erheblich zugenommen hat.

Beschreibung des Indikators:

Der Indikator definiert die Aufteilung des Verkehrs auf die verschiedenen Verkehrssysteme ÖPNV, MIV, Fahrrad- und Fußgängerverkehr und bildet damit das Verhalten der Bevölkerung bei der Verkehrsmittelwahl ab.

Datenlage:

Die Daten werden unregelmäßig erhoben. Sinnvoll ist nur die Erhebung in größeren Zeitabständen. Aktuell sind Werte für 2003 verfügbar (Verkehrserhebung "Mobilität in Städten", siehe <http://daten.clearingstelle-verkehr.de/193/>, erstmalige Teilnahme der Stadt Augsburg).

Aussage des Indikators:

Die verschiedenen Verkehrsträger belasten die Umwelt und Gesundheit bei gleicher Verkehrsleistung unterschiedlich stark. Der motorisierte Individualverkehr trägt dabei mehr zu den schadstoff- und klimarelevanten Emissionen, zur Lärmbelastung, zu Flächenverbrauch und -zerschneidung bei, als der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) und der Fußgänger- und Radverkehr. Neben der Entkopplung von Wirtschafts- und Verkehrsleistung und technischen Verbesserungen geht es daher darum, die verkehrsbedingten Belastungen durch Erhöhung der Anteile des nicht motorisierten Verkehrs sowie des umweltfreundlicheren Verkehrsträger ÖPNV zu reduzieren.

Ergebnis/Kurzbewertung:

Eine vergleichende Bewertung ist nicht möglich.

In den statistischen Jahrbüchern der Stadt Augsburg werden die Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes, die Personenbeförderungen im öffentlichen Nahverkehr, die Flugbewegungen am Flughafen Augsburg und die Entwicklung der Gütertransporte der Augsburger Localbahn erfasst.

Kraftfahrzeugbestand in Augsburg

Merkmal	2001	2002	2003	2004	2005
Kraftfahrzeuge insgesamt	146.687	147.862	148.763	148.541	148.982
KfZ-Dichte ¹⁾	575	573	574	573	572

1) = Kraftfahrzeuge je 1.000 Einwohner nach der amtlichen Einwohnerzahl des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung jeweils zum 31.12 des Vorjahres

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006, Kraftfahrt-Bundesamt

Öffentlicher Personennahverkehr im Nahverkehrsraum VG Augsburg – Gersthofen

Merkmal	2001	2002	2003	2004	2005
Omnibuslinien insgesamt	24	24	25	25	25
Linienlänge (km)	244,4	244,6	253,4	253,4	253,4
Straßenbahnlinien insgesamt	4	4	4	4	4
Linienlänge (km)	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5
Beförderte Personen (1.000)	57.922	57.319	57.979	57.736	57.379

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006, Stadtwerke Augsburg Holding GmbH

Augsburger Verkehrsverbund (AVV)

Merkmal	2001	2002	2003	2004	2005
Gefahrene Wagen-km / Zug-km (1.000), Bus u. Eisenbahn	14.498	14.502	14.772	12.554	12.568
Beförderte Personen (1.000)	19.548	19.542	19.909	-	-

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006, Augsburger Verkehrsverbund

Flugbewegungen am Flughafen Augsburg

Merkmal	2001	2002	2003	2004	2005
Flugbewegungen	72.594	69.766	55.462	47.194	44.314
Passagiere	232.200	160.870	68.564	56.940	46.755

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006, Augsburger Flughafen GmbH

Augsburger Localbahn

Güterverkehr	2001	2002	2003	2004	2005
Gesamttonnage	972.543	877.765	874.914	960.484	990.658

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006, Augsburger Localbahn

5. Wohnen und Modernisieren

Indikator 5: Bewilligte KfW-Fördermittel für Bau- und Sanierungsprogramme in Augsburg				
Jahr	Programm	Anzahl Förderkredite	Förderbetrag in €	Anzahl Wohneinheiten
2004	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	113	11.027.246	781
	Wohnraum-Modernisierungsprogramm 2003	88	3.626.100	521
	Gesamt	201	14.653.346	1.302
2005	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	83	5.824.414	631
	Wohnraum-Modernisierungsprogramm 2003	-	128.700	40
	Wohnraum Modernisieren Standard	42	5.637.850	524
	Wohnraum Modernisieren MIX	-	356.500	-
	Wohnraum Modernisieren Öko-Plus	20	1.102.680	141
	Ökologisch Bauen	14	470.000	14
	Gesamt	159	13.520.144	1.350
2006	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	110	15.846.595	646
	Wohnraum Modernisieren Standard	154	14.590.500	1.056
	Wohnraum Modernisieren Öko-Plus	116	4.977.267	736
	Ökologisch Bauen	69	4.481.200	97
	Gesamt	449	39.895.562	2.535
2007	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	90	9.179.330	313
	Wohnraum Modernisieren Standard	162	17.183.838	997
	Wohnraum Modernisieren Öko-Plus	52	2.037.694	177
	Ökologisch Bauen	129	7.396.800	149
	Gesamt	433	35.797.663	1.636

Quelle: KfW Bankengruppe, Abfrage vom Februar 2008

Beschreibung des Indikators:

Der Indikator listet die bewilligten KfW-Fördermittel für Bau- und Sanierungsprogramme in Augsburg auf.

Datenlage:

Die Daten können bei Bedarf von der KfW Bankengruppe abgefragt werden. Aktuell sind Zahlen für die Jahre 2004 bis 2007 verfügbar.

Aussage des Indikators:

Bundesweit entstehen etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen bei der Erzeugung von Raumwärme. Dieser Raumwärmebedarf kann jedoch mit wesentlich weniger Umweltbelastung gedeckt werden, wenn wirksame Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand umgesetzt werden. Die Altbausanierung schützt das Klima und fördert die Wirtschaft in der Stadt. Der Indikator zeigt die Inanspruchnahme und damit auch den Fortschritt beim energieoptimierten Modernisieren und Bauen.

Ergebnis/Kurzbewertung:

Im Jahr 2007 wurden 1.636 Wohneinheiten über KfW-Programme gefördert. Die hohe Anzahl der Förderungen in 2006 ist durch die Erhöhung der Mehrwertsteuer (von 16 % auf 19 %) ab 2007 zu erklären. Viele Sanierungen wurden deshalb noch in 2006 durchgeführt.

Wie die vorstehende Übersicht zeigt nahm die Anzahl der geförderten Wohneinheiten (KfW Bankengruppe) deutlich zu. Im Gesamtvergleich mit Bayern oder Deutschland fiel die Zunahme jedoch geringer aus.

Geförderte Wohneinheiten und Förderanteile

Geförderte Wohneinheiten im Jahr	2004	2005	2006	2007
Stadt Augsburg	1.302	1.350	2.535	1.636
Landkreis Aichach-Friedberg	213	277	993	501
Landkreis Augsburg	492	422	1.264	730
Stadt Augsburg und Landkreise	2.007	2.072	4.793	2.867
Bayern	26.524	34.831	133.135	52.731
Deutschland	206.386	212.270	487.092	299.541
Förderanteile				
Augsburg zu Bayern	4,91 %	3,88 %	1,90 %	3,10 %
Augsburg und Landkreise zu Bayern	7,57 %	5,95 %	3,60 %	5,44 %
Augsburg zu Deutschland	0,63 %	0,64 %	0,52 %	0,55 %
Augsburg und Landkreise zu Deutschland	0,97 %	0,98 %	0,98 %	0,96 %

Hinweis: In 2006 wurden besonders viele Wohneinheiten gefördert. Dies lag daran, dass wegen der Mehrwertsteuererhöhung in 2007 (von 16 auf 19 %) viele Sanierungen vorgezogen wurden.

Literatur

Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2007): Umweltbericht Bayern 2007. Hof: Beck Druck. <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/umweltbericht/index.htm>

Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e. V. (2005): Hinweise und Empfehlungen zur Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen von aus KWK-Anlagen eingespeistem Strom im Rahmen der Stromkennzeichnungspflicht. Berlin: B.KWK, www.bkwk.de.

Deutscher Bundestag, Daniel Lübbert (2007): CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich. Zur Klimafreundlichkeit von fossilen Energien, Kernenergie und erneuerbaren Energien. Info-Brief. Berlin: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. www.bundestag.de

Greenpeace Magazin (2007): Greenpeace Magazin. Heft 2. Hamburg: Eigen. www.greenpeace-magazin.de

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2004a): CO₂-Berichtssystem Stadt Augsburg, Anleitung. Heidelberg: ifeu-Institut.

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2004b): CO₂-Minderungskonzept für die Stadt Augsburg. Endbericht. Heidelberg: ifeu-Institut.

Klima-Bündnis (2004): Richtlinien für die Erstellung von CO₂-Bilanzen durch die Mitgliedsgemeinden im Klima-Bündnis. Erstellt durch Dr. Werner Neumann, Stadt Frankfurt - Energie-Referat. www.klimabuendnis.de

Klima-Bündnis (2006): CO₂-Bilanzierung in Klima-Bündnis-Kommunen. Erstellt durch Dag Schulze. www.klimabuendnis.de

Öko-Institut e. V., Uwe R. Fritsche (2007): Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung. Arbeitspapier. Darmstadt: Öko-Institut. www.oeko.de

Rahmstorf, Stefan und Schellnhuber, Hans Joachim (2006): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. 4. Auflage 2007. München: Verlag C. H. Beck.

Schönwiese, Christian-D. (2007): Klimawandel aus naturwissenschaftlicher Sicht und als Herausforderung für die Wissenschaft. Vortrag bei der Tagung „Megatrends“, Wiesbaden, 14. September 2007. www.geo.uni-frankfurt.de

Stadt Augsburg (2007): Statistisches Jahrbuch der Stadt Augsburg 2006. Berichtsjahre 2001 – 2005. Augsburg: Referat Oberbürgermeister, Amt für Stadtentwicklung und Statistik. www.augsburg.de

Stadt Münster (Hrsg.) (2007): Energie- und Klimabilanz der Stadt Münster. Bilanzierung des Energieeinsatzes und der Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2005. Münster: Amt für Grünflächen und Umweltschutz. www.muenster.de

Stadtwerke Augsburg (Hrsg.) (2004): WIR, Kundenzeitschrift der Stadtwerke Augsburg, September 2004 (Ausgabe 3). Augsburg: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH.

Stadtwerke Augsburg (Hrsg.) (2005): Unternehmensbroschüre. Augsburg: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH. www.stawa.de

Stadtwerke Augsburg Holding GmbH (2001 - 2007): Zahlen, Daten, Fakten 2006 (2005, 2004, 2003, 2002). Augsburg: Stadtwerke Augsburg, Stabsstelle Presse- und Öffentlichkeitsarbeit. www.stadtwerke-augsburg.de

Stadtwerke Augsburg, Stabsstelle Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (2008): Das Biomasse-Heizkraftwerk in Augsburg. Augsburg: Stadtwerke Augsburg Holding GmbH. www.stawa.de

Technische Universität Dresden (Hrsg.) (2004): Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV 2003“. Kennziffern der Mobilität 2003 für die Stadt Augsburg. Endbericht vom März 2004. Dresden, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix. Dessau: UBA. nur unter www.umweltbundesamt.de/klimaschutz

Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e. V. (VIK) (2006): CO₂ Kennzeichnung von Strom aus KWK-Anlagen. Brennstoffzuordnung auf elektrische und thermische Energie. Entwurf. Essen: VIK. www.vik.de

Beteiligte und Redaktion

Textbeiträge:

Ralf Bendel (Stadt Augsburg, Umweltamt), Ines Przybilla (Stadt Augsburg, Umweltamt) S. 20 f

Daten:

Ralf Bendel (Stadt Augsburg, Umweltamt), Andreas Droll (Stadtwerke Augsburg Netze GmbH), Siegfried Eberle (Stadtwerke Augsburg Holding GmbH), Robert Hösle (Stadt Augsburg, Tiefbauamt), Klaus Prestel (LEW Netzservice GmbH), Ines Przybilla (Stadt Augsburg, Umweltamt), Albert Raum (Stadtwerke Augsburg Energie GmbH), Georg Reiter (Regierung von Schwaben), Udo Schambeck (Augsburger Localbahn GmbH), Ruth Stransky-Fischer (Stadt Augsburg, Amt für Stadtentwicklung und Statistik), Bärbel Voigtländer (KfW Bankengruppe), Lutz Wagner (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle), Peter Wagner (Stadtwerke Augsburg Holding GmbH), Helmut Wiebel (LEW Verteilnetz GmbH)

Redaktionelle Arbeiten:

Ralf Bendel, Hans-Peter Koch, Judith Kohn (alle Stadt Augsburg, Umweltamt)

Schlussredaktion:

Ralf Bendel

