

Klimaschutzkonzept für die Stadt Detmold

Teil 1:

Bestandsaufnahme und Trendanalyse

Erarbeitet im Auftrag der Stadt Detmold im Frühjahr 2008 von

Dipl.-Pol. Klaus Michael
Niedrig-Energie-Institut
Woldemarstr. 37, 32756 Detmold
www.NEI-DT.de

- Version 08.06.2008 -

Inhalt

1. Zielsetzung und Vorgehensweise	S. 3
2. Systematik CO ₂ -relevanter Energieströme in Detmold	S. 4
3. Erhobene Daten im Einzelnen	
3.1. Strom	S. 6
3.2. Erdgas	S. 7
3.3. Heizöl	S. 8
3.4. Brennholz	S. 9
3.5. Kohle	S. 11
3.6. Kraftstoffe	S. 12
3.7. Deponiegas	S. 16
3.8. Klärgas	S. 17
3.9. Rapsöl und Biogas	S. 17
3.10 Windkraft	S. 17
4. Einbezogene CO ₂ -Emissionsfaktoren	S. 18
5. Ergebnisse	
5.1. Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Detmold	S. 21
5.2. Entwicklung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung	S. 24
5.3. Entwicklung der regenerativen Energien an der Stromerzeugung	S. 24
5.4. Entwicklung der regenerativen Energien am Wärmemarkt	S. 24
6. Datenquellen und inhaltliche Unterstützung	S. 27

1. Zielsetzung und Vorgehensweise

In Teil 1 des Detmolder Klimaschutzkonzepts soll geprüft werden, ob die tatsächliche Entwicklung in Detmold folgenden globalen Zielvorgaben entspricht:

1. Reduktion der CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2020 um 40 %, und
2. Kraft-Wärme-Kopplung soll 25 % der Stromproduktion erreichen, und
3. regenerative Energien sollen 25-30 % an der Deckung des Strombedarfs erreichen.
4. regenerative Energien sollen 14 % an der Deckung des Wärmemarkts erreichen.

Zur Ermittlung der Reduktion der CO₂-Emissionen wurden eine Systematik der dafür relevanten Endenergieströme innerhalb Detmolds erarbeitet (→Kapitel 2). Sie zerfällt in die Energie-Anwendungsbereiche Wärme, Kraft + Licht und Verkehr.

Zu diesen Energieströmen wurden Daten aus 1990 bzw. 2006 gesammelt und ausgewertet. Für die meisten Energieträger konnten genaue oder hinreichend genaue Werte ermittelt werden. Soweit keine auf das Stadtgebiet Detmold bezogenen Einzelwerte erhältlich waren, wurden Werte aus großräumigeren geografischen Regionen herangezogen und der auf Detmold entfallende Anteil abgeschätzt (→Kapitel 3).

Die den einzelnen Energieströmen zuzurechnenden CO₂-Emissionen wurden anhand von Betreiberangaben bzw. mittels [GEMIS] oder aus anderen Quellen ermittelt. Sie zerfallen in tatsächliche lokale CO₂-Emissionen aus lokalen Verbrennungsprozessen, in lokal zuzurechnende CO₂-Emissionen aus der lokalen Nutzung von Energieträgern, für deren Bereitstellung andernorts CO₂ emittiert wird und in CO₂-äquivalente Emissionen, in die andere Emissionen dieser Energieverbräuche einbezogen sind, vergleichbar wie CO₂ zum Treibhauseffekt beitragen. Details zur Methodik sind in Kapitel 4 beschrieben.

Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme sind in Kapitel 5 dargestellt.

Nach Abschluss dieses Teils 1 des Detmolder Klimaschutzkonzepts soll im Sommer und Herbst 2008 in Teil 2 eine umfangreiche und detaillier Potentialanalyse der Möglichkeiten zur Verringerung der CO₂-Emissionen in den verschiedenen Bereichen der Energieanwendungen erarbeitet werden, in der die Höhe, die Kosten und der Nutzen verschiedener Handlungsoptionen ausgearbeitet werden. Sie soll die fachliche Grundlage für politische Beschlüsse zur Ausschöpfung dieser Potentiale sein soll, die dann in Teil 3 ab 2009 umgesetzt werden sollen.

2. Systematik der CO₂-relevanten Energieströme in Detmold

In dieser Studie werden nur diejenigen CO₂-relevanten Energieströme in Detmold betrachtet, die durch technisch-energetische Prozesse infolge menschlicher Nachfrage nach den Energiedienstleistungen Wärme, Kraft, Licht und Mobilität verursacht werden. Nicht betrachtet werden CO₂-Emissionen und CO₂-Senken durch natürliche oder landwirtschaftliche Prozesse wie die Atmung von Menschen und Tieren, die Verrottung von Biomasse oder die Photosynthese von Pflanzen, obwohl diese CO₂-Massenströme in Detmold ebenfalls sehr hoch und klimarelevant sind.

Als Systemgrenze der Betrachtung wurde grundsätzlich das geographische Gebiet der Stadt Detmold gewählt, da es in späteren Teilen des Klimaschutzkonzepts um lokale Handlungspotentiale und lokale Umsetzungsstrategien gehen soll.

Bei den CO₂-Emissionen aus der Nachfrage nach Wärme, Kraft und Licht war diese Grenzziehung methodisch problemlos, da für die hier eingesetzten Energiemengen überwiegend lokale Verbrauchsdaten ermittelt und in CO₂-Emissionen umgerechnet werden konnten. Nur für Holz und Kohle waren lokal verfeuerte Mengen teils schwierig ermittelbar. Soweit es sich um Brennstoffe handelt, die tatsächlich in Detmold verbrannt werden, ist die Zurechnung zu den lokalen CO₂-Emissionen offensichtlich. Bei Energieträgern (wie z.B. Strom), für deren Nutzung der Großteil der Emissionen in Kraftwerken außerhalb Detmolds anfällt, wurden die dortigen Emissionen anteilig Detmold zugerechnet. Bei Energieträgern wie Fernwärme, die am Ort des Verbrauchs keine Emissionen erzeugen, jedoch bei der Erzeugung innerhalb des Stadtgebiets, wurde der Brennstoffeinsatz ihrer Erzeugung herangezogen. Fernwärme wird in Detmold bisher ausschließlich aus Gas bzw. Öl erzeugt. Ihre Einsatzenergiemengen ist daher im gesamten Detmolder Gas- und Ölverbrauch berücksichtigt. Für die Fernwärme wurden daher auch keine separaten Emissionen ausgewiesen, um eine Doppelzählung zu vermeiden.

Bei den CO₂-Emissionen aus Mobilität war die Systemgrenze schwieriger zu ziehen. Sowohl methodisch als auch aufgrund der Datenlage konnte dies nicht einheitlich erfolgen. Vor dem Hintergrund des Zieles, eine Datengrundlage für kommunale Handlungspotentiale in der Verkehrspolitik zu schaffen wurden der Mobilitätsbereich in die drei Teilbereiche motorisierter Individualverkehr, ÖPNV und Urlaubsreisen aufgeteilt, die unterschiedliche Systemgrenzen haben.

Beim motorisierten Individualverkehr war weder der Treibstoffverbrauch aller Detmolder Einwohner noch der Treibstoffverbrauch aller im Stadtgebiet fahrenden Fahrzeuge ermittelbar. Ermittelt waren jedoch die in Detmold verkauften Treibstoffmengen und die Entwicklung des Detmolder Kraftfahrzeugbestandes. Die Systemgrenze ist daher zwar das Stadtgebiet, es verbleibt aber eine Unschärfe bei der Zurechnung der Treibstoffmengen zu Verursachern und Fahrstrecken.

Beim ÖPNV war die Systemgrenze des Stadtgebiets Detmolds leicht einzuhalten. Ermittelt wurde der Umfang des gesamten ÖPNV-Beförderungsangebots von Bahnen, Linienbussen und Schulbussen im Stadtgebiet in 1990 und 2006 aus den jeweiligen Fahrthäufigkeiten und Längen der Fahrtstrecken. Nicht ermittelt wurde, wieviel Fahrgäste wieviele Fahrgastkilometer befördert wurden, da dies für die hiesige Fragestellung unerheblich ist. Anhand der Fahrleistungen und des mittleren Strom- bzw. Dieserverbrauchs der Bahnen und Busse konnten der Energieverbrauch des ÖPNV und dessen CO₂-Emissionsmenge berechnet.

Bei Urlaubsreisen mit Flugzeugen konnten überhaupt keine Detmold-spezifischen Daten ermittelt werden. Hier wurden die Annahme gesetzt, dass ein Detmolder Einwohner gleichviel und gleichartig verreist, wie ein statistischer Bundesbürger. Die den Detmolder Bürgern zuzurechnenden Kerosinverbräuche und CO₂-Emissionen wurden anhand der bundesweiten Flugstatistik und dem Detmolder Einwohneranteil ermittelt. Daten für Bahn-, Bus- und Schiffsreisen wurden wg. deutlich geringerer Relevanz nicht erhoben.

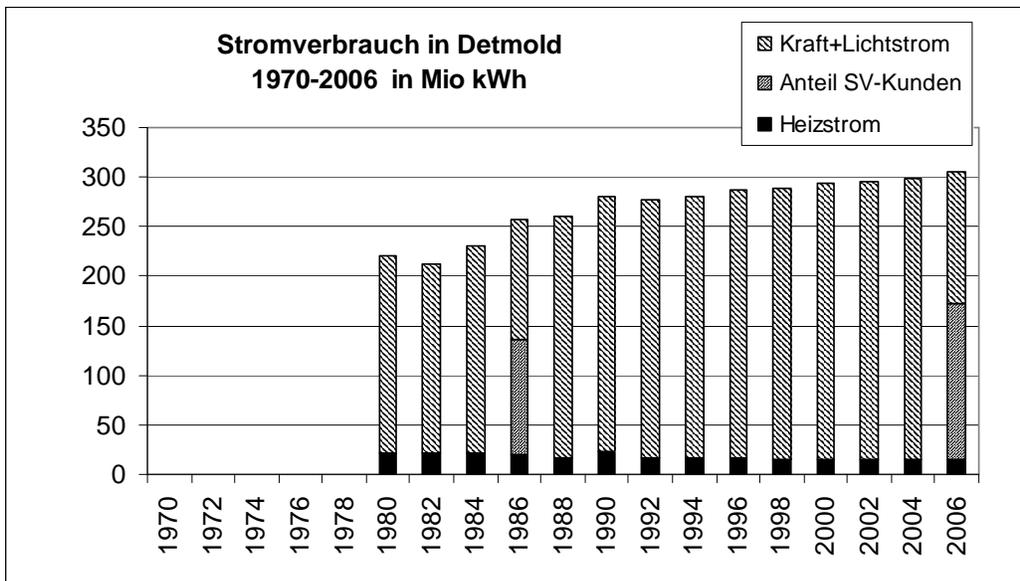
Zur Bewertung der CO₂ Emissionen aus der Verfeuerung, anaeroben Vergärung oder anderweitigen Oxidation oder Verrottung von Biomassen siehe ausführlich in Kapitel 4.

3. Erhobene Daten im Einzelnen

3.1. Strom

Der jährliche Stromverbrauch in Detmold ergibt sich aus dem Stromverkauf des örtlichen Stromversorgers, dem Eigenverbrauch des Versorgers, den Direktlieferungen überregionaler Versorger an einzelne Abnehmer sowie aus dem innerhalb Detmolds eigenerzeugten und selbst genutzten Strom. Die zuzurechnenden CO₂-Emissionen ergeben sich aus der Art der Stromerzeugung der jeweiligen Strommengen, insbesondere aus deren Einsatzenergien.

Stromversorger in Detmold war 1990 die Wesertal GmbH in Hameln, die 2003 in die E.ON Westfalen-Weser in Paderborn aufging. 1997 übernahmen die Stadtwerke Detmold GmbH nach Kauf des Stromnetzes die Stromversorgung. Historische Angaben zum Stromabsatz seit 1980 zeigt folgende Grafik.



Die Werte für Gesamtstrom 1980-1986 entstammen [Fichtner 1988], die Werte für 1990 entstammen [Röhricht-Schillen 1992], die Daten für 1998-2006 entstammen [StW 2008a], die Daten zum Heizstrom 1986-1998 [GERTEC 2000] und später [StW 2008a].

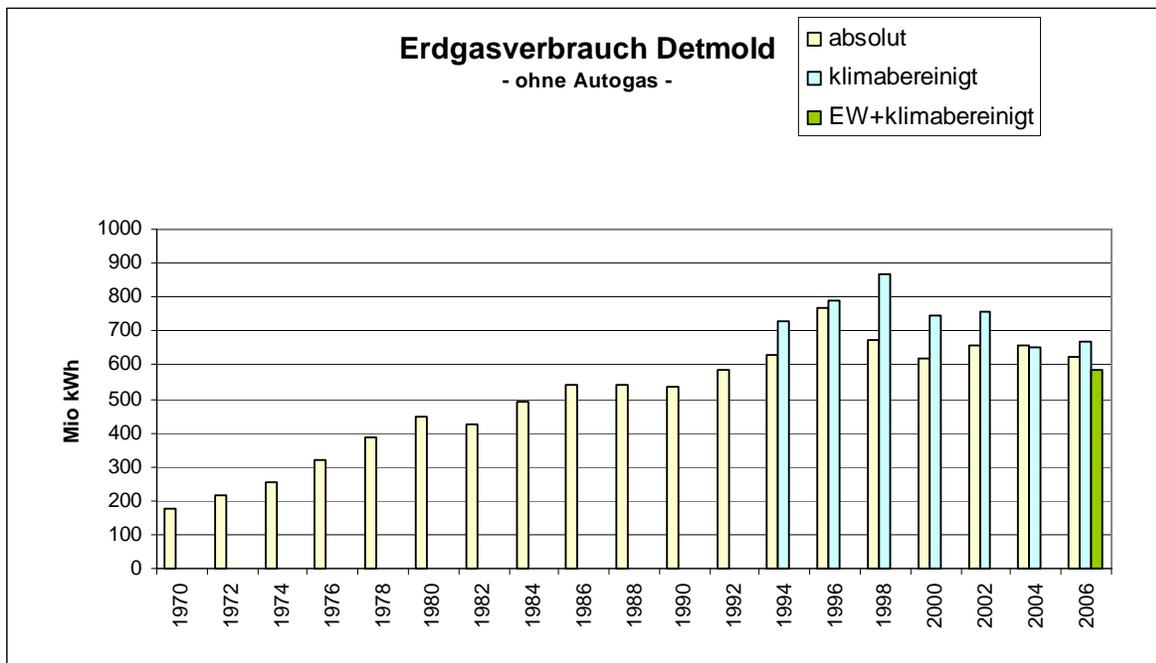
Die Grafik zeigt, dass der Stromverbrauch in Detmold zwischen 1990 und 2006 um 8,9 % (bundesweit: 14,5 %) zugenommen hat, im Vergleich zu 1980 - 1990 hat sich der Anstieg abgeschwächt, im jüngsten Zeitintervall 2004-2006 betrug er ca. 2 Prozent p.a.. Der Effekte des Migrationsgewinns von 14,5 % sind wegen versch. Nutzungsarten nicht separat darstellbar.

Der Anteil des von Sondervertragskunden aus Gewerbe und Industrie verbrauchten Stroms hat sich dabei zwischen 1986 lt. [Fichtner 1988] und 2006 lt. [StW-2008a] von 49 % auf 65 % des gesamten Stromverbrauchs erhöht. Der Heizstromabsatz ging zwischen 1980 und 2006 von 21 auf 15 Mio. kWh zurück. Die Höhe des selbsterzeugten und selbstgenutzten Stroms Dritter ist mit 0,6 % immer noch relativ gering. Angestiegen ist seit Beginn der Liberalisierung des Strommarktes die Höhe durchgeleiteten Stroms dritter Versorger, die inzwischen 8,8 % des Stromverbrauchs ausmacht. Davon entfallen etwa 2/3 auf 33 größere Stromverbraucher und 1/3 auf mehrere Hundert Kleinverbraucher.

3.2. Erdgas

Der jährliche Erdgasverkauf in Detmold ergibt sich nahezu ausschließlich aus dem Verkauf der Stadtwerke Detmold GmbH als örtlichem Versorger. Daneben werden wenige gewerbliche Abnehmer gas-fremdversorgt. Der Erdgasverbrauch teilt sich auf in Heiz- und Prozessgas (99,8%) sowie in hochverdichtetes Erdgas als Treibstoff für Fahrzeuge (0,2%).

Folgende Grafik zeigt die Entwicklung des Erdgasverbrauchs in Detmold seit 1970, soweit die Stadtwerke Detmold Versorger sind. Daten von den fremdversorgten Betrieben waren nicht erhältlich. Da der Heizgasverbrauch auch von der Witterung des jeweiligen Jahres abhängt, sind die absoluten Werte nur bedingt aussagekräftig. Faktoren zur Umrechnung der absoluten in witterungsberichtigte Verbrauchswerte liegen erst ab 1994 vor. Die folgende Grafik zeigt mit ihren dunkleren Balken die Entwicklung des absoluten Erdgasverbrauchs in Detmold seit 1970 sowie ab 1994 in den jeweils nebenstehenden helleren Balken die Entwicklung des witterungsberichtigten Erdgasverbrauch in Detmold. 2006 ist auch ein migrationsbereinigter Wert angegeben



Der Erdgasverbrauch hat in Detmold 1990 - 2006 um 9,5 % zugenommen (bundesweit +43,4 %). Er war von 1970 bis etwa 1996 deutlich stärker angestiegen, dann aber nach 1996 wieder um etwa 19 % zurück gegangen. Der frühere Anstieg des Gasverbrauchs basiert auf dem Ausbau der Gasversorgung in Neubaugebieten und auf der Verdrängung von Heizöl und anderen Heizenergien durch Gas im Gebäudebestand. Der Rückgang seit 1996 ist trotz weiterer Zunahme der Zahl gasbeheizter Häuser auf die Verbesserung der Gasheiztechnik und die Verringerung des Heizwärmebedarfs von Häusern durch wärmetechnische Sanierung sowie auf den Wegfall größerer Verbraucher in Militär und Industrie zurückzuführen.

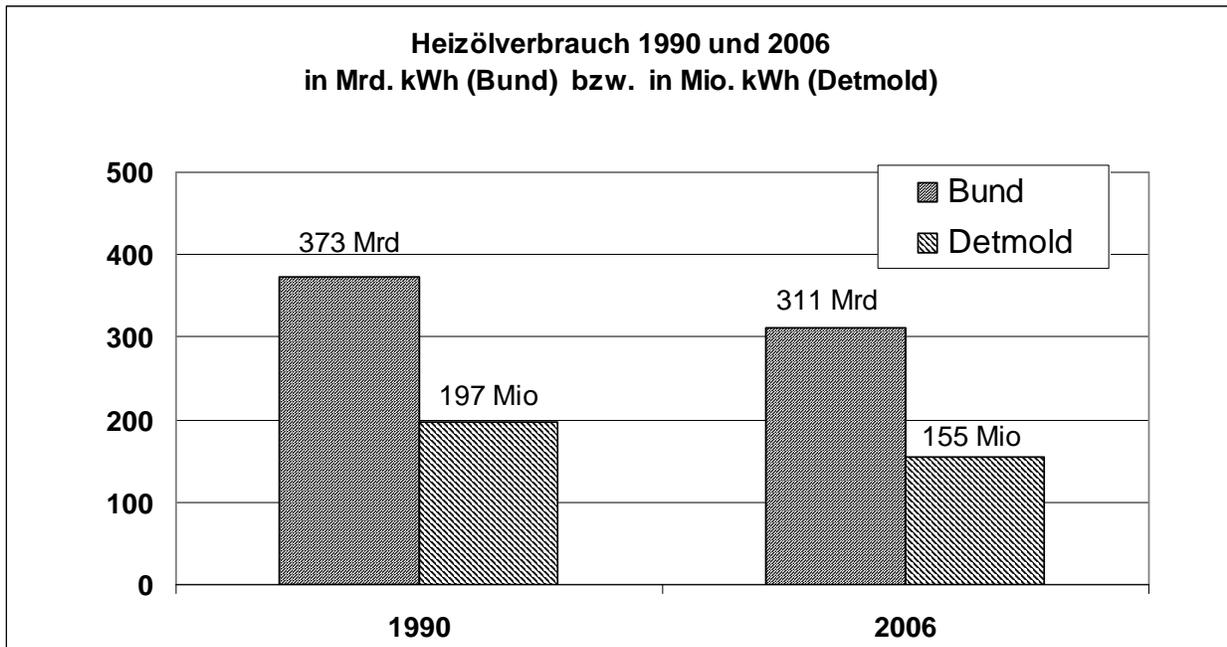
Die Verdrängung von Gasheizungen durch Fernwärme ist für diese Datenreihe irrelevant, da der Gasverbrauch der Fernwärmeerzeuger in dieser Datenreihe enthalten ist und Gas bisher noch die überwiegende Einsatzenergie für die Detmolder Fern- und Nahwärmenetze ist. Die Verdrängung von Gasheizungen durch gasbefeuerte Fernwärme hat sogar zu einer Steigerung des Gasabsatzes beigetragen, da diese Anlagen wegen der gekoppelten Stromerzeugung insgesamt mehr Gas benötigen, als eine reine Gasheizung

3.3. Heizöl

Heizöl umfasst die Qualitäten Heizöl EL (extra leicht), wie es für übliche Ölzentralheizungen verwendet wird und Heizöl S (schwer), wie es teils in größeren Industriefeuerungen verwendet wird. Da in Detmold nach Auskunft wesentlicher Händler keine Heizöl-S-Feuerung besteht, ist die folgende Auswertung auf Heizöl EL beschränkt.

Heizöl wird nach Detmold von verschiedenen Handelsfirmen geliefert, die ihr Öl entweder von den sog. Farbenfirmen oder von freien Vorlieferanten beziehen. Zu den Farbenfirmen zählten 1990 die Marken Shell, DEA, BP, ARAL, Esso, Mobil, Star, Jet, Total sowie 2006 auch Agip und Conoco Total. Freie Mineralölfirmen auf dem Detmolder Markt waren und sind noch Westfalen, AVIA und Q1, die aber wesentlich Tankstellen betreiben und keinen oder nur wenig Heizölhandel betreiben.

Die Heizölliefermengen nach Detmold in 1990 und 2006 wurden aus einer langfristigen Statistik des Mineralölwirtschaftsverbandes für dessen Mitgliedsfirmen im Kreisgebiet Lippe und aus Informationen wesentlicher Heizölhändler der Region ermittelt und der bundesdeutschen Ölverbrauchsentwicklung gegenübergestellt. Folgende Grafik zeigt die Ergebnisse:



Erkennbar ist, dass der Heizölverbrauch 1990 bis 2006 in Detmold um 21,1 % zurückgegangen ist, bundesweit waren es in diesem Zeitraum nur 16,7 %. Der Rückgang in Detmold ist auf Verdrängung von Ölheizungen durch Gasheizungen und durch Fernwärme sowie auf sparsamere Öl-Heizkessel und eine Verringerung des Heizwärmebedarfs ölbefuerter Gebäude durch wärmetechnische Sanierungen zurückzuführen. Er erfolgte trotz einem gewissen Zubau neuer ölbefuehnter Häuser.

Der Rückgang in Detmold ist höher als im Bundesdurchschnitt, da in den neuen Bundesländern nach 1990 noch viele neue Ölkessel zugebaut wurden.

3.4. Brennholz und andere Holzverbrennung

Die energetische Holznutzung in Detmold setzt sich zusammen aus der Verfeuerung von frischem, aus Forstwirtschaft und Baumschnitt gewonnenen Brennholz und aus Verbrennung von Sägespänen und Holzabfällen in der Holz verarbeitenden Industrie-, Gewerbe und Handwerksbetrieben.

Lokale Daten für den traditionellen Brennholzverbrauch aus frischem Holz waren trotz vielfältiger Recherchen nicht plausibel ermittelbar. Im folgenden können daher nur statistische Ergebnisse aus größeren Erhebungsgebieten sowie lokale Einzelinformationen dargestellt werden.

Laut Eurostat Daten stieg das Brennholz-Aufkommen in Deutschland zwischen 1992 und 2006 von 3,75 Mio. cbm/a um 121 % auf 8,29 Mio. cbm/a. Der Importanteil und Exportanteil war dabei in 1995-98 mit nur 2-3 % unerheblich. Rechnet man die bundesweiten Werte anhand des Einwohneranteils auf Detmold um, entspräche das einem Detmolder Brennholzverbrauch in 1990 von 2.801 cbm (5,88 Mio. kWh) und in 2006 von 7.406 cbm (15,55 Mio. kWh).

Laut Angabe der Detmolder Schornsteinfeger aus 1999 sank die Zahl der Feuerstätten für feste Brennstoffe in Detmold von 7454 Stück in 1995 auf 5669 Stück in 1998. In dieser Zahl sind auch kohlebeheizte Feuerstätten enthalten. Ob dieser Rückgang seither angehalten hat, und ob dieser Trend auch für reine Holzfeuerungen gilt, wird derzeit von den Schornsteinfegern noch ermittelt.

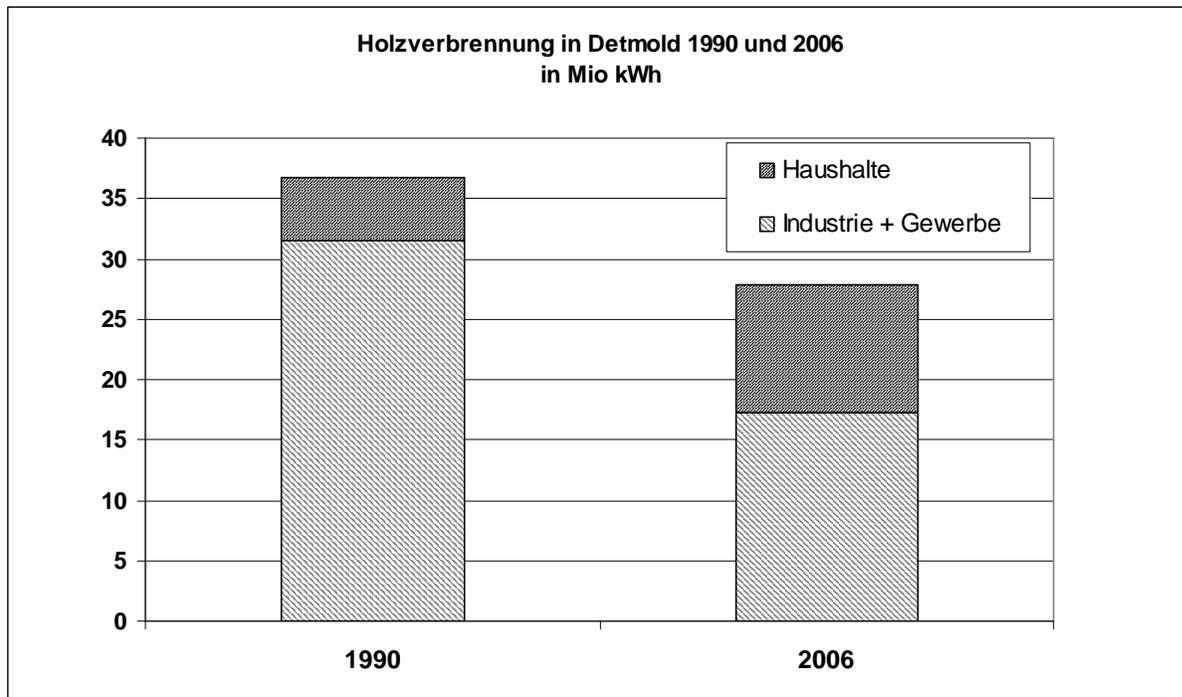
Lt. aktueller Auskunft des Forstamts Lage gibt es in Lippe etwa 40.000 ha Wald und beträgt das Brennholzaufkommen etwa 1 Festmeter pro Hektar und Jahr, insgesamt also etwa 40.000 fm/a. Derzeit steigt die Brennholznutzung aus lippischem Wald infolge der steigenden Öl- und Gaspreise. Während früher die Nachfrage der Spanplattenindustrie nahezu allein die Preise und Nutzung minderwertiger Holzaufkommensarten bestimmt habe, beginne derzeit die Zahlungsbereitschaft der Brennholzkunden die der Spanplattenindustrie zu überholen. Wieviel des lippischen Brennholzaufkommens im Stadtgebiet Detmold verfeuert wird, ist nicht bekannt, vermutlich aber eher ein kleinerer Anteil als es dem Bevölkerungsanteil Detmolds am Kreis Lippe (20,5 %) entspricht. Bei einwohner-proportionaler anteiliger Holznutzung Detmold / Lippe entfielen aktuell auf Detmold 8.200 cbm Brennholzverbrauch pro Jahr, bei nur halb so hoch angenommenem Brennholzverbrauch eines Detmolder Einwohners im Verhältnis zum Kreis-Einwohner wären es 4.100 cbm/a. Dieses Ergebnis ist von der Größenordnung kompatibel zu dem der Eurostat-Werte für Deutschland.

Auf Grund dieser Angaben wird angenommen, dass der klassische Brennholzverbrauch aus Wald- und Waldrestholz sowie Baumschnitt in Detmold in Holzöfen und Holzcentralheizungen durch Haushalte und andere Kleinverbraucher in 1990 2.500 cbm/a (5,25 Mio. kWh) und in 2006 5.000 cbm/a (10,5 Mio. kWh) betragen hat.

Über die Höhe der industriellen und gewerblichen Holzverbrennung aus Sägespänen und Verschnittresten incl. Spanplatten und anderen Holzzeugnissen liegen nur Daten von denjenigen großen industriellen Feuerungsanlagen vor, die nach BImSchG zur Veröffentlichung ihrer Emissionen verpflichtet sind. Diese Daten konnten für die 5 größten Holzverarbeitenden Industriebetriebe aus dem Emissionskataster in www.uvo.nrw.de ermittelt werden, jedoch nur für das Jahr 2004. Die zuzurechnenden Holzmen gen wurden hierbei aus den deklarierten Emissionswerten rückgerechnet und als auch für das Jahr 2006 zutreffend angenommen, sofern der Betrieb der Firmen nicht inzwischen ganz eingestellt wurde. Für 1990 wurde angenommen, dass wegen der damals noch besseren Auslastung der Holzverarbeitenden Industrie eine 1,25 fach höherer Holz- bzw. Holzproduktenmenge als 2004 verbrannt wurde.

Daten zur die Holzverbrennung holzverarbeitender Handwerks- oder Gewerbebetriebe konnten nicht recherchiert werden. Angenommen wurde hier eine Anzahl von 15 Betrieben mit im Schnitt 20 cbm/a Holzverbrennung sowohl für 1990 als auch für 2006. Insgesamt ergibt sich so ein Rückgang der von Industrie und Gewerbe verfeuerte Holzmengen von 37 Mio. kWh in 1990 um 32 % auf 25 Mio. kWh in 2006.

Folgende Grafik zeigt die Veränderung der Holzverbrennung in Detmold zwischen 1990 und 2006:



Die in Detmold insgesamt von kleinen Holzheizungen und von Industrie- bzw. Gewerbefeuerungen verfeuerten Holz- bzw. Holzäquivalentmengen haben sich demnach zwischen 1990 und 2006 von ca. 36 Mio. kWh in 1990 um 23 % auf 28 Mio. kWh verringert. Für den Rückgang verantwortlich ist vor allem die Reduzierung bei den holzverarbeitenden Industriebetriebe.

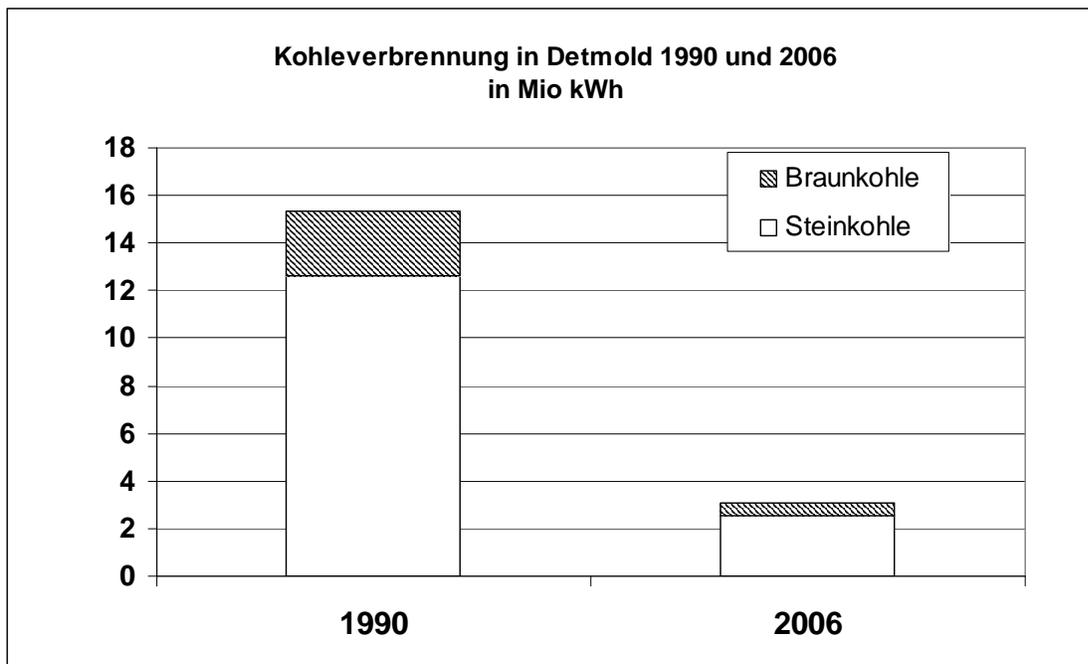
Der Rückgang der Holzverbrennung zwischen 1990 und 2006 in Detmold wird sich absehbar nicht fortsetzen. Durch den Bau des Hackschnitzel-Heizwerks der Stadtwerke Detmold am Charles-Lindberg-Ring mit Einspeisung in das Fernwärmenetz, den weiteren Zubau von Stückholzöfen und Holz-Pelletsheizungen in Wohn- und Gewerbegebäuden sowie die verstärkte Nutzung von Holz statt Öl in Holz-Öl-Kombikesseln im ländlichen Raum ist in den nächsten Jahren mit einem Anstieg der Holzverbrennung zu rechnen. Die Holzverbrennung durch holzverarbeitende Industriebetriebe ist umsatzabhängig und kann hier nicht prognostiziert werden.

3.5. Kohle

Die Kohleverfeuerung in Detmold setzt sich aus der Verfeuerung von Steinkohlearten in größeren automatischen Feuerungsanlagen und aus der Stein- und Braunkohleverfeuerung in kleineren Kohlezentralheizungen und Kohleöfen zusammen. Kohlekraftwerke gab es in Detmold 1990 und 2006 keine, auch industrielle Kohlefeuerungen scheinen nach allen erhobenen Auskünften in diesen Jahren nicht mehr zu bestanden zu haben.

Genauere lokale Daten für den gesamten Kohleinsatz 1990 und 2006 waren nicht ermittelbar, da der Detmolder Kohlehandel mittelständisch geprägt ist und die früher recht detaillierte Kohlenstatistik seit 1990 mit Brüchen versehen ist. Größere Einzelabnehmer beziehen früher wie heute auch unter Umgehung des örtlichen und regionalen Kohlehandels ihre Kohle überregional, sodass die Mengen nicht immer beim lokalen Handel anfallen. In kleinen Mengen konfektionierte Kohlenprodukte wie z.B. Briketts werden auch parallel zum Brennstoffhandel über andere Handelswege vertrieben, derzeit z.B. über den Praktiker-Baumarkt, von wo trotz Anfrage leider keine Informationen über Absatzmengen erhältlich waren.

Ermittelt werden konnten die Verbrauchsdaten der beiden scheinbar einzigen noch bestehenden großen Kohlefeuerungsanlagen in zwei Landesliegenschaften¹. Weiterhin liegt eine Einschätzung des gesamten Kohleabsatzes 1990 und 2006 in Detmold von einem seit langen Jahre in der Region tätigen Händler vor. Die folgende Grafik zeigt die daraus vermutete Entwicklung des Stein- und Braunkohleverbrauchs in Detmold:



Klar erkennbar ist daraus ein ganz erheblicher Rückgang von jeweils etwa 80 % bei der Steinkohle- und Braunkohleverbrennung zwischen 1990 und 2006, sowie dass die Steinkohle in beiden Jahren etwa 4/5 der gesamten Kohleverbrennung ausgemacht hat. Dieser Trend stimmt größenordnungsmäßig mit dem Bundestrend (ohne Stahl- und Kraftwerkskohle) überein. Der Anteil des Kohlenverbrauchs beträgt derzeit nur 0,7 % des gesamten Detmolder Energieverbrauchs bzw. etwa 1 % der CO₂-Emissionen.

¹ Veterinäramt in der Westerfeldstr. und Polizeischule in Remmighausen im Waldweg

3.6. Kraftstoffe

Der Kraftstoffverbrauch für alle Formen von Mobilität in Detmold besteht aus Ottokraftstoff (Benzin), Diesel, Bahnstrom, Autogas und Kerosin. Die Verbräuche sind teils dem Individualverkehr, teils dem ÖPNV, teils dem Reiseverhalten zuzurechnen. Für die reine Betrachtung der Entwicklung der CO₂-Emissionen in Detmold wäre die Aufteilung auf verschiedene Verkehrsmittel unerheblich. Da diese für die späteren Teile des Klimaschutzkonzepts aber von Bedeutung sind, wird der Kraftstoffverbrauch im Folgenden in drei Gruppen getrennt

- Straßenverkehr (ohne ÖPNV-Busse)
- ÖPNV (Busse und Bahnen) und
- Flugverkehr.

Der Kraftstoffverbrauch für den Straßenverkehr (Ottokraftstoff und Diesel) wurde aus Verkaufsdaten des Mineralölwirtschaftsverbandes (vgl. Erläuterung in Kapitel 3.3) und durch direkte Befragung der freien Tankstellen in Detmold bzw. ihrer Firmenzentralen ermittelt. Da Ottokraftstoff (Normalbenzin und Super) nicht in ÖPNV-Bussen eingesetzt wird, wurde der gesamte Ottokraftstoffverbrauch dem individuellen und gewerblichen Straßenverkehr zugerechnet.

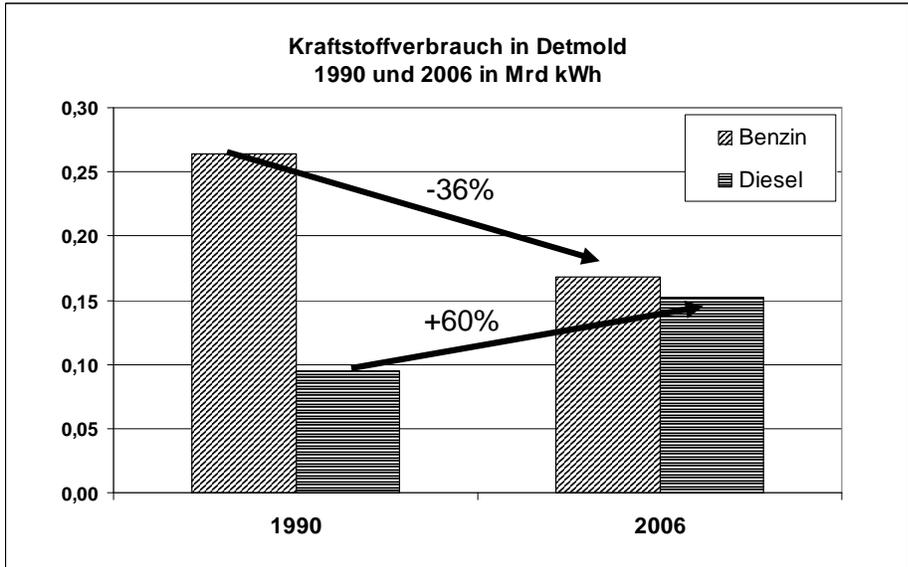
Um den Anteil des Straßenverkehrs (ohne ÖPNV) am Dieserverbrauch zu ermitteln wurde vom Diesel-Gesamtverbrauch der Anteil der ÖPNV-Busse abgezogen, welcher anhand der Jahresfahrleistungen aller Linien- und Schulbusse und des mittleren Dieserverbrauchs der Busse ermittelt wurde. Der Dieserverbrauch der Bahn musste nicht abgezogen werden, da diese Fahrzeuge nicht in Detmold betankt werden und insofern ihr Verbrauchsanteil im Detmolder Gesamt-Dieserverbrauch nicht enthalten ist.

Der Erdgasverbrauch von Fahrzeugen (CNG) in 2006 wurde von den Stadtwerken mitgeteilt, im Jahr 1990 hatte es noch keine Erdgastankstelle gegeben.

Der Propangasverbrauch von Autogas-Fahrzeugen (LPG) wurde bei den derzeit 7 LPG-Tankstellen in Detmold² abgefragt, konnte aber auf diese Weise wegen unvollständigem Rücklauf nicht hinreichend ermittelt werden. Für 2006 wurde er ersatzweise aus Daten des Kraftfahrt-Bundesamts [KBA-2008a] anhand des LPG-Fahrzeuganteils unter den PKW abgeschätzt. Die Anzahl der LPG-getriebenen PKW betrug 2007 in Deutschland 0,52 %, in NRW 0,83 % und in NDS 0,75 % der Benzin-Pkw. Für Detmold wurde daraus ein LPG-PKW-Anteil von 0,78 % der Benzin-Pkw abgeschätzt. Der Anteil der LPG-Fahrzeuge in Detmold wird als niedriger als in ganz NRW vermutet, da diese Fahrzeuge allem im Rheinland und im Grenzgebiet zu den Niederlanden deutlich häufiger vorkommen. Zur Ermittlung des 1990-Wertes des LPG-Fahrzeugbestandes wurde die vom KBA veröffentlichte Statistik der Fahrzeug-Abmeldungen von 2007 nach Treibstoffarten herangezogen [KBA-2007]. Ihr zufolge betrug der Anteil der 2007 abgemeldeten (also vermutlich 1990 benutzten) LPG-PKW bundesweit 0,19 %, in NRW 0,29 % und in NDS 0,25 %. Er wird für Detmold mit 0,26 % der damaligen Benzin-Pkw abgeschätzt. Da Erdgas-Fahrzeuge etwa 10 % mehr Treibstoff (in kWh) benötigen als gleichartige Benzinfahrzeuge, wurde der Verbrauchsanteil der LPG-Fahrzeuge in kWh jeweils um 10 % höher als der Fahrzeuganteil angesetzt. Ihr Verbrauch ergibt sich somit für 1990 mit 0,286 % und in 2006 mit 0,858 % der Benzinfahrzeuge.

² AVIA Lagesche Str.184, Westf.Propan Wittekindstr. 20, Q1 Bielefelder Str.288, JKM Klängenbergstr., OIL Bielefelder Str.467, Classic Bielefelder Str.559 und DEMO, Hornsche Str.199

Folgende Grafik zeigt die Entwicklung des Benzin- und Dieserverbrauchs³ zwischen 1990 und 2006 in Detmold incl. der ÖPNV-Busse, deren Anteil am Dieserverbrauch etwa 6,5 % ausmacht.

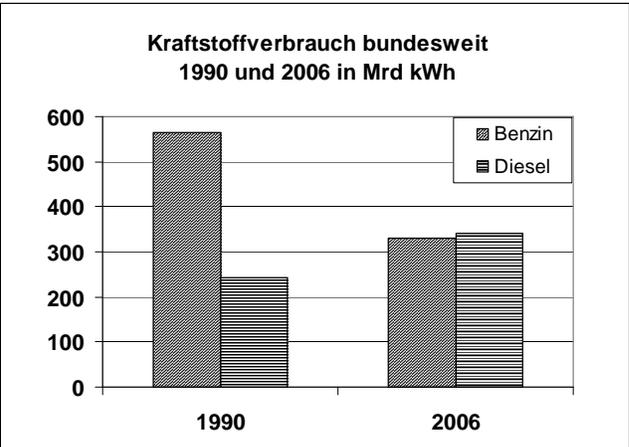
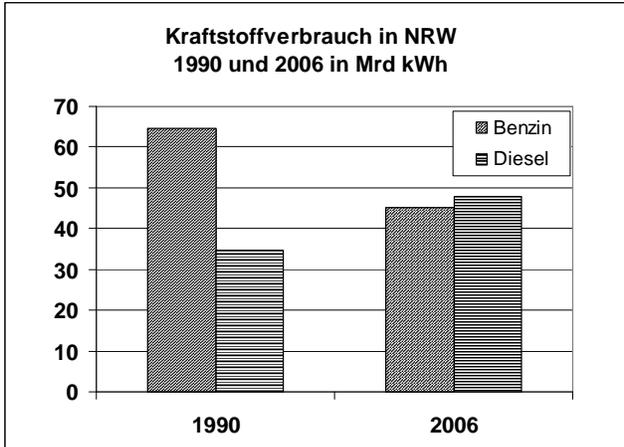


Erkennbar ist, dass der Benzinverbrauch in Detmold zwischen 1990 und 2006 um 36 % zurückgegangen ist. Der Dieserverbrauch (incl. ÖPNV-Busse), der 1990 nur 26 % des Benzinverkaufs betrug, ist im selben Zeitraum um 60 % angestiegen und macht inzwischen 90 % des Benzinverbrauchs aus (jeweils in kWh). Der hier nicht dargestellte Verbrauch an Autogas hat sich zwischen 1990 und

2006 etwa verdreifacht, ist aber mengenmäßig immer noch irrelevant. Der gesamte Kraftstoffverbrauch des Straßenverkehrs (ohne ÖPNV) hat sich in Detmold zwischen 1990 und 2006 um etwa 11,3 % verringert.

Diese Trends sind überraschend, zumal sich der Kraftfahrzeugbestand in Detmold zwischen 1990 und 2006 von 39.000 auf 48.000 Fahrzeuge (darunter PKW von 35.700 auf 42.327) erhöht hat. Mögliche Einflussfaktoren sind effizientere Fahrzeuge, weniger Fahrleistungen pro Fahrzeug oder ein gestiegener Betankungsanteil außerhalb Detmolds z.B. bei weiten Fahrten.

Allerdings gibt es, wie folgende Grafiken zeigen, auch in NRW lt. [LDS-NRW-2005] und bundesweit klare Trends zum einem starken Rückgang des Benzin- und einer schwächeren Zunahme des Dieserverbrauchs. Der geringere Gesamtrückgang auf Bundesebene ist durch die starke Zunahme der Fahrzeuge in den neuen Bundesländern bedingt, das höhere Dieselniveau in NRW durch den höheren LKW-Anteil auf Fernstraßen und Autobahnen gegenüber Detmold.



³ Als "Verbrauch" sind hier die Verkaufsdaten angesetzt

Der Kraftstoffverbrauch des ÖPNV zerfällt in den Dieserverbrauch der Busse und in den Diesel- und Bahnstromverbrauch der Züge, welche sich aus deren Fahrleistung in Fahrzeugkilometern und dem spezifischen Kraftstoffverbrauch pro 100 Streckenkilometer der eingesetzten Busse und Bahnen ergibt.

Die im Stadtgebiet Detmolds erbrachten Fahrleistungen von Bahnen und Bussen wurden aus den 1990er und 2006er Fahrplänen von Bahnen und Bussen und Angaben der SVD zum Schulbusverkehr wie folgt ermittelt:

ÖPNV-Fahrleistungen in Detmold 1990 und 2006

	Bahn			Busse
	gesamt Fzkm	Strom Fzkm	Diesel Fzkm	Diesel Fzkm
1990*	145.091	72.546	72.546	1.801.758
2006*	252.426	126.213	126.213	2.787.897
Änderung	+74%			+55%

Quelle: VGL-Fahrpläne 1990 und 2006, Liniplan, SVD, Auskünfte der Betreiber

Bahnen und Busse erbrachten demnach in 2006 eine 74 % bzw. 55 % höhere Verkehrsleistung als 1990, zusammengenommen eine um 56 % höhere Fahrleistung.

Die Veränderung der spezifischen Energieverbräuche pro Streckenkilometer wurden bei der SVD, der Bundesbahn und der Nordwestbahn angefragt. Bemerkenswert war dabei vor allem der wesentliche Rückgang des Bahnstromverbrauchs der heutigen Elektrotriebwagen pro 100 km gegenüber den 1990 noch überwiegend lokbespannten Nahverkehrszügen um mehr als 50%. Dieser bewirkt dass trotz ca. 74 % Zunahme der Fahrleistung der elektrisch angetriebenen Bahnen deren Stromverbrauch um 42 % zurückging. Bei den Dieseltriebwagen war die Einsparung geringer, bei den Bussen hat sich der Verbrauch nahezu nicht geändert, was auch durch die höheren Fahrzeuggewichte der heutigen gegenüber den 1990er SVD-Bussen bedingt ist. Insofern mag zwar bezogen auf die beförderten Fahrgäste der Dieserverbrauch zurück gegangen sein, der absolute Dieserverbrauch der Busse ist jedoch gestiegen.

ÖPNV-Energieverbrauch in Detmold 1990 und 2006

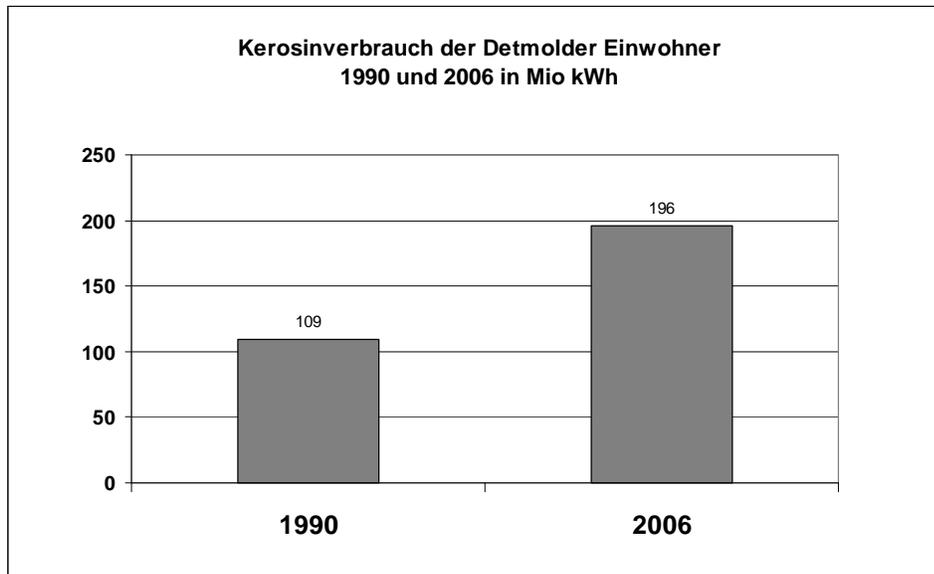
	Bahn			Busse
	gesamt kWh	Strom kWh	Diesel kWh	Diesel
1990*	2.388.520	870.547	1.517.973	6.487.566
2006*	2.013.959	504.853	1.509.106	9.722.512
Änderung	-16%	-42%		+50%

Insgesamt hat der Energieverbrauch des ÖPNV von 1990 bis 2006 um 32,2 % zugenommen.

Der Kerosinverbrauch aus Flugreisen konnte für Detmolder Bürger nicht separat ermittelt werden, da keine lokale Flugstatistik besteht. Er wurde ersatzweise anhand der Annahme, dass ein Detmolder Einwohner gleichviel fliegt wie ein mittlerer Einwohner Deutschlands abgeschätzt. Daten zur bundesweiten Flugstatistik für Binnenflüge und internationale Flüge wurden aus [Destatis 2008a] entnommen. Demnach stieg die Zahl der ab Deutschen Flughäfen geflogenen Personenkilometer zwischen 1995 und 2005 jährlich um 3,4 % von 199 Mrd. auf 319 Mrd. Pkm, was personenbezogenen Fluglängen von 2.495 km pro Kopf in 1990 bzw. 3.867 km pro Kopf und Jahr in 2006 entspricht. Extrapoliert man diese Werte mit der langfristigen jährlichen Steige-

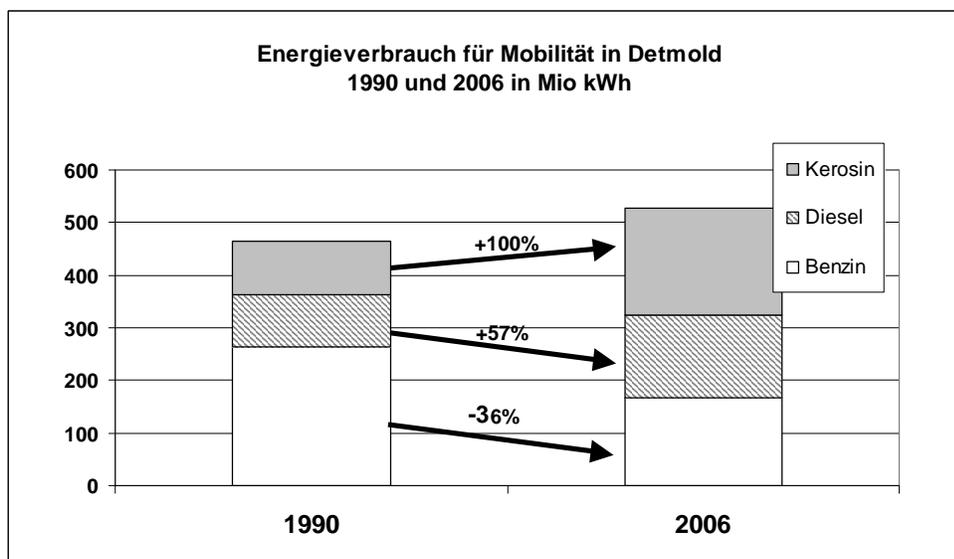
rungrate rückwärts bis 1990 und vorwärts bis 2006, ergibt sich eine jährliche bundesdeutsche mittlere Flugleistung in 1990 von ca. 2.345 km pro Kopf und in 2006 von ca. 3.998 km pro Kopf.

Folgende Tabelle zeigt die auf alle Detmolder Einwohner anteilig anfallenden jährlichen Kerosinverbrauch in Mio. kWh für 1990 und 2006:



Dieser Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen sind zwischen 1990 und 2006 um 79,4 % angestiegen und steigen derzeit weiter. Die Zunahme der Flugreisen ist wesentlicher Mitverursacher der Zunahme des gesamten Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in Detmold.

Die Entwicklung des Energieverbrauchs aus dem gesamten Verkehrssektor Detmolds, also aus Straßenverkehr (ohne ÖPNV), ÖPNV und Flugverkehr zeigt folgende Grafik:

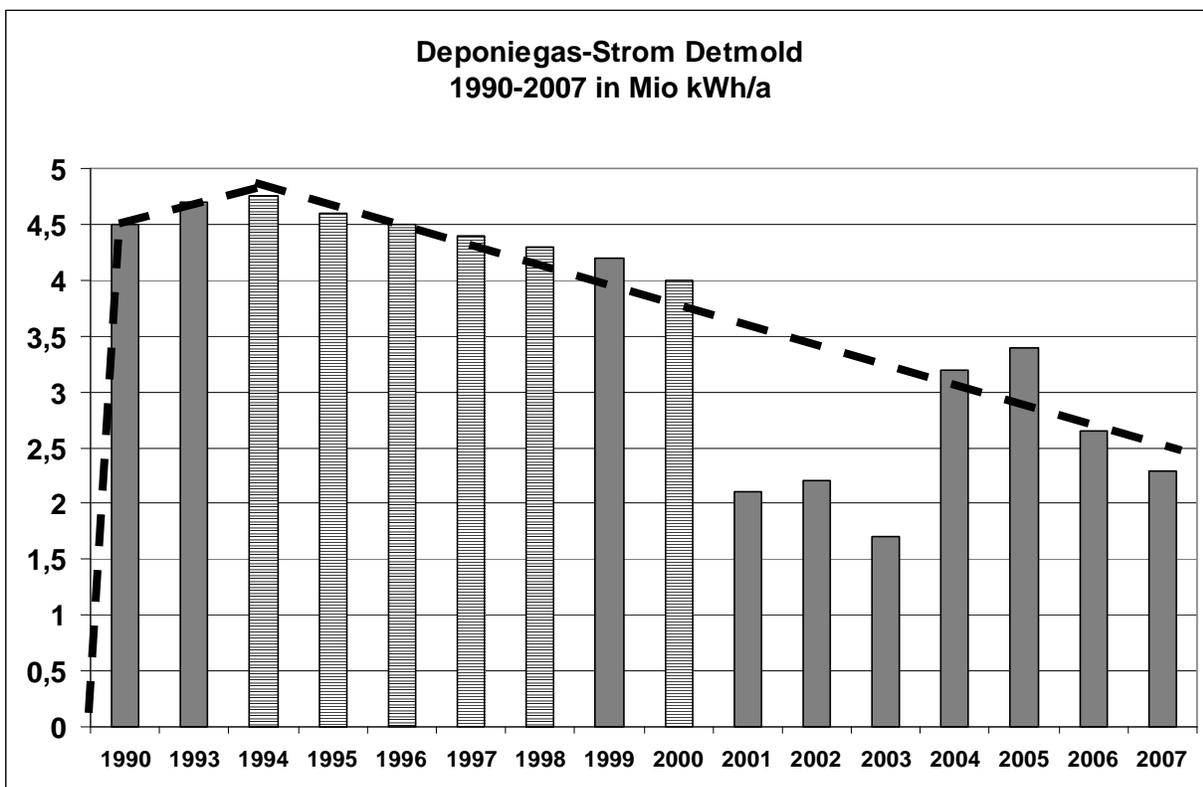


Erkennbar ist, dass der gesamte Energieverbrauch für Mobilität in Detmold zwischen 1990 und 2006 um etwa 2,2 % gestiegen ist, was sich aus einem Rückgang des Benzin- und Dieselverbrauchs von 22 % und einem Anstieg des Kerosinverbrauchs um 79 % zusammensetzt.

3.7. Deponiegas

Auf der inzwischen geschlossenen Deponie Hellsiek in DT-Mosebeck wird seit etwa 1991 Deponiegas genutzt, das aus Gasbrunnen gefördert, verdichtet und in Motoren verstromt wird. Die Anlage war seinerzeit von der Wesertal GmbH gebaut worden und gehört heute der E.ON Westfalen Weser GmbH. Die aus anaerober Vergärung freiwerdenden Deponiegasmengen enthalten als energetische nutzbaren Bestandteil vor allem Methan, jedoch auch andere problematische Gase. Sie müssen entweder in Motoren verbrannt oder abgefackelt werden. Die nutzbare Ausgasung der Deponie war gleich nach Beginn der Abdeckung der Deponie stark angestiegen. Sie hatte etwa 1993 ihren Höhepunkt erreicht und geht seither ständig zurück. Wegen des zurückgehenden Methananteils wird die heutige Motorengeneration in wenigen Jahren nicht mehr einsetzbar sein. Entweder müssen dann anspruchslosere Motoren eingesetzt werden oder das Gas kann nur noch direkt verbrannt werden. Dazu bietet sich eine Nutzung für die städtische Fernwärme an, die etwa 2 km entfernt derzeit ein Holzheizwerk baut oder eine Wärmenutzung direkt auf dem Deponiegelände, z.B. zur Holz- oder Hackschnitzeltrocknung.

Die Stromerzeugung aus Deponiegas war 2001-2003 durch Probleme und Umrüstungen an den Gasmotoren verringert.. Folgende Grafik zeigt den Verlauf der Stromerzeugung 1990-2007 nach Angaben von E.ON. Die dunkleren Balken sind tatsächliche Erzeugungswerte, die helleren Daten sind interpolierte Werte. Die gestrichelte Linie zeigt den generellen Trend.



Als Trendaussage kann gesagt werden, dass es sich hier insgesamt um eine etwa 20 jährige vorübergehende Nutzung handeln wird. Dies ist allerdings nur ein Teil der klimapolitischen Wahrheit, da das Detmolder Müllaufkommen nach Schließung der Deponie anderweitig entsorgt wird, wobei ebenfalls CO₂ frei wird. Zur ökologischen Bewertung der CO₂-Emissionen aus verrottender Biomasse - welches die Hauptquelle von Deponiegas ist - siehe auch die Hinweise zu "Biomassen" in Kapitel 2. Die tatsächlichen CO₂-Emissionsfaktoren der Deponiegasverstromung wurden aus der Emissionserklärung der Anlage in [NRW-UVO-2008] entnommen.

3.8. Klärgas

Die Detmolder Kläranlage nutzt schon seit lange vor 1990 Klärgas aus dem Faultrum als Einsatzenergie für ein motorisches BHKW, dessen Strom selbst genutzt und dessen Wärme für die Beheizung des Faultrums und der Betriebsgebäude genutzt wird. Das jährliche Gasaufkommen beträgt etwa 3,6 Mio. kWh, die jährliche Stromerzeugung etwa 1,2 Mio. kWh. Der ältere Motor soll absehbar durch eine wartungsärmere Mikroturbine ersetzt werden, was die Stromausbeute aber nicht wesentlich verändern wird.

Zur ökologischen Bewertung der CO₂-Emissionen aus verrottender Biomasse - welches die Hauptquelle von Klärgas ist - siehe auch die Hinweise zu "Biomassen" in Kapitel 2. Die tatsächlichen CO₂-Emissionsfaktoren wurden mangels bekannter Einzelwerte als gleich hoch wie bei Deponiegas angenommen.

3.9. Rapsöl und Biogas

Energie aus landwirtschaftlichen Produkten wird in Detmold bisher nur von wenigen Landwirten und erst seit wenigen Jahren gewonnen. 1990 waren solche Anlagen noch nicht in Betrieb. Aktuell bekannt sind zwei Biogasanlage mit Stromerzeugung sowie ein Rapsöl-BHKW. Ihre Strom einspeisung in 2006 betrug über 3 Mio. kWh und war damit bereits knapp größer als die aus Deponiegas und etwa 2,5 mal größer als aus Klärgas. Bedauerlicherweise wird die dabei anfallende Wärme, die etwa die doppelte Menge ausmacht und auf 85°C Temperaturniveau anfällt kaum genutzt sondern überwiegend per Luftkühler vernichtet. Zur ökologischen Bewertung der CO₂-Emissionen aus landwirtschaftlicher Biomasse siehe auch die Hinweise zu "Biomassen" in Kapitel 2.

Während die Biogaserzeugung aus Güllevergärung ökologisch jedenfalls positiv zu werten ist, da sie eine Abfallverwertung mit Zusatznutzen und Umweltentlastung darstellt, ist die Ökologie der Rapsölverstromung strittig, da dazu auch für Lebensmittel nutzbare Anbauflächen in Anspruch genommen werden.

Eine klare Tendaussage zu diesen Energienutzungen lässt sich derzeit nicht machen. Die theoretisch nutzbaren Potentiale sind noch deutlich größer, als bisher ausgeschöpft, jedoch ist ihre Ausschöpfung stark von der Förderung durch das [EEG] und von weiterer energie-, umwelt- und agrarpolitischer Reglementierung abhängig.

3.10. Windkraft

Windkraft wurde in Detmold 1990 nur durch eine kleinere Anlage mit 50 kW(el) auf dem Klüter Berg erzeugt, in 2006 gab es eine weitere wesentlich größere Anlage mit 1.500 kW(el) in Niederschönhausen Altenkamp. Die Stromerzeugungsmenge stieg dadurch von etwa 45.000 auf 3,2 Mio. kWh pro Jahr. Die Stromerzeugung aus Wind wird in den nächsten Jahren in Detmold erheblich zunehmen, da in Nienhagen 3 neue Anlagen und in Brokhausen 2 neue Anlagen mit je 1,5 - 2,0 MW Leistung errichtet werden und die Stadtwerke sich an einer Großanlage auf Borkum mit Durchleitung ins Detmolder Stromnetz beteiligen.

4. Einbezogene CO₂-Emissionsfaktoren

Die Berechnung der CO₂-Emissionen für die in Detmold verbrauchten Energiemengen erfolgt anhand von CO₂-Emissionsfaktoren, die hier zur Vereinheitlichung stets in g/kWh angegeben sind. Insoweit Energieträger üblicherweise in anderen Einheiten (Liter, Tonnen, Raummeter...) gehandelt werden, wurden diese Einheiten in kWh umgerechnet. Folgende Tabelle zeigt die hier einbezogenen Faktoren. Sie ist in die vier Energieanwendungsbereiche gegliedert, die in späteren Stufen des Klimaschutzkonzepts auch getrennt bearbeitet werden sollen.

Die Angaben umfassen nicht nur die direkten CO₂-Emissionen aus der Verbrennung der jeweiligen Stoffe sondern auch die äquivalenten CO₂-Emissionen aus der ganzen Produktions- und Bereitstellungskette einer Energie incl. den in CO₂-Äquivalente umgerechneten anderen Treibhausgasen, die aus der Freisetzung von CH₄ und N₂O entstehen.

Bei den direkt verfeuerten Brennstoffen und Kraftstoffen sind die Werte chemisch bedingt und wurden aus [GEMIS] entnommen. Sie sind 1990 und 2006 gleich hoch.

Beim normalen elektrischen Strom ergeben sich die CO₂-Emissionsfaktoren relativ kompliziert aus den für die Detmolder Strombereitstellung tatsächlich in 1990 bzw. 2006 eingesetzten Stromerzeugungsanlagen und deren Einsatzenergien. Sie sind in beiden Jahren unterschiedlich (s.u.) hoch.

Der Bahnstrom hat einen anderen CO₂-Emissionsfaktor, da die Bahn ihren Strom in einem eigenem Kraftwerkspark mit deutlich höherem Kohleanteil erzeugt. Er entstammt Angaben der Bundesbahn und ist ein deutscher Mittelwert.

Das Detmolder Stromaufkommen von 1990 bestand überwiegend aus Strom des Stromversorgers Wesertal, welcher Strom im Rahmen der INTERARGEM⁴ zu mehr als 60 % im Kernkraftwerk Grohnde erzeugt wurde und sonst in Kohlekraftwerken sowie in geringem Umfang auch in Erdgas-, Wasser- und Windkraftwerken.

Daten zu den CO₂-Emissionen pro kWh Wesertal-Stroms von 1990 liegen nicht vor. Für 1995 berechnete [E&U 1977] die mittleren CO₂-Emissionen des von allen INTERARGEM Kraftwerken erzeugten Stroms mit 298 g/kWh auf Grundlage des Kohlenstoffgehalts der eingesetzten Brennstoffe, also ohne vorgelagerte Prozesskette. Erhöht man diesen Wert um einen Faktor von 14,5

CO₂-Emissionsfaktoren

	Energieart	1990 g/kWh	2006 g/kWh
Strom + Heizung	Erdgas ohne Autogas	251,9	251,9
	Heizöl	320,7	320,7
	Fernwärme (1)	0,0	0,0
	Flüssiggas	277,4	277,4
	Strom StW	341,0	325,6
	Strom anderer EVU	0,0	550,0
	Eigenstromnutzungen	300,0	300,0
	Steinkohle	426,4	426,4
	Braunkohle	387,9	387,9
Regenerativ	Brennholz	371,1	371,1
	Holz-Industrie-Feuerungen	371,1	371,1
	Deponiegas	565,6	565,6
	Klärgas	565,6	565,6
ÖPNV	ÖPNV Busse Diesel	313,6	313,6
	ÖPNV Bahn Diesel	278,5	278,5
	ÖPNV Bahn Strom	556,3	556,3
Mobilität	Diesel Sonst.KFZ	313,6	313,6
	Ottokraftstoff	330,1	330,1
	Auto-Flüssiggas	277,4	277,4
	Auto-Erdgas	255,5	255,5
	Kerosin	253,7	253,7

⁴ Gemeinschaftsunternehmen der damaligen Wesertal GmbH, der damaligen EMR GmbH, der Stadtwerke Bielefeld GmbH zum Betrieb von Kraftwerken.

%, wie er in [GEMIS] zwischen direkt emittiertem CO₂ bei der Verbrennung von Steinkohle und dem CO₂-Äquivalent für die vorgelagerte Prozesskette jeweils zusätzlicher CO₂-Äquivalenten berechnet ist, ergibt sich für den damaligen INTERARGEM-Strommix ein CO₂-Emissionsfaktor von 341 g/kWh. Dieser Wert wurde hier für den Detmolder Strommix in 1990 eingerechnet. Bei dieser Methode wird der tatsächlich physikalisch nächstliegende bzw. relevante Mix aus Erzeugungsanlagen einbezogen; alternativ könnte man auch einen CO₂-Faktor für den bundesdeutschen Kraftwerksmix verwenden, der hier höher läge.

Das Detmolder Stromaufkommen in 2006 ergibt sich zu etwa 90 % aus Strombezug vom Vorlieferanten E.ON Westfalen-Weser GmbH sowie aus inzwischen etwa 10 % aus Stromerzeugung innerhalb Detmolds. Die Zahl der Erzeugungsanlagen in Detmold hat sich stark erhöht, ihre Gesamtleistung beträgt 2006 ca. 12.500 kW, ihre jährlich ins öffentliche Netz eingespeiste Strommenge ca. 32 Mio. kWh (davon stadtwerke-eigene Anlagen: 23 Mio. kWh), die von Drittbetreibern zusätzlich erzeugten aber selbst genutzten Strommengen sind nicht bekannt, werden aber insgesamt eher als gering eingeschätzt.

Die CO₂-Emissionen aus dem Detmolder Stromverbrauch in 2006 ergeben sich aus dem 2006 realisierten Energiemix der Stadtwerke Detmold GmbH, der sich aus dem von E.ON bezogenen und dem selbsterzeugten Strom sowie dem von Dritten eingespeisten Strom ergibt. Durchgeleiteter Strom Dritter (8,8 % des Gesamtstroms) ist dabei nicht berücksichtigt. Nach Angabe der Stadtwerke und Rechenweise des Stromkennzeichnungsgesetzes setzte sich der Detmolder Energiemix 2006 aus 37,54 % Kernkraft, 35,88 % fossilen und sonstigen Energieträgern, 9,64 % Eigenerzeugung mittels Kraftwärmekopplung⁵ sowie 16,18 % erneuerbaren Energien⁶ zusammen. Damit sind laut [StW 2008b] 325,6 g/kWh CO₂-Emissionen und 0,0008 g/kWh radioaktiver Abfall verbunden.

Neben dem Strombezug von Wesertal bzw. E.ON gab es schon 1990 mehrere Stromerzeugungsanlagen im Stadtgebiet Detmolds aus KWK oder aus regenerativen Energien mit oder ohne Einspeisung ins öffentliche Netz. Ihre Zahl und Leistung hat bis 2006 deutlich zugenommen und nimmt absehbar weiter stark zu. So gab es z.B. im Kreishaus schon seit 1981 ein Erdgas-BHKW mit 616 kWel, im Aqualip seit 1989 ein Erdgas-BHKW mit 1100 kWel, in der Hochschule für Musik ein Erdgas-BHKW mit 100 kWel, auf der Deponie Hellsiek ein Deponiegas-BHKW mit ca. 600 kWel, in der Kläranlage ein Klärgas-BHKW mit ca. 150 kWel, bei einem Glasverarbeiter ein Diesel-BHKW mit ca. 60 kWel, eine Windkraftanlage auf dem Asenberg mit 50 kWel und mehrere Klein-BHKW. Die gesamte installierte Leistung dürfte 1990 (ohne Notstromanlagen) bereits 3.000 kW und die Stromerzeugung um 10 Mio. kWh/a betragen haben, was 3,5 % des damaligen Stromaufkommens entsprach. Da von diesen Anlagen keine Emissionsfaktoren vorliegen, wird dieser Aufkommensanteil bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen aus dem Detmolder Stromverbrauch in 1990 vernachlässigt.

Neu zugebaut wurden an Erzeugungsanlagen in Detmold seit 1990 laut [StW 2007a] vor allem das Heizkraftwerk Wotanstraße mit 6.050 kWel Leistung, aus welchem etwa 1/3 des in Detmold in 2006 selbst erzeugten Strom stammt, ca. 10 weitere mittelgroße BHKW-Anlagen in öffentlichen, privaten und gewerblichen Objekten sowie einige kleinere private BHKW. Insgesamt werden von den Stadtwerken aktuell an 18 Standorten 28 Anlagen mit etwa 8.000 kW(el) betrieben. Bei den regenerativen Erzeugungsanlagen wurden nach 1990 insgesamt 202 Photovoltaikanlagen mit zusammen 1.426 kWel errichtet, weiterhin eine große Windkraftanlage mit 1.500 kWel, sowie zwei Biogasanlagen und eine Rapsölanlage mit zusammen 555 kWel.

⁵ Bezogen auf rund 280 Mio. kWh selbst verkauften Strom ohne Durchleitungsstrom

⁶ incl. dem Anteil der regenerativen Energien vom Vorlieferanten

Einige Stromerzeugungsanlagen im Stadtgebiet mussten aber auch Einbußen hinnehmen. So wurde das BHKW im Kreishaus im Rahmen nötiger Modernisierung trotz neuer Fernwärmeverbindung mit dem Schulzentrum verkleinert, weil das um 1980 noch geplant gewesene Nahwärmnetz für den gesamten Hiddeser Berg nicht zustande kam und bis heute nur das Kreishaus, der Schulkomplex und zwei weitere Gewerbeobjekte angeschlossen sind. Die Stromgewinnung aus der Deponiegasnutzung in Hellsiek geht seit etwa 2000 wegen des allgemeinen Rückgangs der Methangasbildung mit Schwankungen zurück und wird in den nächsten Jahren weiter zurückgehen. Die Klärgasnutzung auf der Kläranlage wird absehbar konstant bleiben. Näheres siehe in den Kapitel zu den einzelnen Energien.

Die der Detmolder Stromerzeugung heute zuzurechnenden CO₂-Emissionen aus Stromerzeugungsanlagen Dritter sind nicht bekannt. Insoweit sie Gas oder Dieselöl als Einsatzenergie nutzen, sind ihre CO₂-Emissionen beim Detmolder Gas- bzw. Ölverbrauch berücksichtigt. Der Zuwachs an Strom aus Biogas und aus Rapsöl in 2006 gegenüber 1990 wird durch die rückläufige Deponiegasmenge im selben Zeitraum etwa kompensiert. Die Klärgasmengen sind weitgehend unverändert. Für die Betrachtung der CO₂-Entwicklung aus dem Detmolder Stromsektor zwischen 1990 und 2006 können die Emissionen der restlichen Erzeugungsanlagen in Detmold daher auch noch vernachlässigt werden.

Die Zunahme des Stromverbrauchs in Detmold von etwa 9 % zwischen 1990 und 2006 war insofern durch Umstellung des Strommixes trotz Zunahme der aus KWK stammenden und der regenerativen Stromerzeugung wegen gleichzeitigem Rückgang des Kernkraft-Anteils (früher über 50 %, jetzt nur noch 37,54 %) mit einer Zunahme der CO₂-Emissionen von 10,6 % verbunden. Diese Zunahme träte in fast gleicher Höhe auch auf, wenn statt der individuellen CO₂-Emissionsfaktoren für den Strombezug in 1990 und 2006 ein bundesdeutscher Mittelwert von z.B. 550 g/kWh angesetzt würde.

Schwieriger bewertbar sind die CO₂ Emissionen aus der Verfeuerung, anaeroben Vergärung oder anderweitigen Oxidation oder Verrottung von Biomassen. In Detmold werden Brennholz, Deponiegas, Klärgas, Abfallholz aus der Holz verarbeitenden Industrie sowie zunehmend auch Biogas aus landwirtschaftlicher Herkunft energetisch genutzt. Bei klimapolitischen Fragestellungen wird für die energetische Nutzung solcher Biomassen heute in der Regel angenommen, dass hier keine CO₂-Emissionen anzurechnen sind, da die tatsächliche Emission von CO₂ bei ihrer Verbrennung sich mit der CO₂-Reduktion zu Kohlenstoff und Sauerstoff bei der Photosynthese während der Wachstumsphase der Bäume oder anderen Biomassen ausgleiche. Dies ist z.B. allerdings nur solange zutreffend, wie durch nachhaltige Land- und Forstwirtschaft kein substanzverzehrender Rückbau an Wäldern oder anderen Energiepflanzen-Kulturen erfolgt und solange keine großen Transport- und Verarbeitungsenergien für Biomasse-Brennstoffe hinzurechnen sind. Für lokale Fragestellungen ist auch die potentielle Disbalance zwischen lokalem Biomasse-Wachstum und lokaler energetischer Biomasse-Nutzung zu beachten. Dazu lagen allerdings keine belastbaren Daten vor.

Neben den CO₂-Massenströmen aus Biomasse-Verfeuerung sind für lokale energiepolitische Fragestellungen auch deren andere Emissionen zu beachten. Die oft sehr hohe lokale Immissionsbelastung aus Biomasse-Verbrennung setzt nämlich in der Regel viel früher Anwendungsgrenzen, als ihre CO₂-Relevanz. Ihre rechnerische CO₂-„Freiheit“ stellt daher keinen ökologischen Freibrief für beliebiges Wachstum in diesem Sektor dar. In dieser Untersuchung wurde hierzu keine Abwägungsentscheidung vorweg genommen. Die tatsächlichen CO₂-Emissionen der energetischen Biomasse-Nutzung wurden in ihrer tatsächlichen Emissionshöhe ermittelt (und nicht auf Null gesetzt) und sind in einem separaten Ergebnisblock ausgewiesen, sodass man sie je nach Abwägungsziel einbeziehen oder auch nicht einbeziehen kann.

5. Ergebnisse

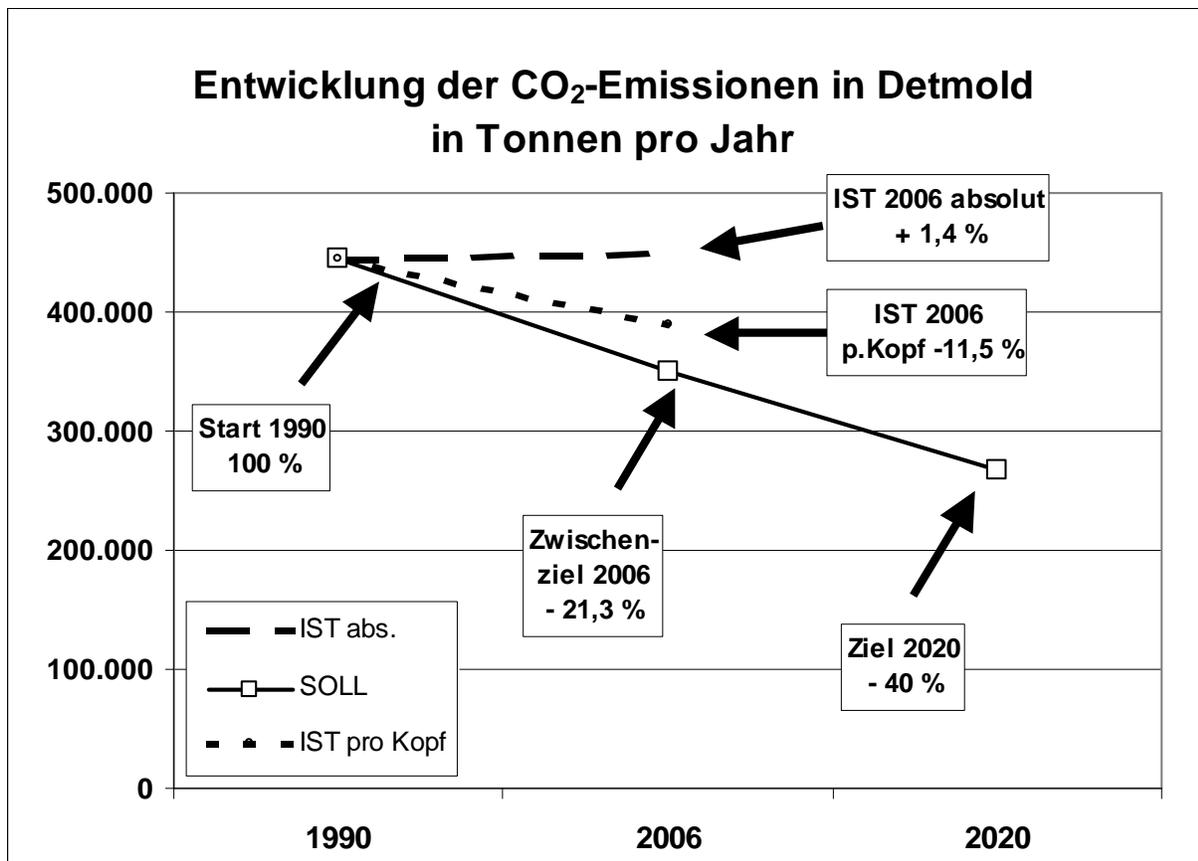
5.1. Entwicklung der CO₂-Emissionen in Detmold

Wenn die CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2020 linear um 40 % reduziert werden sollen, müsste in dem Teilzeitraum von 1990 bis 2006 schon eine anteilige Reduzierung von 21,3 % des Ausgangswertes (SOLL) erreicht werden. Die folgende Tabelle und Grafik zeigen die Ergebnisse der Entwicklung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen in Detmold

Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in Detmold 1990 - 2006

	Endenergieverbrauch		CO ₂ -Emissionen		Veränderung 1990-2006	
	1990 kWh	2006 kWh	1990 Tonnen	2006 Tonnen	%	Tonnen
Erdgas incl. FW ohne Autogas	569.890.883	623.999.546	143.556	157.185	9,5%	13.630
Heizöl	185.481.336	146.332.344	59.484	46.929	-21,1%	-12.555
Fernwärme (ohne Anrechnung)	(4.514.000)	(49.874.202)	0	0	-----	0
Flüssiggas	9.667.000	4.600.000	2.682	1.276	-52,4%	-1.406
Strom StW	280.000.000	278.476.235	95.480	90.672	-5,0%	-4.808
Strom anderer EVU	0	27.000.000	0	14.850	-----	14.850
Eigenstromnutzungen	1.450.000	1.950.000	435	585	34,5%	150
Steinkohle	12.634.500	2.552.169	5.387	1.088	-79,8%	-4.299
Braunkohle	2.725.500	528.747	1.057	205	-80,6%	-852
Brennholz	5.250.000	10.500.000	1.948	3.897	100,0%	1.948
Holz-Industrie-Feuerungen	31.454.021	17.296.381	11.674	6.419	-45,0%	-5.254
Deponiegas	13.500.000	7.963.020	7.635	4.504	-41,0%	-3.132
Klärgas	3.600.000	3.600.000	2.036	2.036	0,0%	0
ÖPNV Busse Diesel	6.487.566	9.722.512	2.035	3.049	49,9%	1.014
ÖPNV Bahn Diesel	1.517.973	1.509.106	423	420	-0,6%	-2
ÖPNV Bahn Strom	870.547	504.853	484	281	-42,0%	-203
Diesel Sonst.KFZ	88.728.922	142.381.188	27.825	44.651	60,5%	16.825
Ottokraftstoff	263.735.244	168.027.057	87.059	55.466	-36,3%	-31.593
Auto-Flüssiggas	754.283	1.441.672	209	400	91,1%	191
Auto-Erdgas	0	1.464.776	0	374	-----	374
Kerosin	101.550.944	203.621.223	17.884	32.583	82,2%	14.699
Gesamt incl. Biomassen	1.579.298.718	1.653.470.828	467.293	466.871	-0,1%	-422
Gesamt ohne Biomassen	1.525.494.697	1.614.111.427	444.000	450.015	1,4%	6.015
pro Kopf (real) incl. Biom.	24.249	21.590	7,17	6,10	-15,0%	-0,01
pro Kopf (real) ohne Biom.	23.423	21.076	6,82	5,88	-13,8%	0,08
pro Kopf (berein.) incl. Biom.	24.249	22.173	7,17	6,26	-12,7%	0,00
pro Kopf (berein.) ohne Biom.	23.423	21.645	6,82	6,03	-11,5%	0,00

NEI 2008



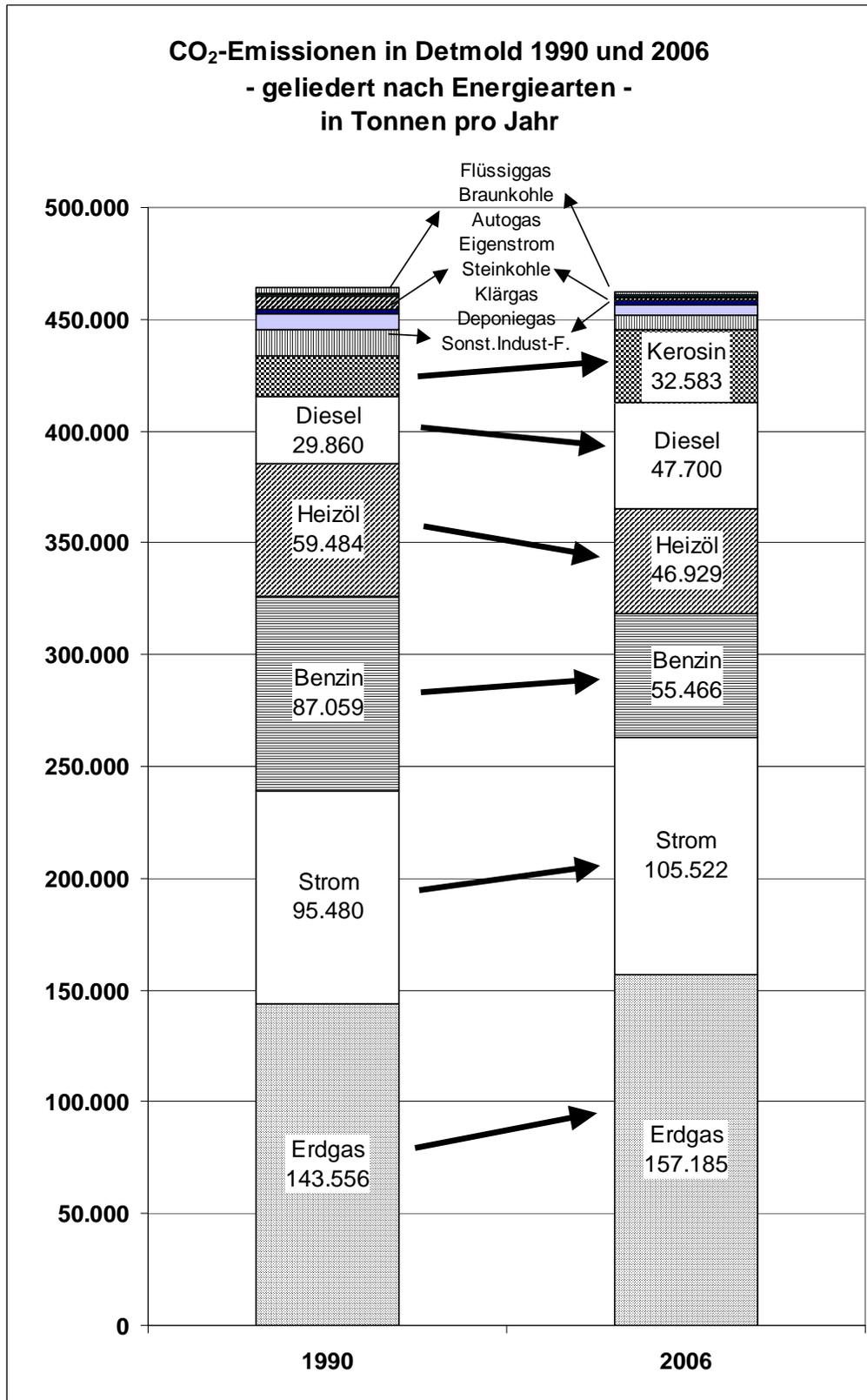
Ausweislich der hier erhobenen Daten und Annahmen haben sich zwischen 1990 und 2006 die **absoluten CO₂-Emissionen in Detmold um 1,4 % erhöht bzw. um 0,1 % verringert**, je nachdem, ob man die Emissionen aus verbrannten oder vergärten Biomassen ausklammert oder einbezieht⁷.

Im selben Zeitraum hat sich allerdings auch die Bevölkerung Detmolds um 18 % von 65.128 auf 76.586 Einwohner (ohne Nebenwohnsitze) erhöht. Berechnet man die Veränderung der **Emissionen pro Einwohner**, so wurde eine Verringerung der CO₂-Emissionen pro Kopf von 15 % (incl. Biomassen) bzw. von 13,8 % (ohne Biomassen) erreicht. Die globale Zielvorgabe bezieht sich aber nicht auf pro-Kopf-Werte sondern auf die deutsche Gesamtemission. Der allgemeine Anstieg der Bevölkerung Deutschlands um 3 % von 79,7 auf 82,3 Mio. Einwohner zwischen 1990 und 2006 darf daher bei der Berechnung des Einspareffekts pro Kopf nicht einbezogen werden. Einbezogen werden dürfen für regionale Betrachtungen nur deren Migrationsgewinne durch Zuzug von Menschen aus anderen Teilen Deutschlands. Von den real 18 % Bevölkerungszuwachs in Detmold zwischen 190 und 2006 sind daher nur 14,5 % als Migrationsgewinn für die pro-Kopf-Emissionen anrechenbar. Migrationsbereinigte wurde aber immerhin eine **Reduzierung der pro Kopf- Emissionen an CO₂ von 11,5 %** bzw. 12,7 % mit/ohne Biomassen erreicht. Dies ist immerhin etwa eine halbe Erreichung des Klimaschutz-Zwischenziels für 2006.

Das Zwischenziel einer Verringerung der CO₂-Emissionen um 21,3 % zwischen 1990 und 2006 dennoch weit verfehlt. Um das Ziel einer 40 % Reduktion der CO₂-Emissionen in Detmold bis 2020 zu erreichen, sind deutlich erhöhte Anstrengungen erforderlich.

⁷ Zur Anrechenbarkeit und klimapolitischen Würdigung von CO₂-Emissionen aus nachwachsenden Biomassen vgl. Kapitel 2.

Die Änderung der Zusammensetzung der CO₂-Emissionen in Detmold in 1990 und 2006 zeigt die folgende Grafik:



Die größten CO₂-Emissionen entstanden in 2006 durch den gestiegenen Gasverbrauch, den gestiegenen Stromverbrauch, den gesunkenen Kraftstoffverbrauch des Straßenverkehrs ohne ÖPNV, den gesunkenen Heizölverbrauch und den stark gestiegenen Kerosinverbrauch durch Flugreisen. Der ebenfalls stark gestiegene Fernwärmeverbrauch ist hier nur zur Information ausgewiesen, emissionsseitig ist er bei seinen eingesetzten Brennstoffen angerechnet.

5.2. Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung

Die Zielvorgabe einer Erhöhung des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) an der Stromerzeugung bis 2020 auf 25 % der Stromproduktion würde bei linearem Verlauf einem Reduktions-Teilziel bis zum Jahr 2006 von 13,3 % entsprechen.

Der maßgebliche KWK-Anteil setzt sich zusammen aus dem KWK-Anteil im von E.ON an die Stadtwerke gelieferten Strom, dem von den Stadtwerken selbst in KWK erzeugten Strom und aus dem von Dritten in Detmold in KWK erzeugten Strom.

Sicher bekannt ist der von den Stadtwerken in KWK selbst erzeugte Strom, der laut Geschäftsbericht in 2006 mit 23,1 Mio. kWh bereits 9,64 % des von den Stadtwerken selbst verkauften Stroms ausmachen soll⁸. Bezogen auf den insgesamt in Detmold verbrauchten Strom von rund 305 Mio. kWh wären es nur 7,6 %. Der aktuelle Anteil des KWK-Stroms aus dem E.ON-Strombezug der Stadtwerke ist angefragt, liegt aber noch nicht vor. Nimmt man vorsichtig an, dass darin im Jahr 2006 ein KWK-Anteil von 4 % erhalten ist und rechnet man diesen dem Detmolder Strommix zu, wäre dieses Ziel bereits weitgehend erreicht.

5.3. Entwicklung der regenerativen Energien an der Stromerzeugung

Die Zielvorgabe einer Erhöhung des Anteils der regenerativen Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 25-30 % der Stromproduktion würde bei linearem Verlauf einem Reduktions-Teilziel bis zum Jahr 2006 von 13,3 - 16,0 % entsprechen.

Der derzeitige Anteil des regenerativ erzeugten Stroms am Stromverkauf der Stadtwerke Detmold beträgt bereits ausweislich der Deklaration der Stadtwerke für die Stromkennzeichnung in 2006 16,8 %. Darin sind etwa 3,4 % in Detmold regenerativ erzeugter Strom enthalten sowie etwa 13,4 % regenerativem Anteil aus dem Strombezug des Vorlieferanten. Bezieht man beide Teilmengen ein, ist dieses Zwischenziel also 2006 schon erreicht. Der in Detmold erzeugte Anteil regenerativen Stroms wird in den nächsten Jahren etwa auf den dreifachen Wert steigen (vgl. Kap. 3.10).

5.4. Entwicklung der regenerativen Energien am Wärmemarkt

Zielvorgabe ist hier, dass die in Detmold genutzte Wärmeenergie im Jahr 2020 zu 14 % aus regenerativen Energien versorgt werden soll.

Der Wärmemarkt in Detmold umfasst die lokale Nutzenergienachfrage nach Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme. Für diese Nutzwärmemengen gibt es keine echten Datenquel-

⁸ Die KWK-Erzeugung von 23,1 Mio. kWh Eigenerzeugung in 2006 macht bezogen auf ca. 281 Mio. kWh Gesamtstrommenge (ohne Eigenerzeugung, Durchleitung und Fremdnetze rechnerisch 8,2 % aus.

len, da fast nirgends die verbrauchte Wärme gemessen wird⁹. Statistisch erfasst sind nur die zur technischen Rest-Wärmeerzeugung kommerziell gehandelten Endenergien (Gas, Öl, Strom, Holz...). Der Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung umfasst allerdings auch diejenigen Mengen umfasst, die bei der technischen Erzeugung von Nutzwärme als Verluste anfallen (z.B. Abgas-, Abstrahlungs- und Verteilverluste von Heiz- und Warmwasseranlagen oder Fernwärmeleitungen. Der eigentliche Wärmebedarf ist deshalb i.d.R. deutlich geringer, als der zu seiner Befriedigung eingesetzte Endenergie- oder Brennstoffbedarf

Auch ist die Abgrenzung, welche Energien bei einer solchen Fragestellung einzubeziehen sind, recht willkürlich. So werden relevante regenerative Wärmequellen wie die passive und aktive thermische Solarenergienutzung für Raumwärme und Warmwasser sowie Abwärmenutzungen einschließlich Wärmerückgewinnungen i.d.R. auch weder gemessen noch statistisch einbezogen. Bei Häusern mit sehr gutem Wärmeschutzstandard (Passivhaus) deckt aber z.B. die passive Sonnenenergienutzung durch Südfenster den Großteil des gesamten Heizwärmebedarfs. Bei Häusern mit schlechtem Wärmeschutzstand (Altbau 1970) sind es immerhin 15-30 %. Dem gegenüber sind die Erträge aktiver solarer Systeme eher unbedeutend.

Schiene übrigens gar keine Sonne, wäre es in Detmold -273°C kalt und es gäbe hier weder Leben noch Holz, Öl oder Erdgas. Die übliche Beschränkung der Einbeziehung der Sonnenenergie auf die aktiven Solarsysteme (Kollektoren und Solarzellen), ist daher grundsätzlich eigentlich falsch, auch wenn sie das einzig messbare zu sein scheint und im folgenden daher auch nur so angewandt werden kann.

Die Höhe des Wärmebedarfs in Detmold und die Höhe der regenerativen Energien an seiner Befriedigung kann daher im Folgenden nur recht grob abgeschätzt werden. Die einzelnen Wärmeströme und die zu ihnen jeweils getroffenen Annahmen sind:

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Der gesamt Erdgasverbrauch außer dem Anteil, der in BHKW zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung verwandt wird, wird dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Dies sind in 2006 539 Mio. kWh. Der mittlere Umwandlungswirkungsgrad Gas=> Wärme wird mit 80% angenommen. Als erzeugte Wärme verbleiben | 431 Mio. kWh |
| 2. Die für BHKW eingesetzte Gasmenge der Stadtwerke von 85 Mio. kWh wird mit 60 % dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Die Verluste zwischen Erzeugung und Nutzwärme werden mit 20% angenommen. Als erzeugte Wärme verbleiben | 40 Mio. kWh |
| 3. Der gesamte Heizölverbrauch incl. dem Anteil der Fernwärme wird dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Dies sind in 2006 137 Mio. kWh. Der mittlere jährliche Umwandlungswirkungsgrad HEL in Wärme (Heizwärme und Warmwasser!) wird mit 70% angenommen. Als erzeugte Wärme verbleiben | 96 Mio. kWh |
| 4. Der gesamte Brennholzverbrauch wird dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Dies sind in 2006 27,8 Mio. kWh. Der mittlere jährliche Umwandlungswirkungsgrad Holz in Wärme (Heizwärme und Warmwasser!) wird mit 70% angenommen. Als regenerativ erzeugte Wärme verbleiben | 19 Mio. kWh |
| 5. Der gesamte Heizstromverbrauch wird dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Dies sind in 2006 ca. 15 Mio. kWh. Davon wird angenommen, dass 90 % = 13,5 Mio. kWh in elektrische Speicher- oder Direktheizungen fließt, die 10 % Speicher- und Regelverluste haben. Als erzeugte Wärme | |

⁹ Ausnahmen sind die Fernwärmelieferung, die Heizstromlieferung und die Heizkostenabrechnungen

verbleiben hiervon 12 Mio. kWh. Da der Detmolder Strom zu 16,8 % aus regenerativer Energie stammt, entfallen davon

- 16,8 % auf **regenerative** Wärme, entsprechend **2 Mio. kWh**
- 73,2 % auf nicht regenerative Wärme, entsprechend 8,9 Mio. kWh

Von den restlichen 10 % bzw. 1,35 Mio. kWh Heizstrom wird angenommen, dass sie Wärmepumpen antrieben, die hieraus 2,5-fach mehr Nutzwärme erzeugen, also 3,4 Mio. kWh Wärme. Davon sind

- aus **regenerativer** Umgebungswärme (3,4 - 1,35) **2 Mio. kWh**
- aus **regenerativem** Strom ($0,168 \cdot 1,35$) **0,2 Mio. MWh**
- aus nicht regenerativem Strom (1,35 - 0,2) 1,1 Mio. kWh

6. Vom sonstigen Stromverbrauch aller Verbraucher (Privathaushalte, Gewerbe und Industrie) wird angenommen, dass er zu 25 % der Erzeugung von Wärme für Brauchwasser, Heizung oder Prozesswärme dient; in diesem Wert ist auch die tatsächlich als Heizwirkung genutzte Abwärme von anderen Stromanwendungen (z.B. Licht, Geräte) einbezogen. Die Strommenge beträgt $0,25 \cdot 290 \text{ Mio.} = 72,5 \text{ Mio. kWh}$, davon entfallen
 - 16,8 % auf **regenerativ** erzeugte Stromwärme, entsprechend **12,2 Mio. kWh**
 - 73,2 % auf nicht regenerativ erzeugte Stromwärme, entsprechend 53,1 Mio. kWh
 7. Der gesamte Kohleverbrauch wird dem Zweck Wärmeerzeugung zugeordnet. Dies sind in 2006 3 Mio. kWh. Der mittlere jährliche Umwandlungswirkungsgrad Kohle in Wärme (Heizwärme und Warmwasser!) wird mit 70% angenommen. Als erzeugte Wärme verbleiben 2,1 Mio. kWh
 8. Das Klärgas der Detmolder Kläranlage wird im BHKW außer zu Strom auch zu Nutzwärme umgewandelt, mit dem der Faulturm und das Betriebsgebäude beheizt werden. Dem Wärmemarkt werden vom Gesamtaufkommen von 3,6 Mio kWh 55 % zugerechnet, bei dessen Nutzung 15 % Verlust anfallen. Als erzeugte **regenerative** Wärme verbleiben **1,7 Mio. kWh**
 9. Die Zahl der in Detmold vorhandenen thermischen Solaranlagen zur Brauchwassererzeugung wird auf 800 Anlagen mit im Mittel 6 m² Kollektorfläche geschätzt, also auf 4.800 m² Gesamtfläche. Der mittlere nutzbare Jahresertrag wird mit 300 kWh/m²*a angenommen. Als **regenerativ** erzeugte Wärme verbleiben **1,4 Mio kWh**
 10. Die beiden großen Solaranlagen im Freibad Berlebeck und Schwarzenbrink erzeugen jährlich etwa an **regenerativer** Nutzwärme **0,2 Mio. kWh**
-
11. Als Summen ergibt sich eine Nutzwärmenachfrage von insgesamt 670,9 Mio. kWh
und ein regenerativer Anteil von **38,7 Mio. kWh**
entsprechend **5,77 %**

Dieser Anteil wird durch den Zubau von Windkraftanlagen und die damit verbundene Erhöhung des regenerativen Anteils der Detmolder Stromerzeugung sowie durch den Bau des Holzheizwerks der Stadtwerke absehbar weiter steigen.

6. Datenquellen und inhaltliche Unterstützung

Destatis 2008a Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Verkehr - Luftverkehr auf ausgewählten Flughäfen 2007, Fachserie 8, Reihe 6.1, Tab. 4.1 und 4.2

EEG Das sog "Erneuerbare Energien Gesetz" von 2000, derzeit gültig geänderte Version von 2004. Die nächste angekündigte Novellierung soll 2009 kommen.

Fichtner 1988 "Energieversorgungskonzept für die Stadt Detmold", Endbericht; erarbeitet von Fichtner, Beratende Ingenieure, Stuttgart, Nov. 1988

KBA-2007 - Kraftfahrt-Bundesamt (Hrsg.): Fahrzeug-Zulassungen, Außerbetriebsetzungen nach Emissionen und Kraftstoffen im Jahr 2007.

KBA-2008 - Kraftfahrt-Bundesamt (Hrsg.): Fahrzeug-Zulassungen, Bestand nach Emissionen und Kraftstoffen, Stand 1.1.2008

LDS-NRW-2005 Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW (Hrsg.): Energiebilanz und CO2-Bilanz in NRW 2005; Best-Nr. E44 3 2005 00

StW 2007a Tabelle "Öko-Strom-Regio-Lippe" der Stadtwerke Detmold GmbH von ca. 2007 mit Auflistung der wichtigsten 2006 bestanden habenden Stromerzeugungsanlagen in Detmold mit deren Leistung und Einspeisung in das Netz der Stadtwerke Detmold, downloadbar von <http://www.stadtwerke-detmold.de/uploads/download/kwkanlagen2006.pdf>

StW 2008a Datenlieferung der Stadtwerke Detmold GmbH an das NEI zur Entwicklung des Energieverbrauchs in Detmold 1990-2008, nicht veröffentlicht.

StW 2008b Angabe lt. Stadtwerke Detmold in <http://www.stadtwerke-detmold.de/133.html>

Röhrich-Schillen 1992 Wertgutachten zum Stromnetzrückkauf der Stadt Detmold, 1992.

E&U 1977 Perspektiven des Strommarktes im Versorgungsgebiet der INTERARGEM; Untersuchung i.A. des Bezirksverbandes OWL von Bündnis 90/DIE GRÜNEN, erarbeitet vom Energie & Umweltbüro Bielefeld e.V. 1997.

GEMIS Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme, Software des Öko-Instituts Freiburg/Darmstadt (www.gemis.de). Die zitierten Werte stammen aus der Übersichtspublikation "Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten - Kurzbericht im Auftrag des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW)", Autor: Uwe R. Frische, Hrsg. vom Öko-Institut e.V., Darmstadt im August 2007.

NRW-UVO 2008 Internet-Datenbank "NRW Umweltdaten" (www.uvo.nrw.de) des NRW Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; mit Angabe zu Emissionen aller nach BImSchG genehmigungs- und insofern auch publikationspflichtigen größeren Feuerungsanlagen

Wichtige Daten und inhaltliche Unterstützung lieferten weiterhin

- die Stadtwerke Detmold GmbH
- Stellen der Stadtverwaltung Detmolds
- der Mineralölwirtschaftsverband und der Verband der freien Mineralölhändler
- die Westfalen AG, diversen Tankstellen und regionale Brennstoffhändler
- die SVD GmbH, die Deutsche Bahn AG und weitere ÖPNV-Betreiber
- das Kraftfahrtbundesamt und das statistische Bundesamt.

Ihnen allen sei hiermit dafür ganz herzlich gedankt.