



Projektbericht

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs- Vereinbarung: Berichtsjahre 2005-2008

**Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung
der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen
Wirtschaft zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
in Ergänzung der Klimavereinbarung vom 9.11.2000**

Bericht

Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft
und Technologie, des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Bundesverbandes
der Deutschen Industrie

Impressum

Vorstand

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt (Präsident)
Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)
Prof. Dr. Wim Kösters

Verwaltungsrat

Dr. Eberhard Heinke (Vorsitzender);
Dr. Henning Osthues-Albrecht; Dr. Rolf Pohlig; Reinhold Schulte
(stellv. Vorsitzende);
Manfred Breuer; Oliver Burkhard; Dr. Hans Georg Fabritius;
Hans Jürgen Kerkhoff; Dr. Thomas Köster; Dr. Wilhelm Koll;
Prof. Dr. Walter Krämer; Dr. Thomas A. Lange; Reinhard Schulz;
Hermann Rappen; Dr.-Ing. Sandra Scheermesser

Forschungsbeirat

Prof. Michael C. Burda, Ph.D.; Prof. David Card, Ph.D.; Prof. Dr. Clemens Fuest;
Prof. Dr. Justus Haucap; Prof. Dr. Walter Krämer; Prof. Dr. Michael Lechner;
Prof. Dr. Till Requate; Prof. Nina Smith, Ph.D.

Ehrenmitglieder des RWI

Heinrich Frommknecht, Prof. Dr. Paul Klemmer †, Dr. Dietmar Kuhnt

RWI Projektberichte

Herausgeber:
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen
Tel. 0201/81 49-0, Fax 0201/81 49-200, e-mail: rwi@rwi-essen.de
Alle Rechte vorbehalten. Essen 2010
Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt

**Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung: Berichtsjahre 2005-
2008 – Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesre-
publik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Förderung der Kraft-
Wärme-Kopplung in Ergänzung der Klimavereinbarung vom 9.11.2000**

Bericht

Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft
und Technologie, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

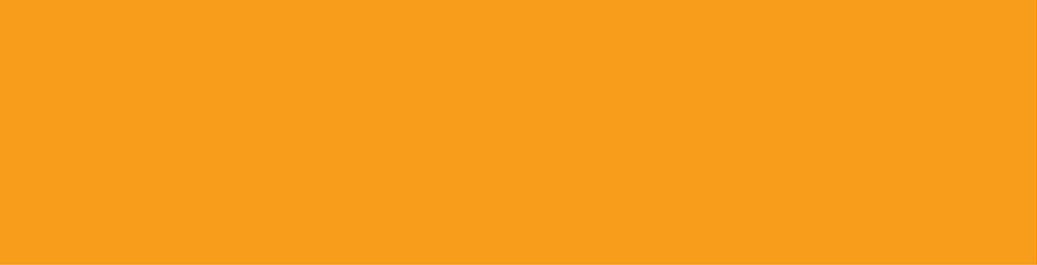
Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs- vereinbarung: Berichtsjahre 2005-2008

Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung
der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen
Wirtschaft zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
in Ergänzung der Klimavereinbarung vom 9.11.2000

Bericht

Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft
und Technologie, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie

Projektteam: Prof. Dr. Manuel Frondel (Projektleiter),
Dr. Peter Grösche, Marianne Halstrick-Schwenk und Nolan Ritter



Inhalt

1	Die KWK-Vereinbarung	4
1.1	Spezifikation der Minderungsmaßnahmen	5
1.2	Überblick über die Emissionsminderungen 2005-2008	6
2	Sonstige Maßnahmen	9
2.1	Modernisierung des Kraftwerksparks	9
2.1.1	Daten	9
2.1.2	Methode	12
2.1.3	Ergebnisse	13
2.1.4	Einzelmaßnahmen der Kraftwerke zur Wirkungsgradsteigerung	19
2.1.5	Fazit.....	23
2.2	Ausbau erneuerbarer Energien	24
2.2.1	Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, Grubengas und biogenen Abfällen	24
2.2.2	Methodischer Ansatz zur Ermittlung der CO ₂ -Minderung.....	26
2.2.3	CO ₂ -Emissionsminderungswirkungen 1998-2008	28
2.3	Forcierter Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik	31
2.3.1	Der forcierte Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik in privaten Haushalten im Bereich Mineralöl.....	31
2.3.2	Im Rahmen der Klimavorsorgevereinbarung angewandte Methode.....	31
2.3.3	Modifikation der Berechnungen für den KWK-Bericht 2005 bis 2008... ..	32
2.3.3	Ergebnisse	35
2.4.	Der forcierte Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik in privaten Haushalten im Bereich Gas.....	38
2.4.1	Im Rahmen der Klimavorsorgevereinbarung angewandte Methode.....	38
2.4.2	Modifikation der Berechnungen für die Betrachtung 1998 bis 2005	40
2.4.3	Ergebnisse	40
2.5	Energieeffizienzkampagnen gemeinsam mit der Elektroindustrie.....	42
2.6	Erdgasfahrzeuge und Brennstoffzelle	44
	Literaturverzeichnis RWI	48
3	Das Monitoring für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung.....	51

RWI Projektbericht

1 Die KWK-Vereinbarung

Im März 1995 wurde zwischen der deutschen Wirtschaft und der Bundesregierung eine Klimavorsorgevereinbarung geschlossen, die im März 1996 und im November 2000 aktualisiert und erweitert wurde. Das RWI überprüft seit 1998 im Rahmen des „CO₂-Monitorings“ laufend den Stand der Emissionsminderungszusagen (RWI 2009).

In Erweiterung der Klimavorsorgevereinbarung des Jahres 2000 unterzeichnete die Bundesregierung zusammen mit den beteiligten Wirtschaftsverbänden BDI, BDEW¹, VKU und VIK die „Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 9.11.2000“ (KWK-Vereinbarung). Darin sind die Ziele für den Erhalt, die Modernisierung und den Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen konkretisiert, die in Summe einen CO₂-Minderungsbeitrag von 10 Mill. t bis zum Jahr 2005 und bis zum Jahr 2010 „möglichst“ 23 Mill. t, mindestens aber 20 Mill. t, erbringen sollen (Tabelle 1.1). Daneben sieht die KWK-Vereinbarung „sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen“ vor. Diese sollen bis 2005 die CO₂-Emissionsvolumina insgesamt um 10 Mill. t und bis 2010 um 25 Mill. t senken.

Referenzjahr für die Minderungszusagen der KWK-Vereinbarung ist das Jahr 1998, d.h. alle erreichten Emissionseinsparungen sind ausgehend von dieser Bezugsbasis zu erreichen. Die KWK-Vereinbarung sieht eine regelmäßige Überprüfung der Umsetzung der Minderungszusagen vor, welche in direkter Verbindung zum Monitoring der Klimaschutzvereinbarung aus dem November 2000 stehen soll. Mit dem Monitoring der KWK-Vereinbarung wurde ebenfalls das RWI betraut.

¹ Seit Juni 2007 ist der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) Rechtsnachfolger der unterzeichnenden Verbände „Verband der Elektrizitätswirtschaft“ (VDEW), „Verband der Verbundunternehmen und Regionalen Energieversorger in Deutschland“ (VRE) und „Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft“ (BGW).

KWK-Monitoring 2005-2008

Tabelle 1.1
Emissionsminderungsziele in der KWK-Vereinbarung

	Ziel 2010
„KWK, Nah- und Fernwärme, BHKW und Brennstoffzellen“	„Möglichst“ 23 Mill. t CO ₂ Mindestens 20 Mill. t CO ₂
„sonstige CO ₂ -Minderungsmaßnahmen“	25 Mill. t CO ₂

Quelle: KWK-Vereinbarung

1.1 Spezifikation der Minderungsmaßnahmen

Die KWK-Vereinbarung spezifiziert die umzusetzenden Minderungsmaßnahmen im Hinblick auf Ausbau und Modernisierung der Kraft-Wärme-Kopplung und der sonstigen Maßnahmen in zwei getrennten Anlagen. Die Anlage „KWK, Nah- und Fernwärme, BHKW und Brennstoffzellen“ konkretisiert die Aktivitäten im Hinblick auf den Ausbau der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung („Kraft-Wärme-Kopplung“). Konkret werden in dieser Anlage folgende Maßnahmen genannt:

- Planung, Errichtung und Betrieb neuer KWK-Anlagen (Zubau),
- Erneuerung bestehender KWK-Anlagen (Modernisierung),
- Förderung von Blockheizkraftwerken bis zu 2 MW_{el} und Brennstoffzellen,
- Erhöhte Wärmeabgabe in Nah- und Fernwärmenetze.

Für die Umsetzung dieser Maßnahmen und die Erreichung der damit verbundenen Ziele zeichnen die Stromwirtschaft der allgemeinen Elektrizitätsversorgung und die industrielle Kraftwirtschaft verantwortlich. Mit dem begleitenden Monitoring der Maßnahmen der gekoppelten Erzeugung hat das RWI das Öko-Institut beauftragt, das am 2. Juli 2010 den Bericht für die Jahre 2005 bis 2008 vorgelegt hat. Der Bericht des Öko-Instituts (2010) ist dem vorliegenden Bericht beigelegt.

Die „sonstigen CO₂-Minderungsmaßnahmen“ sind in einer weiteren Anlage zur KWK-Vereinbarung konkretisiert. Dazu gehören:

- die Modernisierung des Kraftwerksparks,
- der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Energien,
- der forcierte Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik,
- die Durchführung von Energieeffizienzkampagnen sowie
- Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen zur Entwicklung von Fahrzeugen mit Erdgas- und Brennstoffzellenantrieb.

Die Stromwirtschaft hat sich zur Modernisierung des Kraftwerksparks, dem beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien im Verantwortungsbereich der

RWI Projektbericht

allgemeinen Elektrizitätsversorgung und zur Durchführung von Energieeffizienz-kampagnen verpflichtet. Die Maßnahmen zur Verbesserung der Heizungs- und Warmwassertechnik obliegen der Gas- bzw. der Mineralölwirtschaft. Die Quantifizierung und Überprüfung der CO₂-Emissionseinsparungen durch die sonstigen CO₂-Minderungsmaßnahmen sind in den Abschnitten 2.1 bis 2.6 detailliert dargestellt. Zuvor wird im folgenden Abschnitt ein Überblick über die Emissionsminderungen gegeben, die durch die Aktivitäten im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung und die sonstigen Maßnahmen insgesamt erreicht wurden.

1.2 Überblick über die Emissionsminderungen 2005-2008

Die im Rahmen der KWK-Vereinbarung durchgeführten Maßnahmen haben zu einer beträchtlichen Vermeidung von Emissionen geführt, die sich jedoch nur zum Teil in einem tatsächlichen Rückgang der Emissionen zeigt: Im Gegensatz zu den effektiven bzw. tatsächlichen Emissionen stellen die vermiedenen Emissionen die Differenz zwischen jenem CO₂-Ausstoß dar, der sich ohne Durchführung einer Maßnahme ergeben hätte, und denjenigen Emissionen, die sich bei Durchführung der Maßnahme einstellen.

So wurde zur Bewertung des Ausbaus und der Modernisierung der Kraft-Wärme-Kopplung ein Verfahren herangezogen, das die Entwicklung der *effektiven* CO₂-Emissionen bei der gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme einer hypothetischen ungekoppelten Erzeugung gegenüberstellt. Aus der Differenz resultieren die durch KWK-Anlagen *vermiedenen* CO₂-Emissionen (Öko-Institut 2010). Die so vermiedenen Emissionen wären angefallen, falls Kraft und Wärme anstatt durch KWK in ungekoppelter Weise bereit gestellt worden wären.

Auch bei den „sonstigen CO₂-Minderungsmaßnahmen“, wie der Modernisierung des Kraftwerksparks, werden den tatsächlichen Emissionen der hier erfassten Kraftwerke die durch die Modernisierung vermiedenen gegenübergestellt (Tabelle 1.2). Letztere berechnen sich als Differenz des tatsächlichen CO₂-Ausstoßes und derjenigen Emissionen, die sich bei Beibehaltung des Kraftwerksparks von 1998 ergeben hätten.

In den durch die KWK-Vereinbarung betroffenen Bereichen konnte eine tatsächliche CO₂-Reduktion um insgesamt 16,3 Mill. t zwischen 1998 und 2008 verifiziert werden (Tabelle 1.2). Dazu beigetragen hat die KWK-Nutzung, die in diesem Zeitraum zu einer Emissionsminderung von etwa 0,8 Mill. t führte. Zu dieser Minderung hat vorwiegend die KWK-Nutzung in der Industriellen Kraftwirtschaft beigetragen. Im Gegensatz dazu ergab sich in der Allgemeinen Elektrizitätsversorgung bei der Kraft-Wärme-Kopplung ein Anstieg der Emissionen um 8,6 Mill. t. Dies ist vor allem auf die deutliche Zunahme der KWK-Nutzung in diesem Bereich zurückzuführen.

KWK-Monitoring 2005-2008

Die industrielle Kraftwirtschaft sowie die in der Statistik nicht erfassten, aber durch eine eigens durchgeführte Erhebung ermittelten Blockheizkraftwerke (BHKW) konnten ihre aus der KWK-Nutzung resultierenden Emissionen dagegen um 8,4 bzw. 1 Mill. t senken. In der industriellen Kraftwirtschaft war dies nicht zuletzt ein Ergebnis des Contractings.

Tabelle 1.2
Vermiedene Emissionen und tatsächliche Emissionsminderungen gegenüber 1998
in Mill. t

	Tatsächliche Emissionsminderung 2005	Vermiedene Emissionen 2005	Tatsächliche Emissionsminderung 2008	Vermiedene Emissionen 2008
Ausbau und Modernisierung KWK				
Allgemeine Energieversorgung	-11,1	9,1 bis 10,8	-8,6	12,0 bis 13,8
Industrielle Kraftwirtschaft	7,9	4,5 bis 4,4	8,4	5,0 bis 4,8
Nicht erfasste BHKW	1,4	-1,4 bis -1,7	1,0	3,5 bis 3,7
Insgesamt	-1,8	12,2 bis 13,5	0,8	20,5 bis 22,3
Sonstige Maßnahmen				
Kraftwerkspark	-2,9	13,0	2,5	14,7
Ausbau erneuerbarer Energien	-	4,9	-	6,4
Verbesserte Heizungs- und Warmwassertechnik	10,6	10,6	12,9	12,9
Mineralöl	4,5	4,5	5,3	5,3
Gas	6,1	6,1	7,6	7,6
Energieeffizienzkampagnen	-	-	-	-
Erdgasfahrzeuge und Brennstoffzellen	0,1	0,1	0,1	0,1
Insgesamt	7,8	28,5	15,5	33,0
Insgesamt KWK-Vereinbarung	5,9	40,7 bis 42,0	16,3	54,6 bis 56,4

Quelle: Öko-Institut (2010) und eigene Berechnungen.

Bei den sonstigen Maßnahmen lassen sich tatsächliche Minderungen in Höhe von 15,5 Mill. t nachweisen, davon 2,5 Mill. t bei der ungekoppelten Stromerzeugung. Die für die Wärmebereitstellung und Warmwasserbereitung der privaten Haushalte

RWI Projektbericht

ermittelten Werte sind Ergebnisse von Modellrechnungen, nach denen für Gas die effektiven CO₂-Minderungen 7,6 Mill. t betragen. Für Mineralöl resultieren daraus im Minimum Minderungen in Höhe von 5,3 Mill. t.

Die für die Überprüfung der Zwischenziele relevanten Größen sind jedoch nicht die tatsächlichen Emissionen, sondern die gegenüber der hypothetischen Situation ohne Durchführung der Maßnahmen *vermiedenen* Emissionen. So konnten bis zum Jahr 2008 laut Öko-Institut (2010) durch den Ausbau und die Modernisierung von KWK 20,5 bis 22,3 Mill. t an CO₂ gegenüber 1998 vermieden werden. Gegenüber 2005 bedeutet das eine zusätzliche CO₂-Vermeidung um 8,3 bis 8,8 Mill. t.

Allein durch Maßnahmen zur Modernisierung des Kraftwerksparks der Allgemeinen Energieversorgung konnten rein rechnerisch bis 2008 Emissionen in Höhe von 14,7 Mill. t vermieden werden. Durch die Verbesserung der Heizungs- und Warmwasseraufbereitungstechnik gelang es bis 2008 im Bereich Mineralöl 5,3 Mill. t CO₂ gegenüber 1998 zu vermeiden. Im Bereich Gas konnte der Modernisierungseffekt aufgrund vom RWI angemahnter, aber noch immer fehlender Datenlieferungen nicht isoliert werden. Die hier angegebene Minderung überzeichnet wegen dieses Defizits den tatsächlichen Effekt.

Die CO₂-Vermeidung durch Energieeffizienzkampagnen sowie durch den Einsatz von Brennstoffzellen ließ sich bis 2008 nicht quantifizieren bzw. war vernachlässigbar. Der Minderungsbeitrag der Erdgasfahrzeuge lag nach wie vor bei lediglich 0,1 Mill. t. Insgesamt konnten durch die sonstigen Maßnahmen bis zum Jahr 2008 rechnerisch rund 33 Mill. t CO₂ vermieden werden.

Es bleibt zum Schluss zu bemerken, dass die durch die Maßnahmen der KWK-Vereinbarung erreichten tatsächlichen CO₂-Minderungen zum größten Teil bereits in den Emissionsrückgängen enthalten sind, die im Rahmen des CO₂-Monitoringberichts 2008 ausgewiesen werden (RWI 2009: 15). Nach Berechnungen des RWI wurden zwischen 1998 und 2008 im industriellen Bereich sowie vom Gasfach und der Mineralölwirtschaft CO₂-Minderungen in Höhe von 30,3 Mill. t realisiert. Davon waren 14,3 Mill. t bzw. gut 47 % den hier untersuchten Maßnahmen zuzurechnen.

Nicht in den Ergebnissen der CO₂-Monitoringberichte enthalten ist die Wärmeerzeugung der allgemeinen Elektrizitätswirtschaft, weder jene aus der Kraft-Wärme-Kopplung noch die ungekoppelte Wärmeerzeugung. Auch die durch Blockheizkraftwerke vermiedenen Emissionen, die hier dokumentiert werden, sind nicht in den CO₂-Monitoringberichten erfasst.

2 Sonstige Maßnahmen

2.1 Modernisierung des Kraftwerksparks

Die Energiewirtschaft hat sich im Rahmen der „Sonstigen Maßnahmen“ der KWK-Vereinbarung verpflichtet, durch Modernisierung des Kraftwerksparks sowie durch entsprechende Neubaumaßnahmen CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die Modernisierung des Kraftwerksparks zur ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung umfasst insbesondere

- den Neubau von Kraftwerken mit optimierter Anlagentechnik,
- die Verlagerung der Erzeugung auf effizientere Kraftwerke sowie
- wirkungsgradsteigernde Maßnahmen in vorhandenen Kraftwerken.

Die empirischen Daten zur Evaluierung der Modernisierungsmaßnahmen wurden vom BDEW zusammengestellt. Wesentliche Datenquellen sind für 2005 bis 2008 die „Monatsberichte der öffentlichen Stromversorgung“, die Tabellen 064 und 066 des Statistischen Bundesamtes sowie für 1998 der „Hauptbericht der Fernwärmeversorgung“ der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) und die „Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland“ der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB).

Zur Evaluation stellte der BDEW dem RWI die nötigen Daten komplett zur Verfügung. Zur Verifikation dieser Daten wurden die offiziellen Statistiken herangezogen. Die Vorgehensweise bei der Evaluierung entsprach dem bereits für den KWK-Bericht 2003 bis 2005 gewählten Verfahren.

2.1.1 Daten

Die effektive ungekoppelte Nettostrom- und Wärmeerzeugung sowie die entsprechenden Brennstoffeinsätze der Kraftwerke für die Jahre 2005 bis 2008 konnten den „Monatsberichten der öffentlichen Stromversorgung“ des Statistischen Bundesamtes entnommen werden.

Für analoge Werte zur ungekoppelten Nettostrom- und Wärmeerzeugung des Jahres 1998 sowie die hierzu erforderlichen Primärenergieeinsätze gibt es keine offiziellen Statistiken. Sie müssen stattdessen berechnet werden. Die Berechnung der Werte greift auf Daten unterschiedlicher Quellen zurück:

- Die Primärenergieeinsätze wurden nach Energieträgern getrennt auf Basis der Daten der AGEB und der AGFW ermittelt. Die AGFW weist den Brennstoffeinsatz für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) insgesamt aus, d.h. trennt nicht die der Wärme- und der Stromerzeugung zuzurech-

RWI Projektbericht

nenden Teile.

Die AGEB weist den Brennstoffeinsatz für die KWK-Wärmeerzeugung getrennt aus. Durch Differenzenbildung ergibt sich dann der Brennstoffeinsatz für die ungekoppelte Stromerzeugung. Der Brennstoffeinsatz für die ungekoppelte Wärmeerzeugung ist bei den Heizwerken enthalten.

- Die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie die Wärmeerzeugung der Heizwerke liegen nur als Summenwerte, aber nicht nach einzelnen Brennstoffen getrennt vor. Daher musste eine Aufteilung des Energieeinsatzes auf Strom und Wärme vorgenommen werden. Diese wurde durch den BDEW unter Annahme typischer Nutzungsgrade für Kraftwerke und für verschiedene Energieträger vorgenommen. Die brennstoffspezifische KWK-Stromerzeugung wurde dann von der gesamten Stromerzeugung abgezogen, um die ungekoppelte Stromerzeugung nach Brennstoffen zu bekommen. In analoger Weise ergab sich der Einsatz für die ungekoppelte Wärmeerzeugung.
- Die Primärbrennstoffeinsatzfaktoren in Tj/GWh für die ungekoppelte Stromerzeugung des Jahres 1998 ergeben sich durch Bildung des Quotienten aus den Werten für den entsprechenden Brennstoffeinsatz in Tj und der erzeugten Strommenge in GWh. In analoger Weise wurden die Primärenergieeinsatzfaktoren für die Wärmeerzeugung ermittelt.

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Werte für 1998 wurde vom RWI anhand der Ausgangsdaten sowie Informationen und Erläuterungen zu den herangezogenen Statistiken nachvollzogen und erscheint plausibel. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich die Daten für 1998 und 2005 bis 2008 aufgrund der zugrundeliegenden statistischen Konzepte unterscheiden.

So werden anders als bei den Ergebnissen der AGFW/AGEB-Statistik 1998 die Daten zur ungekoppelten Wärme- und Stromerzeugung der Kraftwerke vom Statistischen Bundesamt differenziert ausgewiesen. Hierzu zählt etwa die ungekoppelte Erzeugung von Spitzenlastkraftwerken. Der ungekoppelten Erzeugung wird zudem auch die mittels KWK erzeugte Wärme hinzugerechnet, wenn diese nicht den Förderkriterien des KWK-Gesetzes an einen hohen Effizienzgrad genügt (AGFW FW 308).

In der AGFW/AGEB-Statistik wurden 1998 die Spitzenlastkessel und nicht hocheffiziente KWK-Erzeugung der Heizkraftwerke der statistisch nicht differenzierten Wärmeerzeugung der Heizkraftwerke zugeordnet. Häufig fließen diese Mengen daher mit ihren vergleichsweise schlechteren Nutzungsgraden in die Allokation zwischen

KWK-Monitoring 2005-2008

Strom und Wärme ein. Daneben trennt die AGFW/AGEB-Statistik beim Ausweis der Daten nicht in ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizkraftwerken oder Heizwerken. Bei letzteren sind die Nutzungsgrade statistisch höher als die des Statistischen Bundesamtes. Insgesamt ergeben sich dadurch beim Vergleich für 1998 etwas schlechtere Primäreinsatzfaktoren auf der Stromseite und wird die Effizienz der Wärmeseite dementsprechend etwas zu positiv dargestellt.

Tabelle 2.1

Im Rahmen der Klimaschutzklärung vereinbarte CO₂-Emissionsfaktoren

in t CO₂/G, Anordnung entsprechend der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Energieträger	Faktor	Energieträger	Faktor
Steinkohlen	0,093	Petrolkoks	0,101
Steinkohlenbriketts	0,093	Flüssiggas	0,065
Steinkohlenkoks	0,105	Raffineriegas	0,060
Rohbraunkohlen	0,112	Kokereigas	0,044
Braunkohlenbriketts	0,098	Gichtgas	0,105
Braunkohlenkoks	0,106	Erdgas	0,056
Braunkohlenstaub	0,098	Erdölgas	0,059
Hartbraunkohlen	0,097	Grubengas	0,054
Heizöl, leicht	0,074	Sonstige Brennstoffe	0,093
Heizöl, schwer	0,078		

Nach Angaben des BMU (1994).

Zu den Daten des Statistischen Bundesamtes ist anzumerken, dass der ermittelte Wert zum Brennstoffeinsatz für die Wärmeerzeugung vor allem in den Jahren 2003 und 2004 nicht zur erzeugten Wärmemenge passt. Diesbezüglich weist das Statistische Bundesamt daraufhin, dass die ungekoppelte Wärmeerzeugung in Heizkraftwerken nicht erfragt, sondern als Restgröße berechnet wurde. Diese stellt ein Sammelsurium aller möglichen Ungenauigkeiten dar.

Hinzu kommt, dass diese Erhebung 2003 erstmals durchgeführt wurde. So führt das Statistische Bundesamt Unsicherheiten der meldenden Unternehmen bzgl. der abgefragten Größen an, die als Anfangsschwierigkeit vor allem in den ersten beiden Jahren auftauchten. Diese Schwierigkeiten konnten nach Angaben des Bundesamtes nicht zuletzt auch durch bessere Beratung der Mitarbeiter der statistischen Landesämter inzwischen deutlich reduziert werden.

RWI Projektbericht

2.1.2 Methode

Der BDEW hat mit dem RWI abgestimmte Berechnungen durchgeführt, in denen durch eine Komponentenerlegung die CO₂-Reduktionen der Jahre 2005 bis 2008 ermittelt wurden, die auf einen effizienteren Energieeinsatz in den Kraftwerken seit 1998 zurückzuführen sind. Die Berechnungen wurden getrennt für die ungekoppelte Stromerzeugung und die ungekoppelte Wärmeerzeugung durchgeführt. Hierbei wurden den effektiven Brennstoffeinsätzen dieser Kraftwerke aus der ungekoppelten Strom- bzw. Wärmeerzeugung der Jahre 2005 bis 2008 fiktive Brennstoffeinsätze gegenübergestellt.

Die fiktiven Werte ergaben sich durch Multiplikation der jeweiligen ungekoppelten Nettostrom- bzw. Wärmeerzeugung dieser Jahre mit dem für die Erzeugung in den Kraftwerken erforderlichen Bruttoenergieeinsatz (Primärenergieeinsatzfaktor: TJ/GWh pro Jahr) des Jahres 1998. Die Differenz zwischen beiden Werten eines Jahres lässt sich als durch Modernisierung ausgelöste Brennstoffeinsparung interpretieren. Dabei wurde bei den Kraftwerkstypen nach Energieträgern differenziert.

Die effektiven und fiktiven Emissionen wurden durch Multiplikation der Brennstoffeinsätze mit entsprechenden CO₂-Koeffizienten ermittelt. Die Differenz zwischen beiden Werten eines Jahres gibt dann die durch Modernisierung erreichten CO₂-Minderungen an. Die Berechnungen wurden vom RWI insofern noch abgeändert, als dass die Auswirkungen der Modernisierung bei Kraftwerken mit Grubengaseinsatz heraus gerechnet wurden. Dessen Einsatz zählt zu den Maßnahmen, die beim Ausbau der erneuerbaren Energien erfasst wurden.

Zur Berechnung der effektiven Emissionen wurden die für das CO₂-Monitoring vereinbarten CO₂-Emissionsfaktoren der jeweiligen Brennstoffe verwendet. Der Ermittlung der fiktiven Emissionen der Jahre ab 2005 lagen fiktive Brennstoffeinsätze entsprechend der 1998 ausgewiesenen Energieträgerstruktur zugrunde. Für Steinkohlekraftwerke wurde der CO₂-Koeffizient von 0,093 t/GJ für Steinkohle verwendet (Tabelle 2.1). Bei der Braunkohle wurde 1998 in Braunkohle und Hartbraunkohle unterschieden. Für die fiktive Rechnung wurden Braunkohle sowie die wenig relevanten Brikett und andere Braunkohleprodukte der Jahre 2005 bis 2008 zusammengefasst. Hartbraunkohle blieb getrennt. Herangezogen wurden die CO₂-Emissionsfaktoren für Rohbraunkohle (0,112 t/GJ) und Hartbraunkohle (0,097 t/GJ).

Bei der Erzeugung auf Basis von Gas (ohne Grubengas und die auf Mineralöl basierenden Gase) wurde bei der Strom- und der Wärmeerzeugung 1998 nach Kokereigas, Gichtgas und Erdgas getrennt. Entsprechend wurden für die fiktive Rechnung diese CO₂-Emissionskoeffizienten benutzt. Die Stromerzeugung auf Basis unterschiedlicher Mineralölprodukte einschließlich der auf Mineralöl basierenden Gase wurde zu einem Wert zusammengefasst. Zugeordnet wurde der CO₂-

KWK-Monitoring 2005-2008

Emissionskoeffizient für schweres Heizöl (0,078 t/GJ), dessen Einsatz 1998 dominierte. Bei der Wärmeerzeugung auf Mineralölbasis wurde die differenzierte Brennstoffstruktur, bei der schweres und leichtes Heizöl dominierten, beibehalten und die entsprechenden CO₂-Koeffizienten herangezogen.

Die beim Vergleich der Daten von 1998 und der Berichtsjahre aufgrund der unterschiedlichen statistischen Konzepte auftretende Datenunschärfe ist auch nach Ansicht des RWI wegen der relativ geringen mengenmäßigen Bedeutung für den Strombereich weniger relevant. Da der Anteil der KWK-Stromerzeugung an der gesamten Stromerzeugung 2008 nur bei 11 % lag, spielt die Allokationsproblematik hier eine geringe Rolle. Angesichts eines Anteils der KWK-Wärmeerzeugung an der gesamten Wärmeerzeugung von 75 % dürften die Ergebnisse bei der Wärmeerzeugung jedoch etwas verzerrt sein.

2.1.3 Ergebnisse

Die Auswertung der Daten liefert im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung plausible Werte. Bei der Gegenüberstellung mit 1998 ergibt sich 2005 eine deutliche Verbesserung des Primärenergieeinsatzfaktors um knapp 5 %, die bis 2008 auf etwa 6 % gesteigert werden konnte. Bei einem Anstieg der ungekoppelten Stromerzeugung von 1998 bis 2005 um 2,5 % (Tabelle 2.2) und einem gleichzeitigen Sinken des erforderlichen Brennstoffeinsatzes um 2,5 % sind die effektiven Emissionen verglichen mit 1998 damit nur um 0,5 % bzw. um 0,9 Mill. t zurückgegangen.

Allein durch die Veränderung des Primärenergieeinsatzfaktors sind 2005 im Vergleich mit 1998 164 PJ eingespart und 13,4 Mill. t CO₂ vermieden worden. Ohne diesen Modernisierungseffekt wären die Emissionen nicht um 0,9 Mill. t zurückgegangen, sondern um 12,5 Mill. t gestiegen. Zwischen 2005 und 2008 ist die Erzeugung nur noch um 0,6 % gestiegen, der Brennstoffeinsatz um 0,5 % gesunken, so dass sich der effektive CO₂-Ausstoß um 1,8 % verringerte.

Verglichen mit 1998 war die Nettostromerzeugung 2008 um 3,2 % höher. Der Brennstoffeinsatz ging um 3 % zurück, und der Primärenergieeinsatz verbesserte sich um etwa 6 %. Ohne Veränderung des Primärenergieeinsatzfaktors hätten der Brennstoffeinsatz um 198 PJ und die Emissionen um 15,1 Mill. t höher gelegen. Das sind noch einmal 34 PJ bzw. 1,7 Mill. t mehr als 2005.

Für den Bereich Wärmeerzeugung weisen die Ergebnisse zwischen 1998 und 2005 eine eher unplausible Effizienzverschlechterung von 6,7 % aus. Die Wärmeerzeugung stieg in diesem Zeitraum um 74,1 % und der entsprechende Brennstoffeinsatz um 85,8 % (Tabelle 2.2). Dieses Ergebnis dürfte - als Folge der unterschiedlichen statistischen Konzepte - wahrscheinlich auf den zu gering zugewiesenen Brennstoffeinsatz bei der ungekoppelten Wärmeerzeugung im Jahr 1998 zurückzuführen

RWI Projektbericht

sein. Zwischen 2005 und 2008 lässt sich anhand der Daten des Statistischen Bundesamtes ein Rückgang der Wärmeerzeugung um 9,1 % und des Brennstoffeinsatzes ebenfalls um 9,1 % feststellen; der Primärenergieeinsatzfaktor blieb damit in diesen Jahren konstant.

Fasst man Strom- und Wärmebereich zusammen, sodass sich die Allokationsmängel in etwa aufheben, ergeben sich zwischen 1998 und 2005 ein Anstieg der Erzeugung um 7,2 %, ein leichter Rückgang des Brennstoffeinsatzes und eine Verbesserung des Primärenergieeinsatzes um 6,8 % (Tabelle 2.2). Das impliziert einen Anstieg der effektiven CO₂-Emissionen von 1998 bis 2005 um 2,9 Mill. t bzw. 1,1 %. Ohne Modernisierungsmaßnahmen wären der Brennstoffeinsatz um 154 PJ und die Emissionen um 13,0 Mill. t höher gewesen. Im Jahr 2008 ist gegenüber 1998 ein Rückgang des Brennstoffeinsatzes um 27 PJ und ein Rückgang der effektiven Emissionen um 2,5 Mill. t eingetreten. Die Modernisierungsmaßnahmen haben den Brennstoffeinsatz um 190 PJ und die Emissionen um 14,7 Mill. t senken können. Dies hatte eine im Vergleich zu 2005 weitere Einsparung um 1,4 Mill. t bzw. 36 PJ zur Folge.

Neben dem Wachstum der Strom- und Wärmeerzeugung insgesamt bestimmt vor allem auch die Energieträgerstruktur des Kraftwerksparks die Höhe der Emissionen. Zwischen 1998 und 2008 gab es im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung einen beträchtlichen Strukturwandel bei den eingesetzten Energieträgern. Die Erzeugung aus Steinkohle ist bis 2008 um 16,5 % zurückgegangen (Tabelle 2.3), davon zwischen 1998 und 2005 um 12,4 % und zwischen 2005 und 2008 um weitere 4,6 %. Ihr Anteil an der gesamten Stromerzeugung sank in diesen 10 Jahren von 44 % auf knapp 36 %. Die Stromerzeugung aus Braunkohle ist zwischen 1998 und 2005 um 12,2 % gestiegen, dagegen zwischen 2005 und 2008 um 2,6 % zurückgegangen. Sie konnte insgesamt einen Anstieg von 9,3 % verzeichnen. Ihr Anteil an der Stromerzeugung insgesamt stieg von 47 % im Basisjahr auf 50 % im Jahr 2008.

Der Primärenergieeinsatzfaktor hat sich bei beiden Kraftwerksarten zwischen 1998 und 2005 um gut 3 % verbessert. Während er bei Braunkohle zwischen 2005 und 2008 um weitere 0,5 % sank und damit insgesamt um 3,6 %, stieg er bei Steinkohlekraftwerken in den letzten drei Berichtsjahren um 1,8 % an, sodass dort zwischen 1998 und 2008 nur eine Verbesserung um 1,5 % festzustellen ist. Da dennoch der Primärenergieeinsatzfaktor der Braunkohlekraftwerke in jedem Jahr über dem der Steinkohlekraftwerke lag und zudem der Emissionskoeffizient der Braunkohle mit 0,112 t/GJ deutlich höher ist als der der Steinkohle mit 0,093 t/GJ, führte das höhere Wachstum dort zu einem Anstieg des Brennstoffeinsatzes um etwa 70 PJ und der effektiven Emissionen um 9 Mill. t. Demgegenüber gingen Brennstoffeinsatz und CO₂-Ausstoß aus Steinkohlekraftwerken um 193 PJ bzw. 18,4 Mill. t zurück.

KWK-Monitoring 2005-2008

Tabelle 2.2
Auswirkungen der Modernisierung des fossilen Kraftwerksparks im Bereich
ungekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung auf Brennstoffeinsatz und CO₂-
Emissionen
 1998 bis 2008

	1998	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
	Veränd. geg.1998 in %								
Strom									
Nettostromerzeug, TWh	255,3	261,7	262,3	272,9	263,4	2,5	2,8	6,9	3,2
BSE effektiv, PJ	2 659	2 593	2 638	2 744	2 581	-2,5	-0,8	3,2	-3,0
BSE-Einsparung, PJ		164,3	117,3	117,6	198,3				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	262,3	261,4	265,1	274,5	256,5	-0,5	1,0	4,7	-2,2
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		13,4	9,4	9,1	15,1				
Primärenergieeinsatz, Tj/GWh	10,42	9,91	10,06	10,06	9,80	-4,9	-3,5	-3,5	-5,9
Wärme									
Nettowärmeerzeug, TWh	17,9	31,1	29,3	27,8	28,3	74,1	63,8	55,6	58,2
BSE effektiv, PJ	75	139	131	130	126	85,8	74,5	73,6	68,9
BSE-Einsparung, PJ		-10,2	-8,9	-13,2	-8,3				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	4,7	8,5	8,2	8,5	8,1	80,0	72,4	79,6	71,5
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		-0,4	-0,4	-0,9	-0,4				
Primärenergieeinsatz, Tj/GWh	4,19	4,47	4,46	4,67	4,47	6,7	6,5	11,6	6,8
Strom und Wärme insgesamt									
Erzeugung, TWh	273,2	292,9	291,6	300,7	291,7	7,2	6,8	10,1	6,8
BSE effektiv, PJ	2 734	2 732	2 769	2 874	2 707	-0,1	1,3	5,1	-1,0
BSE-Einsparung, PJ		154,0	108,4	104,3	190,0				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	267,1	270,0	273,2	283,1	264,6	1,1	2,3	6,0	-0,9
CO ₂ -Einsparung, Mill.t		13,0	9,0	8,3	14,7				
Primärenergieeinsatz, Tj/GWh	10,01	9,33	9,49	9,56	9,28	-6,8	-5,2	-4,5	-7,3

Eigene Berechnungen nach Angaben des BDEW. – BSE: Brennstoffeinsatz.

Überdurchschnittlich gewachsen ist in diesen Jahren ebenfalls die Nettostromerzeugung aus Gaskraftwerken. Während sie bis 2005 um 20 % zunahm, wuchs sie vor allem zwischen 2005 und 2008 um weitere 47 % und damit um insgesamt 67 %

RWI Projektbericht

(Tabelle 2.3). Ihr Anteil an der gesamten Stromerzeugung stieg von 7,7 % in 1998 auf gut 13 % in 2008. Der Primäreinsatzfaktor verbesserte sich in dieser Zeit um 30,2 %, sodass die effektiven Emissionen bis 2008 nur um 19 % bzw. 2,6 Mill. t zunahmen. Bei den Gaskraftwerken hat KWK eine deutlich größere Rolle gespielt als im Rahmen der Stromerzeugung insgesamt, so dass hier die abweichende Allokation der Brennstoffe auf Strom und Wärme des Jahres 1998 zu einer Verzerrung geführt haben dürfte. Ein Hinweis darauf ist die deutliche Verbesserung des Effizienzgrades zwischen 1998 und 2005 um 24,5 %, der eine Verschlechterung des Primärenergieeinsatzfaktors bei der Wärmeerzeugung um 13,9 % gegenübersteht (Tabelle 2.4).

Kraftwerke auf Basis von Mineralöl waren mit einem Anteil an der Nettostromerzeugung insgesamt von 0,75 % 1998 und 1,0 % 2008 eher unbedeutend. Auch hier ist eine deutliche Effizienzverbesserung um 30,5 % von 14,6 TJ/GWh in 1998 auf 10,156 TJ/GWh in 2008 festzustellen (Tabelle 2.3). Damit ging der effektive Brennstoffeinsatz um 9,5 % bzw. 2,6 PJ zurück. Die effektiven Emissionen stiegen jedoch um 74,7 % bzw. um 0,9 Mill. t auf 2,1 Mill. t. Diese Diskrepanz erklärt sich durch die aktuell dominierende Bedeutung von Petrolkoks, das 1998 kaum eine Rolle spielte. Petrolkoks hat einen Emissionskoeffizienten von 0,101 t CO₂/GJ, die der anderen Mineralölprodukte liegen deutlich drunter (Tabelle 2.1). Die sehr hohe Effizienzverbesserung deutet hier auf eine mögliche Verzerrung durch die eine abweichende Zuordnung der Brennstoffe des Jahres 1998 im Bereich der Spitzenlastherzeugung hin. Einer Verbesserung der Effizienz bei der Stromerzeugung um 31,8 % zwischen 1998 und 2005 steht eine Verbesserung bei der Wärmeerzeugung um 5,1 % gegenüber (Tabelle 2.4).

Durch die Modernisierungsmaßnahmen im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung gelang es insgesamt, im Jahr 2005 164 PJ einzusparen und dadurch einen CO₂-Ausstoß in Höhe von 13,4 Mill. t zu vermeiden. 2008 waren es 198 PJ bzw. 15,1 Mill. t CO₂. Die einzelnen Energieträger trugen hierzu in unterschiedlichem Maße bei. Wären die effektiv erzeugten Strommengen mit der Kraftwerksstruktur von 1998 erzeugt worden, hätte im Braunkohlebereich 2005 der CO₂-Ausstoß 5,6 Mill. t höher gelegen bei einem um 49 PJ größeren Brennstoffeinsatz. 2008 wären es 6,4 Mill. t zusätzlich gewesen bei einem Mehreinsatz an Energie von 55,8 PJ.

In Kraftwerken auf Steinkohlebasis wären beim Modernisierungsgrad des Basisjahres im Jahr 2005 31 PJ Brennstoffe und 2,9 Mill. t CO₂ sowie 2008 13,5 PJ und 1,3 Mill. t zusätzlich eingesetzt bzw. emittiert worden. Die Mengen waren vor allem aufgrund des Bedeutungsverlustes der Steinkohle deutlich geringer als bei Braunkohle.

KWK-Monitoring 2005-2008

Tabelle 2.3
Auswirkungen der Modernisierung des Kraftwerksparks im Bereich ungekoppelter Stromerzeugung auf Brennstoffeinsatz und CO₂-Emissionen

1998 bis 2008, nach Energieträgern getrennt

	1998	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
	Veränd. geg.1998 in %								
Steinkohle									
Nettostromerzeug, TWh	113,2	99,1	104,1	108,0	94,5	-12,4	-8,0	-4,6	-16,5
BSE effektiv, PJ	1 113	943	1019	1066	915	-15,2	-8,4	-4,2	-17,7
BSE-Einsparung, PJ		31	4	-4	13				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	103,5	87,7	94,8	99,1	85,1	-15,2	-8,4	-4,2	-17,7
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		2,9	0,4	-0,4	1,3				
Primärenergieeinsatz*	9,83	9,52	9,79	9,87	9,69	-3,2	-0,4	0,4	-1,5
Braunkohle									
Nettostromerzeug, TWh	120,6	135,3	132,3	135,9	131,8	12,2	9,7	12,7	9,3
BSE effektiv, PJ	1 296	1 409	1382	1424	1365	8,8	6,7	9,9	5,4
BSE-Einsparung, PJ		49	43	40	55				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	143,9	157,7	154,7	159,5	152,8	9,6	7,6	10,8	6,2
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		5,6	4,9	4,5	6,3				
Primärenergieeinsatz*	10,74	10,41	10,45	10,48	10,36	-3,1	-2,7	-2,4	-3,6
Gas									
Nettostromerzeug, TWh	20	24	23	27	35	20,0	17,0	36,0	76,7
BSE effektiv, PJ	223	202	205	230	275	-9,3	-7,8	3,3	23,3
BSE-Einsparung, PJ		67	56	72	119				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	13,8	12,6	12,8	14,1	16,4	-8,7	-6,9	1,9	19,1
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		4,0	3,3	4,2	6,8				
Primärenergieeinsatz*	11,37	8,61	8,98	8,65	7,95	-24,5	-21,2	-24,0	-30,2
Öl									
Nettostromerzeug, TWh	2	4	3	2	3	99,6	59,0	20,2	30,2
BSE effektiv, PJ	28	38	31	24	25	36,1	11,3	-15,7	-9,5
BSE-Einsparung, PJ		18	13	10	11				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	1,2	3,4	2,7	1,9	2,1	182,0	127,2	59,7	74,7
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		1,0	0,8	0,7	0,8				
Primärenergieeinsatz*	14,60	9,95	10,21	10,24	10,15	-31,8	-30,0	-29,8	-30,5

Eigene Berechnungen nach Angaben des BDEW. – BSE: Brennstoffeinsatz - *: TJ/GWh

RWI Projektbericht

Tabelle 2.4
Auswirkungen der Modernisierung des Kraftwerksparks im Bereich ungekoppelter
Wärmeerzeugung auf Brennstoffeinsatz und CO₂-Emissionen

1998 bis 2008, nach Energieträgern getrennt

	1998	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Steinkohle									
Nettowärmeerzeug, TWh	2,1	2,8	3,2	4,4	4,1	29	49	107	90
BSE effektiv, PJ	10	8	14	24	21	-22	32	132	100
BSE-Einsparung, PJ		5	2	-3	-1				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	1,0	0,7	1,3	2,2	1,9	-23	31	129	96
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		0,5	0,2	-0,2	-0,1				
Primärenergieeinsatz*	4,80	2,93	4,25	5,40	5,07	-39,1	-11,4	12,4	5,7
Braunkohle									
Nettowärmeerzeug, TWh	0,5	0,9	0,8	0,9	0,9	92	72	92	98
BSE effektiv, PJ	1,5	5,6	3,9	4,8	3,6	274	163	223	141
BSE-Einsparung, PJ		-1,3	-0,1	-0,6	0,8				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	0,0	0,6	0,4	0,5	0,4	1587	1075	1356	957
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		-0,1	0,0	-0,1	0,1				
Primärenergieeinsatz*	3,21	6,27	4,92	5,40	3,91	95	53	68	22
Gas									
Nettowärmeerzeug, TWh	12,9	25,7	23,6	21,0	21,9	100	83	63	70
BSE effektiv, PJ	52	117	105	95	95	127	104	83	85
BSE-Einsparung, PJ		-14	-11	-11	-8				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	2,9	6,6	5,9	5,3	5,3	128	104	84	86
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		-0,8	-0,6	-0,6	-0,4				
Primärenergieeinsatz*	4,01	4,56	4,46	4,50	4,35	13,9	11,3	12,3	8,5
Öl									
Nettowärmeerzeug, TWh	2,4	1,8	1,7	1,5	1,4	-26	-28	-39	-43
BSE effektiv, PJ	11,5	8,1	8,0	6,6	6,9	-30	-31	-43	-40
BSE-Einsparung, PJ		0,4	0,3	0,5	-0,3				
CO ₂ -Ausstoß, Mill. t	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5	-30	-31	-44	-40
CO ₂ -Einsparung, Mill. t		0,0	0,0	0,0	0,0				
Primärenergieeinsatz,	4,80	4,56	4,60	4,49	5,03	-5,1	-4,1	-6,6	4,8

Eigene Berechnungen nach Angaben des BDEW. – BSE: Brennstoffeinsatz - *: TJ/GWh

KWK-Monitoring 2005-2008

Mit der Struktur von 1998 wären in Gaskraftwerken 2005 der Brennstoffeinsatz um 66,6 PJ und die Emissionen um 4 Mill. t höher gewesen. 2008 hätte der Brennstoffeinsatz um 119 PJ und die Emissionen um 6,8 Mill. t über dem tatsächlichen Wert gelegen. Bei den Ölkraftwerken hätte ein konstanter Modernisierungsgrad im Jahr 2005 einen höheren Brennstoffeinsatz von 17,8 PJ und 1 Mill. t zusätzliche Emissionen bedeutet. 2008 hätte die Differenz zu den effektiven Werten 11,1 PJ und 0,8 Mill. t CO₂ betragen. Sowohl bei Gas- als auch bei Ölkraftwerken dürfte der Beitrag durch die unterschiedliche Methodik bei der Datenermittlung in Basis- und Berichtsjahren etwas überzeichnet sein.

2.1.4 Einzelmaßnahmen der Kraftwerke zur Wirkungsgradsteigerung

Die bisherigen Ergebnisse resultieren aus rein statistischen Auswertungen von Daten. Daher hat der BDEW nach Absprache mit dem RWI wesentliche Einzelmaßnahmen im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung aus den Jahren 1999 bis 2008 zusammengestellt und versucht, den durch diese Maßnahmen möglich gewordenen verringerten CO₂-Ausstoß zu ermitteln. Durch eine Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Ansätze sollte die Plausibilität der sich durch die statistische Auswertung („statistische Methode“) ergebenden Werte belegt werden (BDEW 2010:2).

Einbezogen wurden

- Neubaumaßnahmen
- Retrofitmaßnahmen
- Stilllegung von Anlagen sowie
- Rückholungen aus der Kaltreserve.

Auf der Basis von anlagenspezifischen Brennstoffeinsätzen und Wirkungsgraden sowie jahresdurchschnittlichen Aktivitätsraten der betrachteten Kraftwerke wurden die erzeugten Mengen und die erforderlichen Brennstoffeinsätze bestimmt. Durch einen Vergleich mit den jeweiligen durchschnittlichen spezifischen Brennstoffeinsätzen des Referenzjahres 1998 des gesamten Anlagenparks wurde für jede Einzelmaßnahme eine Brennstoffeinsparung ermittelt (BDEW 2010:2).

Für Anlagen, für die bei Stilllegung der Wirkungsgrad nicht bekannt war, wurde ein um 10 % unter dem Durchschnitt liegender Wert angenommen. In den Fällen, in denen die Aktivitätsraten der Kraftwerke nicht bekannt waren, wurden für Braunkohlekraftwerke 6 500 h/a, für Steinkohlekraftwerke 4 500 h/a, für neue Erdgas-GuD 6 000 h/a, für sonstige erdgasbefeuerte Anlagen in Mittellast 3 500 h/a und für mit Mineralölprodukten betriebene (Spitzenlast-)Kraftwerke 1 500 h/a angesetzt.

RWI Projektbericht

Anschließend wurde mit den ermittelten Brennstoffeinsparungen und den entsprechenden Emissionskoeffizienten die CO₂-Einsparung berechnet. Ein Vergleich dieser CO₂-Reduktionen mit den Ergebnissen der statistischen Auswertung der vorliegenden Daten ergibt Hinweise auf deren Plausibilität.

Folgende Aspekte, die auch vom Verband angeführt wurden, sind bei dieser Vorgehensweise zu berücksichtigen (BDEW 2010:2):

- Die ermittelten Reduktionen können in einem konkreten Berichtsjahr von den tatsächlichen Einsparungen abweichen, da sich die Auslastung der Kraftwerke von Jahr zu Jahr ändert.
- In einigen Fällen, so besonders bei Steinkohlekraftwerken, wurde ergänzend zur ungekoppelten Erzeugung phasenweise auch Kraft-Wärme-Kopplung betrieben. Deren Umfang wurde hier nicht berücksichtigt. In Folge ergab sich für solche Standorte ggf. eine leichte Überschätzung der Volllastbenutzungsstunden in ungekoppelter Fahrweise. Umgekehrt wurde insbesondere in einigen großen erdgasbefeuereten KWK-Anlagen, die bis Ende 2005 in Betrieb gegangen sind, ungekoppelter Strom erzeugt, der in die Betrachtung nicht einbezogen wurde.
- Einige Maßnahmen sind erst in 2008 erfolgt, sodass ihre Wirkung erst 2009 voll eingetreten ist.
- Die Einzelfallbetrachtung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zum Beispiel wurden Einzelmaßnahmen aus dem Bereich Gicht-/Konvertergas nicht angeführt.

Tabelle 2.5
Identifizierte Modernisierungsmaßnahmen in den Jahren 1999 bis 2008
Anzahl der Kraftwerke und installierte Leistung (netto)

	Neuanlagen		Retrofit		Stilllegungen		Rückholungen	
	MW	Anzahl	MW	Anzahl	MW	Anzahl	MW	Anzahl
Braunkohle	3 605	4	251	7	796	4		
Steinkohle	255	1	299	12	2 312	13	496	3
Erdgas	2 577	5	9	2	2 688	8	430	1
Mineralöl	55	1			2 186	5	265	1
Gesamt	6 492	11	551	21	7 982	30	1 191	5

Entnommen BDEW 2010: 4.

KWK-Monitoring 2005-2008

In die Auswertung gingen 11 Neuanlagen mit einer Leistung von 6 492 MW (Tabelle 2,5) ein. Bei 21 Anlagen wurden Retrofitmaßnahmen durchgeführt, was zu einem Leistungsangebot von 551 MW Leistung führte. 5 Anlagen mit einer Stromerzeugungskapazität von 1 191 MW wurden aus der Kaltreserve zurückgeholt. Insgesamt waren 37 Anlagen mit einer Leistung von 8 234 MW betroffen. Demgegenüber wurden 30 Anlagen mit einer Leistung von 7 982 MW stillgelegt oder in die Kaltreserve überführt. Der Nettozubau an Kraftwerksleistung lag damit insgesamt bei 252 MW.

Bei den Neuanlagen handelte es sich vor allem um Braunkohle und Erdgaskraftwerke. Von Retrofitmaßnahmen waren sowohl Braunkohle- als auch Steinkohlekraftwerke betroffen. Stillgelegt wurden Kraftwerke aller Energieträgerarten in ähnlicher Größenordnung mit Ausnahme von Braunkohle. Dort war der Umfang der stillgelegten Kapazitäten erwartungsgemäß geringer. Aus der Reserve wurden zwei Steinkohlekraftwerke sowie je ein Erdgas- und ein Ölkraftwerk geholt.

Tabelle 2.6
CO₂-Einsparungspotentiale der identifizierten Einzelmaßnahmen über den Berichtszeitraum 1999-2008

Mill. t CO₂

	Neuanlagen	Retrofit	Stilllegungen	Rückholungen	insgesamt	„Statistische Methode“
Braunkohle	5,5	1,7	-0,4		6,9	6,3
Steinkohle	0,1	1,2	1,0	-0,2	2,1	1,3
Erdgas	4,4	<0,1	0,9	-0,1	5,1	6,5
Mineralöl	<0,1		0,8	-0,1	0,8	0,8
Gesamt	10,0	2,9	2,4	-0,3	14,8	14,9

Nach Angaben des BDEW 2010:4.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen ergaben sich auf Basis jahresdurchschnittlicher Aktivitätsraten CO₂-Einsparungen von insgesamt 14,8 Mill. t, davon allein 10 Mill. t durch Neuanlagen, 2,9 Mill. t durch Retrofitmaßnahmen und 2,4 Mill. t durch Stilllegungen (Tabelle 2.6). Etwa um 0,3 Mill. t erhöhten sich die Emissionen durch Rückholung älterer Kraftwerke aus der Reserve. Bei den Einsparungen durch Neuanlagen dominierten Braunkohle und Erdgaskraftwerke, bei den Retrofitmaßnahmen Braun- und Steinkohle. Von Stilllegungen waren mit Ausnahme

RWI Projektbericht

von Braunkohle alle Energieträger in ähnlicher Größenordnung betroffen. Die Tendenz in der Entwicklung hin zu Braunkohle- und Gaskraftwerken, die sich bei der Auswertung der Daten ergab, spiegelt sich damit sowohl bei den Kapazitätswerten der Einzelmaßnahmen als auch bei hierdurch vermiedenen Emissionen wider.

Auffallend ist, dass die durch Einzelmaßnahmen berechneten Emissionsreduzierungen zwar in etwa denen entsprechen, die sich bei der Auswertung der Statistiken ergaben. Bei den einzelnen Energieträgern kam es jedoch zu deutlichen Abweichungen. So wurden beim Erdgas bei den Einzelmaßnahmen mit 5,1 Mill. t rund 1,4 Mill. t weniger ausgewiesen als bei der „statistischen Methode“. Demgegenüber lagen die Einsparungen bei Braunkohle um 600 000 t und bei Steinkohle sogar um 800 000 t darüber. Nur bei Mineralöl entsprachen sich beide Werte.

Aufgrund der vom BDEW gemachten Einschränkungen bzgl. der Aussagefähigkeit der hier untersuchten Maßnahmen sowie der getroffenen Annahmen bei der Berechnung ergeben sich sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf Höhe und Struktur der vermiedenen Emissionen. Der im Vergleich zur allgemeinen Datenauswertung niedrigere Wert der CO₂-Reduktion bei den Einzelmaßnahmen im Gasbereich dürfte im Wesentlichen auf die Nichtberücksichtigung der ungekoppelten Erzeugung aus GuD-Kraftwerken zurückgehen. Bei Steinkohlekraftwerken kann durch die Einbeziehung der gesamten KWK-Erzeugung einzelner Kraftwerke der Einspareffekt als überhöht gelten.

Darüber hinaus führt der BDEW bei Steinkohle an, dass eine mögliche Überschätzung der Volllastbenutzungsdauern der stillgelegten Steinkohlekraftwerke 1998 zu einer Überbewertung des zugehörigen Einsparpotentials geführt hat. Da die Mehrzahl dieser Kraftwerke bereits 2000 bis 2002 außer Betrieb gesetzt wurde, kann nach Ansicht des Verbandes davon ausgegangen werden, dass diese altersbedingt stillgelegten Anlagen im Referenzjahr 1998 bereits weniger als die hier angesetzten 4 500 h/a gelaufen sind (BDEW 2010:4). Angaben zur Größenordnung der Effekte macht der BDEW nicht. Zudem wurden die Einsparungen insgesamt sicherlich unterschätzt, da nicht alle Maßnahmen erfasst wurden. Generell kommt hinzu, dass die effektive Auslastung einzelner Anlagen vor Stilllegung oder nach Modernisierung von der durchschnittlichen Auslastung für vergleichbare Anlagen abweicht, die in der Einzelbetrachtung angesetzt wurde. Auch hierdurch sind Differenzen zwischen beiden Ergebnissen zu erwarten.

Als Schlussfolgerung aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich, dass die Größenordnung der bei der statistischen Auswertung ermittelten CO₂-Reduktion plausibel ist.

KWK-Monitoring 2005-2008

2.1.5 Fazit

Das RWI hat die Datenzusammenstellung und Rechnungen des BDEW vollständig nachvollzogen und sieht die Ergebnisse als plausibel an. Verglichen mit dem Basisjahr 1998 führten Modernisierungsmaßnahmen im Bereich der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2005 zu einer CO₂-Vermeidung von 13 Mill. t (Tabelle 1.2). Bezogen auf die Emissionen in Höhe von 270 Mill. t machten die bis 2005 erzielten Minderungen einen Anteil von 4,8 % aus. Die bis zum Jahr 2008 erzielten Minderungen in Höhe von 14,7 Mill. t stellen einen Anteil von 5,6 % an den tatsächlichen Emissionen des Jahres 2008 von 264,6 Mill. t dar.

Bei diesen Ergebnissen ist zu beachten, dass die Vergleichbarkeit der Werte des Basisjahres 1998 und der Ergebnisse für die jeweiligen Berichtsjahre eingeschränkt ist. Dies hat im Wesentlichen die folgenden Gründe:

- In der für die Evaluierung erforderlichen Tiefe sind die vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellten Daten erst ab dem Jahr 2003 vorhanden, nicht aber für das Basisjahr 1998.
- Durch Kombination der AGFW- und der AGEB-Daten gelingt zwar für 1998 eine Differenzierung des Energieeinsatzes nach Brennstoffen. Der für die Wärmeerzeugung ausgewiesene Brennstoffeinsatz des Jahres 1998 dürfte im Vergleich zu anderen Jahren aber etwas zu niedrig sein, jener für die Stromerzeugung sollte hingegen leicht überhöht sein.
- Der Energieeinsatz für die ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung wird für 1998 lediglich insgesamt ausgewiesen, nicht getrennt nach einzelnen Brennstoffen. Daher musste vom BDEW eine rechnerische Aufteilung nach unterschiedlichen Brennstoffeinsätzen mit Hilfe von Annahmen über Nutzungsgrade und Stromkennzahlen vorgenommen werden.

Zur Überprüfung der Plausibilität der Ergebnisse wurde auf Anregung des RWI vom BDEW eine Auswertung wesentlicher von 1999 bis 2008 durchgeführter Einzelmaßnahmen im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung vorgenommen. Die hieraus resultierenden CO₂-Reduktionen wurden denen gegenübergestellt, die sich bei der statistischen Auswertung der Daten ergeben hatten. Dabei zeigte sich, dass die Größenordnung der bei der statistischen Auswertung ermittelten CO₂-Reduktion plausibel ist.

Nichtsdestotrotz sollten weitere Möglichkeiten zur Überprüfung der Datenqualität genutzt werden. Zwar kann die Zuordnung der Brennstoffe der AGFW/AGEB-Daten ex post nicht genauer gestaltet und verbessert werden. Aber in Sensitivitätsanalysen

RWI Projektbericht

sollten die vom BDEW getroffenen Annahmen zu Nutzungsgraden und Stromkennzahlen für die Ermittlung von Strom- und Wärmeerzeugung nach Brennstoffen noch variiert werden, um die Auswirkungen unterschiedlicher Annahmen auf die Emissionsrechnung deutlich zu machen.

2.2 Ausbau erneuerbarer Energien

Gegenstand dieses Abschnitts ist die Zusage der Energiewirtschaft, den Beitrag erneuerbarer Energien im Bereich der allgemeinen Elektrizitäts- und Wärmeversorgung zu steigern. Explizit sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Bau von Biomassekraftwerken, Biogasanlagen und Wind- und Wasserkraftwerken,
- Verwertung von Grubengas,
- Nutzung von Umgebungswärme in Wärmepumpen,
- Thermische Verwertung CO₂-neutraler Abfälle und Ersatzbrennstoffe.

Maßgeblich für die nachfolgende Betrachtung ist hier allein der Einsatz erneuerbarer Energien, Grubengas und CO₂-neutraler Brennstoffe in der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung, da die gekoppelte Erzeugung bereits bei den KWK-Maßnahmen berücksichtigt wurden (Öko-Institut 2009). Hinzugerechnet werden die Erzeugungsmengen aus kommunaler Klär- und Deponiegasverstromung sowie die Erzeugungsmengen aus kommunal betriebenen Müllheizkraftwerken.

2.2.1 Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, Grubengas und biogenen Abfällen

Schaubild 2.1 gibt die Entwicklung der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen in der allgemeinen Elektrizitätsversorgung einschließlich der kommunalen Versorger sowie die Verstromung von Grubengas wieder². Im Referenzjahr 1998 wurden rund 19,9 TWh Strom aus regenerativen Quellen erzeugt, zuzüglich rund 106 GWh Stromerzeugung aus Grubengas.³ Mit annähernd 26 TWh wurde im Jahr 2000 das Maximum der regenerativen Stromerzeugung seit 1998 erreicht. Bis 2003 sank

² Die Zahlen zur ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 1998 bis 2002 ergeben sich aus: BDEW Stromstatistik (versch. Jgg.), VWEW (versch. Jgg.), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEB (versch. Jgg.). Für die Jahre 2003-2008 erfolgt ein Ausweis nach: StaBuA (2003-2008a), StaBuA (2003-2008b), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEE (versch. Jgg.).

³ Die amtliche Statistik zur Stromerzeugung weist ab dem Jahr 2000 die Anlagen der Deutschen Bahn nicht mehr separat aus. Um im Rahmen des Monitorings einer einheitlichen Abgrenzung für die Gegenüberstellung der Jahre ab 2000 mit dem Referenzjahr 1998 zu schaffen, wurden daher die regenerative Erzeugung in Anlagen der Deutschen Bahn für die Jahre 1998 und 1999 den Werten der allgemeinen Versorgung hinzugerechnet.

KWK-Monitoring 2005-2008

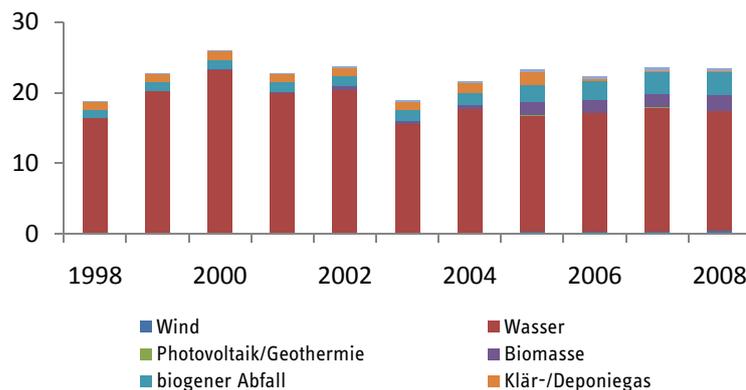
dieser Wert wieder auf etwa 19,0 TWh ab und stieg anschließend erneut bis 2008 auf 24,8 TWh an.

Bedeutendster Einzelposten ist die Erzeugung von Strom in Lauf- und Speicherwasserkraftwerken. Die Erzeugung in Pumpspeicherkraftwerken aus nicht-natürlichem Zufluss wird hierbei nicht als regenerativ betrachtet. Ausgehend von rund 17,5 TWh im Jahr 1998 fiel die regenerative Stromerzeugung aus Wasserkraft bis 2008 um 0,5 TWh, auf etwa 17,0 TWh. Deutlich ersichtlich ist die Steigerung der Stromerzeugung aus dem biogenen Anteil von Müll. Wurden 1998 nur rund 1,2 TWh verstromt, betrug die so erzeugte Strommenge 2008 bereits 3,5 TWh. Auf den ersten Blick überraschend mag die geringe Bedeutung von Windenergie sein, die bei der allgemeinen Stromerzeugung die inzwischen bedeutendste erneuerbare Energiequelle ist. Strom aus Windkraft wird tatsächlich aber vorwiegend von Dritten in das Stromnetz eingespeist und ist daher nicht in Schaubild 2.1 erfasst.

Grubengas entsteht im Untertageabbau von Steinkohle. Durch seinen hohen Methangehalt kann Grubengas als Erdgassubstitut in der Stromerzeugung energetisch genutzt werden. Die Verwertung von Grubengas verringert den Bedarf an Erdgas und mindert somit auf indirektem Wege die CO₂-Emissionen. Die Entwicklung der (ungekoppelten) Grubengasverstromung ist in Schaubild 2.1 verdeutlicht. Demnach erhöhte sich die Stromerzeugung aus Grubengas zwischen 1998 und 2008 annähernd um den Faktor 3: von 0,1 TWh auf knapp über 0,3 TWh.

Schaubild 2.1
Erneuerbare Energien und Grubengas in der Stromerzeugung der allgemeinen Versorgung

Angaben in TWh, Quellen: siehe Fußnote 2 auf Seite 24



RWI Projektbericht

2.2.2 Methodischer Ansatz zur Ermittlung der CO₂-Minderung

Die Bestimmung der durch den Ausbau der regenerativen Erzeugung vermiedenen CO₂-Emissionen orientiert sich konzeptionell an dem methodischen Vorgehen des Öko-Instituts (2009) zur Verifizierung der Minderungseffekte durch Kraft-Wärme-Kopplung. Ausgehend von den im Referenzjahr 1998 erzeugten Strommengen und den damit verbundenen CO₂-Emissionen werden durch erneuerbare Energien fossile Primärenergieträger in der Stromerzeugung substituiert. Je nach regenerativer Energiequelle sind von der Substitution unterschiedliche fossile Energieträger betroffen. Das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FH-ISI 2005) hat die Verdrängungswirkung einzelner erneuerbarer Energietechnologien in Bezug auf fossile Energieträger untersucht (Tabelle 2.7). Beispielsweise weisen Laufwasserkraftwerke eine der Grundlast ähnelnde Erzeugungscharakteristik auf und substituieren damit in erster Linie den in Grundlastkraftwerken verfeuerten Primärenergieträger Braunkohle. Das Angebot an Windkraft ist weitaus unetlicher, die Verdrängungswirkung entfaltet sich größtenteils in mit Steinkohle betriebenen Mittellastkraftwerken, zu geringeren Teilen in Braunkohle- und Gaskraftwerken.

Tabelle 2.7
Verdrängungswirkungen erneuerbarer Energien auf die konventionelle Stromerzeugung

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas
Wasserkraft	100%	0%	0%
Windenergie	20%	70%	10%
Photovoltaik	0%	50%	50%
Biomasse	30%	60%	10%
Biogener Anteil im Abfall	30%	60%	10%
Klär-/Deponiegas	100%	0%	0%

Quelle: Fh-ISI (2005)

Die Bezifferung der CO₂-Minderungen durch erneuerbare Energien ergibt sich durch die Gegenüberstellung des jeweiligen Jahres mit 1998, dem Basisjahr der KWK-Vereinbarung. Die Emissionsminderungen (ΔE) durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Vergleich zu einer rein fossilen Erzeugung ergeben sich formal für jedes Beobachtungsjahr aus:

$$\Delta E = \sum_{\text{reg.ET}} \sum_{\text{foss.ET}} \text{Erzeugungsmenge}_{\text{reg}} * \text{Anteil}_{\text{reg, foss}} * \text{CO}_{2, \text{foss}} * 1/\eta_{\text{foss}}$$

KWK-Monitoring 2005-2008

Die von jeder regenerativen Energiequelle erzeugte Strommenge wird mit dem in Tabelle 2.7 dargestellten Anteil gewichtet, mit dem sie fossile Energieträger substituiert ($\text{Anteil}_{\text{reg,foss}}$) und anschließend mit dem CO_2 -Faktor ($\text{CO}_2_{\text{foss}}$) des jeweiligen Primärenergieträgers multipliziert. Zudem muss der elektrische Nutzungsgrad der jeweiligen Kraftwerkstechnologie in der Rechnung mit berücksichtigt werden, da jede herkömmliche Kraftwerkstechnologie mit Umwandlungsverlusten verbunden ist, so dass beispielsweise pro erzeugter kWh aus Wasserkraft die Emissionen der aus Braunkohle netto erzeugten Strommenge zuzüglich der Emissionen der Umwandlungsverluste vermieden werden. Dem wird Rechnung getragen, indem der Kehrwert des Nutzungsgrades in die Betrachtung einbezogen wird.

Die CO_2 -Emissionsfaktoren und die mit der Kraftwerkstechnologie verbundenen Nutzungsgrade sind in Tabelle 2.8 abgetragen. Als CO_2 -Faktoren werden die im Monitoring vereinbarten Werte verwendet (RWI 2009). Für Braunkohle wurde der Emissionsfaktor für Rohbraunkohle gewählt, da öffentliche Heizkraftwerke mit Braunkohleverbrennung in weit überwiegenderem Maße Rohbraunkohle zur Elektrizitätserzeugung verwendet haben (AGEB 2008).⁴ Die Nutzungsgrade der Kraftwerke sind einer Studie der Technischen Universität München (TUM 2004) entnommen.

Tabelle 2.8
Emissionsfaktoren und elektrischer Nutzungsgrad der entsprechenden Kraftwerkstechnologien

		(Roh-) Braunkohle	Steinkohle	Erdgas
CO_2 -Emissionsfaktor	in kg CO_2 / GJ	112	93	56
CO_2 -Emissionsfaktor	in t CO_2 / GWh	352,8	334,8	201,6
Nutzungsgrad	in %	35,5	39	49

Quelle: TUM (2004), RWI (2009), eigene Berechnungen. Emissionsfaktoren sind primärenergetisch bewertet.

Als CO_2 -Minderungsfaktoren im Monitoring ergeben sich rechnerisch die in Tabelle 2.9 dargestellten Werte. Diese fallen etwas höher aus als die von Fraunhofer-ISI (2005) ausgewiesenen Werte, wobei die Differenz insbesondere auf die unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich der Emissionsfaktoren der Primärenergieträger zurückzuführen ist. Grundlage der Verifizierung der vermiedenen Emissionen im Rahmen der KWK-Vereinbarung bilden allein die CO_2 -Vermeidungsfaktoren des Monitoring.

⁴ Rund 97% der im Jahr 1998 in öffentlichen Wärmekraftwerken verfeuerten Braunkohle waren Rohbraunkohle. Vgl. Energiebilanz 1998, Zeile 11, AGEB 2008.

RWI Projektbericht

Für die Verstromung von Grubengas wird angenommen, dass dieser Energieträger dieselbe Substitutionswirkung wie Klär- und Deponiegas entfaltet. Grubengas wird daher mit einem CO₂-Minderungsfaktor von 0,994 kg/kWh bewertet. Für den Einsatz erneuerbarer Energien in der ungekoppelten Wärmeerzeugung wird ein CO₂-Minderungsfaktor von 0,232 kg/kWh zugrunde gelegt (BMU 2008).

Tabelle 2.9
CO₂-Vermeidungsfaktoren in der ungekoppelten Stromerzeugung, in kg CO₂ / kWh

	Monitoring	Fh-ISI
Wasserkraft	1,136	1,030
Windenergie	0,912	0,856
Photovoltaik	0,673	0,584
Biomasse	0,934	0,929
Biogener Anteil im Abfall	0,934	0,929
Klär-/Deponiegas	0,994	1,030

Quellen: Fh-ISI (2005), eigene Berechnungen

2.2.3 CO₂-Emissionsminderungswirkungen 1998-2008

Tabelle 2.10 fasst die CO₂-Emissionsminderungen im Bereich der ungekoppelten Stromerzeugung zusammen. Insgesamt wurden im Jahr 2008 rund 26,9 Mio. t CO₂ durch den Einsatz erneuerbarer Energien gegenüber einer rein fossilen Stromerzeugung eingespart. Die Verstromung von Grubengas sparte zudem weitere 0,377 Mio. t CO₂ ein, sodass insgesamt etwa 27,3 Mio. t CO₂ gegenüber einer rein fossilen Erzeugung eingespart wurden. Im Vergleich zum Referenzjahr 1998 entspricht dies einer Minderung von rund 4,8 Mio. t CO₂.

Tabelle 2.11 fasst die CO₂-Emissionsminderungen im Bereich der ungekoppelten Wärmeerzeugung zusammen. Insgesamt wurden im Jahr 2008 rund 0,5 Mio. t CO₂ durch den Einsatz erneuerbarer Energien gegenüber einer rein fossilen Stromerzeugung eingespart.

Der Einsatz erneuerbarer Energien und die daraus resultierende CO₂-Emissionsvermeidung in der ungekoppelten Wärmeerzeugung sind in Tabelle 2.9 angegeben. Insgesamt wurden 2008 knapp 3,3 TWh Wärme erzeugt, vorwiegend durch den Einsatz von Biomasse und biogenen Abfällen. Bewertet mit dem CO₂-Minderungsfaktor von 232 t CO₂/GWh wurden 2008 annähernd 777 000 t CO₂ gegenüber einer rein fossilen Wärmeerzeugung eingespart. Im Vergleich zum Referenzjahr 1998 entspricht dies einer Emissionseinsparung von gut 519 000 t.

KWK-Monitoring 2005-2008

Tabelle 2.10
CO₂-Emissionsminderung in der ungekoppelten Stromerzeugung durch erneuerbare Energien und Grubengas

Angaben in 1000 t

	1998	2000	2005	2006	2007	2008
Wasserkraft	19 837	26 197	18 749	19 099	19 891	19 282
Windenergie	88	138	285	311	404	422
Photovoltaik	1	1	3	4	4	5
Biomasse	1	75	1 751	1740	1740	2 034
Biogener Abfall	1 133	1 291	2 284	2730	3 119	3 279
Klär-Deponiegas	1 296	1 520	2442	2044	1950	1 855
Insgesamt	22 356	29 222	25 513	25 928	27 108	26 877
Grubengas	120	135	341	442	503	377
Insgesamt	22 476	29 357	25 854	26 370	27 611	27 255
Minderung gegenüber 1998	-	4 520	3 378	3 894	5 135	4 778

Quelle: Eigene Berechnungen

Im Jahr 2008 wurde durch die Herstellung von 27,3 TWh Strom aus erneuerbaren Energien (Tabelle 2.13) etwa 5,3 Mio. t CO₂ von der Stromwirtschaft gegenüber 1998 eingespart (Tabelle 2.12).

Tabelle 2.11
Erneuerbare Energien in der ungekoppelten Wärmeerzeugung und resultierende CO₂-Emissionsminderungen

Erzeugung in GWh - Minderungen in 1000 t

	1998	2000	2005	2006	2007	2008
Geothermie	113	114	138	160	160	224
Biomasse	158	324	1 503	1 308	1 352	1 406
Biogener Abfall	842	945	1 017	1 786	1 765	1 717
Insgesamt Erneuerbare	1 113	1 383	2 657	3 254	3 277	3 347
CO ₂ -Minderung zu rein fossil	258	321	616	755	760	777
CO ₂ -Minderung gegenüber 1998		63	358	497	502	519

Quelle: Die Zahlen zur ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 1998 bis 2002 ergeben sich aus: BDEW Stromstatistik (versch. Jgg.), VWEW (versch. Jgg.), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEB (versch. Jgg.). Für die Jahre 2003-2008 erfolgt ein Ausweis nach: StaBuA (2003-2008a), StaBuA (2003-2008b), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEE (versch. Jgg.). Eigene Berechnungen. CO₂-Minderungsfaktor: 232 t/GWh.

RWI Projektbericht

Tabelle 2.12
CO₂-Minderungen gegenüber 1998, in 1000t

	1999	2000	2005	2006	2007	2008
Strom	4 519	6 881	3 378	3 893	5 135	4 778
Wärme	42	63	358	497	502	519
Insgesamt	4 562	6 943	3 736	4 391	5 637	5 297

Eigene Berechnungen.

Tabelle 2.13
Ungekoppelte Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Grubengas in der allgemeinen Versorgung
Angaben in GWh

	1998	2000	2005	2006	2007	2008
Wasserkraft	19 837	26 197	18 749	19 099	19 891	19 282
Windenergie	88	138	285	311	404	422
Photovoltaik	1	1	3	4	4	5
Biomasse	1	75	1 751	1 740	1 740	2 034
Biogener Anteil im Abfall	1 133	1 291	2 284	2 730	3 119	3 279
Klär-/ Deponiegas	1 296	1 520	2 442	2 044	1 950	1 855
Grubengas	120	135	341	442	503	377
Insgesamt	22 476	29 357	25 854	26 370	27 611	27 255

Quellen: Die Zahlen zur ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 1998 bis 2002 ergeben sich aus: BDEW Stromstatistik (versch. Jgg.), VWEW (versch. Jgg.), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEB (versch. Jgg.). Für die Jahre 2003-2008 erfolgt ein Ausweis nach: StaBuA (2003-2008a), StaBuA (2003-2008b), StaBuA (1998-2008), BMU (versch. Jgg), AGEE (versch. Jgg.).

KWK-Monitoring 2005-2008

2.3 Forcierter Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik

2.3.1 Der forcierte Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik in privaten Haushalten im Bereich Mineralöl

Im Rahmen der „sonstigen Maßnahmen“ der KWK-Vereinbarung hat sich die Mineralölwirtschaft verpflichtet, durch einen forcierten Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik im Gebäudebestand und im Neubaubereich die CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren. Insbesondere geht es dabei um die Modernisierung der Kessel, u.a. durch den verstärkten Einsatz von Brennwertkesseln.

2.3.2 Im Rahmen der Klimavorsorgevereinbarung angewandte Methode

Die Angaben zu den CO₂-Minderungen der Jahre 1998 bis 2008, die durch den Einsatz verbesserter Ölheizungs- und Warmwassertechnik im Bereich privater Haushalte realisiert werden konnten, basieren zu einem wesentlichen Teil auf den Verbandsberichten für das Monitoring der Klimaschutzklärung der Mineralölwirtschaft im Bereich Wärmewirtschaft (MWV verschied. Jg.).

Ziel der Selbstverpflichtung der im September 2001 abgegebenen zweiten Klimaschutzklärung der deutschen Mineralölwirtschaft für den Wärmemarkt ist die Steigerung des durchschnittlichen Jahresnutzungsgrades von Ölheizungsanlagen bis 2012 um 27 bis 30 % gegenüber 1990, wobei bis 2005 bereits eine Verbesserung um 23 bis 25 % angestrebt wurde. Mit der Steigerung des Jahresnutzungsgrades ist eine Minderung des spezifischen Heizölverbrauchs und der entsprechenden CO₂-Emissionen verbunden.

Beim durchschnittlichen Jahresnutzungsgrad handelt es sich um ein Maß für die technische Effizienz einer Heizungsanlage. Er gibt an, wie viel Nutzenergie im Jahresdurchschnitt aus einer eingesetzten Energieeinheit gewonnen wird (MWV 2001a: 3). Der hier verwendete Gesamtnutzungsgrad ergibt sich aus der durchschnittlichen technischen Effizienz aller in Betrieb befindlichen Ölheizungsanlagen.

Der Ansatz der Mineralölwirtschaft im Wärmemarkt zielt somit wie bei den „sonstigen Maßnahmen“ auf den forcierten Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik. Die Klimaschutzklärung führt als unterstützende Maßnahmen für eine verstärkte Marktdurchdringung die Optimierung von Heizölqualitäten sowie Beratungsoffensiven bei Verbrauchern und Akteuren der Anbieterseite über Möglichkeiten der Heizungsmodernisierung sowie im Neubaubereich an.

Die Verbreitung moderner Ölheizungssysteme im Wohnungsbestand und bei Neubauten geschieht durch Substitution von Kohleheizungen durch moderne Ölheizungen, Erneuerung alter Ölheizungen durch moderne Ölheizungen sowie Verbreitung moderner Ölheizungssysteme bei Neubauten.

RWI Projektbericht

Das Modell des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung (IWO) zur Berechnung des durchschnittlichen Jahresnutzungsgrades greift auf Daten unterschiedlicher Quellen zurück: den Öfuerungsanlagenbestand des Zentralinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV), den Absatz an Niedertemperatur- und Brennwertkesseln des Bundesindustrieverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik (BDH), die Neubaustatistik des Statistischen Bundesamtes, die Absatzzahlen zu thermischen Solaranlagen des Bundesverbandes der Solarwirtschaft (BSW) sowie auf Befragungsergebnisse des vom IWO beauftragten Dienstleisters (Dr. Spence International) zum Anlagenbestand.

Bei der Berechnung wurden für die verschiedenen Baujahresklassen der Ölkessel und den Ausgangsbestand an Kohleheizkesseln Durchschnittswerte für deren Nutzungsgrade angenommen. Diese Nutzungsgrade ergeben sich als gewogenes Mittel der jeweiligen Nutzungsgrade für Heizung und Warmwasser. Für die Kombination von Ölheizkesseln mit Solaranlagen wurde der Anteil für Warmwasser um den Beitrag der Solaranlagen korrigiert.

Bei der Ermittlung der nachrichtlich in den Berichten für die Klimaschutzvereinbarung mit ausgewiesenen CO₂-Emissionen wurde für das dortige Bezugsjahr 1990 der Heizölabsatz dieses Jahres für Haushalte und Kleinverbraucher zugrunde gelegt sowie der entsprechende für das CO₂-Monitoring vereinbarte Emissionskoeffizient für leichtes Heizöl. Addiert wurden zudem die CO₂-Emissionen aus den ca. 640 000 Kohleheizungen, die im Modell bis 2010 durch Ölheizungen substituiert werden sollen.

Die in den Folgejahren ausgewiesenen Emissionen sind fiktive Emissionen. Sie ergeben sich aus den geringeren Energieverbräuchen infolge der Verbesserungen des Nutzungsgrades, dem Emissionskoeffizienten für leichtes Heizöl bzw. aus der Differenz der Emissionsfaktoren für leichtes Heizöl und Steinkohle bei der Substitution Kohle gegen Öl. Nicht berücksichtigt wurden Veränderungen im Anlagenbestand sowie Auswirkungen verbesserter Wärmedämmung oder einer geänderten Wohnungsgröße auf den Wärmebedarf.

2.3.3 Modifikation der Berechnungen für den KWK-Bericht 2005 bis 2008

Die KWK-Vereinbarung fragt explizit nach den Auswirkungen des forcierten Einsatzes verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik im Sinne der Klimavereinbarung. Eine kontrafaktische Situation, die diese Effizienzverbesserungen der Dekade ab 1998 als autonome Verbesserung darstellt ohne Einfluss der Klimaschutzpolitik, lässt sich jedoch nicht glaubwürdig darstellen. Eine Isolierung des allein durch Klimaschutzmaßnahmen - wie z.B. der Optimierung der Heizölqualitäten und der Beratungsoffensiven zur Verbreitung neuer Techniken - ausgelösten Effektes auf den Modernisierungsgrad ist nicht möglich. Damit gilt weiterhin die Entwicklung

KWK-Monitoring 2005-2008

des Nutzungsgrades als Indikator für die Modernisierung. Zusätzlich hat sich die Zielgröße der Selbstverpflichtung geändert. Während es in der ersten Vereinbarung um die Verbesserung des durchschnittlichen Nutzungsgrades geht und die CO₂-Emissionen nur nachrichtlich ausgewiesen werden, ist die Zielgröße hier die deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen. Die im Rahmen dieser Vereinbarung vorgenommene Betrachtung musste in zweierlei Hinsicht modifiziert werden. So ist zum einen das Bezugsjahr für die Betrachtung der Veränderungen nun 1998. Zum anderen sind nur die Auswirkungen der Modernisierung auf die privaten Haushalte darzustellen, nicht auf Haushalte und Gewerbe insgesamt.

Für das Monitoring im Rahmen der KWK-Vereinbarung 2003 bis 2005 hat das RWI in Absprache mit dem Mineralölwirtschaftsverband (MWW) auf die Ergebnisse des Berichts zur Klimaschutzvereinbarung zurückgegriffen und die Modernisierungsauswirkungen durch Umbasierung dieser Ergebnisse auf das Jahr 1998 ermittelt. Die Veränderung des Nutzungsgrades als Folge der Verbreitung moderner Ölheizungs- und Warmwasserbereitungstechnik wurden in Bezug auf den Wert von 1998 berechnet. Die CO₂-Minderungen ergaben sich als Differenzen der Emissionen zwischen dem jeweiligen Berichtsjahr und 1998. Die erforderliche Trennung zwischen den Auswirkungen auf Haushalte und Gewerbe erfolgte noch nicht. Zwischen RWI und Verband wurde verabredet, im nachfolgenden Bericht beides entsprechend zu modifizieren. Der Verband hat für den Bericht 2005 bis 2008 die Berichterstattung entsprechend angepasst. Die Berechnungen wurden vom IWO durchgeführt (IWO 2010). Zur Beurteilung hat das RWI ergänzend Gespräche mit Experten des Statistischen Bundesamtes und des MWW geführt.

Der Ölverbrauch des Jahres 1990 als Basis für die Ermittlung der Emissionen dieses Jahres spiegelte entsprechend der Annahmen des IWO gleichzeitig den Modernisierungsgrad der Heizanlagen, den durchschnittlichen Wärmebedarf der Wohnungen sowie den entsprechenden Bestand an Ölfeuerungsanlagen des Jahres 1990 wider. Für das neue Bezugsjahr 1998 wurden nun CO₂-Emissionen ermittelt, die auf dem entsprechenden Ölverbrauch für 1998 beruhen. Anschließend wurden wie bisher durch Multiplikation mit den Veränderungen des Nutzungsgrades zwischen Bezugsjahr und jeweiligem Berichtsjahr die Auswirkungen der Modernisierungsmaßnahmen auf die Emissionen isoliert berechnet.

- Ermittlung von Ölverbrauch und Emissionen 1998: Ausgehend von den Daten zum gesamten Inlandsabsatz an leichtem Heizöl der amtlichen Mineralölstatistik wurde durch eine Lagerbereinigung der Ölverbrauch des Jahres 1998 bestimmt. Absatz und Verbrauch eines Jahres können sich deutlich voneinander unterscheiden, da Verbraucher ihre Nachfrage nicht nur am Bedarf, sondern auch an Preisen und Preiserwartungen ausrichten. Da dem IWO nach

RWI Projektbericht

seinen Aussagen keine validen Daten für den Lagerauf- und -abbau vorliegen, wurde hilfsweise über den gesamten Inlandsabsatz der Jahre 1970 bis 2008 ein Trend geschätzt („lineare Interpolation“) (IWO 2010:1ff). Der Trendwert des Jahres 1998 wurde dann als Größe für den um die Lagerveränderungen bereinigten Absatz und somit den Verbrauch herangezogen. Multipliziert mit dem entsprechenden Emissionskoeffizienten für leichtes Heizöl ergaben sich entsprechende Emissionen für 1998.

- Ermittlung der Emissionen für die Berichtsjahre: Ausgehend von den Emissionen des Jahres 1998 wurden die (fiktiven) Emissionen der Jahre 2005 bis 2008 durch Multiplikation mit der jeweiligen Veränderung des durchschnittlichen Nutzungsgrades gegenüber 1998 ermittelt. Diese spiegeln dann allein die Auswirkungen der Modernisierung des Heizungsanlagenbestandes bei Konstanz aller anderen Determinanten wie Höhe des Bestandes und Wärmebedarf der Wohnungen wider.

Als eine weitere wesentliche Modifikation im Vergleich zum Monitoring der Klimavorsorgevereinbarung sollten im Sinne der KWK-Vereinbarung nur die Auswirkungen der Modernisierung für die privaten Haushalte aufgezeigt werden.

- Die Konsequenzen der Modernisierung in den privaten Haushalten wurden berechnet, indem für alle betrachteten Jahre der Anteil der privaten Haushalte am Inlandsabsatz an leichtem Heizöl in Höhe des langjährigen Mittels von 62 % angesetzt und von den bisher ermittelten Emissionen des gesamten Verbrauchs abgezogen wurde (IWO 2010).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist nach Ansicht des RWI die Annahme des IWO zu berücksichtigen, dass Lageranpassungen von Haushalten und Gewerbe in gleicher Weise vorgenommen werden. Im MWV wird ebenfalls diskutiert, dass Lagerveränderungen in Haushalten stärker schwanken. Ebenso ist zu beachten, dass für die Haushalte der durchschnittliche Wirkungsgrad aller Ölheizungsanlagen angesetzt wird. Der Ölkesselbestand, auf dessen Basis die durchschnittlichen Wirkungsgrade berechnet wurden, bezieht sich auf Haushalte und Gewerbe. Beim Ölfeuerungsanlagenbestand des ZIV wird nur hinsichtlich der Leistungen der Anlagen differenziert. Mitglieder der AGEB gehen jedoch davon aus, dass die Struktur des Ölverbrauchs und der Nutzungsgrad der Kessel sich bei Haushalten und Gewerbe kaum unterscheiden.

Im Unterschied zum Monitoring im Rahmen der Klimavorsorgevereinbarung wurden die Substitutionen der Kohlekessel durch Ölkessel vernachlässigt. Dies erscheint vertretbar angesichts der Tatsache, dass 1998 entsprechend der Daten des IWO nur noch ein Anteil von etwa 1 % Kohlekessel bezogen auf den Ölkesselbestand von

KWK-Monitoring 2005-2008

1998 vorhanden waren und zudem deren Aufteilung auf Haushalte und Gewerbe nicht bekannt ist.

Da das Statistische Bundesamt im Rahmen der umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR) direkt lager- und temperaturbereinigte Zahlen zum Verbrauch der privaten Haushalte ausweist, wurde eine Vergleichsrechnung zu den Berechnungen des IWO durchgeführt, bei der als entsprechender Ölverbrauch des Basisjahres 1998 der UGR-Wert herangezogen wird (Statistisches Bundesamt 2009). Bei der Ermittlung dieser Verbrauchswerte greift das Statistische Bundesamt nach eigener Auskunft für den Inlandsabsatz der privaten Haushalte an leichtem Heizöl auf Ergebnisse der AGEB zurück und übernimmt dabei für die Lager- und Temperaturbereinigung Ergebnisse der AG Nutzenergiebilanzen, einem Arbeitskreis der AGEB.

Ein Vergleich mit den IWO-Daten wird jedoch dadurch erschwert, dass neben der Lager- gleichzeitig auch eine Temperaturbereinigung vorgenommen wurde. Das IWO hat ergänzend durch eine Berücksichtigung entsprechender Gradtage eine Temperaturbereinigung durchgeführt und somit ebenfalls einen lager- und temperaturbereinigter Verbrauch ausgewiesen (IWO 2010 Bild 5). Als Ausgangswert für die Betrachtung hier gilt nach Ansicht des IWO der allein lagerbereinigte Wert als der bessere, da Schwankungen aufgrund von Wettereinflüssen nicht mit einbezogen werden sollten.

2.3.3 Ergebnisse

Der durchschnittliche Jahresnutzungsgrad der Ölheizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen ist zwischen 1998 und 2005 von 78,5 % auf 84,8 % stetig um insgesamt 8,1 % gestiegen (Tabelle 2.14). Bis 2008 erfolgte eine Verbesserung auf 86,6 % mit einem Anstieg gegenüber 1998 um insgesamt 10,4 %. Der Bestand hat sich in diesen Jahren kaum verändert. 2005 lag er auf gleicher Höhe wie 1998. Danach sank er bis 2008 stetig, bezogen auf 1998 um insgesamt 4,7 %. Die Struktur hat sich in diesen Jahren indes deutlich gewandelt. Bis 2005 wurde ein Viertel der Anlagen ausgetauscht. 2008 lag der Anteil der seit 1998 ausgetauschten Anlagen bei 32 %. Die Erneuerung erfolgt inzwischen verstärkt durch die Einführung von Brennwertgeräten. War deren Anteil am Absatz der Ölheizgeräte 1998 noch vernachlässigbar gering, lag er 2005 bei 14,5 %. Bis 2008 stieg er auf 55,2 %.

Gemäß den Berechnungen des IWO ergab sich für 1998 ein lagerbereinigter Ölverbrauch der privaten Haushalte von 19,2 Mill. t und ein Emissionsniveau von 60,6 Mill. t (Tabelle 2.14). Allein aufgrund der Verbesserung des Wirkungsgrades der Ölfeuerungsanlagen ergab sich bei gleichem Bestand bis 2005 eine Einsparung um 4,5 Mill. t auf 56,1 Mill. t. Bis 2008 erhöhte sich dieser Wert auf 5,6 Mill. t bei einem Emissionsvolumen von 55,1 Mill. t.

RWI Projektbericht

Die UGR-Daten weisen 1998 einen Ölverbrauch der privaten Haushalte von 20,4 Mill. t aus. Darauf basierend ergaben sich CO₂-Emissionen von 65,1 Mill. t (Tabelle 2.14). Zwischen 1998 und 2005 sanken die Emissionen als Folge der Modernisierungsmaßnahmen um 4,9 Mill. t. 2008 lag der Wert um 6 Mill. t unter dem des Bezugsjahres. Damit lag der vom Statistischen Bundesamt ausgewiesene Ölverbrauch um 1,3 Mill. t bzw. 6,3 % über dem des IWO. Verglichen mit dem höheren Ausgangsverbrauch in 1998 ergibt sich denn auch eine um 400 000 t größere CO₂-Vermeidung in den einzelnen Jahren. Bezogen auf den ebenfalls vom IWO berechneten lager- und witterungsbereinigten Ölverbrauch der privaten Haushalte liegt der UGR-Wert sogar um 10,3 % darüber.

Die Berechnungen des IWO und des Statistischen Bundesamtes zum Ölverbrauch gehen zwar auf die gleichen Ausgangsdaten beim Inlandsabsatz zurück. Sie unterscheiden sich jedoch deutlich aufgrund der unterschiedlichen Lager- und Temperaturbereinigungsverfahren beim Ölverbrauch für 1998. Das unterschiedliche Niveau des Ölverbrauchs resultiert in einer um 400 000 t differierenden CO₂-Reduktion in den Berichtsjahren. Da das Bereinigungsverfahren der UGR-Daten nicht nachvollziehbar ist und keine Bewertung der Güte der jeweiligen Bereinigungsverfahren vorgenommen werden kann, werden hier die vom IWO ausgewiesenen CO₂-Minderungen in Höhe von 4,6 Mill. t für 2005 und 5,6 Mill. t für 2008 als Folgen der Modernisierungsmaßnahmen angesehen, jedoch als Untergrenze interpretiert.

Die Folgen der Modernisierungsmaßnahmen sind unter Annahme eines konstanten Bestandes des Jahres 1998 berechnet worden. Ergänzend soll jedoch auch der Modernisierungseffekt berücksichtigt werden, der den Bestandsverminderungen in Höhe von 4,7 % des Ausgangsbestandes von 1998 zugerechnet werden kann. Nimmt man dabei an, dass auch hiervon 62 % auf private Haushalte entfallen und legt hier ebenfalls die Entwicklung der Nutzungsgrade des Ölfeuerungsanlagenbestandes zugrunde, ergibt sich für 2008 eine um 260 000 t niedrigere CO₂-Minderung gegenüber der Rechnung mit konstantem Bestand, d.h. 5,3 Mill. t. Insgesamt gehen die CO₂-Emissionen in diesem Sektor als Folge der Verränderung von Modernisierungsgrad und Bestand um 8,13 Mill. t zurück.

Die aus der Bestandsverringerung resultierenden Minderungen lassen sich jedoch nicht als tatsächliche CO₂-Minderung des gesamten Wärmebereichs der Haushalte interpretieren. Es ist davon auszugehen, dass eine Substitution durch Heizkessel auf Basis anderer Energieträger erfolgt ist. Da bei den Berechnungen die Einflüsse anderer Determinanten des Nutzwärmebedarfs fehlen, kann hier die tatsächliche Minderung nur in Höhe des Modernisierungseffektes angegeben werden.

Die Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten zum Ölverbrauch der privaten Haushalte im Bereich Wärme sowie die Gespräche mit Experten des Statistischen

KWK-Monitoring 2005-2008

Bundesamtes, des Mineralölwirtschaftsverbandes und der AG Energiebilanzen im Rahmen dieses Berichts machte deutlich, dass die Datensituation dort für aussagefähige Analysen unzureichend ist. Es wäre daher wünschenswert, entsprechende umfassende Erhebungen zu initiieren, die diesen Bereich transparenter machen. Dies kann letztendlich nur von Seite der Ministerien initiiert werden.

Tabelle 2.14
Jahresdurchschnittlicher Nutzungsgrad, CO₂-Emissionen und Anlagenbestand im Bereich Ölheizung und Warmwasserbereitung privater Haushalte
 1998 bis 2008

	1998	2005	2006	2007	2008
Durchschnittl. Jahresnutzungsgrad	78,5	84,8	85,4	86,0	86,6
Veränd. geg. 1998, %		8,1	8,8	9,6	10,4
CO ₂ -Emissionen					
Basiswert IWO, Mill. t	60,6	56,1	55,7	55,4	55,1
Minderung geg. 1998, %		7,5	8,1	8,7	9,2
Minderung geg. 1998, Mill. t		4,5	4,9	5,3	5,6
Basiswert UGR, Mill. t	65,1	60,2	59,8	59,4	59,1
Minderung geg. 1998, %		7,5	8,1	8,7	9,2
Minderung geg. 1998, Mill. t		4,9	5,3	5,7	6,0
Anlagenbestand insg., in 1000					
Veränd. geg. 1998, %		-0,1	-1,9	-3,9	-4,7
Dar.: Anlagen ab 1998	198	1 680	1 772	1 864	1 969
- Anteil an insgesamt, in %	3,1	26,2	28,1	30,2	32,1
Brennwertgeräte, Anteil an Absatz Ölheizgeräten in %					
		14,5	33,5	37,4	55,2
Modernisierungseffekt, Basiswert IWO, Minderung geg. 1998, Mill. t					
Anzurechnende CO ₂ -Emissionen aus Bestandsverminderungen		-	-	-0,2	-0,3
Modernisierungseffekt insgesamt		4,5	4,8	5,1	5,3
Eigene Berechnungen nach Angaben des IWO und des Statistischen Bundesamtes.					

RWI Projektbericht

2.4. Der forcierte Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik in privaten Haushalten im Bereich Gas

Analog zur Mineralölwirtschaft hat sich auch das Gasfach im Rahmen der „Sonstigen Maßnahmen“ der KWK-Vereinbarung verpflichtet, durch Modernisierungen der Heizungs- und Warmwasserversorgung im Gebäudebestand und im Neubaubereich der privaten Haushalte die CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren. Hingewiesen wurde hierbei insbesondere auf die Modernisierung des Kesselbestandes durch den verstärkten Einsatz von Brennwertkesseln.

2.4.1 Im Rahmen der Klimavorsorgevereinbarung angewandte Methode

Der Einsatz verbesserter Gasheizungs- und Warmwassertechnik bei privaten Haushalten und die entsprechenden CO₂-Minderungen werden detailliert in den Fortschrittsberichten des BDEW (früher BGW) für das Monitoring der Vorsorgevereinbarung des deutschen Gasfachs dokumentiert (Schmitz 20010a und 2010b). Der Verband hat im Rahmen dieser Erklärung differenziert nach Einzelbereichen eine umfassende Verpflichtung zur CO₂-Minderung abgegeben. Die Darstellung umfasst jeweils getrennt den Wärmebereich und die Versorgung durch BHKW bei privaten Haushalten und Kleinverbrauchern, die Warmwasserbereitung bei Haushalten und Kleinverbrauchern zusammen, den Bereich Prozesswärme bei Kleinverbrauchern, Erdgasfahrzeuge und die Reparatur von Graugussleitungen. Neben einer Zielvorgabe für die CO₂-Minderungen im Jahr 2012 für das Gasfach insgesamt erfolgte eine Konkretisierung für die einzelnen Bereiche in Form von Einzelzielen oder es wurden Annahmen über die erwartete Entwicklung formuliert.

Das Gasfach hat den Monitoringberichten durch das RWI eine technische Plausibilitätsprüfung seiner Angaben über die Fortschritte bei der CO₂-Minderung vorangestellt. Die Verbandsberichte werden von Professor Schmitz von der TU Hamburg-Harburg geprüft. Die Berechnungen werden im Anschluss vom RWI anhand der vorliegenden Unterlagen nachvollzogen.

Die angestrebten Ziele für den Wärmebereich der privaten Haushalte beziehen sich speziell auf die technische Weiterentwicklung der Heizkessel und deren Verbreitung in den Haushalten. Indikator für die Verbesserungen der Heizungs- und Warmwassertechnik ist dabei die Entwicklung des jährlichen Mischnutzungsgrades der Heizkessel. Indikatoren für die Verbreitung neuer Heizungsanlagen sind die Anzahl der modernisierten Gasheizungen, der auf Gaskessel umgestellten Heizungen auf Basis anderer Energieträger sowie die Entwicklung des Marktanteils der Gasheizungen bei Neubauten. Technische Verbesserungen resultieren aus der Verringerung der Bereitschaftsverluste, vor allem aber aus der Zunahme des Anteils der Brennwertgeräte.

KWK-Monitoring 2005-2008

Der Verband weist in seinem Fortschrittsbericht für den Heizungsbereich der privaten Haushalte ohne BHKW CO₂-Emissionsminderungen für die einzelnen Jahre gegenüber 1990 aus. Er differenziert bei der Ermittlung nach Minderungen aus der Modernisierung im Bestand der Erdgasheizungen, aus der Substitution von Heizungen auf Basis anderer fossiler Energieträger im Altbaubestand durch Erdgasheizungen sowie Minderungen durch den Einbau von Erdgasheizungen im Neubau. In die Berechnung des Erdgasverbrauchs der jeweiligen Jahre gehen nach seinen Aussagen als wesentliche Determinanten

- die Zahl der umgestellten Heizungen bzw. die Zahl der Wohnungen in Neubauten mit Gasheizungen sowie
- die Veränderungen des durchschnittlichen Jahresnutzungsgrades bzw. bei neuen Wohnungen die Differenzen zwischen Nutzungsgraden von Öl- und Gasheizungen

ein. Darüber hinaus werden Annahmen zum Nutzwärmebedarf und zur Veränderung der durchschnittlichen Wohnfläche bzw. bei neuen Wohnungen zum Niveau der durchschnittlichen Wohnfläche getroffen.

Zur Berechnung der CO₂-Emissionen wird der für das Monitoring vereinbarte CO₂-Koeffizient für Erdgas verwendet. Im Bereich der Substitution von Heizungen auf Basis anderer fossiler Energieträger durch Gasheizungen wird die Differenz der jeweiligen Emissionskoeffizienten zum Koeffizienten für Erdgas herangezogen und bei den neuen Wohnungen die Differenz der Emissionskoeffizienten von Öl und Gas benutzt.

Die für 1990 ausgewiesenen Emissionen sind eine hypothetische Größe. Sie wird auf Basis des 1990 existierenden Bestandes gasbeheizter Wohnungen ermittelt. Hinzu kommen die mit Öl, Kohle, Stadtgas und Strom beheizten Wohnungen, für die bis 2012 eine Umstellung auf Erdgas erwartet wird.

Die CO₂-Minderungen durch verbesserte Warmwasseraufbereitungsanlagen sind in den Monitoringberichten des Gasfachs nur informell mit aufgeführt. Sie werden dort für Haushalte und Kleinverbrauch zusammen ausgewiesen. In die Evaluierung der Erfüllung der Klimavorsorgevereinbarung gehen sie nicht ein. Für die KWK-Vereinbarung wurde der Gasverbrauch der Warmwasseraufbereitung in die Evaluierung einbezogen. Er wurde auf Basis von Annahmen zum Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung pro Haushalt und Jahr nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und Daten über die Wohneinheiten mit Warmwasseraufbereitungsanlagen der E.ON Ruhrgas AG für den Haushaltssektor ermittelt (Schmitz 2010:14,16). Für das Gewerbe wurde ebenfalls die Zahl der neu installierten Warmwasseraufbereitungsanlagen ermittelt. Bei Berechnung der durch Modernisierung ausgelösten CO₂-Minderungen wird für die Referenzreihen in beiden Sektoren unterstellt, dass statt

RWI Projektbericht

Gas Öl oder Strom genommen worden wäre. Dabei wurde für Öl und Gas ein gleicher Nutzungsgrad angenommen, für Strom ein Nutzungsgrad von eins unterstellt. Zudem wurden die entsprechenden CO₂-Koeffizienten für Heizöl und Strom benutzt.

2.4.2 Modifikation der Berechnungen für die Betrachtung 1998 bis 2005

Die durchgeführten Maßnahmen entsprechen inhaltlich den Verpflichtungen der KWK-Vereinbarung. Die Berechnungen für den CO₂-Minderungsnachweis im Rahmen der KWK-Vereinbarung wurden insofern modifiziert, als die erreichten Reduktionen auf das Basisjahr 1998 bezogen wurden - anstatt auf 1990. Die Minderungen gegenüber 1998 wurden berechnet, indem die CO₂-Reduktion in den einzelnen Bereichen, die 1998 realisiert werden konnten, jeweils von den in den Jahren 2005 bis 2008 erzielten abgezogen wurden. Damit wurde das gleiche Vorgehen wie beim Monitoring für die Jahre 2003 bis 2005 angewandt.

Als Manko bei dieser Berechnung erscheint dem RWI jedoch, dass Auswirkungen im Heizungssektor, die durch Veränderung von Nutzungsbedarf und Wohnfläche sowie Gasheizungen in Neubauten ausgelöst wurden, nicht isoliert wurden. Insgesamt dürften die hier ausgewiesenen CO₂-Minderungen aus diesem Grund und wegen der gemeinsamen Betrachtung von Haushalten und Kleinverbrauchern bei der Warmwasserbereitung als leicht überhöht anzusehen sein. Für diesen Monitoringbericht war zwar nach Absprache mit dem BDEW vorgesehen, die Größenordnung dieser Einflüsse zu quantifizieren. Im Sektor Warmwasseraufbereitung sollte zudem im Folgebericht die Analyse nach Haushalten und Kleinverbrauchern getrennt werden. Die entsprechenden Informationen sind jedoch vom Verband nicht geliefert worden.

Die für 2005 ausgewiesene Emissionsreduktion bei Neubauten und im Bereich Substitution von Gaskesseln gegen Kessel auf Basis anderer Energieträger unterscheidet sich leicht von den Werten des Vorgängerberichtes. Dies ist auf Korrekturen einzelner Emissionsfaktoren zurückzuführen, die Prof. Schmitz von der TU Hamburg-Harburg bei der technischen Plausibilitätsprüfung des aktuellen Berichts vorgenommen hat (Schmitz 2010a: 20).

2.4.3 Ergebnisse

Durch den Einsatz verbesserter Gasheizungstechniken bei privaten Haushalten gelang es, zwischen 1998 und 2008 eine Minderung des CO₂-Ausstoßes um 7,32 Mill. t zu erreichen (Tabelle 2.15). Davon waren gut 1,74 Mill. t oder 12,1 % auf den Einsatz von Erdgas in Neubauten, 2,74 Mill. t oder 32,4 % auf Modernisierungen im Haushaltsbestand und knapp 2,84 Mill. t bzw. 55,5 % auf die Substitution anderer Energieträger durch Erdgas zurückzuführen. Die Verminderung des CO₂-Ausstoßes konnte - verglichen mit 2005 - noch um 1,56 Mill. t gesteigert werden. Hierzu trugen zwar alle Bereiche bei. Der Anteil, der durch die Substitution von

KWK-Monitoring 2005-2008

Heizkesseln auf Basis anderer Energieträger gegen Gaskessel erreicht werden konnte, sank jedoch leicht um 1,5 Prozentpunkte. Zählt man die CO₂-Minderungen aus der Warmwasserbereitung (einschließlich Kleinverbrauch) in Höhe von rund 0,29 Mill. t bzw. 0,33 Mill. t der Jahre 2005 und 2008 hinzu, ergibt sich eine Minderung des CO₂-Ausstoßes von insgesamt 6,05 Mill. t und 7,65 Mill. t.

Zwischen 1998 und 2008 sank der Absatz von Gas-Heizkesseln stetig von 700 über 516 im Jahr 2005 auf 424 (Tabelle 2.16), was die Verbesserung des Mischnutzungsgrades verlangsamt haben dürfte. Dies ist jedoch kompensiert worden durch die zunehmende Bedeutung der Brennwertkessel. Deren Anteil am Absatz der Gas-Heizkessel stieg in diesem Zeitraum von 26,4 % über 63,6 % im Jahr 2005 auf 73,6 %. Der Mischnutzungsgrad der neuinstallierten Geräte lag 2005 bei 95,8 %; 2008 stieg er auf 97,7 %. Der entsprechende Wert des gesamten Bestandes gasbeheizter Wohnungen stieg dadurch in diesen Jahren auf 85,7 % bzw. 87,2 %.

Tabelle 2.15
CO₂-Minderungen durch Modernisierung der Heizung und Warmwasseraufbereitung in privaten Haushalten im Bereich Gas
 2005 bis 2008 jeweils gegenüber 1998, in Mill. t

	2005	2006	2007	2008
Heizung				
Neubau	1,49	1,61	1,72	1,74
Bestand	2,02	2,26	2,50	2,74
Substitution	2,25	2,42	2,64	2,84
insgesamt	5,76	6,29	6,86	7,32
Warmwasserbereitung	0,29	0,31	0,32	0,33
Insgesamt (einschließl. Warmwasseraufbereitung)	6,05	6,60	7,18	7,65

Nach Angaben von Schmitz 2010.

RWI Projektbericht

Tabelle 2.16
Absatz von Gasheizkesseln
1998 bis 2008

	1998	2005	2006	2007	2008
Gasheizkessel	720	516	521	398	424
Veränd. geg.1998		-28,3	-27,6	-44,7	-41,1
Dar.:					
Brennwertkessel	190	328	354	276	312
Veränd. geg.1998		72,6	86,3	45,3	64,2
Anteil an insgesamt, in %	26,4	63,6	67,9	69,3	73,6

Nach Angaben von Schmitz 2010.

2.5 Energieeffizienzkampagnen gemeinsam mit der Elektroindustrie

Die Stromwirtschaft hat sich in der KWK-Vereinbarung zur Durchführung von Effizienzkampagnen verpflichtet, um Verbraucher verstärkt für das Thema Energieeffizienz zu sensibilisieren, damit bestehende Energieeffizienzpotentiale zu heben, die Energienachfrage zu mindern und damit einen Beitrag zum energiepolitischen Zieldreieck Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit zu leisten. Die Aktivitäten wurden in der *Initiative EnergieEffizienz* gebündelt, eine von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) und der Energiewirtschaft getragenen Plattform, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Die *Initiative EnergieEffizienz* spricht dabei seit Oktober 2002 gleichermaßen private Haushalte, die Industrie und das verarbeitende Gewerbe und den Dienstleistungssektor an.

Um die mit der Kampagne verbundenen Emissionseinsparungen beziffern zu können, ist eine Evaluation des Programms unabdingbar. Die dena führt regelmäßig Studien durch, die in erster Linie das Verbraucherverhalten und den Bekanntheitsgrad der Kampagne untersuchen. Die Ergebnisberichte werden auf der Internetseite der Kampagne zum Download bereitgestellt.⁵ Für eine Bezifferung der Emissionseinsparungen sind diese „Evaluationsberichte“ indessen wenig geeignet, da in der Regel lediglich die Publikumswirkung der Aktionsplattform beschrieben wird. Bestenfalls kann aus den regelmäßigen Befragungen zum Verbraucherverhalten tendenziell abgelesen werden, ob sich das Konsumentenverhalten in Richtung effizienterer Energieverwendung wandelt.

⁵ Die Studien sind unter <https://www.initiative-energieeffizienz.de/initiative/studien-evaluierungen.html> verfügbar.

KWK-Monitoring 2005-2008

Eine solide wissenschaftliche Programmevaluation erfordert die Identifizierung der dem Programm kausal zuzuschreibenden Energieeinsparungen. Um diese zu bestimmen, bedarf es der Approximation einer hypothetischen Situation, in der keine Konsumentensensibilisierung stattgefunden hätte (Train 1994). Diese herausfordernde Aufgabe wird in der Regel durch das Vergleichsgruppenkonzept gelöst: der Energieverbrauch einer Stichprobe von „Programmteilnehmern“, beispielsweise von Menschen, die die *Initiative EnergieEffizienz* bereits kennen, der Energieverbrauch einer Stichprobe von „Nicht-Teilnehmern“ gegenübergestellt. Beide Stichproben müssen in wesentlichen sozio-ökonomischen Charakteristika übereinstimmen und sich im Idealfall nur durch die Programmteilnahme unterscheiden. Die durch die Informationskampagne kausal hervorgerufenen Energieeinsparungen ergeben sich dann näherungsweise als Differenz des Energieverbrauchs der beiden Stichproben.

Bislang mangelt es noch an einer solch systematischen Untersuchung, inwiefern sich die Konsumentensensibilisierung für das Thema Energieeffizienz in tatsächliche Energie- und damit Emissionseinsparungen übersetzen lassen. Es ist wünschenswert, dass eine solche gezielte Evaluation zukünftig ein Bestandteil der Aktivitäten ist und so die Effektivität der Kampagne quantifiziert werden kann. Ohne eine solche Evaluation können keine Emissionseinsparungen beziffert werden.

RWI Projektbericht

2.6 Erdgasfahrzeuge und Brennstoffzelle

Die KWK-Vereinbarung sieht eine Förderung der Entwicklung von Erdgasfahrzeugen und Brennstoffzellen durch unternehmerische Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen und Demonstrationsprojekte vor. Ziel von Forschungs- und Entwicklungsprojekten ist, die technischen Grundlagen zu schaffen, damit Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeuge zur Serienreife gelangen. Die eigentliche Emissionseinsparung aber findet durch eine verstärkte Marktdurchdringung dieser Antriebsarten statt.

Es liegt somit in der Natur von Forschungs- und Entwicklungsprojekten, dass sie ihre Wirkung erst mit einer großen Zeitverzögerung entfalten. Diese kann üblicherweise nicht einem einzelnen Forschungsprojekt zugerechnet werden. Dennoch ist es unverkennbar, dass Erdgasfahrzeuge nicht mehr nur Gegenstand der Forschung, sondern in zunehmender Zahl auch im Straßenverkehr vertreten sind.

Tabelle 2.17
Pkw-Bestand am 1. Januar 2009 nach Antriebsarten

Antriebstechnik / Treibstoff	Bestand
Benzin	30 639 015
Diesel	10 290 288
Flüssiggas (einschließlich bivalenter Fahrzeuge)	306 402
Erdgas (einschließlich bivalenter Fahrzeuge)	60 744
Elektromotor	1 452
Hybridfahrzeug	22 330
Sonstige (einschließlich Wasserstoff)	940
Bestand insgesamt	41 321 171

Quelle: KBA (2010). Bivalente Fahrzeuge können sowohl mit Gas als auch mit Benzin bzw. Diesel betrieben werden.

Im Folgenden werden die durch die zunehmende Zahl an Erdgasfahrzeugen erzielten Emissionseinsparungen ermittelt. Zwar zeigt Tabelle 2.17, dass der Bestand an Pkw in Deutschland nach wie vor weit überwiegend mit herkömmlichen Kraftstoffen wie Diesel und Benzin angetrieben wird. Dennoch stieg die Zahl der mit Erdgas betriebenen Pkw von 1 605 im Jahr 1998 auf insgesamt 60 744 im Jahr 2008 stark an. Darunter befinden sich auch bivalente PKW, die sowohl mit Gas als auch mit Benzin oder Diesel betrieben werden (Tabelle 2.17). Bei der Ermittlung der CO₂-Einsparungen wird davon ausgegangen, dass diese bivalent betriebenen Fahrzeuge

KWK-Monitoring 2005-2008

nur im Ausnahmefall mit konventionellem Kraftstoff betrieben werden. Dies ist plausibel, denn das Tanken von Erdgas ist wesentlich günstiger.

Zusätzlich wird angenommen, dass in den Jahren 2005 bis 2008 mit Erdgas zu 55 % Benzin-Pkw und zu 45 % Diesel-Pkw ersetzt wurden (Tabelle 2.18). Diese Aufteilung entspricht den jeweiligen Anteilen an den Neuzulassungen von Benzin- und Dieselfahrzeugen des Jahres 2008 (KBA 2010). Die Unterscheidung nach Kraftstoffarten ist notwendig, da der mit dem Verbrennen von Benzin und Diesel verbundene CO₂-Ausstoß unterschiedlich ausfällt. So führt der Verbrauch von 1 Liter Benzin zu einem Ausstoß von 2,33 kg CO₂, während der Verbrauch von 1 Liter Diesel mit 2,64 kg CO₂ etwas höhere Emissionen nach sich zieht (Bayerisches Landesamt 2009).

Tabelle 2.18
Pkw-Bestand an Gasfahrzeugen
2005 bis 2008

	Insgesamt	Erdgasfahrzeuge	
		ersetzte Benzin-Pkw	ersetzte Diesel-Pkw
2005	30 554	16 805	13 749
2006	42 759	23 517	19 242
2007	50 614	27 838	22 776
2008	60 744	33 409	27 335

Quellen: eigene Berechnungen nach KBA (2010).

Um die CO₂-Einsparungen nicht zu überschätzen, muss berücksichtigt werden, dass der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der konventionell betriebenen Fahrzeuge im Laufe der Zeit abnimmt. So sank der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugbestandes im Zeitraum von 1998 bis 2008 von 8,8 l/km auf 8,2 l/km bei Benzin und von 7,2 l/km auf 6,9 l/km bei Diesel (Tabelle 2.19).

Aus diesen Angaben kann nun die durchschnittliche CO₂-Einsparung pro Erdgasfahrzeug ermittelt werden, indem die jährliche Fahrleistung, die im Durchschnitt bei etwa 12 000 km liegt (Biere et al. 2009), mit dem Kraftstoffverbrauch, dem Emissionsfaktor des Kraftstoffes und der Einsparung gegenüber dem konventionellen Kraftstoff multipliziert wird. Sofern Benzin durch Gas ersetzt wird, können laut Literatur etwa 21 % an CO₂-Emissionen eingespart werden, im Falle von Diesel nur etwa 11 % (EMPA 2007). Ein Benzin betriebenes Fahrzeug mit einem Verbrauch von 8,8 Litern pro 100 km, 12 000 km Jahresfahrleistung und einen spezifischen Ausstoß von 2,33 kg CO₂ je Liter emittiert pro Jahr etwa 2 460 kg CO₂. Die Emissionseinspa-

RWI Projektbericht

zung von etwa 21 % von Gas- gegenüber Benzinfahrzeugen entspricht somit etwa 517 kg CO₂ pro Jahr.

Berücksichtigt man die Anzahl der mit Erdgas betriebenen Fahrzeuge (Tabelle 2.18), so summieren sich die durch alle Gasfahrzeuge zwischen 1998 und 2008 erzielten Einsparungen auf knapp 93 000 t CO₂ (Tabelle 2.20). Die letzte Spalte aus Tabelle 2.18 weist die gegenüber 1998 zusätzlich durch Gasfahrzeuge erzielten jährlichen CO₂-Einsparungen aus, die sich insgesamt auf knapp 85 000 t beliefen. Die Einsparungen dürften tatsächlich etwas höher ausfallen, denn Pkw stellen nur 79 % der gesamten mit Erdgas betriebenen Fahrzeuge dar. Weitere 19 % entfallen auf Lkw und 2 % auf Busse (GVR 2009).

Tabelle 2.19
Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugbestandes in Liter / 100 km
1998 bis 2008

	Benzin	Diesel
1998	8,8	7,2
1999	8,8	7,1
2000	8,6	6,9
2001	8,5	6,9
2002	8,5	6,9
2003	8,4	6,9
2004	8,4	6,8
2005	8,3	6,8
2006	8,3	6,9
2007	8,2	6,9
2008	8,2	6,9

Quelle: BMWi (2010)

Neben dem Einsatz von Erdgas stellt die Brennstoffzelle eine weitere Alternative zur Einsparung von CO₂ im Straßenverkehr dar. Bei der Brennstoffzellentechnologie wird Wasserstoff als Kraftstoff verwendet. Wasserstoff wird stromintensiv mittels Elektrolyse erzeugt. Werden jedoch CO₂-freie Stromerzeugungstechnologien verwendet, ist sein Einsatz als Kraftstoff mit keinerlei Treibhausgasemissionen verbunden. Dies trifft auf den aktuellen Brennstoffmix in der Elektrizitätserzeugung nicht zu. Vielmehr werden bei der Stromerzeugung erhebliche Mengen an CO₂ freigesetzt. Auch mittelfristig werden die fossilen Energieträger in der Elektrizitätserzeugung bestimmend sein: Im Jahr 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch nach Plänen der Bundesregierung 30 % betragen. Da zum einen nur wenige Fahrzeuge mit Brennstoffzellen betrieben werden und zum anderen

KWK-Monitoring 2005-2008

auch bei der Herstellung des benötigten Wasserstoffs CO₂ anfällt, fallen die Emissionseinsparungen durch den Einsatz von mit Brennstoffzellen betriebenen Fahrzeugen insgesamt vernachlässigbar gering aus.

Tabelle 2.20
CO₂-Einsparung pro Fahrzeug und über alle Erdgasfahrzeuge
1998 bis 2008

	Einsparungen durch ersetzte Benziner		Einsparungen durch ersetzte Diesel		Einsparungen über alle ersetzten Fahrzeuge	
	pro Fahrzeug	insgesamt	pro Fahrzeug	insgesamt	gegen- über 1998	
1998	517 kg	622 t	251 kg	101 t	723 t	
1999	517 kg	899 t	247 kg	144 t	1 043 t	320 t
2000	505 kg	1 281 t	240 kg	203 t	1 484 t	761 t
2001	499 kg	2 023 t	240 kg	325 t	2 346 t	1 624 t
2002	499 kg	3 003 t	240 kg	482 t	3 485 t	2 763 t
2003	493 kg	4 395 t	240 kg	714 t	5 110 t	4 387 t
2004	493 kg	7 684 t	237 kg	1 231 t	8 915 t	8 192 t
2005	487 kg	8 190 t	237 kg	3 306 t	11 496 t	10 773 t
2006	487 kg	11 461 t	240 kg	4 627 t	16 088 t	15 365 t
2007	481 kg	13 567 t	240 kg	5 477 t	19 044 t	18 321 t
2008	481 kg	16 282 t	240 kg	6 573 t	22 855 t	22 132 t
insgesamt					92 589 t	84 638 t

Quelle: eigene Berechnungen

RWI Projektbericht

Literaturverzeichnis RWI

AGEB (2008), Energiebilanz 1998 der Bundesrepublik, Stand 29.10.2008, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. Internet: www.ag-energiebilanzen.de.

AGEB (2010), Satellitenbilanz Erneuerbare Energien, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, www.ag-energiebilanzen.de, Berlin.

AGEB (versch. Jgg.) Satellitenbilanz Erneuerbare Energien, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, www.ag-energiebilanzen.de, Berlin.

Bayerisches Landesamt (2009), Ermittlung der CO₂-Emissionen, abgerufen am 02.11.2009, http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010101217, Augsburg.

BDEW (versch. Jgg.) BDEW Stromstatistik, Jahresdaten der Stromversorger, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft.

BDEW (2010), Wirkungsgradsteigernde Maßnahmen an Kraftwerken der allgemeinen Versorgung über den Zeitraum 1999-2008. Juni 2010, Berlin: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft.

BDEW (2010a) BDEW Stromstatistik – Stromerzeugung der Kraftwerke der allgemeinen Versorgung, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin.

BDEW (2010b), Jahreserhebung der Wärmeerzeugung der Heizwerke und Angaben des BDEW im Rahmen des Monitoring, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin.

BMU (versch. Jgg.) Erneuerbare Energien in Zahlen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

Biere, D., Dallinger, D., Wietschel, M. (2009), Ökonomische Analyse der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen, Zeitschrift für Energiewirtschaft, 02/2009.

BMU (2008), Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und Internationale Entwicklung, Stand Dezember 2008, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMWi (2010), Energiestatistiken, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie.html>, Berlin.

EMPA (2007), Emissionsvergleich verschiedener Antriebsarten in aktuellen Personenwagen, EMPA Materials Science and Technology, Dübendorf.

Fh-ISI (2005), Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien, Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe.

GVR (2009), Worldwide NGV Statistics, Gas Vehicle Report, Vol.7, Nr.85, Februar 2009. Internet: <http://www.thegvr.com>.

IWO (2010), Zuarbeit für den MWV zum Reporting für die Zusatzvereinbarung (KWK-Zusatzvereinbarung) zur Klimaschutzerklärung zwischen der Bundesrepublik und der Deutschen Wirtschaft vom 15.06.2010, Institut für wirtschaftliche Oelheizung, Hamburg.

KWK-Monitoring 2005-2008

KBA (2009), Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.

KBA (2010), Bestand an Personenkraftwagen in den Jahren 2006 bis 2010 nach Kraftstoffarten, Kraftfahrtbundesamt, www.kba.de, Flensburg.

Monitoring (2008), Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft – Monitoringbericht 2008, Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Juli 2009, Berlin.

MWV (2009c), Achter Fortschrittsbericht der deutschen Mineralölwirtschaft zur Klimaschutzklärung für den Wärmemarkt. Hamburg.

MWV (2008d), Siebter Fortschrittsbericht der deutschen Mineralölwirtschaft zur Klimaschutzklärung für den Wärmemarkt. Hamburg: Mineralölwirtschaftsverband e.V.

Öko-Institut (2009), Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung: Berichtszeitraum 1998 – 2005, Öko-Institut e.V., Berlin.

RWI (2009), Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft – Monitoringbericht 2008, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Essen.

Schmitz (2010a), Plausibilitätsprüfung zur Klimaschutzklärung des deutschen Gasfachs 2008/ 2009. Arbeitsbereich Technische Thermodynamik, Prof. Dr. Gerhard Schmitz. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg.

Schmitz (2010b), Plausibilitätsprüfung zur Klimaschutzklärung des deutschen Gasfachs 2008/ 2009. Bilder mit Zahlen. Arbeitsbereich Technische Thermodynamik, Prof. Dr. Gerhard Schmitz. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2009), Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellenband, 2009 (Tabelle 3.3.6.1); abgerufen am 12.05.2010, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1024829>,

STABUA (1998-2008) Erhebung über die Verwendung von Klärgas, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

STABUA (2003-2008a) Monaterhebung über die Stromerzeugung der Kraftwerke, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

STABUA (2003-2008b) Jahreseerhebung über die Wärmeerzeugung der Heizwerke, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

STABUA (2010a), Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

STABUA (2010b) Stromerzeugung der Kraftwerke der allgemeinen Versorgung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Train K.E. (1994), Estimation of Net Savings from Energy Conservation Programs, Energy, 19(4), 1994.

RWI Projektbericht

TUM (2004), CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Effizienzmaßnahmen, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, Technische Universität München, München.

VWEW (versch. Jgg.) Elektrizitätswirtschaft in Deutschland, VWEW Verlag.

KWK-Monitoring 2005-2008

3 Das Monitoring für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung

**Monitoring der
Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung
vom 19. Dezember 2003
für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung
Berichtszeitraum 2005 bis 2007 sowie 2008**

Bericht für das
Rheinisch-Westfälische Institut
für Wirtschaftsforschung (RWI)

Berlin, 2. Juli 2010

Dipl.-Ing. Ralph O. Harthan
Dipl.-Ing. Sabine Gores
Dipl.-Ing. Gerhard Penninger

Öko-Institut e.V.

Büro Berlin
Novalisstraße 10
D-10115 Berlin
Tel.: +49-30-40 50 85-380
Fax: +49-30-40 50 83-388

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
D-64295 Darmstadt
Tel.: +49-61 51-81 91-0
Fax: +49-61 51-81 91-33

Geschäftsstelle Freiburg
Merzhauser Str. 173
D-79100 Freiburg
Tel.: +49-761-452 95-0
Fax: +49-761-452 95 - 88

www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
1 Einleitung und Hintergrund	9
2 Stromwirtschaftliche Gesamtentwicklung	13
3 Methodischer Grundansatz zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch die Kraft-Wärme-Kopplung	17
4 Datengrundlagen	18
4.1 Monitoringberichte der Verbände	18
4.2 Amtliche und Verbandsstatistiken sowie zusätzliche Daten	18
4.3 Emissionsfaktoren	19
4.4 Weitere Datenquellen	20
5 Analyse- und Auswertungsgang	21
6 Ergebnisse der Monitoringberichte der Verbände	22
6.1 BDEW (Allgemeine Versorgung)	22
6.1.1 Berichtete Ergebnisse	22
6.1.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters	23
6.2 VKU (Kommunale Unternehmen)	25
6.2.1 Berichtete Ergebnisse	25
6.2.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters	26
6.3 VIK (Industrielle Kraftwirtschaft)	27
6.3.1 Berichtete Ergebnisse	27
6.3.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters	27
7 KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereiches der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft	29
7.1 Fossil betriebene Blockheizkraftwerke	29
7.2 Biogen betriebene KWK-Anlagen	34
7.2.1 Einleitung	34
7.2.2 Der Ansatz des BDEW	36
7.2.3 Bewertung des BDEW-Ansatzes	36
7.2.4 Modifizierte Methodik zur Ermittlung der KWK-Stromerzeugung aus kleinen Biomasse-KWK-Anlagen	37
8 Zusammenführung der Einzelergebnisse	44
8.1 Vorbemerkungen	44

8.2	Strom- und Wärmeerzeugung	44
8.3	CO ₂ -Emissionsfaktoren	44
8.3.1	Vorbemerkungen	44
8.3.2	Müll (Allgemeine Versorgung, Zeitreihe)	45
8.3.3	Sonstige Gase (Industrielle Kraftwirtschaft, Zeitreihe)	45
8.3.4	Sonstiges (Industrielle Kraftwirtschaft, Zeitreihe)	46
8.4	CO ₂ -Emissionen	47
8.5	Gesamtgerüst	47
9	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	56
10	Literatur und Datenquellen	59
10.1	Literatur	59
10.2	Amtliche und Verbandsstatistiken sowie andere regelmäßig erhobene Daten	60
	Anhänge	61
	Anhang 1: KWK-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003	61
	Anhang 2: Fortschrittsberichte der Verbände sowie Anmerkungen zum Entwurf des KWK-Monitoringberichtes	78
	Anhang 2.1: Fortschrittsbericht des BDEW.....	78
	Anhang 2.2: Fortschrittsbericht des VKU	112
	Anhang 2.3: Fortschrittsberichte des VIK.....	131
	Anhang 2.4: Anmerkungen des BDEW zum Entwurf des KWK- Monitoringberichtes	139
	Anhang 2.5: Anmerkungen des VIK zum Entwurf des KWK- Monitoringberichtes	143
	Anhang 3: Zusätzliche Daten- und Berechnungsdokumentation	147

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1:	Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO ₂ -Emissionen im Rahmen des BDEW-Monitoringberichts, 1998-2008.....	23
Tabelle 6-2:	Anpassungen des Gutachters im Zahlengerüst des BDEW, 2005-2008	24
Tabelle 6-3:	Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO ₂ -Emissionen im Rahmen des VKU-Monitoringberichtes, 1998-2008.....	25
Tabelle 6-4:	Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO ₂ -Emissionen im Rahmen des VIK-Monitoringberichtes, 1998-2008.....	27
Tabelle 6-5:	Anpassungen des Gutachters im Zahlengerüst des VIK, 2005-2008	28
Tabelle 7-1:	Zubau von BHKW, 1986-2008	31
Tabelle 7-2:	BHKW-Nettozubau, 1998-2008.....	31
Tabelle 7-3:	BHKW-Bestand, 1998-2008	32
Tabelle 7-4:	KWK-Leistung, -Strom- und -Wärmeerzeugung sowie CO ₂ -Emissionen von BHKW, 1998	33
Tabelle 7-5:	KWK-Leistung, -Strom- und -Wärmeerzeugung sowie CO ₂ -Emissionen fossil betriebener BHKW, 1998-2008	34
Tabelle 7-6:	Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern nach AGEE-Stat.....	35
Tabelle 7-7:	Eigenbedarf nach Energieträgern	38
Tabelle 7-8:	Vergleich der Daten nach AGEE-Stat und der Vergütung biogener Stromerzeugung nach dem EEG (brutto).....	39
Tabelle 7-9:	Biogene Netto-Stromerzeugung.....	40
Tabelle 7-10:	KWK-Anteile der Stromerzeugung	41
Tabelle 7-11:	Biogene KWK-Stromerzeugung (netto), abgeleitet aus den angepassten Daten von AGEE-Stat sowie Bundesnetzagentur	41
Tabelle 7-12:	KWK-Stromerzeugung aus kleinen Biomasse-Anlagen	42
Tabelle 7-13:	Stromkennzahlen kleiner Biomasse-Anlagen.....	43

Tabelle 7-14:	KWK-Wärmeerzeugung kleiner Biomasse-Anlagen.....	43
Tabelle 8-1:	Ableitung des CO ₂ -Emissionsfaktors für „Sonstige Gase“, 1998, 2007	46
Tabelle 8-2:	Ableitung des CO ₂ -Emissionsfaktors für „Sonstige (Industriemüll)“, 1998, 2003-2008	46
Tabelle 8-3:	KWK-Nettostromerzeugung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008	49
Tabelle 8-4:	Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008	49
Tabelle 8-5:	Stromkennzahlen in KWK-Anlagen nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008	50
Tabelle 8-6:	CO ₂ -Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008.....	50
Tabelle 8-7:	Spezifische CO ₂ -Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008.....	51
Tabelle 8-8:	Spezifische CO ₂ -Emissionen der KWK-Stromerzeugung nach Berichtskreis, bereinigt um CO ₂ -Emissionen der KWK-Wärmeerzeugung, 1998, 2003, 2005-2008	52
Tabelle 8-9:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 1, bezogen auf das Basisjahr (Strom: 770 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005-2008	52
Tabelle 8-10:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 2, bezogen auf das Basisjahr (Strom: 860 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005-2008	53
Tabelle 8-11:	Einfluss der einzelnen Komponenten zur CO ₂ -Minderung (Referenzsystem 1), 1998, 2003, 2005-2008.....	54
Tabelle 8-12:	Einfluss der Komponenten zur CO ₂ -Minderung (Referenzsystem 2), 1998, 2003, 2005-2008.....	55
Tabelle A - 1:	CO ₂ -Emissionsfaktoren	147
Tabelle A - 2:	CO ₂ -Emissionen des Referenzsystems 1 (Strom: 770 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005- 2008	149

Tabelle A - 3:	CO ₂ -Emissionen des Referenzsystems 2 (Strom: 860 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005-2008	149
Tabelle A - 4:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 1 (Strom: 770 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005-2008	150
Tabelle A - 5:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 2 (Strom: 860 g CO ₂ /kWh _{el} , Wärme: 295 g CO ₂ /kWh _{th}), 1998, 2003, 2005-2008	150

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	CO ₂ -Emissionen der Stromerzeugung sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung von 1990 bis 2008	13
Abbildung 2-2:	CO ₂ -Emissionen der Stromerzeugung, gesamte Bruttostromerzeugung sowie spezifische Emissionen der Stromerzeugung von 1990 bis 2008	15
Abbildung 9-1:	Erzielte CO ₂ -Minderung durch KWK und Zielwerte der KWK-Vereinbarung (Referenzsystem 1)	58
Abbildung 9-2:	Erzielte CO ₂ -Minderung durch KWK und Zielwerte der KWK-Vereinbarung (Referenzsystem 2)	58
Abbildung A - 1:	Brennstoffmix der KWK-Stromerzeugung der allgemeinen Versorgung, 2003-2008	148

1 Einleitung und Hintergrund

Mit der Unterzeichnung der am 25. Juni 2001 paraphierten „Vereinbarungen zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge, zur Minderung der CO₂-Emissionen und zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 9.11.2000“ (im Folgenden: KWK-Vereinbarung) am 19. Dezember 2003 ist neben den Verpflichtungen zur Umsetzung der vereinbarten Maßnahmen auch die Begleitung durch ein kontinuierliches Monitoring initiiert worden.

Dieser Monitoringprozess soll in direkter Verbindung mit dem Monitoring für die Klimaschutzvereinbarung vom 9. November 2000 durchgeführt werden.

Die KWK-Vereinbarung umfasst einen breiten Bereich von Maßnahmen, die in den Anlagen zur KWK-Vereinbarung detailliert aufgeführt worden sind:

1. In der Anlage „KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen“ zur KWK-Vereinbarung sind folgende Maßnahmen aufgeführt, die im Jahr 2010 einen jährlichen Emissionsminderungsbeitrag von möglichst 23 Mio. t CO₂, mindestens aber 20 Mio. t CO₂ im Jahr 2010 erbringen sollen:
 - a. Planung, Errichtung und Betrieb neuer KWK-Anlagen (Zubau)
 - b. Erneuerung bestehender KWK-Anlagen (Modernisierung)
 - c. Förderung von Blockheizkraftwerken bis zu 2 MW und Brennstoffzellen
 - d. Erhöhte Wärmeabgabe in Nah- und Fernwärmenetze
2. In der Anlage „Sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen“ zur KWK-Vereinbarung sind folgende Maßnahmen aufgeführt, die im Jahr 2010 einen jährlichen Emissionsminderungsbeitrag von bis zu 25 Mio. t CO₂ erbringen sollen:
 - a. Modernisierung des Kraftwerksparks
 - b. Beschleunigter Ausbau erneuerbarer Energien
 - c. Forcierter Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik
 - d. Energieeffizienzkampagnen gemeinsam mit der Elektroindustrie
 - e. Erdgasfahrzeuge und Brennstoffzelle

Mit dem Monitoring der KWK-Vereinbarung ist das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) beauftragt worden. Das RWI hat wiederum das Öko-Institut mit der Erstellung des Monitoring-Berichts für die in der Anlage „KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen“ erfassten Maßnahmen beauftragt. Die in der Anlage „Sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen“ aufgeführten Maßnahmen werden davon vereinbarungsgemäß nicht erfasst.

Der hier vorgelegte Monitoringbericht stützt sich einerseits auf die von den an der Vereinbarung teilnehmenden Verbänden, d.h. dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW)¹, dem Verband kommunaler Unternehmen (VKU) sowie dem Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) erstellten Monitoringberichte und andererseits auf die einschlägige amtliche Statistik, Daten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von AGEE-Stat sowie der Bundesnetzagentur, andere Verbandsstatistiken sowie Zusatzerhebungen des Öko-Instituts. Damit umfasst das Zahlengerüst auch die Stromerzeugung in kleinen KWK-Anlagen, die in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und Industriebetrieben sowie insbesondere auch im privaten und gewerblichen Bereich und der Landwirtschaft anzutreffen sind (kleine Blockheizkraftwerke und kleine Biomasse-KWK-Anlagen). Damit stellt der vorliegende KWK-Monitoringbericht ein vollständiges Gerüst der gesamten KWK-Stromerzeugung in Deutschland dar.

Die vereinbarten Maßnahmen zur Kraft-Wärme-Kopplung betreffen einen technologie-spezifischen Teilbereich der Energieerzeugung im Bereich der öffentlichen Energieversorgung, im Bereich der Industrie sowie in anderen (Endverbrauchs-) Sektoren. Vor diesem Hintergrund ergibt sich für das Monitoring eine besondere Herausforderung. Die Datenlage in Bezug auf die KWK ist vergleichsweise schlecht und vor allem durch eine Reihe von gravierenden Veränderungen (Liberalisierung der Energiewirtschaft und damit einhergehende nachlassende Repräsentativität von Verbandsstatistiken, Umstellung der amtlichen Statistik etc.) im Zeitverlauf mit erheblichen Konsistenzproblemen behaftet. Insbesondere für das Jahr 1998 als Basisjahr der in der KWK-Vereinbarung eingegangenen Verpflichtungen ergeben sich Datenprobleme, die im ersten Monitoringbericht für die Jahre 2003-2005 adressiert wurden.

Darüber hinaus ist auf das technologieimmanente Bewertungsproblem der gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion in Bezug auf die CO₂-Minderungseffekte hinzuweisen. Die damit einhergehenden Fragen bilden seit langer Zeit einen kontroversen Diskussionsgegenstand und sind für das Monitoring der KWK-Vereinbarung letztlich entscheidend.

Die wesentlichen Zielstellungen des hier vorgelegten zweiten (Teil-) Berichtes zum Monitoring der KWK-Vereinbarung für die Jahre 2005 bis 2007 sowie 2008 sind vor diesem Hintergrund

- die Ergänzung und Überarbeitung der Datengrundlage für die Entwicklung der KWK-Stromerzeugung, die in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und Industriebetrieben, jedoch insbesondere auch im privaten und gewerblichen Bereich sowie der Landwirtschaft und damit außerhalb des Geltungsbereichs der

¹ Die KWK-Vereinbarung wurde seitens der Elektrizitätswirtschaft von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) sowie dem Verband der Verbundunternehmen und Regionalen Energieversorgern (VRE) eingegangen, die zusammen mit dem ebenfalls an der KWK-Vereinbarung teilnehmenden Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) im Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) aufgegangen sind.

unterzeichnenden Verbände stattfand und damit in den Monitoringberichten der Verbände und der amtlichen Statistik bislang nur teilweise erfasst wurde. Dies betrifft insbesondere die „kleine“ Biomasse-KWK (einschließlich biogene Gase und Öle) sowie fossil betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW);

- die Auswertung der für die Jahre 2005 bis 2007 sowie 2008 berichteten bzw. ermittelten Daten;
- eine Bewertung der Ergebnisse mit Blick auf die Zielerreichung.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass ein getrenntes Monitoring der vier in der Anlage „KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen“ aufgeführten Maßnahmen nicht möglich ist. Aufgrund vielfacher Überlagerungen ist die Ermittlung von CO₂-Minderungseffekten nur in einer Gesamtschau möglich.

Der hier vorgelegte Monitoringbericht zu den in der Anlage „KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen“ zur KWK-Vereinbarung enthaltenen Maßnahmen gliedert sich wie folgt.

Im Kapitel 2 wird die CO₂-Emissionsentwicklung für die Stromerzeugung sowie die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung überblicksartig zusammengestellt, um eine Einordnung der KWK-spezifischen Entwicklungen und Effekte zu ermöglichen. Das Kapitel 3 enthält eine kompakte Beschreibung des methodischen Grundansatzes zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch die Kraft-Wärme-Kopplung, die die entscheidende Bewertungsgröße für das Monitoring der Vereinbarung bilden. Im Kapitel 4 werden die Datengrundlagen des Monitoringprozesses beschrieben. Der methodische Ansatz für die Auswertung und Einordnung der Daten ist im Kapitel 5 beschrieben. In den Kapiteln 6 (Monitoringberichte der Verbände) und 7 (zusätzliche Auswertungen für nicht erfasste biogen betriebene KWK-Anlagen sowie fossile BHKW) werden die verschiedenen Daten- und Informationsgrundlagen im Detail beschrieben und die notwendigen Datenaufarbeitungen dokumentiert. Die Zusammenführung der Ergebnisse zu einem konsistenten Mengengerüst sowie die Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte ist im Kapitel 8 dokumentiert. Im abschließenden Kapitel 9 erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Eine Reihe zusätzlicher Dokumente, Daten und Informationen ist in den Anhängen dokumentiert. Der Anhang 1 enthält den Text der KWK-Vereinbarung. Im Anhang 2 sind die Monitoringberichte der Verbände (in der jeweils aktuellsten Fassung) sowie die Anmerkungen der Verbände zum Entwurf des Monitoring-Berichts dokumentiert. Der Anhang 3 enthält eine Reihe ergänzender Daten.

Eine Reihe von Berichtsteilen hat sich seit dem ersten Bericht des KWK-Monitorings (2003-2005) nicht verändert. Dies betrifft insbesondere die grundsätzliche Methodik sowie die meisten Datenquellen. In diesen Fällen wird auf den ersten Monitoringbericht verwiesen, so dass in diesem Monitoringbericht nur ergänzte oder modifizierte Bereiche detailliert beschrieben werden.

Die Ableitung des Zahlengerüsts für das Basisjahr 1998 im Bereich der allgemeinen Versorgung sowie der industriellen Kraftwirtschaft wurde bereits im ersten KWK-

Monitoringbericht vorgenommen und wird deshalb im Rahmen dieses zweiten KWK-Monitoringberichts nicht erneut aufgeführt. Ergänzungen und Änderungen der Datengrundlage im Basisjahr im Bereich kleiner KWK-Anlagen im privaten und gewerblichen Bereich sowie in der Landwirtschaft werden jedoch umfassend beschrieben.

Die Bewertung des Zahlengerüsts für 2003 bis 2005 wurde im Rahmen des ersten Monitoringberichtes vorgenommen. Im Rahmen des zweiten Monitoringberichtes wird eine Bewertung des Zeitraums 2005 bis 2007 sowie 2008 vorgenommen. Wo relevant, wird dabei jeweils auf das bereits im ersten Monitoring bewertete Zahlengerüst von 2005 hingewiesen.

Die Verbände BDEW und VIK haben Anmerkungen zum Entwurf des KWK-Monitoringberichts eingereicht (Anhang 2.4 und 2.5). Die Anmerkungen wurden, wo relevant, in den Bericht eingearbeitet. Dies betrifft folgende Kapitel:

Kapitel 1: Formulieringsänderungen.

Kapitel 2: Änderung der Begründung des Emissionsrückgangs im Jahr 2008. Erwähnung der Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen industrieller und öffentlicher Erzeugung.

Kapitel 7.1: Anpassung der Benutzungsstunden für BHKW größer ein Megawatt elektrischer Leistung². Dies führt zu keiner Anpassung der KWK-Stromerzeugung im Rahmen dieses Monitoringberichts, da die entsprechenden BHKW bereits in der amtlichen Statistik enthalten sind. Die (nachrichtliche) KWK-Stromerzeugung großer BHKW ändert sich jedoch. Des Weiteren wurden Formulieringsänderungen vorgenommen.

Kapitel 7.2: Modifizierung der Bilanzierung der KWK-Stromerzeugung für biogen betriebene KWK-Anlagen im Bereich der Papier- und Zellstoffindustrie. Dies führt zu einer geringfügigen Erhöhung der biogenen KWK-Stromerzeugung im Vergleich zum Entwurf des KWK-Monitoringberichts.

Kapitel 8 und 9: Aktualisierung des Gesamtgerüsts und der Schlussfolgerungen auf Basis der Änderungen in Kapitel 7.

Kleinere sprachliche Änderungen wurden ebenfalls an anderen Stellen im Text vorgenommen. Diese haben jedoch keine Auswirkung auf die Substanz des KWK-Monitoringberichts.

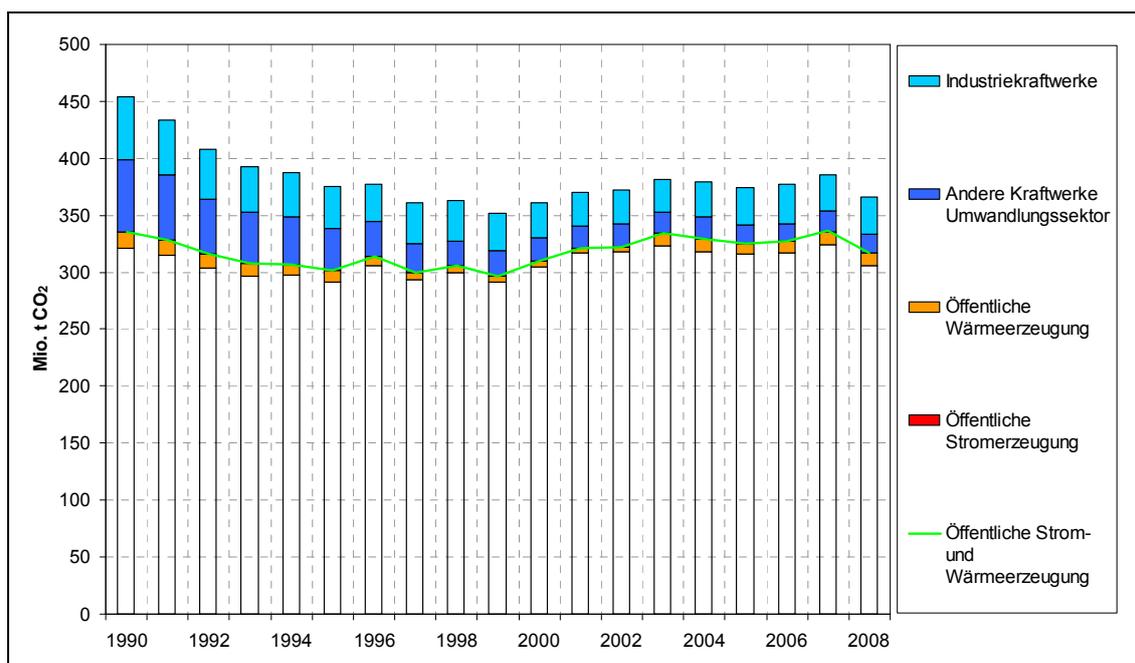
Durch die Berücksichtigung der Anmerkungen der Verbände erhöht sich die gesamte CO₂-Minderung durch KWK gegenüber 1998 um 0,5 Mio. t im Vergleich zum Entwurf des Monitoringberichts.

² Einheitliche Annahme von 4.500 Jahresbetriebsstunden für alle BHKW im Jahr 2008.

2 Stromwirtschaftliche Gesamtentwicklung

Die Kraft-Wärme-Kopplung ist hinsichtlich der CO₂-Minderungseffekte vor allem im Kontext der Stromversorgung relevant. Das deutsche Stromversorgungssystem ist seit 1990, aber auch im Zeitraum seit 1998 erheblichen Veränderungen unterworfen worden. Dies betrifft erstens die Effekte der deutschen Vereinigung, die grundlegende Modernisierung der Stromwirtschaft in den neuen Bundesländern, die Liberalisierung der Energiewirtschaft seit 1998, die Veränderungen auf den internationalen Energiemärkten sowie die zunehmende Intensität energie- und umweltpolitischer Interventionen (von der massiven Förderung erneuerbarer Energien bis hin zur Einführung grundsätzlich neuer Instrumente wie dem CO₂-Emissionshandelssystem der Europäischen Union). Diese Veränderungen der energiewirtschaftlichen und energie- bzw. umweltpolitischen Rahmenbedingungen haben sich auch in der Entwicklung der CO₂-Emissionen niedergeschlagen.

Abbildung 2-1: CO₂-Emissionen der Stromerzeugung sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung von 1990 bis 2008



Quelle: Umweltbundesamt, Berechnungen Öko-Institut

Abbildung 2-1 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung im Überblick und verdeutlicht die verschiedenen Entwicklungen:

- Vor allem geprägt durch die Auswirkungen der deutschen Vereinigung sowie der damit einhergehenden Modernisierungsprozesse sind die CO₂-Emissionen von 1990 bis zum Ende des Jahrtausends deutlich zurückgegangen.

- Seit 1999 ist bis 2003 sowohl für die Stromerzeugung insgesamt als auch für die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung wieder ein Anstieg der CO₂-Emissionen zu verzeichnen. Die Höhe der CO₂-Emissionen schwankt seitdem auf ähnlichem Niveau, ein eindeutiger Trend zeichnet sich nicht ab. Im Jahr 2008 ist jedoch ein deutlicher Abfall gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen: von 6 % bei der öffentlichen Stromerzeugung und 8 % bei der öffentlichen Wärmeerzeugung. Bei gleichbleibender Bruttostromerzeugung (siehe dazu Abbildung 2-2) lässt sich dieses auf Veränderungen des Energieträgermixes, Inbetriebnahmen von Neuanlagen und veränderte Rahmenbedingungen für den Emissionshandel ab 2008 zurück führen.
- Der Anteil der CO₂-Emissionen aus Industriekraftwerken des Umwandlungssektors bzw. des Verarbeitenden Gewerbes an den Gesamtemissionen ist im Zeitverlauf deutlich gesunken. Dies kann mit dem Modernisierungsprozess in diesem Bereich sowie dem sinkenden Anteil der Stromerzeugung dieses Segments am gesamten Stromaufkommen begründet werden, wobei dieser Effekt teilweise auf Umbuchungen von Kraftwerken aus dem Bereich der industriellen in die öffentliche Stromversorgung zurückzuführen ist. Generell muss darauf hingewiesen werden, dass die Grenze zwischen industrieller und öffentlicher Stromerzeugung nicht immer klar zu ziehen ist. Dies gilt beispielsweise bei der KWK-Stromerzeugung von Industrieparks, die der öffentlichen Versorgung zugerechnet wird, oder für Eigentümerwechsel im Rahmen von Contracting-Lösungen.
- Die CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Wärmeversorgung (d.h. in Heizwerken – ohne Kraft-Wärme-Kopplung) sind bis 2002 deutlich zurückgegangen. Seit 2003 schwanken die CO₂-Emissionen umbuchungsbedingt auf deutlich höherem Niveau³.

Das Emissionsniveau der Stromerzeugungsanlagen (ohne Heizwerke der öffentlichen Versorgung) in Deutschland lag 1990 bei knapp 440 Mio. t CO₂, im Jahr 1998 bei 357 Mio. t CO₂, im Jahr 2003 bei 371 Mio. t CO₂, im Jahr 2005 bei knapp 365 Mio. t CO₂ sowie im Jahr 2008 bei rund 355 Mio. t CO₂.⁴

³ Die Umbuchungen ergeben sich aus der Änderung des Energiestatistikgesetzes und den damit einhergehenden Umstellungen in der Energiebilanz.

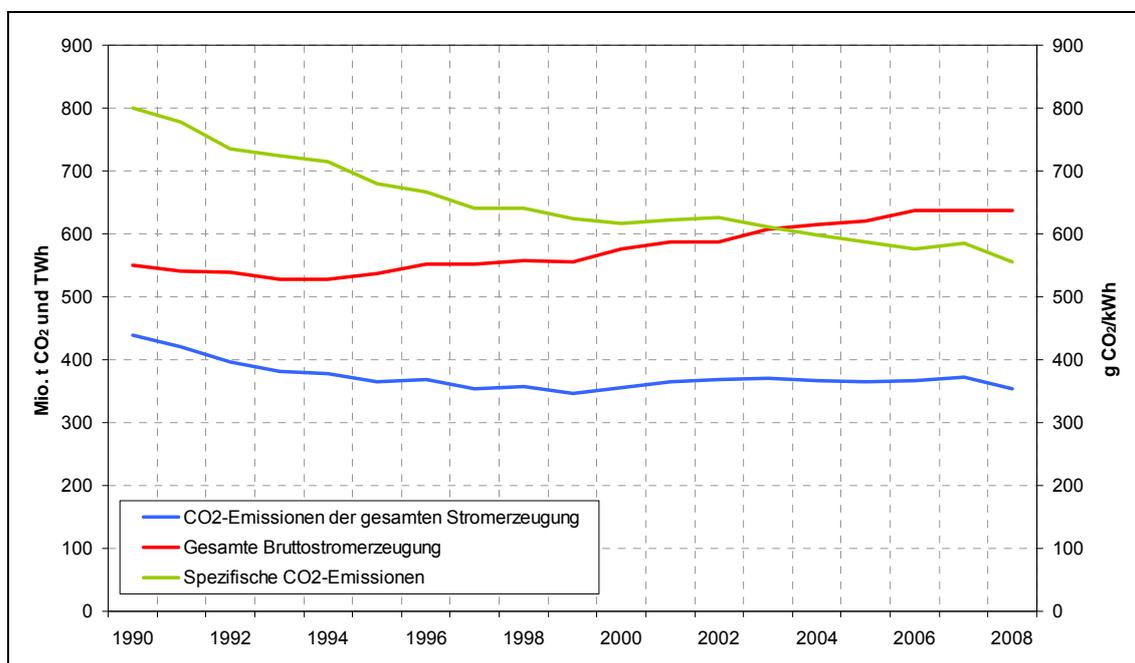
⁴ Die genannten Emissionsdaten beziehen sich auf die Abgrenzungen, die für die offizielle Emissionsberichterstattung in Deutschland in Ansatz gebracht werden. Den Stromerzeugungsanlagen werden damit alle Emissionen zugerechnet, die in diesen Anlagen entstehen. Für KWK-Anlagen erfassen sie damit auch die der Wärmeerzeugung zugerechneten Brennstoffeinsätze bzw. CO₂-Emissionen. In der Abgrenzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen – für die deutschen Energiebilanzen – werden die der Wärmeerzeugung zugerechneten Brennstoffeinsätze dagegen der öffentlichen Wärmeversorgung (bei Heizkraftwerken der öffentlichen Versorgung) bzw. den jeweiligen Endverbrauchssektoren (bei Industriekraftwerken) zugerechnet. Darüber hinaus werden die CO₂-Emissionen aus dem Gichtgaseinsatz in Kraftwerken in den deutschen Treibhausgasinventaren nicht der Stromerzeugung sondern den prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung zugerechnet.

Die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung (d.h. Kraftwerke und Heizwerke) verursachte im Jahr 1990 CO₂-Emissionen von knapp 336 Mio. t CO₂, im Jahr 1998 von etwa 306 Mio. t CO₂ sowie von 334 Mio. t im Jahr 2003, 325 Mio. t CO₂ im Jahr 2005 und 317 Mio. t CO₂ im Jahr 2008.

In Bezug auf die verschiedenen Basisjahre (1990 für die nationalen Klimaziele und 1998 für die KWK-Vereinbarung) ergibt sich damit die folgende Situation:

- Die Emissionen der gesamten Stromerzeugung (ohne Wärmeversorgung) lagen im Jahr 2003 um 15,6%, im Jahr 2005 um 17,0% und 2008 um 19,3% unter den Werten für das Jahr 1990. Im Vergleich zu 1998 lagen die CO₂-Emissionen im Jahr 2003 um 3,9 sowie, im Jahr 2005 um 2,1% höher als im Basisjahr, im Jahr 2008 dagegen um 0,7% niedriger.
- Die Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung lagen im Jahr 2003 um 0,5%, im Jahr 2005 um 3,2% und im Jahr 2008 um 5,6% unter den Werten für 1990. Im Vergleich zu 1998 lagen die CO₂-Emissionen im Jahr 2003 um 9,3%, im Jahr 2005 um 6,4% und im Jahr 2008 um 3,7% höher als im Basisjahr.

Abbildung 2-2: CO₂-Emissionen der Stromerzeugung, gesamte Bruttostromerzeugung sowie spezifische Emissionen der Stromerzeugung von 1990 bis 2008



Quelle: Umweltbundesamt, Statistik der Kohlenwirtschaft, Berechnungen Öko-Institut

Die zentrale Determinante für die Entwicklung der CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung ist die Entwicklung der Bruttostromerzeugung. Abbildung 2-2 zeigt beide Trends sowie die daraus resultierenden spezifischen Emissionen der (Brutto-) Stro-

merzeugung in Deutschland.⁵ Die Zusammenstellung verdeutlicht, dass die Emissionsentwicklung nicht dem Trend der Bruttostromerzeugung folgt. Die gesamte Bruttostromerzeugung lag im Jahr 2003 mit 607 TWh um 10,3 %, im Jahr 2005 mit 621 TWh um 12,9 % sowie 2008 mit 637 TWh um 15,9 % über dem Niveau des Jahres 1990. Im Vergleich zum Basisjahr der KWK-Vereinbarung lag das Erzeugungsniveau im Jahr 2003 um 8,9 %, im Jahr 2005 um 11,4 % und 2008 um 14,3 % über dem Ausgangsniveau.

Die spezifischen CO₂-Emissionen sanken dagegen von 1990 bis 2003 um 23,5 %, bis 2005 um 26,5 % sowie um 30,4 % bis 2008. Im Vergleich zu 1998 betrug der Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen 4,5 % (2003), 8,3 % (2005) sowie 13,2 % (2008).

Der starke Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen in den 1990er Jahren hat damit die ab Mitte der 1990er Jahre ansteigende Stromproduktion bis zur Jahrtausendwende emissionsseitig überkompensiert. In den ersten Jahren nach der Jahrtausendwende überwiegt zunächst der Einfluss der steigenden Stromerzeugungsniveaus, die Wachstumsdynamik für die Stromerzeugung ist größer als die Verringerung der spezifischen Emissionen und die CO₂-Emissionen steigen bis zum Jahr 2003 wieder an. Von da an bleiben sie auf etwa gleichem Niveau, von dem sie dann im Jahr 2008 deutlich absinken.

⁵ Die spezifischen Emissionen beziehen sich auf die Emissionsniveaus in der Abgrenzung der deutschen Treibhausgasinventare und beinhalten damit für Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung auch den Brennstoffeinsatz für die Wärmeerzeugung.

3 Methodischer Grundansatz zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch die Kraft-Wärme-Kopplung

Die CO₂-Minderungswirkungen durch die Kraft-Wärme-Kopplung lassen sich nur im Vergleich zur ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung ermitteln. Wenn die Emissionen einer KWK-Anlage geringer sind als die Emissionen der Anlagen, mit denen die entsprechenden Wärme- und Strommengen ungekoppelt erzeugt worden wären (Referenzsysteme), ergibt sich im Gesamtsystem eine Emissionsminderung, im gegenteiligen Fall ein Emissionszuwachs. In den Diskussionen zur Emissionsbewertung der KWK hat sich – wie auch in Bezug auf die der primärenergetischen Bewertung der KWK z.B. im Kontext der KWK-Richtlinie der EU – der folgende Grundansatz durchgesetzt, der auch dem Monitoring zu Grunde gelegt wird:

$$\Delta E = \sum_i (W_i^{KWK} \cdot e_i^{KWK}) - (A^{KWK} \cdot e_{ref}^A + Q^{KWK} \cdot e_{ref}^Q)$$

mit

ΔE	Emissionsminderung
W_i^{KWK}	Brennstoffeinsatz in der KWK-Anlage
e_i^{KWK}	Emissionsfaktor für den Brennstoffeinsatz in der KWK-Anlage
A^{KWK}	Stromerzeugung der KWK-Anlage
e_{ref}^A	Emissionsfaktor der Referenzanlage für die ungekoppelte Stromerzeugung
Q^{KWK}	Wärmeerzeugung der KWK-Anlage
e_{ref}^Q	Emissionsfaktor der Referenzanlage für die ungekoppelte Wärmeerzeugung

Die Definition der für diesen methodischen Ansatz notwendigen Referenzsysteme ist stets auch spekulativer Natur. Unter der Vielzahl möglicher methodischer Ansätze für die Referenzsysteme der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung ist durch den festen Bezug der KWK-Vereinbarung auf das Jahr 1998 bereits eine erste Vorentscheidung getroffen worden: es muss ein statisches Referenzsystem in Ansatz gebracht werden. Die Vergleichssysteme für die ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung bzw. deren spezifischen Emissionen müssen damit auf das Jahr 1998 referenziert werden.

In der Diskussion zum Monitoringkonzept wurde mit den beteiligten Verbänden eine Einigung erzielt, dass folgende Referenzsysteme (Bezugsjahr 1998) in Ansatz gebracht werden

- für die ungekoppelte Stromerzeugung eine Bandbreite von 770 g CO₂/kWh (Strom-Referenzsystem 1) bis 860 g CO₂/kWh (Strom-Referenzsystem 2);
- für die ungekoppelte Wärmeerzeugung ein Wert von 295 g CO₂/kWh.

Berücksichtigt werden für die Ermittlung der CO₂-Effekte jeweils der KWK-Stromanteil an der gesamten Stromerzeugung, die KWK-Nutzwärmeauskopplung sowie der der KWK zuzurechnende Brennstoffeinsatz der jeweiligen Anlage.

4 Datengrundlagen

4.1 Monitoringberichte der Verbände

Vereinbarungsgemäß sind die Fortschrittsberichte der Energiewirtschaftsverbände BDEW, VKU und VIK (im Folgenden: Monitoringberichte der Verbände) Grundlage des Monitoringprozesses und des hier vorliegenden Monitoringberichtes. Die von den Verbänden vorgelegten Monitoringberichte wurden vom Gutacher geprüft. In der Folge wurden seitens der Verbände zum Teil Aktualisierungen bzw. Änderungen an den entsprechenden Zahlengerüsten und den dazugehörigen Berichten vorgenommen. Grundlage des Monitoringberichtes sind die folgenden Monitoringberichte der Verbände (zum jeweils letzten Überarbeitungsstand):

- Bericht des BDEW *„Bericht für die Jahre 2005-2008 des BDEW (Teilbericht 2) zur Verifikation der Vereinbarungen zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge und zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung“* mit Stand vom 24. März 2010;
- Bericht des VKU *„Zweiter Bericht des VKU zur Umsetzung der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 9.11.2000, Zeitraum 2006-2008“* mit Stand vom 22. März 2010;
- Berichte des VIK *„VIK-Monitoringbericht 2006-2008 zur Verifikation der Vereinbarungen zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge und zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung“* mit Stand vom 29. März 2010.

Darüber hinaus wurden vom BDEW und vom VIK jeweils am 18. Juni 2010 Anmerkungen zum Entwurf des KWK-Monitoring-Berichts gemacht. Diese wurden, wo relevant, in den Bericht eingearbeitet (siehe auch Kapitel 2).

Die Fortschrittsberichte der Verbände sowie die Anmerkungen des BDEW und VIK zum Entwurf des KWK-Monitoring-Berichts sind im Anhang 2 dokumentiert. Darüber hinaus wurden seitens der Verbände zum Teil ergänzende Datengerüste und Zusatzinformationen geliefert, die für das Monitoring notwendig wurden.

4.2 Amtliche und Verbandsstatistiken sowie zusätzliche Daten

Zur Verifikation der in den Monitoringberichten der Verbände gemachten Angaben, zur eventuellen Begründung eines Anpassungsbedarfs seitens des Gutachers sowie zur Ergänzung um kleine KWK-Anlagen in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und Industriebetrieben, sowie insbesondere auch im privaten und gewerblichen Bereich

und in der Landwirtschaft wurden verschiedene Datenquellen herangezogen. Dies umfasst folgende periodisch erscheinende amtliche und Verbandsstatistiken:

- Statistisches Bundesamt: „Monatsberichte der öffentlichen Stromversorgung“ (Tabelle 066);
- Statistisches Bundesamt: „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe“, Fachserie 4 / Reihe 6.4 (Tabelle 067);
- Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK): „Statistik der Energiewirtschaft“;
- Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW): „Hauptbericht der Fernwärmeversorgung“;
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): „Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland“;
- Umweltbundesamt (UBA): „National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory“.

Zur Ergänzung der Datengrundlage im Bereich kleiner Biogas- und Pflanzenöl-BHKW sowie anderer kleiner Biomasse-KWK-Anlagen wurden darüber hinaus Daten der Bundesnetzagentur zur Vergütung der Stromeinspeisung nach dem EEG verwendet, die dem Öko-Institut für dieses Monitoring im Excel- und Access-Format für die Jahre 2006 bis 2008 zur Verfügung gestellt wurden. Des Weiteren wurden die Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) genutzt, die jährlich in der BMU-Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen“ veröffentlicht werden (BMU 2009 a+b).

Darüber hinaus wurde eine regelmäßige (jährliche) Befragung des Öko-Instituts zum Absatz von BHKW in Deutschland („Umfrage zum BHKW-Absatz in Deutschland“) sowie weitere Daten über den Bestand von BHKW in Deutschland zur Ergänzung der Mengengerüste im Bereich kleiner fossil betriebener BHKW genutzt.

4.3 Emissionsfaktoren

Grundlage für die Ermittlung der Emissionen im Rahmen dieses Monitoringberichts sind die CO₂-Emissionsfaktoren, wie sie in den RWI-Monitoringberichten (RWI 2008) enthalten sind. Die Emissionsfaktoren sind hierbei konstant über die gesamte Zeitreihe.

Für einige Sonderbrennstoffe bzw. Brennstoffkategorien werden im RWI-Monitoringbericht und im Nationalen Inventarbericht keine Emissionsfaktoren ausgewiesen oder es bedarf im Rahmen des KWK-Monitoring einer anderen Brennstoffdefinition. Die Ableitung dieser Emissionsfaktoren wird in Abschnitt 8.3 erörtert.

Tabelle A - 1 im Anhang enthält einen Überblick über die CO₂-Emissionsfaktoren.

4.4 Weitere Datenquellen

Neben den in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 genannten Quellen wird im Rahmen dieses Monitoringberichtes auf weitere Daten und Information zugegriffen. Diese werden in den entsprechenden Abschnitten referenziert.

5 Analyse- und Auswertungsgang

Aufgabe des Gutachters im Rahmen des KWK-Monitoring ist es, die inhaltliche Konsistenz und Plausibilität der einzelnen Monitoringberichte zu überprüfen, Datengrundlagen und Annahmen zwischen den Berichten zu harmonisieren sowie ein konsistentes Gesamtgerüst der Ergebnisse zusammenzustellen.

Vor diesem Hintergrund erfolgen die Analysen und Bewertungen für das Monitoring in drei Schritten:

1. Prüfung der Einzelberichte

Die Prüfung der Berichte der einzelnen Verbände dient in erster Linie der Verifizierung der internen Validität der verwendeten Datenquellen und Annahmen. So können im Rahmen dieser Prüfung beispielsweise Zu- oder Abrechnungen von Brennstoffeinsätzen innerhalb des jeweiligen Verbandes oder die Anpassung von Emissionsfaktoren oder Annahmen (beispielsweise Benutzungsstunden, Wirkungsgrade usw.) erfolgen. Die Darstellung der zentralen Ergebnisse der jeweiligen Monitoringberichte sowie die Begründung eventueller Anpassungen werden in Kapitel 6 vorgenommen.

2. Erstellung des Gesamtdatengerüsts

Bei der Erstellung des Gesamtdatengerüsts werden die berichteten und gegebenenfalls angepassten Monitoringergebnisse der einzelnen Verbände zusammengeführt. Hierbei werden eventuelle Doppelzählungen zwischen den Verbänden bereinigt. Des Weiteren werden zentrale Annahmen zwischen den Verbänden harmonisiert (beispielsweise Brutto- oder Nettobetrachtung, Referenzsysteme, Benutzungsstunden). Darüber hinaus werden geeignete Ergänzungen zur Erfassung der nicht direkt den berichtenden Verbänden zurechenbaren KWK-Stromerzeugung aus fossil betriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) sowie kleinen Biomasse-KWK-Anlagen vorgenommen (Kapitel 7). Die Erstellung des Gesamtdatengerüsts wird in Kapitel 8 dargestellt.

3. Ermittlung der CO₂-Emissionen sowie der CO₂-Minderungseffekte

Auf Grundlage des im zweiten Schritt erstellten Gesamtmengengerüsts werden die CO₂-Emissionen der in den verschiedenen Berichtskreisen erfassten KWK-Anlagen sowie die im Referenzfall der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung zuzurechnenden CO₂-Emissionen ermittelt. Die entsprechenden Ergebnisse werden ebenfalls in Kapitel 8 dargestellt.

Im Ergebnis dieser drei aufeinander aufbauenden Arbeitsschritte können die Entwicklungen im Bereich der KWK für die verschiedenen Berichtskreise konsistent, umfassend und transparent bewertet werden.

6 Ergebnisse der Monitoringberichte der Verbände

6.1 BDEW (Allgemeine Versorgung)

6.1.1 Berichtete Ergebnisse

Der vom BDEW vorgelegte Bericht ist in zwei Teile unterteilt, wobei im ersten die auf den Daten des Statistischen Bundesamtes (Tabelle 066) basierenden Ergebnisse dargestellt und ausgewertet werden. Diese werden in diesem Abschnitt bewertet.

Im zweiten Teil des BDEW-Berichts wird eine Abschätzung zur KWK-Stromerzeugung durch Biomasse-Anlagen vorgenommen, die auf Grund ihrer oftmals geringen installierten Leistung nicht vollständig durch die amtliche Statistik erfasst worden sind. Der Gutachter hat die in der zusätzlichen Auswertung enthaltenen umfangreichen zusätzlichen Datenquellen sowie methodischen Ansätze aufgegriffen und die KWK-Stromerzeugung aus nicht erfassten kleinen Biomasseanlagen ermittelt. Letztere sind zum Teil nicht direkt dem Erfassungsbereich der Verbände zuordenbar, da sie auch im privaten und gewerblichen Bereich sowie der Landwirtschaft angesiedelt sind. Eine Erläuterung des vorgeschlagenen Ansatzes des BDEW sowie des daraus abgeleiteten und in diesem Monitoringbericht verwendeten Datengerüsts erfolgt in Kapitel 7.

Die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung im Bereich der allgemeinen Versorgung wurden direkt der amtlichen Statistik (Tabelle 066) entnommen. Unter Verwendung der dort ebenfalls aufgeführten Brennstoffeinsätze der Jahre 2003 bis 2008 wurden die CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen ermittelt.

Im Gegensatz zum ersten Monitoring-Bericht 1998-2005 wurde vom BDEW eine Erweiterung der Energieträger vorgenommen: Die Gase wurden ergänzt um „Sonstige hergestellte Gase“ mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 0,065 t CO₂/GJ. Der im letzten Bericht unter „Kokerei- und Stadtgase“ aufgeführte Brennstoffeinsatz der Jahre 2003 bis 2005 wurde jetzt in diese Kategorie aufgenommen und wird dadurch mit einem höheren Emissionsfaktor belegt (0,065 statt 0,044 t CO₂/GJ). Außerdem wurden zusätzlich nicht-erneuerbare Abfälle und Abwärme sowie sonstige Energieträger aufgenommen, die vorwiegend aus Haus- und Industriemüll bestehen bzw. aus Abwärme, die als Prozessdampf von Müllheizkraftwerken bezogen wird. Für diese Energieträger-Sammelgruppen wurde angenommen, dass sie einen biogenen Anteil von jeweils 50 % aufweisen. Aus diesem Grund wurde jeweils der um die Hälfte reduzierte Emissionsfaktor für Hausmüll angesetzt, der dem ersten KWK-Monitoringbericht entnommen wurde (0,046 t CO₂/GJ).

Durch die zusätzliche Aufnahme von Energieträgern und geänderten Emissionsfaktoren fand für die Jahre 2003 bis 2005 seitens des BDEW eine Neuberechnung der CO₂-Emissionen statt. Im Jahr 2003 wurden die CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen der öffentlichen Versorgung damit um 1,8 Mio. t CO₂ nach oben korrigiert, im Jahr 2005 um 2,8 Mio. t CO₂.

Die CO₂-Emissionen des Referenzsystems ergeben sich aus der ermittelten KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie den Emissionsfaktoren für das Referenzsystem

ungekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung. Durch die Ergänzung der Energieträger und der Anpassung der Emissionsfaktoren ergeben sich ebenfalls reduzierte CO₂-Einsparungen gegenüber den Referenzsystemen in den Jahren 2003-2005.

Tabelle 6-1 gibt einen Überblick über die vom BDEW berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie über die entsprechenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 6-1: Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO₂-Emissionen im Rahmen des BDEW-Monitoringberichts, 1998-2008

	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung (TWh)	34,2	50,3	52,4	52,3	54,0	51,9	53,8
KWK-Wärmeerzeugung (PJ)	288,1	338,3	360,6	365,2	365,1	348,1	355,4
CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	38,3	51,9	53,5	51,2	49,4	46,5	48,6

Quelle: *BDEW-Monitoringbericht*

6.1.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters

Die vom BDEW durchgeführte Ableitung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 2005 bis 2008 entspricht dem Vorgehen im ersten KWK-Monitoringbericht und kann damit prinzipiell als plausibel bezeichnet werden.

Anpassungen ergeben sich ausschließlich aus der (leichten) Korrektur verwendeter Werte sowie einer größeren Brennstoffdetaillierung in Anlehnung an die in der amtlichen Statistik verfügbaren Daten (Tabelle 6-2).

Anpassungen im Bereich des Überlappungsbereichs mit dem Zahlengerüst des VKU und für die anzuwendenden CO₂-Emissionsfaktoren sowie das angepasste Gesamtdatengerüst werden in Kapitel 8 dargestellt.

Tabelle 6-2: Anpassungen des Gutachters im Zahlengerüst des BDEW, 2005-2008

Jahr	Variable, Parameter	Ursprünglicher Wert	Angepasster Wert	Begründung	
2005					
	Andere Braunkohlenprodukte (GJ)	9.186.669	-	Verwendung der Brennstoffeinsätze wie in der aktuell verfügbaren amtlichen Statistik (Tabelle 066). Dies betrifft zum einen die Höhe der Werte (2006) sowie die Detaillierung von Brennstoffen (Andere Braunkohlenprodukte, alle Jahre).	
	Braunkohlenkoks (GJ)		0		
	Wirbelschichtkohle (GJ)		1.615.994		
	Staub- und Trockenkohle (GJ)		7.446.826		
	Sonstige Braunkohlen (GJ)		123.849		
2006					
	Steinkohle (GJ)	196.763.029	196.799.020		
	Andere Braunkohlenprodukte (GJ)	7.776.924	-		
	Braunkohlenkoks (GJ)		63.508		
	Wirbelschichtkohle (GJ)		1.407.705		
	Staub- und Trockenkohle (GJ)		6.187.228		
	Sonstige Braunkohlen (GJ)		118.483		
	Erdgas (GJ)	366.273.896	372.760.764		
	KWK-Wärmeerzeugung (PJ)	365,105	370,324		
2007					
	Andere Braunkohlenprodukte (GJ)	8.051.768	-		
	Braunkohlenkoks (GJ)		54.516		
	Wirbelschichtkohle (GJ)		1.511.410		
	Staub- und Trockenkohle (GJ)		6.346.401		
	Sonstige Braunkohlen (GJ)		139.441		
2008					
	Andere Braunkohlenprodukte (GJ)	8.347.506	-		
	Braunkohlenkoks (GJ)		50.379		
	Wirbelschichtkohle (GJ)		1.609.099		
	Staub- und Trockenkohle (GJ)		6.390.612		
	Sonstige Braunkohlen (GJ)		297.416		

Quelle: BDEW-Monitoringbericht, Statistisches Bundesamt, Tabelle 066 (2005-2008)

6.2 VKU (Kommunale Unternehmen)

6.2.1 Berichtete Ergebnisse

Die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung im Bereich der kommunalen Unternehmen basiert für 2005 auf einer detaillierten Liste des VKU von Heizkraftwerken und BHKW. Diese umfasst zum einen Anlagen, die in den AGFW-Hauptberichten enthalten sind. Zum anderen sind weitere Anlagen aus VKU-eigenen Daten aufgeführt (vgl. erster KWK-Monitoringbericht). Für die Jahre 2006 und 2007 wurde über eine Abfrage bei den größten Mitgliedern des VKU die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie Informationen über die Brennstoffzusammensetzung erhoben. Der Brennstoffeinsatz wurde über die Annahme eines durchschnittlichen Nutzungsgrads ermittelt. KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie Brennstoffeinsatz wurden des Weiteren über den Erfassungsgrad der Abfrage auf die Gesamtheit der VKU-Mitglieder skaliert. Für das Jahr 2008 beruht das Zahlengerüst auf den Angaben von 193 VKU-Mitgliedern zur KWK-Stromerzeugung. Dabei wurden jeweils nur der kommunale Anteil der KWK-Stromerzeugung sowie der jeweilige Hauptbrennstoff berücksichtigt. Die entsprechende Wärmeerzeugung wurde auf Basis einer angenommenen Steigerungsrate abgeschätzt. Der Brennstoffeinsatz wurde ebenfalls auf Basis eines durchschnittlichen Nutzungsgrades ermittelt. Die Brennstoffzusammensetzung wurde über den jeweiligen Hauptbrennstoff und die KWK-Stromerzeugung ermittelt. Für alle Jahre 2006 bis 2008 wurden darüber hinaus einzelne Angaben auf Basis des AGFW-Hauptberichtes 2006 hinzugeschätzt. Der Datensatz wurde dem Öko-Institut unter Maßgabe der Beachtung der Vertraulichkeit zur Verfügung gestellt.

Die CO₂-Emissionen ergeben sich aus den ermittelten Brennstoffeinsätzen und CO₂-Emissionsfaktoren, die auf der Zuteilungsverordnung 2008 – 2012 des Emissionshandels sowie dem Nationalen Inventarbericht (für Hausmüll) basieren.

Die CO₂-Emissionen des Referenzsystems ergeben sich aus der ermittelten KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie den Emissionsfaktoren für das Referenzsystem ungekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung.

Tabelle 6-3 gibt einen Überblick über die vom VKU berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie über die entsprechenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 6-3: Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO₂-Emissionen im Rahmen des VKU-Monitoringberichtes, 1998-2008

	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung (TWh)	14,3	17,4	17,5	19,5	21,8	20,9	21,3
KWK-Wärmeerzeugung (PJ)	121,0	129,9	128,6	129,8	130,3	126,6	128,7
CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	15,5	17,4	17,1	17,1	17,0	16,5	16,5

Quelle: VKU-Monitoringbericht

6.2.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters

Das Datengerüst für das Jahr 2005 basiert im VKU-Monitoringbericht auf dem AGFW-Hauptbericht sowie weiteren verbandseigenen Kraftwerksdaten. Für die Jahre 2006 und 2007 wurde das Datengerüst auf Grundlage einer (begrenzten) Datenabfrage bei großen Verbandsmitglieder sowie einigen Abschätzungen ermittelt. Für 2008 liegt eine vergleichsweise umfassende Erhebung von Erzeugungsdaten vor. Da zwischen 2005 und 2008 unterschiedliche Datenquellen (und damit der Erfassungsgrad) und methodische Ansätze zu Grunde liegen, sind die Daten der einzelnen Jahre nicht direkt miteinander vergleichbar. Die detaillierte Abfrage für das Jahr 2008 stellt jedoch eine recht robuste Abschätzung der kommunalen KWK-Erzeugung dar. Für den KWK-Monitoringbericht 2009 wird empfohlen, die Datenerhebung weiter auszuarbeiten. Insbesondere sollte die KWK-Wärmeerzeugung nicht auf Basis einer Steigerungsrate abgeschätzt, sondern von den beteiligten Unternehmen ebenfalls erhoben werden.

Da für die Jahre 2005 bis 2008 eine nutzbare amtliche Statistik der allgemeinen Versorgung (Tabelle 066), mit definiertem Berichtskreis und verpflichtender Erhebung, vorliegt, sind diese Daten für die Ableitung des Gesamtgerüsts grundsätzlich vorzuziehen. Daher werden an dieser Stelle keine Anpassungen im VKU-Datengerüst vorgenommen. Innerhalb des Gesamtgerüsts (Kapitel 8) wird für 2005 bis 2008 ein gemeinsames Datengerüst der allgemeinen Versorgung, das die Verbände BDEW und VKU umfasst, basierend auf der amtlichen Statistik abgeleitet.

Weitere Anpassungen im Bereich des Überlappungsbereichs mit dem Zahlengerüst des BDEW und für die anzuwendenden CO₂-Emissionsfaktoren sowie das angepasste Gesamtdatengerüst werden ebenfalls in Kapitel 8 dargestellt.

6.3 VIK (Industrielle Kraftwirtschaft)

6.3.1 Berichtete Ergebnisse

Im Bereich der industriellen Kraftwirtschaft liegen für die Jahre 2005 bis 2008 in der amtlichen Statistik (Tabelle 067) die Strom- und Wärmeerzeugung sowie der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen vor. Im VIK-Monitoringbericht wurden diese Werte übernommen. Mit geeigneten CO₂-Emissionsfaktoren wurden aus den Brennstoffeinsätzen CO₂-Emissionen berechnet.

Die CO₂-Emissionen des Referenzsystems ergeben sich aus der ermittelten KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie den Emissionsfaktoren für das Referenzsystem ungekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung.

Tabelle 6-4 gibt einen Überblick über die vom VIK berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie über die entsprechenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 6-4: Berichtete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie CO₂-Emissionen im Rahmen des VIK-Monitoringberichtes, 1998-2008

	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung (TWh)	25,0	23,5	22,9	25,6	25,7	25,8	25,7
KWK-Wärmeerzeugung (PJ)	313,2	294,9	278,9	287,9	281,9	287,3	286,4
CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	40,0	31,1	29,6	30,5	30,4	30,2	30,7

Quelle: VIK-Monitoringbericht

6.3.2 Bewertung und Anpassungen des Gutachters

Die vom VIK durchgeführte Ableitung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 2006⁶ bis 2008 kann prinzipiell als plausibel bezeichnet werden, da aus der amtlichen Statistik (Tabelle 067) die Brennstoffeinsätze sowie die Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen abgelesen werden können.

Anpassungen ergeben sich ausschließlich aus der (leichten) Korrektur verwendeter Werte in Anlehnung an die amtliche Statistik (Tabelle 6-5). Bezug der Anpassungen ist jeweils das vom VIK vorgelegte Zahlengerüst in Excel-Format.

⁶ Das Zahlengerüst für 2005 wurde vom VIK bereits im Rahmen des ersten KWK-Monitoringberichtes (1998 – 2005) berichtet und wurde deshalb im aktuellen zweiten Bericht vom VIK nicht aufgeführt.

Tabelle 6-5: Anpassungen des Gutachters im Zahlengerüst des VIK, 2005-2008

Jahr	Variable, Parameter	Ursprünglicher Wert	Angepasster Wert	Begründung
2005				
	Heizöl	26.866.000		Weiterverwendung des genauen Wertes aus der amtlichen Statistik (Tabelle 067)
	Heizöl, leicht		2.217.000	
	Heizöl, schwer		24.649.000	
2006				
	Heizöl, leicht	2.430.000	2.431.000	
	KWK-Stromerzeugung (TWh)	25,7	25,8	
2007				
	sonst. Gase	4.671.000	8.286.000	
	sonstige	121.483.000	117.755.000	
2008				
	Steinkohle	38.516.000	38.666.000	
	Erdgas	257.744.000	257.075.000	
	sonst. Gase	11.090.000	11.391.000	
	Hochofengas	7.932.000	7.536.000	
	Heizöl, leicht	1.970.000	1.992.000	
	Heizöl, schwer	24.603.000	24.904.000	
	sonstige	106.218.000	107.228.000	

Quelle: VIK-Monitoringbericht, Statistisches Bundesamt, Tabelle 067 (2005-2008)

7 KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungskreises der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft

Neben Anlagen mittlerer und großer Leistungen sind für die Kraft-Wärme-Kopplung ebenfalls kleine Blockheizkraftwerke (BHKW) relevant, die vor allem im häuslichen und gewerblichen Bereich, aber auch in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und der Industrie sowie im Bereich der erneuerbaren Energien (Biogas, Klärgas, Deponiegas, usw.) eingesetzt werden. Darüber hinaus gibt es kleine KWK-Anlagen, die mit biogenen Brennstoffen betrieben werden. Diese kleinen KWK-Anlagen sind nur teilweise in der amtlichen Statistik erfasst und müssen deshalb auf Basis weiterer Daten zum KWK-Gesamtgerüst hinzugeschätzt werden.

Im vorangegangenen KWK-Monitoringbericht wurde die KWK-Stromerzeugung für fossile und biogene BHKW auf Basis der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts ermittelt. Im vorliegenden Monitoringbericht greift der Gutachter die ergänzenden Vorschläge des BDEW zur Verbesserung der Datengrundlage im Bereich der biogenen KWK-Stromerzeugung auf.

Die nicht erfasste KWK-Stromerzeugung im Bereich fossiler BHKW wird weiterhin auf Basis der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts ermittelt. Hierbei hat es jedoch methodische Weiterentwicklungen gegeben. Der Ansatz und die Ableitung des Zahlengerüsts wird in Abschnitt 7.1 erläutert.

Die nicht erfasste KWK-Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen wird, in Anlehnung an die Vorschläge des BDEW, auf Basis verfügbarer Daten der AGEE-Stat und der Bundesnetzagentur abgeleitet. Die KWK-Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen umfasst neben BHKW auch andere (kleine) KWK-Anlagen. Die Beschreibung der Datengrundlage und Methodik sowie die Ableitung des Zahlengerüsts wird in Abschnitt 7.2 beschrieben.

7.1 Fossil betriebene Blockheizkraftwerke

Im Basisjahr 1998 sind diejenigen BHKW nicht in den Monitoringberichten der Verbände erfasst, die weder direkt der öffentlichen Versorgung noch der industriellen Kraftwirtschaft zugeordnet werden können. In den Jahren ab 2003 sind BHKW in der amtlichen Statistik für die öffentliche und Industriestromerzeugung zwar prinzipiell berücksichtigt, jedoch werden BHKW mit einer installierten elektrischen Leistung von kleiner einem Megawatt dort nicht erfasst.

Um dennoch eine Abschätzung über den zeitlichen Verlauf des durch diese Anlagen erzeugten KWK-Stroms zu ermöglichen, wurde im ersten KWK-Monitoringbericht die BHKW-Umfrage des Öko-Instituts verwendet, die Aussagen über den Zubau installierter Leistungen ermöglicht. Die weiterhin jährlich durchgeführte Umfrage dient auch im vorliegenden Bericht als Grundlage für die Zeitreihe der KWK-Stromerzeugung in fossil betriebenen BHKW. Im Gegensatz zum ersten Bericht erfolgt nun jedoch die Berechnung mit Hilfe eines detaillierten Bestandsmodells. Bei der Anwendung der Datenbank

wurden im Vergleich zum vorherigen KWK-Monitoring die Vollbenutzungsstunden neu abgeschätzt sowie eine Stilllegung der Anlagen nach zehn Jahren berücksichtigt.

Weitere Informationen über die BHKW-Umfrage des Öko-Instituts sowie über die Annahmen zum Bestand an BHKW im Basisjahr können dem ersten KWK-Monitoringbericht entnommen werden.

Auch für die Jahre 2005 bis 2008 wurden die Hersteller nach ihren Absatzzahlen bezüglich Leistung und Anzahl von BHKW in Deutschland befragt. Unter anderem lassen Vergleiche mit Zahlen des BAFA darauf schließen, dass im fossilen Bereich die Entwicklung der BHKW in Deutschland ausreichend genau abgebildet wird.

Bei der Erstellung des Bestandsmodells wurden die Daten aus der ASUE-Datenbank, der Fördergemeinschaft Blockheizkraftwerke sowie von Energie & Management verwendet, die für die Jahre 1986 bis 2001 durchgängig die Ableitung von Angaben zur jährlich installierten BHKW-Leistung ermöglichen. Im ersten KWK-Monitoringbericht diente die Summierung dieser Leistungen bis zum Jahr 1998 zur Abschätzung der installierten Leistung der BHKW im Basisjahr. Basierend auf Wagner (1999) erfolgte dort eine Aufteilung auf biogene und fossile BHKW. Die Aufteilung auf Größenklassen (größer oder kleiner ein Megawatt elektrisch) erfolgte auf Basis der Daten des BDEW zu BHKW im Basisjahr. Da für die Jahre vor 1998 keine Quellen bekannt sind, die eine genauere Abschätzung zu dieser Aufteilung für die Jahre 1986 bis 1997 ermöglichen, werden die für das Jahr 1998 berechneten prozentualen Anteile biogener und fossiler sowie großer und kleiner BHKW (größer/kleiner ein Megawatt elektrisch) auf diese Zeitreihe sowie für 1999 und 2000 angewendet. Für das Jahr 2001 liegt eine Aufteilung nach fossilen und biogenen BHKW in der ASUE-Datenbank vor, die in das Modell aufgenommen wurden. Ab dem Jahr 2002 wird das Bestandsmodell mit den Absatzzahlen aus der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts gespeist, so dass von diesem Zeitpunkt an eine große Detaillierungstiefe vorliegt, was Größenklassen und eingesetzte Brennstoffe betrifft⁷. Tabelle 7-1 zeigt den sich daraus ergebenden Zubau an BHKW⁸.

⁷ Für die Unterteilung in die Größenklassen kleiner und größer 1 MW musste für die Jahre 2002 bis 2007 eine der in der Umfrage abgefragten Größenklasse (500 kW bis 2 MW) aufgeteilt werden. Dies geschah auf der Ebene der Unternehmensangaben, durch jährliche Durchschnittsbildung auf Basis der angegebenen Leistung und Anzahl der Anlagen im jeweiligen Segment. Ab dem Jahr 2008 liegen die Umfrageergebnisse auch in diese Größenklassen getrennt vor.

⁸ Im Folgenden werden zwar auch die aus dem BHKW-Bestandsmodell abzuleitenden Anteile biogener BHKW dargestellt. Diese sind jedoch nicht Grundlage für die Abschätzung der nicht erfassten biogenen KWK-Stromerzeugung. Diese wird in Abschnitt 7.2 dargestellt.

Tabelle 7-1: Zubau von BHKW, 1986-2008

Jährlicher Zubau an BHKW	1986	1990	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	MW _{el}								
Gesamt	45	98	268	216	253	379	552	549	349
kleiner 1 MW									
fossil	7	15	42	37	41	50	60	87	86
biogen	6	13	36	60	76	236	434	415	171
größer 1 MW									
fossil	32	70	190	33	54	53	46	40	63
biogen	0	0	0	86	81	41	12	6	29

Quellen: AGFW-Hauptbericht 1998, VDEW-BHKW-Statistik 1998, Statistisches Bundesamt (Tabelle 067, 1998), ASUE, Wagner (1999), FGBHKW, E&M, Annahmen und Berechnungen Öko-Institut

Angenommen wurde eine Stilllegung der Anlagen nach zehn Jahren, gerechnet vom Jahr der Inbetriebnahme. Zwar weisen einige BHKW eine deutlich höhere Lebensdauer auf. Dabei kommt es häufig zu einem Ersatz des Motors. Dieser Ersatz wird durch die Abfrage abgesetzter Motoren in der BHKW-Umfrage abgebildet. Darüber hinaus kann es zu Umwidmungen (z.B. von der Nutzung von Diesel zu Pflanzenöl) kommen. Dies kann mit oder ohne Austausch des Motors erfolgen. Sofern es zu einem Austausch des Motors kommt, wird der Ersatz ebenfalls über die BHKW-Umfrage abgedeckt. Bei einer vorzeitigen Umwidmung ohne Ersatz des Motors besteht eine gewisse Unschärfe bezüglich des Bestands. Diese Umwidmung kann jedoch nicht quantifiziert werden. Mögliche daraus abgeleitete Unsicherheiten sind jedoch bei einer Lebensdauer von zehn Jahren als gering anzunehmen.

Ab dem Jahr 2002, in dem der Absatz nach der BHKW-Umfrage zu Grunde gelegt wird, wird angenommen, dass das Absatzjahr dem Inbetriebnahmejahr entspricht. Tabelle 7-2 zeigt den sich daraus ergebenden Nettozubau (Zubau abzüglich Stilllegungen im gleichen Jahr).

Tabelle 7-2: BHKW-Nettozubau, 1998-2008

Nettozubau (Stilllegung nach 10 Jahren)	1986	1990	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	MW _{el}								
Gesamt	45	98	202	54	36	-10	251	288	244
kleiner 1 MW									
fossil	7	15	32	12	7	-11	13	47	70
biogen	6	13	27	38	47	183	394	380	157
größer 1 MW									
fossil	32	70	143	-82	-100	-223	-168	-145	-11
biogen	0	0	0	86	81	41	12	6	29

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts

In den Jahren mit einem negativen Nettozubau ergeben sich Bestandsverringerungen. Dies betrifft insbesondere fossile BHKW über 1 MW elektrischer Leistung. Tabelle 7-3 enthält den sich aus Zubau und Stilllegung ergebenden Bestand von BHKW seit 1998.

Tabelle 7-3: BHKW-Bestand, 1998-2008

BHKW-Bestand	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	MW _{el}						
Gesamt	2.184	2.463	2.499	2.489	2.740	3.028	3.227
kleiner 1 MW							
fossil	341	420	428	416	430	476	539
biogen	293	427	474	657	1.051	1.431	1.581
größer 1 MW							
fossil	1.550	1.456	1.356	1.133	965	820	777
biogen	0	160	242	283	295	301	329

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts

Die installierte elektrische Leistung der BHKW entspricht bis zum Jahr 1998 weitgehend den Ergebnissen des ersten KWK-Monitoringberichts. Leichte Abweichungen entstehen durch eine geringfügig geänderte Außerbetriebnahme 1998 (zusätzlich 11 MW) durch die Annahme einer Lebensdauer von 10 Jahren. Darüber hinaus ist in Tabelle 7-3 der gesamte BHKW-Bestand dargestellt, während im vorherigen Monitoringbericht lediglich der auf KWK-Modus bezogene BHKW-Bestand dargestellt wurde. Die Berechnung der KWK-Stromerzeugung ist indes die gleiche (basierend auf dem KWK-Anteil).

Die Benutzungsstunden für die Blockheizkraftwerke 1998 werden aus der BHKW-Stromerzeugung und installierten Leistung, die im BDEW-Zahlengerüst enthalten sind, abgeleitet. Es wird angenommen, dass die durchschnittliche Vollaststundenzahl des BHKW-Bestands linear auf 4.500 h/a im Jahr 2008 ansteigt.

Es wird davon ausgegangen, dass alle fossilen BHKW ausschließlich im KWK-Modus betrieben werden (KWK-Anteil 100 %). Analog zum BHKW-Datengerüst im BDEW-Monitoringbericht wird eine Stromkennzahl von 0,65 angenommen. Der angenommene Nutzungsgrad beträgt 85 %. Es wird angenommen, dass die fossil betriebenen BHKW mit Erdgas betrieben werden.

Tabelle 7-4 und Tabelle 7-5 enthalten die sich aus diesen Angaben ergebende KWK-Stromerzeugung aller⁹ BHKW für 1998 sowie für fossil betriebene BHKW für die gesamte Zeitreihe.

⁹ Wie oben erwähnt erfolgt die Ausweisung der Erzeugungen biogener BHKW hier nur nachrichtlich. Das weiterzuverwendende Datengerüst der zusätzlichen biogenen KWK-Stromerzeugung wird in Abschnitt 7.2 abgeleitet.

Tabelle 7-4: KWK-Leistung, -Strom- und -Wärmeerzeugung sowie CO₂-Emissionen von BHKW, 1998

Datengrundlage	Öffentliche Versorgung	Industrielle Kraftwirtschaft	Nicht-EVU BHKW	Gesamt	
	AGFW	VDEW-BHKW-Statistik	Statistisches Bundesamt	ASUE, FGBHKW, E&M	
Installierte Leistung (MW)	395	254	232	1.083	1.964
davon < 1 MW	83	74	67	190	414
fossil	69	74	67	131	341
biogen	15	0	0	59	73
davon >= 1 MW	311	180	165	894	1.550
fossil	311	180	165	894	1.550
biogen	0	0	0	0	0
KWK-Stromerzeugung (TWh)	2,0	0,7	0,6	4,2	7,5
davon < 1 MW	0,4	0,2	0,2	0,8	1,5
fossil	0,3	0,2	0,2	0,6	1,3
biogen	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2
davon >= 1 MW	1,6	0,5	0,5	3,4	6,0
fossil	1,6	0,5	0,5	3,4	6,0
biogen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KWK-Wärmeerzeugung (PJ)	12,7	3,1	3,4	23,4	42,7
davon < 1 MW	3,4	0,8	0,9	4,4	9,5
fossil	2,8	0,8	0,9	3,6	8,1
biogen	0,5	0,0	0,0	0,8	1,4
davon >= 1 MW	9,3	2,3	2,5	19,1	33,2
fossil	9,3	2,3	2,5	19,1	33,2
biogen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	1,3	0,4	0,4	2,5	4,5
davon < 1 MW	0,3	0,1	0,1	0,4	0,8
fossil	0,3	0,1	0,1	0,4	0,8
biogen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon >= 1 MW	1,0	0,3	0,3	2,1	3,6
fossil	1,0	0,3	0,3	2,1	3,6
biogen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anmerkung: Rundungsbedingte Abweichungen bei der Summenbildung möglich

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts

Tabelle 7-5: KWK-Leistung, -Strom- und -Wärmeerzeugung sowie CO₂-Emissionen fossil betriebener BHKW, 1998-2008

	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Installierte Leistung, gesamt (MW)	1.891	1.876	1.784	1.549	1.395	1.296	1.316
davon < 1 MW	341	420	428	416	430	476	539
davon >= 1 MW	1.550	1.456	1.356	1.133	965	820	777
Stromerzeugung, KWK (TWh)	7,3	8,1	7,7	6,8	6,2	5,8	5,9
davon < 1 MW	1,3	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,4
davon >= 1 MW	6,0	6,4	6,0	5,0	4,3	3,7	3,5
Wärmeerzeugung, KWK (PJ)	41,3	44,8	42,9	37,5	34,1	32,0	32,8
davon < 1 MW	8,1	9,4	9,8	9,7	10,3	11,6	13,4
davon >= 1 MW	33,2	35,4	33,1	27,8	23,8	20,3	19,4
CO ₂ -Emissionen, KWK (Mio. t)	4,5	4,9	4,7	4,1	3,7	3,5	3,6
davon < 1 MW	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,5
davon >= 1 MW	3,6	3,8	3,6	3,0	2,6	2,2	2,1

Anmerkung: Rundungsbedingte Abweichungen bei der Summenbildung möglich

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts

Relevant für die Ergänzung im KWK-Gesamtgerüst ist die fossile KWK-Stromerzeugung aus nicht-EVU-BHKW für 1998 (unabhängig von der Leistungsklasse) sowie aus BHKW mit einer installierten Leistung kleiner 1 MW elektrisch für die Jahre 2003 bis 2008 (Kapitel 8).

7.2 Biogen betriebene KWK-Anlagen

7.2.1 Einleitung

Die KWK-Stromerzeugung kleiner biogen betriebener BHKW wurde im vorherigen KWK-Monitoringbericht auf Basis der vom Öko-Institut erhobenen Bestandszahlen biogener BHKW ermittelt. Der Gutachter nimmt die methodischen Vorschläge des BDEW im Rahmen dieses Monitoringberichts zum Anlass, die biogene KWK-Stromerzeugung nun auf eine neue Basis zu stellen. Grundlage sind die Daten der AGEE-Stat zur biogenen Stromerzeugung sowie Einspeisedaten der Bundesnetzagentur. Damit werden neben biogen betriebenen BHKW auch andere biogene KWK-Anlagen erfasst.

Im Bereich der biogen betriebenen KWK-Anlagen herrscht in der verfügbaren Statistik eine große Unsicherheit über die installierte Leistung, aber auch über den tatsächlichen Betrieb der Anlagen sowie die technischen Parameter, unter denen die Anlagen betrieben werden. Im Gegensatz zu den fossilen BHKW werden biogene KWK-

Anlagen nur zu einem deutlich geringeren Teil im KWK-Betrieb¹⁰ gefahren, der sowohl vom Einsatzgebiet, der Größe der Anlage als auch der Art des Energieträgers abhängt. Anlagen werden oftmals in direkter Abhängigkeit von den Energieträger-Preisen betrieben und können auch vollständig außer Betrieb genommen werden, sofern die Preise keinen wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten. Dazu kommt eine unbekannte Zahl von umgewidmeten Anlagen, die von fossilen auf biogene Energieträger umgestellt worden sind¹¹. Meist handelt es sich dabei um mit Pflanzenöl betriebene Anlagen.

Aus diesen Gründen wurde vom BDEW eine neue Methode vorgeschlagen, die nicht auf der installierten Leistung (wie im vorherigen Monitoringbericht auf Basis der Absatzzahlen biogen betriebener BHKW), sondern auf der tatsächlichen Stromerzeugung durch biogene Energieträger basiert. Als Grundlage werden dazu die Daten der AG Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) verwendet, die in der Reihe „Erneuerbare Energien in Zahlen“ jährlich durch das BMU veröffentlicht werden und den Ausbauzustand der erneuerbaren Energien in Deutschland beschreiben (BMU 2009 a+b). Die diesen Quellen entnommenen Zahlen zur biogenen Stromerzeugung in Deutschland sind in Tabelle 7-6 aufgeführt.

Tabelle 7-6: *Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern nach AGEE-Stat*

Stromerzeugung aus Biomasse nach AGEE-Stat	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	TWh _{el}						
Biomasse (fest, flüssig, gasf.)	0,33	4,57	6,11	9,02	12,81	17,45	20,32
Feste Biomasse	0,21	2,93	4,74	7,00	8,53	9,54	10,91
Flüssige Biomasse	0,00	0,16	0,26	0,33	0,94	1,49	1,10
Biogas	0,12	1,49	1,11	1,70	3,34	6,43	8,31
Deponiegas	0,68	0,70	0,99	1,07	1,09	1,01	0,94
Klärgas	0,63	0,82	0,86	0,89	0,94	0,98	1,02

Quellen: *BMU 2009 a+b*

Die Daten enthalten die biogene Stromerzeugung durch Anlagen der Allgemeinen Versorgung, der kleinen, statistisch nicht erfassten Anlagen und seit dem Jahr 2000 auch die der industriellen Kraftwirtschaft. Es handelt sich bei diesen Zahlen um Bruttowerte, da üblicherweise der biogen erzeugte Strom vollständig eingespeist wird und der Eigenbedarf aus dem Netz bezogen wird.

¹⁰ Grundlage der Definition des KWK-Anteils für biogene KWK-Anlagen ist im Rahmen dieses Monitorings die KWK-Nutzwärme. Der Eigenverbrauch an Wärme, zum Beispiel zur Beheizung des Fermenters oder des Faulturms, wird nicht als KWK-Nutzwärme angesehen.

¹¹ Siehe auch Abschnitt 7.1 zur Berücksichtigung umgewidmeter BHKW bei der Ableitung des Bestands an fossilen BHKW.

7.2.2 Der Ansatz des BDEW

Der Ansatz des BDEW sieht vor, von der Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern (Tabelle 7-6) energieträgerbezogen die aus der amtlichen Statistik verfügbare Brutto-Gesamtstromerzeugung der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft (Tabellen 066 und 077) abzuziehen. Das Ergebnis wird als die Stromerzeugung der statistisch nicht erfassten Biomasseanlagen angesehen. Um daraus die KWK-Stromerzeugung zu gewinnen, werden unterschiedliche KWK-Anteile in Ansatz gebracht, sowohl in Abhängigkeit vom betrachteten Jahr als auch vom Energieträger. Für Klär- und Deponiegas werden konstante KWK-Anteile von 15 % bzw. 5 % für alle Jahre angesetzt, die in Anlehnung an eine Studie des Instituts für Energetik (Leipzig) bestimmt wurden (IE 2004). Für die Jahre 1998 sowie 2003 bis 2005 wird ein KWK-Anteil von 10 % für Biogas, 50 % für flüssige Biomasse und 25 % für feste Biomasse festgelegt, wodurch sich ein mittlerer, über alle biogenen Energieträger gewichteter KWK-Anteil von 13 % im Jahr 1998 und von 18 % im Jahr 2005 ergibt.

Der KWK-Anteil in den Jahren 2006 bis 2008 ist aufgrund der Förderung durch den KWK-Bonus innerhalb des EEG deutlich angestiegen. Die Berechnung dieser KWK-Anteile beruht deshalb auf den Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die dem BDEW vorliegen. Der BDEW besitzt damit für diese Jahre eine anlagenscharfe Aufgliederung der biogenen Stromerzeugung, die nach dem EEG vergütet wurde. Für Anlagen mit Inbetriebnahmejahr (IBN) ab 2004 (die also ab Anfang 2004 in Betrieb genommen wurden) wird auch die KWK-Stromerzeugung über den KWK-Bonus vergütet, deshalb ist auch diese direkt der Auflistung zu entnehmen. Der Ansatz des BDEW beruht auf einer detaillierten Identifikation der Anlagen der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft. Die biogene Stromerzeugung dieser Anlagen wird anlagengenau identifiziert und herausgerechnet, übrig bleibt die Stromerzeugung der statistisch nicht erfassten kleinen Biomasseanlagen, getrennt nach Inbetriebnahmejahr. Die KWK-Stromerzeugung dieser kleinen Anlagen mit IBN nach 2004 ergibt sich direkt aus den Angaben der Übertragungsnetzbetreiber, für Anlagen mit IBN vor 2004 wird ein KWK-Anteil von 20 % angesetzt.

Die sich daraus ergebenden KWK-Strommengen werden anschließend mit energieträger- und jahresabhängigen Stromkennzahlen beaufschlagt, um die KWK-Wärme zu bestimmen. Für die benötigte Misch-Stromkennzahl aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse wurden zwei Varianten mit zwei verschiedenen Gewichtungen berechnet (nach Gesamt- und KWK-Strommix). Mit Gewichtung nach dem KWK-Strommix ergeben sich im Jahr 2008 insgesamt 6,5 Mio. t eingesparter CO₂-Emissionen im ersten Referenzfall, sowie 7,3 Mio. t CO₂ im zweiten Referenzfall.

7.2.3 Bewertung des BDEW-Ansatzes

Der vom BDEW entwickelte Ansatz zur Ermittlung statistisch nicht erfasster KWK-Stromerzeugung ist eine wichtige Grundlage für Erstellung des KWK-Gesamtgerüsts. In diesem Bericht kann dem Vorgehen des BDEW jedoch aus folgenden Gründen nicht vollständig entsprochen werden:

- Die Basierung auf der Brutto-Stromerzeugung nach AGEE-Stat überbewertet die Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern, da der Eigenstromverbrauch aus dem Netz gedeckt wird. Entsprechend muss für die Weiterberechnung die Netto-Stromerzeugung angesetzt werden.
- Der Ansatz basiert auf einer Identifizierung der Daten zur Stromerzeugung auf Anlagenebene, die vom Gutachter auf Grundlage öffentlich verfügbarer Daten nicht nachvollzogen werden kann.
- Innerhalb des Ansatzes erfolgt eine Vermischung von Netto- und Bruttowerten.¹²
- Die biogene Gesamt-Stromerzeugung der statistisch nicht erfassten Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 wird in den Jahren 2006 bis 2008 gebildet aus der Differenz der Stromerzeugung dieser Anlagen aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse nach AGEE-Stat (abzüglich der Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft) und der Stromerzeugung der Anlagen mit IBN nach 2004, die aus den Daten der Übertragungsnetzbetreiber gewonnen wird. Die Stromerzeugung nach AGEE-Stat (Tabelle 7-8) ist etwas höher als die nach dem EEG vergütete Stromerzeugung, somit findet an dieser Stelle mit der Gleichsetzung der Grundmenge eine unzulässige Vermischung der Quellen statt.

7.2.4 Modifizierte Methodik zur Ermittlung der KWK-Stromerzeugung aus kleinen Biomasse-KWK-Anlagen

Die modifizierte Methodik zur Ableitung der biogenen Stromerzeugung in kleinen KWK-Anlagen basiert grundsätzlich auf den vom BDEW vorgeschlagenen Datenquellen, adressiert jedoch die in Abschnitt 7.2.3 gemachten Einschränkungen. Darüber hinaus wird eine modifizierte Berücksichtigung der biogenen KWK-Stromerzeugung im Bereich der Papier- und Zellstoffindustrie vorgenommen, in Anlehnung an die Anmerkungen des BDEW zum Entwurf des KWK-Monitoringberichtes.

Der hier verwendete Ansatz basiert ebenfalls auf den Daten der AGEE-Stat für die Stromerzeugung durch biogene Energieträger. Darüber hinaus wird die Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern um die entsprechende Stromerzeugung in der Papier- und Zellstoffindustrie bereinigt. Diese erhält keine Vergütung nach dem EEG, unterscheidet sich aber von den EEG-Anlagen durch einen erheblich höheren KWK-Anteil von über 80 %. Im Gegensatz zum Ansatz des BDEW werden die Werte der AGEE-Stat nach dem Abzug der Papier- und Zellstoffindustrie um den Eigenstrombedarf korrigiert. (Abschnitt a). Anschließend wird die KWK-Stromerzeugung auf Basis dieser Werte mit Hilfe von KWK-Anteilen berechnet. Für die Anlagen mit Inbetriebnahmejahr ab 2004 werden die KWK-Anteile für die Jahre 2006 bis 2008 direkt aus den Daten der

¹² So wird beispielsweise in der vom BDEW zur Verfügung gestellten Excel-Datei von der Netto-KWK-Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung die Brutto-KWK-Stromerzeugung der Anlagen der Allgemeinen Versorgung mit IBN nach 2004 abgezogen.

Bundesnetzagentur abgeleitet, sie stellen damit eine Mischgröße aller biogenen KWK-Anlagen dar, die nach dem EEG vergütet werden (b). Von dieser KWK-Stromerzeugung wird die der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft (bereinigt um die KWK-Stromerzeugung aus der Papier- und Zellstoffindustrie (siehe oben)) abgezogen, die in den Tabellen 066 und 067 des Statistischen Bundesamtes veröffentlicht ist. Damit wird eine konsistente Einbeziehung der KWK-Stromerzeugung nach der Statistik, wie sie auch für die anderen Brennstoffe vorgenommen wird, berücksichtigt (c). Der verbleibende Rest stellt die biogene KWK-Stromerzeugung der Anlagen außerhalb des Berichtskreises der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft dar. Mit Hilfe von Stromkennzahlen wird anschließend die KWK-Wärmeerzeugung abgeschätzt (d).

a) Abzug der Stromerzeugung der Papier- und Zellstoffindustrie und Ermittlung der biogenen Netto-Stromerzeugung

Im ersten Schritt wird die biogene Brutto-Stromerzeugung der Papier- und Zellstoffindustrie von den Daten der AGEE-Stat abgezogen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Statistische Bundesamt die Stromerzeugung in der Papier- und Zellstoff-Industrie unter flüssiger Biomasse verbucht, die AGEE-Stat hingegen unter fester Biomasse. Aus den verbleibenden Brutto-Werten der biogenen Stromerzeugung nach AGEE-Stat wird mit Hilfe prozentualer Eigenstrombedarfs-Anteile die Netto-Stromerzeugung berechnet. Dazu wird der gewichtete Eigenstrombedarf der allgemeinen Versorgung und der IKW aus den Daten des Statistischen Bundesamtes (Tabellen 066 und 067) getrennt nach den Energieträgern ermittelt, jeweils unter Berücksichtigung des Abzugs der Papier- und Zellstoffindustrie. Die sich daraus ergebenden Eigenbedarfs-Anteile sind in Tabelle 7-7 dargestellt.

Tabelle 7-7: Eigenbedarf nach Energieträgern

	2005	2006	2007	2008
Eigenbedarfsanteil				
Feste Biomasse (exkl. Papier- und Zellstoffindustrie)	9%	10%	10%	10%
Flüssige Biomasse (exkl. Papier- und Zellstoffindustrie)	5%	4%	4%	9%
Biogas	9%	9%	6%	11%
Deponiegas	3%	4%	5%	4%
Klärgas	4%	2%	4%	7%

Quellen: Statistisches Bundesamt (Tabellen 066 und 067), Berechnungen des Öko-Instituts

b) Ermittlung der biogenen KWK-Stromerzeugung

Von der Bundesnetzagentur (BNA 2010) wurden dem Öko-Institut anlagenscharfe Daten zur Stromeinspeisung nach dem EEG zur Verfügung gestellt, die auf den Informationen der Übertragungsnetzbetreiber beruhen. Aufgeführt sind die Daten über die nach dem EEG vergütete Jahresnetzeinspeisung der Anlagen zusammen mit dem jeweiligen Vergütungsschlüssel, dem sowohl die Größenklasse der Anlage als auch das Inbe-

triebnahmejahr zu entnehmen ist. Mit Hilfe dieses Vergütungsschlüssels ist auch die KWK-Stromerzeugung der Anlagen mit IBN nach 2004 identifizierbar. Die Energieträger werden anlagenbezogen ausgewiesen, jedoch erfolgt für die biogenen Anlagen keine weitere Untergliederung nach festen, flüssigen oder gasförmigen Energieträgern. Klär- und Deponiegas werden zusammen mit Grubengas berichtet, deren KWK-Stromerzeugung erhält jedoch nicht den KWK-Bonus im Rahmen des EEG und wird aus diesem Grund nicht ausgewiesen. Darüber hinaus wurde die biogene Stromerzeugung in der Papier- und Zellstoffindustrie in den Jahren 2005 bis 2008 nicht nach dem EEG vergütet und ist dementsprechend nicht in den Daten der BNA enthalten. Bei den Daten der BNA handelt es sich um Brutto-Werte, da die gesamte biogene Stromerzeugung in das Netz eingespeist und vergütet wird, der Eigenstrombedarf jedoch aus dem Netz bezogen wird.

Die Daten der BNA stimmen gut mit denen des BDEW überein (sind jedoch nicht identisch) einschließlich der daraus ermittelten KWK-Anteile für Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2004. In Tabelle 7-8 sind die vom BDEW und vom Gutachter aus den Daten der Bundesnetzagentur abgeleiteten Werte im Vergleich zu den Zahlen nach AGEE-Stat dargestellt.

Tabelle 7-8: Vergleich der Daten nach AGEE-Stat und der Vergütung biogener Stromerzeugung nach dem EEG (brutto)

Strom aus Biomasse (fest+ flüssig+ gasförmig)	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	TWh _{el}						
Nach AGEE-Stat	0,33	4,57	6,11	9,02	12,81	17,45	20,32
Vergütung nach dem EEG							
Bundesnetzagentur (Ableitung Öko-Institut)							
davon							
IBN vor 2004							
IBN ab 2004							
KWK (IBN ab 2004)							
BDEW/Ü-Netzbetreiber							
davon							
IBN vor 2004							
IBN ab 2004							
KWK (IBN ab 2004)							

Quellen: BMU 2009a+b, BDEW 2010, Bundesnetzagentur 2010, Berechnungen Öko-Institut

Die Differenz zwischen den Daten nach AGEE-Stat und der nach dem EEG vergüteten biogenen Stromerzeugung sinkt von 2,4 auf 1,3 TWh in den Jahren 2006 bis 2008, der Anteil der nach dem EEG vergüteten biogenen Stromerzeugung an der gesamten biogenen Stromerzeugung steigt damit von 81 % auf 94 %. Als größter Verursacher dieser Differenz werden die großen Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie angesehen, deren biogene Stromerzeugung auf Grund der Anlagengröße über 20 MW im betrachteten Zeitraum nicht nach dem EEG vergütet worden ist. In den Jahren 2007 und 2008

ist die Bruttostromerzeugung der Papier- und Zellstoffindustrie jedoch etwas größer als die Differenz zwischen AGEE-Stat und EEG (um 0,3 bzw. 0,4 TWh), was darauf schließen lässt, dass einzelne (im Wesentlichen kleine) Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie in das EEG aufgenommen wurden. Der vollständige Abzug der gesamten Industrie und nicht nur der, wie vom BDEW vorgeschlagene, Abzug der großen Papierwerke Stendal und Rosenthal, führt damit zu einer leichten Überschätzung der KWK-Stromerzeugung aus Biomasse. Der Vorteil des vollständigen Abzugs besteht darin, zur Erstellung des Datengerüsts in der Methodik der ausschließlichen Basierung auf statistischen Werten verbleiben zu können.

Ein weiterer Grund für die Differenz zwischen den Daten nach AGEE-Stat und der nach dem EEG vergüteten biogenen Stromerzeugung ist die Nichteinhaltung der Vergütungskriterien, die mit dem EEG 2009 noch verschärft worden sind.

An Hand der Daten der BNA erfolgt eine Aufteilung der Summe der um die Papier- und Zellstoffindustrie bereinigten Netto-Stromerzeugung aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse nach AGEE-Stat auf die Inbetriebnahmejahre: Dazu werden die prozentualen Verhältnisse der Jahre 2006 bis 2008 aus den Daten der Bundesnetzagentur verwendet, die für das Jahr 2005 abgeschätzt wurden.

Tabelle 7-9: Biogene Netto-Stromerzeugung

	1998	2005	2006	2007	2008
Aufteilung nach BNA					
vor 2004		67%	49%	33%	26%
ab 2004		33%	51%	67%	74%
Nettostromerzeugung	TWh _{el}				
Biomasse ¹	0,30	6,87	10,25	14,61	16,76
IBN vor 2004		4,61	5,07	4,78	4,34
IBN ab 2004		2,27	5,18	9,83	12,42
Deponiegas	0,65	1,04	1,05	0,96	0,90
Klärgas	0,61	0,85	0,92	0,94	0,95
¹ fest+flüssig+gasförmig					

Quelle: *Annahmen und Berechnungen des Öko-Instituts*

Zur Berechnung der KWK-Stromerzeugung wird für Deponie- und Klärgas für alle Jahre ein konstanter KWK-Anteil von 5 % bzw. 15 % verwendet, die vom BDEW in Anlehnung an IE (2004) ermittelt wurden. Für Biomasse-Anlagen mit einer Inbetriebnahme vor 2004 wird durchgängig ein KWK-Anteil von 25 % angesetzt, entsprechend dem Anteil aus dem ersten KWK-Monitoringbericht. Für Biomasse-Anlagen mit Inbetriebnahmejahr nach 2004 werden die KWK- Anteile für die Jahre 2006 bis 2008 direkt aus den Daten der BNA gewonnen, für 2005 wird in diesem Segment der KWK-Anteil von 2006 übernommen (Tabelle 7-10).

Tabelle 7-10: KWK-Anteile der Stromerzeugung

KWK-Anteile	2005	2006	2007	2008
Biomasse				
IBN vor 2004	25%	25%	25%	25%
IBN ab 2004	23%	23%	32%	37%
Deponiegas	5%	5%	5%	5%
Klär gas	15%	15%	15%	15%

Quellen: BNA 2010, eigene Berechnungen Öko-Institut

Deutlich zu erkennen ist ein stark steigender KWK-Anteil, der zwei Ursachen hat: Zum einen werden durch die KWK-Förderung im EEG offenbar mehr KWK-Anlagen installiert, zum anderen geht aus den Daten der Bundesnetzagentur hervor, dass der KWK-Anteil der Anlagen eines Inbetriebnahmejahres zunächst einige Jahre lang steigt, bevor er konstant bleibt. Das liegt darin begründet, dass der Ausbau der Wärmenutzungsstrukturen oftmals erst nach der Installation der Anlage fertig gestellt wird. Damit lässt sich auch der niedrigere KWK-Anteil der Anlagen mit einer IBN ab 2004 im Jahr 2005 erklären, der unter dem der Anlagen mit einer IBN vor 2004 liegt.

Nach der Novellierung des EEG im Jahr 2009 ist zumindest ein großes Papierwerk (Stendal) in das EEG aufgenommen worden. Damit wird der aus den BNA-Daten ermittelte KWK-Anteil für dieses Jahr steigen, da die KWK-Anteile von Papier- und Zellstoffwerken bei über 80 % liegen. Aus diesem Grund muss im nächsten Monitoringbericht geprüft werden, ob ein Abzug der Bruttostromerzeugung der Papier- und Zellstoffindustrie erneut erforderlich ist, möglicherweise erscheint dann auch eine Rückrechnung auf Basis höherer KWK-Anteile aus BNA-Daten als geeigneter.

Mit den oben dargestellten KWK-Anteilen ergibt sich die biogene KWK-Stromerzeugung nach AGEE-Stat abzüglich der Anteile der Papier- und Zellstoffindustrie (Tabelle 7-11).

Tabelle 7-11: Biogene KWK-Stromerzeugung (netto), abgeleitet aus den angepassten Daten von AGEE-Stat sowie Bundesnetzagentur

KWK-Stromerzeugung	2005	2006	2007	2008
	TWh _{el}			
Nach AGEE-Stat	1,85	2,65	4,50	5,89
Biomasse	1,67	2,46	4,31	5,70
davon				
IBN vor 2004	1,15	1,27	1,19	1,09
IBN ab 2004	0,52	1,19	3,12	4,62
Deponiegas	0,05	0,05	0,05	0,04
Klär gas	0,13	0,14	0,14	0,14

Quellen: Statistisches Bundesamt (Tabellen 066 und 077), BMU 2009 a+b, BNA 2010, eigene Berechnungen Öko-Institut

c) Abzug der KWK-Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft

Von der angepassten KWK-Stromerzeugung nach AGEE-Stat wird im nächsten Schritt die KWK-Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft abgezogen. Dabei wird die KWK-Stromerzeugung der Papier- und Zellstoffindustrie nicht berücksichtigt, da deren gesamte Stromerzeugung bereits von den Daten nach AGEE-Stat abgezogen wurde. Für die allgemeine Versorgung liegen diese Zahlen seit 2001 in der Tabelle 066 des Statistischen Bundesamtes vor, für die industrielle Kraftwirtschaft seit 2005.

Für den Bereich der allgemeinen Versorgung wird die Stromerzeugung der „Sonstigen Erneuerbaren Energien“ aus Tabelle 066 zu der der festen Biomasse addiert. Nach dieser Differenzbildung ergeben sich folgende Ergebnisse, die damit die KWK-Stromerzeugung aus kleinen Biomasseanlagen darstellen, die nicht vom Statistischen Bundesamt erfasst werden (Tabelle 7-12).

Tabelle 7-12: KWK-Stromerzeugung aus kleinen Biomasse-Anlagen

KWK-Stromerzeugung kleiner Biomasse-Anlagen	2005	2006	2007	2008
	TWh _{el}			
AGEE-Stat, nach Abzug der AV und IKW	0,53	0,61	2,69	3,88
Biomasse	0,43	0,50	2,57	3,75
Deponiegas	-0,01	0,01	0,02	0,02
Klär gas	0,11	0,11	0,11	0,11

Quellen: Statistisches Bundesamt (Tabellen 066 und 077), BMU 2009 a+b, BNA 2010, eigene Berechnungen Öko-Institut

Im Jahr 2005 ergibt sich mit diesem Ansatz ein negativer Wert für Deponiegas, weil die Summe der KWK-Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft größer ist als die errechnete KWK-Stromerzeugung nach AGEE-Stat. Der Grund dafür liegt an dem geschätzten KWK-Anteil für das Jahr 2005, der für Deponiegas im Jahr 2005 um 3 % niedriger liegt als der Wert, der sich aus den statistischen Zahlen ergibt. Des Weiteren können sich Differenzen auf Grund verschiedener Definitionen des KWK-Anteils ergeben: während in den Tabellen des Statistischen Bundesamtes jegliche Stromerzeugung mit verbundener Wärmeauskopplung als KWK-Stromerzeugung verbucht wird, beziehen sich die KWK-Anteile in Bezug auf das EEG alleine auf die Stromerzeugung, die mit einer Nutzwärmeauskopplung (siehe auch Fußnote 10) verbunden ist. Da das Gesamtgerüst des KWK-Monitorings auf der KWK-Stromerzeugung nach dem Statistischen Bundesamt basiert, muss damit aus Konsistenzgründen diese auch in die Berechnung der KWK-Stromerzeugung in kleinen Biomasse-Anlagen einbezogen werden.

Deutlich zu erkennen ist die Zunahme der biogenen Stromerzeugung zwischen den Jahren 2005 und 2008. Das Ergebnis erlaubt damit die Interpretation, dass in den Vorjahren die Stromerzeugung aus kleinen Biomasseanlagen weitgehend von der amtli-

chen Statistik abgedeckt wird, diese jedoch ab dem Jahr 2006 über diese hinausgeht und damit zusätzlich im Gesamtgerüst berücksichtigt werden muss.

Da die hier eingesetzten Energieträger als CO₂-neutral angesehen werden, ist eine nachträgliche Anpassung an das Gesamtgerüst nicht erforderlich.

d) KWK-Wärmeerzeugung der kleinen Biomasseanlagen

Die KWK-Wärmeerzeugung wird an Hand von Stromkennzahlen berechnet, die einer Ausarbeitung des BDEW entstammen, basierend auf Referenzfällen, die Studien des Instituts für Energetik und Umwelt (2004) (mit Prognos 2006) und des DBFZ (2009) entnommen wurden (Tabelle 7-13 und Tabelle 7-14).

Tabelle 7-13: Stromkennzahlen kleiner Biomasse-Anlagen

Stromkennzahlen kleiner Biomasse-Anlagen	2005	2006	2007	2008
Biomasse	0,54	0,60	0,61	0,57
Biogas			0,68	
Flüssige Biomasse			0,91	
Feste Biomasse			0,39	
Deponiegas	0,61	0,61	0,61	0,61
Klär gas	0,60	0,60	0,60	0,60

Quellen: IE 2004, IE / Prognos 2006, DBFZ 2009

Die Stromkennzahlen für Deponie- und Klär gas basieren auf der Studie IE (2004), in der diese Zahlen für Referenzfälle angewendet werden. Die Stromkennzahl für Biomasse ist ein Mischwert, der auf denen der flüssigen, festen und gasförmigen Biomasse beruht, jährlich gewichtet nach der jeweiligen KWK-Stromerzeugung der einzelnen Energieträger. Die Stromkennzahl für Biogas wird auf Grundlage einer Studie von IE/Prognos (2006) und DBFZ (2009) mit 0,68 angesetzt, die für flüssige Biomasse basiert auf DBFZ (2009) und beträgt 0,91, die für feste Biomasse basiert ebenfalls auf der Studie des DBFZ (2009) und beträgt 0,39.

Tabelle 7-14: KWK-Wärmeerzeugung kleiner Biomasse-Anlagen

KWK-Wärmeerzeugung kleiner Biomasse-Anlagen	2005	2006	2007	2008
	PJ			
AGEE-Stat, nach Abzug der AV und IKW		3,67	15,90	24,44
Biomasse	In AV und IKW enthalten	3,01	15,15	23,70
Deponiegas		0,04	0,09	0,11
Klär gas		0,63	0,65	0,63

Quellen: Berechnungen des Öko-Instituts

Die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung (Tabelle 7-12 und Tabelle 7-14) ab dem Jahr 2006 geht damit direkt als zusätzliche KWK-Erzeugung aus statistisch nicht erfassten kleinen Biomasse-Anlagen in das Gesamtgerüst ein (Kapitel 8).

8 Zusammenführung der Einzelergebnisse

8.1 Vorbemerkungen

Für die Zusammenführung der angepassten Einzelergebnisse der Monitoringberichte der Verbände sowie der statistisch nicht erfassten kleinen Biomasse-KWK-Anlagen und fossilen BHKW müssen zunächst die Zahlengerüste in Bezug auf KWK-Strom- und Wärmeerzeugung sowie Brennstoffeinsatz harmonisiert werden. In einem zweiten Schritt müssen CO₂-Emissionsfaktoren einheitlich angewandt und die entstehenden Emissionen einem einheitlichen Referenzsystem gegenübergestellt werden. Alle Ergebnisse werden bezogen auf die Netto-Strom- und -Wärmeerzeugung dargestellt.

8.2 Strom- und Wärmeerzeugung

Die Zusammenführung der Zahlengerüste der allgemeinen Versorgung (BDEW und VKU) sowie die Ermittlung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung der industriellen Kraftwirtschaft im Jahr 1998 wurden im ersten KWK-Monitoringbericht abgeleitet und können diesem entnommen werden. Für die Jahre 2003 bis 2008 kann die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung der öffentlichen Versorgung bzw. der industriellen Kraftwirtschaft direkt der amtlichen Statistik (Tabelle 066 bzw. 067) entnommen werden.

Kleine KWK-Anlagen, die nicht im Berichtskreis der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft liegen, wurden im Rahmen dieses Monitoringberichtes neu berechnet (Kapitel 7).

Für fossile BHKW wird für alle Jahre diejenige Strom- und Wärmemenge hinzugerechnet, die nicht bereits durch die Monitoringberichte der Verbände abgedeckt wurde. Hierbei handelt es sich im Basisjahr um die nicht von EVU oder Industrieunternehmen betriebenen BHKW (Tabelle 7-4). Für die Jahre 2003 bis 2008 werden zum Gesamtgerüst diejenigen fossilen BHKW hinzuaddiert, die eine installierte Leistung kleiner einem Megawatt aufweisen (Tabelle 7-5). Damit unterscheidet sich der Zuschnitt zusätzlich zu addierenden fossil betriebener BHKW zwischen 1998 und 2003 bis 2008.

Zusätzliche nicht erfasste biogene KWK-Strom- und Wärmeerzeugung aus kleinen biogen betriebenen KWK-Anlagen ist ab dem Jahr 2005 relevant und kann Tabelle 7-12 und Tabelle 7-14 entnommen werden.

8.3 CO₂-Emissionsfaktoren

8.3.1 Vorbemerkungen

Zur Ermittlung der CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen werden die Brennstoffeinsätze mit entsprechenden CO₂-Emissionsfaktoren multipliziert. In den KWK-Monitoringberichten der einzelnen Verbände wurden zum Teil unterschiedliche Emissionsfaktoren verwendet. Zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Monitoringberichte

werden die verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren harmonisiert. Basis der Berechnungen sind die CO₂-Emissionsfaktoren, wie sie im RWI-Monitoringbericht 2003-2004 (RWI 2008) enthalten sind. Die Emissionsfaktoren werden über den gesamten Betrachtungszeitraum nicht verändert. Eine Übersicht über die Emissionsfaktoren kann Tabelle A - 1 im Anhang entnommen werden.

Für einige Brennstoffe sind im RWI-Monitoringbericht 2003-2004 keine Emissionsfaktoren aufgeführt. Entsprechende Werte wurden im ersten KWK-Monitoringbericht abgeleitet und können diesem entnommen werden. In den folgenden Abschnitten werden lediglich diejenigen Emissionsfaktoren aufgeführt, die im Rahmen dieses Monitorings für die Jahre 2005 bis 2008 zusätzlich abgeleitet werden.

8.3.2 Müll (Allgemeine Versorgung, Zeitreihe)

Die Brennstoffkategorie „Müll“ ist notwendig für die Bestimmung der CO₂-Emissionen der allgemeinen Versorgung. Im BDEW-Monitoringbericht wurde ein Emissionsfaktor von 0,046 t CO₂/GJ angesetzt, was einem 50 %igen biogenen Anteil entspricht. Im VKU-Monitoringbericht wurde, in Anlehnung an das Nationale Treibhausgasinventar ein Emissionsfaktor von 0,034 t CO₂/GJ angesetzt, der sowohl biogene als auch fossile Müllbestandteile berücksichtigt.

Im Rahmen dieses Monitoringberichts wird der CO₂-Emissionsfaktor für Hausmüll/Siedlungsabfall aus den dem Nationalen Inventarbericht zugrunde liegenden Inventardaten abgeleitet, der sowohl die fossilen wie auch die biogenen Müllbestandteile berücksichtigt. Über die Auswertung der entsprechenden Emissionsdaten wurde der CO₂-Emissionsfaktor mit 0,0468 t CO₂/GJ für 1998 bestimmt, in den folgenden Jahren nimmt er leicht ab (Tabelle A - 1 im Anhang).

8.3.3 Sonstige Gase (Industrielle Kraftwirtschaft, Zeitreihe)

Die Ableitung eines CO₂-Emissionsfaktors für „sonstige Gase“ ist notwendig zur Berechnung der CO₂-Emissionen im Bereich der industriellen Kraftwirtschaft für alle Berichtsjahre. Im VIK-Monitoringbericht wird der im vorherigen Monitoringbericht seitens des Gutachters abgeleitete Emissionsfaktor von 0,059 t CO₂/GJ des Jahres 2005 auch für die Jahre 2006 bis 2008 angesetzt. Im Rahmen dieses Monitoringberichts muss der Emissionsfaktor damit lediglich für die Jahre 2006 bis 2008 aktualisiert werden.

Die Methodik entspricht dem vorherigen Monitoringbericht. Der abgeleitete CO₂-Emissionsfaktor für „sonstige Gase“ beträgt demnach 0,059 t CO₂/GJ für 1998 und bleibt im Zeitverlauf weitestgehend konstant. Tabelle 8-1 stellt die Ableitung für 1998 und 2007 dar, Tabelle A - 1 im Anhang enthält die vollständige Zeitreihe. Der Wert für 2008 wurde vom Wert 2007 übernommen, da die Energiebilanz zurzeit noch nicht für das Jahr 2008 vorliegt.

Tabelle 8-1: Ableitung des CO₂-Emissionsfaktors für „Sonstige Gase“, 1998, 2007

	1998	2007	Klassifizierung	Emissionsfaktor	Emissionsfaktor	1998	2007
Gase	Brennstoffeinsatz (TJ)		t CO ₂ /GJ			CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	
Flüssiggas	3.639	3.128	Sonstige Gase	Flüssiggas (RWI)	0,065	236.535	203.320
Raffineriegas	8.980	10.988	Sonstige Gase	Raffineriegas (RWI)	0,060	538.800	659.280
Kokerei- u. Stadtgas	14.443	14.746	Kokereigas	Kokereigas (RWI)	0,044	635.492	648.845
Gichtgas u. Konvertergas	44.545	58.894	Gichtgas	Gichtgas (RWI)	0,105	4.677.225	6.183.906
Naturgase, Erdgas, Erdölgas	123.263	118.691	Erdgas	Erdgas (RWI)	0,056	6.902.728	6.646.696
Grubengas	5.998	2.570	Sonstige Gase	Grubengas (RWI)	0,054	323.892	138.780
Summe	200.868	209.018					
Summe sonstige Gase	18.617	16.686	CO ₂ -Emissionsfaktor (t CO ₂ /GJ)			0,059	0,060

Quelle: *Energiebilanz (Zeile 12), RWI-Monitoringbericht 2003-2004, Annahmen und Berechnungen Öko-Institut*

8.3.4 Sonstiges (Industrielle Kraftwirtschaft, Zeitreihe)

Die Ableitung eines CO₂-Emissionsfaktors für „Sonstiges“ ist notwendig zur Berechnung der CO₂-Emissionen im Bereich der industriellen Kraftwirtschaft. Im aktuellen VIK-Monitoringbericht wird der vom Gutachter für das Jahr 2005 abgeleitete CO₂-Emissionsfaktor verwendet. Damit muss der CO₂-Emissionsfaktor lediglich bis zum Jahr 2008 fortgeschrieben werden.

Die Methodik entspricht dem vorherigen Monitoringbericht. Tabelle 8-2 zeigt die Ableitung des CO₂-Emissionsfaktor für „Sonstige (Industriemüll)“. Er beträgt 0,0703 t CO₂/GJ im Jahr 1998 und nimmt danach ab, was vor allem dem stetig steigenden Anteil biogener Brennstoffe, vor allem im Holz- und Papiergewerbe, geschuldet ist.

Tabelle 8-2: Ableitung des CO₂-Emissionsfaktors für „Sonstige (Industriemüll)“, 1998, 2003-2008

	Emissionsfaktor	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
	Brennstoff	t CO ₂ /GJ	- TJ -						
Holzgewerbe	Emissionsfreier Brennstoff	0,0000	n.v.	12.586	17.787	18.038	19.894	18.923	19.595
Papiergewerbe	Emissionsfreier Brennstoff	0,0000	6.833	21.207	25.498	31.015	33.790	35.893	35.584
Kokereien, Mineralölverarbeitung	Misch-EF Heizöl, schwer/Petrolkoks (hälftig)	0,0895	18.981	31.699	29.031	28.968	29.647	28.738	28.083
Chemische Industrie	Misch-EF Heizöl, schwer/Petrolkoks (hälftig)	0,0895	6.075	24.414	22.292	28.265	25.260	31.121	20.334
			- t CO ₂ /GJ -						
Industriemüll (Ableitung Öko-Institut)	CO ₂ -Emissionsfaktor	0,0703	0,0559	0,0486	0,0482	0,0453	0,0467	0,0418	

Quelle: *Statistisches Bundesamt, RWI-Monitoringbericht 2003-2004, Annahmen und Berechnungen Öko-Institut*

8.4 CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft im Jahr 1998 wurden im vorherigen KWK-Monitoringbericht abgeleitet und können diesem entnommen werden. Für die Jahre 2003 bis 2008 werden diese über den Brennstoffeinsatz aus den amtlichen Statistiken (Tabelle 066 bzw. 067) und den in Abschnitt 8.3 aufgeführten Emissionsfaktoren berechnet.

Die CO₂-Emissionen nicht erfasster fossiler BHKW werden unter der Annahme eines Betriebs mit Erdgas ermittelt (Abschnitt 7.1).

8.5 Gesamtgerüst

Die in den Kapiteln 6 und 7 abgeleitete KWK-Strom- und Wärmeerzeugung für die einzelnen Verbände, für sonstige biogene KWK sowie kleine fossile BHKW sollen im Folgenden gemeinsam für die gesamte Zeitreihe dargestellt werden. Die Ableitung der CO₂-Minderungen durch KWK erfolgt über den Ansatz von Referenzwerten für die ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (Kapitel 3).

Es werden jeweils die Ergebnisse für die allgemeine Versorgung dargestellt, die die KWK-Anlagen, die unter BDEW und VKU berichtet werden, zusammenfasst. Darunter wird der Beitrag kommunaler Unternehmen separat ausgewiesen. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesen Zahlen um die vom VKU berichteten, nicht angepassten, Werte handelt. Eine getrennte Ausweisung der kommunalen Unternehmen für das korrigierte Zahlengerüst ist nicht möglich, da die öffentliche Versorgung aufgrund des Zuschnitts der amtlichen Statistik prinzipiell als Aggregat gerechnet werden muss. Darüber hinaus wird die industrielle Kraftwirtschaft separat dargestellt.

Schließlich werden diejenigen fossilen BHKW hinzuaddiert, die in den vorgenannten Bereichen nicht erfasst werden. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass die zusätzlichen BHKW sich 1998 auf alle nicht von EVU oder Industrieunternehmen betriebenen BHKW beziehen (bzw. die bei keinem der Verbände berichtet wurden), während sie sich ab 2003 auf alle BHKW kleiner ein Megawatt beziehen. Die unter „nicht erfasste BHKW“ berichteten Daten sind damit als Abgrenzungsposten zu verstehen.

Gleichermaßen werden nicht erfasste biogene KWK-Anlagen zum Gesamtgerüst hinzuaddiert. Es handelt sich hierbei um diejenige KWK-Strom- und Wärmeerzeugung mit biogenen Brennstoffen, die nicht bereits in der allgemeinen Versorgung und industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind. Es handelt sich hier damit ebenfalls um einen Abgrenzungsposten.

Die Ergebnisse der einzelnen Berichtskreise zwischen dem Jahr 1998 und dem Zeitraum 2003 bis 2008 sind also intern nicht miteinander vergleichbar, da für diese Zeiträume unterschiedliche Aggregate gebildet wurden. Lediglich das Gesamtdatenge-

rüst für alle KWK-Anlagen ist für die gesamte Zeitreihe konsistent und damit unmittelbar vergleichbar.

Die Ergebnisse des KWK-Monitorings unterscheiden sich *innerhalb* der Berichtskreise aufgrund statistischer Effekte (unterschiedliche statistische Datengrundlagen 1998 und 2003 bis 2008 bzw. auch zwischen den Jahren (Abschnitt 6.2) sowie aufgrund von Umbuchungen (beispielsweise aufgrund von Contractingmodellen zwischen Industrie und EVU).

Im Folgenden werden die von den Verbänden berichteten KWK-Anlagen getrennt von den nicht von den Verbänden erfassten KWK-Anlagen betrachtet. Dabei handelt es sich um die in Kapitel 7 besprochenen (überwiegend) kleinen biogenen KWK-Anlagen sowie fossile BHKW, die in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und Industriebetrieben, insbesondere jedoch auch im privaten und gewerblichen Bereich sowie in der Landwirtschaft installiert wurden. Damit kann die Zielerreichung der KWK-Vereinbarung sowohl für die unterzeichnenden Verbände als auch für die KWK-Erzeugung insgesamt bewertet werden.

Darüber hinaus wird der Einfluss der Ausweitung der KWK-Strom- bzw. Wärmeerzeugung sowie der Veränderung der eingesetzten Brennstoffe auf die Minderung der CO₂-Emissionen untersucht. Dies wird getrennt für große fossil betriebene KWK-Anlagen, für fossile BHKW insgesamt (im Erfassungsbereich der Verbände sowie außerhalb) sowie für die biogene KWK-Erzeugung insgesamt (im Erfassungsbereich der Verbände sowie außerhalb) dargestellt.

Auf Grundlage dieser Auswertungen kann bewertet werden, welche die Haupttreiber für die CO₂-Minderung durch KWK seit 1998 sind.

Die KWK-Stromerzeugung (Tabelle 8-3) nahm zwischen 1998 und 2005 von 65,6 TWh auf 79,7 TWh um rund 21% zu, wobei der größte Zuwachs an KWK-Stromerzeugung (15 Prozentpunkte) im Zeitraum vor 2003 erfolgte und nur 6 Prozentpunkte des Gesamtzuwachses auf die Jahre von 2003 bis 2005 entfallen. Im Zeitraum 2005 bis 2007 nahm die KWK-Stromerzeugung leicht von 79,7 TWh auf 82,4 TWh zu, wobei im Jahr 2006 eine deutlich höhere KWK-Erzeugung im Bereich der allgemeinen Versorgung und industriellen Kraftwirtschaft zu verzeichnen ist. Der Gesamtzuwachs zwischen 2005 und 2007 entfällt, mit Ausnahme des Jahres 2006, jedoch ausschließlich auf Anlagen außerhalb des Berichtskreises der Verbände und dort vor allem auf die Zunahme der biogenen KWK-Stromerzeugung. Im Jahr 2008 nahm die KWK-Stromerzeugung erneut deutlich zu auf 85,8 TWh, wobei der größte Zuwachs auf die allgemeine Versorgung (plus 1,7 TWh) sowie die nicht erfassten biogenen KWK-Anlagen (plus 1,2 TWh) entfällt. Bezogen auf die gesamte Nettostromerzeugung nahm der KWK-Anteil von 2005 bis 2007 von 14,7% auf 15,3 % zu. Im Jahr 2008 stieg der KWK-Anteil auf 16,1 %. Neben der Zunahme der KWK-Stromerzeugung ist der Anstieg des KWK-Anteils der Abnahme der gesamten Nettostromerzeugung in den Jahren 2007 und 2008 geschuldet.

Tabelle 8-3: KWK-Nettostromerzeugung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	Netto-Stromerzeugung (TWh)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	34,2	50,3	52,3	54,0	51,9	53,8
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	14,3	17,4	19,5	21,8	20,9	21,3
Industrielle Kraftwirtschaft	27,3	23,5	25,6	25,8	25,8	25,7
Gesamt (AV und IKW)	61,5	73,8	77,9	79,8	77,6	79,5
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	4,1	1,7	1,8	2,5	4,8	6,3
nicht erfasste BHKW ²	4,1	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,6	2,7	3,9
Gesamte KWK-Stromerzeugung	65,6	75,5	79,7	82,2	82,4	85,8
Stromerzeugung insgesamt	514,7	542,3	543,5	552,0	537,4	534,1
KWK-Anteil (AV und IKW)	12,0%	13,6%	14,3%	14,5%	14,4%	14,9%
KWK-Anteil (insgesamt)	12,8%	13,9%	14,7%	14,9%	15,3%	16,1%

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Die KWK-Wärmeerzeugung stieg von 624,1 PJ im Jahr 1998 auf 662,8 PJ im Jahr 2005 – ein Anstieg um rund 6% (Tabelle 8-4). Im Zeitraum 2005 bis 2007 blieb die KWK-Wärmeerzeugung ungefähr konstant (662,8 PJ (2005), 666,2 (2006) 663,0 (2007)). Im Jahr 2008 nahm sie leicht auf 679,6 PJ zu.

Tabelle 8-4: Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	KWK-Wärmeerzeugung (PJ)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	288,3	338,3	365,2	370,3	348,1	355,4
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	121,0	129,9	129,8	130,3	126,6	128,7
Industrielle Kraftwirtschaft	313,2	295,1	287,9	281,9	287,3	286,4
Gesamt (AV und IKW)	601,5	633,4	653,1	652,3	635,4	641,7
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	22,6	9,4	9,7	13,9	27,5	37,9
nicht erfasste BHKW ²	22,6	9,4	9,7	10,3	11,6	13,4
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	3,7	15,9	24,4
Gesamte KWK-Wärmeerzeugung	624,1	642,8	662,8	666,2	663,0	679,6

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Der vergleichsweise starke Anstieg der KWK-Stromerzeugung im Vergleich zur KWK-Wärmeerzeugung drückt sich ebenfalls in einer Zunahme der Stromkennzahl aus (Tabelle 8-5). Insgesamt stieg die mittlere Stromkennzahl von 1998 bis 2005 deutlich von 0,38 auf 0,43. Im Zeitraum 2005 bis 2007 sowie im Jahr 2008 nahm die Stromkennzahl jedoch nur noch geringfügig auf 0,45 in den Jahren 2007 und 2008 zu.

Tabelle 8-5: Stromkennzahlen in KWK-Anlagen nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008

Allgemeine Versorgung	Stromkennzahl					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	0,43	0,54	0,52	0,52	0,54	0,54
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	0,42	0,48	0,54	0,60	0,59	0,60
Industrielle Kraftwirtschaft	0,31	0,29	0,32	0,33	0,32	0,32
Gesamt (AV und IKW)	0,37	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	0,65	0,65	0,65	0,64	0,63	0,60
nicht erfasste BHKW ²	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³				0,60	0,61	0,57
Durchschnittliche Stromkennzahl	0,38	0,42	0,43	0,44	0,45	0,45

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut

Die CO₂-Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung stiegen von 1998 bis 2005 geringfügig von 81,0 auf 82,8 Mio. t, was einem Anstieg um rund 2% entspricht (Tabelle 8-6). Zwischen 2005 und 2007 nahmen die CO₂-Emissionen deutlich ab (von 82,8 Mio. t auf 77,9 Mio. t), was unter anderem auf die deutliche Abnahme des Steinkohleeinsatzes zur KWK-Strom- und Wärmeerzeugung im Bereich der allgemeinen Versorgung zurückzuführen ist (Abbildung A - 1 im Anhang). Im Jahr 2008 stiegen die CO₂-Emissionen erneut auf 80,1 Mio. t CO₂, vor allem durch die steigende KWK-Stromerzeugung im Bereich der allgemeinen Versorgung. Insgesamt liegen trotz gesteigerter KWK-Stromerzeugung die CO₂-Emissionen im Jahr 2008 insgesamt um rund eine Million Tonnen unter den CO₂-Emissionen des Jahres 1998. Dies wurde vor allem durch die Änderung des Brennstoffmixes (mehr Erdgas, weniger Kohle) sowie durch eine deutliche Ausweitung der biogenen KWK-Stromerzeugung erreicht.

Tabelle 8-6: CO₂-Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	CO ₂ -Emissionen (Mio. t CO ₂)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	40,0	51,8	51,1	49,7	46,4	48,6
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	15,5	17,4	17,1	17,0	16,5	16,5
Industrielle Kraftwirtschaft	38,5	31,0	30,6	30,3	30,2	30,1
Gesamt (AV und IKW)	78,6	82,9	81,7	79,9	76,6	78,7
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	2,5	1,0	1,1	1,1	1,3	1,5
nicht erfasste BHKW ²	2,5	1,0	1,1	1,1	1,3	1,5
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamte KWK-CO ₂ -Emissionen	81,0	83,9	82,8	81,1	77,9	80,1

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut

Damit sinkt die brutto berechnete CO₂-Intensität der KWK-Stromerzeugung (also die gesamten CO₂-Emissionen für die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung bezogen auf die KWK-Stromerzeugung) von rund 1.235 g CO₂/kWh_{el} im Jahr 1998 auf 1.039 g CO₂/kWh_{el} im Jahr 2005, d.h. etwa um 16% (Tabelle 8-7). Zwischen 2005 und 2007 sinkt sie auf 945 g CO₂/kWh_{el} und im Jahr 2008 auf 934 g CO₂/kWh_{el}. Damit liegen die spezifischen CO₂-Emissionen im Jahr 2008 um rund ein Viertel unter den Werten von 1998.

Tabelle 8-7: Spezifische CO₂-Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung nach Berichtskreis, 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	Spezifische CO ₂ Emissionen (g CO ₂ /kWh)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	1.169	1.030	977	920	895	903
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	1.084	1.002	873	782	789	774
Industrielle Kraftwirtschaft	1.411	1.320	1.197	1.175	1.173	1.172
Gesamt (AV und IKW)	1.277	1.123	1.049	1.002	987	990
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	602	602	602	453	264	232
nicht erfasste BHKW ²	602	602	602	602	602	602
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³				0	0	0
Durchschnittliche spezifische CO ₂ -Emissionen	1.235	1.111	1.039	986	945	934
¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen						
² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.						
³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).						

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut

Werden von den Gesamtemissionen die der Wärmeerzeugung zuzurechnenden Emissionen (mit dem für das KWK-Monitoring vereinbarten spezifischen Emissionswert von 295 g CO₂/kWh_{th}) abgesetzt (Tabelle 8-8), so ergibt sich für die KWK-Stromerzeugung ein Rückgang der spezifischen Emissionen von 455 g CO₂/kWh_{el} (1998) auf 358 g CO₂/kWh_{el} (2005). Von 2005 bis 2007 nahmen die spezifischen Emissionen weiter auf 286 g CO₂/kWh_{el} und bis 2008 auf 285 g CO₂/kWh_{el} ab. Dies entspricht einer Minderung von etwa 37% im gesamten Zeitraum von 1998 bis 2008.

Die durch den Einsatz der KWK im Gesamtsystem vermiedenen CO₂-Emissionen (Berechnung der Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem, vgl. Tabelle A - 2 bis Tabelle A - 5 im Anhang 3) haben im Zeitraum 1998 bis 2008 um etwa 85 % bzw. 102 % (Strom-Referenzsystem 2 bzw. 1) zugenommen.

Tabelle 8-8: Spezifische CO₂-Emissionen der KWK-Stromerzeugung nach Berichtskreis, bereinigt um CO₂-Emissionen der KWK-Wärmeerzeugung, 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	Spezifische CO ₂ Emissionen (g CO ₂ /kWh)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	479	479	405	358	345	362
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	389	388	329	292	293	279
Industrielle Kraftwirtschaft	472	292	275	278	259	259
Gesamt (AV und IKW)	476	419	362	332	316	328
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	148	148	148	-11	-207	-261
nicht erfasste BHKW ²	148	148	148	148	148	148
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³				-492	-484	-517
Durchschnittliche spezifische CO ₂ -Emissionen	455	413	358	322	286	285
¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen						
² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.						
³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).						

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut

Bezogen auf die Ausgangsniveaus des Jahres 1998 ergeben sich für die verschiedenen Referenzsysteme die in Tabelle 8-9 und Tabelle 8-10 gezeigten Werte.

Tabelle 8-9: Jährliche CO₂-Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 1, bezogen auf das Basisjahr (Strom: 770 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008

Berichtskreis	CO ₂ -Einsparungen ggü. 1998 (Mio. t CO ₂) - Minimum					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	0,0	4,7	9,1	12,3	12,1	12,0
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	0,0	1,2	3,2	5,0	4,5	5,0
Industrielle Kraftwirtschaft	0,0	3,1	4,5	4,5	5,0	5,0
Gesamt (AV und IKW)	0,0	7,8	13,7	16,8	17,1	17,0
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	0,0	-1,5	-1,4	-0,6	2,1	4,0
nicht erfasste BHKW ²	0,0	-1,5	-1,4	-1,4	-1,2	-1,0
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,4	5,0
Gesamte KWK-CO ₂ -Einsparungen ggü. 1998 (Minimum)	0,0	6,3	12,2	16,2	19,3	21,0
¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen						
² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.						
³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).						

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut

Tabelle 8-10: *Jährliche CO₂-Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 2, bezogen auf das Basisjahr (Strom: 860 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008*

Berichtskreis	CO ₂ -Einsparungen ggü. 1998 (Mio. t CO ₂) - Maximum					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	0,0	6,1	10,8	14,1	13,7	13,8
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	0,0	1,5	3,7	5,7	5,1	5,7
Industrielle Kraftwirtschaft	0,0	2,8	4,4	4,4	4,9	4,8
Gesamt (AV und IKW)	0,0	8,9	15,1	18,5	18,6	18,6
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	0,0	-1,7	-1,7	-0,8	2,2	4,2
nicht erfasste BHKW ²	0,0	-1,7	-1,7	-1,6	-1,4	-1,2
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,6	5,3
Gesamte KWK-CO ₂ -Einsparungen ggü. 1998 (Maximum)	0,0	7,2	13,5	17,7	20,8	22,8

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Im Vergleich mit der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung und damit als gesamter CO₂-Effekt der KWK wurden für den Zeitraum von 1998 bis 2005, 2005 bis 2007 sowie 2008 die folgenden Werte ermittelt:

- Auf Grundlage des stromseitigen Referenzsystems 1 (mit einer spezifischen Emission von 770 g CO₂/kWh_{el}) nimmt die CO₂-Minderung durch die KWK bis 2005 um etwa 12,2 Mio. t zu (Tabelle 8-9). Ein Anteil von 6,3 Mio. t CO₂ bzw. 52% entfällt dabei auf den Zeitraum bis 2003. Von 2005 bis 2007 nimmt die gesamte CO₂-Minderung auf 19,3 Mio. t CO₂ zu, bis 2008 auf 21,0 Mio. t CO₂. Die CO₂-Minderung im Jahr 2008 im Erfassungsbereich der unterzeichnenden Verbände liegt bei 17,0 Mio. t CO₂.
- Auf Grundlage des stromseitigen Referenzsystems 2 (mit einer spezifischen Emission von 860 g CO₂/kWh_{el}) nimmt die CO₂-Minderung durch die KWK bis 2005 um etwa 13,5 Mio. t zu (Tabelle 8-10). Ein Anteil von 7,2 Mio. t CO₂ bzw. 53% entfällt dabei auf den Zeitraum bis 2003. Von 2005 bis 2007 nimmt die gesamte CO₂-Minderung auf 20,8 Mio. t CO₂, bis 2008 auf 22,8 Mio. t CO₂ zu. Die CO₂-Minderung im Erfassungsbereich der unterzeichnenden Verbände liegt bei rund 18,6 Mio. t CO₂.

Der größte Teil der erzielten CO₂-Minderung entfällt dabei auf den Bereich der Allgemeinen Energieversorgung. Sowohl für die allgemeine Versorgung als auch für die industrielle Kraftwirtschaft stagniert die CO₂-Minderung seit 2006. Zuwächse bei der CO₂-Minderung seit 2006 können vor allem im Bereich der sich dynamisch entwickelnden biogenen KWK-Erzeugung außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände verzeichnet werden.

Tabelle 8-11 und Tabelle 8-12 zeigen den Einfluss einzelner Komponenten auf die CO₂-Minderung. Dies ist zum einen die Ausweitung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung und zum anderen der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien bzw. Brenn-

stoffsubstitution, die sich in den CO₂-Emissionen ausdrückt. Darüber hinaus wird dargestellt, in welchen Bereichen diese Minderungen erzielt wurden: in (überwiegend) großen fossil betriebenen KWK-Anlagen, fossil betriebenen BHKW sowie biogenen KWK-Anlagen.

Die CO₂-Minderungseffekte für KWK-Strom- und Wärmeerzeugung werden in diesen Tabellen separat ausgewiesen. Für fossile BHKW entsprechen die angesetzte Strom- und Wärmeerzeugung bzw. die CO₂-Emissionen denen aller fossilen BHKW, unabhängig von den Leistungsklassen (Tabelle 7-5). Damit werden alle BHKW, also auch die durch die Verbände bereits erfassten, ausgewiesen. Für biogene KWK wurden die Minderungseffekte auf Basis der gesamten biogenen KWK-Stromerzeugung (Tabelle 7-11) sowie einer gesamten biogenen KWK-Wärmeerzeugung, die auf Basis der Stromkennzahlen in Tabelle 7-13 ermittelt wurde, abgeschätzt. Damit werden die Minderungseffekte der gesamten biogenen KWK-Erzeugung ausgewiesen. Die Gesamteffekte entsprechen jeweils der gesamten KWK-Strom- und Wärmeerzeugung (Tabelle 8-3 und Tabelle 8-4). Die Minderungseffekte durch große fossile KWK entsprechen den gesamten Minderungseffekten abzüglich der Minderungseffekte durch fossile BHKW und biogene KWK.

Da es sich um eine von der Bilanzierung nach Erfassungskreisen unterschiedliche Aggregation handelt, muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es sich bei dieser Komponentenbewertung um eine nachrichtliche Analyse zur Veranschaulichung der Einflussgrößen handelt.

Tabelle 8-11: Einfluss der einzelnen Komponenten zur CO₂-Minderung (Referenzsystem 1), 1998, 2003, 2005-2008

	CO ₂ -Minderung ggü. 1998 (Minimum, Mio. t CO ₂)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung	0,0	7,6	10,8	12,8	12,9	15,5
Große KWK, fossil	0,0	7,2	9,9	11,8	10,8	12,2
BHKW, fossil	0,0	0,6	-0,4	-0,9	-1,2	-1,1
Biogene KWK	0,0	-0,2	1,3	1,9	3,3	4,4
KWK-Wärmeerzeugung	0,0	1,5	3,2	3,4	3,2	4,5
Große KWK, fossil	0,0	1,3	2,7	2,8	1,9	2,3
BHKW, fossil	0,0	0,3	-0,3	-0,6	-0,8	-0,7
Biogene KWK	0,0	-0,1	0,8	1,2	2,1	2,9
CO ₂ -Emissionen der KWK-Anlagen	0,0	-2,8	-1,8	0,0	3,2	0,9
Große KWK, fossil	0,0	-2,4	-2,1	-0,8	2,2	0,0
BHKW, fossil	0,0	-0,4	0,4	0,7	1,0	0,9
Biogene KWK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	0,0	6,3	12,2	16,2	19,3	21,0

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Tabelle 8-12: Einfluss der Komponenten zur CO₂-Minderung (Referenzsystem 2), 1998, 2003, 2005-2008

	CO ₂ -Minderung ggü. 1998 (Maximum, Mio. t CO ₂)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung	0,0	8,5	12,1	14,3	14,4	17,3
Große KWK, fossil	0,0	8,0	11,1	13,2	12,1	13,6
BHKW, fossil	0,0	0,7	-0,5	-1,0	-1,3	-1,2
Biogene KWK	0,0	-0,2	1,4	2,1	3,7	4,9
KWK-Wärmeerzeugung	0,0	1,5	3,2	3,4	3,2	4,5
Große KWK, fossil	0,0	1,3	2,7	2,8	1,9	2,3
BHKW, fossil	0,0	0,3	-0,3	-0,6	-0,8	-0,7
Biogene KWK	0,0	-0,1	0,8	1,2	2,1	2,9
CO ₂ -Emissionen der KWK-Anlagen	0,0	-2,8	-1,8	0,0	3,2	0,9
Große KWK, fossil	0,0	-2,4	-2,1	-0,8	2,2	0,0
BHKW, fossil	0,0	-0,4	0,4	0,7	1,0	0,9
Biogene KWK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	0,0	7,2	13,5	17,7	20,8	22,8

Quelle: Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut.

Die Darstellung zeigt, dass rund ein Drittel der gesamten CO₂-Minderungen auf den Zeitraum vor der Unterzeichnung der KWK-Vereinbarung im Jahr 2003 entfällt.

Insgesamt weist die Ausweitung der KWK-Stromerzeugung die größte CO₂-Minderung von 15,5 bzw. 17,3 Mio. t CO₂ bis 2008 auf. Davon entfallen rund 30% (4,4 bzw. 4,9 Mio. t CO₂) auf die dynamisch wachsende KWK-Stromerzeugung mit biogenen Brennstoffen, insbesondere seit 2005. Im Bereich der großen fossilen KWK-Erzeugung hat hingegen seit 2006 im Wesentlichen keine Ausweitung der KWK-Stromerzeugung und entsprechender Minderungseffekte stattgefunden.

Die KWK-Wärmeerzeugung weist mit 4,5 Mio. t CO₂ bis 2008 den zweitgrößten CO₂-Minderungsbeitrag auf. Da die KWK-Wärmeerzeugung jedoch nicht in gleichem Maße wie die KWK-Stromerzeugung angestiegen ist (vgl. die steigende Stromkennzahl in Tabelle 8-5) fällt diese Zunahme relativ gesehen niedriger aus. Während die CO₂-Minderung durch KWK-Wärme im Bereich großer fossiler KWK-Anlagen seit 2005 rückläufig ist, hat der Beitrag der biogenen KWK-Anlagen im gleichen Zeitraum stark zugenommen (auf 2,9 Mio. t CO₂ im Jahr 2008).

In den Tabellen werden nur sehr geringe zusätzliche CO₂-Minderungseffekte durch die Einsparung der CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen ausgewiesen. Dabei muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass eine annähernde Konstanz der CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen bei seit 1998 gestiegener KWK-Strom- und Wärmeproduktion nur durch eine deutliche Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen durch Veränderung des Brennstoffmixes (siehe die spezifischen CO₂-Emissionen in Tabelle 8-7 und Tabelle 8-8) möglich war.

9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der vorliegende zweite Monitoringbericht zur KWK-Vereinbarung umfasst die Berichtsjahre 2005 bis 2007 sowie 2008. Die Methodik für die Ermittlung des Basisjahres sowie für die Ableitung der CO₂-Minderung im Bereich der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft entspricht der des ersten Berichts. Im Rahmen des zweiten Monitoringberichts wurde jedoch die Abschätzung der KWK-Erzeugung aus biogenen Brennstoffen im Vergleich zum ersten Bericht deutlich verbessert. Damit kann die (überwiegend) kleine biogene KWK-Strom- und Wärmeerzeugung, die in den Monitoringberichten der Verbände nicht enthalten ist, in diesem Bericht zusätzlich ausgewiesen werden. Die Ermittlung der KWK-Stromerzeugung von nicht erfassten fossil betriebenen BHKW konnte im Vergleich zum vorherigen Bericht ebenfalls verbessert werden und basiert nun auf einer detaillierten BHKW-Bestandsdatenbank des Öko-Instituts. Insgesamt können mit diesem Monitoringbericht damit nicht nur die CO₂-Minderungseffekte der allgemeinen Versorgung und industriellen Kraftwirtschaft durch KWK seit 1998 ermittelt werden. Gleichmaßen werden die zusätzlichen CO₂-Minderungsleistungen durch kleine biogene KWK-Anlagen und kleine fossil betriebene BHKW, die in Stadtwerken, kommunalen Unternehmen und Industriebetrieben, insbesondere jedoch auch im privaten und gewerblichen Bereich sowie in der Landwirtschaft anzutreffen sind, transparent ausgewiesen.

Die detaillierten Monitoring-Ergebnisse für den Zeitraum 1998 bis 2008 ergeben sich wie folgt:

Im Jahr 1998 wurden danach in Deutschland insgesamt 65,6 TWh KWK-Strom und 624,1 PJ KWK-Wärme erzeugt. Insbesondere die so ermittelte KWK-Stromerzeugung liegt um rund ein Viertel über dem bisher in der wissenschaftlichen und politischen Debatte zu Grunde gelegten Niveau. Der KWK-Anteil der Stromerzeugung betrug rund 12,8%. Die der KWK-Energieerzeugung zuzurechnenden CO₂-Emissionen belaufen sich auf 81,0 Mio. t CO₂.

Bis zum Jahr 2005 stieg die gesamte KWK-Nettostromerzeugung auf 79,7 TWh und die KWK-Wärmeerzeugung auf 662,8 PJ. Die Zunahme erfolgte überwiegend im Bereich der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft. Der KWK-Anteil betrug 14,7%. Die dieser Energieerzeugung zuzurechnenden CO₂-Emissionen betragen 82,8 Mio. t.

Im Zeitraum 2005 bis 2007 stieg die gesamte KWK-Nettostromerzeugung weiter auf 82,4 TWh, die KWK-Wärmeerzeugung blieb ungefähr konstant (663,0 PJ im Jahr 2007). Während die Stromerzeugung im Bereich der allgemeinen Versorgung ungefähr gleich blieb und die Wärmeerzeugung sogar sank, verzeichnete insbesondere die kleine biogene KWK-Erzeugung deutliche Zuwächse. Der KWK-Anteil im Jahr 2007 betrug 15,3%. Das entsprechende CO₂-Emissionsniveau liegt bei 77,9 Mio. t und damit rund sechs Prozent unter dem Wert von 2005.

Im Jahr 2008 nahm die gesamte KWK-Nettostromerzeugung weiter deutlich zu und liegt bei 85,8 TWh. Die Zunahme fand vor allem im Bereich der allgemeinen Versor-

gung (nach deutlicher Abnahme im Vorjahr) und im Bereich kleiner biogener KWK-Erzeugung statt. Auch die KWK-Wärmeerzeugung stieg deutlich und liegt bei 679,6 PJ. Der KWK-Anteil betrug 16,1%. Die CO₂-Emissionen steigen auf 80,1 Mio. t merklich gegenüber dem Vorjahr an, liegen jedoch unter dem Niveau von 1998.

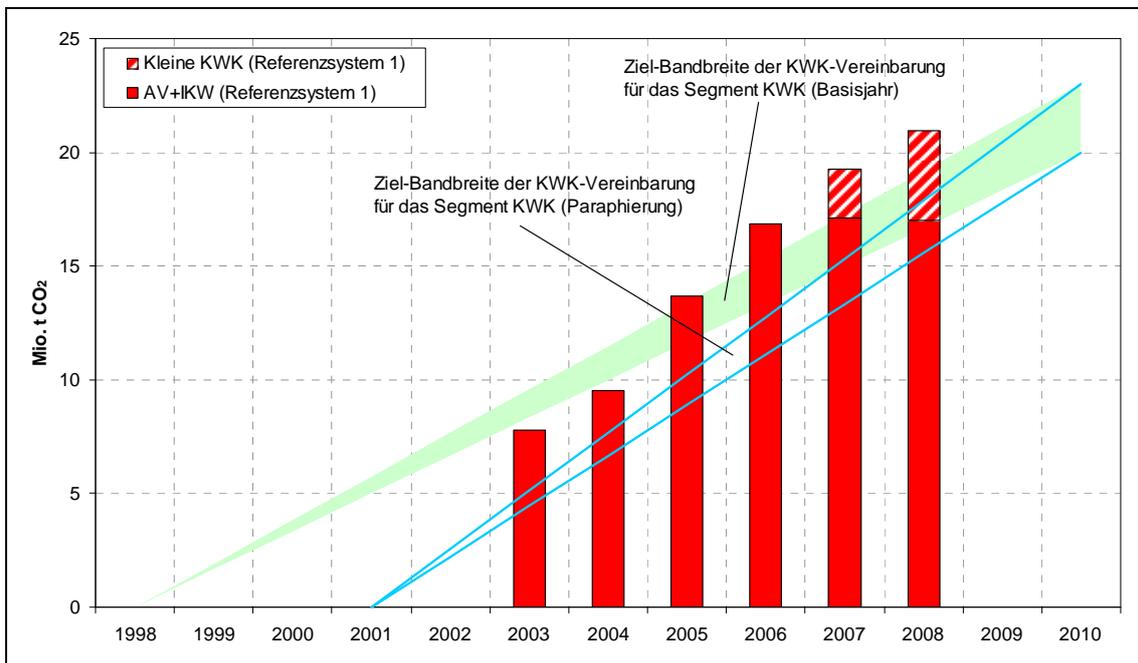
Daraus ergeben sich für den Zeitraum von 1998 bis 2008 die folgenden zusätzlichen CO₂-Emissionsminderungen durch die Ausweitung der KWK-Erzeugung bzw. die Senkung der CO₂-Emissionen aus KWK-Prozessen:

- für den Zeitraum 1998 bis 2005 errechnet sich eine gesamte CO₂-Minderung von 12,2 bis 13,5 Mio. t CO₂;
- für den Zeitraum 1998 bis 2007 errechnet sich eine CO₂-Minderung von 17,1 bis 18,6 Mio. t CO₂ im Erfassungskreis der berichtenden Verbände. Bei Hinzurechnung der KWK-Erzeugung kleiner biogener KWK und fossiler BHKW erhöht sich die gesamte CO₂-Minderung auf 19,3 bis 20,8 Mio. t CO₂.
- für den Zeitraum 1998 bis 2008 errechnet sich eine CO₂-Minderung von 17,0 bis 18,6 Mio. t CO₂ im Erfassungskreis der berichtenden Verbände und liegt damit annähernd auf dem Wert des Vorjahres. Sofern die sich dynamisch entwickelnde KWK-Erzeugung kleiner biogener KWK und fossiler BHKW hinzuge-rechnet wird, erhöht sich die gesamte Minderung auf 21,0 bis 22,8 Mio. t CO₂.

Im Vergleich zum Ziel der KWK-Vereinbarung für das Jahr 2010 ergibt sich die in Abbildung 9-1 und Abbildung 9-2 gezeigte Entwicklung. Sowohl für das Referenzsystem 1 als auch für das Referenzsystem 2 liegt die CO₂-Minderung durch KWK-Erzeugung der berichtenden Verbände (rot gefüllter Balken) im beziehungsweise über dem linear angenommenen Zielpfad. Wird die KWK-Stromerzeugung aus kleinen biogen betriebenen Anlagen und fossilen BHKW (rot gestreifter Balken) hinzugerechnet, so liegen die CO₂-Minderungen sogar über dem Zielpfad.

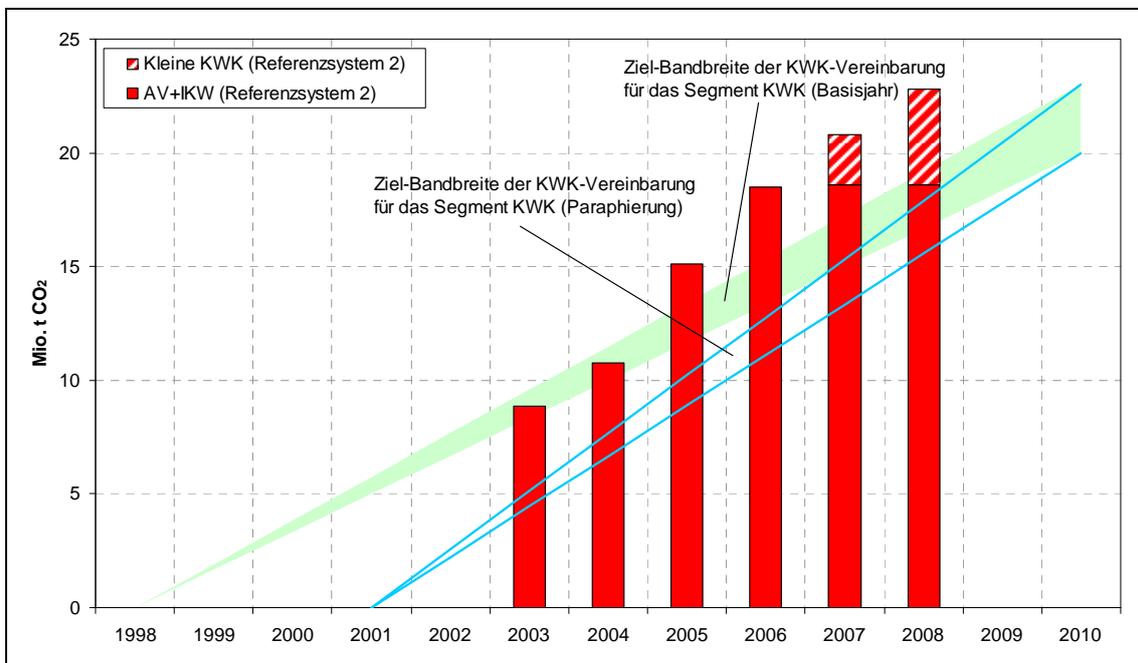
Die CO₂-Minderung im Bereich der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft stagnierte zwischen 2006 und 2008. Ob und inwieweit sich die Dynamik der CO₂-Minderung durch KWK-Anlagen im Bereich der berichtenden Verbände weiterhin auf dem Zielpfad entwickelt, welche Rolle der wirtschaftliche Abschwung im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise spielte und wie sich die CO₂-Minderung durch KWK-Stromerzeugung in nicht erfassten fossilen BHKW und biogenen KWK-Anlagen entwickelt, wird sich im weiteren Verlauf des Monitoringprozesses zeigen.

Abbildung 9-1: Erzielte CO₂-Minderung durch KWK und Zielwerte der KWK-Vereinbarung (Referenzsystem 1)



Quelle: Öko-Institut

Abbildung 9-2: Erzielte CO₂-Minderung durch KWK und Zielwerte der KWK-Vereinbarung (Referenzsystem 2)



Quelle: Öko-Institut

10 Literatur und Datenquellen

10.1 Literatur

Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) (2001): Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien („Pluralistische Wärmeversorgung“), AGFW-Hauptstudie, Band 1 („Grundlagen der Kraft-Wärme-Kopplung, Zertifizierungsverfahren und Fördermodelle“), Frankfurt.

Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) (2009): AGFW- Arbeitsblatt FW 308. Zertifizierung von KWK-Anlagen - Ermittlung des KWK-Stromes. Frankfurt a.M., Januar 2009.

BMU 2009a: Erneuerbare Energie in Deutschland 1990-2007. Berlin, November 2009.

BMU 2009b: Erneuerbare Energien in Zahlen – Internet Update ausgewählter Zahlen. Berlin, Dezember 2009.

Bundesnetzagentur (BNA) 2010: Daten zur Vergütung der EEG-Stromerzeugung in den Jahren 2006 bis 2008, direkte Übermittlung durch die BNA.

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse . FKZ: 03MAP138. Zwischenbericht „Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse 2008“. Im Auftrag des BMU. Leipzig. März 2009.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Öko-Institut (2007): Ermittlung der Potenziale für die Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung und der erzielbaren Minderung der CO₂-Emissionen einschließlich Bewertung der Kosten (Verstärkte Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung). UBA Climate Change 10-07, Dessau, Juli 2007.

Europäisches Parlament (EP), Europäischer Rat (ER) (2004): Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG. EU Abl. L52/50-60, Luxemburg.

Institut für Energetik und Umwelt (IE) 2004: Wärmegewinnung aus Biomasse. Anlagenband zur Projektnummer 17/02 für das BM für Wirtschaft und Arbeit, Leipzig, April 2004

Institut für Energetik und Umwelt (IE) + Prognos 2006: Auswirkungen der Änderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes hinsichtlich des Gesamtvolumens der Förderung, der Belastung der Verbraucher sowie der Lenkungswirkung der Fördersätze für die einzelnen Energiearten. Endbericht für das BMWi. Leipzig 2006.

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart (IER) (2005): Untersuchung der Wirksamkeit des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes. Schlussbericht, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Stuttgart, Juli 2005.

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart (IER) (2001): Bestandsanalyse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in der Bundesrepublik Deutschland. Endbericht, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Stuttgart, April 2001.

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) (2008): Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft. Monitoringbericht 2003-2004. RWI Projektberichte, Februar 2008.

Umweltbundesamt (UBA) (2008): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2006. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2008. UBA Climate Change 07-08, Dessau-Roßlau, May 2008.

Wagner, E. (1999): Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft, Stand 1998. In: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 1998 (1999), Heft 24.

10.2 Amtliche und Verbandsstatistiken sowie andere regelmäßig erhobene Daten

Statistisches Bundesamt: „Monatsberichte der öffentlichen Stromversorgung“ (Tabelle 066), laufende Jahrgänge

Statistisches Bundesamt: „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe“, Fachserie 4 / Reihe 6.4 (Tabelle 067), laufende Jahrgänge

Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK): „Statistik der Energiewirtschaft“, laufende Jahrgänge

Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW): „Hauptbericht der Fernwärmeversorgung“, laufende Jahrgänge

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): „Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland“, laufende Jahrgänge

Umweltbundesamt (UBA): „National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory“, laufende Jahrgänge

Öko-Institut: „Umfrage zum BHKW-Absatz in Deutschland“, laufende Jahresberichte, veröffentlicht in Energie und Management

Anhänge

Anhang 1: KWK-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003

Vereinbarung
zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland
und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen
und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 9.11.2000

I Zusage der deutschen Wirtschaft/Energiewirtschaft

Am 09. November 2000 haben die Bundesregierung und die deutsche Wirtschaft eine Vereinbarung zur Klimavorsorge unterzeichnet, in der sich die deutsche Wirtschaft bereit erklärt, in erheblichem Umfang zur Erreichung des nationalen und des internationalen Klimaschutzziels beizutragen.

Unter Bezugnahme und aufbauend auf dieser Vereinbarung besteht zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der unterzeichnenden Wirtschaft /Energiewirtschaft Einvernehmen, dass im Rahmen des nationalen Klimaschutzprogramms der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000 (5. Bericht der interministeriellen Arbeitsgruppe "CO₂-Reduktion") durch die Energiewirtschaft eine Emissionsreduktion von insgesamt bis zu 45 Mio. t CO₂/Jahr bis zum Jahr 2010 erreicht wird.

Dieser Beitrag soll durch Erhalt, Modernisierung und Zubau von Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (einschließlich kleiner Blockheizkraftwerke(BHKW) und der Markteinführung von Brennstoffzellen) mit einem Minderungsziel (Basis 1998) von insgesamt möglichst 23 Mio. t CO₂/Jahr, jedenfalls nicht unter 20 Mio. t CO₂/Jahr in 2010 erreicht werden. Des weiteren soll eine CO₂-Minderung bis zu 25 Mio. t/Jahr in 2010 über andere Maßnahmen erfolgen, die in den die Selbstverpflichtung der Wirtschaft konkretisierenden Einzelerklärungen der Energiewirtschaftsverbände näher ausgeführt werden.

Die Bundesregierung sowie Unternehmen und Verbände der Wirtschaft / Energiewirtschaft treten gemeinsam für eine aktive, vorsorgende und wettbewerbskonforme Klimaschutzpolitik ein. Die unterzeichnende Wirtschaft / Energiewirtschaft wird Maßnahmen ergreifen, die wesentlich zum Klimaschutzziel beitragen.

Die Unterzeichner unterstützen den Erhalt, die Modernisierung und den Zubau von Anlagen der KWK unter Berücksichtigung des anliegenden Maßnahmenpakets (Anlagen: KWK) Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen sowie Förderung von BHKW-Anlagen bis zu 2 MW_{el} und Brennstoffzellen) und damit das Ziel, einen Minderungsbeitrag in einer Größenordnung von 10 Mio. t CO₂/Jahr bis 2005 (Zwischenziel) bzw. insgesamt möglichst 23 Mio. t CO₂/Jahr, jedenfalls nicht unter 20 Mio. t CO₂/Jahr bis 2010 zu erreichen.

Die Bundesregierung und die unterzeichnende Energiewirtschaft gehen ferner davon aus, dass sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen (Anlage: Sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen) die Emissionsvolumina im Jahre 2005 um 10 Mio. t CO₂/Jahr und bis zum Jahr 2010 um bis zu 25 Mio. t CO₂/Jahr senken. Bei diesen CO₂-Minderungen sind die infolge der Kernenergie-Verständigung möglichen CO₂-Emissionserhöhungen nicht berücksichtigt (siehe 5. Bericht der interministeriellen Arbeitsgruppe "CO₂-Reduktion").

Die deutsche Wirtschaft trägt mit ihrer Selbstverpflichtung zur Klimavorsorge erheblich zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bei. Bis 1998 wurden gegenüber 1990 die CO₂-Emissionen in der Industrie um 31 % und in der Energiewirtschaft um 16 % zurückgeführt. Hierauf aufsetzend ist das Referenzjahr für alle o. g. CO₂-Minderungsmaßnahmen das Jahr 1998 (letzter Monitoring-Bericht des RWI, Essen).

Für den Erhalt, die Modernisierung und den Zubau von KWK-Anlagen verpflichten sich Stromwirtschaft und industrielle Kraftwirtschaft.

Für die Maßnahmen zur Modernisierung des Kraftwerksparks (Kond.-Anlagen), den beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien sowie Effizienzkampagnen verpflichtet sich die Stromwirtschaft.

Für die Maßnahmen zur Verbesserung der Heizungs- und Warmwassertechnik verpflichten sich die Gaswirtschaft und die Mineralölwirtschaft.

II Zusage der Bundesregierung

Die Bundesregierung begrüßt die Erklärung der unterzeichnenden Wirtschaft / Energiewirtschaft zur Konkretisierung der Selbstverpflichtung und zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung. Bundesregierung und unterzeichnende Wirtschaft / Energiewirtschaft gehen davon aus, dass die zugesagten CO₂-Emissionsreduktionen erreicht werden.

Die von der Bundesregierung angestrebte CO₂-Minderung kann durch ein Bündel von Maßnahmen erbracht werden. Für die Bundesregierung ist die Sanierung und der Ausbau der KWK ein wichtiger Eckpfeiler für die Erreichung der nationalen CO₂-Minderungsziele (Nationales Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vom 18.10.2000). Die Bundesregierung geht davon aus, dass durch die Kombination aus Selbstverpflichtung der Industrie und einem Förderprogramm CO₂-Minderungen in der Größenordnung der im Klimaschutzprogramm für den Ausbau der KWK genannten Beiträge erreichbar sind. Präferiert wird von der Bundesregierung für die Förderung ein Bonussystem.

Die Bundesregierung wird unter Beachtung marktwirtschaftlicher Grundsätze den Entwurf eines Gesetzes zur Förderung ökologischer KWK einbringen, das das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz vom 12.05.2000 ablöst.

Diese gesetzliche Regelung soll folgende Eckpunkte enthalten:

1. Definition der KWK-Anlagen, die Förderung erhalten, und des begünstigten Stroms
2. Übergangsregelungen für den Anlagenbestand
3. Regelungen für die KWK-Modernisierung
4. Regelungen für den KWK-Zubau
5. Finanzierungs- und Weiterwälzungsregelungen.

Die Bundesregierung wird dabei die Vorschläge der Wirtschaft / Energiewirtschaft zur gesetzlichen Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (Anlage: Eckpunkte für eine gemeinsame Position zur KWK) berücksichtigen. Unabhängig von dem geplanten Gesetz zur Förderung ökologischer KWK Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-

Fördergesetz), kann eine CO₂-Minderung durch erhöhte Wärmeabgabe in Nah- und Fernwärmenetze erreicht werden.

Solange diese Vereinbarung erfolgreich umgesetzt wird, wird die Bundesregierung in den von dieser Vereinbarung erfaßten Bereichen der Energiewirtschaft keine Initiative ergreifen, um die Klimaschutzpolitischen Ziele auf ordnungsrechtlichem Wege zu erreichen. Die Umsetzung von EU-Recht bleibt unberührt. Die Bundesregierung wird sich dafür einsetzen, dass der unterzeichnenden Wirtschaft / Energiewirtschaft auch bei der Fortentwicklung der ökologischen Steuerreform im internationalen Vergleich keine Wettbewerbsnachteile entstehen.

III Monitoring

Die Umsetzung dieser Vereinbarung wird durch ein kontinuierliches Monitoring begleitet. Das Monitoring wird Aussagen zur konjunkturellen und sektoralen Entwicklung, zur Investitionstätigkeit und zu weiteren Indikatoren beinhalten, die für die Beurteilung der erreichten CO₂-Minderungen relevant sind.

Die regelmäßige Überprüfung der Umsetzung dieser Vereinbarung wird durch ein unabhängiges wirtschaftswissenschaftliches Institut in direkter Verbindung mit dem Monitoring für die Klimaschutzvereinbarung vom 09.11.2000 durchgeführt. Die Berichterstattung über die Maßnahmen gemäß dieser Vereinbarung erfolgt in den Branchen-Monitoringberichten zur o. g. Klimaschutzvereinbarung, wird aber getrennt bilanziert. In Zweifelsfällen besteht gegenseitige Deckungsfähigkeit. Bei Übererfüllung einzelner CO₂-Minderungsbeiträge sind gegenseitige Verrechnungen zulässig. Doppelzählungen sind zu vermeiden.

IV Gemeinsame Zwischenüberprüfung

Sollte aufgrund einer gemeinsamen Zwischenüberprüfung Ende 2004 unter Berücksichtigung bereits eingetretener und sich abzeichnender, gemeinsam festgestellter Entwicklungen (insbesondere im Bau befindliche Anlagen, genehmigte, beantragte und sicher geplante Vorhaben) die Zielerreichung für das Jahr 2005 in Frage gestellt sein, wird die Bundesregierung unter Berücksichtigung der

internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft am Standort Deutschland zum 01.01.2006 solche ordnungsrechtlichen Maßnahmen ergreifen, die bewirken, dass die mit dieser Vereinbarung angestrebten CO₂-Minderungen erreicht werden. Nach heutiger Einschätzung der Bundesregierung empfiehlt sich in diesem Fall eine Quotenregelung.

V Beirat

Fragen der Durchführung und Auslegung dieser Vereinbarung werden vom Beirat gem. Ziff. VI der Vereinbarung vom 09.11.2000 geklärt. Der Beirat wird um eine Vertretung der Energiewirtschaft erweitert.

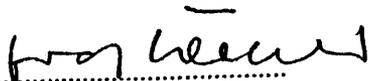
VI Zusicherung

Mit der Unterzeichnung dieser Vereinbarung bringt die Wirtschaft / Energiewirtschaft ihren Willen zum Ausdruck, im Rahmen sowie in Ergänzung der Vereinbarung zur Klimavorsorge vom 09.11.2000, einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der von der Bundesregierung angestrebten klimapolitischen Ziele zu leisten.

Sie wird zur Erfüllung dieser Vereinbarung im Rahmen des wirtschaftlich Möglichen durch Maßnahmen auf der Basis des bestehenden Ordnungsrahmens sowie durch Maßnahmen mit finanzieller Unterstützung zur Senkung des CO₂-Ausstoßes beitragen.

Erklärung der Wirtschaft / Energiewirtschaft: Die Zusagen der unterzeichnenden Wirtschaft / Energiewirtschaft stehen unter dem Vorbehalt, dass keine ordnungsrechtlichen Regelungen in Kraft treten, die den Unternehmen die notwendigen wirtschaftlichen Spielräume für ihre Eigeninitiative zur Erreichung der in dieser Vereinbarung zugesagten CO₂-Minderungsziele nehmen würden und dass ein den Vorgaben dieser Vereinbarung entsprechendes Gesetz zur Förderung ökologisch effizienter KWK zeitnah in Kraft tritt.

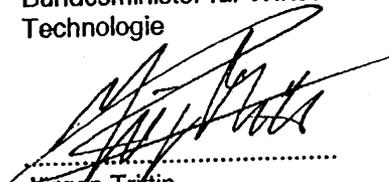
Für die Bundesregierung



Gerhard Schröder
Bundeskanzler



Dr. Werner Müller
Bundesminister für Wirtschaft und
Technologie



Jürgen Trittin
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

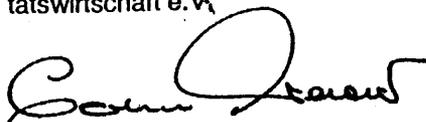
Für die deutsche Wirtschaft / Energiewirtschaft



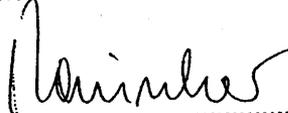
Dr. Michael Rogowski
Präsident des Bundesverbandes der Deutschen
Industrie e.V.



Dr. Werner Brinker
Präsident des Verbandes der Elektriz-
itätswirtschaft e.V.



Gerhard Widder
Präsident des Verbandes Kommunaler Unter-
nehmen e.V.



Dr. Klaus Rauscher
Präsident des Verbandes
der Verbundunternehmen und
Regionalen Energieversorgern in
Deutschland e.V.



Dr. Manfred Scholle
Präsident des Bundesverbandes der Deutschen
Gas- und Wasserwirtschaft e.V.



Horst R. Wolf
Vorsitzender des VIK Verband der Industriellen
Energie- und Kraftwirtschaft e.V.

Anlage: KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen

Ziel ist insgesamt ein CO₂-Minderungsbeitrag von insgesamt möglichst 23 Mio. t/Jahr, jedenfalls mindestens 20 Mio. t/Jahr in 2010.

1. Planung, Errichtung und Betrieb neuer KWK-Anlagen (Zubau)

In den Unternehmen liegen Projekte zu Errichtung und Betrieb neuer KWK-Anlagen vor. Das Potenzial für hocheffiziente KWK-Anlagen wird entsprechend der relevanten Energiepreisentwicklung unter Marktbedingungen Zug um Zug erschlossen.¹ Diese Anlagen werden für die eigene Strom- und Wärmeerzeugung der Unternehmen sowie im Rahmen von Contracting-Modellen errichtet. Sie werden in einer wachsenden Wirtschaft einen zunehmenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

2. Erneuerung bestehender KWK-Anlagen (Modernisierung)

Der CO₂-Ausstoß bestehender Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung soll durch Modernisierungsmaßnahmen gesenkt werden. Die Bundesregierung wird in einem Entwurf eines Gesetzes zur Förderung ökologisch effizienter KWK Förderbedingungen festlegen, die solche Maßnahmen unterstützen.

3. Förderung von Blockheizkraftwerken bis zu 2 MW_{el} und Brennstoffzellen

Die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in kleinen BHKW und Brennstoffzellen-Anlagen kann ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten. Die Bundesregierung wird daher auch für diese Anlagen eine Förderung in den Entwurf der gesetzlichen Regelung aufnehmen. Die Eckpunkte der Förderung ergeben sich aus der Anlage Förderung von BHKW-Anlagen bis zu 2 MW_{el} und Brennstoffzellen.

¹ Dabei wird auf die Aussagen der Energieprognose von Prognos/EWI von November 1999 für das BMWi Bezug genommen, d. h. es werden im Vergleich zum heutigen Stand leicht steigende Strompreise und leicht sinkende Brennstoffpreise zugrunde gelegt.

4. Erhöhte Wärmeabgabe in Nah- und Fernwärmenetze

Durch Verdichtung und Erweiterung bestehender Netze sowie weitere Optimierungen im Bereich der Wärmeerzeugung kann die Wärmeabgabe in Nah- und Fernwärmenetze bis zum Jahr 2010 gesteigert werden.

Anlage: Sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen

Ziel ist ein CO₂-Minderungsbeitrag bis zu 25 Mio. t/Jahr in 2010.

1. Modernisierung des Kraftwerksparks

Die unterzeichnende Energiewirtschaft wird durch eine Modernisierung der Erzeugungsstruktur sowie durch Neubaumaßnahmen die CO₂-Emissionen ihres Kraftwerksparks weiter senken. In Ostdeutschland wurden diese Maßnahmen im Zeitraum von 1990-2000 bereits realisiert. Im einzelnen werden insbesondere folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Neubau von Kraftwerken *mit* optimierter Anlagentechnik,
- Verlagerung der Erzeugung auf effizientere Kraftwerke,
- wirkungsgradsteigernde Maßnahmen in vorhandenen Kraftwerken.

2. Beschleunigter Ausbau erneuerbarer Energien

Die unterzeichnende Energiewirtschaft wird sich mit ihren technischen und finanziellen Möglichkeiten auch künftig aktiv engagieren, um den Beitrag erneuerbarer Energien weiter zu steigern. Im einzelnen werden insbesondere folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Bau von Biomassekraftwerken, Biogasanlagen und Wind- und Wasserkraftwerken,
- Verwertung von Grubengas,
- Nutzung von Umgebungswärme in Wärmepumpen,
- thermische Verwertung CO₂-neutraler Abfälle und Ersatzbrennstoffe.

3. Forcierter Einsatz verbesserter Heizungs- und Warmwassertechnik

Durch Modernisierung der Heizungs- und Warmwasserversorgung in privaten Haushalten werden die CO₂-Emissionen im Gebäudebestand sowie im Neubaubereich deutlich gesenkt. Diese Verpflichtung wird von der Gaswirtschaft und der Mineralölwirtschaft übernommen. Im einzelnen werden insbesondere folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Modernisierung von Kesseln für Heizung und Warmwasserbereitung in Gebäuden, u.a. durch verstärkten Einsatz von Brennwertkesseln..

4. Energieeffizienzkampagnen gemeinsam mit der Elektroindustrie

Durch innovative Technologien soll der sparsame, effiziente Energieeinsatz im privaten und gewerblichen Bereich gefördert werden.

Schwerpunkte sind dabei:

- die Förderung des Einsatzes von Elektrowärmepumpen,
- die verstärkte Nutzung von Energiesparlampen und effizienten Geräten in allen Anwendungsbereichen,
- verstärkte Nutzung von Elektrogeräten mit niedrigen Stillstands- und Leerlaufverlusten (stand by-Verluste) im Betrieb,
- der verstärkte Einsatz energieeffizienter Elektromotoren,
- die Reduzierung von Blindleistungsverlusten in Energienetzen.

5. Erdgasfahrzeuge und Brennstoffzelle

Durch Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen sowie durch Demonstrationsprojekte werden Innovationen bei der Entwicklung von Erdgasfahrzeugen und Brennstoffzellen unternehmerisch gefördert. Diese Maßnahmen ergänzen die bestehende staatliche Förderung in diesen Bereichen.

Anlage

Eckpunkte für eine gemeinsame Position zur KWK

In mehreren Arbeitssitzungen und Spitzengesprächen haben die stromwirtschaftlichen Verbände Verband der Verbundunternehmen und Regionalen Energieversorger in Deutschland und Verband kommunaler Unternehmen e. V., VKU, auf Initiative des Verbands der Elektrizitätswirtschaft, VDEW e. V., gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e. V., AGFW, beim VDEW sowie dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., BOI, und dem Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e. V., VIK, Eckpunkte für eine gemeinsame Position zur KWK erarbeitet.

1. Ausgangssituation

Als Grundlage für ihre Überlegungen haben die Verbände folgende politische Ausgangssituation festgestellt: Aufgrund des Gesprächs zwischen dem Kanzleramtschef und den Bundesministern für Wirtschaft und Technologie sowie für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit am 07.03.2001 haben sich veränderte Grundlagen im Hinblick auf die von der Bundesregierung geplanten Maßnahmen zur KWK ergeben:

- Selbstverpflichtungen der Wirtschaft werden als Grundlage der weiteren Verhandlungen akzeptiert.
- Eine Quotenregelung wird von der Bundesregierung derzeit nicht weiter verfolgt.
- Die von der Bundesregierung angestrebte CO₂-Minderung kann durch ein Bündel von Maßnahmen erbracht werden. Für die Bundesregierung ist die Sanierung und der Ausbau der KWK ein wichtiger Eckpfeiler für die Erreichung der nationalen CO₂-Minderungsziele (Nationales Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vom 18.10.2000). Die Bundesregierung geht davon aus, dass durch die Kombination aus Selbstverpflichtungserklärung der Industrie und einem Förderprogramm die im Klimaschutzprogramm für den Ausbau der KWK genannten Minderungsbeiträge erreichbar sind. Präferiert wird von der Bundesregierung für die Förderung ein Bonussystem, das sich allein aus Beiträgen der Stromverbraucher refinanziert und keine staatlichen Fördermittel erforderlich macht.
- Es besteht Einvernehmen über eine Finanzierung der Unterstützung der KWK vergleichbar dem Volumen des bestehenden KWK-Gesetzes. Beabsichtigt ist eine Umwandlung des KWK-Gesetzes.

2. Eckpunkte

- Fördergegenstand

Gefördert wird die KWK-Strommenge. Hierbei werden folgende Kategorien von KWK unterschieden:

- Alte KWK-Bestandsanlagen.
Alle KWK-Anlagen, die vor dem 01.01.1990 in Betrieb gegangen sind.
- Neue KWK-Bestandsanlagen.
Alle KWK-Anlagen, die ab dem 01.01.1990 erstmals in kommerziellen Dauerbetrieb gegangen oder durch Erneuerung wesentlicher Anlagenteile gemäß nachfolgendem dritten Tirez modernisiert worden sind.
- Modernisierte KWK-Anlagen.
Ersatz alter KWK-Bestandsanlagen durch Erneuerung wesentlicher Anlagenteile. Eine Erneuerung wesentlicher Anlagenteile liegt vor, wenn die Kosten der Erneuerung mindestens 50 vom Hundert der Kosten einer Neuinvestition der gesamten Anlage betragen. Basis für die Förderung: Testierte Wärmesenke (Nah-, Fern- und Prozesswärmesenke) am Standort der Altanlage.

Die Entwicklung der geförderten KWK-Stromerzeugung wird einem jährlichen Monitoring-Prozess unterzogen, mit dem die Erreichung der angestrebten CO₂-Minderung überprüft und auf dessen Grundlage ggf. über ergänzende Maßnahmen entschieden werden kann. In diesem Zusammenhang ist dann politisch zu entscheiden, ob ein Zubau neuer KWK-Anlagen, die bestimmten technischen, ökologischen und ökonomischen Kriterien genügen, gefördert werden soll. Bei der Beurteilung dieser Frage sind die vorhandenen energiewirtschaftlichen Parameter im europäischen Energiebinnenmarkt heranzuziehen.²

Die Unternehmen prüfen, besondere Anstrengungen zum Ausbau von Brennstoffzellen, Klein-BHKW und anderen dezentralen KWK-Anlagen zu unternehmen.

- Fördergrundlagen

Als wesentliche Fördergrundlagen werden festgestellt:

Eine klare Abgrenzung des KWK-Stroms gemäß AGFW-Definition.

Eine Testierung der begünstigten Anlagen nach AGFW.
Bei wesentlichen Anlagenänderungen ist die Testierung erneut durchzuführen.

² VIK und VKU plädieren für einen zeitlich früheren geförderten Zubau der KWK.

- Förderbegünstigte

Die Förderbegünstigten sind grundsätzlich alle Betreiber von KWK-Anlagen.

Dies betrifft:

- KWK-Anlagen *in* der Allgemeinen Versorgung.
- KWK-Anlagen von anderen Betreibern, aus denen KWK-Strom in das Netz der Allgemeinen Versorgung eingespeist wird.³

- Ausgestaltung des Fördermodells

Für die Förderung wird ein Zuschlagsmodell (Bonusmodell)

Die Förderung soll zeitlich befristet und grundsätzlich degressiv ausgestaltet sein (keine Dauersubvention).

Die Stromversorger setzen voraus, dass die Weiterwälzung der Kosten aus der KWK-Förderung an die Verbraucher durch Verankerung im Gesetz geregelt wird. Sachgerecht ist eine Weiterwälzung mit dem Ziel, die industriellen und gewerblichen Verbraucher prozentual nicht stärker zu belasten als die privaten Verbraucher. Darüber hinaus ist gegebenenfalls eine Härteregelung für stromintensive Unternehmen vorzusehen. Ferner ist nach Ansicht der Stromversorger eine für KWK und EEG gleichermaßen gültige, leicht handhabbare und eindeutige Regelung anzustreben.

Von der Stromwirtschaft wird die Forderung des VIK unterstützt, dass im Rahmen des Gesamtpakets eine möglichst geringe Belastung der Industrie, die der Größenordnung von maximal 0,1 Pf/kWh entspricht, angestrebt und ein Fördervolumen von rund 8 Mrd. DM im Zeitraum von 2002 bis 2010 nicht überschritten wird.

Das neue KWK-Gesetz soll an die Stelle des bestehenden KWK-Vorschaltgesetzes treten.

- Fördergrundsätze

Der Bonus soll einen Ausgleich für KWK-spezifische Mehrkosten darstellen. Die AGFW-Vorstudie zur pluralistischen Wärmeversorgung vom März 2000 ergab Mehrkosten von im Mittel 3 Pf/kWh.

Die Höhe der Vergütung soll in der Regel in Abständen von zwei Jahren überprüft werden.

Bei kleinen Anlagen sind bestehende anderweitige Förderungen (z. B. Befreiung von der Ökosteuer) zu berücksichtigen.

³ Nach Ansicht VIK bedarf es im Sinne einer Gleichbehandlung aller KWK-Anlagen auch einer angemessenen Förderung der industriellen Eigenstromerzeugung.

- Struktur der Förderung

- a) Alte Bestandsanlagen

Degressive und befristete Förderung: 4 Jahre 3,0 Pf/kWh, im 5. Jahr 2,5 Pf/kWh

Begründung: Bestandsanlagen, die vor dem 1.1.1990 in Betrieb gingen, verfügen überwiegend über ein CO₂-Minderungspotential. Sie sind im allgemeinen weitgehend abgeschrieben und sollen zur Erschließung dieses Minderungspotentials Zug um Zug modernisiert werden.

- b) Neue Bestandsanlagen

Fördersatz für bestimmte Laufzeiten, der unter demjenigen für modernisierte Anlagen liegt: 6 Jahre 3,0 Pf/kWh, im 7. Jahr 2,5 Pf/kWh, im 8. Jahr 2,0 Pf/kWh

Begründung: Aufgrund der erstmaligen Inbetriebnahme dieser Anlagen ab dem 1.1.1990 oder deren erfolgter Modernisierung ist eine hohe Effizienz sichergestellt. Geringeres Fördervolumen als bei modernisierten Anlagen, da die Bestandsanlagen bereits einen Teil der Kapitalkosten verdient haben.

- c) Modernisierte Anlagen

Fördersatz für bestimmte Laufzeiten, der über dem für neue Bestandsanlagen liegt: 3,0 Pf/kWh für die Dauer der Förderung ab Inbetriebnahme. Der Mittelbedarf nach 2010 ist eine unmittelbare Folge der gewünschten Modernisierung. Da nur sehr schwer zu prognostizieren ist, ob die KWK-Stromerzeugung zu Beginn der nächsten Dekade angesichts des dann zu erwartenden erheblichen Kraftwerksersatzbedarfs voll im Markt ist oder nicht, sind Angaben über den nach 2010 anfallenden Mittelbedarf rein spekulativ.⁴

Begründung: Höheres Fördervolumen, weil noch die gesamten Kapitalkosten der Modernisierung zu verdienen sind.

- d) Zubau neuer KWK-Anlagen

In Abhängigkeit vom Ergebnis des Monitoring-Prozesses (siehe Spezifizierung unter "Fördergegenstand") ist über die Zubauförderung politisch zu entscheiden.

- e) Preisanpassung

Der Ansatz des Ausgangsfördersatzes von 3 Pf/kWh beruht auf Mehrkosten des KWK-Stroms, die in hohem Maße durch marktbedingt niedrige Strompreise und marktgetrieben hohe Brennstoffpreise, insbesondere Erdgaspreise, verursacht sind. Die Experten erwarten allgemein, dass sich diese Differenz mittelfristig durch steigende Strompreise und sinkende Brennstoffpreise reduzieren wird.

⁴ Seitens VKU ist - in Abhängigkeit der Energiepreisentwicklung - eine auch nach 2010 fortgesetzte Förderung Bestandteil einer notwendigen Investitionssicherheit. Hieraus unterstellt der VKU einen Förderzeitraum von zwölf Jahren (Modernisierung).

Um diese als wahrscheinlich erachtete Entwicklung zu berücksichtigen, wurde eine moderate Preisanpassung unterstellt. Dabei wurde angenommen, dass die Mehrkosten des KWK-Stroms sich im Zweijahresrhythmus um jeweils 0,3 Pf/kWh verringern, so dass sich ohne Berücksichtigung anderer Degressionseffekte der Ausgangsfördersatz von 3 Pf/kWh auf 1,8 Pf/kWh im Jahre 2010 vermindert.

- *Modellrechnungen*

Um den Mittelbedarf zur KWK-Förderung abzuschätzen und einzugrenzen, wurden Modellrechnungen durchgeführt.

Dabei wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

häufige Erreichung des von der Bundesregierung für 2010 vorgegebenen CO₂-Minderungsziels durch KWK durch die vorgesehene gesetzliche Regelung, während die andere Hälfte durch sonstige KWK-Maßnahmen im Rahmen der Klimaschutzvereinbarung realisiert werden soll.

- Anwendung der im Eckpunktepapier entwickelten Grundsätze
- sparsamer Mitteleinsatz, um die Belastung der nach dem Willen der Bundesregierung zur Finanzierung heranzuziehenden Stromverbraucher so gering wie möglich zu halten.

	<i>Alte Bestandsanlagen (vor 1990)</i>	<i>Neue Bestandsanlagen (ab 1990)</i>	<i>KWK-Modernisierung</i>
2002	3,0 Pf/kWh	3,0 Pf/kWh	3,0 Pf/kWh
2003	3,0 Pf/kWh	3,0 Pf/kWh	3,0 Pf/kWh
2004	2,7 Pf/kWh	2,7 Pf/kWh	2,7 Pf/kWh
2005	2,7 Pf/kWh	2,7 Pf/kWh	2,7 Pf/kWh
2006	1,9 Pf/kWh	2,4 Pf/kWh	2,4 Pf/kWh
2007		2,4 Pf/kWh	2,4 Pf/kWh
2008		1,6 Pf/kWh	2,1 Pf/kWh
2009		1,1 Pf/kWh	2,1 Pf/kWh
2010			1,8 Pf/kWh
Summe	rd. 2 Mrd. DM	rd. 3 Mrd. DM	rd. 3 Mrd. DM

Je nach Entwicklungspfad des KWK-Stroms in den einzelnen KWK-Kategorien errechnet sich hieraus eine

Gesamtsumme von rund 7,5 bis rund 8 Mrd. DM

Frankfurt/Main, den 14. Mai 2001

Anlage: Förderung von BHKW-Anlagen bis zu 2 MW_{el} und Brennstoffzellen

Verständigung:

Förderung von BHKW bis zu 2 MW_{el} je Anlage

Förderung von Brennstoffzellen mit 10 Pf/kWh für die Laufzeit des Gesetzes

Zusatzkosten: max. 700 Mio. DM bis 2010, entsprechend 14 TWh. Wenn eine Einspeiseleistung von 500 MW_{el} erreicht ist, wird die Fortsetzung der Förderung im Beirat beraten.

Bestandsförderung: 3 Pf/kWh (wie in den Eckpunkten für eine gemeinsame Position zur KWK)

Zubauförderung: max. 5 Pf/kWh (mit Preisanpassung wie in Buchstabe e) der Eckpunkte für eine gemeinsame Position zur KWK);

Ausschließliche Förderung von ins Netz der öffentlichen Versorgung eingespeistem KWK-Strom nach AGFW-Definition

Keine Verdrängung von bestehenden Fernwärmepotentialen, die durch KWK bereits bedient werden

Anhang 2: Fortschrittsberichte der Verbände sowie Anmerkungen zum Entwurf des KWK-Monitoringberichtes

Anhang 2.1: Fortschrittsbericht des BDEW

Bericht für die Jahre 2005-2008 des BDEW („Teilbericht 2“)
zur Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik
Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und
der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung

Teilbericht 2 zu:

„Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen
Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-
Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 09.11.2000“

- Berichtsteil Kraft-Wärme-Kopplung für das mit dem Monitoring beauftragte Öko-Institut -

Berlin, den 26.02.2010

Inhaltsverzeichnis

A Zusammenfassung

B Einführung

Teil 1: Allgemeine Versorgung

- 1. Methodik zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK in der allgemeinen Versorgung**
- 2. Ergebnisse der CO₂-Minderungseffekte durch KWK in der allgemeinen Versorgung**

Teil 2: Sonstige (private) Einspeisung / dezentrale Kleinanlagen unter dem EEG

- 1. Methodik zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK der privaten Anlagen unter dem EEG**
- 2. Ergebnisse der Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK der privaten Anlagen unter dem EEG**

ANHANG

LITERATURVERZEICHNIS

A Zusammenfassung

Der hier vorgelegte Monitoringbericht der allgemeinen Strom- und Wärmeversorgung für die Jahre 2005 – 2008 umfasst die Unterzeichnerverbände VDEW und VRE, beide vertreten durch den Rechtsnachfolger BDEW. Der Bericht bezieht sich auf die Berichterstattung zur „Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 09.11.2000 (KWK-Vereinbarung) vom 25. Juni 2001“ und behandelt den Themenkomplex „**Kraft-Wärme-Kopplung**“.

Im **ersten Abschnitt** wird der Fortschritt der **allgemeinen Versorgung** hinsichtlich Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung für die Berichtsjahre 2005 – 2008 fortgeschrieben. Der Bericht setzt auf der methodischen Vorgehensweise des Monitoringberichts des Öko-Instituts für die Jahre 2003 – 2005 auf. Die vermiedenen Emissionen durch Kraft-Wärme-Kopplung eines Berichtsjahres werden hierbei durch einen Vergleich der tatsächlich beobachteten CO₂-Emissionen mit den Emissionen von zwei Referenzsystemen für eine ungekoppelte Erzeugung im Jahr 1998 ermittelt.

Gegenüber der vorangegangenen Berichtsperiode (2003 – 2005) zeigt sich eine deutliche weitere Zunahme der KWK-Stromerzeugung in den Jahren 2006 – 2008 bei annähernd gleichem und teilweise sogar rückläufigem Wärmeabgabenniveau. Die Ausweitung der KWK-Stromerzeugung geht einher mit einer deutlichen Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen der Nutzenergieerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung. Die Zunahme der KWK-Stromerzeugung ist insbesondere auf eine Reihe von Ende 2005 neu in Betrieb genommenen großen erdgasbefeuerten GuD-Anlagen zurückzuführen.

Die Berechnungen ergeben eine deutliche Erhöhung des gegenüber dem Referenzjahr 1998 mit Hilfe zweier Referenzsysteme bewerteten CO₂-Einsparpotentials von zusätzlichen rund 3 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr gegenüber dem Jahr 2005. Für das letzte **Berichtsjahr 2008** belaufen sich die gegenüber einer ungekoppelten Erzeugung zusätzlich vermiedenen Emissionen durch Anlagen der **allgemeinen Versorgung** auf **12,0 – 13,7 Mio. Tonnen CO₂**.

Der **zweite Abschnitt** des vorliegenden Berichtes befasst sich mit dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung im Bereich der „**privaten Einspeisung**“ bei Einsatz **erneuerbarer Energieträger**. Als wesentliche Datengrundlage dienen hierzu die im Rahmen des EEG von den Netzbetreibern veröffentlichten Angaben zu Stromeinspeisung und KWK-Bonus-Vergütung. Die hier erstmals vorgelegte Bestimmungsmethodik auf Grundlage berichteter Erzeugungsmengen führt zu der Ausweisung einer CO₂-Einsparung von **6,3 bis 6,7 Mio. Tonnen CO₂ in 2008** gegenüber einer ungekoppelten Erzeugung im Referenzjahr 1998.

Bei einer Bewertung der hier ermittelten CO₂-Einsparpotenziale durch KWK ist zu berücksichtigen, dass die Ermittlung vereinbarungsgemäß auf einer theoretischen Vergleichsbetrachtung mit einem statischen Referenzsystem des Jahres 1998 beruht, mit dem Ziel, die tatsächlich verwirklichten KWK-Maßnahmen mit den Zusagen der KWK-Vereinbarung zu vergleichen, ohne eine Vermischung oder Doppelzählung mit den sonstigen Klimaschutzmaßnahmen zu bewirken.

Um die tatsächlich im jeweiligen Bezugsjahr erreichte CO₂-Minderung zu bewerten, müsste stattdessen - analog der üblicherweise Weise angesetzten Betrachtungsweise für erneuerbare Energien¹ - ein dynamisches Referenzsystem angesetzt werden, welches den tatsächlich im jeweiligen Bezugsjahr anzusetzenden Substitutionsmix der ungekoppelten Erzeugung verbunden mit den zugehörigen spezifischen Emissionen der Energieträger berücksichtigt. In einer solchen Betrachtung wäre zu erwarten, dass bei Ansetzen eines dynamischen Ansatzes die tatsächliche CO₂-Vermeidung durch Kraft-Wärme-Kopplung geringer ausfallen würde. Denn tatsächlich sind die spezifischen CO₂-Emissionen im deutschen Strommix seit 1998 durch effizientere Kraftwerke und den Ausbau der erneuerbaren Energien kontinuierlich kleiner geworden. Mit dem weiteren rasanten Ausbau der erneuerbaren Energien wird sich dieser Effekt langfristig noch verstärken.

Für eine Bewertung des Fortschritts der gesamten Energiewirtschaft auf dem Weg zur Zielerreichung der KWK-Vereinbarung sind die hier vorgelegten Ergebnisse noch um die entsprechenden Werte für mit fossilen Brennstoffen befeuerte BHKW privater Betreiber sowie für die Kraft-Wärme-Kopplung der industriellen Kraftwirtschaft zu ergänzen.

¹ Umweltbundesamt (Memmler et al.): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. UBA Dessau, 12/2009.

B Einführung

Der hier vorgelegte Monitoringbericht der allgemeinen Strom- und Wärmeversorgung für die Jahre 2005 – 2008 umfasst die Unterzeichnerverbände Verband der Elektrizitätswirtschaft - VDEW - e.V. und Verband der Verbundunternehmen und Regionalen Energieversorger in Deutschland - VRE - e.V. Der BDEW hat die aus den Klimaschutzklärungen erwachsenden Verpflichtungen der beiden Verbände als Rechtsnachfolger übernommen. Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die Berichterstattung zur „Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 09.11.2000 (KWK-Vereinbarung) vom 25. Juni 2001“ (siehe Textbox 1). Der Bericht wird mit „**Teilbericht 2**“ bezeichnet.

Textbox 1: KWK-Vereinbarung von Januar 2001

Unterzeichner der Energiewirtschaft: VDEW, VIK, BGW, VRE, VKU

Referenzjahr: 1998

Berichtsperiode: 1998 – 2010

Allgemeine Strom- und Wärmeversorgung: inklusive Kraftwerke der Deutschen Bahn und Mitte der Neunziger in die allgemeine Versorgung umgruppierte Industriekraftwerke)

Minderungsziel: bis zu 45 Mio. t gegenüber 1998 (davon möglichst 23 Mio. t durch KWK)

Zwischenziel: Vermeidung von 10 Mio. t CO₂ in 2005 durch KWK sowie zusätzliche Vermeidung von 10 Mio. t CO₂ durch sonstige Maßnahmen

Bedingungen: Ungestörter Betrieb der übrigen Kernkraftwerke (Anrechnung des seit 2003 einsetzenden Kernkraftausstiegs)

Darüber hinaus erfolgt in einem separaten „**Teilbericht 1**“ die jährliche Berichterstattung für die aus Sicht der allgemeinen Elektrizitätswirtschaft relevante Erklärung im Rahmen der „Klimaschutzklärung der deutschen Wirtschaft von 2000“ die „Selbstverpflichtungserklärung der Stromwirtschaft vom 27. März 1996“, die eine Überarbeitung der Erklärung des VDEW zum Klimaschutz vom 10. März 1995 darstellt.

Mit dem Monitoring der KWK-Vereinbarung ist das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) beauftragt worden. Das RWI hat wiederum das Öko-Institut mit der Erstellung des Monitoring-Berichts für die in der Anlage „KWK/ Nah- und Fernwärme/ BHKW und Brennstoffzellen“ erfassten Maßnahmen beauftragt. Die in der Anlage „Sonstige CO₂-Minderungsmaßnahmen“ aufgeführten Maßnahmen werden davon vereinbarungsgemäß nicht erfasst. Die Berichterstattung zu den „sonstigen Maßnahmen“ erfolgt direkt an das RWI in einem separaten Bericht.

Der vorliegende Teilbericht 2 ist demzufolge vornehmlich an das Öko-Institut gerichtet und behandelt nur den Themenkomplex „**Kraft-Wärme-Kopplung**“.

Unter dem Begriff der allgemeinen Versorgung werden die nicht-industriellen Erzeuger, die Netzbetreiber sowie die Endversorgungsunternehmen der Elektrizitäts-, Wärme- und Heizkraftwirtschaft zusammengefasst.

Die methodischen Grundlagen für die Erstellung der Branchenteilberichte beruhen im Wesentlichen auf den Vorgaben des vorangegangenen Monitoringberichts des Öko-Instituts für das Referenzjahr 1998 und die Berichtsjahre 2003 – 2005, der am 23. Oktober 2009 vorgelegt wurde². Im Folgenden wird immer wieder auf diesen Bericht verwiesen werden, der deshalb in abgekürzter Form mit „*Monitoringbericht des Öko-Instituts*“ bezeichnet wird.

Der vorliegende „Teilbericht 2“ gliedert sich in zwei Abschnitte:

Im **ersten Abschnitt** wird der Fortschritt der allgemeinen Versorgung hinsichtlich Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung für die Berichtsjahre 2005 – 2008 fortgeschrieben. Der Bericht setzt auf dem Monitoringbericht des Öko-Instituts auf. Die methodischen Datengrundlagen und Vorgehensweisen bei der Datensammlung, Auswertung und Bestimmung der durch Kraft-Wärme-Kopplung erzielten CO₂-Minderungen sind darin bereits ausführlich beschrieben.

Der **zweite Abschnitt** des vorliegenden Berichtes des BDEW befasst sich mit dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung im Bereich der „privaten Einspeisung“ mit Schwerpunkt auf dem Einsatz erneuerbarer Energieträger. Als wesentliche Datengrundlage dienen hierzu die im Rahmen des EEG von den Netzbetreibern jährlich erhobenen und veröffentlichten Angaben zu installierten Leistungen, Inbetriebnahmejahren, Vergütungszahlungen und Stromeinspeisemengen. Nach Auffassung des BDEW bietet insbesondere der Rückgriff auf die von den Netzbetreibern zu ermittelnden Strommengen unter der Kategorie „KWK-Bonus des EEG“ die Möglichkeit, den tatsächlich erreichten Ausbauzustand der Kraft-Wärme-Kopplung bei Einsatz von Biomasse realitätsnah abzubilden. Diese nach dem AGFW-Standard FW 308 ermittelten Strommengen umfassen die tatsächliche förderungsfähige KWK-Stromerzeugung aller nach 2004 in Betrieb gegangener EEG-Anlagen, die mit fester, flüssiger oder gasförmiger Biomasse betrieben werden.

Darüber hinaus hat der BDEW schon bei der Erstellung des Monitoringberichts des Öko-Instituts darauf hingewiesen, dass die KWK-Stromerzeugung aus mit Dampf aus fester Biomassefeuerung betriebenen Dampfturbinen oder Dampfmotoren in Kleinanlagen, die weder der allgemeinen Versorgung noch der industriellen Kraftwirtschaft zuzuordnen sind, im Rahmen des Monitorings noch berücksichtigt werden muss.

² Öko-Institut (Harthan, Matthes, Gores): Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung - Berichtszeitraum 1998 bis 2005. Bericht für das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI).

Teil 1: ALLGEMEINE VERSORGUNG

1. Methodik zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK in der allgemeinen Versorgung

Die CO₂-Emissionen der allgemeinen Versorgung werden auf Grundlage des Brennstoffeinsatzes zur Strom- und Wärmeerzeugung rechnerisch unter Ansetzen spezifischer CO₂-Emissionsfaktoren pro eingesetzter Brennstoffmenge berechnet.

Die spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren für einzelne Energieträger beruhen auf den verbändeübergreifenden Vereinbarungen zu den CO₂-Emissionsfaktoren im Monitoring³ (siehe hierzu Tabelle 10 im Anhang). Die Emissionsfaktoren sind hierbei vereinbarungsgemäß als konstant über die gesamte Zeitreihe angesetzt. Die vereinbarten Emissionsfaktoren weichen teilweise von den aktuellen Vorgaben der Zuteilungsverordnung ZuV 2012 für den CO₂-Emissionshandel und der Methodik des Umweltbundesamtes für die Erstellung des Nationalen Inventarberichts zum Deutschen Treibhausgasinventar (NIR)⁴ ab. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den vorangegangenen Monitoringberichten und den Berichten anderer Unterzeichnerverbände zu gewährleisten, wird jedoch vereinbarungsgemäß keine Anpassung der CO₂-Faktoren vorgenommen.

Darüber hinaus wird aber für einige nicht aufgeführte Brennstoffkategorien das Ansetzen weiterer spezifischer CO₂-Emissionsfaktoren erforderlich, für die ursprünglich kein eigener Emissionsfaktor vereinbart wurde. Im vorliegenden Bericht werden für die Berichtsjahre 2005 - 2008 hierzu auch die Vorgaben des Anhang 3 des Monitoringberichts des Öko-Institutes angewendet:

- „anderes Gas“: 0,065 t CO₂/GJ Brennstoffeinsatz
- Klärschlamm wird als 100% biogen bewertet
- Hausmüll: 0,0915 t CO₂/GJ Brennstoffeinsatz (davon 50% biogener Anteil)
- Industriemüll: In Verbindung mit der Kategorie Hausmüll in der Energiestatistik erhoben. In den Kraftwerken werden hierbei vornehmlich überwiegend biogene Brennstoffe eingesetzt (Tiermehl, Papierschlamm, Bioschlämme etc.). Es werden der gleiche Emissionsfaktor und biogener Anteil wie für Hausmüll angesetzt.
- „Sonstige“: Hierbei handelt es sich im Bereich der allgemeinen Versorgung vornehmlich um von Müllheizkraftwerken im Fremdbezug bezogenen Prozessdampf zur Verstromung in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung. Auch hier werden der gleiche Emissionsfaktor und ein hälftiger biogener Anteil wie für Hausmüll angesetzt.

³ Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft. Monitoringbericht 2003 – 2004, S. 259.

⁴ Umweltbundesamt (UBA) (2008): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2006. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2008. UBA Climate Change 07-08, Dessau-Roßlau, May 2008.

Der Energieträgereinsatz sowie Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung ergeben sich für die Berichtsperiode aus Informationen des Statistischen Bundesamtes (2005 – 2008), jeweils getrennt für gekoppelte und ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung⁵.

Die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes ermöglichen eine konsistente Betrachtung von Strom- und Wärmeerzeugung sowie Brennstoffeinsatz und zuzuordnenden CO₂-Emissionen, getrennt für allgemeine Versorgung und industrielle Kraftwirtschaft („Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe“) nach einzelnen Energieträgern. Von der Statistik des Statistischen Bundesamtes werden aber nur Anlagen mit einer kumulierten Betreiberleistung > 1 MW el erfasst.

Die Aufteilung des Brennstoffeinsatzes der Kraft-Wärme-Kopplung nach Statistischem Bundesamt auf die Produkte KWK-Strom und KWK-Wärme kann analog dem Vorgehen der AG Energiebilanzen mit Hilfe der „Finnischen Methode“ vorgenommen werden. Für die hier vorgenommene Bewertung ist eine solche Aufteilung jedoch nicht erforderlich.

Als Vergleichsbasis für durch Kraft-Wärme-Kopplung vermiedene Emissionen werden die tatsächlich entstandenen CO₂-Emissionen mit denen einer ungekoppelten Erzeugung verglichen. Es wird ein statisches Referenzsystem unter Bezugnahme auf das Referenzjahr 1998 zu Grunde gelegt. Als Referenzemissionen der ungekoppelten Erzeugung werden für das Jahr 1998 gemäß Monitoringbericht des Öko-Instituts vereinbarungsgemäß angesetzt:

- für die ungekoppelte Stromerzeugung eine Bandbreite von 770 g CO₂/kWh (Strom-Referenzsystem 1) bis 860 g CO₂/kWh (Strom-Referenzsystem 2) sowie
- für die ungekoppelte Wärmeerzeugung ein Wert von 295 g CO₂/kWh.

Bei einer Anwendung des hier angesetzten Verfahren zur Bestimmung der CO₂-Einsparpotenziale durch KWK-Ausbau und Modernisierung ist zu berücksichtigen, dass die Ermittlung vereinbarungsgemäß auf einer theoretischen Vergleichsbetrachtung mit einem statischen Referenzsystem des Jahres 1998 beruht, mit dem Ziel, die tatsächlich verwirklichten KWK-Maßnahmen mit den Zusagen der KWK-Vereinbarung zu vergleichen, ohne eine Vermischung oder Doppelzählung mit den sonstigen Klimaschutzmaßnahmen zu bewirken.

Um die tatsächlich im jeweiligen Bezugsjahr erreichte CO₂-Minderung zu bewerten, müsste stattdessen - analog der üblicherweise Weise angesetzten Betrachtungsweise für erneuerbare Energien⁶ - ein dynamisches Referenzsystem angesetzt werden, welches den tatsächlich im jeweiligen Bezugsjahr anzusetzenden Substitutionsmix der ungekoppelten

⁵ Statistisches Bundesamt („Stabu 066“): Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung - Tabelle 5b, Stromerzeugung, und Tabelle 6b, Brennstoffeinsatz, jeweils für Wärmekraftwerke und Heizkraftwerke.

⁶ Umweltbundesamt (Memmler et al.): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. UBA Dessau, 12/2009.

Erzeugung verbunden mit den zugehörigen spezifischen Emissionen der Energieträger berücksichtigt.

In einer solchen Betrachtung wäre zu erwarten, dass bei Ansetzen eines dynamischen Ansatzes die tatsächliche CO₂-Vermeidung durch Kraft-Wärme-Kopplung geringer ausfallen würde. Denn tatsächlich sind die spezifischen CO₂-Emissionen im deutschen Strommix seit 1998 durch effizientere Kraftwerke und den Ausbau der erneuerbaren Energien kontinuierlich kleiner geworden. Mit dem weiteren rasanten Ausbau der erneuerbaren Energien wird sich dieser Effekt langfristig noch verstärken.

Berücksichtigt werden für die Ermittlung der CO₂-Effekte jeweils der KWK-Stromanteil an der gesamten Stromerzeugung sowie der der KWK zuzurechnende Brennstoffeinsatz der jeweiligen Anlage.

Die vermiedenen Emissionen durch Kraft-Wärme-Kopplung eines Berichtsjahres lassen sich dann durch einen Vergleich der tatsächlich beobachteten CO₂-Emissionen mit den Emissionen des Referenzsystems für die ungekoppelte Erzeugung ermitteln.

Für das Basisjahr 1998 werden gemäß Öko-Institut für die allgemeine Versorgung die folgenden Referenzwerte angesetzt: (Monitoringbericht des Öko-Instituts, Kapitel 8, S. 39)

- KWK-Stromerzeugung: 34,240 TWh
- KWK-Wärmeerzeugung: 288,324 PJ
- CO₂-Emissionen der KWK: 40,0 Mio. Tonnen

2. Ergebnisse der CO₂-Minderungseffekte durch KWK in der allgemeinen Versorgung

Aufbauend auf den vom Statistischen Bundesamt berichteten Brennstoffeinsatz- und Erzeugungsdaten ergeben sich die in Tabelle 1 zusammengefassten Minderungseffekte („Vermiedene Emissionen“) durch Kraft-Wärme-Kopplung im Bereich der allgemeinen Versorgung. Die den Berechnungen zu Grunde gelegten Daten sind in einem Datenanhang in Excel-Format diesem Bericht beigelegt.

Gegenüber der vorangegangenen Berichtsperiode (2003 – 2005) zeigt sich eine deutliche weitere Zunahme der KWK-Stromerzeugung in den Jahren 2006 – 2008 bei annähernd gleichem und teilweise sogar rückläufigem Wärmeabgabenniveau (siehe Abbildung 1). Die Ausweitung der KWK-Stromerzeugung geht einher mit einer deutlichen Verringerung der tatsächlichen spezifischen CO₂-Emissionen der Nutzenergieerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (bezogen auf die Nutzenergieabgabe - siehe Abbildung 2).

Der Anteil des in KWK erzeugten Stromes an der Gesamtnettostromerzeugung der allgemeinen Versorgung erhöhte sich im Berichtsjahr 2008 um einen halben Prozentpunkt gegenüber 2005 auf 11%. Bezogen auf die Erzeugung der Wärmekraftwerke (ohne Kernenergie, Wasser, Wind und Sonne) ergibt sich für 2008 ein Anteil von 16%. Bei einem Nutzungsgrad von durchschnittlich 77% reduzierten sich die spezifischen CO₂-Emissionen auf 320 g CO₂/kWh Nutzenergie und lagen somit um 9% niedriger als im Referenzjahr 1998.

Die Zunahme der KWK-Stromerzeugung in 2006 ist insbesondere auf eine Reihe von im Jahr 2005 neu in Betrieb genommenen großen erdgasbefeuerten GuD-Anlagen zurückzuführen. Viele dieser Anlagen wurden gegen Ende 2005 in Betrieb gesetzt, so dass sich die zugehörige CO₂-Einsparung erst ab dem Jahr 2006 statistisch bemerkbar macht. Diese neue Generation von GuD-Anlagen zeichnet sich durch deutlich höhere Stromkennzahlen als Anlagen früherer Bauart aus. In vielen Fällen wurden hierbei gleichzeitig vornehmlich mit Steinkohle gefeuerte Heizkraftwerke oder –blöcke oder andere Altanlagen ersetzt. Eine Projektübersicht ist im Anhang, Tabelle 10, zusammengestellt.

Neben diesen Kraftwerksprojekten sind eine Vielzahl weiterer Inbetriebnahmen und Kapazitätserweiterungen von kleineren bis mittleren KWK-Anlagen vor allem in den Bereichen Biomasse (Einzelanlagen bis 20 MW el) und Müllverbrennung (Einzelanlagen bis 45 MW el) über den Berichtszeitraum erfolgt. Zu berücksichtigen ist hierbei aber, dass viele dieser Anlagen nicht ganzjährig in Kraft-Wärme-Kopplung aufgrund fehlender ganzjähriger Wärmesenken (vor allem in den Sommermonaten) betrieben werden. Eine Zusammenstellung wichtiger Projekte ist in Tabelle 11 im Anhang aufgeführt.

Darüber hinaus wurden über den Berichtszeitraum 2005 – 2008 auch eine ganze Reihe von vornehmlich erdgasgefeuerten Blockheizkraftwerken neu in Betrieb gesetzt (kumuliert ca. 113 MW el), die in einzelnen Fällen aber auch nur bestehende ältere Anlagen ersetzt haben (siehe Tabelle 12 im Anhang).

Zusätzlich lässt sich noch die Umstellung einer Reihe von mit flüssigen fossilen Brennstoffen betriebenen Dieselmotoren auf Einsatz flüssiger Biomasse in Höhe von ca. 25 MW el berichten (siehe Tabelle 13 im Anhang).

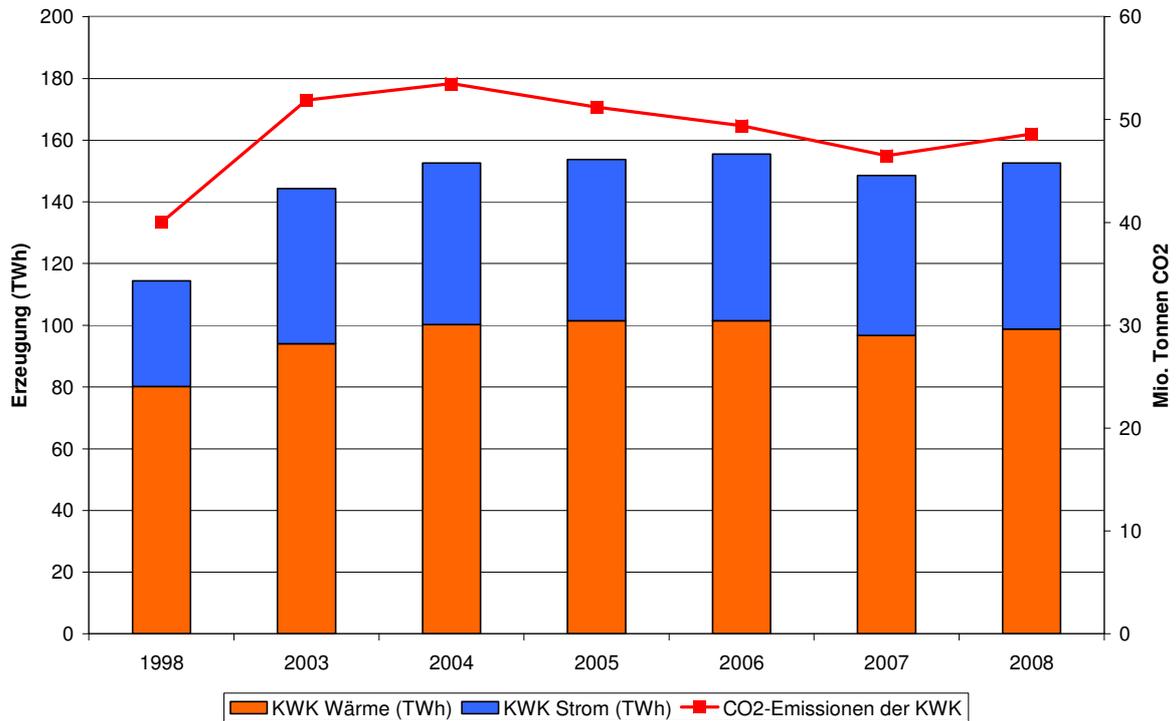


Abbildung 1: Entwicklung der Erzeugung von Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplung im Berichtsrahmen der allgemeinen Versorgung

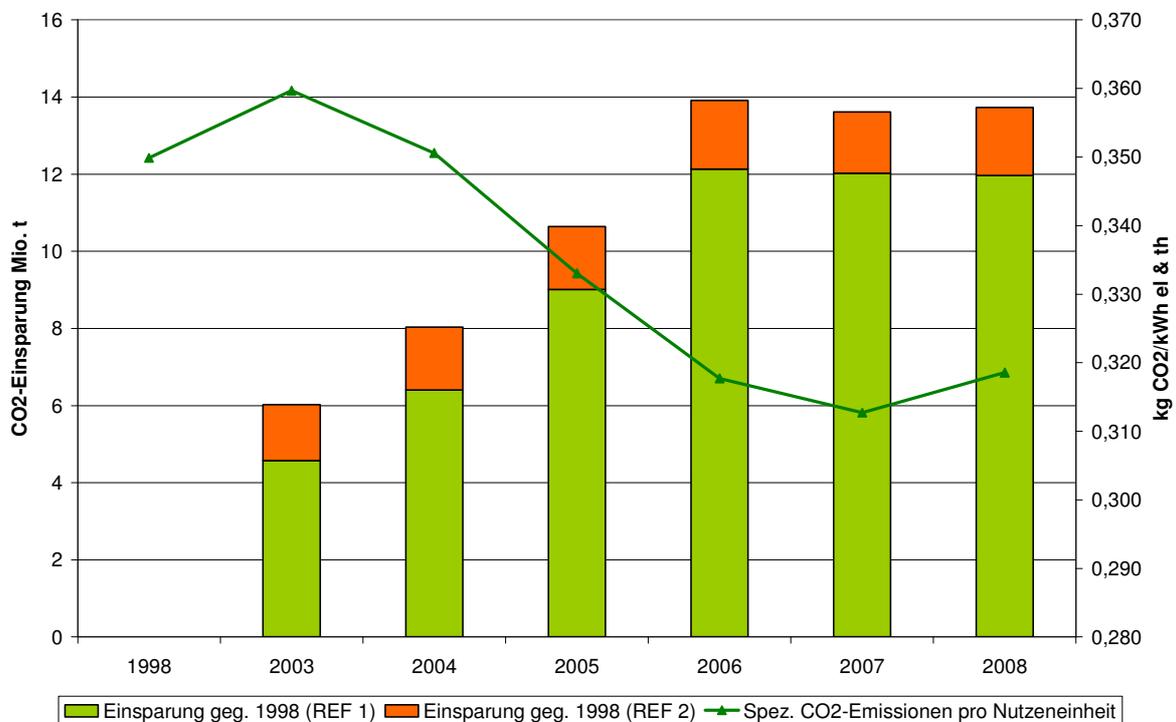


Abbildung 2: Einsparung an CO₂-Emissionen durch Kraft-Wärme-Kopplung gegenüber einer ungekoppelten Erzeugung im Referenzjahr 1998 – nur allgemeine Versorgung

Eine Betrachtung der KWK-Stromerzeugung nach Maschinenarten und Brennstoffen (siehe Abbildung 3) zeigt, dass vornehmlich mit Erdgas befeuerte GuD-Anlagen und Gasturbinenanlagen die Erzeugung im Jahr 2008 dominieren. Sie sind verantwortlich für rund die Hälfte der Erzeugung. Rund 15% der KWK-Stromerzeugung entstammen Gegendruckmaschinen, während Entnahmekondensationsmaschinen einen Anteil von gut 26% ausmachen. Mit fossilen Brennstoffen befeuerte Verbrennungsmotoren trugen mit 3,5 TWh zur Gesamterzeugung von rund 54 TWh bei.

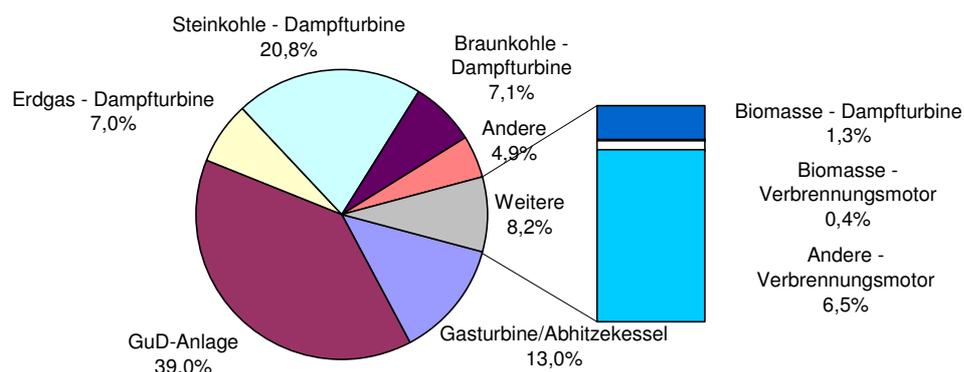


Abbildung 3: KWK-Stromerzeugung der Anlagen der allgemeinen Versorgung nach Maschinenarten und Brennstoffen im Jahr 2008 (BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Angaben des Statistischen Bundesamtes)

Die vergleichbar milden Winter in 2007 und 2008 haben dazu geführt, dass die KWK-Wärmeabgabe an Nah- und Fernwärmenetze gegenüber den Vorjahren leicht rückläufig war.

Die durch den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung vermiedenen CO₂-Emissionen werden über einen Vergleich der tatsächlich entstandenen CO₂-Emissionen mit denen einer ungekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme im Referenzjahr 1998 verglichen.

In Summe ergibt sich für die Jahre 2006 bis 2008 eine deutliche Erhöhung des gegenüber dem Referenzjahr 1998 bewerteten CO₂-Einsparpotentials von zusätzlichen rund 3 Mio. Tonnen CO₂ gegenüber dem Jahr 2005 des Zwischenziels der KWK-Vereinbarung.

Insgesamt wurden so im Jahr 2008 je nach Referenzsystem 12,0 – 13,7 Mio. Tonnen CO₂ durch den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung gegenüber dem Referenzjahr vermieden. Die Ergebnisse der Berichtsjahre 2003 bis 2005 sowie 2006 bis 2008 sind in Tabelle 1 noch einmal abschließend zusammengefasst.

Table 1: Kenndaten der Erzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung der allgemeinen Versorgung (BDEW Ausarbeitung)

Kraft-Wärme-Kopplung	Einheit	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
KWK-Stromerzeugung (Netto)	TWh	34,2	50,3	52,4	52,3	54,0	51,9	53,8
KWK-Wärmeerzeugung (Netto)	PJ	288,3	338,3	360,6	365,2	365,1	348,1	355,4
KWK – tatsächliche CO ₂ -Emissionen	Mio. t CO ₂	40,0	51,9	53,5	51,2	49,4	46,5	48,6
CO ₂ -Emissionen des Referenzsystems 1	Mio. t CO ₂	50,0	66,5	69,9	70,2	71,5	68,5	70,5
CO ₂ -Emissionen des Referenzsystems 2	Mio. t CO ₂	53,1	71,0	74,6	74,9	76,4	73,1	75,4
CO ₂ -Einsparung gegenüber Referenzsystem 1	Mio. t CO ₂	10,0	14,6	16,4	19,0	22,1	22,0	22,0
CO ₂ -Einsparung gegenüber Referenzsystem 2	Mio. t CO ₂	13,1	19,1	21,1	23,7	27,0	26,7	26,8
Einsparung an CO ₂ -Emissionen (geg. Referenzsystem 1 und 1998)	Mio. t CO ₂	--	4,6	6,4	9,0	12,1	12,0	12,0
Einsparung an CO ₂ -Emissionen (geg. Referenzsystem 2 und 1998)	Mio. t CO ₂	--	6,0	8,0	10,6	13,9	13,6	13,7

Anmerkung: Referenzsystem REF 1: 770 g CO₂/kWh Strom; 295 g CO₂/kWh Wärme
Referenzsystem REF 2: 860 g CO₂/kWh Strom; 295 g CO₂/kWh Wärme

Quellen: Monitoringbericht des Öko-Instituts;
Statistisches Bundesamt (StaBu 06)

Teil 2: SONSTIGE (PRIVATE) ERZEUGUNG / DEZENTRALE KLEINANLAGEN

1. Methodik zur Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK der privaten Anlagen unter dem EEG

Neben der KWK-Stromerzeugung aus Anlagen der allgemeinen Versorgung und des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes (im Folgenden als industrielle Kraftwirtschaft bezeichnet) existieren eine Vielzahl weiterer Stromerzeugungsanlagen, die den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Landwirtschaft und Haushalte zuzuordnen sind. Darüber hinaus werden industrielle Anlagen < 1 MW el und Anlagen von Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit einer kumulierten Betreiberleistung < 1 MW el nicht von den entsprechenden Fachstatistiken des Statistischen Bundesamtes erfasst. Gleiches gilt für einige Anlagen, die von Betreibergesellschaften ohne EVU-Beteiligung an Standorten des Verarbeitenden Gewerbes oder anderer Wirtschaftssektoren in Contractinglösungen betrieben werden.

Im Monitoringbericht des Öko-Instituts für die Jahre 2003 bis 2005 wird die Verbrennungsmotorenanlagen zuzuordnende KWK-Stromerzeugung aus einer jährlichen Absatzanalyse von Blockheizkraftwerken des Öko-Instituts in Verbindung mit historischen Daten der ASUE und des VDEW ermittelt.

Als Schwachpunkte dieser Bestimmungsmethode sind allerdings hervorzuheben:

- Es wird nur der Absatz von Neuanlagen erhoben, die Stilllegungen von Bestandsanlagen müssen abgeschätzt werden (Annahme einer durchschnittlichen 15-jährigen Laufzeit).
- Umrüstungen, Umwidmungen (Fuel-Switch), Retrofits und Änderungen von Stromkennzahlen und Wärmeerzeugung an Bestandsanlagen werden nicht erfasst.
- Die jährlichen Laufzeiten und die tatsächlichen Erzeugungsmengen werden über installierte Leistung und durchschnittliche Benutzungsstundenannahme sowie typische KWK-Stromanteile und Stromkennzahlen nur näherungsweise abgeschätzt.
- Die Wirkung des für Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 im Rahmen des EEG eingeführten KWK-Bonus wird bisher nicht berücksichtigt.
- Die KWK-Stromerzeugung aus fester Biomasse außerhalb der allgemeinen Versorgung, des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes aus Dampfturbinen wird bisher nicht berücksichtigt.⁷

⁷ Als Anlagenbetreiber sind hier beispielsweise Betreibergesellschaften ohne EVU-Beteiligung, Gartenbau-, land- und forstwirtschaftliche Betriebe, kommunale Alt- und Sperrholzverwerter, Hackschnitzelfeuerungsanlagen im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Wohnungsbau- und Immobilienverwaltungen etc. zu nennen.

Zur Ergänzung und Verbesserung dieser Bestimmungsmethodik wird für die Berichtsjahre ab 2006 im Folgenden für KWK-Stromerzeugung aus **erneuerbaren Energieträgern** eine alternative Bestimmungsmethode vorgeschlagen, die weitgehend auf tatsächlich erhobenen Erzeugungsdaten beruht. Die Bestimmung der KWK-Stromerzeugung aus mit fossilen Brennstoffen befeuerten Verbrennungsmotoren bleibt hiervon unberührt und sollte – wie im vorherigen Monitoringbericht vollzogen – durch das Öko-Institut auf Grundlage von Absatzzahlen der Hersteller⁸ fortgeschrieben werden.

Die hier neu entwickelte Methode für erneuerbare Energieträger beruht auf den von der AGEE-Stat berichteten Gesamterzeugungsmengen nach erneuerbaren Energieträgern, den Fachstatistiken des Statistischen Bundesamtes (Klärgaserhebung, Stromerzeugung in Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe sowie Monatsbericht der Erzeugung der Kraftwerke der allgemeinen Versorgung) sowie auf den seit 2006 veröffentlichten kategorienscharfen Abrechnungen der Netzbetreiber unter dem EEG bezüglich Gesamteinspeisung und KWK-Bonus (ergänzt um ebenfalls veröffentlichte anlagenscharfe Bewegungsdaten einzelner Betreiber).

Die Methode beruht auf vier Schritten:

- a) Zuordnung der Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern auf allgemeine Versorgung, Industrie und sonstige (private) Anlagen
- b) Ableitung der zugehörigen KWK-Strommengen und –anteile getrennt nach Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 (ohne KWK-Bonus des EEG) und ab 2004 (mit KWK-Bonus des EEG)
- c) Ermittlung der zugehörigen KWK-Wärmeerzeugung
- d) Ermittlung der CO₂-Einsparung durch Vergleich mit dem Referenzsystem einer ungekoppelten Erzeugung des Jahres 1998

- a) Zuordnung der Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern auf allgemeine Versorgung, Industrie und sonstige (private) Anlagen

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ist in neuen Publikationen des BMU bzw. der AGEE-Stat über die Zeitreihe 1990 bis 2008 differenziert nach einzelnen Energieträgern aufgeführt⁹. Diese statistischen Publikationen spiegeln den offiziellen

⁸ Öko-Institut: „Umfrage zum BHKW-Absatz in Deutschland“, laufende Jahresberichte in „Energie & Management“.

⁹ BMU: Erneuerbare Energien in Deutschland 1990 bis 2007, Stand November 2009 bzw. BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen – Berichtsjahr 2008, Stand Juli 2009.

Wissensstand der Bundesregierung hinsichtlich der Erzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland wider und bilden auch die Grundlage für internationale Berichterstattungen zum Thema. Die Angaben zur Stromerzeugung aus Biomasse (ohne biogenen Abfall) beruhen im Wesentlichen auf Angaben der Fachverbände der Erneuerbaren Energien, des Statistischen Bundesamtes sowie der Netzbetreiber zur EEG Einspeisung.

Die Angaben der AGEE-Stat der letzten Jahre entsprechen weitgehend den Angaben der Netzbetreiber. Zu beachten ist hierbei, dass nach AGEE-Stat die Erzeugung aus flüssiger Biomasse der Papier- und Zellstoffindustrie (Schwarzlauge) der Kategorie „feste Biomasse“ zugeschlagen wird. Darüber hinaus wird für die Ableitung der gesamten Erzeugung die von den Netzbetreibern berichtete EEG-Einspeisung vermehrt um nicht unter dem EEG eingespeiste Erzeugungsmengen der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der kommunalen Klärwerksanlagen.

Im Folgenden beziehen sich die Begriffe „private Anlagen“ und „private Einspeisung“ auf alle Stromerzeuger, die weder in der Statistik der allgemeinen Versorgung des Statistischen Bundesamtes noch in der Statistik über die Stromerzeugung in Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe („industrielle Kraftwirtschaft“) enthalten sind.

Die Ableitung der privaten („sonstigen“) Einspeisung erfolgt durch einfache Differenzbildung zwischen BMU-Statistik der Jahre 2005 bis 2008 für Biomasse, Klärgas und Deponiegas und den einschlägigen Fachstatistiken des Statistischen Bundesamtes für allgemeine Versorgung und industrielle Kraftwirtschaft.

- b) Ableitung der KWK-Strommengen und –anteile getrennt nach Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 (ohne KWK-Bonus des EEG) und nach 2004 (mit KWK-Bonus)

Aus der kategorienscharfen Jahresabrechnung der Netzbetreiber für die Jahre 2006 bis 2008 lassen sich für die EEG-Einspeisung die entsprechenden Erzeugungsanteile nach Inbetriebnahmejahren für einzelne Abrechnungskategorien ablesen. Darüber hinaus liegen hieraus die unter dem KWK-Bonus des EEG vergüteten KWK-Strommengen aus Anlagen mit einer Inbetriebnahme ab dem Jahr 2004 vor. Das entsprechende Zahlenmaterial wird gemäß § 52 EEG („Transparenz“) im jeweiligen Folgejahr an die zuständigen Bundesbehörden weitergeleitet und veröffentlicht.

Als Voraussetzung für den Erhalt des KWK-Bonus unterliegen die Anlagenbetreiber strengen Prüf- und Zertifizierungsaufgaben, die den Anforderungen des AGFW-Standards FW 308 entsprechen. Eine KWK-Bonusvergütung erfolgt nur für externe Nutzwärmeabgabe und nicht bei interner Prozesswärmenutzung (z. B. zur Aufrechterhaltung des Biogasbildungsprozesses). Nutzwärmeabgabe enthält beispielsweise die Beheizung von Wohn- und Stallgebäuden des Anlagenbetreibers, Nah- und Fernwärmenetzeinspeisungen sowie Prozesswärme und –dampf für andere gewerbliche oder industrielle Zwecke am Standort.

Die Jahresabrechnung weist die gesamte zertifizierungswürdige KWK-Stromerzeugung für Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 aus. Die Abrechnungen der Netzbetreiber enthalten **keine Angaben** über KWK-Stromerzeugung und –anteile der Biomasseanlagen mit **Inbetriebnahme vor 2004 sowie der Klärgas und Deponiegas verstromenden Anlagen**.

Für Klärgas- und Deponiegasverstromung werden in Anlehnung an eine Studie des Institutes für Energetik (Leipzig) pauschal KWK-Stromanteile in Höhe von 15% bzw. 5% angesetzt¹⁰. Zu beachten ist hierbei, dass die Studie für Deponiegasverstromung einen durchschnittlichen KWK-Anteil von 12% ermittelt. Dieser Wert umfasst aber eine Reihe großer Deponiegas verstromender Anlagen der allgemeinen Versorgung. Bereinigt man die Annahme um den Erzeugungsanteil dieser Anlagen, ergibt sich näherungsweise ein KWK-Anteil von 5% für private bzw. kommunale Deponiegasanlagen.

Zur Abschätzung der KWK-Erzeugung für Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 werden in einem ersten Schritt in den von den Netzbetreibern veröffentlichten Anlagenstammdaten die der allgemeinen Versorgung und der Industriellen Kraftwirtschaft zuzuordnenden Einzelanlagen unter Zuhilfenahme der Anlagendatenbanken des BDEW und weiteren Betreiberangaben identifiziert.

Nach Identifizierung der entsprechenden Anlagenschlüsselnummern und des Inbetriebnahmejahres können die zugehörige Einspeisung unter dem EEG aus den von den Netzbetreibern veröffentlichten Anlagenbewegungsdaten herausgelesen und aufsummiert werden.

Im Bereich der allgemeinen Versorgung sind dies Anlagen, die von EVU oder von Betreibergesellschaften mit EVU-Beteiligung betrieben werden. Die berichtete Einspeisung der identifizierten Anlagen kann mit der Erzeugungsstatistik des Statistischen Bundesamtes verglichen werden, um den Abdeckungsgrad der Identifizierung zu bestimmen.

Die Anlagen der industriellen Kraftwirtschaft mit Inbetriebnahme vor 2004 und einer Leistung > 1 MW el sind vornehmlich der Holz-, Papier- und Zellstoffindustrie zuzuordnen. Darüber hinaus existieren aber auch eine Reihe von Biogasanlagen im Ernährungssektor und flüssige Biomassekraftwerke im Maschinenbau. Die Anlagenstamm- und Bewegungsdaten der identifizierten Industriekraftwerke können mit Erzeugung und Fallzahlen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes abgeglichen werden.

In einem nächsten Schritt lassen sich dann durch einfache Differenzbildung zwischen Gesamteinspeisung vor und ab 2004 und allgemeiner Versorgung bzw. industrieller Kraftwirtschaft die entsprechende Erzeugung der privaten Einspeiser getrennt nach Inbetriebnahme vor und ab 2004 ausweisen.

¹⁰ Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig: „Wärmegewinnung aus Biomasse“, Anlagenband zur Projektnummer 17/02 für das BM für Wirtschaft und Arbeit, Leipzig, April 2004.

Darüber hinaus müssen in analoger Weise von der unter dem KWK-Bonus ermittelten KWK-Stromerzeugung in Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 die KWK-Stromerzeugung der Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft abgezogen werden, um so die der privaten Erzeugung zuzuweisende KWK-Strommenge aus Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 zu ermitteln.

Für Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft wird hierbei vereinfacht angenommen, dass im jeweiligen Berichtsjahr die Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 und ab 2004 jeweils im Durchschnitt den gleichen sektorspezifischen KWK-Stromanteil aufweisen, der sich wiederum direkt aus den Erhebungen des Statistischen Bundesamtes des betreffenden Berichtsjahres ableiten lässt.

Als Endergebnis liegt dann die KWK-Stromerzeugung der privaten Anlagen als Summe der folgenden Kategorien vor:

- Klärgas- und Deponiegasanlagen (unabhängig vom Inbetriebnahmejahr)
- Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme vor 2004
- Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme ab 2004

c) Ermittlung der zugehörigen KWK-Wärmeerzeugung

Im vorangegangenen Abschnitt ist das Vorgehen zur Ableitung der KWK-Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern für private Anlagen beschrieben. Allerdings lässt sich die über den KWK-Bonus vergütete Menge nicht direkt einzelnen biogenen Energieträgern zuordnen.

Um dennoch eine aussagekräftige Stromkennzahl zur Ableitung der zugehörigen Wärmeerzeugung zuordnen zu können, sind unter Zuhilfenahme der berichteten Gesamterzeugung nach Energieträgern geeignete Annahmen hinsichtlich der KWK-Stromanteile und der Stromkennzahl nach einzelnen Brennstoffarten erforderlich.

Zur Bestimmung der zugehörigen KWK-Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern lassen für die einzelnen Energieträger die in der folgenden Textbox 2 aufgeführten typischen Stromkennzahlen und KWK-Stromanteile für die private Einspeisung angeben:

Textbox 2	Typische Stromkennzahl	Typische KWK-Stromanteile
- Klärgas:	0,65 (0,60 – 0,70)	15% (10 – 20%)
- Deponiegas:	0,65 (0,60 – 0,70)	5% (0 – 10%)
- Biogas:	0,65 (0,60 – 0,70)	20% (10 - 30%)
- Flüssige Biomasse:	0,80 (0,70 – 0,90)	75% (50 - 100%)
- Feste Biomasse:	0,50 (0,25 – 0,75)	50% (25 – 75%)

Ausgehend von den jeweiligen Mengenanteilen der letzten Jahre lässt sich hierüber bei Einsatz von Biomasse, Deponiegas und Klärgas zur Stromerzeugung eine einheitliche durchschnittliche Stromkennzahl von 0,65 für KWK-Betrieb ableiten, die dann im Folgenden für die Bestimmung der zugehörigen KWK-Wärmemengen angesetzt wird.

- d) Ermittlung der CO₂-Einsparung durch Vergleich mit dem Referenzsystem einer ungekoppelten Erzeugung

Die Ermittlung der durch Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung vermiedenen CO₂-Emissionen durch mit erneuerbaren Energien betriebene private Anlagen erfolgt analog der Berechnungen für die allgemeine Versorgung durch einen Vergleich mit dem ungekoppelten Referenzsystem des Jahres 1998. Zu beachten ist hierbei, dass der Verstromung erneuerbarer Energieträger keine Treibhausgasrelevanten CO₂-Emissionen zugeschrieben werden (CO₂-Emissionen der KWK gleich „Null“ gesetzt).

Darüber hinaus müssen noch für das Basisjahr 1998 eine entsprechende konsistente Referenzerzeugung von KWK-Strom und KWK-Wärme aus Verbrennungsmotoren zugeordnet werden. Gemäß Monitoringbericht des Öko-Institutes werden für den Einsatz von Biogas und flüssiger Biomasse in Verbrennungsmotoren im Referenzjahr 1998 ein brennstoffübergreifender durchschnittlicher KWK-Anteil von 25% und eine einheitliche Stromkennzahl von 0,65 angenommen. Für Klärgas- und Deponiegaseinsatz werden – wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben – KWK-Anteile von 15% bzw. 5% angenommen.

Die KWK-Stromerzeugung aus fester Biomasse in privaten Anlagen (Dampfturbinen, Dampfmaschinen) fehlt noch in der Bilanzierung des Referenzjahres 1998. Der BDEW regt an, die entsprechende Erzeugungsmenge auf Grundlage der VDEW-Erhebung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien¹¹ abzuschätzen. Diese Erhebung bildet auch die Grundlage für die AGEE-Statistik für das Jahr 1998. Gemäß der VDEW-Erhebung wurden im Rahmen der allgemeinen Versorgung in 1998 keine mit fester Biomasse befeuerten Anlagen betrieben. Für die übrigen im Rahmen der Erhebung identifizierten netzeinspeisenden Anlagen kann aufgrund der Fallzahl angenommen werden, dass diese weitgehend nicht von der Statistik des Verarbeitenden Gewerbes erfasst wurden, da sie im Durchschnitt deutlich < 1 MW el waren. Darüber hinaus sind dem BDEW keine relevanten Fälle mit einer Leistung > 1 MW el und einer Inbetriebnahme vor 1998 bekannt (Ausnahme Holzindustrie: eine Anlage mit 2,3 MW el = ca. 10 GWh el) bzw. entsprechende Erzeugungsmengen wurden vor Inkrafttreten des EEG üblicherweise intern in Mischkesselfeuerungen erzeugt (Papier- und Zellstoffindustrie) und/oder nicht als Stromerzeugung mit ausschließlichem Biomasseeinsatz eingespeist, sondern intern verwendet und sind damit von den Netzbetreibern in der VDEW-Erhebung nicht als Biomasseeinsatz erfasst worden.

¹¹ Wagner, E. (1999): Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft, Stand 1998. In: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 1998 (1999), Heft 24.

2. Ergebnisse der Ermittlung der CO₂-Minderungseffekte durch KWK der privaten Anlagen unter dem EEG

- a) Zuordnung der Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern auf allgemeine Versorgung, Industrie und sonstige (private) Anlagen

In den letzten Jahren ist durch das EEG ein stürmischer Ausbau der Biomasseverstromung in Gang gesetzt worden. Nach Angaben der Netzbetreiber belaufen sich die tatsächlich derzeit in Betrieb befindlichen und unter dem EEG einspeisenden Anlagenleistungen auf über 1450 MW Biogas, rund 1200 MW flüssige Biomasse, ca. 1750 MW feste und sonstige Biomasse sowie über 350 MW Klärgas und Deponiegas.

Die vom BMU beauftragte AG Erneuerbare Energien (AGEE-Stat) erstellt einen jährlichen Bericht zum Ausbaustand der erneuerbaren Energien in Deutschland¹². Nach Differenzbildung der von der AGEE-Stat berichteten Gesamterzeugung und der vom Statistischen Bundesamt berichteten Erzeugung aus Erneuerbaren Energien der Berichtskreise der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft ergeben sich die in Tabelle 2 zusammengefassten Zeitreihen für die Gesamtstromeinspeisung privater Anlagen. Die verwendeten Datengrundlagen lassen sich einer dem Bericht als Anlage beigefügten Excel-Tabelle entnehmen.

Tabelle 2: Einspeisung privater Anlagen aus erneuerbaren Energien (BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Daten der AGEE-Stat und des Statistischen Bundesamtes)

Brennstoff - TWh	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Flüssige Biomasse	0,000	0,158	0,257	0,307	0,880	1,394	1,424
Biogas	0,117	1,429	1,039	1,629	3,253	6,278	7,916
Feste Biomasse	0,210	0,963	1,854	2,197	3,471	4,394	5,280
Klärgas	0,633	0,818	0,864	0,888	0,936	0,976	1,002
Deponiegas	0,414	0,511	0,727	0,837	0,854	0,795	0,801
GESAMT	1,374	3,879	4,741	5,859	9,395	13,838	16,423

Zu beachten ist hierbei, dass die Angaben zur Stromerzeugung aus Klärgas der AGEE-Stat auf der kommunalen Klärgaserhebung des Statistischen Bundesamtes¹³ beruhen, die

¹² BMU: Erneuerbare Energien in Deutschland 1990 bis 2007, Stand November 2009 bzw. BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen – Berichtsjahr 2008, Stand Juli 2009.

¹³ Statistisches Bundesamt: Fachserie FS 4, Reihe 6.5, Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft, Tabelle 2.2 Aufkommen und Verwendung von Klärgas.

Stromerzeugung aus Klärgas durch EVU und Industrieanlagen nicht berücksichtigt, sondern eine Klärgasabgabe an solche Unternehmen separat ausweist.

Der von der AGEE-Stat berichtete Wert für die Stromerzeugung aus Deponiegas wird offensichtlich aus den Abrechnungen der Netzbetreiber unter dem EEG für Gase (ohne Grubengas) nach Abzug der vom Statistischen Bundesamt berichteten Netzeinspeisung kommunaler Klärgasanlagen ermittelt. Der angegebene Wert enthält nach Auffassung des BDEW aber vermutlich neben der kommunalen Stromerzeugung aus Deponiegas auch die Deponie- und Klärgasverstromung der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft. Für die weiteren Berechnungen werden deswegen aus Konsistenzgründen die aus Klär- und Deponiegas erzeugten Strommengen der allgemeinen Versorgung und der Industriekraftwerke von der als Deponiegas ausgewiesenen Kategorie der AGEE-Stat abgezogen.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse für die Berichtsjahre des KWK-Monitorings zusammengefasst. Für das Jahr 2008 ergibt sich eine Einspeisung privater Anlagen in Höhe von 7,9 TWh aus Biogas, 1,4 TWh aus flüssiger Biomasse sowie 5,3 TWh aus fester und ggf. weiterer nicht eindeutig zuordenbarer Biomasse bzw. Biomasse-Mixe sowie eine Erzeugung von 1,8 TWh aus Klärgas und Deponiegas.

- b) Ableitung der KWK-Strommengen und –anteile getrennt nach Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 (ohne KWK-Bonus des EEG) und nach 2004 (mit KWK-Bonus)

Aus den kategorienscharfen Jahresabrechnungen der Netzbetreiber¹⁴ ergeben sich für die Jahre 2006 bis 2008 die in Tabelle 3 zusammengefassten Gesamtstrommengen und KWK-Strommengen aus Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme vor bzw. nach 2004. Es wird deutlich, dass der durchschnittliche KWK-Stromanteil neu in Betrieb genommener Biomasseanlagen in den letzten Jahren deutlich zugelegt hat. Nach Auffassung des BDEW ist dies nicht zuletzt auf den neu in das EEG eingeführten KWK-Bonus zurückzuführen.

Bei einer Beurteilung der Entwicklung der KWK-Stromerzeugung und -anteile ist zu berücksichtigen, dass viele ab 2004 neu in Betrieb genommene Anlagen mit der Stromeinspeisung oftmals schon vor der vollständigen Erschließung der zugehörigen Wärmesenken begonnen haben, so dass in den ersten Betriebsjahren in vielen Fällen noch keine KWK-Stromvergütung in Anspruch genommen werden konnte.

Die in Tabelle 3 ausgewiesene KWK-Stromerzeugung aus Anlagen mit Inbetriebnahme nach 2004 muss in einem nächsten Schritt um Erzeugung aus Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft bereinigt werden, um Doppelzählungen mit den Erhebungen des Statistischen Bundesamtes zu vermeiden.

¹⁴ Übertragungsnetzbetreiber: Kategorienscharfe Jahresabrechnungen hinsichtlich Einspeisungen und Vergütungszahlungen unter dem EEG, Berichtsjahre 2006 – 2008.

Table 3: Auswertung der kategorienscharfen Jahresabrechnungen der Netzbetreiber unter dem EEG für Stromeinspeisung aus Biomasse (BDEW-Ausarbeitung)

Stromeinspeisung aus Biomasse - TWh	2006	2007	2008
Gesamtstromeinspeisung	10,876	15,865	19,010
- davon Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004	5,346	5,193	4,847
- davon Anlagen mit Inbetriebnahme nach 2004	5,529	10,672	14,163
Strom mit KWK-Bonus aus Anlagen nach 2004	1,256	3,385	5,262
KWK-Stromanteil der Anlagen mit IBN nach 2004	23%	32%	37%

Table 4: EEG-Einspeisung aus Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft im Berichtsjahr 2008 – alle Angaben in TWh (BDEW Ausarbeitung)

Sektor	Inbetriebnahme	2006¹⁵	2007	2008
Allgemeine Versorgung	Berichtet (StaBu 066)	1,914	2,380	2,989
	KWK-Anteil (StaBu 066)	23%	23%	27%
	- davon identifiziert in EEG Anlagenstammdaten	1,912	2,360	2,904
	- davon mit IBN vor 2004	0,946	0,971	1,213
	- davon mit IBN ab 2004	0,966	1,389	1,691
Industrielle Kraftwirtschaft	Berichtet (StaBu 067)	2,899	2,976	2,899
	KWK-Anteil (StaBu 067)	79%	69%	68%
	Darunter nicht unter EEG ¹⁶	1,136	1,166	1,204
	Darunter unter EEG	1,763	1,809	1,695
	- davon identifiziert in EEG Anlagenstammdaten	1,692	1,747	1,693
	- davon mit IBN vor 2004	1,472	1,427	1,456
	- davon mit IBN ab 2004	0,220	0,321	0,237

¹⁵ Für einige Anlagen liegen keine Einspeisedaten („Anlagenbewegungsdaten“) für das Jahr 2006 vor; diese wurden auf Grundlage des Folgejahres geschätzt.

¹⁶ Aufgrund des Kriteriums eines ausschließlichen Biomasseeinsatzes und einer Begrenzung der Förderung auf Anlagen mit einer elektrischen Leistung < 20 MW el fallen einige Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie nicht unter den Anwendungsbereich des EEG (Stand Ende 2008).

Die Zuordnung der KWK-Stromerzeugung auf Anlagen mit Inbetriebnahme vor und ab 2004 erfolgt unter der Annahme eines sektoreinheitlichen KWK-Stromanteiles unabhängig vom Inbetriebnahmejahr.

Ausgehend von Tabelle 4 ergibt sich für das Jahr 2008 dann eine KWK-Stromerzeugung aus Anlagen mit Inbetriebnahme nach 2004 von 0,50 TWh aus Anlagen der allgemeinen Versorgung sowie 0,17 TWh aus Anlagen der industriellen Kraftwirtschaft. Nach Abzug dieser KWK-Strommengen von der gesamten Stromerzeugung unter dem KWK-Bonus ergibt sich eine KWK-Stromerzeugung aus privaten Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme nach 2004 in Höhe von 4,60 TWh in 2008. Dies entspricht einem durchschnittlichen KWK-Stromanteil von 38% bezogen auf die gesamte Stromeinspeisung der privaten Biomasseanlagen.

Analoge Berechnungen für die Jahre 2006 und 2007 führen zu KWK-Strommengen der privaten Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 in Höhe von 0,75 TWh in 2006 und 2,76 TWh in 2007 (siehe Tabelle 5).

*Tabelle 5: KWK-Stromerzeugung aus Anlagen unter dem EEG mit Inbetriebnahme **ab 2004** nach Sektoren (BDEW-Ausarbeitung)*

TWh – Inbetriebnahme ab 2004	Einheit	2006	2007	2008
Gesamteinspeisung mit KWK-Bonus	TWh el	1,256	3,385	5,262
- davon allgemeine Versorgung	TWh el	0,237	0,336	0,500
- davon industrielle Kraftwirtschaft	TWh el	0,268	0,289	0,173
- davon private Anlagen	TWh el	0,751	2,759	4,588
KWK-Anteil der privaten Anlagen (bezogen auf Gesamteinspeisung privater Biomasseanlagen)	% KWK	18%	31%	38%

In einem nächsten Schritt müssen nun noch die KWK-Strommengen für private Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 geschätzt werden. Analog dem Vorgehen für das Basisjahr 1998 wird für private Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 ein brennstoffübergreifender durchschnittlicher KWK-Stromanteil von 25% der Stromeinspeisung aus Biomasse angesetzt. Für die Bereiche allgemeine Versorgung und industrielle Kraftwirtschaft erfolgt die Bestimmung der KWK-Stromerzeugung aus Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 durch Differenzbildung zwischen den vom Statistischen Bundesamt ausgewiesenen gesamten KWK-Strommengen eines Berichtsjahrs vermindert um die in Tabelle 5 abgebildete KWK-Stromerzeugung aus Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2004.

Tabelle 6: KWK-Stromerzeugung aus Anlagen unter dem EEG mit Inbetriebnahme vor 2004 nach Sektoren (BDEW-Ausarbeitung)

TWh – Inbetriebnahme vor 2004	Einheit	2006	2007	2008
Gesamteinspeisung KWK	TWh el	1,786	1,553	1,780
- davon allgemeine Versorgung	TWh el	0,208	0,204	0,311
- davon industrielle Kraftwirtschaft	TWh el	1,116	0,933	0,921
- davon private Anlagen	TWh el	0,462	0,417	0,549
KWK-Anteil der privaten Anlagen (bezogen auf Gesamteinspeisung privater Biomasseanlagen)	% KWK	25%	25%	25%

Auf Grundlage der in Tabelle 2 abgebildeten Gesamteinspeisung privater Anlagen lassen sich direkt die KWK-Strommengen für Klärgas- und Deponiegasverstromung (Annahme: 15% bzw. 5%-KWK-Anteile) für die einzelnen Berichtsjahre unabhängig vom Jahr der Inbetriebnahme der einzelnen Anlagen ableiten.

Für private Biomasseanlagen wird für das Referenzjahr 1998 und die Berichtsjahre 2003 bis 2005 ein einheitlicher KWK-Stromanteil von 25% näherungsweise angesetzt.

Zusammengefasst ergeben sich dann die in Tabelle 7 zusammengestellten KWK-Stromeinspeisungen aus mit erneuerbaren Energien betriebenen privaten Anlagen.

Tabelle 7: Gesamte KWK-Stromerzeugung privater Anlagen unter dem EEG – TWh el (BDEW-Ausarbeitung)

Brennstoff	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Klärgas	0,095	0,123	0,130	0,133	0,140	0,146	0,150
Deponiegas	0,021	0,026	0,036	0,042	0,043	0,040	0,040
Biomasse mit INB vor 2004	0,082	0,638	0,787	1,033	0,462	0,417	0,549
Biomasse mit IBN ab 2004	--	--	s. o.	s. o.	0,751	2,759	4,588
Gesamt	0,197	0,786	0,953	1,208	1,396	3,362	5,328

Um die Auswirkung der Methodenwahl auf die Ergebnisfindung einschätzen zu können, sind in Abbildung 4 einige verschiedene Varianten für die Bestimmung der privaten KWK-Stromerzeugung gegenübergestellt. Hierbei ergeben sich die Kurvenverläufe für „Obere“ und

„Untere Spannweite“ bei Ansetzen typischer KWK-Stromanteile nach Energieträgern gemäß Textbox 2 (siehe Teil 2, Abschnitt 1, Buchstabe c).

Das Ökoinstitut sieht gemäß Monitoringbericht eine pauschale Annahme von durchschnittlich 25% KWK-Stromanteil für Biomasse und Gase vor. Ein wesentlicher Unterschied zur BDEW-Methode für die Zeit bis 2006 besteht darin, dass in der BDEW-Methode auf Grundlage der KWK-Studie des Institutes für Energetik Leipzig¹⁷ für Klärgas und Deponiegas nur Anteile von 15% bzw. 5% angesetzt werden, während der KWK-Stromanteil für Biomasse ebenfalls mit 25% angesetzt wird. Ab dem Jahr 2006 unterscheiden sich die beiden Methoden dann noch dadurch, dass der BDEW-Ansatz die von den Netzbetreibern berichteten KWK-Bonusstrommengen für Anlagen mit Inbetriebnahme ab 2004 berücksichtigt.

Der Umstand, dass im Jahr 2006 die BDEW-Methode zu einem niedrigeren KWK-Stromanteil als die untere Spannweite führt, ist möglicherweise darüber begründet, dass eine Vielzahl von ab 2004 neu in Betrieb genommener Anlagen die zugehörigen Wärmesenken noch nicht in verifizierungswürdiger Weise erschlossen hatten und damit in 2006 in vielen Fällen noch keine KWK-Bonusvergütung in Anspruch nehmen konnten.

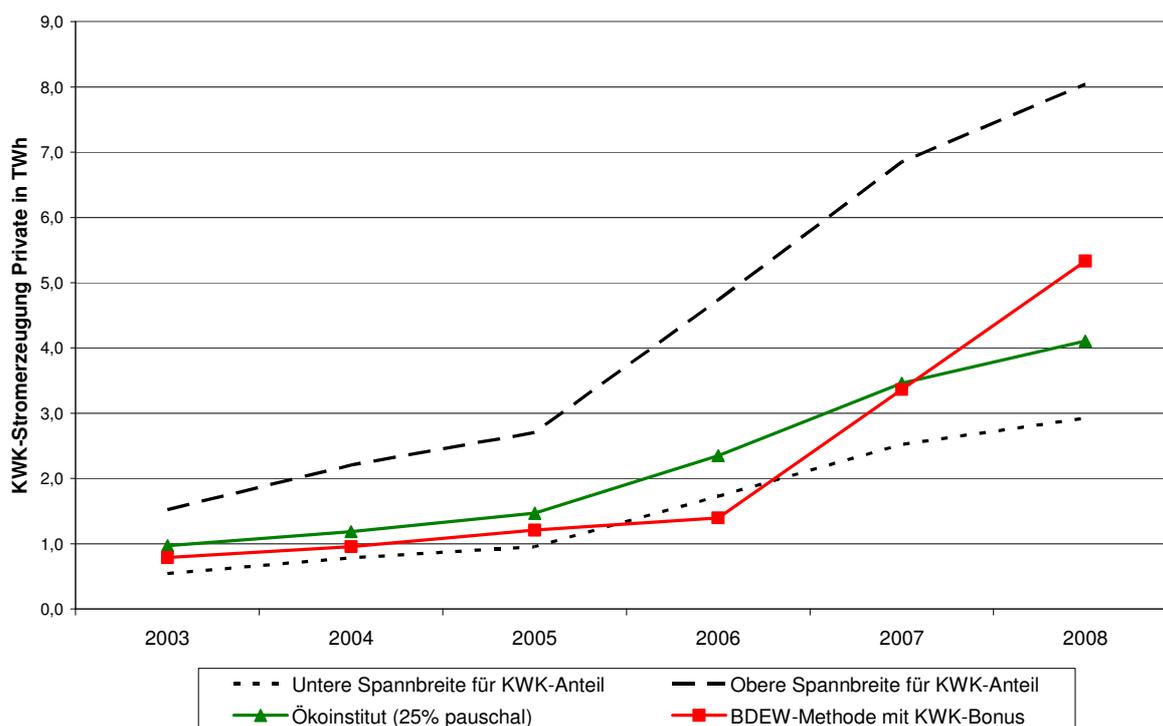


Abbildung 4: Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung der KWK-Stromerzeugung privater Anlagen unter dem EEG (BDEW-Ausarbeitung)

¹⁷ Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig: „Wärmegewinnung aus Biomasse“, Anlagenband zur Projektnummer 17/02 für das BM für Wirtschaft und Arbeit, Leipzig, April 2004.

c) Ermittlung der zugehörigen KWK-Wärmeerzeugung

Für die Zuordnung einer KWK-Wärmeerzeugung wird – wie im Vorangegangenen beschrieben – einheitlich eine Stromkennzahl von durchschnittlich 0,65 für alle erneuerbaren Energieträger angesetzt. Demzufolge ergeben sich dann ausgehend von den in Tabelle 7 dargestellten Ergebnissen für die KWK-Stromerzeugung die in Tabelle 8 aufgeführten zugehörigen KWK-Wärmemengen aus privaten Anlagen.

Tabelle 8: Gesamte KWK-Wärmeerzeugung privater Anlagen unter dem EEG – TWh th (BDEW-Ausarbeitung)

Brennstoff	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Klär gas	0,146	0,189	0,199	0,205	0,216	0,225	0,231
Deponie gas	0,032	0,039	0,056	0,064	0,066	0,061	0,062
Biomasse mit INB vor 2004	0,126	0,981	1,211	1,590	0,711	0,641	0,845
Biomasse mit IBN nach 2004	--	--	s. o.	s. o.	1,155	4,245	7,059
Gesamt	0,304	1,209	1,467	1,859	2,148	5,173	8,196

d) Ermittlung der CO₂-Einsparung durch Vergleich mit dem Referenzsystem einer ungekoppelten Erzeugung

Die Ermittlung der CO₂-Einsparung erfolgt – wie im Falle der allgemeinen Versorgung auch – über eine Gegenüberstellung des jeweiligen Ausbauzustands eines Berichtsjahres mit den zwei Referenzsystemen für die ungekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme im Referenzjahr 1998.

Aus Tabelle 9 und Abbildung 5 geht hervor, dass die vermiedenen CO₂-Emissionen der privaten Einspeiser in den letzten Jahren erheblich zugenommen haben. Der starke Ausbau von Biomassenutzung verbunden mit Kraft-Wärme-Kopplung führt gegenüber den Referenzsystemen einer ungekoppelten Erzeugung zu einer CO₂-Einsparung in Höhe von ca. 6,3 – 6,7 Mio. Tonnen.

Table 9: Vermiedene CO₂-Emissionen durch KWK-Strom- und KWK-Wärmeerzeugung privater Anlagen unter dem EEG (BDEW-Ausarbeitung)

Mio. Tonnen CO ₂	1998	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Vermiedene Emissionen gegenüber REF 1	0,2	1,0	1,2	1,5	1,7	4,1	6,5
Vermiedene Emissionen gegenüber REF 2	0,3	1,0	1,3	1,6	1,8	4,4	7,0
Vermiedene Emissionen gegenüber 1998 – REF 1	--	0,7	0,9	1,2	1,5	3,9	6,3
Vermiedene Emissionen gegenüber 1998 – REF 2	--	0,8	1,0	1,3	1,6	4,2	6,7

Anmerkung: Referenzsystem REF 1: 770 g CO₂/kWh Strom; 295 g CO₂/kWh Wärme
Referenzsystem REF 2: 860 g CO₂/kWh Strom; 295 g CO₂/kWh Wärme

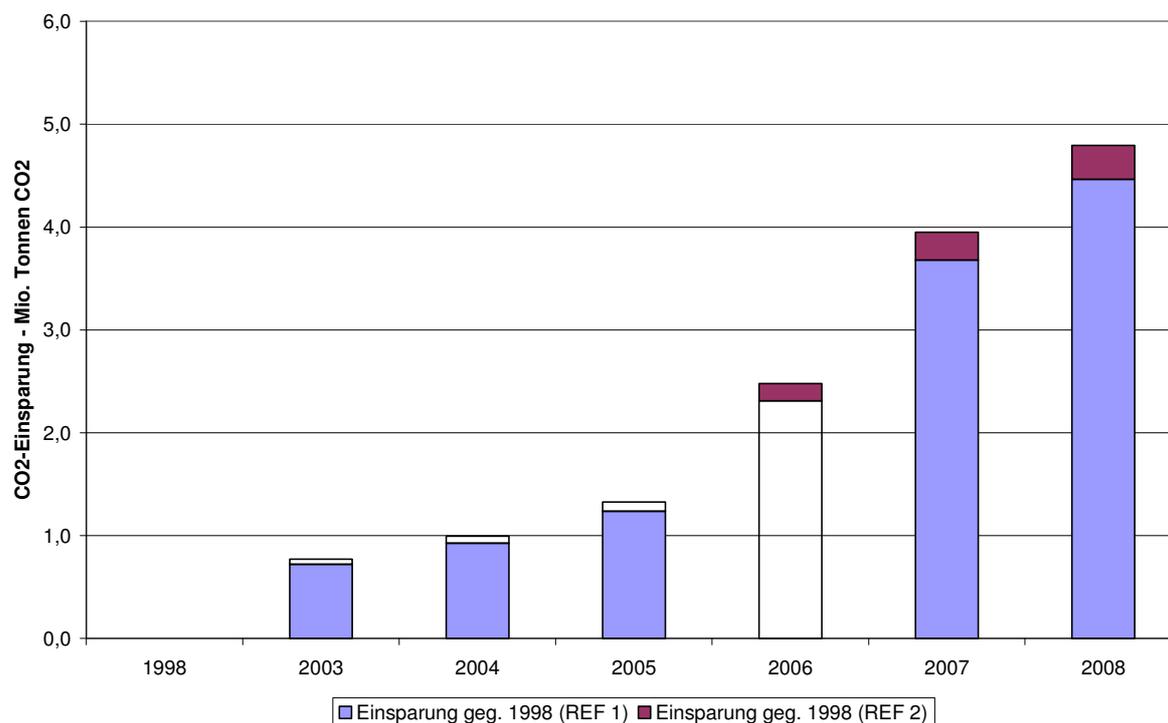


Abbildung 5: Entwicklung der durch Kraft-Wärme-Kopplung in privaten Anlagen unter dem EEG vermiedenen CO₂-Emissionen gegenüber einer ungekoppelten Erzeugung in 1998 (BDEW-Ausarbeitung)

ANHANG (Zusätzliche Informationen)

Tabelle 10: Brennstoffspezifische CO₂-Emissionsfaktoren

Energieträger	CO ₂ -Faktor (t CO ₂ /GJ)
<u>Braunkohlen</u>	
Rohbraunkohle	112
Braunkohlebriketts	98
Hartbraunkohle	97
Sonstige Braunkohlen	98
<u>Steinkohlen</u>	
Steinkohle	93
Steinkohlenkoks	105
<u>Mineralölprodukte</u>	
Diesel	74
Leichtes Heizöl	74
Schweres Heizöl	78
Petrolkoks	101
Flüssiggas	65
Raffineriegas	60
Andere Mineralölprodukte	80
<u>Gasförmige Brennstoffe</u>	
Erdgas	56
Kokereigas	44
Gichtgas	105
Grubengas	54

Quelle: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft – Monitoringbericht 2000 – 2002, Teil C Datengrundlagen, S. 270.

Table 11: Ausgewählte Inbetriebnahmen von neuen KWK-Anlagen (nur fossil befeuerte Kraftwerke) über den Zeitraum 2005 – 2009 (ohne EVU-betriebene Contractinganlagen)

Betreiber	Standort	Brennstoff	INB*	MW el	MW th	Bemerkung
Erlanger Stw.	Erlangen	Eg	2005	19	21	
Mainova	Frankfurt-Niederrad	Eg	2005	73	91	
Stw. Duisburg	Duisburg-Wanheim	Eg	2005	239	167	
EV Halle	Halle-Dieselstr.	Eg	2005	89	160	Verbunden mit Stilllegung von Altanlagen
N-Ergie	Sandreuth (Nürnberg)	Eg	2005	90	272	Neue Gesamtanlage: 190 MW + 320 MW
Stw. Münster	Münster-Hafen	Eg	2005	95	220	Verbunden mit Stilllegung von Kohlekesseln
Wuppertaler Stw.	Wuppertal-Barmen	Eg	2005	82	67	Verbunden mit Stilllegung von Altanlagen
Stw. Würzburg	Würzburg	Eg	2005	75	82	Verbunden mit Stilllegung von Altanlagen

Quelle: BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Betreiberangaben

Table 12: Ausgewählte Inbetriebnahmen von neuen KWK-Anlagen (Müll- oder Biomasseheizkraftwerke) über den Zeitraum 2005 – 2008

Betreiber	Standort	Brennstoff	INB*	MW	Bemerkung
Müllheizkraftwerke					
Stw. Erfurt	Erfurt	Müll	2005	4	Erweiterung
Stw. Magdeburg / BKB	Magdeburg-Rothensee	Müll	2005/2006	32	2 Linien
Mainova	Nordweststadt	Müll	2005	45	Erweiterung
E.ON Energy f. W.	Premnitz	Müll	2008	14	
ZAW Südwest.	Zella-Mehlis	Müll	2007	14	
Biomasseheizkraftwerke (feste Brennstoffe) ≥ 5 MW					
Stw. Augsburg	Augsburg	Bm	2008	5	
Stw. Baden-Bad.	Baden-Baden	Bm	2006	5	
RWE/Harpen	Berlin-Neukölln	Bm	2005	20	
Stw. Flensburg / Novus Energie	Brunsbüttel	Bm	2008	8	
Stw. Dinslaken	Dinslaken	Bm	2007	5	
Stw. Düsseldorf	Düsseldorf-Garath	Bm	2007	5	
Stw. Flensburg	Flensburg	Bm	2008	6	
Mark-E	Hagen-Kabel	Bm	2005	20	
Vattenfall / MVB	Hamburg	Bm	2006	20	
Evonik Steag Saar	Ilmenau	Bm	2005	5	
Stw. Kassel	Kassel	Bm	2008	11	
Stw. Neustrelitz	Neustrelitz	Bm	2006	8	
Heizkraftwerk	Pforzheim	Bm	2005	13	
Stw. Ulm	Senden	Bm	2008	5	Holzvergasung
Stw. Crailsheim	Willburgstetten	Bm	2007	9	

Quelle: BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Betreiberangaben

Tabelle 13: Identifizierte Zubauten und Stilllegungen von fossil-befeuerten BHKW in der allgemeinen Versorgung über den Berichtszeitraum 2005 – 2008

BHKW	Einheit	2005	2006	2007	2008	Gesamt
Zubau	MW el	44	24	14	31	113
Stilllegung	MW el	13	5	10	1	29
Nettozubau	MW el	31	19	4	30	84

Quelle: BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Betreiberangaben und AGFW-Hauptberichten zur Fernwärmeversorgung 2004 - 2007

Tabelle 14: Umrüstungen fossil-befuenerter BHKW auf Einsatz flüssiger Biomasse

Betreiber	Ort	Jahr	Leistung - MW	Bemerkung
UR Power	Calbe	2005	10,0	Vormals Energiewerke Calbe
UR Power	Deersheim	2006	5,4	
UR Power	Treffurt	2007	2,6	
Stw. Schw.-Hall	Schwäbisch-Hall	2006	5,1	
Stw. Ülzen	Ülzen	2006	2,0	
GESAMT	2005 - 2007		25,1	

Quelle: BDEW-Ausarbeitung auf Grundlage von Betreiberangaben
Leistungsangaben aus EEG-Anlagenstammdaten der Netzbetreiber

Literaturverzeichnis

AGFW - Arbeitsgruppe Fernwärme: Hauptbericht(e) der Fernwärmeversorgung 1998 – 2007

Bundesumweltministerium - BMU: Erneuerbare Energien in Deutschland 1990 bis 2007, Stand November 2009.

Bundesumweltministerium - BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen – Berichtsjahr 2008, Stand Juli 2009.

Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig: „Wärmegewinnung aus Biomasse“, Anlagenband zur Projektnummer 17/02 für das BM für Wirtschaft und Arbeit, Leipzig 2004.

Öko-Institut (Harthan, Matthes, Gores): Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung - Berichtszeitraum 1998 bis 2005. Bericht für das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI).

Öko-Institut (Harthan): „Umfrage zum BHKW-Absatz in Deutschland“, laufende Jahresberichte in „Energie & Management“.

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) (2008): Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft. Monitoringbericht 2003-2004. RWI Projektberichte, Februar 2008.

Statistisches Bundesamt („StaBu 067“) Fachserie 4, Reihe 6.4 „Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und verarbeitendem Gewerbe“, Tabelle 2.5.1 (gesamt) und 2.5.2 (in KWK); „Verbrennungsmotoren“.

Statistisches Bundesamt Fachserie FS 4, Reihe 6.5, Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft, Tabelle 2.2 Aufkommen und Verwendung von Klärgas.

Statistisches Bundesamt („Stabu 066“): Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung - Tabelle 5b, Stromerzeugung, und Tabelle 6b, Brennstoffeinsatz, jeweils für Wärmekraftwerke und Heizkraftwerke.

Übertragungsnetzbetreiber: Kategorienscharfe Jahresabrechnungen hinsichtlich Einspeisungen und Vergütungszahlungen unter dem EEG, Berichtsjahre 2006 – 2008.

Übertragungsnetzbetreiber: EEG Anlagenstammdaten und –bewegungsdaten der Jahre 2006 - 2008.

Umweltbundesamt (UBA) (2008): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2006. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2008. UBA Climate Change 07-08, Dessau-Roßlau, May 2008.

Umweltbundesamt (Memmler et al.): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. UBA Dessau, 12/2009.

Wagner, E. (1999): Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft, Stand 1998. In: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 1998 (1999), Heft 24.

Anhang 2.2: Fortschrittsbericht des VKU

Zweiter Bericht des VKU

zur Umsetzung der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimavereinbarung vom 09.11.2000

Zeitraum 2006 – 2008

Berlin, den 22. März 2010

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Einsparung von CO₂-Emissionen durch kommunale KWK-Anlagen im Zeitraum 1998 - 2005
 - 2.1 Methodische Vorgehensweise
 - 2.2 Entwicklung der Stromerzeugung in kommunalen KWK-Anlagen
 - 2.2.1 Installierte Leistung (Produktionskapazität)
 - 2.2.2 Elektrische Arbeit
 - 2.3 Entwicklung der Wärmeerzeugung in kommunalen KWK-Anlagen
 - 2.4 Entwicklung des Brennstoffmix in kommunalen KWK-Anlagen
 - 2.5 Entwicklung der Effizienz kommunaler KWK-Anlagen
 - 2.6 Entwicklung der CO₂-Emissionen kommunaler KWK-Anlagen
 - 2.7 Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Referenzsystemen
 - 2.8 Entwicklung der CO₂-Einsparung durch kommunale KWK-Anlagen
- 3 Zusammenfassung und Fazit

1 Einleitung

Am 24.06.2001 haben die Bundesregierung und Verbände der deutschen (Energie-)wirtschaft, darunter auch der Verband kommunaler Unternehmen (VKU), eine Vereinbarung zur Minderung der CO₂-Emissionen und zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) getroffen. Diese Vereinbarung baut auf der vorhergehenden Klimaververeinbarung zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft (ohne Beteiligung des VKU) vom 09.11.2000 auf.

In der Vereinbarung vom 24.06.2001 verpflichteten sich die Unterzeichnerverbände, bis zum Jahr 2010 eine Emissionsreduktion von insgesamt bis zu 45 Mio. t CO₂ / Jahr im Verhältnis zu 1998 zu erreichen.

Bis 2010 sollen der Erhalt, die Modernisierung und der Zubau von KWK-Anlagen (einschließlich kleiner Blockheizkraftwerke und der Markteinführung von Brennstoffzellen) mit einer CO₂-Minderung von insgesamt möglichst 23 Mio. t / Jahr, jedenfalls nicht unter 20 Mio. t / Jahr, (gegenüber 1998) zu dieser Zielsetzung beitragen. Als Zwischenziel für das Jahr 2005 sieht die Vereinbarung eine Senkung von 10 Mio. t CO₂ / Jahr vor.

Weitere CO₂-Minderungen bis zu 25 Mio. t / Jahr im Jahr 2010 (bzw. 10 Mio. t / Jahr in 2005) sollen über andere Maßnahmen erreicht werden. Hierzu ist der Erlass konkreter Einzelklärungen der Energiewirtschaftsverbände vorgesehen.

Die Umsetzung der Vereinbarung wird durch ein kontinuierliches Monitoring begleitet.

Zur Unterstützung des Monitoring-Prozesses hat der VKU am 24.10.2007 einen Bericht über die im Zeitraum 2002 – 2005 durch den Ausbau und die Modernisierung der KWK erreichten CO₂-Einsparungen abgegeben. Daraus geht hervor, dass die kommunale KWK ihren Beitrag zur Emissionsminderung im Berichtszeitraum deutlich ausgeweitet hat.

Im Jahr 1998 erzielten die von kommunalen Unternehmen betriebenen KWK-Anlagen CO₂-Emissionsreduktionen im Umfang von 4,5 Mio. t. Durch den kontinuierlichen Ausbau und die Modernisierung von KWK-Anlagen konnten die Stadtwerke die jährlichen CO₂-Einsparungen um 3,1 Mio. t CO₂ auf 7,6 Mio. t CO₂ steigern.

Insgesamt konnten im Zeitraum 2002 – 2005 durch den Zubau und die Modernisierung von KWK-Anlagen sowie die Förderung kleiner Blockheizkraftwerke und Brennstoffzellen in Deutschland 33,7 – 40,9 Mio. Tonnen CO₂¹ eingespart werden.

Dies bedeutet gegenüber 1998 eine zusätzliche Minderung von 12,3 bis 13,6 Mio. t CO₂. Damit ist das für 2005 gesetzte Zwischenziel einer Senkung von 10 Mio. t CO₂ pro Jahr sogar übertroffen. Zu diesem Ergebnis gelangt das mit der Überwachung der oben genannten Ziele beauftragte Öko-Institut in seinem Bericht vom 23. Oktober 2009².

Vergleicht man diese Zahlen mit der CO₂-Einsparung, die allein der kommunale KWK-Ausbau im Zeitraum 1998 – 2005 bewirkt hat, zeigt sich, dass die kommunale Energiewirtschaft zu ungefähr einem Viertel zu dem erreichten Zwischenergebnis von 12,3 bis 13,6 Mio. t CO₂/a beigetragen hat. Gemessen daran, dass Stadtwerke knapp 10 Prozent der Stromerzeugung in Deutschland repräsentieren, ist dies ein weit überdurchschnittlicher Beitrag.

Für die Einhaltung des vereinbarten Ziels, gegenüber 1998 20 – 23 Mio. t CO₂ zusätzlich zu vermeiden, kommt nun dem Zeitraum 2006-2010 entscheidende Bedeutung zu. Sollte sich eine Zielverfehlung abzeichnen, sind gegebenenfalls weitere flankierende Maßnahmen des Gesetzgebers notwendig.

Zur Unterstützung des weiteren Monitoring-Prozesses gibt der VKU den vorliegenden zweiten Monitoring-Bericht ab.

Ebenso wie der VKU-Monitoringbericht vom 24.10.2007 bezieht sich der vorliegende Bericht auf die durch den Erhalt, die Modernisierung und den Zubau von KWK-Anlagen erzielte CO₂-Reduzierung. Dargestellt wird der Minderungsbeitrag, den die kommunalwirtschaftlichen Unternehmen (Stadtwerke) bis zum Jahr 2008 geleistet haben.

¹ Die Spannbreite ist darauf zurückzuführen, dass die Berechnungen anhand von zwei Referenzsystemen für die ungekoppelte Erzeugung durchgeführt wurden. In Referenzsystem 1 wurden 770 g CO₂ je kWh_{el} ungekoppelter Stromerzeugung und in Referenzsystem 2 860 g CO₂ je kWh_{el} ungekoppelter Stromerzeugung zugrundegelegt. In beiden Systemen wurden die Emissionen der ungekoppelten Wärmeerzeugung mit 295 g je kWh_{th} beziffert. Referenzsystem 1 ergibt eine CO₂-Ersparnis von 33,7 Mio. t; Referenzsystem 2 ergibt 40,9 Mio. t.

² Harthan/Matthes/Gores, Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung, Berichtszeitraum 1998 bis 2005, 23.10.2010, S. 49 ff.

2 Einsparung von CO₂-Emissionen durch kommunale KWK-Anlagen im Zeitraum 2006 - 2008

Durch den Ausbau der KWK in der kommunalen Energiewirtschaft konnten im Zeitraum 1998 – 2008 knapp 5 Mio. t CO₂ zusätzlich eingespart werden.

Im Jahr 2005 verwirklichten die kommunalen Energieversorgungsunternehmen durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme eine CO₂-Minderung von rund 7,6 Mio t.

Bis zum Jahr 2008 konnten durch den Ausbau der kommunalen KWK weitere 1,8 Mio. t CO₂ pro Jahr eingespart werden. Somit verwirklichten allein die kommunalen KWK-Anlagen in Deutschland im Jahr 2008 eine CO₂-Reduktion von rund 9,4 Mio. t.

2.1 Methodische Vorgehensweise

Für den Monitoringbericht 2006 – 2008 wurden Daten durch den VKU erhoben und einige Datensätze nicht meldender Unternehmen dem AGFW-Hauptbereich der Fernwärmeversorgung von 2006 („AGFW-Bericht 2006“) entnommen. Erfasst sind alle Unternehmen, von denen ausreichende Daten verfügbar waren. Insgesamt beruht der Bericht auf den Angaben von 193 kommunalwirtschaftlichen Unternehmen für 2008 und von 140 kommunalwirtschaftlichen Unternehmen für 1998 – 2007. Diese Differenz ist mit einer Änderung der Befragungs- und Erfassungssystematik ab dem Jahr 2008 zu erklären. So wurden ab 2008 193 VKU-Mitglieder einschließlich ihrer prozentualen Beteiligungen an Kraftwerken bzw. an Erzeugungsgesellschaften in der Erfassung berücksichtigt. Für die Berechnung 2008 wurde im Gegensatz zu den Vorjahren ausschließlich der Regelenergieträger berücksichtigt.

Auf eine Beschränkung hinsichtlich der Anlagengröße wurde ab 2008 verzichtet. Kommunale Unternehmen, die für 2008 keine Daten gemeldet haben (36 zumeist kleinere Unternehmen), aber laut AGFW-Bericht 2006 KWK-Anlagen betreiben, wurden mit Hilfe der Daten aus dem AGFW-Bericht 2006 abgeschätzt.

Für die Werte der Jahre 2006/2007 wurde aufgrund fehlender Datengrundlagen für die Jahre 2006 und 2007 eine Abfrage bei den 41 größten (gemessen an der installierten KWK-Leistung 2005) Mitgliedern des VKU durchgeführt. Diese 41 Unternehmen vereinen etwa 93 % der installierten KWK-Leistung. Von den angeschriebenen Unternehmen haben 35 geantwortet, die Daten der verbleibenden 6 Unternehmen wurden dem AGFW-Bericht 2006 entnommen und für das Jahr 2007 fortgeschrieben.

Um zu ermitteln, in welcher Höhe kommunale Unternehmen durch den Betrieb von KWK-Anlagen CO₂-Emissionen eingespart haben, sind die CO₂-Emissionen dieser Anlagen mit den CO₂-Emissionen zu vergleichen, die bei ungekoppelter Erzeugung entstanden wären.

Die CO₂-Emissionen von KWK-Anlagen bestimmen sich nach dem Brennstoffeinsatz. Die Menge des eingesetzten Brennstoffes lässt sich anhand der vorliegenden Erkenntnisse zur Strom- und Wärmeproduktion und zum Brennstoffmix der einzelnen Unternehmen sowie zur Effizienz der KWK-Anlagen und den Netzverlusten bei der Wärmeverteilung ermitteln.

Zur Bestimmung der CO₂-Intensität der verschiedenen Brennstoffe wurde auf die Emissionsfaktoren gemäß Anhang 1 der Verordnung über die Zuteilung von Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 (Zuteilungsverordnung 2012 – ZuV 2012) Bezug genommen. Die Emissionsfaktoren geben Auskunft über die Menge der CO₂-Emissionen, die bei der Erzeugung einer bestimmten Wärme- und Strommenge freigesetzt werden. Für die Brennstoffe Rohbraunkohle, Steinkohle, Öl und Erdgas gelten folgende Emissionsfaktoren:

Emissionsfaktoren für Rohbraunkohle, Steinkohle, Öl und Erdgas

	t CO ₂ /TJ	t CO ₂ / GWh
Rohbraunkohle ³	112	403,2
Steinkohle	94	338,4
Öl	86	309,6
Erdgas	56	201,6

³ Anlage 1 der ZuV 2012 enthält unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Standorte Helmstedt, Lausitz, Mitteldeutschland und Rheinland. Für die Zwecke dieses Berichts wurde aus diesen Werten nach Absprache mit dem Öko-Institut ein Durchschnittswert gebildet.

Für die Bewertung von Abfallverbrennung (Müllverbrennung) wurde in Entsprechung des Nationalen Emissionsinventars der biogene Anteil (Gebrauchtholz) als klimaneutral bewertet. Demnach beträgt der CO₂-Emissionsfaktor (fossil) für Hausmüll im Durchschnitt rund 34 t CO₂/TJ. Dies entspricht in etwa 122,4 t CO₂/GWh.

Emissionsfaktor für Müll

	t CO ₂ /TJ	t CO ₂ / GWh
Müll	34	122,4

Die Ermittlung der CO₂-Emissionen, die bei ungekoppelter Erzeugung entstanden wären, erfolgt üblicherweise anhand von Referenzsystemen für die ungekoppelte Stromerzeugung einerseits und für die ungekoppelte Wärmeerzeugung andererseits.

Für den vorliegenden Bericht wurde auf der Stromseite ein hälftiger Mittellast-Mix aus Steinkohle- und Erdgas-Bestandsanlagen mit einem spezifischen Emissionswert von 771 g CO₂ je kWh ungekoppelter Stromerzeugung zugrunde gelegt⁴. Hierbei handelt es sich um statische Referenzsysteme, die auf konstanten Emissionswerten basieren.

Auf der Wärmeseite wurde als Mittelwert aus industrieller und öffentlicher Wärmebereitstellung ein Emissionswert von 295 g / kWh_{th} angenommen.

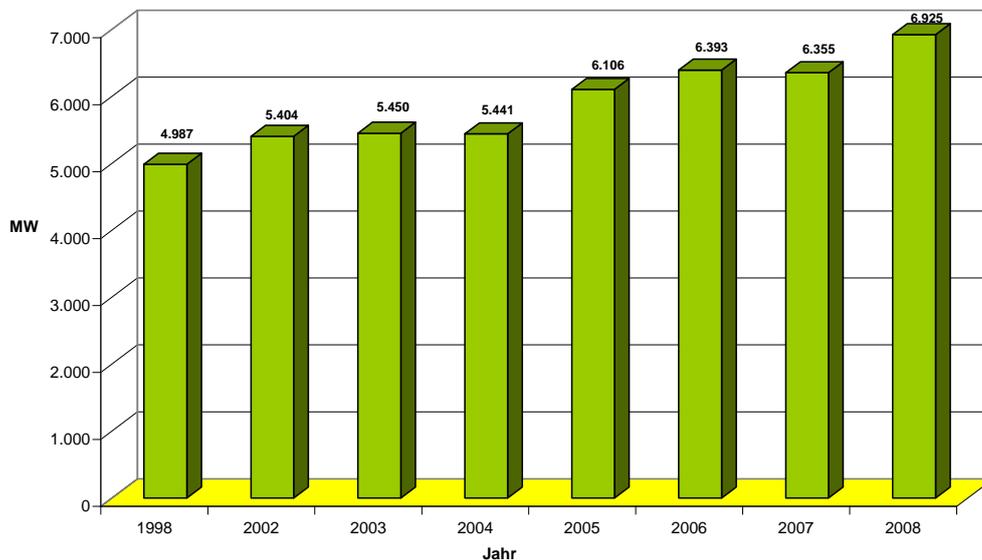
⁴ Vgl. Öko-Institut, Endgültige Auswertung der aktualisierten VKU-Modernisierungsumfrage 2003, S. 3

2.2 Entwicklung der Stromerzeugung in kommunalen KWK-Anlagen

2.2.1 Installierte Leistung (Produktionskapazität)

Die installierte elektrische Leistung in KWK wuchs von ca. 6.100 MW im Jahr 2005 auf ca. 6.400 MW im Jahr 2006, blieb bis zum Jahr 2007 weitgehend konstant und stieg dann auf ca. 6.900 MW im Jahr 2008. Insgesamt wurde in den Jahren 2006 – 2008 ein Zuwachs von ca. 800 MW gegenüber 2005 erreicht.

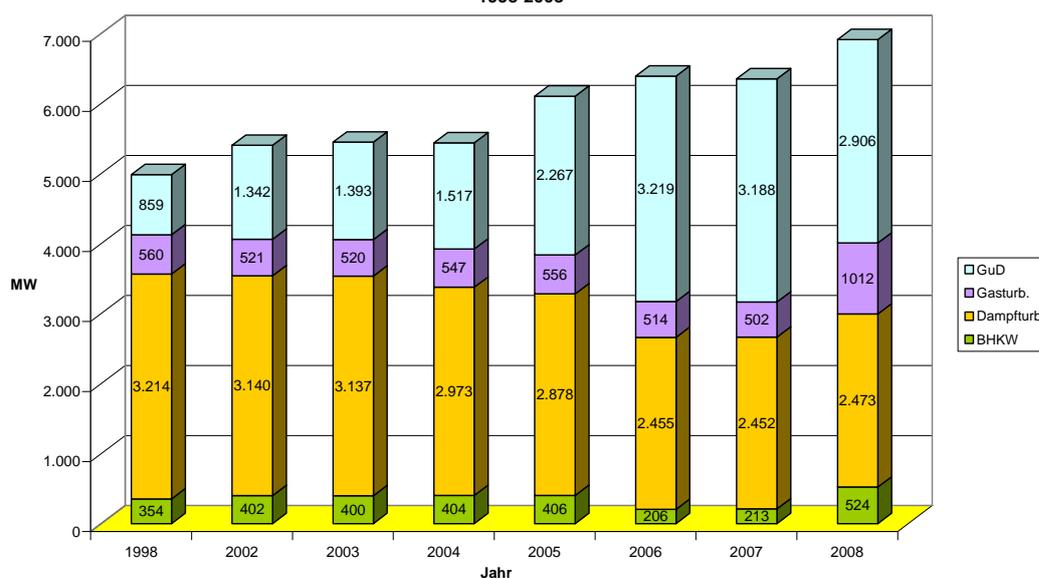
Entwicklung der elektrischen Leistung der Kommunalen KWK-Anlagen,
1998-2008



Quelle: VKU 2009 / AGFW

Differenziert nach Anlagentypen zeigt sich, dass der historisch leistungsmäßig größte Anteil, die Dampfturbinen, der schon im Zeitraum 1998 – 2005 (erster Berichtszeitraum) rückläufig war, zum Jahr 2006 noch einmal deutlich abgenommen hat und bis zum Jahr 2008 auf diesem Niveau verblieb (ca. 2.480 MW). Während im ersten Berichtszeitraum der größte Zuwachs bei den GuD-Anlagen stattgefunden hat, wurde im Jahr 2006 mit ca. 3.220 MW der Höhepunkt erreicht. Seitdem ist der GuD-Anteil leicht zurückgegangen und lag im Jahr 2008 bei ca. 2.900 MW. Die installierte Leistung der Gasturbinen, die sich bislang um die 500 MW bewegte, hat sich zum Jahr 2008 ungefähr verdoppelt. Die installierte Leistung der BHKW, die sich zum Jahr 2006 auf ca. 200 MW halbiert hat, liegt im Jahr 2008 mit ca. 520 MW höher als je zuvor.

Entwicklung der Leistungsanteile der einzelnen Kommunalen KWK-Anlagentypen, 1998-2008

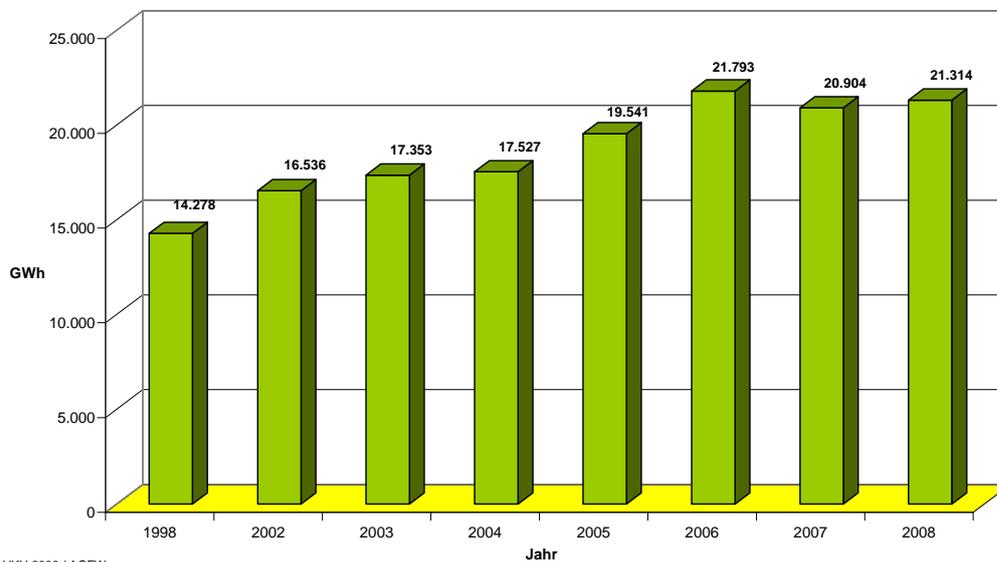


Quelle: VKU 2009 / AGFW

2.2.2 Elektrische Arbeit

Die in das öffentliche Netz eingespeiste KWK-Stromarbeit hat sich nach einem Sprung von ca. 17.500 GWh in 2004 auf ca. 19.500 GWh in 2005 zum Jahr 2006 noch einmal deutlich erhöht, nämlich auf ca. 21.800 GWh. Anschließend ist sie leicht gesunken und betrug im Jahr 2008 ca. 21.300.

Entwicklung der elektrischen Arbeit der kommunalen KWK-Anlagen
1998-2008

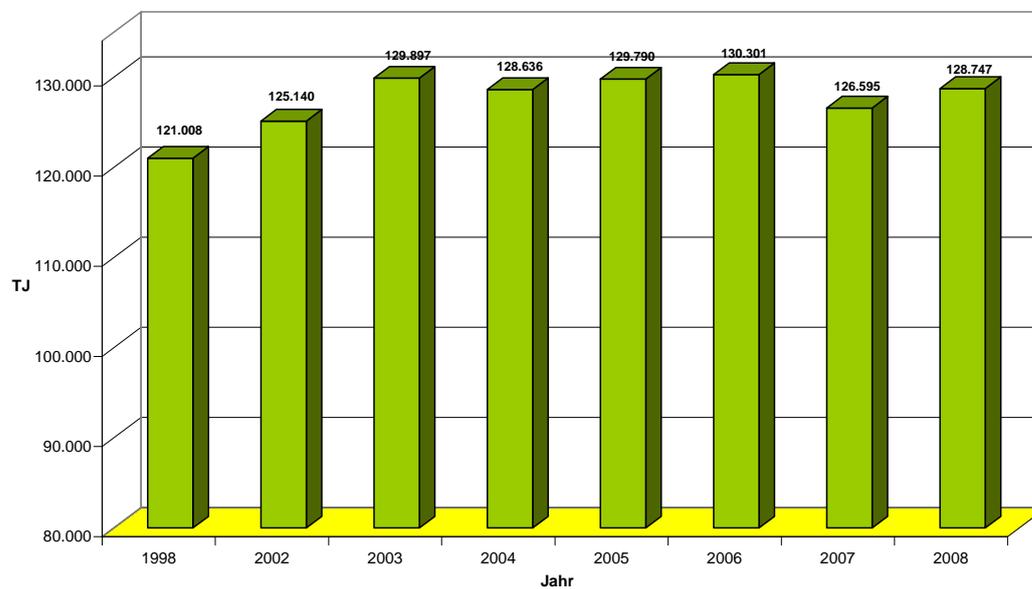


Quelle: VKU 2009 / AGFW

2.3 Entwicklung der Wärmeerzeugung in kommunalen KWK-Anlagen

Die Wärmenetzeinspeisung betrug im Jahr 2006 ca. 130.000 TJ und unterschied sich somit kaum von Wert des Vorjahres. Im Jahr 2007 fiel der Wert auf ca. 126.500 TJ und stieg im folgenden Jahr auf ca. 128.750 TJ.

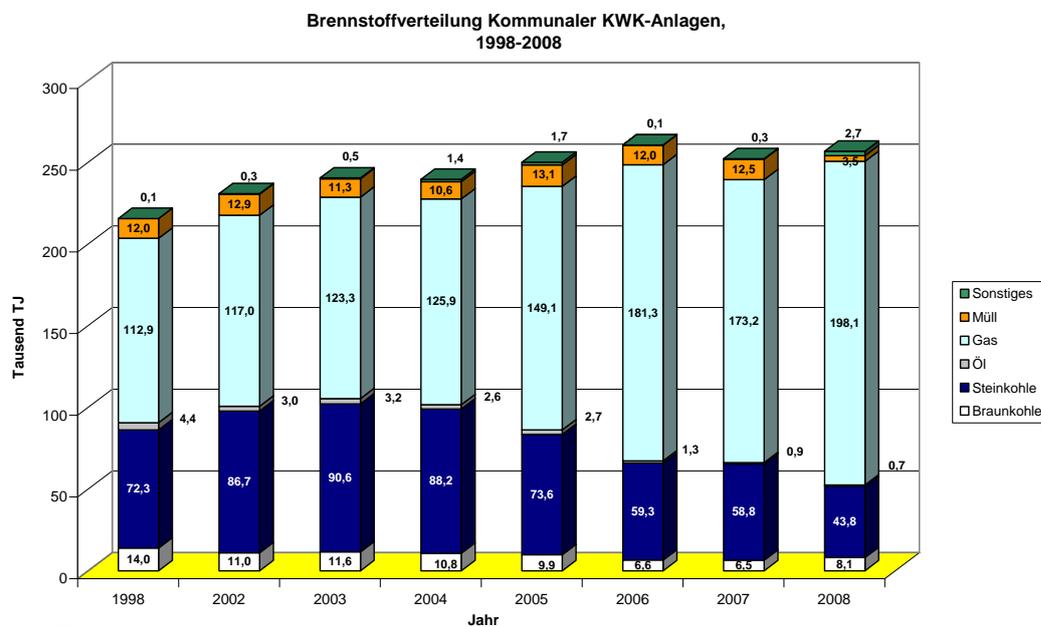
Entwicklung der Wärmenetzeinspeisung aus kommunaler KWK,
1998-2008



Quelle: VKU 2009 / AGFW

2.4 Entwicklung des Brennstoffmixes in kommunalen KWK-Anlagen

Zu beobachten ist, dass der Anteil von Stein- und Braunkohle an den eingesetzten Brennstoffen abnimmt, während der Anteil an Erdgas kontinuierlich zunimmt. Insofern setzt sich der bereits im vorhergehenden Berichtszeitraum festgestellte Trend zu CO₂-ärmeren Brennstoffen fort. Es fällt allerdings auf, dass der Anteil von Müll von 12.500 TJ im Jahr 2007 auf 3.500 TJ im Jahr 2008 deutlich abgesunken ist.



2.5 Entwicklung der Effizienz kommunaler KWK-Anlagen

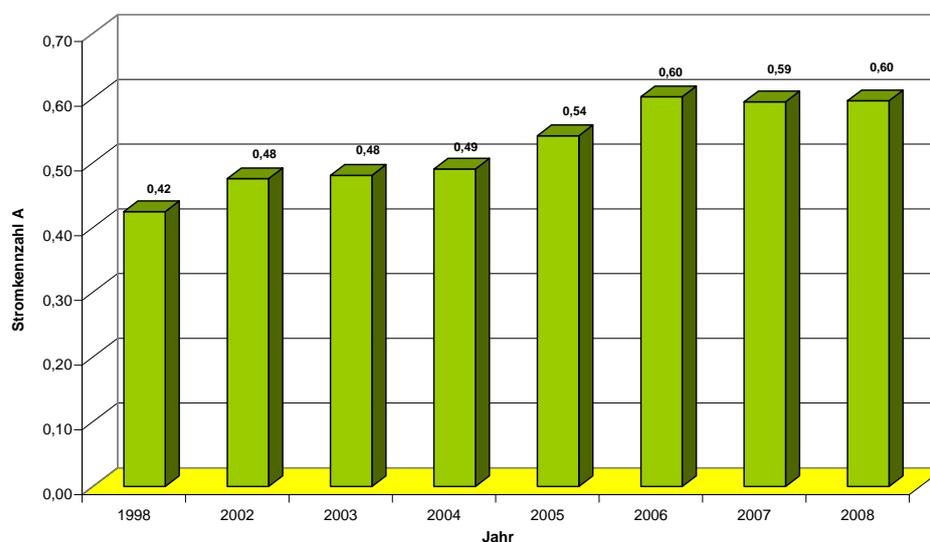
Neben den Produktionsmengen der betrachteten KWK-Anlagen hat die Anlageneffizienz einen maßgeblichen Einfluss auf die CO₂-Emissionen.

Die Effizienz einer KWK-Anlage bestimmt sich nach ihrem Nutzungsgrad und ihrer Stromkennzahl. Mit Nutzungsgrad wird das Verhältnis der gesamten genutzten Energieabgabe (Summe von Strom- und Wärmeabgabe) zum Energieeinsatz bezeichnet. Der Nutzungsgrad beträgt bei KWK-Anlagen im Durchschnitt 0,8.

Die Stromkennzahl kennzeichnet das Verhältnis von elektrischer Leistung zum Nutzwärmestrom. Eine große Stromkennzahl bedeutet eine hohe Ausbeute an elektrischer Energie im Verhältnis zur erzeugten Nutzwärme. Anlagen, die bei gleicher Wärmeproduktion einen höheren Anteil elektrischer Energie auskoppeln, sind effizienter. Durch die Verdrängung einer größeren Menge ungekoppelten Stroms ist auch der CO₂-Einspareffekt größer.

Im Jahr 2006 und in den darauffolgenden Jahren lag die durchschnittliche Stromkennzahl ungefähr bei 0,6. Gegenüber der im Jahr 2005 festgestellten Stromkennzahl von 0,54 ist das eine deutliche Verbesserung. Das Verhältnis der Stromproduktion zur Wärmeproduktion konnte also durch die stattgefundenen Modernisierungen merklich erhöht werden.

Entwicklung der Stromkennzahl A (elektr. Arbeit KWK / Wärmenetzeinspeisung KWK) für kommunale Anlagen, 1998-2008

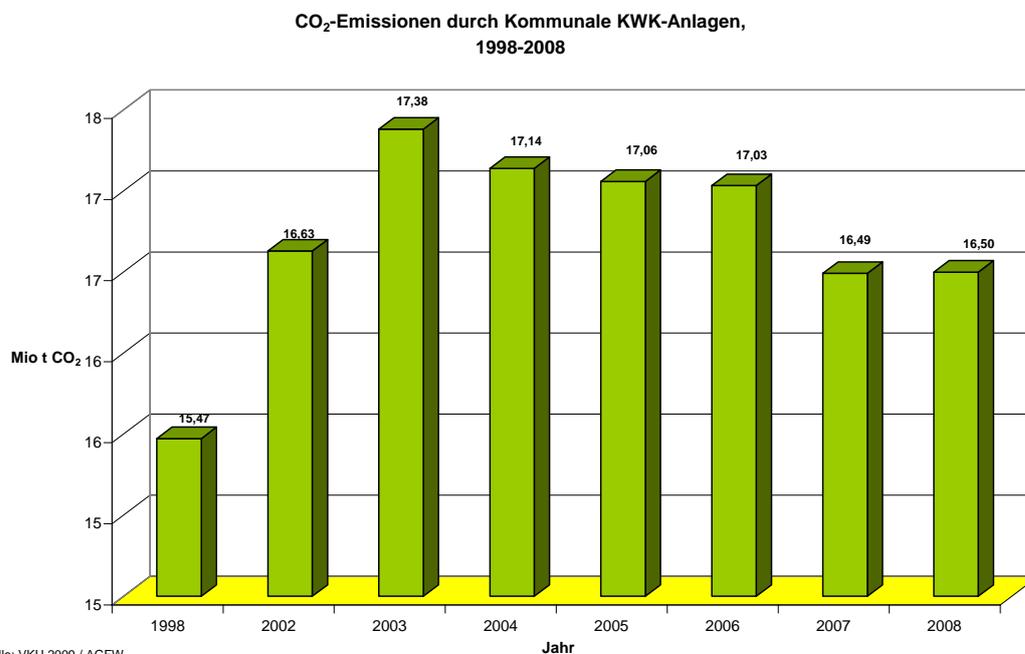


Quelle: VKU 2009 / AGFW

Der Bericht geht von der Annahme aus, dass die Netzverluste bei der Wärmeverteilung durchschnittlich 10 % betragen.

2.6 Entwicklung der CO₂-Emissionen kommunaler KWK-Anlagen

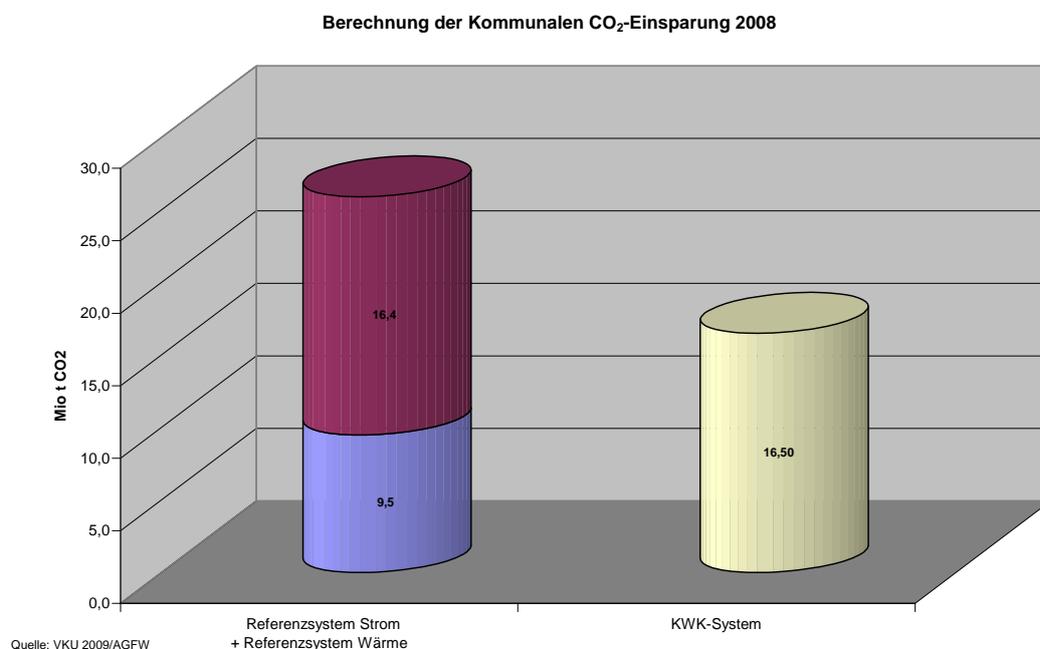
Auf Basis der dargestellten Informationen über die Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung, des Brennstoffmixes und der Effizienz kommunaler KWK-Anlagen lassen sich die von ihnen verursachten CO₂-Emissionen berechnen. Hierbei zeigt sich, dass die CO₂-Emissionen im Berichtszeitraum – trotz höherer Stromproduktion als im Zeitraum des ersten Berichts – deutlich zurückgegangen sind. Besonders deutlich ist die Absenkung von ca. 17 Mio. t im Jahr 2006 auf ca. 16,5 Mio. t im Jahr 2008, während sich die eingespeiste elektrische Arbeit im selben Zeitraum nur geringfügig reduziert hat.



2.7 Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Referenzsystemen

Wären die im Zeitraum 2006 – 2008 in kommunalen KWK-Anlagen erzeugten Strom- und Wärmemengen in ungekoppelter Erzeugung entstanden, wären erheblich mehr CO₂-Emissionen entstanden.

Die CO₂-Menge, die ohne KWK freigesetzt worden wäre, wird in den Referenzsystemen für die ungekoppelte Stromerzeugung einerseits und für die ungekoppelte Wärmeerzeugung andererseits abgebildet. Sie beträgt insgesamt 25,9 Mio. t.

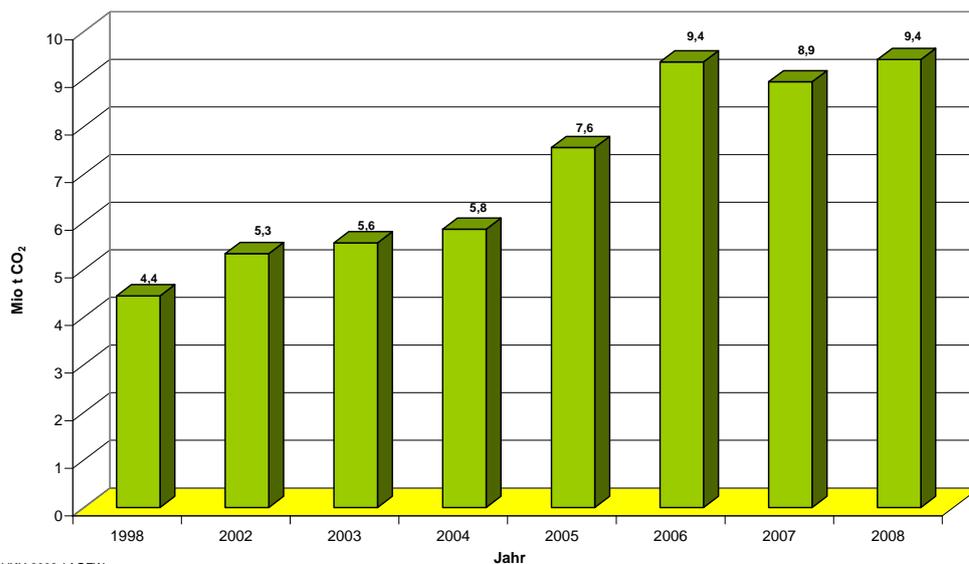


Die Differenz zwischen den CO₂-Emissionen im Referenzsystem (25,9 Mio t. in 2008) und den tatsächlich verursachten CO₂-Emissionen (16,5 Mio. t in 2008) ergibt die Höhe der CO₂-Einsparungen durch kommunale KWK-Anlagen (9,4 Mio. t in 2008).

2.8 Entwicklung der CO₂-Einsparung durch kommunale KWK-Anlagen

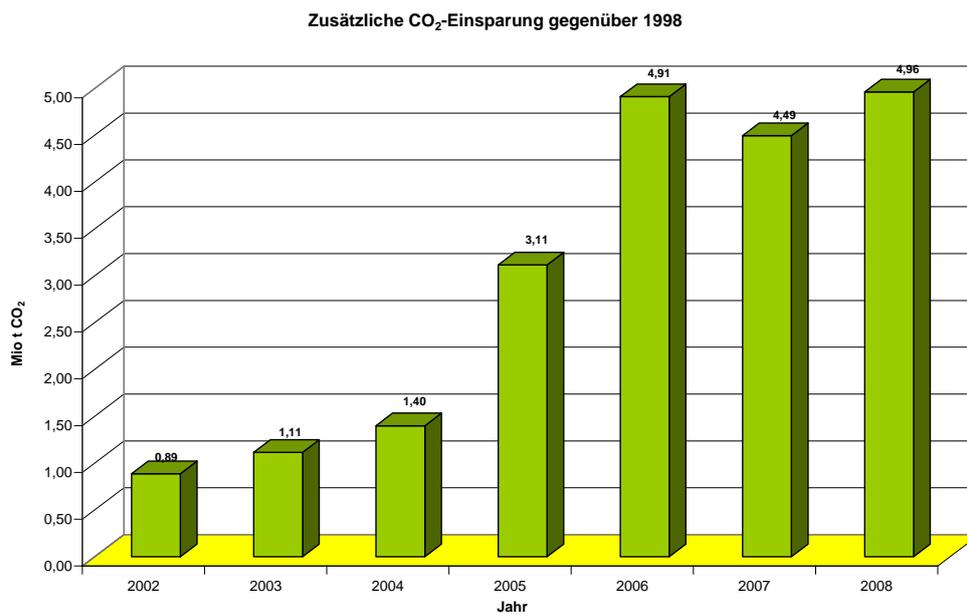
Im Jahr 2006 haben die kommunalen KWK-Anlagen ihren Beitrag zur CO₂-Einsparung gegenüber dem Vorjahr um fast 2 Mio. t auf 9,4 Mio. t deutlich erhöht. Diese positive Entwicklung ist vermutlich auf Modernisierungsmaßnahmen zurückzuführen, die unter Geltung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes vom 19.03.2002 stattgefunden und im Jahr 2006 ihre volle Wirkung entfaltet haben. Korrespondierend zur leicht gesunkenen Einspeiseleistung im Jahr 2007 ist die CO₂-Einsparung im selben Jahr ebenfalls leicht zurückgegangen, bevor sie im Jahr 2008 wieder auf das Niveau von 9,4 Mio. t zurückgekehrt ist.

Entwicklung der CO₂-Einsparung durch Kommunale KWK-Anlagen,
1998-2008



Quelle: VKU 2009 / AGFW

Gegenüber dem Jahr 1998 erhöhte die kommunale KWK ihren jährlichen Beitrag zur Emissionsminderung um fast 5 Mio. t CO₂.



3 Zusammenfassung und Fazit

Die von dem Bericht erfassten kommunalwirtschaftlichen Unternehmen haben ihre Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung im Berichtszeitraum deutlich ausgeweitet.

Die in das öffentliche Netz eingespeiste Stromarbeit ging im Berichtszeitraum zwar leicht zurück (von ca. 21.800 GWh im Jahr 2006 auf ca. 21.300 GWh im Jahr 2008), doch sie war deutlich höher als im vorigen Berichtszeitraum.

Die installierte Leistung hat im Jahr 2006 um fast 300 MW gegenüber dem Vorjahr zugenommen und im Zeitraum 2007 – 2008 eine weitere Steigerung von ca. 500 MW erfahren. 2008 betrug die installierte elektrische Leistung der kommunalen KWK-Anlagen mehr als 6.900 MW.

Dieser beträchtliche Anstieg kann auf Modernisierungsmaßnahmen zurückgeführt werden, die unter Geltung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes vom 19.03.2002 (KWK-G 2002) stattgefunden und ihre volle Wirkung erst im Jahr 2006 erreicht haben.

Die Wärmenetzeinspeisung entwickelte sich von ca. 130.000 TJ im Jahr 2006 auf ca. 128.750 TJ im Jahr 2008 leicht rückläufig.

Der verbesserten Anlageneffizienz und der zunehmenden Nutzung umweltfreundlicherer Brennstoffe wie Erdgas ist zu verdanken, dass die CO₂-Emissionen im Zeitraum 2006 – 2008 deutlich gesunken sind, obwohl die eingespeiste elektrische Arbeit nur leicht abgenommen hat.

Wären die im Jahr 2008 in kommunalen KWK-Anlagen erzeugten Strom- und Wärmemengen ungekoppelt produziert worden, hätte dies CO₂-Emissionen in einer Größenordnung von rd. 25,9 Mio. t zur Folge gehabt.

Die von dem Bericht erfassten kommunalwirtschaftlichen Unternehmen haben durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme im Jahr 2008 rd. 9,4 Mio. t CO₂ eingespart. Der Minderungsbeitrag, den diese Unternehmen im Jahr 1998 mit Hilfe von KWK geleistet haben, beläuft sich auf rd. 4,5 Mio. t CO₂. Somit konnten bis zum Jahr 2008 zusätzliche Einsparungen gegenüber 1998 in einer Größenordnung von ca. 5 Mio t. erzielt werden. Vor allem im Jahr 2006 konnte die kommunale Energiewirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz mit Hilfe der KWK deutlich erhöhen, da zu diesem Zeitpunkt viele Modernisierungen, die durch das KWK-G 2002 veranlasst worden waren, wirksam wurden.

Anhang 2.3: Fortschrittsberichte des VIK

VIK-Monitoringbericht 2006-2008

**zur Verifikation der Vereinbarungen zwischen der Regierung der Bundesrepublik
Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge und zur Minderung der
CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung**

Bericht an das Ökoinstitut für das Monitoring der KWK-Vereinbarung

(Stand: Feb. 2010)

C:\Dokumente und Einstellungen\g.menzler\VIKESSEN\Desktop\Eigene Dateien aus LW C_Sicherungskopie\Monitoring_Selbstverpflichtung\VIK_Monitoring_2008_Jul_09.doc

**VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.
Richard-Wagner-Straße 41 · 45128 Essen · Postanschrift: Pf 10 39 53 · 45039 Essen
Telefon +49 (0) 2 01 / 8 10 84-0 · Telefax +49 (0) 2 01 / 8 10 84-30
Internet: www.vik.de · eMail: info@vik.de**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Charakterisierung der Branche	3
2.1 Vorbemerkungen zur Datenerhebung	3
2.2 Daten zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie zum Brennstoffeinsatz	3
2.3 Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch	4
3. CO₂-Emissionsentwicklung seit 1998, Emissionsbilanz 2008	5
3.1 CO₂-Emission im Basisjahr 1998	5
3.2 Vermiedene Emissionen durch KWK	6
4. Darstellung der Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	6
5. Zusammenfassung	6
6. Quellen	7

1. Einleitung

Dieser Fortschrittsbericht zeigt die Ergebnisse für die Jahre 2006-2008. Da der VIK selbst kein qualitatives Klimaschutzziel eingegangen ist, ist dieser Bericht branchenübergreifend zu sehen.

Die Nutzung der KWK zur Bereitstellung von Strom und mechanischer Energie sowie Kälte und Wärme bietet eine hohe Energieeffizienz verbunden mit einer entsprechenden Primärenergie- und CO₂-Einsparung. Die Anstrengungen der Industrie zur Erfüllung der Klimaschutzziele werden so dokumentiert. Das für die Jahre 2005 – 2007 vom Ökoinstitut überarbeitete Datengerüst wurde im Bericht eingearbeitet.

2. Charakterisierung der Branche

Der VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. ist seit 1947 als deutscher Energiefachverband im Interesse aller Branchen des verarbeitenden Gewerbes tätig, für die Energie eine wichtige und kostenintensive Größe darstellt. Im VIK sind ca. 350 Mitglieder gebündelt. Der VIK steht für 80 Prozent des industriellen Energieeinsatzes und 90 Prozent der versorgerunabhängigen KWK-Strom und Wärmeerzeugung in Deutschland. Die Bedeutung des Kostenfaktors Energie kommt u.a. darin zum Ausdruck, dass bei etlichen seiner Mitgliedsunternehmen die Energiekosten über 30% der Fertigungskosten liegen.

2.1 Vorbemerkungen zur Datenerhebung

Die Berichterstattung bezieht sich auf die bis Ende 2009 verfügbaren Daten. Die vom Ökoinstitut [4] erarbeiteten Ergänzungen und Überarbeitungen zu Datengerüst wurden eingearbeitet.

2.2 Daten zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie zum Brennstoffeinsatz

Die gesamte industrielle Stromeigenerzeugung und die anteilige KWK-Stromerzeugung ist in der Tabelle 1 dargestellt. Aus den Daten für das Jahr 2008 können schon die konjunkturellen Auswirkungen der weltweiten Wirtschaftskrise abgeleitet werden. Es war kein Zuwachs bei der KWK-Stromerzeugung im Jahr 2008 zu verzeichnen, der Jahresnutzungsgrad der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung verringerte sich 2008 um ca. 1 % gegenüber 2007.

Tabelle 1 Eigenerzeugung und KWK-Anteile von Strom und Wärme in GWh

GWh	1998	2006	2007	2008
Netto-Stromerzeugung	52.906	46.523	48.610	45.541
dav. KWK-Strom	25.000	25.770	25.753	25.695
Wärmeerzeugung	<i>Keine Daten.</i>	88.793	87.276	89.375
dav. KWK-Wärme	87.000	78.316	79.818	79.545

Quelle: Statistik der Energiewirtschaft, Fachserie 4 / Reihe 6.4

Der Brennstoffeinsatz nach Tabelle 2 zeigt als wichtigsten Brennstoff Erdgas mit einem Anteil von 53%, es folgen die sonstigen Brennstoffe mit 22 %, gefolgt von Kohle (Stein- und Braunkohle) mit 16%.

Tabelle 2 Brennstoffeinsatz in TJ, nur Anteil für KWK

	1998 ¹⁾	2006	2007	2008
Steinkohle	145.749	41.322	37.032	38.516
Braunkohle	35.842	35.038	34.468	35.314
Erdgas	118.511	251.118	252.028	257.744
Sonst. Gase	11.481	4.676	4.671	11.090
Kokereigas	14.443	2.806	2.170	2.775
Hochofengas	32.693	5.605	6.719	7.932
Heizöl EL	6.272	2.430	2.235	1.970
Heizöl	15.875	26.952	23.338	24.603
Sonstige	40.323	114.223	121.483	106.218
Summe	439.282 ¹⁾	484.171	484.144	486.162
<i>Hochgerechnet</i>	540.000			

1) anteiliger Brennstoffbedarf der „Stromscheibe“, siehe 3.1

Quelle: Statistik der Energiewirtschaft, Fachserie 4 / Reihe 6.4, eigene Berechnungen VIK, Korrekturen nach Ökoinstitut Berlin 2009

In der Position „Sonstige“ sind erneuerbare Brennstoffe (feste, flüssige Biomasse, Biogas und Klärgas) enthalten, weiterhin Müll, Klärschlamm, Deponie- und Grubengas. Die Ableitung des Emissionsfaktors für diesen Brennstoffanteil ist noch diskussionsbedürftig da seitens des Ökoinstitutes eine Ableitung des Emissionsfaktors nur bis zum Jahr 2005 vorgenommen wurde. Die Bedeutung ist aber in Anbetracht des Anteils von über 20 % von großer Bedeutung.

2.3 Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch

Die Bruttostromerzeugung der öffentlichen Kraftwerke betrug im Jahr 2008 524.500 GWh. Der Anteil der industriellen Stromerzeugung erhöhte sich im Jahr 2008 auf 10,2 % [3.]. Der Gesamtstrombedarf der Industrie belief sich auf 256.000 GWh, was gegenüber 2007 ein Anstieg um 0,3 % bedeutet. Dieser Bedarf kann aus der Eigenerzeugung zu 18% und zu 11 % aus KWK-Strom abgedeckt werden. Die Wärmeerzeugung aus KWK liegt bei ca. 88 %. Der Gesamtnutzungsgrad (Brennstoffausnutzung) betrug im Jahr 2008 77,9 % und hat damit im Berichtszeitraum praktisch nicht geändert.

3. CO₂-Emissionsentwicklung seit 1998, Emissionsbilanz für die Jahre 2006-2008

Referenzdaten zur Bewertung der durch KWK eingesparten CO₂-Emissionen nach FFE

Stromseitiges Referenzsystem

CO₂-Emissionen des durch KWK-Strom substituierten Strommixes:

770 - 860 g CO₂ / kWh_{el}, zusätzlich Strommix aus 2005/2006 mit 570 g CO₂ / kWh_{el}

Wärmeseitiges Referenzsystem

Die Mittelwertbildung aus industrieller und öffentlicher Wärmebereitstellung ergibt:

290 -300 g CO₂ / kWh_{th}

3.1 CO₂-Emission im Basisjahr 1998

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Datengrundlage für das Basisjahr 1998 wurde im Bericht für die Jahre 2005 – 2007 dargelegt. Die entsprechenden Korrekturen des Ökoinstitutes wurden eingearbeitet. Der Berechnungsweg für die CO₂-Emissionen aus industrieller KWK des Basisjahres 1998 kann diesem Bericht entnommen werden.

3.2 Vermiedene Emissionen durch KWK der Jahre 2006 - 2008

In den Tabellen 4 bis 6 ist dargestellt, welche CO₂ Minderung durch KWK erreicht wird wenn Anstelle der KWK-Strom- und KWK-Wärmeerzeugung eine getrennte Erzeugung von Strom und Wärme vorgenommen werden würde.

Die Berechnung der jährlichen CO₂-Einsparung für das Jahr 2006 ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 CO₂-Einsparung für das Jahr 2006

	MWh/a		Referenzen getrennte Erzeugung	
			t _{CO2} /MWh	t CO ₂ /a
BS-Einsatz	134.491.667			
*Strom	25.716.000	19,1%	0,770	19.801.320
*Wärme	78.316.000	58,2%	0,290	22.711.640
Summe	104.032.000			42.512.960
Stromkennzahl	0,33		CO ₂ KWK	30.439.950
Nutzungsgrad	77,4%			
CO₂ Einsparung durch KWK-Nutzung:			12.073.010	t CO₂

Tabelle 5 CO₂-Einsparung für das Jahr 2007

	MWh/a		Referenzen getrennte Erzeugung	
			t _{CO2} /MWh	t CO ₂ /a
BS-Einsatz	134.484.444			
KWK-Strom	25.752.000	19,1%	0,770	19.829.040
KWK-Wärme	79.819.000	59,4%	0,290	23.147.510
Summe	105.571.000			42.976.550
Stromkennzahl	0,32		CO ₂ KWK	30.184.581
Nutzungsgrad	78,5%			
CO₂ Einsparung durch KWK-Nutzung:			12.791.969	t CO₂

Tabelle 6 CO₂-Einsparung für das Jahr 2008

	MWh/a		Referenzen getrennte Erzeugung	
			t _{CO2} /MWh	t CO ₂ /a
BS-Einsatz	135.045.000			
*Strom	25.695.000	19,0%	0,770	19.785.150
*Wärme	79.546.000	58,9%	0,290	23.068.340
Summe	105.241.000			42.853.490
Stromkennzahl	0,32		CO ₂ KWK	30.696.759
Nutzungsgrad	77,9%			
CO₂ Einsparung durch KWK-Nutzung:			12.156.731	t CO₂

Im Vergleich zum Basisjahr ergibt sich aus der Bereitstellung von KWK-Strom und KWK-Wärme eine CO₂-Einsparung von ca. **12 Mio. t/a.**

4. Zusammenfassung

Je nach zugrunde gelegtem Referenzsystem ergibt sich für die Jahre 2006 bis 2008 durch KWK-Anlagen in Industrie und Gewerbe eine jährliche CO₂-Vermeidung von mindestens 9 bis zu 17 Mio. t/a. Dies ist ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und ressourcensparenden Umgang mit Energie und ein wichtiger Baustein zu Erfüllung der vereinbarten CO₂-Minderung.

|

5. Quellen

[1] Erhebung über Stromerzeugungsanlage, DSTATIS Statistik- Nr.067

[2] Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe

Fachserie 4 / Reihe 6.4 (Jahre 2003 2004 2005)

[3] Statistik der Energiewirtschaft Ausgabe 2009 Tafel 5.11

[4] Ökoinstitut: Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungsvereinbarung, Berichtszeitraum 1998 bis 2005

Anhang 2.4: Anmerkungen des BDEW zum Entwurf des KWK-Monitoringberichts

Anmerkungen des BDEW zum KWK-Monitoringbericht für den Berichtszeitraum 2005 – 2008 des Öko-Instituts (Version vom 3. Juni 2010)

18. Juni 2010

Das Öko-Institut hat am 3. Juni 2010 einen ersten Entwurf für den Monitoringbericht der KWK-Vereinbarung betreffend die Berichtsjahre 2005 – 2008 vorgelegt. Der BDEW begrüßt ausdrücklich den Berichtsentwurf, der ein sachgerechtes, transparentes und nachvollziehbares Bild der KWK-Stromerzeugung in Deutschland liefert.

Die Anmerkungen des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft sind im Folgenden in Anlehnung an die Struktur des vorgelegten Monitoringberichtes zusammengefasst:

Anmerkungen zu Kapitel 1: Einleitung und Hintergrund

Der BDEW unterstützt ausdrücklich den „breiten“ Ansatz des Öko-Instituts, der darauf abzielt, ein möglichst vollständiges Gerüst der gesamten KWK-Stromerzeugung abzubilden. Aufgrund statistischer Umgruppierungen und Abschneidegrenzen, Eigentümer- und Betreiberwechseln sowie der sonstigen seit der Marktliberalisierung auf den Strommärkten veränderten Rahmenbedingungen ist eine sektorale Unterscheidung der KWK-Maßnahmen über den betrachteten Zeitraum nicht sinnvoll. Hinsichtlich des im Folgenden betrachteten Kleinanlagenbereiches ist insbesondere auch darauf hinzuweisen, dass viele Stadtwerke, kommunale Unternehmen und Industriebetriebe mit Erzeugungskapazitäten < 1 MW el nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden, sondern im Rahmen der Kategorien „nicht erfasste BHKW“ und „nicht erfasste biogene BHKW“ vom Öko-Institut berücksichtigt werden.

Anmerkungen zu Kapitel 2: Stromwirtschaftliche Gesamtentwicklung

Im letzten Absatz der Auswertung der „stromwirtschaftlichen Gesamtentwicklung“ wird der Emissionsrückgang des Jahres 2008 gegenüber dem Jahr 2007 auf den konjunkturellen Einbruch im Zuge der Wirtschaftskrise zurückgeführt. Nach Ansicht des BDEW ist dies als einzige Erklärung aber nicht plausibel, da die Auswirkungen der Wirtschaftskrise sich auf dem Strommarkt erst im vierten Quartal manifestierten. Betrachtet man die Gesamtstromerzeugung (allgemeine Versorgung, industrielle Kraftwirtschaft, private Erzeugung) der Jahre 2006 bis 2008, ist ein Einfluss des konjunkturellen Einbruchs nicht erkennbar. Der eigentliche „Einbruch“ erfolgte spürbar erst im ersten Quartal 2009 – mit in der Folge deutlichen Rückgängen in der Stromerzeugung und der Emissionen.

Für den Emissionsrückgang in 2008 sind zusätzlich eine ganze Reihe von Faktoren anzuführen. Hierbei sind neben Veränderungen im Energieträgermix sowie Neuanlageninbetriebnahmen auch die veränderten Rahmenbedingungen für den Emissionshandel ab 2008 sowie der weitere Ausbau der unter dem EEG vergüteten Strommengen zu nennen.

Anmerkungen zu Kapitel 7.1: Fossil betriebene Blockheizkraftwerke

Für mit fossilen Brennstoffen befeuerte BHKW nimmt der Gutachter für Anlagen > 1 MW el einen Anstieg der durchschnittlichen Volllaststundenzahl bis 2008 auf 6.000 h/a an. Dies erscheint für Anlagen der allgemeinen Versorgung überhöht. Da die entsprechende Annahme keine Auswirkung auf das KWK-Gesamtgerüst hat (die entsprechende tatsächliche Erzeugung ist bereits implizit in der amtlichen Statistik enthalten), besteht allerdings kein Bedarf, diese Annahme weiter zu prüfen.

Anmerkungen zu Kapitel 7.2: Biogen betriebene KWK-Anlagen

Das auf Grundlage der BDEW-Methodik modifizierte Bestimmungsverfahren des Öko-Instituts ist grundsätzlich akzeptabel. Ein Vorteil der Methodik des Öko-Instituts besteht darin, dass für die Berechnungen keine anlagenspezifischen Detaildaten aus den EEG-Stamm- und EEG-Bewegungsdaten herausgelesen werden müssen.

An einer Stelle bedarf die Methode jedoch nach Auffassung des BDEW noch einer Korrektur:

Das Öko-Institut weist auf S. 38 zu Recht darauf hin, dass sich die Differenz zwischen AGEE Stat und EEG-Abrechnung im Wesentlichen auf Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie zurückführen lässt, die aufgrund der EEG-Kriterien über den Zeitraum 2005 – 2008 nicht förderwürdig waren. Solche Anlagen überschreiten entweder eine Anlagenleistung von 20 MW el und/oder erfüllen nicht das EEG-Kriterium eines ausschließlichen Biomasseeinsatzes.

Für die Bilanzierung der KWK-Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen ist zu berücksichtigen, dass eine sehr große Anlage der Papier- und Zellstoffindustrie erst in 2004 in Betrieb gegangen ist („Zellstoff Stendal“ mit einer elektrischen Leistung von ca. 100 MW). Nach Betreiberangabe liegt der KWK-Stromanteil hierbei über 70%, ein Niveau, das dem Sektordurchschnitt der Papier- und Zellstoffindustrie für Biomasseeinsatz in etwa entspricht. Die Erzeugung von „Biostrom“ wird vom Anlagenbetreiber auf seiner Internetseite berichtet (<http://www.zellstoff-stendal.de>) und liegt für die Jahre 2005 – 2009 vor (siehe Tabelle 1).

Neben dieser Anlage werden auch für eine zweite Anlage des Unternehmens („Zellstoff Rosenthal“, Inbetriebnahme 2000) entsprechende Erzeugungszahlen berichtet (<http://www.zpr.de>). Zusammen erklären diese beiden Anlagen über 85% der nicht unter dem EEG vergüteten Erzeugung aus Biomasse nach AGEE Stat in den Jahren 2007 und 2008.

Tabelle 1: „Biostromerzeugung“ der Zellstoffwerke Stendal und Rosenthal (in MWh – nach Unternehmensangaben – Internetdownload vom 8. Juni 2010)

Anlage	2005	2006	2007	2008	2009
ZS Stendal (Arneburg)	621.840	660.711	682.801	700.402	723.911
ZS Rosenthal (Blankenstein)	371.810	368.000	384.521	390.076	372.976

Über die dem Gutachter bereits vorliegenden Angaben des Statistischen Bundesamtes zum durchschnittlichen KWK-Stromanteil in der Papier- und Zellstoffindustrie lässt sich über die Angaben zur „Biostromerzeugung“ unter der konservativen Annahme, dass es sich hierbei um die Bruttostromerzeugung handelt, dann jeweils auch eine sektorspezifische KWK-Stromerzeugung zuordnen.

Der BDEW regt an, zumindest die erste Anlage mit Inbetriebnahme ab 2004 in den Tabellen 7.9 bis 7.11 separat als „Inbetriebnahme ab 2004 – nicht-EEG“ mit den entsprechenden Erzeugungswerten auszuweisen, da die entsprechende KWK-Stromerzeugung nicht unter den KWK-Bonus des EEG fällt. Im Umkehrschluss reduziert sich so die im Differenzverfahren ermittelte Strommenge aus Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004¹. Andernfalls kommt es aufgrund der gewählten Methodik des Öko-Instituts zu einer signifikanten Unterschätzung der KWK-Stromerzeugung mit Inbetriebnahme ab 2004 und in der Folge auch zu einer verfälschten Bestimmung der KWK-Stromerzeugung der privaten Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004.

Nach einer entsprechenden Anpassung der Methodik würde auch das unplausible Ergebnis einer „negativen“ KWK-Stromerzeugung der privaten Biomasseanlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 im Jahr 2005 (siehe Tabelle 7.12) korrigiert.

Ansprechpartner im BDEW:

Herr Dr.-Ing. Martin Ruhrberg
Geschäftsbereich Recht und
Betriebswirtschaft
Tel.: +49 30 300199-1518
E-Mail: martin.ruhrberg@bdew.de

¹ Durch die Korrektur erhöht sich allerdings die gesamte KWK-Stromerzeugung um ca. 300 GWh, da der KWK-Stromanteil der Anlage mit > 70% über der Öko-Institut-Annahme eines KWK-Anteils von 25% für Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2004 liegt.

Anhang 2.5: Anmerkungen des VIK zum Entwurf des KWK-Monitoringberichts



Anmerkungen

zum

**Monitoringbericht der KWK-Vereinbarung für den
Berichtszeitraum 2005- 2008**

durch das Ökoinstitut vom 03.06.2010

Essen, 18. Juni 2010

Bemerkungen zum Monitoringbericht in der Version vom 03.06.2010

Der vom Öko-Institut vorgelegte Bericht über die Emissionsminderung durch die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung schafft eine anschauliche und nachvollziehbare Darstellung des Datengerüsts der KWK-Strom- und KWK-Wärmeerzeugung einschließlich der CO₂-Emissionen durch die KWK. Der VIK begrüßt diesen Bericht als neutrale und sachgerechte wissenschaftlich fundierte Dokumentation der CO₂-Minderung aus KWK in Deutschland.

Zu den Bemerkungen im Einzelnen:

Kapitel 1 Einleitung und Hintergrund

Wenn es um die Darstellung eines möglichst vollständigen Gerüsts der KWK-Strom und –Wärmeerzeugung geht, sollte aufgrund von statistischen Erfassungsgründen, Eigentümerwechsels und weiterer energiewirtschaftlicher Randbedingungen die KWK in Deutschland als Block dargestellt werden.

Kapitel 2 Stromwirtschaftliche Gesamtentwicklung

Die Segmente bei der Gesamtstromerzeugung zwischen industrieller und öffentlicher Erzeugung sind fließend. Nach einer Auswertung des VIK im Zusammenhang mit einer KWK-Studie in NRW wird die KWK-Stromerzeugung von Industrieparks vollständig der öffentlichen Versorgung zugeordnet. Dies gilt auch für einen Eigentümerwechsel im Rahmen von Contracting.

Kapitel 7.1. und 7.2

Auch bei industriellen KWK-Anlagen > 1MW (vor allem Motor-BHKW) ist ein verstärkter Einsatz zu verzeichnen welche statistisch nicht erfasst werden. Für den vorliegenden Bericht ist die Bedeutung eher gering. Die KWK-Stromerzeugung dieses Segments und ggf. weiterer Anlagen < 1 MW die aufgrund von Unkenntnis der Berichtspflicht sollten für den Bericht 2009 bis 2010 neu definiert werden.

Die KWK-Strom- und KWK-Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen nimmt an Bedeutung zu. Das Datengerüst ist aber noch unscharf. Für den Bericht 2005 bis 2008 kann jedoch kein Korrekturwunsch mitgeteilt werden. Daher sollten, nach einer Abstimmung mit dem BDEW und VKU, die Verbände gemeinsam mit dem Ökoinstitut die KWK-Stromerzeugung aus Biomasse auf Konsistenz überprüfen.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Gerald Menzler
Referent Industrielle Energieversorgung
Postfach 10 39 53
D-45039 Essen
Tel.:0201 810 84-41
Mobil:0171 240 7700
Fax: 0201 810 84-30
e-mail: g.menzler@vik.de

Anhang 3: Zusätzliche Daten- und Berechnungsdokumentation

Tabelle A - 1: CO₂-Emissionsfaktoren

Brennstoff	1998	2003	2005	2008
Andere Braunkohlenprodukte (BDEW)	0,0980	0,0980	0,0980	0,0980
Andere Mineralölprodukte (NIR)	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
Anderes Gas (BDEW)	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400
Anderes Gas (Öko-Institut, Ableitung aus DESTATIS, AV)	0,0646	0,0646	0,0646	0,0646
Braunkohlenbriketts (NIR)	0,0997	0,0997	0,0997	0,0996
Braunkohlenbriketts (RWI)	0,0980	0,0980	0,0980	0,0980
Braunkohlenkoks (NIR)	0,1080	0,1080	0,1080	0,1080
Braunkohlenkoks (RWI)	0,1060	0,1060	0,1060	0,1060
Braunkohlenstaub (RWI)	0,0980	0,0980	0,0980	0,0980
Braunkohlenstaub- und wirbelschichtkohle (NIR)	0,0978	0,0979	0,0980	0,0980
Dieselmotoren (NIR)	0,0740	0,0740	0,0740	0,0740
Emissionsfreier Brennstoff	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Erdgas (NIR)	0,0560	0,0560	0,0560	0,0560
Erdgas (RWI)	0,0560	0,0560	0,0560	0,0560
Erdölgas (NIR)	0,0580	0,0580	0,0580	0,0580
Erdölgas (RWI)	0,0590	0,0590	0,0590	0,0590
Flüssiggas (NIR)	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650
Flüssiggas (RWI)	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650
Gichtgas (RWI)	0,1050	0,1050	0,1050	0,1050
Grubengas (NIR)	0,0550	0,0550	0,0550	0,0550
Grubengas (RWI)	0,0540	0,0540	0,0540	0,0540
Hartbraunkohle (NIR)	0,0970	0,0970	0,0970	0,0970
Hartbraunkohlen (RWI)	0,0970	0,0970	0,0970	0,0970
Hausmüll, Siedlungsabfall (NIR)	0,0936	0,0915	0,0915	0,0915
Hausmüll, Siedlungsabfall (ZSE, PSz VI)	0,0468	0,0458	0,0457	0,0456
Heizöl, leicht (NIR)	0,0740	0,0740	0,0740	0,0740
Heizöl, leicht (RWI)	0,0740	0,0740	0,0740	0,0740
Heizöl, schwer (NIR)	0,0780	0,0780	0,0780	0,0780
Heizöl, schwer (RWI)	0,0780	0,0780	0,0780	0,0780
Industriemüll (NIR)	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711
Industriemüll (Ableitung Öko-Institut)	0,0703	0,0559	0,0482	0,0418
Industriemüll (ZSE, PSz V)	0,0190	0,0181	0,0196	n.v.
Kokerei- und Stadtgas (NIR)	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400
Kokereigas (RWI)	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440
Misch-EF Heizöl, schwer/Petrolkoks (häufig)	0,0895	0,0895	0,0895	0,0895

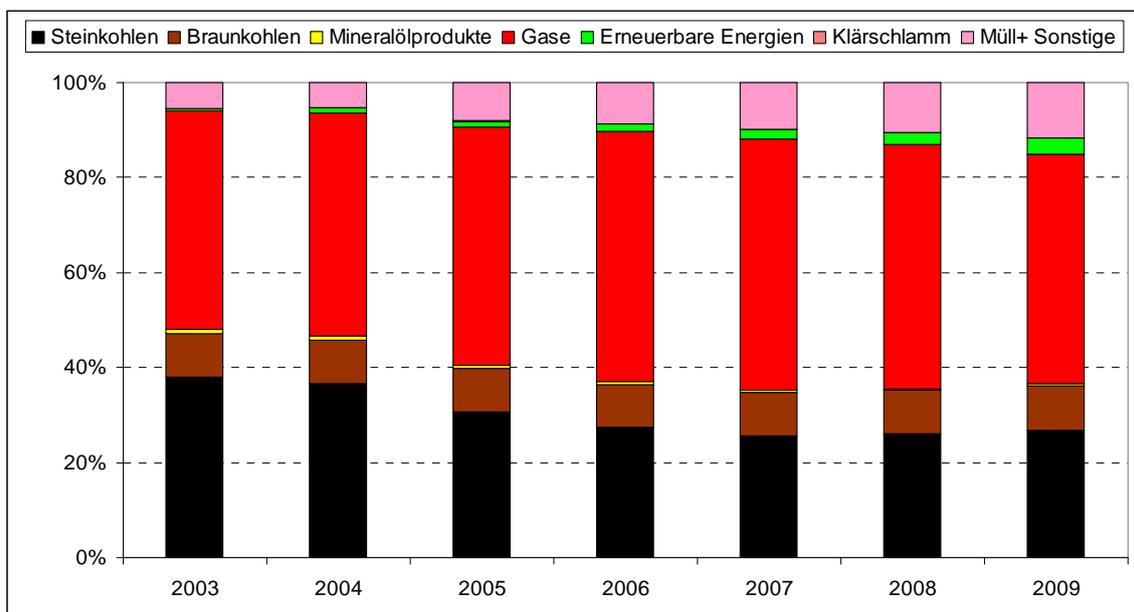
Quelle: RWI-Monitoringbericht 2003-2003, Nationaler Inventarbericht 2010, BDEW, Berechnungen des Öko-Instituts

Tabelle A - 1: CO₂-Emissionsfaktoren (Fortsetzung)

Brennstoff	1998	2003	2005	2008
Petrolkoks (NIR)	0,1010	0,1010	0,1010	0,1010
Petrolkoks (RWI)	0,1010	0,1010	0,1010	0,1010
Raffineriegas (NIR)	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600
Raffineriegas (RWI)	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600
Rohbraunkohlen (ZSE)	0,1122	0,1121	0,1123	n.v.
Rohbraunkohlen (RWI)	0,1120	0,1120	0,1120	0,1120
Sonstige (Öko-Institut, Ableitung aus DESTATIS, AV, 1998)	0,0988	0,0988	0,0988	0,0988
Sonstige Brennstoffe (RWI)	0,0930	0,0930	0,0930	0,0930
Sonstige Gase (VIK)	0,0722	0,0722	0,0722	0,0722
Sonstige Gase (Öko-Institut, Ableitung aus Energiebilanz, IKW)	0,0590	0,0594	0,0590	0,0600
Sonstiges (VIK)	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200
Steinkohle (NIR)	0,0937	0,0940	0,0940	0,0943
Steinkohlen (RWI)	0,0930	0,0930	0,0930	0,0930
Steinkohlenbriketts (NIR)	0,0930	0,0930	0,0930	0,0930
Steinkohlenbriketts (RWI)	0,0930	0,0930	0,0930	0,0930
Steinkohlenkoks (NIR)	0,1050	0,1050	0,1050	0,1050
Steinkohlenkoks (RWI)	0,1050	0,1050	0,1050	0,1050

Quelle: RWI-Monitoringbericht 2003-2003, Nationaler Inventarbericht 2010, BDEW, Berechnungen des Öko-Instituts

Abbildung A - 1: Brennstoffmix der KWK-Stromerzeugung der allgemeinen Versorgung, 2003-2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (Tabelle 066), Berechnungen des Öko-Instituts

Tabelle A - 2: *CO₂-Emissionen des Referenzsystems 1 (Strom: 770 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008*

Berichtskreis	CO ₂ -Emissionen (Mio. t CO ₂) - Referenz (Minimum)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	50,0	66,5	70,2	71,9	68,5	70,5
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	20,9	24,0	25,7	27,5	26,5	27,0
Industrielle Kraftwirtschaft	46,7	42,3	43,3	42,9	43,4	43,3
Gesamt (AV und IKW)	96,7	108,7	113,5	114,9	111,8	113,8
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	5,0	2,1	2,2	3,0	5,9	8,0
nicht erfasste BHKW ²	5,0	2,1	2,2	2,3	2,6	3,0
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,4	5,0
Gesamte KWK-CO ₂ -Emissionen Referenz (Minimum)	101,7	110,8	115,7	117,9	117,8	121,7

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Tabelle A - 3: *CO₂-Emissionen des Referenzsystems 2 (Strom: 860 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008*

Berichtskreis	CO ₂ -Emissionen (Mio. t CO ₂) - Referenz (Maximum)					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	53,1	71,0	74,9	76,8	73,1	75,4
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	22,2	25,6	27,4	29,4	28,4	28,9
Industrielle Kraftwirtschaft	49,1	44,4	45,6	45,3	45,7	45,6
Gesamt (AV und IKW)	102,2	115,4	120,5	122,1	118,8	120,9
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	5,4	2,2	2,3	3,3	6,4	8,5
nicht erfasste BHKW ²	5,4	2,2	2,3	2,4	2,8	3,2
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,6	5,3
Gesamte KWK-CO ₂ -Emissionen Referenz (Maximum)	107,6	117,6	122,8	125,3	125,2	129,5

¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen

² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.

³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Tabelle A - 4: *Jährliche CO₂-Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 1 (Strom: 770 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008*

Berichtskreis	CO ₂ -Einsparungen (Mio. t CO ₂) - Minimum					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	10,0	14,6	19,1	22,3	22,1	22,0
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	5,4	6,6	8,6	10,4	10,0	10,5
Industrielle Kraftwirtschaft	8,1	11,2	12,7	12,7	13,2	13,1
Gesamt (AV und IKW)	18,1	25,9	31,8	34,9	35,2	35,1
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	2,5	1,1	1,1	1,9	4,7	6,5
nicht erfasste BHKW ²	2,5	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,4	5,0
Gesamte KWK-CO ₂ -Einsparungen (Minimum)	20,6	26,9	32,9	36,9	39,9	41,6
¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen						
² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.						
³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).						

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*

Tabelle A - 5: *Jährliche CO₂-Einsparungen gegenüber dem Referenzsystem 2 (Strom: 860 g CO₂/kWh_{el}, Wärme: 295 g CO₂/kWh_{th}), 1998, 2003, 2005-2008*

Berichtskreis	CO ₂ -Einsparungen (Mio. t CO ₂) - Maximum					
	1998	2003	2005	2006	2007	2008
Allgemeine Versorgung	13,0	19,2	23,8	27,1	26,7	26,8
davon im Bereich kommunaler Unternehmen ¹	6,7	8,2	10,4	12,4	11,9	12,4
Industrielle Kraftwirtschaft	10,6	13,4	15,0	15,0	15,5	15,4
Gesamt (AV und IKW)	23,6	32,5	38,8	42,1	42,2	42,3
KWK-Anlagen außerhalb des Erfassungsbereichs der Verbände	2,9	1,2	1,3	2,1	5,1	7,1
nicht erfasste BHKW ²	2,9	1,2	1,3	1,3	1,5	1,7
nicht erfasste biogene KWK-Anlagen ³	0,0	0,0	0,0	0,8	3,6	5,3
Gesamte KWK-CO ₂ -Einsparungen (Maximum)	26,6	33,7	40,0	44,3	47,3	49,3
¹ entspricht berichteten Werten ohne Anpassungen						
² 1998 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossil betriebenen BHKW, die nicht von öffentlicher Versorgung und Industrie erfasst wurden. Ab 2003 entsprechen die nicht erfassten BHKW den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, da diese nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden.						
³ Nicht erfasste biogene KWK-Anlagen entsprechen der biogenen KWK-Stromerzeugung, die aus Daten von AGEE-Stat und Bundesnetzagentur abgeleitet werden kann und nicht bereits in den Datengerüsten der allgemeinen Versorgung oder industriellen Kraftwirtschaft enthalten sind (Abzugsverfahren).						

Quelle: *Ableitung und Zusammenstellung Öko-Institut*