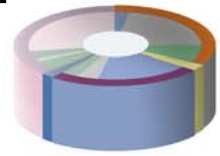


CO₂-Vermeidung durch KWK in Deutschland

Ermittlung des KWK-Bestands in Deutschland und Prognose der Kohlendioxid-Minderungen im Rahmen der Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft



1 Hintergrund und Motivation zur Studie

In der Vereinbarung zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft aus dem Jahr 2001 wurden CO₂-Minderungsmaßnahmen aufgeführt, die durch Initiativen der Unterzeichner bis 2010 zu Reduktionen von 45 Mio. t CO₂/Jahr gegenüber 1998 führen sollen /6/.

Ziel ist es, die CO₂-Minderungen durch zwei Maßnahmenbündel zu erreichen. Zum einen sollen durch den Erhalt, die Modernisierung und den Zubau von KWK-Anlagen und zum anderen durch sonstige Maßnahmen Beiträge geleistet werden. Hierbei wird angestrebt mit Hilfe von KWK, die CO₂-Emissionen um 10 Mio. t CO₂/Jahr bis 2005 und insgesamt bis 2010 möglichst um 23 Mio. t CO₂/Jahr, jedoch mindestens um 20 Mio. t CO₂/Jahr, zu senken.

An der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE) wurde im Auftrag von EnBW AG, E.ON Energie AG und RWE Power AG eine Studie zur Entwicklung der KWK und der Umsetzung der sonstigen Maßnahmen zur CO₂-Einsparung in Deutschland für den Zeitraum 1998 bis 2005 erstellt. Die vorliegende Zusammenfassung dieser umfangreichen Studie zeigt die Methodenentwicklung zur Bilanzierung der KWK, sowie die Ergebnisse der Bewertung des Klimaschutznutzens durch den Vergleich mit Referenzsystemen der ungekoppelten Erzeugung.

2 Methodik zur Quantifizierung der CO₂-Einsparungen durch KWK

Zunächst wurden die thermische und elektrische Energie aus zugebauten, modernisierten, erhaltenen und stillgelegten KWK-Anlagen sowie der dazugehörige Brennstoffeinsatz ermittelt. Mit Hilfe der erhobenen Daten wurden zudem geeignete Referenzsysteme für einen Vergleich zwischen der bilanzierten gekoppelten Erzeugung und der ungekoppelten Erzeugung entwickelt. Die Differenz der jeweiligen CO₂-Emissionen entspricht der CO₂-Einsparung.

Die CO₂-Einsparungen durch den Erhalt, den Ausbau und der Modernisierung von KWK wurden nach der in **Abbildung 1** dargestellten Vorgehensweise ermittelt.

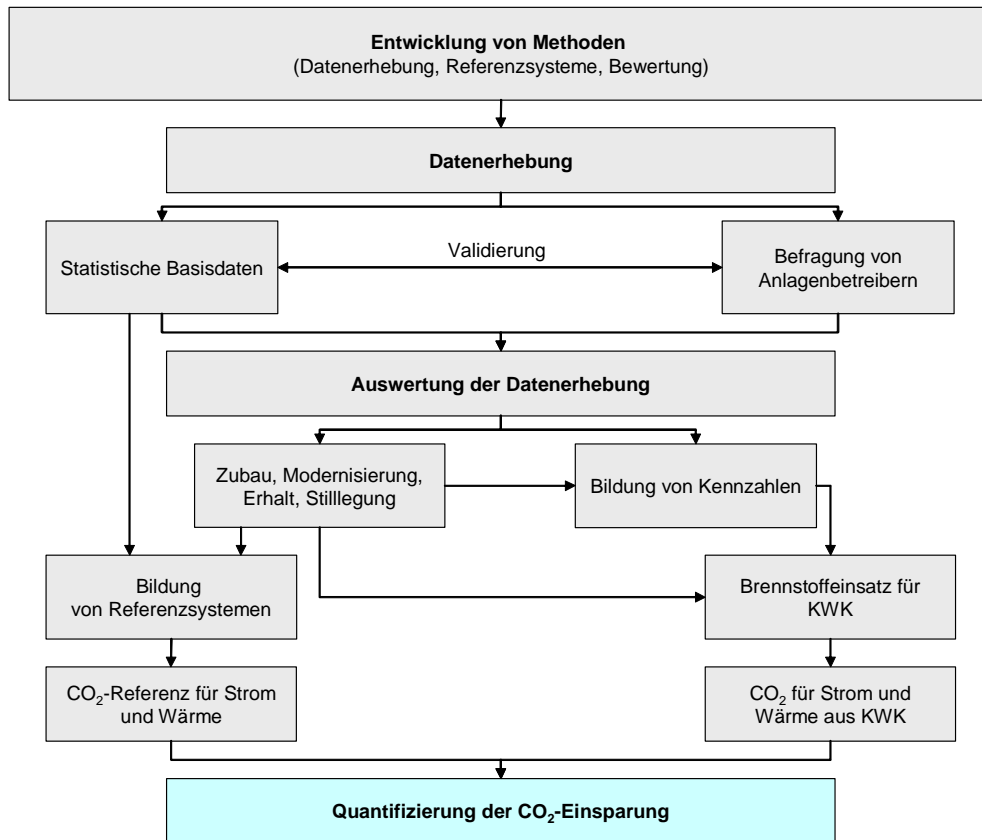


Abbildung 1: *Methodisches Vorgehen*

3 Bestand und Entwicklung der KWK in Deutschland

3.1 Methodischer Ansatz

Datenerhebung

Die Datenerhebung beinhaltet einerseits die detaillierte Auswertung statistischer Basisdaten zur Energiewirtschaft sowie andererseits eine umfangreiche Befragung von KWK-Anlagen-Betreibern mit einer installierten elektrischen Leistung größer 20 MW. Inhalt der so aufgebauten Datenbank sind Angaben zum Standort, der installierten elektrischen und thermischen Leistung sowie der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung. Darüber hinaus wurden Daten zur Inbetriebnahme der Anlagen, den verwendeten Primärbrennstoffen und dem Turbinen-Typen aufgenommen. In **Abbildung 2** sind die Datenquellen für die Ermittlung der KWK-Datenbank dargestellt.

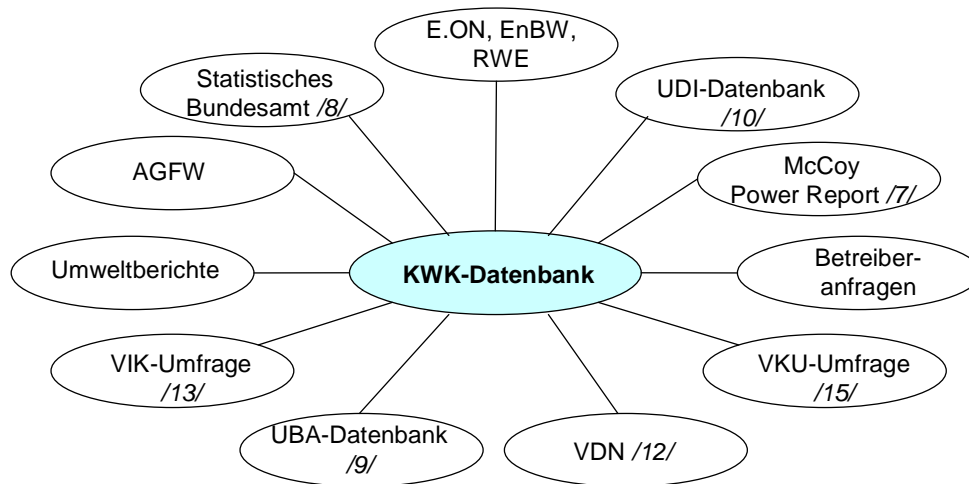


Abbildung 2: Datenquellen für die Ermittlung des KWK-Bestandes in Deutschland

Zum Abgleich der ermittelten Angaben wurde eine Befragung von EVUs, Stadtwerken und großen Industrieunternehmen durchgeführt. Für diese Befragung wurden die wesentlichen Informationen zum Gesamtbestand der KWK-Anlagen und des gesamten Kraftwerksparks, sowie einzelne technische Daten zu den vorhandenen KWK-Anlagen ermittelt. Auf Grundlage der aus diesen Befragungen ermittelten Daten wurden Kennzahlen berechnet, wie beispielsweise durchschnittliche Stromkennzahlen, Nutzungsgrade oder Ausnutzungsdauern.

Die Kennzahlen für die verschiedenen Kraftwerkstypen unterscheiden sich nach:

- der Art der Turbine, z.B. Dampfturbinen, Gasturbinen und GuD,
- der Art des verwendeten Primärenergieträgers, z.B. Steinkohle, Braunkohle und Erdgas,
- dem Kraftwerksalter und
- der Art des Einsatzes in der Industrie oder in der allgemeinen Versorgung.

Anhand der erhobenen Daten wurden der Zubau, die Modernisierung, der Erhalt sowie die Stilllegung von KWK-Anlagen in Deutschland von 1998 bis 2005 erfasst.

Bilanzierung der Strom- und Wärmemenge

In der Selbstverpflichtung ist nicht explizit festgelegt, wie der Kondensationsstrom-Anteil aus KWK-Anlagen, die Stilllegungen und der Erhalt von Anlagen zu bewerten sind. Hierzu wurden im Rahmen der Studie folgende Konventionen getroffen:

Für die Bewertung von CO₂-Einsparungen wird neben der Wärme nur der KWK-Stromanteil einem Referenzfall gegenübergestellt. Kondensationsstrom aus neu gebauten oder modernisierten KWK-Anlagen wird in der Bilanz nicht berücksichtigt, da dieser bei den sonstigen Maßnahmen unter die Modernisierung des Kraftwerksparks fällt.

Mindererzeugung aufgrund stillgelegter KWK-Anlagen wird in die Bilanzierung der Erreichung der vereinbarten Reduktionsziele miteinbezogen. Hierbei wird die Differenz aus den CO₂-Emissionen der wegfallenden KWK-Erzeugung und den CO₂-Emissionen der ungekoppelten Referenzsysteme als zusätzliche CO₂-Emissionen bewertet.

Der Erhalt wurde in Anlehnung an die Kategorisierung der Anlagen im KWKModG, wonach Anlagen, die vor 1989 in Betrieb gegangen sind, als „alte Bestandsanlagen“ bezeichnet werden, abgegrenzt. Das heißt, alle vor 1989 errichteten Anlagen, die 2005 ohne Modernisierung noch in Betrieb sind, wurden dem Erhalt zugerechnet. Vertiefende Analysen haben gezeigt, dass die Unterschiede in der Gesamtbilanz bei Variation des Grenzwertes für die Ermittlung des „Erhalts“ relativ gering sind.

3.2 Ergebnisse

Mit der im Rahmen des Projektes erstellten Kraftwerksdatenbank konnte für den Zeitraum von 1998 bis 2005 Zubau, Modernisierung, Erhalt und Stilllegung von KWK-Anlagen quantifiziert werden. Der sich jeweils ergebende Brennstoffeinsatz, sowie die Strom- und Wärmeerzeugung sind in **Tabelle 1** bis **Tabelle 3** dargestellt.

Tabelle 1: *Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeerzeugung in zugebauten und modernisierten KWK-Anlagen von 1998 bis 2005 /eigene Berechnungen/*

in TWh	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
Brennstoffeinsatz	27,4	49,1	76,5
Steinkohle	2,1	15,2	17,3
Braunkohle	0,9	6,6	7,5
Erdgas	24,4	27,3	51,7
Stromerzeugung	10,7	18,0	28,7
Wärmeerzeugung	13,6	25,2	38,8

Beim Zubau- und Modernisierungsmix dominiert der Energieträger Erdgas. Die sich ergebende jährliche Strom- und Wärmeerzeugung wird mit über 60 % in KWK-Anlagen der allgemeinen Versorgung erzielt.

Tabelle 2: *Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeerzeugung in erhaltenen KWK-Anlagen von 1998 bis 2005 /eigene Berechnungen/*

in TWh	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
Brennstoffeinsatz	7,6	49,2	56,8
Steinkohle	2,8	31,8	34,6
Braunkohle	0,1	2,3	2,4
Erdgas	4,7	15,1	19,8
Stromerzeugung	2,2	12,1	14,3
Wärmeerzeugung	4,1	27,7	31,8

Erhaltene KWK-Anlagen sind vorrangig in der allgemeinen Versorgung vorzufinden, die über 85 % der Strom- und Wärmeerzeugung aus solchen Anlagen lieferte. Der Erhalt ist vor allem durch Steinkohle-KWK-Anlagen geprägt.

Tabelle 3: *Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeerzeugung in stillgelegten KWK-Anlagen von 1998 bis 2005 /eigene Berechnungen/*

in TWh	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
Brennstoffeinsatz	34,5	36,7	71,2
Steinkohle	7,3	9,9	17,2
Braunkohle	5,5	5,3	10,8
Erdgas	21,7	21,5	43,2
Stromerzeugung	9,8	8,6	18,3
Wärmeerzeugung	17,9	21,1	39,0

Es wurden mehrheitlich mit Erdgas betriebene KWK-Anlagen stillgelegt. In der Industrie wurde durch Stilllegungen die KWK-Stromerzeugung noch stärker reduziert als in der allgemeinen Versorgung. Aufgrund der unterschiedlichen Stromkennzahl ist die Verminderung bei der Wärmeerzeugung jedoch in der allgemeinen Versorgung höher als in der Industrie.

Die KWK-Erzeugung in 2005 unterscheidet sich gegenüber 1998 darin, dass mehr Erdgas (+ 7,7 TWh) und weniger Braunkohle (- 3,2 TWh) eingesetzt wird. Die Wärmeerzeugung ist leicht rückläufig (- 0,6 TWh) und die Stromerzeugung deutlich zunehmend (+ 10,2 TWh) aufgrund einer verbesserten Stromkennzahl in modernisierten und zugebauten Anlagen.

4 Referenzsysteme der ungekoppelten Erzeugung

Für die Ermittlung der CO₂-Einsparungen bei der Nutzung von KWK-Anlagen müssen die CO₂-Emissionen mit denjenigen CO₂-Emissionen verglichen werden, die sich bei der Erzeugung der gleichen Strom- und Wärmemengen in ungekoppelten Systemen ergeben.

4.1 Referenzsystem für die Wärmeerzeugung

Bei der Ermittlung der spezifischen Emissionen der ungekoppelten Wärmeerzeugung muss zwischen der Wärmeerzeugung aus KWK-Anlagen in der Industrie und in der allgemeinen Versorgung unterschieden werden.

Industrie

Die Wärmeerzeugung wurde auf Grundlage der Nutzenergie verglichen. Datenbasis war hierbei der industrielle Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen /11/ sowie ein durchschnittlicher Nutzungsgrad nach /3/. Da angenommen wurde, dass die ungekoppelte industrielle Wärmeerzeugung weiterhin als Eigenerzeugung vorgenommen worden wäre, wird der Endenergiemix ohne Fernwärme betrachtet. Des Weiteren kann nicht jedes Temperaturniveau für Prozesswärme mittels KWK bereitgestellt werden, daher wird der Endenergiemix für Prozesswärme in die Berechnung nicht mit einbezogen. Nach der gewählten Methode lassen sich die spezifischen CO₂-Emissionen für die industrielle Wärmeerzeugung mit **290 g CO₂/kWh_{th}** berechnen.

Allgemeine Versorgung

Für die Referenzbetrachtung in der allgemeinen Versorgung muss unterschieden werden, ob dezentrale oder zentrale Wärmeerzeuger verdrängt werden. Die AGFW-Hauptberichte zeigen, dass die abgenommene Wärme aus Fernwärmenetzen bis 2002 im Vergleich zu 1998 gesunken ist. Des Weiteren ist der Bestand an Fernwärmenetzen in etwa konstant. Es wurde daher angenommen, dass die Wärmeerzeugung aus KWK-Anlagen, die im Sinne der Selbstverpflichtung zugebaut, modernisiert oder erhalten werden, vorrangig zentrale Wärmeerzeuger verdrängt.

Datenbasis für die zentrale Wärmeerzeugung war der AGFW-Hauptbericht. Anhand der in 1998 eingesetzten Brennstoffe ließen sich die zugehörigen CO₂-Emissionen berechnen. Für die Heizkraftwerke wurden hierbei thermische Wirkungsgrade vergleichbar mit denen von Heizwerken angesetzt.

Für die Bestimmung des Verdrängungsmixes durch KWK-Wärme wurde vereinfachend das gewichtete und gerundete Mittel der spezifischen CO₂-Emissionen von 300 g CO₂/kWh_{th} aus Heizwerken und Heizkraftwerken angesetzt.

4.2 Referenzsystem für die Stromerzeugung

Im liberalisierten Markt muss überprüft werden, welchen Platz die KWK-Strommenge in der Merit-Order einnimmt und welche Kraftwerke daher nicht mehr eingesetzt werden. An der FfE wurde hierfür der Kraftwerkseinsatz stundenscharf modelliert. Anhand der erhobenen Daten konnte die bilanzierte KWK-Strommenge ebenfalls stundenscharf abgebildet und somit ein durch KWK verdrängter Kraftwerksmix bestimmt werden. Die hierbei angewendete Methodik ist in **Abbildung 3** dargestellt.

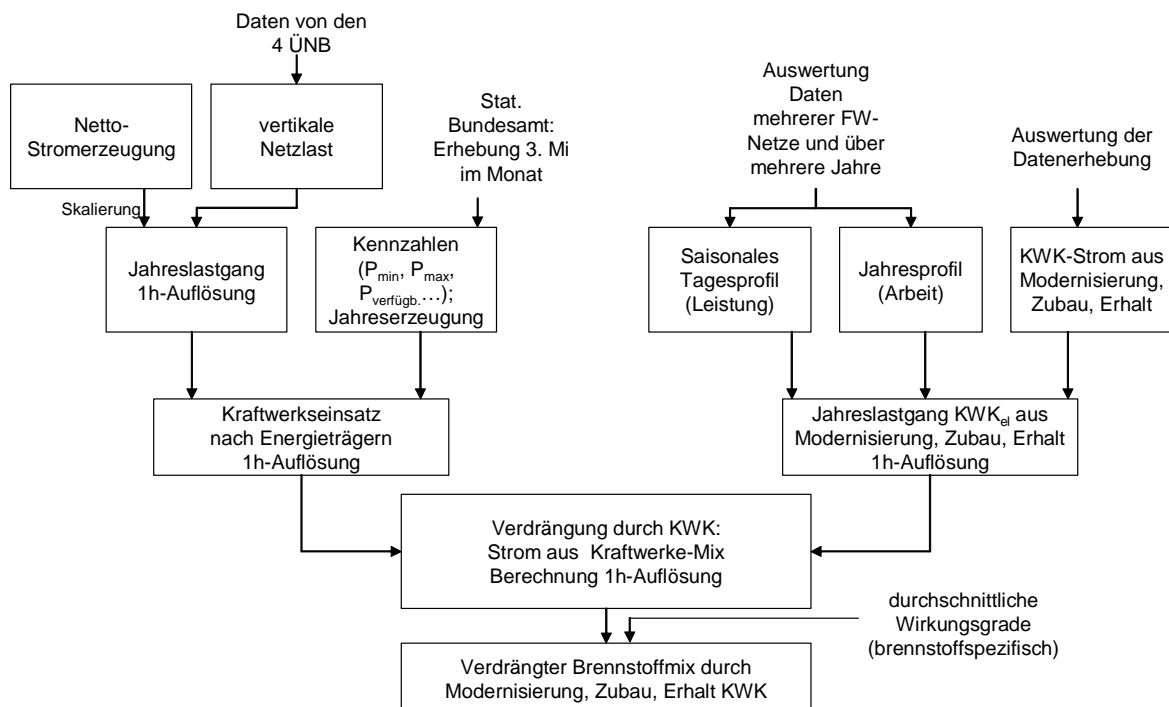


Abbildung 3: Methodik zur Bestimmung des verdrängten Brennstoffmixes durch KWK-Strom

Für die Ermittlung der ungekoppelten Referenz wurde im ersten Schritt der Jahreslastgang der deutschen Stromerzeugung mit Hilfe der vertikalen Netzlast und der Netto-Stromerzeugung erstellt. Mit Hilfe der so genannten Mittwochsbilanzen des Jahres 2002 /14/ konnte der Kraftwerkseinsatz im Sinne von Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerken abgebildet werden.

Unter Verwendung von typischen KWK-Erzeugungsprofile aus der allgemeinen Versorgung und der Industrie sowie von der bilanzierten Stromerzeugung aus KWK-Anlagen wurde im zweiten Schritt ein Jahreslastgang für die KWK-Stromerzeugung berechnet.

Das entwickelte Modell basiert auf einer anteiligen Verdrängung der zu jeder Stunde vorzufindenden energieträgerspezifischen Kraftwerksleistung durch KWK-Strom. Hierbei werden zunächst die Kraftwerke basierend auf Steinkohle, Erdgas und Mineralöl verdrängt. Nur wenn die verdrängbaren Kapazitäten dieser Kraftwerke nicht ausreichen, werden zu gleichen Teilen Braunkohle- und Kernkraftwerke durch den KWK-Strom verdrängt.

Tabelle 4 zeigt den so ermittelten Kraftwerksmix, der durch die bilanzierte KWK-Stromerzeugung verdrängt wird. Zur Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen wurden die durchschnittlichen energieträgerspezifischen Netto-Nutzungsgrade aus Angaben in /16/ und /14/ für die Kraftwerke berechnet.

Tabelle 4: *Durch KWK-Strom verdrängte energieträgerspezifische Anteile am Kraftwerksmix*

Energieträger	Verdrängung	Nutzungsgrad ξ_j	brennstoffspez. CO ₂ -Emissionen in g/kWh
Steinkohle	78,6%	37,2%	338
Erdgas	13,4%	48,1%	202
Braunkohle	3,6%	34,2%	403
Kernkraft	3,6%	33,3%	0
Mineralöl	0,8%	33,7%	266

Die gewichteten und gerundeten spezifischen CO₂-Emissionen des Verdrängungsmixes betragen **820 g CO₂/kWh_{el}**.

Durchgeführte Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Eingangsparameter zeigen, dass der ausgewiesene Referenzwert auch bei veränderter KWK-Strommenge und einem abweichenden KWK-Erzeugungsprofil im zeitlichen Verlauf als weitgehend konstant angenommen werden kann.

5 CO₂-Einsparungen durch Veränderung des KWK-Bestandes

Auf Basis der ermittelten Brennstoff-, Strom- und Wärmemengen und der definierten Referenzsysteme konnten die CO₂-Einsparungen berechnet werden. Die Ergebnisse zeigen **Tabelle 5** bis **Tabelle 7**.

Tabelle 5: *CO₂-Einsparungen durch die Modernisierung und den Zubau von KWK-Anlagen von 1998 bis 2005*

in Mio t CO ₂	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung	6,0	13,3	19,3
CO₂-Emissionen der ungekoppelten Erzeugung	12,8	22,3	35,1
Strom	8,8	14,8	23,6
Wärme	4,0	7,5	11,5
CO₂-Einsparungen	6,8	9,0	15,8

Im Jahr 2005 werden durch zugebaute und modernisierte KWK-Anlagen 15,8 Mio. t CO₂ eingespart.

Tabelle 6 *CO₂-Einsparungen durch Erhalt von KWK-Anlagen von 1998 bis 2005*

in Mio t CO ₂	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung	1,9	14,8	16,7
CO₂-Emissionen der ungekoppelten Erzeugung	3,0	18,3	21,3
Strom	1,8	10,0	11,8
Wärme	1,2	8,3	9,5
CO₂-Einsparungen	1,1	3,5	4,6

Der Erhalt von Anlagen, die vor 1989 fertig gestellt wurden und 2005 ohne Modernisierung noch im Betrieb waren, spart im Vergleich zu einer ungekoppelten Erzeugung 4,6 Mio. t CO₂.

Tabelle 7: *CO₂-Mehremissionen durch die Stilllegung von KWK-Anlagen von 1998 bis 2005*

in Mio t CO ₂	Industrie	Allgemeine Versorgung	Summe
CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung	9,0	9,8	18,8
CO₂-Emissionen der ungekoppelten Erzeugung	13,2	13,3	26,5
Strom	8,0	7,0	15,0
Wärme	5,2	6,4	11,5
CO₂-Mehremissionen	4,2	3,5	7,7

Der Ersatz der Strom- und Wärmeerzeugung in den stillgelegten KWK-Anlagen durch eine Erzeugung mittels der definierten Referenzsysteme hat zusätzliche CO₂-Emissionen von 7,7 Mio. t CO₂ verursacht.

Die bilanzierten CO₂-Gesamteinsparungen, d.h. die Einsparungen aus Zubau, Modernisierung und Erhalt abzüglich der Mehremissionen verursacht durch Stilllegungen, betragen 12,7 Mio. t CO₂ im Vergleich zum Basisjahr 1998.

6 Zusammenfassung und Fazit

Ziel der Studie war, Zubau, Modernisierung und Erhalt von KWK im Sinne der Selbstverpflichtung von 2001 zu bilanzieren und den hieraus resultierenden Klimaschutznutzen zu bewerten. Hierzu wurde an der Forschungsstelle für Energiewirtschaft eine umfangreiche Kraftwerks-Datenbank aufgebaut. Die bilanzierten Bestandsveränderungen von 1998 bis 2005 und die hieraus resultierenden Brennstoffeinsätze und Strom- und Wärmeerzeugung sind in **Tabelle 8** zusammengefasst.

Tabelle 8: *Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeerzeugung in den bilanzierten KWK-Anlagen von 1998 bis 2005*

in TWh	Zubau + Modernisierung	Erhalt	Stilllegung
Brennstoffeinsatz	76,5	56,8	71,2
Steinkohle	17,3	34,6	17,2
Braunkohle	7,5	2,4	10,8
Erdgas	51,7	19,8	43,2
Stromerzeugung	28,7	14,3	18,3
Wärmeerzeugung	38,8	31,8	39,0

Für die Ermittlung der CO₂-Einsparungen wurden für die Strom- und Wärmeerzeugung Referenzsysteme definiert. Die spezifischen CO₂-Emissionen der ungekoppelten Erzeugung sind in **Tabelle 9** dargestellt.

Tabelle 9: *Spezifische Emissionen der Referenzsysteme*

	CO ₂ -Emissionen
ungekoppelte Stromerzeugung	820 g CO ₂ /kWh _{el}
ungekoppelte Wärmeerzeugung	
Industrie	290 g CO ₂ /kWh _{th}
allgemeine Versorgung	300 g CO ₂ /kWh _{th}

Durch den Vergleich der bilanzierten CO₂-Emissionen mit den hypothetischen CO₂-Emissionen der definierten CO₂-Emissionen ungekoppelter Referenzsysteme ließen sich die CO₂-Einsparungen berechnen. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 10** zusammengefasst, hierbei werden die durch Stilllegungen verursachten Mehremissionen als negative Einsparungen ausgewiesen.

Tabelle 10: *CO₂-Einsparungen durch Maßnahmen im Bereich der KWK von 1998 bis 2005*

in Mio. t CO ₂ pro Jahr	Industrie	Allgemeine Versorgung	Gesamt
Zubau + Modernisierung	6,8	9,0	15,8
Erhalt	1,1	3,5	4,6
Stilllegung	-4,2	-3,5	-7,7
Gesamt	3,7	9,0	12,7

Die Studie zeigt, dass unter den zugrunde gelegten Rahmenbedingungen für die Referenzsysteme und für die Bewertung des Erhalts, das in der Selbstverpflichtung vereinbarte Zwischenziel von 10 Mio. t CO₂/Jahr für 2005 gegenüber 1998 mit einer bilanzierten jährlichen Einsparung von 12,7 Mio. t CO₂/Jahr durch den Zubau, die Modernisierung und den Erhalt von KWK-Anlagen erreicht wird.

7 Quellen

- /1/ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. (AGFW): *Hauptbericht der Fernwärmeerzeugung 1998*, Frankfurt, 1999
- /2/ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. (AGFW): *CO₂-Monitoring_Energiefluss 1999*, unter www.agfw.de
- /3/ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. (AGFW): *CO₂-Monitoring_Energiefluss 2000*, unter www.agfw.de
- /4/ Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. (AGFW): *Hauptbericht der Fernwärmeerzeugung 2002*, Frankfurt, 2003
- /5/ BMWA: *Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge*. Berlin, 09.11.2000
- /6/ BMWA: *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 Klimvereinbarung*. Berlin, 25.06.2001
- /7/ McCoy, R.: *McCoy Power Report 2002*, Naples, USA, April 2003
- /8/ Statistisches Bundesamt: *Stromerzeugungsanlagen der Betreiber im Bergbau und verarbeitenden Gewerbe*, Fachserie 4, Reihe 6.4, Wiesbaden, 1999 bis 2003
- /9/ Umweltbundesamt: *Liste der in Betrieb befindlichen KWK-Anlagen größer 20 MW*, Berlin, Stand: 14.09.2004
- /10/ Utility Data Institute (UDI): *World Electric Power Plant Database*, Washington DC, USA, September 2003
- /11/ VDEW-Projektgruppe Nutzenergiebilanzen und Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: *Endenergieverbrauch in Deutschland 2002*, Frankfurt a.M., 2003
- /12/ Verband der Netzbetreiber VDN e.V. beim VDEW, unter www.vdn-berlin.de, 2004
- /13/ Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V., *VIK-Mitgliederbefragung in 2004*, persönliche Mitteilung von Gerald Menzler
- /14/ Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.: *Statistik der Energiewirtschaft*, Ausgabe 2004, Verlag Energieberatung GmbH, Essen, 2004
- /15/ Dienhart, M.; Matthes, F.: *Umfrage zum Umsetzungserfolg des KWK-Gesetzes*, EuroHeat&Power, 33. Jg (2004), Heft 12, Frankfurt, 2004
- /16/ Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Energiewirtschaft: *Elektrizitätswirtschaft in Deutschland 52. Bericht 2000*, VWEW Energieverlag, Frankfurt, 2002

Auftraggeber:	EnBW AG, E.ON Energie AG, RWE Power AG
Ansprechpartner:	Dr.-Ing. Wolfgang Mauch
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Ing. Frank Hauptmann Dipl.-Ing. Serafin von Roon Dipl.-Ing. Michael Beer