
Neunte aktualisierte Erklärung zur Klimavorsorge

Monitoring-Bericht 2004 - 2007

Verminderung der CO₂-Emissionen

Beitrag der deutschen Zementindustrie

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Situation der Zementindustrie im Berichtszeitraum	6
3	Monitoring 2005 bis 2008	8
4	Energieverbrauch 2004 - 2007	9
4.1	Energieeinsatz bei der Zementherstellung	9
4.2	Energieverbrauch 2004 bis 2007.....	11
4.2.1	Thermischer Energieverbrauch	11
4.2.2	Elektrischer Energieverbrauch.....	13
5	CO₂-Emissionen	15
5.1	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen	15
5.2	Rohstoffbedingte CO ₂ -Emissionen	16
6	Maßnahmen zur Erreichung des Minderungsziels	18
6.1	Maßnahmen zur Optimierung des Energieeinsatzes	18
6.2	Einsatz von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen.....	18
6.3	Einsatz von Sekundärbrennstoffen.....	19

Anlage: Monitoring-Tabellen

Verein Deutscher Zementwerke e.V.

Düsseldorf, im September 2008

1 Zusammenfassung

Der Berichtszeitraum 2004 bis 2007 war für die deutsche Zementindustrie zunächst von einem weiteren starken Rückgang der Bauwirtschaft gekennzeichnet. Die Zementindustrie war hiervon wiederum in besonderem Maße betroffen. Erst im Jahr 2006 fand eine gewisse Erholung statt, die für die Zementindustrie mit einer Absatzsteigerung von ca. 7 % verbunden war. Dieses Niveau konnte in 2007 stabilisiert werden. Gleichzeitig hat die deutsche Zementindustrie in den Jahren 2005 bis 2007 ihre Zementexporte deutlich steigern können. Auch die Klinkerexporte blieben auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Mittelfristig ist allerdings davon auszugehen, dass diese hohe Exportquote keinen Bestand haben wird.

Im November 2000 haben die Bundesregierung sowie Spitzenverbände der deutschen Wirtschaft eine weiterentwickelte Vereinbarung zum Klimaschutz unterzeichnet, an der sich die deutsche Zementindustrie beteiligt. Im Rahmen dieser Klimavereinbarung hatte die Bundesregierung als Gegenleistung u. a. zugesagt, die Industrie bei der Entscheidung über die Einführung weiterer Instrumente, wie z. B. einen CO₂-Emissionshandel, zu beteiligen. Die Zementindustrie hat sich von Beginn an äußerst skeptisch gegenüber diesem neuen Instrument geäußert. Grund hierfür war nicht die Ablehnung des Emissionshandels als Instrument an sich. Vielmehr wurde befürchtet, dass die Ausgestaltung dieses Instruments zu neuen Wettbewerbsnachteilen für die europäische Industrie und insbesondere für die energieintensive Industrie führen würde. Heute bestätigen verschiedene internationale Studien die Bedenken der Zementindustrie. Die freiwillige Vereinbarung zum Klimaschutz hat letztlich durch die Einführung des Emissionshandels an politischer Bedeutung verloren.

Auf internationaler Ebene waren die Klimavertragsstaatenkonferenzen in den Jahren 2004 bis 2007 von den Bemühungen insbesondere Europas gekennzeichnet, Festlegungen für eine Folgevereinbarung für das Kyoto-Protokoll zu verhandeln. Diese Bemühungen sind bisher nur teilweise von Erfolg gekrönt. Insbesondere die USA sowie wichtige Schwellenländer wie China und Indien weigern sich nach wie vor, quantitative Minderungsvorgaben zu akzeptieren.

Dennoch ist im Februar 2005 das Kyoto-Protokoll formell in Kraft getreten. Für die europäische Industrie hat dies allerdings keine relevanten Auswirkungen, da die im Rahmen des Burden-Sharing-Agreements vereinbarten Minderungsvorgaben für die EU-Mitgliedstaaten bereits völkerrechtlich wirksam waren. Darüber hinaus hat sich die Europäische Union Anfang 2007 auf eine weitergehende Verminderung der Treibhausgasemissionen verständigt. Demnach sollen die Treibhausgasemissionen der EU 25 bis zum Jahr 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden. Basis ist weiterhin das Jahr 1990. Unter der Voraussetzung, dass andere wichtige CO₂-Emittenten, wie vor allem die USA, ebenfalls entsprechende Minderungsvorgaben akzeptieren, ist die EU bereit, eine Minderung bis 2020 um bis zu 30 % anzustreben.

Die deutsche Bundesregierung hatte sich bereits in ihrem Klimaschutzprogramm darauf festgelegt, die Treibhausgasemissionen Deutschlands bis 2020 um mindestens 30 % zu mindern. Unter der Voraussetzung, dass andere wichtige Emittenten ebenfalls Minderungsmaßnahmen akzeptieren, würde sich die Bundesrepublik auf ein Minderungsziel von 40 % einlassen. Die EU-Kommission hat inzwischen Vorschläge für die Umsetzung dieser Zielvorgaben vorgelegt. Sollten diese unverändert umgesetzt werden, wären schwerwiegende negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industriebranchen die

unausweichliche Folge. International hat der G8-Gipfel im Frühjahr 2007 einen gewissen Durchbruch gebracht. Hier haben sich die USA zum ersten Mal grundsätzlich bereit erklärt, auch über quantitative Minderungsvorgaben zu verhandeln.

CO₂-Monitoring

Die in dem vorliegenden Bericht zusammengestellten Daten zum Energieverbrauch und den CO₂-Emissionen der Zementindustrie in den Jahren 2004 bis 2007 basieren auf den jährlichen Umfragen des Vereins Deutscher Zementwerke. Zu der deutschen Zementindustrie gehörten Ende 2007 22 Unternehmen mit 56 Werken. An den Umfragen haben sich alle 36 Werke mit Klinkererzeugung sowie 16 der 19 Mahlwerke beteiligt. Die Repräsentativität der Daten war somit wie in den Vorjahren sehr hoch (z. B. 99 % bezogen auf die Zementproduktion im Jahr 2007). Für die nicht erfassten Unternehmen wurden wiederum Schätzungen auf Basis von Erfahrungswerten des VDZ durchgeführt.

Ergebnisse 2004 - 2007

Der spezifische Energieverbrauch der Zementindustrie sank von 2920 kJ/kg Zement im Jahr 2004 auf 2915 kJ/kg in 2007. In den Jahren 2005 und 2006 lag er mit 2785 bzw. 2674 kg/kg Zement niedriger. Die deutlichen Unterschiede sind u.a. auf Lagerbestandsdifferenzen zurückzuführen. Da sich der auf die Klinkerproduktion bezogene Energieverbrauch gegenüber den Vorjahren nur geringfügig verändert hat, ist die erreichte Minderung vor allem auf die verstärkte Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen zurückzuführen. Der Anteil der Zemente mit mehreren Hauptbestandteilen stieg von 42 % in 2004 auf über 63 % in 2007. Der absolute Brennstoffenergieverbrauch lag im Jahr 2007 mit 99,5 Mio. GJ/a auf einem um 8 Mio. GJ/a höheren Niveau als in 2003.

Jahr	Brennstoffenergieverbrauch	
	absolut [10 ⁶ GJ/a]	spezifisch [kJ/kg Zement]
1990	109,5	3200
1994	102,9	3000
1995	102,8	3000
1996	97,6	2995
1997	99,3	2975
1998	100,7	2905
1999	102,3	2800
2000	99,3	2835
2001	89,8	2790
2002	85,8	2790
2003	91,3	2740
2004	94,9	2920
2005	88,7	2785
2006	92,1	2674
2007	99,5	2915

Der spezifische elektrische Energieverbrauch betrug im Jahr 2003 99,5 kWh/t Zement. Im Berichtszeitraum schwankte er zwischen 98,6 und 102,1 kWh/t Zement. In absoluten Zahlen

stieg der elektrische Energieverbrauch v. a. produktionsbedingt geringfügig von 3,32 (2003) auf 3,40 Mio. MWh/a in 2007.

Die spezifischen energiebedingten CO₂-Emissionen sanken von 0,223 (2003) auf 0,195 t CO₂/t Zement in 2007. Dieser Rückgang ist einerseits auf die verstärkte Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen sowie andererseits auf den verstärkten Einsatz von Sekundärbrennstoffen zurückzuführen. CO₂-Emissionen aus Sekundärbrennstoffen werden im Rahmen der Selbstverpflichtung der Zementindustrie als neutral gerechnet. Der Anteil der Sekundärbrennstoffe stieg im Betrachtungszeitraum von 38,3 auf 52,1 %. In absoluten Zahlen sanken die energiebedingten CO₂-Emissionen der Zementindustrie von 7,42 (2003) auf 6,65 Mio. t CO₂/a in 2007.

Jahr	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen ¹⁾	
	absolut [10 ⁶ t CO ₂ /a]	spezifisch [t CO ₂ /t Zement]
1987	13,35	0,392
1990 ²⁾	12,06	0,352
1994	11,19	0,324
1995	11,14	0,325
1996	10,35	0,317
1997	10,02	0,301
1998	10,03	0,288
1999	9,76	0,267
2000	9,21	0,263
2001	7,93	0,246
2002	7,28	0,237
2003	7,42	0,223
2004	7,28	0,224
2005	6,35	0,200
2006	6,55	0,190
2007	6,65	0,195
2012 ³⁾	-	0,253

¹⁾ ohne Sekundärbrennstoffe

²⁾ Basisjahr der Vereinbarung von 2000

³⁾ Zieljahr der Vereinbarung von 2000

Die rohstoffbedingten CO₂-Emissionen aus der Entsäuerung des Kalksteins sind nicht Gegenstand der Selbstverpflichtung der Zementindustrie, werden aber im Rahmen des Monitorings mit berichtet. Sie nahmen spezifisch von 0,401 (2003) auf 0,419 t CO₂/t Zement in 2007 geringfügig zu. Die CO₂-Emissionen der Zementindustrie insgesamt stiegen damit geringfügig von 20,8 (2003) auf 21,0 Mio. t/a in 2007.

2 Situation der Zementindustrie im Berichtszeitraum

Die wirtschaftliche Situation der deutschen Zementindustrie im Berichtszeitraum 2003 bis 2007 war zunächst gekennzeichnet durch einen weiteren starken Rückgang der Bauwirtschaft, um sich dann im Jahr 2006 und 2007 wieder etwas zu erholen. Hiervon war die deutsche Zementindustrie in besonderem Maße betroffen. So sank die Zementproduktion (gemeint ist hier die für das CO₂-Monitoring relevante Zementproduktion aus in Deutschland hergestelltem Klinker einschließlich Klinkerexport) zunächst von 33,3 Mio. t im Jahr 2003 auf ein Minimum von 31,8 Mio. t Zement im Jahr 2005. Im Jahr 2006 erfolgte eine gewisse Erholung auf 34,5 Mio. t, die u. a. auf erhöhte Exporte zurückzuführen war. Das Jahr 2007 zeigte eine gewisse Stabilisierung mit einer Zementproduktion von 34,1 Mio. t/a. Der Zementverbrauch in Deutschland, der kennzeichnend für die Situation der Bauwirtschaft ist, stieg von 27,2 Mio. t im Jahr 2003 auf 30,0 Mio. t im Jahr 2007. Mitte der 90er Jahre hatte er noch bei 38 - 41 Mio. t/a gelegen ^{1/1)}. Der geschätzte Zementverbrauch pro Kopf sank in diesem Zeitraum von 435 auf 331 kg (zum Vergleich in 2007: Frankreich 401 kg, Spanien 1268 kg).

Auf den weiteren Absatzrückgang reagierte die Zementindustrie mit einer weiteren Konsolidierung ihres Anlagenparks (d. h. Stilllegung von Öfen bzw. Werken) sowie einer Reduzierung ihrer Beschäftigten zahlen. Der Umsatz der Zementindustrie stieg im Berichtszeitraum von 1,62 (2003) auf 2,09 Mrd. €/a in 2007 an.

Einführung des CO₂-Emissionshandels

In dieser für die deutsche Zementindustrie sehr schwierigen Phase wurde zusätzlich zu dem bestehenden Instrument der Selbstverpflichtung der CO₂-Emissionshandel eingeführt. Vom 1. Januar 2005 an unterliegen alle Zementwerke, die Klinker produzieren, diesem neuen Instrument. Nach drei Jahren Laufzeit ist festzustellen, dass die Bedeutung der Klimavereinbarung der deutschen Industrie gegenüber diesem neuen Instrument an Bedeutung verloren hat. Dagegen ist der Emissionshandel heute politisch das bedeutsamste Instrument im Bereich des Klimaschutzes für die Industrie.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Instrumenten besteht in dem Niveau, auf dem sie organisiert sind. Die Selbstverpflichtung zum Klimaschutz ist auf Branchenebene angelegt und ermöglicht so die Durchführung von Maßnahmen dort, wo sie branchenweit am günstigsten sind. Der Emissionshandel ist auf Anlagenebene angelegt und gibt der Industrie somit eine wesentlich geringere Flexibilität bei der Wahl ihrer Maßnahmen.

Die deutsche Zementindustrie hat sich von Beginn an äußerst skeptisch gegenüber diesem neuen Instrument geäußert. Grund hierfür war nicht eine Ablehnung des Emissionshandels als Instrument an sich. Vielmehr wurde befürchtet, dass die Ausgestaltung dieses Instruments zu neuen Wettbewerbsnachteilen für die europäische Industrie und insbesondere die energieintensive Industrie führen würde. Trotz mehrjähriger Diskussionen konnten diese Bedenken nicht aus dem Weg geräumt werden. Vielmehr bestätigen heute verschiedene internationale Studien die Bedenken der Zementindustrie.

^{1) 1/} Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V.: Zahlen und Daten: Ausgabe 2008. Düsseldorf, 2008

Die Erfahrungen aus den ersten drei Jahren mit dem Emissionshandel zeigen, dass die Zementindustrie insgesamt aufgrund des Rückgangs in der Bauindustrie sowie der damit verbundenen Verminderung der Klinker- und Zementproduktion signifikante Nachteile aus dem Emissionshandel bisher vermeiden konnte. Zudem gaben die festgelegten Zuteilungsmethoden in der 1. Zuteilungsperiode 2005 – 2007 die Möglichkeit, durch die Wahl der Benchmarking-Methode (sog. Optionsregel) auch ein gewisses Wachstum im Einzelfall zu berücksichtigen. Das Anziehen der Produktion im Jahr 2006 konnte noch weitgehend durch die erfolgte Zuteilung, die weitgehend auf den Jahren 2000 bis 2002 basierte, abgedeckt werden. Das auch für die nächsten Jahre zu erwartende weitere Wachstum in Verbindung mit den beschlossenen Zuteilungsregeln für die zweite Handelsperiode ab 2008 lassen jedoch befürchten, dass die Ausstattung mit Emissionsberechtigungen zukünftig nicht mehr ausreichen wird.

Die Zementindustrie ist aufgrund der geringeren Wertschöpfung ihrer Produkte im Vergleich zu anderen Industriebranchen besonders hart betroffen. Es ist somit zu befürchten, dass Zementunternehmen nicht in der Lage sein werden, nach 2007 signifikante Mengen an Emissionsrechten zuzukaufen, wenn dies erforderlich ist. Dieses Verhältnis wird sich noch deutlich verschlechtern, wenn – wie derzeit auf EU-Ebene diskutiert – auch der Flugverkehr in den CO₂-Emissionshandel einbezogen wird.

Selbstverpflichtung und Emissionshandel beziehen sich auf unterschiedliche Bilanzräume: Das Ziel der Selbstverpflichtung ist, die energiebedingten CO₂-Emissionen der Zementindustrie zu vermindern. Diese umfassen die direkten Emissionen aus den fossilen Brennstoffen sowie die indirekten Emissionen aus dem elektrischen Energieverbrauch. Demgegenüber schließt der Emissionshandel die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler und abfallstämmiger (Sekundär-) Brennstoffe sowie die prozessbedingten Emissionen aus der Entsäuerung des als Rohstoff verarbeiteten Kalksteins ein. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass das Monitoring im Rahmen der Selbstverpflichtung alle Zementwerke - einschließlich der Mahlwerke ohne Klinkerproduktion – umfasst, der Emissionshandel dagegen nur die Werke mit Klinkerproduktion. Letztlich kommen z. T. unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Brennstoffe zur Anwendung. Somit sind die in den unterschiedlichen Berichtssystemen veröffentlichten Daten nicht vergleichbar, jedoch ineinander umrechenbar.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Bedeutung der Klimavereinbarung zwischen Bundesregierung und den deutschen Spitzenverbänden und damit auch die Einzelverpflichtungen der Industriebranchen durch die Einführung des CO₂-Emissionshandels deutlich an politischer Bedeutung verloren hat.

3 Monitoring 2005 bis 2008

Im Rahmen der Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft zum Klimaschutz hat sich die deutsche Zementindustrie im März 1995 bereit erklärt, sich an dem vom BDI koordinierten und vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) begleiteten Monitoring-System zu beteiligen. Mit der Weiterentwicklung ihrer Selbstverpflichtung hat die deutsche Zementindustrie darüber hinaus bekräftigt, auch bis zum Jahr 2012 die relevanten Daten zum Energieverbrauch und zu den CO₂-Emissionen dem RWI und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Es ist weiterhin vorgesehen, im jährlichen Rhythmus die thermischen und elektrischen Energieverbräuche sowie die Produktionsdaten zu erheben. Diese werden gemeinsam mit den daraus berechneten CO₂-Emissionen der Zementindustrie in anonymisierter Form dem RWI zur Überprüfung übergeben. Aus den o. g. Gründen wird es zukünftig zwar möglich sein, Plausibilitätsprüfungen auf Basis der CO₂-Berichterstattung im Rahmen des Emissionshandels durchzuführen. Die Daten können jedoch nicht identisch sein.

Der Verein Deutscher Zementwerke hat in den Jahren 2005 bis 2008 die thermischen und elektrischen Energieverbräuche sowie die Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie für die Jahre 2004 bis 2007 abgefragt. Von den im Jahr 2007 in Deutschland tätigen zementherstellenden Unternehmen sind 17 im Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) organisiert. Insgesamt wurden 36 Werke mit Klinkererzeugung sowie 19 Mahlwerke betrieben (2007). An den Umfragen haben sich alle Klinker herstellenden Unternehmen sowie 16 der 19 Mahlwerke beteiligt. Der Erfassungsgrad war somit wie in den Vorjahren sehr hoch: Im Jahr 2007 betrug er beispielsweise 99 % bezogen auf die gesamte Zementproduktion. Die durch das Monitoring im Jahr 2007 erfasste Brennstoffmenge beträgt sogar nahezu 100 % des Gesamtverbrauchs. Für die nicht erfassten Unternehmen wurden wiederum Schätzungen der Energieverbräuche auf der Basis von Erfahrungswerten des Forschungsinstituts der Zementindustrie durchgeführt. Die Repräsentanz der Daten ist somit wie auch in den Vorjahren als sehr gut anzusehen. Die ausgefüllten Monitoring-Tabellen des RWI sind dem Bericht als Anlage beigefügt.

4 Energieverbrauch 2004 - 2007

4.1 Energieeinsatz bei der Zementherstellung

Aufgrund des hohen Anteils der Energiekosten an den Herstellkosten von Zement ist die Zementindustrie seit jeher bestrebt, Energie rationell einzusetzen und Brennstoffenergiekosten zu senken, obwohl der Energieanteil des Zements im fertigen Bauwerk sehr gering ist. Die Verringerung des Brennstoffenergieverbrauchs der Zementindustrie in den letzten 45 Jahren ist in aktualisierter Form in der beigefügten Grafik dargestellt (**Bild 1**). Daraus geht hervor, dass der anlagentechnische Wirkungsgrad und damit die Ausnutzung der Brennstoffenergie über 70 % beträgt. Diese Effizienzsteigerung ist das Ergebnis kontinuierlicher Verbesserungen der Verfahrenstechnik, die u. a. aufgrund der hohen Brennstoffkosten durchgeführt werden und eine langfristige Optimierung der Energieeffizienz zur Folge haben.

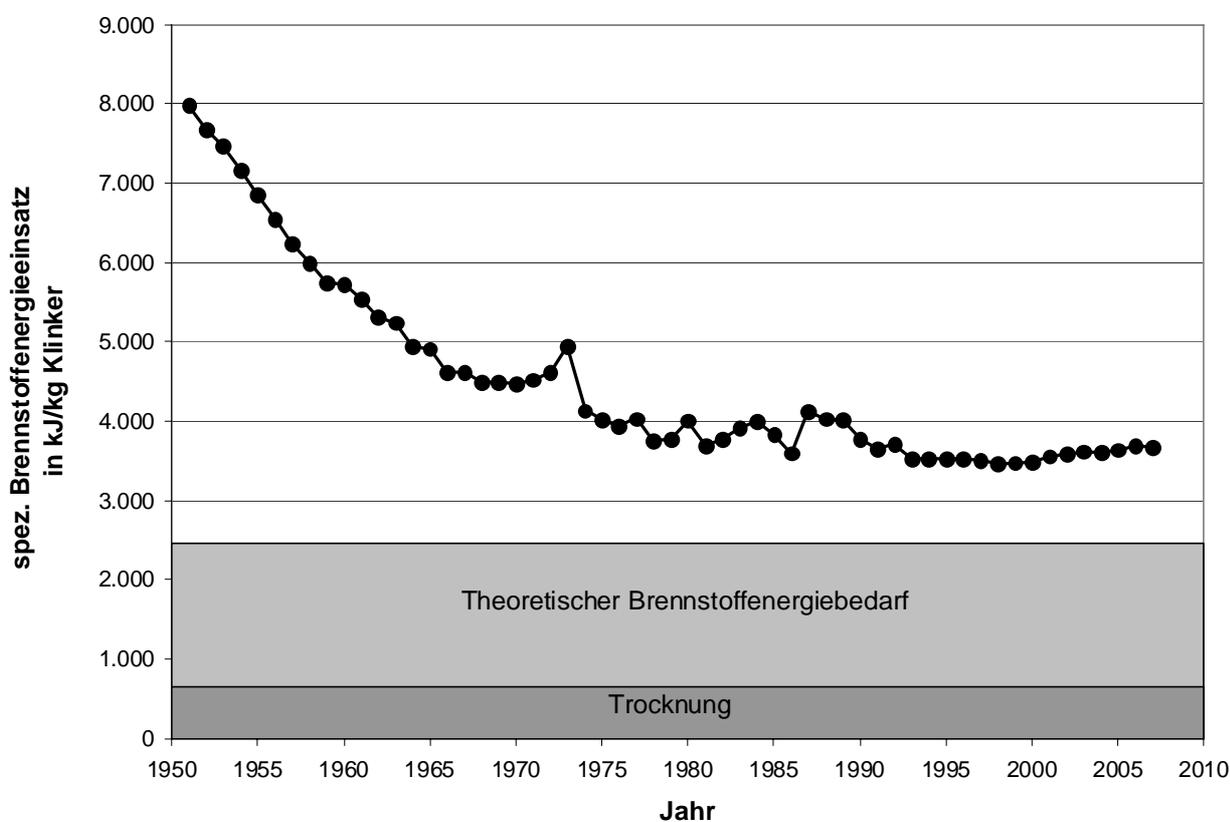


Bild 1: Spezifischer Brennstoffenergieverbrauch (bis 1986 alte Bundesländer, danach gesamte Bundesrepublik)

Brennstoffenergie wird bei der Zementherstellung im Wesentlichen für das Brennen des Zementklinkers aufgewendet. Beim in Deutschland heute fast ausschließlich angewendeten Trockenverfahren wird das mehlfein aufgemahlene Rohmaterial (im Wesentlichen Kalkstein und Ton bzw. deren natürliches Gemisch, der Mergel) im Gegenstrom vom Ofenabgas auf Temperaturen von etwa 850 bis 900 °C vorgewärmt. Das Brennen des Klinkers erfolgt in Drehrohröfen, wo das Brenngut bei Flammentemperaturen von über 2.000 °C auf die notwendige Sintertemperatur von 1.400 bis 1.450 °C aufgeheizt wird. Diese hohen Temperaturen sind notwendig, damit sich die für die Zementeigenschaften notwendigen Klinkerphasen bilden können. In einem nachgeschalteten Klinkerkühler wird der fertig gebrannte Zementklinker im Gegenstrom zur Verbrennungsluft abgekühlt. Die so vorgewärmte Luft wird dem Ofen als Verbrennungsluft zugeführt.

Die wesentlichen Abwärmeströme beim Klinkerbrennprozess sind das Ofenabgas sowie – je nach Anlagentechnik – überschüssige Kühlluft aus dem Klinkerkühler mit einem Temperaturniveau von etwa 250 bis 400 °C. Je nach Feuchte des Rohmaterials dienen sie zu dessen Trocknung oder zur Trocknung von Zuschlagstoffen, wie z. B. Hüttsand. Die verbleibende Abwärme fällt auf einem Temperaturniveau von 80 bis 150 °C an und ist wirtschaftlich nicht mehr verwertbar.

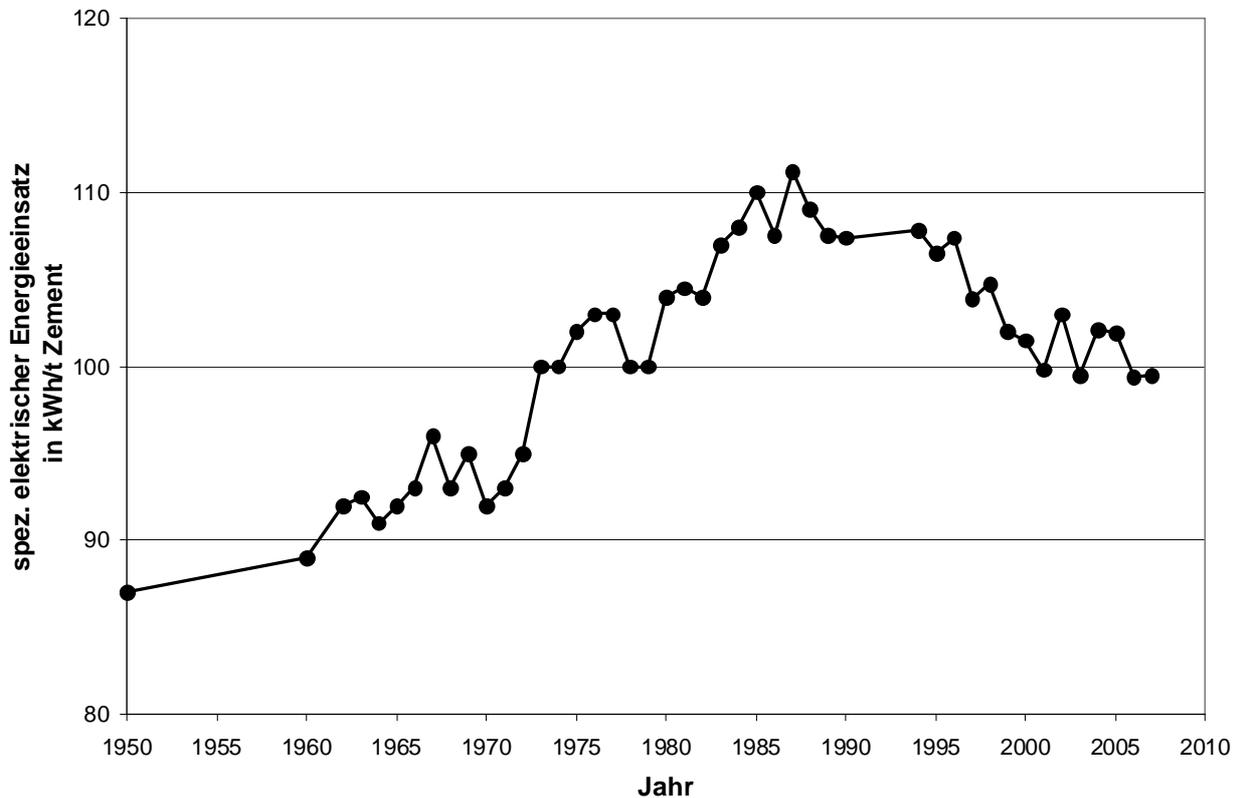


Bild 2: Spezifischer elektrischer Energieverbrauch (bis 1986 alte Bundesländer, danach gesamte Bundesrepublik)

Elektrische Energie wird bei der Zementherstellung vor allem für die Rohmaterialaufbereitung (etwa 35 %), zum Brennen und Kühlen des Klinkers (ca. 22 %) und für die Zementmahlung (ca. 38 %) aufgewendet. Der stetige Anstieg des elektrischen Energieverbrauchs durch höhere Anforderungen an die Produktqualität und an den Umweltschutz konnte zwischenzeitlich gestoppt werden (s. **Bild 2**). So konnte beispielsweise durch effizientere Verfahren zur Zementmahlung der Mehrverbrauch kompensiert werden. Da die Gebrauchseigenschaften der Zemente aus neuartigen Mühlen jedoch nicht ohne weiteres mit denen aus herkömmlichen Kugelmühlen vergleichbar sind, kann das Potential der Energieeinsparung nach wie vor nicht in vollem Umfang genutzt werden.

4.2 Energieverbrauch 2004 bis 2007

4.2.1 Thermischer Energieverbrauch

Die in den Jahren 2004 bis 2007 in der Zementindustrie eingesetzten Brennstoffmengen sind aufgeteilt nach Energieträgern in **Tafel 1** den Verbräuchen der Jahre 1987 bis 2003 gegenübergestellt.

Tafel 1: Brennstoffenergieverbrauch nach Energieträgern

Brennstoff	1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	[10 ⁶ GJ/a]							
Steinkohle	47,5	49,9	43,1	37,9	38,2	32,0	29,4	31,4
Braunkohle	45,8	32,5	33,4	32,1	31,4	33,2	32,1	30,1
Petrolkoks	0,8	1,9	10,0	9,9	9,5	10,2	9,7	8,4
Heizöl S	4,2	5,8	3,3	2,4	2,2	4,5	5,9	1,9
Heizöl EL	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Erdgas und andere Gase	0,8	0,3	1,1	1,3	1,6	0,6	0,6	0,7
sonstige fossile Brennstoffe	2,1	1,9	0,6	0,6	0,5	1,1	0,9	1,0
Fossile Brennstoffe insgesamt	101,4	92,5	91,8	84,5	83,6	81,9	78,9	73,8
Sekundärbrennstoffe insgesamt	8,1	10,4	11,0	13,1	15,7	18,8	23,4	25,5
Thermischer Energieverbrauch insgesamt	109,5	102,9	102,8	97,6	99,3	100,7	102,3	99,3

Brennstoff	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	[10 ⁶ GJ/a]						
Steinkohle	21,8	19,3	19,1	15,5	8,7	11,4	13,9
Braunkohle	28,0	24,5	27,4	31,6	29,1	27,6	25,1
Petrolkoks	7,6	7,4	5,7	3,8	4,2	4,3	5,6
Heizöl S	3,4	3,4	2,7	2,5	2,2	1,9	2,1
Heizöl EL	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
Erdgas und andere Gase	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,1
sonstige fossile Brennstoffe	1,1	0,6	0,8	0,7	0,5	0,3	0,3
Fossile Brennstoffe insgesamt	62,6	55,9	56,4	54,9	45,4	46,0	47,3
Sekundärbrennstoffe insgesamt	27,2	29,9	34,9	40,0	43,3	46,1	52,2
Thermischer Energieverbrauch insgesamt	89,8	85,8	91,3	94,9	88,7	92,1	99,5

Aus den in Tafel 1 zusammengestellten Daten wird deutlich, dass der Gesamtbrennstoffenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2003 von 91,3 auf zunächst 94,9 Mio. GJ/a in 2004 zugenommen hat. Bis zum Jahr 2006 sank er dann wieder auf 92,1 Mio. GJ/a, um dann in 2007 wieder auf 99,5 Mio. GJ/a anzusteigen. In erster Linie ist dies zunächst auf den Rückgang der Zementproduktion von 2003 bis 2005 sowie die Erhöhung im Jahr 2006 zurückzuführen. Im Jahr 2007 war darüber hinaus auch eine signifikante Ausweitung der Klinkerproduktion zu verzeichnen. Gegenüber dem Jahr 1990 beträgt die absolute Reduzierung des Brennstoffenergieverbrauchs damit 9,7 %. Aus der Tabelle geht weiterhin hervor, dass die Substitution der Regelbrennstoffe durch Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie weiter voranschreitet. Der Anteil der Sekundärbrennstoffe stieg von 38,3 % im Jahr 2003 auf 52,5 % im Jahr 2007. Durch den verstärkten Einsatz von Sekundärbrennstoffen wurde im Berichtszeitraum vor allem Steinkohle und Braunkohle sowie in geringerem Maße Petrolkoks substituiert. Der Verbrauch an schwerem Heizöl S sank von 2,7 Mio. GJ/a in 2003 auf 2,1 Mio. GJ/ in 2007. Die energetische Verwertung von Abfällen stellt nach Auffassung der Zementindustrie einen wesentlichen Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen dar, da fossile Brennstoffe in energetisch äquivalentem Maße ersetzt werden. Da darüber hinaus der thermische Wirkungsgrad von Drehofenanlagen zum Brennen von Zementklinker deutlich höher als der anderer Verwertungsverfahren ist, führt der Einsatz von Sekundärbrennstoffen in der Zementindustrie insgesamt auch zu einer CO₂-Reduzierung, die im System des Emissionshandels allerdings keine Berücksichtigung findet.

Tafel 2 gibt eine Übersicht über die ermittelten absoluten und spezifischen Energieverbräuche von 1987 bis 2007.

Tafel 2: Absoluter und spezifischer Energieverbrauch

	Brennstoffenergieverbrauch	
	absolut [10 ⁶ GJ/a]	spezifisch [kJ/kg Zement]
1990	109,5	3200
1994	102,9	3000
1995	102,8	3000
1996	97,6	2995
1997	99,3	2975
1998	100,7	2905
1999	102,3	2800
2000	99,3	2835
2001	89,8	2790
2002	85,8	2790
2003	91,3	2740
2004	94,9	2920
2005	88,7	2785
2006	92,1	2674
2007	99,5	2915

Bei der Berechnung der spezifischen Verbräuche wurde der Gesamtverbrauch an thermischer Energie einschließlich der Sekundärbrennstoffe berücksichtigt. Als Bezugsgröße wurde wiederum die aus dem in Deutschland hergestellten Zementklinker ermahlene Zementmenge (einschließlich Klinkerexport) eingesetzt. Zemente aus Importklinker blieben unberücksichtigt, da hierfür in Deutschland keine Brennstoffe verbraucht wurden. Aus den in Tafel 2 dargestellten Angaben geht hervor, dass der gesamte Brennstoffenergieverbrauch im Zeitraum 2003 - 2007 von 91,3 Mio. GJ/a auf 99,5 Mio. GJ/a angestiegen ist. Der spezifische Brennstoffenergieverbrauch der deutschen Zementindustrie lag im Jahr 2007 mit 2915 kJ/kg Zement um 5 kJ/kg Zement niedriger als im Jahr 2004 (2920 kJ/kg Zement). Auch wenn die Jahre 2004 und 2007 eine gewisse Erhöhung des zementbezogenen Energieverbrauchs aufweisen, setzt sich der abwärtsweisende Trend der Vorjahre fort. Der besonders niedrige Verbrauch im Jahr 2006 ist z. T. darauf zurückzuführen, dass Zementunternehmen Klinkerbestände deutlich abgebaut haben. In 2007 wurden die Klinkerbestände dann wieder deutlich aufgebaut.

Da sich der auf die Klinkerproduktion bezogene Energieverbrauch gegenüber den Vorjahren zum Teil nur geringfügig verändert hat, sind die Veränderungen darüber hinaus vor allem auf die verstärkte Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen zurückzuführen. Dies ist das Ergebnis der Bemühungen der Zementindustrie in den vergangenen Jahren, die Akzeptanz dieser Zementsorten im Markt zu verbessern. So nahm der Anteil dieser Zemente am Zementabsatz insgesamt von 2003 bis 2007 kräftig zu. Zum Teil ist dies auf Änderungen im Berichtskreis zurückzuführen (1 Unternehmen hat sich zeitweise nicht an dieser Statistik des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie beteiligt). Der Vergleich des Anteils im Jahr 2007 (63,6 %) mit früheren Jahren zeigt jedoch deutlich, dass die Anstrengungen der deutschen Zementunternehmen, die Marktakzeptanz dieser Zemente mit geringerer spezifischer CO₂-Emission zu fördern, über längere Zeiträume hinweg erfolgreich ist. Inwieweit weitere Steigerungen möglich sind, hängt neben der Marktakzeptanz auch von den verfügbaren Hüttensandmengen und damit der Stahlproduktion sowie dem Anteil der granulierten Hochofenschlacke ab.

4.2.2 Elektrischer Energieverbrauch

Die Daten zum elektrischen Energieverbrauch der deutschen Zementwerke sind in **Tafel 3** zusammengestellt. Demnach ist der absolute elektrische Energieverbrauch im Wesentlichen der Entwicklung der Zementproduktion gefolgt. Er schwankte leicht zwischen 3,24 und 3,42 Mio. MWh/a. Der spezifische elektrische Energieverbrauch schwankte zwischen 99,4 kWh/t Zement (2006) und 102,1 kWh/t Zement (2004). Diese Veränderungen liegen noch im Bereich üblicher Schwankungsbreiten. Allerdings trägt der verstärkte Einsatz anderer Hauptbestandteile als Klinker auch zu einer gewissen Verminderung des elektrischen Energieverbrauchs bei. Zwar erfordern Zemente mit mehreren Hauptbestandteilen, wie z. B. Hüttensand oder Kalkstein, einen höheren Mahlergieaufwand, da sie bei gleicher Qualität feiner aufgemahlen werden müssen. Andererseits wird jedoch der elektrische Energieverbrauch für die Herstellung des substituierten Klinkers (Rohmaterialaufbereitung, Brennprozess) eingespart. Auch die in den vergangenen Jahren gestiegenen Klinkerexporte spielen eine Rolle, da für diese Mengen in Deutschland keine Mahlergie für die Zementmahlung aufgewendet wurde.

Tafel 3: Elektrischer Energieverbrauch der deutschen Zementindustrie

Jahr	Elektrischer Energieverbrauch	
	absolut [10 ⁶ MWh/a]	spezifisch [kWh/t Zement]
1990	3,67	107,4
1994	3,72	107,8
1995	3,64	106,5
1996	3,50	107,4
1997	3,47	103,9
1998	3,63	104,7
1999	3,73	102,0
2000	3,55	101,5
2001	3,21	99,8
2002	3,17	103,0
2003	3,32	99,5
2004	3,32	102,1
2005	3,24	101,9
2006	3,42	99,4
2007	3,40	99,7

Es ist fraglich, ob eine signifikante Verminderung des derzeitigen spezifischen elektrischen Energieverbrauchs zukünftig möglich sein wird. Aufgrund der steigenden Marktanforderungen an die Leistungsfähigkeit, wie z. B. die Feinmahlung der Zemente, ist insbesondere bei zunehmender Produktion von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen ein insgesamt höherer Energieverbrauch zur Feinmahlung zu erwarten. Auch höhere Anforderungen an die Abgasreinigung, wie sie z. B. durch die Novellierung der TA Luft und der 17. BImSchV eingeführt wurden, können zu einer Erhöhung des elektrischen Energieverbrauchs beitragen.

5 CO₂-Emissionen

5.1 Energiebedingte CO₂-Emissionen

Das Treibhauspotential der Emissionen der Zementindustrie wird praktisch ausschließlich durch Kohlendioxid bewirkt. Andere Treibhausgase, so auch die im Kyoto-Protokoll genannten, treten bei der Zementherstellung nicht oder nur in extrem geringen Mengen auf (vergleiche Monitoring-Bericht 1998). Beim Klinkerbrennprozess entstehen CO₂-Emissionen durch die Umsetzung von Brennstoffenergie zur Erzeugung von Prozesswärme. Darüber hinaus wird Brennstoffenergie für Trocknungsprozesse für andere Hauptbestandteile des Zements, wie z. B. Hüttensand, aufgewendet. Über die brennstoffbedingten CO₂-Emissionen der Zementindustrie wird im Rahmen des Monitoring regelmäßig berichtet. Im Berichtszeitraum 2003 bis 2007 sanken sie von 0,156 auf 0,128 t CO₂/t Zement. In absoluten Zahlen bedeutete dies eine Verminderung von 5,20 auf 4,38 Mio. t CO₂/a. Hierin sind die CO₂-Emissionen aus dem Einsatz von Sekundärbrennstoffen nicht berücksichtigt, da sie fossile Brennstoffe vollständig substituieren. Da die Abfälle ansonsten an anderen Stellen ihren Kohlenstoffgehalt zu CO₂ oder anderen Treibhausgasen freisetzen würden, führt der Einsatz von Sekundärbrennstoffen insgesamt zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen.

In dieser entsprechenden Berücksichtigung der Sekundärbrennstoffe besteht ein wesentlicher Unterschied zur Berichterstattung im Rahmen des Emissionshandels. Der Emissionshandel umfasst alle fossilen Brennstoffe sowie die fossilen Anteile der Abfallbrennstoffe. Nur die biogenen Anteile der Brennstoffe werden mit einem Emissionsfaktor von 0 gerechnet.

Eine Substitution der traditionellen fossilen Brennstoffe Braun- und Steinkohle durch andere Brennstoffe mit niedrigeren spezifischen CO₂-Emissionen, wie z. B. Erdgas, ist aus Kostengründen nicht möglich. Da die Brennstoffkosten maßgeblich die Herstellkosten des Zements beeinflussen, gehen die Bestrebungen der Zementindustrie aus Wettbewerbsgründen auch weiterhin dahin, fossile Brennstoffe verstärkt durch Abfallbrennstoffe zu ersetzen. Inwiefern zukünftig der Einsatz biogener Brennstoffe eine besondere Rolle spielen wird, bleibt abzuwarten (siehe auch Kapitel 6.3). Wie bereits in den Vorjahren wurden bei der Berechnung der brennstoffbedingten CO₂-Emissionen im vorliegenden Bericht vorwiegend die vom RWI vorgeschlagenen CO₂-Emissionsfaktoren verwendet. Nur für Petrolkoks und Braunkohlenstaub wurden die spezifischen Emissionsfaktoren für die in der Zementindustrie eingesetzten Brennstoffqualitäten verwendet (Braunkohle 0,093 kg CO₂/MJ Brennstoff, Petrolkoks 0,096 kg CO₂/MJ Brennstoff). Diese Faktoren beruhen auf einer Vielzahl von Brennstoffanalysen des Forschungsinstituts der Zementindustrie. Bei Verwendung der vom RWI angewendeten Faktoren würde bei diesen Brennstoffen den spezifischen Brennstoffbedingungen der Zementindustrie keine Rechnung getragen. Die sich aus der Verbrennung der einzelnen Energieträger ergebenden CO₂-Emissionen sind der **Tabelle IV, Anlage**, zu entnehmen.

Die im Rahmen der Selbstverpflichtung vereinbarten und verwendeten Emissionsfaktoren unterscheiden sich ebenfalls von den im Emissionshandel vorgeschriebenen Werten. Quantitativ weichen die Werte zwar nur geringfügig ab, allerdings ist die Differenzierung beim Emissionshandel deutlich stärker.

Der elektrische Energieverbrauch macht etwa 10 % des gesamten Energieverbrauchs der Zementwerke aus. Als Primärenergie gerechnet ist der Anteil des elektrischen Energieverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen, die sich aus deren Einsatz ergeben, jedoch grö-

ßer. Die durch den Stromverbrauch bedingte CO₂-Emission betrug im Berichtszeitraum zwischen 0,067 und 0,068 t CO₂/t Zement. In absoluten Zahlen nahm sie geringfügig von 2,22 (im Jahr 2003) auf 2,28 (im Jahr 2007) zu. Eine Eigenstromerzeugung findet in der deutschen Zementindustrie nur in sehr geringem Maße statt.

Für die berechneten indirekten CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch werden im Rahmen des vom BDI organisierten Monitorings einheitliche CO₂-Emissionsfaktoren verwendet (siehe **Tabelle V, Anlage**). Diese Faktoren basieren auf den statistischen Jahresberichten des Referats Elektrizitätswirtschaft des BMWA. Gemäß der zugrundeliegenden Methodik werden die Faktoren des Basisjahres 1990 verwendet. Dadurch wird gewährleistet, dass Effizienzsteigerungen durch die stromverbrauchende Industrie dieser angerechnet werden, während Verbesserungen bei der Stromerzeugung bzw. CO₂-Minderungen durch Brennstoffwechsel der stromerzeugenden Industrie gutgeschrieben werden. Der für 1990 und alle Folgejahre angesetzte Emissionsfaktor beträgt 0,67 t CO₂/MWh.

5.2 Rohstoffbedingte CO₂-Emissionen

Bei der Entsäuerung des wichtigsten Rohstoffs Kalkstein (chemisch CaO₃) wird CO₂ freigesetzt. Die je Tonne produzierten Klinkers erzeugte rohstoffbedingte CO₂-Emission hängt von der Rohstoffrezeptur ab, variiert aber nur in geringem Maße. Sie beträgt in Deutschland ca. 0,53 t CO₂/t Klinker oder im Berichtszeitraum zwischen 0,383 (2006) und 0,428 (2004) t CO₂/t Zement. Die gesamte rohstoffbedingte CO₂-Emission der deutschen Zementindustrie schwankte zwischen 12,9 Mio. t CO₂ im Jahr 2005 und 14,3 Mio. t CO₂ im Jahr 2007. Damit ergeben sich für den Berichtszeitraum die in **Tafel 4** dargestellten spezifischen bzw. absoluten CO₂-Emissionen. Eine Verminderung der rohstoffbedingten CO₂-Emissionen ist – bezogen auf die Tonne Zement – nur in begrenztem Maße durch die verstärkte Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen möglich. Bezogen auf die Tonne Klinker ist eine Reduzierung praktisch nicht möglich.

Tafel 4: CO₂-Emissionen der Zementindustrie in den Jahren 2003 bis 2007

	Absolute CO ₂ -Emissionen in 10 ⁶ t/a				Spezifische CO ₂ -Emissionen in t CO ₂ /t Zement			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
thermisch bedingt ¹⁾	5,06	4,18	4,25	4,38	0,155	0,132	0,123	0,128
elektrisch bedingt	2,22	2,17	2,29	2,28	0,068	0,068	0,067	0,067
rohstoffbedingt	13,93	12,92	13,21	14,31	0,428	0,406	0,383	0,419
energiebedingt	7,28	6,35	6,54	6,65	0,224	0,200	0,190	0,195
gesamt	21,21	19,27	19,75	20,97	0,651	0,606	0,573	0,614

1) ohne Sekundärbrennstoffe

Zusammenfassend ergeben sich damit die in **Tafel 5** zusammengestellten spezifischen CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie für den Zeitraum 1990 bis 2007. Das Basisjahr für die auf die spezifischen energiebedingten CO₂-Emissionen umgestellte Selbstverpflichtung der Zementindustrie ist das Jahr 1990.

Tafel 5: Spezifische CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie (in t CO₂/t Zement)

Jahr	aus thermischem Energieverbrauch¹⁾	aus elektrischem Energieverbrauch	aus Kalkstein-entsäuerung	gesamt
1990 ²⁾	0,280	0,072	0,450	0,802
1994	0,252	0,072	0,450	0,775
1995	0,254	0,071	0,451	0,776
1996	0,245	0,072	0,451	0,768
1997	0,231	0,070	0,453	0,754
1998	0,218	0,070	0,444	0,732
1999	0,199	0,068	0,427	0,694
2000	0,195	0,068	0,431	0,694
2001	0,179	0,067	0,415	0,661
2002	0,168	0,069	0,413	0,650
2003	0,156	0,067	0,401	0,624
2004	0,155	0,068	0,428	0,651
2005	0,132	0,068	0,406	0,606
2006	0,123	0,067	0,383	0,573
2007	0,128	0,067	0,419	0,614

1) ohne Sekundärbrennstoffe

2) Basisjahr der freiwilligen Vereinbarung von 2000

6 Maßnahmen zur Erreichung des Minderungsziels

6.1 Maßnahmen zur Optimierung des Energieeinsatzes

Die heutige Situation der deutschen Zementindustrie ist durch die in den Jahren nach der deutschen Wiedervereinigung getätigten Investitionen in Neuanlagen bzw. in die grundlegende Umstrukturierung und Optimierung der Zementwerke in den neuen Bundesländern gekennzeichnet. Auch in den alten Bundesländern wurden nach 1990 mehrere Ofenanlagen neu gebaut. Die letzte dieser Neuanlagen ging im Jahr 2001 in Betrieb. Damit sind die deutschen Zementwerke heute auf einem hohen technischen Stand. Darüber hinaus befinden sich keine grundlegend neuen und effizienteren Verfahren zur Klinkerherstellung in der Entwicklung.

Andererseits war der Berichtszeitraum – wie bereits in Kapitel 2 dargelegt – zunächst durch einen weiteren Rückgang der Bautätigkeit in Deutschland geprägt, der sich direkt auf den Zementabsatz auswirkte. Auf diesen weiteren Umsatzrückgang musste die deutsche Zementindustrie durch Personalabbau und Kapazitätsanpassungen reagieren. Für große Investitionen in energiesparende Maßnahmen bestand aus diesen Gründen kein Spielraum. Erst in den Jahren 2006 und 2007 setzte eine gewisse Erholung ein, die sowohl durch die erstmals wieder verbesserte Baukonjunktur als auch durch vermehrte Exporte bedingt war. Die Modernisierungen beschränkten sich zunächst im Wesentlichen auf die für den Erhalt der Anlagen erforderlichen Ersatzinvestitionen. Jedoch wurden in den Jahren 2006 und 2007 auch mehrere Projekte zur Modernisierung von Ofen- bzw. Mahlanlagen initiiert, die jedoch erst in den folgenden Jahren emissionswirksam werden.

6.2 Einsatz von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen

Die deutsche Zementindustrie hatte im Berichtszeitraum 2003 bis 2007 ihre Bemühungen fortgesetzt, verstärkt Zemente mit mehreren Hauptbestandteilen neben Klinker in den Markt zu bringen. Im Berichtszeitraum gelang dies besonders gut, auch wenn durch Änderungen in der Statistik des BDZ das Ergebnis etwas verzerrt dargestellt ist. Der Vergleich des Anteils im Jahr 2007 (63,6 %) mit früheren Jahren zeigt jedoch deutlich, dass die Anstrengungen der deutschen Zementunternehmen, die Marktakzeptanz dieser Zemente mit geringerer spezifischer CO₂-Emission zu fördern, über längere Zeiträume hinweg erfolgreich ist. Inwieweit weitere Steigerungen möglich sind, hängt neben der Marktakzeptanz auch von den verfügbaren Hüttensandmengen und damit der Stahlproduktion sowie der Anteil der granulierten Hochofenschlacke ab.

Grundsätzlich erlauben es nationale und europäische Zementnormen, gebrannten Zementklinker teilweise durch andere Stoffe zu ersetzen. Eine technische Bedeutung weisen allerdings nur Hüttensand aus der Herstellung von Roheisen sowie ungebrannter Kalkstein auf. Wie bereits in Kapitel 4 dargestellt, ist die im Berichtszeitraum erzielte Verringerung des spezifischen Brennstoffenergieverbrauchs vor allem auf die vermehrte Produktion von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen zurückzuführen. Wie aus **Tafel 6** hervorgeht, stieg der Anteil der Zemente mit anderen Hauptbestandteilen von 43 % im Jahr 2003 auf über 63 % im Jahr 2007. Während der Anteil der hüttensandhaltigen Zemente mit geringerem Hüttensandgehalt (6 – 35 %) zunächst geringfügig auf 14 % in 2004 abnahm, stieg dieser bis zum Jahr 2007 wieder stark auf 20,5 % an. Der Anteil der Zemente mit hohem Hüttensandgehalt (36 – 80 %) stieg ebenfalls von 11,4 % in 2003 auf 19,2 im Jahr 2007 deutlich an. Der Anteil der

Portlandkalkstein-Zemente stieg geringfügig von 14,9 und 15,6 an. Sehr deutlich nahm der Anteil der sonstigen Zemente zu.

Tafel 6: Anteile von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen (in % des Inlandsversands)

Zementsorte	Anteil anderer Hauptbestandteile [%]	2000 [%]	2001 [%]	2002 ¹⁾ [%]	2003 [%]	2004 [%]	2005 ¹⁾ [%]	2006 [%]	2007 [%]
Portlandhüttenzement	6 – 35 (Hüttensand)	15,0	16,1	19,2	15,3	14,0	14,7	19,3	20,5
Portlandkalksteinzement	6 – 20 (Kalkstein)	8,1	10,6	12,2	14,9	16,0	15,5	14,7	15,6
Hochofenzement	36 – 80 (Hüttensand)	14,2	14,1	10,7	11,4	10,4	14,4	17,7	19,2
Portlandpuzzolanzement	6 – 35 (Trass)	0,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
Sonstige	---	0,4	0,7	1,3	1,3	1,1	2,5	6,5	8,2
Gesamt		38,2	42,1	43,9	43,3	41,7	47,2	58,3	63,6

¹⁾ Werte 2002 und 2005 wegen Änderung des Berichtskreises mit den Vorjahren nicht vergleichbar

Quelle: BDZ Zahlen und Daten

6.3 Einsatz von Sekundärbrennstoffen

Der Einsatz von Sekundärbrennstoffen wird in der weiterentwickelten Selbstverpflichtung der Zementindustrie als CO₂-frei gerechnet. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass die Substitution fossiler Brennstoffe durch abfallstämmige Sekundärbrennstoffe zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen insgesamt führt. Diese Stoffe müssten ansonsten deponiert oder verbrannt werden, wobei sie ihr CO₂ freisetzen würden. Weiterhin stellen bestimmte Abfallstoffe, wie z. B. Tiermehl oder Klärschlamm, biogene Energieträger dar, die aufgrund ihrer Entstehung Kohlendioxid aus der Atmosphäre eingebunden haben.

Im Berichtszeitraum 2003 bis 2007 haben die deutschen Zementwerke den Anteil der Sekundärbrennstoffe an der gesamten Feuerungswärmeleistung der Drehöfen von 38,3 auf 52,5 % erhöht (siehe auch **Bild 3**). Dies entsprach im Jahr 2007 einem Energieeinsatz von 52,2 Mio. GJ/a oder etwa 1,78 Mio. t SKE/a. Bezogen auf einen für die Zementindustrie typischen Heizwert von Steinkohle von 25 MJ/t entspricht dieser einer tatsächlichen eingesparten Kohlenmenge von ca. 2,06 Mio. t/a. Deren Einsatz in den Drehrohröfen der Zementindustrie hätte ansonsten eine CO₂-Emission von 4,8 Mio. t/a verursacht.

Die Mengen der im Einzelnen eingesetzten Sekundärbrennstoffe haben sich im Berichtszeitraum 2003 bis 2007 deutlich verändert (siehe **Tafel 7**). Der Einsatz der „klassischen“ Sekundärbrennstoffe Altreifen stieg geringfügig von 247.000 auf 289.000 t/a (2007), während der Einsatz von Altöl von 116.000 auf 85.000 t/a zurückging. Weiter gesteigert wurde der Einsatz von Fraktionen aus Industrie- und Gewerbeabfällen von 626.000 t/a in 2003 auf 1,6 Mio. t/a in 2007. Auch der Einsatz aufbereiteter Fraktionen aus Siedlungsabfall wurde auf 186.000 t/a (2007) gesteigert. Diese heterogen zusammengesetzten Sekundärbrennstoffe enthalten auch biogene Anteile in unterschiedlicher Höhe. Der Einsatz von Tiermehlen und -fetten nahm von 452.000 t/a im Jahr 2003 auf 293.000 t/a in 2007 ab. Dieser Trend bestätigt die Erwartung, dass diese Mengen in Zukunft nicht mehr im bisherigen Maße zur Verfügung stehen werden. Der Einsatz anderer biogener Brennstoffe wie Klärschlamm nahm im Berichtszeitraum von 4000 (2003) auf 254.000 t/a (2007) deutlich zu.

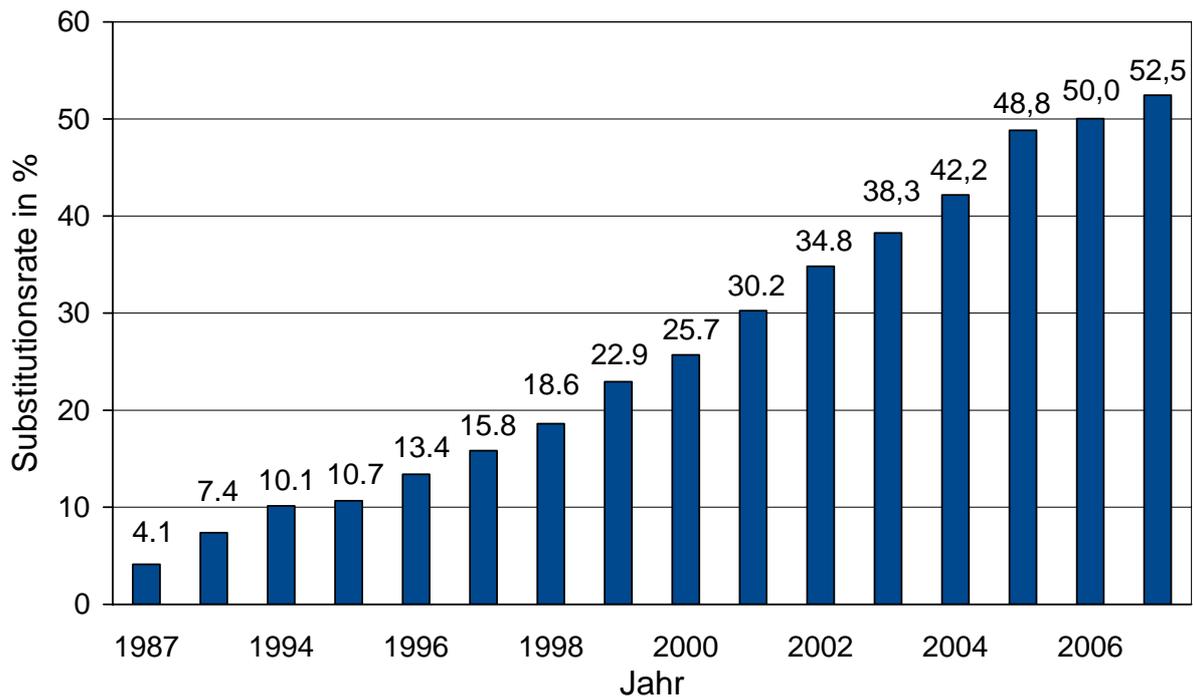


Bild 3: Die Entwicklung des Sekundärbrennstoffeinsatzes in der deutschen Zementindustrie

Tafel 7: Einsatz von Sekundärbrennstoffen in der deutschen Zementindustrie

Sekundärbrennstoff	2003 1.000 t/a	2006 1.000 t/a	2007 1.000 t/a
Reifen	247	265	289
Altöl	116	69	85
Fractionen aus Industrie- /Gewerbeabfällen	626	1370	1595
<u>davon:</u>			
- Zellstoff, Papier und Pappe	156	244	236
- Kunststoff	177	363	452
- Verpackungen	9	0	0
- Abfälle aus der Textilindustrie	15	9	0
- Sonstige	269	754	907
Tiermehl und -fette	452	317	293
Aufbereitete Fractionen aus Siedlungs- abfällen	155	212	186
Altholz	48	14	13
Lösungsmittel	48	93	100
Bleicherde	20	4	0
Klärschlamm	4	238	254
Sonstige wie:	17	32	90
- Ölschlamm			
- organische Destillationsrückstände			

1) in 2000 unter Sonstige

Tabelle I. Gesamtbrennstoffeinsatz fossiler Energieträger

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
Brennstoff ¹	[Menge/a]	[Menge/a]	[Menge/a]	[Menge/a]	[Menge/a]	[Menge/a]	[Menge/a]
Steinkohlen [t/a]	1.644.625	1.469.786	1.294.985	1.294.722	1.084.902	996.062	1.064.780
Steinkohlenbriketts [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks[t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub [t/a]	2.611.224	1.558.587	1.495.225	1.463.439	1.550.596	1.495.596	1.400.095
Hartbraunkohlen [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks [t/a]	27.296	323.475	320.868	306.266	329.162	312.417	271.763
Heizöl-S [t/a]	109.673	81.528	58.125	54.245	112.235	143.871	46.997
Heizöl-L [t/a]	4.683	6.127	7.227	5.794	6.578	8.250	6.879
Erdgas [1000 m ³ /a] bzw.	0	0	0	0	0	0	0
Erdgas [1000 kWh/a]	666.667	308.145	354.125	490.893	186.774	178.817	217.672
Erdölgas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m³/a] bzw.	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas) [1000 kWh/a]	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	135.514	27.141	26.354	23.268	50.523	42.491	46.003

Verwendete Datenbasis: (STABUA-Daten)

Tabelle I.

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
Brennstoff ¹	[Menge/a]						
Steinkohlen [t/a]	752.901	656.124	646.486	525.953	296.692	385.964	470.454
Steinkohlenbriketts [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks[t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub [t/a]	1.284.341	1.139.163	1.277.806	1.473.165	1.354.439	1.287.355	1.171.770
Hartbraunkohlen [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks [t/a]	247.939	239.567	185.061	122.986	136.919	140.792	180.654
Heizöl-S [t/a]	84.424	84.052	67.026	62.565	53.155	46.035	52.494
Heizöl-L [t/a]	6.727	8.453	8.198	5.671	5.266	4.402	3.799
Erdgas [1000 m³/a] bzw.	0	0	0	0	0	0	0
Erdgas [1000 KWh/a]	132.508	99.830	82.762	147.128	143.349	79.465	42.802
Erdölgas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas [t/a]	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m³/a] bzw.	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas) [1000 KWh/a]	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas [1000 m ³ /a]	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	50.104	28.130	37.408	32.820	21.605	15.877	11.858

Hu-STABUA

Tabelle Ia. Heizwerte (H_u) fossiler Energieträger (Statist. Bundesamt)

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
Brennstoff	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]
Steinkohlen [t/a]	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308
Steinkohlenbriketts [t/a]	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308
Steinkohlenkoks [t/a]	28,428	28,429	28,429	28,429	28,429	28,429	28,429
Rohbraunkohlen [t/a]	7,913	8,792	8,792	8,792	8,792	8,792	8,792
Braunkohlenbriketts [t/a]	20,222	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223
Braunkohlenkoks[t/a]	20,222	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223
Braunkohlenstaub [t/a]	21,446	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466
Hartbraunkohlen [t/a]	14,654	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275
Petrolkoks [t/a]	29,308	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018
Heizöl-S [t/a]	41,031	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614
Heizöl-L [t/a]	42,705	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733
Erdgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Erdgas [1000 KWh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	4,249	5,249	5,249
Erdölgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Flüssiggas [t/a]	45,887	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 KWh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Gichtgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Grubengas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400

Quelle: Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.1.1. Die Heizwerte der nicht in der Reihe des Statistischen Bundesamtes aufgeführten Energieträger entsprechen den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

Hu-STABUA

Tabelle Ia. Heizwerte (H_q) fossiler Energieträger (Statist. Bundesamt)

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
Brennstoff	[GJ/ME]						
Steinkohlen [t/a]	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308
Steinkohlenbriketts [t/a]	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308	29,308
Steinkohlenkoks [t/a]	28,429	28,429	28,429	28,429	28,429	28,429	28,429
Rohbraunkohlen [t/a]	8,792	8,792	8,792	8,792	8,792	8,792	8,792
Braunkohlenbriketts [t/a]	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223
Braunkohlenkoks[t/a]	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223	20,223
Braunkohlenstaub [t/a]	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466
Hartbraunkohlen [t/a]	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275
Petrolkoks [t/a]	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018
Heizöl-S [t/a]	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614
Heizöl-L [t/a]	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733
Erdgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Erdgas [1000 kWh/a]	5,249	5,249	5,249	5,249	5,249	6,249	6,249
Erdölgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Flüssiggas [t/a]	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 kWh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Gichtgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Grubengas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400

Quelle: Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.1.1. Die Heizwerte der nicht in der Reihe des Statistischen Bundesamtes aufgeführten Energieträger entsprechen den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

Hu-AGEB

Tabelle Ib. Heizwerte (H_u) fossiler Energieträger (Arbeitsg. Energiebilanzen)

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995 ²	Berichtsjahr 1996 ²	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
Brennstoff	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]	[GJ/ME]
Steinkohlen [t/a]	29,033	29,491	29,491	29,491	29,491	29,491	29,491
Steinkohlenbriketts [t/a]	31,401	31,401	31,401	31,401	31,401	31,401	31,401
Steinkohlenkoks [t/a]	28,430	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601
Rohbraunkohlen [t/a]	8,994	8,781	8,781	8,781	8,781	8,781	8,781
Braunkohlenbriketts [t/a]	19,339	19,457	19,457	19,457	19,457	19,457	19,457
Braunkohlenkoks[t/a]	29,726	29,935	29,935	29,935	29,935	29,935	29,935
Braunkohlenstaub [t/a]	21,446	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466
Hartbraunkohlen [t/a]	14,963	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275
Petrolkoks [t/a]	29,308	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018
Heizöl-S [t/a]	41,031	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614
Heizöl-L [t/a]	42,705	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733
Erdgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Erdgas [1000 Kwh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Erdölgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Flüssiggas [t/a]	45,887	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 KWh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Gichtgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Grubengas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400

1) Für die neuen Bundesländer sind die frühest verfügbaren Heizwerte aus dem Jahr 1991 verwendet und mit dem Brennstoffverbrauch aus dem Jahr 1990 gewichtet.

2) Bei den Heizwerten der Festbrennstoffe handelt es sich um mit den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen über die Energieverbräuche in den alten und neuen Bundesländern gewichtete Daten.

Für die alten und neuen Bundesländer sind die frühest verfügbaren Heizwerte aus dem Jahr 1993 verwendet und mit den Brennstoffverbräuchen aus dem Jahr 1995 gewichtet.

Hu-AGEB

Tabelle Ib. Heizwerte (H_u) fossiler Energieträger (Arbeitsg. Energiebilanzen)

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
Brennstoff	[GJ/ME]						
Steinkohlen [t/a]	29,491	29,491	29,491	29,491	29,491	29,491	29,491
Steinkohlenbriketts [t/a]	31,401	31,401	31,401	31,401	31,401	32,401	32,401
Steinkohlenkoks [t/a]	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601
Rohbraunkohlen [t/a]	8,781	8,781	8,781	8,781	8,781	8,781	8,781
Braunkohlenbriketts [t/a]	19,457	19,457	19,457	19,457	19,457	19,457	19,457
Braunkohlenkoks[t/a]	29,935	29,935	29,935	29,935	29,935	30,935	30,935
Braunkohlenstaub [t/a]	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466	21,466
Hartbraunkohlen [t/a]	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275	13,275
Petrolkoks [t/a]	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018	31,018
Heizöl-S [t/a]	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614	40,614
Heizöl-L [t/a]	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733	42,733
Erdgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Erdgas [1000 Kwh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Erdölgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Flüssiggas [t/a]	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987	45,987
Raffineriegas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Kokereigas (Ortsgas) [1000 KWh/a]	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249	3,249
Gichtgas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Grubengas [1000 m ³ /a]	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736	31,736
Sonstige Regelbrennstoffe [t/a]	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400

1) Für die neuen Bundesländer sind die frühest verfügbaren Heizwerte aus dem Jahr 1991 verwendet und mit dem Brennstoffverbrauch aus dem Jahr 1990 gewichtet.

2) Bei den Heizwerten der Festbrennstoffe handelt es sich um mit den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen über die Energieverbräuche in den alten und neuen Bundesländern gewichtete Daten.

Für die alten und neuen Bundesländer sind die frühest verfügbaren Heizwerte aus dem Jahr 1993 verwendet und mit den Brennstoffverbräuchen aus dem Jahr 1995 gewichtet.

Joule

Tabelle Ic.

Gesamtbrennstoffeinsatz fossiler Energieträger, in GJ

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]
Brennstoff							
Steinkohlen	47.747.582	43.345.305	38.190.267	38.182.498	31.994.726	29.374.773	31.401.306
Steinkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub	56.000.000	33.456.355	32.096.247	31.413.937	33.284.825	32.104.219	30.054.194
Hartbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks	800.000	10.033.545	9.952.685	9.499.765	10.209.947	9.690.558	8.429.540
Heizöl-S	4.500.000	3.311.173	2.360.669	2.203.093	4.558.299	5.843.188	1.908.716
Heizöl-L	200.000	261.817	308.811	247.608	281.090	352.556	293.964
Erdgas	2.165.733	1.001.040	1.150.412	1.594.715	606.755	580.906	707.131
Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas)	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe	2.900.000	580.818	563.966	497.936	1.081.187	909.298	984.472
Summen	114.313.315	91.990.051	84.623.057	83.639.553	82.016.829	78.855.497	73.779.322
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	---	-7.366.994	-983.504	-1.622.724	-3.161.332	-5.076.176
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	---	-8,0	-1,2	-1,9	-3,9	-6,4
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	---	-22.323.264	-29.690.258	-30.673.762	-32.296.486	-35.457.818	-40.533.994
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	---	-19,5	-26,0	-26,8	-28,3	-31,0	-35,5

Anm.: [Menge Brennstoff/a] multipliziert mit Hu =[GJ/a].

Joule

Tabelle Ic.

Gesamtbrennstoffeinsatz fossiler Energieträger, in GJ

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
	[GJ/a]						
Brennstoff							
Steinkohlen	22.203.713	19.349.670	19.065.463	15.510.816	8.749.704	11.382.413	13.874.124
Steinkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub	27.569.443	24.453.081	27.429.170	31.622.712	29.074.154	27.634.153	25.153.022
Hartbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks	7.690.578	7.430.903	5.740.212	3.814.789	4.246.942	4.367.092	5.603.533
Heizöl-S	3.428.813	3.413.675	2.722.177	2.541.006	2.158.837	1.869.649	2.132.012
Heizöl-L	287.473	361.226	350.342	242.348	225.034	188.105	162.352
Erdgas	430.465	324.308	268.861	477.961	465.682	258.151	139.047
Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas)	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe	1.072.219	601.990	800.523	702.352	462.339	339.772	253.763
Summen	62.682.703	55.934.851	56.376.748	54.911.982	45.382.693	46.039.336	47.317.852
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-11.096.618	-6.747.853	441.898	-1.464.766	-9.529.290	656.643	1.278.516
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-15,0	-10,8	0,8	-2,6	-17,4	1,4	2,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-51.630.612	-58.378.464	-57.936.567	-59.401.333	-68.930.622	-68.273.979	-66.995.463
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-45,2	-51,1	-50,7	-52,0	-60,3	-59,7	-58,6

Anm.: [Menge Brennstoff/a] multipliziert mit Hu =[GJ/a].

Strombilanz

Tabelle II.

Nettorendstrombezug (NFS)

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
Strom bezogen [MWh/a]	3.214.762	3.169.992	3.316.349	3.320.648	3.244.113	3.423.452	3.404.800
Strom abgegeben [MWh/a]							
NFS [MWh/a]	3.214.762	3.169.992	3.316.349	3.320.648	3.244.113	3.423.452	3.404.800
BW	10,434	10,434	10,434	10,434	10,434	10,434	10,434
NBE [GJ/a]	33.542.822	33.075.692	34.602.783	34.647.638	33.849.072	35.720.295	35.525.680
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-3.526.707	-467.130	1.527.091	44.854	-798.566	1.871.224	-194.615
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-9,5	-1,4	4,6	0,1	-2,3	5,5	-0,5
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-6131576	-6598706	-5071615	-5026760	-5825327	-3954103	-4148718
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-15,5	-16,6	-12,8	-12,7	-14,7	-10,0	-10,5

Anm.: NBE (Nettobrennstoffeinsatz) = Summe aus [Strom bezo
[Strom abgegeben, MWh/a] multipliziert mit einheitlichem (-)BV

BW _{1990,D} = 10,434 GJ/MWh
BW _{1987,ABL} = 10,024 GJ/MWh
BW _{1987,NBL} = 12,281 GJ/MWh

BW = Brennstoffwert. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird der nach der Substitutionsmethode (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) primärenergetisch bewertete durchschnittliche spezifische Brennstoffeinsatz - in [GJ/MWh] - in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung verwendet. Dieser auf die Netto-Stromerzeugung der öffentlichen Kraftwerke Gesamtdeutschlands bezogene Wert ist für das betreffende Jahr in der VDEW-Statistik ausgewiesen. Um den meldenden Verbänden nicht die Effizienzsteigerungen in den Kraftwerken der öffentlichen Versorgung zuzurechnen, wird der Berechnung des Nettobrennstoffeinsatzes der Brennstoffwert des Basisjahrs 1990 zugrunde gelegt.

Spezifischer Brennstoffeinsatz bei der Stromerzeugung in EVU-Kraftwerken (BW)

Angaben in GJ/MWh

Jahr	1987	1990
Alte Bundesländer (brutto)	9,409	9,379
Alte Bundesländer (netto)	10,024	10,053
Neue Bundesländer (brutto)	11,167	11,138
Neue Bundesländer (netto)	12,281	12,252
Deutschland insgesamt (brutto)	a)	9,672
Deutschland insgesamt (netto)	a)	10,434

a) Zusammenfassung nicht sinnvoll.

Quellen: 1987-1994 Statistischer Jahresbericht des Referats Elek

Gesamtbilanz

Tabelle III. Energieeinsatz gesamt (Summe Tabellen I und II)

Basisjahr 1990 [GJ/a]	Berichtsjahr 1995 [GJ/a]	Berichtsjahr 1996 [GJ/a]	Berichtsjahr 1997 [GJ/a]	Berichtsjahr 1998 [GJ/a]	Berichtsjahr 1999 [GJ/a]	Berichtsjahr 2000 [GJ/a]	Berichtsjahr 2001 [GJ/a]
GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom
153.987.713	130.010.410	121.098.547	119.810.123	119.893.151	117.781.796	110.848.851	96.225.526
GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom
114.313.315	91.990.051	84.623.057	83.639.553	82.016.829	78.855.497	73.779.322	62.682.703
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	-8.911.863	-1.288.424	83.028	-2.111.355	-6.932.946	-14.623.325
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	-6,9	-1,1	0,1	-1,8	-5,9	-13,2
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-23.977.304	-32.889.166	-34177590,5	-34094562,3	-36205916,8	-43138862,6	-57762187,6
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-15,6	-21,4	-22,2	-22,1	-23,5	-28,0	-37,5
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	-7.366.994	-983.504	-1.622.724	-3.161.332	-5.076.176	-11.096.618
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	-8,0	-1,2	-1,9	-3,9	-6,4	-15,0
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-22.323.264	-29.690.258	-30.673.762	-32.296.486	-35.457.818	-40.533.994	-51.630.612
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-19,5	-26,0	-26,8	-28,3	-31,0	-35,5	-45,2

Angaben ohne Sekundärbrennstoffe

Gesamtbilanz

Tabelle III. Energieeinsatz gesamt (Summe Tabellen I und II)

Basisjahr 1990 [GJ/a]	Berichtsjahr 2002 [GJ/a]	Berichtsjahr 2003 [GJ/a]	Berichtsjahr 2004 [GJ/a]	Berichtsjahr 2005 [GJ/a]	Berichtsjahr 2006 [GJ/a]	Berichtsjahr 2007 [GJ/a]
GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom	GJ/a mit Fremdstrom
153.987.713	89.010.543	90.979.532	89.559.620	79.231.764	81.759.631	82.843.532
GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom	GJ/a ohne Fremdstrom
114.313.315	55.934.851	56.376.748	54.911.982	45.382.693	46.039.336	47.317.852
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-7.214.983	1.968.989	-1.419.911	-10.327.856	2.527.867	1.083.901
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-7,5	2,2	-1,6	-11,5	3,2	1,3
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-64977170,5	-63008181,7	-64428093,2	-74755949,0	-72228082,0	-71144181,3
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-42,2	-40,9	-41,8	-48,5	-46,9	-46,2
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-6.747.853	441.898	-1.464.766	-9.529.290	656.643	1.278.516
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-10,8	0,8	-2,6	-17,4	1,4	2,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-58.378.464	-57.936.567	-59.401.333	-68.930.622	-68.273.979	-66.995.463
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-51,1	-50,7	-52,0	-60,3	-59,7	-58,6

Angaben ohne Sekundärbrennstoffe

CO2-Energie

Tabelle IV.

CO₂-Emissionen aus Tabelle I

Brennstoff	CO ₂ -Faktor	Basisjahr 1987 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1995 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1996 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1997 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1998 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1999 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2000 [tCO ₂ /a]
Steinkohlen	0,093	4.440.525	4.031.113	3.551.695	3.550.972	2.975.510	2.731.854	2.920.321
Steinkohlenbriketts	0,093	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks	0,105	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen	0,112	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0,098	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks	0,106	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub	0,093	5.208.000	3.111.441	2.984.951	2.921.496	3.095.489	2.985.692	2.795.040
Hartbraunkohlen	0,097	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks	0,096	76.800	963.220	955.458	911.977	980.155	930.294	809.236
Heizöl-S	0,078	351.000	258.271	184.132	171.841	355.547	455.769	148.880
Heizöl-L	0,074	14.800	19.374	22.852	18.323	20.801	26.089	21.753
Erdgas	0,056	121.281	56.058	64.423	89.304	33.978	32.531	39.599
Erdölgas	0,059	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	0,065	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas	0,060	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas)	0,044	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas	0,105	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas	0,054	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe	0,093	269.700	54.016	52.449	46.308	100.550	84.565	91.556
Summen		10.482.106	8.493.495	7.815.960	7.710.222	7.562.030	7.246.793	6.826.386
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut			---	-677.535	-105.737	-148.192	-315.237	-420.407
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH			---	-8,0	-1,4	-1,9	-4,2	-5,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut			-1988611,4	-2.666.147	-2.771.884	-2.920.076	-3.235.313	-3.655.721
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH			-19,0	-25,4	-26,4	-27,9	-30,9	-34,9

CO2-Energie

Tabelle IV.

Brennstoff	Berichtsjahr 2001 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2002 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2003 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2004 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2005 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2006 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2007 [tCO ₂ /a]
Steinkohlen	2.064.945	1.799.519	1.773.088	1.442.506	813.723	1.058.564	1.290.294
Steinkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Rohbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohlenstaub	2.563.958	2.274.136	2.550.913	2.940.912	2.703.896	2.569.976	2.339.231
Hartbraunkohlen	0	0	0	0	0	0	0
Petrolkoks	738.295	713.367	551.060	366.220	407.706	419.241	537.939
Heizöl-S	267.447	266.267	212.330	198.198	168.389	145.833	166.297
Heizöl-L	21.273	26.731	25.925	17.934	16.652	13.920	12.014
Erdgas	24.106	18.161	15.056	26.766	26.078	14.456	7.787
Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0
Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0
Kokereigas (Ortsgas)	0	0	0	0	0	0	0
Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0
Grubengas	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Regelbrennstoffe	99.716	55.985	74.449	65.319	42.998	31.599	23.600
Summen	5.779.742	5.154.166	5.202.821	5.057.855	4.179.443	4.253.589	4.377.161
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-1.046.644	-625.576	48.655	-144.967	-878.412	74.146	123.572
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-15,3	-10,8	0,9	-2,8	-17,4	1,8	2,9
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-4.702.364	-5.327.940	-5.279.285	-5.424.252	-6.302.663	-6.228.517	-6.104.945
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-44,9	-50,8	-50,4	-51,7	-60,1	-59,4	-58,2

Tabelle V. CO₂-Emissionen aus Tabelle II (NFS: Nettofremdstrombezug)

	Basisjahr 1987 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1995 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1996 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1997 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1998 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 1999 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2000 [tCO ₂ /a]
Nettofremdstrombezug [MWh/a]	3.802.415	3.643.891	3.495.830	3.466.606	3.630.086	3.730.717	3.552.763
EF	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Co ₂ -Emissionen [t CO ₂ /a]	2.547.618	2.441.407	2.342.206	2.322.626	2.432.158	2.499.580	2.380.351
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	---	-99.201	-19.580	109.532	67.422	-119.229
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	---	-4,1	-0,8	4,7	2,8	-4,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	---	-106.211	-205.412	-224.992	-115.460	-48.038	-167.267
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	---	-4,2	-8,1	-8,8	-4,5	-1,9	-6,6

Anm.: [Nettofremdstrombezug, MWh/a] multipliziert mit einheitlichem EF= [tCO₂/a].

EF _{1990,D} = 0,67 t CO ₂ /MWh _{netto}
EF _{1987,ABL} = 0,56 t CO ₂ /MWh _{netto}
EF _{1987,NBL} = 1,18 t CO ₂ /MWh _{netto}

EF = Spezifischer CO₂-Emissionsfaktor in [tCO₂/MWh] bezogen auf den gesamten Energieträgermix der Netto-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung in Ost- und Westdeutschland im Jahr 1990.

Spezifische CO₂-Emissionsfaktoren bei der Stromerzeugung in EVU- Kraftwerken (EF)

Angaben in t CO₂/MWh

<u>Alte Bundesländer</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	0,91	0,89
Fossile Energieträger (netto)	0,97	0,97
Alle Energieträger (brutto)	0,52	0,51
Alle Energieträger (netto)	0,56	0,55

<u>Neue Bundesländer</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	1,25	1,24
Fossile Energieträger (netto)	1,37	1,38
Alle Energieträger (brutto)	1,07	1,14
Alle Energieträger (netto)	1,18	1,27

<u>Deutschland insgesamt</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	a)	0,98
Fossile Energieträger (netto)	a)	1,07
Alle Energieträger (brutto)	a)	0,62
Alle Energieträger (netto)	a)	0,67

CO2-Strom

Tabelle V. CO₂-Emissionen aus Tabelle II (NFS: Nettofremdstrombezug)

	Berichtsjahr 2001 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2002 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2003 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2004 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2005 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2006 [tCO ₂ /a]	Berichtsjahr 2007 [tCO ₂ /a]
Nettofremdstrombezug [MWh/a]	3.214.762	3.169.992	3.316.349	3.320.648	3.244.113	3.423.452	3.404.800
EF	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Co ₂ -Emissionen [t CO ₂ /a]	2.153.890	2.123.894	2.221.954	2.224.834	2.173.555	2.293.713	2.281.216
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-226.461	-29.996	98.059	2.880	-51.278	120.157	-12.497
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-9,5	-1,4	4,6	0,1	-2,3	5,5	-0,5
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-393.728	-423.724	-325.664	-322.784	-374.063	-253.905	-266.402
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-15,5	-16,6	-12,8	-12,7	-14,7	-10,0	-10,5

Anm.: [Nettofremdstrombezug, MWh/a] multipliziert mit

EF _{1990,D} = 0,67 t CO ₂ /MWh _{netto}
EF _{1987,ABL} = 0,56 t CO ₂ /MWh _{netto}
EF _{1987,NBL} = 1,18 t CO ₂ /MWh _{netto}

EF = Spezifischer CO₂-Emissionsfaktor in [tCO₂/MWh] bezogen auf den gesamten Energieträgermix der Netto-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung in Ost- und Westdeutschland im Jahr 1990.

Spezifische CO₂-Emissionsfaktoren bei der Stromerzeugung in EVU- Kraftwerken (EF)

Angaben in t CO₂/MWh

<u>Alte Bundesländer</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	0,91	0,89
Fossile Energieträger (netto)	0,97	0,97
Alle Energieträger (brutto)	0,52	0,51
Alle Energieträger (netto)	0,56	0,55
<u>Neue Bundesländer</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	1,25	1,24
Fossile Energieträger (netto)	1,37	1,38
Alle Energieträger (brutto)	1,07	1,14
Alle Energieträger (netto)	1,18	1,27
<u>Deutschland insgesamt</u>	1987	1990
Fossile Energieträger (brutto)	a)	0,98
Fossile Energieträger (netto)	a)	1,07
Alle Energieträger (brutto)	a)	0,62
Alle Energieträger (netto)	a)	0,67

Co2-Gesamt

Tabelle VI. CO₂-Emissionen gesamt (Summe Tabellen IV und V)

Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000	Berichtsjahr 2001
tCO ₂ /a mit Fremdstrom							
13.029.724	10.934.902	10.158.166	10.032.849	9.994.188	9.746.373	9.206.737	7.933.632
tCO ₂ /a ohne Fremdstrom							
10.482.106	8.493.495	7.815.960	7.710.222	7.562.030	7.246.793	6.826.386	5.779.742
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	-776.736	-125.317	-38.661	-247.814	-539.636	-1.273.105
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	-7,1	-1,2	-0,4	-2,5	-5,5	-13,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-2.094.822	-2.871.558	-2996875,7	-3035536,5	-3283350,9	-3822987,4	-5096092,2
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-16,1	-22,0	-23,0	-23,3	-25,2	-29,3	-39,1
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	---	-677.535	-105.737	-148.192	-315.237	-420.407	-1.046.644
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	---	-8,0	-1,4	-1,9	-4,2	-5,8	-15,3
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-1.988.611	-2.666.147	-2.771.884	-2.920.076	-3.235.313	-3.655.721	-4.702.364
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-19,0	-25,4	-26,4	-27,9	-30,9	-34,9	-44,9

Co2-Gesamt

Tabelle VI. CO₂-Emissionen gesamt (Summe Tabellen IV und V)

Basisjahr 1987	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
tCO ₂ /a mit Fremdstrom						
13.029.724	7.278.060	7.424.775	7.282.688	6.352.998	6.547.302	6.658.377
tCO ₂ /a ohne Fremdstrom						
10.482.106	5.154.166	5.202.821	5.057.855	4.179.443	4.253.589	4.377.161
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-655.572	146.715	-142.086	-929.690	194.304	111.075
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-8,3	2,0	-1,9	-12,8	3,1	1,7
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-5751663,8	-5604949,3	-5747035,8	-6676725,9	-6482422,4	-6371347,2
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-44,1	-43,0	-44,1	-51,2	-49,8	-48,9
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-625.576	48.655	-144.967	-878.412	74.146	123.572
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-10,8	0,9	-2,8	-17,4	1,8	2,9
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-5.327.940	-5.279.285	-5.424.252	-6.302.663	-6.228.517	-6.104.945
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-50,8	-50,4	-51,7	-60,1	-59,4	-58,2

Spez.Energie

Bezugsgröße für den spezifischen Energieeinsatz:

Zementproduktion

Tabelle VII. Spezifischer Energieeinsatz (Jahresdurchschnitt; nur fossile Energieträger)

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
Energieeinsatz gesamt [GJ/a] mit Fremdstrom (s. Tabelle III) bzw. Energieindex	153.987.713	130.010.410	121.098.547	119.810.123	119.893.151	117.781.796	110.848.851
Produzierte Menge [t/a] bzw. Produktionsindex	34.166.231	34.202.694	32.551.461	33.373.245	34.684.849	36.568.195	35.014.445
Spezifischer Energieeinsatz [GJ / Bezugsgröße] bzw. [Energieindex / Produktionsindex]	4,51	3,80	3,72	3,59	3,46	3,22	3,17
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut		---	-0,08	-0,13	-0,13	0	0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH		---	-2,1	-3,5	-3,7	-6,8	-1,7
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut		-0,71	-0,79	-1	-1	-1	-1
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH		-15,7	-17,5	-20,3	-23,3	-28,5	-29,8

Spez.Energie

Bezugsgröße für den spezifischen

Energieeinsatz:

Zementproduktion

Tabelle VII.

Spezifischer Energieeinsatz (Jahresdurchschnitt; nur fossile Energieträger)

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
Energieeinsatz gesamt [GJ/a] mit Fremdstrom (s. Tabelle III) bzw. Energieindex	96.225.526	89.010.543	90.979.532	89.559.620	79.231.764	81.759.631	82.843.532
Produzierte Menge [t/a] bzw. Produktionsindex	32.200.249	30.772.759	33.316.642	32.538.607	31.833.804	34.454.477	34.144.534
Spezifischer Energieeinsatz [GJ / Bezugsgröße] bzw. [Energieindex / Produktionsindex]	2,99	2,89	2,73	2,75	2,49	2,37	2,43
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	0	0	0	0	0	0	0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-5,6	-3,2	-5,6	0,8	-9,6	-4,7	2,2
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-33,7	-35,8	-39,4	-38,9	-44,8	-47,3	-46,2

Spez.CO2

Tabelle VIII.

Spezifische CO2-Emissionen (Jahresdurchschnitt)

	Basisjahr 1987	Berichtsjahr 1995	Berichtsjahr 1996	Berichtsjahr 1997	Berichtsjahr 1998	Berichtsjahr 1999	Berichtsjahr 2000
CO2-Emissionen gesamt, mit Fremdstom [tCO2/a] (s. Tabelle VI) bzw. Emissionsindex	13.029.724	10.934.902	10.158.166	10.032.849	9.994.188	9.746.373	9.206.737
Produzierte Menge [t/a] bzw. Produktionsindex	34.166.231	34.202.694	32.551.461	33.373.245	34.684.849	36.568.195	35.014.445
Spezifische CO2-Emissionen [tCO2/Bezugsgröße] bzw. [Emissionsindex / Produktionsindex]	0,381	0,320	0,312	0,301	0,288	0,267	0,263
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut		---	-0,008	-0,011	-0,012	-0,022	-0,004
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH		---	-2,4	-3,7	-4,2	-7,5	-1,3
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut		-0,062	-0,069	-0,081	-0,093	-0,115	-0,118
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH		-16,2	-18,2	-21,2	-24,4	-30,1	-31,1

Spez.CO2

Tabelle VIII.

Spezifische CO2-Emissionen (Jahresdurchschnitt)

	Berichtsjahr 2001	Berichtsjahr 2002	Berichtsjahr 2003	Berichtsjahr 2004	Berichtsjahr 2005	Berichtsjahr 2006	Berichtsjahr 2007
CO2-Emissionen gesamt, mit Fremdstom [tCO ₂ /a] (s. Tabelle VI) bzw. Emissionsindex	7.933.632	7.278.060	7.424.775	7.282.688	6.352.998	6.547.302	6.658.377
Produzierte Menge [t/a] bzw. Produktionsindex	32.200.249	30.772.759	33.316.642	32.538.607	31.833.804	34.454.477	34.144.534
Spezifische CO2-Emissionen [tCO ₂ /Bezugsgröße] bzw. [Emissionsindex / Produktionsindex]	0,246	0,237	0,223	0,224	0,200	0,190	0,195
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut	-0,017	-0,010	0	0	0	0	0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH	-6,3	-4,0	-5,8	0,4	-10,8	-4,8	2,6
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut	-0,135	-0,145	-0,159	-0,158	-0,182	-0,191	-0,186
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH	-35,4	-38,0	-41,6	-41,3	-47,7	-50,2	-48,9

Sonst. Energie

NACHRICHTLICH ¹

Tabelle IX. Gesamteinsatz sonstiger Energieträger

Sek.	Basisjahr 1987			Berichtsjahr 1995			Berichtsjahr 1996			Berichtsjahr 1997			Berichtsjahr 1998			Berichtsjahr 1999			Berichtsjahr 2000		
	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]
Sekundärbrennst.	29.308	168314	4932947	29.308	373863	10957177	29.308	445835	13066532	29.308	536755	15731216	29.308	640070	18759171,56	29.31	800221	23452877,07	29.308	870506	25512789,85
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
Summen			4932946,7			10957177			13066532			15731215,54			18759171,56			23452877,07			25512789,85
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut			---			---			2.109.355			2.664.683			3.027.956			4.693.706			2.059.913
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH			---			---			19,3			20,4			19,2			25,0			8,8
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut						6.024.230			8.133.585			10.798.269			13.826.225			18.519.930			20.579.843
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH			---			122,1			164,9			218,9			280,3			375,4			417,2

Nachw.	Basisjahr 1987			Berichtsjahr 1995			Berichtsjahr 1996			Berichtsjahr 1997			Berichtsjahr 1998			Berichtsjahr 1999			Berichtsjahr 2000		
	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
Summen			0			0			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut			---			---			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH			---			---			#DIV/0!												
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut						0			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH			---			#DIV/0!															

Anm.: [ME/a] multipliziert mit Hu = [GJ/a]

Sek.= Sekundärbrennstoffe (Siedlungsabfall, Altreifen, Produktionsrückstände etc.)
 Hu = Heizwert in [GJ/ME]; Angabe der Quelle(n) erforderlich, z.B. K.U. Birnbaum, R. Pauls, H.J. Wagner, M. Walbeck, "Berechnung sektoraler Kohlendioxidemissionen für die Bundesrepublik Deutschland", KFA-Bericht JÜL-2530, Jülich 1991.
 ME= Mengeneinheit.
 Nachw.= Nachwachsende Brennstoffe (Holz, Biogas etc.).

NACHRICHTLICH ¹

Tabelle IX.

Sek.	Berichtsjahr 2001			Berichtsjahr 2002			Berichtsjahr 2003			Berichtsjahr 2004			Berichtsjahr 2005			Berichtsjahr 2006			Berichtsjahr 2007		
	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]	Hu	[ME/a]	[GJ/a]
Sekundärbrennst.	29,308	927350,5403	27178789,64	29,308	1019844,883	29889613,84	29,308	1191839,268	34930425,26	29,308	1365707,18	40026146,04	29,308	1477334,621	43297723,08	29,308	1573024,171	46102192,41	29,308	1781609,266	52215404,36
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
Summen			27178789,64			29889613,84			34930425,26			40026146,04			43297723,08			46102192,41			52215404,36
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut			1.666.000			2.710.824			5.040.811			5.095.721			3.271.577			2.804.469			6.113.212
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH			6,5			10,0			16,9			14,6			8,2			6,5			13,3
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut			22.245.843			24.956.667			29.997.479			35.093.199			38.364.776			41.169.246			47.282.458
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH			451,0			505,9			608,1			711,4			777,7			834,6			958,5

Nachw.	Berichtsjahr 2001			Berichtsjahr 2002			Berichtsjahr 2003			Berichtsjahr 2004			Berichtsjahr 2005			Berichtsjahr 2006			Berichtsjahr 2007		
	Hu	[ME/a]	[GJ/a]																		
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
			0			0			0			0			0			0			0
Summen			0			0			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) absolut			0			0			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Vorjahr) in vH			#DIV/0!																		
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) absolut			0			0			0			0			0			0			0
Differenz (Berichtsjahr-Basisjahr) in vH			#DIV/0!																		

Anm.: [ME/a] multipliziert mit Hu = [GJ/a]

Sek.=

Hu =

ME=

Nachw.=

Sekundärbrennstoffe (Siedlungsabfall, Altreifen, Produktionsrückstände etc.).
 Heizwert in [GJ/ME]; Angabe der Quelle(n) erforderlich, z.B. K.U. Birnbaum, R. Pauls,
 H.J. Wagner, M. Walbeck, "Berechnung sektoraler Kohlendioxidemissionen
 für die Bundesrepublik Deutschland", KFA-Bericht JUL-2530, Jülich 1991.
 Mengeneinheit.
 Nachwachsende Brennstoffe (Holz, Biogas etc.).