

---

Zehnte aktualisierte Erklärung zur Klimavorsorge

---

**Monitoring-Bericht 2008 - 2009**

## **Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Beitrag der deutschen Zementindustrie

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Situation der Zementindustrie im Berichtszeitraum.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Monitoring 2008 bis 2009 .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Energieverbrauch .....</b>	<b>10</b>
4.1	Energieeinsatz bei der Zementherstellung .....	10
4.2	Energieverbrauch 2008 bis 2009 .....	12
4.2.1	Thermischer Energieverbrauch .....	12
4.2.2	Elektrischer Energieverbrauch 2008 bis 2009 .....	15
<b>5</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen.....</b>	<b>17</b>
5.1	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	17
5.2	Rohstoffbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	18
<b>6</b>	<b>Maßnahmen zur Erreichung des Minderungsziels .....</b>	<b>20</b>
6.1	Maßnahmen zur Optimierung des Energieeinsatzes.....	20
6.2	Einsatz von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen .....	20
6.3	Einsatz von Sekundärbrennstoffen .....	22

Anlage: Monitoring-Tabellen

Verein Deutscher Zementwerke e.V.

Düsseldorf, Juni 2010

## 1 Zusammenfassung

Der Berichtszeitraum 2008 bis 2009 war für die deutsche Zementindustrie von einem starken Rückgang der Bauwirtschaft in Folge der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise gekennzeichnet. Die Zementindustrie war hiervon in besonderem Maße betroffen. Nachdem im Jahr 2006 zunächst eine gewisse Erholung des Zementabsatzes mit einer Steigerung von ca. 7 % stattgefunden hatte konnte dieses Niveau nur kurzfristig in 2007 und 2008 stabilisiert werden. In 2009 wurde ein massiver Absatzrückgang von knapp 12 % verzeichnet. Dies ist der inländischen Nachfrageschwäche, aber auch den stark rückläufigen Exporten geschuldet. Nachdem die Zementexporte der deutschen Zementindustrie seit 2000 kontinuierlich gesteigert wurden, sind diese in 2009 um mehr als 20 % zurückgegangen. Gleichwohl liegt die Exportquote sowohl für Zement als auch für Klinker auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass die 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 CO<sub>2</sub>-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 2008 und 2009 von den Bemühungen insbesondere Europas gekennzeichnet, Festlegungen für eine Folgevereinbarung für das Kyoto-Protokoll zu verhandeln. Diese Bemühungen sind bisher nur von eingeschränktem Erfolg gekrönt. Insbesondere die USA sowie wichtige Schwellenländer wie China und Indien weigern sich nach wie vor, quantitative Minderungsvorgaben zu akzeptieren.

Die Europäische Union hat sich Anfang 2007 auf eine weitergehende Verminderung der Treibhausgasemissionen verständigt. Demnach sollen die Treibhausgasemissionen der EU bis zum Jahr 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden. Basis ist weiterhin das Jahr 1990. Unter der Voraussetzung, dass andere wichtige CO<sub>2</sub>-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 hat für die Umsetzung dieser Zielvorgaben ein umfangreiches Klimapakett verabschiedet. Die darin enthaltene Emissionshandelsrichtlinie legt die Fortsetzung des europäischen Emissionshandelssystems nach dem Jahr 2012 fest. Im Zuge seiner Umsetzung wurde die Gefährdung der Zementindustrie in Europa durch mögliche Produktionsverlagerung (Carbon Leakage) anerkannt. Sie soll deshalb eine kostenlose Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten auf der Grundlage eines produktspezifischen Benchmarks erhalten. Die Festlegung der Benchmarks und die genauen Zuteilungsregeln sind Gegenstand aktueller politischer Diskussionen.

### CO<sub>2</sub>-Monitoring

Die in dem vorliegenden Bericht zusammengestellten Daten zum Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie in den Jahren 2008 bis 2009 basieren auf den jährlichen Umfragen des Vereins Deutscher Zementwerke. Zu der deutschen Zementindustrie gehörten Ende 2009 22 Unternehmen mit 56 Werken. An den Umfragen haben sich alle 36 Werke mit Klinkererzeugung sowie 15 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 2009). Für die nicht erfassten Unternehmen wurden wiederum Schätzungen auf Basis von Erfahrungswerten des VDZ durchgeführt.

### Ergebnisse 2008 - 2009

Der spezifische Energieverbrauch der Zementindustrie sank von 2915 kJ/kg Zement im Jahr 2007 auf 2848 kJ/kg in 2009. Im Jahr 2008 lag er mit 2764 kJ/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 geringfügig weiter von 64,8 % in 2007 auf über 66,0 % in 2009. Zwischenzeitlich erreichte er im Jahr 2008 70,1 %. Der Rückgang ist u.a. auf die mangelnde Verfügbarkeit einiger Zementhauptbestandteile wie z.B. granulierten Hochofenschlacke aus der Stahlindustrie zurückzuführen. Der absolute Brennstoffenergieverbrauch lag im Jahr 2009 mit 88,2 Mio. GJ/a auf einem um 11,3 Mio. GJ/a niedrigeren Niveau als in 2007.

Jahr	Brennstoffenergieverbrauch	
	absolut [10 <sup>6</sup> 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
2008	95,8	2764
2009	88,2	2848

Der spezifische elektrische Energieverbrauch betrug im Jahr 2007 99,7 kWh/t Zement. Im Berichtszeitraum schwankte er zwischen 99,0 und 101,8 kWh/t Zement. In absoluten Zahlen sank der elektrische Energieverbrauch v. a. produktionsbedingt geringfügig von 3,40 (2007) auf 3,15 Mio. MWh/a im Jahr 2009.

Die spezifischen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sanken von 0,195 (2007) auf 0,178 t CO<sub>2</sub>/t Zement im Jahr 2009. Dieser Rückgang ist einerseits auf die verstärkte Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen sowie andererseits auf den verstärkten Einsatz von Sekundärbrennstoffen zurückzuführen. CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Sekundärbrennstoffen werden im Rahmen der Selbstverpflichtung der Zementindustrie als neutral gerechnet. Der Anteil der Sekundärbrennstoffe stieg von 52,5 % im Jahr 2007 auf 58,4 % im Jahr 2009. In absoluten Zahlen sanken die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie von 6,65 (2007) auf 5,50 Mio. t CO<sub>2</sub>/a (2009).

Jahr	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>1)</sup>	
	absolut [10 <sup>6</sup> t CO <sub>2</sub> /a]	spezifisch [t CO <sub>2</sub> /t Zement]
1987	13,35	0,392
1990 <sup>2)</sup>	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
2008	6,34	0,183
2009	5,51	0,178
2012 <sup>3)</sup>	-	0,253

- 1) ohne Sekundärbrennstoffe  
2) Basisjahr der Vereinbarung von 2000  
3) Zieljahr der Vereinbarung von 2000

Die rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-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 0,419 (2007) auf 0,398 t CO<sub>2</sub>/t Zement in 2009 geringfügig ab. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie insgesamt sanken damit von 21,0 (2007) auf 17,8 Mio. t/a in 2009.

## 2 Situation der Zementindustrie im Berichtszeitraum

Die wirtschaftliche Situation der deutschen Zementindustrie im Berichtszeitraum 2008 bis 2009 war gekennzeichnet durch einen starken Rückgang der Bauwirtschaft. Hiervon war die deutsche Zementindustrie in besonderem Maße betroffen. So sank die Zementproduktion (gemeint ist hier die für das CO<sub>2</sub>-Monitoring relevante Zementproduktion aus in Deutschland hergestelltem Klinker einschließlich Klinkerexport) von 34,1 Mio. t im Jahr 2007 auf 31,0 Mio. t Zement im Jahr 2009. Der Zementverbrauch in Deutschland, der kennzeichnend für die Situation der Bauwirtschaft ist, sank von 27,4 Mio. t im Jahr 2007 auf 25,4 Mio. t im Jahr 2009. Mitte der 1990er Jahre hatte er noch bei 38 - 41 Mio. t/a gelegen <sup>1/1)</sup>. Der geschätzte Zementverbrauch pro Kopf sank von 471 kg im Jahr 1995 auf 333 kg pro Kopf und Jahr (2007 und 2008 in Deutschland, zum Vergleich im Jahr 2008: Frankreich 386 kg, Spanien 936 kg). Der Umsatz der Zementindustrie sank im Berichtszeitraum um 5,4 % von 2,3 (2008) auf 2,2 Mrd. €/a im Jahr 2009.

### Beginn der 2. Phase des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels

Mit Beginn des Berichtszeitraums wurde neben dem bestehenden Instrument der Selbstverpflichtung die 2. Phase des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels für den Zeitraum 2008 bis 2012 eingeläutet. Sie entspricht dem Zeitraum der Kyoto-Verpflichtungen zum Klimaschutz. U. a. wurden die Regeln für die Zuteilung und Berichterstattung (Monitoring-Leitlinien) angepasst. Seit 1. Januar 2008 unterliegen alle Zementwerke, die Klinker produzieren, diesen neuen Regeln. Nach fünf Jahren Laufzeit des europäischen Emissionshandelssystems (EU-ETS) ist festzustellen, dass die Bedeutung der Klimavereinbarung der deutschen Industrie gegenüber diesem Emissionshandel an Bedeutung verloren hat. Letzterer ist heute politisch das bedeutendste 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 dem Emissionshandel 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 vollständig aus dem Weg geräumt werden. Vielmehr bestätigen heute zahlreiche internationale Studien die Bedenken der Zementindustrie.

<sup>1)</sup> /1/ Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V.: Zahlen und Daten: Ausgabe 2009. Düsseldorf, 2009

Die Erfahrungen aus den ersten fünf 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. Das Anziehen der Produktion im Jahr 2006 konnte noch vorwiegend durch die erfolgte Zuteilung, die weitgehend auf den Jahren 2000 bis 2002 basierte, abgedeckt werden.

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, signifikante Mengen an Emissionsrechten zuzukaufen, wenn dies erforderlich ist. Dieses Verhältnis wird sich noch deutlich verschlechtern, wenn – wie bereits festgelegt – auch der Flugverkehr in den CO<sub>2</sub>-Emissionshandel einbezogen wird.

Selbstverpflichtung und Emissionshandel beziehen sich auf unterschiedliche Bilanzräume: Das Ziel der Selbstverpflichtung ist, die energiebedingten CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 direkt 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 CO<sub>2</sub>-Emissionshandels deutlich an politischer Bedeutung verloren hat.



### **3 Monitoring 2008 bis 2009**

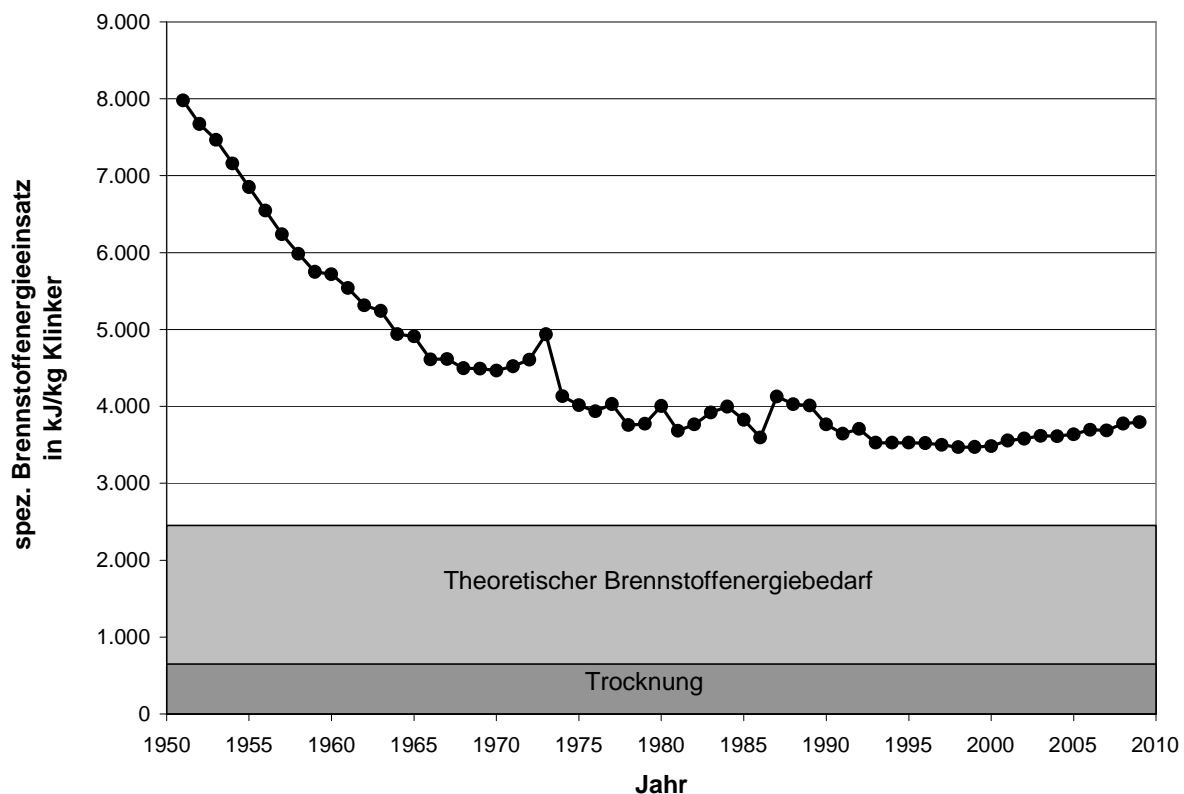
Im Rahmen der Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft zum Klimaschutz hat sich die deutsche Zementindustrie im März 1995 bereit erklärt, sich an dem vom BDI koordinierten und vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) begleiteten Monitoring-System zu beteiligen. Mit der Weiterentwicklung ihrer Selbstverpflichtung hat die deutsche Zementindustrie darüber hinaus bekräftigt, auch bis zum Jahr 2012 die relevanten Daten zum Energieverbrauch und zu den CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Berichterstattung im Rahmen des Emissionshandels durchzuführen. Die Daten können jedoch nicht identisch sein.

Der Verein Deutscher Zementwerke hat in den Jahren 2009 und 2010 die thermischen und elektrischen Energieverbräuche sowie die Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie für die Jahre 2008 und 2009 abgefragt. Von den im Jahr 2009 in Deutschland tätigen zementherstellenden Unternehmen sind 17 im Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) organisiert. Insgesamt wurden 36 Werke mit Klinkererzeugung sowie 19 Mahlwerke betrieben (2009). An den Umfragen haben sich alle Klinker herstellenden Unternehmen sowie 15 der 19 Mahlwerke beteiligt. Der Erfassungsgrad war somit wie in den Vorjahren sehr hoch: Im Jahr 2009 betrug er beispielsweise 99 % bezogen auf die gesamte Zementproduktion. Die durch das Monitoring im Jahr 2009 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 beigelegt.

## 4 Energieverbrauch

### 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 58 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 etwa 65 % beträgt. Die 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. Der seit dem Jahr 2000 geringfügig steigende Energieeinsatz geht mit dem von 25,7 % auf 58,4 % deutlich steigenden Einsatz von Sekundärbrennstoffen einher.

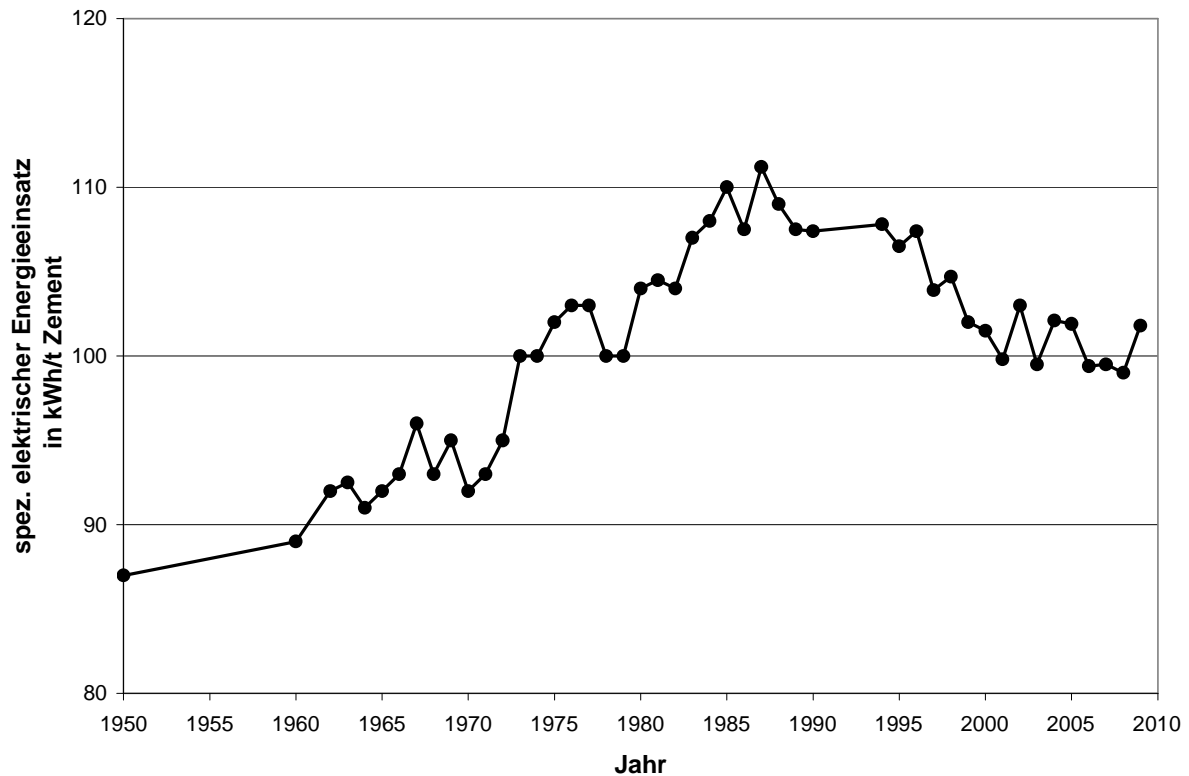


**Bild 1:** Spezifischer Brennstoffenergieverbrauch (bis 1986 alte Bundesländer, danach gesamte Bundesrepublik)

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 und entsäuert. 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 ge-

brannte 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. Hüttensand. 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 zeitweilig 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 2008 bis 2009

### 4.2.1 Thermischer Energieverbrauch

Die in den Jahren 2008 bis 2009 in der Zementindustrie eingesetzten Brennstoffmengen sind aufgeteilt nach Energieträgern in **Tafel 1** und den Verbräuchen der Jahre 1990 und 1994 bis 2007 gegenübergestellt.

**Tafel 1: Brennstoffenergieverbrauch nach Energieträgern**

Brennstoff	1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> 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	2008
	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]
Steinkohle	21,8	19,3	19,1	15,5	8,7	11,4	13,9	13,9
Braunkohle	28,0	24,5	27,4	31,6	29,1	27,6	25,1	23,1
Petrolkoks	7,6	7,4	5,7	3,8	4,2	4,3	5,6	4,9
Heizöl S	3,4	3,4	2,7	2,5	2,2	1,9	2,1	0,9
Heizöl EL	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Erdgas und andere Gase	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,1	0,3
sonstige fossile Brennstoffe	1,1	0,6	0,8	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4
Fossile Brennstoffe insgesamt	62,6	55,9	56,4	54,9	45,4	46,0	47,3	43,7
Sekundärbrennstoffe insgesamt	27,2	29,9	34,9	40,0	43,3	46,1	52,2	52,1
Thermischer Energieverbrauch insgesamt	89,8	85,8	91,3	94,9	88,7	92,1	99,5	95,8

Brennstoff	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]	[10 <sup>6</sup> GJ/a]
Steinkohle	10,3						
Braunkohle	20,0						
Petrolkoks	4,4						
Heizöl S	1,1						
Heizöl EL	0,2						
Erdgas und andere Gase	0,1						
sonstige fossile Brennstoffe	0,6						
Fossile Brennstoffe insgesamt	36,7						
Sekundärbrennstoffe insgesamt	51,5						
Thermischer Energieverbrauch insgesamt	88,2						

Aus den in **Tafel 1** zusammengestellten Daten wird deutlich, dass der Gesamtbrennstoffenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2007 von 99,5 auf 88,2 Mio. GJ/a in 2009 abgenommen hat. In erster Linie ist dies zunächst auf den Rückgang der Zementproduktion zurückzuführen. Gegenüber dem Jahr 1990 beträgt die absolute Reduzierung des Brennstoffenergieverbrauchs damit 19,5 %. Aus der Tabelle geht weiterhin hervor, dass die Substitution der Regelbrennstoffe durch Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie weiter voranschreitet. Der Anteil der Sekundärbrennstoffe stieg von 52,5 % im Jahr 2007 auf 58,4 % im Jahr 2009. Durch den verstärkten Einsatz von Sekundärbrennstoffen konnten im Berichtszeitraum vor allem Steinkohle und Braunkohle sowie in geringerem Maße Petrolkoks eingespart werden. Der Verbrauch an schwerem Heizöl S sank von 2,1 Mio. GJ/a in 2007 auf 1,1 Mio. GJ/ in 2009. 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 CO<sub>2</sub>-Reduzierung, die im System des Emissionshandels allerdings nur hinsichtlich des Biomasseanteils der Sekundärbrennstoffe Berücksichtigung findet.

**Tafel 2** gibt eine Übersicht über die ermittelten absoluten und spezifischen Energieverbräuche im Jahr 1990 und von 1994 bis 2009.

**Tafel 2:** Absoluter und spezifischer Energieverbrauch

	Brennstoffenergieverbrauch	
	absolut [10 <sup>6</sup> 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
2008	95,8	2764
2009	88,2	2848

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 2007 bis 2009 von 99,5 Mio. GJ/a auf 88,2 Mio. GJ/a zurückgegangen ist. Der spezifische Brennstoffenergieverbrauch der deutschen Zementindustrie lag im Jahr 2009 mit 2848 kJ/kg Zement um 67 kJ/kg Zement niedriger als im Jahr 2007 (2915 kJ/kg Zement).

Da sich der auf die Klinkerproduktion bezogene Energieverbrauch gegenüber den Vorjahren geringfügig erhöht hat, sind die Veränderungen insgesamt 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 Zementarten im Markt zu verbessern. So nahm der Anteil dieser Zemente am Zementabsatz insgesamt weiter zu. Der Vergleich des Anteils im Jahr 2009 (65,8 %) mit früheren Jahren zeigt deutlich, dass die Anstrengungen der deutschen Zementunternehmen, die Marktakzeptanz dieser Zemente mit geringerer spezifischer CO<sub>2</sub>-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. Das Jahr 2009 war

dabei von einer abnehmenden Verfügbarkeit von Hüttensand geprägt, die auf den deutlichen Absatzrückgang der Stahlindustrie zurückzuführen war.

#### **4.2.2 Elektrischer Energieverbrauch 2008 bis 2009**

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 3,15 und 3,43 Mio. MWh/a. Der spezifische elektrische Energieverbrauch schwankte zwischen 99,0 kWh/t Zement (2008) und 101,8 kWh/t Zement (2009). 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 2007 und 2008 gestiegenen Klinkerexporte spielen eine Rolle, da für diese Mengen in Deutschland keine Mahlergie für die Zementmahlung aufgewendet wurde. Im Jahr 2009 gingen die Klinkerexporte allerdings wegen der wirtschaftlichen Krise wieder um ca. 50 % zurück.

**Tafel 3:** Elektrischer Energieverbrauch der deutschen Zementindustrie

Jahr	Elektrischer Energieverbrauch	
	absolut [10 <sup>6</sup> 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
2008	3,43	99,0
2009	3,15	101,8

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 CO<sub>2</sub>-Emissionen

### 5.1 Energiebedingte CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie wird im Rahmen des Monitoring regelmäßig berichtet. Im Berichtszeitraum 2008 bis 2009 sanken sie von 0,117 auf 0,110 t CO<sub>2</sub>/t Zement. In absoluten Zahlen bedeutete dies eine Verminderung von 4,05 auf 3,40 Mio. t CO<sub>2</sub>/a. Hierin sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz von Sekundärbrennstoffen nicht berücksichtigt, da sie fossile Brennstoffe vollständig substituieren. Da die Abfälle ansonsten an anderen Stellen ihren Kohlenstoffgehalt zu CO<sub>2</sub> oder anderen Treibhausgasen freisetzen würden, führt der Einsatz von Sekundärbrennstoffen insgesamt zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 weiter gesteigert werden kann, bleibt abzuwarten (siehe auch Kapitel 6.3). Wie bereits in den Vorjahren wurden bei der Berechnung der brennstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im vorliegenden Bericht vorwiegend die vom RWI vorgeschlagenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verwendet. Nur für Petrolkoks und Braunkohlenstaub wurden die spezifischen Emissionsfaktoren für die in der Zementindustrie eingesetzten Brennstoffqualitäten verwendet (Braunkohle 0,093 kg CO<sub>2</sub>/MJ Brennstoff, Petrolkoks 0,096 kg CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen, die sich aus deren Einsatz ergeben, jedoch grö-

ßer. Die durch den Stromverbrauch bedingte CO<sub>2</sub>-Emission betrug im Berichtszeitraum zwischen 0,066 und 0,068 t CO<sub>2</sub>/t Zement. In absoluten Zahlen nahm sie geringfügig von 2,3 (im Jahr 2008) auf 2,1 (im Jahr 2009) ab. Eine Eigenstromerzeugung findet in der deutschen Zementindustrie nur in sehr geringem Maße statt.

Für die berechneten indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Stromverbrauch werden im Rahmen des vom BDI organisierten Monitorings einheitliche CO<sub>2</sub>-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. CO<sub>2</sub>-Minderungen durch Brennstoffwechsel der stromerzeugenden Industrie gutgeschrieben werden. Der für 1990 und alle Folgejahre angesetzte Emissionsfaktor beträgt 0,67 t CO<sub>2</sub>/MWh.

## 5.2 Rohstoffbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Bei der Entsäuerung des wichtigsten Rohstoffs Kalkstein (chemisch CaO<sub>3</sub>) wird CO<sub>2</sub> freigesetzt. Die je Tonne produzierten Klinkers erzeugte rohstoffbedingte CO<sub>2</sub>-Emission hängt von der Rohstoffrezeptur ab, variiert aber nur in geringem Maße. Sie beträgt in Deutschland ca. 0,53 t CO<sub>2</sub>/t Klinker oder im Berichtszeitraum zwischen 0,388 (2008) und 0,398 (2009) t CO<sub>2</sub>/t Zement. Die gesamte rohstoffbedingte CO<sub>2</sub>-Emission der deutschen Zementindustrie schwankte zwischen 13,4 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr 2008 und 12,3 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr 2009. Damit ergeben sich für den Berichtszeitraum die in **Tafel 4** dargestellten spezifischen bzw. absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Eine Verminderung der rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-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:** CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie in den Jahren 2006 bis 2009

	Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen in 10 <sup>6</sup> t/a				Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen in t CO <sub>2</sub> /t Zement			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
thermisch bedingt <sup>1)</sup>	4,25	4,38	4,05	3,40	0,123	0,128	0,117	0,110
elektrisch bedingt	2,29	2,28	2,30	2,11	0,067	0,067	0,066	0,068
rohstoffbedingt	13,21	14,31	13,44	12,31	0,383	0,419	0,388	0,398
energiebedingt	6,54	6,65	6,35	5,51	0,190	0,195	0,183	0,178
gesamt	19,75	20,97	19,79	17,82	0,573	0,614	0,571	0,575

1) ohne Sekundärbrennstoffe

Zusammenfassend ergeben sich damit die in **Tafel 5** dargestellten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Zementindustrie für den Zeitraum 1990 bis 2009. Das Basisjahr für die auf die spezifischen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen umgestellte Selbstverpflichtung der Zementindustrie ist das Jahr 1990.

**Tafel 5:** Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Zementindustrie (in t CO<sub>2</sub>/t Zement)

<b>Jahr</b>	<b>aus thermischem Energieverbrauch<sup>1)</sup></b>	<b>aus elektrischem Energieverbrauch</b>	<b>aus Kalkstein-entsäuerung</b>	<b>gesamt</b>
1990 <sup>2)</sup>	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
2008	0,117	0,066	0,388	0,571
2009	0,110	0,068	0,398	0,575

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 bzw. grundlegend modernisiert. Die letzten umfangreich modernisierten Anlagen gingen im Jahr 2009 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. 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 erst 2008 und 2009 emissionswirksam wurden.

### 6.2 Einsatz von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen

Die deutsche Zementindustrie hatte im Berichtszeitraum 2008 bis 2009 ihre Bemühungen fortgesetzt, verstärkt Zemente mit mehreren Hauptbestandteilen neben Klinker in den Markt zu bringen. Im Jahr 2008 gelang dies besonders gut. Der Vergleich des Anteils im Jahr 2008 (70,1 %) mit früheren Jahren zeigt deutlich, dass die Anstrengungen der deutschen Zementunternehmen, die Marktakzeptanz dieser Zemente mit geringerer spezifischer CO<sub>2</sub>-Emission zu fördern, über längere Zeiträume hinweg erfolgreich sind. Im Jahr 2009 ging der Anteil an Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen auf 66,0 % zurück. Ursache hierfür war insbesondere die geringere Verfügbarkeit von Hüttensand im Zuge einer stark rückläufigen Stahlproduktion. Inwieweit zukünftig erneute 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 66 % im Jahr 2009. Während der Anteil der hüttensandhaltigen Zemente mit geringerem Hüttensandgehalt (6 – 35 %, CEM II/S) zunächst geringfügig auf 22,1 % in 2008 zunahm, sank dieser bis zum Jahr 2009 wieder stark auf 12,9 % ab. Der Anteil der Zemente mit hohem Hüttensandgehalt (36 – 80 %, CEM III) stieg ebenfalls zunächst von 19,2 % in 2007 auf 20,5 % im Jahr 2008 und sank anschließend deutlich auf 17,9 % ab. Der Anteil der Portlandkalkstein-Zemente (CEM II/L-LL inkl. Ölschieferzement CEM II/T) stieg stark von 15,1 auf 23,7 im Jahr 2009.

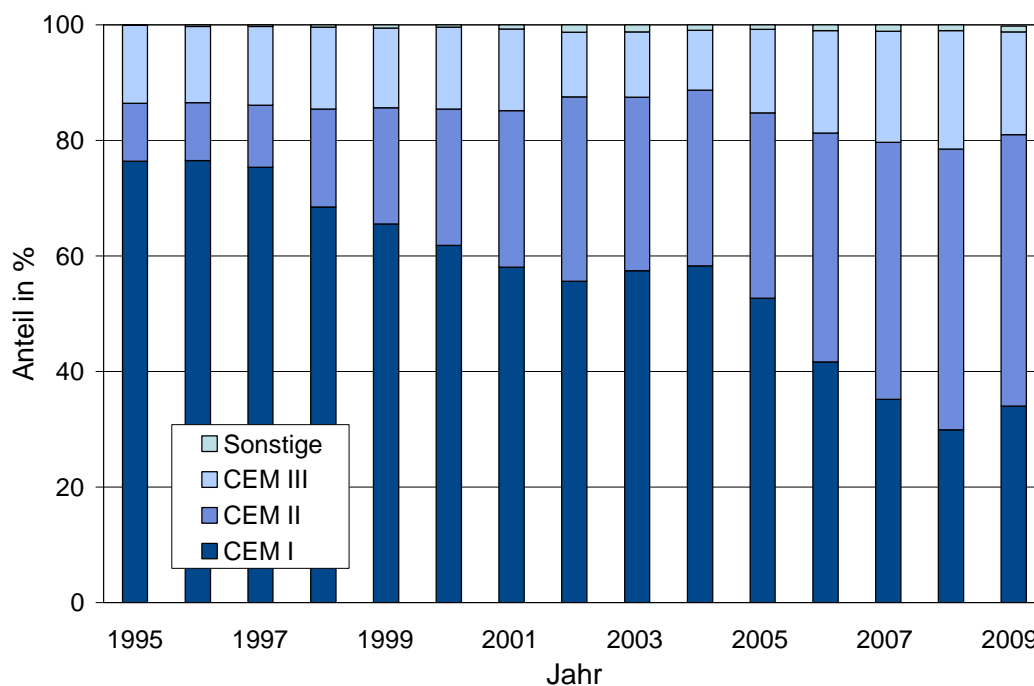
Der Anteil der sonstigen Zemente nahm weiter zu. Die Entwicklung des Inlandsversands von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen (CEM II Zemente 6-35 %, CEM III Zemente 36-80 %) ist in **Bild 3** zusammenfassend dargestellt.

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

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

Zementsorte	Anteil anderer Hauptbestandteile [%]	2005 <sup>1)</sup> [%]	2006 [%]	2007 [%]	2008 [%]	2009 [%]
Portlandhüttenzement	6 – 35 (Hüttensand)	14,7	19,3	20,6	22,1	12,9
Portlandkalksteinzement	6 – 20 (Kalkstein)	15,5	14,7	15,1	16,6	23,7
Hochofenzement	36 – 80 (Hüttensand)	14,4	17,7	19,2	20,5	17,9
Portlandpuzzolanzement	6 – 35 (Trass)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sonstige	---	2,5	6,5	9,8	10,8	11,4
Gesamt		47,2	58,3	64,8	70,1	66,0

<sup>1)</sup> Werte 2002 und 2005 wegen Änderung des Berichtskreises mit den Vorjahren nicht vergleichbar  
Quelle: BDZ Zahlen und Daten, Tabelle C.7, bis 2008 Tabelle C.9



**Bild 3:** Anteil von CEM II und CEM III Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen (in % des Inlandsversandes)

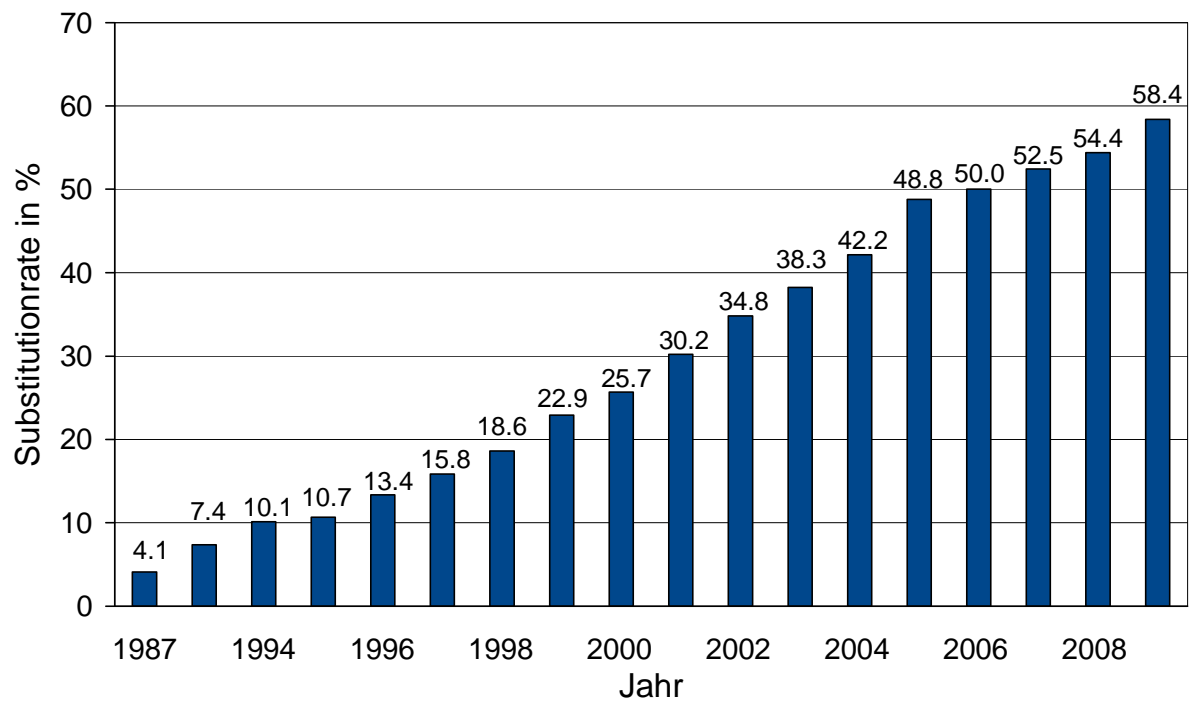
Quelle: BDZ Zahlen und Daten, Tabelle C.7, bis 2008 Tabelle C.9

### 6.3 Einsatz von Sekundärbrennstoffen

Der Einsatz von Sekundärbrennstoffen wird in der weiterentwickelten Selbstverpflichtung der Zementindustrie als CO<sub>2</sub>-frei gerechnet. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass die Substitution fossiler Brennstoffe durch abfallstämmige Sekundärbrennstoffe zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt führt. Diese Stoffe müssten ansonsten deponiert oder verbrannt werden, wobei sie ihr CO<sub>2</sub> 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 2008 bis 2009 haben die deutschen Zementwerke den Anteil der Sekundärbrennstoffe an der gesamten Feuerungswärmeleistung der Drehöfen von 54,4 auf 58,4 % erhöht (siehe auch **Bild 4**). Dies entsprach im Jahr 2009 einem Energieeinsatz von 51,5 Mio. GJ/a oder etwa 1,76 Mio. t SKE/a. Bezogen auf einen für die Zementindustrie typischen Heizwert von Steinkohle von 25 MJ/t entspricht dieser einer tatsächlichen eingesparten Kohlemenge von ca. 2,06 Mio. t/a. Deren Einsatz in den Drehrohröfen der Zementindustrie hätte ansonsten eine CO<sub>2</sub>-Emission von 4,8 Mio. t/a verursacht.

Während die absolute Menge der insgesamt eingesetzten Sekundärbrennstoffe im Berichtszeitraum von 2008 auf 2009 nahezu konstant blieb, gab es Änderungen der Mengen der im Einzelnen eingesetzten Sekundärbrennstoffe (siehe **Tafel 7**). Der Einsatz der „klassischen“ Sekundärbrennstoffe Altrefen sank geringfügig von 266.000 auf 245.000 t/a (2009), wie auch der Einsatz von Altöl von 85.000 auf 73.000 t/a zurückging. Der Einsatz von Fraktionen aus Industrie- und Gewerbeabfällen von 1,6 Mio. t/a im 2007 wurde bis zum Jahr 2009 nur leicht erhöht. Der Einsatz aufbereiteter Fraktionen aus Siedlungsabfall wurde zwischenzeitlich auf 220.000 t/a (2008) gesteigert. Er ging im Jahr 2009 jedoch wieder auf 188.000 t/a zurück. Diese heterogen zusammengesetzten Sekundärbrennstoffe enthalten auch biogene Anteile in unterschiedlicher Höhe. Der Einsatz von Tiermehlen und -fetten nahm von 239.000 t/a im Jahr 2007 auf 204.000 t/a in 2009 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 stabilisierte sich im Berichtszeitraum oberhalb von 260.000 t/a.



**Bild 4:** Die Entwicklung des Sekundärbrennstoffeinsatzes in der deutschen Zementindustrie

**Tafel 7:** Einsatz von Sekundärbrennstoffen in der deutschen Zementindustrie

<b>Sekundärbrennstoff</b>	<b>2003 1.000 t/a</b>	<b>2007 1.000 t/a</b>	<b>2008 1.000 t/a</b>	<b>2009 1.000 t/a</b>
Reifen	247	289	266	245
Altöl	116	85	80	73
Fraktionen aus Industrie- /Gewerbeabfällen	626	1595	1548	1652
<u>davon:</u>				
- Zellstoff, Papier und Pappe	156	236	150	175
- Kunststoff	177	452	460	556
- Verpackungen	9	0	0	1
- Abfälle aus der Textilindust- rie	15	0	2	9
- Sonstige	269	907	936	911
Tiermehl und -fette	452	293	231	204
Aufbereitete Fraktionen aus Sied- lungsabfällen	155	186	220	188
Altholz	48	13	12	13
Lösungsmittel	48	100	102	81
Bleicherde	20	0	0	0
Klärschlamm	4	254	267	263
Sonstige wie:	17	90	175 <sup>1)</sup>	78
- Ölschlamm				
- organische Destillationsrückstän- de				

<sup>1)</sup> 2008 auch Sekundärbrennstoffgemische aus der Papierherstellung