



## Diskussionsgrundlage für die Zuteilung von Emissionsrechten am Beispiel der Zementindustrie

### 1. Zugrunde liegende Prinzipien

- A Weder die Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten noch der Handel selbst dürfen Wirtschaftswachstum be- bzw. verhindern.
- B Verbesserungen der CO<sub>2</sub>-Effizienz von Prozessen müssen den jeweiligen Unternehmen zugute kommen.
- C Die freiwillige Vereinbarung zum Klimaschutz stellt die Datengrundlage für die Zuteilung an Emissionsrechten an die Zementunternehmen dar. Unternehmen/Anlagen, die den Branchen-Vergleichswert unterschreiten, dürfen nicht (durch Zukauf von Emissionsrechten bei Wirtschaftswachstum) bestraft werden.
- D Die Zuteilungs-Methodik für die Zementindustrie sollte auf dem Cement CO<sub>2</sub> Protocol des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) basieren.
- E Vorleistungen sollen anlagen- bzw. unternehmensbezogen berücksichtigt werden.
- F Die Zuteilung erfolgt auf Basis zeitnaher Emissionen.
- G Emissionsrechte, die voll (d. h. ohne Minderungsvorgabe, z. B. für prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen) zugeteilt werden, sind nicht handelbar.
- H Das nationale Cap ist keine absolute fixe Größe, sondern kann im Rahmen des Kyoto-Protokolls (flexible Mechanismen) in Grenzen flexibel gestaltet werden.
- I Die Industrie braucht Planungssicherheit für zukünftige Investitionen.

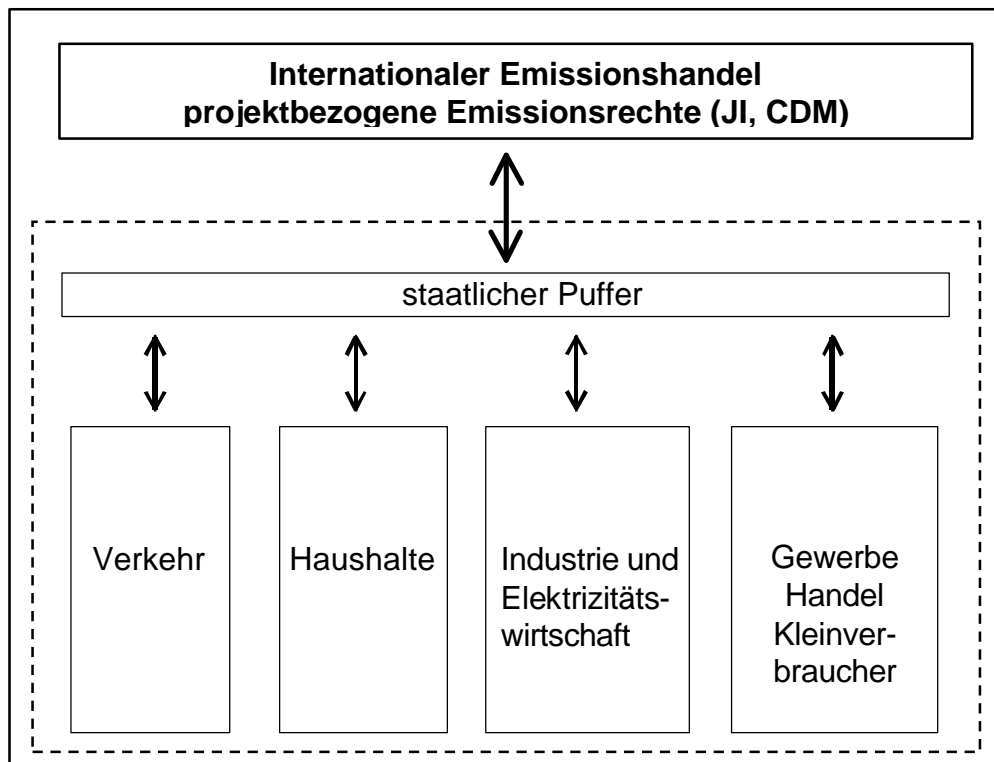
### 2. Top down-Zuteilung

Die Top down-Zuteilung auf die gesellschaftlichen Sektoren erfolgt durch die Bundesregierung auf Basis zeitnaher Emissionen (z. B. Zeitraum 2000/2002) unter Berücksichtigung des EU-Burden-Sharing-Ziels und der verbleibenden Minderungsverpflichtung Deutschlands. Die Bundesregierung richtet einen staatlichen Puffer ein, über den sie letztlich die nationale Zielerfüllung regelt (siehe **Bild 1**). Der Puffer hat im nationalen System u. a. folgende Aufgaben:

- Der Puffer gleicht fehlende Emissionsrechte (z. B. bei unerwartet steigenden Emissionen im Verkehrs- oder Haushaltssektor) aus.
- Ebenso gleicht der Puffer Emissionsrechte aus, die für Wachstum im industriellen Sektor benötigt werden. Überschüssige Emissionsrechte, die sich aus negativem Wachstum ergeben, fließen in den Puffer zurück (Prinzip A).
- Nicht verbrauchte Emissionsrechte aus allen Sektoren fließen in den Puffer zurück, soweit sie nicht im Rahmen des Emissionshandels verkauft werden.
- Aus dem Puffer werden Neuanlagen mit Emissionsrechten versorgt; überschüssige Emissionsrechte stillgelegter Anlagen (Ausnahme: Anlagensubstitution) fließen in ihn zurück.

- Der Puffer gleicht produktionsbedingte Schwankungen nicht handelbarer Emissionsrechte (z. B. prozessbedingte Emissionen usw.) aus (Prinzip G).

Im internationalen Rahmen dient der Puffer zum Ausgleich des nationalen Budgets (Verkauf/Zukauf von Emissionsrechten im Rahmen des Kyoto-Protokolls, Prinzip H).



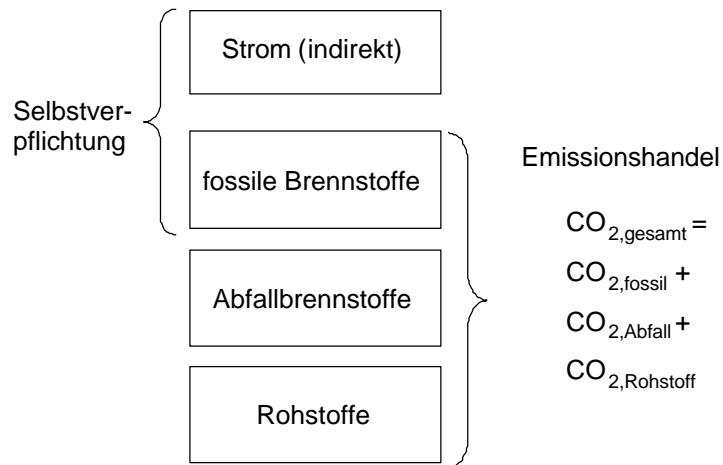
**Bild 1:** Top down-Zuteilung auf die gesellschaftlichen Sektoren

### 3 Bottom up-Zuteilung

#### 3.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie setzen sich zusammen einerseits aus den direkten Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie der Abfallbrennstoffe (Sekundärbrennstoffe) und aus der Entsäuerung des als Rohstoff eingesetzten Kalksteins sowie andererseits den indirekten Emissionen aus dem Stromverbrauch (siehe **Bild 2**).

Aus dem Bild geht hervor, dass die Geltungsbereiche der Selbstverpflichtung der Zementindustrie und der Emissionshandels-Richtlinie unterschiedlich sind. Da die erforderlichen Informationen im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Monitorings erfasst wurden bzw. werden, kann das Datengerüst der Selbstverpflichtung jedoch für die Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten verwendet werden.



**Bild 2:** Geltungsbereiche von Selbstverpflichtung und Emissionshandel

### 3.2 Methodik

Die Zuteilung auf Anlagenebene orientiert sich an der sog. Baden-Württemberg-Formel:

$$A_{2005/07,A} = (BZ_{SVE,2000/02} \times m_{Prod,2005/07}) \times R_{SVE}$$

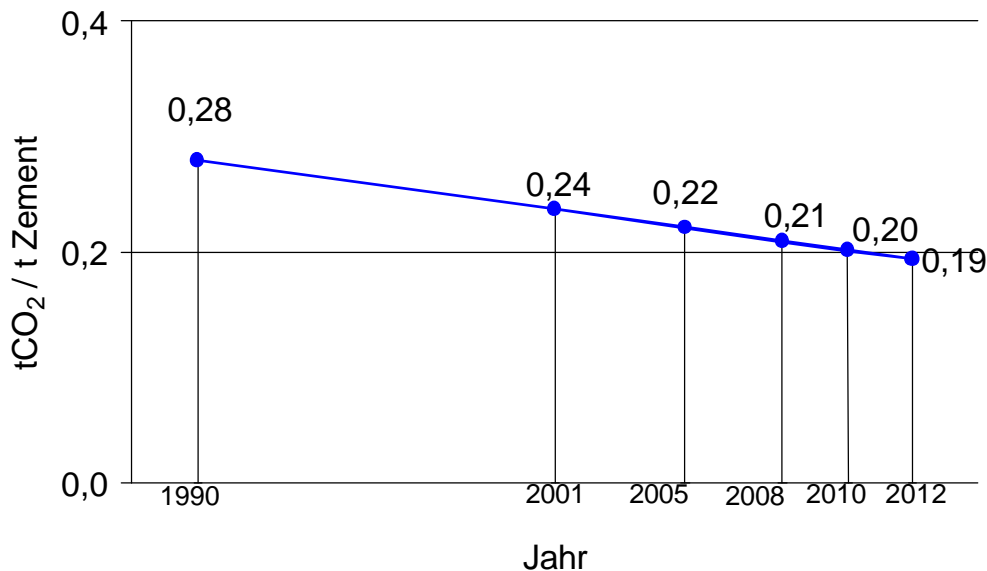
Darin sind:

- $A_{2005/07}$ : die durchschnittlich für die Jahre 2005-2007 an eine Anlage zugeteilte Menge an Emissionsrechten in t CO<sub>2</sub>/Jahr
- $BZ_{SVE,2000/02}$ : die gemäß Selbstverpflichtung branchenweit zulässige spezifische CO<sub>2</sub>-Emission („Branchenziel“), durchschnittlich für 2000-2002 in t CO<sub>2</sub>/t Zement
- $m_{Prod,2005/07}$ : prognostizierte durchschnittliche anlagen- bzw. unternehmensbezogene Produktion in t/a
- $R_{SVE}$ : Reduktionsvorgabe laut Selbstverpflichtung in %  
(Zementindustrie:  $R = 100 \% - 1,4 \%/Jahr$ )

Gegenüber der B.W.-Formel wurden damit folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Zuteilung erfolgt auf Basis zeitnaher Emissionen (Prinzip F).
- Die Minderungsverpflichtung wird aus der Branchen-Selbstverpflichtung übernommen (Prinzip C).
- Branchenziel (bzw. -minderungsvorgabe) gilt für alle Anlagen der Branche.

Die Selbstverpflichtung der Zementindustrie zielt ab auf eine Verminderung der spezifischen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Strom plus fossile Brennstoffe) um 28 %, entsprechend 1,4 % pro Jahr. Bezugswert ist der Branchendurchschnittswert von 1990 (energiebedingt 0,35 bzw. fossile Brennstoffe 0,28 t CO<sub>2</sub>/t Zement). Daraus ergibt sich die vorgegebene Reduktionskurve für alle deutschen Zementanlagen (siehe **Bild 3**).



**Bild 3:** CO<sub>2</sub>-Minderungsvorgabe für die Zementindustrie (nach Selbstverpflichtung)

Unternehmen, die im Rahmen des Kyoto-Prozesses frühzeitig Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung ergriffen und somit zur Zielerreichung im Rahmen der Selbstverpflichtung überproportional beigetragen haben, sollten in geeigneter Weise eine Gutschrift erhalten. Die Gutschrift sollte den Zeitpunkt und den Umfang der Vorleistungen berücksichtigen.

### 3.3 Ex ante / ex post

Sowohl ex ante- als auch ex post-Systeme haben Vor- und Nachteile im Hinblick auf Planungssicherheit für Regierung und Industrie. Eine reine ex ante-Zuteilung führt dazu, dass Unternehmen bei unerwarteter Produkt-Nachfrage dieser nur durch Zukauf von Emissionsrechten (oder Importe) nachkommen kann. Bei sinkender Nachfrage kann das Unternehmen zwar die überschüssigen Anteile verkaufen. Andererseits bedeutet dies, dass mehr Emissionsrechte als benötigt zugeteilt werden, was im Widerspruch zur EU-Richtlinie steht. Deshalb wird vorgeschlagen,

- die Zuteilung zunächst ex ante auf Basis eines fixen spezifischen Zielwertes sowie einer Produktionsschätzung vorzunehmen und
- eine ex post-Abrechnung nach Ablauf des Verpflichtungszeitraums durchzuführen.

Die spezifische Minderungsvorgabe bleibt davon unberührt! Die ex post-Abrechnung berücksichtigt ausschließlich Produktionsänderungen, die sich gegenüber der Vorausschätzung ergeben haben. Bei positivem Wachstum erhält das Unternehmen/die Anlage die entsprechenden Emissionsrechte (berechnet mit dem Branchen-Zielwert) aus dem nationalen Puffer kostenlos zugeteilt. Bei Produktionsrückgang fließen die überschüssigen Emissionsrechte kostenlos in den Puffer zurück. Emissionsrechte, die sich aus Effizienzgewinnen bzw. -verlusten ergeben, können vom Unternehmen verkauft oder „gebankt“ bzw. müssen zugekauft werden (s. auch Beispiele im Anhang).

Diese Methodik hat die außerordentlichen Vorteile, dass

- Wachstum nicht behindert wird (Prinzip A)
- Wachstum sich v. a. bei effizienten Anlagen lohnt (Prinzip C)
- bei negativem Wirtschaftswachstum (Produktionsrückgang) nicht mehr Emissionsrechte zugeteilt werden als tatsächlich benötigt werden.

### **3.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung/Verwertung von Abfällen**

Die Selbstverpflichtung der Zementindustrie bezieht sich auf fossile Brennstoffe, da die Substitution fossiler Brennstoffe durch abfallstämmige Brennstoffe („Sekundärbrennstoffe“) ökologische Vorteile insbesondere im Hinblick auf die (indirekte) Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen hat. Diese Aussage wird von vielen unabhängigen Studien unterstützt. Im „Cement CO<sub>2</sub> Protocol“ des WBCSD ist vorgesehen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Mitverbrennung biogener und fossil stämmiger Abfälle zu berichten und indirekte CO<sub>2</sub>-Minderungen gegenzurechnen. Damit ist eine vollständige Berichterstattung gewährleistet und gleichzeitig der ökologische Vorteil dieser Brennstoffsubstitution berücksichtigt.

In dem EU-Richtlinienentwurf zum CO<sub>2</sub>-Emissionshandel ist die Behandlung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen nicht eindeutig geregelt. Einerseits sind Müllverbrennungsanlagen nicht im Annex I aufgeführt, andererseits wird im Annex IV auf die Festlegung von Emissionsfaktoren für bestimmte Abfälle (wie Altreifen) hingewiesen. Im Emissionsbudget der Bundesrepublik Deutschland sind jedoch die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abfall(mit)verbrennung nicht enthalten.

Sofern diese Emissionen zukünftig in das nationale Emissionsbudget aufgenommen werden, wird aus folgenden Gründen vorgeschlagen, die Emissionsrechte für die Mitverbrennung von Abfällen bedarfsorientiert (d. h. ohne Minderungsvorgabe) zuzuteilen:

- Den ökologischen Vorteilen der Brennstoffsubstitution wird pauschal Rechnung getragen.
- Wettbewerbsverzerrungen im Abfallmarkt werden vermieden (Mitverbrenner im System, Monoverbrenner nicht).
- Die Minderungsvorgaben aus der Selbstverpflichtung können übernommen werden.
- CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abfallverbrennung sind als „unvermeidbar“ anzusehen (Richtlinienentwurf, Annex III), da die europäische und nationale Gesetzgebung deren thermische

Behandlung ab dem Jahr 2005 vorschreibt. Eine Alternative zur Mitverbrennung ist also nur die Monoverbrennung, bei der ebenfalls das CO<sub>2</sub> freigesetzt wird.

Die Emissionsrechte für Abfallmitverbrennung sind nicht handelbar und werden ex ante mittels Schätzung zugeteilt und ex post abgerechnet.

### 3.5 Prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Etwa 2/3 der bei der Zementherstellung anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen stammen aus der Entsäuerung des Kalksteins. Diese CO<sub>2</sub>-Emissionen sind unvermeidbar und dadurch praktisch nicht reduzierbar. Deshalb wird vorgeschlagen, die Emissionsrechte für prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen bedarfsorientiert zuzuteilen.

Die Zuteilungsformel wird damit wie folgt erweitert:

$$A_{2005/07,A} = (BZ_{SVE,2000/02} \times R_{SVE} + E_{Abfall,2005/07} + E_{Rohstoff,2005/07}) \times m_{Prod,2005/07}$$

Darin ist

$$E_{Abfall,2005/07} = H_{SVE} \times EF_{Abfall,A} \times SR_A \quad \text{in t CO}_2/\text{t Zement}$$

$H_{SVE}$  = Brennstoffenergiebedarf 2000/02 (Branchendurchschnittswert) in MJ/t Zement

$EF_{Abfall,A}$  = Anlagen- (unternehmens-)bezogener Emissionsfaktor für den eingesetzten Abfallmix 2005/07 in t CO<sub>2</sub>/MJ

$SR_A$  = geschätzte Substitutionsrate, anlagenbezogen, 2005/07 in %

Durch die Verwendung des Branchendurchschnitts für die Energieeffizienz wird erreicht, dass hocheffiziente Anlagen belohnt werden.

$E_{Rohstoff,2005/07}$  =  $EF_{Klinker} \times KZF$  in t CO<sub>2</sub>/t Zement

$EF_{Klinker}$  = Emissionsfaktor für Klinker (= 0,52 t CO<sub>2</sub>/t Klinker)

$KZF_A$  = Klinkeranteil im Zement („Klinker/Zement-Faktor“) in t Klinker/t Zement

### 3.6 Anlagendefinition

Annex I des RL-Entwurfs nennt „Anlagen zum Herstellen von Zementklinker“ als betroffenen Anlagentyp. Diese Definition orientiert sich an der IVU-Richtlinie. Bei der Umsetzung in deutsches Recht (4. BImSchV) wurde diese Definition in „Anlagen zur Herstellung von Zementklinker und Zement“ angepasst.

Bei der Selbstverpflichtung der Zementindustrie wurde das Produkt Zement als Bezugsgröße zugrunde gelegt. Zementklinker ist hierbei ein Zwischenprodukt, das mit Gips und anderen Zementbestandteilen (Hüttensand, Kalksteinmehl) zu Zement vermahlen wird. Auch Artikel 3 des EU-Richtlinienentwurfs sieht vor, dass der Anlagenbegriff auch „Aktivitäten“ umfasst, die mit der eigentlichen Anlage technisch verbunden sind. Insofern beziehen sich alle spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 1 Tonne Zement.

Die Verwendung von Zement als Bezugsgröße setzt Anreize sowohl zur Verbesserung der Effizienz bei den Produktionsprozessen als auch zur Optimierung der Produktzusammensetzung (Substitution des gebrannten Zwischenprodukts Zementklinker durch andere nicht gebrannte Zementhauptbestandteile).

Da in der Zementindustrie sowohl integrierte Standorte (Brennen von Zementklinker und Zementmahlung) als auch reine Mahlwerke üblich sind, wird Zementklinker sowohl unternehmensintern oder zwischen Werksstandorten transportiert als auch zwischen Unternehmen gehandelt. Der Anlagenbegriff muss insofern auch auf Zementwerke ohne Klinkererzeugung, die im Verbund mit integrierten Zementwerken arbeiten, erweitert werden.

## Anhang: Beispielrechnung

### Anlagendaten (Annahmen):

prognostizierte Zementproduktion 2005-2007: (einkaufs- bzw. verkaufsbereinigt)	1 Mio t/a
Substitutionsrate Sekundärbrennstoffe :	30 %
Emissionsfaktor (z. B. aufbereitete Produktionsabfälle) (EF) brennstoffbedingte spezifische Emissionen in 2005/07 (ohne Sekundärbrennstoffe)	$0,08 \times 10^{-3} \text{ t CO}_2/\text{MJ}$  $0,25 \text{ t CO}_2/\text{t Zement}$
Klinker/Zement-Faktor	$0,8 \text{ t Klinker/t Zement}$
$H_A$ (2005/07)	$3000 \text{ MJ/t Zement}$

### Branchendaten

Branchenzielwert BZ laut SVE 2000/02	$0,24 \text{ t CO}_2/\text{t Zement}$
$R_{SVE}$ für 2000/02-2005/7 laut SVE	93 % (entspr. $5 \times 1,4 \text{ %/a}$ )
$H_{SVE}$ (2001) nach CO <sub>2</sub> -Monitoring	$2790 \text{ MJ/t Zement}$
$H_{SVE}$ (2005/07) (Annahme)	$2750 \text{ MJ/t Zement}$

### A. Ex ante-Zuteilung

$$A_{2005/07} = \underbrace{(0,24 \text{ t CO}_2/\text{t Z} \times 0,93)}_{\text{fossile Brennstoffe}} + \underbrace{2790 \text{ MJ/tZ} \times 0,08 \times 10^{-3} \text{ t CO}_2/\text{MJ} \times 0,3}_{\text{Sekundärbrennstoffe}} + \underbrace{0,52 \times 0,8)}_{\text{Rohstoffe}} \times 10^6 \text{ t Z/a} = 706.160 \text{ t CO}_2/\text{a}$$

Die Zuteilung beträgt insgesamt damit  $2.118.480 \text{ t CO}_2$  für den Zeitraum 2005/07.

## Ex post-Abrechnung

Für die Ex post-Abrechnung werden beispielhaft folgende Daten zugrunde gelegt:

	Einheit	ex ante-Prognose	ex post-Abrechnung
spezifische Emissionen (fossile Brennstoffe)	t CO <sub>2</sub> /t Zement	0,22	0,25
Spezifischer Brennstoffenergieverbrauch	MJ/t Zement	2790	3000
Anteil Sekundärbrennstoffe	%	30	30
Zementproduktion	t/a	1 Mio.	1,1 Mio.
Emissionsfaktor Sekundärbrennstoffe	t CO <sub>2</sub> /MJ	0,08 x 10 <sup>-3</sup>	0,08 x 10 <sup>-3</sup>
Klinker/Zement-Faktor	–	0,8	0,8

Die Produktion fällt um 10 % höher aus. Alle anderen anlagenbezogenen Randbedingungen (z. B. die CO<sub>2</sub>-Effizienz bzw. der Anteil an Sekundärbrennstoffen an der gesamten Feuerungswärmeleistung) verändern sich gegenüber der ex ante-Prognose nicht.

### B. tatsächliche Emissionen:

$$A_{\text{tats}} = \underbrace{(0,25 \text{ t CO}_2/\text{t Z} + 3000 \text{ MJ/t Z} \times 0,08 \times 10^{-3} \text{ t CO}_2/\text{MJ} \times 0,3)}_{\text{fossile Brennstoffe}} + \underbrace{0,52 \times 0,8}_{\text{Rohstoffe}} \times 1,1 \times 10^6 \text{ t Z/a} = 811.800 \text{ t CO}_2/\text{a}$$

bzw. 2.435.400 t CO<sub>2</sub> in 2005/2007

### C. Zuteilung (Abrechnung):

$$A_{2005/07} = \underbrace{(0,24 \text{ t CO}_2/\text{t Z} \times 0,93)}_{\text{fossile Brennstoffe}} + \underbrace{2750 \text{ MJ/t Z} \times 0,08 \times 10^{-3} \text{ t CO}_2/\text{MJ} \times 0,3}_{\text{Sekundärbrennstoffe}} + \underbrace{0,52 \times 0,8}_{\text{Rohstoffe}} \times 1,1 \times 10^6 \text{ t Z/a} = 775.720 \text{ t CO}_2/\text{a}$$

bzw. 2.327.160 t CO<sub>2</sub> für 2005-2007

Damit ergeben sich folgende CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. –Emissionsrechte (bezogen auf 1 Jahr):

in t CO <sub>2</sub> /a	CO <sub>2</sub> aus fossilen Brennstoffen	CO <sub>2</sub> aus Sekundär-brennstoffen	CO <sub>2</sub> aus Rohstoffen	Summe
A. ex ante-Zuteilung	223.200	66.900	416.000	706.100
B. tatsächliche Emissionen	275.000	79.200	457.600	811.800
C. ex post-Zuteilung	245.520	72.600	457.600	775.720
Differenz gesamt	51.800	12.300	41.600	105.700
davon: - wachstumsbedingt	22.320	5.700	41.600	69.620
- Zukauf	29.480	6.600	---	36.080

Ergebnis: Das Unternehmen muss für 36.080 t CO<sub>2</sub> (bzw. 108.240 t CO<sub>2</sub> für den Zeitraum von 3 Jahren) Emissionsrechte nachkaufen, die sich v.a. aus dem an dieser Anlage gegenüber der Sollvorgabe aus der Selbstverpflichtung höheren spezifischen Energieverbrauch ergeben. Aufgrund der Produktionssteigerung werden für 69.620 t CO<sub>2</sub> (bzw. 208.860 t CO<sub>2</sub> für den Zeitraum von 3 Jahren) Emissionsrechte ex post zusätzlich kostenlos zugeteilt.