



# Ableitung der Kalksteinbilanz aus den statistischen Daten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll (Kategorie CRF 2.A.3)



# **Ableitung der Kalksteinbilanz aus den statistischen Daten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe**

**Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll (Kategorie CRF 2.A.3)**

von

**Dr. Simone Röhling**

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

**Robert Kludt**

Umweltbundesamt

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4033.html> verfügbar. Hier finden Sie auch eine englische Fassung.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Titelbild: senoldo © [www.fotolia.de](http://www.fotolia.de)

Dessau-Roßlau, November 2010

## INHALT

Aktualisierung der Kalksteinbilanz für Deutschland aus statistischen Daten der BGR.....	2
Ausgangslage.....	2
Relevanz für die Vollständigkeit der Treibhausgasinventare .....	2
Einschätzung des UBA unter Berücksichtigung verschiedener Datenquellen .....	3
Datengrundlagen von Daten der BGR .....	5
Diskussion von statistischen Bilanzposten .....	6
Diskussion von kennzahlenbasierten Bilanzposten .....	7
Besondere Bewertung verschiedener Allokationen (IPCC 1996 und IPCC 2006) ....	8
ANHANG 1: BILANZEN FÜR KALKSTEIN UND BRANNTKALK FÜR DIE JAHRE 2006-2008 (UBA – DATENANALYSE)	10
ANHANG 2: PRODUKTIONSENTWICKLUNG KARBONATISCHER ROHSTOFFE (KALK-, MERGEL- UND DOLOMITSTEIN) IN DEUTSCHLAND IN DEN JAHREN 2006 – 2008 (BGR – DATENANALYSE)	14
QUELLENVERZEICHNIS	19

## **Aktualisierung der Kalksteinbilanz für Deutschland aus statistischen Daten der BGR**

### **Ausgangslage**

Deutschland ist als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention dazu verpflichtet, Emissionsinventare zu erstellen und in regelmäßigem Abstand zu veröffentlichen. Zur Erfüllung dieser Berichtspflichten unterhält Deutschland das „Zentrale System Emissionen (ZSE)“, eine umfassende Inventardatenbank, die sowohl zur Berechnung als auch zur Verwaltung und Dokumentation relevanter Emissionsdaten eingesetzt wird. Im Rahmen kontinuierlicher Verbesserungen wird die Inventardatenbank unter Berücksichtigung neuester Forschungsergebnisse sowie interner und externer Bewertungen laufend aktualisiert.

Das Forschungsprojekt „Bilanzierung der Gewinnung und Verwendung von Kalkstein in Deutschland und Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen“<sup>1</sup> konnte einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung des nationalen Emissionsinventars leisten. Insbesondere im Bereich der Prozessemissionen wurden Lücken aus der thermischen Nutzung karbonatischer Rohstoffe (vor allem Kalkstein) identifiziert. Die Kalksteinnutzung und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen konnten modellhaft, insbesondere aber vollständig dargestellt werden.

Der Bearbeitungsumfang des Projektes war auf die Daten bis 2004 begrenzt und deshalb wird die Fortschreibung der Daten ab 2005 vom UBA übernommen. Der zeitliche Betrachtungsrahmen des o. g. Forschungsprojektes liegt inzwischen fast sechs Jahre zurück. Die Gültigkeit der damaligen Ergebnisse und weitere Verbesserungsmöglichkeiten sind dringend zu untersuchen, weil eine jährliche Überprüfung der Emissionsinventare durch internationale Experten erfolgt.

### **Relevanz für die Vollständigkeit der Treibhausgasinventare**

Eine vollständige, konsistente Kalkstein- und Kalkbilanz für Deutschland ermöglicht Emissionsberechnungen – ohne Lücken und ohne Doppelzählungen. In Analogie zur Energiebilanz wird Aufkommensrechnung, Umwandlungsbilanz und Endverbrauch (differenziert nach Sektoren) unterschieden.

In den geltenden IPCC-Guidelines (IPCC 1996) wird diese Herangehensweise nicht beschrieben, sondern vom Ansatz bekannter Quellgruppen ausgegangen, die vollständig zu berichten sind. Auch die erneuerten IPCC-Guidelines (IPCC 2006) weisen Schwachstellen auf, was bei den Karbonaten keine ähnlich konsistente Berichterstattung wie bei den Brennstoffen gestattet.<sup>2</sup>

Dieser gemeinsam durch UBA und BGR erarbeitete methodische Ansatz stellt insofern einen Gegenvorschlag zu den internationalen Guidelines (IPCC 1996 und 2006) dar, mit dem die fachlich korrekten Berechnungen in den deutschen Treibhausgasinventaren nachgewiesen werden. Zur Dokumentation der Berechnungen in den Treibhausgasinventaren dient regelmäßig der Nationale Inventarbericht (NIR), wobei dort die verwendeten Methoden und Daten kompakt dargestellt werden. Dort ist kein Raum für vertiefte Analysen und es ist nicht der geeignete Ort für wissenschaftliche Diskurse, sondern nur für die Darstellung der Inventarpraxis. Diesem erweiterten Zweck dient dieses Gutachten ebenfalls.

Der Vorschlag sichert die Herstellung von Transparenz für den Kalksteineinsatz mittels einer

<sup>1</sup> FKZ: 205 41 217/02, verfügbar über UBA-Publikationsdatenbank #3102 <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/search-public.php> oder direkt <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3102.pdf>

<sup>2</sup> Gefordert wird zwar wörtlich „Only emissions from limestone and dolomite used in the mineral industry should be reported in the Mineral Industry Chapter. ... may impact, in particular, emission estimates for the Mineral Industry, the Chemical Industry, and Metal Production.“, aber keine zusammenfassende Übersicht. Auch nach den GL 2006 ist kein Überblick gefordert, in welchem Verhältnis die Verwendungen zum Aufkommen stehen.

Bilanz für die eingesetzten Mengen (Aktivitätsdaten) sowie die Empfehlung für Emissionsberechnungen in den verwendenden Quellkategorien. Mit diesem Vorschlag kann eine verbesserte Transparenz und höhere Genauigkeit gewährleistet werden, ohne dass die Übersichtlichkeit verloren geht.

## **Einschätzung des UBA unter Berücksichtigung verschiedener Datenquellen**

Folgende grundsätzliche Feststellungen sind im Folgenden detailliert begründet:

- Eine Kalksteinbilanz garantiert den lückenlosen Nachweis aller relevanten Kalksteinverwendungen.
- Modellrechnungen für Bilanzterme sind durch statistische Daten ersetzbar und somit langfristig fortführbar.
- Eine Bilanz ist trotz der Herstellung der Transparenz bei den Aktivitätsdaten (Rohstoffeinsatz) für die genauen Treibhausgasberechnungen weniger geeignet als Berechnungen in Quellkategorien.

Ohne bilanzielle Betrachtungen sind Erklärungen zur Vollständigkeit eines Inventars immer nur so belastbar wie die Berichtsformate vollständig sind. Speziell bei den IPCC-Guidelines 1996 sind die relevanten Berichtskategorien nur beispielhaft genannt. Die explizite Benennung von nicht an anderer Stelle berücksichtigten Kalksteinnutzungen unter CRF 2.A.3 erleichtert eine Vergleichbarkeit verschiedener Inventare nicht. Die IPCC-Guidelines 2006 dagegen fordern die Berücksichtigung aller Kalksteinnutzungen jeweils in der Quellkategorie, wo die Verwendung erfolgt. Diese Allokation ist zwar sachgerecht und besser vergleichbar, garantiert aber noch keine Vollständigkeit<sup>3</sup>. In einer Bilanz ist es weiterhin möglich, die Konsistenz zwischen Kalksteinaufkommen und -verwendung darzustellen.

Die Bilanzterme von Bilanzen sind grundsätzlich mittels Modellrechnungen („aus Kennzahlen“) oder aus statistischen Angaben ableitbar. Statistische Angaben sind im Allgemeinen langfristig verfügbar und somit Bilanzen fortschreibbar. Geringe Abweichungen zu Modellen widerlegen dabei weder die Eignung der statistischen Daten noch die Bilanzrechnung selbst. Erkennbar werden dabei aber die Unterschiede in der Genauigkeit.

---

<sup>3</sup> Durch die Benennung relevanter Kalksteinverwendungen in den GL 2006 ist eine Vollständigkeit für die in Deutschland bekannten Quellen gegeben. Siehe hierzu IPCC 2006, Volume 3, chapter 2, table 2.7.

Tab. 1: Gegenüberstellung der Kalksteinbilanzen für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“), Berechnung UBA

<b>Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008</b>		
	<b>statistisch</b>	
Gewinnung im Inland	91,659	
Einfuhr	5,214	
Ausfuhr	1,367	
<b>Aufkommen</b>	<b>95,506</b>	
<b>Umwandlungseinsatz/ Endverwendung</b>	<b>aus Kennzahlen</b>	<b>statistisch</b>
Zementindustrie	29,601	42,605
Kalkindustrie	12,319	12,624
Sodaherstellung	1,745	IE
Glas	0,902	0,356
Sinter	4,541	3,437
Roheisen	0,790	IE
Zucker	0,655	0,314
Rauchgasentschwefelung in der Stromerzeugung	2,303	1,745
Landwirtschaft	3,410	1,915
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,226	0,226
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	39,014	32,284
<b>Verwendung</b>	<b>95,506</b>	<b>95,506</b>

An dieser Stelle lässt sich nicht entscheiden, ob eine der beiden Berechnungen die Realität besser abbildet. Die Bilanzposten im Einzelnen werden diskutiert unter *Diskussion von statistischen Bilanzposten* und in *Diskussion von kennzahlenbasierten Bilanzposten*. Die Berechnung der Kalksteinverwendung mittels spezifischer Kennzahlen entstammt teilweise den Berechnungen einzelner Kategorien des Treibhausgasinventars.

Die Forderung nach hoher und stetig zu verbessernder Genauigkeit bei den Treibhausgasberechnungen führt zwangsläufig zu sehr detaillierten Berechnungen aller Emissionsursachen. Diese umfassenden Berechnungen lassen sich in einer Bilanz für Kalkstein, also für einen konkreten Rohstoff, nur eingeschränkt abbilden. Es können in Teilen der Bilanz Überschätzungen bzw. Unterschätzungen auftreten. Da die Emissionsrelevanz in den Bilanztermen verschieden ist (keine Emissionen, teilweise Emissionen, vollständig emissionsrelevant), führen diese Ungenauigkeiten zu abweichenden Emissionshöhen.

An dieser Stelle ist eine Überleitung von Bilanzposten zu Berichtskategorien notwendig, weil damit die Emissionsrelevanz zum Tragen kommt. Dabei kommt die Kategorie „2A7 Keramikherstellung“ hinzu, weil sie kein Bestandteil der Bilanz ist. Die Verweise der Bilanzposten zu den Berichtskategorien findet sich im *Anhang 1: Bilanzen für Kalkstein und Branntkalk für die Jahre 2006-2008*.

Tab. 2: Gegenüberstellung aller emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorien) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“), Berechnung UBA

<b>Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008</b>		
Bilanzposten (Kalksteinverwendung mit CO <sub>2</sub> -Emissionen)	aus Kennzahlen	statistisch
1A1 Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	2,303	1,745
2A1 Zementherstellung: Brennen von Zementklinker	29,601	42,605
2A2 Kalkherstellung: Brennen von Kalkstein	12,319	12,624
2A7 Glasherstellung (Summe)	0,902	0,356
2A7 Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")	0,751	0,000
2C1 Eisen- und Stahlherstellung	5,331	3,437
5D Landwirtschaftl. u. Forstwirtschaftl. Bodenkalkung	3,410	1,915
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kalkstein</b> (vereinfacht auch Dolomit mitgerechnet)	<b>24,0 (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>27,6 (CO<sub>2</sub>)</b>

Die Diskussion der einzelnen Bilanzposten erfolgt in den Kapiteln *Diskussion von statistischen Bilanzposten* und in *Diskussion von kennzahlenbasierten Bilanzposten*. Der Umstand, dass mittels statistischer Daten höhere Emissionen berechenbar sind, ergibt sich nur aus dem hohen Rohstoffeinsatz in der Zementindustrie, der hier nicht für das Klinkerbrennen differenzierbar ist. Dieser Umstand schlägt sich nicht in den Berechnungen zur Zementindustrie im Treibhausgasinventar (CRF 2.A.1) nieder, sondern ist Ausdruck für unterschiedliche Genauigkeiten der Bilanzierungsmodelle.

## Datengrundlagen von Daten der BGR

Die BGR hat im Rahmen der ressortübergreifenden Zusammenarbeit statistische Daten zusammen gestellt, um die modellhafte Bilanz des UBA mit empirischen Daten zu unterlegen. Damit liegt die bestverfügbare Gesamtschau vor, die mit verhältnismäßigem Aufwand erstellbar ist.

Im Einzelnen basieren die Daten auf amtlichen Statistiken des Statistischen Bundesamtes sowie auf Statistiken des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie und des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass Produktionszahlen von der tatsächlichen Produktion abweichen können. In den meisten Fällen ist dies darauf zurückzuführen, dass Rohstoff gewinnende Unternehmen nicht vollständig in den Bundesverbänden organisiert sind und dass das Statistische Bundesamt bei der Produktionserhebung nur Betriebe mit 10 bzw. 20 Beschäftigten berücksichtigt (siehe *Anhang 2 Produktionsentwicklung karbonatischer Rohstoffe (Kalk-, Mergel- und Dolomitstein) in Deutschland in den Jahren 2006 – 2008*).

## Diskussion von statistischen Bilanzposten

Neben der prinzipiellen statistischen Darstellbarkeit sind mehrere Bilanzposten hinsichtlich der Primärdaten und der absoluten Höhe zu diskutieren, wobei auf die Tab. 1 Bezug genommen wird.

### Für das Aufkommen an Kalkstein

- Gewinnung im Inland: nur statistisch erfassbar, jedoch nicht vollständig (s. o.)
- Einfuhr/Ausfuhr: nur statistisch erfassbar, Berücksichtigung verschiedener Kalksteinarten, vollständiger als Verbandsstatistiken (BVK 2007, 2009)
- 

### Für die Verwendung von Kalkstein

- Zementindustrie: Rohstoffeinsatz nicht differenzierbar und deshalb nicht präzise als Anteil an der Zementklinkerproduktion darstellbar
- Kalkindustrie: als Berechnung aus der Kalkproduktion mit Unsicherheit aus berücksichtigten Kalkarten verbunden
- Sodaherstellung: keine differenzierte Angabe möglich
- Glas: unterhalb des realen Bedarfs der Glasindustrie
- Sinter/Roheisen: nur gemeinsam erfassbar und deshalb mit Unsicherheiten verbunden
- Zucker: unterhalb des realen Bedarfs der Zuckerindustrie
- REA Stromerzeugung: unterhalb des realen Bedarfs
- Landwirtschaft: unterhalb der von den Landwirten verwendeten Zahlen des Statistischen Bundesamtes
- Wasser- u. Schlammbehandlung: keine Einschätzung möglich und nötig, weil nicht emissionsrelevant
- Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.): rechnerische Restgröße, die aber nicht emissionsrelevant ist. An dieser Position wird erkennbar, dass in der Officialstatistik beim Kalksteinaufkommen signifikante Mengen fehlen, weil diese statistisch nicht erfasst werden (s. o.)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Zur Plausibilisierung dieser Feststellung sei z. B. darauf hingewiesen, dass jährlich in Deutschland ca. 50 Millionen Tonnen Asphaltmischgut produziert werden, die zu mindestens 95 % aus mineralischen Rohstoffen (Gesteinskörnungen) mit einem nicht geringen Anteil an Kalksteinen bestehen.

## Diskussion von kennzahlenbasierten Bilanzposten

Neben der prinzipiellen statistischen Darstellbarkeit von Bilanzposten sind mit Hilfe von branchenspezifischen/technologiebedingten Kennzahlen genauere Berechnungen möglich, wobei auf die Tab. 1 Bezug genommen wird.

### Für das Aufkommen an Kalkstein

- Gewinnung im Inland sowie Einfuhr/Ausfuhr: siehe *Diskussion von statistischen Bilanzposten*

### Für die Verwendung von Kalkstein

- Zementindustrie: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes für die Klinkerherstellung, die genauer ist als der Rückgriff auf die sehr heterogenen Rohstoffgemische des Klinkerbrennens, lässt die nicht emissionsrelevanten Zumahlungen an Kalkstein für den Zement außer acht
- Kalkindustrie: nahezu identisch zur statistischen Angabe
- Sodaherstellung: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes, der in dieser Kategorie aber als nicht emissionsrelevant gilt
- Glas: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes, die über der statistischen Angabe liegt
- Sinter/Roheisen: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes, die für beide Herstellungsverfahren differenziert werden kann und insgesamt über den statistischen Angaben liegt
- Zucker: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes, der in dieser Kategorie aber als nicht emissionsrelevant gilt
- REA Stromerzeugung: plausible technologiebezogene Berechnung des notwendigen Kalksteineinsatzes, der insgesamt über den statistischen Angaben liegt.
- Landwirtschaft: von den Landwirten verwendete Zahlen des Statistischen Bundesamtes, indem aus dem Nährstoffeinsatz der Kalksteineinsatz berechnet wird, was ähnliche Unsicherheiten beinhaltet wie die Verbandsstatistik (BVK 2009)
- Wasser- u. Schlammbehandlung: statische Angaben übernommen, weil marginal
- Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.): rechnerische Restgröße, die aber nicht emissionsrelevant ist. Zur absoluten Höhe dieser Position gilt das Gleiche wie beim ausschließlichen Rückgriff auf Statistiken (siehe *Diskussion von statistischen Bilanzposten*), wenngleich hier die absolute Menge höher ausfällt.

## Besondere Bewertung verschiedener Allokationen (IPCC 1996 und IPCC 2006)

Die beiden vorhergehenden Kapitel dienen zur Darstellung der Machbarkeit der Kalksteinbilanzierung einerseits mittels statistischer Angaben und andererseits mittels technologiespezifischer Kennzahlen, die überwiegend aus dem Forschungsprojekt stammen (BUTTERMANN & NANNING, 2006).

Bereits in Tab. 2 konnte gezeigt werden, dass die zwei grundsätzlich möglichen Bilanzansätze zu erheblichen Unterschieden bei der Berechnung der Kohlendioxidemissionen führen. Das ist bemerkenswert, weil es sich lediglich um Verschiebungen in der Höhe der Bilanzposten handelt<sup>5</sup>.

Das wird besonders deutlich, wenn in der CRF-Kategorie 2.A.3<sup>6</sup> streng den Regeln der Guidelines 1996 gefolgt wird und alle explizit geforderten Kalksteinnutzungen dargestellt sowie deren Emissionen berechnet und summiert werden.

Tab. 3: Gegenüberstellung der nach Guidelines 1996 emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorie 2.A.3) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“), Berechnung UBA

Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008				
Bilanzposten (Kalksteinverwendung mit CO <sub>2</sub> -Emissionen)	CO <sub>2</sub>	2.A.3 <sup>6</sup>	aus Kennzahlen	statistisch
1A1 Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	x	x	2,303	1,745
2A7 Glasherstellung (Summe)	x	x	0,902	0,356
2A7 Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")	x	x	0,751	0,000
2C1 Eisen- und Stahlherstellung	x	x	5,331	3,437
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kalkstein</b> (vereinfacht auch Dolomit mitgerechnet)			<b>4,1 (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>2,4 (CO<sub>2</sub>)</b>

Aus den statistischen Angaben zum Kalksteineinsatz in den für die Kategorie 2.A.3 adressierten Anwendungen ergeben sich niedrigere Kohlendioxidemissionen als aus den mit Kennzahlen ermittelten Bilanzposten.

Betrachtet man in Anlehnung an die Guidelines 2006 alle emissionsrelevanten Kalksteinanwendungen separat, weichen die Emissionsberechnungen zwischen beiden Bilanzmodellen ebenfalls ab.

<sup>5</sup> Es finden tatsächlich nur Verschiebungen von Kalksteinanteilen zwischen den Bilanzposten statt, weil der Gesamtrahmen vom statistischen Aufkommen gebildet wird.

<sup>6</sup> IPCC 1996

Tab. 4: Gegenüberstellung aller emissionsrelevanten Bilanzposten (in Anlehnung an Guidelines 2006, Berichtskategorien nach Guidelines 1996 bezeichnet) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“), Berechnung UBA

<b>Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008</b>			
Bilanzposten (Kalksteinverwendung mit CO <sub>2</sub> -Emissionen)	CO <sub>2</sub>	aus Kennzahlen	statistisch
1A1 Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	x	2,303	1,745
2A1 Zementherstellung: Brennen von Zementklinker	x	29,601	42,605
2A2 Kalkherstellung: Brennen von Kalkstein	x	12,319	12,624
2A2 Kalkherstellung: Brennen von Dolomit	x	IE	IE
2A7 Glasherstellung (Summe)	x	0,902	0,356
2A7 Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")	x	0,751	0,000
2C1 Eisen- und Stahlherstellung	x	5,331	3,437
5D Landwirtschaftl. u. Forstwirtschaftl. Bodenkalkung	x	3,410	1,915
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kalkstein</b> (vereinfacht auch Dolomit mitgerechnet)		<b>24,0 (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>27,6 (CO<sub>2</sub>)</b>

Bei der Gesamtbetrachtung nach Guidelines 2006 ergeben sich die höheren Emissionen auf der Basis statistischer Angaben. Die insgesamt höheren Emissionen ergeben sich daraus, dass hier alle emissionsrelevanten Bilanzposten aggregiert wurden. Eine gesonderte Ausweisung als Kalksteinnutzung neben den categoriespezifischen Berechnungen ist hier nicht mehr notwendig und somit sind beide Berechnungen nur schwer vergleichbar<sup>7</sup>. Die eigentlichen Emissionsberechnungen der emissionsrelevanten Anteile der Kalksteinnutzung sind davon nicht betroffen, lediglich deren Allokation.

### **Fazit:**

Bilanzbetrachtungen sind sowohl statistisch wie auch kennzahlenbasiert möglich. Die kennzahlenbasierte Bilanzierung erscheint in Kombination mit den nicht ersetzbaren statistischen Bilanzposten fachlich geeigneter zu sein.

Die Bilanzrechnungen sollten aber nur der Übersicht des Kalksteineinsatzes dienen, also nur für Verifizierungen der Aktivitätsdatenbasis<sup>8</sup>. Die Emissionsberechnungen sollten unbedingt in den Quellgruppen erfolgen, in denen Kalkstein eingesetzt wird. Dabei können dann auch in den Quellgruppen alle emissionsrelevanten Karbonate berücksichtigt werden, was zu wesentlich genaueren Berechnungen führt<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Es gibt weiterhin eine separate Position „2A4 Other Process Uses of Carbonates“, die aber aus Sicht der deutschen Emissionsinventare keine Anwendung finden würde.

<sup>8</sup> Im engeren Sinne sind Aktivitätsdaten von Emissionsinventaren nur die Daten, die der Emissionsberechnung dienen. Im vorliegenden Vorschlag handelt es sich also nur um Bilanzposten des Kalksteineinsatzes.

<sup>9</sup> Die Berücksichtigung aller eingesetzten Karbonate ist erst in den GL 2006 beschrieben, entspricht aber bereits der langjährigen Praxis in den deutschen Inventaren, zum Beispiel in der Glasindustrie.

## Anhang 1: Bilanzen für Kalkstein und Branntkalk für die Jahre 2006-2008 (UBA – Datenanalyse)

Folgende Tabellen stammen aus Berechnungen des UBA, die die Bilanzen in Zeitreihen darstellen (ohne Bewertungen) und die speziell für das Jahr 2008 im Hauptteil dieses Papiers bewertet werden.

Tab. 1-1: Kalksteinbilanz 2006 bis 2008 auf Basis statistischer Angaben, zusammengestellt von der BGR, Quellen im Anhang 2, Angaben in Millionen Tonnen, Verweis auf Inventarkategorien nach Guidelines 1996 vom UBA<sup>10</sup>

	2006	2007	2008	Kategorie
Gew. im Inland	84,785	87,139	91,659	2.A.3
Einfuhr	5,882	6,156	5,214	2.A.3
Ausfuhr	1,380	1,447	1,367	2.A.3
<b>Aufkommen</b>	<b>89,287</b>	<b>91,848</b>	<b>95,506</b>	2.A.3
Umwandlungseinsatz/ Endverwendung				
Zementindustrie	38,606	40,207	42,605	2.A.1
Kalkindustrie	12,123	12,445	12,624	2.A.2
Sodaherstellung	IE	IE	IE	2.A.4, aber ohne EM
Glas	0,344	0,351	0,356	2.A.7
Sinter	3,323	3,578	3,437	2.C.1
Roheisen	IE	IE	IE	2.C.1
Zucker	0,302	0,328	0,314	2.D.2
REA Stromerzeugung	1,896	1,839	1,745	1.A.1
Landwirtschaft	1,771	1,771	1,915	5.G
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,082	0,188	0,226	NE, aber ohne EM
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	30,840	31,141	32,284	NE, aber ohne EM
<b>Verwendung</b>	<b>89,287</b>	<b>91,848</b>	<b>95,506</b>	2.A.3
<b>Nebenbilanz (Kalkstein im Rohstoff enthalten)</b>				
<b>Keramikherstellung</b>	NE	NE	NE	2.A.7

<sup>10</sup> Ersatzwerte bedeuten: EM = Emissionen, NE = not estimated, also Daten liegen nicht vor

Tab. 1-2: Kalksteinbilanz 2006 bis 2008 auf Basis von produktionsspezifischen/technologiebedingten Kennzahlen, Berechnung des UBA, Angaben in Millionen Tonnen, Verweis auf Inventarkategorien nach Guidelines 1996 vom UBA<sup>11</sup>

in Mio. t	2006	2007	2008	Kategorie
Gew. im Inland	84,785	87,139	91,659	2.A.3
Einfuhr	5,882	6,156	5,214	2.A.3
Ausfuhr	1,380	1,447	1,367	2.A.3
<b>Aufkommen</b>	<b>89,287</b>	<b>91,848</b>	<b>95,506</b>	2.A.3
Umwandlungseinsatz/ Endverwendung				
Zementindustrie	29,081	31,498	29,601	2.A.1
Kalkindustrie	11,996	12,318	12,319	2.A.2
Sodaherstellung	1,727	1,695	1,745	2.A.4, aber ohne EM
Glas	0,874	0,904	0,902	2.A.7
Sinter	4,410	4,608	4,541	2.C.1
Roheisen	0,823	0,841	0,790	2.C.1
Zucker	0,697	0,702	0,655	2.D.2
REA Stromerzeugung	2,446	2,310	2,303	1.A.1
Landwirtschaft	2,994	3,403	3,410	5.G
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,082	0,188	0,226	NE, aber ohne EM
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	34,155	33,381	39,014	NE, aber ohne EM
<b>Verwendung</b>	<b>89,287</b>	<b>91,848</b>	<b>95,506</b>	2.A.3
<b>Nebenbilanz (Kalkstein im Rohstoff enthalten)</b>				
<b>Keramikherstellung</b>				
Ziegel	0,880	0,878	0,751	2.A.7
dav. Dachziegel	IE	IE	IE	
dav. Mauerziegel	IE	IE	IE	

<sup>11</sup> Ersatzwerte bedeuten: EM = Emissionen, NE = not estimated, also Daten liegen nicht vor. IE = included elsewhere, also an anderer Stelle enthalten

Tab. 1-3: Branntkalkbilanz 2006 bis 2008 auf Basis von produktionsspezifischen/technologiebedingten Kennzahlen und statistischen Angaben der BGR, Berechnung des UBA, Angaben in Millionen Tonnen, Ersatzwerte für Datenlücken vom UBA<sup>12</sup>

	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Prod. im Inland	6,784	6,967	6,968
Einfuhr	0,721	0,760	0,751
Ausfuhr	0,694	0,819	0,944
<b>Aufkommen</b>	<b>6,811</b>	<b>6,908</b>	<b>6,775</b>
Kalksandstein	IE	IE	IE
Porenbeton	IE	IE	IE
Calciumcarbid	IE	IE	IE
Oxygenstahl	IE	IE	IE
Elektrostahl	IE	IE	IE
Eisen und Stahl	2,444	2,511	2,426
Sonstige Industrie (Tonerdeherstellung für Hüttenaluminium, Papierindustrie)	IE	IE	IE
REA Stromerzeugung	1,069	1,074	1,078
Landwirtschaft	0,097	0,124	0,103
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,329	0,292	0,246
Übrige Sektoren (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie, REA Industrie, Chemie usw.)	2,872	2,907	2,923
<b>Endverbrauch</b>	<b>6,811</b>	<b>6,908</b>	<b>6,776</b>

<sup>12</sup> Ersatzwerte bedeuten: IE = included elsewhere, also an anderer Stelle enthalten

Tab. 1-4: Gegenüberstellung aller emissionsrelevanten Bilanzposten (überwiegend als Berichtskategorien) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“) mit Kategorisierungen „CO<sub>2</sub>“ sowie „2.A.3 (GL 1996)“, Zusammenstellung UBA

<b>Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008</b>							
Bilanzposten (Kalksteinverwendung mit CO <sub>2</sub> -Emissionen)		CO <sub>2</sub>	2.A.3 <sup>13</sup>	aus Kennzahlen		statistisch	
1A1 Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA					x	x	2,303
2A1 Zementherstellung: Brennen von Zementklinker		x		29,601	aus Klinker rückgerechnet (UBA 2010)	42,605	Zumahlung nicht separat ausweisbar
2A1 Zementherstellung: Zumahlung von Kalkstein				IE	in Übrige Sektoren enthalten	IE	in Klinker enthalten
2A2 Kalkherstellung: Brennen von Kalkstein		x		12,319	aus Branntkalk rückgerechnet (UBA 2010)	12,624	aus Branntkalk rückgerechnet (BVK)
2A2 Kalkherstellung: Brennen von Dolomit		x		IE	in Branntkalk enthalten	IE	in Branntkalk enthalten
2A4 Sodaherstellung				IE	in Übrige Sektoren enthalten	IE	in Übrige Sektoren enthalten
2A7 Glasherstellung		x	x	0,902	aus Glas rückgerechnet (UBA 2010)	0,356	unterhalb realer Bedarfe der Glasindustrie
2A7 Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")		x	x	0,751	über EF errechnet (UBA 2010)	0,000	statistisch nicht ausweisbar
2C1 Eisen- und Stahlherstellung Summe		x	x	5,331	Summe	3,437	Eisen+Stahl gesamt
Sinter		x		4,541	E+S - Modell	IE	unter Summe
Roheisen		x		0,790	E+S - Modell	IE	unter Summe
2D2 Zuckerproduktion				0,655	aus Zucker rückgerechnet (UBA 2010)	0,314	unterhalb realer Bedarfe der Zuckerindustrie
5D Landwirtschaftl. u. Forstwirtschaftl. Bodenkalkung		x		3,410	Handelsstatistik, Umrechnung aus CaO	1,915	Umrechnungen nicht nachvollziehbar
6B Wasser- und Schlammbehandlung				0,226	marginal, deshalb statistisch belassen	0,226	eher unvollständig
Übrige Sektoren (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)				39,014	rechnerischer Rest	32,284	rechnerischer Rest
Gewinnung im Inland	Kalksteinaufkommen			91,659		91,659	
Import				5,214		5,214	
Export				1,367		1,367	

<sup>13</sup> IPCC 1996

## Anhang 2 Produktionsentwicklung karbonatischer Rohstoffe (Kalk-, Mergel- und Dolomitstein) in Deutschland in den Jahren 2006 – 2008 (BGR – Datenanalyse)

Daten zur inländischen Produktion von karbonatischen Rohstoffen (Kalk-, Mergel- und Dolomitstein) stützen sich grundsätzlich auf die amtliche Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes in vierteljährlicher Erscheinungsfolge sowie auf Statistiken des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie und des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie.

Durch das statistische Bundesamt erfasst werden:

- Kalkstein für die Herstellung von Zement, Branntkalk und Kalkstein für Industrie und Umwelttechnik (Melde-Nr. 1412 10 530)
- Kalkstein, gemahlen (Melde-Nr. 1412 10 550)
- Dolomit weder gebrannt noch gesintert (Melde-Nr. 1412 20 530)
- Gebrochener Kalkstein für den Betonbau oder als Steinmaterial im Wege- und Bahnbau (Melde-Nr. 1421 20 301).

Für die Jahre 2006 bis 2008 sind die entsprechenden Angaben Tabelle 2-1 zu entnehmen. Diese dürften jedoch von der tatsächlichen Produktion im Inland deutlich abweichen, da die amtliche Produktionsstatistik nur Betriebe mit mehr als 10 (Meldenummern 1421) bzw. mehr als 20 Beschäftigten (Meldenummern 1412) berücksichtigt. Daten für Betriebe mit weniger Beschäftigten liegen nicht vor. Zusätzlich importiert Deutschland jährlich mehr als 5 Mio. t karbonatische Rohstoffe und exportiert mehr als 1 Mio. t (s. Tab. 2-2).

Tab. 2-1: Inländische Produktion 2006-2008 von karbonatischen Rohstoffen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2009), Angaben in 1.000 t.

	2006	2007	2008
Kalk- und Mergelstein für die Herstellung von Zement, Branntkalk und für Industrie und Umweltschutz insgesamt	59.298	60.906	60.200
Kalk- und Mergelstein gebrochen	50.783	52.765	51.445
Kalk- und Mergelstein gemahlen	8.515	8.141	8.755
Gebrochener Kalkstein und Dolomit für den Beton, Wege- und Bahnbau	12.372	12.347	14.726
Körnungen, Splitt und Mehl aus Marmor	727	541	619
Dolomit, weder gebrannt noch gesintert	k. A.	0,88	k. A.

Tab. 2-2: Im- und Export von karbonatischen Rohstoffen 2006-2008 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2009), Angaben in 1.000 t.

	2006	2007	2008
<b>Import</b>			
Kalkstein zur Zementherstellung	2.926	2.396	2.095
Kalk- und Dolomitstein, zerkleinert	7	34	22
Dolomit, weder gebrannt noch gesintert	477	538	461
Körnungen, Splitter und Mehl aus Marmor	2.052	2.309	2.377
Kreide	421	879	260
<b>Insgesamt</b>	<b>5.882</b>	<b>6.156</b>	<b>5.214</b>
<b>Export</b>			
Kalkstein zur Zementherstellung	217	280	220
Kalk- und Dolomitstein, zerkleinert	197	217	218
Dolomit, weder gebrannt noch gesintert	675	669	645
Körnungen, Splitter und Mehl aus Marmor	92	79	79
Kreide	199	202	205
<b>Insgesamt</b>	<b>1.380</b>	<b>1.447</b>	<b>1.367</b>

Aus Tabelle 2-1 wird deutlich, dass die Datenlage zur Produktion und Verwendung karbonatischer Rohstoffe differenziert nach Einsatzgebieten in Deutschland sehr eingeschränkt ist. Eine gegenüber dem Statistischen Bundesamt differenziertere Darstellung gibt zwar der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie (BVK), jedoch beziehen sich diese Angaben nur auf die im Verband organisierten Unternehmen (s. Tab. 2-3). Die tatsächlichen Kalksteinmengen sind deutlich höher. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden die von den Mitgliedsunternehmen des BVK gewonnenen Kalk- und Dolomitsteine zur Branntkalk-Herstellung.

Tab. 2-3: Absatz ungebrannter Kalkstein- und Dolomitsteinerzeugnisse der deutschen Kalkindustrie im gesamten Bundesgebiet 2006-2008 (Quelle: Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V.), Angaben in 1.000 t.

	2006	2007	2008
<b>ungebrannte Erzeugnisse</b>			
- Bauwirtschaft insgesamt	13.300	13.318	11.955
Kalksandstein-Industrie	6	6	4
Porenbeton-Industrie	k. A.	13	10
Zement-Industrie	910	906	770
Betonzuschlagstoffe	582	552	409
Mörtelwerke	930	945	907
Sonstige Baustoff-Industrie	294	206	163
- Landwirtschaft insgesamt	1.771	1.771	1.915
für Düngezwecke	1.419	1.442	1.534
für Futterzwecke	318	305	352
- Umweltschutz insgesamt	1.979	2.026	2.969
Wasseraufbereitung	22	35	26
Abwasseraufbereitung	59	152	199
Schlammbehandlung	1	1	1
Luftreinhaltung	1.896	1.839	1.745
- Industrie insgesamt	4.634	5.024	4.865
Eisen- und Stahlindustrie	3.323	3.578	3.437
Chemische Industrie	92	69	138
Erdöl- und Kohlenbergbau	k. A.	k. A.	k. A.
Zuckerindustrie	302	328	314
Glasindustrie	344	351	356
sonstige	573	699	620
- Export	702	625	630
<b>Insgesamt</b>	<b>22.409</b>	<b>22.763</b>	<b>21.334</b>

Nach Angaben des BVK produzierten seine Mitgliedsunternehmen in den Jahren 2006-2008 jeweils ca. 7 Mio. t an gebranntem Kalk und Dolomit, der in den verschiedenen Industrien Absatz fand (Tab. 2-4). Nicht berücksichtigt wurde dabei der Kalkeinsatz für die Zementproduktion der Mitgliedsunternehmen.

Tab. 2-4: Absatz gebrannter Kalkstein- und Dolomitsteinerzeugnisse der deutschen Kalkindustrie im gesamten Bundesgebiet 2006-2008 (Quelle: Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V.), Angaben in 1.000 t.

	2006	2007	2008
<b>gebrannte Erzeugnisse</b>			
- Eisen und Stahl	2.444	2.511	2.426
- Bauwirtschaft	1.303	1.284	1.274
- Umweltschutz	1.398	1.366	1.324
- Chemie	729	729	776
- Landwirtschaft	97	124	103
- sonstige Industrie	119	134	122
- Export	694	819	944
<b>Insgesamt<sup>1)</sup></b>	<b>6.785</b>	<b>6.967</b>	<b>6.968</b>

<sup>1)</sup> ohne Kalkeinsatz für die Zementproduktion der Mitgliedsunternehmen

Nach BGR-Berechnungen entspricht der vom BVK angegebene Absatz gebrannter Erzeugnisse (rund 7 Mio. t/a) einem ungefährem primären Kalk- und Dolomitsteineinsatz von ca. 12,5 Mio. t/a (s. Tab. 2-5).

Tab. 2-5: Primärer Kalk- und Dolomitsteineinsatz zur Produktion der vom BVK abgesetzten gebrannten Erzeugnisse in 1.000 t (eigene Berechnungen).

	2006	2007	2008
Herstellung von Branntkalk	12.123	12.445	12.624

Der BVK geht davon aus, dass die nicht organisierten Mengen an Kalkstein ca. 70 % der deutschen Kalksteinproduktion ausmachen und diese zu fast 100 % in den Bereich Straßenbau gehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz in diesem Bereich nicht emissionsrelevant ist.

Unberücksichtigt bleiben bei den Angaben des BVK die Mengen an Kalk- und Kalkmergelstein, die durch die Zementindustrie zur Herstellung von Zementklinkern gewonnen werden, da im Allgemeinen die Unternehmen der Zementindustrie nicht im BVK, sondern im Bundesverband der Deutschen Zementindustrie organisiert sind. Der Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) gibt für das Jahr 2008 einen Einsatz von 42,07 Mio. t an Kalkstein, Mergelstein und Kreide an (s. Tab. 2-6). Der Einsatz erfolgt dabei hauptsächlich als Rohmaterialkomponente beim Klinkerbrennprozess, ein geringer Teil des Kalksteins wird darüber hinaus als Bestandteil im Zement verwendet. Letzterer ist, da er dem Zement nur zu gemahlen wird, nicht CO<sub>2</sub>-relevant.

Tab. 2-6: Rohstoffeinsatz in der Zementindustrie 2006-2008 in 1.000 t (Quelle: VDZ)

	2006	2007	2008
Kalkstein, Mergelstein, Kreide	38.606	40.207	42.605

In Tabelle 2-7 werden die relevanten Daten zu Gewinnung und Verbrauch von Karbonatrohstoffen in Deutschland zusammenfassend dargestellt. Dabei beruhen die Angaben zu Kalksteinmengen, die im Straßenbau Verwendung finden, auf Erhebungen des Statistischen Bundesamtes. Sie sind als viel zu gering anzusehen, sollen aber auf Grund der Vollständigkeit genannt werden. Zur Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Relevanz spielen diese Mengen ohnehin keine Rolle, da Kalk- und Dolomitsteine im Straßenbau gebrochen in Form von Schotter und Splitt zum Einsatz kommen.

Tab. 2-7: Gewinnung und Absatz von Karbonatrohstoffen in Deutschland 2006-2008 in 1.000 t (Quellen: BGR-Datenbank, BVK (2007, 2009), VDZ (2007, 2008, 2009), eigene Berechnungen, LECHTENBÖHMER & NANNING 2006)

	2006	2007	2008
<b>Rohstoffabsatz</b>			
Zementindustrie (VDZ)	38.606	40.207	42.605
Eisen- und Stahlindustrie (BVK)	3.323	3.578	3.437
Kalkindustrie (Branntkalkherstellung) (BVK, BGR)	12.123	12.445	12.624
Glasindustrie (BVK)	344	351	356
Bauwirtschaft (BVK) <sup>1)</sup>	13.300	13.318	11.955
Landwirtschaft (BVK)	1.771	1.771	1.915
Umweltschutz (BVK)	1.979	2.026	2.969
Zuckerindustrie(BVK)	302	328	314
Chemische Industrie(BVK)	92	69	138
Sonstige Industrie(BVK)	573	699	620
Straßenbau (Statistisches Bundesamt) <sup>1)</sup>	>12.372	>12.347	>14.726
Rohstoffgewinnung	> 84.785	> 87.139	> 91.659
Import	5.882	6.156	5.214
Export	1.380	1.447	1.367
<b>Verbrauch<sup>2)</sup></b>	<b>&gt; 89.287</b>	<b>&gt; 91.848</b>	<b>&gt; 95.506</b>

<sup>1)</sup> Zwischen diesen beiden Angaben kann es Überschneidungen geben, wobei die potentielle Doppelzählung niedriger anzusetzen ist als die unterrepräsentierten Anteile (nicht organisiert oder unterhalb der Meldegrenze, siehe *Datengrundlagen von Daten der BGR*).

<sup>2)</sup> Diese Position wird in den UBA-Bilanzen zum Kalksteineinsatz als Aufkommen bezeichnet, weil die dort benannte Verwendung mittels Bilanzposten summiert wird. Numerisch sind Aufkommen und Verwendung (Bilanzkonsistenz) sowie der hier benannte Verbrauch gleich.

## Quellenverzeichnis

- BUTTERMANN, S. & NANNING, S. (2006): Bilanzierung der Gewinnung und Verwendung von Kalkstein und Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.- Forschungsbericht 205 41 217/02 UBA-FB 000949: 65 S.; Dessau. (<http://www.umweltbundesamt.de>)
- BVK (2007): Statistisches Jahreshaft 2007.- 53 S.; Köln, Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie.
- BVK (2009): Statistisches Jahreshaft 2009.- 55 S.; Köln, Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie.
- IPCC (1996): Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3: Reference Manual.
- IPCC (2006): Intergovernmental Panel on Climate Change: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual.
- Statistisches Bundesamt (2009): Produktion im Produzierenden Gewerbe2008.- Fachserie 4, Reihe 3.1: 320 S.; Wiesbaden.
- VDZ (2007): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2006.- 50 S.; Düsseldorf, Verein Deutscher Zementwerke.
- VDZ (2008): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2007.- 51 S.; Düsseldorf, Verein Deutscher Zementwerke.
- VDZ (2009): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2008.- 52 S.; Düsseldorf, Verein Deutscher Zementwerke.