



Klimaschutz in der Beton- und Zementindustrie

Hintergrund und Handlungsoptionen

**Impressum****Herausgeber**

WWF Deutschland, Berlin

Stand

Februar 2019

Ansprechpartnerin

Dr. Erika Bellmann (Klimaschutz und Energiepolitik WWF Deutschland)

+49 (0)30 311 777-206, Erika.Bellmann@wwf.de

Patrick Zimmermann (Klimaschutz und Energiepolitik WWF Deutschland)

+49 (0)30 311 777-203, Patrick.Zimmermann@wwf.de

GestaltungMarijke Küsters, www.mkuesters.com**Produktion**

Maro Ballach/WWF Deutschland

Bildnachweise

Titel: thamerpic/GettyImages, S. 4: Simone Hutsch/Unsplash, S. 6: berkay/GettyImages,

S. 10: pedrosala/GettyImages, S. 12: Kadek Bonit Permadi/GettyImages,

S. 20: Fancy Crave/Unsplash, S. 26: Kanoke_46/GettyImages, S. 30: Lukas Bischoff/GettyImages,

S. 34: simpson33/GettyImages

Inhalt

Zusammenfassung	5
Klimafußabdruck der Beton- und Zementindustrie	7
Besonderheiten des Beton- und Zementmarkt	11
Technische Potentiale zur Treibhausgasminde rung	13
Hürden bei der praktischen Umsetzung	21
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	27



Zusammenfassung

Die Zement-Herstellung ist einer der emissionsintensivsten Industrieprozesse. Deshalb ist der Klimaschaden, der durch die Verwendung von Zement entsteht, beträchtlich: 2 % der deutschen

Treibhausgasemissionen und 8 % der globalen Treibhausgasemissionen werden durch die Zementherstellung verursacht. Verwendet wird Zement für die Herstellung von Beton im Bauwesen. Es ist zu erwarten, dass der Bedarf weltweit wächst, denn die bauphysikalischen Eigenschaften von Beton machen ihn zu einem unverzichtbaren Grundstoff für Infrastrukturausbau und Gebäude. Aus Klimaschutzsicht ist es daher zwingend notwendig, Möglichkeiten einer CO₂-armen bis CO₂-freien Zement-Herstellung zu finden und großmaßstäblich umzusetzen. Daraus entstehen für die deutsche Wirtschaft Entwicklungschancen und Wachstumsperspektiven: Deutschland ist Zement-Exporteur, und die Innovationskraft des deutschen Anlagenbaus kann durch Entwicklung und Export von neuen CO₂-minimierten bis CO₂-losen Zementwerken neue Geschäftsfelder für sich erschließen.

Es gibt zahlreiche technische Ansätze, die teilweise schon auf dem Markt angeboten und teilweise noch erforscht werden. Für einen umfassenden Einsatz klimafreundlicherer Zemente und Betone gibt es aber viele Hürden. Einerseits fehlen relevante regulatorische Rahmenbedingungen oder sind für den Einsatz klimafreundlicherer Zemente und Betone kontraproduktiv. Andererseits werden bestehende Handlungsspielräume nicht genutzt, zum Beispiel bei öffentlicher Beschaffung der Klimaschutz nicht als Kriterium bei Vergabeprozessen herangezogen.

Der WWF sieht deshalb folgende Handlungsoptionen:

- Finanzielle Anreize für Investitionen in klimafreundlichere Zemente und Betone schaffen
- Baurecht aktualisieren und Normen um die Anforderungen des Klimaschutzes ergänzen
- Klimaskritkriterien bei Vergabe öffentlicher Bauaufträge umfassend zur Anwendung bringen und Green Public Procurement konsequent umsetzen
- Dem Klimafußabdruck der Baumaterialien in den Nachhaltigkeitszertifizierungen für Hoch- und Tiefbau einen höheren Stellenwert geben
- Anpassung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in Einklang mit dem Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands 2050 mit Integration von Anforderungen an Baumaterialien
- Fehlanreize bei Energieeffizienz beseitigen
- Rechtssicherheit für Carbon Capture and Storage (CCS) bzw. Utilization (CCU) Optionen schaffen

Neben den oben genannten Maßnahmen ist ein schneller und konsequenter Kohleausstieg und forcierter Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für eine Dekarbonisierung der Zement-Herstellung von zentraler Bedeutung. Viele der technischen Lösungsoptionen erhöhen den Strombedarf (z. B. Effizienzmaßnahmen bei Wärmeenergie) oder sind ausgesprochen stromintensiv (z. B. CCS/CCU-Maßnahmen). Auch wenn die zusätzlichen Emissionen aus erworbenem Strom statistisch dem Energiesektor zugeordnet werden würden, belastet die hohe CO₂-Intensität des deutschen Stroms den Klimafußabdruck von Zement und Beton. Nur mit Strom aus erneuerbaren Energien können Investitionen der Zementindustrie ihr volles Klimaschutzpotential entfalten.



Klimafußabdruck der Beton- und Zementindustrie

Beton ist der wohl wichtigste Baustoff unserer Zeit. Für die Betonherstellung ist neben Kies, Sand und Wasser vor allem Zement als Bindemittel von zentraler Bedeutung. In Deutschland werden jährlich 27,5 Mio. Tonnen Zement

verbraucht.¹ Prognosen für Deutschland gehen von einem rückläufigen bzw. maximal stagnierenden Zementverbrauch in der Zukunft aus.

Weltweit stellt sich die Situation anders dar. Der globale Verbrauch, welcher derzeit bei ca. 4,65 Mrd. Tonnen Zement² liegt, wird laut Prognosen aufgrund der Bevölkerungsentwicklung, der Urbanisierung und dem zunehmenden Infrastruktur-Aufbau bis 2050 um 12 – 23 % im Vergleich zu 2014³ steigen.

Für das Klima ist das ein Problem, weil die Produktion von Zement hohe Treibhausgasemissionen (THG) verursacht. Dies geschieht vorrangig durch zwei Prozesse. Einerseits werden für den Brennvorgang, bei dem das Ausgangsmaterial Kalkstein zu (Zement-)Klinker gebrannt wird, sehr hohe Temperaturen benötigt (1.450°C). Dies führt zu einem hohen Brennstoffverbrauch und damit zu hohen energiebedingten Emissionen. Andererseits führt die chemische Reaktion beim Brennen zu einer Freisetzung von CO₂, weil eine Entsäuerung des Kalksteins stattfindet. Zudem entstehen Emissionen durch den Stromverbrauch beim Mahlen und den Transport der Rohstoffe und der Endprodukte. In Summe ergibt sich ein durchschnittliches Treibhausgaspotential von 587 kg CO₂-Äquivalenten pro Tonne Zement in Deutschland.⁴

In Summe ergibt sich ein durchschnittliches Treibhausgaspotential von 587 kg CO₂-Äquivalenten pro Tonne Zement in Deutschland.

Entlang des Herstellungsprozesses von Zement bzw. Beton entstehen in zahlreichen Prozessschritten direkt und indirekt THG-Emissionen. Knapp 50 % der Emissionen sind auf die Entsäuerung des Klinkers während des Brennvorgangs im Hochofen, sog. prozessbedingte Emissionen, zurückzuführen. Die restlichen Emissionen entstehen energiebedingt durch die Wärmebereitstellung für den Brennprozess im Hochofen (Brennstoffe), den Stromverbrauch für Mahl-, Mühl- und Förderprozesse sowie den Transport der Rohstoffe.

1 VDZ (2017): Zementindustrie im Überblick 2017/2018

2 Cembureau (2017): Activity Report 2017

3 IEA (2018): Technology Roadmap – Low-Carbon Transition in the Cement Industry

4 VDZ / IBU (2017): Umwelt-Produktdeklaration (EPD) Durchschnittlicher Zement Deutschland

Durch die deutsche Industrie wurden 2017 193 Mio. Tonnen CO₂-Äquiv. ausgestoßen⁵, wovon 20,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquiv. auf die Zementproduktion zurückzuführen sind.⁶ Der Anteil der THG-Emissionen der Zementindustrie an den gesamten Emissionen Deutschlands beträgt rund 2%. Global liegt der Anteil sogar bei 8% und ist damit höher als der Anteil Deutschlands.⁷

Anzahl in Mio. Tonnen CO₂-Äquiv.

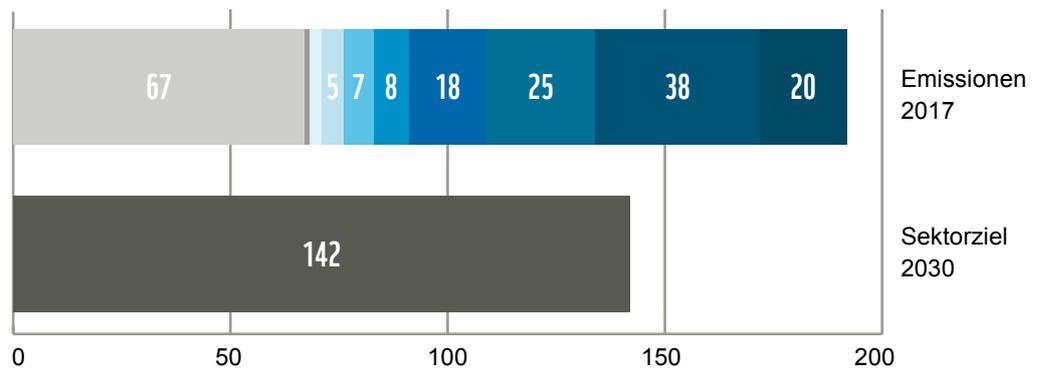


Abbildung 1:
Absolute Aufteilung der deutschen Industrieemissionen 2017^{5,6}

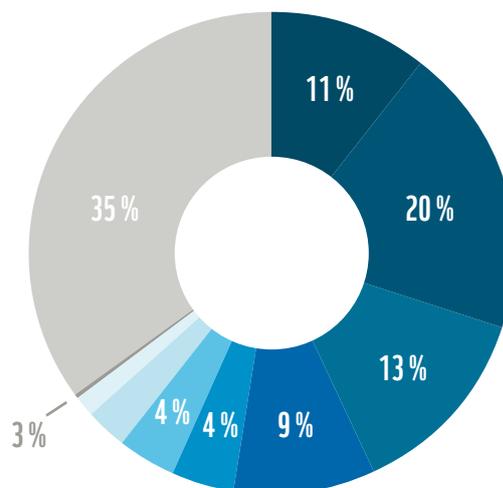
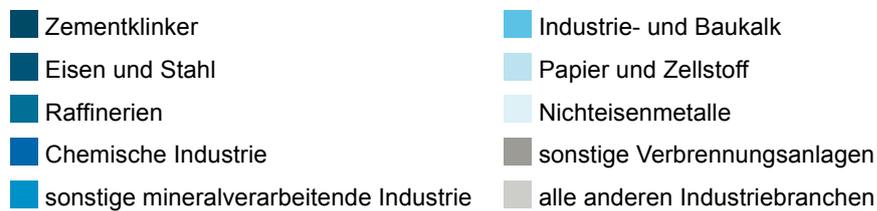


Abbildung 2:
Prozentuale Aufteilung der deutschen Industrieemissionen 2017^{5,6}

5 UBA (2018): Pressemitteilung zur ersten Treibhausgas-Prognose-Berechnung 2017

6 UBA (2018): Deutsche Emissionshandelsstelle, Treibhausgasemissionen 2017 (VET-Bericht 2017)

7 Beyond Zero Emission (2017): Zero Carbon Industry Plan – Rethinking Cement

Daraus ergibt sich ein akuter Handlungsbedarf in der Beton- und Zementindustrie. Darüber hinaus erhöht sich die Dringlichkeit und Relevanz, weil die Bedeutung der Zementemissionen stark zunimmt. Ältere Gebäude haben ihren Klimafußabdruck fast ausschließlich in der Nutzungsphase. Mit einem zunehmend hohen energetischen Standard der Gebäude und einem höheren Anteil der erneuerbaren Energien verschiebt sich dieses Verhältnis.

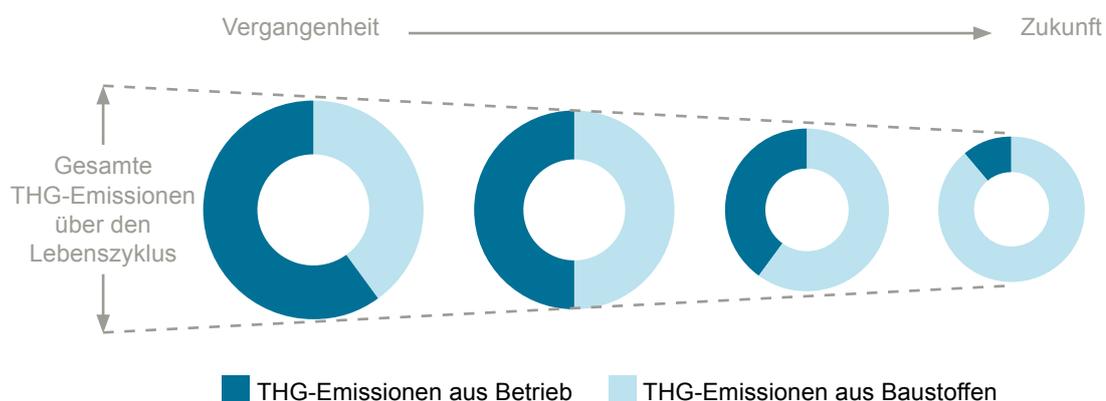


Abbildung 3: Projizierter Trend der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Gebäuden hinsichtlich Umfang und Aufteilung⁸

Zudem sind Transformationen in der Beton- und Zementindustrie aufgrund weiterer wichtiger und nicht zu vernachlässigender Fragen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit, z. B. dem Flächenverbrauch und Biodiversitätsverlust infolge des Abbaus und teilweise globalen Transports von Kalk, Sand und Kies⁹, und die Recyclingfähigkeit von Baumaterialien, nötig.

Entsprechend dem Klimaschutzplan der Bundesregierung, ist die Industrie aufgefordert, ihre Emissionen bis 2030 relativ zum Basisjahr 1990 zu halbieren.¹⁰ Bis 2050 muss eine weitgehende Klimaneutralität erreicht werden, wenn eine Begrenzung der Erderhitzung auf deutlich unter 2°C gelingen soll.¹¹ Für einen effektiven Klimaschutz ist daher eine deutliche Emissionssenkung in der deutschen Beton- und Zementindustrie unabdingbar.

8 Forestry Innovation Investment (2017): Embodied Carbon of Buildings and Infrastructure

9 WWF (2018): Impacts of sand mining on ecosystem structure, process and biodiversity in rivers

10 BMU (2016): Klimaschutzplan 2050

11 NFFCC (2015): Paris Agreement

Neben den nationalen Bemühungen ist die Dekarbonisierung der Beton- und Zementindustrie auch auf globaler Ebene von zentraler Bedeutung. Anteilig ist dabei der globale Klimafußabdruck der Beton- und Zementindustrie bereits heute höher als der von Deutschland und wird aufgrund der steigenden Nachfrage sogar noch zunehmen. Dem Industriestandort Deutschland kommt dabei in zweierlei Hinsicht eine wichtige Rolle zu. Einerseits exportieren deutsche Unternehmen Beton und Zement hauptsächlich an angrenzende Länder in der EU.¹² Andererseits hat die deutsche Industrie durch Wissens-Exporte und Anlagenbau einen großen Einfluss auf die internationalen Entwicklungen bzw. eine Vorbildfunktion. Durch die Erarbeitung eines Innovationsvorsprungs und das Erschließen neuer Geschäftsmodelle können deutsche Industrieunternehmen auch international zur Dekarbonisierung der Beton- und Zementindustrie beitragen.



12 VDZ (2017): Zementindustrie im Überblick 2017/2018; Statista (2017): Exportierte Zementmenge Deutschlands nach Region weltweit im Jahresvergleich 2013 und 2016 (in 1.000 tonnen)

Besonderheiten des Beton- und Zementmarktes

Herausragende Rolle der öffentlichen Hand

Ein Fünftel des Zementverbrauchs ist auf öffentliche Gebäude sowie Infrastrukturen zurückzuführen.

Ein besonders großer Verbraucher von Beton und Zement ist die öffentliche Bautätigkeit. Sie

umfasst die Erstellung und Instandhaltung von öffentlichen Gebäuden, wie z. B. Verwaltungsgebäuden, sowie Infrastrukturen, wie z. B. Straßen, im Auftrag von Bund, Ländern und Kommunen. Darauf ist schätzungsweise ein Fünftel des Zementverbrauchs und damit rund 6,5 Mio. Tonnen Zement in Deutschland zurückzuführen.¹³

In anderen Ländern, insbesondere in Schwellenländern mit hohem Bedarf an Infrastrukturaufbau, ist sogar noch von höheren Anteilen auszugehen. Somit erscheint die öffentliche Hand als eine marktbestimmende Größe im Beton-/Zementmarkt und könnte durch ihre Nachfrage das Angebot beeinflussen.

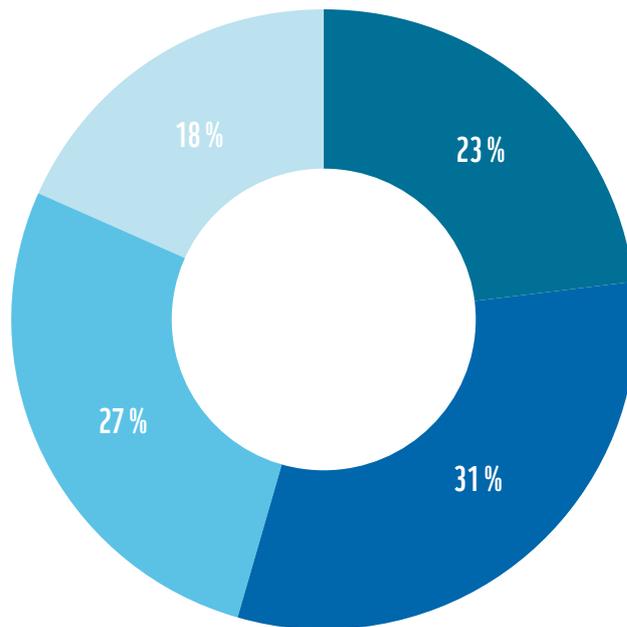


Abbildung 4: Anteil der öffentlichen Hand am deutschen Zementverbrauch¹³

■ Öffentlicher Tief- und Nichtwohnbau ■ Privater Nichtwohnbau
■ Privater Wohnungsbau ■ Privater Tiefbau

¹³ Eigene Abschätzung des Zementverbrauchs des öffentlichen Baus über die Anteile am Bauvolumen nach Baubereichen (€) nach BBSR (2018): Bericht zur Lage und Perspektive der Bauwirtschaft 2018 und der Aufteilung des Zementverbrauchs nach Baubereichen (Tonnen Zement) nach VDZ (2017): Zementindustrie im Überblick 2017/2018

Starke Regionalisierung

Die Zement- und Betonindustrie ist stark regional organisiert, was vor allem an dem hohen Transportaufwand liegt. Einerseits ist der Transport von Zement, Beton und der Rohstoffe zu ihrer Herstellung (Sande, Kiese etc.) aufgrund der hohen Transportgewichte aufwändig. Andererseits schränkt die physikalisch begrenzte Transportfähigkeit die Lieferzeit bzw. -distanzen von Transportbeton auf ca. 40 min bzw. rund 25 km ein.

Dies spiegelt sich zum einen in den Statistiken zur Zementlieferung in Deutschland wider. So finden 75 % der Zementlieferungen im Umkreis von 100 km um das jeweilige Werk oder Terminal statt und die Eigenversorgungsquote der Regionen Nord, Ost, West, Südwest und Süd in Deutschland beträgt zwischen 76 % und 88 %. Zum anderen sind die Transportkosten von Zement mit ca. 9 – 10 €/Tonne/100km im Vergleich zum Warenwert von ca. 64 €/Tonne nicht zu vernachlässigen.

Bei Transportbeton verstärkt sich die Relevanz der Transportkosten noch weiter. Bei der dafür benötigten Körnung (Kies bzw. Sand) fallen ähnliche gewichtsbezogene Transportkosten an, stehen allerdings einem Warenwert von nur ca. 5 – 10 €/Tonne gegenüber. Sowohl bei Beton als auch bei Zement ergibt sich somit eine starke finanzielle Motivation die Transportdistanzen zu minimieren, was eine Regionalisierung der Industrie zur Folge hat.¹⁴

75 % der Zementlieferungen finden im Umkreis von 100 km um das jeweilige Werk statt.



¹⁴ Bundeskartellamt (2017): Sektoruntersuchung Zement und Transportbeton

Technische Potentiale zur Treibhausgasminderung

Entlang des Herstellungsprozesses von Zement bzw. Beton entstehen in zahlreichen Prozessschritten direkt und indirekt THG-Emissionen. Knapp 50% der Emissionen sind auf die Entsäuerung des Klinkers während des Brennvorgangs im Hochofen, sog. prozessbedingte Emissionen, zurückzuführen. Die restlichen Emissionen entstehen energiebedingt durch die Wärmebereitstellung für den Brennprozess im Hochofen (Brennstoffe), den Stromverbrauch für Mahl-, Mühl- und Förderprozesse sowie den Transport der Rohstoffe.

Zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen aus den emissionsintensivsten Prozessschritten bei der Zementherstellung existieren zahlreiche technische Lösungsmöglichkeiten, die sich in folgenden Strategien zusammenfassen lassen:

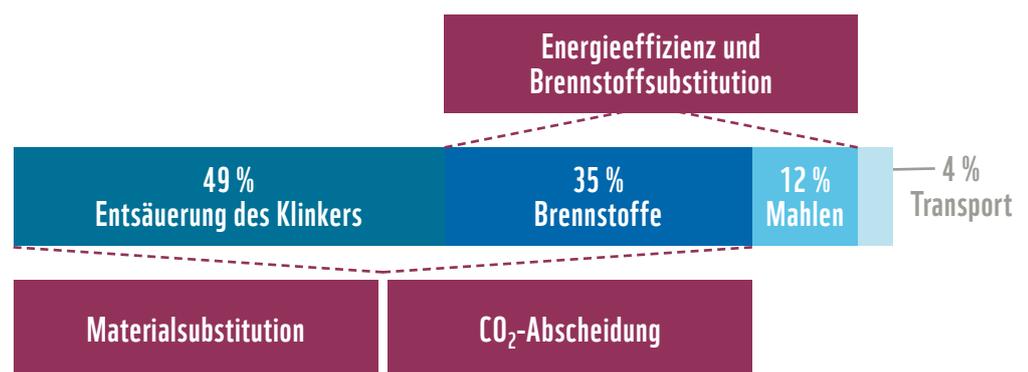


Abbildung 5: Aufteilung der THG-Emissionen von Zement und zugehörige Reduktions-Strategien¹⁵

Zusätzlich wichtig ist die Minimierung von Transportwegen. Der Einsatz von emissionsarmen Zementen und Betonen sollte stets abgewogen werden mit der Verfügbarkeit vor Ort. Die transportbedingten Emissionen sind besonders schwer durch eine technische Lösung zu reduzieren: Schwertransportlogistik eignet sich nur begrenzt zur Direktelektrifizierung und würde Biotreibstoffe oder synthetische Treibstoffe zur Dekarbonisierung benötigen, die wiederum nur in begrenzter Menge nachhaltig und klimafreundlich zur Verfügung gestellt werden können.¹⁶

¹⁵ Zahlenwerte basierend auf: Maddalena et al. (2018): Can Portland cement be replaced by low-carbon alternative materials? A study on the thermal properties and carbon emissions of innovative cements; Zusätzlich wurde folgende eigene Annahme miteinberechnet: 100 km Transport mit LKW nach Ökobaudat (2018)

¹⁶ WWF (2018): Carbon Capture and Utilization (CCU) – Wie klimaneutral ist CO₂ als Rohstoff wirklich? WWF (2013): Der Nachhaltigkeit auf der Spur – Vergleichende Analyse von Zertifizierungssystemen für Biomasse zur Herstellung von Biokraftstoffen WWF (2017): EU bioenergy policy

Recycling-Beton trägt zu einer Kreislaufwirtschaft bei und schont natürliche Ressourcen.

Aus Sicht der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz ist Recycling-Beton sehr wichtig. Der Klimaschutzbeitrag von Recycling-Beton ist je nach Anwendungsfall und Transportaufkommen allerdings – mit einer Reduktion der CO₂-Emissionen der Gesteinskörnungen um lediglich ca. 7%¹⁷ – gering bzw. teilweise sogar negativ¹⁸. Dies liegt daran, dass lediglich der Kiesanteil, nicht jedoch der emissionsintensive Klinkeranteil durch zerkleinerten Beton, substituiert wird und ferner der Energiebedarf für das Zerkleinern und Mahlen unverändert bleibt bzw. sich sogar vergrößert.

Trotz des geringen Beitrags zum Klimaschutz ist die Verwendung des Recycling-Betons in Ballungszentren anzuraten, weil durch Abriss und Wiederverwendung der Betonteile vor Ort ein nachhaltiger Kreislauf entsteht und der Abbau von Primärmaterialien reduziert wird. In Regionen mit relativ geringer Bebauungsdichte muss abgewogen werden, wie sich der Antransport von zerkleinerten Betonteilen von einem weiter entfernten Abrissort auf die Ökobilanz auswirkt. Durch die erhöhten Emissionen des Transports wäre der Klimafußabdruck vermutlich erhöht. Perspektivisch kann es auch beim Beton-Recycling zu neuen Entwicklungen kommen, die auch den Zementanteil adressieren und somit hohe Klimaschutzwirkung erzielen.¹⁹

Materialsubstitution

Grundsätzlich lässt sich zwischen drei Substitutionsstrategien unterscheiden:

- Ersatz des Baustoffs Beton
- Verringerung des Zementanteils im Beton
- Verringerung des Klinkeranteils im Zement

Aufgrund der vielfältigen Anwendungsbereiche und den bauphysikalischen Eigenschaften des Betons kann dieser als Baumaterial nicht vollständig ersetzt werden. Wo allerdings möglich, zum Beispiel in Anwendungsfällen mit geringeren statischen und Brandschutz-Anforderungen, können klimafreundlichere Materialien verwendet werden.

Eine gute Möglichkeit im Hochbau stellt hierfür der Holzbau dar. Mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz steht unter der Voraussetzung eines nachhaltigen und regionalen Anbaus und einer kaskadenförmigen

17 Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2015): Dokumentation zum Einsatz von ressourcenschonendem Beton

18 European Cement Research Academy (2015): Closing the loop: What type of concrete re-use ist the most sustainable option?

19 Universitaet Leiden, TU Delft (2015): Closed-loop economy: Case of concrete in the Netherlands

Nutzung ein klimafreundlicher Baustoff zur Verfügung. Zur Sicherstellung einer umweltgerechteren und sozialverträglicheren Forst- und Holzwirtschaft ist dabei in Deutschland mindestens auf eine FSC-Zertifizierung (Forest Stewardship Council) zu achten.²⁰ Dass sich mit modernen Holzbau-Konstruktionen Anforderungen hinsichtlich Wärme-, Schall- und Brandschutz sowie Wirtschaftlichkeit hervorragend erfüllen lassen, verdeutlichen zahlreiche gebaute Beispiele.²¹

Neben einem vollständigen Ersatz von Beton bieten sich auch etwaige Verbund-²² oder Hohlkörperkonstruktionen²³ sowie neuartige, hochfeste Bewehrungen, z. B. Carbon²⁴, oder Infraleichtbeton mit hohem Luftgehalt²⁵ an, um den Betonverbrauch zu reduzieren. Obwohl diese neuartigen Betonkonstruktionen einen Klimaschutzbeitrag leisten können, sind einige Nachhaltigkeitsaspekte noch ungeklärt, z. B. das Recycling.

Für den verbleibenden Bedarf, bei dem Beton nicht ersetzt werden kann, z. B. im Tunnel- und Grundbau und bei Gebäuden mit hohen statischen Anforderungen, sollten klimafreundlichere Betone und Zemente verwendet werden. Der Klimafußabdruck von Beton und Zement kann vor allem durch eine Verringerung des Klinkeranteils minimiert werden. Dazu kann der Anteil von Klinker am Zement, aber auch der Zementanteil an der Betonmischung reduziert werden. Dies kann durch die Beimischung verschiedenster anderer (Sekundär-) Rohstoffe, welche über ähnliche chemisch-physikalische Eigenschaften verfügen, geschehen.

Der Klimafußabdruck von Beton und Zement kann vor allem durch eine Verringerung des Klinkeranteils minimiert werden. Dazu stehen verschiedene (Sekundär-) Rohstoffe zur Verfügung.

Häufigste Substitutionsmaterialien sind derzeit Flugasche aus Steinkohlekraftwerken²⁶ und Hüttensand aus der Stahlproduktion²⁷. Deren entsprechende Beimengung erlaubt eine signifikante Reduktion der THG-Emissionen bei Zement. Allerdings werden bereits heute 81 % der anfallenden Steinkohlen-Flugasche für die Beton- und Zementherstellung verwendet. Aufgrund der voranschreitenden Transformation des Energiesektors (Kohleausstieg²⁸) und der künftigen Dekarbonisierung der Stahlproduktion ist mit einer sinkenden Verfügbarkeit dieser Rohstoffe zu rechnen.²⁹

20 WWF(2018): Nachhaltige Waldnutzung –FSC

21 Cheret, Schwaner, Seidel (2013): Urbaner Holzbau. Handbuch und Planungshilfe IBA Hamburg (2014): Smart Material House WOODCUBE UBA (2017): Haus 2019 – Ein Null-Energie-Gebäude im Betrieb

22 König, Holschemacher, Dehn (2004): Holz-Beton-Verbund

23 Cobiax; www.cobiax.com

24 Carbon Concrete Composite (C3): www.bauen-neu-denken.de

25 Infraleichtbeton (oder Dämmbeton): www.infraleichtbeton.de

26 WIN e.V. (2016): Flugasche als Betonzusatzstoff

27 BASF (2013): ECO-Zement – Energieeinsparung und CO₂-Minderung bei der Zementproduktion durch die Herstellung hüttensandreicher Zemente mit verbesserter Anfangsfestigkeit

28 WWF (2017): Zukunft Stromsystem – Kohleausstieg 2035 - Vom Ziel her denken; WWF (2018): CO₂-Mindestpreise im Instrumentenmix einer Kohle-Ausstiegstrategie für Deutschland

29 BBS (2018): Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland

Deshalb empfehlen sich Weiterentwicklungen weiterer, alternativer Substitutionsmaterialien. Hierfür sind vor allem Kalkstein³⁰, kalzinierte Tone, Geopolymere, hydraulische Calciumhydrosilikate oder Magnesia- und Phosphatbinder anzuführen.³¹

Durch den Einsatz der beschriebenen Substitutionsmaterialien lässt sich der Zementgehalt des Betons, abhängig von den geforderten Betoneigenschaften, auf ca. 150 – 180 kg/m³ und damit die THG-Emissionen um ca. 30 – 65 % reduzieren.^{32 33}

Energieeffizienz und Brennstoffsubstitution

Neben der Optimierung auf Produkteebene können auch die Produktionsprozesse weiter verbessert werden.³⁴ Investitionen in Effizienzsteigerungen beim Verbrauch elektrischer und thermischer Energie sind bei der energieintensiven Zementherstellung ein wirtschaftliches Gebot, so dass Potentiale hier oft auch aus gänzlich anderen als den Klimaschutzgründen weitgehend genutzt werden.

Elektrische Energie wird im Produktionsprozess von Zement für diverse Teilprozesse benötigt, z. B. für das Brechen und Mahlen der Rohstoffe und Endprodukte, für den innerbetrieblichen Transport und Mischungsprozesse, sowie für den Drehrohfen. Zur kontinuierlichen Effizienzsteigerung sollten stets die aktuellsten Technologien (z. B. effizienteste Elektromotoren etc.) eingesetzt und alte Anlagen sukzessive ersetzt werden.³⁵

Für die Herstellung der klassischen Zemente sind sehr hohe Temperaturen (1.450 °C) nötig, was bei der Bereitstellung der Wärmeenergie durch fossile Brennstoffe hohe THG-Emissionen zur Folge hat. Deshalb sind Effizienzmaßnahmen beim Einsatz thermischer Energie besonders lohnenswert. Dazu zählen Maßnahmen zur Abwärme- und Abluftnutzung (z. B. Abwärmeverstromung) und Entwicklungen am Drehrohfen (Wärmerückgewinnung, Vorwärmung, Vorkalziniierung, Nutzung der Strahlungswärme).

30 Palm (2016): Cements with a high limestone content – Mechanical properties, durability and ecological characteristics of the concrete

31 Celitement (2010): Celitement – eine nachhaltige Perspektive für die Zementindustrie

32 Proske et al. (2012): Stahlbetonbauteile aus klima- und ressourcenschonendem Ökobeton. In: Beton- und Stahlbetonbau (Volume 107, Issue 6, 06/2012)

33 TU Graz (2016): TU Graz entwickelt umweltfreundlichen Ökobeton

34 DIW (2015): Modernisierung und Innovation bei CO₂-intensiven Materialien: Lehren aus der Stahl- und Zementindustrie

35 Cembureau (o.J.): The role of cement in the 2050 low carbon economy

Solche Techniken zur Erhöhung der thermischen Effizienz führen oft zu höherem Stromverbrauch. Da der deutsche Strommix derzeit noch sehr viel Kohlestrom enthält, macht die weiterhin hohe CO₂-Intensität des deutschen Stroms die Emissionsminderungspotentiale dieser Maßnahmen teilweise zunichte.³⁴ Emissionsarmer Strom wird dringend benötigt, damit die Effizienzmaßnahmen in der Zementindustrie ihr volles Potential entfalten können.

Neben den Effizienzmaßnahmen können die THG-Emissionen im Produktionsprozess auch durch eine Steigerung des Anteils erneuerbarer oder alternativer Energien reduziert werden. Bereits heute werden zahlreiche Sekundärbrennstoffe (z. B. Siedlungsabfälle) für die Wärmebereitstellung in den Öfen eingesetzt.³⁶ Die hohen Prozesstemperaturen erschweren allerdings eine Elektrifizierung der Beheizung des Drehrohrofens und somit den Einsatz erneuerbarer Energien. Ähnlich wie beim Transport besteht auch hier die Möglichkeit des begrenzten Einsatzes von Bio- oder synthetischen Brennstoffen.

CO₂-Abscheidung (CCS/CCU)

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, entsteht ein Großteil des CO₂ beim Brennen des Zementklinkers durch die Entsäuerung des Kalksteins. Diese Emission ist – solange Zement als Bindemittel zumindest teilweise verwendet wird – unvermeidbar. Damit diese Emissionen und die Restemissionen aus der Energiebereitstellung nicht direkt in die Atmosphäre gelangen und ihre klimaschädliche Wirkung entfalten, besteht die Möglichkeit das freiwerdende CO₂ aus den Abgasen abzuscheiden und einzulagern (Carbon Capture and Storage – CCS) oder für andere Industrieprozesse zu nutzen (Carbon Capture and Utilization – CCU).

**Solange Zement
als Bindemittel
verwendet wird, sind
gewisse Emissionen
nicht vermeidbar.**

Der Anteil von CO₂ in den Abgasen der Zementherstellung beträgt ca. 14 – 33 %.³⁷ Für eine Speicherung oder Nutzung ist eine Abscheidung in möglichst hoher Konzentration nötig, wofür diverse Ansätze, z. B. Post-Combustion-Technologien, existieren. Am vielversprechendsten stellen sich derzeit das Oxyfuel-Verfahren^{38,39} und der Calcium-Looping-Prozess⁴⁰ dar, welche in diversen Pilot- und Forschungsanlagen bereits getestet und optimiert werden.⁴¹

36 VDZ (2017): Zementindustrie im Überblick 2017/2018

37 IASS / Adelphi (2016): CCU: Klimapolitische Einordnung und innovationspolitische Bewertung

38 VDZ (2009/2012): Minderungspotential von CO₂-Emissionen durch den Einsatz der Oxyfuel-Technologie in Drehofenanlagen der Zementindustrie (AiF-Forschungsvorhaben Nr. 15322 N & Nr. 16811 N)

39 VDZ (2017): Erster Zementklinker mit Oxyfuel-Kühler hergestellt

40 CLEANKER: CLEAN clinKER

41 CEMCAP: CEMCAP

Nach der Abscheidung steht das CO₂ in konzentrierter Form für diverse Anwendungszwecke zur Verfügung. Über die bloße Speicherung bzw. Einlagerung (CCS), z. B. in leeren Gasfeldern oder unterirdischen, porösen Gesteinsschichten, hinaus, ist vor allem eine Nutzung (CCU) für andere Industrie-Prozesse sinnvoll. Dadurch findet eine weitere Wertschöpfung statt und die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen sowie die THG-Emissionen können reduziert werden. Für die stoffliche Verwertung von CO₂ stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die sich jedoch in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden. Folgende Anwendungsgebiete scheinen am sinnvollsten und vielversprechendsten, u. a. für die Beton- und Zementindustrie:^{42 43}

■ **Karbonatisierung mineralischer Rohstoffe:**

Die Karbonatisierung ist ein natürlich ablaufender Prozess in Gesteinsformationen. Bei der industriellen Anwendung wird dieser Prozess beschleunigt durchgeführt, wobei abgeschiedenes CO₂ mit abgebauten Gesteinen oder industriellen Rückständen, z. B. Schlacken oder Flugaschen, reagiert. Die entstehenden Karbonate und Silikate stellen einen interessanten Rohstoff für die Bau- und Zementindustrie dar. Der Vorteil dieser Methode liegt in der dauerhaften Bindung des CO₂ in Baumaterialien.⁴⁴

■ **Biologische Verwertung:**

Abgeschiedenes CO₂ kann auch als Nährstoff für Mikroorganismen, welche dieses durch Photosynthese zu Sauerstoff und Biomasse verstoffwechseln, dienen. Die Biomasse wird verwendet für Nahrungsergänzungsmittel, Grundstoffe der chemischen Industrie, Pharmazeutika, Kosmetika, als Zusatzstoff für die Landwirtschaft oder energetisch verwertet.

■ **Chemische Folgeprodukte und Synthesegas:**

Durch diverse chemische (Synthese-) Verfahren kann das CO₂ auch als Grundstoff für die chemische Industrie genutzt werden. Potentielle chemische Folgeprodukte sind z. B. Harnstoff, anorganische Carbonate oder Formaldehyd. Für die chemische Weiterverwendung von CO₂ ist dessen Reinheit besonders wichtig, was weitere Abgas-Reinigungen nötig macht. Durch Verwendung von CO₂ als chemischer Grundstoff kann die Abhängigkeit der chemischen Industrie von fossilen Rohstoffen reduziert oder überwunden werden. Unter der Voraussetzung einer CO₂-neutralen Herstellung mit Strom aus erneuerbaren Energien kann auch eine Treibhausgasreduktion in der Chemieproduktion erfolgen.

42 Lehner et al. (2012): CCU – Verfahrenswege und deren Bewertung

43 Adelphi & IASS (2016): CCU – Klimapolitische Einordnung und innovationspolitische Bewertung

44 RWTH Aachen & HeidelbergCement (2017): Forschungsprojekt „CO₂Min“

■ **Synthetische Brenn- und Treibstoffe
(Power-to-Gas/Power-to-Liquid):**

Diese Technologien stellen die am weitesten entwickelten und zum Teil bereits anwendungsreifen Verfahren zur Nutzung von CO₂ dar. Unter der Voraussetzung einer CO₂-neutralen Herstellung mit Strom aus erneuerbaren Energien können Power-to-Gas /Power-to-Liquid Technologien die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduzieren einen Beitrag zum Klimaschutz im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor leisten. Der Nachteil dieser Prozesse ist jedoch die hohe Stromintensität und die Tatsache, dass CO₂ im Produkt nicht gebunden bleibt, sondern nach kürzester Zeit durch Verbrennung in einem Motor oder einer Heizungsanlage wieder freigesetzt wird.⁴⁵

Mit der Abscheidung und Anreicherung des CO₂ geht ein Anstieg des Energieverbrauchs einher. Daher sind solche Maßnahmen nur sinnvoll, wenn sie mit den vorher beschriebenen Effizienz- und Substitutionsmaßnahmen kombiniert werden, da sonst die CO₂-Emissionen in Summe ansteigen. Auch die Weiternutzung des CO₂ ist nicht uneingeschränkt und unüberlegt zu forcieren. Vielmehr sind die einzelnen Technologien unter Berücksichtigung der individuellen Rahmenbedingungen mittels ökobilanzieller Untersuchungen zu vergleichen. Nur so kann für jede Anlage und jeden Anwendungszweck individuell abgewogen werden, ob und welche CCS- oder CCU-Technologien ökologisch sinnvoll sind.

Lastmanagement in der Beton- und Zementindustrie

Bei einer vermehrt auf dargebotsabhängigen erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung gewinnt zunehmend die Flexibilisierung bzw. die Synchronisierung von Angebot und Nachfrage an Bedeutung. Besonders stromintensive Industrieprozesse können damit ein vergleichsweise umfangreiches und kurzfristig erschließbares Potential heben. In der Beton- und Zementindustrie bestehen gute Umsetzungsmöglichkeiten für industrielle Nachfrageflexibilität, „da die Produktionskapazitäten sehr flexibel eingesetzt werden können und sie nicht vollständig ausgelastet sind“.⁴⁶ Lastmanagement-Maßnahmen können vorrangig bei der Roh- und Zementmahlung umgesetzt werden. Schon heute werden die Zementmühlen überwiegend nachts und am Wochenende, also zu Zeiten aufgrund niedriger Nachfrage tendenziell günstiger Stromtarife, betrieben.

45 WWF (2018): Carbon Capture and Utilization (CCU) – Wie klimaneutral ist CO₂ als Rohstoff wirklich?

46 UBA (2015): Potentiale regelbarer Lasten in einem Energieversorgungssystem mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien

Durch eine zeitliche Überlagerung der Laufzeiten der Mühlen mit der Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms kann ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Energiewende und Dekarbonisierung des Stromsektors geleistet werden. So kann der Zement-Sektor ein durchschnittliches technisches Flexibilitätspotenzial von 172 MW, jeweils durch Lastabwurf und Lastzuschalten leisten.⁴⁷



47 Kopernikus Projekt SynErgie (2018): Flexibilitätsoptionen in der Grundstoffindustrie

Hürden bei der praktischen Umsetzung

Die THG-Emissionen der deutschen Beton- und Zementindustrie sind seit Jahren unverändert. Auf die vielfältigen Gründe hierfür wird im folgenden eingegangen.

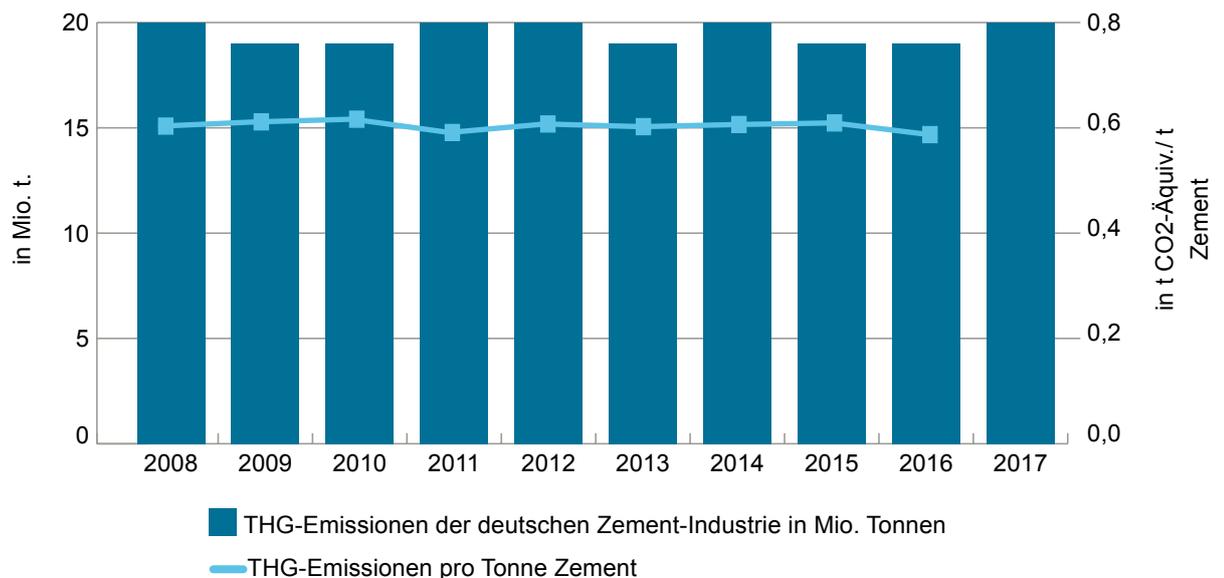


Abbildung 6: THG-Emissionen der deutschen Zementindustrie⁴⁸

Unzureichender CO₂-Preis durch Wirkungslosigkeit des Europäischen Emissionshandels

Das zentrale Instrument zur Reduktion der THG-Emissionen in der EU, der Emissionshandel (ETS), hat in der Beton- und Zementindustrie nicht zu einer Emissionsminderung beigetragen. Die Beton- und Zementindustrie wird in der aktuellen Ausgestaltung als Carbon-Leakage gefährdet eingestuft, weshalb sie Emissionszertifikate kostenlos zugeteilt bekommt. Dadurch entsteht kein entsprechender finanzieller Anreiz und der Emissionshandel entfaltet keine Lenkungswirkung. Ganz im Gegenteil: Während der Geltungsdauer des ETS seit 2005 sind die Treibhausgasemissionen der Zementindustrie innerhalb der EU sogar gestiegen.⁴⁹

⁴⁸ Basierend auf den Gesamt-Emissionen nach UBA: Deutsche Emissionshandelsstelle, Treibhausgasemissionen 2008-2017 (VET-Berichte) und den Zement-Produktionsmengen nach VDZ (2016): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie

⁴⁹ Sandbag (2016): Cement Exposed

Veraltete Bauordnung und Normung

Die Bauordnungen (Musterbauordnung MBO und die Länder-Bauordnungen LBO) nehmen in ihren aktuellen Fassungen kaum Bezug zu Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Trotz der hohen Klimarelevanz der Baubranche allgemein und der Beton- und Zementindustrie im Speziellen verzichten diese zentralen Rechtsinstrumente auf die Verankerung des Vorsorgeprinzips und die Ausformulierung von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzanforderungen.⁵⁰

Die Normung von Zement auf europäischer und von Beton auf nationaler Ebene lassen die Verwendung von Zementen und Betonen mit reduziertem Klinkeranteil vielfach nicht zu oder zwingen den Anwender, sich den aufwändigen Verfahren einer „bauaufsichtlichen Zulassung“ oder einer „Zustimmung im Einzelfall (ZiE)“ zu unterziehen.^{51, 52} Durch den starken Fokus der Normung auf konventionelle Produkte mit vergleichsweise hohem Klinkerfaktor bzw. Zementgehalt werden Innovationen sowie die Markteinführung und Verbreitung von klimafreundlicheren Betonen und Zementen erschwert und teilweise sogar verhindert. Eine Revision der Normen gelang bislang nicht, obwohl zahlreiche Forschungen belegen, dass die technischen und bauphysikalischen Eigenschaften der Alternativprodukte den konventionellen Produkten gleichwertig sind.^{50,53}

Fehlende Klimaschutzkriterien für die Vergabe von öffentlichen Bauaufträgen

Bis auf in den Bundesländern Baden-Württemberg⁵⁴ und Berlin⁵⁵, welche den Einsatz von Recycling-Beton aktiv unterstützen, existieren keine Maßnahmen der öffentlichen Hand zur Rohstoffeffizienz oder Dekarbonisierung der Beton- und Zementindustrie. Zum einen aufgrund des mangelnden Problembewusstseins seitens der jeweiligen Bauherren, Verwaltungsangestellten und Planer.

50 UBA (2015): Nachhaltigkeitsaspekte in den Bauordnungen der Länder

51 Proske et al. (2012): Stahlbetonbauteile aus klima- und ressourcenschonendem Ökobeton. In: Beton- und Stahlbetonbau (Volume 107, Issue 6, 06/2012)

52 DIBt: Zustimmung im Einzelfall (ZiE); Proske (2014): Umwelt- und performanceorientierte Betonentwicklung

53 TU Graz (2016): TU Graz entwickelt umweltfreundlichen Ökobeton

54 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2016): Bericht zu Recycling-Beton veröffentlicht; Landtag Baden-Württemberg: Drucksache 16/1694; Programmsystem Nachhaltiges Bauen in Baden-Württemberg: Nachhaltigkeitskriterium 3 – Nachhaltige Ressourcenverwendung bei Holz- und Betonbauteilen

55 Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin (2018): Einsatz von RC-Beton bei öffentlichen Hochbaumaßnahmen im Land Berlin

**Klimafreundlichere Betone
und Zemente können
preislich gleichwertig bis
vorteilhaft sein.**

Zum anderen bestehen Unsicherheiten und Fehlinterpretationen bezüglich des sogenannten Wirtschaftlichkeitsgebots bei Ausschreibungen von Hoch- und Tiefbauprojekten. Dies führt dazu, dass oft nach wie vor der niedrigste Preis das zentrale und oft einzige Entscheidungskriterium für die Vergabe von öffentlichen Bauaufträgen darstellt und bei klimafreundlicheren Betonen und Zementen höhere Preise vermutet werden.⁵⁶ Diese Vermutung ist nicht immer richtig, denn klimafreundlichere Betone und Zemente können preislich gleichwertig bis vorteilhaft sein.⁵⁷ Allerdings ist zu erwarten, dass bei ernsthaften Dekarbonisierungsbemühungen, die über das Stadium der preiswertesten Maßnahmen hinausgehen, auch Mehrkosten entstehen. Trotz des Wirtschaftlichkeitsgebots existieren Möglichkeiten für den Einsatz klimafreundlicherer Betone und Zemente. Das europäische und deutsche Vergaberecht ermöglichen bzw. verpflichten teilweise sogar zur Berücksichtigung von Umweltkriterien bei der öffentlichen Beschaffung. Zahlreiche existierende Arbeitshilfen und Tools unterstützen Anwender bei der entsprechenden Ausschreibung. Allerdings ist festzustellen, dass trotzdem kaum Klimaschutzkriterien bei der Vergabe von öffentlichen Bauaufträgen Anwendung finden, was unter anderem an folgenden Aspekten liegt^{55, 58, 59}:

- Es ist kein klares politisches Mandat vorhanden, dass zur Finanzierung der Mehrkosten durch die Berücksichtigung von Umweltaspekten Stellung nimmt.
- Es findet eine unterschiedliche Auslegung des Wirtschaftlichkeitsgebots statt – Kriterium des wirtschaftlich günstigsten Angebots (most economically advantageous tender, MEAT) vs. Kriterium des niedrigsten Preises.
- Die Anwendung von Klimaschutzkriterien in Ausschreibungsprozessen bedeutet in den meisten Fällen einen zeitlichen und finanziellen Mehraufwand für Ausschreibende und Bietende.
- Den Ausschreibenden und Bietenden mangelt es teilweise an juristischer und technischer Expertise für alternative Vergabeverfahren mit einer stärkeren Berücksichtigung des Klimaschutzaspekts.
- Unterschiedliche Finanzlagen der Kommunen erschweren die Rechtfertigung und Finanzierbarkeit von Mehraufwendungen klimafreundlicher Produkte und Materialien.

56 Chiappinelli, Zipperer (2017): Öffentliche Beschaffung als Dekarbonisierungsmaßnahme: Ein Blick auf Deutschland, DIW-Wochenbericht Nr. 49/2017

57 Prose et al. (2012): Stahlbetonbauteile aus klima- und ressourcenschonendem Ökobeton. In: Beton- und Stahlbetonbau (Volume 107, Issue 6, 06/2012)

58 UBA (2017): Rechtliche Grundlagen der nachhaltigen Beschaffung

59 Leuphana (2015): Öffentliche Beschaffung nachhaltig gestalten

- Die Leitfäden und Arbeitshilfen zur nachhaltigen Beschaffung berücksichtigen die Klimarelevanz von Beton und Zement nicht in ausreichendem Maße. Gleichzeitig sind es Dokumente, die juristisch lediglich den Status von Informationen und Hinweisen haben. Es ist daher oft unklar, worauf sich eine rechtssichere Ermächtigung zur Anwendung der Klimaschutz-Kriterien im Ausschreibungsverfahren gründen würde.

Keine Bewertung des Klimaschutzaspekts der Baumaterialien in den gesetzlichen Anforderungen an Gebäude

Die Energieeinsparverordnung (EnEV)⁶⁰ ist das zentrale ordnungsrechtliche Energie- und Klimaschutz-Instrument im Gebäudebereich. Der darin verankerte Energieausweis und die zugehörige Berechnungsmethodik behandeln in der aktuellen Fassung nur den Energieverbrauch und damit die Treibhausgas-Emissionen aus der Betriebsphase der Gebäude. Die verwendeten Baumaterialien bleiben unberücksichtigt und das obwohl deren Relevanz zunimmt (vgl. Abbildung 3). Es gibt also keinen gesetzlichen Vorgaben zum Klimafußabdruck von Baustoffen, z. B. Beton bzw. Zement, wodurch auch keine Anreize für Bauherren und Planer bestehen, sich damit auseinander zu setzen. Auch die europäische Zielvorgabe eines Nearly-Zero-Energy-Building macht keine Aussage zu Baumaterialien.⁶¹

Unterbewertung der Klimaschutzaspekte bei Baumaterialien in den Zertifizierungssystemen für Gebäude

Für Bundesbauten (Hochbau) ist eine Zertifizierung nach dem „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) vorgeschrieben, wobei mindestens der Silber-Standard einzuhalten ist.⁶² Das Zertifizierungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen stellt dazu das Pendant für private Bauherren dar.⁶³ Neben vielen weiteren Nachhaltigkeitsaspekten bewerten beide Systeme auch die Ökobilanz des Gebäudes, womit auch die Emissionen aus Beton bzw. Zement berücksichtigt werden. Allerdings ist festzustellen, dass die Treibhausgas-Emissionen, die mit der Baustoffwahl und damit dem Einsatz von Zement und Beton zusammenhängen, einen verschwindend geringen Anteil (~1 %) am Gesamtergebnis der Zertifizierung haben.⁶⁴

60 Energieeinsparverordnung EnEV

61 Nearly-Zero-Energy-Building Standard

62 www.bnb-nachhaltigesbauen.de

63 www.dgnb-system.de/de

64 Zahlenwert überschlägig ermittelt nach Reiners (2011): Stellung von Zement und Beton in der Nachhaltigkeitsdiskussion unter Berücksichtigung der Aktualisierung des Systems nach DGNB(2018): DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau – Version 2018 – ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes (dabei beträgt der Anteil der Ökobilanz an der Gesamtbewertung 9,5 %)

Fehlende Zertifizierungssysteme für Tiefbau

Trotz des hohen Beton- und Zementverbrauchs (vgl. Abbildung 4) und der Tatsache, dass Beton als Baustoff im Tiefbau nur schwer substituiert werden kann, ist festzustellen, dass es für diesen Bereich bisher keine ganzheitlichen Nachhaltigkeits-Zertifizierungssysteme ähnlich zum BNB- oder DGNB-System im Hochbau gibt. Der Klimaschutz spielt im Tiefbau also weiterhin eine geringe Rolle.

Fehlanreize bei Energieeffizienz

Eine zentrale Hürde, die unter anderem Unternehmen die Zementindustrie von Investitionen in (Energie-)Effizienzmaßnahmen abhält, stellt die Besondere Ausgleichsregelung (BesAR) zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) dar. Sie deckelt die Höhe der EEG-Umlage für stromkostenintensive Unternehmen, wozu die Zementhersteller gezählt werden. In ihrer derzeitigen Ausgestaltung stellt die BesAR wegen der starren Zugangsschwelle ein großes Hemmnis dar. Bei Überschreitung dieses Grenzwerts bezogen auf die Stromkostenintensität geht die Privilegierung verloren, was wirtschaftlich gesehen ein höheres Gewicht haben kann als die möglichen Energiekosteneinsparungen.⁶⁵ Ebenfalls als Hürden können sich die derzeitigen Regelungen zu Eigenerzeugung von Strom erweisen. Sie können die Abwärmeverstromung als unwirtschaftlich erscheinen lassen oder eigene Solar/Windstromanlagen zur Deckung des eigenen Strombedarfs verhindern. Da, wie oben beschrieben, Effizienzmaßnahmen bei Wärmeenergie mit erneuerbar erzeugtem Strom am sinnvollsten sind, kann es ein Nachteil für den Klimaschutz sein.

Fehlende Rechtssicherheit für CCS- und CCU-Optionen

Derzeit wirkt sich der fehlende Rechtsrahmen zum Betrieb von CCS- und CCU-Technologien negativ auf die Investitionsbereitschaft der Industrie aus. So sind unter anderem Fragen zu den Zugängen zu CO₂-Lagerstätten, dem CO₂-Leitungsbau, dem Transport des CO₂ zu den Lagerstätten und der Anrechenbarkeit von CO₂-Weiternutzungen nicht abschließend geklärt. Dies macht es für interessierte und engagierte Unternehmen unmöglich, frühzeitig in CCS- oder CCU-Technologien zu investieren.

⁶⁵ DENEFF (2016): Die Besondere Ausgleichsregelung im Sinne von Energieeffizienz und Wettbewerbsfähigkeit weiterentwickeln

Mangelnde Anreize und Rahmenbedingungen für industrielle Stromnachfrageflexibilität

Die aktuelle Ausgestaltung des Strommarktdesigns bietet keine geeigneten Rahmenbedingungen und nur unzureichende Anreize für eine Steigerung der Nachfrageflexibilität stromintensiver Unternehmen, z. B. in der Zementherstellung.



Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Ein schnellstmöglicher Kohleausstieg und zügiger Ausbau der erneuerbaren Energien ist auch essentiell für die Reduktion der THG-Emissionen in der Beton- und Zementindustrie.

Damit Industrieunternehmen sinnvoll in Emissionsminderungen investieren können, muss sich der Strommix in Deutschland schnellstmöglich deutlich verbessern.

Auch wenn Emissionen aus dem Strombezug statistisch dem Energiesektor zugerechnet werden, ist es für den Klimafußabdruck von Zement und Beton maßgeblich, mit welchem Strommix gearbeitet wird. Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeenergiebedarfs führen zu erhöhtem Strombedarf und CCS/CCU Maßnahmen sind sehr stromintensiv. Diese wesentlichen Maßnahmen haben großes Klimaschutzpotential, erreichen ihre Klimaschutzpotentiale aber nur, wenn der Strom weitestgehend CO₂-frei ist bzw. zu 100 % aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde. Deshalb ist es zwingend notwendig, dass der Kohleausstieg in Deutschland schnellstmöglich begonnen und konsequent zu Ende geführt wird. Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und der dazugehörige Netzausbau müssen forciert werden. Gleichzeitig muss geprüft werden, wie es Unternehmen ermöglicht werden kann, auf wirtschaftliche Weise zusätzliche erneuerbare Stromerzeugung für den (steigenden) eigenen Bedarf aufzubauen.

Ferner müssen für eine erfolgreiche Reduktion der THG-Emissionen aus der Beton- und Zementherstellung die oben beschriebenen Hürden durch eine mehrgleisige Strategie überwunden werden. Es müssen finanzielle Anreize geschaffen (Bepreisung), rechtliche Hindernisse abgebaut (Normung), die Nachfrage angekurbelt (Green Public Procurement) und bestehende Werkzeuge nachgebessert (Energieeinsparverordnung, Nachhaltigkeits-Zertifizierung) werden:

Finanzielle Anreize schaffen

Umgestaltung des europäischen Emissionshandels (EU ETS)

Damit der europäische Emissionshandel (ETS) das entsprechende Preissignal an die Beton- und Zementindustrie senden kann, müssen Änderungen in Hinblick auf die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten an die Zementindustrie vorgenommen werden. Die freie Zuteilung von Zertifikaten sollte beendet bzw. an die tatsächliche „Carbon Leakage“-Gefahr des Beton- und Zementsektors angepasst werden. Infolge der hohen Transportkosten und physikalischer Transportbeschränkungen ist die Branche sehr stark regional organisiert, wodurch nur sehr wenig Zement in die EU importiert⁶⁶ und somit die eigentliche „Carbon Leakage“-Gefahr erheblich relativiert wird. Anstelle der freien Zuteilung kann

⁶⁶ Healy, Schumacher, Eichhammer (2018): Analysis of Carbon Leakage under Phase III of the EU Emissions Trading System: Trading Patterns in the Cement and Aluminium Sectors

durch sog. Grenzausgleichsmaßnahmen (Border Adjustment Measures, BAM) eine faire Behandlung von Zement-exportierenden und -importierenden Unternehmen sichergestellt werden. Diese wären in Kombination mit einer vollkommenen Versteigerung umzusetzen und würden effektiv die THG-Emissionen in der Beton- und Zementindustrie senken. Zudem müssten Änderungen bei den aktuellen CO₂-Benchmarks für die Zementindustrie stattfinden, welche sich bisher auf die Klinkerproduktion beziehen. Diese Klinker-Benchmarks sollten durch Zement-Benchmarks ersetzt werden, um klimafreundlichere Substitutionsmaterialien attraktiver zu machen.⁶⁷

Ergänzung des europäischen Emissionshandels um eine Konsumabgabe

Die bisherige Ausgestaltung des ETS zielt lediglich auf die Produzenten emissionsintensiver Materialien ab. Sinnvoll wäre es, darüber hinaus auch die Zwischen- und Endverbraucher miteinzubeziehen. Dies kann durch eine Konsumabgabe für CO₂-intensive Materialien, wie z. B. Zement, erreicht werden. Um ein effektives CO₂-Preissignal zu generieren und negative Entwicklungen vorzubeugen, sollte die Konsumabgabe allerdings in Kombination mit der dynamischen Zuteilung von Emissionszertifikaten im ETS umgesetzt werden.

Die Verbrauchsabgabe berücksichtigt die gesamte Wertschöpfungskette der Produktion eines Materials (nicht nur die Endverbraucher, z. B. Haushalte, sondern auch der Einsatz der Materialien in der Produktion) und bezieht dabei sowohl direkte als auch indirekte THG-Emissionen auf Basis von Benchmarks mit ein. Ermittelt würde die Höhe der Abgabe über den CO₂-Preis im EU ETS, dem Gewicht des Materials und produktspezifischen Emissions-Kennwerten. Die Erlöse würden z. B. in einen Klimaschutz-Treuhandfond einzahlen. Werden Produkte aus dem Geltungsbereich der Bepreisung exportiert, würde die CO₂-Abgabe entfallen. Bei einem Import dagegen muss die importierende Firma die CO₂-Abgabe leisten, kann sie aber an die Verbraucher weitergeben.^{68, 69, 70}

67 Carbon Market Watch (2016): Cement's pollution windfall from the EU ETS; Sandbag (2017): The Cement Industry of the Future; Sandbag (2016): Cement Exposed

68 DIW (2018): Klimafreundliche Herstellung und Nutzung von Grundstoffen: Bündel von Politikmaßnahmen notwendig

69 DIW (2016): Ergänzung des Emissionshandels: Anreize für einen klimafreundlicheren Verbrauch emissionsintensiver Grundstoffe

70 DIW (2015): Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage für CO₂-intensive Materialien im Zeitraum nach 2020

Differenzverträge

Eine sinnvolle Ergänzung zu bestehenden Förderprogrammen stellen sogenannte Differenzverträge („Carbon Contracts for Difference“, CCfD) dar. Dabei wird für eine Investition in einen klimafreundlichen Prozess oder ein klimafreundliches Material über einen bestimmten Zeitraum ein Preis für jede eingesparte Tonne CO₂ festgelegt. Bei einem niedrigeren CO₂-Preis als diesem festgelegten Wert erhält der Investor die Differenz vom Staat. Ist der CO₂-Preis höher, muss er die Differenz zurückzahlen. Differenzverträge ermöglichen so eine kostengünstige Finanzierung klimafreundlicher Investitionen. Der Anreiz zu solchen Investitionen kann zudem erhöht werden, indem in den Anfangsjahren ein höherer CO₂-Preis als aktuell beim EU ETS angesetzt wird.^{69, 71}

Normen und Bauordnung um die Anforderungen des Klimaschutzes ergänzen

Zur Stärkung des Nachhaltigkeits- und Klimaschutzaspekts sollte dieser zentral in den allgemeinen Anforderungen der Musterbauordnung (MBO) verankert werden.⁷²

Die Weiterentwicklung der Normung, welche im Moment ein großes Hindernis für die Etablierung von klimafreundlicheren Beton- und Zementalternativen darstellt, sollte zügig vorangetrieben werden. Von Belang sind hierbei die Normen EN 206-1, EN 197-1 und DIN 1045-2, wobei bereits Vorschläge und Entwürfe für deren Überarbeitung existieren⁷³ und auch der Vergleich mit anderen Ländern Verbesserungspotentiale aufzeigt.⁷⁴

Darüber hinaus sollten baurechtliche Hemmnisse für den Einsatz von klimafreundlicheren Baustoffen, z. B. Holz, zügig abgebaut werden. In Hinblick auf den sehr zeitintensiven Prozess normativer und bauaufsichtlicher Änderungen und dem akuten Handlungsbedarf zur Erreichung der Klimaziele empfiehlt sich ein frühzeitiger Anstoß der dafür nötigen Prozesse auf politischer und Verwaltungsebene und ein intensiver Austausch mit den relevanten Stakeholdern, z. B. Unternehmen, Forschung und den für die Normung zuständigen Organisationen.

71 DIW (2017): Project-Based Carbon Contracts: A Way to Finance Innovative Low-Carbon Investments

72 UBA (2015): Nachhaltigkeitsaspekte in den Bauordnungen der Länder

73 DIN EN 197-1:2014-07 – Entwurf

74 Prose et al. (2014): Mischungszusammensetzung nachhaltigkeits-optimierter Konstruktionsbetone auf Basis internationaler Regelwerke. In: Beton- und Stahlbetonbau (Volume 108, Issue 10, 10/2014)



Green Public Procurement konsequent umsetzen

Nachhaltige Beschaffung

Um die Nachfrage nach klimafreundlicheren Betonen und Zementen anzukurbeln, muss die öffentliche Beschaffung ihre wichtige Rolle auf dem Markt nutzen. Sowohl für den Bund als auch in den Ländern, muss eine rechtssichere Grundlage für die Anwendung von Klimaschutzkriterien bei Ausschreibungsverfahren von Hoch- und Tiefbauprojekten geschaffen werden. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Ausschreibenden zur Anwendung von Klimaschutzkriterien verpflichtet und zum Aufnehmen eventueller resultierender Mehrkosten ermächtigt sind. Die hierfür nötigen vergaberechtlichen Rahmenbedingungen sind bereits vorhanden, es muss lediglich eine konsequentere Umsetzung stattfinden.

**Die vergaberechtlichen
Rahmbedingungen für
klimafreundlichere
Beton- und Zemente
sind bereits vorhanden.**

Dafür ist eine grundlegende, zentrale Bedingung die Sicherstellung der Finanzierung durch den Bund, welcher etwaige Mehrkosten übernehmen sollte. Dadurch wird sichergestellt, dass auch finanzschwache Länder und Kommunen Klimaschutz bei Baumaßnahmen mit Beton und Zement in entsprechendem Maße betreiben können. Die Gegenfinanzierung der Mehrkosten sollte zudem die Aus- und Weiterbildung von Fachleuten in den entsprechenden Stellen in den Kommunen und Ländern abdecken. Beispielsweise könnten Mittel aus dem Energie- und Klimafonds dafür allokiert werden. Die Finanzierung darf aber nicht auf Anteile aus dem Fonds beschränkt sein. Vielmehr muss die Finanzierung ausreichend sein, damit bei allen Vorhaben der öffentlichen Hand Klimaschutzkriterien zur Anwendung kommen können. Aus volkswirtschaftlicher Lebenszyklusperspektive und bei Berücksichtigung externer Kosten, z. B. durch Umweltschäden oder das Verfehlen von verbindlichen Klimaschutzzielen, lässt sich in Summe mit insgesamt niedrigeren Ausgaben rechnen.

Mit dem MEAT-Prinzip und den allgemeinen vergaberechtlichen Rahmenbedingungen bestehen bereits die Instrumente für die Integration von Klimaschutzaspekten in die Ausschreibung von Beton- und Zementbauarbeiten.

Zur Umsetzung von Green Public Procurement (GPP) müssen entsprechende, klare politische Vorgaben erarbeitet werden. Als ein Vorbild kann hierbei der Prozess in Berlin angesehen werden. Hier wurde 2010 zunächst das Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz (BerlAVG) verabschiedet, welches die öffentlichen Beschaffungsstellen verpflichtet, bei der Beschaffung ökologische Kriterien unter Berücksichtigung von Lebenszykluskosten

anzuwenden. Darauf aufbauend erließ der Senat die „Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU)“. *„Sie dient einer praktikablen Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben zum umweltverträglichen Beschaffungswesen. Zudem soll durch diese Vorschrift die erforderliche Vereinfachung sowie die gebotene Transparenz bei öffentlichen Beschaffungen erreicht werden.“*⁷⁵

Neben der Ermächtigung der ausschreibenden Institutionen ist vor allem die Gestaltung des Ausschreibungsverfahrens bzw. der zugrunde gelegten Kriterien von zentraler Bedeutung. Dazu sind Beschaffungsrichtlinien sowie die Hilfsmittel zur Unterstützung der Ausschreibenden bei der Erarbeitung und Ausformulierung der Ausschreibungen und den entsprechenden Kriterien zu überarbeiten. Die bisher bestehende fachliche Lücke zu Klimaschutzaspekten beim Einsatz von Beton bzw. Zement als Baumaterial sollte in den entsprechenden Leitfäden (zur ressourceneffizienten Beschaffung⁷⁶ und dem nachhaltigen Bauen⁷⁷) und Tools der Behörden aufgearbeitet werden, sowie Berücksichtigung in den Informationen der Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung⁷⁸ und im Themenportal des Umweltbundesamtes⁷⁹ finden.

Zur konkreten Umsetzung von Klimaschutzaspekten in der Ausschreibung von Baumaßnahmen, bei denen Beton und Zement zum Einsatz kommen, stehen verschiedene Optionen zur Verfügung. Dabei ist es essentiell, einfach handhabbare und klar nachvollziehbare – sowohl für die Ausschreibenden als auch die Bieter – Systematiken bzw. Kriterien zu verwenden.

Fiktiver CO₂-Preis für die öffentliche Hand

Zur Bewertung des Klimaschutzaspekts in Ausschreibungen kann die Reduktion der THG-Emissionen mit dem Angebotspreis verrechnet werden. Dazu muss die Emissionsintensität des Angebots für das Bauvorhaben bewertet und in Abhängigkeit von der Emissionsintensität finanzielle Abschläge festgelegt werden. Aus der Kombination des Angebotspreises und diesen prozentualen Abschlägen ergibt sich dann ein fiktiver, interner Angebotspreis, welcher die Entscheidungsgrundlage bildet. Der Vorteil dieser Methodik liegt darin, dass weiterhin der Preis das entscheidende Kriterium bleibt. Anwendung findet diese Methodik bei der Rijkswaterstaat-Behörde in den Niederlanden.⁸⁰

75 Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz: Umweltverträgliche Beschaffung

76 Allianz für nachhaltige Beschaffung (2014): Leitfaden ressourceneffiziente Beschaffung

77 BMUB (2016): Leitfaden Nachhaltiges Bauen

78 www.nachhaltige-beschaffung.info

79 UBA: Umweltfreundliche Beschaffung

80 GPP 2020 (2014): Construction of a low-carbon motorway exit

Als Kriterium in Ausschreibungsverfahren kann ein Maximalwert für die THG-Emissionen pro Tonne Beton oder Zement festgelegt werden.

Qualitätskriterien/Ökologische Grenzwerte

Bei baulichen Wettbewerben von öffentlichen Gebäuden sollte der Baustoff Holz für Baukonstruktionen und tragende Bauteile bevorzugt verwendet werden. Insbesondere die Verwendung von heimischem Laubholz als Baumaterial ist zu begrüßen.

Ist dies nicht möglich, bestehen folgende Optionen zur Formulierung von Qualitätskriterien bzw. ökologischen Grenzwerten beim Einsatz von Beton und Zementen: Es besteht die Möglichkeit spezifische Produkt- oder Materialvorgaben, z. B. einen Mindestanteil an Flugasche, zu formulieren. Vor dem Hintergrund der zukünftig eingeschränkten Verfügbarkeit oder unvorhergesehenen Entwicklungen kann dies allerdings nicht empfohlen werden. Vielmehr sollten die Kriterien technologie- und entwicklungs offen gestaltet werden. Dazu kann beispielsweise ein Maximalwert für die spezifischen THG-Emissionen (GWP-Potential) pro Tonne der eingesetzten Betone oder Zemente festgelegt werden. Alternativ kann in Anbetracht der hohen Klimarelevanz dieser Bestandteile auch die Definition eines maximalen Klinkerfaktors oder ein maximaler Zementgehalt definiert werden. Bei der Festlegung der THG-Grenzwerte sollte eine Art Top-Runner Prinzip zur Anwendung kommen, so dass sie einen kontinuierlichen Anreiz bieten, Materialien mit immer niedrigeren Emissionen zu entwickeln und anzubieten.

Diese Qualitätskriterien sind zusätzlich zu einem fiktiven CO₂-Preis notwendig, denn CO₂-Emissionen bei einem Bauprojekt können auf unterschiedliche Weise gesenkt werden, unter anderem auch ohne die emissionsintensiven Materialien anzugehen. Damit die öffentliche Beschaffung einerseits eine Vielfalt von Klimaschutzmaßnahmen technologieoffen anreizt, andererseits aber gezielt Emissionsminderungen bei den besonders relevanten Materialien bewirkt, ist eine Kombination aus fiktivem CO₂-Preis und Qualitätskriterien anzuwenden.

Vorschreiben eines Zertifikats mit hoher Klimaschutzrelevanz

Im Vergabeprozess kann der Klimaschutzaspekt durch die verpflichtende Vorlage von Zertifikaten oder Siegeln verankert werden. Voraussetzung ist, dass diese Zertifikate oder Labels einen hohen Fokus auf Klimaschutzaspekte legen und entsprechende Grenzwerte vorgeben. Die Bieter sind im Laufe des Zertifizierungsprozess für die entsprechenden Nachweise verantwortlich. Im Rahmen des Vergabeverfahrens wird durch die Überprüfbarkeit erhöht und vereinfacht, da lediglich die Zertifikate oder Labels kontrolliert werden müssen.

Ein Beispiel für die Anwendung dieser Methodik liefert der Bund selbst, wobei allerdings nicht der Klimaschutz, sondern die nachhaltige Ressourcengewinnung im Vordergrund steht. So verabschiedete die Bundesregierung bereits 2011 einen Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten, wonach durch die Bundesverwaltung nur Holzprodukte aus nachhaltiger Bewirtschaftung stammen dürfen, d.h. FSC (Forest Stewardship Council) zertifiziert sein müssen.⁸¹

Weiterentwicklung der gesetzlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen im Gebäudebereich

Die rechtlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen im Gebäudebereich – vorrangig die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) – sind so weiterzuentwickeln und verschärfen, dass Sie im Einklang mit den Zielen eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 stehen. Dabei sollten neben dem Gebäudebetrieb auch die verwendeten Baustoffe (also der gesamten Lebenszyklus inkl. Herstellungsphase) mit einbezogen werden.

Nachhaltigkeits-Zertifizierung für Hoch- und Tiefbau anpassen

Grundsätzlich begrüßt der WWF die Anwendung des BNB- und des DGNB-Systems. Allerdings wären aus Klimaschutzgründen einige Änderungen bzw. eine Ausweitung wünschenswert. Der Stellenwert der Ökobilanz des Gebäudes sollte eine stärkere Rolle spielen und die für die Erstellung dieser Ökobilanz zentrale Datenbank (Ökobaudat⁸²) sollte genauere Werte für unterschiedliche Betone und Zemente zur Verfügung stellen, um den Einsatz klimafreundlicherer Betone oder anderer alternativer Baustoffe entsprechend zu honorieren. Selbiges gilt für das ökologische Baustoffinformationssystem (WECOBIS⁸³). Neben diesen technischen Änderungen wäre es auch wünschenswert die Anwendung des Systems auszuweiten. Einerseits sollte die Anwendungspflicht auch auf Landes- und Kommunalebene, andererseits auch bei Tiefbauprojekten in angepasster Form⁸⁴ gelten. Durch eine Übernahme der (Mehr-)Kosten durch den Bund wird die Finanzierbarkeit sichergestellt und die Anzahl erteilter Ausnahmen (häufig aus Kosten- und Personalgründen) reduziert.

81 Bundesregierung: Gemeinsamer Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten

82 www.oekobaudat.de

83 www.wecobis.de

84 Bundesanstalt für Straßenwesen (2016): Weiterentwicklung von Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Verkehrsinfrastrukturen

Fehlanreize bei Energieeffizienz beseitigen

Durch eine Neugestaltung der Besondere Ausgleichsregelung (BesAR) im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) können die Fehlanreize bei Energieeffizienzmaßnahmen korrigiert werden. Dies betrifft vor allem die pauschale Standardisierung der Stromverbräuche je nach Branchenzugehörigkeit. Als kurzfristige Maßnahmen empfehlen sich Stichproben im Schwellenbereich, sowie ein Monitoring der Fortschritte bei der Energieeffizienz durch geeignete Kennzahlen. Mittelfristig sollte die Stromkostenintensität der Unternehmen auf Grundlage von Kennzahlen für Branchen- und Querschnittstechnologien berechnet werden.⁸⁵ Für Branchen ohne Benchmark(s) sollte zusätzlich überprüft werden, dass die Stromkosten mindestens einen Anteil von 14 % an der Bruttowertschöpfung haben. Darüber hinaus sollte der Anteil des privilegierten Produktionsstroms schrittweise abgesenkt werden.⁸⁶

Rechtssicherheit für CCS- und CCU-Optionen schaffen

Zur Beseitigung des Investitionsrisikos ist baldmöglichst ein entsprechender Rechtsrahmen für CCS- und CCU-Technologien zu entwickeln, z. B. in Form eines „Deutschen CCS- und CCU-Entwicklungsplans (für prozessbedingte Industrie-Emissionen)“. Bei der CO₂-Speicherung (CCS) sollten dabei eine Bestandsaufnahme der CO₂-Speicherungsmöglichkeiten, höchste Sicherheitsstandards, eine faire Adressierung von Nutzungskonkurrenzen im weitesten Sinne und ein regionaler Interessenausgleich mitbedacht werden. Bei der Weiternutzung des CO₂ (CCU) müssen darüber hinaus einheitliche Definitionen hinsichtlich der Zu- und Anrechenbarkeit der Emissionsminderungen entlang der CO₂-Wertschöpfungskette festgehalten werden.

Dazu ist die Entwicklung einer konkreten Vision für den erforderlichen Infrastrukturausbau notwendig, die sowohl kurzfristig (Phase der Demonstrationsprojekte) als auch längerfristig (für die Phase der kommerziellen Nutzung) die entstehenden Nutzungskonflikte löst. Angesichts der Komplexität muss der rechtliche Rahmen so angelegt werden, dass in der Demonstrationsphase belastbare Erfahrungen mit Blick auf den Rechtsrahmen, die Institutionen und Prozeduren gewonnen und entsprechende (Markt-)Entwicklungen (Versicherungsprodukte, Begutachtung/Zertifizierung etc.) angestoßen werden können. Nur so können im Fall einer breiteren kommerziellen Nutzung der CCS- und CCU-Technologie der

⁸⁵ DENEFF (2016): Die Besondere Ausgleichsregelung im Sinne von Energieeffizienz und Wettbewerbsfähigkeit weiterentwickeln

⁸⁶ DIW (2013): Vorschlag für die zukünftige Ausgestaltung der Ausnahmen für die Industrie bei der EEG-Umlage

Schutz von Umwelt und Gesundheit langfristig garantiert und entstehende wirtschaftliche Belastungen fair zugeordnet werden, ohne dass es zu – klimapolitisch unakzeptablen – Verzögerungen kommt.⁸⁷

Aktivierung des Lastmanagement-Potentials durch Anpassung der Regelungen im Strommarkt

Um die nachfrageseitige Flexibilität (Demand Side Management DSM oder Demand Response DR) zu aktivieren, ist eine umfassende Reform des Strommarktdesigns erforderlich. Die Anpassungen der Regulierung muss erreichen, dass energieintensiven Unternehmen die Bereitstellung nachfrageseitiger Flexibilität umfassender ermöglicht wird, Effizienz und Flexibilität gleichrangig behandelt werden, die Möglichkeiten zur Flexibilitätsbereitstellung erweitert und ein diskriminierungsfreier Zugang zum Flexibilitätsmarkt gewährleistet wird. Ferner müssen die Preissignale gestärkt werden, um flexible Stromnutzung wirtschaftlich zu gestalten.⁸⁸

Weitere Maßnahmen

Einhergehend mit o.g. Maßnahmen sind weitere ergänzende Aktivitäten sinnvoll:

- Bieter bei den Ausschreibungen öffentlicher Baumaßnahmen für die Klimaschutzaspekte sensibilisieren und Wissenslücken schließen, zum Beispiel durch Weiterbildungsangebote für ausführende Firmen und Planer
- Schrittweise ansteigende Mindeststandards für Zementfabriken, ähnlich dem Vorgehen beim California Buy Clean Act⁸⁹, definieren
- Forschungsförderung für die Beton- und Zementindustrie beibehalten und im Bereich Klimaschutz verstärken
- Über den Klimaschutzaspekt hinausgehend, empfiehlt sich aus Gründen der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit auch eine Stärkung des Stellenwerts von Recycling-Beton. Als weitere ordnungsrechtliche Maßnahmen wären daher ein Verbot der Deponierung von Betonabbruchmaterial und ein vollständiges Recycling begrüßenswert. Dadurch würde der sortenreine Rückbau von Gebäuden an Bedeutung gewinnen und Recycling-Beton attraktiver werden. Neben Vorteilen für den Klimaschutz hat dies auch eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs zur Folge und bereitet den Weg für eine Kreislaufwirtschaft im Bauwesen.

⁸⁷ WWF (2009): Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050

⁸⁸ Kopernikus-Projekt SynErgie (Kopernikus-Projekte für die Energiewende gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung). Positionspapier in Vorbereitung

⁸⁹ www.buycleancalifornia.org



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

wwf.de | info@wwf.de

Unterstützen Sie den WWF

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ

WWF Deutschland

Reinhardtstraße 18

10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 700

Fax: +49(0)30 311 777 888

info@wwf.de | wwf.de