

Auf dem Weg zu einer CO₂-neutralen Gesellschaft

JAHRESBERICHT 2018/19
der österreichischen Zementindustrie



VÖZ
VEREINIGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN
ZEMENTINDUSTRIE

Inhalt



- 03 Vorwort
- 04 Zement – engagierte Vergangenheit – starke Zukunft
- 05 Die österreichische Zementindustrie
- 06 Strategie der Zementindustrie
- 07 Wir sind Weltmeister
- 1C – Klinker effizient herstellen**
- 10 Unabhängigkeit von natürlichen Rohstoffen und fossilen Energieträgern
- 12 Investitionen in den Umweltschutz
- 2C – Zement innovativ weiterentwickeln**
- 16 Zement made in Austria
- 20 Soziale Verantwortung der Zementindustrie
- 3C – Beton intelligent anwenden**
- 24 Beton – Baustoff der Zukunft – Round-Table-Diskussion
- 4C – Bauwerke klimafreundlich konstruieren**
- 34 Klimafreundlich Heizen und Kühlen mit Beton
- 36 Straßen aus Beton – volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll
- 37 Concrete Student Trophy
- 5C – Carbonatisierung bilanzieren und steigern**
- 40 Beton nimmt CO₂ wieder auf
- 42 Kennzahlen der Zementindustrie

IMPRESSUM

Für den Inhalt verantwortlich:

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ)
TU Wien Science Center
Franz-Grill-Straße 9, O 214
A-1030 Wien
Tel.: +43 (0) 1 714 66 81-0
E-Mail: office@zement.at
Web: www.zement.at

Projektteam:

Sebastian Spaun, Felix Papsch,
Rupert Friedle, Cornelia Bauer (VÖZ);
Claudia Dankl, Catherine Stuzka (Z+B);
Harald Reisinger (Harald Reisinger Nachhaltigkeitsmanagement & Reporting);
Manfred Maureder, Aaron Hoffmann (Fredmansky)

Externe Beratung & Redaktion:

www.harald-reisinger.at

Grafisches Konzept & Ausarbeitung:

www.fredmansky.at

Bildrechte:

U1, 4, 8, 9, 14, 15, 21, 25, 34, 35, 36
38, 39, 40: Zement+Beton
12: Lafarge Zementwerke GmbH
13: Zementwerk LEUBE GmbH
13: Lafarge Zementwerke GmbH
35: Z+B, Alexandra Kromus
35: Z+B, Josef Herfert
37: Z+B, Markus Kaiser

Wien, im November 2019

Im Bericht wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit bei geschlechtsspezifischen Begriffen die maskuline Form verwendet. Gemeint sind selbstverständlich immer beide Geschlechter.

Vorwort

DI Sebastian Spaun
Geschäftsführer VÖZ



Die nationalen und internationalen Klimaziele erfordern es, Zemente ab 2050 klimaneutral herzustellen. Die österreichische Zementindustrie stellt sich dieser Mammutaufgabe schon seit vielen Jahren und dreht beständig an zahlreichen Schrauben zur Reduzierung der CO₂-Emissionen.

Die Erkenntnis, dass in allen umwelt- und Klimaschutzrelevanten Bereichen der Wertschöpfungskette konsequent CO₂ eingespart werden muss, zeigt sich auch in der aktuellen 5C-Strategie der europäischen Zementindustrie.



Die 5 C stehen für Klinker, Cement, Concrete, Construction und Carbonation.

Diese fünf Kategorien haben wir dem Jahresbericht 2018/19 zugrunde gelegt. Was die österreichische Zementindustrie in diesen fünf Bereichen leistet und wie wir damit im internationalen Vergleich liegen, erfahren Sie in diesem Jahresbericht.

Diese Zwischenbilanz kann sich durchaus sehen lassen und ist gleichzeitig Ansporn, das Tempo weiterhin hochzuhalten. In keinem anderen Land hat die Zementindustrie den Einsatz von Kohle, Öl und Gas so konsequent zurückgefahren wie in Österreich. Hierzulande kommen nur noch 18 % der Heizenergie unserer Öfen aus fossilen Primärbrennstoffen. Und auch bei den Ersatzrohstoffen ist Österreich europaweit führend. Wussten Sie, dass wir schon heute jedes Jahr eine halbe Million Tonnen Bauschutt wieder zu Zement verarbeiten?

Noch höher sind die Einsatzmengen von sekundären Zuschlagstoffen, um den Gehalt an gebranntem Klinker in den Zementen und Bindemitteln so gering wie technisch möglich zu

halten. Auch hier zählen wir zu den Spitzenreitern. Alle diese genannten Maßnahmen machen Österreich zum aktuellen Weltmeister für die CO₂-effizienteste Zementproduktion. Gehen wir zum dritten C, dem österreichischen Concrete bzw. Beton. Diesem attestiert die TU Graz einen Carbon Footprint bzw. CO₂-Fußabdruck, der zu den niedrigsten Europas gehört. Doch wie bei allen technischen Prozessen wird die Luft an der Spitze immer dünner. Die bisherigen CO₂-Minderungsmaßnahmen stoßen an ihre Grenzen und angesichts schneller auf uns zukommender Klimaziele müssen wir gemeinsam entlang der gesamten Wertschöpfungskette – und sogar darüber hinaus – Innovationen anstoßen und mitgestalten. Ein erfolgreiches Beispiel ist der Energiespeicher Beton. Unsere jahrelange Unterstützung der Forschung und Entwicklung hat zu zahlreichen und vielbeachteten Gebäuden geführt. Unserem Ziel, Gebäude zu 100 % mit erneuerbarer Sonnen- oder Windenergie zu heizen und zu kühlen, sind wir bereits sehr nahe gekommen.

Das bezeugt auch die staatliche Anerkennung durch die Nominierung der ARGE Bauteilaktivierung zum Staatspreis für Umwelt- und Energietechnologie. Aber Klimaschutz bedeutet auch, so manch kontraproduktivem Trend entgegenzuwirken. Nicht ohne Grund haben wir die Spitzenrepräsentanten österreichischer Infrastrukturunternehmen, der Bauindustrie und der Baustoffhersteller zum Gespräch zum Thema Langlebigkeit und Qualität von Betonbauwerken gebeten. Lesen Sie dazu mehr im Kapitel „3C – Beton intelligent anwenden“.

Abschließend möchte ich mich bei allen heimischen Zementunternehmen und ihren Mitarbeitern bedanken. Sie haben beim Klimaschutz weltweite Maßstäbe gesetzt. Darauf können wir stolz sein. Klar ist aber auch: Eine CO₂-neutrale Zementproduktion ist letztlich nur mittels Technologien zur Abscheidung von CO₂ – das dann entweder industriell genutzt (CCU) oder unterirdisch gespeichert (CCS) wird – möglich. In Aussicht darauf und im Wissen, dass Beton durch Carbonatisierung beträchtliche Mengen CO₂ aufnehmen kann, könnte Zement künftig sogar als Kohlenstoffspeicher dienen – eine reizvolle Vision, finde ich.

Ihr
Sebastian Spaun

Zement – engagierte Vergangenheit – starke Zukunft

Zement ist ein feingemahlener, mineralischer Stoff, der nach dem Anrühren mit Wasser infolge chemischer Reaktionen (Hydratation) selbstständig erstarrt und erhärtet. Er bleibt nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig.

Transparenz

Seit dem Jahr 2004 hat die österreichische Zementindustrie jährlich abwechselnd Nachhaltigkeitsberichte und -Updates veröffentlicht. Die Berichte wurden in Übereinstimmung mit den Leitlinien und Standards der Global Reporting Initiative erstellt. Seit 1995 werden Emissionsbilanzen veröffentlicht, die erste rückblickend bis ins Jahr 1988. Auch 2018 bleibt die heimische Zementindustrie der Nachhaltigkeit und Transparenz verpflichtet. Mit diesem Jahresbericht informieren wir über ihre wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Leistungen und Auswirkungen und veröffentlichen die Kennzahlen der Branche. Sämtliche Nachhaltigkeitsberichte, Emissionsberichte und weitere Veröffentlichungen stehen, auf zement.at zum Download zur Verfügung.

Herausforderung Klimawandel

Insgesamt werden der Zementindustrie 5–6 % der weltweiten CO₂-Emissionen zugerechnet. Im globalen Durchschnitt waren es 2017 639 kg pro Tonne Zement. Immer öfter werden daher Forderungen laut, die Produktion von Zement und die Anwendung von Beton einzuschränken. Dabei wird übersehen oder ignoriert, dass Beton ein wichtiger Eckpfeiler einer kohlenstofffreien Zukunft ist, beispielsweise für die Gewinnung erneuerbarer Energie mittels Wind-, Wasser- oder Gezeitenkraftwerken, für energieeffiziente Gebäude mit thermischer Bauteilaktivierung, für eine nachhaltige Transportinfrastruktur oder Bauobjekte zur Anpassung an den Klimawandel.

Etwa die Hälfte der Masse aller Güter, die weltweit produziert werden, entfällt auf zementgebundene Baustoffe.

Die österreichische Zementindustrie

Für die Herstellung von Zement werden vor allem Kalkstein und Ton bzw. Mergel benötigt, daher sind die elf Werksstandorte der österreichischen Zementindustrie vorwiegend im Bereich der Kalkalpen angesiedelt. An neun dieser Standorte stehen Anlagen zum Brennen von Zementklinker zur Verfügung.

STANDORTE DER ÖSTERREICHISCHEN ZEMENTINDUSTRIE

- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Cement Roadstone Holding | 6 Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke |
| 2 Kirchdorfer Zementwerk | 7 Wopfinger Baustoffindustrie |
| 3 Lafarge Zementwerke | 8 Zementwerk Hatschek |
| 4 Schretter & Cie | 9 Zementwerk Leube |
| 5 SPZ Zementwerk Eiberg | 10 Holcim (Vorarlberg) GmbH |



Unternehmensgrößen und Eigentümerstrukturen

Neun Unternehmen beliefern den österreichischen Markt mit hochwertigen Zementen. Einige der Zementunternehmen stehen im Eigentum internationaler Wirtschaftsunternehmen, die Mehrzahl weist jedoch eine mehrheitlich österreichische Eigentümerstruktur auf.

Regionale Bedeutung

Die österreichische Zementindustrie ist ein Wirtschaftssektor mit hoher Regionalität. Die Zementwerke beziehen ihre Rohstoffe überwiegend lokal und liefern ihre Produkte über kurze Transportwege an Baufirmen, Weiterverarbeiter und den Baustoffhandel in ihrer Nähe. Die Branche bietet viele qualifizierte Arbeitsplätze, die Werksstandorte befinden sich vorwiegend

im ländlichen Raum. Über die Vorleistungen, Investitionen und den Haushaltskreislauf wirkt die Zementindustrie als Impulsgeber für andere Branchen und hat damit eine hohe regional- und strukturpolitische Bedeutung.

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie – VÖZ

Die heimischen Zementunternehmen sind seit 125 Jahren in der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie organisiert. Die Aufgaben der VÖZ umfassen Dialog und Koordinationsarbeit, Schulung und Weiterbildung, Normen- und Richtlinienarbeit, Netzwerkmanagement sowie Interessensvertretung und Lobbying. Unterstützt wird die VÖZ dabei von der Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H. (Z+B).

Strategie der Zementindustrie

Die Zementindustrie steht auf dem Weg zu einer CO₂-neutralen Wirtschaft vor großen Aufgaben. Mit der Roadmap 2050 hat sich die Europäische Zementvereinigung (CEMBUREAU) konkrete Ziele für eine „low carbon economy“ gesetzt.

Europa ist auf Kurs

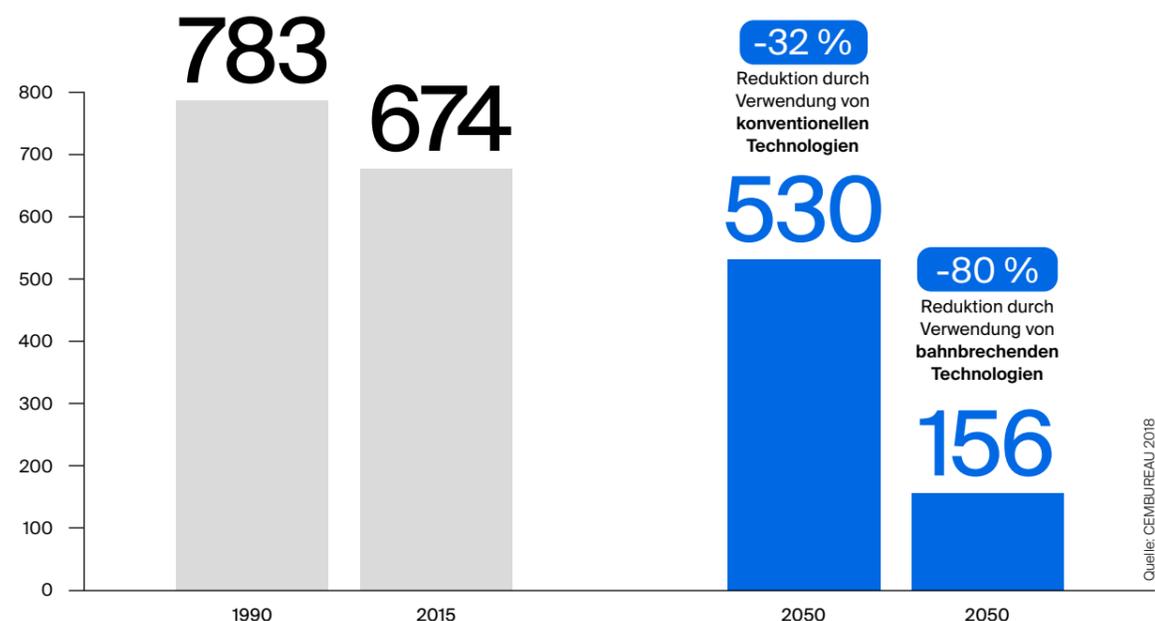
In der 2013 präsentierten Roadmap 2050 hat das CEMBUREAU dargestellt, dass die CO₂-Emissionen bei der Herstellung einer Tonne Zement unter Ausreizung der konventionellen technischen Möglichkeiten und durch Optimierung aller Prozesse auf 530 kg gesenkt werden können. Die Branche will diesen Wert schrittweise bis 2050 erreichen. Das entspricht europaweit einer Einsparung von rund 32 % im Vergleich zum Jahr 1990. Eine CO₂-neutrale Herstellung von

Zement ist nur durch die Anwendung sogenannter Breakthrough-Technologien realisierbar.

2018 hat das CEMBUREAU Zwischenbilanz gezogen und in der Broschüre „Building carbon neutrality in Europe“ den 5C-Ansatz präsentiert: Clinker, Cement, Concrete, Construction, Carbonation. Darin wird dargestellt, welche Entwicklungen es in diesen fünf Bereichen gibt und welche Fortschritte die Branche verzeichnen kann. So hat die Zwischenbilanz gezeigt, dass 2015 in Europa durchschnittlich 674 kg CO₂ pro Tonne erzeugtem Zement freigesetzt wurden. Man befindet sich demnach auf Kurs: Die Reduktion auf 530 kg CO₂ bis 2050 wird bei einer weiteren linearen Abnahme der Emissionen erreicht.

Maßnahmen zur CO₂-Reduktion: Europäische Perspektive 2050

kg CO₂ pro Tonne Zement

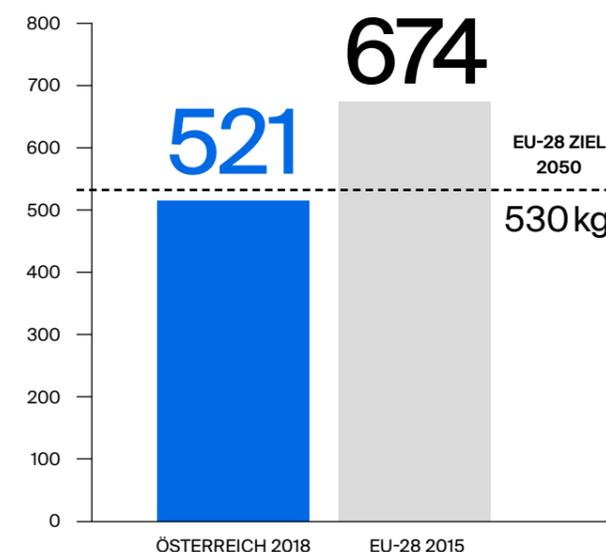


Wir sind Weltmeister

In Österreich hat die Branche bereits vor Jahrzehnten damit begonnen, hohe Investitionen in Umweltschutzanlagen zu tätigen. Die spezifischen CO₂-Emissionen sind seither kontinuierlich gesunken.

CO₂-Ausstoß

kg CO₂ pro Tonne Zement



2018 wurden hierzulande pro Tonne Zement nur noch 521 kg emittiert. In keinem Land der Welt wird bei der Zementerzeugung weniger CO₂ ausgestoßen als in Österreich! Unsere Zementwerke haben die beste verfügbare Technologie im Einsatz und die Prozesse der Klinker- und Zementerzeugung sind weitestgehend ausoptimiert. Detaillierte Informationen dazu finden Sie in den Kapiteln Clinker (S. 08-13) und Cement (S. 14-21).

Für die ökologische Bewertung von Produkten sind neben der Herstellung auch ihre Anwendung, die Phase der Nutzung und ihre Entsorgung entscheidend. Daher setzt sich die Zementindustrie seit einigen Jahren intensiv dafür ein, dass mit Zement und Beton intelligent und klimafreundlich gebaut wird – nachhaltig und zukunftsfit entlang der gesamten Wertschöpfungskette Bau. Was die österreichische Zementindustrie diesbezüglich tut, ist in den Kapiteln Concrete (S. 22-31), Construction (S. 32-37) und Carbonation (S. 38-41) nachzulesen.

Klinker

effizient herstellen

Zementklinker ist einer der Hauptbestandteile von Zement. Er wird aus Rohmehl im Drehrohrofen gebrannt. Dabei wird sowohl durch die chemische Umwandlung der Mineralien als auch durch den Brennstoffeinsatz CO₂ freigesetzt.

Unabhängigkeit von natürlichen Rohstoffen und fossilen Energieträgern

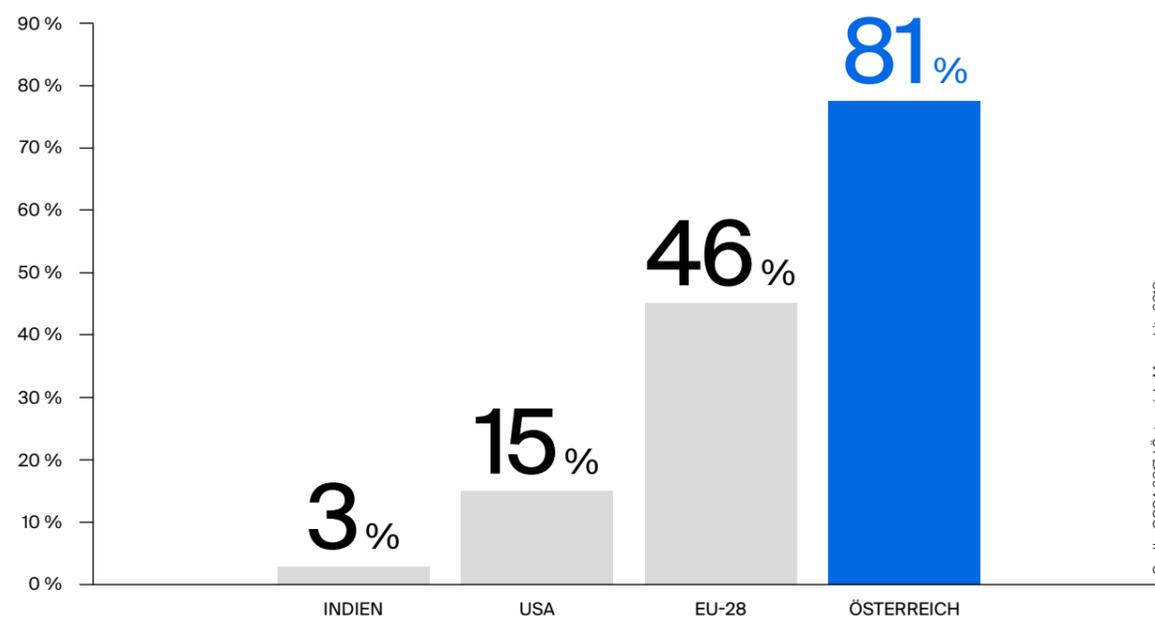
Die österreichische Zementindustrie hat in den vergangenen Jahrzehnten die Prozesse zur Klinkererzeugung laufend optimiert. Sie hat dabei fossile Brennstoffe weitgehend ersetzt und den Anteil alternativer Brenn- und Rohstoffe zur Produktion von Klinker erhöht. Damit hat sie Primärressourcen geschont und zum Klimaschutz beigetragen. Doch nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftspolitisch sind diese Leistungen der Zementindustrie positiv zu bewerten.

Alternative Brennstoffe

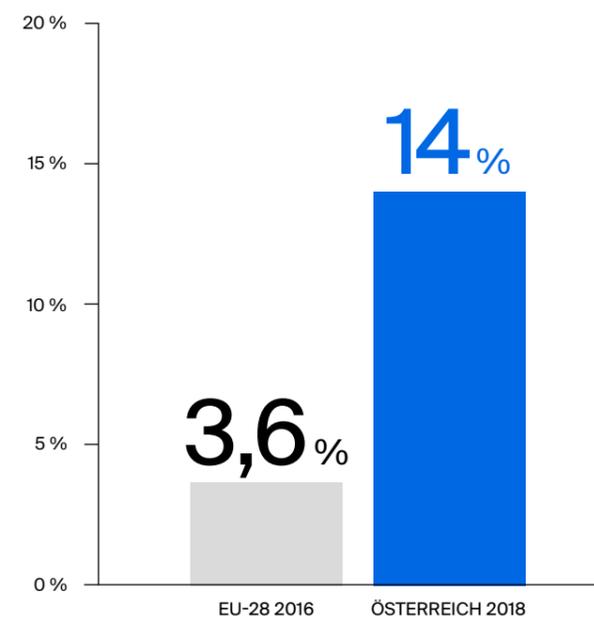
In Österreich haben die Zementunternehmen schon frühzeitig die Strategie verfolgt, konventionelle Energieträger durch alternative Brennstoffe zu ersetzen. Dazu haben sie in den letzten Jahrzehnten in modernste technische

Anlagen und Komponenten investiert, die sie gemeinsam mit Anlagenbauern entwickelt und installiert haben. Umweltschutz, insbesondere die Vermeidung von schädlichen Emissionen, hatte dabei höchste Priorität.

Ersatzbrennstoffraten der Zementindustrie



Anteil alternativer Rohstoffe für die Klinkerproduktion



Alternative Rohstoffe

Um schonend mit den natürlichen Ressourcen umzugehen, forciert die heimische Zementindustrie den Einsatz von sekundären Rohstoffen. So wird das Rohmehl für die Klinkererzeugung zunehmend mit Materialien aus dem Baustoffrecycling (Ziegelsplitt und Betonbrechsande) und verschiedensten industriellen Nebenprodukten (z.B. Schlacken, Gießereialtsande, Walzzunder) hergestellt. Diese Materialien ersetzen natürliche kalk-, silizium-, eisen- und aluminiumhaltige Rohstoffe. 2018 hat die österreichische Zementindustrie zur Klinkerproduktion 765.918 Tonnen dieser alternativen Rohstoffe verwertet. Ihr Anteil am erzeugten Rohmehl lag somit bei 14%. Das ist ein deutlich höherer Wert als international üblich. Im europäischen Durchschnitt lag der Anteil von alternativen Rohstoffen bei 3,6%.

Der internationale Vergleich mit Daten von 2017 zeigt, dass Österreich weltweit die höchste Ersatzbrennstoffrate vorweisen kann. 2018 wurden in den österreichischen Zementwerken bereits 81,2% des thermischen Energiebedarfs durch alternative Brennstoffe gedeckt. Insgesamt haben die heimischen Zementwerke 555.614 t Ersatzbrennstoffe – beispielsweise nicht rezyklierbare Kunststoffabfälle, Altreifen und Papierfaserreststoffe – verwertet.

Umwelt- und wirtschaftspolitischer Nutzen:

- Der Einsatz von Ersatzbrennstoffen erfordert Investitionen in Brennertechnologien, Lager-, Förder- und Dosiereinrichtungen. Diese Investitionen sowie die Entwicklung und Verbreitung innovativer technologischer Lösungen fördern eine wettbewerbsfähige Industrie und das Wirtschaftswachstum in Österreich.
- Ersatzbrennstoffe beinhalten biogene Bestandteile. Die Substitution konventioneller Energieträger durch Ersatzbrennstoffe trägt dazu bei, dass der spezifische CO₂-Ausstoß bei der Herstellung von Zement in Österreich so niedrig ist wie in keinem anderen Land.
- Ersatzbrennstoffe sind in der EU ausreichend verfügbar und müssen nicht importiert werden. Ihre Anwendung verringert somit die Abhängigkeit von Energieimporten und leistet einen Beitrag zur Versorgungssicherheit.
- Brennstoffe werden in der Zementindustrie simultan stofflich und thermisch verwertet, denn die Brennstoffaschen dienen als Rohmaterial für die Klinkerproduktion. So wird z.B. Eisen aus Altreifen stofflich verwertet. Die sichere, effiziente und reststofffreie Abfallverwertung macht die Zementindustrie zu einem wichtigen Partner der modernen Recyclinggesellschaft.

Investitionen in den Umweltschutz

Ihre globale Vorreiterrolle beim Klima- und Umweltschutz hat sich die österreichische Zementindustrie über Jahrzehnte erarbeitet. Jährlich investieren die Unternehmen unserer Branche Millionenbeträge in modernste Anlagen. 2018 beliefen sich die Umweltschutzinvestitionen der österreichischen Zementindustrie auf 45,7 Mio. Euro, die gesamten Anlageinvestitionen lagen bei 71,7 Mio. Euro.

Aktuelle Großinvestitionen

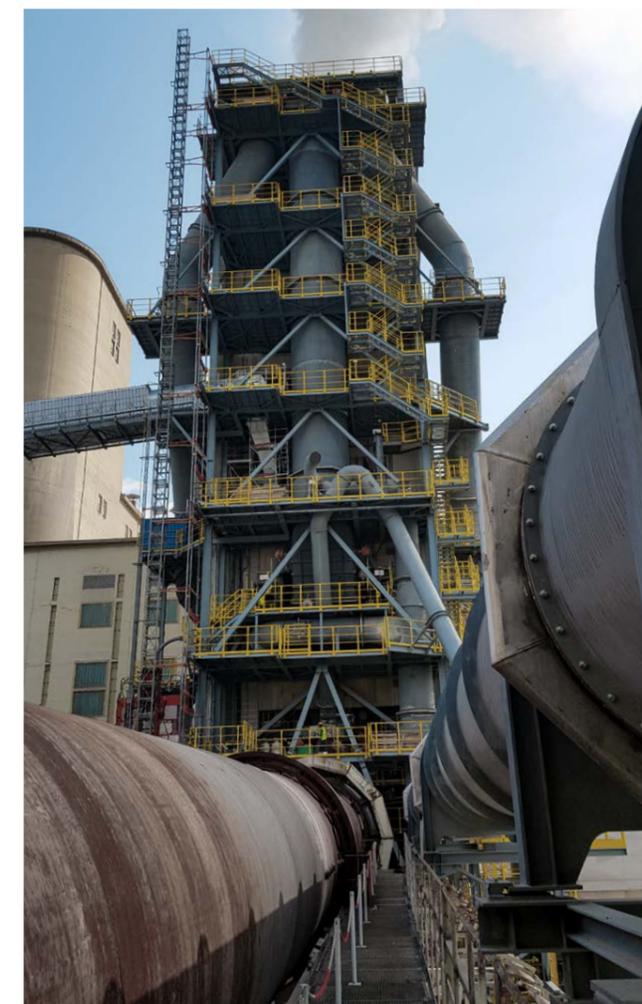
Lafarge hat 2017 in Mannersdorf und 2019 in Retznei einen neuen Inline-Kalzinator installiert und in Betrieb genommen. In Mannersdorf wurden insgesamt 844 Tonnen Stahl und 880 Tonnen Feuerfestmaterial verbaut. Die Bauarbeiten erfolgten weitestgehend bei laufendem Betrieb, der Ofen stand nur neun Wochen still. Durch die Investition von 11 Mio. Euro konnten die CO-Emissionen am Kamin um rund zwei Drittel und die NO_x-Konzentration vor der SCR-Anlage um nahezu 50 % gesenkt werden.



Inline-Kalzinator in Mannersdorf



DeCONOx-Anlage in Gartenau



Kalzinator in Retznei

LEUBE hat rund 10 Mio. Euro in eine DeCONOx-Anlage für das Zementwerk in Gartenau investiert. Nach Vormontage am Werksgelände wurden die Anlagenteile auf das vorbereitete Fundament gesetzt. Insgesamt wurden 110 Tonnen Stahlbau, 750 Tonnen Apparate, 5.000 m² Außen- und 1.800 m² Innenisolierung und an die 75.000 Stück Regenerator- und Katalysatorwaben mit jeweils ca. 4 m² Oberfläche verbaut. Im März 2019 wurde die 30x30x15 Meter große Anlage nach einjähriger Bauzeit fertiggestellt. Durch einen zusätzlichen Schalldämpfer konnte das Ausblasgeräusch am Hauptkamin mehr als halbiert werden. Mit dem Betrieb der Anlage wird eine Reduktion der NO_x-Emissionen um mehr als 50 % und der CO- und TOC-Emissionen jeweils um mehr als 90 % angestrebt.

In Retznei wurde bei der Installation des neuen Kalzinators eine Tertiärluftleitung installiert und der Ofenkopf modifiziert bzw. angepasst, um eine Verbindung zum Kühler herstellen zu können. Außerdem musste das Drehrohr gekürzt und eine alternative Brennstoffversorgungsleitung installiert werden. In Summe beliefen sich die Investitionskosten auf rund 15 Mio. Euro. Die ersten Erfahrungen im Betrieb waren durchwegs positiv: Die NO_x- und CO-Emissionen sind deutlich gesunken.

Zement

innovativ weiterentwickeln

Klinker und weitere Hauptbestandteile wie Hüttensand und Flugasche werden in der Zementmühle unter Zusatz von Gips zu Zement gemahlen. Der niedrige Klinkeranteil österreichischer Zemente schont Klima und Umwelt.

Zement made in Austria

In den österreichischen Zementwerken ist die beste verfügbare Technologie im Einsatz, um Zement so energieeffizient und klimaschonend wie möglich herzustellen. Durch lückenlose Qualitätskontrollen stellen die Unternehmen sicher, dass auch klinkerreduzierte Zemente den hohen Ansprüchen der Kunden und selbstverständlich auch den Anforderungen der europäischen und nationalen Normen entsprechen.

Wachstum bei Absatz und Umsatz

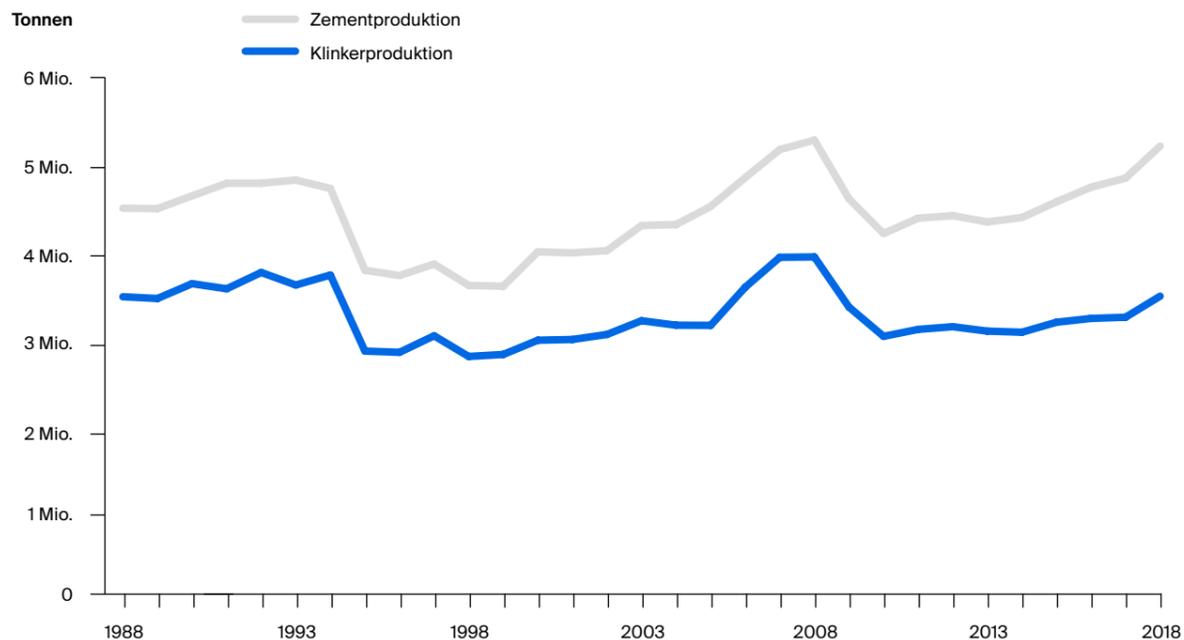
In Österreich wurden 2018 in acht klinkerbrennenden Zementwerken 5,2 Mio. Tonnen Zement produziert – ein Anstieg um 7,4 % im Vergleich zum Vorjahr. Der Jahresumsatz der Branche ist um 4,7 % auf 431,5 Mio. Euro gestiegen.

Basis für dieses Wachstum war die positive Entwicklung der österreichischen Bauwirtschaft. Nach einer Steigerung um 3,5 % im Jahr 2017 verzeichnete sie 2018 nochmals ein kräftiges

Wachstum von 2,3 %. Der Hochbau erzielte ein Plus von 2,4 %, die Wohnbauaktivitäten nahmen um 2,5 % zu, der Tiefbau wuchs um 2,0 %.

Auch das erste Halbjahr 2019 war sehr positiv und trägt dazu bei, dass in der Zementindustrie und generell in der Bauwirtschaft weiterhin Optimismus herrscht, während sich die allgemeine Stimmung in der Wirtschaft angesichts der abflauenden Konjunktur zunehmend eintrübt.

Produktionsmengen der österreichischen Zementindustrie



„Die Leistungsfähigkeit und Gleichmäßigkeit der österreichischen Zemente ist eine Grundvoraussetzung für dauerhafte, langlebige und damit ökologische Betonkonstruktionen.“

Rupert Friedle

Leiter des Forschungsinstituts der VÖZ

Klinkergehalt unter 70 %

Nachdem die Herstellung von Zementklinker energieintensiv ist und CO₂-Emissionen verursacht, ist die Branche bestrebt, Zemente mit niedrigem Klinkergehalt und einem hohen Anteil an sogenannten Zumahlstoffen zu erzeugen. Dank intensiver Forschung und Entwicklung ist es den Zementunternehmen gelungen, neue, innovative Zemente auf den Markt zu bringen. Laufende Qualitätskontrollen gewährleisten, dass diese klinkerreduzierten Zemente den hohen Anforderungen auf der Baustelle und letztlich auch von Bauwerken entsprechen. Insbesondere muss die Qualität der Zemente die Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit von Konstruktionen aus Beton gewährleisten. Denn in der ökologischen Bewertung von Bauwerken ist ihre Lebensdauer ein entscheidendes Kriterium.

Limitierend kann sich die regionale Verfügbarkeit der als Klinkerersatz in Frage kommenden latent hydraulischen sekundären Zumahlstoffe auswirken. Dazu zählen Hüttensande aus der Stahlindustrie und Flugaschen, die in kohlebefeuchten Kraftwerken anfallen. Der gemäß europäischer Norm EN 197-I für Normalzemente

niedrigst mögliche Klinkeranteil von 5 % ist daher nur ein theoretischer Wert. Im Durchschnitt lag der Klinkeranteil aller in Europa produzierten Zemente 2017 bei 76,4 %.

Die österreichische Zementindustrie hat eine lange Tradition und Erfahrung in der Herstellung von Zementen mit einem reduzierten Klinkeranteil. 2018 lag der durchschnittliche Klinkeranteil österreichischer Zemente bei 69,6 %. Das ist einer der niedrigsten Klinkergehalte in Europa. In der Roadmap der europäischen Zementindustrie wird bis 2050 ein Klinkeranteil von 70 % angestrebt. Somit liegt die Branche in Österreich schon jetzt unter diesem Zielwert.

Energieeffizienz gleichbleibend hoch

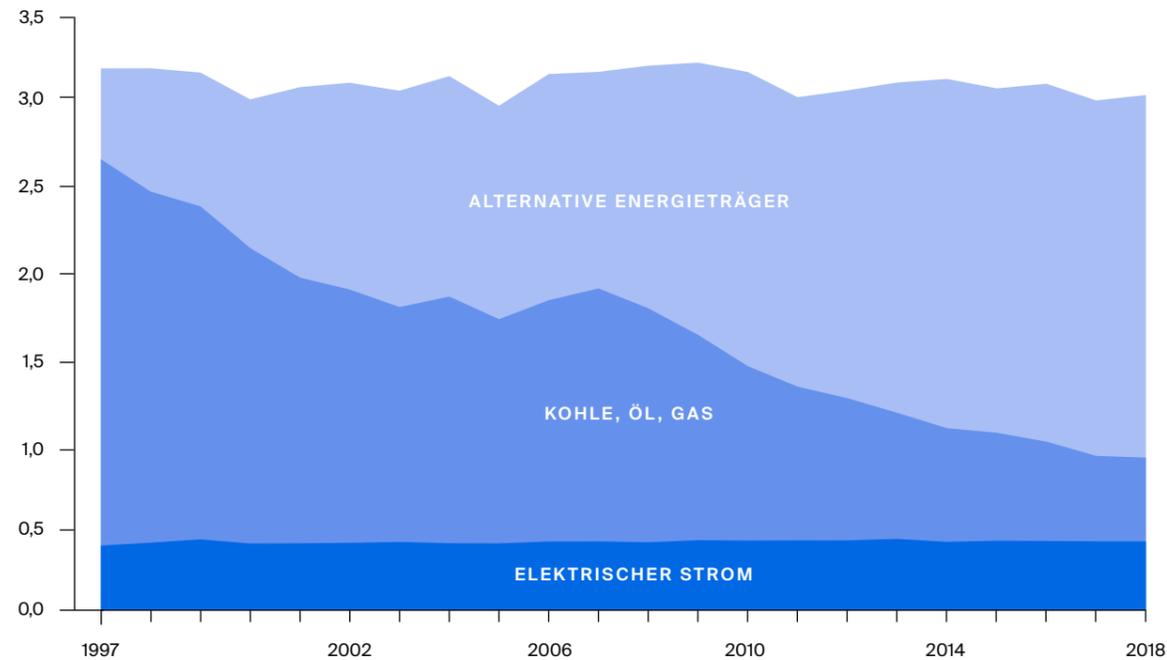
Im Jahr 2018 wurden in den österreichischen Zementwerken 13.833 Terajoule (TJ) an thermischer Energie eingesetzt. Elektrischer Strom wird vor allem für die Rohmehl- und Zementmahlung und für den Betrieb von Umweltschutzanlagen benötigt. Der Stromverbrauch der Branche belief sich 2018 auf 592.852 MWh. Der Gesamtenergiebedarf, als Summe der eingesetzten elektrischen und thermischen Energie, lag bei umgerechnet 15.968 TJ. Der Anteil des thermischen Energieeinsatzes am gesamten Energieeinsatz betrug somit 86,64 %, der Stromanteil 13,36 %.

Der thermische Energiebedarf zur Klinkerherzeugung wird von der österreichischen Zementindustrie mittlerweile zu über 81 % aus alternativen Brennstoffen gewonnen. Dem Umwelt- und wirtschaftspolitischen Nutzen, der damit verbunden ist, steht bei manchen alternativen Brennstoffen ein leicht erhöhter thermischer Energiebedarf für die Trocknung gegenüber.

Die Energieeffizienz hat sich daher in den vergangenen Jahren trotz laufender Modernisierung der Anlagen nur unwesentlich verändert. 2018 wurden durchschnittlich rund 2,639 GJ thermische und 113,1 kWh elektrische Energie pro Tonne erzeugtem Zement benötigt.

Energiebedarf der österreichischen Zementindustrie

spezifischer Energiebedarf (GJ/t Zement)



Eine signifikante Senkung des spezifischen Energiebedarfs ist auch künftig nicht zu erwarten. Für die Herstellung von Grauzementklinker stellen Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmer-Anlagen den aktuellen Stand der Technik dar. Bei diesem sogenannten Trockenverfahren wird die Abwärme der Verbrennungsluft direkt zum Trocknen, Aufheizen und Vorkalzieren des Rohmaterials genützt, um dadurch den Energieverbrauch für die Zementproduktion zu senken. Weltweit werden rund 82 % der erzeugten Klinkermenge mit diesem Verfahren hergestellt. Ein geringerer Teil wird global nach wie vor mit dem weniger energieeffizienten Nassverfahren produziert. In Österreich kommt seit mehreren Jahren ausschließlich das Trockenverfahren zum Einsatz.

Einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz und zur regionalen Energieversorgung stellt die Auskopplung überschüssiger Wärme und ihre Einspeisung in Fernwärmenetze dar. 2018 wurde aus den Anlagen der österreichischen Zementindustrie 131,9 TJ an externe Verbraucher abgegeben.

Weltweit niedrigste Emissionen:

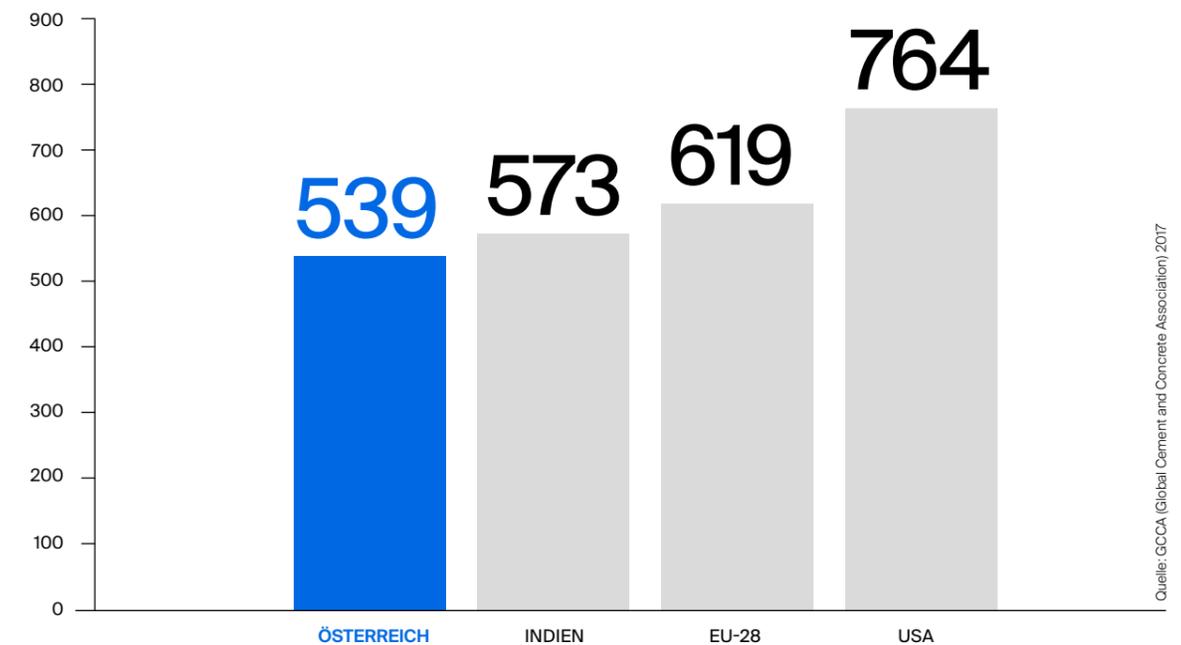
Kohlendioxid (CO₂)

Rund 3,2 % des in Österreich ausgestoßenen Kohlendioxids stammen aus der Zementproduktion. Etwa zwei Drittel davon werden bei der prozessbedingt notwendigen Entsäuerung des eingesetzten Kalksteins (CaCO₃) freigesetzt. Der Rest ist dem Brennstoffeinsatz zuzuschreiben.

Durch große Anstrengungen ist es der österreichischen Zementindustrie gelungen, den CO₂-Ausstoß je produzierter Tonne Zement in den vergangenen Jahren schrittweise zu reduzieren. 2018 konnten die spezifischen CO₂-Emissionen auf den historischen Tiefstand von 521 kg CO₂ gesenkt werden. Somit sind wir bei der CO₂-Performance weltweiter Spitzenreiter. Im Wesentlichen ist das auf die hohe Ersatzbrennstoffrate, den geringen Klinkeranteil österreichischer Zemente und den technologisch fortgeschrittenen Stand der Anlagen zurückzuführen.

CO₂-Emissionen der Zementindustrie

kg CO₂ pro Tonne Zement



Quelle: GCCA (Global Cement and Concrete Association) 2017



„Beim Klima- und Umweltschutz nimmt die österreichische Zementindustrie eine internationale Vorreiterrolle ein.“

Felix Papsch
VÖZ-Experte für Technologie
und Umwelt

Stickstoffoxide (NO_x)

Im Jahr 2009 hat die VÖZ mit dem Umwelt- und dem Wirtschaftsministerium eine freiwillige Vereinbarung zur Reduktion der NO_x-Emissionen und Erforschung von Emissionsminderungstechnologien unterzeichnet. Daraufhin haben die Zementunternehmen in Kooperation mit Anlagenbauern hochinnovative Entstickungsanlagen entwickelt und in Betrieb genommen. Damit ist es der Branche gelungen, die NO_x-Emissionen weiter zu senken. Diese Erfolgsgeschichte hat das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus dazu veranlasst, die freiwillige Vereinbarung mit der Zementindustrie bei der Europäischen Kommission als Best-practice-Beispiel vorzuschlagen.

Die Vorreiterrolle der österreichischen Zementindustrie beim Umweltschutz wird auch anhand eines internationalen Vergleichs deutlich. Im Durchschnitt wurden in den 28 EU-Ländern 2016 (aktuellster Datenstand) 450 mg/Nm³ NO_x ausgestoßen.

2018 sind die durchschnittlichen NO_x-Emissionen der österreichischen Zementindustrie im Vergleich zum bisherigen Tiefstand des Jahres 2017 leicht gestiegen und lagen bei 280,1 mg/Nm³ Abgas. Ursache dafür waren Lieferengpässe bei einem benötigten Betriebsmittel zur NO_x-Reduktion.

Für 2019 ist, insbesondere durch die Inbetriebnahme einer DeCONOX-Anlage im LEUBE Zementwerk in Gartenau, wieder mit einem Rückgang der NO_x-Emissionen zu rechnen.

Soziale Verantwortung der Zementindustrie

Die österreichischen Zementwerke investieren in die Aus- und Weiterbildung sowie in die Karriereplanung ihrer Mitarbeiter und sichern damit ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft. Im Zentrum ihrer Verantwortung als Arbeitgeber stehen die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter.



„Die österreichische Zementindustrie arbeitet mit aller Kraft daran, die Arbeitssicherheit in den Werken zu erhöhen.“

Cornelia Bauer
VÖZ-Expertin für Produktqualität und Arbeitssicherheit

Zementindustrie als verlässlicher Arbeitgeber

Die österreichische Zementindustrie schafft Arbeitsplätze – vor allem im ländlichen Raum – und trägt zur regionalen Wertschöpfung bei. 2018 waren 1.155 Mitarbeiter in den heimischen Werken beschäftigt. Der längerfristige Trend zeigt eine leicht rückläufige Mitarbeiterzahl. Ursachen dafür sind die zunehmende Automatisierung der Produktion – Stichwort Industrie 4.0 – und die Tatsache, dass gewisse Tätigkeiten, etwa im Bereich der Instandhaltung, vermehrt an Dritte ausgelagert werden.

Fast die Hälfte der Belegschaft ist mit der Steuerung und Kontrolle der zentralen Prozesse der Zementproduktion beschäftigt und im permanenten Schichtdienst tätig. Diese Aufgaben werden traditionell von Männern erfüllt, Frauen sind überwiegend in Stabsfunktionen, in Forschung und Entwicklung und in kaufmännischen und administrativen Bereichen tätig. Zahl und Anteil der Frauen sind, dem Trend der vergangenen Jahre folgend, gestiegen. Der Frauenanteil lag per Ende 2018 bei 14,9 %.

96 Mitarbeiter, das sind 8,3 % aller Beschäftigten, waren 2018 im erweiterten Bereich Forschung, Entwicklung und Qualitätssicherung eingesetzt. Diese Mitarbeiter prägen auch ganz entscheidend die laufende Produktentwicklung und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.

Beste Qualifikation durch Aus- und Weiterbildung

Die Zementindustrie braucht hoch qualifizierte Facharbeiter und bildet diese großteils selbst aus. 76 Lehrlinge waren Ende 2018 in der österreichischen Zementindustrie in Ausbildung. Erstmals wurden auch Lehrlinge in den neuen Fachbereichen Transportbetontechnik und Betonfertigungstechnik zur Ausbildung aufgenommen. Neu ist auch die Möglichkeit, eine

Lehre mit Matura zu absolvieren. Die Betriebe fördern dieses Angebot, das für die Auszubildenden ein Sprungbrett für eine Karriere in der Zementindustrie bedeuten kann.

Generell stehen engagierten Facharbeitern in den Werken alle Türen zu einer erfolgreichen Karriere offen. Die persönliche und berufliche Weiterentwicklung der Mitarbeiter wird in der Branche gefördert und unterstützt. 2018 wurden pro Mitarbeiter 539 Euro für Mitarbeiterschulungen aufgewendet.

Gesundheit und Sicherheit stehen an erster Stelle

Das Thema Arbeitssicherheit hat in der österreichischen Zementindustrie höchste Priorität. Durch streng geregelte Arbeitssicherheitsbestimmungen sowie laufende Schulungen der Mitarbeiter, insbesondere der Sicherheitsbeauftragten der Werke, ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die Sicherheit am Arbeitsplatz zu erhöhen. Die VÖZ koordiniert die „Arbeitsgruppe Arbeitssicherheit“, die dem unternehmensübergreifenden Austausch von Informationen und Erfahrungen dient. Neben Themen wie Unfallkennzahlen oder verbesserte PSA (persönliche Schutzausrüstung) werden auch Aufgabenstellungen wie Burnout-Prävention, Nachtschwerarbeit, psychische Belastung am Arbeitsplatz oder alternsgerechtes Arbeiten behandelt.

Neu eingeführt wurde ein Erfahrungsaustausch der Werksvertreter (Sicherheitsfachkräfte und Sicherheitsvertrauenspersonen) zu Beinaheunfällen. Dabei geht es um die Erkennung von möglichen Unfällen, Durchführung von Risikoanalysen, daraus resultierende Mitarbeiterschulungen und die Festlegung von Maßnahmen.

Entsprechend international üblichen Berichtsstandards wird in der Zementindustrie jeder Unfall in der Statistik erfasst, der einen Krankenstand von einem Tag oder länger hervorrief. Die Zahl der Gesamtunfälle lag 2018 bei 27 und ist somit im Vergleich zu 2017 um 17,4 % gestiegen. Korrelierend damit hat sich auch die Unfallhäufigkeit auf 14,7 erhöht. Diese errechnet sich aus der Zahl der Unfälle bezogen auf eine Million Arbeitsstunden. Die Unfallschwere, die sich aus der Anzahl der Ausfalltage je tausend Arbeitsstunden ergibt, lag bei 0,24. Im Jahr davor hatte die Branche bei diesem Indikator mit 0,13 den historischen Tiefstwert erreicht. Es gab 2018 keine arbeitsbedingten Todesfälle.

Die VÖZ forciert das Thema Arbeitssicherheit nicht nur in den Werken, sondern geht auch selbst mit gutem Beispiel voran. In diesem Sinne hat die VÖZ 2018 die Arbeitsausrüstung der Mitarbeiter im eigenen Labor modernisiert.



Beton

intelligent anwenden

Eine nachhaltige Anwendung von Beton erfordert die Kooperation aller Akteure der Wertschöpfungskette Bau. Für eine ökologische Bewertung des Baustoffs muss sein gesamter Lebenszyklus betrachtet und die hohe Lebensdauer von Bauwerken aus Beton berücksichtigt werden.

Beton – Baustoff der Zukunft

Die österreichische Zementindustrie lud im Jänner 2019 Vertreter der gesamten Wertschöpfungskette Bau – von Herstellern über Baufirmen bis hin zu Bauherren – zu einem Round-Table-Gespräch. Diskutiert wurde, welchen Beitrag moderne Betone zu Klimaschutz und Ressourceneffizienz leisten können. Erörtert wurde außerdem, inwieweit die unterschiedlichen Akteure noch besser zusammenwirken können, um den Baustoff im Sinne der Nachhaltigkeit optimal einzusetzen.



„Beton kann heute zu 100 % recycelt werden. Dieser Vorteil darf im Zuge der Forcierung der Ressourceneffizienz nicht verloren gehen, indem beispielsweise ungeeignete Materialien in den Beton eingebracht werden.“

Sebastian Spaun
Vereinigung der Österreichischen
Zementindustrie

Die Vertreter der Herstellerverbände von Zement, Betonfertigteilen und Transportbeton stellten den Status quo der Nachhaltigkeitsaktivitäten und -themen in ihren Branchen vor. Baufirmen und Bauherren legten dar, was der nachhaltige Einsatz von Beton für sie bedeutet. Generell war Thema, wo und wie die Akteure entlang der Wertschöpfungskette zusammenwirken können, um den Einsatz von Beton weiter zu optimieren.

Sebastian Spaun, Geschäftsführer der VÖZ, hob in seinem einleitenden Statement den vergleichsweise geringen CO₂-Fußabdruck des in Österreich erzeugten Zements hervor. Dass die heimische Industrie damit weltweit führend ist, zeigt er anhand einer umfassenden Erhebung des World Business Council for Sustainable Development. In Österreich fallen aktuell bei der Herstellung einer Tonne Zement rund 521 kg CO₂ an, während im Durchschnitt der EU-28 rund 623 kg CO₂ emittiert werden. Am Bau in Österreich werden somit allein aufgrund dieses Unterschieds rund 500.000 Tonnen CO₂ dadurch eingespart, dass österreichischer Zement verwendet wird. Zementgebundene Baustoffe, in der Originalstudie „cementitious materials“, sind – nach Wasser – das meist genutzte Material auf der Welt, die produzierten Mengen steigen weiterhin. 50 % beträgt der Anteil an den weltweit produzierten Materialien. In diese Relation gesetzt erscheint der oft kritisierte Anteil der Zementerzeugung von 5 bis 6 % an den weltweiten CO₂-Emissionen in einem anderen Licht.

Die Internationale Energieagentur (IEA) zeigt in ihrer Roadmap 2050 für die Zementerzeugung verschiedene Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen. Die österreichischen Werke agieren hier bereits vorbildlich und haben diese Potenziale großteils in der Vergangenheit realisiert. Beispiele sind der hohe Einsatz von Ersatzbrennstoffen, der in Österreich über 81 % liegt, und die Nutzung von Abwärme. Technisch möglich, aber mit sehr hohen Kosten verbunden ist das Abscheiden von CO₂ aus dem Herstellungsprozess, im Fachjargon Carbon Capture genannt. Bei Einsatz von Carbon Capture and Storage (CCS) hätte das mehr als eine Verdoppelung der Zementkosten zur Folge. Über 100 Mio. Euro müssten pro Werk in die CO₂-Abscheidung investiert werden, dazu kämen noch Kosten in erheblichem Ausmaß für Verwertung und Recycling des abgeschiedenen CO₂.



„Eine herausragende Eigenschaft von Beton ist, dass er über die Zeit durch die Nacherhärtung sogar besser wird. Bei fachgerechtem Einsatz gibt es keinen langlebigeren Baustoff. Nicht zufällig wird immer häufiger der Begriff ‚Betongold‘ als Synonym für Immobilien verwendet.“

Markus Stumvoll
Güteverband Transportbeton

Markus Stumvoll, Präsident des Güteverbands Transportbeton (GVTB), führte aus, mit welchen Maßnahmen die Mitglieder des GVTB die produktionsbedingten CO₂-Emissionen von Transportbeton senken. So ermöglicht es die ÖNORM B4710, alternative Stoffe wie Flugasche und Hütensand sowohl während des Mahlprozesses von Zement – als sogenannte Zumahlstoffe – zuzugeben, als auch später bei der Mischung des Betons als Zusatzstoffe. Diese hydraulisch wirksamen Zusatzstoffe, auch AHWZ genannt, tragen zur Senkung des Klinkeranteils bei. Dadurch können auch die dem Beton zugeschriebenen CO₂-Emissionen reduziert werden. Die in Österreich hergestellten Transportbetone weisen im Europavergleich den geringsten Klinkeranteil auf.

Bemerkenswert ist die Vielfalt an Betonsorten, die in Österreich gemeinsam mit den Bauherren – insbesondere im Tiefbau – entwickelt worden ist, z.B. für Weiße Wannen oder für Spritzbeton. Hier ist besonders wichtig, auf optimale Produktqualität und lange Lebensdauer zu achten.

Hohe Anteile der CO₂-Emissionen sind beim Transportbeton dem Transport an sich zuzuschreiben. Die Einführung eines höheren Transportgewichts der LKW bei gleichbleibender Achslast hat laut Stumvoll zu nennenswerten Senkungen der Emissionen geführt.

Dass Beton auch für die Nutzung von erneuerbarer Energie z.B. aus Wind- oder Wasserkraft ein unverzichtbarer Baustoff ist, sollte stärker bewusst gemacht werden. Zu wenig bekannt ist außerdem, dass durch Bauteilaktivierung Beton als Speicher für volatile Umweltenergie genutzt werden und damit auch auf diesem Weg zur Verwirklichung der Energiewende beitragen kann.



„Das Image von Beton hat sich sehr zum Positiven entwickelt, daran werden wir im gemeinsamen Marketing weiter arbeiten, denn Beton ist unersetzbar. Wenn wir weniger Fläche verbrauchen wollen, müssen wir in die Höhe und in die Tiefe bauen – das lässt sich am besten mit Beton lösen!“

Franz-Josef Eder
Verband Österreichischer
Beton- und Fertigteilwerke

Für **Franz-Josef Eder**, den Präsidenten des Verbandes Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB), steht in der Branche das Stichwort Ressourceneffizienz an erster Stelle. Seiner Einschätzung nach gilt es, an der Qualität und Lebensdauer von Bauwerken zu arbeiten und die Instandhaltungskosten über den gesamten Lebenszyklus möglichst niedrig zu halten. Für Infrastrukturbetreiber ist diese hohe Qualität besonders wichtig, aber auch im Hochbau können die Vorzüge von Betonfertigteilen verstärkt genutzt werden: Modulare Bauweisen ermöglichen Wiederverwendbarkeit und Demontierbarkeit. In puncto Wirtschaftlichkeit sind in den Fertigteilwerken kurze Ausschalzeiten, Anlagendurchsatz und die Größe von Härtekammern und Lagern wichtig: Je schneller die Betone aushärten, desto mehr kann produziert werden. Daher wurde in den vergangenen Jahren oft mehr Zement eingesetzt als laut Betonnorm erforderlich, was insgesamt zu einer hohen Qualität der Betonfertigteile geführt hat. Eine durch die Abscheidung von CO₂ bedingte Verdoppelung des Zementpreises würde dazu führen, dass im Herstellungsprozess an Schrauben zur Senkung des Zementverbrauchs gedreht würde, z.B. schlankere Bauteile durch moderne Bemessungsmethoden und durch Einsatz moderner Methoden des Schalungsbaus.

3D-Entwicklungen im Schalungsbau und die Verwendung von wiederverwertbaren Schalungsmaterialien, z.B. Wachs, werden dazu führen, dass leichtere Fertigteile mit weniger Beton entstehen. Das geringere Gewicht lässt auch die Emissionen im Transport sinken. Diese Einsparungen durch schlankere Bauteile mit modernsten Technologien im Schalungsbau und bei den Bemessungsprogrammen müssen mit Augenmerk auf die erforderliche hohe Qualität erfolgen. Gradientenbeton, bei dem sich die Zusammensetzung des Materials im Bauteilinneren verändert, ist eine weitere Möglichkeit, das Gewicht von Bauteilen zu senken. Je nach Anforderung können z.B. Bereiche, in denen die Betonmatrix sehr fest und dicht ist, stufenlos in deutlich leichtere, porösere Bereiche übergehen; auch Gradientenbeton kann in Zukunft Thema für die Fertigteilwerke werden.

Zu bedenken gab Franz-Josef Eder, dass es in der Regel um den Baustoff Stahlbeton geht. Auch höhere Preise beim Baustoff Stahl würden zur Steigerung der Effizienz im Bauwesen beitragen. Eine Alternative zu Stahl bietet die Verwendung anderer Materialien zur Bewehrung. Carbonfasern korrodieren nicht und benötigen weniger Überdeckung, das führt zu schlankeren Bauteilen und weniger Materialeinsatz.



„Beton nimmt über die Lebensdauer und insbesondere in der Phase des Recyclings an der Oberfläche durch den Prozess der Rekarbonatisierung wieder CO₂ aus der Luft auf, ist also eine CO₂-Senke. Diese Eigenschaft ist in der Öffentlichkeit zu wenig bekannt, ebenso die hervorragende Wiederverwertbarkeit des Baustoffs Beton.“

Rudolf Zrost
Vereinigung der Österreichischen
Zementindustrie

Rudolf Zrost, Vorsitzender des Vorstands der VÖZ, legte dar, dass in der Zementerzeugung ca. zwei Drittel der Emission bei der Austreibung von CO₂ aus Kalkstein anfallen. Die Entsäuerung des Kalksteins ist ein reversibler Prozess, denn Beton nimmt über die Lebensdauer und insbesondere in der Phase des Recyclings an der Oberfläche durch die sogenannte „Rekarbonatisierung“ wieder CO₂ aus der Luft auf und ist somit eigentlich eine CO₂-Senke. Viele wissen das nicht, und auch in Treibhausgasinventuren und Ökobilanzen ist dieser Prozess derzeit noch nicht abgebildet.

Zur Senkung des Energieverbrauchs ist es erforderlich, die eingesetzte Wärme optimal zu nutzen. Im Wärmetauscherturm sinkt Rohmaterial für die Zementerzeugung nach unten und nimmt dabei optimal Abwärme vom Ofen auf. Überschüssige Abwärme kann zusätzlich in Fernwärmenetze eingespeist werden.

Auch umwelttechnisch sind die Zementwerke stetig bestrebt, sich zu verbessern. Das Zementwerk LEUBE nimmt 2019 eine moderne DeCONOX-Anlage in Betrieb. Dort wird das Abgas noch einmal erhitzt, um Schadstoffe zu vernichten. In der gleichen Anlage wird auch NO_x reduziert.

Der Einsatz von Sekundärrohstoffen, z.B. Ziegelsplitt aus Bauschutt, bietet die Möglichkeit, nach Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zu arbeiten. Der Beton selbst kann aufgebrochen und wieder zu 100 % verwertet werden.

Potenzial zur Senkung von CO₂-Emissionen bietet auch der Klinkeranteil in Zementen, wobei es hier auf die Qualität zu achten gilt. Derzeit steht die Branche bei etwa 70 % Klinkeranteil, unter 66 % wird der Durchschnitt nicht gesenkt werden können.





„Die angebotene Vielfalt der Betone ist schön und gut, aber benötigt eine hohe Kompetenz auf der Baustelle. Daher wären weniger, dafür universeller einsetzbare Betone besser.“

Hubert Wetschnig
HABAU GROUP

Nach Einschätzung von **Hubert Wetschnig**, CEO der HABAU GROUP, ist es im Hochbau oftmals schwieriger, Qualitätsanforderungen durchzusetzen, als im Tiefbau. Denn dort bleibt der Beton nach Einbau oft sichtbar, was mit einer höheren Qualität der Ausführung einhergeht. Es wird achtsamer vorgegangen, weil Fehler nicht kaschiert werden können.

Der Fertigteilbereich bietet gute Möglichkeiten, schlankere Bauteile herzustellen. Im Transportbetonbereich ist diese Herausforderung ungleich größer, weil es auf der Baustelle oft an qualifiziertem Personal mangelt. Die neuen Normen schreiben Rüttelfugen, Arbeitsfugen und Bewegungsfugen vor, aber ohne qualifiziertes Personal sind die Anforderungen schwer in die Praxis umzusetzen. Geschultes Personal wird auf der Baustelle auch gebraucht, damit die richtige Betonsorte an der richtigen Stelle eingebaut wird, entsprechend den Vorgaben. Zudem stehen die hohen Anforderungen auf den Baustellen oftmals einer ausgeglichenen Work-Life-Balance entgegen. Die technischen Notwendigkeiten bestimmen den Bauablauf und damit auch die Arbeitszeiten der Mitarbeiter. Viele bevorzugen daher einen Arbeitsplatz im klimatisierten Büro.

Logistik und Bauabwicklung sind für die Nachhaltigkeit eines Bauwerks nach Ansicht von Hubert Wetschnig sehr wichtig. Die Prinzipien des Lean Management geben hier Anforderungen vor. Eine große Rolle spielen Planer und Architekten, die die richtige Qualität des Betons bestellen müssen, denn diese wird schon in der Ausschreibungsphase festgelegt: Baukörper und Geometrie müssen berücksichtigt werden, ebenso sollte der Einbau mitgeplant werden, damit der gebaute Beton der bestellten und geforderten Qualität entspricht. Zentral auf den Baustellen sind starke und gute Projektleiter, denn mit guter Koordination laufen Projekte effizienter. Als positives Beispiel hierfür nannte Herr Wetschnig den Bau des neuen Hauptbahnhofs in Wien.



„Mit Beton werden Lebensadern der öffentlichen Infrastruktur gebaut, deren Dauerhaftigkeit und Lebensdauer im Fokus stehen sollten.“

Günter Steinbauer
Wiener Linien

Günter Steinbauer, Geschäftsführer der Wiener Linien, brach eine Lanze für die Verkehrswende. Bauwerke und Infrastruktur sind dafür erforderliches Mittel zum Zweck. Infrastrukturbauten des öffentlichen Verkehrs bezeichnete er als Lebensadern, die es nachhaltig und dauerhaft zu bauen gilt. Im Fall von Tunnel- und Schienenanlagen ist eine lange Lebensdauer wichtiger als schlanke Bauteile. Brücken sollten auf eine Lebensdauer von 100 bis 120 Jahren angelegt werden und auch verstärkt werden können. Beton als Baustoff ist vor 120 Jahren schon von Otto Wagner eingesetzt worden, die Bauwerke sind heute noch befahrbar. Die Langlebigkeit von Beton sollte in Ökobilanzen eingerechnet und Emissionen auf die gesamte Lebensdauer des Baustoffs und der Bauten umgelegt werden. Denn die hohe Haltbarkeit und die Möglichkeit der Sanierung von Infrastrukturbauwerken aus Beton führen zu einem gesamtgesellschaftlichen Nutzen. Richtige Planung, richtiger Einbau und richtige Wartung und Instandhaltung sollten in diesem Sinne eine Selbstverständlichkeit sein, um die lange Lebensdauer tatsächlich zu erreichen.

Sebastian Spaun verwies darauf, dass die lange Lebensdauer nicht nur bei Infrastrukturbauten wichtig ist, sondern auch im Hochbau. Die Bausubstanz in Städten wie Wien und Brüssel ist im Schnitt 120 bis 135 Jahre alt. Kurze Lebens- und Nutzungsdauern führen zu erhöhtem Ressourcenverbrauch und steigenden Treibhausgasemissionen. Der bisherige Fokus auf die Errichtungs- und Produktionsphase in der Ökobilanzierung birgt die Gefahr, dass Robustheit und Langlebigkeit von Bauwerken aus den Augen verloren werden bzw. unter dem Gesichtspunkt der geplanten Obsoleszenz bewusst in Kauf genommen werden.





„Der Eurocode sieht für Ingenieurbauwerke eine Nutzungsdauer von 100 Jahren, für Hochbauten eine von 50 Jahren vor. Konzepte, die einen Abbruch von Wohngebäuden nach 20 bis 30 Jahren vorsehen, sind nicht zukunftsfähig. Stahlbeton hat den Nachweis einer mehr als 100-jährigen Nutzungsdauer vielfach erbracht.“

Georg Pommer
Stadt Wien, MA 39



„Jede Baustelle im Netz der ASFINAG, die durch die Verwendung langlebiger Produkte vermieden werden kann, ist ein Gewinn.“

Andreas Fromm
ASFINAG

Georg Pommer, Leiter der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien (MA 39), brachte die Bewertungssysteme Environmental Product Declaration (EPD) und Product Environmental Footprint (PEF) in die Diskussion ein. Daten der Hersteller werden künftig über digitale Tools wie Building Information Modelling (BIM) auf Knopfdruck angezeigt. Auch hier sollten Baustoffe über den gesamten Lebenszyklus und über die gesamte Lebensdauer betrachtet werden. Bauteile, die oft ersetzt werden müssen, führen über den Lebenszyklus zu hohen Kosten. Als positives Beispiel für eine langjährige und flexible Nutzung von Bauwerken führte Georg Pommer das Betonplattenkonzept der 1960er Jahre an. So zeigt sich etwa am Philipps-Haus in Wien, dass durch eine offene, flexible Tragestruktur ein Rohbau einer neuen Nutzung zugeführt werden kann und ein Gebäude so einem zweiten Wertschöpfungskreislauf zugeführt wird. Dementsprechend sollten von Architekten Entwürfe für offene, flexibel nutzbare Strukturen gefordert werden.

Beton ist ein Rohstoff, den man wiederverwenden kann, das ist eine große Stärke. Es ist allerdings noch nicht genug Beton zum Rezyklieren vorhanden, für Künettenfüllungen muss oft Naturmaterial verwendet werden. Mit Beton werden jetzt Rohstoffreserven für die Zukunft eingebaut, die sinnvoll wiederverwertet werden können. Diese Tatsache fließt auch noch nicht wirkungsvoll in die PEFs ein.

Der Eurocode sieht für Ingenieurbauwerke eine Nutzungsdauer von 100 Jahren und für Hochbauten von 50 Jahren vor. Konzepte, die einen Abbruch von Wohngebäuden nach 20 bis 30 Jahren vorsehen, sind nicht zukunftsfähig. Stahlbeton hat den Nachweis einer mehr als 100-jährigen Nutzungsdauer vielfach erbracht.

Andreas Fromm, technischer Geschäftsführer der ASFINAG, berichtete, dass der CO₂-Fußabdruck der Nutzer der Autobahnen um vieles höher sei, als jener der gebauten Infrastruktur. Das Augenmerk der ASFINAG liegt daher stark auf nachhaltigen Verkehrslösungen: alternative Antriebe, Umstiegsmöglichkeiten, Multimodalität. Ein weiterer Ansatz ist das sogenannte Truck-Platooning. Dabei fahren LKW dicht hintereinander in der gleichen Spur, wodurch ihr Treibstoffverbrauch sinkt. Allerdings kommt es dabei auch zu höheren Belastungen der Fahrbahnen.

Verbesserungspotenzial für die ASFINAG besteht bei Lebensdauer und Langlebigkeit: Jede Baustelle im Autobahnnetz ist eine volkswirtschaftliche Senke und schlecht für das Image der ASFINAG. Beim Einbau von Betondecken braucht es Qualität und Know-how.

Weitere wichtige Themen sind Lean Construction, Recycling und Digitalisierung. Letztere eröffnet neue Möglichkeiten in der Wartung und Qualitätskontrolle der Bauwerke. Fahrten und Transportkilometer können dadurch eingespart werden.



„Bei der Reduzierung des Klinkeranteils im Beton ist ein Niveau erreicht, das man erst einmal umsetzen sollte – im Hinblick darauf, ob das so wie erhofft funktioniert. Einsparungen sollten keinesfalls die Dauerhaftigkeit beeinträchtigen.“

Alfred Hüngsberg
ÖBB Infrastruktur AG

Auch **Alfred Hüngsberg**, Bereichsleiter für Brückenbau bei der ÖBB, hob die Langlebigkeit als wichtiges Kriterium hervor. Das Maß der Dinge ist am Ende des Tages die Haltbarkeit. Denn es macht einen Unterschied, ob man in einem Zeitraum von 150 oder 200 Jahren eine Brücke einmal, zweimal oder dreimal bauen muss. Infrastrukturbetreiber sollten daher in langen Perioden denken.

Seit etwa 30 Jahren werden bei den ÖBB-Brücken Randbalkenfertigteile eingesetzt, weil diese bei der Wartung leichter getauscht werden können und der Zugverkehr nicht lange unterbrochen werden muss. Jedes Jahr werden ca. 100 Brücken neu gebaut, etwa 90 % davon mit diesen Fertigteilen. Auffallend ist die hohe Qualität. Es gibt de facto keine Schäden. Die Fertigteilwerke haben Beton in sehr hoher, ja besserer Qualität als ausgeschrieben geliefert, u.a. dadurch ist diese Langlebigkeit bedingt. Auch heute wird der Dauerhaftigkeit von neuem Beton hohe Aufmerksamkeit gewidmet.

Bedauerlich findet Alfred Hüngsberg, dass es seit 20 Jahren die europäische Betonnorm gibt, aber erst jetzt Verfahren genormt werden, die im Labor die Lebensdauer eines neuen oder neu zusammengesetzten Materials prognostizieren können.

In der Ausbildung kommt der Baustoff Beton zu kurz. Wichtig wäre es, das Image von Beton zu heben, dann wäre es für Firmen leichter, Arbeitskräfte bzw. Nachwuchs zu finden.

Bei den Infrastrukturbetreibern Wiener Linien, ASFINAG und ÖBB ist das Thema Lebensdauer jedenfalls eines der Hauptentscheidungskriterien. Daher sollten ökologische Kennzahlen auf die Lebensdauer bezogen werden, und auch in der volkswirtschaftlichen Betrachtung müsste berücksichtigt werden, wenn Infrastrukturbauten selten oder gar nicht für die Wartung gesperrt werden müssen.



Bauwerke

klimafreundlich konstruieren

Die Nachhaltigkeit eines Bauwerks hängt im Hochbau insbesondere von seinem Energiebedarf ab und davon, ob dieser aus erneuerbaren Quellen gedeckt wird. Eine lange Lebensdauer und ein geringer Instandhaltungsaufwand wirken sich auch im Tiefbau positiv aus.

Klimafreundlich Heizen und Kühlen mit Beton

Beton ist ein hervorragender Wärmespeicher und Wärmeleiter und kann daher zum Heizen und Kühlen von Gebäuden genutzt werden. Wie das geht? In Betonbauteile mit großer Oberfläche werden Rohrleitungen eingelegt. Durch diese wird je nach Bedarf warmes oder kühles Wasser geleitet, das die Wärme oder Kälte an den Beton abgibt. Der Beton wird dadurch als Speichermasse und Übertragungsfläche thermisch aktiviert. Techniker sprechen von Thermischer Bauteilaktivierung (TBA) bzw. Betonkernaktivierung.



Die VÖZ hat in den vergangenen Jahren zahlreiche Forschungsprojekte initiiert und gemeinsam mit Kooperationspartnern zur Weiterentwicklung, Standardisierung und Verbreitung der TBA beigetragen. Insbesondere hat sie das Potenzial von Beton zur Einlagerung und Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Wind, Sonne) in Phasen des Überangebots ausgelotet.

Auszeichnungen wie der Energy Globe Award 2018 des Landes Salzburg oder die Nominierung für den Staatspreis Umwelt und Entwicklung 2018 für die ARGE Bauteilaktivierung bestätigen, dass dieses Potenzial zunehmend erkannt wird. Besonders erfreulich ist, dass es in der Baupraxis auch immer häufiger realisiert wird.

Nachstehend stellen wir mehrere Projekte vor, bei denen Bauteile aus Beton mit Energie aus erneuerbaren Quellen thermisch aktiviert werden.



Gebäude als netzdienliche Speicher – Abschluss des „Stadt der Zukunft“- Monitoringprojekts
Das Monitoring in den Jahren 2016–2018 hat gezeigt, dass mit der Bauteilaktivierung der Wärme-Energiebedarf des Einfamilienhauses H großteils zu jenen Zeiten gedeckt werden konnte, in denen erneuerbarer Windstrom im Überschuss und demnach kostengünstig zur Verfügung stand. Die Bauteilaktivierung schafft somit die Voraussetzungen für eine wirksame Energieflexibilität von Gebäuden. Drei Viertel der Wärmeproduktion der Wärmepumpe stammen aus regenerativer Erdwärme, das verbleibende Viertel stammte zu 80 % aus Überschuss-Windstrom. Das Haus H kommt so einer Versorgung mit 100 % erneuerbarer Wärme sehr nahe. Endbericht in der bmvit-Schriftenreihe 13/2019 www.nachhaltigwirtschaften.at



Demonstrationsprojekt MGG²²
Das Wohnquartier mit 160 Wohneinheiten in der Mühlgrundgasse in Wien 22, nur wenige Gehminuten von der Station Stadlau (U2, S-Bahn, Bahn) entfernt, bildet – trotz dreier Bauplätze – ein städtebauliches Ensemble mit Plätzen, Höfen und essbaren Pflanzen. Erstmals realisiert wurde im sozialen Wohnbau in Wien die synergetisch-ökologische Kombination aus 100 % erneuerbarer Energie (davon mehr als 80 % Wind-Überschuss-Strom), Erdwärme (Tiefensonden) und thermischer Bauteilaktivierung: Die Geschoßdecken aus Beton werden zum kostengünstigen Heizen und Kühlen und zugleich als Energiespeicher für Windstrom genutzt. Fertigstellung Herbst 2019. www.mgg22.at



Wohnhausanlage Sommerein
Bei den 14 Reihenhäusern und 22 Wohnungen im Wohnpark Wolfsbrunn in Sommerein wird die thermische Bauteilaktivierung erstmals im sozialen Wohnbau in Niederösterreich eingesetzt. Erneuerbare Energie aus nahegelegenen Windparks der EVN wird in die massiven Bauteile eingespeichert und je nach Bedarf in Form von angenehmer Kühlung oder Strahlungswärme an die Wohnräume abgegeben. Das Konzept der speichernden Bauteilaktivierung zum Heizen und Kühlen wird zum Meilenstein in der Dekarbonisierung des Sektors Raumwärme. Fertigstellung erster Bauabschnitt Herbst 2019. www.zement.at/sommerein

Straßen aus Beton – volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll

Ein guter Zustand des Straßennetzes bis hin zu den Gemeindestraßen ist unerlässlich für Österreich als Lebens- und Wirtschaftsstandort. Fahrbahnen aus Beton weisen im Vergleich zu herkömmlichen Asphaltstraßen wirtschaftliche und ökologische Vorzüge auf. Durch neue Technologien in der Errichtung könnte Beton diese künftig auch vermehrt im regionalen und kommunalen Straßennetz ausspielen.

Betonstraßen sind langlebig, belastbar, bleiben frei von Spurrillen und verformen sich nicht in der Sommerhitze. Ihre hellere Oberfläche trägt am Land zu mehr Sicherheit bei, in der Stadt mindert sie den „Urban Heat Island Effect“. Durch die steifen Betonoberflächen wird der Rollwiderstand verringert und somit Treibstoff gespart. Dadurch werden weniger Emissionen erzeugt, der Transport optimiert und die Verkehrssicherheit erhöht.

Im hochrangigen Straßennetz ist Beton aufgrund seiner Vorzüge bereits weit verbreitet. Die dort übliche Errichtung mit dem Betondeckenfertiger ist im niederrangigen Straßennetz allerdings nicht zweckmäßig. Der Verein EcoRoads hat daher die Errichtung von Betonstraßen aus Walzbeton erforscht und erfolgreich erprobt. Walzbeton kombiniert die Vorteile des einfachen und flexiblen Einbaus mit einem Asphaltfertiger mit den hervorragenden materialtechnologischen Eigenschaften des Baustoffs Beton für die Herstellung langlebiger regionaler High-End-Straßen.

Erfolgreicher Einbau von Walzbeton mit modifiziertem Asphaltfertiger

Auf einer 500 Meter langen Teststrecke in der Steiermark ist es dem Forscherteam von EcoRoads in Kooperation mit Volvo gelungen, eine massive Straßendecke aus Walzbeton mit einem modifizierten Asphaltfertiger einzubauen.

Volvo hat für diese Teststrecke einen Kettenfertiger mit Doppelstampferbohle zur Verfügung gestellt, mit dem es möglich ist, Beton wie auch Asphalt einzubauen. Beim Einbau wurden verschiedene Betonrezepturen des Forschungslabors Smart Minerals und unterschiedliche Oberflächenbearbeitungen getestet. Die Arbeitsgeschwindigkeit lag mit etwa ein bis zwei Metern pro Minute nur geringfügig unter der von Asphalt. Der Walzbeton wurde mit erdfeuchter Konsistenz verarbeitet. Dadurch erreicht er rasch nach dem Einbau bereits die erforderliche Standfestigkeit und kann in weniger als einem Tag befahren werden. Der erfolgreiche Einbau transferiert Forschungsarbeiten in die Straßenbau-Praxis und demonstriert, dass Beton auch im niederrangigen Verkehrsnetz eine attraktive Alternative zum Asphalt darstellt.



Concrete Student Trophy



Was mit Beton alles möglich ist und zu welch großartigen Ergebnissen die fächerübergreifende Zusammenarbeit von Studierenden führen kann, zeigen Jahr für Jahr die ausgezeichneten Projekte der Concrete Student Trophy. 2018 bestand die Aufgabenstellung darin, eine fiktive Markthalle für regionale Lebensmittel und Kulinarik zu planen, die zu Aufenthaltsqualität und Atmosphäre am Grazer Jakominiplatz beiträgt.

Seit mittlerweile 13 Jahren spornt die „Concrete Student Trophy“ ambitionierte Studierende der Architektur- und Bau fakultäten dazu an, sich interdisziplinär und kreativ mit dem Baustoff Beton auseinanderzusetzen. Der Preis ist mit insgesamt 12.000 Euro dotiert. Beurteilt werden nicht nur die architektonische Idee und die gestalterische Qualität, sondern auch Funktionalität, Durchführbarkeit, technische Innovation und Konstruktion.

„All diese städtebaulichen und architektonischen Qualitäten würde man sich bei vielen bestehenden Gebäuden wünschen.“

Architektin Susanne Fritzer
Juryvorsitzende CST 2018

Bei der 13. Ausgabe des Wettbewerbs ging es darum, den Grazer Jakominiplatz mit einer Markthalle zu bestücken – eine herausfordernde Aufgabe, handelt es sich doch um den größten Platz in der zweitgrößten Stadt Österreichs.

Gewonnen hat 2018 ein Team von der TU Graz mit dem Projekt „Vielfalt“. Laut Jury hat das Siegerteam die Aufgabe städtebaulich, architektonisch und konstruktiv am überzeugendsten

gelöst. Jede Seite der Markthalle korrespondiert und interagiert mit den Vorgängen rund um das Gebäude. Räumlich-funktionale Erfordernisse, sei es im Haltestellenbereich, zum Stadtpark hin oder zum Joanneumring und zur Herrengasse werden miteinbezogen.

Bei der feierlichen Preisverleihung in der Aula der TU Graz bedankte sich Prof. Stefan Peters für das Engagement der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie und unterstrich die Bedeutung von interdisziplinärer Zusammenarbeit als „wichtige Grundlage, um die Herausforderungen der Baubranche zu bestehen und die Qualität der Projekte höher werden zu lassen.“



Carbon- atisierung

CO₂-Senke Beton

Zementgebundene Baustoffe nehmen CO₂ auf und binden es dauerhaft ein. Aktuelle Forschungen befassen sich damit, wie die CO₂-Aufnahme bilanziert und gesteigert werden kann.

Beton nimmt CO₂ wieder auf

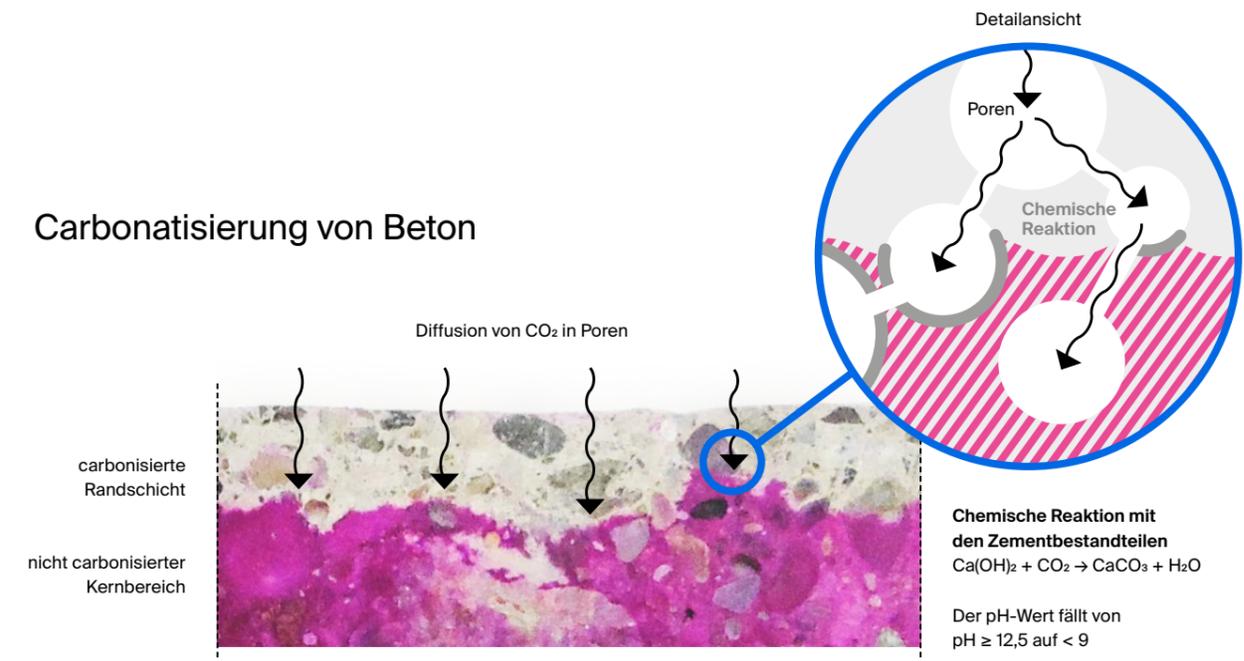
In der Vergangenheit wurde die Carbonatisierung von Beton aufgrund des verminderten Korrosionsschutzes für die Bewehrung als potenzielle Schadensquelle betrachtet. Das hat sich in den letzten Jahren geändert. Denn Beton hat damit im globalen CO₂-Kreislauf eine bedeutende Senkenfunktion.

Seit der Veröffentlichung einer Studie chinesischer und amerikanischer Geowissenschaftler in der Fachzeitschrift „Nature Geoscience“ Ende 2016 ist Beton als globale CO₂-Senke im Gespräch. Das Forscherteam hatte errechnet, dass zementgebundene Baustoffe 43 % jener CO₂-Emissionen, die zwischen 1930 und 2013 durch Kalzinierung (diese macht ca. zwei Drittel der gesamten CO₂-Emissionen aus) in der Zementproduktion freigesetzt wurden, wieder aus der Atmosphäre aufgenommen haben.

Bezieht man die Brennstoffemissionen mit ein, nehmen zementgebundene Baustoffe etwa 25 % der gesamten CO₂-Emissionen aus der Zementherstellung wieder auf, etwa 10 % in der Nutzungsphase und ca. 15 % in der Recyclingphase. Dieser Annahme folgend würden die zementgebundenen Baustoffe in Österreich jährlich 640.000 Tonnen CO₂ aus der Luft aufnehmen.

Beton und Mörtel entziehen der Atmosphäre also große Mengen CO₂. Dieser Eigenschaft wurde bisher weder in Lebenszyklusanalysen der Baustoffe und Bauwerke noch in nationalen Treibhausgasinventuren Rechnung getragen. Hier sind noch weitere wissenschaftliche Studien und Erkenntnisse zu erwarten. Ein gutes Verständnis der CO₂-Aufnahme im Lebenszyklus von Betonkonstruktionen wird dazu führen, dass die CO₂-Aufnahme gesteigert werden kann. Insbesondere im Bereich des Baustoffrecyclings liegen große Potenziale, wenn Beton klein aufgebroschen wird. Bis zu 75 % der bei der Zementherstellung freigesetzten Prozessemissionen könnten dann wieder aufgenommen werden. Forschungen, wie diese Kapazität in der Praxis genutzt werden kann, sind im Gange.

Carbonatisierung von Beton



Carbonatisierung von Beton

Beton ist ein diffusionsoffener Baustoff. Abhängig von der Qualität und Porenstruktur kann Luft mehr oder weniger tief in ihn eindringen. Dabei kommt es zu einer chemischen Reaktion. Das Kohlendioxid der Luft reagiert mit dem Calciumhydroxid im Zementstein zu Calciumcarbonat und wird dauerhaft im Beton eingebunden. Dieser Vorgang wird als Carbonatisierung bezeichnet und ist die Umkehr der Kalzinierung, also der Entsäuerung des Kalksteins, die in der Zementproduktion rund zwei Drittel der gesamten CO₂-Emissionen verursacht.

Die Qualität des Baustoffs leidet unter der Carbonatisierung nicht, Beton wird dadurch sogar fester. Bei Stahlbeton ist die Carbonatbildung allerdings problematisch: Der Korrosionsschutz der Stahlbewehrung beruht auf dem hohen pH-Wert des Betons (alkalische Passivierung). Durch das Binden von CO₂ mittels Carbonatbildung fällt der pH-Wert und die Bewehrung kann durch Einfluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff korrodieren. Um das zu verhindern, muss der Beton den Bewehrungsstahl mit einer bestimmten, in den Normen festgelegten Überdeckung einschließen.

Kennzahlen der Zementindustrie

Wirtschaft	Einheit	2004	2016	2017	2018	Δ 2018/17 (%)
Jahresumsatz	Mio. Euro	317,7	399,4	412,2	431,5	+4,7
Bruttowertschöpfung	Mio. Euro	142,6	167,0	144,4	185,5	+28,5
Bruttowertschöpfung / Jahresumsatz	%	44,9	41,8	35,0	43,0	+22,8
Anlageinvestitionen	Mio. Euro	32,2	26,4	51,3	71,7	+39,9
Anlageinvestitionen / Jahresumsatz	%	10,1	6,6	12,4	16,6	+33,7
Anlageinvestitionen / Bruttowertschöpfung	%	22,6	15,8	35,5	38,7	+8,9

Soziales

Mitarbeiter (MA)		1.210	1.156	1.151	1.155	+0,3
Lehrlinge		98	89	76	76	0,0
Lehrlingsanteil	%	8,1	7,7	6,6	6,6	-0,3
Frauen im Unternehmen		151	146	164	172	+4,9
Frauenanteil	%	12,4	12,6	14,2	14,9	+4,5
Mitarbeiterfluktuation	%	2,8	5,9	8,0	9,9	+23,5
Pensionierungen		45	25	22	29	+31,8
Aus- und Weiterbildung	Mio. Euro	0,601	0,628	0,595	0,622	+4,5
Weiterbildung pro Mitarbeiter (MA)	Euro pro MA	497	543	517	539	+4,1
Gesamtunfälle (ab dem ersten Tag)		75	22	23	27	+17,4
Unfallhäufigkeit (je 1 Mio. Arbeitsstunden)		37,4	12,2	12,4	14,7	+18,5
Unfallschwere (Ausfallstage-Index)	Ausfallstage je 1.000 h	0,51	0,15	0,13	0,24	+84,6

Brennstoff- und Stromverbrauch *

Konventionelle Brennstoffe (Kohle, Heizöl, Petrolkoks, Erdgas usw.)	TJ	6.353	2.805	2.465	2.595	+5,3
Alternativbrennstoffe	TJ	5.679	10.110	10.256	11.238	+9,6
Elektrischer Strom	MWh	479.221	543.113	552.155	592.852	+7,4

Umwelt	Einheit	2004	2016	2017	2018	Δ 2018/17 (%)
Investitionen in Umweltschutzmaßnahmen	Mio. Euro	6,6	12,5	19,4	45,7	+136,0
Anteil der Investitionen in Umweltschutzmaßnahmen an den gesamten Anlageinvestitionen	%	20,6	47,3	37,8	63,7	+68,6
Aufwendungen für Umweltschutzmaßnahmen	Mio. Euro	4,2	9,1	9,8	10,8	+10,3
Anteil der Aufwendungen für Umweltschutzmaßnahmen an der Bruttowertschöpfung	%	3,0	5,4	6,8	5,8	-14,1
Rohmehleinsatz *	Mio. t	5,180	5,1	5,1	5,4	+7,2
Klinkerproduktion *	Mio. t	3,223	3,300	3,313	3,552	+7,2
Zementproduktion *	Mio. t	4,356	4,777	4,880	5,242	+7,4
CO ₂ -Emissionen	Mio. t	2,714	2,588	2,562	2,731	+6,6
Alle bahnverladenen Eingangs- und Ausgangsfrachten	Mio. t	0,964	1,434	1,497	1,309	-12,6
Ressourcenschonung	kg Ersatzstoffe pro t Zement	319	461,2	456,0	462,0	+1,3
Ersatzbrennstoffrate *	%	47,2	78,3	80,6	81,2	+0,8
Thermischer Energieeinsatz *	MJ/t Zement	2.762	2.704	2.607	2.639	+1,2
CO ₂ -Intensität	kg CO ₂ /t Zement	623	542	525	521	-0,8

Spezifische Emissionen *

Staubförmige Emissionen	g/t Klinker	16,1	7,2	8,2	8,4	+2,7
Stickstoffoxide	g/t Klinker	1.418	653	634	651	+2,6
Schwefeldioxide	g/t Klinker	167,0	79,2	88,2	90,2	+2,3
Chlorhaltige Verbindungen	g/t Klinker	3,87	6,09	6,61	4,81	-27,3
Fluorhaltige Verbindungen	g/t Klinker	0,204	0,278	0,283	0,191	-32,6
Organischer Gesamtkohlenstoff	g/t Klinker	81,7	60,9	62,1	58,5	-5,9
Summe metallischer Spurenelemente (Cd, Ti, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn)	g/t Klinker	0,168	0,125	0,156	0,190	+21,7

* Datengrundlage: G. Mauschitz: „Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie“

Innovation

F&E Aufwand der Zementindustrie (ZI)	Mio. Euro	7,6	11,5	11,6	12,3	+6,0
F&E Aufwand ZI / Jahresumsatz	%	2,4	2,9	2,8	2,9	+1,3
Anzahl der Mitarbeiter in F&E		112	96	97	96	-0,5
Anteil der Mitarbeiter in F&E	%	9,3	8,3	8,4	8,3	-0,9

www.zement.at