

KURZFASSUNG DER BEITRÄGE

Kollo quium

Forschung & Entwicklung
für Zement und Beton

2021

Inhalt

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

- 03 **Nachhaltigkeit im Tiefbau**
Konrad Bergmeister
BOKU Wien, Institut für konstruktiven Ingenieurbau
- 07 **CO₂-Roadmap der österreichischen Zementindustrie**
Felix Papsch
VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
- 11 **CO₂ – Rohstoff der Zukunft**
Reinhold Lang
Johannes Kepler Universität Linz,
Institute of Polymeric Materials and Testing (IPMT)
- 14 **Recyclingbeton – ein wichtiger Beitrag zu
Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft**
Franz Denk
Wopfinger Transportbeton GmbH

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

- 17 **Vorstellung von Austrian Cooperative Research**
Sonja Sheikh
ACR – Austrian Cooperative Research
- 19 **Getemperte Tone als neue Zuschlagstoffe**
Cornelia Bauer
VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
in Kooperation mit Smart Minerals GmbH
- 23 **Klimafitte Zemente der Zukunft**
Rupert Friedle
VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
in Kooperation mit Smart Minerals GmbH
- 26 **Qualitätsmanagement mit der besten verfügbaren Technologie
im Zementwerk Wietersdorf**
Peter Ramskogler, Florian Salzer
w&p Zement GmbH
- 30 **Forschungsprojekt „Nachhaltige Betonstraßen“**
Lukas Eberhardsteiner
TU Wien, Institut für Verkehrswissenschaften
Martin Peyerl
Smart Minerals GmbH
- 35 **Microlabor für die thermische Bauteilaktivierung 2.0**
Michael Moltinger
FH Salzburg, Department Smart Building

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Nachhaltigkeit im Tiefbau

Konrad Bergmeister

BOKU Wien, Institut für konstruktiven Ingenieurbau

Nachhaltigkeit im Tiefbau

Konrad Bergmeister

BOKU Wien, Institut für konstruktiven Ingenieurbau

konrad.bergmeister@boku.ac.at

www.boku.ac.at

Im Rahmen der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) wurde eine Arbeitsgruppe zur *Nachhaltigkeit im Tiefbau* unter der Leitung von Prof. Konrad Bergmeister mit über 70 Mitgliedern von der Bauindustrie, öffentlichen Infrastrukturbetreibern, Planungsbüros und Universitäten gebildet.

In einem ersten Sachstandsbericht (10/2021) konnten der aktuelle Stand der Bemühungen zur Nachhaltigkeit und Ökologisierung im Tiefbau umfassend dargestellt werden. Gezielt wurden dabei die wichtigsten Elemente zur Erzielung der stufenweisen THG-Emissionsreduktionen im Bereich des Tiefbaues analysiert.

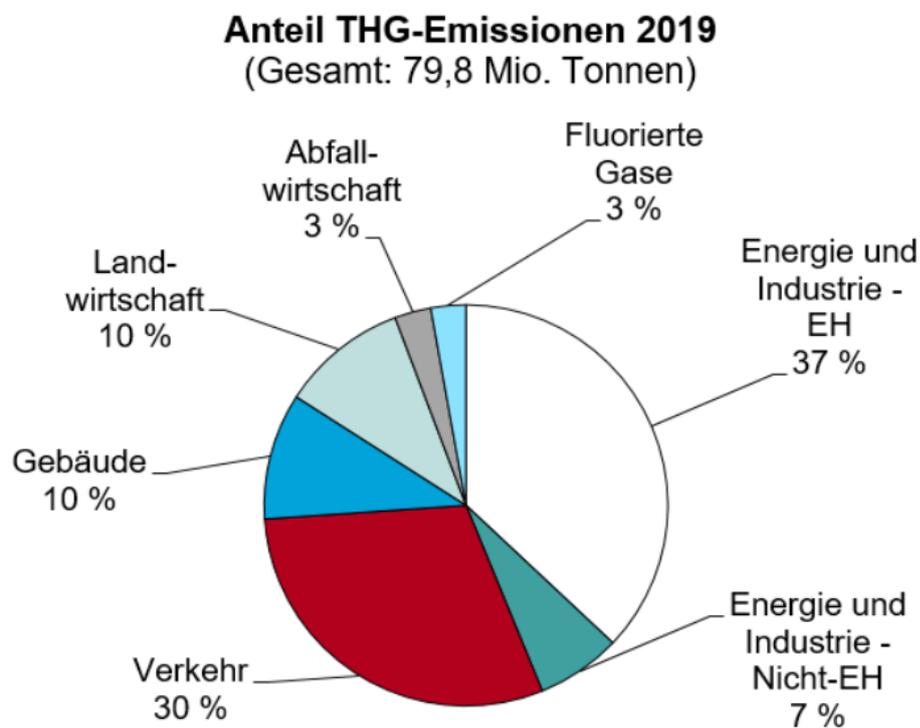


Abbildung 1: Anteile THG-Emissionen 2019 (Umweltbundesamt 2021)

Wie steht es mit dem Bauwesen in Österreich?

Die Aktivitäten zur Errichtung eines Bauwerkes, zum Betrieb und zur Instandhaltung betreffen sowohl den Bereich der Gebäude, Energie und Industrie als auch den Verkehr. Dem Zement werden weltweit etwa 7 % der THG-Emissionen zugeschrieben. Hier ist es vor allem der Portlandzement. Im Zuge des Brennvorganges wird der Kalkstein entsäuert, dem etwa zwei Drittel des Treibhausgas-Ausstoßes bei der Zementherstellung zugerechnet werden können. Der restliche Anteil ist herstellungstechnisch bedingt und hauptsächlich auf den Brennvorgang der Zementausgangsstoffe bei ca. 1450°C zurückzuführen.

Durch hervorragende Forschungs- und Entwicklungsarbeit der österreichischen Zementindustrie gelang es in den vergangenen 28 Jahren (1990–2018) im Vergleich zum europäischen Durchschnitt knapp 10 Mio. Tonnen an CO₂eq einzusparen.

Auch durch die konkreten Anwendungen von aufbereiteten hydraulisch wirksamen Zusatzstoffen, durch gezielte Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks mit ca. 30 % AHWZ-Anteil bei Kraftwerksbetonen, bei Innenschalenbeton, bei Weißen Wannern und durch den Einsatz von Tunnelausbruchmaterial, unterstützt durch wissenschaftlich basierte ausgearbeitete ÖBV-Richtlinien, wurden bereits wesentliche Beiträge zur Nachhaltigkeit im Tiefbau geleistet.

Aus ressourcentechnischer Sicht wird versucht, natürliche Gesteinskörnungen, wie Sand und Kies, bestmöglich zu schonen und diese durch Recyclinggesteinskörnungen zu ersetzen. Das Angebot an Recyclinggesteinskörnungen ist jedoch gering und kann nur einen kleinen Teil des Bedarfes abdecken. Betonabbruchmaterial, das sortenrein mit gleichbleibender Qualität vorliegt, kann nahezu vollständig wiederverwendet werden. In jedem Fall sollte gerade bei Abbruch von bestehenden Infrastrukturbauten verpflichtend das Betonabbruchmaterial wieder in den Materialkreislauf geführt und verwendet werden. Dem Recycling von mineralischen Baustoffen im Bausektor kommt auch gemäß der Verordnung, ab 2024 die meisten mineralischen Baustoffe zu verwerten, eine große Bedeutung zur Förderung der Kreislaufwirtschaft zu.

Die Ökobilanz von Betonstahl ist stark vom verwendeten Energiemix des elektrischen Stroms für die Stahlherstellung abhängig. Derzeit werden große Anstrengungen unternommen, um bei der Stahlherstellung die Ökobilanz zu verbessern. Zahlreiche Forschungsprojekte wurden in letzter Zeit sowohl zur Steigerung der Tragfähigkeit durch hochfeste Stähle, zur adaptiven Anpassung der Strukturen mit Formgedächtnislegierungen und durch alternative Bewehrungen mittels verstärkter Kunststoffe (Carbon, Glas, Basalt, Aramid etc.) durchgeführt.

Nicht zu unterschätzen ist der Einfluss der Konstruktionsart auf die Lebensdauer von Bauwerken im Tiefbau. Im Sinne der Nachhaltigkeit werden der Einsatz möglichst reduzierter Bauteilmassen sowie materialsparende, aber robuste Konstruktionen angestrebt. Als positives Beispiel kann hier der integrale Brückenbau (z.B. Verzicht von Fugen und Lagern in der Ausführung) genannt werden.

Einer der wohl wichtigsten Aspekte in Bezug auf die Nutzungsdauer von Bauwerken im Tiefbau ist eine gut durchdachte Instandhaltungsstrategie über die gesamte Nutzungsdauer. Das ermöglicht die Generierung von Degradationsdaten, die wiederum in strategische Entscheidungen einfließen können. Hier gibt es reaktive sowie präventive Instandhaltungsstrategien, wobei letztere zu forcieren sind.

Ein großes Potenzial steckt auch in einer probabilistischen Berechnung unter Einbezug der gebauten Geometrie, der mechanischen (physikalischen) Eigenschaften der Baustoffe sowie von Monitoringdaten, wodurch die Nutzungsdauer von Bauwerken im Tiefbau von üblicherweise 50–100 Jahren gerade im Tunnel- und Brückenbau deutlich erhöht und die Reinvestitionszeitpunkte wesentlich verbessert werden können.

Die in Österreich für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Tiefbauprojekten relevanten Normen gliedern sich in international (ISO) gültige Management- und Rahmenbedingungs-Normen, europäische (CEN) Methoden-Normen und nationale (ÖNORM) Anwendungsnormen. Es gibt jedoch derzeit kein veröffentlichtes Zertifikat bzw. Bewertungssystem zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Tiefbauprojekten. Der neue Nachweis der Klimaverträglichkeit, erforscht in enger Zusammenarbeit mit internationalen Wissenschaftlern, könnte die tatsächlichen Reduktionen der Umweltwirkungen (ausgedrückt in CO_2eq) über die Nutzungsdauer der Bauwerke auch quantifizieren. Dazu sollte ein einheitlich abgestimmtes Bewertungssystem mit einer Referenzdatenbank zur Beurteilung der Ökobilanzen für den Tiefbau entwickelt werden.

Die österreichische Zementindustrie hat im europäischen Vergleich die geringsten Emissionswerte; nun gilt es einen konsequenten und quantifizierbaren Weg der Emissionsreduktionen für das gesamte Bauwesen einzuschlagen.

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

CO₂-Roadmap der österreichischen Zementindustrie

Felix Papsch

VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie

CO₂-Roadmap der österreichischen Zementindustrie

Mag. Dr. Felix Papsch, DI (FH) Cornelia Bauer,
DI Claudia Dankl, Dr. Rupert Friedle, DI Sebastian Spaun

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie

office@zement.at

www.zement.at

Dem jüngsten Bericht der Weltorganisation für Meteorologie zur Folge hat die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre im Jahr 2021 mit 413 ppm (Teile pro eine Million) einen neuen Höchststand erreicht. Die CO₂-Konzentration liegt damit 149 % über dem vorindustriellen Niveau. Alle Treibhausgase zusammen haben bereits zu einer durchschnittlichen weltweiten Erwärmung von 1,1 Grad geführt. Die CO₂-Emissionen der Zementindustrie nehmen einen nennenswerten Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen ein, ihr Anteil beträgt etwa 4,5 % weltweit und rund 3,3 % in Österreich.

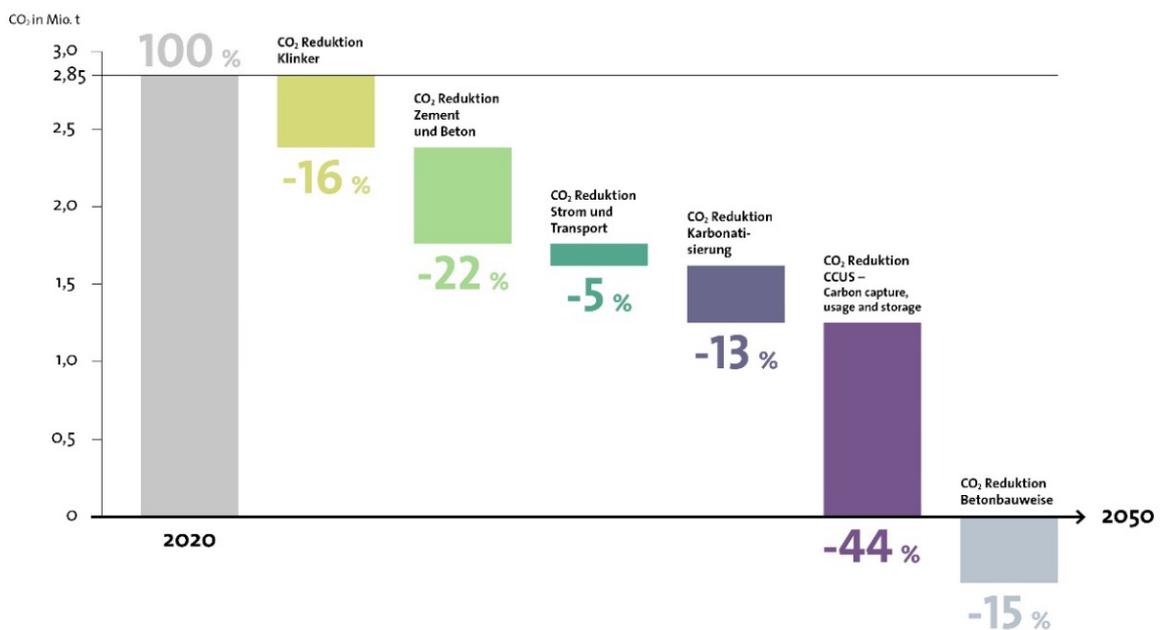
Die Österreichische Zementindustrie hat bereits frühzeitig ihre Bestrebungen zur Reduktion der CO₂-Emissionen initiiert. Die bisherigen Maßnahmen konzentrierten sich v.a. auf den Einsatz modernster Technologien für die Zementproduktion, die Abkehr von fossilen Brennstoffen und deren Ersatz durch alternative Brennstoffe sowie die Reduktion der CO₂-intensiven Klinkerkomponente im Zement. Mit ihrer CO₂-Roadmap zeigt die österreichische Zementindustrie den weiteren Weg bis zum Jahr 2050 auf und legt dar, wie entlang der Wertschöpfungskette von Zement und Beton CO₂-Neutralität erreicht werden kann. Zur Zielerreichung ist ein Bündel an verschiedenen Maßnahmen erforderlich. Dabei werden neben einer weiteren Forcierung der bisherigen Maßnahmen so genannte Breakthrough-Technologien eine entscheidende Rolle spielen.

Im Bereich der Klinkerherstellung werden vor allem weitere Brennstoffumstellungen und Energieeffizienzsteigerungen wichtige Beiträge zur Emissionsreduktion liefern. Im Bereich der alternativen Brennstoffe wird die Zementindustrie weiterhin ein wichtiger Partner der Kreislaufwirtschaft sein. Darüber hinaus werden als zukünftige Energieformen Wasserstoff, erneuerbare Gase und elektrischer Strom zur Wärmebereitstellung eingesetzt. Die Roadmap geht davon aus, dass hierfür die technischen und wirtschaftlichen Hürden bewältigt werden. Begleitet werden diese Maßnahmen durch die Beibehaltung der bereits hohen Einsatzquote an alternativen Rohstoffen sowie im untergeordneten Ausmaß durch die Etablierung neuer Klinkerrezepturen. Im Bereich von Zement und Beton stellt die Reduktion der CO₂-intensiven Klinkerkomponente einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung dar. Diese Maßnahme erfordert die Entwicklung neuer Zementbestandteile und eine feinere Mahlung der Zementbestandteile. Im Bereich der Erzeugung von elektrischem Strom geht die Roadmap in Anlehnung an das aktuelle Übereinkommen der österreichischen Bundesregierung davon aus, dass elektrischer Strom ab 2030 CO₂-neutral zur Verfügung steht. Ebenso wird für den Transport der Einsatzstoffe und Produkte vorausgesetzt, dass kohlenstoffneutrale Antriebe für die Transportfahrzeuge entwickelt und marktfähig werden. Seitens des Intergovernmental Panel on

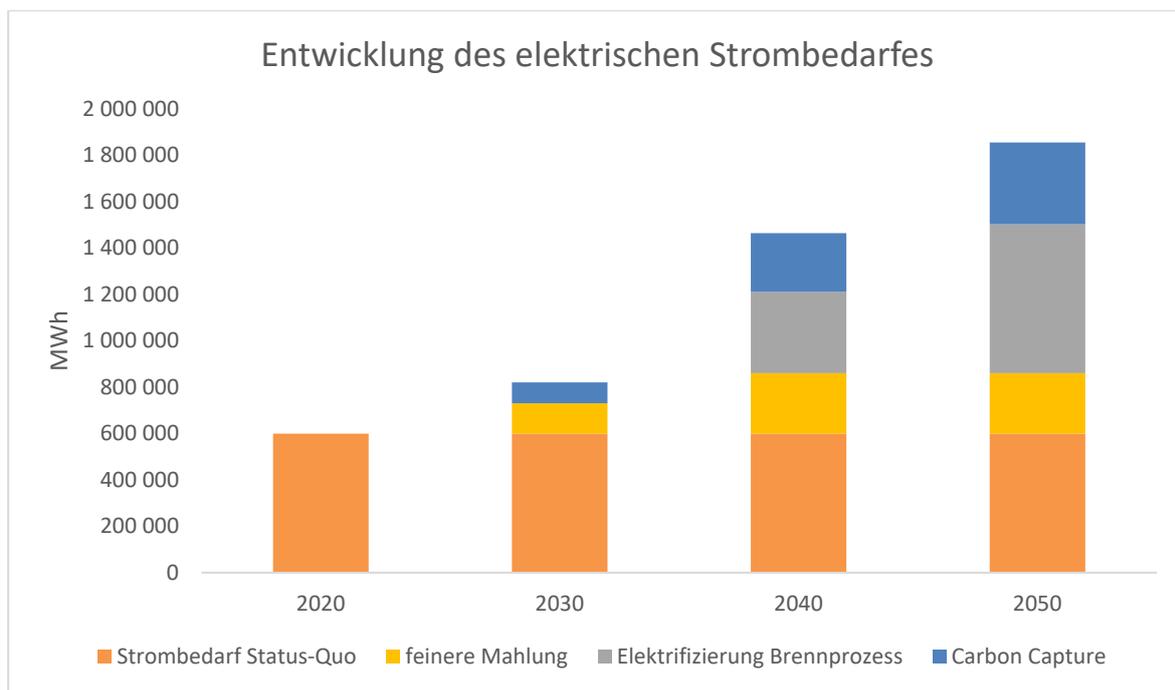
Climate Change wird für 2030 die Anerkennung der Karbonatisierung erwartet. Hierbei handelt es sich um die natürliche Fähigkeit von zementgebundenen Baustoffen, CO₂ aus der Atmosphäre aufzunehmen und dauerhaft zu speichern. Dementsprechend wird der Funktion von Beton, Mörtel etc. als CO₂-Senke eine wichtige Bedeutung in der Roadmap zugemessen. Die vollständige Dekarbonisierung kann schließlich mit sogenannten CCUS Technologien erreicht werden. Im Zuge dieser Technologie werden CO₂-Emissionen aus dem Zementerzeugungsprozess abgetrennt und gespeichert oder zu Produkten weiterverarbeitet. Mit dieser Technologie werden neben fossilen auch biogene Emissionen abgetrennt, welche zuvor in Form von Biomasse aus der Atmosphäre entzogen wurden. Dementsprechend bietet diese Technologie nicht nur einen Hebel zur Reduktion fossiler Emissionen, sondern zudem auch das Potential für negative Emissionen. Als vielversprechendes Projekt in diesem Zusammenhang gilt Projekt Carbon-2-Product-Austria (C2PAT), in dessen Rahmen CO₂ aus dem Zementwerk Mannersdorf unter Verwendung von erneuerbar hergestelltem Wasserstoff in einem aufwendigen Prozess zu Kunststoffen veredelt wird. C2PAT könnte hierbei bereits vor 2030 eine international entscheidende Vorzeigefunktion einnehmen. Weitere Benefits identifiziert die Roadmap in der Bauweise mit dem Baustoff Beton, denn Beton trägt mehrfach zur Umsetzung der Energiewende bei: Die Nutzung der thermischen Speicherfunktion von Beton senkt den Energiebedarf für das Heizen und Kühlen von Gebäuden, und die hohe Belastbarkeit von Betonstraßen führt im Verkehrssektor durch die Reduktion des Rollwiderstandes von – insbesondere schweren – Fahrzeugen zu einer Steigerung der Treibstoffeffizienz. Darüber hinaus weist Beton durch seine vergleichsweise hellere Oberfläche eine höhere Albedo auf. Dadurch werden Sonnenstrahlen vermehrt reflektiert und der Planet Erde weniger aufgeheizt – ein Effekt, der in Bezug auf den Klimawandel von entscheidender Bedeutung sein kann.

Die einzelnen Beiträge zur Erlangung einer CO₂-Neutralität bis 2050 sowie die zusätzlichen Benefits werden in der folgenden Grafik anschaulich zusammengeführt:

CO₂ Roadmap der Österreichischen Zementindustrie 2020 – 2050



Zu betonen ist dabei, dass die Dekarbonisierung von Zement nur unter Einsatz von zusätzlicher Energie möglich sein wird. Die Roadmap geht in diesem Zusammenhang von einer Verdreifachung des bisherigen Strombedarfes aus. Dies ist auf den Bedarf von elektrischem Strom für die feinere Mahlung von Zement und seiner Bestandteile, für den Betrieb von Anlagen zur Abtrennung von CO₂ aus dem Rauchgasstrom des Zementwerkes und auf den Einsatz von Strom als einen der zukünftigen Energieträger zur Bereitstellung der benötigten Temperaturen für die Klinkerproduktion zurückzuführen.



Das Ziel der CO₂-Neutralität kann jedoch nur dann erreicht werden, wenn die dafür erforderlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Die Gesellschaft und die Politik sind daher dazu aufgefordert, die dargelegte Transformation zu unterstützen: Dazu gehören insbesondere die Schaffung von Märkten für CO₂-neutrale Zemente, die Errichtung der benötigten Infrastruktur für den Transport von CO₂ sowie die Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Zementindustrie.

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

CO₂ – Rohstoff der Zukunft

Reinhold Lang

Johannes Kepler Universität Linz,
Institute of Polymeric Materials and Testing (IPMT)

CO₂ – Rohstoff der Zukunft

o.Univ.-Prof. DI Dr.mont. Reinhold W. LANG

Johannes Kepler Universität (JKU) Linz, Institute of Polymeric Materials and Testing (IPMT)

reinhold.lang@jku.at | <https://www.jku.at/institute-of-polymeric-materials-and-testing/>

Die Schlüsselrolle der Zement- und Kunststoffindustrie in der Transformation zu einer *„All-Circular Industrial Carbon Economy“*

Klimanotstand, Umweltkrise und Kunststoffabfälle („Plastikmüll“) sind zusammen mit tiefgreifenden sozialen Herausforderungen und Ungleichgewichten Ausdruck eines mittlerweile dysfunktionalen Wirtschaftssystems, das sich an überkommenen Denkansätzen aus einer Zeit vor bzw. zu Beginn der industriellen Revolution orientiert. Nach dem Motto ‚System Change, not Climate Change‘ fordern daher auch zahlreiche neue, global-gesellschaftliche Bewegungen, wie z.B. die weltweite Schulstreikbewegung ‚Fridays for Future‘, vehement eine paradigmatische Neuorientierung und die Transformation gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Strukturen und Prozesse, hin zu einer zukunftsfähigen Nachhaltigen Entwicklung („Sustainable Development“).

Basierend auf einer kurzen Darstellung der UN Agenda 2030 mit den sogenannten *Sustainable Development Goals (SDGs)* und dem *Pariser Klima-Abkommen* werden Lösungsansätze aufgezeigt, deren wirtschaftlich-technologischer Dreh- und Angelpunkt der möglichst rasche Übergang vom gegenwärtigen, auf fossilen Energie-Rohstoffen basierenden, linearen Wirtschaftsmodell hin zu einem auf erneuerbaren Energietechnologien basierenden, zirkulären Wirtschaftsmodell (Kreislaufwirtschaft bzw. ‚*Circular Economy*‘) ist. Dabei wird zunehmend deutlich, dass Klimakrise und Kreislaufwirtschaft als verschränkte Themen und Politikfelder verstanden werden müssen, wobei industriell-zirkulären Kohlenstoffströmen und den dafür erforderlichen Technologien, Management-Strukturen und Geschäftsmodellen eine besondere Rolle zukommt. Eine **strategisch und technologisch ausschlaggebende Rolle** in dieser **Transformation zu einer *„All-Circular Industrial Carbon Economy“*** nehmen aufgrund ihrer stofflich-inhärenten Kohlenstoffbasis und der bereits existierenden Verschränkungen (Nutzung von Abfall-Kunststoffen als alternativer Brennstoff in der Zementherstellung) die **Zement- und Kunststoffindustrie** ein. Dass diese Rolle von maßgeblichen österreichischen Industrieunternehmen bereits wahrgenommen wird, wird am Beispiel der **cross-sektoralen Initiative *„Carbon2Product Austria“ (C2PAT)*** [Kooperationspartner: Lafarge, OMV, Borealis, Verbund] aufgezeigt.

Übertragen auf andere Sektoren und Branchen (z.B. Stahlherstellung, Abfallwirtschaft) und andere Länder Europas miteinbeziehend, könnte eine **neue, industriell-zirkuläre Carbon-Strategie Österreich und Europa** zu einem **weltweiten Vorreiter** machen und damit auch künftig als **führenden Industriestandort für hochwertige, ressourcenschonende und radikal CO₂-emissionsarme Produktion** etablieren. Essentiell für die breite industrielle Implementierung und Skalierung – aber auch aus anderen guten Gründen im Zusammenhang mit einer *Nachhaltigen Entwicklung* und den *SDGs* – ist ein **„New**

Green Deal Africa – Europe’. Wesentliche Merkmale einer solchen Europa/Afrika-Politik sind gut abgestimmte und koordinierte, gemeinsame Entwicklungsstrategien von Afrika und Europa mit „Kooperation auf Augenhöhe“ (*transdisciplinary co-creation/design & co-implementation*). Die diesbezüglichen Bestrebungen und Ambitionen der österreichischen Bundesregierung und der Europäischen Union (EU) beim Navigieren in diese Richtung werden aufgezeigt und beleuchtet.

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Recyclingbeton – ein wichtiger Beitrag zu Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft

Franz Denk

Wopfinger Transportbeton GmbH

Recyclingbeton – ein wichtiger Beitrag zu Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft

DI Dr. Franz Denk

Wopfinger Transportbeton Ges.m.b.H., Oberwaltersdorf

Betonabbruch und Baurestmassen können bis zu 100 % bei der Herstellung von Beton wiederverwendet werden. Gemischte Baurestmassen können nach entsprechender Aufbereitung natürliche Gesteinskörnung in der Betonrezeptur ersetzen und somit Primärressourcen schonen und Deponien vermeiden. Damit trägt Recyclingbeton wesentlich zu Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft bei.

Die Bauwirtschaft befindet sich in einem Transformationsprozess von einer Linear-Wirtschaft (einmalige Verwendung von Baustoffen und Deponierung nach dem Rückbau) über die Recycling-Wirtschaft (teilweiser Wiedereinsatz von Rückbaumaterial, oft in untergeordneter Funktion) zur zirkulären Kreislaufwirtschaft. Unter zirkulärer Kreislaufwirtschaft verstehen wir den Einsatz von Beton oder anderer mineralischer Baustoffe in wieder gleicher Funktion.

Pro Jahr werden in Österreich ca. 20 Mio. t Sand und Kies für die Herstellung von Transportbeton benötigt. Durch den Einsatz von 100.000 t Recyclingmaterial im Transportbeton kann etwa 1 Fußballfeld Kiesgrube (Beispiel Marchfeld bei 8 m Abbauhöhe) gespart werden. Der bestehende Gebäudebestand in Wien beträgt etwa 420 Mio. t und stellt somit eine gewaltige „Rohstoffreserve“ dar. Der Bedarf an Baumaterial liegt bei etwa 4,5 Mio. t pro Jahr. Jährlich fallen etwa 1,7 Mio. t Abbruchmaterial an (1).

Die Materialien aus dem Rückbau werden vorsortiert, gebrochen und in einer Nassaufbereitung behandelt. Dies bietet die Möglichkeit, diese Produkte hochwertig ohne Zementmehrbedarf in unseren Betonrezepturen einzusetzen (Ökobeton).

Ökobeton entspricht der ON 4710-1, wo im Anhang E der Einsatz und die Anwendung rezyklierter Gesteinskörnung normativ geregelt ist. Auch für architektonische Effekte wird Ökobeton gerne eingesetzt: an der Schaloberfläche ist der Ziegelanteil nicht zu sehen – bei Anschleifen, Stocken oder Sandstrahlen ergeben sich aber durchaus attraktive Farbeffekte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Ballungsräume durchaus eine Rohstoffreserve im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft darstellen. Für eine Förderung im Sinne einer Weiterverbreitung des Gedankens wären Ausschreibungen im Sinne eines vorgeschriebenen Einsatzes von recycelten Materialien im Beton wünschenswert (Beispiel Schweiz). Eine Weiterentwicklung der normativen Regelungen zur Erweiterung der zulässigen Anwendungen auf Basis vorhandener Praxiserfahrungen sowie einschlägiger Forschungsprojekte wird folgen.

Literatur

- [1] Potentials for a circular economy of mineral construction materials and demolition waste in urban areas: a case study from Vienna, Lederer et al., 2020



Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Vorstellung von Austrian Cooperative Research

Sonja Sheikh

ACR – Austrian Cooperative Research

ACR – Austrian Cooperative Research

Dr. Sonja Sheikh

ACR – Austrian Cooperative Research, Sensengasse 1, 1090 Wien

office@acr.ac.at

www.acr.ac.at

Die ACR – Austrian Cooperative Research ist ein Netzwerk von 17 privaten, gemeinnützigen Forschungsinstituten, die vor allem kleine und mittlere Unternehmen bei ihren Forschungs- und Innovationstätigkeiten unterstützen. Die Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie ist seit der Gründung 1954 Mitglied.

Forschung für KMU

Kleine und mittlere Unternehmen sind wesentlich für den Wirtschaftsstandort Österreich, aber sie brauchen Innovationen, um sich im Wettbewerb behaupten zu können. Durch den globalen Wettbewerb, die Digitalisierung und die notwendige Dokumentierung wird es für kleinere Unternehmen immer schwieriger, den Weg von der Idee zum marktreifen Produkt alleine zu gehen. Hier setzt die ACR an: sie bringt KMU mit Innovation zusammen. Dank ihrer Branchenspezialisierung, Interdisziplinarität, Marktnähe, regionalen Verankerung und ihrer Vertrauensbasis mit der Wirtschaft holen die ACR-Institute viele kleine und mittlere Unternehmen am Beginn der Innovationskette ab und begleiten sie als ausgelagerte Entwicklungsabteilungen.

Schwerpunkte

Die Forschungsbereiche der ACR umfassen Bauen, Umwelttechnik, Lebensmittel, Werkstoffe, Wettbewerbsfaktoren sowie Digitalisierung. Neben Forschung & Entwicklung bieten die ACR-Institute auch Prüfen, Inspizieren und Zertifizieren sowie Technologie- und Wissenstransfer. Rund 700 Mitarbeiterinnen im ACR Netzwerk servieren rund 10.000 Kunden pro Jahr. Drei Viertel ihrer Leistungen erbringen die ACR-Institute dabei für kleine und mittlere Unternehmen. Das macht die ACR zum Forschungs- und Technologienetzwerk mit dem höchsten Nutzen für KMU in Österreich.

Auszeichnung für Innovationen

Einmal im Jahr zeichnet die ACR zusammen mit dem Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort besonders innovative Projekte im Rahmen der ACR Enquete aus. Heuer wurden am 19. Oktober insgesamt fünf Preise vergeben: Der ACR Woman Award powered by FFG, der ACR Start-up Preis powered by aws und drei ACR Innovationspreise. Die diesjährige Preisträgerin des ACR Woman Award ist Cornelia Bauer, Chemieingenieurin bei der VÖZ und spezialisiert auf Zementchemie. Ihr Forschungsfokus ist Qualitätssicherung und die Weiterentwicklung des Zements – er soll bis 2050 klimaneutral werden.

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Getemperte Tone als neue Zuschlagstoffe

Cornelia Bauer

VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
in Kooperation mit Smart Minerals GmbH

Getemperte Tone als neue Zusatzstoffe

DI (FH) Cornelia Bauer, Dr. Rupert Friedle

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie

www.zement.at

Dr. Stefan Krispel, Dr. Martin Peyerl, Dr. Helga Zeitlhofer, DI Toni Bakovic

Smart Minerals GmbH, Wien

www.smartminerals.at

Die Minimierung von Energie- und Ressourceneinsatz und damit einhergehender Emissionen ist auch bei der Zementherstellung Gebot der Stunde, um den ökologischen Fußabdruck so klein wie möglich zu halten bzw. weiter zu verringern. Eine Option zur Schonung natürlicher Ressourcen und zur Minderung von CO₂-Emissionen stellt die Verwendung von Zusatzstoffen – sogenannten supplementary cementitious materials (SCMs) – als Bindemittelkomponente im Zement dar.

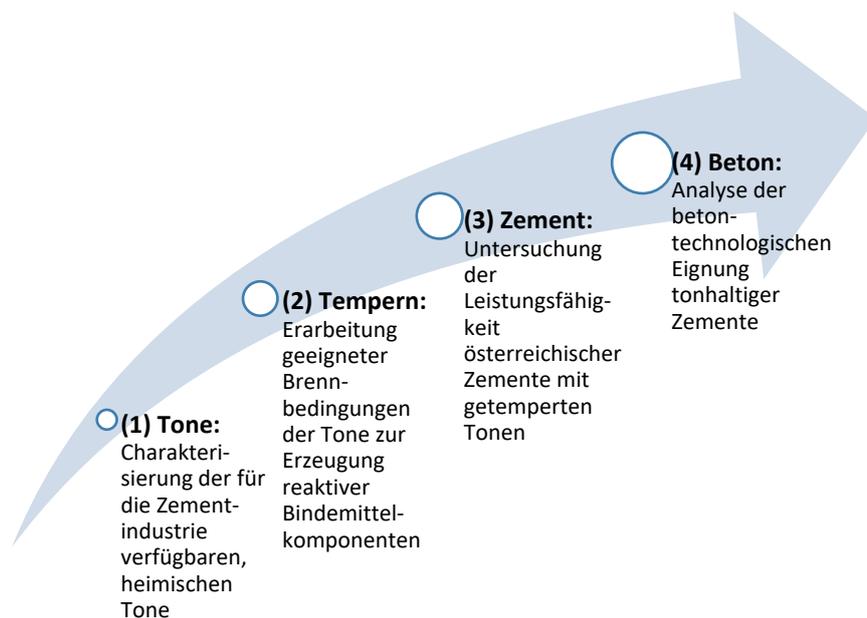
Im Gegensatz zu SCMs aus industriellen Nebenprodukten wie Hüttensand oder Flugasche sind getemperte Tone weltweit in ausreichenden Mengen verfügbar und können unter geeigneten Bedingungen bis zu 50 % des Zementklinkers ersetzen. Allerdings müssen Betone mit reduziertem Klinkeranteil ebenso eine entsprechende Verarbeitbarkeit, ausreichende Frühfestigkeiten und eine vergleichbare Dauerhaftigkeit erreichen wie Betone mit am Markt etablierten Zementarten. Auch in Österreich ist zu diesem Thema Handlungsbedarf gegeben, da die Reaktivität der Tone und somit deren Einsatzmöglichkeit stark von deren Mineralogie und somit der Lagerstätte abhängt. Da es sich bei Zement und Beton um regionale Produkte mit kurzen Anliefer- und Transportwegen handelt, sind Untersuchungen mit Tonen aus lokalen, österreichischen Tonlagerstätten dringend notwendig.

Das Ziel des gegenständlichen Forschungsprojektes ist es deshalb, praxistaugliche Zementmischungen mit getemperten Tonen aus heimischen Lagerstätten zu entwickeln, welche den Ansprüchen an die mechanische Belastbarkeit wie auch an die Dauerhaftigkeit des Baustoffs Beton genügen. Dazu werden sowohl die puzzolane Effizienz der getemperten Tone, ihre Auswirkungen auf die Hydratation im zementären System als auch der Einfluss auf die Betonrezeptur umfassend untersucht.

Zement ist das Bindemittel des wichtigsten Baustoffs weltweit: Beton. Die gesamte moderne Infrastruktur wie beispielsweise Abwassersysteme, Straßenbauten, Fundamente, Kraftwerke, Brücken, Hochhäuser u.a.m. könnten ohne Beton und Zement nicht errichtet werden. Berechnungen zufolge werden jährlich 33 Milliarden Tonnen Beton hergestellt und verarbeitet. Etwa die Hälfte der Masse aller Güter, die weltweit produziert werden, entfällt auf zementgebundene Baustoffe. Das macht die Förderung und Implementierung CO₂-sparender Maßnahmen in der Zementbranche umso wichtiger. Im Jahr 2018 hat die österreichische Zementindustrie einen Jahresumsatz von rund 432 Millionen Euro erwirtschaftet und über 5 Millionen Tonnen Zement produziert. Aufgrund gesteigerter

Produktionsmengen stiegen auch die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr entsprechend an. Daher ist es ein großes Bestreben, den Klinkergehalt in Zementen weiter zu reduzieren. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens soll deshalb dem Einsatz natürlicher, getemperter Tone als Klinkerersatzmaterial in Österreich der Weg geebnet werden. Zielgruppen sind alle Zementhersteller, aber auch die Bauindustrie, die Zement einsetzt.

Anhand der aus diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen soll es den einzelnen Werken und Betrieben möglich sein, Zemente mit getemperten Tonen in ihr Produktportfolio aufzunehmen und auf den Markt zu bringen. Des Weiteren profitieren Betonhersteller von den Erkenntnissen zur Verarbeitbarkeit und betontechnologischen Eignung der Produkte. Das Alleinstellungsmerkmal dieser Entwicklung liegt darin, dass im Zuge des Projektes heimische Tone als Rohstoffe verwendet werden und deshalb maßgeschneiderte Lösungen für die lokale Industrie präsentiert werden können.



Das FFG geförderte 4-jährige Projekt befindet sich im 2. Forschungsjahr. Beim Kolloquium 2021 stellt Cornelia Bauer den aktuellen Stand dar. Voruntersuchungen wurden an die Universität für Bodenkultur in Wien vergeben. Aus dieser Studie resultiert eine Auflistung der geologischen Begebenheiten und Lagerstätten in einem Umkreis von etwa 50 km um die Mitgliedswerke. 21 geeignete, verfügbare Tonproben daraus wurden für Analysen an die Smart Minerals GmbH gesandt. Neben der Charakterisierung des Rohmaterials nach einer aufwändigen Probenvorbereitung wurden die Tone calciniert (getempert) und unter anderem auf ihre Reaktivität getestet. Anhand dieser Ergebnisse und Analysen zum Wasserbedarf wurden 6 Tone vom Projektteam ausgewählt, die für weitere Untersuchungen im Projekt herangezogen werden. Als Zwischenergebnis stellte sich heraus, dass in Österreich durchaus brauchbare Tone in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

In den nächsten Schritten sind Optimierungsversuche für Brennbedingungen und Mahlfeinheiten vorgesehen. Anschließend werden Zemente mit Puzzolanen als Zumahlstoff (CEM II/A-Q) hergestellt, gefolgt von Betonuntersuchungen und von der Analyse umweltrelevanter Parameter.

Zusätzlich resultiert aus dem Projekt die Entwicklung eines spezifischen Konzeptes für die individuelle Erforschung neuer Tonquellen in den Mitgliedsunternehmen und der Qualitätssicherung von hergestellten Puzzolan-Zementen.

Nach Abschluss dieses Forschungsprojekts soll der Grundstein für die Verwendung von Zementen mit getemperten Tonen – auch als Ersatz anderer Zuschlagstoffe (z.B. Flugasche) – in Österreich gelegt sein. Basierend auf den umfassenden Untersuchungen mit heimischen Tonen können Zementhersteller diese neuen, lokal produzierten Zemente in ihr Produktportfolio integrieren, womit ein weiterer Schritt auf dem Weg in eine CO₂-neutrale Zukunft getan wird.

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Klimafitte Zemente der Zukunft

Rupert Friedle

VÖZ – Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
in Kooperation mit Smart Minerals GmbH

Klimafitte Zemente für die Zukunft am Beispiel des CEM II/C

DI Dr. Rupert Friedle

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie

friedle@zement.at

www.zement.at

Die Minimierung von Energie- und Ressourceneinsatz und damit einhergehender Emissionen ist auch bei der Zementherstellung Gebot der Stunde, um den ökologischen Fußabdruck so klein wie möglich zu halten bzw. weiter zu verringern. Eine Option zur Schonung natürlicher Ressourcen und zur Minderung von CO₂-Emissionen ist der Einsatz klimafitter Zementsorten.

Ziel

Das wichtigste und sehr engagierte Ziel der österreichischen Zementindustrie ist die Erreichung der Kohlenstoff-Neutralität entlang der gesamten Wertschöpfungskette bis zum Jahr 2050. Das zukünftige Produktportfolio wird einen maßgeblichen Beitrag dazu leisten.

Entwicklung des Zementportfolios

Das aktuelle Produktportfolio besteht überwiegend aus den Zementsorten CEM I und CEM II. Dadurch ergibt sich ein mittlerer Klinkeranteil von 70 % für alle Produkte. Die aktuell laufende Entwicklung neuer Zemente wie CEM II/C und künftig CEM VI wird bis 2040 den Klinkeranteil auf 50 % reduzieren und damit einen großen Beitrag zur Klimaneutralität leisten. Ein CEM II/C weist im Vergleich zum heutigen durchschnittlichen Produktportfolio in Österreich ein um 30 % geringeres GWP auf.

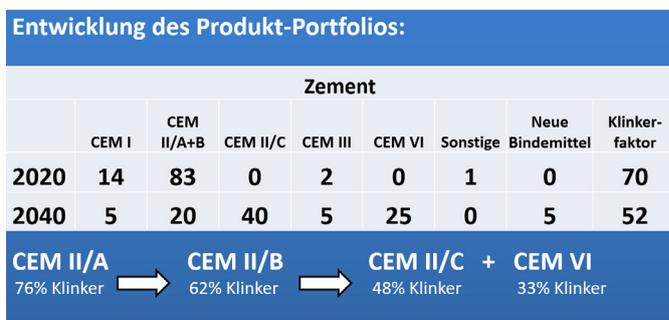


Abbildung 1: Entwicklung des Zementportfolios, Anteil der verschiedenen Zementsorten

Quelle: 2020 Zahlen des Fachverbandes Steine Keramik, 2040 Ausblick der VÖZ Arbeitsgruppe „Produkt“ (Marketing & Vertrieb der VÖZ-Mitgliedsunternehmen)

Diese Entwicklungen werden durch eine sehr gute und effiziente Zusammenarbeit auf europäischer Ebene in der Entwicklung und Veröffentlichung neuer Normen unterstützt und ermöglicht.

Forschung, Zulassung, Qualitätssicherung

Das seit geraumer Zeit laufenden Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines CEM II/C in der Zementindustrie und bei Smart Minerals wird durch die nationale Förderagentur für die unternehmensnahe Forschung und Entwicklung in Österreich. (FFG) mitfinanziert.

Für die Markteinführung des CEM II/C wird eine Bautechnische Zulassung im Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) für die Betone B1, B2 und B3 angestrebt. Für diese Zulassungen wurden umfangreiche Prüfungen mit Schwerpunkt auf der Dauerhaftigkeit und damit der Langlebigkeit durchgeführt.

Das Qualitätssicherungssystem wird auch für diese neuen Zemente auf dem höchsten verfügbaren Stand für Baustoffe, dem System 1+ sein.

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Qualitätsmanagement mit der besten verfügbaren Technologie im Zementwerk Wietersdorf

Peter Ramskogler, Christine Gröll
w&p Zement GmbH

Die Steuerung der Qualität mit der bestverfügbaren Technologie im Zementwerk Wietersdorf

Peter Ramskogler, Christine Gröll

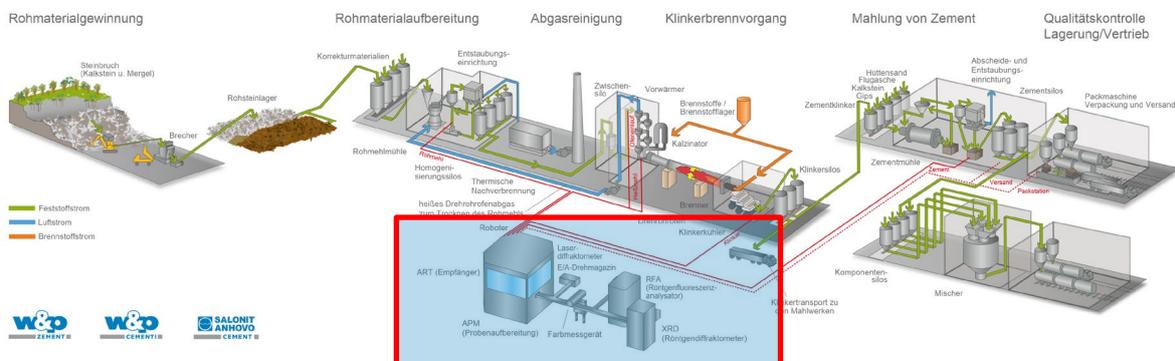
w&p Zement

office@zement.wup.at | www.zement.wup.at

Zemente unterliegen einem umfassenden Qualitätssicherungssystem nach der EN 197 sowie nach der EU-Bauprodukteverordnung. Es kommt dabei hinsichtlich der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit das strengste System 1+ zur Anwendung.

Die Normen sehen einerseits eine Prüfung der Zuzahlstoffe vor, im Fall von w&p sind dies Kalkstein (eine Probe alle zwei Monate), Hüttensand (einmal pro Monat) sowie Flugasche (einmal pro Monat). Darüber hinaus erfolgt die Qualitätsüberwachung der Zemente anhand von Versandproben, wobei bei Normalversand (mehr als 500 t pro Monat) acht Versandproben je Sorte und Monat zu analysieren sind. Bei Minderversand (weniger als 500 t pro Monat) sieht die Norm die Analyse von zwei Versandproben pro Monat vor. Alle Proben werden einem Analyseprogramm unterzogen, wo chemische Analysen durchgeführt sowie physikalische Parameter am Trockenbindemittel sowie Bindemittelleim und die Verarbeitungseigenschaften des Bindemittelleims untersucht werden.

Aus der Normenanforderung ergibt sich, dass im Zementwerk Wietersdorf circa 25 Proben in der Woche den notwendigen Analysen unterzogen werden müssen. Da es sich dabei um Versandproben handelt, erfolgen diese Analysen parallel zur Verarbeitung der Zemente bei den Kunden. Mit der engmaschigen Qualitätssicherung entlang des gesamten Herstellprozesses zur Steuerung der Qualität bieten wir unseren Kunden ein weit über die strengen Normenanforderungen hinausgehendes System, um die hohe Qualität und Konstanz unserer Produkteigenschaften sicherzustellen.



Dazu werden fast ausschließlich (mehr als 98 %) automatisch gezogene Proben an definierten Prozessschritten im Herzstück des Qualitätssicherungssystems, dem industrieroberbasierten automatischen Laborsystem „POLAB“, umfassenden Analysen unterzogen. In der Graphik sind die

Probenahmestellen dargestellt (rote Linien), wobei die Proben an jenen Stellen mit durchgängigen Linien mittels eines Rohrpostsystems zur Analysestation versandt werden.

Die Proben werden von Analytoren, die permanent gewartet und kalibriert werden, gemessen. Dabei kommen die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA, Bestimmung der chemischen Zusammensetzung), die Röntgendiffraktometrie (XRD, Bestimmung der mineralogischen Charakteristik), die Laserdiffraktometrie (Bestimmung der Partikelgrößenverteilung), ein Farbmessgerät (Bestimmung der Farbcharakteristik) zum Einsatz. Darüber hinaus werden Probenrückstellungen angefertigt, mit denen nasschemische Analysen sowie physikalische Prüfungen der Zementmahlungsdurchschnitte durchgeführt werden.

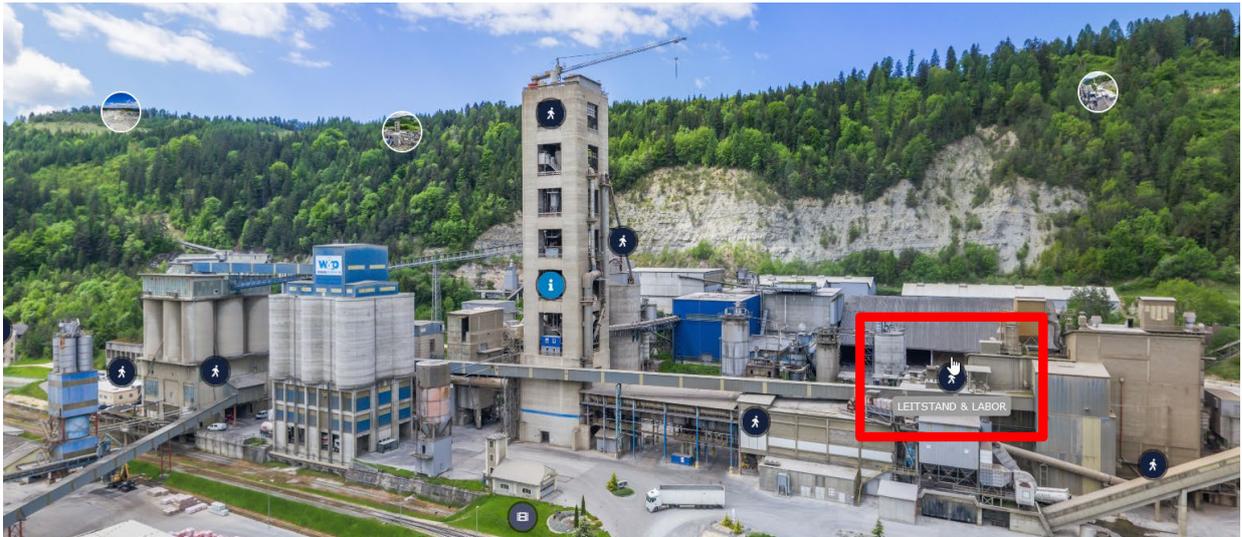
Sämtliche Ergebnisse werden in der Prozessdatenbank gespeichert und sowohl von automatischen Regelungssystemen (Rohmehlzusammensetzung, Gipsregler) als auch von ausgebildetem Fachpersonal (Schichtlaboranten, Leitstandsfahrer) bewertet und zur Steuerung der Prozesse eingesetzt. Die Auswirkungen sämtlicher Änderungen werden unmittelbar nach der automatischen oder manuellen Durchführung gemessen und bewertet. Die Prozessdatenbank bildet das Herzstück aller Digitalisierungsaktivitäten im Zementwerk, die darauf abzielen, bei der Steuerung der Herstellprozesse immer intelligentere Systeme zu nützen, was sich positiv auf die Konstanz und die Qualität auswirkt.



Mit dieser kontinuierlichen Prozessoptimierung sind große Herausforderungen verbunden. Der Schlüssel zum Erfolg ist das Fachpersonal, in dessen Arbeitsspektrum manuelle Tätigkeiten (z.B. Probenahme) abnehmen und die Überwachung automatischer Steuerungssysteme eine immer größere Rolle einnimmt. Hier wird in die permanente Schulung sowie in die externe Unterstützung laufend investiert.

Darüber hinaus ist die laufende Wartung der Systeme ein großes Thema, um die Verfügbarkeit zu gewährleisten. Dadurch und durch die engmaschige Kalibration wird eine konsistente und repräsentative Datenbasis im kontinuierlichen Betrieb eines Zementwerkes sichergestellt.

Insgesamt werden in Wietersdorf pro Tag circa 160 Prozessproben analysiert, wozu in der Woche noch weitere 20 Versandproben kommen. Daraus ergibt sich die beeindruckende Zahl von etwa 1.140 Proben in der Woche, die in Wietersdorf ein Analyseprogramm durchlaufen.



Unser Werk kann jederzeit virtuell besucht werden. Unter <https://zement.wup.at/360> kann der gesamte Prozess von der Rohmaterialgewinnung über die Zementklinkerproduktion, die Zementmahlung bis zur Absackung besichtigt werden. Wir laden Sie ein, einen Blick auf das virtuelle Modell zu werfen und auf den Panoramatauren z. B. durch unser „POLAB“ zu spazieren.

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Forschungsprojekt „Nachhaltige Betonstraßen“

Lukas Eberhardsteiner

TU Wien, Institut für Verkehrswissenschaften

Martin Peyerl

Smart Minerals GmbH

Forschungsprojekt „Nachhaltige Betonstraßen“

DI Dr. Lukas Eberhardsteiner

Forschungsbereich Straßenwesen, Institut für Verkehrswissenschaften, TU Wien, Wien

lukas.eberhardsteiner@tuwien.ac.at

DI Dr. Martin Peyerl

Smart Minerals GmbH, Wien

peyerl@smartminerals.at

Ein Ziel der österreichischen Baubranche ist es, die steigenden Anforderungen an moderne Verkehrswege durch neue, nachhaltige Konzepte abzudecken. Hierbei gilt es, unter möglichst hoher Schonung von Kosten und Ressourcen leistungsfähige und langlebige Verkehrswege herzustellen. Der zunehmende Straßenverkehr, im Besonderen auch der stetige Anstieg des Schwerverkehrs, stellen enorme Anforderungen an die Leistungsfähigkeit unserer Verkehrswege dar.

Zukünftige Straßen müssen zentrale Aufgaben wie Verfügbarkeit (Reduktion von Stau), Verkehrssicherheit und Treibstoffersparnis noch stärker erfüllen sowie Beiträge zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Betondecken haben im hochrangigen Straßennetz sowie für hochbelastete Verkehrsflächen diesbezüglich ihren Mehrwert bereits unter Beweis gestellt. Daher entwickelt der Forschungsverein „Nachhaltige Betonstraßen“ unter der Beteiligung von Forschungs- und Industriepartnern Methoden für die effiziente Sanierung von Verkehrsflächen im niederrangigen Straßennetz. Ziel der Untersuchungen war die weitere Optimierung der Bauweisen White Topping und Walzbeton für die Sanierung bzw. den Bau von Straßen im niederrangigen Straßennetz, um mit regional verfügbaren Ausgangsstoffen sowie mit lokal verfügbarer Maschinenteknik langlebige Betonstraßen herzustellen zu können.

Betondeckenbauweise und Anwendungspotential

Betondecken werden in der Regel in steifer Konsistenz mit einem Betondeckenfertiger eingebaut. Für Spezialanwendungen gibt es auch die Möglichkeit, Kleinflächen mit Straßenfließbeton herzustellen. Die erwähnten Bauweisen haben für das hochrangige Verkehrsnetz sowie beim Einbau von kleineren Flächen, vor allem im städtischen Bereich, ihre Berechtigung, sind aber oft für die großflächige Herstellung von Verkehrsflächen im niederrangigen Straßennetz nicht zweckmäßig.

Eine sinnvolle Methode zur Sanierung von bestehenden, nicht mehr den Ansprüchen genügenden Asphaltdecken ist die White Topping Bauweise. Dabei kann die Tragfähigkeit der verbliebenen Asphaltdecke erhalten werden, es wird lediglich ein Teil der zu ertüchtigenden Asphaltoberfläche abgefräst und anschließend ein hochwertiger Straßenbeton aufgebracht. Diese Bauweise ist in hohem Maß verformungsstabil und kann hohe Verkehrslasten aufnehmen. Für die Funktionalität dieser Bauweise ist ein ausreichender Verbund zwischen Beton und Asphalt essentiell.

Eine weitere Alternative zum herkömmlichen Betondeckenbau stellt die Anwendung von Walzbeton dar. Hier wird eine spezielle erdfeuchte Betonrezeptur mit sehr niedrigem Wassergehalt mit einem Fertiger eingebaut und zusätzlich durch Walzen, ähnlich dem Asphalteinbau, verdichtet. Diese Bauweise hat sich zur kostengünstigen Befestigung von Industrieflächen bereits in einigen Ländern etabliert.

Im Rahmen von Laboruntersuchungen sowie bei der Herstellung von Teststrecken konnten viele Erfahrungswerte gesammelt und so die Datenbasis für die Erstellung von Regelwerken und Dimensionierungstools geschaffen werden.

White Topping

White Topping Bauweisen finden grundsätzlich bei der Ertüchtigung von stark belasteten Asphaltstraßen ihre Anwendung und stellen eine schnelle aber auch dauerhafte Lösung zur Reparatur schadhafter oder unterdimensionierter Asphaltdecken dar. Durch diese Bauweise können beispielsweise Spurrillen dauerhaft saniert werden. Bei der Umsetzung dieser Bauweise wird der obere Teil der Asphaltunterlage abgefräst, die Oberfläche sorgfältig gereinigt und hochwertiger Straßenbeton eingebracht. Richtlinien zur Herstellung von White Topping existieren in Österreich nicht, lediglich in RVS 08.17.04 „Fugen in Betonfahrbahndecken“ werden derzeit allgemeine Baugrundsätze zusammengefasst. Bei der Festlegung von Betonrezepturen für White Topping sind die Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften das bestimmende Kriterium für die Wahl der Betonzusammensetzung. Durch den zur Sicherstellung der Griffigkeit erforderlichen Einsatz von Hartgestein ergeben sich die Anforderungen analog zu Anforderungen gemäß RVS 08.17.02 „Betondeckenherstellung“ für Straßenoberbeton. Der Betoneinbau kann sowohl händisch als auch mit dem Betondeckenfertiger erfolgen.

Bei der Ausführung von White Topping ist es wesentlich, die Tragfähigkeit des Asphaltbelags bestmöglich auszunutzen. Hierfür ist ein guter Schichtverbund zwischen Asphalt und Beton unerlässlich. Auf Basis der im Rahmen von Laborversuchen und der Umsetzung auf Teststrecken gewonnenen Erkenntnisse war es möglich, Vorschläge für Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften des Asphaltuntergrundes sowie die Verbundeigenschaften zwischen neuer Betondecke und Bestandsasphalt festzulegen. Diese werden in weiterer Folge in die Erstellung der neuen RVS 08.17.05 „White Topping“ einfließen.

Zudem konnte ein Dimensionierungskonzept entwickelt werden, das erstmals die Verbundeigenschaften temperaturabhängig berücksichtigt sowie die Resttragfähigkeit und Restdicke des Bestandsasphalts einbezieht. Als Ergebnis konnte ein Bemessungskatalog für White Topping-Aufbauten erstellt werden, der das Konzept klassischer Oberbaubemessung gemäß RVS 03.08.63 „Oberbaubemessung“ weiterführt und sich in die Methodik der neu aufgelegten RVS 03.08.64 „Oberbauverstärkung von Asphaltstraßen“ eingliedert. Mittels Mehr- und Minderdicken abhängig von der Fugenteilung, der Resttragfähigkeit sowie der Restdicke des Bestandsasphalts kann dabei auf die lokalen Verhältnisse Rücksicht genommen werden.

Walzbeton

Walzbeton stellt eine in Österreich bis dato kaum angewandte Alternative für den Betonstraßenbau dar. Hierbei wird erdfeuchter Beton mit einem sehr geringen Wassergehalt hergestellt, mit einem Fertiger eingebracht und zusätzlich durch Walzen verdichtet. Es können die gleichen Betonausgangsstoffe herangezogen werden, die auch bei der Herstellung von herkömmlichem Straßenbeton Verwendung finden. Ein wesentliches Kriterium ist die ausreichende Grünstandsfestigkeit des Betons. Darunter wird verstanden, dass der frische (grüne) Beton so standfest ist, dass dieser nach dem Weiterziehen der Gleitschalung seine geometrische Gestalt nicht mehr ändert. Walzbeton

muss nach dem Fertigereinbau so standfest sein, dass er in einem weiteren Schritt mit schweren Walzen verdichtet werden kann, ohne dass die Walze nennenswert in den eingebrachten Beton einsinkt. Um diese Eigenschaft zu erreichen, werden Walzbetonrezepturen mit einem sehr geringen Wassergehalt und daraus resultierend einem niedrigen W/B-Wert hergestellt. Um den Einbau dieser Betone zu ermöglichen, können Fertiger verwendet werden, welche in grundsätzlicher Konzeption einem Asphaltfertiger entsprechen, aber anstatt der üblichen Einfachstampferbohle eine Hochverdichtungsbohle oder Doppelstampferbohle besitzen. Mit dieser Maschinenkonfiguration kann sowohl Asphalt (vor allem in größeren Schichtstärken) als auch Beton eingebaut werden. Bei der Herstellung von Walzbeton erfolgt nach dem Einbau mit dem Fertiger noch das Abwalzen der Oberfläche mit einer 8 bis 12 Tonnen schweren Glattmantelwalze. Durch diese Nachverdichtung kann trotz der sehr steifen Betonkonsistenz eine homogene, geschlossene und ebene Betonfläche realisiert werden.

Da der Wassergehalt des Walzbetongemisches sehr gering ist, ist eine sorgfältige Nachbehandlung unmittelbar nach dem Betoneinbau und der Verdichtung erforderlich. Ebenso wie bei Betondecken sind Fugen in die Walzbetondecke zu schneiden. Die Betonoberfläche von Walzbeton kann entweder nach dem Walzen so belassen oder eine Waschbetonstruktur hergestellt werden. Hier zeigten die Versuche, dass die Herstellung einer Waschbetonstruktur am zweckmäßigsten durch Hochdruckwasserstrahlen einige Tage nach dem Betoneinbau erfolgen kann.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden eine Vielzahl unterschiedlicher Rezepturen für Walzbeton sowohl im Labor, als auch in der Praxis erprobt. Auf Basis dieser Erkenntnisse war es möglich, sowohl Anforderungen an die Betonzusammensetzung als auch an die erforderlichen Frisch- und Festbetoneigenschaften abzuleiten.

Umfangreiche Laborversuche und die Begleitung der Teststrecken haben gezeigt, dass bei der Herstellung und sorgsamem Verdichten von Walzbeton ähnliche Betoneigenschaften wie für Straßenunterbeton realisiert werden können. Auch konnte gezeigt werden, dass sich die Zugabe von künstlichem Luftporenbildner positiv auf die Frost-Tausalzbeständigkeit auswirkt und so bei sorgsamem Betoneinbau auch Walzbetonflächen gegenüber dieser Beanspruchung beständig sein können. Die aus den Laborversuchen und aus der praktischen Umsetzung der Teststrecken gewonnenen Erkenntnisse werden in weiter Folge in die Erstellung von RVS 08.17.06 „Walzbeton“ einfließen.

Auch für Straßenaufbauten mit Walzbeton konnte ein Dimensionierungskonzept erstellt werden, das sich am Bemessungskatalog in RVS 03.08.63 orientiert. Ausgehend von den Ergebnissen der Laborversuche an Probekörpern aus den Teststrecken wurden Dimensionierungsrechnungen für Aufbauten der Lastklassen LK0,075 bis LK18 der Bautype BE1 durchgeführt. Diese ergeben eine Mehrdicke von 3 cm bei Verwendung von Walzbeton anstelle konventionellen Straßenbetons.

Teststrecken

Für die Erprobung der neuen Bauweisen bzw. die Sammlung von wichtigen Erfahrungswerten wurden von März 2019 bis Oktober 2020 unterschiedliche Teststrecken hergestellt. Hierbei wurde eine Teststrecke für die Bauweise White Topping in Rohrendorf bei Krems in Niederösterreich (siehe Abbildung 1) sowie 5 Teststrecken für die Walzbetonbauweise in Niederösterreich und in der Steiermark (siehe Abbildung 2 und 3) umgesetzt. Um möglichst viele Aspekte des Betoneinbaus sowie die daraus resultierenden Betoneigenschaften beleuchten zu können, wurden sowohl die Betonzusammensetzung als auch die Verdichtung und die abschließende Oberflächenbearbeitung (Glätten, Applikation eines Besenstriches sowie Herstellung einer Waschbetonoberfläche) variiert. Durch die umfangreiche Begleitung des Betoneinbaus war es möglich, Zusammenhänge zwischen Betoneinbau und erzielten Betoneigenschaften sowie den daraus resultierenden Beständigkeitseigenschaften abzuleiten. Die Umsetzung der Versuchsstrecken hat gezeigt, dass neben den bereits bekannten

Anwendungen auf Industrie- oder Lagerflächen auch linienförmige Verkehrsbauwerke praktikabel, günstig und einfach mit Walzbeton hergestellt werden können. Speziell bei der Herstellung von Walzbeton ist zu beachten, dass sowohl Betonproduktion und Transport als auch Betoneinbau, Verdichtung und Nachbehandlungskonzept auf diese neue Bauweise angepasst werden müssen, da nur so hochwertige Walzbetonflächen hergestellt werden können.



Abbildung 1: Einbau von White Topping mit Betondeckenfertiger



Abbildung 2: Herstellung von Walzbeton auf einem Straßenabschnitt



Abbildung 2: Herstellung von Walzbeton auf einer Industriefläche

Innovation und Entwicklung für nachhaltiges Bauen

Microlabor für die thermische Bauteilaktivierung 2.0

Michael Moltinger

FH Salzburg, Department Smart Building

Forschungsupdate zur Bauteilaktivierung

Microlabor für die thermische Bauteilaktivierung 2.0

DI Michael Moltinger BSc

Fachhochschule Salzburg GmbH, Department Smart Building, Kuchl
michael.moltinger@fh-salzburg.ac.at

Vorstellung Sanierung mit Bauteilaktivierung - Smart City Demoprojekt

Vorstellung des Forschungsprojektes: Microlab für die thermische Bauteilaktivierung

Forschungsprojekt Microlabaufbau für die Bauteilaktivierung 2.0

Projektlaufzeit: 03/2019-02/2022

Förderprogramm: WISS2025 Land Salzburg

*Projektpartner: Landesinnung Bau Salzburg, Ochsner Wärmepumpen GmbH,
Siemens AG Österreich, Zement + Beton Handels- und WerbeGes.m.b.H.*

In der Kombination von Bauteilaktivierung und Wärmepumpentechnologien im mehrgeschossigen Wohnbau steckt ein enormes Potenzial für ein neuartiges Energiesystemmanagement. Genau hier setzt das gegenständliche Forschungsprojekt an und soll durch Forschungsarbeiten zu wichtigen Fragen für die Planung, Regelung und Steuerung sowie Auslegung derartiger technologiekombinierter Systeme in Gebäuden Grundlagenwissen schaffen. Mit dem im Projekt prototypisch aufgebauten Micro-Labor (Prüfstand für Test-, Simulations- und Monitoring) soll mit Projektende ein digitales Simulations- und Validierungswerkzeug vorhanden sein, in dem einerseits Ideen zu neuartigen Gebäude- und Anlagensystemen nach Stand der Wissenschaft entwickelt, simuliert, verbessert und evaluiert werden können.

Überblick über die aktuell verfügbaren Ergebnisse aus dem Projekt und deren Bereichen:

- Entwicklung eines Prüfstandes (Microlab)
- Entwicklung der dazugehörigen Betonprüflinge
- Versuchsreihen am Prüfstand und messtechnische Auswertung
- Gebäudesimulationen zur Bauteilaktivierung
- Bauteilsimulation in HTFlux über die Wärmeverteilung im Bauteil
- Gebäudesimulation für Beladungsstrategien für thermoaktive Bauteilsysteme
- Planungskennnisse für die optimale Umsetzung und deren Betrieb von TABS

Prüfstand

Für die Untersuchung von diversen Bauteilaufbauten wurde der Prüfstand entwickelt und errichtet. Er beinhaltet einen Wärmeerzeuger sowie einen Kälteerzeuger und die dazu gehörige Regelungstechnik, um den Baukörper zu beladen. Um die umliegenden Räume abbilden zu können, werden an den Außenseiten der Prüflinge Silikonmatten wie darauf liegende Planheizkörper verwendet, welche genau die darunter oder darüberliegende Raumtemperatur abbilden. So können die Prüflinge mit unterschiedlichen Beladungsstrategien beladen werden sowie der Heiz- und Kühlbetrieb erprobt werden. Die messtechnische Auswertung der Versuchsreihen zeigt die Durchwärmung der einzelnen Bauteilschichten sowie deren Wärmeübertragungsleistung im Bauteil nach oben und unten sowie deren Wärmespeichervolumen und deren Speicherdauer, bis das Bauteil vollständig be- und entladen ist.



Abbildung 1: Aufbau des Prüfstandes (Bildquelle FH Salzburg)