

## Neue Zementklinker

Ressourcen- und CO<sub>2</sub>-optimierte Herstellung innovativer Zementklinker

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2024	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2023	<b>Projektende</b>	31.03.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	18 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Die Anzeichen des Klimawandels sind unübersehbar, das Klima der Erde ist allorts z.T. großen Veränderungen unterworfen. Renommierte Wissenschaftler:innen schlagen seit geraumer Zeit Alarm. Die Folgen, die sich aus einer Fortsetzung des bisher beschrittenen Weges ergeben würden, sind dramatisch. Immer mehr Menschen wird klar, dass es vieler, teils disruptiver Veränderungen bedürfen wird, um den Klimawandel und dessen Folgen wirkungsvoll zu bekämpfen. Als ein Hauptverursacher für die Erderwärmung wurde Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) identifiziert. Es ist mit etwa 410 ppm ein natürlicher Bestandteil der Luft. CO<sub>2</sub> ist farblos, gut in Wasser löslich, nicht brennbar, geruchlos und ungiftig. Im Gegensatz zu anderen Stoffen baut sich CO<sub>2</sub> nicht selbst ab, sondern wird entweder durch Gewässer physikalisch gespeichert oder durch Grünpflanzen im Zuge der Photosynthese abgebaut. Allerdings hat die Menschheit durch das Freisetzen großer Mengen an CO<sub>2</sub> diese natürlichen Kohlenstoffsenken an ihre Belastungsgrenzen gebracht. Dies hat zur Folge, dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre seit Jahrzehnten im Steigen begriffen ist. Durch den Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre kann immer weniger der von der Erde abgestrahlten Wärme ins Weltall entweichen, was die Erwärmung der Erde zur Folge hat.

Das vorliegende Projekt soll maßgebliche Beiträge zur Erreichung der österreichischen Klimaziele, zur Steigerung der Ressourceneffizienz und somit zur Versorgungssicherheit wie auch zu einer Verbesserung der Kreislaufwirtschaft leisten. In Ergänzung dazu sind soziale und ökonomische Effekte mit der Sicherung der Arbeitsplätze in der österreichischen Zementindustrie und den nahen Industriesektoren zu erwarten.

Das quantitative Ziel des Projektes ist die Reduktion von CO<sub>2</sub> um 400.000 Tonnen/Jahr.

Im Jahr 2019 entstammten ca. 4,5% der weltweiten anthropogenen Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>-eq) der Zementerzeugung. Ca. 50-67 % des emittierten CO<sub>2</sub> bei der Zementherstellung ist rohstoffbedingt und wird bei der Entsäuerung des natürlichen Rohstoffes Kalkstein freigesetzt.

Derzeit liegt der österreichische Branchendurchschnitt bei einer Emission von 521 kg CO<sub>2</sub>/t Zement. Ohne die aktuell noch vorliegende Zuteilung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate würden die Produktionskosten daher bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von 100 €/t um 52,1 €/t Zement höher ausfallen. Die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Zementbranche wäre damit massiv gefährdet, da dann ein Import für die Wettbewerber aus Nicht-EU-Ländern trotz der höheren Transportkosten wirtschaftlich lukrativ wird. Die Neuheit und Innovation in diesem Projekt ist, dass mit den Ersatzstoffen die gleiche Qualität wie bei klassischem

Portlandzementklinker erreicht werden soll - und das mit deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Bis heute konnte kein Portlandzementklinker mit einer solch hohen Ersatzrohstoffrate ("CO<sub>2</sub>-optimierte Klinker") erzeugt werden, der die gleichen Produkteigenschaften wie der marktübliche Zementklinker zeigt.

Zu untersuchen sind eine Vielzahl von alternativen Rohstoffen. Solche Ca-hältigen Ersatzrohstoffe müssen aber erst „gefunden“ werden, dies ist u.a. eine logistische Herausforderung dar. So gilt es der Fragestellung nachzugehen, ob die in der Industrie anfallenden Abfallstoffe und Nebenprodukte, die Calcium enthalten, in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen und bei der Verarbeitung tatsächlich kein CO<sub>2</sub> freisetzen.

In diesem Projekt sollen über 150 Ersatzstoffe auf ihre Tauglichkeit geprüft werden.

Es umfasst die Probenahme und Analyse der Haupt- und Nebenelemente, der Feuchtigkeitsgehalte, der Spurenkomponenten, das Emissionsverhalten und die organischen Kohlenstoffgehalte. Die Ergebnisse dienen zur Erstellung einer Liste potenzieller Ersatzrohstoffe mit Standortinformationen und chemischer Beschaffenheit, um die Auswahl geeigneter Rohstoffquellen für innovative Zementklinker zu ermöglichen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu berechnen.

Im Anschluss wird im Labormaßstab das Brennen von Klinkern mit verschiedenen Ersatzrohstoffkombinationen und variablen Raten im Muffelofen durchgeführt. Die analysierten Rohmehle und Klinker werden auf ihre Eignung als Portlandzementklinker für die Zementherstellung untersucht. Aus den Ergebnissen sollen ausgewählte und vielversprechende Rezepturen in Pilot- und Industrierversuchen umgesetzt werden, um die Praktikabilität und Industrietauglichkeit zu testen.

Folgende Ziele werden dabei gesteckt:

1. Der in diesem Projekt zu entwickelnde CO<sub>2</sub>-reduzierte Klinker muss die gleiche Qualität wie der konventionell verfügbare Portlandzementklinker aufweisen und zur Herstellung von normgerechten Zementen geeignet sein.
2. Die neue Rohstoffzusammensetzung soll in allen österreichischen Zementwerken einsetzbar sein, um einen Nutzen für die gesamte Branche zu gewährleisten. Im Rahmen dieses Projektes sollen die, durch die geänderten Rohstoffzusammensetzungen sich ändernden Prozessbedingungen systematisch erhoben werden und das notwendige Prozesswissen in diesem Bereich erfasst und erweitert werden.
3. Die Versuchsergebnisse dienen als Grundlage zur zukunftsgerichteten Überarbeitung der bestehenden Normen, Standards, Berechnungsvorschriften, technischen Richtlinien und Qualitätsanforderungen für die Klinker- und Zementerzeugung. Logistische Herausforderungen ergeben sich allenfalls hinsichtlich des AWG (Abfallende der eingesetzten Reststoffe und länderübergreifender Transport), weiters ergeben sich Änderungen in den Zement-Normenwerken.
4. Darüber hinaus wird die Auswirkungen auf den Lebenszyklus aller innovativen Klinkerlösungen erfasst wie auch eine ökologische Bilanzierung zur Erfassung des Einflusses auf den Klimaschutz durchgeführt.

## **Endberichtkurzfassung**

Ressourcen- und CO<sub>2</sub>-optimierte Herstellung innovativer Zementklinker

Die österreichische Zementindustrie ist sich ihrer Rolle als bedeutender Emittentin des Treibhausgases CO<sub>2</sub> bewusst und bekennt sich in ihrer 2022 veröffentlichten Roadmap dazu, bis zum Jahr 2050 CO<sub>2</sub>-neutral zu werden. Das vorliegende Projekt soll maßgebliche Beiträge zur Erreichung der österreichischen Klimaziele, der Steigerung der Ressourceneffizienz und somit der Versorgungssicherheit wie auch zu einer Verbesserung der Kreislaufwirtschaft leisten. In Ergänzung dazu sind soziale und ökonomische Effekte mit der Sicherung der Arbeitsplätze in der österreichischen Zementindustrie und den nahen Industriesektoren zu erwarten.

Eine bedeutende Maßnahme auf dem Weg zur CO<sub>2</sub>-Neutralität ist die massive Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Klinkerherstellung anfallen. Gegenwärtig sind zwei Drittel der bei der Zementherstellung in Österreich jährlich emittierten 2,8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> Prozessemissionen. Im dargestellten Innovationsprojekt soll die Umsetzung der Optimierungen entlang der Prozesskette den CO<sub>2</sub>-Anteil bei der Klinkerherstellung massiv reduzieren. Das Potenzial beläuft sich auf etwa 400.000 Tonnen (errechnet aus: 2,7 Mio. Tonnen Klinker, 150 kg CO<sub>2</sub> /t Klinker) CO<sub>2</sub> jährlich.

Da ca. 50 % des emittierten CO<sub>2</sub> bei der Zementherstellung rohstoffbedingt ist, soll in diesem Projekt ein Klinker aus alternativen Rohstoffen im Labormaßstab entwickelt, im Pilotmaßstab geprüft und schlussendlich im Industriemaßstab (Zementwerk) erzeugt werden, dessen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck deutlich reduziert ist.

Die Neuheit und Innovation in diesem Projekt ist, dass mit den Ersatzstoffen die gleiche Qualität wie bei klassischem Portlandzementklinker erreicht werden soll - und das mit deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Bis heute konnte kein Portlandzementklinker mit einer solch hohen Ersatzrohstoffrate („CO<sub>2</sub>-optimierte Klinker“) erzeugt werden, der die gleichen Produkteigenschaften wie der marktübliche Zementklinker zeigt.

Im ersten Forschungsjahr des Projektes „Neue ZementKlinker“ erfolgte zunächst eine umfassende Literaturrecherche und - darauf aufbauend - die Erhebung des Ist-Zustandes in den in- und ausländischen Mitgliedsunternehmen des Verbandes der österreichischen Zementindustrie mittels eines Erhebungsbogens, der speziell für dieses Projekt gestaltet wurde.

In einem weiteren Schritt wurden potentielle, verfügbare Ersatzrohstoffe eruiert, eine repräsentative Probenahme durchgeführt, gefolgt von chemischen Analysen und der Feuchtigkeitsbestimmung. Die Spurenkomponenten und der Anteil an organischem Kohlenstoff wurden als essentielle Parameter ergänzend erhoben. Diese Ergebnisse konnten zu einer Liste mit Standortinformation, Mengenangabe und chemischer Beschaffenheit verarbeitet werden. Aus dieser wurde eine Auswahl geeigneter Rohstoffquellen für innovative Zementklinker getroffen und die zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.

Im Anschluss erfolgte im Labormaßstab das Brennen von Klinkern mit verschiedenen Ersatzrohstoffkombinationen und variablen Raten im Muffelofen. Die analysierten Rohmehle und Klinker wurden auf ihre Eignung als Portlandzementklinker für die Zementherstellung untersucht. Aus den Ergebnissen sollen in den kommenden Forschungsjahren ausgewählte und vielversprechende Rezepturen in Pilotversuchen sowie im industriellen Maßstab umgesetzt werden, um die Praktikabilität und Industrietauglichkeit der neuen Zementklinker zu ermitteln.

Folgende Projektziele werden dabei gesteckt:

Der in diesem Projekt zu entwickelnde CO<sub>2</sub>-reduzierte Klinker muss die gleiche Qualität wie der konventionell verfügbare Portlandzementklinker aufweisen und zur Herstellung von normgerechten Zementen geeignet sein.

Die neue Rohstoffzusammensetzung soll in allen österreichischen Zementwerken einsetzbar sein, um einen Nutzen für die gesamte Branche zu gewährleisten. Im Rahmen dieses Projektes sollen die, durch die geänderten Rohstoffzusammensetzungen sich ändernden Prozessbedingungen systematisch erhoben werden und das notwendige Prozesswissen in diesem Bereich erfasst und erweitert werden.

Die Versuchsergebnisse dienen als Grundlage zur zukunftsgerechten Überarbeitung der bestehenden Normen, Standards,

Berechnungsvorschriften, technischen Richtlinien und Qualitätsanforderungen für die Klinker- und Zementherzeugung. Legistische Herausforderungen ergeben sich allenfalls hinsichtlich des AWG (Abfallende der eingesetzten Reststoffe und länderübergreifender Transport) sowie bei den Änderungen in den Zement-Normen. Darüber hinaus wird die Auswirkung auf den Lebenszyklus aller innovativen Klinkerlösungen erfasst wie auch eine ökologische Bilanzierung zur Erfassung des Einflusses auf den Klimaschutz durchgeführt.

Folgende wirtschaftliche Vorteile ergeben sich für die Branche:

Die maßgebliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der künftigen Zementproduktion wirkt sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-Kosten der österreichischen Zementindustrie aus.

Das Forschungsvorhaben stellt somit für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Zement-Branche einen sehr wichtigen Baustein dar, da ohne dieses Forschungsprojekt eine wirtschaftliche Produktion von Zementklinker in Österreich massiv durch Importaktivitäten aus dem Nicht-EU-Ausland gefährdet ist.

Daraus folgend ergibt sich der Erhalt und die Sicherung der Arbeitsplätze in der Branche.

Die Ergebnisse dieses Projektes werden in vollem Umfang den Unternehmen in der gesamten österreichischen Zementbranche zur Verfügung gestellt. In den Branchentreffen wird kontinuierlich über den Stand des Projektes berichtet.

Die unterschiedlichen Interessen der Unternehmen werden dabei mit aufgenommen und bei der Abarbeitung des Forschungsprojektes berücksichtigt.

## **Projektpartner**

- Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie