

## Pressemitteilung

### Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

#### Simon Schmitt

23.01.2025

<http://idw-online.de/de/news846238>

Forschungsprojekte, Kooperationen  
Chemie, Werkstoffwissenschaften  
überregional



## Grüner Zement: Elektrisches Heizen soll Beitrag zur Klimaneutralität leisten

Die Zementindustrie zählt zu den größten Emittenten von Kohlendioxid. Sie ist für bis zu acht Prozent der weltweiten, von Menschen verursachten Emissionen verantwortlich – fast dreimal so viel wie der globale Luftverkehr. Um diesen Anteil zu senken und klimaneutral zu werden, setzt die Branche auf technologische Innovationen. Einen vielversprechenden Ansatz verfolgt das internationale Projekt „ECem“, an dem auch Wissenschaftler\*innen des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) beteiligt sind. Mit der Hilfe elektrischer Heiztechnologien wollen die Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Zementherstellung drastisch reduzieren.

Das Projekt ist im Herbst 2024 gestartet und läuft für dreieinhalb Jahre. Es wird vom Innovationsfonds Dänemark mit 21 Millionen Dänischen Kronen (rund 2,8 Millionen Euro) gefördert.

Die Zementindustrie zählt zu den größten Emittenten von Kohlendioxid. Sie ist für bis zu acht Prozent der weltweiten, von Menschen verursachten Emissionen verantwortlich – fast dreimal so viel wie der globale Luftverkehr. Um diesen Anteil zu senken und klimaneutral zu werden, setzt die Branche auf technologische Innovationen. Einen vielversprechenden Ansatz verfolgt das internationale Projekt „ECem“, an dem auch Wissenschaftler\*innen des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) beteiligt sind. Mit der Hilfe elektrischer Heiztechnologien für den energieintensiven Prozess der Kalzinierung wollen die Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Zementherstellung drastisch reduzieren. Das Projekt ist im Herbst 2024 gestartet und läuft für dreieinhalb Jahre. Es wird vom Innovationsfonds Dänemark mit 21 Millionen Dänischen Kronen (rund 2,8 Millionen Euro) gefördert.

Bei der Kalzinierung handelt es sich um einen der wichtigsten Arbeitsschritte bei der Herstellung von Zement. Kalkstein wird in einem großen Ofen auf circa 1.450 Grad Celsius erhitzt und durch thermische Zersetzung zu Klinker, den Hauptbestandteil von Zement, umgewandelt. Dieses chemische Verfahren allein ist für einen Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, die die Zementindustrie insgesamt freisetzt. Zwei Drittel des CO<sub>2</sub> entstehen beim Zerlegen des Kalksteins, der sogenannten Entsäuerung, und lassen sich kaum vermeiden. Das übrige Drittel ist durch den enormen Energieverbrauch bedingt, der nötig ist, um die hohen Temperaturen zu erreichen. Üblicherweise kommen dabei fossile Brennstoffe wie Kohle oder Gas zum Einsatz.

Diesen industriellen Heizprozess nimmt sich nun das Forschungsprojekt „ECem“ (Electric calciner technologies for cement plants of the future, dt. Elektrische Kalzinatortechnologien für Zementwerke der Zukunft) vor. Das Ziel: eine klimafreundlichere Alternative zu erarbeiten. Die Projektpartner unter der Leitung des dänischen Zementkonzerns FLSmidth, zu denen neben dem HZDR auch das Dänische Institut für Technologie, die Universität Aalborg sowie die Unternehmen European Energy und Cementos Argos gehören, wollen dazu zwei verschiedene elektrische Heiztechnologien entwickeln.

Metallkugeln verleihen Kalkstein die nötigen Stoffeigenschaften. Während sich die dänischen Partner im Projekt mit der Entwicklung einer Infrarot-Strahlungsheizung beschäftigt, forschen Wissenschaftler\*innen des HZDR-Instituts für Fluidynamik an einer elektrischen Lösung, die auf induktivem

Heizen basiert. Das Team will dafür zunächst ein Laborexperiment aufbauen, bei dem Induktionsspulen ein hochfrequentes Feld erzeugen, um das Material in einem Behälter zu erhitzen. Im späteren Verlauf wird in einem weiteren Experimentaufbau ein rotierender Drehrohrofen mit Kenndaten modelliert, die dicht an industrielle Bedingungen heranreichen. Die Herausforderung besteht darin, dass Materialien wie der Kalkstein, der überwiegend aus Calciumcarbonat besteht, aufgrund der schlechten elektrischen Leitfähigkeit für den Gebrauch einer Induktionsheizung eigentlich ungeeignet sind.

Um diese Hürde zu überwinden, will das Team sogenannte Suszeptoren unter das zu erhitzende Rohmaterial mischen. Das sind Komponenten, die die induktive Energie effizient in Wärme umwandeln und an das Material weiterleiten sollen. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, das richtige Material zu finden, das bei den hohen Temperaturen und den harschen industriellen Bedingungen stabil als Suszeptor funktioniert. Mögliche Kandidaten müssen einen hohen Schmelzpunkt aufweisen, dürfen mit dem Kalkstein nicht reagieren und sollten abriebfest sein. Eine Ausformung der Suszeptoren, beispielsweise als Metallkugeln, würde den Vorteil mit sich bringen, Kalzinierung und Mahlprozess in einem Prozessschritt zu vereinen. Investitionen in die Elektrifizierung von Industrieprozessen könnten neben der CO<sub>2</sub>-Vermeidung weitere positive Effekte wie die Effizienzsteigerung oder die Verbesserung der Produktqualität bewirken, damit sich für die jeweiligen Unternehmen ein Wettbewerbsvorteil auf den Weltmärkten ergibt.

Optimierung der Gasströme sorgt für effektiven Wärmetransport

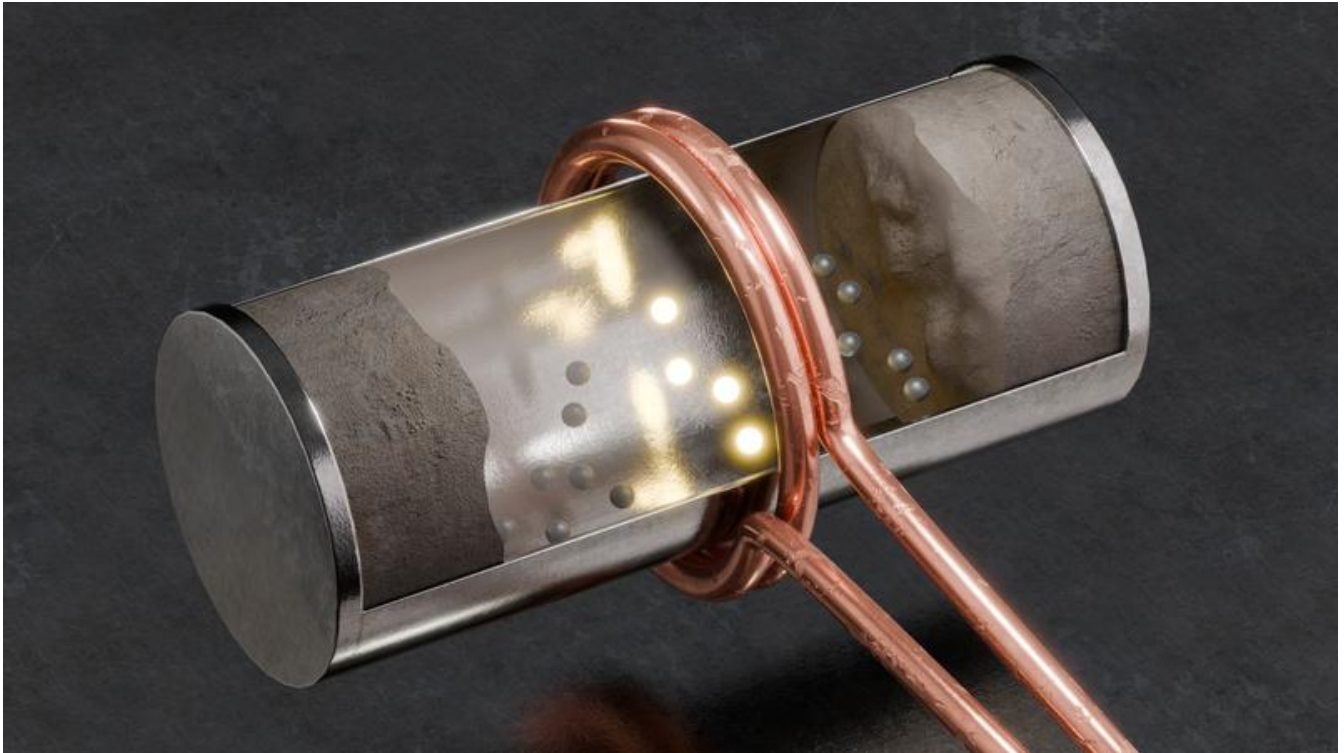
„Auf den ersten Blick hat dieses Projekt wenig mit der Strömungsmechanik zu tun, mit der wir uns normalerweise am Institut befassen“, erklärt HZDR-Ingenieur Dr. Sven Eckert, Leiter der Abteilung Magnetohydrodynamik. „Jedoch geht es hier nicht einfach nur darum, eine Heizung in einem Reaktor zu installieren. Zementöfen verarbeiten in der Regel viele Tonnen Material, weshalb die Schwierigkeit darin besteht, ein homogenes Temperaturfeld im gesamten Ofen herzustellen. Eine induktive Heizung könnte dieses Problem sogar noch verschärfen, wenn man keinen ausreichenden Wärmetransport garantiert, der nicht nur die Randschichten, sondern auch das Innere des riesigen Volumens erreicht. Deswegen müssen wir den Prozess grundsätzlich betrachten, einschließlich einer Optimierung konvektiver Gasströmungen im Ofen, die für einen effektiven Wärmetransport sorgen müssen.“

Hier können die Forscher\*innen um Sven Eckert ihr ganzes Fachwissen einbringen. Am HZDR verfügen sie außerdem über einzigartige Messtechniken wie die Magnetfeldtomografie, die sich hervorragend zur Überwachung elektrifizierter Industrieprozesse eignet. Profitieren will das Team zudem von Erfahrungen aus dem bereits laufenden, vom HZDR koordinierten EU-Projekt CITADEL, in dem innovative Heiztechnologien für die Herstellung feuerfester Keramiken, Stahl, Kupfer oder Glas entwickelt werden.“

Das Ziel des Projekts besteht schließlich darin, die Technologie im Labormaßstab zu validieren. Die in den geplanten Versuchen gewonnenen Daten sind ein wichtiger Input für begleitende Computersimulationen und die Entwicklung digitaler Zwillinge, die den gesamten Prozess inklusive der Energie- und Masseströme abbilden sollen. Auf dieser Grundlage wollen die Wissenschaftler die Frage klären, ob sich das Laborexperiment auf reale industrielle Maßstäbe hochskalieren lässt. Fällt die Antwort positiv aus, könnten die Partner nach Ablauf der Projektzeit im Jahr 2028 den Aufbau einer industrienahen Pilot-Anlage starten. Je nach Forschungsergebnis könnte diese Anlage entweder die Induktionsheizung oder die parallel entwickelte Strahlungsheizung beinhalten – oder, was nicht unwahrscheinlich ist, eine Kombination aus beiden Lösungen darstellen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Sven Eckert | Leiter Magnetohydrodynamik  
Institut für Fluidodynamik am HZDR  
Tel.: +49 351 260 2132 | E-Mail: s.eckert[at]hzdr.de



Funktionsschema der induktiven Beheizung eines Drehrohrreaktors bei der Zementherstellung.  
HZDR / B. Schröder