

## TOP-Forschungsprojekte 2021

**Verbesserung der quantitativen Analyse von zementären Materialien mittels Festkörper-NMR**

Professur: Werkstoffe des Bauens  
Dr.-Ing. habil. Frank Bellmann  
F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde  
Fakultät Bauingenieurwesen

Laufzeit: 1. Mai 2021 bis 30. April 2023

Drittmittelgeber: DFG

Fördersumme: 174.900 Euro

**Beschreibung:**

Üblicherweise werden Zemente, Zusatzstoffe und hydratisierte Bindemittel mit Hilfe der Röntgenbeugung (XRD) analysiert, um qualitative und quantitative Informationen zum Phasenbestand zu erhalten. Es handelt sich um eine gut eingeführte Methode und es bestehen umfangreiche Erfahrungen in der Anwendung. Die Röntgenphasenanalyse ist besonders hilfreich für die Analyse von kristallinen Substanzen, während amorphe Phasen nur bedingt erfasst werden können. Die Festkörper-Kernresonanzspektroskopie (NMR) ist eine Methode, die sowohl für kristalline und amorphe Phasen gleichermaßen geeignet ist. Der Nachweis von amorphen und fehlgeordneten Substanzen ist derzeit von sehr hohem Interesse in der Zementforschung durch die zunehmende Verwendung von Schlacken, kalzinierten Tonen und Flugaschen. Eine qualitative Identifikation dieser Substanzen im NMR-Spektrum basiert auf der charakteristischen chemischen Verschiebung dieser Materialien und eine Konzentrationsbestimmung erfolgt über eine Kalibrierung der gemessenen Intensitäten. Obwohl die grundlegenden Prinzipien der Spektrenaufnahme und –auswertung seit langem bekannt sind, behindern mehrere Details eine schnelle und zuverlässige Analyse. Die Auswertung beruht häufig auf der individuellen Erfahrung und ist in den Laboren nicht einheitlich geregelt. Um diese Situation zu verbessern, wurde eine Arbeitsgruppe aus mehreren Universitäten gebildet. Das Arbeitsprogramm umfasst den kompletten Analysengang von der Probenaufbereitung, Spektrenaufnahme, Extraktion der Phasenintensitäten bis zur Datenaufbereitung, um eine genaue quantitative Analyse der Probenbestandteile zu ermöglichen. Es ist das Ziel des Vorhabens, die entsprechenden Laborroutinen und Standardproben auch anderen Laboren zugänglich zu machen, um die Erfahrungen und Verbesserungen in Form von Publikationen und Seminaren weiterzugeben. Die Arbeiten werden weiterhin die Bestimmung von systematischen und zufälligen Fehlern ermöglichen und wir erwarten, dass unsere Ergebnisse die Anwendung der NMR-Spektroskopie für die quantitative Analyse zementhaltiger Proben erheblich bestärken wird. Die Festkörper-NMR ist eine relative komplizierte Methode und die Arbeiten gehen über einfache Vergleichsmessung zwischen den Laboren hinaus.

## TOP-Forschungsprojekte 2021

Es handelt sich um eine Methodenentwicklung, welche auch die Berücksichtigung der unterschiedlichen Relaxationszeiten erfordert, die selektive Beobachtung einzelner Phasen, sowie andere Details. Die Messungen werden vorrangig mittels  $^{29}\text{Si}$  NMR durchgeführt und durch Messungen mit  $^{27}\text{Al}$  and  $^1\text{H}$  erweitert. Die Arbeiten erfolgen in enger Kooperation mit Prof. Jorgen Skibsted von der Universität Aarhus in Dänemark, einem der führenden Experten im Bereich der NMR-Analyse von zementhaltigen Proben.

Weitere Informationen: [F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde](#)