

## Informationsbaustein Gradientenbeton

### Nachhaltiges Bauen mit Bauteilen aus Gradientenbeton

Bei funktional gradierten Bauteilen werden die Materialeigenschaften im Innern des Bauteils stufenlos verändert (gradient), um sie so optimal an partielle Beanspruchungen anzupassen. Dadurch können eine deutlich höhere Materialeffizienz sowie eine signifikante Reduktion des Ressourcenverbrauchs, der Emissionen und des Energieverbrauchs erreicht werden.

In ersten Versuchen und Hochrechnungen zu funktional gradierten Geschossdecken aus Beton konnten eine Massensparnis von mehr als 50 % und eine deutliche CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zur Produktion herkömmlicher Flachdecken nachgewiesen werden.

Gradientenbeton – eine Innovation mit hohem Potential für die weitere Entwicklung des nachhaltigen Bauens. Seit einigen Jahren wird intensiv zu diesem Thema geforscht.

Das Grundkonzept der funktionalen Grადierung von Werkstoffen ist eine Entwicklung der Luft- und Raumfahrttechnik. Während die Forschung dort auf dünne Oberflächenschichten beschränkt blieb, wurde das Prinzip der funktionalen Grადierung inzwischen auf größere Dimensionen und auf Anwendungen im Bauwesen übertragen.

### Innovation mit hohem Potential

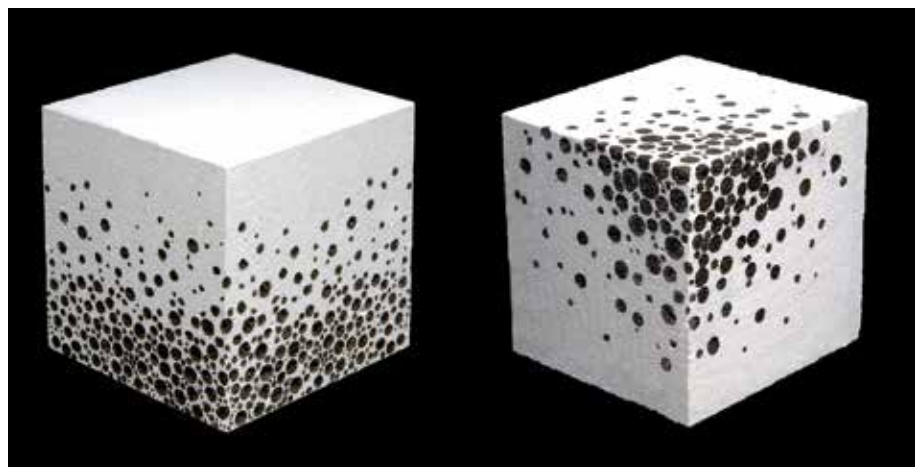
Am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) der Universität Stuttgart werden seit 2006 im Rahmen von Forschungsprojekten und wissenschaftlichen Arbeiten verschiedene Baustoffklassen (Polymere, Betone, Metalle, Textilien), mögliche Herstellungsverfahren und Anwendungsfelder für funktional gradierte Bauteile untersucht. Die Übertragung existierender Verfahren und die Neuentwicklung erfolgte mithilfe umfangreicher Versuchsserien im Zuge des Forschungsprojekts „Herstellungsverfahren und Anwendungsbereiche für

funktional gradierte Bauteile im Bauwesen“ (Förderstelle: Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, 2009-2011).

### Bauteile: Multifunktional und sortenrein

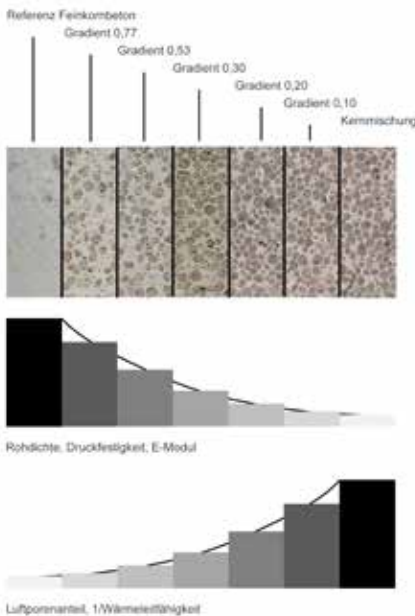
Zahlreiche Materialeigenschaften, wie beispielsweise die Festigkeit, die Wärmeleitfähigkeit und die Dichtigkeit, können durch die Änderung der Porosität eines Materials (Beton, Metalle, Glas oder Kunststoffe) in einem weiten Spektrum variiert werden.

Somit ist es möglich, z.B. Betonwände zu entwickeln, die nur aus einem einzigen Material bestehen, aber dennoch allen Anforderungen an eine Gebäudehülle gerecht werden. Durch den gradierten Übergang von dichten und tragenden Deckschichten zu einem hochporösen Dämmkern aus Beton können vergleichsweise dünne, rein mineralische Außenwandbauteile realisiert werden.



Gradientenbeton bietet ökologische und ökonomische Optimierungspotentiale.

## Informationsbaustein Gradientenbeton



Grafik: ILEK

Verlauf der Festbetoneigenschaften bei einer schrittweisen Erhöhung der Porosität.

Dadurch wird einerseits wertvolle Nutzfläche gewonnen und andererseits kann die Rezyklierbarkeit des Bauteils deutlich verbessert werden. Die derzeit marktüblichen Wärmedämmverbundsysteme bestehen nämlich aus verschiedenen Materialien, deren dauerhafter Verbund die sortenreine Trennung und damit das Recycling erschwert.

### Herstellung gradierter Bauteile

Prinzipiell kann eine Gradierung von Bauteilen aus Beton durch Anordnung unterschiedlicher Porositäten, Einbringen unterschiedlicher Leichtzuschläge, durch die Kombination unterschiedlicher Betone und durch die Kombination der vorgenannten Maßnahmen erfolgen.

Die größte Herausforderung bestand in der Entwicklung eines wirtschaftlichen Verfahrens zur Herstellung gezielter Eigenschaftsgradienten. Die Porosierung von Beton erfolgt dabei durch die Verwendung poröser Leichtzuschläge und das Einbringen zusätzlicher Luftporen in die Zementmatrix. Die dreidimensionale Gradierung kann durch ein am ILEK entwickeltes und patentiertes Simultan-Sprühverfahren erzielt werden, wobei sich die Zusammensetzung des Sprühnebels kontinuierlich ändert und positionsabhängig die jeweils erforderliche Betonmischung aufgetragen wird.

Die Automatisierung des Verfahrens erlaubt die schnelle und wirtschaftliche Herstellung von Betonbauteilen mit kontrolliert variierender Porosität. Die Weiterentwicklung dieser Technologie bildet einen Schwerpunkt der weiteren Forschung am ILEK.

### Anwendungsmöglichkeiten

Funktional gradierte Betonbauteile werden in absehbarer Zeit einen signifikanten Beitrag zur Entwicklung des nachhaltigen Bauens leisten.



Porositätsgradient, kontrolliertes Entmischen, Rotationsverfahren

Fotos: ILEK

Zurzeit wird an weiterführenden Projekten gearbeitet. Angestoßen wurden Untersuchungen z.B. zu Gradientendecken, zur Gradientenwand und zur automatisierten Herstellung von Gradientenbetonbauteilen. Weiterhin werden Simulations- und Optimierungsroutinen zur Ermittlung eines Gradientenbetonlayouts sowie die Ökobilanz der Gradientenbetonbauteile erforscht. Zahlreiche führende Unternehmen der deutschen und internationalen Betonindustrie sind an diesen Projekten beteiligt.



Unterschiedliche Porositäten, erzielt durch ein Schichtenverfahren