

3. Ausgabe | 2025

punktum.  
betonbauteile

| SONDERHEFT |

Das Branchenmagazin

Betonfertigteile | Betonwaren | Betonwerkstein

**KLIMAGERECHTES BAUEN**

**MIT BETONBAUTEILEN**



# Inhalt

- 4 Unser Leitthema 2024  
Klimagerechtes Bauen mit Betonbauteilen
- 4 KLIMAGERECHTES BAUEN
- 5 **Unsere Position.**  
Klimafolgen und Klimaanpassung.  
Empfehlungen für Straßenbau und Verkehr,  
Bauwesen und Wasserwirtschaft
- 8 Enlightenment mit Nordlichtern  
Speicherung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden



© norights.com

- 13 Bestehende Infrastruktur stärken, neue schaffen  
So könnte eine CO<sub>2</sub>-Infrastruktur  
in Deutschland aussehen
- 14 Umweltinformationen für Bauprodukte,  
Bauwerke und Unternehmen  
Einordnung für die Betonfertigteilindustrie
- 18 Holzprodukte in der Bauindustrie  
Deutschsprachige Zusammenfassung der Studie  
CA4BM-Carbon Accounting for Building Materials
- 19 Die Zukunft des Bauens  
Betonstein – für nachhaltige Flächenbefestigungen
- 24 Interview über Dach- und Fassadenbegrünung  
Bauwerksbegrünungen bieten viele  
positive Wirkungen

## 28 KLIMAFOLGEN UND KLIMAAANPASSUNG

- 28 **Unsere Position.**  
Die Evolution des Regenwassers –  
vom Abfallprodukt zur wertvollen Ressource
- 30 Interview  
Herausforderungen in der Wasserwirtschaft
- 33 Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung  
Betonbauteile und -waren  
für Maßnahmen zur Klimaanpassung
- 35 Gastbeitrag – Betonpflaster  
Wie viel Regenwasser versickert auf Pflasterflächen?
- 40 Videoreihe „Impulse pro Kanal“  
Inspektion.Sanierung.Erneuerung

## 44 ZUKUNFT WOHNEN

- 44 **Unsere Position.**  
Vorfertigung – Schnelles Bauen für mehr Wohnraum
- 45 Bezahlbares Wohnen  
Mit seriellem und modularem Bauen gegen den  
Wohnungsnotstand





© TU Wien

- 47 **Gastbeitrag – Thermische Bauteilaktivierung**  
Strahlungsheizung in Verbindung mit vorgefertigten Betonbauteilen
- 51 **Interview mit Architekt Johann Schmuck**  
Architekturbüro und Handwerksbetriebe arbeiten Hand in Hand
- 52 BETONBAUTEILE UND INFRASTRUKTUR**
- 52 **Unsere Position.**  
Industrie- und Gewerbebau: Wolkig bis stürmisch – schlanke Lösungen gefragt
- 53 **Gastbeitrag „Lahnbachbrücke bei Fürstenfeld/ Österreich“**  
Klappen wie am Schnürchen!
- 57 **Im Tunnel geht's rund**  
Stahlbeton-Tübbinge – unverzichtbare Bausteine für die unterirdische Infrastruktur
- 59 **Dauerhaftigkeit von Beton**  
Forschungsprojekt „Grenzzustände und erforderliche Zuverlässigkeiten“
- 61 **Neuerungen der künftigen DIN-1045-Reihe für Betonfertigteile, Teil 1**  
Übersicht und bauordnungsrechtliche Einordnung
- 65 **Neuerungen der künftigen DIN-1045-Reihe für Betonfertigteile, Teil 2**  
Technische Neuerungen
- 70 **Faktencheck**  
Holz versus mineralische Baustoffe
- 72 **Potenziale nutzen**  
Vorgefertigte Betonbauteile
- 74 **Impressum**



**punktum.betonbauteile goes digital!**

Lesen Sie alle Ausgaben digital, stöbern Sie in unserer Objektdatenbank und informieren Sie sich über unsere Position zu branchenrelevanten Themen.

Unser Leitthema 2024

## Klimagerechtes Bauen mit Betonbauteilen

Der Bedarf an bezahlbarem Wohnraum und die dringend notwendige Sanierung der teilweise maroden Infrastruktur stellt Politik und Bauwirtschaft vor enorme Herausforderungen. Bereits heute fehlen rund 400.000 Wohnungen in deutschen Ballungsräumen. Bundesweit sind etwa 4.000 Brücken in einem kritischen Zustand, zudem müssen 19,4 % des öffentlichen Kanalnetzes saniert werden.

Der Realisierung dieser wichtigen gesellschaftspolitischen Aufgaben steht der Klima- und Ressourcenschutz gegenüber. Der Rohstoffverbrauch muss reduziert werden, Flächen geschont und die Energiewende vorangetrieben werden. Resiliente Städte sind erforderlich, um gegen die Folgen des Klimawandels wie Wetterextreme gerüstet zu sein. Blau-grüne Infrastrukturen spielen dabei eine wichtige Rolle, beispielsweise die Begrünung von Dächern zur Regenwassernutzung oder von Fassaden für ein besseres Mikroklima. Helle Außenwände und Betonsteinpflaster sind zudem hilfreich gegen Hitze.

Infrastruktur und Gebäude müssen sich den veränderten Bedingungen anpassen. Sie müssen klimagerecht gebaut und betrieben werden. Der Gebäudeschutz ist dabei genauso wichtig wie geringe Treibhausgas-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus, eine hohe Energieeffizienz, niedrige Betriebskosten und Recyclingfähigkeit.

Beton als meist verwendetem Baustoff kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. So ermöglicht die Wärmespeicherfähigkeit von Beton, den Energiebedarf von Gebäuden zu reduzieren. Betonbauteile können auch gezielt zum Heizen und Kühlen eingesetzt werden. Beton ist widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen und hat eine lange Lebensdauer. Durch den Einsatz CO<sub>2</sub>-effizienter Zemente oder materialsparender Konstruktionen können bereits heute Emissionen reduziert und Einsparungen an Ressourcen und Energie erreicht werden. Betonfertigteile sind zudem recyclebar und können bei richtiger Planung am Ende ihres Lebenszyklus auch demontiert und wiederverwendet werden.

In diesem Sonderheft sind die wichtigsten Beiträge zum Thema „Klimagerechtes Bauen mit Betonbauteilen“ aus dem Jahr 2024 kompakt zusammengestellt.

Viel Spaß beim Lesen!

Ihre Branchenverbände

# UNSERE POSITION.

## Klimafolgen und Klimaanpassung. Empfehlungen für Straßenbau und Verkehr, Bauwesen und Wasserwirtschaft

Der Monitoringbericht „Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“, herausgegeben von der bayerischen Staatsregierung, bietet Erkenntnisse, die auch für andere Bundesländer relevant sind. Er zeigt auf, wie der Klimawandel unsere Umwelt beeinflusst. Seit 2003 nimmt die Grundwasserneubildung stetig ab, und die Jahreszeiten Frühling, Sommer und Herbst beginnen früher als gewohnt. Gleichzeitig steigen die gesundheitlichen Risiken durch Hitzewellen, extreme Wetterereignisse und allergene Pflanzen deutlich an.

Die Auswirkungen des Klimawandels erfordern nicht nur den Schutz des Klimas und eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, sondern auch gezielte Maßnahmen zur Abmilderung der Folgen der Klimaveränderungen.

### Ausgewählte Schwerpunkte der Klimaanpassungsstrategien

- Hochwasserschutzmaßnahmen
- Stabilisierung und Sicherung des Wasserhaushalts
- Vorsorge gegen Trockenheit und Dürre
- Erhalt und Renaturierung natürlicher beziehungsweise genutzter Kohlenstoffsinken (zum Beispiel Moore)
- Stabilisierung der biologischen Vielfalt und Ökosysteme
- Eindämmung von Georisiken
- Vorsorge gegen Gefahren durch neue Schädlinge und Überträger von Krankheiten
- Verringerung der Folgen von Hitzebelastung
- Schaffung einer nachhaltigen und klimaschonenden Siedlungsentwicklung, Verkehrsinfrastruktur und Energieproduktion



© Bayerische Klima-Anpassungsstrategie 2016, Bayer, Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Vom Klimawandel primär (Kreis) und sekundär (Pfeile) betroffene Bereiche.

Insbesondere in den Bereichen 1. Straßenbau und Infrastruktur, 2. Bauwesen, 3. Wasserwirtschaft erfordern die zunehmenden Extremwetterereignisse wie Starkregen, Stürme, Hitzewellen und Spätfrostgefahr eine verstärkte Aufmerksamkeit. Diese klimatischen Veränderungen stellen eine erhebliche Bedrohung für die bestehende Infrastruktur dar und gefährden sowohl die Sicherheit als auch die Lebensqualität der Bevölkerung. Daher ist es unerlässlich, spezifische und wirksame Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen, um die Widerstandsfähigkeit dieser Infrastrukturen gegenüber den wachsenden klimatischen Belastungen zu stärken.

## 1. Straßenbau und Verkehrsinfrastruktur

Der Bereich Straßenbau und Verkehr ist besonders anfällig für die Auswirkungen klimatischer Veränderungen, insbesondere durch Starkregen, Frost und Hitze. Diese extremen Wetterbedingungen verursachen erhebliche Schäden an Straßen- und Schieneninfrastrukturen und gefährden damit die Verkehrsinfrastruktur.

### HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- **Monitoring und Instandsetzung**

Ein flächendeckendes Monitoring der Verkehrsinfrastruktur ist entscheidend, um Schäden frühzeitig zu erkennen und schnell zu beheben.

Dies umfasst die kontinuierliche Überwachung von Straßenbelägen, Brücken und Schienen auf Verformungen, Rissbildungen und Materialermüdung. Durch den Einsatz moderner Technologien können Veränderungen rechtzeitig erfasst und die Sicherheit sowie Langlebigkeit der Infrastruktur erhöht werden.

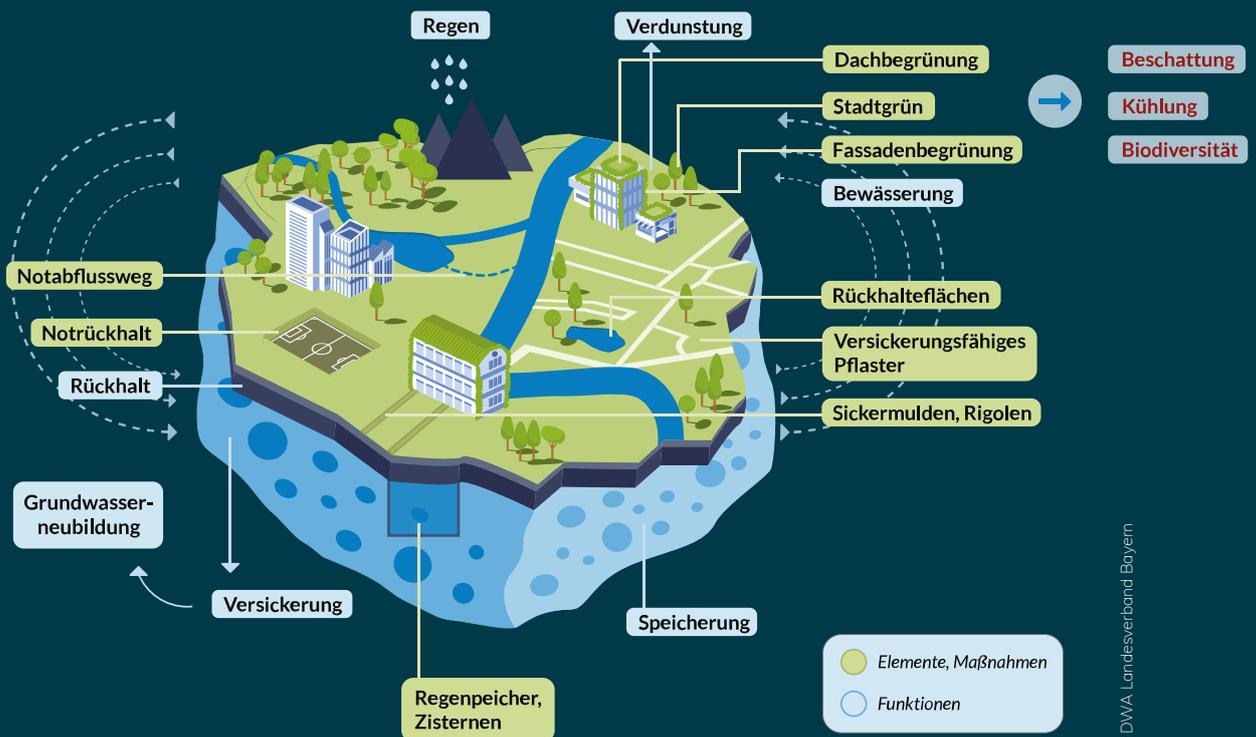
- **Anpassung der Flächennutzung**

Bei der Flächennutzung sollte das Regenwasser direkt vor Ort versickern. Um die Grundwasserneubildung zu fördern, sollte anfallendes Regenwasser vor Ort verbleiben. Daher sollte beim Regenwassermanagement nach folgender Priorisierung vorgegangen werden:

1. Regenwasserversickerung
2. Regenwasserrückhaltung
3. Regenwasserableitung

- **Förderung von Forschung und Entwicklung**

Es sollte verstärkt in Forschungsprojekte investiert werden, die die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verkehrsinfrastruktur untersuchen. Forschungsfelder können dabei zum Beispiel klimaresiliente Baumaterialien, Bauweisen und Bauverfahren sein.



## 2. Bauwesen

Extremwetterereignisse können strukturelle Schäden an Gebäuden verursachen. Der Klimawandel erfordert zudem Anpassungen in der Energieeffizienz und im Innenraumklima von Gebäuden, um den veränderten klimatischen Bedingungen gerecht zu werden.

### HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- **Regenerative Materialien und energieeffiziente Bauweisen**

Die Verwendung regenerativer Materialien sowie die Förderung ressourcenschonender und energieeffizienter Bauweisen müssen verstärkt und technologieoffen unterstützt werden.

- **Klimagerechtes Bauen**

Die Bauvorschriften sollten so angepasst werden, dass sie klimatische Veränderungen umfassender berücksichtigen. Dazu gehören erhöhte Anforderungen an die Standsicherheit, Strukturstabilität, Materialauswahl und Gebäudedämmung, um auch unter extremen Wetterbedingungen einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten.

- **Förderung der Innenraumqualität**

Angesichts steigender Temperaturen muss die Politik Anreize zur Verbesserung der Innenraumqualität schaffen. Dies kann durch die Förderung natürlicher Klimatisierungssysteme, die Reduzierung von Überhitzung und die Verbesserung der Luftqualität in Gebäuden erreicht werden.

## 3. Wasserwirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen besonders die Hochwasservorsorge, die Wasser- und Abwasserentsorgung sowie die Gewässerökologie.

### HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- **Verbesserung des Hochwasserschutzes**

Geeignete Maßnahmen sind die Renaturierung von Flussläufen, der Ausbau von Rückhaltebecken und die Verstärkung von Deichsicherungen. Vorbeugender Hochwasserschutz muss als politische Priorität angesehen und finanziell ausreichend unterstützt werden.

- **Sicherung der Wasserversorgung**

Es muss sichergestellt werden, dass die Wasserversorgung in allen Regionen Deutschlands auch unter veränderten klimatischen Bedingungen gewährleistet bleibt.

- **Sicherung der Abwasserentsorgung**

Die hydraulische Leistungsfähigkeit sowie der bauliche Zustand der vorhandenen Abwasserkanäle muss überprüft und bei Bedarf angepasst werden, um den steigenden Anforderungen durch veränderte Niederschlagsmuster gerecht zu werden. Darüber hinaus ist eine integrale Betrachtung von Regenwassermanagement und Abwasserinfrastruktur notwendig.

## Schlussfolgerungen

Die Herausforderungen des Klimawandels erfordern entschlossenes Handeln. Um die Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur zu erhöhen und die Lebensqualität der Bevölkerung zu sichern, sind die genannten Handlungsempfehlungen umzusetzen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen staatlichen Institutionen, der Wirtschaft und der Wissenschaft ist entscheidend, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln und zu realisieren.

Beton und vorgefertigte Betonbauteile können bei diesen Maßnahmen einen erheblichen Beitrag leisten. Nachhaltig produzierte Betonbauteile finden Anwendung im Straßenbau, in der Infrastruktur, im Garten- und Landschaftsbau, im Hochbau sowie in der Wasserwirtschaft. Wir befürworten eine technologieoffene Materialauswahl, bei der die spezifischen Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Materialien ausschlaggebend sind.

### Dies ist eine gemeinsame Position der Herausgeber des punktum.betonbauteile.

Monitoringbericht „Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern 2023“, Download unter [www. bit.ly/3Taewql](http://www.bit.ly/3Taewql).

Bayerische Klima-Anpassungsstrategie 2016, Download unter [www. bit.ly/3X39wVM](http://www.bit.ly/3X39wVM).

## Enlightenment mit Nordlichtern

### Speicherung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden

Als um 1700 die Aufklärung (engl. Enlightenment) einsetzte, ging es zu Beginn darum, Akzeptanz für neu erlangtes Wissen zu schaffen und durch rationales Denken alle den Fortschritt behindernden Strukturen zu überwinden. Ganz neu ist das Wissen um die Speicherung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden zwar nicht, und dennoch wissen viele noch nicht, wie so eine Speicherung funktionieren kann, oder stehen dem Ganzen skeptisch gegenüber. Am Thema selbst führt jedoch nichts vorbei, denn in Anbetracht des European Green Deal und der Verantwortung gegenüber der Umwelt und künftigen Generationen müssen alle Optionen zum Umgang mit ausgestoßenem CO<sub>2</sub> durchdacht werden. Und bis zur angekündigten Klimaneutralität 2045 ist es nicht mehr lange hin. Wir möchten mit der Beantwortung einiger Fragen Licht ins Dunkel bringen.

#### **Warum ist die Einlagerung unter dem Meer für Zement- und Betonwerke interessant?**

Neben vielen weiteren Branchen befinden sich auch die Zement- und die Betonbranche mitten in der Transformation hin zu klimaneutralen Sektoren. Dazu gehören nicht nur die Weiterentwicklung von Zementen und Betonen und ihre Herstellung mithilfe neuer Rezepturen oder KI, sondern auch Carbon-Capture-Technologien, die einen großen Teil des prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei der Zementherstellung auffangen können. An Zementwerken kann das CO<sub>2</sub> aufgefangen und verflüssigt werden. Gelingt es, dieses wiederum in einem natürlichen Zustand in Sandsteinschichten einzulagern, werden negative Emissionen erzeugt, die der Zementbranche auf dem Weg zur Klimaneutralität helfen. Da der prozessbedingte Ausstoß von CO<sub>2</sub> in der Zementproduktion für einen Großteil des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks im Beton verantwortlich ist, würde die Nutzung dieses technologischen Fortschritts auch die Beton- und Betonfertigteilbranche auf dem Weg zur CO<sub>2</sub>-Neutralität unterstützen.

#### **Wie funktioniert die Einlagerung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden?**

Prof. Dr. Klaus Wallmann, Leiter der Forschungseinheit Marine Geosysteme am GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung in Kiel, forscht hierzu bereits seit vielen Jahren. Ihm zufolge gibt es in den Sandsteinformationen der Nordsee keine großen Hohlräume, vielmehr handelt es sich um mikroskopisch kleine Porenräume zwischen einzelnen Sandkörnern, worin das CO<sub>2</sub> eingelagert wird. Das CO<sub>2</sub> kommt also in die tiefen Sandsteinschichten zurück, aus denen zuvor Öl und auch bereits Gas gefördert wurden. Geeignete Speicherorte sind poröse Sand-

steinschichten, über denen undurchlässige Ton- und Schluffschichten liegen, die dem hohen Druck, mit dem das CO<sub>2</sub> in das darunterliegende Gestein gepresst wird, standhalten können.

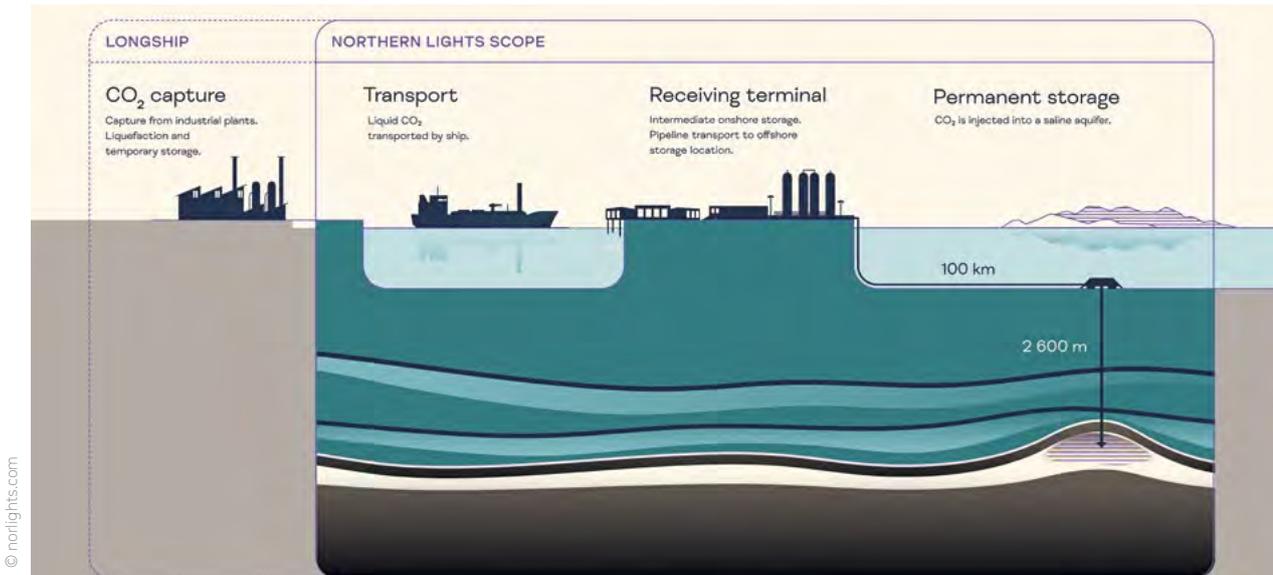
#### **Gibt es Vorbilder?**

Seit Frühjahr 2023 lagert Dänemark im Rahmen des Projekts Greensand CO<sub>2</sub> in der dänischen Nordsee. In einem ehemaligen Ölfeld etwa 200 km von der Küste entfernt sollen bis 2030 in der dänischen Nordsee bis zu 13 Mio. t CO<sub>2</sub> eingelagert werden.

Norwegen tut dies in Kooperation mit dem US National Energy Technology Laboratory (NETL) und dem U.S. Department of Energy (DOE) bereits seit dem Sleipner-Projekt 2015. Dieses wurde schon 1996 als weltweit erstes groß angelegtes Speicherprojekt von Statoil (jetzt Equinor) und seinen Partnern auf dem Sleipner-Gasfeld in der Nordsee vor der norwegischen Küste begonnen. Sleipner ist nach wie vor das am längsten laufende geologische Speicherprojekt der Welt, bei dem etwa 1 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr durch ein einziges Bohrloch in die salzhaltige Utsira-Formation verpresst wird. Die Utsira-Formation ist eine bis zu 300 m tiefe massive Sandsteinformation, die schätzungsweise 600 Mrd. t CO<sub>2</sub> speichern kann.

Seit März 2021 gibt es vor der Küste Norwegens mit dem Northern Lights Project (Deutsch: Nordlichter-Projekt) in einer Partnerschaft aus Equinor, Shell und TotalEnergies größere Bestrebungen, die Technologie voranzutreiben und die entsprechende Infrastruktur in Norwegen auszubauen.

Die erste Phase der Erschließung einer Speicherkapazität von 1,5 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr ist Teil des Longship-Projekts. Letzteres Projekt wurde auf-



Seit März 2021 gibt es vor der Küste Norwegens mit dem Nordlichter-Projekt in einer Partnerschaft aus Equinor, Shell und TotalEnergies größere Bestrebungen, die Technologie voranzutreiben und die entsprechende Infrastruktur in Norwegen auszubauen.

grund des Ziels der norwegischen Regierung initiiert, in Norwegen eine umfassende CCS-Wertschöpfungskette (das heißt, Carbon Capture and Storage) zu entwickeln.

Vorgestellt wurden das Northern Lights Project und das Longship Project unter anderem bereits auf den BetonTagen 2023 [www.betontage.de](http://www.betontage.de), bei denen Norwegen Gastland war. Hier wurde auch auf die neue Anlage von Norcem, dem Tochterunternehmen des deutschen Baustoffkonzerns und Zementherstellers Heidelberg Materials, im norwegischen Brevik eingegangen.

Von dort soll ab Oktober 2024 das erste CO<sub>2</sub> per Spezialschiff zum Terminal nach Oygarden bei Bergen geliefert werden, von welchem aus Leitungen in den Meeresboden der Nordsee führen. Ganze 400.000 t CO<sub>2</sub>, knapp 1 % der aktuellen Emissionen Norwegens, sollen allein im Zementwerk in Brevik abgefangen und unterirdisch gespeichert werden.

Norcem ist Teil des Longship-Projekts der norwegischen Regierung. Der norwegische Staat übernimmt einen Großteil der Kosten zum Aufbau einer Abscheidungsanlage im Werk in Brevik. Northern Lights wird den Transport und die Lagerung des CO<sub>2</sub> von Heidelberg Materials übernehmen.

### Gibt es Risiken?

Ja und nein. In der Nordsee gibt es rund 15.000 Bohrlöcher. Laut Wallmann gibt es ein erhöhtes Risiko von Leckagen in der Nähe von alten Bohr-

löchern. An diesen Löchern entweicht mit höherer Wahrscheinlichkeit CO<sub>2</sub>.

Jedoch ist bei einem Austritt das Risiko der Umweltschädigung verhältnismäßig gering: In einem solchen Fall kann es auf kleinen Flächen, lokal begrenzt auf etwa 50 m<sup>2</sup>, zu Schädigungen im Ökosystem kommen. Die Artenvielfalt geht also nur bei einer sehr kleinen Fläche zurück.

Wallmann zufolge ist der deutsche Meeresboden nicht so durchlöchert, da hierzulande kaum Öl und Gas gefördert wurden. Seiner Meinung nach sollte erst nach anderen Optionen geschaut und bei einer Umsetzung auf Beobachtung, genaue Überwachung und Regulierung geachtet werden.

Für die sichere Speicherung von CO<sub>2</sub> in tiefen geologischen Lagern sprechen jedoch laut dem mit Equinor kooperierenden US National Energy Technology Laboratory (NETL):

- 1) „fast fünf Jahrzehnte Erfahrung in der Öl- und Gasindustrie mit der Injektion von CO<sub>2</sub> in öl- und gasgefüllte Formationen;
- 2) die 20-jährigen technologischen Fortschritte, die durch Programme wie das Programm des U.S. Department of Energy zur Kohlenstoffspeicherung erreicht wurden;
- 3) Feldtestkampagnen, etwa die Regional Carbon Sequestration Partnerships (RCSPs), die Überwachungsinstrumente und -strategien validiert und Best Practices entwickelt haben;



- 4) ein verbessertes Verständnis der Physik, Chemie und Mechanik, das während der gesamten Lebensdauer eines CCUS-Projekts eine Rolle spielt und als Grundlage für neue Instrumente zur Risikobewertung und zum Risikomanagement dient;
- 5) die wachsende Zahl von CCUS-Demonstrations- und kommerziellen Projekten weltweit, die das ‚Learning-by-doing‘ fördern.“

Beim Sleipner-Projekt zeigte die seismische 3-D-Überwachung der CO<sub>2</sub>-Injektion in die Utsira-Formation im Zeitraum Juni 2015 bis September 2016 zumindest, dass das CO<sub>2</sub> nicht in andere Horizonte entweicht.

## Politische Situation in Deutschland

Bereits vor zehn Jahren versuchte die damalige schwarz-gelbe Koalition die Speicherung in Deutschland möglich zu machen. Der aktuelle Wirtschaftsminister Robert Habeck (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN) war damals gegen die Einlagerung. Heute bezeichnet das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) CCUS als „Baustein für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie“ und arbeitet zurzeit an einer Carbon-Management-Strategie, um den Umgang mit diesen unvermeidbaren beziehungsweise schwer vermeidbaren Restemissionen zu regeln.

Ein Stakeholderdialog mit Vertreter:innen aus Zivilgesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft startete im März 2023. Die staatliche Energieagentur dena moderierte den Austausch und leitete Empfehlungen an die Bundesregierung weiter:

- CCS sollte für Branchen zugelassen werden, in denen CO<sub>2</sub> unvermeidbar ist (Kalk, Zement, Müllverbrennung).
- CCS sollte auch für die chemische Industrie zumindest als Überbrückungstechnologie zugelassen werden (Stahl, Chemie, Glas).
- CCS sollte für die Energiebranche untersagt werden – und auch für Branchen, bei denen es Alternativen (Elektrifizierung) gibt.
- Nach Möglichkeit sollte die Technologie so eingesetzt werden, dass negative Emissionen entstehen.
- Das CO<sub>2</sub> sollte zur Speicherung möglichst exportiert werden. CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland wird von Umweltverbänden abgelehnt. Dennoch sollten die Kapazitäten für eine Speicherung hierzulande geprüft werden.

Notwendige Anwendungsgebiete der CCU und CCS-Technologien, aber auch die Frage, wo CO<sub>2</sub> gespeichert werden könnte, insbesondere unter dem Meeresboden, sollen im Rahmen der Carbon Management-Strategie beleuchtet werden.



Onshore-CO<sub>2</sub>-Empfangsterminal vom Northern-Lights Projekt in Norwegen.

Der Frankfurter Rundschau zufolge könnte das Gesetz auf Basis der Empfehlungen und der ausgearbeiteten Carbon-Management-Strategie der Bundesregierung noch im ersten Halbjahr 2024 beschlossen werden.

## CO<sub>2</sub>-Infrastruktur in Deutschland

Natürlich bieten sich für einen Transport von CO<sub>2</sub> grundsätzlich drei Hauptwege an: Schiene, Schiff und Pipeline. Der Transport über die Straße kann aufgrund des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Lkws wohl nur in den seltensten Fällen eine Option sein. Für längere Strecken kommen laut dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI Onshore- und Offshore-Pipelines sowie der Schiffstransport infrage. Bei Letzterem könnten demnach ähnliche Transportschiffe wie beim Flüssiggastransport verwendet werden, ihre Transportkapazität liege zudem deutlich über der des Zuges.

Behälterbasierte oder bestehende pipelinebasierte Transportlösungen könnten meist ohne größere Probleme für den CO<sub>2</sub>-Transport umgewidmet werden, der Transport von CO<sub>2</sub> sei, Fraunhofer ISI zufolge, aus technologischer Sicht keine Herausforderung.

Die eigentlichen Herausforderungen liegen, dem Magazin beton nach, an entsprechenden Übergabepunkten, wo die reine Befüllung oder Entleerung mit dem aktuellen Stand der Technik noch zu lange dauert. Beim Schienenverkehr gebe es zudem keine einheitlichen Standards für Kupplungen und Anschlüsse, über die die Waggone be- und entladen werden.

Außerdem gebe es im Bereich der Pipelines zurzeit noch keine einheitlichen Spezifikationen der Zusammensetzung des zu transportierenden CO<sub>2</sub>. Diese seien aber notwendig, da die Rohre bei Stahlqualität und Dicke strengen Sicherheitskriterien unterliegen und innenseitige Korrosionen vermieden werden müssen.

In Deutschland entsteht bis 2029 das erste vollständig dekarbonisierte Zementwerk im Rahmen des GeZero Carbon Capture and Storage (CCS)-Projektes von Heidelberg Materials in Geseke. Zum ersten Mal wird dort eine vollständige CCS-Wertschöpfungskette für die Abscheidung, den Transport und die dauerhafte Speicherung aller CO<sub>2</sub>-Emissionen an einem deutschen Binnenstandort realisiert werden. Die Anlage wird auf die Abscheidung von rund 700.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr ausgelegt sein. Das Projekt umfasst dem Baustoff Partner Online zufolge eine Transportlösung zur zeitlichen Überbrückung, bis die erforderliche Pipeline-Infrastruktur zur Verfügung steht.



Das geplante OGE CO<sub>2</sub>-Transportnetz besteht aus den OGE-Projekten WHVCO<sub>2</sub>logne, Delta Rhine Corridor und den Clustern Elbmündung und Rheinisches Revier.

Einen Pipeline-Betrieb zum Export von CO<sub>2</sub> plant in Deutschland derzeit die Open Grid Europe GmbH (OGE), welche für das LNG-Terminal in Wilhelmshaven bis Ende des Jahres 2022 bereits die WAL-Leitung als Alternative zu russischem Gas baute. Das geplante OGE CO<sub>2</sub>-Transportnetz besteht aus den OGE-Projekten WHVCO<sub>2</sub>logne, Delta Rhine Corridor und den Clustern Elbmündung und Rheinisches Revier. Ziel ist laut Unternehmen die zügige Erschließung der Exportoptionen in Wilhelmshaven, Rotterdam und Antwerpen/Zeebrugge.

Das Startnetz soll sich über eine Länge von über 960 km erstrecken und einen Transport von 18,8 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr ermöglichen. OGE geht derzeit von einem kompletten Neubau der Infrastruktur aus und möchte sowohl die Projekte und Cluster als auch das CO<sub>2</sub>-Transportnetz flexibel entsprechend der Transportbedarfe entwickeln.

So möchte das Unternehmen Standorte, an denen CO<sub>2</sub> abgeschieden wird, wie in der Zement- und Kalkindustrie, mit Standorten, an denen CO<sub>2</sub> verwendet wird, wie der Chemieindustrie, verbinden. Außerdem soll es Verbindungen von Standorten der CO<sub>2</sub>-Abscheidung mit relevanten Hafenstandorten wie Wilhelmshaven geben.

Eine Karte des geplanten Transportnetzes ist unter [www.bit.ly/49pOISs](https://www.bit.ly/49pOISs) abrufbar.

## Quellen

- Baustoff Partner Online; HeidelbergCement AG. Erstes vollständig dekarbonisiertes Zementwerk in Deutschland – Förderung aus dem EU-Innovationsfonds; 01.08.2023 [www.bit.ly/3T4RjWM](http://www.bit.ly/3T4RjWM)
- beton. Die Fachzeitschrift für Bau + Technik; VDZ; CO<sub>2</sub>-Infrastruktur als Voraussetzung der Dekarbonisierung; beton 10/2023; S. 404
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK); CCU/CCS: Baustein für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie [www.bit.ly/3I6kvXc](http://www.bit.ly/3I6kvXc)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK); Beginn des Stakeholderdialogs zur Carbon-Management-Strategie; 24.03.2023 [www.bit.ly/3wmJqDm](http://www.bit.ly/3wmJqDm)
- Businessportal-Norwegen.com; Carbon Capture Storage. Norwegens Regierung und Heidelberg Materials einigen sich über Fortsetzung des CCS-Projekts in der Zementfabrik in Brevik; 11.09.2023 [www.bit.ly/3UFwEKI](http://www.bit.ly/3UFwEKI)
- Cicero. Magazin für politische Kultur; Interview von Deike Uhtenwoldt mit Prof. Dr. Klaus Wallmann; Wir müssen ins Handeln kommen; Cicero 10/ 2023; S. 103
- Enargus.de; CO<sub>2</sub>-Pipelines [www.bit.ly/3T5jQvE](http://www.bit.ly/3T5jQvE)
- Equinor – The Northern Lights Project: [www.bit.ly/3uAxsFL](http://www.bit.ly/3uAxsFL)
- Frankfurter Rundschau (fr.de); Amy Walker; Habeck will CO<sub>2</sub> unter dem Meer lagern: So könnte das neue Gesetz zur CO<sub>2</sub>-Speicherung aussehen; 30.10.2023 [www.bit.ly/3SRLD1o](http://www.bit.ly/3SRLD1o)
- Fraunhofer ISI: Direct Air Carbon Capture and Storage. Ein Gamechanger in der Klimapolitik?; S. 14 [www.bit.ly/3SRLD1o](http://www.bit.ly/3SRLD1o)
- Massachusetts Institute of Technology (MIT); Carbon Capture & Sequestration Technologies; Slepner Fact Sheet: Carbon Dioxide Capture and Storage Project [www.bit.ly/48osQjW](http://www.bit.ly/48osQjW)
- Massachusetts Institute of Technology (MIT); Carbon Capture & Sequestration Technologies; Snohvit Fact Sheet: Carbon Dioxide Capture and Storage Project [www.bit.ly/3wi12Ab](http://www.bit.ly/3wi12Ab)
- NETL: „Safe Geologic Storage of Captured Carbon Dioxide – DOE’s Carbon Storage R&D Program: Two Decades in Review“, National Energy Technology Laboratory, Pittsburgh, April 13, 2020 [www.bit.ly/3uvIRGW](http://www.bit.ly/3uvIRGW)
- Neue Osnabrücker Zeitung (noz.de); Interview von Rena Lehmann mit Norwegens Ölminister Terje Aasland; „Wir brauchen noch viele Jahre Öl und Gas“ – wie Norwegen trotzdem die Klimawende schaffen will; 28.10.2023 [www.bit.ly/3UHLMGX](http://www.bit.ly/3UHLMGX)
- nbau Magazin; Friedrich Gebhart & Dr. Ulrich Lotz; Den größten Hebel nutzen; 18.10.2023, nbau 5/2023, S. 21
- Northern Lights Project: [www.norlights.com](http://www.norlights.com)
- Norwegian Petroleum Directorate (npd.no); The Upper Miocene–Lower Pliocene Utsira Formation in the northern North Sea [www.bit.ly/48nT7i4](http://www.bit.ly/48nT7i4)
- OGE: [www.oge.net/de](http://www.oge.net/de)
- Süddeutsche Zeitung (sueddeutsche.de); Michael Baumüller, Brevik; Lebenslang für den Klimakiller CO<sub>2</sub>; 06.01.2023 [www.bit.ly/48qXaKy](http://www.bit.ly/48qXaKy)
- Tagesschau.de; Interview von Inga Wonnemann mit Prof. Dr. Klaus Wallmann [www.bit.ly/49Jd5F7](http://www.bit.ly/49Jd5F7)
- Tagesschau.de; ARD Stockholm; Sofie Donges; Projekt Greensand. Dänemark startet CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meer; 08.03.2023 [www.bit.ly/49qhRHW](http://www.bit.ly/49qhRHW)
- Tagesschau.de; ARD Berlin; Jan Zimmermann; Umstrittene Technik. Habeck will CO<sub>2</sub>-Speicherung ermöglichen; 21.12.2022 [www.bit.ly/49G32k2](http://www.bit.ly/49G32k2)
- Wissenschaftsjahr.de, Prof. Dr. Klaus Wallmann; Ist die CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresboden eine sichere Methode? [www.bit.ly/3uxWyFn](http://www.bit.ly/3uxWyFn)
- Zukunft Gas (gas.info); Infrastruktur für den Transport von CO<sub>2</sub> [www.bit.ly/42Min0l](http://www.bit.ly/42Min0l)

## Bestehende Infrastruktur stärken, neue schaffen

# So könnte eine CO<sub>2</sub>-Infrastruktur in Deutschland aussehen

Deutschland muss in seine Infrastruktur investieren, das ist unumstritten. Bei Straßen, Schienen, Wohn- und Schulgebäuden gibt es Handlungsbedarf – das gilt ebenso für die fehlende Infrastruktur bei Strom, Wasserstoff und CO<sub>2</sub>. Laut Expertenmeinungen werden für den Netzausbau mehr als 600 Mrd. € in den kommenden zehn Jahren benötigt. Denn mit dem Ausbau von Strom- und Wärmenetzen ist es nicht getan: Um die Klimaziele zu erreichen, werden bis 2045 neue Netze für den Transport von Wasserstoff und CO<sub>2</sub> benötigt. Welche Anforderungen es für eine Infrastruktur gibt, zeigt eine neue Studie des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ).

Bei der Dekarbonisierung der Zement- und Betonindustrie führt wegen des hohen Anteils unvermeidbarer CO<sub>2</sub>-Emissionen kein Weg an deren Abscheidung, Speicherung und Nutzung vorbei. Der Aufbau einer CO<sub>2</sub>-Infrastruktur in Deutschland ist daher essenziell. Und die Zeit drängt: Zementhersteller und andere Branchen im EU-Emissionshandel müssen bereits bis 2040 weitgehend klimaneutral produzieren. „Dafür brauchen die Unternehmen ein CO<sub>2</sub>-Pipelinennetz bis spätestens 2035“, so Christian Knell, Präsident des VDZ.

### An CO<sub>2</sub>-Pipelines führt kein Weg vorbei

Im zentralen Szenario der Studie ergibt sich für Klimaneutralität in den drei betrachteten Sektoren – Zement- und Kalkindustrie sowie Abfallverbrennung – ein jährlicher CO<sub>2</sub>-Transportbedarf von 6,5 Mio. t in 2030, ca. 13 Mio. t in 2035 sowie rund 35 Mio. t in 2040. Die Gesamtmenge erhöht sich bis 2045 auf 46 Mio. t, weil darüber hinaus der biogene CO<sub>2</sub>-Anteil abgeschieden wird, sodass letztlich sogar negative Emissionen erreicht werden. Zusätzliche Mengen für den Transit aus den Nachbarländern Österreich, Schweiz und Frankreich müssen zudem ab 2035 in Höhe von 15 bis 20 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr berücksichtigt werden.

Aus der Analyse wird deutlich, dass mittel- und langfristig der Großteil des CO<sub>2</sub>-Transports angesichts der zu erwartenden Mengen per Pipeline

erfolgen muss. In bestimmten Fällen werden aber auch der Zug und gegebenenfalls das Schiff eine relevante Rolle spielen, wie die betrachteten Szenarien zeigen.

### 14 Mrd. € für CO<sub>2</sub>-Netz

Die VDZ-Studie schätzt den Investitionsbedarf für den Aufbau des ermittelten deutschen CO<sub>2</sub>-Leitungsnetzes mit einer Länge von 4.800 km auf rund 14 Mrd. €. Hieraus ergeben sich rechnerisch Kosten für den Pipelinetransport von 25 bis 35 €/t CO<sub>2</sub>. Für den CO<sub>2</sub>-Transport per Schiene für Entfernungen von mehr als 500 km werden Kosten von 35 bis 60 €/t CO<sub>2</sub> erwartet. Bei geringeren Transportdistanzen können diese auch niedriger ausfallen. Der Aufbau einer CO<sub>2</sub>-Infrastruktur ist aber nicht nur eine technische Herausforderung. Entscheidende Voraussetzungen sind vor allen Dingen die gesellschaftliche und politische Unterstützung sowie der notwendige Rechtsrahmen für eine schnelle Umsetzung. Dieser muss spätestens bis Ende 2024 stehen, wenn die Projekte zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung in den Branchen wie geplant umgesetzt werden sollen.

Die gesamte VDZ-Studie „Anforderungen an eine CO<sub>2</sub>-Infrastruktur in Deutschland“ steht unter  [www.bit.ly/4gOKpiz](https://www.bit.ly/4gOKpiz) kostenfrei zum Download zur Verfügung.

## Umweltinformationen für Bauprodukte, Bauwerke und Unternehmen Einordnung für die Betonfertigteilindustrie

Durch die Ausweitung gesellschaftspolitischer Fragestellungen wie Klima- und Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit und Transparenz in der Lieferkette sind die Anforderungen an die Hersteller von Baustoffen und Bauteilen gestiegen: Sie müssen mehr denn je auf die ökologische Qualität ihrer Produkte achten, deren Wirkung auf die Umwelt ermitteln, die erforderlichen Informationen kommunizieren und das eigene Unternehmen an den neuen Fragestellungen ausrichten. Nachfolgend werden einige für den (Beton-) Baubereich relevante Management- und Zertifizierungssysteme sowie mögliche Kennzeichnungen (Siegel) beschrieben. Dies soll für Unternehmen eine Hilfestellung bei der Wahl eines für ihre Zielsetzung geeigneten Systems bieten. Dabei kann es je nach Unternehmensspezifika andere – hier nicht genannte – Möglichkeiten geben.

Vor dem Hintergrund des erheblichen arbeitstechnischen und finanziellen Aufwands für Datenerhebung, Bilanzierung und Zertifizierung sollte das gewählte System inklusive Kennzeichnung einen möglichst großen Mehrwert für die Unternehmen generieren. In jedem Fall, das heißt unabhängig von der angestrebten Zertifizierung, führt die vertiefte Beschäftigung mit den Umweltwirkungen von Unternehmen und Produkten zu einer Sensibilisierung für die eigenen Prozesse. Zum Beispiel können

- Kenntnisse über die eigenen Produkte und Produktionsprozesse vergrößert,
  - effizientere Nutzung von Materialien und Energie,
  - effizientere Produktionsverfahren,
  - verringertes Abfallaufkommen,
- Innovationen initiiert und
- Umweltauswirkungen reduziert werden.

### Ökobilanzierung

Als Grundlage für verschiedene Umweltzertifizierungen und -kennzeichnungen dienen Ökobilanzen (engl.: Life Cycle Assessment, LCA). Mit ihnen werden die potenziellen Wirkungen eines Produkts auf den Menschen und die Umwelt abgeschätzt. Bei der Ökobilanzierung wird erfasst, welche Rohstoffe und welche Menge jedes Rohstoffs eingesetzt werden, wie viel Energie verbraucht wird und wie viele und welche Abfälle und Emissionen in Luft und Wasser entstehen. Dies erfolgt über den gesamten Lebenszyklus: von der Gewinnung und Herstellung der Ausgangsstoffe, über die Fertigung, den Transport, ggf. den Einbau in ein Bauwerk und die anschließende Nutzungsphase bis zu den Recyclingmöglichkeiten und Entsorgungsszenarien am Ende des Produktlebensweges.

<b>UNTERNEHMENSEBENE</b>
CO <sub>2</sub> -Fußabdruck • CSC • SPC • EMS • UMS • Nachhaltigkeitsberichterstattung
<b>PRODUKTEBENE</b>
EPD • CSC • C2C • Blauer Engel • CO <sub>2</sub> -Fußabdruck • PEF
<b>BAUWERKSEBENE</b>
QNG • DGNB • LEED • BREEAM

Übersicht der verschiedenen Bewertungsebenen und Zuordnung der nachfolgend aufgeführten Systeme und Kennzeichnungen.

## Energie- und Umweltmanagementsysteme

Umwelt- und Energiemanagementsysteme dienen dazu, alle Abläufe und Zuständigkeiten in einem Unternehmen so zu organisieren, dass die eigenen und die gesellschaftlichen Ansprüche an ein umweltverträgliches und energieeffizientes Handeln sichergestellt sind, Chancen und Risiken frühzeitig erkannt und rechtliche Anforderungen erfüllt werden.

Die bekanntesten Umweltmanagementsysteme sind die ISO 14001 und die Europäische Umweltmanagement-Verordnung EMAS. Die Anforderungen und Leitlinien für die Einrichtung, Umsetzung, Aufrechterhaltung und Verbesserung eines Energiemanagementsystems sind in ISO 50001 festgelegt.

Zertifizierte Energiemanagementsysteme sind zum Beispiel auch Voraussetzung für die Begrenzung der EEG-Umlage oder Grundlage für die Erfüllung der Pflichten nach dem Energiedienstleistungsgesetz.

## Umweltproduktdeklarationen

Umweltproduktdeklarationen (engl.: Environmental Product Declaration, EPD) enthalten alle Ergebnisse aus einer Ökobilanzierung und ggf. darüber hinausgehende für den jeweiligen Produktbereich relevante Informationen.

Der wichtigste Schritt, um von einer Ökobilanz zu einer Umweltproduktdeklaration zu kommen, ist die Prüfung durch einen unabhängigen Dritten. Diese Verifizierung und weitere organisatorische Vorgaben werden von sogenannten EPD-Programmhaltern verwaltet. Diese vergeben dann ein EPD-Zeichen und veröffentlichen die Deklarationen. Als normative Grundlage für die Erstellung von EPDs hat sich im Europäischen Normenwerk für den Bau-sektor die EN 15804 etabliert. Mit einer EPD werden umfangreiche verifizierte Umweltinformationen nach einem einheitlichen Standard bereitgestellt. Dabei werden die Informationen nicht bewertet, womit das Vorhandensein einer EPD nichts über die „Umwelt- oder Klimafreundlichkeit“ eines Produktes aussagt. Gerade bei Bauprodukten können die Umwelteigenschaften nur im (Gebäude-)Kontext beurteilt werden und eignen sich deshalb nur bedingt zum direkten Produktvergleich.

## CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

Im Gegensatz zur Ökobilanzierung beziehen sich die sogenannten Footprints in der Regel nur auf eine ausgewählte Wirkungskategorie. Sie liefern nur eine einzelne Kennzahl, zum Beispiel das Treibhauspotenzial beim CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

Für die Bekämpfung des Klimawandels sind die Ermittlung und die Reduzierung der verursachten Treibhausgasemissionen entscheidende Schlüsselfaktoren. Daher wird oft besonderes Augenmerk auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck gelegt. Man beschränkt sich bei seiner Berechnung ausschließlich auf die Emissionen, die sich tatsächlich auf den Klimawandel auswirken. Über andere Umweltwirkungen werden keine Aussagen getroffen.

Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck kann unternehmensspezifisch als „Corporate Carbon Footprint“ (CCF) oder produktbezogen als „Product Carbon Footprint“ (PCF) erstellt werden. Für die Berechnung des jeweiligen Fußabdruckes existieren verschiedene Berechnungsmethoden, zum Beispiel der DIN EN ISO 14064-1 oder der Greenhouse Gas Protocol (GHG) Corporate Standard. Je nach Berechnungsverfahren können für dasselbe Produkt unterschiedliche Werte für die CO<sub>2</sub>-Emission ermittelt werden, was die Vergleichbarkeit generell erschwert.

Trotz der Unterschiede bei den Normen kann das übergeordnete Ziel, die Emissionen zu erfassen und anschließend zu analysieren, mit jeder Norm erreicht werden. Auf dieser Basis lassen sich Einsparpotenziale identifizieren und geeignete Emissionseinsparmaßnahmen ergreifen.

Soll der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck über eine entsprechende Kennzeichnung kommuniziert werden, ist in der Regel zusätzlich eine externe Zertifizierung erforderlich.

## CSC-Zertifizierung

Ziel der Zertifizierung des Concrete Sustainable Councils (CSC) ist der Nachweis einer verantwortungsvollen Betonherstellung entlang der Lieferkette sowie die kontinuierliche Steigerung im nachhaltigen Wirtschaften der Zement-, Gesteinskörnungs- und Betonindustrie. Zertifizierte Unternehmen schaffen damit Transparenz über ihren Herstellungsprozess und dessen Wertschöpfungskette sowie die Auswirkungen ihrer Produkte und Prozesse auf das soziale und ökologische Umfeld. ▶

Eine CSC-Zertifizierung können Betonhersteller und Unternehmen entlang deren Lieferkette erwerben (im Detail: Steinbrüche, Zementwerke, Zementmahlwerke, Betonwerke, Betonfertigteilwerke mit und ohne eigene Betonproduktion). Für Betonwerke hat die Zertifizierung der Vorkette einen wesentlichen Einfluss auf das Zertifizierungsergebnis. Erreichbar sind vier Zertifizierungsstufen: Bronze, Silber, Gold und Platin. Entsprechend der gewünschten Zertifizierungsstufe steigen die Anforderungen an Bewertungskriterien und Mindestanforderungen, die erfüllt werden müssen. Der Wert eines CSC-Zertifikates für ein Unternehmen ergibt sich insbesondere aus der Anerkennung bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden, zum Beispiel DGNB, BREEAM und LEED.

 [www.csc-zertifizierung.de](http://www.csc-zertifizierung.de)

## Sustainable-Precast-Zertifizierung

Das Sustainable-Precast-System (SPC) wird seit Januar 2024 als Zertifizierungssystem für die Betonfertigteilindustrie angeboten.

Ziel des Systems ist der Nachweis, dass bei der Herstellung der Betonbauteile und ihrer Ausgangsstoffe/-materialien sowohl Anforderungen an die Nachhaltigkeit eingehalten werden als auch Hersteller einen überdurchschnittlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen und europäischen Nachhaltigkeitsziele, speziell im ökologischen und sozialen Bereich, leisten. Die Sustainable-Precast-Zertifizierung ist speziell an der Wertschöpfungskette der Betonfertigteilindustrie ausgerichtet und umfasst Zertifizierungen in den drei Kategorien

- Herstellung von Beton,
- Herstellung von Betonbauteilen sowie
- Montage von Betonbauteilen.

Mit der SPC-Zertifizierung soll insbesondere kleinen und mittelständischen Firmen die Möglichkeit gegeben werden, gegenüber Auftraggebern ihre Leistungen im Bereich Nachhaltigkeit nachzuweisen.

 [www.sustainable-precast.de](http://www.sustainable-precast.de)

## Blauer Engel

Der Blaue Engel ist eine Produktzertifizierung des Bundesumweltministeriums, welche branchenübergreifend angewendet wird. Generell werden mit dem Blauen Engel Produkte gekennzeichnet, die – über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus – besondere umweltrelevante Anforderungen erfüllen, also besonders „umweltfreundlich“ sind. So soll eine Orientierung beim umweltbewussten Einkauf gegeben werden. Die Kriterien, die zum Erhalt des Umweltzeichens erfüllt werden müssen (sog. Vergabekriterien), werden vom Umweltbundesamt, dem unabhängigen Beschlussgremium des Blauen Engels (Jury Umweltzeichen) beschlossen. Sie sind je nach Produktbereich sehr unterschiedlich. Mit den Schwerpunkten Ressourcenschonung und Umweltverträglichkeit gibt es für den Betonbereich bis jetzt den Blauen Engel für Betonwaren mit rezyklierten Gesteinskörnungen für Bodenbeläge im Freien (UZ 216) und seit 2023 den Blauen Engel für Dach- und Formsteine aus Beton (UZ 227).

 [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)

## Cradle to Cradle

Übersetzt heißt „Cradle to Cradle“ (C2C) „Von der Wiege zur Wiege“. Das heißt, Materialien werden in Kreisläufen gehalten und es entsteht kein Abfall. Hierfür müssen Produkte trennbar und schadstofffrei sein. Für Bauprodukte gilt eine sortenreine Demontierbarkeit und Recyclingfähigkeit. Die unter dem C2C-Prinzip hergestellten Produkte schonen Mensch und Umwelt, denn neben weiteren ökologischen Aspekten (zum Beispiel Einsatz von erneuerbaren Energien) werden soziale Aspekte (Arbeitsicherheit, Arbeitsbedingungen, Tarifbindung etc.) berücksichtigt. Vorgesehen sind zwei Kreisläufe: Im biologischen Kreislauf werden Produkte nach der Nutzung in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt (zum Beispiel durch Kompostierung). Im technischen Kreislauf werden Produkte nach ihrer Nutzungsdauer als Produkt oder in recycelter Form als Rohstoff für neue Produkte im Wertstoffkreislauf gehalten. Abhängig von der Bewertung in den einzelnen Kategorien kann ein Produkt auf dem Niveau Basic, Bronze, Silber, Gold oder Platinum zertifiziert werden.

 <https://c2ccertified.org/>

## Einordnung in Gebäudezertifizierungen

Sieht man die Bauprodukte als kleinste gemeinsame Einheit eines Gebäudes, ist es nur naheliegend, dass einige der oben beschriebenen Produkt- und Unternehmenslabel auch in die Zertifizierungssysteme des nachhaltigen Bauens Eingang gefunden haben. Zu den in Deutschland gängigen Gebäudezertifizierungssystemen gehören

- die Zertifizierung des Bundes – BNB/QNG,
- die Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen – DGNB,
- das britische Zertifizierungssystem BREEAM,
- die internationale LEEDs-Zertifizierung.

Die unten stehende Tabelle gibt einen kurzen Überblick, welche der vorgestellten Systeme bei der Gebäudezertifizierung berücksichtigt werden.

### Fazit

Die Notwendigkeit zur Erhebung und Kommunikation von Umweltinformationen über (Bau-) Produkte und zur Reduzierung deren Auswirkungen auf die Umwelt mit dem gesellschaftlichen Bewusstsein und den politischen Zielsetzungen zur Eindämmung des menschengemachten Klimawandels ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Einen Beitrag hierzu können alle hier vorgestellten Systeme leisten: Sie umfassen in unterschiedlicher Ausprägung die detaillierte Erhebung der wesentlichen Stoff- und Energieströme sowie die Analyse der größten Emissionsverursacher und deren Reduktionspotenziale.

Neben der bloßen Existenz der Zertifizierung und der oben beschriebenen Vorteile einer vertieften Beschäftigung mit den Umweltwirkungen von Produkten und Unternehmensprozessen sind die so ermittelten Informationen oder berechneten Umweltwirkungen in der Regel als Informationsquelle für verschiedene weitere Anforderungen nutzbar.

Bei diesem Text handelt es sich um die Kurzfassung des ausführlicheren Beitrags „Umweltinformationen für Bauprodukte, Bauwerke und Unternehmen – Einordnung für die Betonfertigteilindustrie“ (Stand: März 2024) der beiden Autorinnen Alice Becke und Diana Krüger.

Download der Langfassung auf <https://bit.ly/40p3NMw>



## Überblick zur Berücksichtigung der vorgestellten Systeme bei der Gebäudezertifizierung

Zertifizierung	EPD	CSC	SPC	Blauer Engel	CO <sub>2</sub> -Label	C2C
BNB/QNG	x	-	-	-	(x)	-
DGNB	x	x	x*	-	(x)	x*
BREEAM	x	x	-	-	(x)	x*
LEED	x	x	-	-	(x)	x

x = direkte Berücksichtigung, (x) = indirekte Berücksichtigung, – = keine Berücksichtigung, \* = ist angestrebt

## Holzprodukte in der Bauindustrie

# Deutschsprachige Zusammenfassung der Studie CA4BM-Carbon Accounting for Building Materials

Im Rahmen einer Baustoffstudie untersuchten Simons et al. die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung von Baustoffen sowie deren Auswirkungen auf die Umwelt. Im Zuge des europäischen „Green-Deals“, in welchem eine Klimaneutralität bis 2050 der Mitgliedsstaaten angestrebt wird, ist eine objektive Emissionsbewertung von Baustoffen und Materialien unerlässlich für den Klimaschutz. Von den Autoren werden Umweltauswirkungen von Holzprodukten einschließlich ihrer Beschaffungskette und Integration von Treibhausgasemissionen in Umweltbewertungsmethoden beleuchtet. Um Nachhaltigkeitsziele zu unterstützen und Transparenz in der Bauindustrie zu schaffen, werden außerdem regulatorische Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene analysiert.

### **Kohlenstoffsenken werden wieder zu Kohlenstoffquellen**

Kohlenstoff ist in vielen Reservoirs der Erde gespeichert, der größte Anteil findet sich im Ozean (circa 80 %), im Boden und in der Vegetation. Durch anthropogene Einflüsse, beispielsweise der Verbrennung fossiler Brennstoffe, werden erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf der Erde. Nun muss aber generell berücksichtigt werden, dass jegliche Kohlenstoffspeicherung zeitlich begrenzt ist, da stoffliche Prozesse des Erdsystems langfristig aus Kohlenstoffsenken wieder Kohlenstoffquellen machen. Diese Tatsache liefert wichtige Erkenntnisse für die Bewertung von CO<sub>2</sub>-Neutralitätsprinzipien.

### **„End-of-life-Szenarien“ bei der CO<sub>2</sub>-Betrachtung berücksichtigen**

Die Treibhausgasneutralität, welche unter anderem im Pariser Abkommen von 2015 gefordert wird, führt unter kritischer Betrachtung der Studie zu dem Schluss, dass die CO<sub>2</sub>-Neutralität des Baustoffes Holz von verschiedenen Faktoren abhängt und nicht als pauschal vorhanden angenommen werden sollte. Eine Analyse zeigt zwar, dass Holzprodukte im Bauwesen ein Minderungspotenzial für Treibhausgasemissionen aufweisen, jedoch unbedingt eine detaillierte Betrachtung der Substitutionseffekte und „End-of-life-Szenarien“ nötig ist, um die tatsächlichen Auswirkungen zu erkennen. So existieren beispielsweise große Datenlücken in der genauen Holzbilanz verschiedener EU-Mitglieds-

staaten, durch die keine genauen Rückschlüsse hinsichtlich der Gesamtmenge des geernteten Holzes im Vergleich zum tatsächlichen Verbrauch getroffen werden können.

Auch Aussagen über die Massenversorgung der Mitgliedsstaaten mit Holz lassen sich aufgrund lückenhafter Daten nicht treffen. Unklar ist außerdem, wie genau sich eine stärkere Nachfrage im Baugewerbe auf den Holzeinschlag auswirken würde.

### **FAZIT**

„Das Klimaschutzpotenzial der temporären CO<sub>2</sub>-Speicherung in der gebauten Umwelt ist zunehmend in den Fokus der Betrachtung gerückt. Daher stellt sich berechtigterweise die Frage, wie hoch das Klimaschutzpotenzial von Holzprodukten im Bauwesen sein kann. Das Minderungspotenzial wurde bewertet, indem die CO<sub>2</sub>-Menge, die in Holzprodukten gespeichert werden kann, mit der auf globaler und europäischer Ebene angestrebten Gesamtreduktion der Treibhausgasemissionen verglichen wurde.

Geht man davon aus, dass alle im Bausektor eingesetzten Holzprodukte aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen (das heißt CO<sub>2</sub>-Neutralität innerhalb der Waldökosysteme), was auf globaler Ebene sicher eine anspruchsvolle Annahme ist, und nimmt man zudem an, dass das gesamte CO<sub>2</sub> permanent in den Holzprodukten gespeichert ist (was nicht der Fall ist), dann könnten Holzprodukte im Bauwesen derzeit auf globaler Ebene mit 0,8 % und auf der Ebene der EU-27 mit 1,8 % zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beitragen. Betrachtet man das Potenzial zur Verringerung der Erderwärmung, so entsprechen diese Anteile für das Holzproduktepotenzial auf globaler und EU-27-Ebene 0,02 beziehungsweise 0,002 Grad Celsius vermiedener Erwärmung. Das Potenzial von Holzprodukten im Bauwesen ist relativ gering (0,8 %), wenn man bedenkt, dass der Gesamtbeitrag von Gebäuden zu den jährlichen globalen Treibhausgasemissionen 21 % beträgt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, dass alle Sektoren bei ihren Dekarbonisierungsstrategien Fortschritte erzielen.“

Link zum Originaltext: [🌐 https://bit.ly/4di6HqX](https://bit.ly/4di6HqX)  
Weitere Informationen: [🌐 https://ca4bm.org](https://ca4bm.org)

## Die Zukunft des Bauens

# Betonstein – für nachhaltige Flächenbefestigungen

Pflastersteine und Platten aus Beton gehören in Deutschland mit ihren herausragenden technischen und gestalterischen Möglichkeiten zu den beliebtesten Bauteilen für Flächenbefestigungen im kommunalen Bereich und privaten Wohnumfeld. Dass dieser beliebte Baustoff auch in Sachen Nachhaltigkeit jede Menge zu bieten hat, erläutert dieser Artikel detailliert.



Der Klimawandel und der Umgang mit den knapper werdenden Ressourcen gehören zu den größten Herausforderungen in unserer Gesellschaft. So gilt es zum Beispiel, den Energie- und Rohstoffverbrauch weiter zu senken, die Ressourcen bewusster zu nutzen sowie Baustoffe und Bauprodukte zu recyceln oder einfach weiterzuverwenden.

### Nachhaltigkeit – ganzheitlich über den Lebenszyklus betrachtet

Zunächst gilt es, den Begriff Nachhaltigkeit etwas genauer zu betrachten, denn die Bewertung eines Produktes als „nachhaltig“ darf nicht nur den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Blick haben. Dies gilt insbesondere bei Bauprodukten wie dem Betonpflasterstein, der seinen eigentlichen Zweck erst erfüllt, wenn er Eingang in eine Flächenbefestigung gefunden hat und dort möglichst lange seinen Dienst erfüllt. Ein Bauprodukt mit einem besonders geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß nützt wenig, wenn es falsch verwendet wird und es dadurch frühzeitig zu Schäden am Bauwerk oder am Bauprodukt selbst kommt. Ebenso nützt eine ökologisch besonders schonende Bauweise nichts, wenn Mängel in der Planung oder der Ausführung frühzeitig Schäden nach sich ziehen. Für die Nachhaltigkeitsbewertung von Pflastersteinen und Platten aus Beton beziehungsweise für die daraus hergestellten Flächenbeläge sind also vielfältige Eigenschaften und Funktionen einzubeziehen.

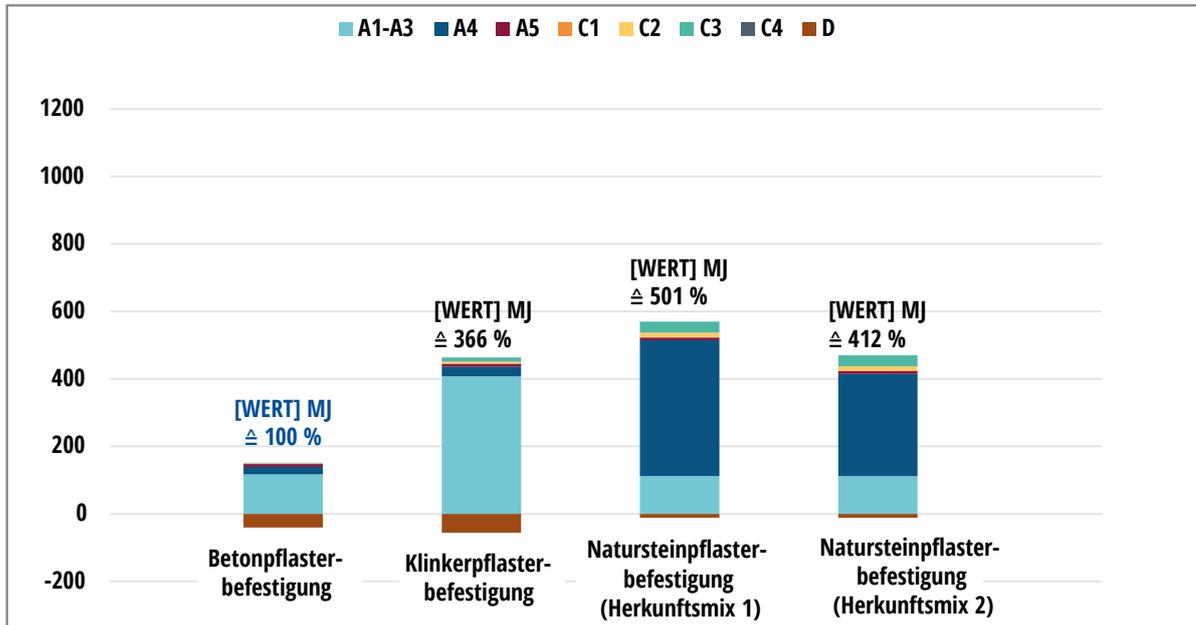
### Nachhaltige Anwendung

#### Die besten Ökobilanzen liefern Bauweisen mit Betonbauteilen

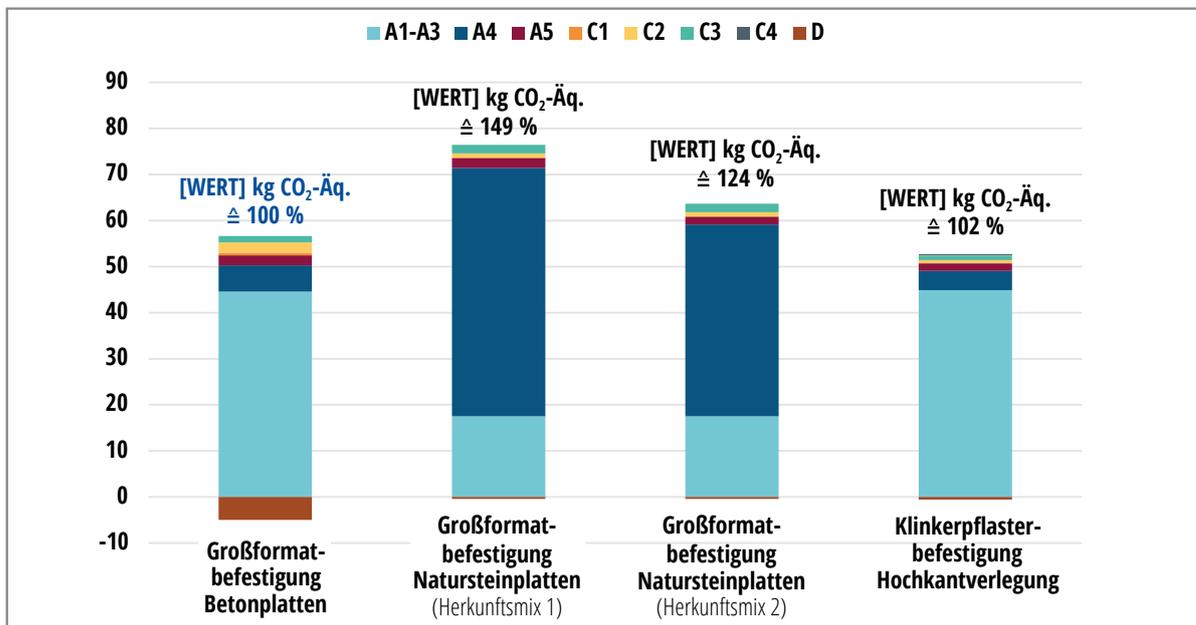
Bereits seit 2009 führt der Betonverband Straße, Landschaft, Garten (SLG) den Vergleich von Ökobilanzen von Straßenaufbauten nach anerkannten Normen durch. Dabei haben sich über die Jahre hinweg Bauweisen mit Betonbauteilen als vorteilhaft gegenüber anderen Bauweisen erwiesen. So auch im Jahr 2024. Es liegen die Ergebnisse von Ökobilanzberechnungen vor, welche die die LifeCycle-Competence GmbH durchgeführt hat. Ein Ausschuss interessierter Kreise, bestehend aus einem Panel von drei Sachverständigen, bestätigte nach der Durchführung eines Critical Review in 2025 die wissenschaftliche Vorgehensweise bei der Ökobilanzierung und die Belastbarkeit der Ergebnisse. Verglichen wurden typische, in den technischen Regelwerken beschriebene Straßenaufbauten (Oberbaukonstruktionen) für die Varianten Sammelstraße, Fußgängerzone und Gehweg.

Die nachfolgenden Grafiken sind ein Auszug aus dem umfangreichen Bericht der LifeCycle-Competence GmbH. Sie geben die Ergebnisse für das Treibhauspotenzial (GWP) beispielhaft für die Anwendung Fußgängerzone mit Lieferverkehr und den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf (PENRT) beispielhaft für die Anwendung Gehweg wieder. Die Ergebnisse zeigen die ökobilanziellen Vorteile der Bauweisen mit Betonbauteilen.

## Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für die untersuchten Oberbaukonstruktionen, Gehweg (PENRT in MJ pro m²).



## Treibhauspotenzial für die untersuchten Oberbaukonstruktionen, Fußgängerzone mit Lieferverkehr (GWP in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro m²).



## Versickerungsfähige Befestigungen

Versickerungsfähige Befestigungen mit Betonpflastersteinen gewinnen immer mehr an Bedeutung in der urbanen Planung und Gestaltung von Verkehrsflächen. Diese nachhaltige Bauweise ermöglicht eine effiziente Regenwasserbewirtschaftung und trägt zur Reduzierung von Versiegelungseffekten bei. Durch ihre spezielle Fugen- oder Gefügestruktur ermöglichen Betonpflastersteine eine natürliche Versickerung des Regenwassers in den Boden. Die hohe Durchlässigkeit der Gesamtkonstruktion aus Pflasterdecke und Tragschichten ist entscheidend, um den natürlichen Wasserkreislauf aufrechtzuerhalten und Überflutungen zu verringern.

Die versickerungsfähigen Betonpflasterbefestigungen bieten zahlreiche ökologische Vorteile. Sie reduzieren den Oberflächenabfluss, vermindern das Risiko von Hochwasserereignissen, speichern und verdunsten Regenwasser zur Verbesserung des Kleinklimas, fördern die Grundwasserneubildung und können – je nach eingesetztem System – auch Schadstoffe aus dem Regenwasser filtern.



© SLG

Begrünbare Befestigungen tragen zur Verbesserung der ökologischen Situation bei.

## Begrünbare Befestigungen

Ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der ökologischen Situation, insbesondere in innerstädtischen Bereichen, sind begrünbare Betonpflasterdecken. Sie kombinieren den Komfort und die Funktion konventioneller Betonpflasterdecken mit den ökologischen und gestalterischen Vorteilen einer Grünfläche. Der begrünbare Anteil des Belages beträgt je nach System etwa 30 % bis 50 %.

Damit kann Niederschlagswasser in zum Teil beachtlicher Menge gespeichert und durch Verdunstung wieder an die Umgebung abgegeben werden. Dies führt zu einer Verbesserung des Kleinklimas durch Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit und durch Abkühlung infolge der Verdunstung.

Ein weiterer Vorzug von begrünten Betonpflasterdecken ist, dass sie bei Regenereignissen die Fließgeschwindigkeit des Niederschlagswassers vermindern, sodass das Wasser der Kanalisation verzögert zugeführt wird. Dadurch werden im Falle von Starkregenereignissen die gefährlichen Abflussspitzen verringert.

## Helle Flächen gegen den Wärmeinseleffekt

Der Wärmeinseleffekt ist ein typisches Merkmal des Stadtklimas. Im Gegensatz zu unbebauten Flächen wirken bebaute Flächen als Wärmespeicher. Durch die starke Aufwärmung tagsüber und die eingeschränkte Abkühlung nachts werden großstädtische Bereiche im Vergleich zum Umland deutlich wärmer, mit der Folge einer höheren Anzahl „heißer Tage“ und „Tropennächte“.

Beeinflusst wird der Wärmeinseleffekt auch durch die Farbe befestigter Flächen beziehungsweise durch ihren Helligkeitsgrad. Es ist nachgewiesen, dass sich die Luft infolge von Sonneneinstrahlung über hellen Flächen weniger stark aufheizt als über dunklen Flächen. Das kann über den sogenannten Solar Reflectance Index (SRI) quantifiziert werden. Häufig wird im Zusammenhang mit der solaren Reflexion auch der Begriff „Albedo“ verwendet. Dieser beschreibt jedoch ausschließlich den solaren Strahlungsreflexionsgrad, während in die Berechnung des SRI-Wertes zusätzlich der thermische Emissionsgrad einfließt.

## Nachhaltige Produkteigenschaften

### Umweltverträglichkeit

Von Pflastersteinen und Platten aus Beton, die nach den gültigen Normen hergestellt werden beziehungsweise der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen entsprechen und die ordnungsgemäß verarbeitet werden, gehen aus stofflicher Sicht zu keinem Zeitpunkt Gefahren für den Verarbeitenden, den Nutzenden und die Umwelt aus. Sie sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Boden und Grundwasser als unbedenklich anzusehen.





© SLG

Recycling-Gesteinskörnung spart wichtige Primärrohstoffe ein.

Bei der Bearbeitung von Betonsteinprodukten, zum Beispiel durch Sägen, Flexen oder Schleifen auf Baustellen oder in Betonwerken kann Staub entstehen. Der Schutz der Beschäftigten vor Staub unterliegt grundsätzlich dem Arbeitsschutz. Hierfür gilt in Deutschland der Allgemeine Staubgrenzwert (ASGW) nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS). Wird dieser eingehalten, sind die Beschäftigten wirksam vor den Gefahren durch Staub geschützt. Dies gilt auch im Falle des Rückbaus und der Aufbereitung von Betonbauteilen zum Zwecke der Weiterverwendung oder des Recyclings.

## **Weiterverwendung und Recycling**

Pflasterdecken und Plattenbeläge, die in ungebundener Bauweise hergestellt wurden, lassen sich problemlos zurückbauen. Ist eine Weiterverwendung der Pflastersteine und Platten vorgesehen, sollte der Ausbau sorgfältig erfolgen, um möglichst wenige Produkte zu beschädigen. Diese müssen nach dem Ausbau nicht aufwendig oder gesondert aufbereitet werden. Es reicht in der Regel aus, wenn sie von anhaftendem Bettungs- und Fugenmaterial gesäubert werden. Sie können danach wieder an einem beliebigen Ort eingebaut werden.

Ist keine Weiterverwendung der ungebunden verlegten Pflastersteine und Platten vorgesehen oder werden gebundene Pflasterdecken und Plattenbeläge rückgebaut, wird üblicherweise mit schwerem Gerät, zum Beispiel einem Schaufellader, gearbeitet. Die ausgebauten Betonsteinprodukte werden einer wertvollen Verwertung zugeführt,

indem sie in einer Recyclinganlage (Brechanlage) zu Recycling-Gesteinskörnung verarbeitet und danach zum Beispiel für die Herstellung neuer Betonsteinprodukte eingesetzt werden.

Ein moderner Recycling-Pflasterstein aus Beton besteht heute aus rund 30 % bis 40 % Recycling-Gesteinskörnung, es können vereinzelt auch schon Recyclinganteile von bis zu 70 % realisiert werden. Die Zugabemenge variiert hierbei von Hersteller zu Hersteller und von Produkt zu Produkt. Die technische und optische Qualität von Recycling-Pflastersteinen aus Beton bietet den gewohnt hohen Standard genormter Betonpflastersteine.

## **Nachhaltige Fertigung**

Die Betonsteinindustrie hat bereits seit vielen Jahren Prozesse für eine nachhaltige Fertigung etabliert, die stetig weiterentwickelt werden. Dazu gehören der Einsatz von heimischen, regional verfügbaren Rohstoffen, die umweltschonend gewonnen werden, ein hoher Anteil an Recycling-Gesteinskörnung, CO<sub>2</sub>-effiziente Bindemittel sowie hochmoderne Fertigungsstätten mit zunehmender Nutzung von grünem Strom.

Ausschussware oder Fehlproduktionen werden zum Beispiel zu Recycling-Gesteinskörnung aufbereitet und dem Fertigungsprozess wieder zugeführt. Das gilt auch für Stoffe wie Restbeton, Restwasser, Schleifstaub, Schleif- und Schneid-schlämme, die nicht entsorgt, sondern aufbereitet und wiederverwendet werden und somit im Kreislauf verbleiben.

## Heimische Rohstoffe

In Deutschland werden die Gesteinskörnungen wie Sand, Kies und gebrochener Naturstein (Splitt, Schotter) unter hohen Umwelt- und Sozialstandards gewonnen. Die Genehmigungsverfahren für den Rohstoffabbau schließen überwiegend eine Prüfung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens sowie eine breite Öffentlichkeitsbeteiligung ein. Somit ist sichergestellt, dass andere öffentliche Interessen beim Rohstoffabbau berücksichtigt werden. Dem eigentlichen Genehmigungsverfahren sind weiterhin langjährige Prüfungen der Raumverträglichkeit im Rahmen der Landes- und Regionalplanung vorgeschaltet. Ein großer Vorteil bei der Herstellung von Betonsteinprodukten aus heimischen Rohstoffen liegt in der Transparenz der Umweltauswirkung und der Sicherheit, dass die mit dem Eingriff verbundenen Auswirkungen funktional ausgeglichen werden. Die Gewinnung der Rohstoffe erfolgt bedarfsgerecht ohne Überproduktionen. Das schont natürliche Ressourcen.

### Kurze Transportwege durch regionale Verfügbarkeit

Auch unter dem Gesichtspunkt der Minimierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks spricht alles für heimische Rohstoffe. Die Steine- und Erden-Industrie, zu der die Betonsteinindustrie gehört, ist dabei hierzulande im Vergleich zu anderen Branchen sehr gut aufgestellt.

Den mengenmäßig größten Teil im Beton nehmen die Gesteinskörnungen ein. Ihr CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wird unter anderem auch durch die Transportentfernung bestimmt. Eine dezentrale Rohstoffgewinnung, die auf ein regional breit aufgestelltes Netz von Lagerstätten an Gesteinskörnungen zurückgreifen kann und damit kurze Distanzen gewährleistet, hilft dabei, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf ein Minimum zu reduzieren.

### CO<sub>2</sub>-effiziente Zemente

In Deutschland zeichnet sich in den letzten Jahren ein erfreulicher Fortschritt in Bezug auf die Entwicklung und Implementierung CO<sub>2</sub>-effizienter Zemente ab. Die vielversprechenden Entwicklungen zeigen die zunehmenden Bestrebungen, die Umweltwirkungen zu reduzieren und den Weg für eine nachhaltigere Zukunft zu ebnen. Bei der Herstellung von Zement beziehungsweise seinem Vorprodukt Zementklinker werden große Mengen CO<sub>2</sub> freigesetzt. Rund zwei Drittel davon entfallen auf rohstoffbedingte Prozessemissionen aus der Entsäuerung des Kalksteins und rund ein Drittel auf energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz der Brennstoffe.

Seit 1990 ist es den Zementherstellern in Deutschland durch die Anwendung fortschrittlicher Herstellungsverfahren und die Integration umweltfreundlicher Technologien gelungen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer Größenordnung von 20 % bis 25 % zu reduzieren. Weitere bedeutende Meilensteine in dieser positiven Entwicklung sind die verstärkte Forschung und Innovation im Bereich der CO<sub>2</sub>-armen Zemente sowie auch die Abscheidung von CO<sub>2</sub> im Zementwerk und dessen anschließende Nutzung beziehungsweise Speicherung, dem sogenannten Carbon Capture and Utilisation/Storage (CCUS).

Diese innovativen Ansätze tragen dazu bei, die Umweltwirkungen zu minimieren und fördern auch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Zementindustrie auf dem internationalen Markt. Ein vielversprechender Aspekt ist die steigende Akzeptanz und Nachfrage nach sogenannten „grünen Zementen“. Diese umweltfreundlichen Zementsorten, die in DIN EN 197-5 und DIN EN 197-6 seit Kurzem genormt sind, zeichnen sich durch einen reduzierten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck während der Herstellung aus.

Die ambitionierten Ziele und Strategien zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen hat die Zementindustrie in ihrer Studie „Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien“ aus dem Jahr 2020 dargestellt. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Zementindustrie in Deutschland auf dem richtigen Weg ist, umweltfreundliche und nachhaltige Praktiken zu etablieren. Die positiven Entwicklungen der letzten Jahre, gepaart mit dem klaren Engagement für die Dekarbonisierung bis 2050, schaffen eine optimistische Grundstimmung für eine Zukunft, in der die Zementproduktion zu einer treibenden Kraft für den Klimaschutz wird.

### Zementfreier Betonstein

Zahlreiche Betonsteinhersteller bieten darüber hinaus bereits zementreduzierte oder gar zementfreie Betonsteine an, mit bis zu 75 % reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Als alternative Bindemittel werden dafür beispielsweise Hüttensand oder Flugasche verwendet.

Die Bestrebungen und Forschungsaktivitäten der Betonsteinbranche hin zu einem klimaneutralen Produkt sind vielfältig und unermüdlich, was die zahlreichen Produktinnovationen der letzten Zeit eindrücklich unter Beweis stellen.

Die SLG-Nachhaltigkeitsbroschüre ist unter <http://bit.ly/4nrQvbH> abrufbar.

## Interview über Dach- und Fassadenbegrünung

### Bauwerksbegrünungen bieten viele positive Wirkungen

Gerade in Städten ist der Wohnraum knapp und es wird nachverdichtet. So beobachtet man den Abriss alter, kleiner Häuser, die dann durch neue, größere mit mehr Wohn- und Nutzfläche ersetzt werden. Damit geht die Erhöhung des Versiegelungsgrades einher – nicht nur durch die Vergrößerung der Grundfläche, sondern auch durch den Ausbau der zugehörigen Infrastruktur, die für den Zuwachs an Menschen benötigt wird. Lebensräume für Flora und Fauna werden reduziert oder gehen ganz verloren. Bauwerksbegrünungen können diesen Entwicklungen mit einer Vielzahl an positiven Wirkungen entgegentreten. Wir sprachen zu diesem Thema mit Prof. Dr. Nicole Pfoser von der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen-Geislingen. Die Architektin, Innenarchitektin und Int. Master of Landscape Architecture ist Professorin für den Studiengang Landschaftsarchitektur und setzt sich intensiv mit dem Thema Bauwerksbegrünung auseinander.



Lebendige Fassaden binden Wasser in der Stadt.



**Q Frau Professorin Pfoser, die Auswirkungen des Klimawandels werden immer spürbarer – auch in unseren Breitengraden. Die Bundesregierung hat 2023 das Klimaanpassungsgesetz auf den Weg gebracht und plant verbindliche Ziele. Welchen positiven Beitrag können dabei Fassaden- und Dachbegrünung leisten?**

Gebäudebegrünungen bieten durch ihre Umgebungskühlung, durch die Reduktion örtlicher Lufttemperaturen durch Verdunstung und Beschattung einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimawandelfolgenanpassung.

**Q Wie wirkt sich der Klimawandel auf Strategien und Maßnahmen der Gebäudebegrünung aus?**

Strategien und Maßnahmen von Dach- und Fassadenbegrünungen zur Anpassung an die Klimawandelfolgen sollten auf Grundlage von Vulnerabilitätsanalysen, zum Beispiel der Überhitzung städtischer Bereiche (Tag- und Nachtsituation), der Bevölkerungsdichte und Sensitivitätsfaktoren erfolgen.

**Q Nur ein geringer Teil der neu entstandenen Flachdachflächen und Fassaden sind begrünt. Welche Gründe verhindern den Einsatz von Fassadenbegrünung?**

Laut Bundesverband GebäudeGrün (BuGG) wurden im Jahr 2022 von insgesamt circa 77.600.000 m<sup>2</sup> neu entstandenen Flachdachflächen nur etwa 8.700.000 m<sup>2</sup> (11,2 %) begrünt. Auch der Einsatz von Fassadenbegrünungen bleibt hinter den Möglichkeiten zurück. Beides ist unverständlich, angesichts des dringenden Handlungsbedarfs bezüglich städtischer Überhitzung, der Zunahme urbaner Überschwemmungen durch Starkregenereignisse und des Artensterbens sowie vertaner Chancen, zusätzliche Nutzflächen zu generieren und den Gebäudewert zu erhöhen. Beispielhafte Projekte bieten einen großen Anreiz zur Umsetzung und unterstützen die erforderliche intensive Aufklärung der Bevölkerung. Förderungen von Begrünungen (Standortaufbereitung und Installation) sind gerade in stark versiegelten Stadtgebieten eine weitere sinnvolle Maßnahme.

**Q Welche Möglichkeiten der Fassadenbegrünung gibt es?**

Für nicht versiegelte Bereiche steht eine große Bandbreite von Kletterpflanzen (Selbstklimmer oder Gerüstkletterpflanzen) zur Verfügung, die sich eigenständig mit Wasser und Nährstoffen aus dem Boden versorgen. Varianten für versiegelte Bereiche sind bodengebundene Begrünungen nach einer Standortaufbereitung mit überbaubarem Pflanzsubstrat oder wandgebundene Begrünungen, die keinen Anspruch an einen Boden- und Bodenwasseranschluss haben, da sie künstlich mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden.

**Q Was ist – abgesehen von der Fassadenkonstruktion – beim Begrünen von Gebäuden zu berücksichtigen?**

Unter anderem standortbezogene Klärungen (zum Beispiel Lage, Klimadaten, Bodeneigenschaften, planungs- und nachbarrechtliche Umfeldbedingungen), die Chancenklärung eines energetischen/ökologischen Begrünungseinsatzes sowie die Budgetklärung. Dazu kommen Klärungen des funktionalen und gestalterischen Anspruchs sowie der Versorgungs- und Instandhaltungsanforderungen.

**Q Ausreichende Bewässerung ist auch aus Gründen des Brandschutzes wichtig. Was ist diesbezüglich zu beachten?**

Die Pflanzenvitalität ist sowohl aus gestalterischen Gründen als auch nach brandschutztechnischen Aspekten zu gewährleisten. Die Erreichbarkeit der begrünter Fläche zur Pflege und Wartung muss dauerhaft sichergestellt sein. Totholz ist zu entfernen. Bodengebundene Begrünungen versorgen sich nach einer Anwuchsphase selbstständig (Voraussetzung ist ein geeigneter Standort). Wandgebundene Begrünungen sind von einer künstlichen Versorgung mit Wasser und Nährstoffen abhängig. Eine automatische Bewässerung ist wirtschaftlich, weil sie Arbeitszeit und Wasser spart. Eine Fernüberwachung mittels geeigneter Sensortechnik oder Bewässerungscomputern bietet zusätzliche Sicherheit. ▶



Wohlfühl-Dachgarten mit positiver Wirkung für das Klima.

Nach den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des deutschen Feuerwehrverbands dürfen bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3 Brandabschnitte nicht überwachsen werden, bei Gebäudeklasse 4 müssen zudem Trägersysteme mindestens in B1 ausgeführt werden. Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 5 ist ergänzend eine Pflegeordnung zu erstellen. Begrünte Außenwände müssen hier raumabschließend feuerbeständig ausgeführt sein. Zur Sicherstellung der Rettung von Mensch und Tier dürfen sich bei Gebäudeklasse 5 Rettungswegefenster und Fenster eines notwendigen Treppenraumes nicht im Bereich begrünter Fassaden befinden. Feuerwehrzufahrten und Aufstellflächen von Hubrettungsgeräten sind zur Sicherstellung wirksamer Löscharbeiten zu realisieren. Der Übergriff von Feuer auf die Dachkonstruktion ist bei allen Gebäudeklassen über einen ausreichenden Abstand der Begrünung zum Dachrand (mehr als 1 m) zu verhindern.

**Q Sehen Sie Vorteile bei der Fassadenbegrünung mit beispielsweise Betonfertigteilelementen für die Fassade, in die gleich bei der Produktion der Fertigteilelemente ein Bewässerungssystem integriert ist?**

Im Sinne des Cradle to Cradle ist es sinnvoll, nicht mit Verbundwerkstoffen zu arbeiten. Separate Elemente gewährleisten eine entsprechende Kontrolle beziehungsweise Austauschbarkeit.

**Q Mit welchen Kosten kann man für eine Dach- und Fassadenbegrünung rechnen und unterscheiden sich die Kosten für eine wandgebundene im Gegensatz zur bodengebundenen Fassadenbegrünung?**

Die Kosten für Dach- und Fassadenbegrünungen liegen je nach System und Größe bei 35 € bis 1.200 € pro m<sup>2</sup> (ohne Bewässerungssystem). Bodengebundene Begrünungen mit Selbstklimmern sind bereits ab 0,40 €/m<sup>2</sup> realisierbar.

**Q Mit welchen Aufwendungen für den Unterhalt kann man für eine Dach- oder Fassadenbegrünung rechnen?**

Für Pflege und Wartung ist je nach Fassadenbegrünung mit Kosten in Höhe von 15 € bis 300 € pro m<sup>2</sup> und Jahr, bei Dachbegrünungen mit 1 € bis 5 €/m<sup>2</sup> und Jahr, zzgl. Wasser, Nährstoffe und Energie, zu rechnen.

## 🗨️ Warum sollte man angesichts der Kostendifferenzen überhaupt auf wandgebundene Begrünungen zurückgreifen?

Wandgebundene Begrünungen haben funktional und gestalterisch eine größere Außenwirkung und bieten gestaltungsabhängig eine große Biodiversität. Zudem ist eine Begrünung auch möglich, wenn ein Bodenanschluss aus Platzgründen (zum Beispiel begrenzte Gehwegbreiten) oder aufgrund unterirdischer Kabeltrassen beispielsweise für Gas, Wasser, Abwasser, Strom oder Kommunikationstechnik, nicht gegeben ist.

## 🗨️ Welche gesetzlichen Handhaben gibt es, um Fassadenbegrünung zu fördern? (Pläne, Satzungen, Programme, Instrumente)

Begrünungen werden zum Beispiel durch Bauleitplanungen nach dem Baugesetzbuch rechtsverbindlich gefordert, über Gestaltungssatzungen werden gestalterische Anforderungen geregelt. Förderprogramme bieten, an Qualitätskriterien geknüpft, je nach Kommune über Zuschüsse finanzielle Anreize zur Umsetzung von Begrünungen sowohl im Bestand als auch im Neubau. Ergänzend ist eine gut informierende Öffentlichkeitsarbeit sinnvoll.

## 🗨️ Wo sollten sich Bauwillige die nötige Expertise für eine Fassadenbegrünung holen?

Bauherren sollten sich für die Planung einer Begrünung die nötige Expertise von Landschaftsarchitekt:innen oder Fachplaner:innen für Fassadenbegrünungen holen.



© Pfoser

Bodengebundene Begrünungen mit Selbstklimmern.

Die Installation und Pflege von Begrünungen sollte von Fachfirmen oder örtlichen Gärtnereien durchgeführt werden, die die nötige Pflanzen- und Sachkenntnis haben. Sinnvoll ist es, zuvor die Referenzen der Planenden und Fachfirmen zu prüfen. Fachbücher und Online-Ressourcen helfen ergänzend, das Wissen zu erweitern.

## 🗨️ Gibt es Vorbilder, an denen man sich hinsichtlich der Fassadenbegrünung orientieren kann?

Es gibt zahlreiche vorbildliche Projekte, beispielsweise das Stadthaus M1 in Freiburg, die Magistratsabteilung 48 in Wien und die Begrünung des Technischen Rathauses in Friedrichshafen.

## Vielen Dank für das Gespräch!

Weitere Informationen: 🌐 [www.stadtnatur.de](http://www.stadtnatur.de)

### LITERATURHINWEISE

- Grüne Fassaden, Nicole Pfoser, DETAIL Praxis; [🌐 https://bit.ly/4byFM9c](https://bit.ly/4byFM9c)
- Fachbuch Vertikale Begrünung, Nicole Pfoser, Fachbibliothek grün, Ulmer Verlag; [🌐 https://bit.ly/3KjzHBo](https://bit.ly/3KjzHBo)
- FLL Leitfaden Gebäude, Begrünung Energie; [🌐 https://bit.ly/4bWH25B](https://bit.ly/4bWH25B)
- Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung, Nicole Pfoser, Dissertation TU Darmstadt, [🌐 https://bit.ly/3Vdua5E](https://bit.ly/3Vdua5E)

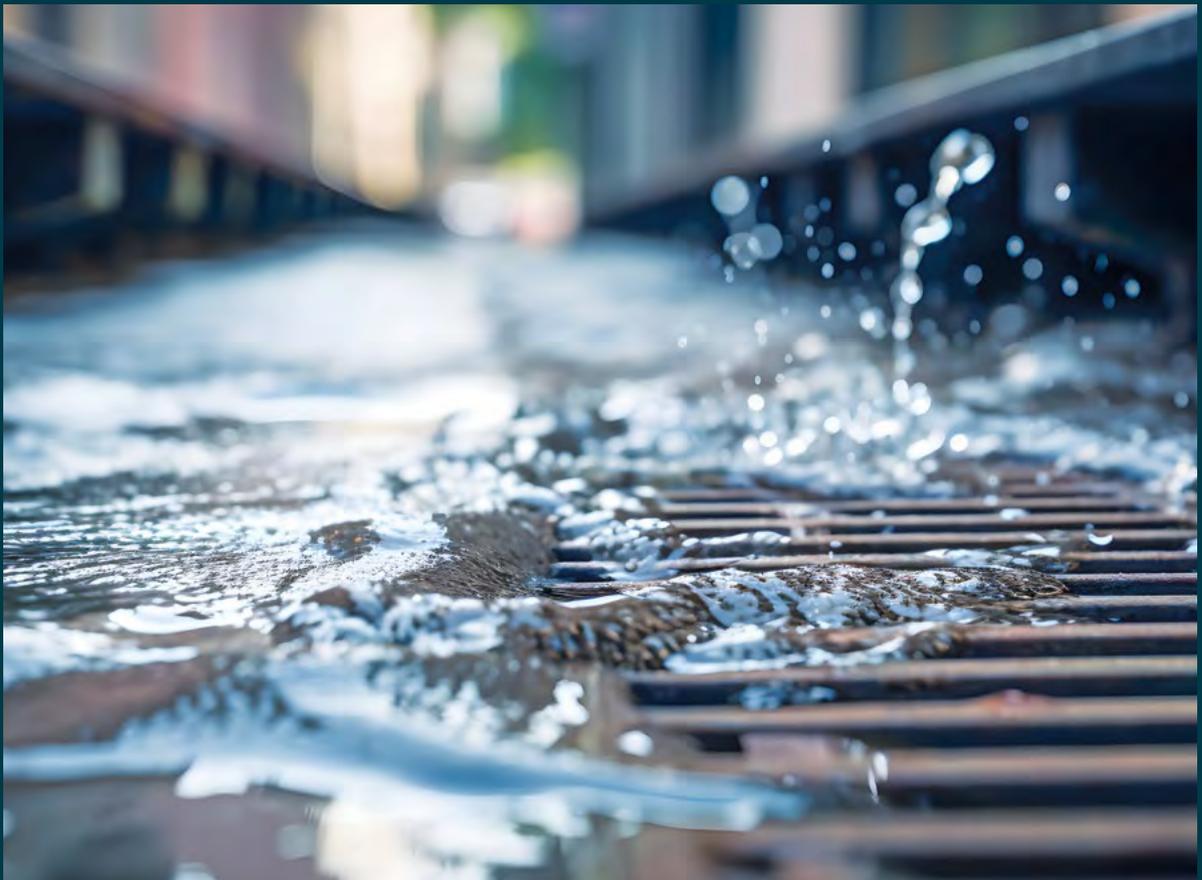
# UNSERE POSITION.

## Die Evolution des Regenwassers – vom Abfallprodukt zur wertvollen Ressource

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Bewertung von Regenwasser grundlegend gewandelt. Was einst als bloßes Nebenprodukt betrachtet wurde, das schnellstmöglich aus städtischen Gebieten abgeleitet werden musste, wird nun als wertvolle Ressource erkannt, mit der es sorgsam umzugehen gilt.

Mit der im Jahr 2023 veröffentlichten Nationalen Wasserstrategie der Bundesregierung wurde ein Meilenstein in der nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung gesetzt und damit ein Schlaglicht auf die wachsende Bedeutung von Regenwasser als Schlüsselressource geworfen. In einer Zeit, in der Wasserressourcen weltweit zunehmend unter Druck geraten, eröffnet die verstärkte Nutzung und intelligente Bewirtschaftung von Regenwasser neue Perspektiven für eine nachhaltige Wasserzukunft, die es sinnvoll zu nutzen gilt.

Hierzu lassen sich Forderungen formulieren, die eine Zukunftsperspektive darstellen und ein Umdenken in vielerlei Hinsicht erfordern:



© Trendy Graphics – stockadobe.com

## 1 Integrierte Wasserpolitik und Gesetzgebung

Die Einführung oder Stärkung von Gesetzen und Vorschriften, die die nachhaltige Nutzung von Regenwasser fördern, ist entscheidend. Dazu gehören Anreize für die Installation von Regenwassernutzungssystemen, Richtlinien für die Versickerung und Rückhaltung von Regenwasser sowie klare Regelungen zur Qualitätssicherung bei der Aufbereitung von Regenwasser für bestimmte Zwecke.

## 2 Förderung von Forschung und Entwicklung

Investitionen in Forschung und Entwicklung von Technologien im Bereich der Regenwassernutzung sind notwendig. Die Förderung innovativer Lösungen, wie effizientere Sammelsysteme, dezentrale Aufbereitungstechnologien und intelligente Bewirtschaftungsstrategien, kann die nachhaltige Bewirtschaftung weiter vorantreiben.

## 3 Anreize für eine nachhaltige städtische Planung

Die Integration von Regenwasserbewirtschaftung in städtebauliche Konzepte sollte durch finanzielle Anreize für Gemeinden und Bauherren unterstützt werden. Dies kann die Schaffung grüner Infrastrukturen, die Verwendung versickerungsfähiger Materialien und die Umsetzung von Wassereffizienzmaßnahmen umfassen. Zudem sollte verpflichtend damit einhergehen, zum Beispiel die Rückhaltung auf Dächern in der hydraulischen Berechnung berücksichtigen zu dürfen sowie innerhalb von Bebauungsplänen Raum und Maßnahmen für Versickerung, Rückhaltung und Nutzung von Regenwasser vorzusehen.

## 4 Bildung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit

Eine breite Aufklärungskampagne ist erforderlich, um das Bewusstsein für die Bedeutung der nachhaltigen Nutzung von Regenwasser zu schärfen. Hier sind beispielsweise Schulungen für Bauherren, Hausbesitzer und Gemeinden zu nennen, um die Akzeptanz und Umsetzung von Regenwassernutzungssystemen zu fördern.

## 5 Finanzielle Anreize und Subventionen

Die Einführung von finanziellen Anreizen, Steuererleichterungen oder Subventionen für Unternehmen und Einzelpersonen, die in nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung investieren, kann Anreize für die Umsetzung dieser Praktiken schaffen.

## 6 Verpflichtende Regenwassernutzung in Bauprojekten

Die Integration von Regenwassernutzungssystemen sollte verpflichtend in Bauvorhaben vorgeschrieben werden, insbesondere für große Projekte im gewerblichen und privaten Bereich. Dies fördert die flächendeckende Implementierung.

## 7 Forschungsförderung für sozio-ökonomische Auswirkungen

Die Forschung zu den sozioökonomischen Auswirkungen der nachhaltigen Regenwassernutzung sollte unterstützt werden, um die langfristigen Vorteile und die positive Wirkung auf lokale Gemeinschaften und die Umwelt herauszuarbeiten.

## 8 Internationale Zusammenarbeit und Wissensaustausch

Eine verstärkte internationale Zusammenarbeit und der Austausch bewährter Praktiken im Bereich der nachhaltigen Regenwassernutzung beziehungsweise -bewirtschaftung unterstützen Länder dabei, voneinander zu lernen und gemeinsame Standards und Strategien zu entwickeln.

In einer Zeit, in der die Ressourcenknappheit und der Klimawandel unsere Wasserressourcen herausfordern, erweist sich die Nutzung von Betonfertigteilen als Schlüsselkomponente für eine zukunftsfähige, nachhaltige Regenwasserinfrastruktur. Betonfertigteile leisten einen bedeutenden Beitrag zu einer resilienten Wasserinfrastruktur, indem sie effiziente, langlebige und vielseitige Lösungen für die Herausforderungen im Regenwassermanagement bereitstellen. Ihre Anwendung vereint technische Zuverlässigkeit, individuelle Anpassungsfähigkeit und Dimensionierung sowie ökologische Verantwortung gegenüber der Umwelt, um eine klimangepasste Infrastruktur zu erschaffen.

**Dies ist eine gemeinsame Position der Herausgeber des [punktum.betonbauteile](https://www.punktum.betonbauteile.de).**

## Interview

### Herausforderungen in der Wasserwirtschaft

Dr. Lisa Broß ist die neue Sprecherin der Bundesgeschäftsführung der Deutschen Vereinigung der Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA). Sie ist Nachfolgerin von Bauassessor Johannes Lohaus, der zum Ende des Jahres in den Ruhestand ging. Nach einer kurzen Übergabephase lenkt sie seit Januar 2024 gemeinsam mit dem kaufmännischen Bundesgeschäftsführer Rolf Usadel die DWA. Wir sprachen mit ihr über die Herausforderungen in der Wasserwirtschaft.

Q **Frau Dr. Broß, als neue Sprecherin der DWA-Bundesgeschäftsführung und Wasserwirtschaftlerin mit Herzblut, was sind für Sie die Herausforderungen, denen wir hinsichtlich Klimawandel und Klimaanpassung gegenüberstehen?**

Der Klimawandel verändert die temporäre Verfügbarkeit von Wasser. Folglich ist Wasser seltener in der richtigen Menge vorhanden. Mal ist es zu wenig – mit Trockenheit und Dürre als Folge – mal ist es zu viel, die Folge: Hochwasser. Diese Entwicklung wird sich laut vielen Prognosen verstärken. Durch die Abschwächung des Jetstreams wird das Wetter stationärer. Lange Trockenphasen oder auch intensive Regenphasen, wie jetzt gerade zum Jahreswechsel erlebt, werden häufiger. Und darauf müssen sich die Wasserwirtschaft und auch die Gesellschaft einstellen. Gesamtgesellschaftlich bedarf es daher einer Wasserwende.

Q **Was verstehen Sie unter einer Wasserwende?**

Für die Wasserwirtschaft bedeutet die Wasserwende die zielgerichtete Umgestaltung und Weiterentwicklung des Wasserkreislaufs, des

natürlichen und des technischen Wasserkreislaufs in Deutschland. Naturnaher Landschaftswasserhaushalt und wasserbewusste Stadtentwicklung sind hier relevante Schlagworte. Die Wasserwende reicht vom Rückbau von technischer Systeme und Renaturierungen über technische Maßnahmen wie Speicherung und Grundwasseranreicherung bis hin zu behördlichen, rechtlichen und ökonomischen Veränderungen. Wasserwende heißt aber auch, dass die Bedeutung des Wassers viel mehr in die Köpfe der Menschen gelangen und in politische Entscheidungsprozesse eingebunden werden muss. Konkret notwendige Maßnahmen für die Wasserwende haben wir in Zusammenarbeit mit dem DVGW in unserer gemeinsamen Roadmap 2023 veröffentlicht.

Q **Sie haben eine wasserbewusste Stadtentwicklung angesprochen. Wie muss sich die Stadtplanung verändern, um die Städte auf die Folgen des Klimawandels vorzubereiten?**

Ganz vereinfacht ausgedrückt, Wasser muss als zentraler Baustein bei allen Planungsprozessen von Anfang an integriert werden, und zwar mit dem klaren Ziel, Wasser viel stärker als bisher zurückzuhalten. Auch hier gilt das Credo des möglichst naturnahen Wasserhaushaltes. Dies ist natürlich ein Paradigmenwechsel, denn lange ging es ja in erster Linie darum, Niederschlagswasser möglichst schnell abzuleiten. Insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels ist dies aber weder zeitgemäß noch sinnvoll. Wir müssen Wasser vor Ort speichern, um uns vor Starkregen und Überflutungen weitestgehend zu schützen. Und dieses gespeicherte Wasser können wir dann zur Versorgung beispielsweise des Stadtgrüns in Trockenphasen nutzen. Nicht zu vergessen ist die immer notwendiger werdende Verdunstungskühlung zur Minderung von Hitzestress. Die Anzahl tropischer Tage und Nächte nimmt in Deutschland stetig zu.



© DWA - Stefan Bröker

Dr. Lisa Broß im DWA-Studio.



### Q **Wie soll dieser Rückhalt erfolgen? Welche Rolle spielen die Entwässerungssysteme?**

Wichtig ist im urbanen Raum das Gesamtkonzept aus Entwässerung und Wasserrückhalt, insbesondere bei der Starkregenvorsorge. Über das Kanalnetz können Starkregen nicht sicher abgeleitet werden, egal wie intensiv man hier einen Ausbau vorantreiben würde. Das wäre auch weder volkswirtschaftlich sinnvoll noch technisch möglich. Wir müssen Rückhalteräume schaffen, Retentionsflächen anlegen, Dächer und auch Fassaden verstärkt begrünen und vor allem die zunehmende Versiegelung der Böden stoppen. Eigentlich brauchen wir eine Netto-Entsiegelung. Dies ist keine leichte Aufgabe bei der Nutzungskonkurrenz um die knappen Flächen im urbanen Raum. Auch darum brauchen wir die Wasserwende!

### Q **Die Wasserwirtschaft ist wirklich ein zentraler Baustein der Klimaanpassung. Aber wie sieht es mit dem Klimaschutz aus, insbesondere in dem für unsere Leser:innen wichtigen Teil der Entwässerung?**

Da sprechen Sie einen sehr wichtigen Punkt an. In der öffentlichen Diskussion zum Klimaschutz wird häufig viel zu sehr auf die Faktoren Energie und Mobilität fokussiert. Aber gerade der Bausektor, Hochbau und Tiefbau, spielen bei den Treibhausgasemissionen eine äußerst große Rolle. Möglichst lange Nutzungsdauern von Kanälen sind hier natürlich vorteilhaft, denn die Emissionen fallen ja in erster Linie beim Bau an. Die DWA arbeitet sehr intensiv an diesem Thema. Die neu gegründete Arbeitsgruppe „Treibhausgasemissionen bei Entwässerungssystemen“ analysiert zurzeit, welche Einsparpotenziale bestehen und wie diese genutzt werden können. Die Wahl des Bau- und Rohrmaterials spielt eine wichtige Rolle, aber auch die Wiederverwendung von Bauteilen oder die Verlängerung der Lebensdauer durch Erhaltungsmaßnahmen.

### Q **Lebensdauer der Kanalinfrastruktur: Schaut man auf die Investitionen in unser circa 600.000 km langes Kanalnetz, so werden laut Ihrer DWA-Umfrage jährlich rund 3 Mrd. € pro Jahr für die Reparatur, Renovierung und**

### **Erneuerung des Kanalnetzes eingesetzt. Sind diese Investitionen angesichts der bevorstehenden Herausforderungen wie dem Klimawandel und dem Zustand der Abwasserleitungen ausreichend, um die Netze für zukünftige Generationen in Wert und Funktionsfähigkeit zu erhalten, beziehungsweise, was braucht es an dieser Stelle, um dieses Ziel zu erreichen?**

Mit einem geschätzten Wiederbeschaffungswert von 1 Bio. € ist das Kanalnetz übrigens eines der größten infrastrukturellen Vermögen in Deutschland. Derzeit sanieren die deutschen Kanalnetzbetreiber rund 6.000 km Kanal pro Jahr. Allein das ist schon eine beeindruckende Leistung. Um die Dimension dieser Maßnahmen zu veranschaulichen, das entspricht der Strecke Frankfurt–New York. Aber, und das ist das Kritische, die Sanierung von 6.000 km Kanal reicht leider nicht aus. Bezogen auf die Gesamtlänge bedeutet dies eine Sanierungsquote von lediglich 1 %. Das heißt, wir benötigen 100 Jahre, um das komplette Netz zu sanieren oder neu zu bauen. Diese Zeit haben wir nicht. Es gibt zwar einzelne Kanäle, die deutlich älter als 100 Jahre sind, die durchschnittliche Nutzungsdauer ist aber kürzer. Langfristig reicht diese Sanierungsrate daher nicht aus, um das Kanalnetz zu erhalten. Und ich spreche dabei nur vom Erhalt, nicht von den notwendigen Veränderungsmaßnahmen. Wir müssen hier definitiv noch mehr tun.

### Q **Woran liegt das? Zu wenig Geld? Oder fehlt das Bewusstsein für die langfristige Bedeutung ausreichender Investitionen in das Netz?**

Das Bewusstsein für die notwendige Erhöhung des Sanierungsaufwandes ist in der Branche definitiv vorhanden. Das registrieren wir auch immer bei der von Ihnen angesprochenen Kanalumfrage, bei der wir ja mit der großen Mehrheit der Kanalnetzbetreiber im engen Kontakt stehen. Allen ist mehr als bewusst, dass die aktuelle Instandhaltungsrate langfristig nicht ausreichend ist. In der Praxis ist die Erhöhung des Aufwandes, die Durchführung weiterer Sanierungsmaßnahmen, aber sehr schwierig. Es mangelt an Personal, Zeit und Geld.





© DWA - Ulf Jacob

Wasserbewusste Stadtentwicklung Antwerpen.

## ❓ **Stichwort Geld. Reichen die aktuellen Gebühren nicht aus, um das Kanalnetz instand zu halten?**

Vierorts fehlt das Geld, um die Sanierungsmaßnahmen zu finanzieren. Gebührenerhöhungen dürfen daher kein Tabu sein. Der langfristige Erhalt des Kanalnetzes liegt ja auch im Interesse der Gebührenzahlenden. Und, das ist wichtig, Abwassergebühren sind zweckgebunden. Die Bürger:innen müssen keine Angst haben, dass ihre Abwassergebühren für andere Zwecke eingesetzt werden. Unsere Aufgabe ist es, die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der Kanalnetzinstandhaltung noch viel stärker nach außen zu kommunizieren. In der Branche ist allen klar, der Sanierungsaufwand muss, trotz aller Probleme, zeitnah erhöht werden, zur Wahrung unserer Kanalinfrastruktur und auch im Sinne eines gesamtwirtschaftlichen Handelns. Aber, dies muss ich noch einmal betonen, Geld ist nicht der einzige Engpassfaktor.

## ❓ **Instandhaltung, Klimawandel, große Baustellen für die Kanalnetzbetreiber. Gibt es noch weitere Herausforderungen?**

Auf jeden Fall die Novellierung der europäischen Kommunalabwasserrichtlinie, die auch Auswirkungen auf die Abwasserableitung hat. Mit der Richt-

linie sollen die Mischwasserabschläge reduziert werden. Die novellierte Kommunalabwasserrichtlinie, Ende Januar haben sich ja EU-Parlament und Ministerrat final geeinigt, sieht diesbezüglich eine Begrenzung der Mischwasserentlastung auf nicht mehr als zwei Prozent der Trockenwetterfracht vor. Dies hat natürlich Auswirkungen auf die Entwässerungssysteme.

Eine weitere große Herausforderung ist der Fachkräftemangel. Wie fast allen Branchen fehlt auch der Abwasserwirtschaft qualifiziertes Personal in ausreichender Menge. Dies gilt schon für die heutigen Aufgaben. Die notwendige Erhöhung der Sanierungs- und Instandhaltungsquote im Kanalnetz verschärft diesen Fachkräftemangel noch einmal deutlich. Weder die Kanalnetzbetreiber noch externe Dienstleistungsunternehmen verfügen über die notwendigen personellen Ressourcen für weitere Planungen und Durchführungen. Wir als DWA arbeiten seit Langem intensiv an diesem Problem. So haben wir zu Anfang des Jahres die Image- und Fachkräftekampagne „wasser-allesklar“ bundesweit ausgerollt. Mit verschiedensten Aktionen, unter anderem einem eigenen TikTok-Kanal, wollen wir junge Menschen für die Branche begeistern.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

## Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung

# Betonbauteile und -waren für Maßnahmen zur Klimaanpassung

Neben den wichtigen Maßnahmen zum Schutz unseres Klimas wie dem Aspekt der CO<sub>2</sub>-Reduktion ist die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ein weiterer Punkt, der zwingend bei allen künftigen Bau- und Umbaumaßnahmen beachtet werden muss. Ziel der Klimaanpassung ist, das Risiko und mögliche Schäden der Klimaauswirkungen so gering wie möglich zu halten und entsprechende Vorsorge zu treffen. Die Maßnahmen müssen dabei meist auf die lokalen oder regionalen Gegebenheiten zugeschnitten werden. Die Betonfertigteil- und Betonwarenbranche kann ihren Beitrag dazu leisten, anfallendes Regenwasser direkt an Ort und Stelle zu versickern, zu nutzen, zurückzuhalten und auch abzuleiten. Damit wird die Kanalisation entlastet, die Grundwasserneubildung gefördert und durch Verdunstung die Klimaerwärmung in Quartieren reduziert. Zusätzlich lässt sich durch die Regenwasserspeicherung und -nutzung der Frischwasserverbrauch reduzieren und schützt so die Grundwasservorräte.

Klimatische Veränderungen und gesetzliche Vorgaben geben dem Schutz unserer Umwelt bei der Urbanisierung oberste Priorität. Beim Bau oder der Renovierung von Wohngebäuden spielt eine moderne Haustechnik mit den entsprechenden Einrichtungen für die Ver- und Entsorgung eine entscheidende Rolle. Das Heizen, Kühlen und die Warmwasseraufbereitung mit Techniken wie Solarthermie, Wärmepumpe oder Biomassebrennstoffen helfen, fossile Ressourcen zu schonen. Durch Fördermittel von Bund, Ländern und Gemeinden sowie günstige Brennstoffkosten verkürzen sich die Amortisationszeiten. Umweltschonend und kostensparend ist auch die Nutzung von Regenwasser als Brauchwasser. Nicht verwendetes Regenwasser verbleibt auf dem Grundstück und versickert, sofern es die Bodenverhältnisse zulassen, oder wird gedrosselt abgeleitet. In Außenbereichen ohne Anschluss an die Kanalisation werden Kleinkläranlagen mit Betonbehältern zur umweltverträglichen Reinigung von häuslichem Abwasser verwendet.

Betonbauteile sind für folgende Zwecke standardmäßig oder individuell gestaltet lieferbar:

- zur Regenwassersammlung für die Nutzung als Brauchwasser
- zur Regenwasserrückhaltung und -versickerung
- zur Regenwasserbehandlung bei Metalldächern
- als Kleinkläranlagen
- als Pumpstationen
- als Schachtbauwerke
- als Entwässerungsleitungen und -rinnen
- als Holzpellets- oder Löschwasserbehälter
- als Technikzentrale

Download der Broschüre „Wohnungsbau mit Betonfertigteilen“ unter [www.bit.ly/3wAXIQX](http://www.bit.ly/3wAXIQX). 



Schematische Darstellung von Regenwasserzisternen.

## Vorteile von Betonbauteilen für die Infrastruktur

- kein Verlust von Frei-, Wohn- oder Nutzflächen durch den Einbau im Erdreich
- durch ihre hohe Belastbarkeit ist die Überfahrbarkeit der Bauteile sichergestellt
- große Speicherkapazitäten sind möglich
- auch für kleine Grundstücke und enge Platzverhältnisse geeignet



© Mail GmbH

### Dachbegrünung



### Versickerungsfähiges Pflaster



### Regenwasserzisternen



### Betonrohre



### Betonschächte



© IZB

## Gastbeitrag – Betonpflaster

# Wie viel Regenwasser versickert auf Pflasterflächen?

Betonpflaster ist allgegenwärtig und in den verschiedensten Ausführungen auf nahezu jedem Grundstück zu finden. Die Bandbreite reicht von fugenarm verlegtem Verbundpflaster bis hin zu besonders sickerfähigen Pflasterbauweisen. Aber wie viel Regenwasser können die verschiedenen Pflasterbauweisen eigentlich versickern? Und wovon hängt das ab? Antworten auf diese Fragen liefert dieser Beitrag.

Pflasterungen sind eine vielseitige und allgemein beliebte Bauweise zur Gestaltung und Befestigung von Grundstücks- und Straßenflächen, von Plätzen und Fußgängerbereichen. Ihrem Versickerungsvermögen wurde jedoch bislang recht wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl sie in unseren Städten ein enormes Regenwasservolumen regulieren. In der Fachliteratur finden sich kaum repräsentative Kennwerte bauartspezifischer Versickerungsraten. Allenfalls in Normen und Regelwerken sind einige typbezogene Abflussbeiwerte ausgewiesen (zum Beispiel in der DIN 1986-100 oder dem DWA-Regelwerk), wobei ihre Datengrundlage teilweise unklar ist. Messdaten und Herstellerangaben zum Versickerungsvermögen im Neuzustand sind wenig aussagekräftig, da das Versickerungsvermögen von Pflasterbauweisen im Laufe der Liegezeit durch in die Fugen eingespülte Feinpartikel zurückgeht (sogenannte Kolmation).

### Messdaten zum Abfluss- und Versickerungsverhalten

In den letzten 25 Jahren wurde im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte das Versickerungsverhalten für ein breites Spektrum an Pflasterbauweisen systematisch und auf vielfältige Weise untersucht. Die Datenerhebung ist unter anderem in [1, 2] dokumentiert. Den Kern der Gesamtuntersuchung bilden über 500 Einzelmessungen an Bestandsflächen sowie an einem Lysimeter im Labor. Dabei flossen sowohl Messungen punktueller Versickerungsleistungen, von Oberflächenabflüssen an größeren Flächeneinheiten als auch von Wassergehalten im Pflasteraufbau in die Auswertung ein. Anhand der Messdaten lassen sich das Versickerungsverhalten allgemein charakterisieren und Kennwerte bauartspezifischer Versickerungsleistungen unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussgrößen benennen.



Versickerungsvermögen und Regenabfluss variieren kleinräumig.

© Iligen

## Charakteristika des Versickerungsverhaltens

Das Infiltrationsvermögen einer versickerungsfähig ausgebildeten Flächenbefestigung wird primär von der Infiltrationsfähigkeit des Deckbelages bestimmt. Dabei hängt die Versickerungskapazität der Deckschicht unter anderem vom versickerungsaktiven Flächenanteil, den verwendeten Materialien sowie von ihrem Oberflächengefälle ab. Zudem kann die intensive Nutzung der Fläche beispielsweise durch Fahrzeuge das Infiltrationsvermögen erheblich beeinträchtigen, zum Beispiel kleinräumig in den primären Fahrspuren von Stellplätzen oder Straßen.

Mit Ausnahme von porösen Flächenbelägen erfolgt die Versickerung bei ungebunden verlegten Pflasterbelägen ausschließlich über Fugen zwischen den gefügedichteten Pflastersteinen. Je größer der Fugenanteil einer Fläche, umso höher ist daher prinzipiell ihr Versickerungsvermögen. Die Höhe der Infiltrationsleistung hängt jedoch ganz wesentlich von den für die Fugenfüllung verwendeten Materialien ab: je feinkörniger das Fugenmaterial ist, umso geringer ist auch die Versickerungsleistung bezogen auf die Fugenfläche. Hierbei weisen Splitte eine ungleich größere Versickerungsleistung auf als Sande.

Dieser als Kolmation bezeichnete Prozess kann je nach Standort, Liegezeit und Nutzung in ganz unterschied-

licher Ausprägung auftreten und ist hauptsächlich dafür verantwortlich, dass das Infiltrationsvermögen nach mehrjähriger Nutzung in einem ganz erheblichen Maß variieren kann. Die Anlagerung von Feinpartikeln in den Fugen kann bei feinkörnigerer Fugenfüllung dabei deutlich leichter und dadurch rascher erfolgen als bei grobkörnigeren Fugenfüllungen, bei denen Feinpartikel den Fugenraum passieren können. Die Kolmation einer Pflasterfläche weist einen stochastischen Charakter auf. Auf der Basis ausgewerteter Messdaten [1] lässt sich das quantitative Versickerungsvermögen mit Häufigkeitsverteilungen umschreiben.

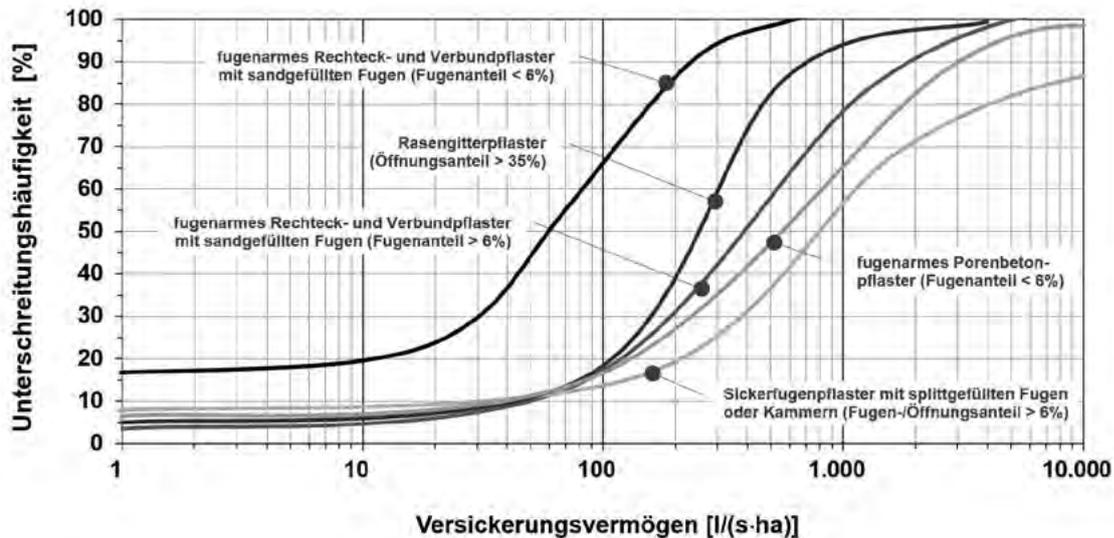
Die Oberflächenneigung einer Fläche wirkt generell einer Infiltration des auftreffenden Regenwassers entgegen. Dabei ist der Einfluss des Oberflächengefälles umso ausgeprägter, je geringer das Versickerungsvermögen der Flächenbefestigung ist. Je kleiner der Fugenanteil, je geringer die Durchlässigkeit des Fugenmaterials und je höher der Kolmationsgrad einer Flächenbefestigung ist, umso stärker nimmt das Versickerungsvermögen bei steigendem Gefälle ab. Daher spielt das Oberflächengefälle bei fugenarmen Pflasterbauweisen mit gefügedichteten Pflastersteinen eine größere Rolle als bei stärker durchlässigen Flächenbelägen mit einem hohen Anteil an meist splittgefüllten Fugen oder Kammern. Im Vergleich zu einem Mindestgefälle von 2,5 %, mit dem Pflaster-



Versickerungsvermögen und Regenabfluss variieren kleinräumig.



## Häufigkeitsverteilungen des Versickerungsvermögens verschiedener Pflasterdecken



flächen im Straßenbau allgemein zu verlegen sind, ergeben sich bei einem Gefälle von 5,0 % um circa 10 % bis 20 % reduzierte Versickerungsleistungen. Für ein geringeres Gefälle von 1,0 %, mit dem ausschließlich besonders wasserdurchlässige Pflasterdecken verlegt werden dürfen, resultieren im Vergleich zu einem Gefälle von 2,5 % um circa 10 % erhöhte Versickerungsleistungen.

### Je stärker der Regen, umso größer die Infiltrationsleistung

Das momentane Infiltrationsvermögen einer konkreten Flächenbefestigung – also bei bestimmtem Aufbau, bestimmtem Oberflächengefälle sowie bestimmtem Kolmationsgrad – wird zudem ganz wesentlich von der Regenintensität beeinflusst. Sowohl Messungen an Bestandsflächen als auch Lysimeterversuche und numerische Strömungssimulationen belegen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der momentanen Infiltrationsrate und der jeweiligen Regen- beziehungsweise Beregnungsintensität. Dabei kann die Infiltrationsleistung einer Pflasterfläche mit steigender Niederschlagsintensität zum Teil deutlich ansteigen. Dies führt unter anderem auch dazu, dass selbst bei vergleichsweise geringen Regenintensitäten bereits ein merklicher Oberflächenabfluss einsetzen kann, obwohl der Flächenbelag imstande ist, bei höheren Regenintensitäten noch weitaus mehr Wasser aufzunehmen. Das Einsetzen des Oberflächen-

abflusses markiert also nicht den Zeitpunkt, an dem das Versickerungsvermögen einer Pflasterfläche vollständig ausgereizt ist. Es kennzeichnet lediglich die Phase der Beregnung, in der die Infiltrationskapazität der am geringsten durchlässigen Flächenbereiche (zum Beispiel der Fahrspur) überschritten ist und der an diesen Stellen nicht direkt versickerbare Regenwasseranteil auch nicht auf angrenzenden Flächenbereichen in den Oberbau infiltrieren kann.

Verantwortlich für dieses Phänomen ist das kleinräumige Versickerungsverhalten im Fugenraum. Zum einen ist davon auszugehen, dass das Versickerungsvermögen der Fugen nicht an jeder Stelle einer Pflasterfläche identisch ist, sondern in einer durchaus nennenswerten Größenordnung schwankt. Bei geringeren Regenintensitäten wird dadurch die maximal mögliche Infiltrationsleistung nicht an allen Stellen ausgenutzt. Bei höheren Intensitäten werden diese Kapazitäten dagegen immer stärker ausgeschöpft, bis ein Maximum erreicht ist. Darüber hinaus werden im Fugenraum bei steigender Beregnungsintensität höhere Wassergehalte erreicht, mit denen höhere Wasserleitfähigkeiten und ein entsprechend höheres Versickerungsvermögen einhergehen. Ferner können präferierte Fließwege zum Beispiel an den Seitenflächen der Pflastersteine zu diesem Effekt beitragen.



© Ilgen

Bei ungebunden verlegten Pflasterbelägen erfolgt die Versickerung im Allgemeinen durch die Fuge.

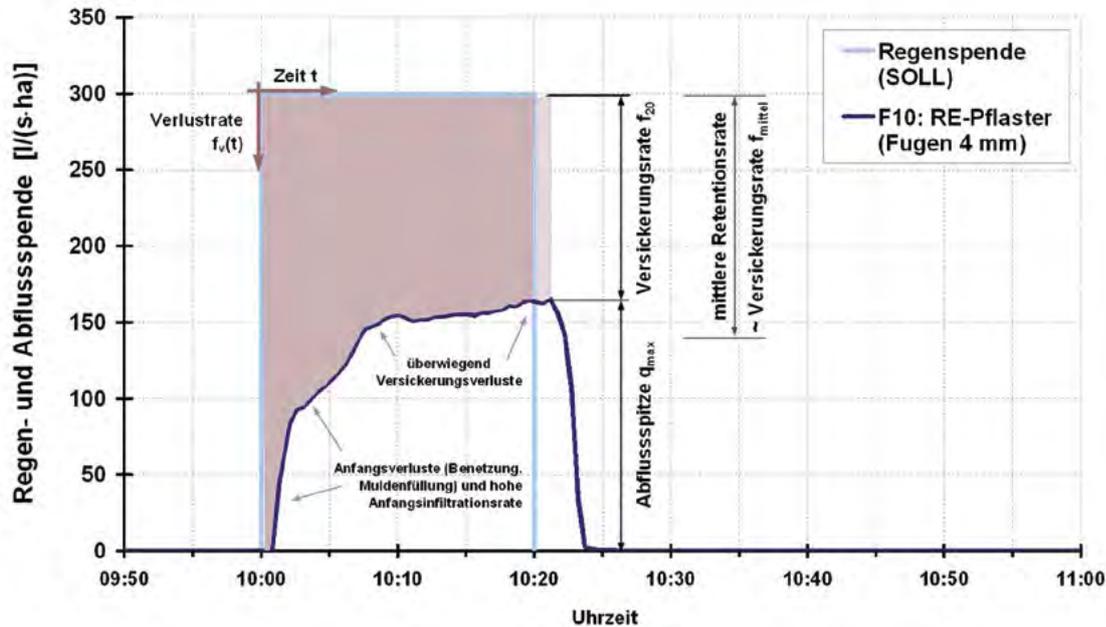
Der Infiltrationsverlauf über die Zeit ist durch eine mitunter sehr hohe Infiltrationsrate zu Beginn eines Regenereignisses gekennzeichnet, die im weiteren Verlauf rasch abnimmt und schließlich auf einem nahezu konstanten Niveau verharrt. Die hohen Anfangsinfiltrationsraten rühren in erster Linie daher, dass zunächst die Porenräume des Fugenmaterials (und ggf. des Bettungsmaterials) gefüllt werden müssen, bevor das Wasser tiefer in den Oberbau einsickern kann. Sie entsprechen also nicht der hydraulischen Leitfähigkeit der Deckschicht, die deutlich geringer sein kann. Die Auffüllung des Porenraums erfolgt dabei aufgrund des deutlich höheren Anteils an weiten und engen Grobporen wesentlich schneller als bei natürlichen Böden, sodass meist nach 5 bis 10 Minuten bereits eine nahezu konstante Versickerungsrate zu beobachten ist. Der Sättigungsgrad in der Tragschicht spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle und beeinflusst die Infiltrationsleistung des Deckbelages in der Regel nicht. Ohnehin resultiert aufgrund des hohen Anteils an Grobporen aus der Infiltration von Niederschlagswasser in den Oberbau nur ein moderater Anstieg der Wassergehalte in der Tragschicht. Zudem ist die am Infiltrations- beziehungsweise Perkolationsprozess beteiligte Grundfläche bei der Tragschicht ungleich größer als bei der Deckschicht, insofern die Versickerung dort nur über die Fugen erfolgt. Sättigungsgrade über 50 % werden daher in der Tragschicht nur selten erreicht.

Darüber hinaus weist die Tragschicht ein außerordentlich großes Speichervermögen auf. Selbst bei Auflage auf einem nur gering durchlässigen Planum ist ein sehr großes Infiltrationsvolumen von in der Regel deutlich über 50 mm erforderlich, um einen vollständigen Einstau der Tragschicht hervorzurufen. Doch nur für diesen Fall ergibt sich eine Rückkopplung auf das Versickerungsvermögen der Gesamtkonstruktion.

## Abflussbeiwerte

Legt man bei den verschiedenen Pflasterbauarten Versickerungsleistungen zugrunde, wie sie gemäß dem vorliegenden Messdatenkollektiv von über 400 Versickerungsversuchen von circa 85 % der Messungen überschritten werden, resultieren überwiegend geringere Abflussbeiwerte als die technischen Regelwerke diesen Flächen zuweisen [2]. Dabei ist nach Spitzenabflussbeiwerten  $C_s$  (Kanalbemessung), mittleren Abflussbeiwerten  $C_m$  (Rückhalteanlagen) und Jahresabflussbeiwerten  $C_a$  (Wasserhaushalt) zu unterscheiden. Einem Betonpflaster mit aufgeweiteten Fugen oder Kammern mit einem Fugenanteil  $> 8 \%$  (Fugenmaterial Splitt) lassen sich beispielsweise folgende Werte zuweisen:  $C_s = 0,20$ ,  $C_m = 0,10$  und  $C_a = 0,05$ .

## Berechnungsversuch an einer Bestandsfläche



© Illgen

### Was ist die Quintessenz?

Auf der Basis der vorliegenden Messergebnisse lassen sich folgende Schlussfolgerungen formulieren:

- Das Versickerungsvermögen variiert je nach Bauart, Fugenanteil und Fugenmaterial. Insbesondere grobkörnige Fugenmaterialien wie Splitt gewährleisten auch dauerhaft hohe Versickerungsraten.
- Die tatsächliche Infiltrationsleistung nach mehrjähriger Liegezeit variiert auch je Bauart ganz erheblich. Ursächlich sind diverse Einflussfaktoren, die nicht messerscharf „zu greifen“ sind (zum Beispiel Liegezeit, Nutzung, Gefälle usw.). Besonders bedeutsam ist hierbei der Eintrag von Feinpartikeln in den Fugenraum (sogenannte Kolmation). Die Versickerungsleistung im Neubauzustand ist hingegen kaum von Relevanz.
- Es ist stets mit einem gewissen Oberflächenabfluss zu rechnen, der auf den besonders kolmatierten Flächenbereichen wie beispielsweise den Fahrspuren von Straßen und Stellplätzen oder im Bereich von Gullys und Rinnen entsteht.
- Einzelmessungen sind nicht repräsentativ und besitzen nur eine beschränkte Aussagekraft. Häufigkeitsverteilungen bauartspezifischer Infiltrationsraten helfen jedoch bei der quantitativen Einordnung und Abschätzung des näherungsweise zu erwartenden Versickerungsvermögens. Dabei sollte die Fachcommunity diskutieren, welche Häufigkeit als maßgebend erachtet wird. Pauschal den Worst Case anzusetzen, erscheint nicht angemessen. Es wird vorgeschlagen, sich an Versickerungsraten zu orientieren, die in circa 80 bis 90 % der Fälle überschritten werden.

### Literatur

[1] Illgen, Marc (2010): Das Versickerungsverhalten durchlässig befestigter Siedlungsflächen und seine urbanhydrologische Quantifizierung, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft (Hrsg.), Serie: Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, Technische Universität Kaiserslautern, ISBN 978-3-941438-44-6

[2] Illgen, Marc (2023): Das Versickerungsvermögen von Betonpflaster, 9. SLG-Fachtagung Betonpflasterbauweisen, Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG), 22. November 2023, Stockstadt am Rhein

## Videoreihe „Impulse pro Kanal“

### Inspektion.Sanierung.Erneuerung

Die Aktionsgemeinschaft Impulse pro Kanal (IpK) setzt sich für den nachhaltigen Werterhalt und die Funktionsfähigkeit der Abwassersysteme in Deutschland ein. Denn es gibt viele gute Gründe, unsere rund 600.000 km Abwasserleitungen zu inspizieren, zu sanieren und auch zu erneuern. Welche diese sind, zeigt die Videoreihe der Initiative IpK auf YouTube und LinkedIn. Fachleute beleuchten in kurzen Videoclips die verschiedensten Aspekte rund um das Thema Wasser und Abwasser. Nachfolgend einige Gesprächsauszüge aus den Clips.



#### Q Welchen Beitrag kann die Abwasserbeseitigung zum Überflutungsschutz leisten?

Viele Bürger haben sich bei den starken Niederschlägen und Überflutungen gefragt, wieso Straßen und Gebäude überflutet werden, wo wir doch eine Kanalisation haben. Wieso kann die Kanalisation die Niederschlagsmengen nicht aufnehmen? Deshalb ist es wichtig aufzuklären, welche Funktion die Kanalisation hat. Zunächst ist die wichtigste Aufgabe die Schmutzwasserableitung, dafür ist die Kanalisation ausreichend dimensioniert. Wenn es sich um ein Mischverfahren handelt, in dem Schmutz- und Regenwasser abgeleitet wird, muss es auch das Regenwasser aufnehmen können. Die Frage ist nur, wie viel Regenwasser muss beziehungsweise kann sie aufnehmen. Üblicherweise dimensioniert man Regenwasserleitungen, egal ob es Regen- oder Mischwasserleitungen sind, auf ein- bis fünfjährige Niederschlagsereignisse, je nachdem, wie hoch das Schutzbedürfnis ist. Bei Unterführungen zum Beispiel ist das Schutzbedürfnis höher, hier wird die Leitung für ein zehnjähriges Ereignis bemessen. Diese Ereignisse können die Leitungen aufnehmen. Zusätzlich zum Speichervolumen der Rohre haben die Abwassersysteme ein Speichervolumen über die

Schächte, in denen Niederschlagswasser verbleiben kann. Dadurch haben die Systeme noch Reserven. Überflutungsnachweise werden deshalb für die gesamten Entwässerungssysteme gerechnet.

Vielen Kommunen ist nicht bewusst, dass Überflutungsnachweise für ihre Entwässerungssysteme erbracht werden müssen. Dies gilt zunächst für die öffentlichen Entwässerungssysteme, aber nicht nur. Die Überflutungsnachweise geben Auskunft darüber, was mit dem Wasser bei seltenen Regenereignissen passiert. Denn die Kanäle können nicht jedes Ereignis aufnehmen und man muss wissen, was passiert, wenn mehr Wasser anfällt. Das Wasser soll eben nicht in Gebäude oder Garagen fließen, sondern schadlos in freie Flächen abgeleitet werden, wo das Wasser nicht zur Gefährdung von Menschen oder Gebäuden führt. Das gilt auch für private Objekte, und zwar muss bei über 800 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche ein Überflutungsnachweis erbracht werden. Vielen ist das nicht bewusst – sowohl privaten als auch öffentlichen Grundstückseigentümern. Ein Überflutungsnachweis macht deutlich, wo das Wasser im Falle eines überlasteten Kanals hinfließt und wie man sich davor schützen kann, sodass keine Gefahren für Gebäude und Menschen entstehen.



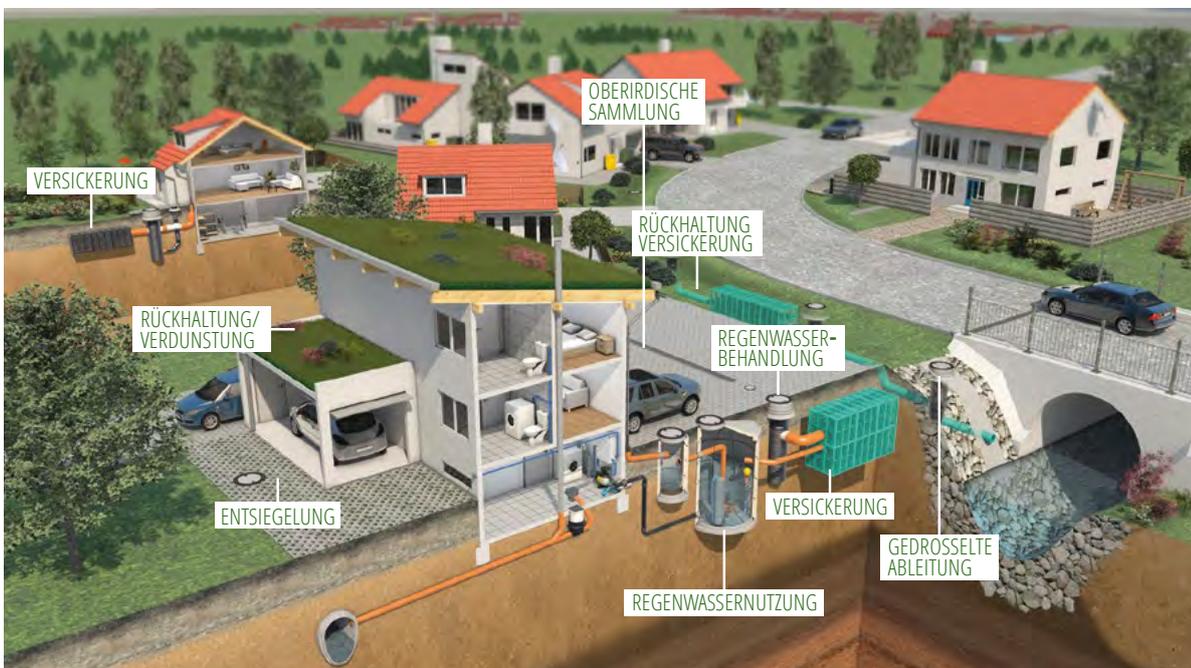
In Folge #18 informiert Christian Fechtig, Bundesverband Deutscher Baustofffachhandel, im Gespräch mit Diana Krüger über die Maßnahmen zur Reduzierung des Oberflächenabflusses.

### Q Mit welchen Maßnahmen lässt sich der Oberflächenabfluss reduzieren?

Es gibt viele Teilaspekte und Maßnahmen auf einzelnen Grundstücken, die in Summe aller Grundstücke eines Siedlungsbereiches erheblich zur Reduzierung von möglichen Gefahren nach beziehungsweise bei einem Starkregenereignis führen können.

Das folgende Schaubild zeigt viele Maßnahmemöglichkeiten, zum Beispiel:

- Versickerung über Rigolen
- Versickerung durch den Einsatz von Rasengittersteinen oder versickerungsfähigen Pflasterbelägen
- Rückhaltung und Versickerung von Regenwasser, zum Beispiel durch Retentionsgründächer, die tatsächlich sehr hohe Regenmengen speichern können
- Regenwassernutzung für Gartenbewässerung und Toilettenspülung
- Regenwassersammlung in Regenwassertanks



© Initiative Verantwortung Wasser und Umwelt des BDB e. V.



In Folge #4 reden Heinz Georg Kern und Sonja Walter von der Walter Straßenbau KG über Ressourcen und Fachkräftemangel im Kanalbau.

**Q Was würden Sie sich als Unternehmen wünschen, um im Bereich des Kanalbaus auch künftig Ressourcen bereitstellen zu können und insbesondere auch dem existierenden Fachkräftemangel entgegenzuwirken?**

Wir würden uns ein kontinuierliches Ausschreibungsverhalten wünschen und nicht ein Auf und Ab. Mal gibt es eine Phase mit vielen Aufträgen am Markt, mal mit wenigen.

Kein Bauunternehmen stellt Ressourcen bereit oder hält sie vor, ohne dass sie effektiv eingesetzt werden können. Auch fällt es uns schwer, Fachkräfte für den doch sehr interessanten Beruf des Bauingenieurs oder des Straßen- und Tiefbauers zu gewinnen, wenn wir nicht Kontinuität und durchgehende Arbeitsauslastung vorweisen können. Daher wäre uns ein stetiges Ausschreibungsverhalten der öffentlichen Hand wichtig. Dann können wir als Baufirma auch garantieren, dass die nötigen Ressourcen vorgehalten werden.



In Folge #17 klärt Prof. Dr. Katja Lotz, Studiengangleiterin BWL Foodmanagement und Ökotrophologie, Diana Krüger über den Zusammenhang von Investitionen ins Kanalnetz und unserer Gesundheit auf.

**Q Wie hängen Investitionen in unser Kanalnetz und unsere Gesundheit zusammen?**

Die Investition in unser Kanalnetz ist im Grunde die Investition in unsere eigene Gesundheit. Die Gesundheit hängt ganz stark davon ab, ob Keime im Wasser sind oder nicht. Das heißt, wir wollen alle ein Trinkwassernetz und damit Trinkwasser haben, das so sicher ist, dass wir auf jeden Fall gesund bleiben. Besonders schwierig wird es für empfindliche Gruppen wie kleine Kinder, Menschen mit Vorerkrankungen oder auch ältere Menschen, die besonders gefährdet sind, wenn Wasser verunreinigt ist. Sie können durch verschmutztes

Wasser beispielsweise an Durchfällen leiden und unter Umständen auch schwer erkranken. Das bedeutet, sauberes Wasser ist eine Investition in unsere Gesundheit und wir müssen unbedingt dafür sorgen, dass unsere Kanalsysteme intakt bleiben, um diese Gesundheit dauerhaft und ein Leben lang zu erhalten.

**Q Das heißt, unsere Gesundheit sollte es uns wert sein, dass wir in unsere Kanalsysteme investieren?**

Wir sollten unbedingt und zwingend weiterhin dafür sorgen, dass die Abwassersysteme intakt bleiben.

## Die 9 Impulse der Aktionsgemeinschaft



### Werterhalt und Funktionsfähigkeit

Die Investitionen in die öffentliche Kanalisation und die private Grundstücksentwässerung müssen zum Werterhalt der Abwasseranlagen und zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit angepasst werden.



### Betriebssicherheit durch Nachweis

Der Nachweis leistungsfähiger Abwasserentsorgung und sich dadurch ergebende Verbesserungspotenziale müssen Grundlage effizienter, kundenorientierter und wettbewerbsfähiger Dienstleistung sein.



### Keine Gefährdung des Grundwassers

Exfiltration aufgrund schadhafter öffentlicher und privater Grundstücksentwässerungsanlagen muss durch die Überprüfung und Sanierung der Anlagen vermieden werden.



### Bürgerinformation und -beratung

Bei der Planung von Maßnahmen der Sanierung von öffentlichen Kanälen und privaten Grundstücksentwässerungsanlagen muss es mehr Transparenz und Offenheit geben.



### Generalentwässerungsplan

Für bestehende Siedlungsgebiete muss ein Generalentwässerungsplan (GEP) mit aktuellen Flächen und Abflussbeiwerten erstellt und gepflegt werden. Die Berechnungen sind mit belastbaren Niederschlags- und Abflussmessdaten durchzuführen.



### Qualitätssicherungsmaßnahmen

Qualitätssicherungsmaßnahmen sind einzufordern, festzulegen und zu dokumentieren. Dies gilt für die Auswahl der Planer und ausführende Unternehmen sowie für den gesamten Bauablauf.



### Individuelles Inspektions- und Sanierungskonzept

Unter Beachtung der Nachhaltigkeitskriterien muss ein Konzept auf der Grundlage einer vollständigen Untersuchung und Bewertung des gesamten Abwassernetzes durch die Kommune erstellt werden.



### Nachhaltigkeit

Auch bei der öffentlichen Kanalisation und bei der privaten Grundstücksentwässerung müssen die drei Aspekte der Nachhaltigkeit beachtet werden: Ökologie, Ökonomie und soziale Komponenten.



### Inspektionsraten erhöhen

Da die öffentliche und die private Entwässerung als Einheit zu betrachten sind, muss auch die Untersuchung der privaten Leitungen vorangetrieben werden.

Auf YouTube  [www.bit.ly/3SVEHRN](http://www.bit.ly/3SVEHRN) und LinkedIn  [www.bit.ly/3SXfbfd](http://www.bit.ly/3SXfbfd) sind Videoclips mit spannenden Interviews zu folgenden Themen rund um das Wasser und Abwasser zu finden:

- Zweck des Abwassersystems
- Zusammenhang von Investitionen ins Kanalnetz und Gesundheit
- Hydraulische Entlastung der Abwasserbeseitigung
- Zusammenhang von Wasser, Ernährung und Hygiene
- Zustandsentwicklung der Kanalnetze
- Erhalt der Infrastruktur für nachfolgende Generationen
- Historische Entwicklung der Kanalisation
- Zustand der Kanalisation in Deutschland
- Maßnahmen zur Reduzierung des Oberflächenabflusses
- Wasser, unser wichtigstes Lebensmittel
- Zuständigkeiten von Kanalnetzen
- Hygiene und Wohlstand
- Werterhalt der Kanalnetze
- Bürgerbeteiligung und Kommunikation bei Kanalmaßnahmen
- Ressourcen und Fachkräftemangel im Kanalbau
- Abwasserbeseitigung und Überflutungsschutz
- Schutz des Eigentums vor Überflutung
- Sanierungsstau bei Abwasserleitungen

 [www.impulse-pro-kanal.de](http://www.impulse-pro-kanal.de)

# UNSERE POSITION.

## Vorfertigung – Schnelles Bauen für mehr Wohnraum

Die Studien, die auf dem Wohnungsbau-Tag Mitte April in Berlin vorgestellt wurden, bestätigten den Trend: Der Neubau bricht massiv ein, doch der Bedarf nach Wohnraum, insbesondere mit Blick auf die starke Zuwanderung, bleibt auf sehr hohem Niveau. Die dramatische Lage auf dem Wohnungsmarkt wird sich in den nächsten Jahren also noch verschärfen. Dabei mangelt es vor allem an bezahlbarem Wohnraum.

Um dem Ziel des Baus der dringend benötigten 400.000 Wohnungen pro Jahr rasch näherzukommen, wird der Ruf nach seriellem und modularem Bauen immer lauter. Bereits in ihrem Koalitionsvertrag war die Bundesregierung den Empfehlungen der Baukostensenkungskommission gefolgt und hatte sich der Förderung dieser Bauweise verpflichtet. Mit der Einrichtung eines runden Tisches „Seriell, modulares und systemisches Bauen“ des von der Bundesregierung initiierten „Bündnisses bezahlbarer Wohnraum“ im vergangenen Herbst wurde dieses Vorhaben nochmals bekräftigt.

Serieller Wohnungsbau lässt sich mit vorgefertigten Betonbauteilen schnell und kostengünstig realisieren. Mit der auch von oberster Ebene propagierten Rückbesinnung auf diese Bauweise ist aber nicht die Rückkehr zum Plattenbau der 1970er-Jahre gemeint. Die hochautomatisierten Anlagen und moderne Herstellungsverfahren erlauben eine Produktion mit Serienfaktor eins, die volle Individualität bei gleichzeitig hoher Kosteneffizienz und Qualität ermöglicht. Die gleichbleibenden Produktionsbedingungen im witterungsgeschützten Werk und regelmäßige Qualitätskontrollen im Rahmen der Fremd- und Eigenüberwachung gewährleisten eine hohe Maßgenauigkeit.

Die Vorfertigung erfordert allerdings eine detaillierte Planung und Abstimmung. Das Gebäude wird unter Abstimmung aller Projektbeteiligten bereits in einem frühen Stadium komplett durchdacht. Die Planung nimmt daher etwas mehr Zeit in Anspruch, dafür verringern sich die Bauzeit und die technischen Risiken. Da alle Details bereits im Vorfeld geklärt werden, reduziert sich der Aufwand für eine begleitende Planung während der Bauzeit auf ein Minimum. Die Baukosten sind frühzeitig kalkulierbar und für die Bauherrenschaft transparent.

Bei komplexen Bauaufgaben sind die technischen Herausforderungen und der Koordinationsaufwand sehr groß. Digitale Planungsmethoden wie Building Information Modeling (BIM) mit dem Ziel, Gebäude ganzheitlich und effizient zu planen, auszuführen und zu bewirtschaften, gewinnen hierfür immer mehr an Bedeutung. Dabei bietet gerade die industrielle Vorfertigung von Betonbauteilen, bei der die Vernetzung zwischen Planung und Produktion mit standardisierten Schnittstellen schon lange praktiziert wird, enorme Potenziale.

Durch die Vorfertigung lassen sich zudem die Montagezeiten auf der Baustelle auf ein Minimum reduzieren. Laut der Studie „Modular construction: From projects to products“ von McKinsey & Company können beim Einsatz vorgefertigter Bauteile Zeitersparnisse von 20 % bis 50 % erreicht werden. Ein weiterer Vorteil: Es wird weniger Personal auf der Baustelle benötigt, da viele Prozesse bereits in die Produktion integriert sind. Angesichts des bestehenden Fachkräftemangels wird dies zukünftig ein immer wichtigerer Aspekt.

Last but not least verfügen Betonbauteile, im Vergleich zu den Leichtbauweisen, über eine lange Lebensdauer, sie lassen sich am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes nahezu vollständig recyceln und können bei richtiger Planung sogar im Ganzen demontiert und wiederverwendet werden. Hierfür müssten nur noch die rechtlichen Rahmenbedingungen wie Gewährungs- und Haftungsfragen geklärt werden.

Das modulare, serielle Bauen unter Einsatz der industriellen Vorfertigung ist ein wichtiges Instrument, um schnell mehr und vor allem bezahlbaren Wohnraum zu schaffen. Die Betonfertigteilindustrie kann und wird hierzu einen wichtigen Beitrag leisten. Allerdings reicht das allein nicht aus, um die Wohnungsnot zu beheben. Investitionsanreize wie die Senkung der Grunderwerbssteuer, Zinssubventionen, die Erhöhung der finanziellen Mittel für die Wohnraumförderprogramme sowie die Senkung der Baustandards sind einige der Maßnahmen, die auch die Verbände der Betonfertigteilbranche seit vielen Jahren nicht müde werden zu fordern.

**Dies ist eine gemeinsame Position der  
Herausgeber des [punktum.betonbauteile](http://punktum.betonbauteile.de).**

## Bezahlbares Wohnen

# Mit seriellem und modularem Bauen gegen den Wohnungsnotstand

Die Bauwirtschaft hat viele Herausforderungen zu meistern. Eine zentrale Aufgabe ist die rasche Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum. Bereits im Jahr 2015 hat die Baukostensenkungskommission das serielle und modulare Bauen als mögliche Lösung gegen den Wohnungsnotstand identifiziert. Der Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) hat daraufhin im Jahr 2018 gemeinsam mit dem Bundesbauministerium, der Deutschen Bauindustrie und der Bundesarchitektenkammer in einem europaweiten Ausschreibungsverfahren die erste Rahmenvereinbarung für serielle und modulare Bauen ins Leben gerufen und neun zukunftsweisende Wohnungsbaukonzepte präsentiert. Im Oktober vergangenen Jahres ging die zweite Auflage an den Start.

Die erste GdW-Rahmenvereinbarung hat gezeigt: Die serielle und modulare Bauweise bringt Kosten- und Zeitvorteile. Sie kann schnell und in hoher Qualität Wohnungen schaffen, die den Mehrfamilienhäusern konventioneller Bauweisen in nichts nachstehen. 20 Bietende erhielten dieses Mal den Zuschlag, insgesamt 25 Wohnkonzepte stehen zur Auswahl – von Holzbau- über Stahlbeton- bis hin zu Hybridbauweisen. Vonseiten der Betonfertigteilindustrie sind unter anderem die Unternehmen Max Bögl Modul AG, Brüninghoff GmbH & Co. KG, Goldbeck Nordost GmbH, Solid.Modulbau GmbH, die Lechner Immobilien Development GmbH und die Fuchs Systemgebäude GmbH mit dabei. Die Vertragspartner wurden nach ökonomischen Kriterien wie Angebotspreis, Skaleneffekte, Liefergebiet, Lieferkosten und gleichgewichtet nach

Kriterien der Kategorie Qualität und Innovation ausgewählt. Hier wurden Punkte für städtebauliche und gestalterische Qualität, funktionale und technische sowie ökologische Qualität vergeben. Letztere hat mit einem Anteil von einem Drittel nun deutlich mehr Gewicht in der Bewertung.

Der Rahmenvertrag bietet Planungssicherheit, Kalkulierbarkeit und Kostenstabilität. So sind die Preise für fünf Jahre festgeschrieben und können nur auf Basis festgelegter Material- beziehungsweise Baupreisindizes angepasst werden. Die Baukosten liegen bei nahezu der Hälfte der Angebote unter dem Medianwert von rund 3.200 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und damit deutlich unter den durchschnittlichen Preisen für Mehrfamilienhäuser im Jahr 2022.



© Solid.Modulbau

Die industrielle Vorfertigung von Bauteilen beim seriellen und modularen Bauen ermöglicht deutlich kürzere und effizientere Bauphasen und so eine erhebliche Zeitersparnis.

Die Spanne der Angebotspreise liegt zwischen 2.370 € und 4.370 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche. Weitere Preisvorteile sind durch Mengeneffekte realisierbar.

Öffentliche Wohnungsunternehmen können durch diese Vereinbarung zudem Neubauten einfacher und schneller realisieren, da Teile der Projektplanung, -ausschreibung und der Vergabe in der Vereinbarung vorweggenommen sind. Es muss nicht einzeln in jedem Unternehmen und für jedes Vorhaben neu europaweit ausgeschrieben werden. Die Vorlaufzeiten für Bauvorhaben werden damit wesentlich verkürzt. Die Konzepte sind variabel an die geplante Nutzung anpassbar und können an unterschiedlichen Standorten eingesetzt werden.

Weitere Zeitgewinne ergeben sich durch die Vorfertigung. Durch die witterungsgeschützte Produktion wird die Bauzeit verkürzt. Bei der Herstellung der Decken- und Wandelemente können haustechnische Ver- und Entsorgungsleitungen bereits im Werk eingebaut werden: von Dosen und Leerrohren für die Stromversorgung und Aussparungen für die Sanitärinstallation und Soleleitungen für die Energiegewinnung. Werden komplette Raummodule produziert, können auch Fenster, Bäder und die Dämmung bereits vorab eingebaut werden.

Die Raummodule werden dann per Lkw auf der Baustelle angeliefert und quasi nach dem „Lego-Prinzip“ aufeinandergestapelt und miteinander verbunden. Dabei können an einem Tag bis zu zehn Module aufgestellt werden. Ein Einfamilienhaus samt Keller und geschlossenem Dach kann so innerhalb eines Tages montiert werden. Dies macht eine Zeitersparnis vor Ort gegenüber dem konventionellen Bau von bis zu 80 % aus. Die Gebäude können früher bezogen werden, was zu einer schnelleren Kapitalrendite führt.

Von den kürzeren Bauzeiten und der einfachen Montage profitiert auch die Nachbarschaft: Es kommt zu deutlich weniger Verkehrseinschränkungen, Abfällen, Schmutz- und Lärmbelästigungen. Dies spielt auch für die Akzeptanz eines Bauprojektes eine wichtige Rolle.

Ein weiterer Vorteil ist die gleichbleibend hohe Qualität. Die Herstellung der Module erfolgt unter konstanten, kontrollierten Umgebungsbedingungen. Dies sorgt für eine hohe Maßgenauigkeit. Nachbesserungen und Fehler auf der Baustelle reduzieren sich auf ein Minimum.

Die serielle und modulare Bauweise besitzt großes Potenzial, um den Wohnungsbau in Deutschland zu beschleunigen und entspricht dank den gestalterischen Möglichkeiten auch den Ansprüchen einer modernen und nachhaltigen Architektur. Angesichts ihrer Vorzüge und den Erfahrungen mit bereits realisierten Projekten aus der Rahmenvereinbarung soll diese Bauweise weiter an Fahrt gewinnen.

## **Runder Tisch „Seriell, modulares und systemisches Bauen“**

Um dies zu unterstützen, hat im September 2023 das von der Bundesregierung initiierte „Bündnis bezahlbarer Wohnraum“ eine Geschäftsstelle und einen runden Tisch „Seriell, modulares und systemisches Bauen“ eingerichtet. Rund 30 Expertinnen und Experten, darunter sind auch Vertreter:innen der Betonfertigteilindustrie, beschäftigen sich mit dem Thema.

Ziele sind unter anderem:

- die Nachfrage nach seriell, modular und systemisch hergestellten Wohngebäuden zu erhöhen,
- die Angebotskapazitäten auszubauen und an die Bedürfnisse anzupassen,
- Markt- und Realisierungshemmnisse zu identifizieren und abzubauen,
- Vorteile der Bauweise zu popularisieren,
- Konzepte für Fördermöglichkeiten zu erarbeiten und
- erfolgreiche Projekte als Wissensvorteile zu transferieren, um diesen Angebotsstrang zu stärken.

## **VORTEILE VON SERIELLEM UND MODULAREM BAUEN**

- große Termin- und Planungssicherheit
- Verkürzung der Bauzeit
- weniger Schmutz- und Lärmbelästigung
- sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- erfolgreiche Projekte als Wissensvorteile zu transferieren, um diesen Angebotsstrang zu stärken



## Gastbeitrag – Thermische Bauteilaktivierung Strahlungsheizung in Verbindung mit vorgefertigten Betonbauteilen

Derzeit beschäftigen zwei Themen die Diskussion um eine effiziente und zukunftsträchtige Bauweise. Einerseits geht es darum, wie man die Vorfertigung besser für einen wirtschaftlichen Bauablauf nutzen kann und andererseits, wie der Energieverbrauch zum Heizen und Kühlen von Gebäuden auf ein Minimum reduziert werden kann. Oftmals muss man feststellen, dass die beiden Themenkreise nahezu losgelöst voneinander betrachtet werden. Wie so oft lohnt sich der Blick über den eigenen Tellerrand, um ungeahnte Verknüpfungen zu entdecken, die dann etwas Besseres entstehen lassen.

### Optimale Verteilung der Wärmeenergie über die Fläche

Dazu empfiehlt es sich, zuerst die einzelnen Themen zu analysieren, um dann die Gemeinsamkeiten zu entdecken. Eine effiziente Energieverteilung in Gebäuden erfolgt idealerweise über eine große Fläche. Der Vorteil gegenüber den bislang gebräuchlichen klassischen Heizkörpern liegt in der geringen Vorlauftemperatur. Denn bei der gleichen Wärmemenge fällt die punktuelle Übertragung an den Raum bei der großen Fläche deutlich geringer aus als bei einem konzentrierten kleinformatigen Heizkörper. Die Reduzierung an Übertragungsfläche kann nur mit einer höheren Temperatur kompensiert werden.

Geringe Vorlauftemperaturen sind jedoch die ideale Voraussetzung für den Einsatz einer Wärmepumpe. Denn je geringer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und Wärmeabgabe an den Raum ausfällt, desto mehr Leistung erzeugt die Wärmepumpe beziehungsweise desto geringer ist der Stromverbrauch.

Es gibt zwei Alternativen, die Fläche zur Übertragung der Wärmeenergie zu nutzen. Dabei unterscheidet man zwischen einer Fußbodenheizung oder einer Deckenstrahlheizung. Eine Heizung in der Wand arbeitet auch nach dem Strahlungsprinzip. Die Wärmeübertragung an den Raum erfolgt beim Fußboden überwiegend über Konvektion und nur in geringem Masse über Strahlung. Die Decke nutzt für die Wärmeübertragung ausschließlich die Strahlung. Bei der Strahlungsheizung wird der Gegenstand erwärmt und nicht die Luft. Bei der Konvektion erfolgt die Übertragung nur durch die erwärmte Luft.

Die Verteilung von Wärme über die Strahlungsenergie hat mehrere Vorteile. Die Raumtemperatur kann in der Regel um circa 2.0 °C geringer ausfallen, womit bereits bis zu 13 % an Energie eingespart werden. Die Fenster dürfen auch im Winter zur Stoßlüftung kurzfristig geöffnet werden, ohne dass Wärmeenergie verloren geht. Da die Luft bei der Strahlungswärme keine Wärme transportiert, kann auch keine Energie beim Lüften verloren gehen. Zudem ist die Kühlung bei Strahlung über die Decke deutlich wirksamer. Die Verteilung der Wärme über die Decke hat in der Regel eine größere freie Fläche zur Verfügung. Die Fläche des Fußbodens ist oftmals mit Möbeln teilweise zugestellt.



Schablone zur präzisen Herstellung der Rohrregister und deren Befestigung an der Bewehrung.

© InnoGRATION GmbH

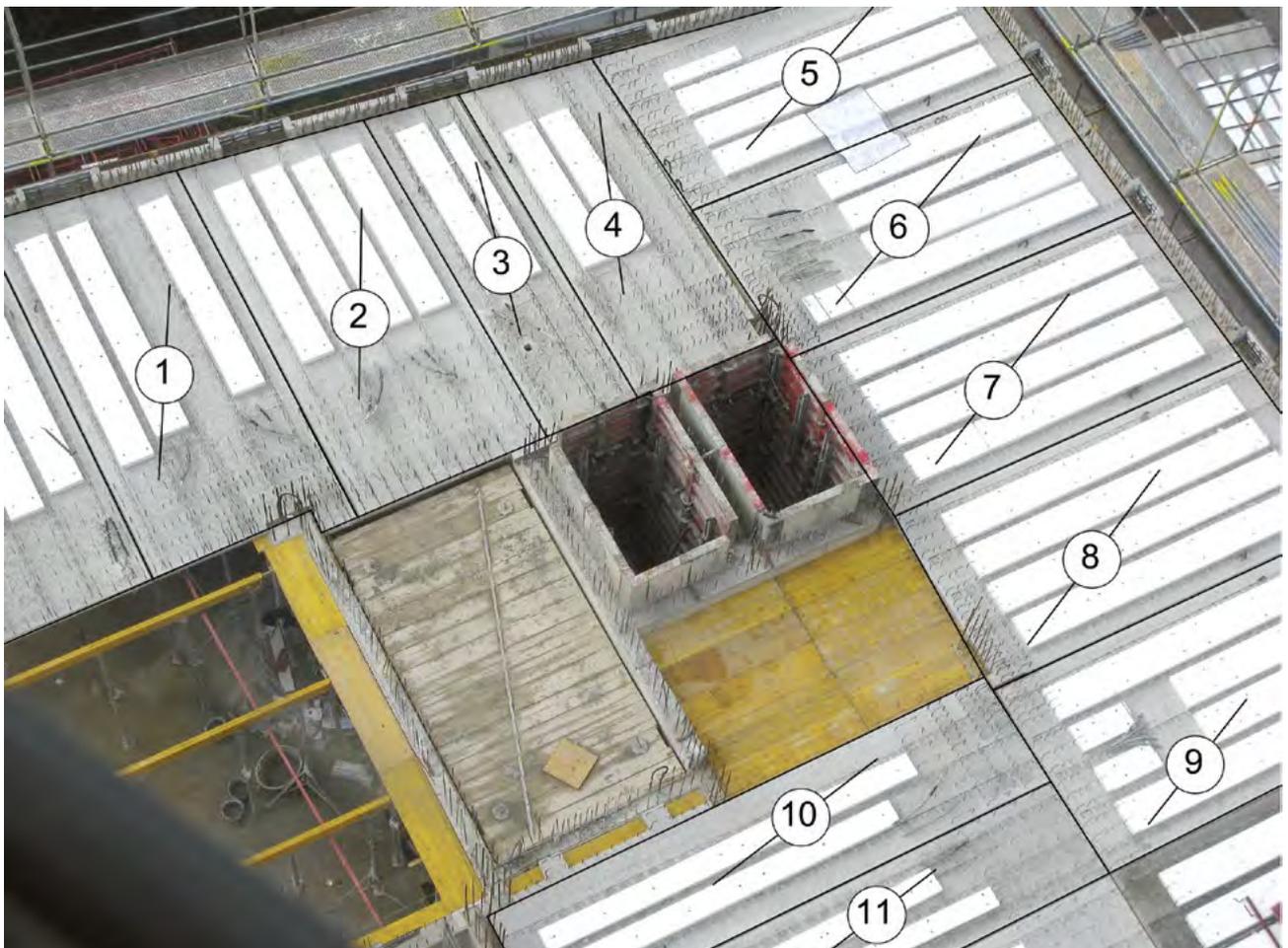
## Deckenstrahlheizung

Die Übertragung der Wärme über die Decke erfolgt mit in dem Betonquerschnitt eingelegten Rohrleitungen, oftmals auch als Bauteilaktivierung bezeichnet. Alternativ, zum Beispiel bei einer leichten Deckenkonstruktion, können auch thermisch aktivierte Deckensegel an der Decke montiert werden. Heizen und Kühlen mit der Deckenkonstruktion hat zweifelsfrei mehr Vorteile als eine Fußbodenheizung.

Die Energieübertragung über die Decke hat insbesondere auch bei der Ausführung einen weiteren Vorteil, da die dazu erforderlichen Rohrleitungen bereits während der Rohbauphase in den Deckenquerschnitt eingelegt werden.

Da die Masse der Betondecke neben der Energieübertragung auch als Speicher genutzt wird, spricht man bei dieser Technik von der Bauteilaktivierung.

So lässt sich zum Beispiel überschüssiger Strom aus erneuerbarer Energie in Form von Wärme speichern, um dann bei Bedarf genutzt zu werden. Derzeit brauchen wir vermehrt Speicher, um die Schwankungen der erneuerbaren Energie optimal ausgleichen zu können. Anstelle der kostenintensiven Stromspeicher leistet ein Wärmespeicher gleich gute Dienste. Somit dienen die vielen kleinen Wohnobjekte allesamt als dezentrale Wärmespeicher und tragen dazu bei, die Differenz an Energie zwischen Bedarf und Angebot auszugleichen. Die Decken und somit ihre Massen sind sowieso vorhanden und lassen sich zugleich als Wärmespeicher multifunktional nutzen.



© Imagination GmbH

Deckengrundriss mit der Einteilung in vorgefertigte Elemente.



© Innogation GmbH

Einbau der vorgefertigten Bewehrungseinheit mitsamt der Rohrregister in den Schaltisch.

Die einzelnen Rohrregister werden innerhalb der Deckenfläche gleichmäßig verteilt über den Geschossgrundriss angeordnet. Der jeweilige Anschluss der individuellen Register erfolgt nach dem Rohbau an dezentrale Verteiler, die wiederum mit der Heizzentrale verbunden werden.

### Einbau der Rohrleitungen während der Rohbauphase

Da es sich bereits mit der Verlegung der Rohrleitungen um ein separates Gewerk handelt, sind oftmals die Schnittstellen zwischen dem Rohbauunternehmer und dem Heizungsbauer ungenügend geregelt. Jedes zusätzliche Gewerk stört den Bauablauf des Rohbaus und führt zu zeitlichen Problemen sowie zu fehlender Zuständigkeit. Bei dem Einbau der Rohrleitungen innerhalb des Deckenquerschnitts besteht zudem die Gefahr, dass diese durch die weiteren Rohbauarbeiten wie die Verlegung der Bewehrung beschädigt werden. Dieses Manko ist oftmals auch der Grund für die geringe Verbreitung der flächigen Deckenstrahlheizung.

Dieses Defizit lässt sich umgehen, indem die Decke aus Fertigteilen hergestellt wird. Dann besteht die Möglichkeit, unter den geschützten Arbeitsbedingungen im Werk die Leitungen mit hoher Qualität einzubauen. Die Anordnung der Rohre erfolgt präzise über eine Schablone und die Höhenlage wird zentimetergenau eingehalten.

Die Dichtigkeit des Rohrkreislaufs kann bereits zu einem frühen Zeitpunkt mit Druckluft überprüft werden. Nach dem Einfüllen des Betons in die Schalung und der Aushärtung ist das Rohr von umgebendem Beton vor weiteren Beschädigungen geschützt.

### Vorgefertigte Bauteile mit integrierten Rohrleitungen

Konsequenterweise erfolgt die Einteilung in die einzelnen Plattenabschnitte entsprechend einem vorgegebenen Raster. Jede Platte entspricht dann einem Modul. Das eingelegte Rohrregister ist geometrisch identisch mit dem Modul. Damit ist bereits die Voraussetzung für eine Einzelraumregelung gegeben. Die derartig geplanten Deckenmodule werden gemäß der vorbereiteten Planung vor Ort verlegt.

Diese Arbeiten werden vom Unternehmer für den Rohbau erledigt, ohne dass er sich mit einem zusätzlichen Gewerk auseinandersetzen muss. Lediglich die auf der Platte angeordneten Rohranschlüsse werden vor Ort bis zum Verteiler verlängert, anschließend wird der komplette Rohrkreislauf unter Druck gesetzt. Mit den unterhalb der Decke angeordneten Druckmanometern lässt sich die Dichtigkeit der Rohrkreise dauerhaft während der gesamten Rohbauphase kontrollieren.



Das Gehäuse zum Befestigen der Verteiler innerhalb des Deckenquerschnitts ist bereits auf einer der umgebenden Platten werkseitig eingebaut. Die Installationsgasse für die Anschlussleitungen von der einzelnen Platte bis zum Verteiler ist bereits im Werk auf dem Bauteil markiert. Mit dieser Vorgehensweise wird die Arbeit der einzelnen Gewerke entzerrt, sodass keine Konflikte wie bei dem Vororteinbau der Rohrleitungen entstehen.

Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz der vorgefertigten Elemente mit integrierten Rohrregistern ist eine durchgehende Planung für die tragenden Bauteile und zugleich für die Haustechnik. Die Übertragung in die einzelnen Elemente erfolgt durch die Einteilung des Grundrisses in die entsprechenden Abschnitte. Die Größe der Elemente wird von den Vorgaben des Rasters bestimmt. Jedes Element wird nun im Detail mit allen Einbauteilen geplant und im Rahmen seiner Lage zu den umgebenden Nachbarbauteilen abgestimmt. Mit diesem Prozess wird der gesamte Grundriss in seine puzzleartigen Bauteile zerlegt. Sind alle Anforderungen in dem jeweiligen Element planerisch angeordnet, lassen sich die danach produzierten Bauteile reibungslos auf der Baustelle zusammensetzen. Nach der Montage der einzelnen Elemente werden nur noch die Leitungen gekoppelt und zu einem Strang verbunden.

## **Hohe Wertschöpfung mit vorgefertigten Bauteilen inklusive der integrierten Haustechnik**

Die Arbeiten zur vollständigen Herstellung des Bauteils werden konsequenterweise in die Fabrikationshalle verlegt. Das Zusammenfügen erfolgt dann als reine Montagearbeit auf der Baustelle. Teilt man den Herstellungsprozess auf in die individuelle Herstellung der einzelnen Elemente im Werk und die anschließende Montage auf der Baustelle, kann man nahezu jedes Bauteil mit unterschiedlicher Geometrie herstellen und anschließend zu einer Gesamtheit zusammenfügen.

So gelingt es, die beiden aktuellen Themen, die vorgefertigte Modulbauweise und die effiziente Klimatisierung von Gebäuden, in einem wirtschaftlichen Produkt zu vereinen. Bei einer industriellen Fertigung bleibt der zusätzliche Aufwand für die Integration der Rohrleitungen gering. Die dann noch erforderlichen Arbeiten zur Verbindung der Leitungen können durch die werkseitige Markierung der Leitungswege mit hoher Qualität und einem sehr geringen Aufwand abgewickelt werden.

## **Anwendungsspektrum für die vorgefertigten Bauteile**

Geschossdecken für Gewerbe- und Wohnbauten stellen das größte Anwendungsgebiet für diese Bauweise dar. Entsprechend einfach kann dieser Prozess auch bei der Herstellung von Wänden umgesetzt werden. Nicht nur die geneigten Flachdächer, sondern auch Dachkonstruktionen mit deren besonderen geometrischen Verhältnissen eignen sich für den Einsatz von vorgefertigten Bauteilen mit integrierten Rohrleitungen. So wurden bereits Giebelwände mit geneigten Dachflächen und stützendem Zwischenboden umgesetzt. Über die gesamte Hülle des Dachs erfolgt dann die Übertragung mit Strahlungsenergie.

Während diese Referenzen den Neubau betreffen, eignen sich prinzipiell die vorgefertigten Bauteile auch für die Nachrüstung beziehungsweise die energetische Sanierung von Bestandsbauten. Bei dieser Anwendung kommen dünne Platten mit eingelegten Rohrleitungen mit kleineren Durchmessern und engem Abstand zum Einsatz. Um auch in diesem Fall großformatige Bauteile einzusetzen, kommt Glasfaserbeton zur Anwendung. Die alkaliresistenten Glasfasern als Kurzfasern und als Gewebe dienen der Verstärkung, weshalb sich Bauteile mit größeren Abmessungen herstellen lassen. Die vorgefertigten Platten werden in der Regel an der bestehenden Deckenkonstruktion befestigt.

## **Der Werkstoff Beton und seine multifunktionalen Eigenschaften**

Die Integration von Komponenten der Haustechnik lässt sich erfolgreich innerhalb der Querschnitte aus Beton umsetzen. Durch die flexible Formgebung des Werkstoffs Beton kann man die Rohrleitungen zum Kühlen und Heizen mit ihren Anschlüssen an beliebigen Stellen des Querschnitts platzieren und auch fixieren. Die umgebende Masse des Betons dient zugleich als thermischer Speicher und hilft mit, Wärmeenergie zu bevorraten und bei Bedarf abzugeben. In Verbindung mit der Vorfertigung lassen sich die genannten Arbeiten für die Leitungen auch mit hoher Qualität umsetzen. Diese Technik verhilft der vorgefertigten Bauweise zu einer größeren Verbreitung und fördert die Akzeptanz der thermisch aktivierten Bauteile.



## Interview mit Architekt Johann Schmuck

# Architekturbüro und Handwerksbetriebe arbeiten Hand in Hand

Wir sprachen mit dem Architekten des Mehrfamilienwohnhauses in Gars am Inn, Johann Schmuck, über die Zusammenarbeit von Architekturbüro, Betonfertigteilwerk und Handwerksbetrieben.

### Q Herr Schmuck, wie würden Sie das Objekt beschreiben und die Gedanken, die sich hinter dem architektonischen Entwurf verbergen?

Durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem lokal ansässigen Betonfertigteilwerk Schwarzenbeck in Gars am Inn und dem Architekturbüro Schmuck aus München konnte die einmalige Chance genutzt werden, in dem Pilotprojekt „Mehrfamilienwohnhaus S“ gemeinsam die Verwendung von sonst eher in industriellen Gebäuden beheimateten Betonfertigteilelementen als Doppelwandkonstruktion architektonisch und handwerklich neu zu entdecken. Dabei ging es darum, eine kostengünstige Lösung für eine größtenteils vorgefertigte Betonfertigteilelementbauweise für den Geschosswohnungsbau umzusetzen. Dafür wurde ein einfacher, rechteckiger Baukörper gewählt und eine halboffene Laubengangerschließung. So konnten alle Räume natürlich belichtet und belüftet und eine sehr gute Energieeffizienz erzielt werden. Alle Wand- und Deckenelemente wurden vorgefertigt und in rascher Bauzeit vor Ort montiert. In diesem Kontext wurden zusammen Anschlussdetails entwickelt, die sich besonders im Eingangsbereich eindrucksvoll zeigen.

### Q Welche Aspekte haben Sie bei der Architektur inspiriert, gerade im Hinblick auf die Verwendung von Betonfertigteilen?

Die Umsetzung einer „normalen“ Bauaufgabe mit den Mitteln einer modernen Vorfertigung in Betonfertigteilebauweise und unter Sichtbarkeit des Baustoffes Beton war eine anspruchsvolle, aber interessante Aufgabe.

### Q Gab es besondere Anforderungen des Auftraggebers hinsichtlich Ausführung, Architektur, Bemessung?

Die besonderen Anforderungen bestanden in der Verwendung der möglichen vorgefertigten Betonbauteile unter Beachtung der örtlichen Vorgaben und baurechtlichen Vorschriften des Bebauungsplanes.

### Q Was unterscheidet den Planungs- und Ausführungsprozess von der herkömmlichen Bauweise?

Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, schon im Planungsprozess die späteren Vorgaben der Ausführung zu berücksichtigen. Dabei spielten sowohl die Gestaltung als auch die konstruktiven Vorgaben eine wichtige Rolle.

### Q Auf was musste bei der Planung besonders geachtet werden?

Die baurechtlichen und ortstypischen Vorgaben mussten bei der Planung berücksichtigt und bei der Umsetzung im Detail geplant werden.

### Q Ist die Planung mit Betonfertigteilen aufwendiger als die Planung in konventioneller Bauweise?

Ja, besonders wenn es sich um das „erste“ Projekt einer Serie handelt. Die Vorteile würden sich dann bei einer größeren Serienproduktion ergeben.

### Q Welche Vorteile sehen Sie bei der Verwendung von Betonfertigteilen?

Die Vorteile liegen in der Robustheit des Baustoffes und in der schnelleren Bauzeit vor Ort.

### Q Wie gestaltet sich die Zusammenarbeit mit dem Betonfertigteilwerk und der Bauunternehmung, wenn man mit vorgefertigten Bauelementen arbeitet?

Es bedarf von Anfang an einer engen Zusammenarbeit mit dem Betonfertigteilwerk, damit es später zu keinen Problemen bei der Umsetzung kommt.

### Q Was ist für Auftraggebende und Bauunternehmung bei einer Entscheidung für Betonfertigteile wichtig zu wissen?

Es muss vorab geklärt werden, dass der Baustoff Beton große Vorteile hat, es aber nach wie vor speziell im Wohnungsbau Vorbehalte der späteren Nutzer zum Baustoff Beton gibt.

### Q Haben Nachhaltigkeitsaspekte eine Rolle gespielt? Wenn ja, welche?

Ja, sowohl der Baustoff Beton ist trotz der Zementherstellung grundsätzlich ein nachhaltiges Produkt, und zudem wurde eine hochwertig gedämmte Gebäudehülle erstellt und eine Hackschnitzelheizung für das Gebäude eingebaut.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

## UNSERE POSITION.

### Industrie- und Gewerbebau: Wolkig bis stürmisch – schlanke Lösungen gefragt

Während die Baugenehmigungen im Wohnungsbau im Jahr 2022 um 9,4 % abnahmen, hielt sich der Nichtwohnbau mit dem dabei zentralen Industrie- und Gewerbebau mit + 0,5 % noch vergleichsweise stabil. Seither ist er jedoch – zwar nicht ganz so dramatisch wie der Wohnungsbau – von deutlich stärkeren Einbrüchen bei den Baugenehmigungen betroffen. Das Gesamtjahr 2023 wies bereits einen Rückgang der Baugenehmigungen von 15,7 % auf und das erste Halbjahr 2024 einen weiteren Rückgang um 7,4 %. Die Tendenz ist steigend, denn allein der Juni verzeichnete in diesem Jahr einen Genehmigungsrückgang von 14,3 %. Bei den üblichen Genehmigungszeiten sind dies Ausfälle, die die Jahre 2025 bis 2027 betreffen werden.

Büro- und Verwaltungsgebäude werden durch den anhaltenden Trend zum Homeoffice zum Teil in ihrer Dimensionierung oder gänzlich infrage gestellt und verringern auch dadurch den Bedarf.

Umso deutlicher wird, dass sich am Markt nur bezahlbare, effizienzsteigernde Bauweisen behaupten können, die einen deutlich reduzierten ökologischen Fußabdruck vorweisen können. Das heutige Bauen mit schlanken Betonbauteilen bietet zahlreiche Nachhaltigkeitsvorteile, die es zur zukunftsweisenden Methode im Industrie- und Gewerbebau machen. Hier sind einige der wichtigsten Gründe:

#### 1. Materialeffizienz

Schlankere Betonbauteile benötigen weniger Material, insbesondere Zement, als vor Ort geschaltete Bauteile, was nicht nur die Kosten senkt, sondern auch den Ressourcenverbrauch reduziert. Alternative Bewehrungen wie Carbon- oder Textilgelege und -fasern ermöglichen bereits heute extrem schlanke Dimensionierungen, die mit der Richtlinie „Betonbauteile mit nichtmetallischer Bewehrung“ des DAFStB auch ein praxistaugliches Regelwerk vorweisen können.

#### 2. Leichtbauweise

Durch die Verwendung schlanker Betonbauteile kann das Gesamtgewicht der Konstruktion verringert werden. Dies ermöglicht flexiblere Designs und kann die Anforderungen an die Tragstruktur und die Fundamentierung reduzieren. Gerade die Fundamentierung ist ein Bereich, der hohe Mengen an Material einsparen kann.

#### 3. Raumoptimierung

Schlankere Betonbauteile bieten die Möglichkeit, größere Spannweiten zu realisieren, was zu offenen und flexiblen Raumkonzepten führt. Dies ist besonders vorteilhaft in Industrie- und Gewerbehallen, wo große, ununterbrochene Flächen benötigt werden, die somit auch für eine spätere Umnutzung optimal vorbereitet sind.

#### 4. Schnellerer Bauprozess

Die Verwendung vorgefertigter schlanker Betonbauteile kann den Bauprozess im Vergleich zur Vor-Ort-Bauweise deutlich beschleunigen, da die Elemente in der Fabrik hergestellt und dann – just in time – vor Ort montiert werden. Dies reduziert die Bauzeit und die damit verbundenen Kosten.

#### 5. Ästhetik und Designfreiheit

Schlankere Betonbauteile ermöglichen moderne und ansprechende architektonische Designs. Sie bieten den Architekturbüros und Bauverantwortlichen mehr Freiheit, kreative und innovative Lösungen zu entwickeln.

#### 6. Nachhaltigkeit

Die Reduzierung des Materialeinsatzes und die Möglichkeit, recycelte Materialien oder ganze Bauteile wiederzuverwenden, tragen zur Nachhaltigkeit des Bauens bei. Zudem können schlanke Bauteile oft besser in energieeffiziente Gebäude integriert werden und bei einer Bauteilaktivierung selbst zur Energieeffizienz deutlich beitragen.

#### 7. Klimaresilienz

Betonbauteile sind witterungsbeständig, benötigen keine Schutzanstriche, sind widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Schimmel. Sie sind somit wartungsfrei und erfüllen die hohen Anforderungen an Hygiene und den Gesundheitsschutz der Mitarbeitenden.

Insgesamt bieten schlanke Betonbauteile eine Kombination aus Effizienz, Flexibilität und Nachhaltigkeit, die sie zur attraktivsten Wahl für die Zukunft des Industrie- und Gewerbebaus machen.

**Dies ist eine gemeinsame Position der Herausgeber des [punktum.betonbauteile.de](https://www.punktum.betonbauteile.de).**

**Prof. Johann Kollegger**  
Leiter des Instituts für Tragkonstruktion, TU Wien



**Clemens Proksch-Weilguni**  
Institut für Tragkonstruktionen, TU Wien

## Gastbeitrag „Lahnbachbrücke bei Fürstenfeld/Österreich“ Klappen wie am Schnürchen!

Die TU Wien hat ein Verfahren zum Brückenneubau entwickelt. Dabei werden deren horizontale Elemente zunächst vertikal auf Höhe ihres Mittelpfeilers aufgestellt und dann – ähnlich einem Regenschirm – nach beiden Seiten hin aufgeklappt. Die ersten beiden Brücken wurden nunmehr so realisiert.

2024 soll die S7 ihrer Nutzung übergeben werden. Sie verbindet die österreichische Autobahn A2 auf Höhe des Knotens Riegersdorf mit der Staatsgrenze zu Ungarn bei Heiligenkreuz. Dabei passiert die neue Trasse etwas nördlich von Fürstenfeld die Grenze zwischen den Bundesländern Steiermark und Burgenland, welche in diesem Bereich das Flüsschen Lafnitz bildet. Dieses und den circa 500 m weiter östlich gelegenen Lahnbach galt es, mit zwei gleichartigen Brückenbauwerken von 106 beziehungsweise 116 m Länge zu überwinden.

### Vorgeschichte

Die ersten Planungen hierzu gehen auf das Jahr 2008 zurück, zunächst waren allerdings nur zwei klassische Stahlbeton-Stahlträger-Verbundbrücken vorgesehen. Im Sommer 2009 favorisierte dann die zuständige Autobahnbetriebsgesellschaft, die ASFINAG Baumanagement GmbH, ein alternatives Bauverfahren. Es handelte sich um das sogenannte Brückenklappverfahren, das im Jahr 2006 durch Prof. Johann Kollegger, Leiter des Instituts für Trag-

konstruktion der TU Wien, entwickelt und patentiert worden war. Von dieser neuartigen Bauweise erhoffte sich die ASFINAG deutliche Kosteneinsparungen.

Da zu dem Zeitpunkt hierzu nur kleinere Demonstratoren existierten, aber keine validen Erfahrungswerte, die eine seriöse Kalkulation zuließen, wurde der bei der TU Wien angefragte Alternativentwurf sehr detailliert bis weit in die Ausführungsplanung hinein und unter Berücksichtigung der erforderlichen Bauphasen sowie der Spanngliedführungen ausgearbeitet. Dies ermöglichte eine Massenermittlung der Baustoffe Beton, Stahlbeton und Spannstahl, auch konnte nunmehr eine Baubeschreibung verfasst werden. Beides zusammen erlaubte eine Baukostenberechnung. Dabei sollte die Lahnbachbrücke als Erstes angegangen werden. Der Kostenvergleich mit einer Stahlbeton-Stahlträger-Verbundbrücke ergab, dass die Errichtung eines Überbaus unter Anwendung des Brückenklappverfahrens um 25 % günstiger war. ▶



© TU Wien

Aufklappvorgang der Lahnbachbrücke.

## Das Brückenkippverfahren

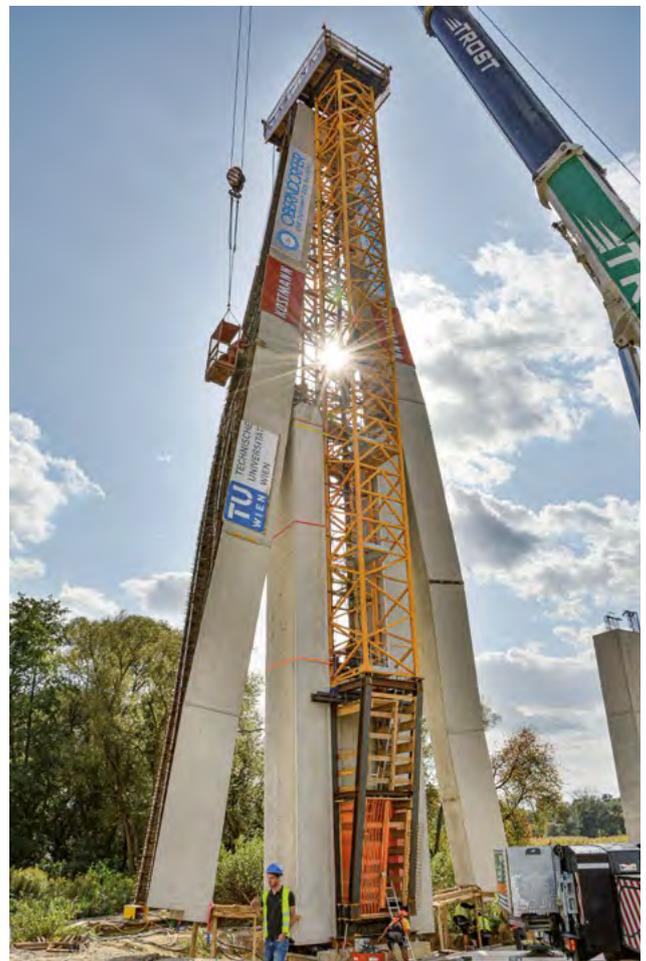
Das am Institut für Tragkonstruktion der TU Wien entwickelte Verfahren ähnelt dem Prinzip des Aufklappens eines Regenschirms. Allerdings schiebt man hier nicht mit einer ringförmigen Manschette eine radiale Schar von Druckstäben an einem Schirmstock nach oben. Vielmehr würde man – um im Bild zu bleiben – die Spanten des Schirms, an denen das wasserabweisende Textil fixiert ist, an einem zentralen Stab herunterschieben. Das ganze Verfahren wurde von Clemens Proksch-Weilguni im Rahmen seiner Diplomarbeit am Institut für Tragkonstruktionen umfassend dokumentiert. Geklappt wurde nicht die gesamte Brückenkonstruktion auf einmal, sondern jeder der vier durchlaufenden Brückenträger einzeln. Bei diesen Klappvorgängen nahm die Position des Schirmstocks ein 29 m hoher Hilfspfeiler ein. Er bestand aus zwei Drehturmkranschaften des Herstellers Liebherr, die seitlich den rund 8 m hohen Mittelpfeiler flankierten. Torsionssteif an ihrer Spitze verbunden waren diese beiden Stahlkonstruktionen mit einer Montageplattform. Auf den Innenseiten der beiden Hilfstürme lief jeweils eine Führungsschiene mittig hinunter, sie dienten der Führung eines mit Radialgelenklagern versehenen Querträgers (Knoten C). In diesem waren vier durchlaufende Spannglieder fixiert, die jeweils aus vier Monolithen St 1860 bestanden.

In der Ausgangslage – und so wurden sie auch eingefädelt – stiegen die Spannglieder in dem einen senkrecht stehenden Brückenträger nach oben, erreichten in dem erwähnten, vertikal beweglichen Querträger ihren Kulminationspunkt und liefen dann im zweiten Brückenträger wieder nach unten. Um ein Knicken der Spannglieder im Knoten C zu vermeiden, wurden die inneren Stirnseiten der Brückenträger jeweils als Viertelkreis mit einem Radius von 75 cm angelegt. Beide zusammen ergaben einen halbkreisförmigen Sattel mit dem besagten, vertikal verschieblichen Querträger als Scheitelpunkt. Die vier Spannglieder (aus je vier Monolithen) verlaufen nun nicht nahe der künftigen Unterkante der Brückenträger, sondern in deren Schwerpunktsachse, die rund 80 cm oberhalb von dieser zu verorten ist.

Die insgesamt 16 Monolithen der Spannglieder, die man sich als bessere Stahlseile vorstellen kann, verbinden die beiden Brückenträger miteinander. Sie wurden nach der Klappphase zur Verbesserung

der Brückentragkraft angespannt. Das Gewicht der beiden Brückenträger beim Ablassen wurde hingegen durch zwei vertikale Seilzüge (wie man sie von einem Kran her kennt) aufgenommen.

Vor dem Aufklappen waren die vertikal aufgerichteten Brückenelemente in einer grundsätzlich stabilen Position, der eigentliche Vorgang musste dadurch ausgelöst werden, dass mit hydraulischen Pressen die beiden Druckstreben auseinandergedrückt wurden, bis das systemschließende Verhalten der Konstruktion überwunden war. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Ablauf des selbstverständlich kontrolliert durchgeführten Absenkprozesses der beiden Brückenträger allein durch deren Gewichtskraft erwirkt. Das Ablassen endete mit dem Erreichen der Oberkante des Mittelpfeilers aus Ortbeton.



Der erste von vier Brückenträgern unmittelbar vor Beginn des Ausklappverfahrens.



© TU Wien

Annähernder Abschluss des eigentlichen Klappmanövers.

## Vorproduktion der tragenden Brückenelemente

Jede der Klappeinheiten bestand aus acht symmetrisch aufgeteilten Elementen – vier für jede Seite, die die Franz Oberndorfer GmbH als Betonhalb-fertigteile vorproduziert hatte. Während die beiden Druckstreben als Rechteckprofile mit einer Wandungsstärke von 12 cm angelegt waren, waren die übrigen sechs Elemente zunächst nur u-förmige Bauteile mit einer vertikalen Wandstärke von 7 cm und einer Bodenhöhe von 12 cm. Dies war möglich, weil diese Betonbauteile nach dem Klappvorgang eine horizontale Position einnahmen und hinterher ausbetoniert werden konnten. Auf diese Weise besaß die bewegte Masse nur 6 % des abschließenden Endgewichtes.

Die eigentlichen Brückenträger – also die Elemente, die geklappt wurden – bestanden aus zwei, einmal 19,5 m und einmal 16,5 m langen Teilen. Diese Teilung war aus logistischen Erwägungen erfolgt, die Trägerhälften wurden an der Baustelle in vertikaler Position zusammengefügt. Konkret errichtete man zunächst die Mittelstütze, flankierte seitlich an diese die beiden Hilfsstützen und platzierte davor die beiden Druckstreben in vertikaler Position. Deren Fuß- und späterer Drehpunkt am Mittelpfeilerfundament bildete den Knoten A. Vor diese beiden Druckstreben setzte man jeweils die künftig äußeren Brückenträgerelemente, die etwa

die Länge der Druckstrebe besaßen, und stellte auf deren obere Stirnseiten die künftig inneren Brückentragelemente. An diesen Trennfugen wurden zudem die Druckstreben mit den Brückenträgern mittels Gelenks angebunden. In diesem Knoten B wurde mit 155 Grad die größte Drehbewegung beim Aufklappen der Brücke vollzogen.

Um die Bachauen vollständig zu überbrücken, musste in einer weiteren Phase zwischen dem aufgeklappten Element und dem östlichen beziehungsweise westlichen Brückenkopf jeweils ein 22 m langer Einhängeträger eingesetzt werden. Die Einhängeträger zu beiden Seiten des aufgeklappten Elementes wurden mit weiteren Spanngliedern über die gesamte Brückenlänge von 116 m miteinander verbunden. Die entsprechend druckfeste Verbindung zwischen den einzelnen Bauteilen erfolgte mit Vergussmörtel.

## Justage und Verfüllen mit Beton

Die neue Schnellstraßenbrücke soll eine Längsneigung von 6 % aufweisen, das eigentliche Aufklappen der Brücke geschah aber aus Gründen einer symmetrischen Lastverteilung in der Horizontalen. Die gewünschte Brückenneigung wurde nachträglich am Querträger eingestellt. Dieses definierte den Mittelpunkt der Brücke, die Spannglieder waren hier durch diesen manschettenartig umfasst. Durch ein seitliches Verschieben des Querträgers (ausgeführt



mit M24 Schrauben) war es möglich, die Neigung der Brückenträger zu variieren. Darüber hinaus war eine Feinjustage der Trägerhöhe im Brückenlager durch ein weiteres, individuelles Anziehen der Spannglieder möglich. Von den eingangs erwähnten Spanngliedern, die über den mittigen Querträger liefen, enden für eine solche Justage jeweils vier in einem Ankerblock oberhalb des Gelenks B – der zuvor angesprochenen Druckstrebe. Und zu diesen kommen dann noch einmal die vollständig durchlaufenden Spannglieder aus dem vorherigen Absatz.

Nach Abschluss der Justage wurden zunächst die beiden noch hohlen Druckstreben durch Einpressen von selbst verdichtendem Beton ausbetoniert. In der Folge wurden die im Querschnitt zwischen 1,00 m und bis zu 2,00 m breiten und 1,80 m hohen Brückenträger gleichmäßig und gleichzeitig zu beiden Seiten des Mittelpfeilers mit selbstverdichtendem Beton verfüllt. Für die Betonagen waren für die statische Ertüchtigung der Halbfertigteile zusätzlich von den 29 m hohen Hilfspfeilern insgesamt sechs temporäre Abspannungen erstellt worden. Je zwei Abspannungen verstärkten die diagonalen Druckstreben, vier weitere unterstützten die beiden Hängeträger.

Der Beton wurde an zwei Tagen hintereinander eingebracht, zunächst eine 50 cm hohe Lage, auf die dann eine 1,18 m hohe zweite Schicht aufgebracht wurde. Ein nicht ausreichender Verbund zwischen den beiden Schichten ist hierbei auszuschließen, da beide Betonschichten zudem mit einer durchgehenden Bügelbewehrung verbunden sind.

## Schalungswagen

Wie im vorherigen Absatz angedeutet, ist die Brückenträgerbreite nicht durchgehend gleich: Zum Knoten B hin, dem Gelenk zwischen dem horizontalen Plattenbalken und den sie stützenden Druckstreben, weiten sich die u-förmigen Brückenträger zu 2,00 m Breite auf. Dies erforderte eine besondere Achtsamkeit beim Aufbringen der Fahrbahnplatte, die mithilfe eines Schalungswagens des Schalungsherstellers DOKA erfolgte. Gleichwohl konnten die Schalungsfugen zu den durchlaufenden Plattenbalken hin während der Betonage konventionell abgedichtet werden.

## Ausblick

Bernhard Streit, Projektleiter bei der ASFINAG, terminiert die Inbetriebnahme der 28 km langen und rund 760 Mio. € teuren Schnellstraße in gut drei Jahren. Dennoch werden derzeit schon beide Brü-



Die Fahrbahnplatte wird mit einem Schalungswagen auf den vier Brückenträgern erstellt.

cken für den Baustellenverkehr genutzt. Professor Johann Kollegger zeigt sich hochofret, dass das Projekt so reibungslos wie unfallfrei ablief.

Wie erwähnt, besitzt er seit 2006 ein Patent auf das Klappbrückenverfahren, das jedoch lizenzfrei durch die ASFINAG wie auch die Österreichische Bundesbahn (ÖBB) genutzt werden darf, da beide Unternehmen ihn beziehungsweise die TU Wien mit entsprechenden Forschungsgeldern unterstützt haben. Weitere Projekte sind derzeit nicht in Planung, jedoch hält er entsprechende Patente auch in anderen Staaten, darunter Deutschland, Japan, Australien, USA und China. Aufgrund der hohen Kostenersparnis wird die Bauweise sicherlich Schule machen.

## Im Tunnel geht's rund

# Stahlbeton-Tübbinge – unverzichtbare Bausteine für die unterirdische Infrastruktur

Tunnelbauwerke sind ein zentraler Bestandteil der Infrastruktur. Sie dienen der Mobilität als Straßen-, Bahn-, Rad- oder Fußwegtunnel und zukünftig vielleicht auch ganz neuen Mobilitätsformen wie Hyperloop oder CargoCap. Oftmals werden Tunnel aber auch als Infrastrukturkanäle zur gebündelten Aufnahme von Leitungsstrassen verwendet. Das hat den Vorteil, dass die Leitungen jederzeit ohne Erdbauarbeiten zugänglich sind. Anders als in stabilen Felsformationen sind gebohrte Tunnel in losem Erdreich oder in lockerem Gestein in der Regel nicht formstabil. Häufig werden daher Tübbinge eingesetzt, die sowohl der mechanischen Stabilisierung des Tunnels als auch der Abdichtung der Tunnelröhre gegen Grundwasser dienen.

### Auffahren der Tunnel und Stabilisierung

Beim maschinellen Tunnelvortrieb lassen sich bereits durch die Tunnelbohrmaschine Stahlbetonringe einbauen, die die Lasten aus dem Erdreich sofort aufnehmen können. Diese Stahlbetonringe sind größer als der Innendurchmesser des schon aufgefahrenen Tunnelabschnitts, weshalb sie nicht als Ganzes hergestellt und an die Einbaustelle im Tunnel gebracht werden können. Daher werden die Ringe aus mehreren vorgefertigten Stahlbeton-Segmenten, den Tübbing, unter Tage zusammengesetzt. Zusätzlich zur Stabilisierung des Tunnels dienen die Tübbinge auch als Widerlager, an denen sich die Tunnelbohrmaschine beim weiteren Vortrieb abstützt, bis Platz für den nächsten Ring geschaffen wurde.

Die von außen auf den Tunnel einwirkenden Kräfte werden von den kreisrunden, aus den Tübbing zusammengesetzten Stahlbetonringen aufgenommen und führen aufgrund der Gewölbewirkung zu Druckkräften in den Fugen zwischen den einzelnen Tübbing eines Ringes. Die Übertragung dieser Kräfte erfolgt direkt von der Betonoberfläche eines Segments auf das Nachbarsegment. Daher werden an diese Oberfläche hohe Geometrieanforderungen gestellt, um Schäden durch Lastspitzen zu vermeiden. Die zulässigen Abweichungen liegen im Bereich von wenigen Zehntelmillimetern.

### Abdichtung der Tunnelröhre

Neben dem Druck aus Erdreich und Gestein wirkt auf die Tunnel oftmals auch ein erheblicher Wasserdruck aus anstehendem Grund- und aufstauendem Sickerwasser ein. Mehrere Bar Wasserdruck als Auslegungskriterium sind hier üblich. Die Tübbing können nicht nur diese zusätzlichen Lasten aufnehmen, auch die Abdichtung erfolgt über den Beton selbst, weshalb rissfreie Bauteile und ein Beton mit geringer Wassereindringtiefe gefordert sind. Es reicht natürlich nicht, wenn der Beton dicht ist. Auch die Fugen zwischen den Tübbing müssen dicht sein. Daher wird umlaufend um die einzelnen Segmente eine Dichtung angebracht. Die Dichtungen mehrerer Segmente drücken im Einbauzustand aufeinander, wodurch die Dichtigkeit zuverlässig hergestellt wird. ▶



© Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG

Hochwertige Schalungssysteme und eine handwerklich einwandfreie Ausführung sorgen für die Erfüllung höchster Qualitätsanforderungen.



Tunnelröhre aus Tübbing.

© Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG

## **Lange Lebensdauer – hohe Dauerhaftigkeit – gute Nachhaltigkeit**

Im Allgemeinen werden Tunnelbauwerke für eine Lebensdauer von 100 Jahren ausgelegt. Da sich die Tunnelaußenschale nur unter großem Aufwand reparieren oder warten lässt, muss der Beton dauerhaft allen mechanischen und chemischen Einwirkungen standhalten, sowie oftmals auch einem möglichen Brandereignis in der Tunnelröhre widerstehen können. Um dieses sicherzustellen sowie um die geforderte hohe Maßgenauigkeit zu erreichen, werden höchste Anforderungen sowohl hinsichtlich der Betontechnologie als auch des Schalungsbaus und des Herstellungsvorgangs gestellt, die weit über das gewohnte Niveau im konstruktiven Betonfertigteilbau hinausgehen.

Die kreisrunde Form der durch Tübbinge stabilisierten Tunnelbauwerke ist aus statischer Sicht ideal für den Lastabtrag. Dadurch können die Tübbinge dünner ausgeführt werden, als dies bei anderen Tunnelformen möglich wäre. Das spart Material. Die so erreichte Reduzierung der Massen und der aufgrund der kompakten Maße besonders effiziente Transport der Tübbinge, oftmals per Bahn oder Schiff, sorgen auch für besondere Nachhaltigkeit beim Einsatz von Tübbing.

## **Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser**

Besondere Anforderungen verlangen auch nach einer besonderen Qualitätskontrolle. Neben der engmaschigen Prüfung der Betoneigenschaften wird im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle besonderer Wert auf die Kontrolle und Nachverfolgbarkeit aller eingesetzten Materialien gelegt sowie auf die exakte Überprüfung der Geometrie der hergestellten Tübbinge, oft mit modernsten optischen Messverfahren.

## Dauerhaftigkeit von Beton

# Forschungsprojekt „Grenzzustände und erforderliche Zuverlässigkeiten“

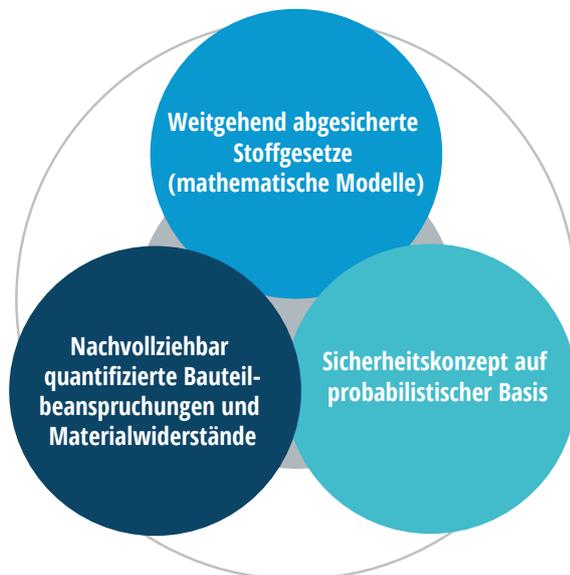
Im Rahmen des vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton initiierten Verbundforschungsvorhabens „Dauerhaftigkeit von Beton nach dem Performance-Prinzip“ wurde unter anderem das Teilprojekt „Geeignete Grenzzustände und erforderliche Zuverlässigkeiten“ (IGF 21828N) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit den Mitteln der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert.

Derzeit wird an der Umsetzung eines leistungsba-  
sierten Bemessungskonzeptes zur Sicherstellung  
der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauwerken  
gearbeitet. Um noch offene Fragen zu beantworten  
und Wissenslücken zu schließen, wurde 2021 das  
Verbundforschungsvorhaben „Dauerhaftigkeit von  
Beton nach dem Performance-Prinzip“ vom Deut-  
schen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) initiiert.  
Dieses umfasste fünf Teilprojekte mit unterschied-  
lichen Fragestellungen und Zielsetzungen:

- **Projekt 1**  
Zustandserfassung eines repräsentativen Bau-  
werksbestandes (nach der aktuellen Fassung des  
Eurocodes 2),
- **Projekt 2**  
Geeignete Grenzzustände und erforderliche  
Zuverlässigkeiten,
- **Projekt 3**  
Vergleich und Bewertung von Laborprüfverfahren,
- **Projekt 4**  
Klassifikation der Materialwiderstände, Produkti-  
onskontrolle, Konformitätskriterien und -kontrolle,
- **Projekt 5**  
Annahmeprüfungen auf der Baustelle und  
Abnahmeprüfungen am Bauwerk.

### Arbeitspakete und Vorgehensweise

Im Rahmen des hier beschriebenen Forschungsvor-  
habens (Teilprojekt 2, IGF 21828) war die Fragestel-  
lung zu klären, ob und inwieweit es einen syste-  
matischen, ggf. allgemeingültigen Zusammenhang  
zwischen Herstellungs-, Instandsetzungs- und  
Gesamtkosten und der Zuverlässigkeit eines Bau-  
werks beziehungsweise des Bauteils gibt. Dazu  
wurden den Forschungsstellen Gutachten über  
durchgeführte Instandsetzungen zur Verfügung  
gestellt, die mit Blick auf die Fragestellung aus-  
zuwerten waren. Die Sichtung und Auswertung  
der Gutachten ergab, dass die Instandsetzung der



Bausteine des Performance-Prinzips.

© TU München

Bauwerke überwiegend aufgrund chloridinduzierter  
Korrosion erfolgte. Da die zur Verfügung gestellten  
Gutachten unterschiedliche Informationsdichten  
aufwiesen, war die Verwendbarkeit nicht in allen  
Fällen gegeben. Es kamen nur solche zur Aus-  
wahl, die mit Blick auf die Fragestellung auswert-  
bar waren. Die meisten der am Ende auswertbaren  
Projekte wurden in Bayern, insbesondere in Mün-  
chen und Umgebung, durchgeführt. Die Mehrzahl  
der Projekte betrafen Instandsetzungen von Tief-  
garagen und von verschiedenen Hochhäusern mit  
unterschiedlichen Nutzungen. Von den insgesamt  
79 Projekten befassten sich sieben auch mit carbo-  
natisierungsinduzierter Korrosion, wobei für diese in  
der Regel nicht genügend Informationen vorlagen,  
um eine geeignete Stichprobe zu bilden.

Ein Vergleich zwischen den tatsächlichen Instand-  
setzungskosten und den berechneten Zuver-  
lässigkeitsindizes (betrachteter Grenzzustand:  
Depassivierung) zeigte, dass die meisten Projekte



mit XD3-Exposition Zuverlässigkeitsindizes unter 0,50 aufwiesen, als sie instand gesetzt wurden. Es konnte jedoch kein direkter funktionaler Zusammenhang zwischen den Instandsetzungskosten und dem Zuverlässigkeitsindex auf Bauwerksebene festgestellt werden. Eine Fallstudie auf Bauteilebene (Stützen) zeigte, dass Bauteile mit niedrigen Zuverlässigkeitsindizes wie erwartet auch tendenziell höhere Instandsetzungskosten verursachen.

Ein weiteres Arbeitspaket hatte zum Ziel, einen Zusammenhang zwischen der Zuverlässigkeit und den Kosten zur Vermeidung von Korrosion herzustellen. Dabei wurde festgestellt, dass durch einen Austausch des Bindemittelsystems die Zuverlässigkeit von Bauteilen erheblich verbessert werden kann, während die zusätzlichen Kosten minimal bleiben. In einer analysierten Fallstudie wurden verschiedene Szenarien untersucht, um die Auswirkungen unterschiedlicher Kombinationen von Bindemittel und Betonüberdeckung auf die Zuverlässigkeit zu quantifizieren. Dabei wurde deutlich, dass insbesondere die Wahl eines für den spezifischen Chloridangriff geeigneten Bindemittels und eine dazu passende, adäquate Betondeckung entscheidend sind, um kostenintensive Instandsetzungsmaßnahmen zu vermeiden.

## Fazit

Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Betonrezeptur für langlebige und wirtschaftliche Bauwerke. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Bindemittelsystem, Betondeckung und Wasserbindemittelwert ist entscheidend für die wirtschaftliche Bemessung eines Bauteils mit Blick auf die Dauerhaftigkeit. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Modellierung in der Schädigungsphase der Bewehrungskorrosion stark von der geschätzten Korrosionsrate abhängt, während geometrische Aspekte (zum Beispiel die Betondeckung) eine untergeordnete Rolle spielen. Um die Vorhersage der Korrosionsraten zu verbessern, müssen mehrere Parameter vor Ort gemessen werden, darunter der Elektrolytwiderstand des Betons, die Temperatur, die Feuchtebedingungen und auch die Lokalisierung der Anodenbereiche. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, um die Modelle in der Schädigungsphase zielgerichtet anwenden und deren Unsicherheiten minimieren zu können.

Die forschenden Stellen danken der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie sowie dem BMWK für die Unterstützung und Förderung. Der Forschungsbericht kann bei der Geschäftsstelle der Forschungsvereinigung angefordert werden.

 [www.forschung-betonfertigteile.de](http://www.forschung-betonfertigteile.de)

## PROJEKTÜBERSICHT

### Thema

Dauerhaftigkeit von Beton nach dem Performance-Prinzip – TP 2 Grenzzustände/erforderliche Zuverlässigkeiten

### Forschungsbereich

Bauteile

### Förderprogramm

Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

### Forschungsstellen

TU München, Centrum Baustoffe und Materialprüfung

Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg, Professur für Konstruktionswerkstoffe und Bauwerkserhaltung

### Laufzeit

Mai 2021 bis Oktober 2023

INDUSTRIELLE  
GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Neuerungen der künftigen DIN-1045-Reihe für Betonfertigteile, Teil 1

# Übersicht und bauordnungsrechtliche Einordnung

Im August 2023 wurde nach rund sieben Jahren Normungsarbeit die neue Normengeneration der DIN-1045-Reihe „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton“ veröffentlicht. Sie besteht aus insgesamt sieben Teilen, von denen sechs voraussichtlich ab dem dritten oder vierten Quartal 2024 in der dann aktuellen Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2024/1 (MW TB) zitiert und danach sukzessive von den Bundesländern baurechtlich eingeführt werden.

### BBQ-Klassen für Betonfertigteile – ja, vielleicht, nein – ein bisschen

Neben zahlreichen technischen Änderungen und Anpassungen gegenüber der letzten, über 15 Jahre alten Normengeneration sind insbesondere die Teile DIN 1045-1000 mit „Grundlagen und Betonbauqualitätsklassen (BBQ)“ sowie DIN 1045-41 mit „Anforderungen für die Verwendung von Betonfertigteilen in baulichen Anlagen“ neu. Abbildung 1 zeigt die vollständige Struktur der neuen Normenreihe.

Die vollständig neue DIN 1045-1000 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1000: Grundlagen und Betonbauqualitätsklassen (BBQ) beinhaltet ein neues Klassenkonzept mit Planungs-, Beton- und Ausführungsklassen sowie einer daraus abgeleiteten Betonbauqualitätsklasse (BBQ-Klasse). Diese Klassen kennen jeweils drei Anforderungsniveaus:

- normal (N)
- erhöht (E)
- speziell (S)

Je nach vorliegenden Anforderungen aus der Bemessung, der Konstruktion, der Bauausführung und der Nutzungsphase wird Bauwerken und Bauteilen aus Ortbeton nach DIN 1045-1000, Tabelle 2, eine Planungsklasse (PK-N/E/S), eine Betonklasse (BK-N/E/S), eine Ausführungsklasse (AK-N/E/S) sowie zur Strukturierung der Kommunikation der Projektbeteiligten eine daraus abgeleitete Betonbauqualitätsklasse (BBQ-N/E/S) zugeordnet.

Da bei der Herstellung von Betonfertigteilen und dem Bauen mit Betonfertigteilen andere Schnittstellen als im Ortbetonbau bestehen und diese auch je nach Vertragskonstellation sehr unterschiedlich sein können, beschreibt DIN 1045-1000 für Beton-

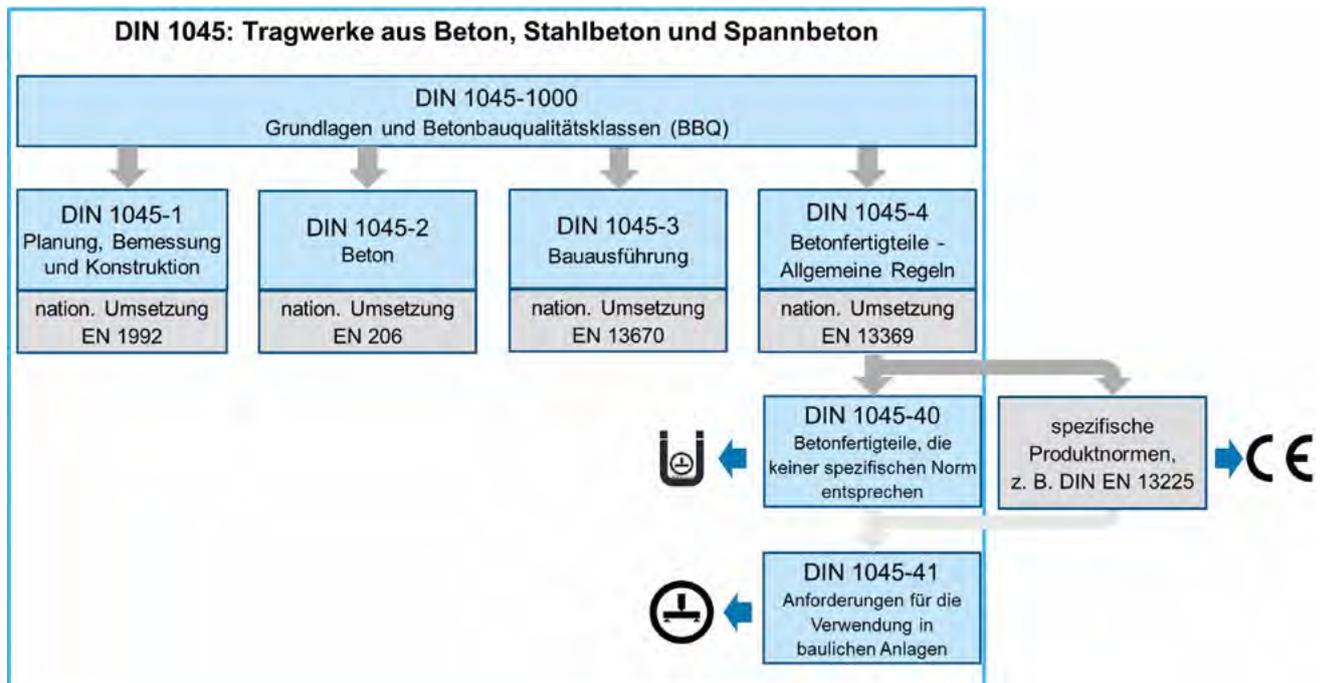
fertigteile ein eigenes Kommunikationskonzept, das unabhängig von den BBQ-Klassen ist. Für Betonfertigteile ist daher eine Einstufung in eine BBQ-Klasse grundsätzlich nicht vorgesehen, vgl. DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Planung, Bemessung und Konstruktion, Abschnitt 4 (2). Die im neuen Kommunikationskonzept für den Ortbeton wesentlichen Elemente der BBQ-Ausschreibungs- und -Ausführungsgespräche sowie des daraus (fort-)entwickelten Betonierkonzepts sind für die Herstellung von Betonfertigteilen nicht vorgesehen. Da die Anforderungen an die Kommunikation und deren Dokumentation in Teilen der Abschnitte 4 und 5 sowie in Anhang A der DIN 1045-1000 auch nicht als Technische Baubestimmungen gelten werden, besteht auch aus baurechtlicher Sicht keine Pflicht, Betonfertigteile in eine BBQ-Klasse einzustufen.

Die Ausführungsklasse (AK) wird ausschließlich bei der Ausführung von Ortbetonarbeiten nach DIN 1045-3 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung in Bezug genommen. Die Herstellung von Betonfertigteilen ist vollständig in DIN 1045-4 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Betonfertigteile – Allgemeine Regeln und ergänzende Produktnormen geregelt und nimmt keinen Bezug auf die Ausführungsklassen aus DIN 1045-1000. Daher ist für Betonfertigteile auch keine Einstufung in eine Ausführungsklasse vorzunehmen.

Anders verhält es sich bei den Betonklassen (BK). Da auch Betonfertigteile oftmals aus Betonen hergestellt werden, die erhöhte oder spezielle Anforderungen im Sinn der DIN 1045-1000, Tabelle 2, voraussetzen, muss auch für Betonfertigteile eine Betonklasse angegeben werden, mindestens, wenn diese von BK-N abweicht. Dadurch werden die entsprechenden Regelungen aus der DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton „scharfgeschaltet“.



**Abbildung 1: Struktur der neuen Normenreihe DIN 1045 mit Stellung der europäischen Produktnormen und Hinweis auf die erforderlichen Kennzeichen/Zertifikate**



Bei der Planung sieht DIN 1045-1, Abschnitt 4 (6) vor, dass bei Planungsaufgaben für tragende Beton-, Stahlbeton- und Spannbetontragwerke, die eine erweiterte oder spezielle Abstimmung des Planenden mit dem Betonhersteller oder dem Bauausführenden erfordern, eine Planungsklasse PK-E oder PK-S zu wählen ist. Der Betonfertigteilerhersteller nimmt gegenüber dem Planer die Aufgaben des Betonherstellers und des Bauausführenden im Sinne der Herstellung der Betonfertigteile wahr. Sofern sich also aus der Planung ein erhöhter oder spezieller Abstimmungsbedarf mit dem Betonfertigteilerhersteller in Bezug auf den zu verwendenden Beton und die Fertigteilherstellung ergibt, sollte eine Einstufung in eine Planungsklasse erfolgen. Das kann unter anderem der Fall sein bei speziellen Anforderungen aus der Nutzung, zum Beispiel chemischen Einwirkungen, die nicht vollständig durch die Expositionsclassen abgedeckt sind, beim Einsatz in JGS- oder LAU-Anlagen, bei Vorgaben für die Rauigkeit von Oberflächen im Bereich von Arbeitsfugen oder zu individuellen Sichtbetoneigenschaften.

### Die neue DIN 1045-4 und DIN 1045-40

Im Bereich der Betonfertigteile erfolgte auch eine Anpassung der Nummerierung der Normenteile an den Rest der DIN-1045-Reihe. Während bislang die nationalen Anwendungsregeln zur europäischen

Betonnorm DIN EN 206-1:2001 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität sowie zur europäischen Bauausführungsnorm DIN EN 13670 Ausführung von Tragwerken aus Beton in den Normenteilen DIN 1045-2 (Ausgabe 2008) und DIN 1045-3 (Ausgabe 2012) enthalten waren, wurden die nationalen Anwendungsregeln zur europäischen Betonfertigteilnorm DIN EN 13369 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile (Ausgabe 2004) als DIN V 20000-120 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 120: Anwendungsregeln zu DIN EN 13369 veröffentlicht.

Die bisherige DIN 1045-4 (Ausgabe 2012) war stattdessen eine nationale (Rest-)Produktnorm für die noch nicht europäisch genormten tragenden Betonfertigteile. Zukünftig wird die Systematik, nationale Anwendungsregeln in den Normenteilen der DIN 1045 zu veröffentlichen, auch für die Betonfertigteile übernommen. Gleichzeitig hat man sich entschlossen, konsolidierte Normen herauszugeben, das heißt, die europäische Norm und die nationalen Anwendungsregeln werden zur besseren Lesbarkeit in einem verwobenen Dokument herausgegeben. DIN 1045-4 (Ausgabe 2023) enthält daher die vollständige nationale Umsetzung der aktuellen DIN EN 13369 (Ausgabe 2018) inklusive aller zugehörigen nationalen Festlegungen. Somit entfällt DIN V 20000-120. Die Betonfertigteile, die bislang unter den Geltungsbereich der alten DIN 1045-4



© A. Becke

gefallen sind, benötigen natürlich weiterhin eine (Rest-)Produktnorm und werden daher zukünftig von dem neuen Teil DIN 1045-40 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 40: Regeln für Betonfertigteile, die keiner spezifischen Norm entsprechen erfasst.

Anders als beim Beton (DIN 1045-2) und der Bauausführung (DIN 1045-3) werden die allgemeinen Anforderungen an Betonfertigteile nach neuer DIN 1045-4 stets durch eine zusätzliche Produktnorm ergänzt, siehe Abbildung 1. In dieser Produktnorm sind noch einzelne produktspezifische Regelungen enthalten. Das entsprechende Konzept ist nicht neu. Bereits in der Vergangenheit kamen zahlreiche europäische Produktnormen ergänzend zur DIN EN 13369 (in Verbindung mit DIN V 20000-120) zur Anwendung, und auch die bisherige nationale Produktnorm DIN 1045-4 bezog sich in vielen Abschnitten auf DIN EN 13369. Im Detail gab es aber eine Reihe unterschiedlicher Regelungen zwischen den europäisch genormten Betonfertigteilen und denen nach der nationalen DIN 1045-4. Diese Unterschiede wurden in der neuen Normengeneration beseitigt. In Zukunft gelten die neuen allgemeinen Regeln für Betonfertigteile nach DIN 1045-4 in gleicher Weise sowohl für Produkte nach europäi-

scher Produktnorm als auch nach nationaler DIN 1045-40. Lediglich die Regelungen zur Konformitätsbewertung richten sich europäisch weiterhin nach der Bauproduktenverordnung und national nach den Landesbauordnungen und Verwaltungsvorschriften technischer Baubestimmungen der einzelnen Bundesländer. Daher enthält DIN 1045-40 in allen technischen Punkten ausschließlich Verweise auf DIN 1045-4. Lediglich in Abschnitt 6 zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit gibt es einen Verweis auf baurechtliche Vorgaben und das dort verankerte System A nach DIN 18200 Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung, welches die Grundlage für ein Übereinstimmungszertifikat ist.

### **DIN 1045-41: Herstellbar – handelbar – verwendbar**

Wer schon etwas länger mit der Herstellung, dem Handeln und Einbauen von Betonfertigteilen befasst ist, erinnert sich noch an das Ü-Zeichen, mit dem bis 2016 jedes tragende Betonfertigteil gekennzeichnet war. Bei europäischen harmonisierten Betonfertigteilen musste dieses Ü-Zeichen zusätzlich zur CE-Kennzeichnung angebracht



werden. Damit wurde dokumentiert, dass bei der Herstellung des Betonbauteils nicht nur die in der Leistungserklärung angegebenen europäisch geregelten Eigenschaften eingehalten, sondern auch weitere nationale Anforderungen aus dem Bau-recht berücksichtigt wurden. Dazu gehören zum Beispiel die nationalen Bemessungsregeln zum Eurocode 2, die nationalen Anforderungen an den Beton (zum Beispiel Alkalinachweise) und an den Betonstahl oder Spannstahl (zum Beispiel DIN 488 Betonstahl, allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder allgemeine Bauartgenehmigungen).

Aus rechtlichen Gründen wurde die Doppelkennzeichnung mit CE- und Ü-Kennzeichen ab 2016 untersagt. Dies führte dazu, dass die Verwender von Betonbauteilen auf der Baustelle keinen Beleg mehr dafür hatten, dass die im nationalen Baurecht verankerten Anforderungen bei der Herstellung der Betonfertigteile berücksichtigt wurden. Hilfsweise wurden daher ab 2016 durch die Verbände der Betonfertigteilindustrie sogenannte Anforderungsdokumente veröffentlicht, die eine Übersicht über die zusätzlichen nationalen Anforderungen an Betonfertigteile beinhalteten. Auf Basis dieser Anforderungsdokumente konnten die Hersteller mittels einer Herstellererklärung einfach die Einhaltung dieser zusätzlichen Anforderungen rechtsverbindlich erklären und von einer fremdüberwachenden Stelle privatrechtlich überwachen und zertifizieren lassen.

Mit der DIN 1045-41 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 41: Anforderungen für die Verwendung von Betonfertigteilen in baulichen Anlagen hat man jetzt diese verbandlich erstellten Anforderungsdokumente durch eine Norm ersetzt. Dadurch handelt es sich nicht mehr nur um eine Verbandsempfehlung, sondern um einen anerkannten Stand der Technik, an dessen Erarbeitung alle interessierten Kreise beteiligt wurden bzw. sich beteiligen konnten. Eine bauaufsichtliche Einführung von DIN 1045-41 wird nicht erwartet, da damit wieder eine zusätzliche nationale Anforderung auf Produktebene verbunden wäre. Für den Techniker ist es schwer nachvollziehbar, warum eine Anforderung an ein Bauwerk, die mittelbar zu technischen Anforderungen an das verwendete Produkt führt, juristisch etwas anderes ist als eine unmittelbare technische Produkthanforderung.

Das sollte man aus technischer Sicht nicht hinterfragen, sondern hinnehmen. In Zukunft kann der Hersteller also mit der verbindlichen Erklärung, dass er die Anforderungen nach DIN 1045-41 eingehalten hat, gegenüber seinem Kunden einen Nachweis der Verwendbarkeit erbringen. Dieser wird in DIN 1045-3, Abschnitt 5.1 (2) e), für den Einsatz von Betonfertigteilen normativ erwartet. Der Umfang der Herstellererklärung ergibt sich aus DIN 1045-41, Tabelle 2. Weitere allgemeine Hinweise zum Aufbau von Herstellerklärungen können auch DIN 18200, Anhang A, entnommen werden. Nach MVV TB, Abschnitt D.3, sollte die Richtigkeit der Herstellererklärung zur Einhaltung von DIN 1045-41 unter Einschaltung einer anerkannten Stelle dokumentiert werden.

Das heißt nichts anderes, als dass eine privatrechtliche Zertifizierung der Einhaltung von DIN 1045-41 üblich wird.

Etwas vereinfacht kann man sagen:

- DIN 1045-4 enthält die wesentlichen technischen Informationen zur Herstellung von Betonfertigteilen,
- die europäische oder nationale Produktnorm, zum Beispiel DIN EN 13225 Betonfertigteile – Stabförmige tragende Bauteile oder DIN 1045-40, regelt die formalen Anforderungen, um das Betonfertigteil handeln zu können und
- DIN 1045-41 enthält die speziellen Anforderungen, um das Betonfertigteil in Bauwerken in Deutschland verwenden zu können.

Die Einhaltung aller drei Normen wird Gegenstand der Fremdüberwachung, wobei sich die rechtliche Grundlage für die Fremdüberwachung und damit die Art der Zertifikate wie folgt unterscheidet:

- DIN 1045-4 und nationale Produktnorm DIN 1045-40: Übereinstimmungszertifikat nach Landesbauordnung
- DIN 1045-4 und harmonisierte europäische Produktnorm: WPK-Zertifikat nach Bauproduktenverordnung
- DIN 1045-41: privatrechtliche Zertifizierung

Weitere Neuerungen der künftigen DIN-1045-Reihe siehe Teil 2 direkt im Anschluss.

## Neuerungen der künftigen DIN-1045-Reihe für Betonfertigteile, Teil 2

### Technische Neuerungen

Trotz der in Teil 1 beschriebenen strukturellen Neuerungen verändert sich der Betonbau mit der neuen Normenreihe nicht von Grund auf. Die gut 360 Seiten der gesamten neuen Normenreihe DIN 1045 enthalten dennoch eine Vielzahl von Änderungen. Der nachfolgende Artikel gibt einen Überblick, kann die verschiedenen Aspekte jedoch nicht vollumfänglich thematisieren und erläutern. Nachfolgend wird auf eine kleine Anzahl für Betonfertigteile wesentlicher Änderungen hingewiesen, ohne dass diese Aufzählung abschließend oder vollständig ist. Die nachfolgende Zusammenstellung ersetzt nicht den Blick in das Regelwerk.

#### Höherfester Beton

Für höherfesten Normalbeton ab C55/67 galten bislang zum Teil abweichende Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) und die Zusammensetzung des Betons. Diese Grenze wird in der neuen Norm auf C70/85 angehoben. Für Normalbetone ab C70/85 bis C100/115 sowie Leichtbetone ab LC55/60 bis LC80/88 sind eine Reihe zusätzlicher Festlegungen zu beachten, unter anderem eine erweiterte WPK, Vorgaben zur Alkalieinstufung der Gesteinskörnung oder zum Höchstzementgehalt. Die Überwachungskategorie ÜK3 entfällt zukünftig. Ab der Festigkeitsklasse C90/105 und LC70/77 sind darüber hinaus weiterhin zusätzliche bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise (abZ/aBG) erforderlich.

#### Selbstverdichtender Beton

Die Regelungen zu Selbstverdichtendem Beton aus der bisherigen DIN EN 206-9 Beton – Teil 9: Ergänzende Regeln für Selbstverdichtenden Beton (SVB) sowie der DAfStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton (SVB-Richtlinie, Ausgabe 2012) sind weitgehend in die neue DIN 1045-2 übernommen worden.

#### Mindestleimgehalt und erweiterte Erstprüfung

Zur Sicherstellung der Verarbeitbarkeit von Frischbeton auf der Baustelle wurden in DIN 1045-2, Tabelle 16, neue Mindestwerte für das Leimvolumen festgelegt. Werden diese unterschritten, ist eine erweiterte Erstprüfung nach Abschnitt 9.5 erforderlich. Da mit den zusätzlichen Prüfungen primär die Schnittstelle zwischen Betonhersteller und Betonverarbeiter im Baustellenkontext adressiert wird, kann die erweiterte Erstprüfung im Fertigteilwerk, das seinen Beton selbst herstellt, in der Regel bis auf die Ermittlung einer Mindestmischzeit entfallen. Bei der Ermittlung des Mindestleimgehaltes ist zu beachten, dass dieser nicht dem Leimvolumen nach DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS, Ausgabe 2011) entspricht.

#### Neue Zemente

In die neue DIN 1045-2 sind mehrere Zementarten, unter anderem CEM II/C- und CEM VI-Zemente neu aufgenommen worden (Anhang F). Außerdem wurden zum Teil die normativ geregelten Anwendungsbereiche, insbesondere bei den CEM II-M-Zementen, deutlich ausgeweitet. Diese Zemente konnten für entsprechende Anwendungsbereiche bisher nicht oder nur auf Basis eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises (abZ/aBG/ZiE) verwendet werden.

#### Wiedergewonnene Gesteinskörnung

Die bisherigen Betonnormen DIN EN 206-1 (Ausgabe 2001) und DIN 1045-2 (Ausgabe 2008) sahen nur die Verwendung von wiedergewonnenen, aus Restwasser oder Frischbeton ausgewaschenen Gesteinskörnungen vor. Nach neuer DIN 1045-2 darf auch durch Brechen von Festbeton wiedergewonnene Gesteinskörnung verwendet werden. Der Festbeton darf dabei noch nicht beim Bauen verwendet worden sein und die wiedergewonnene Gesteinskörnung darf nur intern durch den Hersteller oder eine Gruppe von Herstellern eingesetzt werden. Durch diese Einschränkungen soll sichergestellt sein, dass die durch Brechen wiedergewonnene Gesteinskörnung einschließlich ihrer Ausgangsstoffe bekannt ist und keine negativen Veränderungen, zum Beispiel durch Verschmutzungen, Stoffeintrag oder Ähnliches, aufgetreten sind.

Bei nicht separat aufbereiteten wiedergewonnenen Gesteinskörnungen, die als eine Korngruppe zugegeben werden, ist das Größtkorn zu beachten. Weitere Einschränkungen für den Einsatz von wiedergewonnener Gesteinskörnung sind abhängig von der Art der Wiedergewinnung, dem angestrebten Volumenanteil am Gesamtvolumen der eingesetzten Gesteinskörnung (GK), der Aufbereitung und dem Umfang der Qualitätssicherung, vgl. Tabelle 2. Unabhängig von der Verwendbarkeit erhärteter Restbetone für wiedergewonnene Gesteinskörnung



**Tabelle 1: Einschränkungen beziehungsweise Voraussetzungen für die Nutzung<sup>1</sup> wiedergewonnener Gesteinskörnung nach DIN 1045-2, 5.2.3.3**

Zulässiger Volumenanteil	ausgewaschen	gebrochen
bis 5 Vol.-%	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Einschränkung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Einschränkung</li> </ul>
bis 25 Vol.-%	Nicht getrennt aufbereitet <ul style="list-style-type: none"> <li>bis C25/30, ohne LP</li> <li>als separate Korngruppe</li> <li>ungünstigste Alkalieinstufung der GK des Ursprungsbetons</li> </ul>	Nicht getrennt aufbereitet <ul style="list-style-type: none"> <li>bis C25/30, ohne LP</li> <li>als separate Korngruppe</li> <li>ungünstigste Alkalieinstufung der GK des Ursprungsbetons</li> </ul>
	Getrennt aufbereitet <sup>2</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbereitung nach DIN EN 12620</li> <li>als separate Korngruppe</li> <li>ungünstigste Alkalieinstufung der GK des Ursprungsbetons</li> </ul>	Getrennt aufbereitet <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbereitung nach DIN EN 12620</li> <li>als separate Korngruppe</li> <li>ungünstigste Alkalieinstufung der GK des Ursprungsbetons</li> </ul>
bis 45 Vol.-%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übereinstimmung mit DIN EN 12620</li> <li>Trennung in feine und grobe Gesteinskörnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach den Regeln für rezyklierte Gesteinskörnung (DIN 1045-2, 5.2.3.4 und Anhang E)</li> </ul>
über 45 Vol.-%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übereinstimmung mit DIN EN 12620</li> <li>Trennung in feine und grobe Gesteinskörnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendbarkeitsnachweis (abZ/aBG)</li> </ul>

<sup>1</sup> Nutzung nur intern durch den Hersteller oder eine Gruppe von Herstellern zulässig.  
<sup>2</sup> Dieser Fall ist in DIN 1045-2 nicht ausdrücklich dargestellt, eine Schlechterstellung ausgewaschener Gesteinskörnung gegenüber gebrochener ist jedoch technisch nicht sinnvoll.

gen nach DIN 1045-2 sind Konstellationen denkbar, in denen der ausgehärtete Restbeton vor dem Brechen unter das Abfallrecht fallen könnte, was die Wiederverwendung juristisch ggf. komplizierter werden lässt.

### Rezyklierte Gesteinskörnung

Die Möglichkeiten zum Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen wurden gegenüber der bisherigen DIN 1045-2 in Verbindung mit der DAfStb-Richtlinie Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen (berichtigte Fassung 2019) etwas ausgeweitet. In Betonklasse BK-N kann rezyklierte Gesteinskörnung bis 25 % Volumenanteil Austausch der groben Gesteinskörnung (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) eingesetzt werden, sofern die allgemeinen Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN 1045-2, E.3.1 eingehalten werden. In Betonklasse BK-E ist unter bestimmten Voraussetzungen auch ein höherer Anteil rezyklierter Gesteinskörnung zulässig. Auch der Einsatz von feiner rezyklierter Gesteinskörnung ist nach neuer DIN 1045-2 in engen Grenzen zulässig, vgl. Tabelle 3.

### Konformitätskontrolle und -kriterien für Beton

Für Normalbeton bis C60/75 wurde die Mindesthäufigkeit der Probenahme leicht verändert, vgl. Tabelle 4. In vielen Fällen wird dadurch jedoch keine Anpassung der gewohnten Probenahme erforderlich werden.

Die abweichenden Konformitätskriterien für hochfesten Beton entfallen zukünftig. Veränderte Grenzwerte gibt es auch bei dem Bestätigungskriterium für einen Beton aus einer Betonfamilie im Bereich  $n = 7$  bis  $n = 14$  (DIN 1045-2, Tabelle 21) sowie für die Überprüfung der Standardabweichung für  $n > 19$  (DIN 1045-2, Tabelle 22).

### Nachbehandlung im Fertigteilwerk

Die bisher in Bezug genommenen Regelungen zu Nachbehandlungszeiten nach DIN 1045-3 (Ausgabe 2012) wurden in der neuen DIN 1045-4 durch die europäischen Regelungen aus DIN EN 13369 (Ausgabe 2018) ersetzt und in einer separaten Tabelle in DIN 1045-4, Anhang P, Tabelle P.1, übersichtlicher dargestellt.

**Tabelle 2: Anwendungsmöglichkeiten beziehungsweise Voraussetzungen für die Nutzung rezyklierter Gesteinskörnung nach DIN 1045-2, 5.2.3.4**

Beton-klasse	Typ 1	Typ 2
BK-N <sup>2</sup>	bis 25 Vol.-% <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis einschließlich C50/60</li> <li>• Feuchtigkeitsklasse WO und WF</li> <li>• Einsatz feiner rezyklierter Gesteinskörnungen zulässig<sup>4</sup></li> </ul>	bis 25 Vol.-% <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis einschließlich C50/60</li> <li>• Feuchtigkeitsklasse WO und WF</li> </ul>
BK-E <sup>2,3</sup>	bis 45 Vol.-% <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WO, WF</li> <li>• X0, XC1 bis XC4, XF1 und XF3</li> <li>• Beton mit hohem Wassereindringwiderstand</li> <li>• Einsatz feiner rezyklierter Gesteinskörnungen mit ≤ 20 % Volumenanteil der austauschbaren rezyklierten Gesteinskörnung nur bei WO und X0 zulässig<sup>4</sup></li> </ul>	bis 35 Vol.-% <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WO, WF</li> <li>• X0, XC1 bis XC4, XF1 und XF3</li> <li>• Beton mit hohem Wassereindringwiderstand</li> </ul>
	bis 30 Vol.-% <sup>1</sup> zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> <li>• XF2 und XF4, XD1 bis XD2, XS1 bis XS2</li> <li>• WA (nur bei nachgewiesener Alkaliempfindlichkeitsklasse EI-S der rezyklierten Gesteinskörnung)</li> </ul>	bis 20 Vol.-% <sup>1</sup> zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> <li>• XF2 und XF4, XD1 bis XD2, XS1 bis XS2</li> <li>• WA (nur bei nachgewiesener Alkaliempfindlichkeitsklasse EI-S der rezyklierten Gesteinskörnung)</li> </ul>

<sup>1</sup> Zulässiger Volumenanteil, bezogen auf gesamte Gesteinskörnung.

<sup>2</sup> Einhaltung der allgemeinen Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN 1045-2, E.3.1 vorgeschrieben.

<sup>3</sup> Einhaltung der besonderen Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN 1045-2, E.3.2 vorgeschrieben.

<sup>4</sup> Feine rezyklierte Gesteinskörnung muss aus gleicher Produktion wie grobe rezyklierte Gesteinskörnung stammen, mit nachgewiesener stofflicher Zusammensetzung. Der Anteil der feinen rezyklierten Gesteinskörnung bezogen auf den Anteil der groben rezyklierten Gesteinskörnung darf nicht größer sein als der Anteil der gesamten feinen Gesteinskörnung, bezogen auf den Anteil der gesamten groben Gesteinskörnung.

**Tabelle 3: Änderung der Mindesthäufigkeit der Probenahme für den Konformitätsnachweis**

Herstellung	Mindesthäufigkeit der Probenahme		
	Erste 50 m <sup>3</sup> der Produktion	Nach den ersten 50 m <sup>3</sup> die größte Häufigkeit aus	
		neu	alt
Erstherstellung	3 Proben	1/ 200 m <sup>3</sup> oder 1/ 3 Produktionstage	1/ 200 m <sup>3</sup> oder 2/ Produktionswoche
Stetige Herstellung		1/ 400 m <sup>3</sup> oder 1/ 5 Produktionstage <sup>c</sup> oder 1/ Kalendermonat	1/ 400 m <sup>3</sup> oder 1/ Produktionswoche

<sup>c</sup> Oder einmal je Kalenderwoche, falls innerhalb von 7 aufeinander folgenden Kalendertagen mehr als 5 Produktionstage vorliegen.

Bedauerlicherweise wurde bei Drucklegung der DIN 1045-4 die Expositions Klasse XS vergessen. Die entsprechenden Angaben können aber DIN 1045-4, Abschnitt 4.2.1.3, entnommen werden und sind in Tabelle 5 ergänzt. Durch die Neuregelung reduzieren sich die Anforderungen für die Mindestdruckfestigkeit am Ende der Nachbehandlung für die Expositions Klassen XC2–XC4, XD1–XD2 und XF1

sowie für Betone, die deutlich höhere Festigkeiten als die Mindestfestigkeit für die jeweiligen Expositions Klasse aufweisen (gilt nicht für XM). Es ist aber zu beachten, dass der Hersteller von Betonfertigteilen in erster Linie am Erfolg der Nachbehandlung und nicht an deren Dauer gemessen wird. Insofern sollte vor Umstellung der Nachbehandlung kritisch geprüft werden, ob die neue Möglichkeit zur Redu-



**Tabelle 4: Mindestfestigkeit des Betons am Ende der Nachbehandlung, nach DIN 1045-4, Anhang P, korrigiert**

Expositionsbedingung am Verwendungsort (Expositionsklassen nach DIN 1045-2:2023-08)	Festigkeit	Mindestdruckfestigkeit am Ende der Nachbehandlung $f_{c,L}$ Zylinder/Würfel MPa
X0, XC1		12/15
XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XF1	C20/25 - C30/37	$0,35 \cdot f_{ck}^1$
	C35/45 - C45/55	12/15
	$\geq C50/60$	$0,25 \cdot f_{ck}$
XD3, XF2, XF3, XF4, XA1, XA2, XA3, XS1, XS2, XS3	C20/25 - C30/37	$0,5 \cdot f_{ck}$
	C35/45 - C45/55	16/20
	$\geq C50/60$	$0,35 \cdot f_{ck}$
XM1, XM2, XM3	$\geq C30/37$	$0,7 \cdot f_{ck}$

<sup>1</sup> Die Einhaltung einer Mindestdruckfestigkeit  $f_{c,L}$  von 12/15 wird empfohlen.

zierung der Mindestdauer der Nachbehandlung auch bei ungünstigen Verhältnissen zuverlässig zu einem mangelfreien Betonfertigteile führt.

Sofern kein Nachweis über eine Prüfung der Festigkeit erbracht werden soll, kann eine Anwendung der Werte für die erforderlichen Nachbehandlungsdauern nach DIN 1045-3, Abschnitt 9.6, insbesondere Tabellen 6 und 7, als gleichwertiger Nachweis angesehen werden.

## Wärmebehandlung

Auch für die Anforderungen an eine Wärmebehandlung wurden zunächst die europäischen Regelungen aus der DIN EN 13369 übernommen, siehe DIN 1045-4, Abschnitt 4.2.1.4. Diese lassen sowohl während der Vorlagerung als auch während der Wärmebehandlung zum Teil etwas höhere Temperaturen zu. Bei feuchten und wechselnd feuchten Umgebungsbedingungen sowie gleichzeitig fehlender Langzeiterfahrung wird dafür ein zusätzlicher Nachweis der Eignung der Wärmebehandlung gefordert. Alternativ kann aber weiterhin die DAfStb-Richtlinie zur Wärmebehandlung von Beton (Ausgabe 2012) angewendet werden, zu der langjährige Erfahrungen vorliegen.

## Herstellungstoleranzen

Bereits seit dem Zurückziehen der DIN 18203-1 Toleranzen im Hochbau – Teil 1: Vorgefertigte Teile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton besteht das Problem, dass es keine auf die nationalen Bauwerkstoleranzen nach der Passungsnorm

DIN 18202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke abgestimmten normativen Regelungen für die Herstellungstoleranzen von Betonfertigteile gibt. Diese Lücke wurde in der neuen DIN 1045-4 durch einen informativen Anhang Q ausgefüllt. Die dort angegebenen Toleranzen für Betonfertigteile sind auf die nationalen Anforderungen für die Bauwerke abgestimmt. Aus formalen Gründen war es leider nicht möglich, diesen Anhang Q normativ und damit verbindlich zu machen. Streng genommen muss der Anhang Q jetzt bei Ausschreibungen und Vergaben separat vereinbart werden. Sofern die DIN 18202 für ein Bauwerk zur Anwendung kommt, ist aber davon auszugehen, dass die Toleranzen nach Anhang Q zur Definition der üblichen Beschaffenheit eines Betonfertigteils in Deutschland heranzuziehen sind. Die Beachtung des Anhangs Q der DIN 1045-4 wird daher dringend empfohlen.

## Prüfpläne für die werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Die WPK-Prüfpläne nach DIN 1045-4, Anhang D, wurden gegenüber den bisherigen Regelungen (DIN EN 13369 und DIN 1045-4, Ausgabe 2012) vereinheitlicht und dabei geringfügig angepasst. Bei Umstellung der Produktion und der werkseigenen Produktionskontrolle auf die neue Normengeneration sollten daher dringend die im WPK-Handbuch angeführten Prüfpläne dahingehend überprüft werden, ob sie noch vollständig mit den Regelungen der neuen DIN 1045-4 übereinstimmen. Gegebenenfalls sind hier kleine Anpassungen erforderlich.

**Tabelle 5: Identitätskriterien für die Druckfestigkeit. Quelle: DIN 1045-2**

Anzahl $n$ der Prüfergebnisse für die Druckfestigkeit des definierten Betonvolumens	Kriterium 1	Kriterium 2
	Mittelwert von $n$ Ergebnissen $f_{cm}$ N/mm <sup>2</sup>	Jedes einzelne Prüfergebnis $f_{ci}$ N/mm <sup>2</sup>
1	Nicht zutreffend	$0,25 \cdot f_{ck}$
2 bis 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5 bis 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

### Verwendung von Transportbeton im Fertigteilwerk

In einigen Fertigteilwerken wird für die Herstellung von Betonfertigteilen Transportbeton eines anderen Herstellers verwendet. Dabei muss es sich in jedem Fall um zertifizierten Transportbeton handeln, für den durch den Betonhersteller bereits ein Konformitätsnachweis erbracht wurde. Dennoch ist im Fertigteilwerk sicherzustellen, dass der Beton bei Anlieferung die geforderten Eigenschaften aufweist, ähnlich wie bei einer Annahmeprüfung von Transportbeton auf Baustellen. Anders als bei Baustellen bestehen zwischen Fertigteilwerken und ihren Transportbetonlieferanten in der Regel langjährige Erfahrungen, die sowohl die verwendeten Sorten als auch die Lieferwege etc. betreffen. Grobe Fehler wie die Lieferung eines falschen Betons sollten daher unwahrscheinlich sein und im Rahmen der durch die WPK vorgegebenen Lieferscheinkontrollen und Sichtkontrollen der bestens bekannten Betone auffallen. Trotzdem ist regelmäßig zu prüfen, ob der im Fertigteilwerk ankommende Beton noch die Eigenschaften aufweist, die er laut Sortenverzeichnis und Konformitätsbewertung des Herstellers haben soll. Bisher war zwar die Durchführung solcher Prüfungen in den Betonfertigteilenormen verbindlich vorgeschrieben, der Umfang der Prüfungen und die Bewertungskriterien aber nicht immer einheitlich. Mit der neuen DIN 1045-4, Abschnitt 6.3.6.3, wird für diese Prüfung eine klare Regelung zum Mindestumfang der Probenahme und den Bewertungskriterien vorgegeben. Dabei wird auf die Identitätsprüfung für die Druckfestigkeit nach DIN 1045-2, Anhang B, Bezug genommen. Es sind mindestens 2 Proben je 400 m<sup>3</sup> oder Produktionswoche (größere Häufigkeit maßgebend) zu entnehmen. Für die Bewertung gelten die in Tabelle 6 dargestellten Identitätskriterien aus DIN 1045-2, Tabelle B.1.

### Zusammenfassung

Die mit der neuen Normenreihe DIN 1045 für den Ortbetonbau eingeführte Klassensystematik der Betonbauqualitätsklassen kommt für Betonfertigteile nur eingeschränkt zur Anwendung. Bei Betonfertigteilen ist lediglich die Betonklasse, sofern von BK-N abweichend, und optional eine Planungs-klasse nach DIN 1045-1000 anzugeben. Ausführungs- und die zusammenfassende BBQ-Klasse sowie die im Ortbetonbau obligatorischen Kommunikationskonzepte mit BBQ-Ausschreibungs- und Ausführungsgespräche gibt es für Betonfertigteile nicht.

Zukünftig wird für tragende Betonfertigteile neben dem Übereinstimmungszertifikat (Ü-Zeichen) oder dem WPK-Zertifikat (CE-Kennzeichnung) ein weiteres privatrechtliches Zertifikat nach DIN 1045-41 üblich sein. Dieses ersetzt die bei vielen Firmen bereits üblichen Zertifikate auf Basis von verbandlichen Anforderungsdokumenten und liefert den Nachweis der Verwendbarkeit in deutschen Bauwerken.

Neben diesen strukturellen Änderungen in der neuen Normenreihe DIN 1045 gibt es auch zahlreiche mehr oder weniger wesentliche technische Änderungen. Diese betreffen sowohl Details zu Betonzusammensetzungen als auch Regelungen der WPK und der Konformitätsbewertung. Insbesondere wurde behutsam versucht, durch eine Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten wiedergewonnener und rezyklierter Gesteinskörnungen sowie (neuer) klinkerreduzierter Zemente den veränderten ökologischen Anforderungen entgegenzukommen. Mit der Übernahme von europäischen Normvorgaben, zum Beispiel für die Nachbehandlung oder Wärmebehandlung von Betonfertigteilen, wurden europäische Regelungen umgesetzt, wobei die bekannten deutschen Verfahren auf der sicheren Seite liegend ebenfalls weiterhin angewendet werden können.

## Faktencheck

### Holz versus mineralische Baustoffe

Der Baubereich steht vor erheblichen Herausforderungen – vom bedarfsgerechten und bezahlbaren Wohnungsbau über die Modernisierung von Bestandsgebäuden bis hin zur Schaffung einer leistungsfähigen Infrastruktur. Gleichzeitig gilt es, das Ziel Klimaneutralität umzusetzen und eine verlässliche Kreislaufwirtschaft zu realisieren.

Damit alle Baustoffe mit ihren Stärken zur Umsetzung der gesteckten Ziele beitragen können, ist ein freier, technologieoffener Wettbewerb notwendig. Gerade zu den im Hochbau verwendeten Baustoffen bestehen teilweise gefestigte Meinungen, die nicht immer der Realität entsprechen. Aus diesem Grunde haben die Herausgeber von *punktum.beton-*

#### 1. BEHAUPTUNG

Da Holz ein nachwachsender Baustoff ist, ist er grundsätzlich nachhaltig.

#### FAKT

Der Holzverbrauch ist bereits heute höher als der jährliche Zuwachs des Waldes.



© mhp – stock.adobe.com

#### 2. BEHAUPTUNG

Mineralische Baustoffe schneiden in der Ökobilanz schlecht ab.

#### FAKT

Je länger die Nutzungsdauer eines Bauwerkes ist, desto mehr verschiebt sich die Ökobilanz zugunsten der mineralischen Baustoffe.



© Parradee – stock.adobe.com

#### 3. BEHAUPTUNG

Holz als heimischer Baustoff verursacht lediglich kurze Transportwege.

#### FAKT

Die durchschnittliche Transportstrecke für mineralische Baustoffe liegt deutlich unter der für land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse.



© Petair – stock.adobe.com

bauteile den „Faktencheck Holz – Mineralische Baustoffe“ als Sonderdruck veröffentlicht. Darin werden einige Aussagen auf den Prüfstand gestellt und für mehr Objektivität in der Diskussion um den vermeintlich „besseren“ Baustoff gesorgt.

Die Frage, ob ein Baustoff nachhaltig ist oder nicht, lässt sich nur auf Bauwerksebene seriös beurteilen. Jeder Baustoff erfüllt im Rahmen der Gesamtkonstruktion individuelle Anforderungen, zum Beispiel Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz und Tragfähigkeit, und zeigt besonders im eingebauten Zustand seine Leistungsfähigkeit. Daher ist es inter-

nationaler Konsens, die Nachhaltigkeit von Bauwerken, nicht die von Baustoffen, zu beurteilen.

Im Sinne des nachhaltigen Bauens und der Ressourcenschonung müssen bereits jetzt die Gebäude geplant und errichtet werden, die wir auch noch in 100 Jahren nutzen können und wollen. Langlebige und wartungsarme mineralische Bauprodukte können hierzu ihren Beitrag leisten und ihre Potenziale voll entfalten. In jedem Fall ist die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden eine Einzelfallbetrachtung.

Faktencheck unter [www.bit.ly/312mmgd](http://www.bit.ly/312mmgd).

#### 4. BEHAUPTUNG

Die Verwertung mineralischer Bauabfälle beim Abriss eines Gebäudes ist im Gegensatz zur Verwertung von Holz problematisch.

##### FAKT

Rund 90 % der mineralischen Bauabfälle werden wiederverwertet und verbleiben im Wertstoffkreislauf.



© U-STUDIOGRAPHY DD59 – stock.adobe.com

#### 5. BEHAUPTUNG

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Steine-Erden-Industrie ist zu vernachlässigen.

##### FAKT

Die Branche erwirtschaftet einen Jahresumsatz von rund 39 Mrd. Euro und steht für gut 148.000 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte.



© BBF

#### 6. BEHAUPTUNG

Unter Wettbewerbsgesichtspunkten sind Holz- und mineralische Baustoffe gleichberechtigt.

##### FAKT

Durch politische Einflussnahme und Regularien wird in den freien Wettbewerb der Baustoffe eingegriffen.



© fotogestoeber – stock.adobe.com

# POTENZIALE VORGEFERTIGTE

## + Maßgenau und konstante Qualität



Die witterungsgeschützte automatisierte Produktion der Betonbauteile unter kontrollierten Bedingungen im Werk sorgt für eine hohe Maßgenauigkeit. Im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung werden die Produkte außerdem regelmäßig kontrolliert und eine konstant hohe Qualität gewährleistet.

## + Ressourcenschonende Produktion

Bei der Produktion von Betonfertigteilen kommen ressourcenschonende und energieeffiziente Techniken zum Einsatz. Durch Vielfachnutzung der Schalung und Fertigung großer Serien werden Abfälle vermieden. Zudem können Restmaterialien, Betonabfälle und Verschnitte, die bei der Produktion anfallen, aufbereitet und wiederverwendet werden. Die Bewehrung besteht in der Regel zu 100 % aus Recyclingmaterial. Auch der Einsatz von Recyclingbeton trägt zur ressourcenschonenden Produktion bei.

## + Integrierte Haustechnik

Bei der Herstellung der Betonfertigteile können viele haustechnische Ver- und Entsorgungsleitungen bereits im Werk eingebaut werden: von Dosen und Leerrohren für die Stromversorgung und Aussparungen für die Sanitärinstallation über Soleleitungen für die Energiegewinnung in Fassaden oder zur Heizung beziehungsweise Kühlung von Decken und Wänden. Damit entfallen aufwendige Stemmarbeiten.

## + Zeit- und Kostenreduktion



Liefertermine können aufgrund der witterungsunabhängigen Produktion im Werk über das ganze Jahr konsequent eingehalten werden. Durch die Vorfertigung lassen sich Montagezeiten auf der Baustelle und damit die Baukosten reduzieren. Durch die geringe Baufeuchte der Montagebaustelle ist ein schnelles Weiterarbeiten der Ausbaugewerke möglich.

## + Weniger Staub und Lärm und einfaches Baustellenmanagement

Durch die Just-in-time-Lieferung montagefertiger Bauteile wird Lagerfläche auf der Baustelle eingespart. Auch der Einsatz von Personal und energieintensiven Baumaschinen wird reduziert, die Lärm- und Staubemissionen werden/sind verringert.

## + Ökologischer Baustoff



Betonbauteile werden im Wesentlichen aus natürlichen Ausgangsstoffen wie Wasser, Gesteinskörnung (Kies oder gebrochener Naturstein [Splitt] und Sand) und Zement hergestellt. Die Rohstoffe werden größtenteils regional gewonnen und verarbeitet. Dies sorgt für kurze Transportwege und schont die Umwelt.

## + Langlebig und dauerhaft

Betonbauteile sind extrem widerstandsfähig und langlebig. Sie halten auch extremen Witterungsbedingungen und Umwelteinwirkungen stand. Die hohe Dauerhaftigkeit von Beton sorgt dafür, dass Gebäude lange genutzt werden können, bevor sie ersetzt und neue Ressourcen in Anspruch genommen werden müssen. Das sichert den langfristigen Werterhalt und hält den Unterhaltungsaufwand niedrig.

## + Feuerbeständig und sicher



Sicherheit beginnt beim Material. Betonfertigteile sind ausgesprochen tragfähig und standsicher. Ihr Eigengewicht verleiht ihnen zusätzliche Stabilität. Sie sind aufgrund ihrer Nichtbrennbarkeit und hohen thermischen Trägheit in höchstem Maße feuerbeständig. Bauteile aus Beton sind nicht brennbar. Sollte es dennoch zu einem Brandfall im Gebäude kommen, geben die Betonbauteile weder schädliche Dämpfe noch Gase ab.

intelligent

innovativ

emissionsfrei

zukunftsfähig

Klima

dauerhaft

kreativ

hochwertig

# NUTZEN BETONBAUTEILE



## + Schalldämmend

Der Baustoff Beton verfügt aufgrund seiner hohen Rohdichte über hervorragende schall- und schwingungsdämpfende Eigenschaften. Betonbauteile schützen damit wirkungsvoll vor Lärm und sind nicht nur in der Nähe von befahrenen Straßen, Bahnstrecken oder in Einflugschneisen die richtige Wahl.



## + Hohe Flexibilität

Decken mit großen Spannweiten und unterstützungsfreie Grundrisse bieten ein Höchstmaß an Flexibilität. Insbesondere in der Spannbetonbauweise können Decken mit sehr großen Stützweiten hergestellt werden. So müssen Innenwände nicht tragend sein und können später entfernt und neu gesetzt werden. Anbauten, Umbauten und Aufstockungen sind in einem Gebäude aus Betonfertigteilen einfach umzusetzen.

## + Gute Wärmespeicherfähigkeit und natürliche Energieeffizienz

Die Wärmespeicherfähigkeit des Betons wirkt sich positiv auf das Raumklima aus und unterstützt den Heiz- oder Kühlbedarf von Gebäuden. Dieser verringert im Jahresverlauf die Temperaturschwankungen, steigert die Energieeffizienz und trägt dazu bei, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Durch die Nutzung thermisch aktiver Betondecken und -wände lässt sich dieser Effekt noch verstärken.

## + Architektonische Vielfalt

Betonfertigteile lassen sich in unterschiedlichen Abmessungen, Farben, Formen und Oberflächentexturen herstellen. Dem architektonischen Gestaltungsspielraum sind kaum Grenzen gesetzt. Es können so gut wie alle individuellen Wünsche verwirklicht werden. Die Oberflächen von Betonfertigteilen sind von hoher Qualität und ersparen, bei glatter und tapezierfähiger Ausführung, das Verputzen.

## + Hohe Flächeneffizienz

Das Bauen mit Betonbauteilen bietet eine hohe Flächeneffizienz. Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Fläche ist die Relation von nutzbarer beziehungsweise vermietbarer Fläche zur Gesamtfläche eines Gebäudes. Die hohe Tragfähigkeit und die präzise Herstellung ermöglichen den Einsatz schlanker Betonbauteile und tragen so zur Flächeneffizienz bei.



## + Recycelbar

Am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes beweisen Betonbauteile ökologische Qualitäten. Sie lassen sich nahezu vollständig recyceln und als Gesteinskörnung wiederverwenden. Betonfertigteile erleichtern die sortenreine Trennung im Rahmen des Recyclingprozesses. Sie können bei richtiger Planung sogar im Ganzen demontiert werden. Dies ermöglicht die Wiederverwendung von kompletten Bauteilen. Lärm- und staubintensive Abbruchverfahren werden auf ein Minimum reduziert.



## + Vernetzte Kompetenz

Digitale Planungsmethoden wie Building Information Modeling (BIM) mit dem Ziel, Gebäude ganzheitlich und effizient zu planen, auszuführen und zu bewirtschaften, gewinnen immer mehr an Bedeutung. Dabei bietet gerade die industrielle Vorfertigung von Betonbauteilen, bei der die Vernetzung zwischen Planung und Produktion mit standardisierten Schnittstellen schon lange praktiziert wird, enorme Potenziale.

v

widerstandsfähig

Ökobilanz

Raumklima

tig

Umwelt

Qualität

lebenslang

Konstruktion

## Herausgeber

### **Bayerischer Industrieverband Baustoffe, Steine und Erden e. V.**

#### **Fachgruppe Betonbauteile (BIV)**

Beethovenstraße 8, 80336 München  
Tel. +49 89 51403-155, Fax +49 89 51403-161  
betonbauteile@biv.bayern, www.biv.bayern

### **Betonverband**

#### **Straße, Landschaft, Garten e. V. (SLG)**

Mittelstraße 2-10, 53175 Bonn  
Tel. +49 228 95456-21  
slg@betoninfo.de, www.betonstein.org

### **Bundesfachverband Betonkanalsysteme e. V. (FBS)**

Egermannstraße 1, 53359 Rheinbach  
Tel. +49 2226 885 999-0  
info@fbs-beton.de, www.fbs-beton.de

### **Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e. V. (BVSF)**

Paradiesstraße 208, 12526 Berlin  
Tel. +49 30 61 6957-32, Fax +49 30 61 6957-40  
info@spannbeton-fertigdecken.de  
www.spannbeton-fertigdecken.de

### **Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg e. V. (FBF)**

Gerhard-Koch-Str. 2 + 4, 73760 Ostfildern  
Tel. +49 711 32732-300, Fax +49 711 32732-350  
fbf@betonservice.de, www.betonservice.de

### **Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Sachsen/Thüringen e. V. (FBF SaTh)**

Meißner Straße 15a, 01723 Wilsdruff  
Tel. +49 35204 7804-0, Fax +49 35204 7804-20  
info@fbf-dresden.de, www.fbf-dresden.de

### **Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e. V. (BMG)**

Raiffeisenstraße 8, 30938 Großburgwedel  
Tel. +49 5139 9599-30, Fax +49 5139 9994-51  
info@fachvereinigung-bmg.de  
www.fachvereinigung-bmg.de

### **Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. (FDB)**

Mittelstraße 2-10, 53175 Bonn  
Tel. +49 228 954 56-56  
info@fdb-fertigteilbau.de, www.fdb-fertigteilbau.de

### **Hessenbeton e. V. (HB)**

Grillparzer Straße 13, 65187 Wiesbaden  
Tel. +49 2631 9560452, Fax +49 2631 9535970  
reim@bkri.de, www.hessenbeton.de

### **Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e. V. (Info-b)**

Postfach 3407, 65024 Wiesbaden  
Tel. +49 611 603403, Fax +49 611 609092  
service@info-b.de, www.info-b.de

### **InformationsZentrum Beton GmbH (IZB)**

Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf  
Tel. +49 211 28048-1, Fax +49 211 28048-320  
izb@beton.org, www.beton.org

### **Syspro-Gruppe Betonbauteile e. V. (Sys)**

Anna-Kuhnow-Straße 39, 04317 Leipzig  
Tel. +49 341 3928531-0  
info@syspro.org, www.syspro.de

### **Unternehmerverband Mineralische Baustoffe e. V. Fachgruppe Betonbauteile (UVMB)**

Wiesenring 11, 04159 Leipzig  
Tel. +49 341 520466-0, Fax +49 341 520466-40  
presse@uvmb.de, www.uvmb.de

### **Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e. V. (VBF)**

Raiffeisenstraße 8, 30938 Großburgwedel  
Tel. +49 5139 9994-30, Fax +49 5139 9994-51  
info@vbf-nord.de, www.vbf-nord.de

### **Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e. V. (vero) Fachgruppe Betonbauteile NRW**

Düsseldorfer Straße 50, 47051 Duisburg  
Tel. +49 203 99239-0, Fax +49 203 99239-97  
info@vero-baustoffe.de, www.vero-baustoffe.de

### **Verband Österreichischer Betonfertigteilwerke (VÖB)**

Wurmbstraße 42/3, A-1120 Wien  
Tel. +43 140348-00  
office@voeb.co.at, www.voeb.com

## Ideelle Träger

### Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller e. V. (BBF)

Gerhard-Koch-Str. 2 + 4, 73760 Ostfildern  
Tel. +49 711 32732-322, Fax +49 711 32732-350  
info@berufsausbildung-beton.de  
www.berufsausbildung-beton.de

### Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e. V. (FF)

Mittelstraße 2–10, 53175 Bonn  
Tel. +49 228 95456-11  
info@forschung-betonfertigteile.de  
www.forschung-betonfertigteile.de

## Fragen

Haben Sie noch Fragen? Dann senden Sie uns eine E-Mail an  
info@punktum-betonbauteile.de

## Klimaneutrale Produktion



Druckprodukt mit finanziellem  
**Klimabeitrag**  
ClimatePartner.com/10170-2508-1128

## Redaktion

Denny Bakirtzis, M.A. (FBF)  
Bauassessorin Dipl.-Ing. Alice Becke (FDB)  
Karoline Braschoß (FDB)  
Juliane Bräunlich (FBF SaTh)  
Regina Devrient, M.A. (UVMB)  
Dipl.-Ing. (FH) Michael Fuchs (SLG)  
Ing. Anton Glasmaier (VÖB)  
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Elisabeth Hierlein (FDB)  
Jörg Jehle (FBF)  
Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Diana Krüger (BIV)  
Dr.-Ing. Markus Lanzerath (FBS)  
Andrea Leusch (BIV)  
Dr. Ulrich Lotz (FBF)  
Dr. Christian Possienke, LL.M (VBF)  
Dr.-Ing. Jens Uwe Pott (VBF)  
Judith Pütz-Kurth (FDB)  
Christian Reim, M. Sc. (HB)  
Irina Ruff (FBF)  
Dipl.-Oec. Gramatiki Satslidis (FBF)  
Dr.-Ing. Stefan Seyffert (UVMB)  
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schemionek (FBS)  
Dr.-Ing. Matthias Tietze (Sys)  
Dipl.-Ing. Mathias Tillmann (FDB)  
Christina Ulrich (SLG)  
Lena Weigelt (IZB)

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben ausschließlich die persönlichen Ansichten und Meinungen des Autors wieder und müssen nicht unbedingt mit der Meinung der Redaktion übereinstimmen. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte übernimmt die Redaktion keinerlei Gewähr.

## Verantwortliche Redakteurin

Irina Ruff (FBF)

## Layout

Julia Romeni

## Titelbilder

Cover: © thejokercze – stock.adobe.com

## Druckerei

Onlineprinters GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth,  
www.diedruckerei.de

## Auflage

1.500

## Redaktionsschluss

28. Juli 2025



# Kompetenz für Betonbauteile