

3. Ausgabe | 2024

punktum.
betonbauteile

| **SONDERHEFT** |

Das Branchenmagazin

Betonfertigteile | Betonwaren | Betonwerkstein



POTENZIALE VON

BETONBAUTEILEN



© OTTO QUAST, FDB-Broschüre „betonfertigteil - fassade mit potenzial“

3	Punktum	27	Position: Versickerungsfähige Pflasterbefestigungen als Beitrag zur Klimaresilienz
4	Position: Schneller bauen mit Fertigteilen	28	Nachhaltigkeit von Betonwerkstein
6	Interview „Potenziale von Betonbauteilen“	32	Objektbericht „Pausenhof des Johannes-Gymnasiums Lahnstein“
8	Betonfertigteilfassaden mit Potenzial	34	Position: Resilienz der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur in Deutschland
13	Zukunftstaugliche Bürogebäude	37	Beton im Kanalbau
16	Nachhaltiges Flächenmanagement	40	Gastbeitrag „Modulares Brückensystem“
18	Gastbeitrag „Lösungen für die Landwirtschaft“	44	Gastbeitrag „Innovative Ladeinfrastruktur“
22	Interview „solid UNIT“	48	Potenziale nutzen – Vorgefertigte Betonbauteile
24	Neubewertung eines carbonreduzierten Betonfertigteilgebäudes	50	Impressum

Sonderheft

Potenziale von Betonbauteilen

Der Klimawandel und der Umgang mit den knapper werdenden Ressourcen gehören zu den größten Herausforderungen unserer Gesellschaft. Extreme Wetterverhältnisse wie Hitzewellen, Überflutungen und Starkregen haben in den vergangenen Jahren zugenommen. Die Nutzung von natürlichen Ressourcen übersteigt bereits jetzt die Regenerationsfähigkeit der Erde. Es sind neue Lösungen gefragt, um Gebäude und ganze Städte resilienter zu gestalten und die Energiewende voranzutreiben.

Die Baubranche gehört zu den größten CO₂-Emittenten und hat die Chance, durch nachhaltige Planungs- und Bauprozesse den Klimaschutz voranzutreiben. Ziel ist es, den Energie- und Rohstoffverbrauch weiter zu reduzieren, Ressourcen bewusster und intelligenter einzusetzen sowie Baustoffe und -produkte zu recyceln oder wiederzuverwenden. Dabei sollte der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks – von der Planung über den Bau bis hin zur Nutzung und dem Rückbau – betrachtet werden.

Beton, als meist verwendeter Baustoff, spielt eine besondere Rolle bei der Erreichung der Klimaziele. Die Beton- und Zementindustrie ist sich dieser Verantwortung bewusst und bereit, ihren Beitrag zu leisten. Seit 1990 hat die deutsche Zementindustrie durch umfangreiche Klimaschutzmaßnahmen ihre CO₂-Emissionen bereits um etwa ein Viertel reduziert. Zukünftig werden neben der Entwicklung CO₂-reduzierter Zemente vor allem die Abscheidung und Nutzung beziehungsweise Speicherung von CO₂ im Zementwerk eine entscheidende Rolle bei der Dekarbonisierung von Zement und Beton spielen.

Auch die Betonfertigteilindustrie versteht sich als Träger von Innovationen und bietet auf Bauteil- und Bauwerksebene zahlreiche Einspar- und Optimierungspotenziale. Alternative Bewehrungsarten, neue Betonrezepturen, der Einsatz von RC-Material, optimierte Bauteilquerschnitte sowie multifunktionale oder wiederverwendbare Bauteile sind nur einige Beispiele hierfür.

In diesem Sonderheft sind die wichtigsten Beiträge zum Thema „Potenziale von Betonbauteilen“ aus dem Jahr 2023 kompakt zusammengestellt.

Ihre Branchenverbände

POSITION.

Schneller bauen mit Fertigteilen

Die Wohnungsnot in Deutschland ist so groß wie seit 30 Jahren nicht mehr. Von Woche zu Woche verschärfen sich die Meldungen über die Probleme auf dem Wohnungsmarkt in Deutschland. Die Kosten werden immer höher und das Angebot immer knapper. Unter der Überschrift „Zwei Zimmer, Küche, keine Chance“ fasst die Süddeutsche Zeitung das aktuelle Problem zusammen. Seit Jahren verfolgt die Bundesregierung das Ziel, 400.000 neue Wohnungen im Jahr fertigzustellen. Leider wird dieses Ziel Jahr für Jahr nicht erreicht. Zurzeit ist von Fertigstellungsquoten von unter 300.000 neuen Wohnungen die Rede. Die bisherigen Maßnahmen der Bundesregierung, den Neubau anzukurbeln, sind ganz offensichtlich unzureichend. Zu sehr dominieren steigende Preise für Rohstoffe sowie steigende Hypothekenzinsen und die unsicheren Lieferketten das Baugeschehen. Hinzu kommt der immer eklatanter werdende Arbeits- und Fachkräftemangel. Ferner gibt es auch im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Bauland große Wirtschaftlichkeitslücken, die aufgrund der hohen Kosten dem Neubau entgegenstehen.

Um dem Wohnungsnotstand zu entkommen, spricht sich die Politik schon seit längerem für serielles und industrielles Bauen aus. Insgesamt erfreut sich die Errichtung von Nichtwohngebäuden unter Zuhilfenahme von großformatigen und tragenden Fertigteilen einer immer größer werdenden Beliebtheit. Nur im Wohnungsbau scheint dieser Trend noch nicht angekommen zu sein. Nach wie vor dominiert der „konventionelle“ Wohnungsbau. Des Weiteren zeigen statistische Daten aus dem Jahr 2020, dass Holz der dominante Wandbaustoff ist, wenn es um den Einsatz von industriell vorgefertigten Bauteilen im Wohnungsbausegment geht.

Es ist daher an der Zeit, dass die offenkundigen Vorteile der industriellen Vorfertigung von Betonbauteilen stärker im Rahmen des Wohnungsbaus berücksichtigt werden. Die Eigenschaften für den Einsatz von Betonbauteilen sind unbestritten:

- Durch die Vorfertigung lassen sich Montagezeiten auf der Baustelle und damit auch Baukosten erheblich reduzieren. Die geringe Baufeuchte der Montagebaustelle ermöglicht ein schnelles Weiterarbeiten der Ausbaugewerke. Dadurch kann das Gebäude schneller genutzt werden.



- Der Einsatz von Personal und energieintensiven Baumaschinen wird reduziert, wodurch auch gleichzeitig die Lärm- und Staubimmissionen verringert werden.
- Betonbauteile sind extrem widerstandsfähig und langlebig. Die hohe Dauerhaftigkeit von Beton sorgt dafür, dass Wohnhäuser über einen Zeitraum von weit über 80 Jahren genutzt werden können, bevor sie ersetzt und neue Ressourcen in Anspruch genommen werden müssen.
- Die Wärmespeicherfähigkeit des Betons wirkt sich positiv auf das Raumklima aus und reduziert den Heiz- und Kühlbedarf von Gebäuden. Gleichzeitig verringern sich im Jahresverlauf die Temperaturschwankungen von Gebäuden, wodurch die Energieeffizienz gesteigert und die CO₂-Emissionen gesenkt werden.
- Am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes sind Betonbauteile durch ihre ökologische Qualität überzeugend. Denn sie lassen sich als Bauteile wiederverwenden oder vollständig recyceln und als Gesteinskörnung wieder einsetzen und bleiben so vollständig im Stoffkreislauf. Betonbauteile erleichtern die sortenreine Trennung bei Rückbau und Recycling.



© Roman_23203 – stock.adobe.com

- Dank eines engmaschigen Netzes von Betonfertigteilwerken in Deutschland können darüber hinaus lange Transportwege vermieden werden.

Weshalb in Deutschland diese Vorteile im Wohnungsbau bisher nicht genutzt werden, darüber kann nur spekuliert werden. Unsere europäischen Nachbarn, wie zum Beispiel Großbritannien, setzen schon seit langem auf effizienten ressourcenschonenden Wohnungsbau mit vorgefertigten Betonbauteilen. Dabei zeigt sich, dass kein Bauherr auf die architektonische Vielfalt und Wohnqualität verzichten muss. Gerade dieses Stigma gilt es in den Köpfen der Architekt:innen zu überwinden, denn serielle Vorfertigung bedeutet nicht uniforme Gestaltung, sondern kann eine große Variationsbreite in der Gestaltung aufweisen.

Wenn wir zukünftig mehr (bezahlbaren) Wohnraum in Deutschland schaffen wollen, kommen wir nicht umhin, die Potenziale der Vorfertigung auch im Wohnungsbau stärker zu berücksichtigen. Planungsmethoden wie Building Information Modeling (BIM) sowie die Entwicklung neuer Zemente und Betonrezepturen ermöglichen einen zeitnahen und anspruchsvollen Wohnungsbau, welcher gleichzeitig den Ansprüchen des ressourceneffizienten Designs genügt.

Vorgefertigte Betonbauteile können daher zur Lösung der Wohnungsnot in Deutschland beitragen. Hierfür bedarf es allerdings auch einer Umsetzung in die Tat und den Mut, neue Wege zu gehen. So kann zum Beispiel die Vergabe von Fördermitteln mit der Forderung nach effizienteren Bauabläufen verbunden werden. Nur wenn der angestammte Trampelpfad verlassen wird, können statt Luftschlossern auch neue Wohnstätten entstehen.

Interview

Potenziale von Betonbauteilen

Das Büro Werkstatt Fischer Architekten in Mannheim begleitet bundesweit anspruchsvolle Hochbauprojekte aller Art und verfügt über eine jahrzehntelange Erfahrung mit elementiertem Bauen und vorgefertigten Betonbauteilen sowie den damit verbundenen Prozessabläufen. Anspruch des Architekturbüros ist eine sensible, nach- und werthaltige Architektur. Wir sprachen mit Büroleiter Dominik Wirtgen über die Rolle des Baustoffs Beton und insbesondere der Betonfertigteilbauweise in diesem Kontext.

Was sind die Herausforderungen, vor denen insbesondere Architekten und Architektinnen sowie Planende aktuell stehen?

Sicherlich stehen unsere Gesellschaft und insbesondere die Bauindustrie vor tiefgreifenden Umbrüchen. Arbeits- und Lebensbedingungen haben sich in den letzten Jahren stark verändert. Klassische Bauaufgaben und Projektentwicklungen brechen aufgrund neuer wirtschaftlicher Rahmenbedingungen weg. Das Einsehen in die Notwendigkeit einer vollständigen und ernsthaften Auseinandersetzung und Neubewertung aller Bauprozesse unter den Aspekten Ressourcen- und Energieeffizienz scheint in vielen Bereichen von Politik und Gesellschaft anzukommen.

Die Herausforderungen sind also nicht nur ökologischer, energetischer und ökonomischer, sondern auch kultureller, politischer und technischer Natur. Wir als Planende müssen intelligente ganzheitliche Antworten finden, um diese Prozesse zu begleiten. Sollten wir uns dem verweigern, werden wir als Projektbeteiligte in zunehmendem Maße weniger relevant für das Baugeschehen der Zukunft. Gleiches gilt für die Unternehmen der Bauindustrie.

Wie sehen Sie die Rolle der Betonfertigteilbauweise in diesem Kontext?

Beton wird auf absehbare Zeit weltweit alternativlos der Baustoff Nummer 1 bleiben. Kein anderer Baustoff hat auch nur annähernd das Potenzial, Beton in nennenswertem Umfang zu substituieren. Gleichzeitig ist die Zementindustrie aber auch einer der größten globalen Emittenten von CO₂. Die schlechte Bilanz ist prozessbedingt und somit der große Nachteil von Betonkonstruktionen. Hieraus erwächst die Verantwortung, zukünftig sinnvoller mit dem Baustoff umzugehen.

Gerade wir als HighTech- und Ingenieurnation sollten, um unseren Status erhalten zu können, bestrebt sein, Techniken und Bauweisen zu entwickeln, die ein ressourcen- und energieeffizientes Bauen mit Beton ermöglichen.

Der Betonfertigteilbau kann und sollte Träger von Innovation sein. Ob neue Betonarten, Bewehrungen oder hybride Systeme – viele Betontechniken sind nur unter industriellen Werksbedingungen realisierbar. Baustoffzertifizierung, Prefabrikation, modulares Bauen und vor allem Kreislaufwirtschaft: Für all diese „heiß diskutierten“ Themenbereiche kann Betonfertigteilbau intelligente Lösungen anbieten. Mir scheint, dass die Bedeutung gerade von PreFab für das zukünftige Bauen und die damit verbundenen Chancen in der Branche oftmals noch nicht vollständig angekommen sind.

Sie haben sich vor einiger Zeit selbst als „Plattenbau-Fan“ bekannt und wollen die gängigen Vorurteile gegenüber dieser Bauweise widerlegen. Was schätzen Sie beim Bauen mit Betonfertigteilen, und wie hat sich das Image im Laufe der Jahre verändert?

Neben den gestalterischen und den bekannten klassischen Vorteilen des elementierten vorgefertigten Bauens sehen wir als Werkstatt Fischer Architekten auch die Chance, Dinge mit Fertigteilen zu realisieren, die mit anderen Bautechniken nicht möglich gewesen wären. In der Vergangenheit waren das insbesondere vorgefertigte Bauteile mit intelligenter Gebäudetechnik als integralem Bestandteil.

Spricht man über die Energiewende, dann rückt schnell das Thema der Speicherung in den Mittelpunkt der Betrachtung. Hier liegt eines der energetischen Hauptprobleme, das es für uns als Gesellschaft zu lösen gilt – und genau hier liegt einer der Vorteile von Beton.



Der Betonfertigteiltbau kann und sollte Träger von Innovation sein. Ob neue Betonarten, Bewehrungen oder hybride Systeme – viele Betontechniken sind nur unter industriellen Werksbedingungen realisierbar.

Der Massereichtum der Konstruktion kann und sollte passiv und aktiv genutzt werden: Das Tragwerk eines Hauses wird zum Speichermedium. Bei den gängigen Energiebetrachtungen wird die Speicherwirkung einer Konstruktion im rechnerischen Nachweis oftmals nur unzureichend berücksichtigt (zum Beispiel globales Erwärmungspotenzial GWP).

Insbesondere bei Langzeitbetrachtungen ergeben sich aber – je nach Nutzung – große energetische Einspareffekte im Vergleich zu Leichtbaukonstruktionen, die sich durch die möglichen längeren Lebenszyklen von Betonkonstruktionen noch verstärkt auswirken. Hier sind die Potenziale, insbesondere als Teil der Wärmeerzeugung und -verteilung noch nicht ausgereizt.

In zunehmendem Maße sehen wir als Büro Fertigteilbau auch als Möglichkeit der Reduktion von Beton. Die Konstruktionsart bietet heute schon vielfältige Möglichkeiten, CO₂-reduzierter und „schlanker“ als konventionell üblich zu bauen.

Sind diese Vorzüge der Vorfertigung bei der Architektenschaft ausreichend bekannt?

Sicherlich denken die meisten Architekten und Architektinnen bei Betonfertigteilen nicht an „nachhaltiges“ Bauen. Wenn zumindest Teile der Branche sich als Innovationsträger begreifen, werden wir schnell Lösungen mit CO₂-reduziertem Zement, R-Beton, Rezeptur- und Bewehrungsinnovationen, Hohlkörpern, integrierter Gebäudetechnik, Verschlankung durch Formgebung usw. sehen.

Neben den Material- und Energieeinsparungen ist die Kreislaufwirtschaftsfähigkeit der Konstruktionen sicherlich ein Themenbereich, dem immer mehr Bedeutung zugemessen wird. Beton ist laut Bundesumweltamt schon lange einer der bedeutendsten Recyclingbaustoffe. Leider findet die Wiederverwendung meist auf niedrigem Aufbereitungsniveau

statt. Dabei besitzen Fertigteilkonstruktionen aufgrund der reinen Materialchargen insbesondere für die Herstellung von R-Beton eine besondere Bedeutung.

Das große Potenzial, elementierte Bauteile nicht nur zu recyceln, sondern als Bauteil wieder zu verwenden, ist leider aufgrund von bestehenden Regelwerken derzeit noch nicht möglich. Hier würde sich ein ganz neuer Markt, insbesondere für Hersteller typisierter Grauteile eröffnen. Normen und Bemessungsgrundlagen stehen oftmals der Optimierung von Konstruktionen im Wege – schwer nachvollziehbar, warum zum Beispiel in anderen Ländern wasserundurchlässige Bauteile schlanker sein können als in Deutschland.

Schlanke, intelligente Konstruktionen bergen ein riesiges Potenzial für Einsparungen von Beton. In diesem Zusammenhang erinnere ich gerne an Schalenkonstruktionen wie zum Beispiel das Uni HP-System. Zu DDR-Zeiten wurde aus der Not heraus, ein intelligentes, schlankes modular einsetzbares System aus Fertigteilschalen entwickelt und in Masse realisiert. Ein Haus aus Betonschalen würde Architekturbüros und Herstellern heute sicher nicht als erstes zum Thema „nachhaltiges Bauen“ einfallen.

Keine Materialersparnis wiegt eine lange Lebensdauer auf. Wird der Rückbau eines Gebäudes vermieden und der Lebenszyklus über die tatsächlich mögliche Standdauer eines Tragwerks verlängert, relativiert sich der Energieeinsatz bei der Herstellung. Für eine lange Lebensdauer müssen Tragwerke aber transformier- und adaptierbar sein. Lebens- und Arbeitswelten ändern sich permanent. Wenn Gebäude nicht auf diese sich verändernden Anforderungen angepasst werden können, verlieren sie ihre Daseinsberechtigung. Energie- und Ressourcenverschwendung aufgrund von Abriss durch intelligente und zukunftsfähige Architektur zu vermeiden, ist sicher eine der Hauptherausforderungen für Planende.

Vielen Dank für das Gespräch!

Betonfertigteilfeassaden mit Potenzial

Nachhaltiger, klimafreundlicher und ressourceneffizienter

Die Potenziale der Betonfertigteiltbauweise für die Fassade eines Bauwerkes erkennen und optimal nutzen – die gesellschaftliche Akzeptanz des Bauens wird zukünftig immer mehr an den Auswirkungen und an dem Erhalt unserer Umwelt beurteilt werden. Themen wie die Reduktion von CO₂ und eine möglichst nachhaltige und ressourcenschonende Ausrichtung spielen dabei eine entscheidende Rolle. Über Jahrzehnte gewachsene und etablierte Bauweisen müssen sich den Anforderungen unserer Zeit anpassen und leisten so einen Beitrag zum weltweiten klimatischen Schutz unserer Erde.



Bild 1: Fassadelemente aus Recyclingbeton unter Verwendung des vor Ort rückgebauten Gebäudes als Beton- und Ziegelrezyklat, HERING Bau.

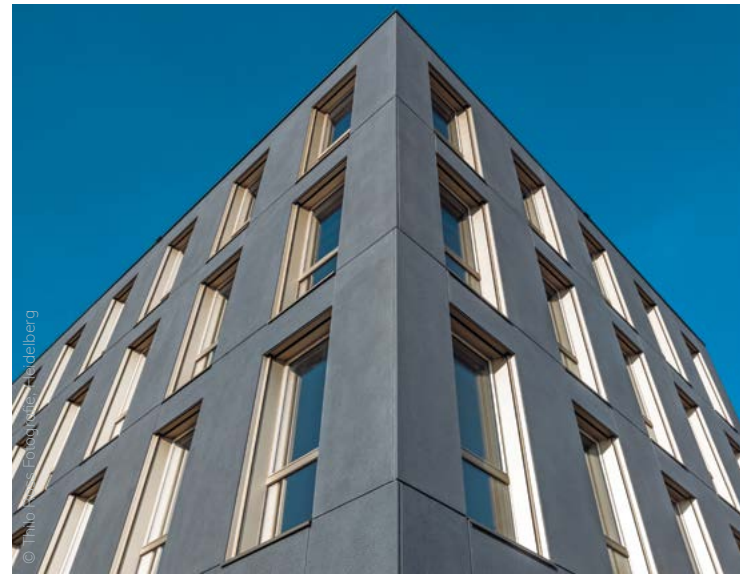


Bild 2: Sandwichfassade mit 3 cm dünner Vorsatzschale und textiler Bewehrung, Dreßler Bau.

Auch die Betonfertigteilindustrie hat sich dieser neuen Herausforderungen angenommen und entwickelt kontinuierlich Methoden und Lösungsansätze. Damit bleibt diese Bauweise auch für zukünftige Projekte attraktiv, ohne die bekannten Vorteile mit Betonfertigteilen einschränken zu müssen.

Vorteile wie die hohe thermische Speichermasse, Umsetzung maximaler brand- und schallschutztechnischer Vorgaben, hochwertige Qualität kombiniert mit einer seriellen, witterungsunabhängigen und wirtschaftlichen Bauweise sind Argumente, die auch zukünftig wesentliche Pluspunkte der Bauweise sein werden.

Im Fassadenbau mit Betonfertigteilen hat es bereits sehr viele Entwicklungen hin zur nachhaltigeren, klimafreundlicheren und ressourceneffizienteren Fassade gegeben.

Im Folgenden werden die Potenziale, die heute schon umsetzbar sind, aufgezeigt und erläutert sowie ein Ausblick auf die möglichen weiteren Entwicklungen gegeben.

Potenzial 1: Bei der Planung der Fassade fängt es an

Bevor die ersten Teile in einem Fertigteilwerk produziert werden, ergibt sich hinsichtlich der CO₂-Einsparung bereits ein erhebliches Potenzial. Bei Vorgehängen kann dieses zum Beispiel bis circa 65 % gegenüber der bislang etablierten großformatigen, vorgehängten Betonfertigteilfeassade aus Stahlbeton mit CEM I-Zement betragen.

Wesentliche Ansatzpunkte sind hierbei:

- Fertigteilegerechte Entwurfs- und Werkplanung (s. Bilder 3 und 5)
- Optimierung der Bauteildicken (mittelgroße oder kleine Platten können deutlich dünner ausgeführt werden als großformatige Platten) (s. Bilder 2 und 4)
- Auswahl und Optimierung der Bewehrung (einlagig bewehrte oder unbewehrte Platten, Bewehrung aus Glasfaser oder Carbon) (s. Bilder 2 und 4)
- Optimierung der Betonrezeptur durch die Wahl CO₂-reduzierter Zemente und die nutzungsbezogene Anpassung der Betonfestigkeitsklasse (CEM II- statt CEM I-Zement spart bis zu 20 % CO₂)
- Wahl der Wärmedämmung (s. Bild 6)
- Differenzierte Betrachtung der Lastansätze (s. Bild 7)

Für alle Planungsbeteiligten wird es im Vorfeld einer Baumaßnahme, die in Betonfertigteilbauweise errichtet werden soll, immer wichtiger, Informationen zu bündeln und Partner zu finden, die auf eine fundierte Erfahrung im Betonfertigteilbau bzw. im Bereich der Architekturbetonfassaden zurückgreifen können. Dies ermöglicht von Anfang an den verantwortungsvollen Umgang mit der Thematik CO₂-Reduzierung. Folgende Punkte haben dabei großen Einfluss auf die Einsparung von Ressourcen:

- Optimierung des Bewehrungsgehaltes
- Differenzierte Betrachtung der Bauteilabmessungen und Lastannahmen
- Eine optimierte Gewichtung der Betonmenge gegenüber der Betonrezeptur

Letztendlich trägt dies nicht nur zur Nachhaltigkeit bei, sondern kann auch merklich die Wirtschaftlichkeit steigern. Ein erster Kontakt zu Fertigteilfirmen und eine Beratung hinsichtlich der Möglichkeiten sollten deshalb bereits frühzeitig im Planungsprozess angestrebt werden. So können im Zuge des kompletten Bauverlaufs fertigteilegerechte und optimierte Bauabläufe gewährleistet werden.

In diesem Planungsprozess sollten bei einer nachhaltigen und CO₂-optimierten Planung unter anderem folgende Punkte diskutiert und gegebenenfalls Lösungsansätze mit integriert werden:

- Integration zusätzlicher Funktionen in der Fassade, zum Beispiel Ausbildung der Architekturbetonfassade als lastabtragende Außenwand (s. Bild 7)

- Optimierter Transport durch angepasste Bauteilgrößen (Vermeidung von Leerfahrten)
- Sinnvolle Wiederverwertung der Bauteile beziehungsweise Möglichkeiten für einen weiteren Lebenszyklus der Fassade

Einsatz von regionalen Gesteinskörnungen und Zementen, um lange Transportwege zu vermeiden.



Bild 3: Serienfaktor: Nachhaltige und wirtschaftliche Nutzung der Schalung (hier nur 6 Schalungen für 264 Fertigteile, Runkel Fertigteilbau).

Potenzial 2: Nachhaltigkeit im Herstellungsprozess der Fassaden

Die Produktion von Betonfertigteilen in modernen Werken wurde in den letzten Jahren so optimiert, dass fast alle eingesetzten Ressourcen vollständig verwendet werden können. Somit wird im Herstellungsprozess bereits großer Wert auf eine nachhaltige Produktion und Ausrichtung gelegt:

- Anfallendes Restwasser wird beispielsweise wiederaufbereitet und wiederverwendet
- Aus verbleibenden Restmengen an Beton werden einfache Systembauteile gefertigt, etwa „Beton-Bausteine“
- Mattenschweißanlagen minimieren den Verschnitt im Bereich der Bewehrung und setzen die wertvolle Ressource gezielt ein

Im Unterschied zu anderen Bauweisen fallen im Zuge der Aufbereitung des Rohstoffes bis hin zum verarbeitbaren Baumaterial keine organischen Abfälle an, die entsorgt werden müssen und gegebenenfalls zu einer Belastung der Umwelt durch klimaschädliche Gase bei der Verrottung führen. ▶



Bild 4: Dünne Fassadenelemente aus hochfestem und unbewehrtem Beton, Drössler Betonfertigteile.

Gradientenbetone helfen, wertvolle Rohstoffe zu sparen und optimieren den Einsatz von Gesteinskörnung. Unter einem Gradientenbeton versteht man das Einbringen von zwei unterschiedlichen Betonrezepturen innerhalb eines Bauteils. Am Beispiel einer Fassade bedeutet das, dass zunächst eine hochwertige Betonrezeptur in die Schalung eingebracht wird, die die gewünschte Optik der Fassade nach dem Ausschalen sicherstellt. Diese circa 3 bis 4 cm dicke erste Betonschicht wird noch im nassen Zustand durch einen zweiten Beton ergänzt, der die statisch tragende Funktion des Bauteils und die notwendige Betondeckung gewährleistet. Durch diese Art der Betonage im Fertigteilwerk kann ein ressourcenschonender Einsatz von Rohstoffen sichergestellt und – je nach



Bild 5: Nachhaltigkeit durch Serienfertigung, bei Umsetzung von ästhetischen und architektonischen Ansprüchen.

verwendeter Gesteinskörnung – auch noch eine wirtschaftliche Optimierung erreicht werden.

Das schon seit einiger Zeit im Bereich der Architekturbetonfassade eingesetzte Titandioxid gilt nachweislich als Zusatzstoff, der als Katalysator wirkt, Stickoxide aus der Luft abbaut und somit zur Nachhaltigkeit beiträgt. Zusätzlich kann die Verschmutzung der Architekturbetonfassade verringert werden, was eine positive nachhaltige Auswirkung auf die Reinigung der Fassadenbauteile hat.

Auch im Bereich der nach wie vor sehr wirtschaftlichen Bauweise mit Betonsandwichenelementen ergeben sich neue und zukunftssträchtige Möglichkeiten. Den Nachteil eines Verbundbauteils können neue moderne, rein mineralische Dämmstoffe entkräften, die bei einem Rückbau zusammen mit dem Beton gebrochen werden können. Das so entstandene Gemisch aus Beton und Dämmung gilt als rein mineralischer Baustoff, der wieder als Zuschlagstoff oder Baustoff verwendet werden kann. Einige Bauvorhaben wurden bereits umgesetzt und so zielführende Erfahrungen im Bereich der mineralischen Dämmungen gemacht (s. Bild 6).

Nachhaltige und CO₂-reduzierte Betone für Fassaden werden bereits erfolgreich eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt.

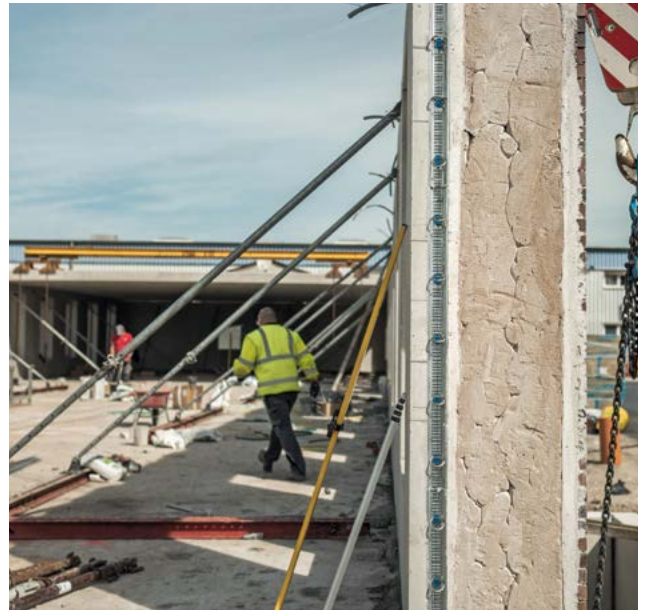
Potenzial 3: Die Architekturbetonfassade in der Gebäudenutzung

Schon seit einiger Zeit gelten Architekturbetonfassaden als eine sehr robuste Fassadenbekleidung. Widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse halten Architekturbetonfassaden über Jahrzehnte Wind und Wetter stand. Nicht selten ist es der Fall, dass Gebäude 50 Jahre und mehr ohne großen wirtschaftlichen Aufwand an der Fassade genutzt werden können. Voraussetzung für diese lange Lebensdauer ist, wie bei vielen anderen Fassadensystemen auch, eine regelmäßige Wartung und Pflege. Im Falle einer turnusmäßigen Reinigung sprechen die verhältnismäßig geringe Menge an Reinigungsmitteln und der sparsame Einsatz der Ressource Wasser für eine nachhaltige und wirtschaftliche Nutzung der Fassade. Diese lange Lebensdauer in Verbindung mit einem geringen Wartungsaufwand im Vergleich zu anderen Bauweisen zeichnet die Betonfertigteilbauweise gerade im Bereich der Fassadentechnologie aus.

Zudem helfen bei der Nutzung eines Gebäudes eine hohe Speichermasse und die damit verbundene zeitversetzte Abgabe und Aufnahme von Wärme, den energetischen Verbrauch des Gebäudes zu



© Geolyth Mineral Technologie, Traun (Österreich)



© Florian Schrader, Achim

Bild 6: Neuartige Fassadenbauteile mit Mineralschaumdämmung, Zuber Beton.

reduzieren und somit die CO₂-Bilanz in der Nutzungsphase zu verbessern. Die herausragenden Brandschutzeigenschaften (nicht brennbar A1), hohe Schallschutzdämmwerte der Bauweise und ein möglichst einfacher monolithischer Aufbau mit wenigen Schichten ermöglichen eine flexible Nutzung des Gebäudes und werden wechselnden Nutzungsansprüchen gerecht. In Summe können somit über die gesamte Lebensdauer die Betonfertigteilbauweise und insbesondere die Architekturbetonfassade wesentlich dazu beitragen, die Nachhaltigkeit des Gebäudes deutlich zu verbessern.

Potenzial 4: Der Baustoff Beton im Recyclingprozess

Der Baustoff Beton an sich ist ein mineralischer Baustoff, der aus nur wenigen Ausgangsstoffen besteht. Sand, Wasser und Zement bilden seine Hauptbestandteile. Bei der Demontage von Betonfassaden lässt sich eine sortenreine Trennung der Materialien sehr effizient umsetzen und der gebrochene Beton im R-Beton weiter in den Baustoffkreislauf integrieren. Die Betonfertigteilfassaden bieten ein breites Spektrum an Möglichkeiten. Vorgehängte Fassadensysteme lassen sich sehr gut wieder demontieren. Beim Trennen und Brechen des Materials wird aufgrund der feinen Anteile und der damit verbundenen großen Oberfläche nachweislich CO₂ aus der Umwelt aufgenommen.

Nicht nur Beton kann als gebrochenes Recyclingmaterial sortenrein wiederverwendet werden, sondern auch aufbereitete Gesteinskörnungen



© Florian Schrader, Achim

Bild 7: Architekturbetonfassade als lastabtragende Außenwand, BWE-Bau.

aus artfremden Bestandsabbrüchen, zum Beispiel Ziegel, kommen bei Fassaden zum Einsatz (s. Bilder 1 und 8). Derzeit ist es nach der DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 (2019) möglich, bis zu einem Viertel der herkömmlichen Gesteinskörnung in Fassaden zu ersetzen, bei einer Begrenzung der Betonfestigkeit auf maximal C30/37. Die neue DIN 1045-2 (2023-08) erlaubt grundsätzlich 25 % Recyclingmaterial für alle Betone und Anwendungsfälle, in vielen Fällen auch noch deutlich höhere Anteile.



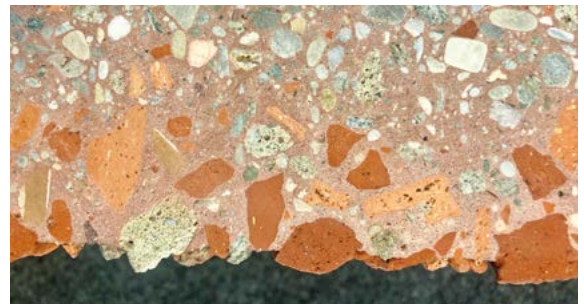



Bild 8a: Reduktion des Ressourcenverbrauchs durch Recyclingmaterial, Laumer Bautechnik.

Bild 8b: RC-Material (Ziegelbruch) als Fassade und im Querschnitt einer Vorsatzschale, Laumer Bautechnik.

Die R-Betone werden zukünftig, abhängig von der regionalen Verfügbarkeit des Abbruchmaterials, dazu beitragen, dass die Betonfertigteilbauweise wesentlich in den Materialkreislauf der Baustoffe und somit in den Recyclingprozess von Bestandsgebäuden eingebunden wird.

Und natürlich geht es noch weiter ...Die Forschung und Entwicklung, insbesondere vonseiten der Baustoffindustrie und der Fassadenhersteller, schreitet stetig voran. Themen wie Holzbeton, bei dem Gesteinskörnungen durch Holz ersetzt werden, oder Beton-Holz-Verbundbaustoffe sind genauso zukunftssträchtig wie der Ausbau der Recyclingwirtschaft, was die Verfügbarkeit von sekundären Baustoffen verbessern wird.

Einen zusätzlichen Aufschwung in diesem Bereich wird auch die Etablierung von Zertifikaten liefern, die gegebenenfalls Grundlage für staatliche Förderungen sein werden. Einige Gebäude mit Architekturbetonfassaden wurden bereits mit den DGNB-Zertifikaten ausgezeichnet.

 www.fdb-fertigteilmbau.de

Der FDB-Arbeitskreis Fassaden wurde vor fast 20 Jahren gegründet und setzt sich interdisziplinär aus Herstellern, Zulieferern und Planern zusammen. Derzeit besteht er aus 45 Mitarbeitenden. Seine Ziele sind:

- der Informationsaustausch (unter anderem Herstellung, Transport und Montage von Fassaden, Vermeidung von Schäden, Fassadenbefestigung, Konstruktionsdetails, Bauphysik, Architekturbeton und Nachhaltigkeit),
- die Bereitstellung von technischen Informationen für die Fachöffentlichkeit (Konstruktionsdetails, Merkblätter, Infoblätter und Seminare),
- die Weiterentwicklung der Bauweise und die dazugehörige Öffentlichkeitsarbeit (Gestaltung und Durchführung von Seminaren und Veröffentlichung von informativen und umfangreich bebilderten Faltblättern).

Zukunftstaugliche Bürogebäude

Stützenfreie Innenräume dank Spannbetondecken

Unternehmen wachsen oder schrumpfen, Mieter kommen und gehen. Das erfordert Gebäudekonzepte, die diese Veränderungen mitmachen können. Bürogebäude müssen so beschaffen sein, dass sie sich schnell und kostengünstig an alle Bedürfnisse ihrer Nutzer anpassen lassen. Damit wird Flexibilität zu einer Grundvoraussetzung, die moderne Bürogebäude erfüllen müssen. Die Veränderungen der Berufsbilder, das Entstehen neuer Arbeitsabläufe, Innovationen im Kontext der Informations- und Kommunikationssysteme lassen heute nur erahnen, wie Büros in der Zukunft aussehen und genutzt werden.



© Thomas Bocian

Flexibler Grundriss in einem Bürogebäude in Dortmund.

Flexibilität statt Leerstand

Dabei ist es egal, welches Bürokonzept im Moment favorisiert wird – Einzel-, Gruppen-, Kombi- oder Großraumbüro, open space office, flexible office oder non-territorial office – die Anpassungsfähigkeit des Tragwerks wird am Ende ausschlaggebend sein, ob Bürogebäude auch den künftigen Anforderungen an den Arbeitsplatz gerecht werden oder Leerstand droht.

Und das trifft nicht nur für Mieterwechsel zu. Es sind ebenso die Bedürfnisse und Arbeitsweisen der Mitarbeiter:innen, die sich kontinuierlich ändern. Nur wer sich am Arbeitsplatz wohlfühlt, wer ungestört

und konzentriert arbeiten und kommunizieren kann, der arbeitet produktiv und zufrieden.

Materialverbräuche und Deckenstärken reduzieren

Bürokonzepte gibt es heute viele. So unterschiedlich die Raumfunktionskonzepte auch sein mögen, die baulichen Achs- und Rastermaße aller Bürogebäude sind ziemlich ähnlich. Die klassische lichte Weite zwischen den Gebäudeaußenwänden liegt bei circa 12,50 m. Für Zellenbüros ergeben sich damit Raumtiefen an den Fenstern von circa 5,30 m und Flurbreiten – je nach Wandkonstruktionen – von circa 1,60 m. ▶



© Thomas Bocian

Spannbetondecken bieten mehr Flexibilität bei gleichzeitiger Reduzierung der Geschosshöhen.



© Thomas Bocian

Ohne Stützen sind die Räumlichkeiten uneingeschränkt zu verändern, das bedeutet längere Nutzungsphasen und bessere Ökobilanzierungen für das Gebäude.

Nutzt man eine Flurwandachse für tragende Wände oder Riegel-/Stützenkonstruktionen, erreicht man einseitig Spannweiten bis 7 m und muss dann schon mit 25 cm Ortbetondecken rechnen. Nicht so bei Spannbeton-Fertigdecken. 20 cm dicke Decken können weit über 7,50 m spannen. Und weil Spannbeton-Fertigdecken auch deutlich weniger Gewicht auf die Mittelunterzüge abtragen, können diese kleiner ausfallen und mit weniger Stützen auskommen. Neben den wirtschaftlichen Vorteilen von Spannbeton-Fertigdecken sind es die konstruktiven Möglichkeiten, die für den Einsatz der Decken sprechen.

Jede Stütze, die wegfällt, ist eine gute Stütze

Jede Stütze und jede tragende Innenwand schränken die Nutzung und Vermietung von Büroräumen ein. Spannbeton-Fertigdecken können von Außenwand zu Außenwand gespannt werden und damit frei planbare und veränderbare Räume schaffen. Damit ist jedes Bürokonzept umsetzbar, was wiederum zu weniger Mieterwechsel führt und die Lebensnutzungsdauer von Immobilien verlängert.

Wirtschaftlich von Anfang an

Für die ökonomische Qualität eines Gebäudes ist ein möglichst langer Werterhalt von großer Bedeutung. Für Anleger:innen sind Immobilien Wertanlagen, die Rendite bringen sollen. Das erfordert Gebäudekonzepte, die lange und kontinuierlich hohe Mieten versprechen und die schnell und kostengünstig Umbauten und Umnutzungen ermöglichen. Dass der Einsatz von Spannbeton-Fertigdecken im Büro- und Verwaltungsbau nebenbei auch die Baukosten senkt, bestätigt eine unabhängige Wirtschaftlichkeitsstudie der Technischen Universität (TU) Dortmund, in der Spannbeton-Fertig-

decken, Ortbetondecken und Halbfertigteildecken anhand eines Musterbürogebäudes verglichen wurden.

Riesige Einsparpotenziale

Mit der Wahl für ein Deckensystem wird maßgeblich über den ökologischen Fußabdruck eines Gebäudes entschieden. Mehr als 40 % der Primärenergie und mehr als 40 % der CO₂-Emissionen stecken beim Rohbau in den Decken. Dach- und Geschossdecken beeinflussen zum Beispiel rund 42 % der DGNB-Bewertungskriterien, auch wenn sie nicht immer separat ausgewiesen werden.



Bürogebäude in Dortmund, Freie-Vogel-Straße: Alle Geschoss- und Dachdecken inkl. der Decke über der Tiefgarage sind mit BRESPA®-Decken hergestellt.

© Thomas Bocian

Ökobilanzierung der HTW Berlin

Eine aktuelle Vergleichsstudie der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin, in der erstmalig das Einsparpotenzial durch den Einsatz von Spannbeton-Fertigdecken im Vergleich zu gleichwertigen Ortbetondecken über das gesamte Gebäude hinsichtlich der Materialien und Treibhausgase untersucht wurde, belegt, dass die effek-

tive Materialausnutzung von Spannbeton-Fertigdecken über 50 % an Beton und über 85 % an Stahl allein bei den Decken einspart.

Außerdem verursacht eine Ortbetondecke über 50 % mehr CO₂ als eine Spannbeton-Fertigdecke und insgesamt – über das gesamte Gebäude bis zu den Fundamenten gerechnet – sind es fast 25 % CO₂-Emissionen, die eingespart wurden.

Nachhaltiges Flächenmanagement

Keller schaffen zusätzlichen Wohn- und Nutzraum und erhalten Grünflächen

Die Reduzierung der Flächenversiegelung und -inanspruchnahme ist ein wichtiges Ziel, wenn es um nachhaltiges Bauen geht. Insbesondere in urbanen Gebieten setzt man daher verstärkt auf die Innenverdichtung, beispielsweise die Aufstockung vorhandener Bauten oder den Dachgeschossausbau, um den dringend benötigten zusätzlichen Wohnraum zu schaffen. Beim Neubau von Gebäuden, vor allem dort, wo aufgrund von Bauvorschriften nicht uneingeschränkt in die Höhe gebaut werden darf, ist die Unterkellerung ein gutes Instrument für mehr Flächeneffizienz.

Flächeneffizient bauen

Wer in die Tiefe baut, statt in die Breite, gewinnt an Wohn- und Gartenfläche. Durch den Bau eines Kellers wird das vorhandene Grundstück optimal ausgenutzt. So entsteht bis zu 25 % mehr Wohn- beziehungsweise Nutzfläche. Gerade bei kleineren Grundstücken ist dies von Vorteil.

Keller erhalten zudem wertvolle Grünflächen auf dem Grundstück, die der Erholung, aber auch der Bepflanzung und Regenwasserbewirtschaftung dienen.

Als Lagerraum ersetzen sie oberirdische Abstellräume wie Geräteschuppen oder Hütten auf den verbleibenden Außenflächen. Die überbauten Flächen verhindern nämlich die Versickerung des Regenwassers und belasten damit unnötig die Kanalisation.

Keller als Lebensraum

Keller schaffen zusätzlichen Lebensraum. Sie werden heute zu über 95 % gedämmt ausgeführt. Mit großzügiger Belichtung durch Lichtschächte oder Lichtbänder entstehen damit hochwertige Wohn-



Ein Keller schafft zusätzlichen Lebensraum. Ob Homeoffice, Einliegerwohnung, Wellness-Oase, Fitness- oder Hobbyraum, den Nutzungsmöglichkeiten sind keine Grenzen gesetzt.



© Knecht Betonwerk

Bei Fertiggellern werden die im Werk vorab gefertigten Betonelemente auf der Baustelle nur noch montiert.

und Nutzräume. Ob vermietete Einliegerwohnung, Homeoffice, Hauswirtschaftsraum, Fitnessstudio oder Wellness-Oase – den Möglichkeiten eines gedämmten Kellers sind keine Grenzen gesetzt. Sie sorgen darüber hinaus für einen effizienteren Energieverbrauch, Flexibilität fürs Mehrgenerationenwohnen und steigern den Wert der Immobilie.

Keller bieten zudem Stauraum für innovative Haustechnik und begünstigen den Einsatz erneuerbarer Energien. Lüftungsanlagen, Wärmetauscher oder Hausbatterien für eine Photovoltaikanlage finden hier ihren Platz. Keller ermöglichen einen kostengünstigen Einbau und Anschluss an das Leitungssystem auch für spätere Nachrüstung.

Kürzere Bauzeiten dank Vorfertigung

Keller können mit vorgefertigten Betonbauteilen schnell und wirtschaftlich errichtet werden. Für den Wohnungsbau werden oft komplette Fertiggeller angeboten. Dabei werden die Wand- und Deckenelemente in witterungsgeschützten Produktionshallen unter kontrollierten Bedingungen vorgefertigt. Die Betonelemente enthalten bereits alle gewünschten Anschlüsse für elektrische und andere Installationen oder Aussparungen, etwa für Fenster und Türen. Anschließend wird der vorgefertigte Keller just in time auf die Baustelle geliefert und innerhalb weniger Arbeitstage montiert.

Häufig werden die Außen- und Innenwände eines Kellers aus vorgefertigten Doppelwänden gebaut. Diese werden auf der Baustelle plangenaue versetzt und durch Ausbetonieren des inneren Betonraumes vor Ort tragend verbunden. An der Baustelle sind damit keine aufwendigen Schalungs- oder Bewehrungsarbeiten erforderlich. Auch die Betonage der versetzten Wandbauteile geht schneller, da hierfür nur noch eine geringe Menge an Beton verbaut wird. Durch glatte und malerfertige Oberflächen von vorgefertigten Betonbauteilen entfallen zudem aufwendige Putzarbeiten, auch dies verkürzt die Bauzeit sowie die -kosten.

Wer baut, sollte auf einen Keller besser nicht verzichten. Auf lange Sicht macht sich die Investition bezahlt, denn ein moderner Keller ist längst nicht nur Abstell- und Lagerfläche. Er bietet mehr: Wertvollen Lebensraum! Durch vorgefertigte Betonbauteile ist es möglich, Keller schnell und wirtschaftlich zu bauen.

Die Initiative Pro Keller hat die Vorteile eines Untergeschosses in der neuen Broschüre „Lebensraum – Keller aus Betonbauteilen“ zusammengefasst.

 www.prokeller.de

Gastbeitrag „Lösungen für die Landwirtschaft“

Landwirtschaftliches Bauen mit Betonfertigteilen

Seit über 150 Jahren baut man mit Beton und seit dieser Zeit findet man diesen Baustoff auch im landwirtschaftlichen Bauen. Im letzten Jahrzehnt haben rechtliche Rahmenbedingungen sowohl im Stallbau (tiergerechte Haltungsformen) als auch bei der Lagerung von Jauche, Gülle, Silagesickersäften und Festmist, kurz JGS (wasserrechtliche Vorgaben), zu neuen Anforderungen an die landwirtschaftlichen Bauweisen geführt. Überschlägig werden rund 5 % bis 8 % des Betons für landwirtschaftliche Nutzungen verwendet. Betonfertigteile spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Produktpalette

Die Fertigteilindustrie verfügt heute über ein großes Angebot von Betonprodukten für das landwirtschaftliche Bauen. Die Produktpalette reicht von kleinformatischen Fertigteilen wie Pflaster und Gehwegplatten über Mauersteine für Wände und Dachsteine bis zu großformatigen Beton-Bauteilen wie Wand-, Dach-, und Deckenplatten sowie komplett vorgefertigten Stall- und Wirtschaftsgebäuden. Einige Fertigteile sind speziell für die besonderen Anforderungen der Landwirtschaft entwickelt. Dazu gehören zum Beispiel Stallfußbodenplatten, Spaltenböden, Flüssigmistkanäle oder Fahrsilos sowie Behälter für Jauche, Gülle, Silagesickersäfte und Biogasanlagen. Kombinierte Lösungen aus Ort beton und Fertigteilen können dabei durchaus wirtschaftlich und zweckmäßig sein und schließen sich keineswegs gegenseitig aus. Vorteile des Bauens mit Fertigteilen sind

- hohe, gleichmäßige Qualität durch witterungsgeschützte Herstellung,
- Vermeidung von handwerklichen Fehlern und Ungenauigkeiten durch spezialisierte Arbeitskräfte,
- moderne Fertigungstechnik mit hoher Variabilität der Fertigteile nach Kundenwunsch, wobei durch Fertigung von Serien Kostenvorteile entstehen,
- zwängungsfreie Erhärtung, wodurch Rissbildungen vermieden werden,
- kurze Bauzeiten auf der Baustelle.

Güllebehälter, Sickersaftbehälter, Behälter für Biogasanlagen

In Deutschland fallen jährlich etwa 208 Mio. m³ Gülle, Jauche, Silagesickersäfte und Gärreste an. Wer sich diese Menge nicht vorstellen kann: Das entspricht fast dem Volleinstau des größten deutschen Stausees, der Bleilochalsperre an der Saale in Thüringen. Jauche, Gülle, Silagesickersaft und Festmist (JGS-Stoffe) sind einerseits wertvolle Wirtschaftsdünger für den landwirtschaftlichen Betrieb, können andererseits aber bei nicht sachgemäßem Lagern oder Abfüllen Grundwasser und Gewässer gefährden. Sie werden als „allgemein wassergefährdend“ eingestuft. Gärreste unterliegen dem wasserrechtlich schärferen Besorgnisgrundsatz. Die bautechnischen Anforderungen an Gülle- und Sickersaftbehälter sowie Behälter in Biogasanlagen aus Beton enthält DIN 11622, Teil 2. Dabei handelt es sich um eine bauordnungsrechtlich eingeführte Norm. Zusätzlich gelten die wasserrechtlichen Anforderungen der Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe TRWS 792 und TRWS 793. Die technischen Vorgaben der beiden TRWS' und der DIN 11622 sind aufeinander abgestimmt.

Beton-Fertigteilbehälter werden sowohl als Stahlbeton- als auch als Spannbetonbehälter angeboten. Für Gülle- und Gärrestbehälter geeignete Betone sind

- C35/45 XC4, XF3, XA1, WA oder
- C25/30 (LP) XC4, XF3, XA1, WA.

Die Behältergrößen reichen von 75 m³ bis über 6.000 m³ bei Behälterhöhen in der Regel bis 8 m.

Kleinere Behälter ab wenigen Kubikmetern Inhalt werden für Sickersaftbehälter hergestellt.



Gegenüber Ortbetonbehältern kann die Mindestwanddicke bei Fertigteilbehältern $> 20 \text{ m}^3$ auf 16 cm verringert werden. Spannbetonbehälter können geringere Wanddicken aufweisen, wenn der statische Nachweis dies zulässt. Kleinere Behälter mit einem Volumen $> 10 \text{ m}^3$ bis $\leq 20 \text{ m}^3$, zum Beispiel für Sickersaftbehälter, müssen eine Wanddicke $> 12 \text{ cm}$ aufweisen.

Fahrsilos

Im Fahrsilobau bewährt sich die Betonbauweise seit über 50 Jahren. Die Verwendung von kraftschlüssig miteinander verbundenen Wandfertigteilen ist in DIN 11622, Teil 5, geregelt und ermöglicht bei fachgerechter Silierung ganzjährig hohe Futterqualitäten. Angeboten werden – je nach Nutzeranforderung – senkrechte Wandelemente, Winkel-, T-, U- und λ -Elemente sowie Sonderformen, um günstige Arbeitsbedingungen zu ermöglichen. Übliche Wandhöhen liegen zwischen 0,5 m und 5,0 m.

Für Bauweisen mit erdgestützten, schräg stehenden Fertigteilwänden, die in DIN 11622 nicht beschrieben werden, bestehen allgemeine Bauartzulassungen (aBG). Dabei müssen die Betonfertigteile teils extremen Beanspruchungen gewachsen sein:

- mechanisch (Befüllen, Verdichten und Entnehmen der Silage),
- organische Gärsäuren (Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure),
- Frost mit angriffsverschärfenden Sickersäften.

Eingesetzt werden hochwertige Betone:

- C35/45 XC4, XA3, XF3, WF mit Schutz des Betons durch zugelassene Beschichtungen/Auskleidungen,
- C30/37 (LP) XC4, XA3, XF4, WF ohne zusätzlichen Schutz unter Einhaltung bestimmter konstruktiver Randbedingungen.



Wandmontage für ein Gärrestlager.



Fahrsilobau mit Fertigteilwänden.



Schweinestall mit wärmegeprägten Wandfertigteilen.



Spaltenböden mit unterschiedlichen Öffnungsanteilen.

Wandbaustoffe aus Normal- und Leichtbeton

Hochwertige Wandbaustoffe aus Normal- oder Leichtbeton kommen zum Beispiel dem Bau von Ställen und Wirtschaftsgebäuden zugute. Sogenannte Kellersteine oder Schalungssteine bestehen aus Normalbeton, während für wärmegeprägte Gebäude (Warmstall) Mauersteine aus Leichtbeton oder Porenbeton ausgewählt werden. In diesen Fällen müssen die Außenwände eine möglichst hohe Wärmedämmung aufweisen. Neben kleinformatigen Steinen werden geschoßhohe vorgefertigte Wandplatten aus Leichtbeton oder als Sandwichelemente mit integrierter Wärmedämmung angeboten, die den Arbeitsaufwand auf der Baustelle wesentlich verringern.

Die Anforderungen an ein optimales Stallklima sind keineswegs niedriger als im Wohnungsbau, zumal im Allgemeinen eine Heizquelle außer den Tieren fehlt.

Spaltenböden

Kein Betonelement hat die Tierhaltung so revolutioniert wie der Spaltenboden, der aus der Tierhaltung nicht mehr wegzudenken ist. Artgerechte Tierhaltung heißt aber immer, tierangepasste Spaltenbodenausführung mit gutem Stallklima, tiergerechten

Belegungsflächen und durchdachten Stallkonstruktionen zu verbinden. Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutZV) enthält die politischen Rahmenbedingungen für eine artgerechte Tierhaltung.

Die Norm für Betonspaltenböden (DIN EN 12737) stellt sowohl Funktionsfähigkeit als auch Tierschutz und Qualität der Fertigteile sicher. Die Ausführung der Spaltenböden unterscheidet sich in Spaltenweite, Auftrittsweite der Betonbalken und Öffnungsanteil je nach Tierart, Tiergewicht und evtl. gewünschter Befahrbarkeit. Spaltenböden werden oft kombiniert mit Elementen mit vermindertem Spaltenanteil oder Fertigteilen ohne Öffnungsanteil für eingestreute Flächen.

Auch Gummiauflagen sind möglich. Spaltenböden werden entweder auf Flüssigmistkanälen oder auf den Wänden von Güllekellern verlegt, für deren Bau ebenfalls Fertigteile eingesetzt werden können. Sonderformen werden als Belüftungsflächen von Kartoffel- und Zwiebellagern oder Abluftfiltern von Schweineställen eingesetzt.

In Rinderställen kommen Fertigteilenelemente für eingestreute Liegeboxen und Räumlerlaufbahnen zur Anwendung, teils mit profilierter Oberfläche zur Verbesserung der Rutschsicherheit und kombiniert mit automatischen Entmistungssystemen.



Beton-Dachsteine auf denkmalgeschütztem Bauernhof.



Betonpflasterfläche für die Schlauchsilierung.

© Dr. Thomas Richter, IZB

Dachdeckung

Ein dichtes und wartungsfreies Dach gehört zu den wesentlichen Voraussetzungen, um Mensch, Tier und Vorräte dauerhaft zu schützen. Die Funktion des Daches ist dann erfüllt, wenn Konstruktion und Material den Einwirkungen von Niederschlägen, hohen Temperaturunterschieden und Windkräften widerstehen. Beton-Dachsteine erfüllen diese Anforderungen in hervorragender Weise. Sie bestehen aus hochwertigem, durchgefärbtem Beton. Beton-Dachsteine sind für geneigte Dächer von Neu- und Altbauten gleichermaßen gut geeignet. Durch vielfältige Farben, unterschiedliche Formen und Oberflächenstrukturen können Dachdeckung und Baukörper architektonisch aufeinander abgestimmt und die Dachdeckung an das jeweilige Orts- und Landschaftsbild angepasst werden.

Wellplatten aus Faserzement bieten eine weitere Möglichkeit, Stall- und Wirtschaftsgebäude einzudecken. Faserzementplatten sind frostbeständig, nicht brennbar, begehbar und werden in verschiedenen Farben hergestellt. Unterschiedliche Profilartern bezüglich Wellenabstand und -höhe erweitern das Angebot. Neben Wellplatten stehen auch kleinformatige, glatte Platten zur Verfügung, die eine schieferähnliche oder dachsteinähnliche Rasterung bewirken.

Hofbefestigungen

Die zunehmende Mechanisierung in der Landwirtschaft führt zu immer schwereren Landmaschinen, Schleppern und Geräten, die eine Befestigung von Hofflächen, Abstell- und Lagerplätzen sowie Zufahrten erfordern. Hofbefestigungen mit 8 cm oder 10 cm dicken Verbundpflastersteinen sind heute eine übliche Lösung.

Lange Lebensdauer, gute Begeh- und Befahrbarkeit, mögliche Wiederverwendung der Steine an anderer Stelle und die Möglichkeit zur Selbstverlegung haben zum Siegeszug des Betonpflasters beigetragen. Dies wird durch unterschiedliche Farben, Formen und Oberflächenbehandlungen ermöglicht. Eine Reihe von Pflastersystemen gestattet auch die ökologisch sinnvolle Versickerung von Regenwasser. Für ländliche Wege sind spezielle Pflaster- und Plattenlösungen entwickelt worden.

Interview „solid UNIT“

Potenziale von Massivbaustoffen für den Klimaschutz

Im vergangenen September wurde auf Bundesebene solid UNIT, das Netzwerk für den innovativen Massivbau, gegründet. Im Interview spricht Geschäftsführer Thomas Zawalski über die Herausforderungen, denen sich die Bauindustrie stellen muss sowie den Beitrag massiver Baustoffe zur Erreichung der Klimaziele.

Welche Ziele verfolgt solid UNIT, warum braucht es dieses Netzwerk?

Die Klimakrise kennt kein Wegducken. Deshalb müssen wir uns auch als Bauwirtschaft technologieoffen mit den Möglichkeiten für ein klimaneutrales Bauen auseinandersetzen. Alle Baustoffe können hier ihre Rolle spielen. Damit wir die Bauaufgaben von morgen zuverlässig und nachhaltig lösen können, benötigen wir weiterhin eine Vielzahl mineralischer Baustoffe – natürlich auch Beton.

Um das Bewusstsein der Öffentlichkeit und der Politik hierfür zu schärfen, gibt es solid UNIT, das Netzwerk für klimaneutrales Bauen in Massivbauweise. solid UNIT versteht sich als Innovationsmotor. Unsere Ziele sind CO₂-Reduktion und ein nachhaltigeres Ressourcenmanagement. Hier gehen wir in den Dialog mit politischen Entscheidungsträgern und -trägerinnen, ebenso wie den Baubeteiligten, und verbinden alle zu einem Netzwerk für innovatives klimaneutrales Bauen in der Zukunft.

Inwiefern spielt die Massivbauweise eine positive Rolle für den Klimaschutz? Gerade Beton als Hauptvertreter mineralischer Baustoffe wird in der Öffentlichkeit doch als „Klimasünder“ angeprangert.

Sicherlich hat der Beton, durch den CO₂-Footprint des Zementes, eine besondere Aufgabe zu lösen. Hier sind vor allem die Zementhersteller gefordert, die ja bereits die richtigen Schritte eingeleitet haben. Wir alle wissen: Abgesehen von der Recarbonatisierung gibt es über den Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen und klinkerarmen Zementen weitere Möglichkeiten, Beton klimaneutraler zu machen. Da wir leider immer mehr von dem Ziel, die 1,5 Grad Celsius Erderwärmung nicht zu überschreiten, abweichen und bereits drei Grad als wahrscheinlich gilt, wird auch die Massivbauweise mit Beton zu einem wichtigen Bestandteil der Schutzmaßnahmen gegen die Wetterereignisse, die durch den Klimawandel ausgelöst werden.

Welche Innovationen (bei mineralischen Baustoffen) sind aus Ihrer Sicht von Bedeutung, um den CO₂-Ausstoß der Branche in den nächsten Jahren weiter zu senken?

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, aber lassen Sie mich die Antwort auf den Beton fokussieren. Klinker- und zementarme Betone sind eine Option, ebenso wie der Einsatz von R-Beton oder die Planung mit schlankeren und effektiveren Konstruktionen, zum Beispiel aus Carbonbeton.

Bedingt durch den Herstellungsprozess von Zement werden wir, um Klimaneutralität zu erreichen, um eine Abscheidung der Emissionen jedoch nicht herumkommen. Ob dann das abgeschiedene CO₂ in einem Carbon Capture and Storage (CCS) oder in einem Carbon Capture Utilization (CCU) Verfahren weiterverarbeitet wird, ist eine Frage von Kosten und der Nachfrage anderer Industrien. Technisch machbar erscheint zum jetzigen Zeitpunkt beides, auch wenn die Logistik noch eine Schwerpunktaufgabe wird.

Wie sehen Sie die Rolle der Vorfertigung für das Bauen der Zukunft?

Die Vorfertigung wird zukünftig eine immer größere Rolle einnehmen. Sie kommt inzwischen auch immer häufiger bei der Mauerwerksfertigung zum Einsatz. Die werksseitige Qualität sprach schon immer für die Vorfertigung. Hinzugekommen ist der Fachkräftemangel auf den Baustellen. Dazu kommt ein Trend zum seriellen und modularen Bauen, der auch den kreislaufwirtschaftlichen Gedanken unterstützt. Bei dem Thema „Re-Use von Betonfertigteilen“ müssen sicherlich noch einige Hausaufgaben gemeistert werden, hierzu gehört auch die rechtliche Klärung von Gewährleistungen.



Thomas Zawalski
Geschäftsführer
solid UNIT Deutschland



Wir brauchen eine Lebenszyklusbetrachtung, die sich mindestens auf 100 Jahre bezieht, denn auch das Thema Nutzungsdauer ist ein Teil der nachhaltigen Betrachtung von Gebäuden, ebenso wie deren energetischen Bedarf.

Als solid UNIT fordern Sie unter anderem auch die Einführung einer Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden, wenn es um die Bewertung des ökologischen Fußabdrucks geht. Warum ist diese wichtig?

Niemand möchte ein Gebäude bauen, das nur 50 Jahre übersteht, und wenn wir schöne Gründerzeithäuser in unseren Städten sehen, sind wir in der Regel begeistert. Wir brauchen eine Lebenszyklusbetrachtung, die sich mindestens auf 100 Jahre bezieht, denn auch das Thema Nutzungsdauer ist ein Teil der nachhaltigen Betrachtung von Gebäuden, ebenso wie deren energetischen Bedarf. Auch die Nutzungsflexibilität eines Bauwerks sowie die Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Baumaterialien spielt in der Ökobilanz eine wichtige Rolle.

Sie haben einen spannenden Lebenslauf und waren in der Vergangenheit auch viele Jahre in Führungsposition in der Bauindustrie tätig. Was hat Sie persönlich dazu bewegt, sich dieser neuen Aufgabe zu widmen?

Erst einmal bin ich sehr dankbar dafür, dass ich mit Ihnen allen zusammen einen Beitrag zum klimaneutralen Bauen leisten darf! Seit vielen Jahren beschäftige ich mich mit diesem Thema und habe es aus unterschiedlichen Perspektiven kennengelernt. Zum einen aus der politischen und zum anderen aus der bauwirtschaftlichen. Meine Überzeugungen haben sich dabei nicht verändert, aber die Sichtweise des notwendigen Handelns ist gewachsen. Wir werden die Transformation in ein klimaneutrales Bauen nur mit dem Engagement von allen Beteiligten schaffen und dafür steht solid UNIT.

Vielen Dank für das Gespräch!

SOLID UNIT – DAS NETZWERK FÜR DEN INNOVATIVEN MASSIVBAU

solid UNIT versteht sich als Innovationsmotor für klimaneutrales Bauen. Ziel ist es, Innovationen in Forschung und Entwicklung durch engere Vernetzung aller am Bau Beteiligten voranzutreiben und den Einsatz neuer Technologien und Baustoffe zu beschleunigen. Das Netzwerk setzt sich für innovative CO₂-reduzierte Baustoffe und Fertigungstechniken ein, die den CO₂-Fußabdruck der Baubranche deutlich verringern.

MITGLIEDER

- alcemy GmbH
- Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhandel
- Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie
- Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie
- Bundesverband Digitales Bauwesen
- Bundesverband Mineralische Rohstoffe
- Deutsche Betonbauteile
- Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau
- Master Builders Solutions Deutschland GmbH
- Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau
- Fachverband Hoch- und Massivbau des Zentralverbands des Deutschen Baugewerbes
- InformationsZentrum Beton
- N1 Trading GmbH
- Sonocrete GmbH
- solid UNIT Baden-Württemberg
- solid UNIT Bayern

 www.solid-unit.de

Gastbeitrag „Wieder besucht“

Neubewertung eines carbonreduzierten Betonfertigteilgebäudes nach 10 Jahren

2016 wurde mit dem Bürohaus Eastsite VIII in Mannheim das erste Textilbetonsandwichgebäude der Welt realisiert. Dünnwandiges Bauen war aber nicht die einzige ressourcen- und energiesparende Innovation, die beim Bau zur Anwendung kam. In Bezug auf nachhaltige Konstruktion und Gebäudetechnik bildete das Projekt den damaligen „State of the Art“ ab. Die ersten Planungen des Gebäudes liegen nun nahezu zehn Jahre zurück – Zeit für einen Wiederbesuch beziehungsweise die damaligen Techniken und Strategien vor dem Hintergrund einer verschärften Diskussion kritisch neu zu bewerten.



© Adrian Schulz

Der Bürobau Eastsite VIII in Mannheim ist das erste Gebäude der Welt, dessen Fassade vollständig als Textilbetonsandwich ausgeführt wurde.

Das Konzept des Hauses Eastsite VIII basierte auf drei Grundgedanken: einen optimierten Ressourceneinsatz beim Bau zu ermöglichen, einen geringen Energieverbrauch im Betrieb zu erzielen und einen langen Lebenszyklus zu gewährleisten. Der Rückbau und die Wiederverwendung sowie baubiologische Aspekte wurden damals nachrangig behandelt – Aspekte, die im vergangenen Jahrzehnt deutlich an Bedeutung gewonnen haben und die heute sicher anders behandelt werden sollten.

Suffizienz im Entwurf

Das größte Einsparpotenzial lag unmittelbar im Entwurfsansatz. Der Verzicht auf eine Tiefgarage führte zu einer direkten Konstruktionsersparnis von über

30 %. Keine andere der zur Anwendung gekommenen Maßnahmen besaß auch nur annähernd dieses Einsparpotenzial. Erreicht wurde der weitgehende Verzicht auf unterirdische Gebäudeteile durch den Nachweis von Stellplätzen in einer zentralen Quartiersgarage.

Die Vorteile von Tiefgaragen, wie die unmittelbare Andienung und die „Unsichtbarkeit“, sollten zukünftig stärker hinterfragt werden: Ist es wirklich notwendig, große Anteile des eingesetzten Betons in unterirdischen Bauwerken zu binden, deren Nutzungskonzept in den nächsten 25 Jahren wahrscheinlich nicht mehr im heutigen Umfang gegeben sein wird? Hinzu kommt, dass diese Bauwerke später nahezu keine sinnvolle Nach- oder Umnutzung ermöglichen.

Dominik Wirtgen
Werkstadt Fischer Architekten



Quartiersgaragen hingegen können zukünftig rückbau- und recyclingfähig gestaltet werden. Momentan ist die Wiederverwendung tragender Betonbauteile noch nicht zulässig, namhafte Hersteller arbeiten aber derzeit an entsprechenden Lösungen nach dem Cradle-to-Cradle (C2C)-Prinzip.

Lebenszykluserweiterung durch Transformation

Jeder Neubau erfordert einen erheblichen Verbrauch von Grauenergie und Ressourcen. Der Rückbau und ein mögliches Recycling verbrauchen erneut unverhältnismäßig viel Energie und produzieren zusätzlich Massen an Müll. Unter diesen Gesichtspunkten sollten eigentlich gar keine neuen Gebäude errichtet werden.

Bauwerke sind aber nur so lange relevant, wie sie gesellschaftlich akzeptiert werden. Hierzu ist die „Nutzbarkeit“ essenziell. Nur in wenigen Ausnahmefällen können Gebäude ausschließlich aufgrund ihrer hochwertigen Raum- und Formgebung dauerhaft „überleben“. Um aber eine Nachnutzung zu gewährleisten, müssen Häuser auf sich verändernde Bedingungen reagieren können. Arbeits- und Lebenswelten sind in zunehmendem Maße diesen Änderungen unterworfen. Wenn ein Gebäude nicht transformierbar ist, verliert es die Akzeptanz und wird ersetzt – ein Faktor ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit.

Transformation bedeutet, dass Tragwerk, technische Infrastruktur und Fassaden auf neuartige Anforderungen reagieren können; Anforderungen, die zum Zeitpunkt der Entstehung gar nicht absehbar sein können. Die Vorrüstung auf Zukunftsbedingungen, die nicht vorhersehbar sind, ist dabei meist kein guter Ansatz. Historische Beispiele beweisen hingegen, dass Neutralität, Robustheit und Anpassungsfähigkeit spätere Veränderungen am besten ermöglichen. Dauerhafte, unterzugsfreie, weitspannende Betontragwerke waren beim Gebäude Eastsite VIII nur eine Komponente, um Transformationsfähigkeit zu generieren und die Adaption an neue Bedürfnisse zu ermöglichen.

Energiebilanz intelligente Gebäudetechnik – Integraler Ansatz

Das Eastsite VIII-Gebäude verfügt in der Regel über eine Wärme- beziehungsweise Kälteerzeugung durch geothermieunterstützte Wärmepumpen. Der

notwendige Strom für die Wasserbereitung wird zum großen Teil mittels einer PV-Anlage erzeugt. Warm- und Kaltwasser werden zur Bauteiltemperierung in die Massivdecken eingespeist. Die Masse der Tragschalen der Außenwände ist dabei passiv wirksam und ermöglicht ein energiereduziertes nächtliches „Laden“ des Gebäudes. Der Einfluss massereicher Konstruktionen wird in der Nachhaltigkeitsbetrachtung immer noch nachrangig behandelt. In der aktuellen Diskussion liegt der Schwerpunkt auf zirkulären Eigenschaften von Konstruktionen, es stellt sich aber die Frage, ob eine Lebenszykluserweiterung nicht viel bedeutsamer ist. Eastsite VIII war als KfW55 Effizienzhaus konzipiert. Die ursprünglich berechneten Verbrauchswerte wurden in den vergangenen sechs Jahren real deutlich unterschritten und die Energie konnte zum Teil durch eine PV-Anlage gewonnen werden. Dennoch wird das Haus in den ersten fünfzig Jahren (ohne Verbesserung der technischen Effizienz) ein Vielfaches an Energie verbrauchen, die zur Herstellung des Betontragwerks aufgewendet wurde. Der Hebel über die Erweiterung des Lebenszyklus ist also um ein Vielfaches höher als die möglichen Primärenergieeinsparungen.

Eine ganzheitliche Betrachtung muss zukünftig aber noch weiter gehen – Integrale Konzepte von Architektur, Tragwerk, Gebäudetechnik und Energetik müssen zukünftig auch sich ändernde Klimabedingungen berücksichtigen und extremereignisresistent ausgelegt sein – wie, wenn nicht mit dem Baustoff Beton?

RC-Beton und CO₂-reduzierte Zemente

Beton ist laut Bundesumweltamt der Baustoff mit der höchsten Recyclingbedeutung im Bauwesen. Dabei wird der meiste RC-Schotter aber nur in einfachster Konstruktion wiederverwendet. Sinnvoller ist der Einsatz als RC-Beton im Ortbetontragwerk. Beim Gebäude Eastsite VIII war das nur mit Zustimmung im Einzelfall und nur für geringe Druckfestigkeitsklassen einsetzbar. Heute gibt es allgemeine Zulassungen und Regelwerke, die sogar etwas höhere Festigkeiten ermöglichen. Jüngst werden RC-Betone teilweise auch im Verbund mit CO₂-reduzierten Zementen von namhaften Werken direkt angeboten. CO₂-reduzierte Zemente sind die wichtigste Neuerung der letzten Jahre für das Konstruieren mit Beton. Zum Zeitpunkt der Planung von Eastsite VIII waren mit dem damals verfügbaren CEM III noch längere Aushärtungszeiten und

weitere Nachteile verbunden – für Sandwichtragschalen war der Einsatz noch gar nicht möglich. Heute ist CO₂-Reduktion von 40 % auch mit CEM II möglich. Die Funktions- und Verarbeitungseinschränkungen wurden dadurch deutlich reduziert und heute ist sogar der Einsatz im Betonfertigteil wirtschaftlich möglich.

Sandwichelement

Durch den Einsatz von CO₂-reduzierten Zementen könnte auch im Sandwichbau erheblich CO₂ eingespart werden. Darüber hinaus würden intelligentere Konstruktionen weitere Reduktionen ermöglichen. Löst man zum Beispiel die Tragschalen statisch in wandintegrierte Stützen und Rahmen auf, erhält man in den übrigen Wandbereichen lastarme Zonen, die ausschließlich die Anbindung der Vorsatzschale leisten müssen. Hier können nun Hohlkörper eingesetzt werden oder die Restwand wird deutlich verschlankt. Sogar hybride Lösungen mit Ersatzkonstruktionen mit nachwachsenden Rohstoffen wären so im Betonsandwichbau machbar.

Weiteres Einsparpotenzial bieten unkonventionelle Bewehrungen. Verzinkte Stahlmatten, Edelstahlbewehrungen oder Textilgitter ermöglichen Reduktionen der Betondeckung. Die Stärke der Vorsatzschale von lediglich 30 mm wurde bei Eastsite VIII durch AR-Glas Schubgitter ermöglicht. Zum damaligen Zeitpunkt benötigten Anbindungen mit stabförmigen Textilbewehrungen noch größere Einbindetiefen. Mit modernen Glasfaser Pins lassen sich heute aber vergleichbar schlanke Konstruktionen realisieren.



© Werkstatt Fischer Architekten

Der Einsatz textiler Bewehrungen ermöglicht schlankere Betonbauteile und Materialeinsparungen von bis zu 70 %. Auch die Montage wird dadurch vereinfacht.

„Schlanke“ Konstruktion

Es ist die Aufgabe von Ingenieur:innen und Architekt:innen, intelligente Tragwerke zu entwickeln. „Schlanke“ Konstruktionen bedeuten Ressourcensparung und sind in zunehmendem Maße auch von ökonomischer Bedeutung. Bei Eastsite VIII wurden für die weitspannenden Decken Hohlkörper zur Stahl- und Betonersparnis eingesetzt. Fertigteile hätten noch schlankere und innovativere Konstruktionen ermöglicht. Einfache klassische vorgespannte Hohldielen sind extrem materialreduzierte Bauteile, die es verdient haben, besonders unter Nachhaltigkeitsaspekten, neu bewertet zu werden. Ähnliches gilt für Kappen- und Rippendecken sowie insbesondere für Schalenkonstruktionen – Bauweisen, die es wieder neu zu entdecken und weiterzuentwickeln gilt. Die Abkehr von der Standard-Flachdecke kann dabei auch neue Raumqualitäten erzeugen und zu besserer Architektur beitragen.

Bewehrungsinnovationen wie vorgespannter Carbonbeton (CPC-Technologie) können für der Witterung ausgesetzte Anwendungen bedeutsam werden, insbesondere bei Bauteilen, die für einen C2C-Einsatz vorgerüstet werden sollen.

Fazit

Geht man davon aus, dass das Bauwesen für 50 % des Müllaufkommens, 50 % des Primärenergie- und Rohstoffverbrauchs sowie 40 % des CO₂-Ausstoßes in Europa verantwortlich ist, sollten wir unser derzeitiges Handeln grundsätzlich verändern. Dabei ist ein verengter Blick auf die primäre CO₂-Bilanz oder eine verkürzte Anwendung des Treibhauspotenzials (Global Warming Potential, GWP) sicherlich nicht zielführend. Eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung muss zu einer Neubewertung des Baustoffs Beton und dessen Möglichkeiten führen. Beton ist und bleibt auch in Zukunft bedeutsam – Betonfertigteile als Innovationsträger können dabei einen entscheidenden Beitrag zur Neubewertung leisten. Hierzu müssen die Systeme aber modernisiert und effizienter werden, hybride Bauweisen und neue Techniken als Chance betrachtet werden. Wenn diese Wandlung durchlaufen wird, müssen Betonbauteile auch den direkten faktenbasierten Vergleich mit alternativen Baustoffen und Bauarten nicht scheuen, sondern können Nachhaltigkeitsaspekte als Herausstellungsmerkmale nutzen.

Lesen Sie auch das Interview mit Dominik Wirtgen auf Seite 6.

POSITION.

Versickerungsfähige Pflasterbefestigungen als Beitrag zur Klimaresilienz



© Kronimus AG

Einen wichtigen Beitrag zur Regenwasserbewirtschaftung leisten versickerungsfähige Pflasterbefestigungen.

Versickerungsfähige Pflasterbefestigungen sind ein wichtiger Beitrag zu einem interdisziplinären Konzept der Regenwasserbewirtschaftung, das wir „Schwammstadt“ nennen. Dadurch können Überflutungen verringert, das Stadtklima verbessert, die Gesundheit von Stadtgrün gesteigert und im Ergebnis die Resilienz des gesamten urbanen Ökosystems gefördert werden. Versiegelte Verkehrsflächenbefestigungen, zu denen zum Beispiel Asphalt- und Ortbetonbefestigungen zählen, bieten in der Regel nicht die Vorteile für eine erhöhte Versickerung, Rückhaltung und Verdunstung des anfallenden Regenwassers innerhalb der Befestigung. So müssten zur Minderung von Klimawandelfolgen unter Umständen zusätzliche unter- oder überirdische Überflutungsflächen – sogenannte Retentionsräume – geschaffen werden, die sehr kostenintensiv sein können und für die im Bestand oftmals gar nicht der nötige Platzbedarf zur Verfügung steht.

Daher sind versickerungsfähige Pflasterbefestigungen, zum Beispiel mit Betonsteinen, ein essenzieller Bestandteil der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung.

Die Bauweise kann überall dort angewendet werden, wo die Verkehrsbelastung ein gewisses Maß nicht übersteigt und wasserwirtschaftliche Aspekte nicht dagegensprechen. In kommunalen Bereichen, wie auch im privaten Wohnumfeld, gibt es vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für diese vorteilhafte Bauweise. Versickerungsfähige Betonpflasterbefestigungen sind ein technisch ausgereiftes und wirtschaftliches Element mit einer Reihe von Vorteilen, die über die reine Funktionalität hinausgehen, wie zum Beispiel die Gestaltungsvielfalt.

Versickerungsfähige Pflasterbefestigungen sollten daher stärker als bisher in den zuständigen Landesregelungen und Gemeindecodesatzungen als obligatorischer Bestandteil von Regenwassermanagement- und Schwammstadtkonzepten berücksichtigt werden. Sie sollten zur Befestigung von Verkehrsflächen überall dort gefordert werden, wo es technisch möglich und aus wasserwirtschaftlichen Gründen vertretbar ist.

Nachhaltigkeit von Betonwerkstein

De karbonisierung – Ressourcenschonung – Langlebigkeit

Nachhaltig bauen – das bedeutet, die zur Verfügung stehenden Ressourcen effizient zu nutzen und CO₂-Emissionen so weit wie möglich zu mindern. Zur Erreichung dieser Ziele bieten sich bei der Konstruktion, Herstellung und Bearbeitung von Betonwerkstein und Terrazzo eine Vielzahl von Ansatzpunkten. Bereits weit entwickelt sind Konzepte zur Erhöhung der Energieeffizienz in der Produktion. Durch die Konstruktion von dünnen und somit klimaschonenden Bauteilen können ebenfalls Emissionen gesenkt werden. Betonwerkstein und Terrazzo haben zudem eine lange Lebensdauer. Auch die Kreislaufwirtschaft rückt immer mehr in den Fokus: Betonwerkstein mit seinen vielfältigen Oberflächenstrukturen, -mustern und -farben bietet optimale Möglichkeiten für die Verwendung von Recyclingmaterial als Gesteinskörnung.

Luftverbesserung durch Einbau von Titandioxid in die Betonmatrix

Moderne Stadtplanung hat heute immer auch das Ziel, schädliche, durch Mobilität verursachte Emissionen zu vermeiden oder – wenn dies nicht möglich ist – bereits entstandene Schadstoffe zu neutralisieren. Hier bietet Betonwerkstein mit dem Zusatzstoff Titandioxid (TiO₂) eine interessante Möglichkeit, die in der Praxis mehr und mehr umgesetzt wird. Dahinter steckt das Prinzip der Photokatalyse, einer durch Licht ausgelösten chemischen Reaktion. Das Titandioxid wirkt dabei als Katalysator, der unter der Einwirkung der natürlichen UV-Strahlung die gefährlichen Stickoxide zersetzt. Das Ergebnis dieser Stoffumwandlung sind wasserlösliche Nitrate.

Temperaturreduktion (Albedo-Effekt) und Energieeinsparung durch hellen Betonwerkstein

Im Sommer heizen sich städtische Plätze und Lebensräume durch die hohe Sonneneinstrahlung oft stark auf. Dies mindert die Lebensqualität und ist gesundheitsschädlich.

Zur Abschwächung dieser Überhitzung machen sich Planende und Entscheidende das Rückstrahlvermögen heller Oberflächen (Albedo-Effekt) zunutze: Pflaster- und Plattenbeläge, Stufenanlagen und Fertigteilelemente städtischer Plätze werden immer häufiger durch die Wahl von Weißzement oder hellem Grauzement und eventuell zusätzlichem Titandioxid möglichst hell gestaltet.

Helle städtische Flächen haben noch einen weiteren Vorteil: Sie erfordern nachts weniger Energie zur Beleuchtung von Fußgängerzonen und Unterführungen.

Entsiegelung

Betonwerkstein bietet hervorragende Möglichkeiten zur Entsiegelung städtischer Lebensräume. Durch die Verzahnung von Gehbereichen mit den Rasenflächen entsteht ein Maximum an Grünfläche. Es gibt die unterschiedlichsten Pflastersteinsysteme mit einem hohen Fugenanteil.



Entsiegelung in einem Wohngebiet.

© Rimm Beton- und Naturstein GmbH & Co. KG

Minderung der spezifischen CO₂-Emissionen durch schlankere Bauteile

Der Zusammenhang ist auf den ersten Blick einfach: Je weniger Volumen ein Bauteil hat, desto weniger Material wird zu dessen Herstellung verbraucht. Umwelt und Klima werden weniger belastet, zumal auch weniger Energie für den Transport verwendet wird. Es gibt aber einen Aspekt, der dieser Logik entgegensteht: Zur Produktion von schlanken Bauteilen benötigt man je nach Anwendung einen Hochleistungsbeton, dessen CO₂-Last höher ist als die von Normalbeton. Die so erzielten schlankeren Querschnitte bewirken eine Reduktion des spezifischen CO₂-Footprints um bis zu 65 %, wie die Tabelle unten zeigt.

Die Fassaden-Norm DIN 18516-5 hat den Weg zur Herstellung von schlankeren Bauteilen geebnet. Solche Fassadenplatten sind auch optisch sehr interessant, wie die nur 4 cm dünne, aus Hochleistungsbeton hergestellte Fassade des Schulz Hotels in Berlin zeigt.

Heute werden auch Textilbewehrungen eingesetzt, die im Gegensatz zu Stahlbewehrungen nicht rosten und deshalb keine Mindestbetondeckung erfordern. Die Fassade eines Geschäftshauses in der Düsseldorfer Innenstadt wurde beispielsweise aus 30 mm dünnen Textilbetonelementen mit zweilagiger Carbonbewehrung hergestellt.

Vergleich der CO₂-Emissionen, zum Beispiel bei 900 m² Fassadenfläche

CO ₂ -Anteil	12 cm Stahlbeton	4 cm hochfester Beton
Beton	24 t	13 t
Stahlbewehrung	16 t	0 t
Transport	0,7 t	0,2 t
Kranleistung	5 t	1,7 t
Summe	45,7 t	14,9 t

Quelle: BWI 5/2021 Aufsatz „Weniger CO₂ durch Einsatz von Hochleistungsbeton“, Thorsten Betz und Thomas Deuse.



© Schulz Hotel

Beim Bau des Schulz Hotels in Berlin wurden dünne Fassadenplatten aus Hochleistungsbeton verwendet.

In einem modernen Büroneubau in Berlin kamen dünne Betonwerkstein-Winkelstufen aus Hochleistungsbeton in zweiläufiger Ausführung auf der außen liegenden Treppe zum Einsatz. Neben den links verbauten Stufen im Standardmaß wurden rechts große Doppelstufen montiert. Bei diesem Projekt ermöglichte der Hochleistungsbeton eine deutliche Gewichtsreduzierung der einzelnen Betonfertigteile und konnte neben der filigranen Bauweise durch ansprechende und dauerhafte Oberflächenoptik punkten.

Auch bei Pflaster- und Plattenbelägen aus Beton für befahrbare Verkehrsflächen kann durch die Wahl kleinerer Formate die erforderliche Dicke reduziert werden.



© Dyckerhoff GmbH

Gewichtsreduzierung bei Winkelstufen durch den Einsatz von Hochleistungsbeton.

Betonwerkstein mit Gesteinskörnung aus Recyclingmaterial

Alle Ressourcen sind endlich, auch die zur Herstellung von Betonwerkstein verwendeten Hauptinhaltsstoffe Sand, Kies und Edelsplitt. Deshalb wird es immer wichtiger, möglichst viel Recyclingmaterial zu verwenden, das schon einmal in der Region verarbeitet war. Dieses Prinzip der Kreislaufwirtschaft, auch Cradle-to-Cradle genannt, lässt sich vor allem auf die Gesteinskörnung anwenden. Diese wird von den Herstellern auch als optisches Stilmittel für den Betonwerkstein genutzt.

Eng mit dem Cradle-to-Cradle-Gedanken verknüpft, ist das Konzept des Urban Mining. Hierbei wird die Stadt als riesige Rohstoffmine angesehen. Bei der Erstellung von Neubauten kommen möglichst viele Materialien der Vorgängergebäude nochmals zur Anwendung. Der Mensch ist nicht mehr nur Verbraucher, sondern auch Produzent wertvoller Ressourcen. Schon beim Bau wird an die Zeit nach Ende der Lebensdauer des Bauwerks gedacht. Dies führt zur Entscheidung für gut rezyklierbare Baustoffe.

Ein Vorzeigebauobjekt für nachhaltiges Bauen nach beiden genannten Prinzipien ist das Rathaus Korbach. Hier wurde der Vorgängerbau aus den 1970er-Jahren als urbane Mine genutzt. Die beim Abbruch gewonnene Gesteinskörnung kam bei der Herstellung der Fassadenplatten wieder zur Anwendung. So gelang es, zumindest hinsichtlich der Farbgebung die typische Charakteristik des Vorgängerbaus beim Neubau wieder aufzugreifen.



Ökologisch hergestellte Pflastersteine.

Das Thema Ressourcenschonung ist speziell bei der Produktion von Pflastersteinen nicht neu. Bei der Herstellung wird seit vielen Jahrzehnten bis zu 40 % rezyklierte Gesteinskörnungen im Kern-/Hinterbeton verwendet. Bei der Produktion von Pflastersteinen kann auch Recyclingmaterial verwendet werden, das bei Fehlproduktionen entstanden ist. Hersteller nehmen ebenso bereits gebrauchte Pflastersteine zurück und recyceln diese. Betonwerkstein lässt sich bei neuen Bauaufgaben auch gut wiederverwenden.

Ein bereits von den Griechen und Römern praktiziertes Verfahren zur Verwendung von Recyclingmaterial ist die Terrazzo-Technik. Damals wurde überschüssige Gesteinskörnung aus der Herstellung von Platten und Blöcken wiederverwendet. Heute können sogar nicht benötigte Dachziegel oder Klinkerfragmente ihren Weg zurück in den Rohstoffkreislauf finden. Limitiert wird die Verwendung von Recyclingmaterial durch die begrenzte Verfügbarkeit von geeigneten, das heißt sortenreinen Qualitäten. Das Material sollte regional beschafft werden, um hohen Transportaufwand zu vermeiden.

Langlebigkeit von Betonwerkstein

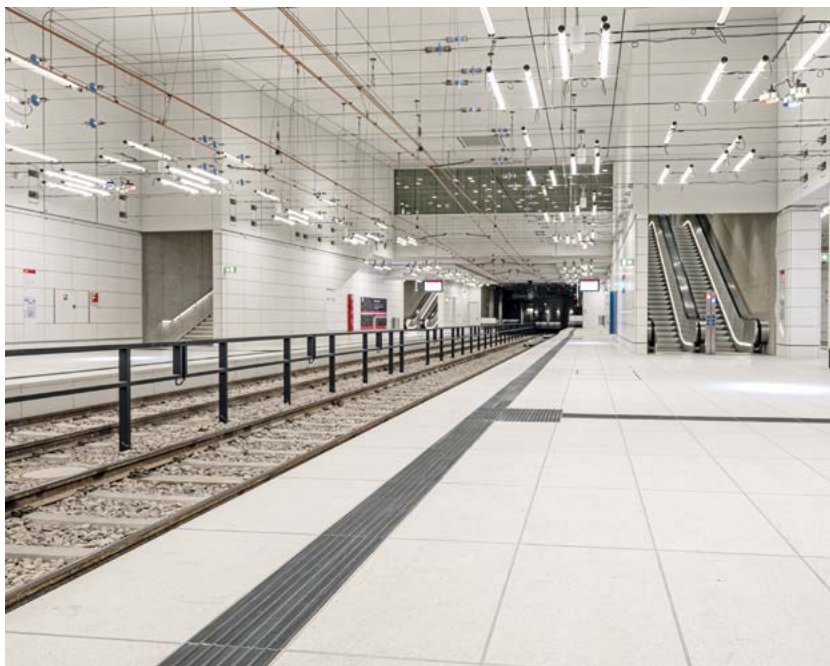
Vom Fachbetrieb hergestellter Betonwerkstein hat eine lange Lebensdauer von weit über 50 Jahren und ist somit bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus besonders nachhaltig. Durch die regionale Verfügbarkeit sind zudem kurze, klimaschonende Transportwege möglich.



Urban Mining beim Neubau des Rathauses in Korbach.



© Schwab-Stein GmbH/Christoph Mertens



Großformatige Betonwerksteinplatten für stark beanspruchte Bereiche in der Karlsruher U-Bahn.

Auch Böden aus Beton sind – unter anderem aufgrund ihrer Langlebigkeit – immer häufiger der Baustoff der Wahl. Der Außenbereich des Merck Innovationszentrums in Darmstadt wurde mit einem gestalteten Betonboden ausgeführt. Die Langlebigkeit von Betonwerkstein spielte auch bei der Gestaltung einiger U-Bahn-Stationen mit Fassaden aus Hochleistungsbeton eine wichtige Rolle, da die Fassaden von Bahnhöfen diversen Einflüssen von Graffiti und Vandalismus ausgesetzt sind.

Die Fassaden der unterirdischen Straßenbahn in Karlsruhe wirken durch hellen Architekturbeton einladend und freundlich. Die großformatigen Platten wurden mit Hochleistungsbeton hergestellt. Hauptanforderungen an die Betonrezeptur war – auch bei täglicher, hoher Beanspruchung – eine gute Widerstandsfähigkeit.

Ausblick: Neue Betonwerksteine mit geringerem CO₂-Footprint

Auch bei der Produktion von Zement hat man Wege zu einer nachhaltigeren Herstellungsweise gefunden, es werden in hohem Maße Sekundärrohstoffe sowie alternative Energiequellen eingesetzt. Um den Klinkerfaktor zu reduzieren, wird die Herstellung von Betonwerkstein mit CO₂-reduzierten Bindemitteln forciert.

VORTEILE VON BETONWERKSTEIN

- mineralischer Baustoff
- nicht brennbar
- langlebig und dauerhaft
- regionale Produktion
- natürliche Ausgangsstoffe
- wiederverwertbar/RC-Material
- ressourcenschonende Produktion
- Wärmespeicherfähigkeit
- Aufnahme von CO₂
- geringer Unterhaltungs- und Wartungsaufwand

 www.infob.de

Objektbericht „Pausenhof des Johannes-Gymnasiums Lahnstein“

Pflasterflächengestaltung mit RC-Betonstein entlastet die Umwelt

Bei der Befestigung von Flächen mit Betonpflastersteinen rückt das Thema Nachhaltigkeit in den Mittelpunkt. Planende und Auftraggebende achten vermehrt auf den Umweltfaktor der eingesetzten Materialien, wenn es gilt, öffentliche und private Bereiche neu zu gestalten. Die Betonsteinhersteller entwickeln daher Konzepte zur Reduzierung des Rohstoffbedarfs sowie CO₂-Verbrauchs und setzen sie bei den Produkten ihrer Angebotspalette um.

Innovativer Ansatz

Der Betonsteinhersteller KANN GmbH Baustoffwerke nutzt beispielsweise bei seinem nachhaltig gefertigten Gestaltungspflaster Vios RX40 mindestens 40 % wiederverwendeten Beton. Das dafür benötigte Basismaterial wird regional und ortsnah bei Bau- und Sanierungsarbeiten recycelt und aufbereitet. Die Steine alter Pflasterflächen werden dafür genauso abgebaut und zerkleinert wie anderer Betonbruch. Der Vorteil liegt auf der Hand: Einerseits gelangt das Material in den Wertstoffkreislauf zurück und kann erneut genutzt werden, andererseits lässt sich gleichzeitig der Abbau von Primärrohstoffen reduzieren. Außerdem ergeben sich durch diese Vorgehensweise kurze Wege für den Rohstofftransport und in der Folge CO₂-Einsparungen. Die ökologische Gesamtbilanz von Bauvorhaben profitiert davon in jedem Fall.

Stabil, langlebig und optisch attraktiv

Zusammen mit Bindemitteln und weiteren Zuschlagstoffen entsteht aus dem Altmaterial der Kernbeton für neue Gestaltungssteine. Der Formungsprozess läuft bei den Recyclingsteinen genauso ab wie bei den Steinen aus konventioneller Produktion. Während für den Kernbeton das Recyclingmaterial zum Einsatz kommt, entsteht die sichtbare Oberflächenschicht aus den gleichen Materialien, die auch bei der herkömmlichen Herstellung verwendet werden. Daher sind RC-Produkte weder rein optisch noch qualitativ von Betonsteinen ohne Recyclingmaterial zu unterscheiden. Sie sind genauso stabil und langlebig wie „Neuware“ und werden in zahlreichen Oberflächenvarianten sowie Farben angeboten.



Das Recyclingpflaster wurde für die Schule in Lahnstein objektbezogen in der Farbstellung sandgrau mit fein gestrahlter Oberfläche gefertigt.



Ein Überblick über den Schulhof. Im hinteren Bereich ist das neue Pflaster bereits verlegt.

Mit dem Blauen Engel ausgezeichnet

Für die vorbildliche Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien wurde dem Recyclingpflaster Vios RX40 im Jahr 2022 das Umweltsiegel „Blauer Engel“ verliehen. Bei der Prämierung von Betonwaren gilt die ganzheitliche Betrachtung der Ökobilanz. Entscheidend sind außerdem gehobene Ansprüche an den Gesundheits- und Verbraucherschutz sowie eine entsprechende Transparenz. Der hohe Recycling-Anteil bei den Rohstoffen in der Herstellung fließt genauso in die Beurteilung ein wie die Freiheit von ökotoxischen Stoffen – beispielsweise Biozide und Halogene. Zusätzlich sind für die Produktion mindestens 50 % Ökostrom einzusetzen und die entstandenen CO₂-Emissionen zu kompensieren. Eine hohe Lebensdauer und umweltfreundliche Entsorgung stellen weitere wichtige Faktoren dar. Alle genannten Forderungen werden vom Recyclingstein Vios RX40 Punkt für Punkt erfüllt. 2021 ist das Pflaster bereits mit dem Plus X Award ausgezeichnet worden.



Auf dem Schulhof wird das Recyclingpflaster verlegt. Rein optisch besteht kein Unterschied zu konventionell gefertigtem Betonsteinpflaster.

In der Umsetzung

Als Referenzobjekt für die Pflasterflächengestaltung mit RC-Betonstein befindet sich derzeit die Neugestaltung eines Schulareals mit Pausenhof in Lahnstein in der Umsetzung. Hier wurde sämtliches altes Betonsteinpflaster ausgebaut und der Verwertung im nahen Werk Bendorf zugeführt. Die zeitgemäße Neugestaltung erfolgt mit großen Pflasterformaten in den Abmessungen 80 x 60 cm sowie 60 x 40 cm in der objektbezogenen Farbgebung sandgrau mit fein gestrahlter Oberfläche. Dabei handelt es sich um einen Farbmix aus vier verschiedenen hellen, aufeinander abgestimmten Farbtönen.

OBJEKTSTECKBRIEF

PROJEKT	Pausenhof Johannes Gymnasium Lahnstein
AUFTRAGGEBER	Bischöfliches Ordinariat Limburg
PLANUNG	Stadt und Freiraum; Planungsbüro Sabine Kraus, Limburg
AUSFÜHRUNG	Horst Schulz; Bauunternehmung GmbH, Koblenz
HERSTELLER BETONSTEIN	KANN GmbH Baustoffwerke, Bendorf, www.kann.de

POSITION.

Resilienz der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur in Deutschland

In Deutschland zeichnet sich die Wasserver- und Abwasserentsorgung durch hohe Versorgungssicherheit und Zuverlässigkeit aus. Sauberes Trinkwasser und eine gute Abwasserreinigung sind – noch – selbstverständlich.

Damit dies so bleibt, ist eine Erhöhung der Investitionen in die Abwasserinfrastruktur zwingend erforderlich. Dies macht auch die Studie zum Zustand der Kanalisation in Deutschland, herausgegeben von der Deutschen Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall (DWA), deutlich. Bereits heute weist jeder fünfte Kanalabschnitt (18,7 %) sofortigen bis kurzfristigen Handlungsbedarf auf. Weitere 29,6 % der Kanäle erfordern mittelfristigen Handlungsbedarf und nur 26,9 % sind schadensfrei. Bei 24,8 % ist der Zustand der Kanäle nicht bekannt.

Ähnlich wie bei der maroden Brückeninfrastruktur in Deutschland kann das, bei mangelnder Investition und fehlendem Bewusstsein, auch in der Wasser- und Abwasserinfrastruktur zu nachlassen-

der Qualität und reduzierter Sicherheit führen. Die Folgen wären unter anderem eine Gefährdung des Grundwassers bei Exfiltration von Abwasser, eine hohe Belastung der Kläranlagen durch Infiltration von Grundwasser in die Kanäle und hohe Verluste bei den Wasserversorgungsleitungen. In der Konsequenz würden unmittelbar die Gesundheit und die Lebensqualität der Menschen in unserem Land beeinträchtigt werden.

Darüber hinaus gilt es, die derzeit aufgrund des Klimawandels steigenden Anforderungen an das Entwässerungssystem zu meistern. Dazu gehören unter anderem die Ableitung der zunehmend auftretenden Starkregenereignisse sowie die Herausforderung, anfallendes Regenwasser lokal wieder zu versickern, statt es über Kanäle abzuleiten, um die Grundwasserneubildung zu fördern. Denn sinkende Grundwasserspiegel gefährden die sichere Wasserversorgung zunehmend.

Zahlen und Fakten

Wasserwirtschaft

Circa 250.000 Beschäftigte; davon rund 90.000 Personen in den Betrieben der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung

Trinkwasserverbrauch (durchschnittlich pro Person und Tag) 128 Liter

Anschlussgrad Trinkwasserversorgung 99 %

Schmutzwasser in öffentlichen Kläranlagen (durchschnittlich pro Einwohnerwert und Tag) 122 Liter

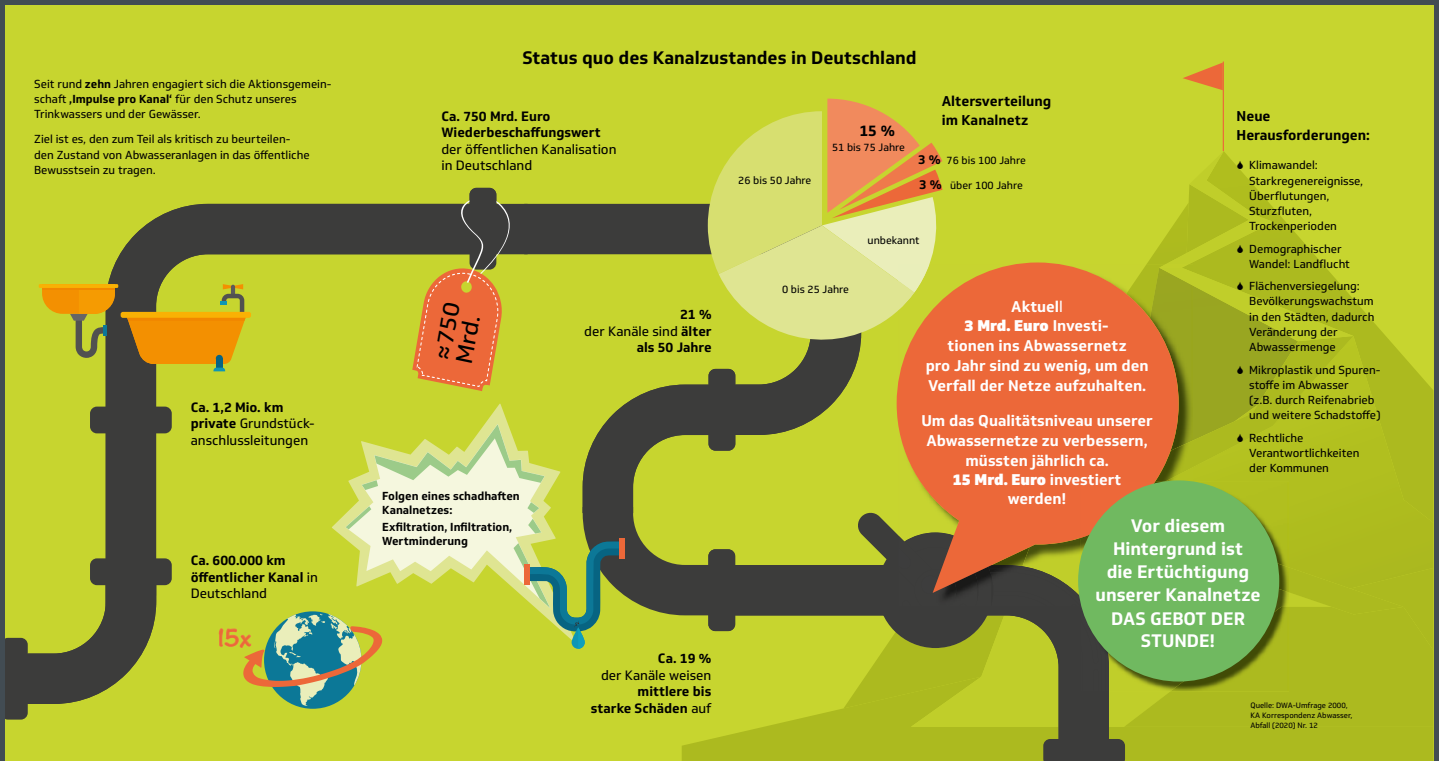
Anschlussgrad Kanalisation 97 %

Kosten Abwasserbeseitigung (für einen durchschnittlichen Haushalt pro Tag) 37 Cent

Investitionen im Abwasserbereich

4,5 Mrd. € pro Jahr, davon

- schätzungsweise knapp ein Drittel in Abwasserbehandlung (Kläranlagen) und
- gut zwei Drittel in Abwasserableitung (Kanalisation)



Die Infografik gibt Auskunft über den aktuellen Zustand der Abwasserkanalisation in Deutschland.

Die Wasser- und Abwasserinfrastruktur zählt zur kritischen Infrastruktur, sodass alles darangesetzt werden sollte, diese zu erhalten und generationenübergreifend zu sichern. Dazu müssen politische Rahmenbedingungen geschaffen werden, unter anderem:

• Inspektionsraten erhöhen

Die Inspektion der Kanäle bildet die Datengrundlage für eine sich anschließende Maßnahmenplanung, sowohl für kurzfristige als auch für langfristige strategische Ziele der Abwasserinfrastruktur.

• Personalressourcen erschließen und sichern

Der Fachkräftemangel macht auch vor der Wasserwirtschaft nicht halt. Für die Sicherheit und Resilienz der Wasser- und Abwasserinfrastruktur sind qualifizierte Fachkräfte in den Bereichen Betrieb, Planung und Verwaltung essenziell. Hier sollte von Bund, Ländern und Kommunen die Aufmerksamkeit für diese wichtigen Aufgaben und beruflichen Möglichkeiten erhöht werden. Bereits in Schulen sollte auf die Bedeutung der Wasser- und Abwasserinfrastruktur als Fundament der Daseinsvorsorge aufmerksam gemacht werden.

• Erneuerungsraten erhöhen

Zur langfristigen (Wert-)Erhaltung des Kanalnetzes bedarf es einer grundlegenden Erhöhung der jährlichen Erneuerungsrate. Eine Vielzahl an Sofortmaßnahmen („Feuerwehrstrategie“), schwerpunktmäßig an Reparaturen mit kurzfristigem Effekt ausgerichtet, führt nachweislich mittelfristig lediglich zu einer Verschiebung des Sanierungsbedarfs in die Zukunft.

• Transparenz und Offenheit schaffen

Investitionen und Baumaßnahmen erfordern das Verständnis von Bürger:innen. Hier ist die rechtzeitige Information sowohl über den Netzzustand als auch über anstehende Maßnahmen zum Erhalt der Wasser- und Abwasserinfrastruktur zu empfehlen.

• Investitionen erhöhen

Gezielte Erhöhungen von Investitionen in die Wasser- und Abwasserinfrastruktur sind notwendig, um den Sanierungsbedarf signifikant zu reduzieren und dringend erforderliche Sanierungsmaßnahmen umzusetzen. Die aktuelle Sanierungsleistung von jährlich etwa 1 % des rund 594.000 km langen Kanalnetzes in Deutschland reicht dazu nicht aus. Hierdurch wird die Substanz sukzessive aufgebraucht.

Fazit

Wie oberirdische Straßen und Brücken müssen auch unterirdische Leitungs- und Kanalnetze instand gehalten und nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer erneuert werden. Um zu gewährleisten, dass die Netze von heute auch morgen noch zuverlässig funktionieren, sind Erhöhungen der Investitionen notwendig. Nur eine bewusste und strukturierte Netzpflege, Erhaltung, Sanierung und Erneuerung tragen zu einer Resilienz der kritischen Infrastruktur der Wasserver- und Abwasserentsorgung bei.

Forderungen der Aktionsgemeinschaft Impulse Pro Kanal

Noch immer besteht dringender Handlungsbedarf, um unsere Wasser- und Abwasserinfrastruktur nachhaltig zu erhalten. Die Aktionsgemeinschaft **Impulse pro Kanal** mit 22 Verbänden und Organisationen hat deshalb Forderungen

zugunsten einer funktionsfähigen Wasser- und Abwasserinfrastruktur aufgestellt, die gerade in Zeiten von knapper werdenden Ressourcen wichtiger sind denn je.

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.



Keine Gefährdung des Grundwassers

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



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.



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.



Inspektionsraten erhöhen

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



Betriebssicherheit durch Nachweis

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



Bürgerinformation und -beratung

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



Qualitätssicherungsmaßnahmen

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



Nachhaltigkeit

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

Beton im Kanalbau

Wirtschaftlich und nachhaltig ausschreiben

Das Thema Nachhaltigkeit gewinnt auch im Kanalbau zunehmend an Bedeutung. Dabei ist vor allem die Wahl des Kanalwerkstoffes entscheidend. Als dominierendes Vergabekriterium wird hier jedoch weiterhin die Wirtschaftlichkeit herangezogen. Doch welche Kriterien definieren einen Werkstoff als nachhaltig? Kann ein Werkstoff wirtschaftlich und gleichzeitig nachhaltig sein? Das Beispiel Beton zeigt, dass Netzbetreiber bereits jetzt Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zugleich berücksichtigen können – ohne große Anstrengung.

Nachhaltigkeit im Kanalbau: Der Rohwerkstoff Beton in der Analyse

Nachhaltigkeitsaspekte spielen bei der Auswahl von Werkstoffen für die Entwässerung eine immer größere Rolle, auch wenn es diesbezüglich (noch) keine verbindlichen Vorgaben des Bundes oder der Länder gibt. Doch wie findet man einen nachhaltigen und gleichzeitig wirtschaftlichen Werkstoff? Welche Kriterien sind hierbei zu berücksichtigen? Wer liefert verlässliche Informationen? Fragen über Fragen, die es bei der Materialauswahl zu beantworten gilt.



Gemäß einer aktuellen Aufstellung des Statistischen Bundesamts berücksichtigen mehr als 84 % der öffentlichen Auftraggebenden lediglich den Preis als Vergabekriterium¹. Gleichzeitig sind Anforderungen an Umweltwirkungen auf dem Vormarsch. Fehlende Vorgaben erschweren es jedoch öffentlichen Netzbetreibern, geeignete Kriterien auszuwählen, die einen nachhaltigen Werkstoff ausmachen. Während für die einen der reine CO₂-Ausstoß bei der Produktion ausschlaggebend ist, spielen für die anderen die Regionalität oder die Zusammensetzung des Werkstoffes eine entscheidende Rolle. Wieder andere machen Nachhaltigkeit an Umweltsiegeln fest oder beziehen soziale Aspekte in die Definition mit ein. Es ist daher nicht möglich, die „Nachhaltigkeit“ eines Werkstoffes nur anhand eines einzigen Kriteriums zu bewerten. Aus diesem Grund beleuchtet dieser Beitrag verschiedene Nachhaltigkeitskriterien am Beispiel des in der Entwässerungswirtschaft am meisten eingesetzten Rohwerkstoffes Beton. Dabei werden folgende Kriterien berücksichtigt:

- CO₂-Fußabdruck und EPD
- Regionalität
- Lebensdauer und Sanierbarkeit

- Recyclingquote und Kreislaufwirtschaft
- Einsatz- und Optimierungsmöglichkeiten
- Gesetzliche Vorgaben

Analyse der Ökobilanz: CO₂-Fußabdruck und EPD

Die Treibhausgasemissionen eines Produktes (angegeben in kg CO₂-Äquivalent [CO₂eq]) sowie weitere Umweltwirkungen werden in den sogenannten Umweltproduktdeklarationen (EPDs) angegeben, die zum Beispiel in der Datenbank ÖKOBAUDAT des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen veröffentlicht werden. Bei der Analyse der Ökobilanz berücksichtigen EPDs alle Lebenszyklusphasen von der Rohstoffgewinnung bis zum rezyklierten Produkt, sofern für die jeweilige Phase Daten angegeben werden können. Die Ermittlung der Werte erfolgt nach einem standardisierten Verfahren und ermöglicht so die Vergleichbarkeit verschiedener Rohwerkstoffe.

Die Rheinland-Pfälzische Technische Universität (PRTU) Kaiserslautern-Landau hat auf Basis dieser offiziellen Werte ein Vergleichstool entwickelt, das den CO₂-Fußabdruck verschiedener Rohwerkstoffe anhand bestehender EPDs gegenüberstellt. Unter  www.klima-rechner.de erhalten Interessierte nach Auswahl von Nennweite und Werkstoff eine grafische und tabellarische Übersicht der wichtigsten Umweltkennwerte. Die Werkstoffe Beton und Stahlbeton schneiden hierbei sehr gut ab und belegen jeweils Spitzenplätze bei CO₂eq-Ausstoß und Primärenergiebedarf. Damit wird der Irrglaube widerlegt, dass schwere Bauteile einen größeren CO₂-Fußabdruck haben als leichte. 

¹Vgl. Schlautmann, C., Deutsche Behörden setzen bei der Beschaffung kaum auf Nachhaltigkeit, in: Handelsblatt.com vom 08.05.2023, URL: <https://bit.ly/3ZgcK98>

Hier ist sogar das Gegenteil der Fall: Trotz ihres hohen Gewichts weisen Kanalrohrsysteme aus Beton und Stahlbeton einen geringeren CO₂-Fußabdruck auf als leichtere Alternativsysteme. Der Klima-Rechner dient als Grundlage für das FBS Klima-Rad.

Umweltschutz durch Regionalität

„Produkte aus der Region!“ – was im Lebensmittelbereich immer mehr an Bedeutung gewinnt, gilt in der Betonbranche schon seit vielen Jahrzehnten. Die Hauptbestandteile von Beton, Kies beziehungsweise Sand, Zement und Wasser, stammen in der Regel aus der unmittelbaren Umgebung des Rohrherstellers. Deutschlandweit gibt es mehr als 60 Produktionsstätten für Betonrohre und -schächte, meist in der Nähe einer Kiesgrube und eines Zementwerkes. Dadurch ist eine flächendeckende Versorgung mit Rohstoffen gewährleistet und Importe aus Übersee entfallen.

Die dezentrale Versorgungssituation ermöglicht kurze Transportwege zur Baustelle und sorgt so für eine Reduktion der CO₂-Emissionen beziehungsweise für eine Kompensation des in der Regel höheren Transportgewichts der Betonbauteile. Gleichzeitig tragen die FBS-Mitglieder zur Sicherung von Arbeitsplätzen in Deutschland bei. Dabei erfüllen sie höchste soziale, ökologische und ökonomische Anforderungen (Arbeitsbedingungen, Mindestlohn, Umweltschutz, Lieferketten etc.).

Nicht nur die Rohstoffgewinnung sondern auch die Zusammensetzung der Rohstoffe bietet ökologische Vorteile. Denn Kanalssysteme aus Beton und Stahlbeton bestehen aus natürlichen Ausgangsstoffen und stellen somit keine Belastung für den umgebenden Boden dar. Auch der im Betrieb anfallende Abrieb enthält keine künstlichen Bestandteile wie zum Beispiel Mikroplastik und kann daher unbehandelt in den Vorfluter eingeleitet werden.

Lebensdauer und Sanierbarkeit

Die Lebensdauer eines Bauteils kann als Inbegriff von Nachhaltigkeit angesehen werden. Denn ein Produkt, das länger hält, muss erst später erneuert werden. Kanalbauteile aus Beton bewähren sich seit über 150 Jahren im praktischen Einsatz. Viele Entwässerungssysteme aus Beton haben eine Lebensdauer von 100 Jahren und mehr. Diese nachgewiesene Produktqualität ist umso überzeugender, wenn man bedenkt, dass diese Rohre kurz nach dem Ende des Ersten Weltkrieges hergestellt wurden. Produktionsmethoden und Beton-

technologie haben sich seitdem stetig verbessert, sodass heutigen Betonkanalsystemen eine noch viel längere Lebensdauer prognostiziert werden kann. Große Wasserwirtschaftsverbände rechnen beispielsweise mit einer Nutzungsdauer von 100 bis 150 Jahren.

Darüber hinaus bieten Kanalsysteme aus Beton und Stahlbeton den Vorteil, dass sie am Ende ihrer Lebensdauer einfach rezykliert, ggf. sogar zuvor saniert werden können. Aufgrund ihrer Formstabilität und Materialeigenschaften sind sie für gängige Sanierungsverfahren geeignet.



Kanalsysteme aus Beton sind seit über 100 Jahren im Einsatz.

Recyclingquote und Kreislaufwirtschaft

Betonbauteile erreichen bereits heute eine Recyclingquote von über 90 %². Damit ist Beton ein gefragter Werkstoff in der Kreislaufwirtschaft. Die Betonbranche verfügt über ein funktionierendes Recyclingsystem, sodass die Produkte am Ende ihrer Lebensdauer nicht wie spezielle Kunststoffe deponiert oder thermisch verwertet, also „verbrannt“ werden müssen. In aktuellen Forschungsprojekten werden neue Recyclingverfahren entwickelt, um diese Vorreiterrolle beim Recycling weiter auszubauen. Der FBS wird in Kürze ein Projekt gemeinsam mit einem europäischen Hersteller umsetzen, das nochmals einen Meilenstein im Recycling von Beton darstellen soll.

Darüber hinaus besitzen Betonbauteile die Fähigkeit zur „Rekarbonatisierung“, das heißt, sie nehmen im Laufe ihres Lebenszyklus bis zu 43 % des bei der Herstellung freigesetzten CO₂ wieder auf und speichern es.³

² <https://www.meistertipp.de/aktuelles/news/recyclingbaustoffe-primaerbaustoffe-warum-als-kombi-wichtig> (Stand: 17.05.2022).

³ Fengming Xi, Steven J. Davit et al.: Substantial global carbon uptake by cement carbonation. In: Nature Geoscience, Nov. 2016.



© FBS

Betonkanalsysteme überzeugen in puncto Nachhaltigkeit.

Einsatz- und Optimierungsmöglichkeiten

Ein weiterer Vorteil von Beton im Hinblick auf die Nachhaltigkeit liegt in der großen Formenvielfalt und nahezu unbegrenzten Formbarkeit des Werkstoffs. Je nach Einsatzzweck bietet die Betonindustrie optimale Standardlösungen (zum Beispiel Durchmesser- und Querschnittsvielfalt mit Kreis-, Ei-, Maul- und Rechteckprofilen von DN 300 bis DN 4000) oder individuelle Sonderlösungen an. Damit wird gewährleistet, dass das gewünschte Kanalsystem mit möglichst wenigen Bauteilen realisiert werden kann. Alternative Lösungen aus Standardbauteilen erfordern gegebenenfalls zusätzliche Bauteile, um die gewünschte Konstruktion zu erreichen, was unweigerlich zu einer höheren CO₂-Belastung führt.

Gesetzliche Vorgaben

Im Zeichen des „European Green Deal“ werden derzeit auf nationaler und internationaler Ebene zahlreiche Gesetze auf den Weg gebracht, die die Klimaneutralität bis 2045 vorbereiten. Auf Landes- und Bundesebene gibt es schon heute Vorgaben, die bei Ausschreibungen die Umweltauswirkun-

gen von Produkten berücksichtigen. Auch einzelne Städte und Gemeinden haben sich bei Ausschreibungen bereits individuelle Nachhaltigkeitsziele gesetzt. Alle Initiativen haben eines gemeinsam: Sie zeigen, dass der Einfluss von Nachhaltigkeitsaspekten in den kommenden Jahren drastisch zunehmen wird und es sinnvoll ist, sich bereits heute damit auseinanderzusetzen.

Fazit

Unternehmen, Behörden, Kommunen und Netzbetreiber werden in den kommenden Jahren im Tief- und Kanalbau mit zahlreichen neuen Herausforderungen im Bereich Nachhaltigkeit konfrontiert. Während derzeit noch wirtschaftliche Vergabekriterien dominieren, werden umweltrelevante Anforderungen weiter an Gewichtung zunehmen. Die Werkstoffe Beton und Stahlbeton genügen mit ihrer Regionalität, Langlebigkeit, Recyclingfähigkeit und ihrem geringen CO₂-Fußabdruck bereits den Anforderungen an nachhaltige Vergabekriterien. Klimafreundlich und wirtschaftlich ausschreiben ist daher schon heute mit Beton möglich.

 www.fbs-beton.de

Gastbeitrag „Modulares Brückensystem“

Die innovative n.Brücke – das Schnellbausystem aus der Fabrik

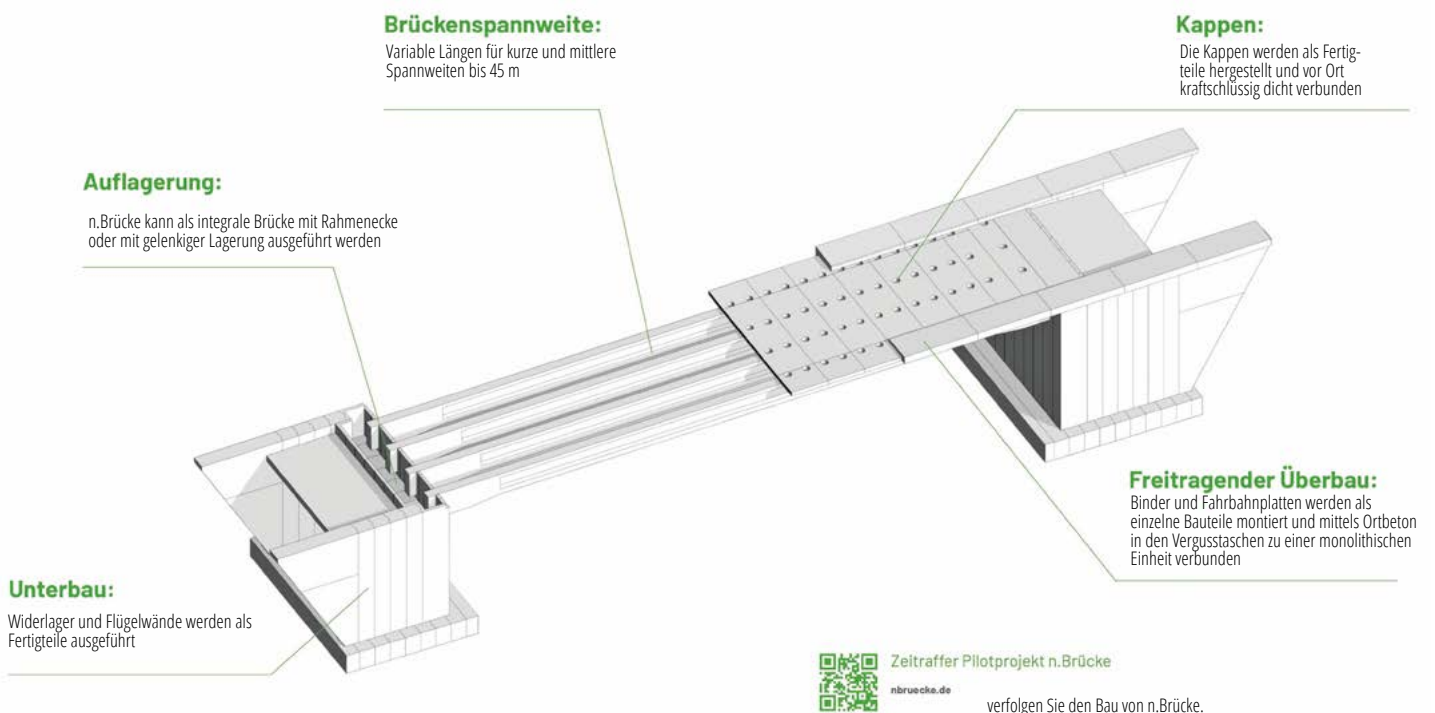
Für den Güterverkehr auf deutschen Straßen wird bis 2051 eine Zunahme von 54 % erwartet. Dem steigenden Verkehrsaufkommen sind viele bestehende Brückenbauwerke nicht mehr gewachsen.¹ Um die Funktionalität der Verkehrswege aufrechtzuerhalten, müssen eine Vielzahl maroder Brücken saniert oder erneuert werden.² Gleichzeitig haben die Reduzierung von Stau- und Umfahrungszeiten sowie der CO₂-Belastung eine große Bedeutung. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, bietet die nessler Gruppe aus Aachen eine Lösung mit dem modularen Brückensystem n.Brücke.

Durch die erhöhten Verkehrsbelastungen nehmen die Anforderungen zukünftiger Neu- und Ersatzbauten von Brücken deutlich zu. Diese und die veraltete Verkehrsinfrastruktur machen es notwendig, dass ab 2023 doppelt so viele Brücken erneuert werden müssen, wie in den Jahren zuvor.

Um die Beeinträchtigungen des Verkehrs möglichst zu begrenzen, ist es sinnvoll, schnell zu bauen. Eine kurze Bauzeit minimiert Stau- und Verkehrsumfahrungen, spart jedem Verkehrsteilnehmer wichtige Zeit, ermöglicht einen wirtschaftlichen Gütertransport und reduziert den Kraftstoffverbrauch sowie den CO₂-Ausstoß der Fahrzeuge erheblich.

Zur Kapazitätsaufnahme des Verkehrs sind Fahrspurverbreiterungen notwendig, die für Ersatzneubauten eine Vergrößerung der Spannweite bei gleichzeitiger Einhaltung des Lichtraumprofils sowie der Gradienten von Überführungsbauwerken zur Folge haben. Zur Realisierung größerer Überbauschlankheiten bieten hochfeste Betone die Möglichkeit zur Abhilfe bei Zwangslagen³.

Schließlich bedarf es ebenfalls eines effizienteren Umgangs mit den begrenzten Personalressourcen in allen Bereichen der Wertschöpfung und des Einsatzes schlanker und digitaler Prozesse, um die Genehmigungs- und Planungszeit zu verkürzen und



Modell der entwickelten n.Brücke.

¹ Vgl. BMDV S. 33: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/prognose-berichtgleitende-langfrist-verkehrsprognose.pdf?__blob=publicationFile

² Vgl. BMDV: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StB/bericht-modernisierung-bruecken-0212.pdf?__blob=publicationFile

Andreas Huppertz M.Sc. MBA
Leiter n.Brücke bei nessler bau gmbh, Aachen



eine höhere Zahl von Bauwerken in der zur Verfügung stehenden Zeit zu realisieren.

Eine innovative Antwort auf diese Herausforderungen ist die n.Brücke – ein modulares Baukastensystem für Brücken aus Betonfertigteilen. Deren Entwicklung hat die nessler Gruppe seit dem Jahr 2017 in Zusammenarbeit mit dem Institut für Massivbau (IMB) der RWTH Aachen im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsvorhabens vorangetrieben und erstmalig in einem Pilotprojekt 2022 für StraßenNRW eingesetzt.

Entwicklung

In dem Forschungsprojekt wurde das Brückensystem für kleinere bis mittlere Spannweiten bis 45 m entwickelt. Um die Bauzeit auf ein Minimum (< 100 Tage) zu reduzieren, wird auf einen hohen Einsatz von Vollfertigteilen gesetzt, die sowohl im Unterbau für Fundamente, Widerlager und Flügelschalen, als auch im Überbau vorgesehen sind. Zur Realisierung der geplanten Spannweiten wird die Brücke als integrales Bauwerk mit Ortbetonergänzung im Bereich der Rahmenecke umgesetzt. Durch den zusätzlichen Einsatz von hochfesten Betonen bis C80/95 gelingt es, eine sechsspurige Autobahn ohne Mittelunterstützung bei einer Schlankheit von $H < L/26$ zu überspannen.

Zur Vereinfachung von Herstellung, Transport und Montage sind Binder und Fahrbahnplatten

zunächst voneinander getrennt und ergeben, durch Ortbetonergänzung einzelner Schubtaschen zwischen Binder und Fahrbahnplatten, im Endzustand einen monolithischen Verbund.

Pilotprojekt

Die erste n.Brücke wurde im Rahmen eines Pilotprojekts im Auftrag von StraßenNRW im Jahr 2022 in die Praxis umgesetzt. Die einachsige, 14 m spannende Bestandsbrücke über den Teichbach in Hückelhoven-Brachelen war aufgrund starker Korrosionsschäden an den Spundwänden im Bereich der Wasserwechselzone nicht mehr dauerhaft standsicher und musste ersetzt werden. Auf Basis eines funktionalen Leistungsprogramms wurde die Firma nessler mit dem Rückbau der Bestandsbrücke, der Planung und Umsetzung der neuen Brücke sowie mit den angrenzenden Straßenbauarbeiten beauftragt.

Für die Anwendung des entwickelten Konstruktionsprinzips der modularen Bauweise ist es von großer Bedeutung, bereits in der Entwurfsphase wesentliche Planungsgrundsätze einfließen zu lassen. Auf der Basis erarbeiteter typischer Elemente und Verbindungen ist es in der frühen Projektphase wichtig, Einzelgeometrien zu entwickeln, die eine wirtschaftliche Produktion, einen effektiven Transport und eine schnelle Montage gewährleisten. Der Einsatz von BIM ab der Entwurfsplanung bis zur Ausführung erleichtert die Umsetzung komplexer Aufgaben, da Bauteile nicht nur dreidimensional



© nessler bau

Bestandsbrücke Teichbach.



© Hannes Braatz / 360pixel

Montage des Überbaus.

³ Vgl. Haveresch: Innovationen bei Betonbrücken, Bautechnik 98, 2021

dargestellt werden, sondern auch Schnittstellen zur Bewehrung sowie Einbau- und Ausbauteile und vorhandene Toleranzen sichtbar werden.

Eine besondere Herausforderung der Brücke Teichbach bestand in der hohen Schiefwinkligkeit von 36 gon in der Draufsicht, die die Anpassbarkeit des Systems in statischer und geometrischer Hinsicht auf die Probe stellte.

Bauzeit und externe Kosten

Das Ziel, den Rück- und Ersatzneubau einer Brücke inklusive aller angrenzenden Straßenbauarbeiten in unter 100 Tagen fertigzustellen, konnte bei dem Pilotprojekt mit 92 Tagen unterboten werden. Während der Rückbau, Erdbau und Straßenbau konventionell erfolgen, bietet die Fertigteilbauweise große Potenziale zur Verkürzung der Bauzeit für die Brückenkonstruktion. Die bauliche Umsetzung der n.Brücke erforderte weniger als 18 Arbeitstage. Diese kurze Bauzeit wird entscheidend durch die Systembauweise realisiert. Darunter ist nicht nur die reine Produktion der Fertigteile zu verstehen, sondern vielmehr die genaue Planung mit BIM inklusive aller Schnittstellen, die Verlagerung der Produktion ins Werk, die Just-in-time-Lieferung zur Baustelle und definierte Prozesse auf der Baustelle. Gegenüber einer konventionellen Herstellung vor Ort ist die modulare Bauweise der n.Brücke für dieses Projekt circa sechsmal schneller.

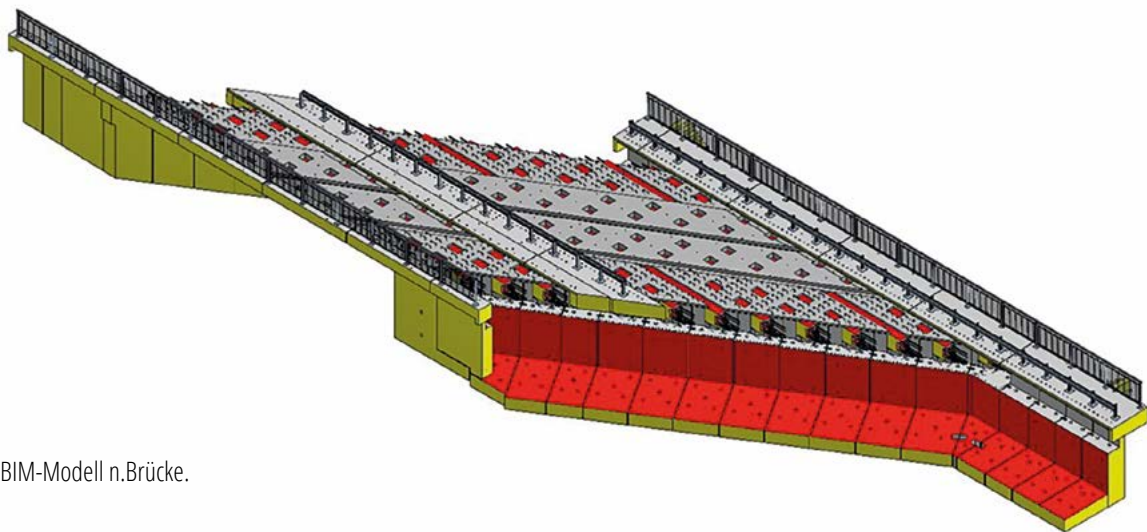
Von der kurzen Bauzeit profitieren vor allem die Verkehrsteilnehmer. Der Neubau der Brücke erfordert die Vollsperrung der Landstraße L364 im Bereich der Brücke. Die 3.110 Fahrzeuge (5 % Lkw-Anteil), die gemäß DTV 2015 pro Tag die Brücke

überquerten, mussten für die Bauzeit auf eine Umleitungsstrecke von 6,7 km ausweichen. Werden Kosten für den Arbeits- und Freizeitausfall von 12 €/h⁴, Kosten für Lkw von 80 €/h und Spritkosten von 1,80 €/l angenommen, so entstehen fast 318.000 € Kosten für alle Verkehrsteilnehmer im Monat. Durch die verkürzte Bauzeit von nur drei Monaten, gegenüber einer geschätzten Bauzeit in konventioneller Bauweise von zehn Monaten, werden 70 % der volkswirtschaftlichen Kosten oder fast 2,23 Mio. € vermieden.

CO₂-Emissionen

Einen genauso positiven Effekt hat das schnelle Bauen auf die CO₂-Belastung infolge des Verkehrs. Ein Pkw und ein Lkw stoßen jeweils 162 g CO₂/Pers.km⁵ und 118 g CO₂/tkm⁶ aus. Hieraus ergibt sich ein monatlicher CO₂-Gesamtausstoß der Fahrzeuge von 201 t CO₂ für die Umleitungsstrecke. Die Ersparnis gegenüber der konventionellen Bauweise beträgt somit 1.407 t CO₂. Zum Vergleich wurde ebenfalls die CO₂-Belastung aus der Konstruktion der Brücke ermittelt. Hierzu bietet die Ökobaudat⁷ Daten zum globalen Erwärmungspotenzial (GWP) der Betone C25/30 (129,2 kg CO₂-eqv/m³), C35/45 (244,0 kg CO₂-eqv/m³), C50/60 (300,0 kg CO₂-eqv/m³) sowie des Bewehrungsstahls (0,68 kg CO₂-eqv/m³) aus der Herstellung (Produktionsstadium A1 bis A3) und zu den Belastungen aus dem Transport (Produktionsstadium A4) vom Fertigteilwerk zur Baustelle (35,5 km).

Für die Konstruktion ergibt sich so eine CO₂-Belastung von 232 t CO₂ sowie aus dem Transport der Fertigteile von 5,9 t CO₂ für das Bauwerk.



BIM-Modell n.Brücke.

© Seung-Wook Yoo / nessler bau

⁴ https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Laenderuebergreifende_Arbeitsgruppe_12_Umweltbelastungen_aufgrund_von_Staus_BW_und_RheinlandPfalz.pdf

⁵ Umweltbundesamt, TREMOD 6.42 (12/2022)

⁶ Umweltbundesamt, TREMOD 6.42 (12/2022)

⁷ <https://www.oekobaudat.de/datenbank/suche.html>



Fertiggestellte n.Brücke.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass bereits nach einer Bauzeit von 35 Kalendertagen die CO₂-Belastung der Brücke durch den Verkehr amortisiert wird und im Vergleich zum CO₂-Ausstoß des Verkehrs der Stahlbeton nur von untergeordneter Bedeutung ist. Über 62 % der bei einer Bauzeit von zehn Monaten entstandenen CO₂-Belastung können so durch die schnelle Systembauweise eingespart werden.

Die modulare Bauweise mit Betonfertigteilen wird seit Jahrzehnten erfolgreich im Hochbau eingesetzt. Das Pilotprojekt zeigt, dass diese Bauweise auch auf den Brückenbau anwendbar ist.

Die Grenzen der Anwendbarkeit sind auch bei stark schiefwinkligen Bauaufgaben nicht erreicht und bieten durch digitale Planung mit BIM und der Herstellungsverlagerung ins Werk für eine Vielzahl von Brücken die Möglichkeit, deutlich schneller Brückenprojekte umzusetzen. Der große Vorteil des schnellen Bauens ist die Reduzierung der volkswirtschaftlichen Kosten und der Belastungen für die Umwelt. Gleichzeitig bietet die systematisierte Anwendung dieser Bauweise die Möglichkeit, Planungszeiten zu reduzieren, sowie eine Lösung für die schnellere Umsetzung einer Vielzahl an Ersatzneuprojekten in dieser Zeit.

Nachhaltigkeit

**2,23 Mio. €
volkswirtschaftlicher
Kosten gespart¹**

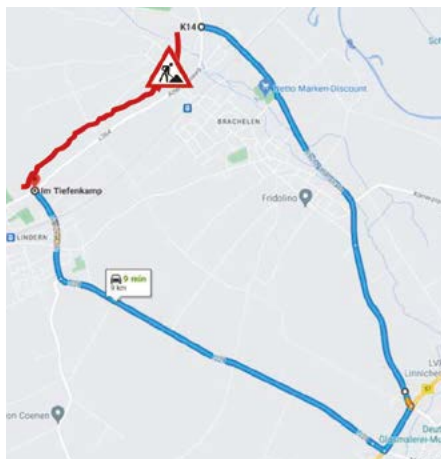
Einsparung volkswirtschaftlicher Kosten durch

- Arbeitsausfall
- Freizeitausfall
- Kraftstoffeinsparung

¹ Gegenüber einer möglichen Bauzeit von 10 Monaten für eine konventionelle Bauweise

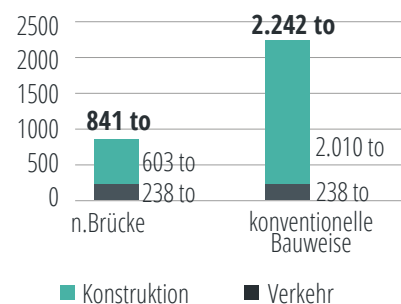
Beispiel Pilotprojekt Hückelhoven Brachelen

- Vollsperrung für drei Monate Bauzeit
- DTV (2015): 3.110 Fahrzeuge/Tag (155 LKW/Tag)
- 6,7 km Umfahrung



**1.401 t CO₂-Belastung
gespart¹**

CO₂-Belastung Vergleich



Externe Kosten Brücke Teichbach.

Gastbeitrag „Innovative Ladeinfrastruktur“

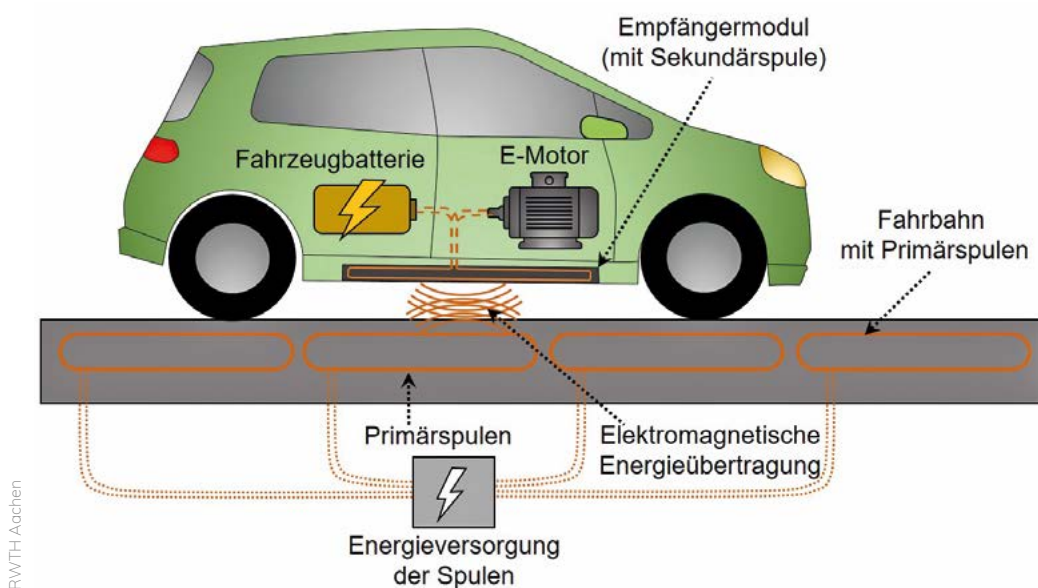
Betonfahrbahnen mit Fertigteilen zum dynamischen induktiven Laden von Elektrofahrzeugen

Bei der Umstellung von Verbrennungsmotoren auf Elektroantriebe im Straßengüterverkehr werden als zentrale Herausforderungen die begrenzten Reichweiten, das Batteriegewicht sowie die derzeit noch lückenhaft ausgebaute Ladeinfrastruktur gesehen. Ein Lösungsansatz hierfür stellt die ergänzende Ausstattung der Straßeninfrastruktur mit Systemen zum dynamischen induktiven Laden von Elektrofahrzeugen dar. Das hier vorgestellte Konzept zur baulichen Realisierung einer solchen Ladeinfrastruktur beinhaltet den Einsatz von Betonfertigteilen zur wirtschaftlichen und modularen Integration in die Fahrbahn.

Zur Reduktion von CO₂-Emissionen im Straßen-güterverkehr wird derzeit insbesondere der Einsatz von Fahrzeugen mit batterieelektrischen Antrieben vorangetrieben. Die Herausforderungen, die sich in diesem Zusammenhang insbesondere für den Fernverkehr stellen, sind die mangelnde Reichweite, das Batteriegewicht sowie die lückenhafte Ladeinfrastruktur im Bereich der Bundesfernstraßen. Durch den Einsatz von Technologien zum dynamischen induktiven Laden von Elektrofahrzeugen – das heißt das kontaktlose Laden von Fahrzeugen während der Fahrt – kann sowohl ein Teil der für die Bewegung von Fahrzeugen erforderlichen Energie direkt abgedeckt als auch ein weiterer Teil zum Laden der Batterie genutzt werden. Somit können Batterien mit moderater Kapazität verbaut werden, was wiederum den Ressourcenbedarf reduziert und die Zuladungskapazitäten bei Nutzfahrzeugen vergrößert. Gleichzeitig kann die Anzahl an Zwischen-

stopps für Ladevorgänge bei Langstreckenfahrten reduziert werden, wodurch sich die Reisezeiten verkürzen.

Bei der Energieübertragung mittels elektromagnetischer Induktion werden elektrisch leitfähige Spulen in die Fahrbahn integriert. Diese erzeugen ein hochfrequentes, elektromagnetisches Feld, über das Energie mithilfe des Induktionseffektes in eine fahrzeugseitig montierte Aufnehmerspule übertragen werden kann. Durch die Integration in die Fahrbahn ist die Versorgungsinfrastruktur vor Witterungseinflüssen und Vandalismus geschützt und es besteht die Möglichkeit, neben Schwerlastfahrzeugen auch Pkw durch das System aufzuladen. Zudem wird die kontaktlose Energieübertragung als weniger verschleiß- und wartungsintensiv angesehen als eine kontaktbehaftete Energieübertragung.



Funktionsprinzip der dynamischen induktiven Energieübertragung.

Dr.-Ing. Frederic Otto
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Straßenwesen (ISAC)
der RWTH Aachen University



Jan Rickwärtz, M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Elektrische Maschinen (IEM)
der RWTH Aachen University

**Univ.-Prof. Dr.-Ing.
habil. Dres. h. c.
Kay Hameyer**
Institutsleiter Institut für
Elektrische Maschinen (IEM)
der RWTH Aachen University

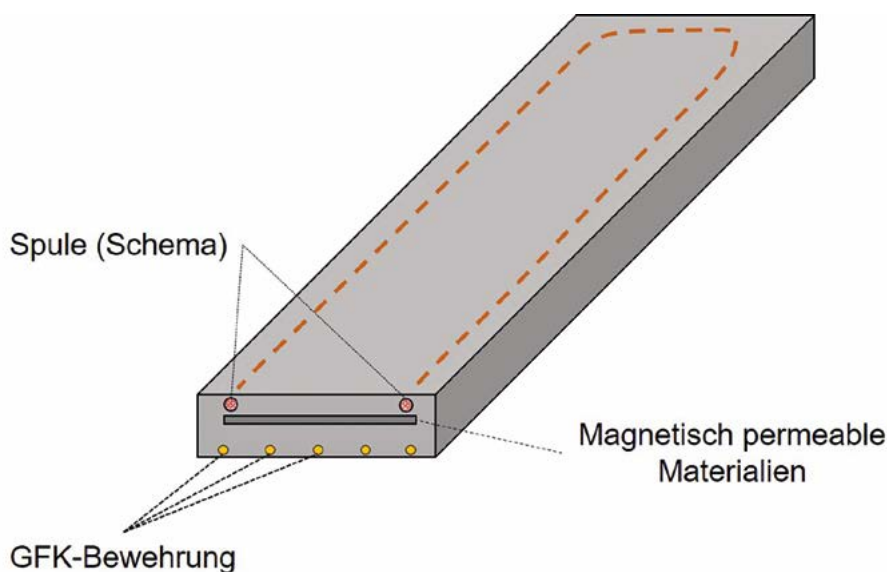
Einsatz von Fertigteilen zur Integration der induktiven Ladeinfrastruktur in die Fahrbahn

Für die Umsetzung einer dynamischen induktiven Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßennetz sind geeignete Werkstoffe und Einbauverfahren zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen. Im Rahmen des vom BMDV geförderten Forschungsvorhabens „InductInfra“ kommen hierfür Betonfertigteile als Lademodule zum Einsatz. Diese sind mit den für die Versorgung benötigten Spulen, einer Schicht aus magnetisch permeablen Materialien zur Führung des Magnetfeldes und einer magnetisch und elektrisch nicht leitfähigen Bewehrung aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) versehen. Durch den Einsatz solcher Fertigteilmodule können zahlreiche Arbeitsschritte bereits im Vorfeld der Installation vor Ort im Werk abgewickelt werden, sodass hierdurch keine zusätzlichen Bauzeiten zustande kommen. Es bleibt die Installation vor Ort, welche durch das modulare Bauverfahren zügig abgewickelt werden kann. Die Fertigteile sind derart dimensioniert, dass sie zwischen den Rollspuren angeordnet werden und somit nur eingeschränkt den Belastungen durch den Straßenverkehr (beispielsweise bei Fahrstreifenwechseln) ausgesetzt sind. Die Versorgung der Spulen erfolgt über die im Straßenseitenraum

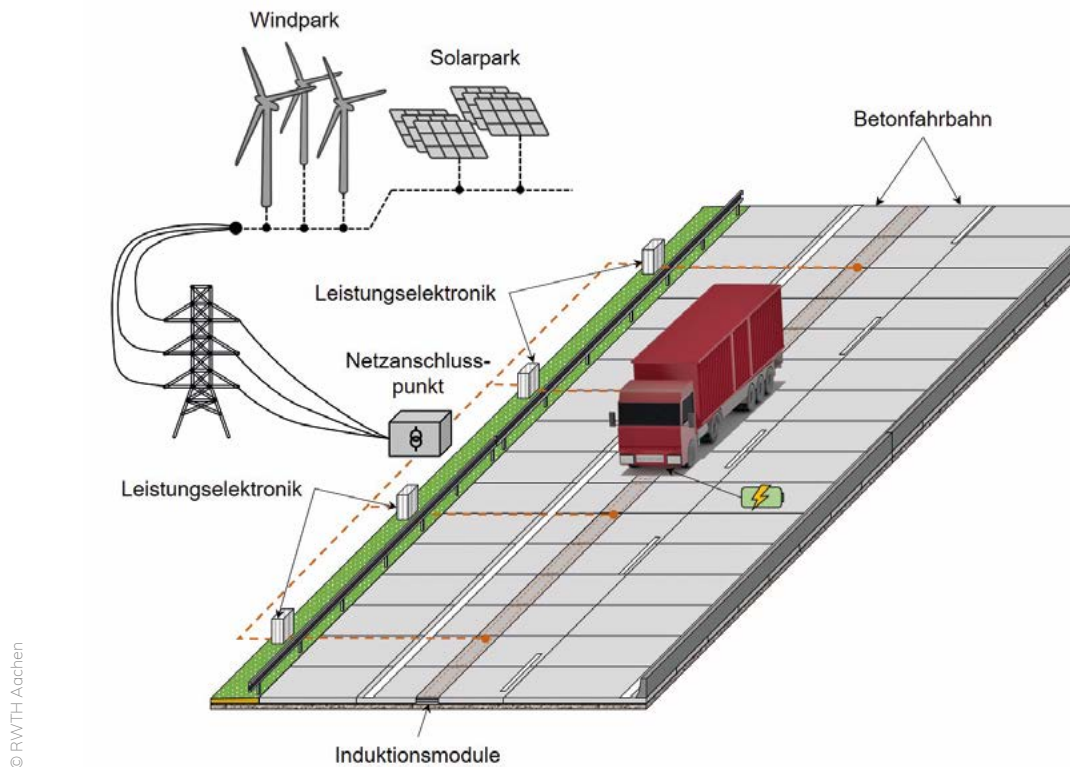
angeordnete Leitungselektronik, welche über einen Netzanschlusspunkt an ein übergeordnetes Verteilnetz angebunden ist. Zur Energiegewinnung sind dezentrale Erzeugungsanlagen aus regenerativen Energiequellen (Windkraftanlagen, Fotovoltaikanlagen) besonders geeignet. Dabei ermöglicht die dezentrale Anordnung der dynamischen induktiven Ladeinfrastruktur stets kurze Transportwege zwischen Erzeugung und dem Verbrauch der Energie.

Die Herausforderungen, die sich bei der Integration eines solchen Ladesystems in die Straßenverkehrsinfrastruktur ergeben, resultieren aus den verschiedenen Themengebieten und Fachdisziplinen, welche unterschiedliche Anforderungen an das System stellen. Kompatibilität sowie Konfliktpunkte dieser Anforderungen lassen sich im Rahmen des 4-Säulenmodells identifizieren. Nach diesem Modell wird zwischen systemischen, elektrotechnischen, bautechnischen und kommunikationstechnischen Anforderungen unterschieden.

Die systemischen Anforderungen ergeben sich aus dem Energiebedarf der einzelnen Fahrzeuge im Straßennetz und den daraus resultierenden Anforderungen an die örtlichen Ladeabschnitte und an das übergeordnete Verteilnetz. ▶



Schematische Darstellung des Betonfertigteils.



© RWTH Aachen

Konzept zur Umsetzung des dynamischen induktiven Ladesystems im Autobahnnetz.



Herstellung eines Fertigteilmoduls mit integrierter Spule.

© RWTH Aachen

Die elektrotechnischen Anforderungen umfassen eine energetisch möglichst effiziente (das heißt möglichst verlustarme) Auslegung des örtlichen Systems zwischen Netzanschlusssystem und dem fahrerseitigen Verbraucher. Aus bautechnischer Sicht steht insbesondere der Lastabtrag im Vordergrund, der aufgrund des Eingriffs in den Straßenoberbau resultiert. Durch eine geeignete Dimensionierung des Fertigteils und der Lastübertragungsmittel sowie durch die Wahl eines geeig-

neten Verfahrens zur Integration des Fertigteils in den Fahrbahnoberbau ist sicherzustellen, dass die resultierende Fahrbahnbefestigung gegenüber einem konventionellen Straßenoberbau gleichwertige Eigenschaften aufweist. Die Anforderungen an die Kommunikations- und Sicherheitstechnik betreffen das Verbraucher- und Abrechnungsmodell für die Streckenbetreiber sowie den Umgang mit Fremdkörpern, Verkehrsunfällen und Systemfunktionsstörungen.

Erprobung der Technologie

Das Konzept des dynamischen induktiven Ladens ist bislang im Rahmen von mehreren Demonstratoren sowohl auf Labormaßstabebene als auch anhand großmaßstäblicher Versuchsstrecken hinsichtlich verschiedener Anwendungsziele (unter anderem MIV, ÖPNV, Schwerlastverkehr) und den damit verbundenen Lade- und Übertragungsleistungen untersucht und analysiert worden. Dabei wurde unter anderem die Aufmerksamkeit auf die Übertragungseigenschaften (zulässige Luftspalte zwischen den Spulen, Toleranz hinsichtlich Lateralversatz, Wirkungsgrad etc.), Herstellungskosten, Betreibermodelle und Technologiereifegrad gelegt. Eine Übersicht findet sich im Bericht „Electric Road Systems: A Solution For The Future?“ der World Road Association (PIARC) von 2018.

Das Forschungsvorhaben „InductInfra“ legt den Fokus auf die Weiterentwicklung von bereits erfolgreich getesteten Konzepten dynamischer induktiver Ladesysteme für die Anwendung im Bereich des Schwerlastverkehrs sowie auf die Methoden zur bautechnischen Integration eines solchen Systems unter Verwendung der Betonfertigteiltechnologie in den Straßenoberbau. Hierfür wurden sowohl ein Lademoduldemostrator auf Laborebene an der RWTH Aachen als auch eine Versuchsstrecke in Betonbauweise unter Einsatz mehrerer Fertigteilmodule auf dem Versuchsgelände der Bundesanstalt für Straßenwesen „duraBAST“ errichtet. Anhand dieser Demonstratoren soll insbesondere das Konzept des Einsatzes von Betonfertigteilen zur Integration der Ladetechnologie in den Straßenoberbau vertieft untersucht werden. Während im Labor das System zunächst in kleinem Maßstab auf Energieübertragung und Wirkungsgrad hin untersucht werden soll, wird die Versuchsstrecke mithilfe des Belastungssimulators „MLS-30“ der Bundesanstalt für Straßenwesen einer zeitraffenden Verkehrsbelastung ausgesetzt. Die Schwerpunkte der Untersuchungen liegen somit in der Erprobung der Dauerhaftigkeit des Gesamtkonzeptes unter Berücksichtigung der verkehrlichen und witterungsbedingten Einflüsse auf die resultierende Fahrbahnkonstruktion während ihrer gesamten Lebensdauer. Anschließend soll die Strecke zudem mit einem Versuchsfahrzeug mit einer Aufnehmerspule befahren werden, sodass das Energieübertragungsverhalten des Systems unter realitätsnahen Bedingungen untersucht werden kann. Aus den Erkenntnissen dieser Untersuchungen sollen Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit des Systems abgeleitet werden.

Insgesamt wird die Technologie des dynamischen induktiven Ladens als ein vielversprechender Ansatz angesehen, um Elektrofahrzeugen eine nahezu unbegrenzte Reichweite zu ermöglichen. Dabei können durch die bodennahe Anordnung sowohl Schwer- als auch Leichtfahrzeuge versorgt werden, sodass der Straßengüterverkehr und der Individualverkehr von diesem System profitieren.

Zum Forschungsvorhaben

Die in diesem Artikel beschriebenen Konzepte und Arbeiten sind Bestandteil des Forschungsvorhabens „InductInfra“, welches von der RWTH Aachen gemeinsam mit der BergerBau SE und der Energie-Südwest AG bearbeitet wird. Das Forschungsvorhaben „FE 88.0172/2019 – Verbundprojekt: „InductInfra – Induktive dynamische Energieversorgung von Fahrzeugen über die Straßenverkehrsinfrastruktur; Teilvorhaben RWTH Aachen:



Verlegung eines Fertigteilmoduls.



Versuchsstrecke mit Fertigteilmodulen.

Konsortialführung, Materialentwicklung, rechnerische Dimensionierung der straßenbautechnischen und der energetischen Aspekte“ wird gefördert durch die Bundesanstalt für Straßenwesen im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren.

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

emissionsfrei

Klima

kreativ

zukunftsfähig

dauerhaft

hochwertig

innovativ



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, CO₂-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

Impressum

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)

Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. +49 228 95456-21, Fax +49 228 95456-90
slg@betoninfo.de, www.betonstein.org

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

Bundesfachverband Betonkanalsysteme e. V. (FBS)

Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. +49 228 95456-54, Fax +49 228 95456-90
info@fbs-beton.de, www.fbs-beton.de

Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. (FDB)

Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. +49 228 95456-56, Fax +49 228 95456-90
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)

Matthias-Grünewald-Straße 1-3, 53175 Bonn
Tel. +49 228 37756322
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. Fachgruppe Betonbauteile NRW (vero)

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 Beton- und Fertigteilwerke

Gablengasse 3/5, 1150 Wien
Tel. +43 140348-00, Fax +43 14034800-19
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. 0711 32732-322, Fax 0711 32732-350
info@berufsausbildung-beton.de
www.berufsausbildung-beton.de

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

Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. 0228 95456-11, Fax 0228 95456-90
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/10170-2407-1508

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)
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Elisabeth Hierlein (FDB)
Jörg Jehle (FBF)
Dr.-Ing. Thomas Kranzler (Sys)
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)
Dipl.-Ing. Mathias Tillmann (FDB)
Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska (SLG)
Christina Ulrich (SLG)

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

Regina Devrient, M.A. (UVMB)

Layout

Julia Romeni

Titelbild

Cover: © Rupert Openhäuser, Mülheim an der Ruhr
Einbringung eines Vortriebsrohrs im Rahmen des Emscher-Umbaus.

Druckerei

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

Auflage

1.500

Redaktionsschluss

11. Juni 2024



Kompetenz für Betonbauteile