

# Öko-Studie der HTW Berlin Immenses Rohstoff- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotential





die Fertigteilstützen mit 24/24 und in den Randbereichen mit 20/20 cm (bzw. 20/24 cm) bemessen. Die Treppenhauswände, die vorrangig zur Aussteifung herangezogen wurden, besitzen eine Stärke von 25 cm. Ihr Anteil an der Gesamtmasse und an den Schadstoffemissionen ist bei beiden Bauweisen gleich und wird in dieser Studie nicht eingerechnet. Die Bemessung des Tragwerks des fiktiven Vergleichsgebäudes mit schlaff bewehrten Halbfertigteildecken ergab teilweise neue Bauteilabmessungen. Dabei war das Durchbiegungskriterium für die Decken maßgeblich und führte zu Deckendicken von 25 cm und 32 cm. Die Dimension der Unterzüge blieb aufgrund der besseren Ausnutzung der effektiven Breite gleich, ebenso wie die Wanddicken, die in der originalen Bemessung leicht überdimensioniert waren.

Die Stützen und Fundamente mussten mit den höheren Lasten aus den massiven Decken neu dimensioniert werden. Über die Massenermittlung beider Objekte konnte der Materialeinsatz der Tragwerkssysteme unabhängig von den Materialgütern gegenübergestellt werden. Für die Ökobilanz ist dies ein erstes übersichtliches Ergebnis. Bei der Gründung und bei den Geschossdecken zeigten sich die größten Einsparpotenziale.

### Auswertungen zu den Umweltindikatoren nach DGNB

Die hier erstellte Ökobilanz berücksichtigt die LCA-Module Produktion (A1-A3), Entsorgung (C3 und C4) und Recyclingpotential (D). Für die Spannbeton-Fertigdecken (BRESPA®- Decken) und Verbundträger (PEIKKO Deutschland GmbH) standen EPD-Dokumente (Environmental Product Declaration) zur Verfügung, die anderen Tragwerkelemente konnten mit entsprechenden Datensätzen der Plattform ÖkobaDat bilanziert werden. In der vorliegenden Ökobilanz wurden folgende Indikatoren berücksichtigt: Treibhausgaspotential (GWP, Global Warming Potential), Ozonabbaupotential (ODP, Ozone Depletion Potential), Versauerungspotential (AP, Acidification Potential), Überdüngungspotential (EP, Eutrophication Potential), das bodennahe Ozonbildungspotential und POCP (Photochemical Ozone Creation Potential). All diese

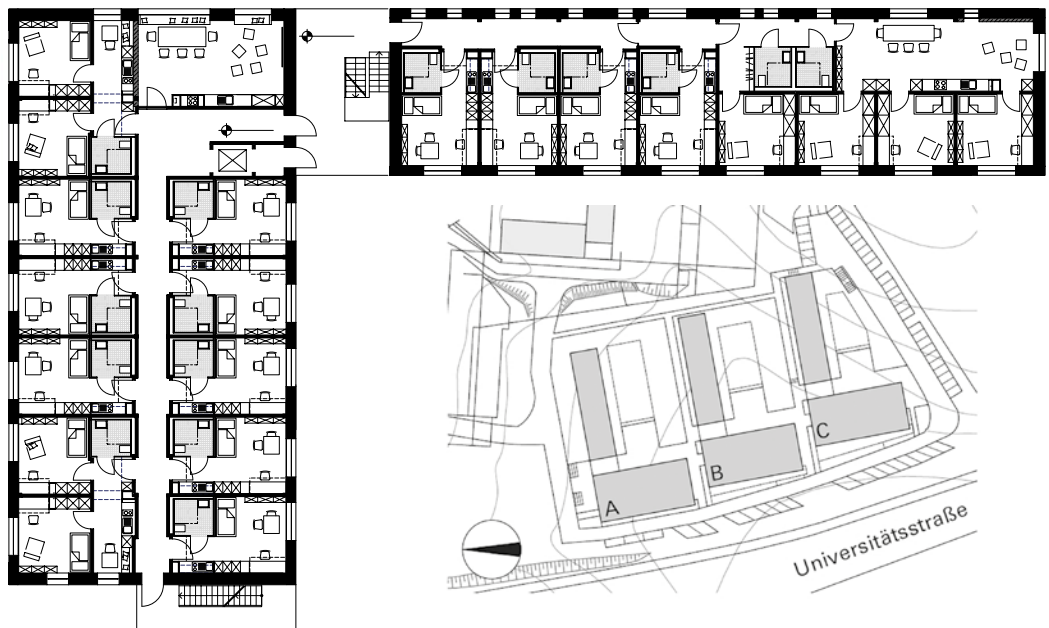


Freie Raumaufteilung ohne tragende Innenbauteile.



Blick in eine Wohnung mit dem sichtbaren Tragwerk aus Spannbeton-Fertigdecken und deckengleichen Verbundträgern in der Außenwand.

Kriterien sind für die Umweltzertifizierungen nach DGNB oder BREEAM relevant und in allen Umweltkategorien erweisen sich Spannbeton-Fertigdecken ökologischer als massive Halbfertigteildecken (s. Tab. 2).



Grundriss, 1. OG, Bauteil A und Lageplan zu dem Wohnquartier für Studierende in Bochum-Laarheide: Quelle: ACMS

## 5. LCA: Ergebnisse

Für die Berechnungen wurden die CML- Charakterisierungsfaktoren (Version 4.1 Oktober 2012) verwendet.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung/Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	X	X	X	X	X

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A1: 1 m<sup>2</sup> Spannbeton-Fertigteildecke (26,5 cm Deckendicke, C45/C55), Flächengewicht: 374,71 kg/m<sup>2</sup>

Parameter	Einheit	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
Globales Erwärmungspotenzial	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	6,41E+1	0,00E+0	1,20E+0	1,15E+0	2,55E-1	-4,84E+0
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	2,90E-13	0,00E+0	3,97E-16	5,69E-15	1,42E-15	-3,78E-14
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	7,76E-2	0,00E+0	8,12E-4	6,50E-3	1,63E-3	-8,95E-3
Eutrophierungspotenzial	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	9,70E-3	0,00E+0	1,74E-4	1,59E-3	1,85E-4	-3,34E-4
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	[kg Ethen-Äq.]	8,86E-3	0,00E+0	-2,08E-5	7,10E-4	1,23E-4	-2,94E-3
Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – nicht fossile Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	4,73E-5	0,00E+0	1,11E-7	1,11E-6	9,83E-8	-9,87E-5
Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – fossile Brennstoffe	[MJ]	4,08E+2	0,00E+0	1,61E+1	1,85E+1	3,62E+0	-4,24E+1

Auszug aus der EPD von DW SYSTEMBAU mit den LCA-Modulen, einigen untersuchten Parametern und den dazugehörigen Ergebnissen. Die EPD von DW SYSTEMBAU ist in der Ökobaudat, im DGNB Navigator oder auf der Internetseite von DW SYSTEMBAU zu finden.

### Variante Spannbeton-Fertigdecken – gesamte Ökobilanz

Modul	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eqv]	ODP [kg CFC11-eqv]	AP [kg SO <sub>2</sub> -eqv]	EP [kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eqv]	POCP [kg C2H4-eqv]	PERE [MJ]	PENRE [MJ]
A1-A3	1.021.458,8	1,6E-02	1.940,6	305,6	11.019,8	1.344.798,8	7.970.021,4
C3-C4	23.071,9	1,4E-03	124,4	19,1	1.808,5	42.134,0	332.785,5
D	-158.990,1	-3,7E-03	-467,8	-66,3	-4.712,8	-171.660,2	-1.424.647,3
<b>Gesamt</b>	<b>885.541</b>	<b>1,406E-02</b>	<b>1.597</b>	<b>258</b>	<b>8.115</b>	<b>1.215.000</b>	<b>6.878.000</b>

### Variante Halbfertigteile – gesamte Ökobilanz

Modul	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eqv]	ODP [kg CFC11-eqv]	AP [kg SO <sub>2</sub> -eqv]	EP [kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eqv]	POCP [kg C2H4-eqv]	PERE [MJ]	PENRE [MJ]
A1-A3	1.303.957,9	1,7E-02	2510,7	426,9	11.082,9	2.284.211,0	9.800.465,8
C3-C4	30.340,1	1,4E-03	104,5	14,0	1.806,0	84.062,5	402.742,1
D	-185.866,7	-3,7E-03	-537,9	-87,6	-4.702,1	-371.173,7	-1.922.512,8
<b>Gesamt</b>	<b>1.148.431</b>	<b>1,426E-02</b>	<b>2.077</b>	<b>353</b>	<b>8.187</b>	<b>1.997.000</b>	<b>8.281.000</b>

### Differenz

Modul	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eqv]	ODP [kg CFC11-eqv]	AP [kg SO <sub>2</sub> -eqv]	EP [kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eqv]	POCP [kg C2H4-eqv]	PERE [MJ]	PENRE [MJ]
A1-A3	282.499,1	2,1E-04	570,2	121,3	63,1	939.412,2	1.830.444,4
C3-C4	7.268,2	4,6E-08	-19,9	-5,1	-2,5	41.928,5	69.956,6
D	-26.876,5	-3,5E-07	-70,1	-21,3	10,6	-199.513,5	-497.865,5
<b>Gesamt</b>	<b>262.840</b>	<b>2,07E-04</b>	<b>480</b>	<b>-95</b>	<b>72</b>	<b>782.000</b>	<b>1.403.000</b>
<b>Prozentual</b>	<b>29,7%</b>	<b>1,49%</b>	<b>30,0%</b>	<b>36,8%</b>	<b>0,9%</b>	<b>64,4%</b>	<b>20,4%</b>

Tab. 2: Gegenüberstellung über die gesamten Bauwerke A-C (auch inklusive Stahlbetonwände in Ortbeton) der Varianten Spannbeton-Fertigdecken und Halbfertigteildecken. In allen Bewertungskriterien der DGNB schneidet die Spannbeton-Fertigdecken besser ab als die Halbfertigteildecken. Das Wohnquartier wurde von der DGNB mit Gold-Status ausgezeichnet. Quelle: HTW Berlin

Diese optimierte Materialausnutzung spart nicht nur Rohstoffe, sie reduziert auch signifikant die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Studie zeigt, dass Treibhausgasemissionen beim Einsatz von Slim Floor-Tragwerken aus Spannbeton-Fertigdecken massiv reduziert werden. Und weil Betondecken mit über 40% die größten CO<sub>2</sub>-Verursacher beim Rohbau darstellen, steckt hier das größte Einsparpotential.

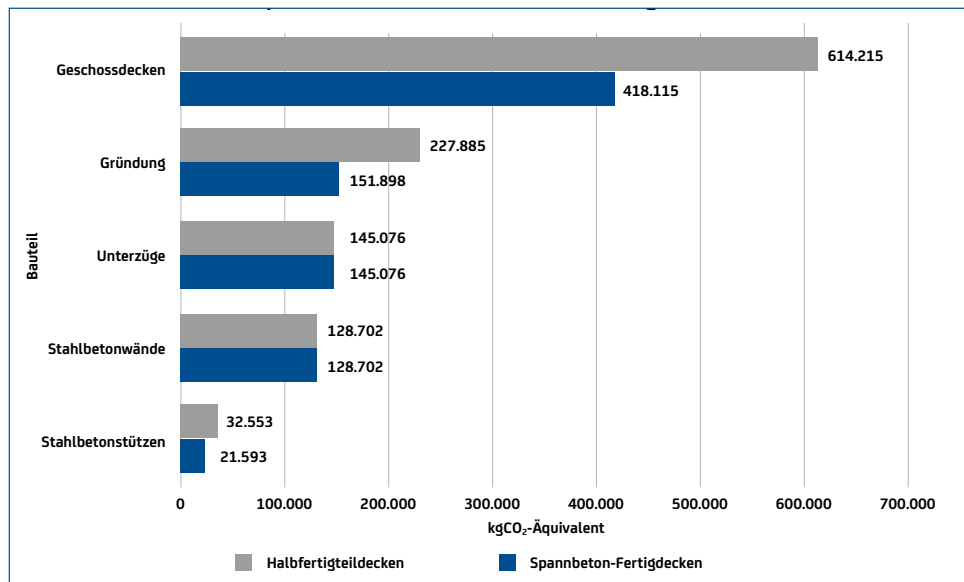
In unserem Beispiel verursachen massive Halbfertigteildecken ungefähr 200.000 kg CO<sub>2</sub>-Äq. mehr als Spannbeton-Fertigdecken. Das sind fast 50% der Treibhausgasemissionen. In allen Bauteilen zusammen werden knapp 300.000 kg CO<sub>2</sub>-Äq. und damit 25% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden (Tab. 4). Das so eingesparte Global Warming Potential – allein an diesen drei Gebäuden – entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 70 Mittelklassewagen bei einer Fahrleistung einmal rund um die Erde (40.000 km)!

### Auswertungen zu den Ressourceneinsparungen

Die Studie macht deutlich, dass enorme Mengen an Rohstoffen bei einer effizienten Materialausnutzung eingespart werden können. Die hohen Einsparereffekte der Spannbeton-Fertigdecken resultieren aus den geringen Eigengewichten der Hohlkammerdecken und dem Einbau ausschließlich vorgespannter Spannlitzen. Beides ermöglicht geringe Deckendicken bei gleichzeitig sehr großen Spannweiten. So wurden in der untersuchten Wohnanlage allein bei den Decken fast 450 m<sup>3</sup> Beton und über 50 t Stahl eingespart werden. Im gesamten Tragwerk konnte allein durch den Einsatz der Spannbeton-Fertigdecken der Beton um fast 550 m<sup>3</sup> (entspricht fast 40%) und der Stahl um über 60 t (entspricht fast 60%) reduziert werden (Tab.3).

Decken schlaff bewehrt mit Halbfertigteilen		Decken in Spannbeton-Fertigdecken		Einspareffekt
<b>Decken</b>		<b>Decken</b>		
Beton	817,5 m <sup>3</sup>	Beton 1)	370,9 m <sup>3</sup>	<b>55%</b>
Betonstahl	57.935 kg	Betonstahl / Spannstahl	7.732 kg	<b>87%</b>
		1) einschl. Vergussbeton		
<b>Stützen</b>		<b>Stützen</b>		
Beton	27,8 m <sup>3</sup>	Beton	15,2 m <sup>3</sup>	<b>45%</b>
Betonstahl	6.620 kg	Betonstahl	5.445 kg	<b>18%</b>
<b>Wände</b>		<b>Wände</b>		
Beton	161,8 m <sup>3</sup>	Beton	161,8 m <sup>3</sup>	<b>0%</b>
Betonstahl	15.920 kg	Betonstahl	15.920 kg	<b>0%</b>
<b>Gründung</b>		<b>Gründung</b>		
Beton	306 m <sup>3</sup>	Beton	229,4 m <sup>3</sup>	<b>25%</b>
Betonstahl	28.988 kg	Betonstahl	13.125 kg	<b>55%</b>

Tab 3: Ressourceneinsparpotential der einzelnen Bauteile für alle drei Baukörper. Allein bei diesem Projekt wurde durch die Wahl des Tragwerks statt 1.313 m<sup>3</sup> Beton nur 777 m<sup>3</sup> Beton und statt 109 t Stahl nur 42 t Stahl verbaut.



Tab 4: CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial der einzelnen Bauteile für alle drei Baukörper aus den LCA-Modulen A1-A3, C3, C4 + D.



Blick in die Gemeinschaftsküche.

Quelle: HTW Berlin

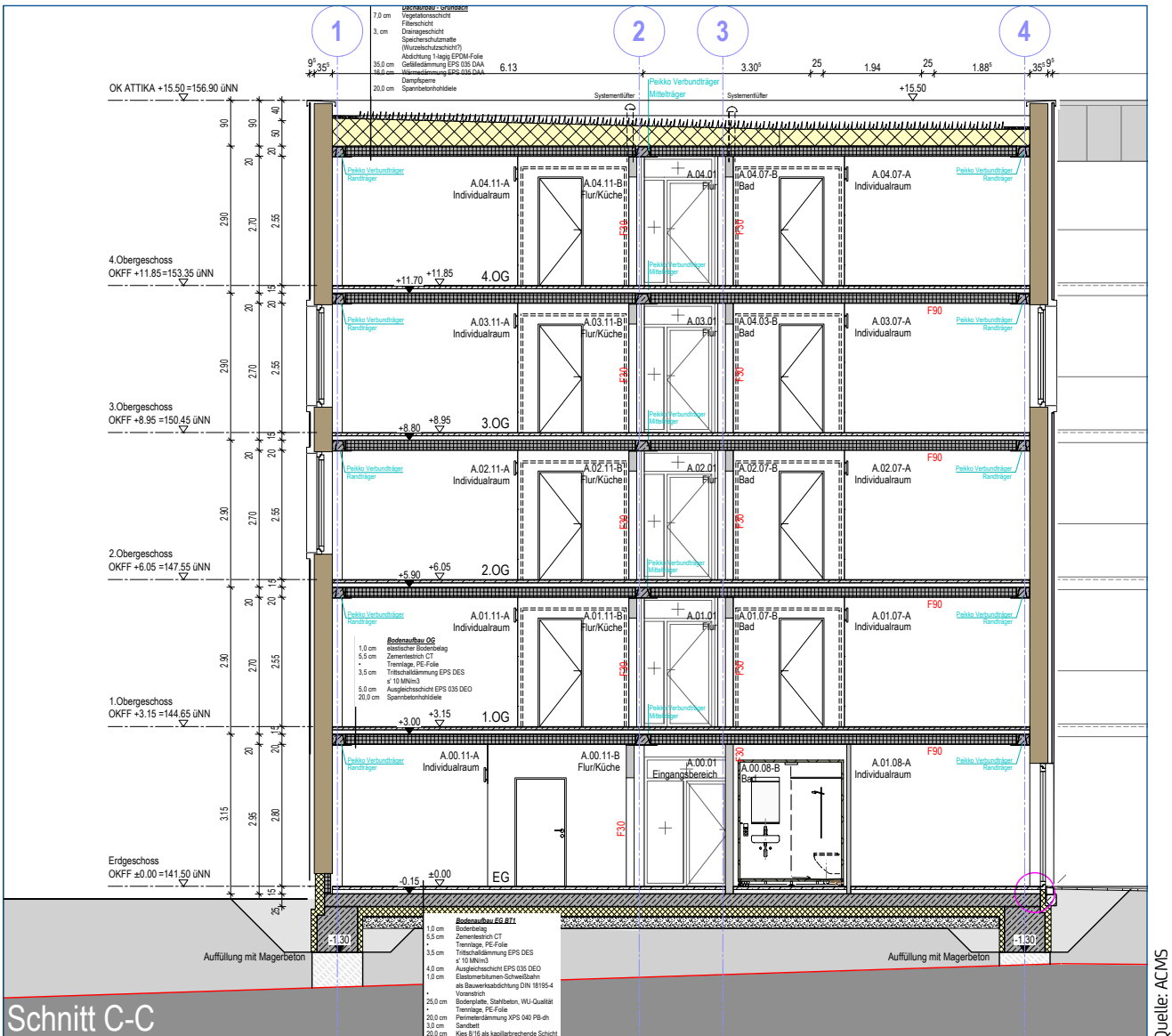
Quelle: HTW Berlin

© Foto: S. Steilprinz

## Fazit

Mit dem Einsatz von Spannbeton-Fertigdecken lassen sich große Mengen an Stahl und Beton einsparen. Stahlbeton hat im Rohbau den größten Anteil an den klimaschädlichen Treibhausgasemissionen. Bei diesem Referenzobjekt wurden allein durch die Entscheidung, dieses Wohnquartier mit Spannbeton-Fertigdecken statt mit massiven Halbfertigteildecken zu errichten, 25% der CO<sub>2</sub>-Emissionen - bezogen

auf den Rohbau des Gesamtgebäudes - eingespart. Bei der alleinigen Gegenüberstellung der untersuchten Decken verursachen die massiven Halbfertigteildecken fast 50% mehr CO<sub>2</sub>-Äq. als Spannbeton-Fertigdecken. Das Ergebnis zeigt, dass sich in der Baubranche heute schon große Mengen an CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen lassen, allein über die Auswahl und die Dimensionierung der Tragsysteme.



Schnitt durch den breiteren Gebäudeteil mit dem Slim Floor-Träger als Mittelaufleger und der vorgehängten nichttragenden Holzfassade. Die Decken vom Typ A20Q spannen über 7,60 m und sind 20 cm stark.

**Auftraggeber der Ökostudie:**

**Spannbeton**  
FERTIGDECKEN

Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e.V. (BVSF)

www.spannbeton-fertigdecken.de



**Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

BDA

**ARCHI  
TEKTUR  
PREIS  
BOCHUM  
2020**

# Fragen an Prof. Dr.-Ing. Andreas Heuer, verantwortlicher Dozent für diese Öko-Studie an der HTW Berlin:

Sehr geehrter Herr Prof. Heuer, Sie haben sowohl die Materialeinsparungen wie auch die Treibhausgasreduzierungen zwischen Spannbeton-Fertigdecken und Ortbetondecken aus Halbfertigteilen überprüft. Haben Sie die Ergebnisse in diesen Größenordnungen erwartet und was hat Sie besonders überrascht?

Besonders überrascht hatte mich zunächst, dass die Transportwege bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung kaum einen nennenswerten Anteil haben.

Die Größenordnung der Einsparungen habe ich tatsächlich so ungefähr erwartet. Denn allein durch die eingesparten Betonmassen aufgrund der Querschnittsgeometrie (Hohldehlen) lässt sich erahnen, wieviel Material und damit Zement hier eingespart werden kann. Hinzu kommt die Möglichkeit, durch die Vorspannung die Durchbiegung als Dimensionierungskriterium zu eliminieren.

Oft wird die Transportentfernung vom Werk zur Baustelle als Hauptverursacher für CO<sub>2</sub>-Emissionen genannt. Können Sie das bestätigen? Wie sehen Sie die Treibhausgasemissionen zwischen Herstellung und Transport in Relation?

Oben war ich schon einmal darauf eingegangen. Tatsächlich ist die Transportentfernung für das GWP von untergeordneter Bedeutung, der Hauptverursacher der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist die Zementherstellung.

Trotz der ökologischen Vorteile haben Spannbeton-Fertigdecken – anders als in anderen europäischen Nachbarländern – in Deutschland sehr geringe Marktanteile. Was empfehlen Sie den Herstellern der Spannbeton-Fertigdecken, um die Akzeptanz für dieses Produkt bei uns zu erhöhen?

Ich denke, in den kommenden Jahren wird es immer wichtiger, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu begrenzen und Ressourcen einzusparen. Hier besteht für die Spannbetondecken ein immenser Vorteil gegenüber konventionellen Bauweisen. Diese Vorteile gilt es zu nutzen. Zudem muss es darum gehen, Vorurteile abzubauen. Ich denke hier beispielsweise an Vorbehalte gegenüber dem Schallschutz und Bedenken bezüglich der Sicherheit und Langlebigkeit.

Neben Ihrer Professur haben Sie ein eigenes Ingenieurbüro und wissen genau, wie Trag-



© Foto: S. Steinprinz

Das Wohnquartier wurde in seiner ökologischen Bewertung von der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) mit Gold-Status ausgezeichnet.

werksplanerInnen ticken. Wenn Tragwerke den Großteil der Treibhausgasemissionen verursachen, dann ist es doch die Berufsgruppe, die wir überzeugen müssen. Wären Sie unserer Coach, was würden Sie dafür empfehlen?

Zunächst eine kleine Korrektur. Ich arbeite mit einem Ingenieurbüro regelmäßig zusammen, erstelle Gutachten und auch statische Berechnungen, habe aber kein eigenes Büro.

Man sollte nicht immer gleich auf die ganz großen Innovationen der Zukunft setzen, wie z.B. Stahlherstellung mit Wasserstoff zur Wärmeerzeugung etc. Das ist sicherlich wichtig, aber bisher noch Zukunftsmusik. Eine Maßnahme, um Treibhausgase deutlich zu vermindern ist bereits, unnötig hohe Betonfestigkeiten zu vermeiden. Damit lässt sich ein Doppelleffekt erreichen: Einsparung von Zement und damit CO<sub>2</sub> (bis zu 15% je verminderter Betonfestigkeitsklasse) und in vielen Fällen – auch wenn sich das zunächst widersinnig anhört – Einsparung von Bewehrungsstahl, der allein für die Rissbreitenbeschränkung anfällt. Die Bauherren wird's freuen, weil sie neben CO<sub>2</sub> auch noch Kosten sparen. Zudem erhalten Sie als Tragwerksplaner vielleicht gleich den nächsten Auftrag.

Bauen mit Betonfertigteilen geht schneller, schlanker, stressfreier in der Bauphase, ökologischer und wirtschaftlicher. Wo sehen Sie die Hindernisse, die dazu führen, dass in Deutsch-

land immer noch überwiegend mit Ortbeton gebaut wird?

Man könnte sagen: so sind die Deutschen nun einmal. Aber das stimmt nicht ganz. Einen Grund sehe ich darin, dass sich in den letzten Jahrzehnten die Mentalität durchgesetzt hat, dass man möglichst noch bis zur letzten Minute Änderungen vornehmen kann. Dafür ist Ortbeton der ideale Baustoff. Leider setzt diese Mentalität alle Baubeteiligten enorm unter Druck. Das Bauen mit Betonfertigteilen ist daher nicht nur stressfreier, sondern auch kostengünstiger und sorgt obendrein für bessere Laune bei allen am Bau Beteiligten.

Schauen Sie in die Zukunft: Wie wird sich das Bauen in Deutschland bis 2045, wenn wir klimaneutral bauen müssen, verändert haben?

Es wird deutlich mehr auf Ressourceneffizienz geachtet werden. Das führt zu schlankeren Tragwerken, stärker abgestuften Querschnitten und damit einhergehend noch stärkerem Einsatz digitaler Methoden.

Herr Prof. Heuer, vielen Dank für das Interview.



**Prof. Dr.-Ing. Andreas Heuer**  
Fachgebiet Konstruktiver  
Ingenieurbau, HTW Berlin  
[www.htw-berlin.de](http://www.htw-berlin.de)



**C** DW SYSTEMBAU GMBH

Werk BRESPA Schneverdingen  
Stockholmer Straße 1  
D-29640 Schneverdingen  
Tel. +49 (0) 5193 85 0  
info@dw-systembau.de  
www.dw-systembau.de

