

Bundesingenieurkammer (Hrsg.)

Ingenieurbaukunst 2025

Made in Germany

- die besten aktuellen Projekte von Bauingenieur:innen aus Deutschland
- Beiträge des Ingenieurbaus zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit
- inspiriert vom Symposium Ingenieurbaukunst – Design for Construction #IngD4C

Das Buch diskutiert die Beiträge des Ingenieurbaus zum Klimaschutz und zeigt wichtige aktuelle Bauwerke von Ingenieur:innen aus Deutschland. Herausgegeben von der Bundesingenieurkammer werden hier die Leistungen des deutschen Bauingenieurwesens dokumentiert.



12 / 2024 · ca. 208 Seiten ·
ca. 130 Abbildungen

Softcover

ISBN 978-3-433-03457-6 ca. € 49,90*

eBundle (Print + ePDF)

ISBN 978-3-433-03458-3 ca. € 64,90*

Bereits vorbestellbar.

BESTELLEN

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3457

INGENIEURBAUKUNST 2025

MADE IN GERMANY



 Ernst & Sohn
A Wiley Brand

BingK
BUNDES
INGENIEURKAMMER

Das Jahrbuch der Ingenieurbaukunst ist die Galerie des deutschen Bauingenieurwesens. Seit 2001 stellen die Bände eine Werkschau zeitgenössischer Ingenieurbaukunst dar. Die jährliche Auswahl der Projekte spiegelt den aktuellen baukulturellen Diskurs wider.

In diesem Jahr wird anhand ausgewählter Beiträge aufgezeigt, wie beim Planen und Bauen Nachhaltigkeit und Klimaschutz immer stärker in den Fokus rücken. Der Einsatz ressourcenschonender Materialien und Bautechniken wird anhand ausgewählter Bauwerke aufgezeigt.

Mit „The Cradle“ wurde das erste Holzhybrid-Bürogebäude in Düsseldorf gebaut. Der Buchbeitrag zeigt, dass nachwachsende Rohstoffe wie Holz auch in diesem Gebäudesegment Fuß fassen. Die Vorstellung des Logistikzentrums des Naturkosmetikherstellers Weleda steht unter dem Eindruck „Industriebau trifft auf Klimaschutz“. Denn mit dem lokal verfügbaren Baustoff Lehm werden bei diesem Gebäude auf natürliche Weise Temperatur und Feuchtigkeit ausgeglichen und somit kann auf Klimatechnik verzichtet werden.



© Samuel Becker

Der Aufsatz zum neuen Engawa-Dach für den Tourismusmagnet Centro de Arte Moderna Gulbenkian in Lissabon gibt Einblick in die Ingenieurbaukunst über die Landesgrenzen hinaus. Projekte wie „Jubiläumsparken“, eine nachhaltige und schwimmende Badelandschaft im Hafen von Göteborg, und der Umbau des Wien Museums sind weitere beeindruckende Beispiele. Die Ingenieurinnen und Ingenieure stellen ihre Projekte selbst vor – was die Besonderheit des Jahrbuches ausmacht.

Eine Würdigung erfährt die Arbeit von Professor *Manfred Curbach* in einem eigenen Essay. Mit Enthusiasmus widmet er sich seit Jahren dem nachhaltigen Einsatz von Baustoffen und vereint Forschung und Praxis in vorbildlichem Sinne.

Dr.-Ing. Heinrich Bökamp
Präsident der Bundesingenieurkammer

INHALT

7	Editorial	60	Brückenschlag zwischen Historie und Zukunft – Amtsscheune Zarrentin <i>Niklas Lenkewitz, Manuela Kuhlmann, Frank Schreyer</i>	110	Ressourcenschonung durch Umbau und Aufstockung – Das Schicklerhaus Berlin <i>Matthias Zeiml, Julian Rödiger, Andreas Ginter, Martin Stumpf</i>	152	Digitalisierung für mehr Klimaschutz – Interdisziplinäre BIM-Anwendung in der U-Bahn-Planung <i>Nils Schluckebier, Julia Middendorf, Stefan-Franz Hobljaj</i>
Projekte							
10	Refresh und Umbau mit Rekord – Die Neue Strombrücke Magdeburg <i>Lutz Hannebrook, Florian Moldenhauer, Uwe Heiland</i>	64	Ein Leuchtturm für den Artenschutz – Die Nashorn-Pagode im Zoo Berlin <i>Christoph Zangerle, Joachim Hartwich, Uwe Bernhardt</i>	116	Sport in den Baumwipfeln – Die Sporthalle in den Breitwiesen in Gerlingen <i>Jochen Stahl, Thomas Buchler</i>	156	Nachhaltigkeit im Brückenbau – Mit Mut und Innovation zu mehr Bauwerkserhalt und zukunfts-gerechter Neubauplanung <i>Stefan Nübler, Rolf Jung</i>
18	Zukunftweisender Zweckbau in reversibler Holzbauweise – Das Parkhaus Schwanenweg in Wendlingen <i>Matthias Oppe, Juliane Deubel, Franz Hägele</i>	70	Zirkuläres Pilotprojekt –The Cradle am Düsseldorf Medienhafen <i>Juliane Deubel, Jana Nowak, Thorsten Helbig</i>	120	Ein neuer Höhepunkt für die Skyline von Berlin – Der EDGE East Side Tower <i>Sina Windt, Andreas Kopf, Zoltán Szabó</i>	161	Ganzheitliche Bewertung von Bau und Betrieb von Straßen und Brücken – Kosten und Klimaschutz <i>Matthias Müller, Dirk Kemper</i>
26	Schwungvolle Eleganz – Das Engawa-Dach für das Centro de Arte Moderna Gulbenkian in Lissabon <i>Florian Foerster</i>	74	Eiszeit trifft Neuzeit – Brücke über Mangfall und Mangfallkanal in Rosenheim <i>Jacqueline Donner, Hans Grassl, Angelika Feil, Markus Karpa</i>	128	Eine neue Generation von Hochspannungsmasten – Die Bog Characters in Estland <i>Adam Orlinski, Árpád Novák, Moritz Heimrath</i>	165	Brücken, Carbonbeton und das Weiterdenken – Der Ingenieur und Wissenschaftler <i>Manfred Curbach, Bernhard Hauke, Konrad Bergmeister</i>
30	Schwebende Schwere – Das neue Wien Museum <i>Martin Eppenschwandtner, Arne Hofmann</i>	82	Das UFO ist gelandet – Junge Oper Urban, das mobile Klanglabor <i>Jan Mommert</i>	132	Hochregallager aus Holz und Stampflehm – Der Weleda Logistik Cradle Campus in Schwäbisch Gmünd <i>Benedikt Füger, Matthias Oppe, Sebastian Rodemeier, Nico Santuario, Matthias Schuler</i>	Anhang	
36	Aus der Forschung in die Praxis – Die Faserverbundfassade für das Texoversum in Reutlingen <i>Jan Knippers, Riccardo La Magna</i>	86	Schwebender Steg am Königsstuhl - Eine neue Aussichtsplattform auf der Insel Rügen <i>Mike Schlaich, Mathias Nier</i>	138	Sicher über tosendes Wasser – Die Radwegbrücke „Querung Ost“ in Tübingen <i>Andreas Hoier, Ralf Lübke</i>	171	Weitere Projekte
42	Umbau unter laufendem Betrieb – Modernisierung des U-Bahnhofs Sendlinger Tor in München <i>Michael Weizenegger, Andreas Schmid, Ralph Bentrup, Michael Schneider</i>	92	Eine nachhaltige und schwimmende Badelandschaft – Jubiläumsparken im Hafen von Göteborg <i>Florian Foerster, Stefan Bruns</i>	Zukunft des Planens und Bauens		177	Autor:innen
46	Structural Design für NH90 – Halle 01 Heeresflugplatz Niederstetten <i>Stephan Engelsmann, Stefan Peters</i>	98	Expressbrückensystem mit langen Spannbetontträgern – A1 bei Münster <i>Theo Reddemann, Till Schnetgöke, Jens Heinrich, Reinhard Maurer</i>	144	Grenzzustände – Wertefundament für eine Ingenieurkultur im Wandel <i>Johanna Ruge, Oliver André Wege, Celina Hunschok</i>	184	Konstruktion & Material mit geringem Klimafußabdruck 5. Symposium Ingenieurbaukunst – Design for Construction <i>Thorsten Stengel, Bernhard Hauke</i>
52	Müthers Ikone im neuen Gewand – Erhalt der Hyparschale in Magdeburg <i>Alexander Schumann, Steffen Merz, Stefan Jentzsch, Heinz Ulrich, Stephan Schütz, Christian Hellmund</i>	102	Flexibel teilbar durch modulare Element-Holzbauweise – Studierendenwohnheim in Heidelberg <i>Jonas Langbehn, Bernd Wiedmayer</i>	147	Nachhaltiges Planen und Bauen im Ingenieurbau – Aktuelle Entwicklungen und Chancen <i>Christoph Begemann, Laura Lehmann, Daniela Eckert</i>		

REFRESH UND UMBAU MIT REKORD

Die Neue Strombrücke Magdeburg



Im Zuge der Gesamtinstandsetzung des Strombrückenzugs Magdeburg über drei Elbarme schafft der Neubau der Schrägseilbrücke über die Alte Elbe im Zentrum von Magdeburg eine neue Trasse für Schwerverkehr, Straßenbahn und Individualverkehr über die Elbe. Die neue Trasse über die Alte Elbe wird durch eine die gesamte Elbe überspannende Ganzstahl-Deckbrücke aus den 1960er-Jahren erschlossen.

Dieses Bestandsbauwerk, die sogenannte Neue Strombrücke, wies vor Beginn der Sanierung vier große Handicaps auf: Tragwerksschäden, ungünstige Stützweitenverhältnisse, Belags- und Korrosionsschutzschäden sowie unterdimensionierte Tragwerkskomponenten. Um die Trassennutzung vollständig zu sichern, waren diese Defizite kurzfristig unter Vollsperrung des Bestandsbauwerks zu beseitigen.

Die Sanierungsarbeiten an den Außenflächen der Brücke wurden durch ein weiterentwickeltes, nachhaltiges Gerüstkonzept mit drei unabhängig voneinander agierenden Arbeitsebenen realisiert. Die verwendeten Hilfskonstruktionen ermöglichten eine Bauzeitoptimierung, unabhängiges Arbeiten in verschiedenen Teilbereichen und einen ressourcenschonenden Einsatz aller beteiligten Gewerke. Der letzte Meilenstein der Sanierungsarbeiten markierte durch den Einbau der größten Zug-Druck-Lager nach Berechnungsgrundlage der DIN EN 1993-3 durch die Bauteilgeometrien einen deutschen Rekord.

Zum Bauwerk

„Am 16. April 1945, kurz vor Kriegsende, wurde die über die Elbe führende Strombrücke von der sich nach Osten zurückziehenden Wehrmacht zerstört. Das Vordringen US-amerikanischer Truppen über die Elbe nach Osten sollte damit verhindert werden. Nach Kriegsende entstand zunächst eine Behelfsbrücke, über die seit dem 29. April 1946 auch wieder Straßenbahnen fuhren.

Die Arbeiten für die Neue Strombrücke begannen am 15. April 1962 im Vorgriff eines neuen Strombrückenzuges südlich der Bestandsbrücke.

Der Stahlüberbau wiegt 2.800 Tonnen. Die Brücke ist knapp 260 Meter lang und etwa 30 Meter breit. Die Stützweiten bzw. Spannweiten – also der Abstand zwischen Auflagerpunkten eines Tragwerks – betragen etwa 82 Meter, 130 Meter und 46 Meter. Mittig auf der Brücke sind zwei Straßenbahngleise angeordnet.

Die Einweihung folgte am 6. Oktober 1965. Eine Generalinstandsetzung wurde 1996 durchgeführt. Dabei wurden unter anderem die Steifen auf den Bodenblechen im Druckbereich der Hohlkästen verstärkt, ein neuer Fahrbahnbelag eingebaut, die Fertigbetonplatten im Gehwegbereich durch ein ausgesteiftes Stahlblech ersetzt und die Rillenschienen der Straßenbahn neu verlegt.“ [1]

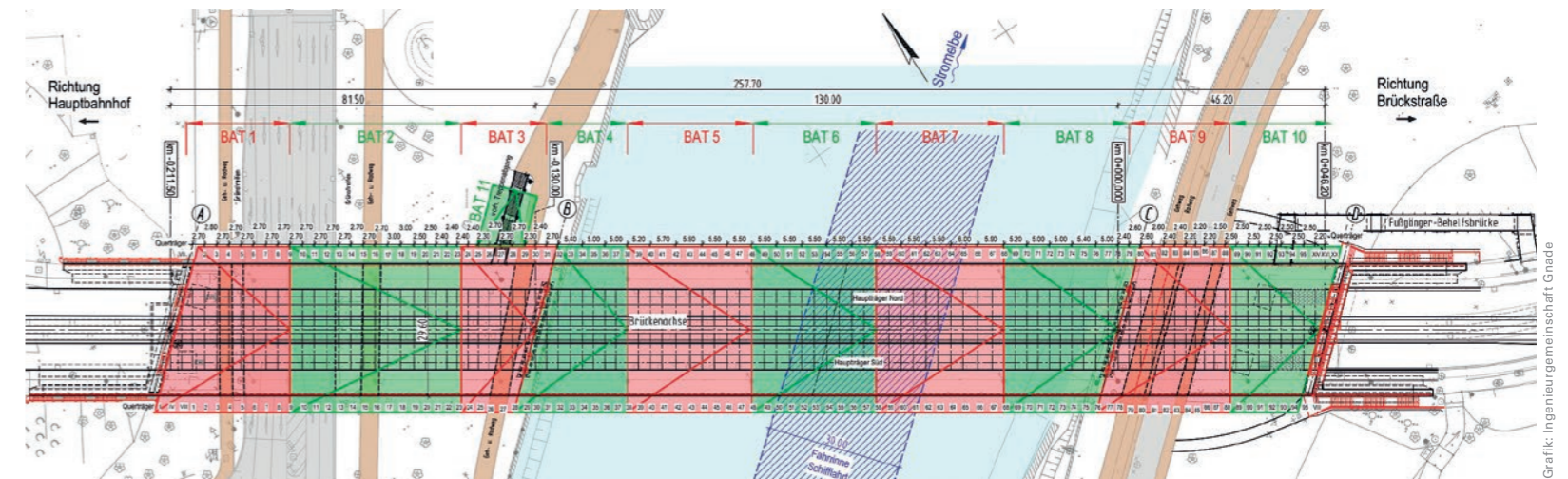
- 1 Bestandsbauwerk Neue Strombrücke vor der Sanierung
- 2 Ansicht von unten: Bestandsbauwerk Neue Strombrücke vor der Sanierung



1



2



3

Entwurf

Zur Verstärkung des Stahltragwerks und zur Erneuerung des Korrosionsschutzes der Außenflächen sah das Sanierungskonzept eine Aufteilung des Brückenbauwerks in zehn Bauabschnitte vor, welche im Bereich über der Elbe mittels lokal unter den Brückenquerschnitt installierter Hängegerüste erschlossen werden sollten. Landseitig in den Bauabschnitten 1–3 und 9–10 sollte das Gerüstkonzept durch Standgerüste umgesetzt werden. Die Gerüste in den jeweiligen Abschnitten beinhalteten die komplette Einrüstung des Bauwerksquerschnitts. Im Speziellen bei den stromseitigen Hängegerüsten waren die jeweiligen Abschnitte einzuhalten, um die Nutzung der Wasserstraße jederzeit aufrechtzuerhalten. Eine Komplett einrüstung des Bauwerks über den gesamten Strombereich war somit aus schiffahrtstechnischen Gründen, aber auch aufgrund der Tragfähigkeit des Bestandsbauwerks nicht möglich.

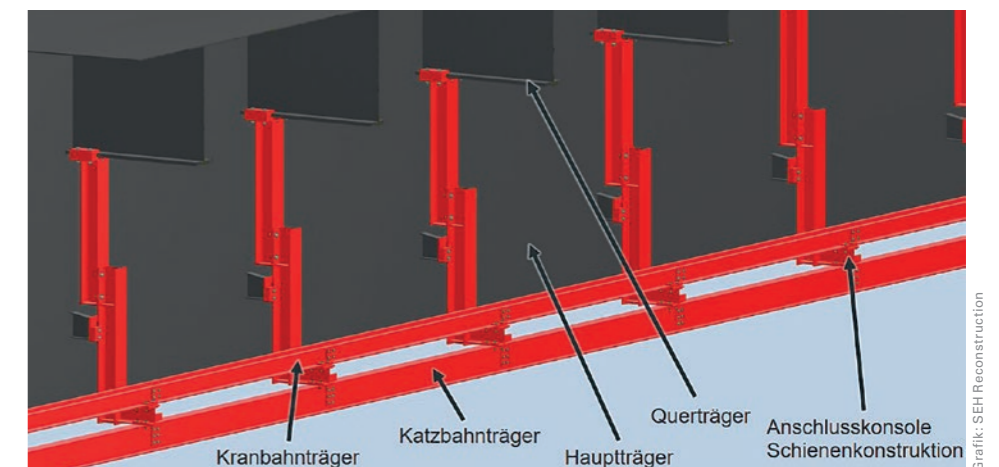
In jedem Bauabschnitt waren zwischen den Hohlkästen Querträgerverstärkungen und Schienenlängsträgerverstärkungen zu erbringen. Zusätzlich wurden Medienleitungen, welche an den Querträgern abgehängt sind, vor Beginn der Sanierungsarbeiten zurückgebaut und nach Abschluss neu verlegt. In jedem der dargestellten Bauabschnitte war der gesamte Korrosionsschutz zu erneuern. An den Kragarmen wurden in allen Bauabschnitten die Konsolen der Fahrleitungsmaste ersetzt. Die Hauptträgerverstärkungen mittels Gurtlamellen fanden in den Bauabschnitten 3+4 und 8+9 statt. Schweißtechnisch waren für die Hauptträgerverstärkungen zur Verbindung mit der Bestandskonstruktion Kehlnähte vorgesehen. Die beiden Brückenpfeiler trennten hierbei die Bauabschnitte der Hauptträgerverstärkungen. Somit waren diese teilweise landseitig und teilweise stromseitig auszuführen [2].

Darüber hinaus waren in allen vier Hauptachsen des Bauwerks alle vier Brückenlager zu erneuern. Durch ungünstige Stützverhältnisse, erhöhtes Verkehrsaufkommen und die Schiefstellung des Bauwerks mussten die Widerlagerachse D mit vier und die Widerlagerachse A mit zwei Zug-Druck-Lagern ausgestattet werden.

Entkoppeltes Arbeiten

Alternativ hierzu wurde ein umfassendes Erschließungskonzept erarbeitet, bei dem die stromseitigen Bauabschnitte 4–8 komplett von drei unabhängig voneinander verfahrbaren Gerüsten bearbeitet wurden. Der Arbeitsbereich zwischen den Hohlkästen konnte durch die mittleren Gerüstplattformen in allen Bauabschnitten bearbeitet werden. Die Führung der verschiedenen Arbeitsebenen erfolgte durch abgehängene Schienenkonstruktionen. Die äußeren im Strombereich der Elbe befindlichen Verfahrwagen waren kragarmseitig an Katzbahnträgern abgehängt. Zwischen den Hohlkästen waren sowohl die mittleren Gerüstplattformen als auch die äußeren Verfahrwagen an einer kombinierten Schienenkonstruktion geführt.

- 3 Darstellung der Bauabschnitte des Traggerüsts
- 4 Darstellung der Einzelteile der Schienenkonstruktion



4

FLEXIBEL TEILBAR DURCH MODULARE
ELEMENT-HOLZBAUWEISE
Studierendenwohnheim in Heidelberg



Im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) Heidelberg wurde auf dem ehemaligen Kasernengelände der US-Armee als Teil des Collegium Academicum ein Wohnheim errichtet. Der viergeschossige Holzbau bietet 46 Wohneinheiten und mehrere Gemeinschaftsflächen für insgesamt 176 Auszubildende und Studierende. Als Modellvorhaben steht er für eine neue, wirtschaftliche Holzbauweise ohne metallische Verbindungselemente, die flexibel veränderbar ist.

Aufgrund seines flexiblen, innovativen und zugleich nachhaltigen Bau- und Wohnkonzepts mit Fokus auf Gemeinschaftsräume wurde das Bauvorhaben durch das Zukunftsinvestitionsprogramm Variowohnen gefördert und 2015 ausgezeichnet als IBA-Projekt unter dem Motto „Wissen | schafft | Stadt.“ Es dient zudem als Praxismodell zur Erforschung flächensparenden Wohnens mit hoher Lebensqualität und wird daher vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) begleitet.

Entwurf und Gestaltung

Der Neubau wurde als KfW-Effizienzhaus 40 Plus auf dem Gelände eines ehemaligen US-Hospitals in Heidel-

berg-Rohrbach konzipiert. Mit seinem Nutzungskonzept ergänzt er zwei benachbarte Bestandsbauten, die zu Wohnungen, Werkstätten, Seminarräumen, Gemeinschaftsflächen, einem Café und Büros umgebaut wurden.

In dem modernen Holzskelettbau finden eine Werkstatt, eine Aula und ein Multifunktionsraum mit Küche Platz sowie ein Dachgarten, der als Treffpunkt dient. Außerdem beherbergt er acht Dreier- und 38 Vierer-WGs, die durch mobile Wandelemente in vier 14 Quadratmeter große Zimmer und einen zentralen Gemeinschaftsraum unterteilt sind. Jede Einheit verfügt jeweils über eine eigene Wohnküche und ein gemeinsames Bad. Durch Versetzen der Innenwände können andere Raumgrößen und Gemeinschaftsflächen bis zu 49 Quadratmeter sowie Zwischenformen, zum Beispiel private Kernbereiche mit vorgelagerten Wohn- und Arbeitsbereichen, geschaffen werden. Darüber hinaus lassen sich die Wohnungen miteinander verbinden, sodass vielfältige Umnutzungen, beispielsweise für altersgerechtes Wohnen, möglich sind. Die Erschließung erfolgt barrierefrei über Laubengänge.



1

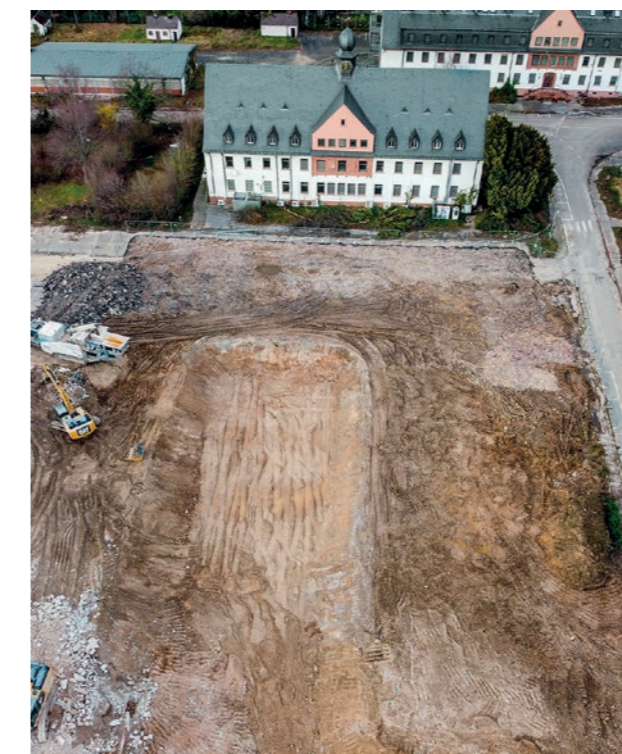
1 Innenhof mit Laubengang

Modellvorhaben: Traditionelle Holzverbindungen neu gedacht

Als Modellvorhaben steht das Wohnheim für eine neue Holzbauweise ohne metallische Verbindungselemente. Zu diesem Zweck entwickelten Tragwerksplaner und Architekten gemeinsam ein Holzskelettbauweise, dessen tragende Elemente durch geometrische Verbindungen und Knotenpunkte aus Holz einfach, präzise, form- und kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Traditionelle Zimmermannsverbindungen wie Holznägel, Zapfen und Schwalbenschwanzverbindungen wurden dazu in eine zeitgemäße Bautechnologie übersetzt, die im Sinne des Kreislaufprinzips zerstörungsfrei rückbaubar ist. Bei diesem sogenannten bauteilintegrierten Verbindungsprinzip werden die Bauteile während des Fügeprozesses geometrisch verzahnt und so ein Form- und Kraftschluss erzeugt. Derartige Holz-Holz-Verbindungen lassen sich bereits beim Abbund der Bauteile mittels CAD-CAM-Technologie, CNC und Robotik kostengünstig und in hoher Stückzahl herstellen. Das Ergebnis ist ein Bausystem, das sich sowohl für den mehrgeschossigen innerstädtischen Wohnungsbau als auch für andere Bauaufgaben eignet.

Ein Vorfertigungsgrad von 80 Prozent

In Kombination mit der für das Projekt gewählten Elementbauweise machen es die reinen Holz-Holz-Ver-



3



2

bindungen möglich, alle Bauteile vor Ort schnell und einfach zusammenzustecken. Dazu wurden die vorgefertigten Wandelemente von dem mit der gesamten Gebäudehülle beauftragten Holzbaununternehmen bereits mit der kompletten Fassade, den Fenstern und sogar mit den Fensterbänken auf die Baustelle geliefert. Lediglich die Schnittpunkte mussten vor Ort noch gefügt und fertiggestellt werden, sodass der Vorfertigungsgrad mit rund 80 Prozent beziffert werden kann. Dabei berücksichtigt der Aufbau des Systems ebenfalls das Kreislaufprinzip: Nahezu alle Baustoffe können am Ende der Gebäudelebensdauer sortenrein getrennt und wiederverwendet werden.

2 Zimmer in einer WG



4

3 Baugrundstück

4 Fertigung der Wandelemente im Werk

Im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) Heidelberg wurde auf dem ehemaligen Kasernengelände der US-Armee als Teil des Collegium Academicum ein Wohnheim errichtet. Der viergeschossige Holzbau bietet 46 Wohneinheiten und mehrere Gemeinschaftsflächen für insgesamt 176 Auszubildende und Studierende. Als Modellvorhaben steht er für eine neue, wirtschaftliche Holzbaupweise ohne metallische Verbindungselemente, die flexibel veränderbar ist.

Aufgrund seines flexiblen, innovativen und zugleich nachhaltigen Bau- und Wohnkonzepts mit Fokus auf Gemeinschaftsräume wurde das Bauvorhaben durch das Zukunftsinvestitionsprogramm Variowohnen gefördert und 2015 ausgezeichnet als IBA-Projekt unter dem Motto „Wissen | schafft | Stadt.“ Es dient zudem als Praxismodell zur Erforschung flächensparenden Wohnens mit hoher Lebensqualität und wird daher vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) begleitet.

Entwurf und Gestaltung

Der Neubau wurde als KfW-Effizienzhaus 40 Plus auf dem Gelände eines ehemaligen US-Hospitals in Heidel-

berg-Rohrbach konzipiert. Mit seinem Nutzungskonzept ergänzt er zwei benachbarte Bestandsbauten, die zu Wohnungen, Werkstätten, Seminarräumen, Gemeinschaftsflächen, einem Café und Büros umgebaut wurden.

In dem modernen Holzskelettbau finden eine Werkstatt, eine Aula und ein Multifunktionsraum mit Küche Platz sowie ein Dachgarten, der als Treffpunkt dient. Außerdem beherbergt er acht Dreier- und 38 Vierer-WGs, die durch mobile Wandelemente in vier 14 Quadratmeter große Zimmer und einen zentralen Gemeinschaftsraum unterteilt sind. Jede Einheit verfügt jeweils über eine eigene Wohnküche und ein gemeinsames Bad. Durch Versetzen der Innenwände können andere Raumgrößen und Gemeinschaftsflächen bis zu 49 Quadratmeter sowie Zwischenformen, zum Beispiel private Kernbereiche mit vorgelagerten Wohn- und Arbeitsbereichen, geschaffen werden. Darüber hinaus lassen sich die Wohnungen miteinander verbinden, sodass vielfältige Umnutzungen, beispielsweise für altersgerechtes Wohnen, möglich sind. Die Erschließung erfolgt barrierefrei über Laubengänge.



1

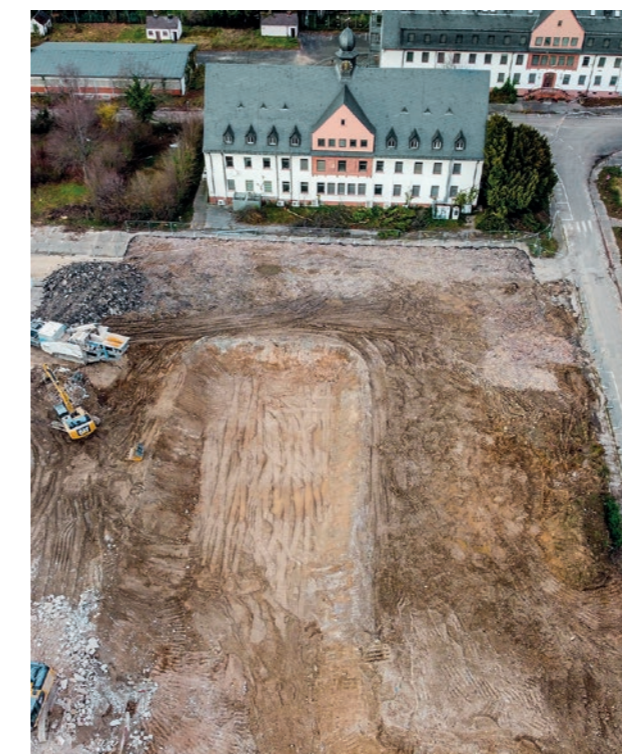
1 Innenhof mit Laubengang

Modellvorhaben: Traditionelle Holzverbindungen neu gedacht

Als Modellvorhaben steht das Wohnheim für eine neue Holzbaupweise ohne metallische Verbindungselemente. Zu diesem Zweck entwickelten Tragwerksplaner und Architekten gemeinsam ein Holzskelettbau-system, dessen tragende Elemente durch geometrische Verbindungen und Knotenpunkte aus Holz einfach, präzise, form- und kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Traditionelle Zimmermannsverbindungen wie Holznägel, Zapfen und Schwalbenschwanzverbindungen wurden dazu in eine zeitgemäße Bautechnologie übersetzt, die im Sinne des Kreislaufprinzips zerstörungsfrei rückbaubar ist. Bei diesem sogenannten bauteilintegrierten Verbindungsprinzip werden die Bauteile während des Fügeprozesses geometrisch verzahnt und so ein Form- und Kraftschluss erzeugt. Derartige Holz-Holz-Verbindungen lassen sich bereits beim Abbund der Bauteile mittels CAD-CAM-Technologie, CNC und Robotik kostengünstig und in hoher Stückzahl herstellen. Das Ergebnis ist ein Bausystem, das sich sowohl für den mehrgeschossigen innerstädtischen Wohnungsbau als auch für andere Bauaufgaben eignet.

Ein Vorfertigungsgrad von 80 Prozent

In Kombination mit der für das Projekt gewählten Elementbauweise machen es die reinen Holz-Holz-Ver-



3



2

bindungen möglich, alle Bauteile vor Ort schnell und einfach zusammenzustecken. Dazu wurden die vorgefertigten Wandelemente von dem mit der gesamten Gebäudehülle beauftragten Holzbaupunternehmen bereits mit der kompletten Fassade, den Fenstern und sogar mit den Fensterbänken auf die Baustelle geliefert. Lediglich die Schnittpunkte mussten vor Ort noch gefügt und fertiggestellt werden, sodass der Vorfertigungsgrad mit rund 80 Prozent beziffert werden kann. Dabei berücksichtigt der Aufbau des Systems ebenfalls das Kreislaufprinzip: Nahezu alle Baupstoffe können am Ende der Gebäudelebensdauer sortenrein getrennt und wiederverwendet werden.

2 Zimmer in einer WG



4

3 Baugrundstück

4 Fertigung der Wandelemente im Werk

Statisches System

Das Gebäude ist in statisch voneinander unabhängige Einzelabschnitte unterteilt. Das Tragwerk kombiniert eine Skelettkonstruktion mit aussteifenden Wandscheiben rund um die Sanitärkerne. Teile der Außenwände und die Wohnungstrennwände wirken ebenfalls aussteifend, während die Wohnungsinnenwände nicht tragend sind. Die zu schubsteifen Scheiben verbundenen Deckenelemente nehmen die Horizontallasten auf und leiten die Schubkräfte in die darunterliegenden Unterzüge bzw. in die aussteifenden Wandscheiben ein. Spezielle Holzverbinder (X-Fix) übertragen die Lasten von den Wänden in die Stützen, auf die folglich sowohl Druck- als auch Zuglasten einwirken. Dies musste bei der Ausbildung der Knotendetails am Geschossübergang und am Bodenanschluss berücksichtigt werden. In den Querschnitten erfolgt der Kräfteverlauf gleichmäßig, ebenso an allen Anschlüssen und Auflagern. Alle Stützen wurden auf Abbrand berechnet und aus Fichtenholz realisiert. Die höher belasteten Stützen im Erdgeschoss bestehen aus Buchenfurnierschichtholz (BauBuche).

Ausführung

Die ersten Verbindungskonzepte sahen lediglich zwei Verbindungsarten für den gesamten Bau vor: Um Träger mit Stützen und Deckenelemente mit Trägern zu koppeln, sollten gefräste Schwalbenschwanzverbindungen eingesetzt werden. Zur Auflagerung der Träger auf den Stützen sollten auskragende Zapfenverbindungen zum Einsatz kommen. Im Laufe der Planung wurden die rein geometrischen Verbindungen an verschiedenen Stellen modifiziert. Vor Baubeginn wurden zudem Musterknoten gebaut, mit präzisen Abbundanlagen abgebunden, getestet und in der Arbeitsvorbereitung und Werkstattplanung des Holzbauers optimiert.



5

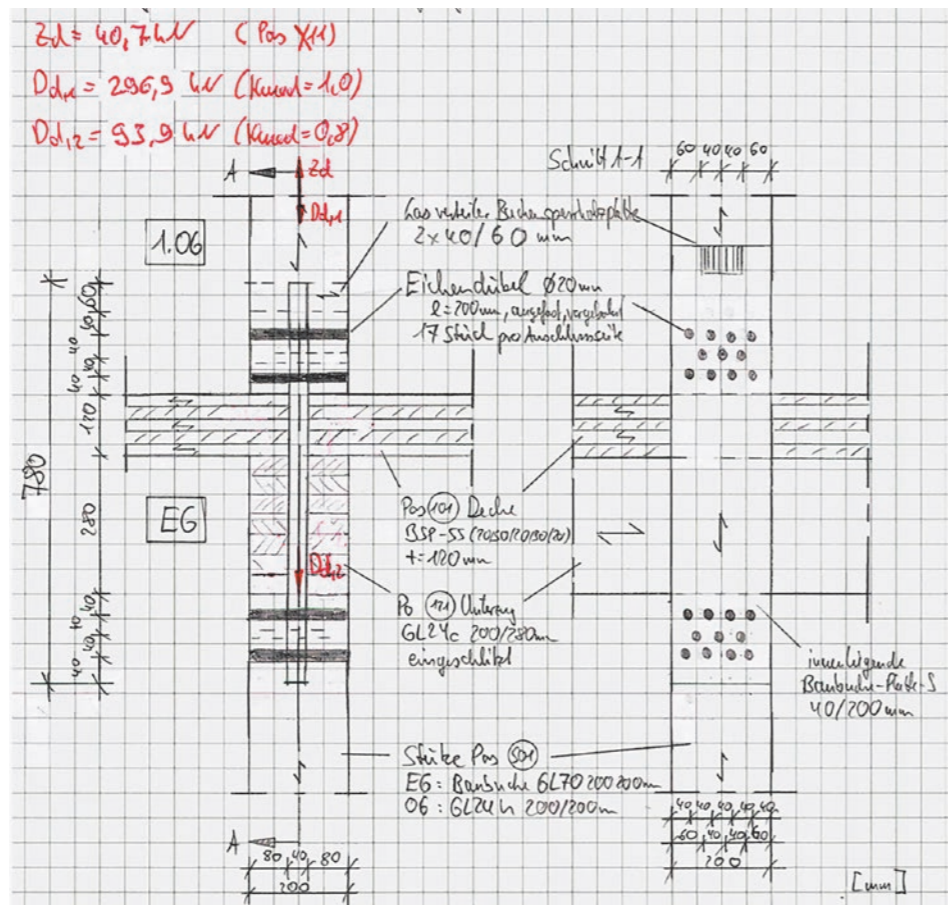


6

5 Montage des Holzskeletts

6 Tragende Stütze mit innenliegender Lasche und Holznägeln

7 Zuganschluss Geschossübergang – Statik



7

X-Fix-Verbinder für horizontale und vertikale Anschlüsse

In der Reihe der für das Vorhaben gewählten Fügeprinzipien spielen die gefrästen Schwalbenschwanzverbindungen die Hauptrolle: Über 3.000 X-Fix-Verbinder mit einer Zug- und Abschertragfähigkeit von je 28 Kilonewton wurden im Gebäude verbaut. Ursprünglich für horizontale Bauteile entwickelt, wurde der X-Fix-Verbinder in Heidelberg erstmals auch für vertikale Bauteile eingesetzt. Er dient dazu, die im Raster aneinandergereihten vorgefertigten Wandelemente – Holzstützen, Unterzüge und aussteifende Wandscheiben aus Brettspertholz – miteinander zu koppeln. Darüber hinaus übernimmt er die Aufgabe, einzelne Deckenelemente reißverschlussartig zu großen Scheiben zu schließen. Zur Montage des zweiteiligen Verbinders genügt als Werkzeug ein einfacher Hammer. Nach dem Einsetzen der ersten Verbinderhälfte wird die zweite eingeschlagen und so zügig eine kraftschlüssige Fügung hergestellt. Dank der schnellen und einfachen Montagemöglichkeit erwies sich dies als optimale Alternative zur herkömmlichen Klammerung von übereinander geschichteten Platten. Die etwas höheren Materialkosten wurden durch die kürzere Montagezeit mehr als ausgeglichen.

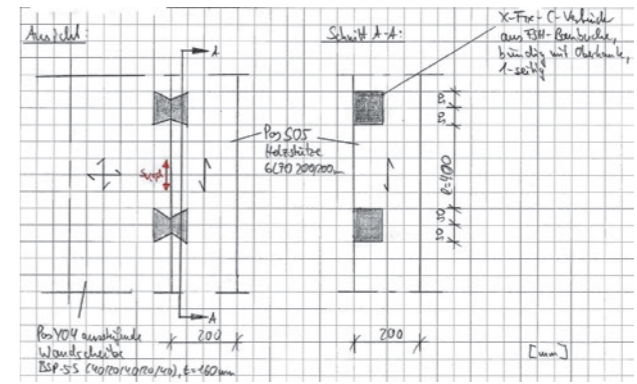
Sonderlösungen für höhere Lasteinträge: Geschossübergänge

An den Auflagern der Deckenscheiben sind Holznägel zur Übertragung der Schubkräfte von den Decken auf den Unterzug und in die aussteifenden Wandscheiben eingeschlagen worden. Diese übernehmen gleichzeitig die Lagesicherung der Decke.

Um die Druck- und Zugkräfte der Holzstützen in die darunterliegende Stützebene einzuleiten, wurden Holzlaschen und -zapfen von der oberen Stütze durch den Unterzug und die Decke gesteckt und mit Holznägeln an die unteren Stützen angeschlossen.



8

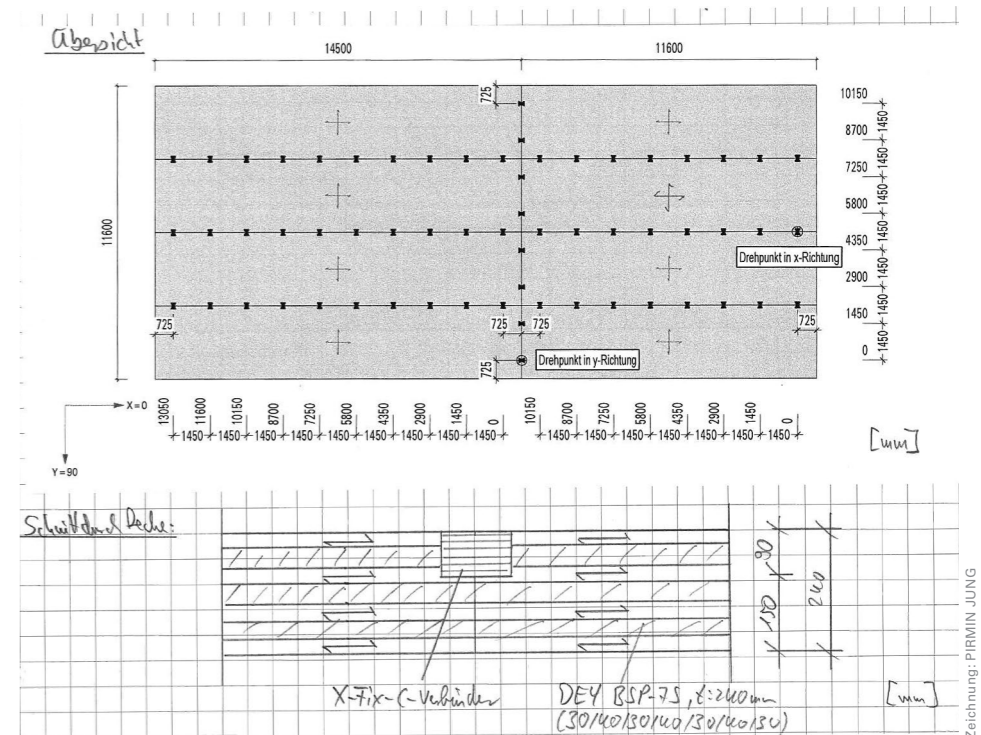


9

8 Montage auf der Baustelle

9 Schubverbindung X-Fix und aussteifende Wandscheibe – Statik

10 Schubverbindung X-Fix und aussteifende Deckenscheibe – Statik



10

EIN NEUER HÖHEPUNKT FÜR DIE
SKYLINE VON BERLIN
Der EDGE East Side Tower



Maximale Flächeneffizienz, schlanke Bauteilabmessungen und hohe tragwerksplanerische Herausforderungen – das macht den EDGE East Side Tower zu einem anspruchsvollen Ingenieurhochbau. Mit circa 142 Metern Höhe und 40 oberirdischen Etagen ist das moderne Bürogebäude zum Zeitpunkt der Fertigstellung das höchste Hochhaus Berlins und ein neues Wahrzeichen für die Hauptstadt.



1

Das Gebäude entstand auf einem „briefmarkengroßen“ Grundstück, zentral gelegen nahe dem U- und S-Bahnhof Warschauer Straße. Optisch ein Hingucker, war die Umsetzung der Architektur für alle beteiligten Ingenieur:innen eine echte Herausforderung. Die terrassenförmige Außenkubatur, die überwiegende Fertigteilbauweise, der Mangel an Logistikflächen sowie ein enger Zeitplan stellten höchste technische Ansprüche an Planung und Bauausführung.

Entwurf und Gestaltung

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse zwischen Warschauer Brücke, Helen-Ernst-Straße, Tamara-Danz-Straße und der im Jahre 2017 erstellten East Side Mall musste das Grundstück vollständig überbaut werden, um die gewünschte Geschossfläche zu erreichen. Da der Grundriss der Regelgeschosse zudem größer als das Grundstück ist, beeinflusste diese Anforderung maßgeblich den tragwerksplanerischen Entwurf des Hochhauses. Realisiert wurde diese Vergrößerung der Grundrisse durch Auskragungen auf Süd- und Ostseite des Bauwerkes oberhalb eines einzuhaltenden Lichtraumprofils. Die aus dem architektonischen Entwurf resultierenden Herausforderungen an die Tragwerksplanung zeigten sich im Detail bei der Umsetzung in Genehmigungs- und Ausführungsplanung.

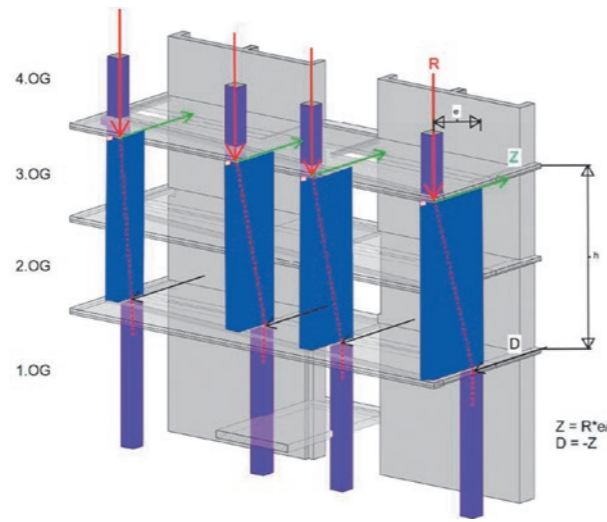
Die Regelgeschosse wurden der Geometrie des Grundstücks folgend mit einem parallelogrammförmigen Grundriss konzipiert. Sie unterscheiden sich durch die Balkensituationen aufgrund der kaskadenartigen Fassadengestaltung und die immer wieder an einer anderen Position angeordneten optional offenen Deckenfelder, die einer nachträglichen internen Erschließung mehrerer Geschosse dienen sollen. Hierdurch ergab sich in der Ausführungsplanung eine Vielzahl unterschiedlicher Details, die zu im Hochhausbau untypisch geringen Wiederholungsraten führten.

Die Regeldecken wurden als schlanke Durchlaufträger auf in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Unterzügen konzipiert. Die Unterzüge und Stützen bleiben im Ausbauzustand mit ihrer Betonoberfläche sichtbar, was die

Industrieoptik des Entwurfs betont und durch die Materialersparnis im Ausbau einen Beitrag zur Nachhaltigkeit darstellt. Eine geometrische Besonderheit ist, dass der schiefwinklige Grundriss auch in den Stützenquerschnitten und Vouten der Unterzüge abgebildet wird.

Aufgrund der gemischten Nutzungen von Erdgeschoss und 1. Obergeschoss als Foyer, Parkgarage und Anlieferung musste das Tragwerk der parallelogrammförmigen Regelgeschosse im Bauwerksinneren über das 2. bis 4. OG in ein rechtwinkliges Achsraster überführt werden. Hierzu wurde jeweils die erste Innenstützenreihe östlich und westlich des Kerns über mehrgeschossige „Kippwände“, die zum Teil als Stahlverbundkonstruktionen ausgeführt wurden, näher an den Kern gerückt.

Während die Auskragung auf der Südseite durch die Unterzüge der Regeldecken realisiert werden konnte, musste der in der Decke über dem 6. OG beginnende Versprung der Gebäudeaußenkante um etwa 5 Meter in Richtung Warschauer Brücke mit statisch anspruchsvollen Transfertragwerken im 7. bis 10. OG umgesetzt werden. Um die Lasten aus aufgehenden Fassadenstützen und erster Innenstützenreihe in die zurückliegende Außenachse der Podiumsgeschosse zu leiten, wurde diese fachwerkartig ausgebildet. Diese Transfertragwerke müssen die Lasten von bis zu 30 Geschossen aufnehmen



2

1 Baugrube beim Start der Betonage der Bodenplatte
2 Darstellung des prinzipiellen Kraftverlaufes beim Achsrasterwechsel an den Kippwänden am Kern

men und wurden vor Ort als Stahlverbundkonstruktionen hergestellt. Aufgrund der Lage vor dem zentralen Flurbereich war in der Bauwerksmittelachse keine Fachwerkkonstruktion möglich und es musste stattdessen eine V-förmige Schrägstütze verwendet werden. Gegenüber den Fachwerken hat diese Schrägstütze den Nachteil, dass infolge der Lastumlenkung hohe Horizontalkräfte entstehen, die vom aussteifenden Kern aufzunehmen sind. Hierzu mussten die lastübertragenden Decken in detaillierter Abstimmung mit den Projektbeteiligten lokal verstärkt werden.

Gründung

Da bei der Baugrubenherstellung keine öffentlichen Flächen herangezogen werden konnten, musste der 1,0 Meter starke Schlitzwandverbau innerhalb des Bau-

grundstückes liegen. Aufgrund der erheblichen Verkleinerung des als WU-Konstruktion ausgeführten zweigeschossigen Kellerkastens und der Positionierung von Tragwerksstützen auf Süd- und Ostseite der Schlitzwand wurde diese als Gründungselement für den EDGE East Side Tower genutzt.

Zusammen mit der kombinierten Pfahl-Platten-Gründung ergibt sich ein komplexes Gründungssystem, bei dem in einem iterativen Prozess der gesamte Kellerkasten inklusive Schlitzwand und Tiefgründungselementen berechnet wurde. Eine Besonderheit war, dass aus baubetrieblichen Gründen keine klassischen Bohrpfähle ausgeführt wurden. Stattdessen kamen sogenannte Schlitzwandbarrette in der Breite eines Schlitzwandgreifers zum Einsatz, um die Funktion der Tiefgründung zu übernehmen.



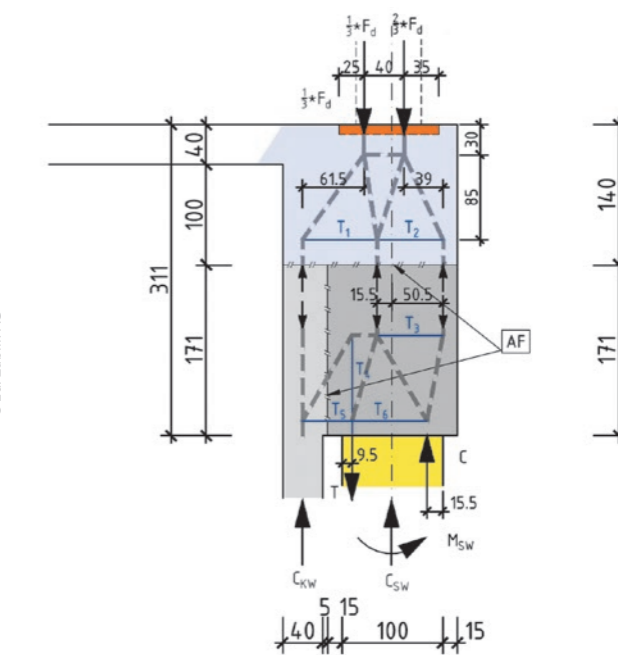
3



4



5



6

3 Stahlbau Transfertragwerke 7. Obergeschoss
4 Transfertragwerke 7. Obergeschoss im betonierten Zustand
5 Fertigteilkonstruktion der Regelgeschosse
6 Darstellung des Kraftverlaufes im Detailknoten Fassadenstütze/Kopfbalken/Schlitzwand/UG-Außenwand

GRENZZUSTÄNDE

Wertefundament für eine Ingenieurkultur im Wandel

Der Umgang mit Grenzen gehört seit jeher zum Berufs- und Projektalltag von Ingenieur:innen und beeinflusst deren Selbstverständnis. Insbesondere das Überschreiten von Grenzen des technisch Möglichen ist ein Kernelement des Ingenieurdenkens. Vor dem Hintergrund der Klimakrise muss jedoch nicht das Überschreiten, sondern das Einhalten von Grenzen – konkreter des Grenzzustands der Klimaverträglichkeit – zur obersten Maxime aller Ingenieur:innen werden. Dieses Essay versucht, eine Sprache für den erforderlichen Wertewandel in der Baubranche zu finden, der den Weg zu einer nachhaltigen Berufspraxis bereitet.

Ingenieurkultur im Wandel

Die Berufskultur und das Selbstverständnis von Bauingenieur:innen änderten sich seit jeher mit den jeweils vorherrschenden Aufgaben, Methoden oder Rahmenbedingungen. Stark verkürzt lässt sich die Evolution des Berufs in drei Phasen einteilen: die Zeit des Baumeisters, die Aufspaltung in Architekt:in und Ingenieur:in und das heutige technokratisch geprägte Berufsbild.

Das Berufsbild des Baumeisters war vielfältig. Neben militärischen Aufgaben und der Errichtung repräsentativer Bauten widmete er sich der zivilgesellschaftlichen Aufgabe des Städtebaus (Bauingenieur:in engl.: civil engineer) [1]. Durch Wasserver- und -entsorgung verbesserte er die Lebensbedingungen der Menschen und erweiterte so die Grenzen der Zivilisation.

Im 16. Jahrhundert begann die Aufspaltung des Baumeisters in Architekt und Ingenieur. Während sich das Berufsbild der Architekten auf die gesellschaftlichen Aufgaben des Baumeisters fokussierte, begrenzte sich die Tätigkeit der Bauingenieure zunehmend auf den technischen Bereich. Im Laufe des 18. Jahrhunderts und der industriellen Revolution fand eine Verwissenschaftlichung des Ingenieurberufes statt, die Bauwerke vormals unbekannter Größen ermöglichte [1].

Im 20. Jahrhundert begann ein Wettbewerb der Superlative im Bauingenieurwesen. Ziel waren immer größere

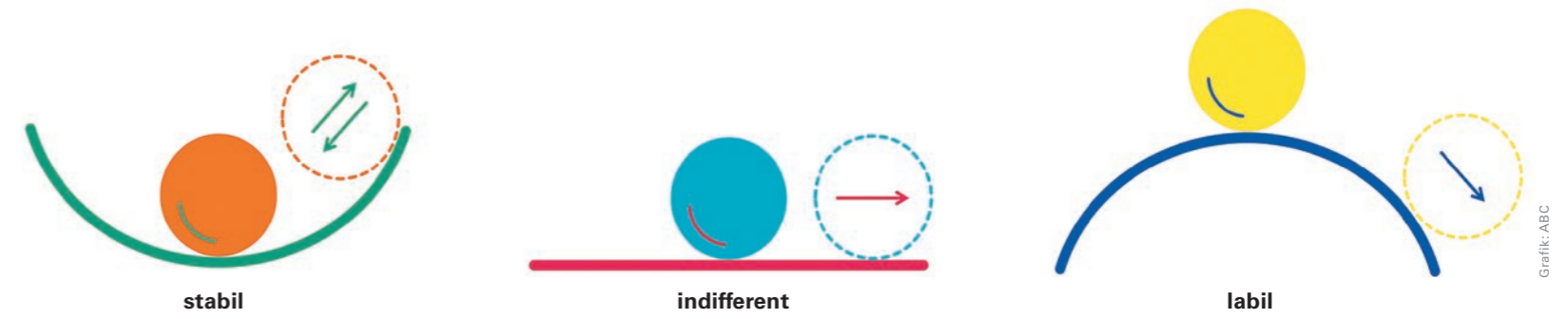
Spannweiten, höhere Häuser oder schnellere Produktionen, die die Grenzen der Technik stets neu definierten. Der von dem Bauingenieur Zuse entwickelte Computer, der ab den 1970er-Jahren Einzug in die Ingenieurbüros hielt, verstärkte diese Entwicklung – die technischen Möglichkeiten schienen nahezu unbegrenzt [2].

Obwohl computergestützte Methoden das Potenzial bieten, standardisierte Aufgaben abzugeben und die Tätigkeit der Ingenieur:innen zum (kreativen) Denken, Konstruieren und Reflektieren zu verlagern, scheint deren routinierte Nutzung das heute vorherrschende überwiegend technische Verständnis des Bauingenieurberufes zu verstärken. Demgegenüber ist die gesellschaftliche Dimension der Tätigkeiten von Bauingenieur:innen seit der Moderne in den Hintergrund getreten. Kombiniert mit der Wachstumslogik des 20. Jahrhunderts, durch die das Grenzüberschreiten zum Selbstzweck wird, hat die Negierung gesellschaftlicher Verantwortung zu einer Berufspraxis geführt, die weder sozial noch ökologisch nachhaltig ist.

Aus dem Gleichgewicht

Der Klimawandel geht uns Bauingenieur:innen in besonderem Maße an. Erstens tragen wir wie kaum eine andere Berufsgruppe dazu bei – aktuell ist der Bau- und Gebäudesektor in Deutschland für etwa 40 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich [3]. Zweitens sind bzw. werden wir stark durch seine Folgen beeinflusst: Wenn die Meeresspiegel steigen, Gebiete unbewohnbar werden, Menschen wegen höherer Temperaturen migrieren oder Extremwetterereignisse unsere Infrastruktur schädigen, benötigen wir (an anderer Stelle) neue Infrastruktur. Bei derzeitigen Standards bedeutet dies ein größeres Bauvolumen und damit noch mehr Emissionen.

Die gegenwärtige Situation lässt sich mit einer mechanischen Analogie verdeutlichen (Bild 1): Bezogen auf die ökologischen Grenzen des Planeten befinden wir uns aktuell in einem indifferenten Gleichgewichtszustand. Durch ein „Weiter so“ überschreiten wir einen baulichen Kippunkt und gelangen in einen labilen Zu-



1 Mechanische Analogie der Gleichgewichtszustände

stand, in dem unser Handeln als Bauschaffende die Probleme, für die wir Lösungen suchen, nur noch verstärkt. Durch das Vernachlässigen des aktuell wichtigsten Grenzzustands der Klimaverträglichkeit bringen wir unsere Umwelt aus dem Gleichgewicht – und das ausgerechnet in einem Beruf, dessen Kernaufgabe es ist, Grenzzustände nachzuweisen und Gleichgewichtszustände zu finden. Zwischen 95%-Quantilen und Sicherheitsbeiwerten wähen wir uns in semiprobabilistischer Sicherheit – und verkennen, dass wir durch unsere Indifferenz tagtäglich einen aktiven Beitrag zur Zerstörung des Planeten leisten.

Immerhin: Das Bewusstsein für die Auswirkungen unseres Berufs auf die Umwelt steigt und damit auch das Wissen um klimaverträgliche Bauweisen. Erste Leuchtturmprojekte sind realisiert und zeigen, dass nachhaltiges Bauen möglich ist. Um die horizontale Ebene der Indifferenz zu verlassen und ein stabiles Gleichgewicht zu erreichen, braucht es jedoch mehr als technische Lösungen – es braucht ein Verständnis unseres Berufes, das unserer gesellschaftlichen Verantwortung gerecht wird und auf einem Fundament von nachhaltigen Werten gründet.

Ein neues Wertefundament

Wir vom *Attitude Building Collective* (ABC) sind der festen Überzeugung: Um die Grenzzustände der Nachhaltigkeit auf ökologischer, sozialer und ökonomischer Ebene einzuhalten, braucht es einen neuen Ansatz in- vers zur derzeitigen Praxis des Grenzüberschreitens.

Ein Bestandteil dieses Ansatzes ist ein klares Verständnis dessen, was Bauingenieur:innen für eine Gesellschaft leisten können und welche Verantwortung sie damit tragen. Einige Vertreter:innen unseres Berufsstandes haben dies bereits vor Jahrzehnten formuliert und eingefordert [1, 4–5].

Die Dringlichkeit, das weitere Voranschreiten des Klimawandels zu begrenzen, macht es jedoch erforderlich, aus der moralischen Kritik unmittelbar reale Veränderungen unserer Praxis – ein nachhaltiges Handeln – herbeizuführen. Hierfür braucht es Werte als Leitlinien, an denen das eigene Handeln im Alltag ausgerichtet werden kann. In diesem Sinne hat das ABC fünf Grundwerte entwickelt: Nachhaltigkeit priorisieren, Kritisch neudenken, Bewusst handeln, Haltung zeigen sowie Offen & gemeinsam (Bild 2).

2 Fünf Werte für den Wandel

