



SSF Ingenieure

# team

## Umdenken gefordert

Planen und Bauen im Zeichen  
des Klimaschutzes

Autobahndreieck Heumar

### **Erste deutsche Straßenbrücke in VTR-Bauweise**

Im Gespräch mit

### **Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer vom KIT**

Bürogebäude in der Falckensteinstraße Berlin

### **Eine alte Kiezgröße wertet Kreuzberg auf**

Ausgabe 10 | 2023

Das Magazin der SSF Ingenieure AG



Autobahndreieck  
Heumar



Interview: Modul-  
bauweisen für ein  
umweltgerechtes  
Bauen



Eine alte Kiezgröße wertet  
Kreuzberg auf

SSF Standorte:

-  München
-  Berlin
-  Halle (Saale)
-  Düsseldorf
-  Hamburg
-  Regensburg

-  Deutschland
-  Welt

**Titel:**

SSF Mitarbeiter Martin König fährt täglich jeweils 23 Kilometer mit dem Fahrrad zur Arbeit und zurück.

Umdenken gefordert – Daten und Fakten zur Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft .....	04
Interview: Innovative Ansätze für die Baubranche .....	10
Autobahndreieck Heumar .....	16
Interview: Modulbauweisen für ein umweltgerechtes Bauen .....	24
Modulbauweisen – zukunftsweisend weitergedacht.....	30
Eine alte Kiezgröße wertet Kreuzberg auf .....	34
Nachrechnungsstandards für Brücken .....	38
Serielle Vorfertigung und Bestandserhalt .....	42
Klima-Chance Geothermie .....	44
10 Jahre, 10 Ausgaben .....	46
Steckbrief .....	48
Impressum .....	49

## » Nachhaltigkeit ist DAS Thema unserer Zeit – auch in der Baubranche.

Das Thema Nachhaltigkeit ist allgegenwärtig. Mit fortschreitendem Klimawandel sehen wir uns als Menschheit zunehmend mit der Frage konfrontiert, wie wir gerecht mit globalen Ressourcen haushalten können, um nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Zukunft zu hinterlassen. Soziale Gerechtigkeit und Gesundheit spielen dabei genauso eine Rolle wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die Baubranche verantwortet einen Großteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen und genau hier müssen wir ansetzen. Es ist ein Umdenken aller am Bau Beteiligten erforderlich: vom politischen Entscheidungsträger bis hin zur ausführenden Firma. Neben dem politischen Willen zur Veränderung sind neue Denkansätze, technische und materielle Weiterentwicklungen sowie eine vermehrte Forschung zum nachhaltigen Bauen unerlässlich. Chancen und Herausforderungen, die sich daraus für unsere Branche ergeben, stecken wir im Gespräch mit Prof. Thomas Ummenhofer vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ab (S. 10).

Auch wir bei SSF sind in der Pflicht, diesen Transformationsprozess intensiv zu begleiten und in unseren Berufsalltag einfließen zu lassen. Die vermehrte Beteiligung an Forschungsthemen der Nachhaltigkeit ist essenziell (siehe z. B. Forschungsprojekt ZfPStatik [S. 41]). Außerdem müssen gerade wir Planer die Weiter- und Neuentwicklung innovativer Bauweisen wie der Modulbauweise, die helfen, Treibhausgasemissionen zu minimieren, vorantreiben (im Interview dazu Claus Berndorfer von der Firma Max Bögl [S. 24]/der Beitrag über schnelles Bauen [S. 30]). Die Relevanz von Nachhaltigkeitskriterien in Entscheidungsprozessen muss viel mehr unterstrichen, die Entwurfskriterien und Planungsmaßstäbe müssen danach stringenter ausgerichtet und auch gegenüber allen am Bau Beteiligten vertreten werden. Nachhaltige Planung heißt zudem, dass der Bestandserhalt, die Instandsetzung und Ertüchtigung deutlich mehr in das Bewusstsein von uns allen rücken müssen (Erhalt Falckensteinstraße [S. 34], Nachrechnung der Isarbrücke [S. 38]).

Als Ingenieurunternehmen müssen wir die Möglichkeit nutzen, uns proaktiv in allen Projekten bewusst mit nachhaltiger Planung zu identifizieren und unser Denken und Handeln bei der Konzeption und Umsetzung von Bauwerken noch viel mehr auf die Minimierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auszurichten. Das bedeutet auch, dass wir den internen und externen Diskurs für ein gemeinsames Verständnis suchen müssen. Dies gilt umso mehr, als auch Planungsleistung eine begrenzte Ressource ist bei all den gewaltigen Aufgaben, die vor uns liegen.

Unser Handeln bringt Konsequenzen mit sich, die wir ganzheitlich und langfristig betrachten müssen. Am Ende ist es die Pflicht von uns allen, im Alltag – beruflich wie privat – nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

Wir wünschen viel Spaß beim Lesen unseres aktuellen Teammagazins!

Ihre

Stella Weissenburg und Franz Seyfarth



### **Stella Weissenburg**

Projektingenieurin für konstruktiven Ingenieurbau

- Abteilung: Objektplanung Bahn
- Bei SSF seit: 2020

### **Was tust du selbst im Alltag, um nachhaltiger zu leben?**

- Alle Wege mit Rad/ÖPNV zurücklegen, Flugreisen minimieren, vegetarische/vegane Ernährung, unverpackt oder Mehrweg statt Einweg, bio und fair konsumieren.

### **Worauf möchtest du bei aller Nachhaltigkeit auf keinen Fall verzichten?**

- Darauf, einmal im Jahr meine Familie in Finnland zu besuchen.

### **Franz Seyfarth**

Projektingenieur für konstruktiven Ingenieurbau

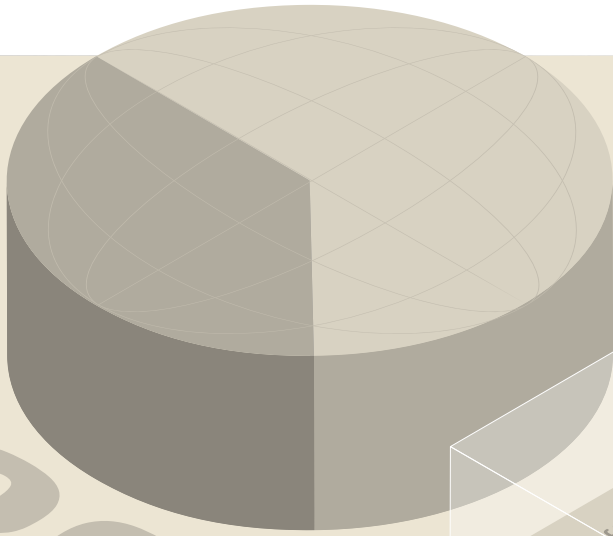
- Abteilung: Objektplanung Bahn
- Bei SSF seit: 2018

### **Hast du einen besonderen Tipp zum Thema Nachhaltigkeit im Alltag?**

- Wir sollten uns nicht zu viel mit Verzicht auseinandersetzen, sondern versuchen, im eigenen Rahmen umzudenken. Nehmt eure Mitmenschen mit, anstatt sie zu kritisieren!

### **Was ist für dich persönlich der Schlüsselbereich beim Thema nachhaltiges Bauen?**

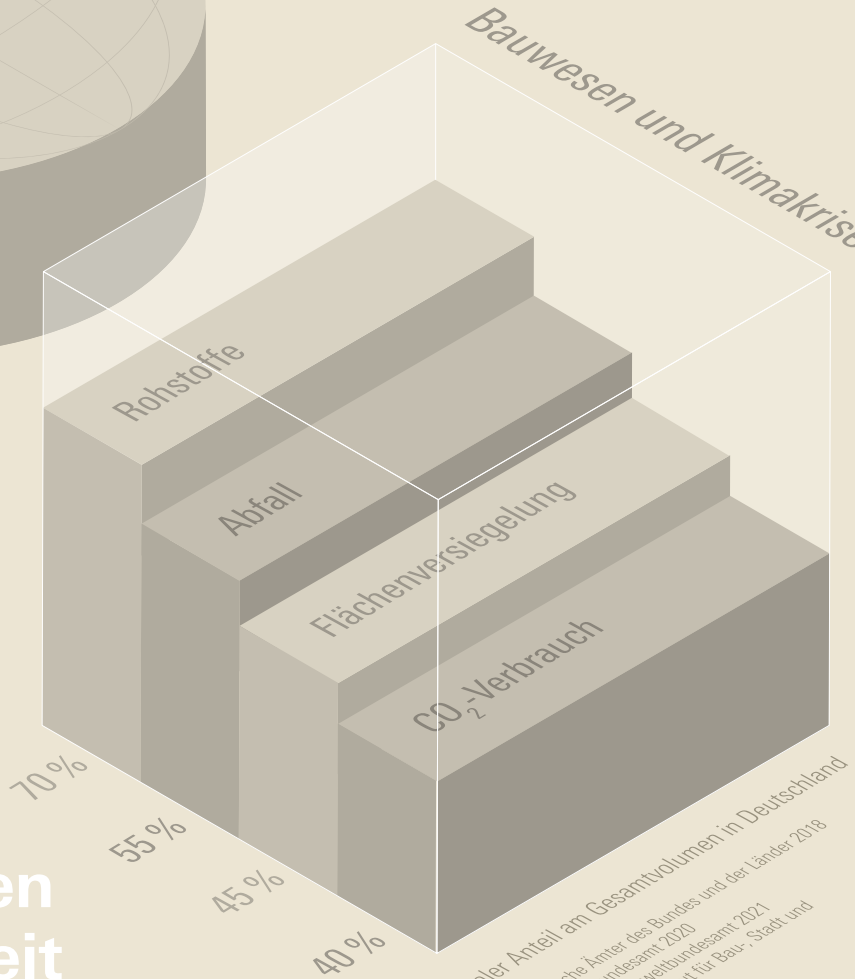
- Erhalten statt neu bauen.



**38%**  
der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen  
durch die Bauindustrie

Quelle: Uno Executive Summary for Buildings report 2020

Bauwesen und Klimakrise



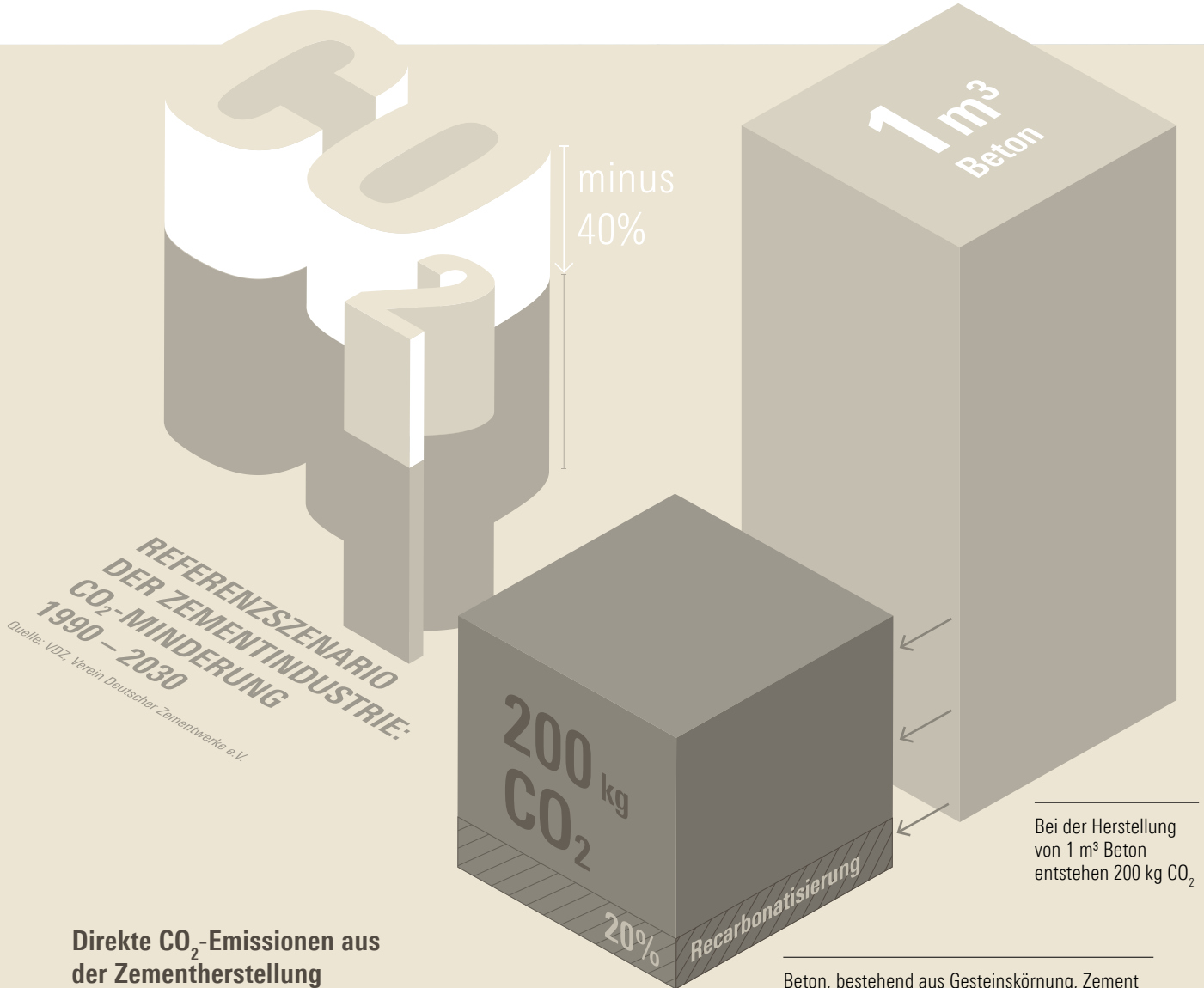
Prozentualer Anteil am Gesamtvolumen in Deutschland  
Quellen:  
Rohstoffe: Statistisches Krimter des Bundes und der Länder 2018  
Abfall: Statistisches Bundesamt 2020  
Flächenversiegelung: Umweltwettbewerb 2021  
CO<sub>2</sub>-Verbrauch: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung (BBSRF) 2020

## Daten und Fakten zur Nachhaltigkeit in der Bauwirt- schaft



Umweltbeton hat 39%  
geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.  
Quelle: Firmengruppe Max Bögl

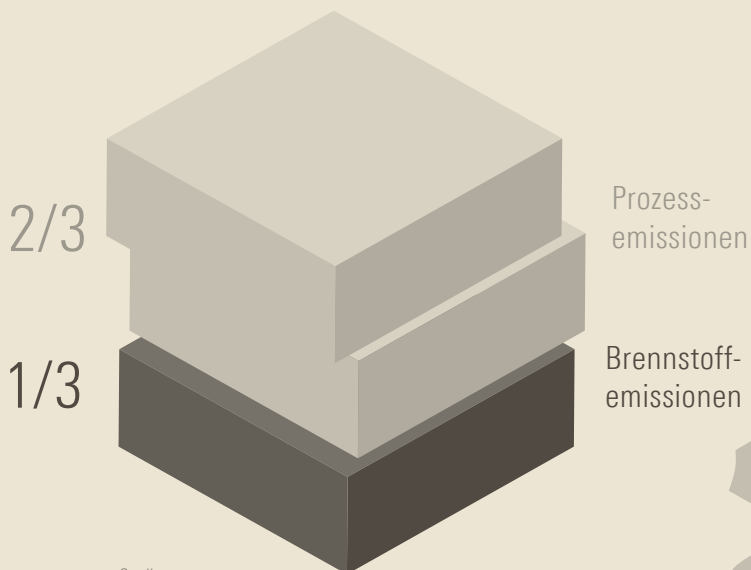




Bei der Herstellung von 1 m<sup>3</sup> Beton entstehen 200 kg CO<sub>2</sub>

**Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Zementherstellung**

Beton, bestehend aus Gesteinskörnung, Zement und Wasser, nimmt während seiner Nutzungsdauer und nach dem Ende seiner Lebensdauer CO<sub>2</sub> in einer Menge von 20% auf.

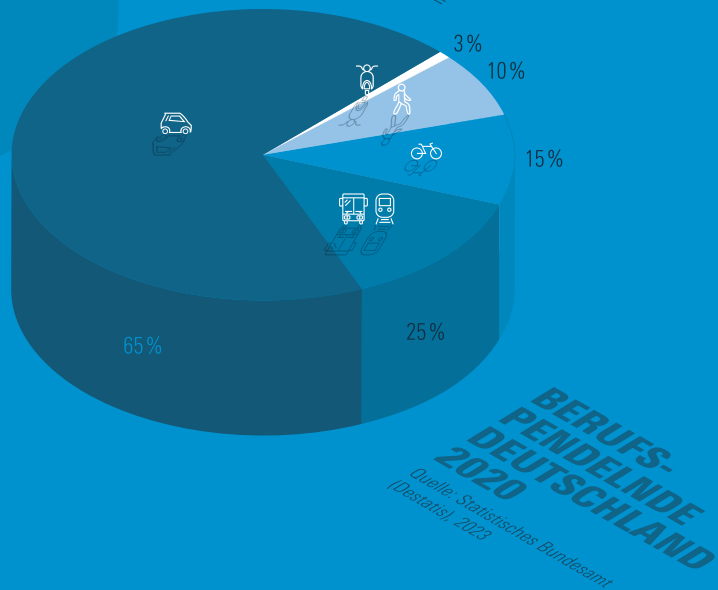
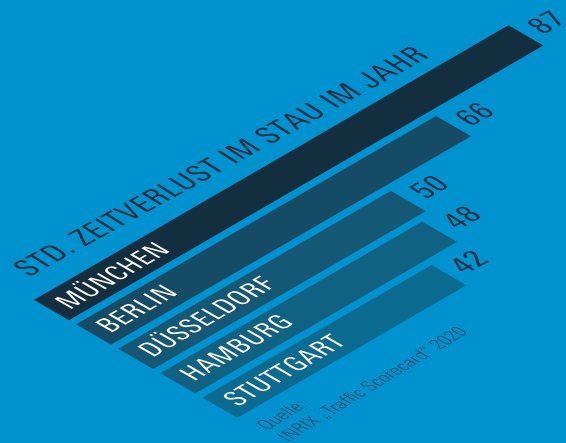
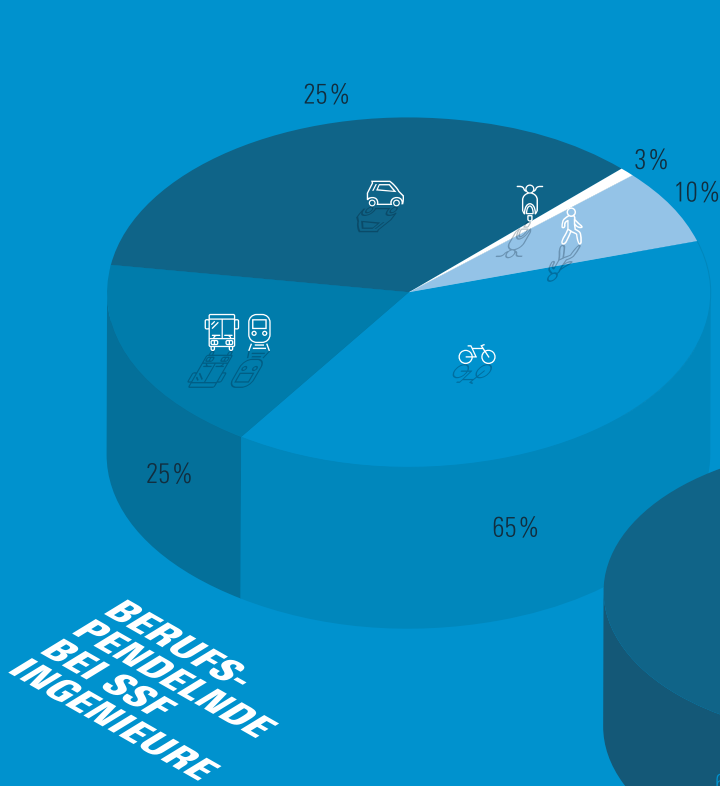


Quelle: VDZ, Verein Deutscher Zementwerke e.V.

€ 145 Mrd.

Umsatz 2021 im Bauhauptgewerbe – Ökonomisch stärkster Sektor in Deutschland

Quelle: Statistisches Bundesamt



» Auf dem Weg von Taufkirchen zu SSF in die Domagkstraße fahre ich im Sommer wie im Winter täglich 2 x 23 Kilometer mit dem Fahrrad. Das kombiniert Energieeffizienz und geringen Materialverbrauch im Allgemeinen mit Gesundheit und Naturnähe für mich. Ich freue mich darüber, so ganz bewusst die Tages- und Jahreszeiten, das Wetter und das quirlige Treiben besonders an der Isar erleben und genießen zu können.

Martin König

BIM-Ingenieur | Seit 2021 bei SSF Ingenieure in München

»» **Das Thema Nachhaltigkeit geht uns alle an. Es macht mich froh, dass ich mit meiner Arbeit einen konkreten Beitrag leisten kann. Zum Beispiel zur Energiewende und für einen effizienten ÖPNV, den so immer mehr Menschen gerne nutzen.**

Sophia Kallenbach

Bauzeichnerin | Seit Februar 2019 bei SSF Ingenieure in Halle

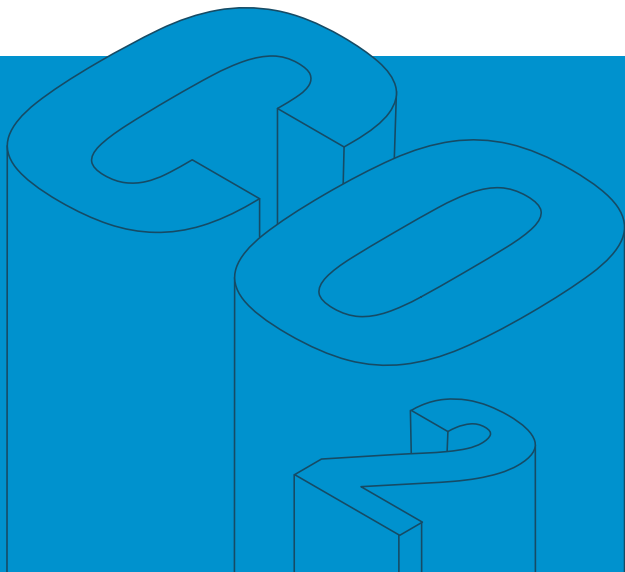


# Nachhaltigkeit liegt uns am Herzen.

Wir müssen uns aber eingestehen, dass wir als Planer nur einen begrenzten Handlungsspielraum haben. Wir wünschen uns deshalb einen **Paradigmenwandel** in der Vergabe von Bauprojekten: Der Zuschlag sollte an das **wirtschaftlichste Angebot** gehen. Hier müssen neben dem Preis auch andere Kriterien wie Technologie, Bauzeit und insbesondere auch Nachhaltigkeit als Bewertungsfaktoren mit einfließen.

Solange aber der Preis allein ausschlaggebendes Kriterium bei der Vergabe bleibt, haben wir weiterhin Handlungsbedarf. Der Bund als größter öffentlicher Bauherr dient als **Impulsgeber** und sollte hier als Vorbild vorangehen. Die entsprechenden Rahmenbedingungen müssen von der Politik vorgegeben werden.





## TOBIAS GÄRTNER

Projektingenieur bei SSF Ingenieure in Düsseldorf

### Warum hast du dich dafür entschieden, deine Masterarbeit über Nachhaltigkeit zu schreiben?

» Mit dem Konzept der Nachhaltigkeit werden wir immer mehr konfrontiert. Wie Nachhaltigkeit erreicht und beurteilt werden kann, ist jedoch ein sehr komplexes Thema. Das macht es so interessant und herausfordernd.

### Was war der größte Wow-Effekt deiner Masterarbeit?

» Tatsächlich war das der Abschluss meiner Masterarbeit. Die Präsentation meiner Ergebnisse war online, wodurch ich meine Masterarbeit bzw. meinen Master an einem Montag Nachmittag alleine zu Hause abgeschlossen habe. Das Gefühl ist schwierig zu beschreiben.

### Was bedeutet Nachhaltigkeit für dich?

» Für mich bedeutet Nachhaltigkeit einen bewussten Umgang mit Ressourcen. Aktuell betrifft das hauptsächlich mein Privatleben. Mein Ziel ist es aber, Nachhaltigkeit aktiv in die Projektarbeit zu integrieren.

### Transportmittel zur Arbeit:



SSF seit:

2021  
(vorher als Werkstudent)

Arbeitsweg:

5  
km



# Infrastrukturprojekte ganzheitlich bewerten – Masterarbeit zur Messung von Nachhaltigkeit

In meiner Masterarbeit mit dem Titel „Identification and analysis of sustainability certification systems regarding the traffic facility road and its engineering structure“, verfasst am Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen unter der Leitung von Professorin Traverso an der RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) Aachen, beschäftige ich mich mit Nachhaltigkeitsbewertungssystemen für Straßeninfrastrukturprojekte. Sie verfolgen das Ziel, die Nachhaltigkeitsleistung von Infrastrukturprojekten zu messen und zu bewerten.

Nachhaltigkeitsbewertungssysteme zeichnen sich dadurch aus, dass sie das gesamte Projekt bewerten und dass das Endergebnis durch einen unabhängigen Prüfer verifiziert wird. Sie bestehen aus einer langen Liste von sogenannten Indikatoren, die über Gliederungsebenen zu Themengebieten gruppiert werden. Jedem Indikator wird dabei ein individueller Einflussfaktor auf das Gesamtergebnis zugewiesen. Indikatoren können zum Beispiel Geräuschemissionen, der Anteil von recyceltem Material oder die Schaffung von Arbeitsplätzen sein.

Die Masterarbeit konzentriert sich in der Analyse von ausgewählten Systemen auf folgende Fragestellungen:

- In welchem Umfang wurde das System bereits angewendet?
- In welcher Beziehung stehen die Dimensionen der Nachhaltigkeit?
- Welche Themengebiete decken die Indikatoren ab?

- Haben die Indikatoren besondere Eigenschaften?
- Werden alle Aspekte des Life-Cycle-Management-Ansatzes integriert?
- Wie kann das Endergebnis interpretiert werden?

Es wurde identifiziert, dass solche Systeme für Straßeninfrastrukturprojekte in der Praxis bisher wenig angewendet wurden. Außerdem besteht ein starkes Ungleichgewicht in der Berücksichtigung der Dimensionen der Nachhaltigkeit mit der Priorisierung in der Regel auf der Umwelt-Dimension. Beim Umfang der enthaltenen Themengebiete und der Integration des Life-Cycle-Management-Ansatzes liegen zwischen den einzelnen Systemen nur geringe Unterschiede vor. Abschließend gilt für alle Systeme, dass das Zusammenfassen aller Ergebnisse zu einer einzelnen Endnote nur sehr eingeschränkte Aussagekraft besitzt.

Da solche Bewertungssysteme für Straßeninfrastrukturprojekte in der Praxis bisher wenig angewendet worden sind, identifiziert die Masterarbeit Punkte, die in der Zukunft kritisch zu hinterfragen sind. Das betrifft zum Beispiel die Transparenz der Anbieter, die Gewichtung der Nachhaltigkeitsdimensionen, den Umfang an Indikatoren oder die verwendeten Bezugswerte bei der Bewertung einzelner Indikatoren.



# ÖKOL IM FOKUS

– Innovative  
Ansätze für die  
Baubranche

Ein Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer

# OÖGIE

Professor Thomas Ummenhofer, am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) tätig, bezeichnet sich selbst als Bauingenieur mit Leib und Seele. Auch im Gespräch über Nachhaltigkeit im Bauwesen spürt man seine Leidenschaft deutlich. Wo er zum Umdenken aufruft und warum er Staus hasst, erklärt er im Interview.

**Teammagazin: Herr Prof. Ummenhofer, Sie haben den Lehrstuhl für Stahl- und Leichtbau am KIT inne. Durch Ihre Arbeit als Prüflingenieur haben Sie aber nach wie vor auch mit der Ingenieurpraxis zu tun. Welche Aufgabe erfüllt Sie mehr?**

» Thomas Ummenhofer: Das kann ich nicht trennscharf sagen. Ich lebe beides: Professur und Praxis. Und obwohl das Universitäre in meinem Alltag überwiegt, ist mir auch genau hier der Praxisbezug extrem wichtig. Wir sollten keine Forscher im Elfenbeinturm sein, und so binde ich für die Studierenden immer aktuelle Fälle ein. Sie sind regelrecht gefesselt davon, zu erfahren, worauf man besonders achten muss.

**Wir wollen mit Ihnen über „nachhaltige Praxis“ im Bauwesen sprechen. Haben Sie zum Start eine allgemeine Einordnung Ihrer Haltung für uns?**

» Mal abgesehen davon, dass ich den Begriff Nachhaltigkeit für inflationär halte, sehe ich hier vor allem eine Diskrepanz zwischen Anspruch und Realität. Da ist natürlich zunächst unsere Verantwortung gegenüber dem Planeten und den nachfolgenden Generationen. Fakt ist aber auch, dass die Baubranche in Bezug auf Ressourcen- und Energieverbrauch Treiber Nr. 1 ist. Unsere wesentliche Aufgabe ist also ein verantwortungsvoller und vor allem sinnvoller Umgang mit Ressourcen und Energie. Ich denke, wir müssen von rezyklierbaren Bauprodukten und Bauweisen hin zu wiederverwendbaren kommen – und zwar ohne zu ideologisieren: Nehmen wir den Trend Holz. Wir müssen uns bewusst machen, dass wir Holz nur in begrenztem Maße ernten können. Deshalb ist mir ein sinnvoller Rahmen so wichtig.





» **Unsere Analysen anhand einer Beispielbrücke über die A8 haben ergeben, dass die Kosten durch Stautunden für den Bau und die Unterhaltung der Brücke deutlich über den eigentlichen Erstellungskosten liegen.**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer

---

**PROF. DR.-ING. THOMAS UMMENHOFER**

---

Ordinarius für Stahl- und Leichtbau (KIT)

---

Kollegialer Leiter der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

---

Prüfingenieur für Bautechnik, Fachrichtungen Metallbau und Massivbau, EBA-Prüfer für Massiv-, Stahl- und Verbundbau

---

Sachverständiger für Metallbau und Verbundbau, Brandverhalten von Bauteilen; Heißbemessung

---

Als Vollblutingenieur gibt er seine Faszination und sein Wissen an Studierende weiter. Neben dem Bauingenieurwesen gehört die bildende Kunst zu seinen Leidenschaften. Prägende Persönlichkeiten seines beruflichen Weges waren Udo Peil, sein Doktorvater, mit dem er ein Bauingenieur-Büro in Braunschweig (damals IPU Ingenieursozietät Peil, Ummenhofer und Partner; heute Teil der Unternehmensgruppe IPU) gegründet und aufgebaut hat, sowie Fritz Mang, Professor für Stahlbau an der Universität Karlsruhe.

---

**In konkreten Bauprojekten geht es aber doch nach wie vor um Finanzierbarkeit.**

» Ja, weil der Kostendruck so hoch ist. Die Ökonomie ist der einzige Anreiz, den wir haben. Deshalb finde ich auch dieses klassische Dreisäulenmodell der Nachhaltigkeit fragwürdig. Es kann doch nicht sein, dass wir die ökonomischen Komponenten genauso gewichten wie die ökologischen und sozialen. Vielleicht wird sich durch die hohen Energiekosten auch der Energieeinsatz automatisch anpassen müssen. Aber der Markt allein wird das nicht regeln. Wir müssen die Ökologie stärker in den Fokus nehmen.

**Wie könnte das aussehen?**

» Indem wir ökologische Grundlagen auch im Planerischen stärker in den Vordergrund rücken und so bauen, dass Instandhaltungskosten möglichst gering sind. Nehmen wir das Beispiel Brücke: Sie soll heute eine Lebensdauer von 100 Jahren haben. Aber wir wissen, dass wir die Betonoberfläche irgendwann überarbeiten oder auch den Korrosionsschutz erneuern müssen. Letzteres könnten wir in den Griff bekommen – zum Beispiel durch eine vorgelagerte Hydrophobierung der Oberfläche oder indem wir Schutzsysteme aus dem Offshore-Bereich adaptieren. Ich glaube fest daran, dass sich solche Investitionen am Anfang eines Bauvorhabens auszahlen, wenn wir später keinen so großen Instandhaltungsaufwand mehr haben. Die typische Zweifeld-Brücke mit Mittelpfeiler zum Beispiel ist eine einzige Katastrophe. Wir haben lange Sperrzeiten bei der Erstellung, wir



müssen Fahrbahnübergänge, Kappen und Geländer ersetzen. Victor Schmitt hat sich mit den von ihm konzipierten integralen und modularen Bauweisen, auch volkswirtschaftlich gesehen, ein großes Verdienst erworben. Die Kosten zunächst etwas mehr, aber die deutlich kürzere Bauzeit und damit weniger Verkehrsbeeinträchtigungen und Staus bei Errichtung und Instandhaltung fangen das über die Lebensdauer zigfach auf.

**Wir sind damit ja schon mittendrin in der „ganzheitlichen Analyse und Bewertung von Infrastrukturprojekten“ – einem Forschungsthema, das Sie besonders beschäftigt. Warum?**

» Das stimmt. Denn ich hasse es, im baustellenbedingten Stau zu stehen. Egal, ob auf Autobahnen, Bundesstraßen oder im innerstädtischen Bereich: Staus verursachen volkswirtschaftlichen Schaden. Studien zeigen, dass eine Stunde, die wir mit dem Pkw im Stau stehen, 20 Euro kostet – und das ist unteres Level, weil das ein Mittelwert über privaten und geschäftlichen Gebrauch ist. Mir erzählt keiner, dass wir Stau-Stunden komplett nacharbeiten. Der Stress im Stau, wenn wir wichtige Termine verpassen, reduziert unser Leistungsvermögen. Der Energieverbrauch und auch der Fahrzeugverschleiß im Stop-and-go erhöhen sich. Es passieren mehr Unfälle durch Unachtsamkeit. All das sind volkswirtschaftliche Effekte. Deshalb war mein Ansatz, Staus zu monetarisieren. Unsere Analysen anhand einer Beispielbrücke über die A8 haben ergeben, dass die Kosten durch Staustunden für den Bau und die Unterhaltung der Brücke deutlich über den eigentlichen Erstellungskosten liegen. Vor diesem Hintergrund haben wir Softwaretools entwickelt, die es ermöglichen, verschiedene Bauweisen und deren Effekte miteinander zu vergleichen.

**Es geht Ihnen um eine übergreifende Sicht auf die Gesamtkosten?**

» Genau. Denn die setzen sich aus den Baukosten und aus den volkswirtschaftlichen Effekten während der Wartung und Instandhaltung plus Rückbau, also über den gesamten Lebenszyklus einer Brücke, zusammen.

**Was ist Ihre Schlussfolgerung?**

» Dass wir wegkommen müssen von der vermeintlich billigsten hin zur gesamtbilanziell optimalen Lösung. Ein Umdenken ist gefordert. Zur Problematik gehören deshalb auch die Rahmenbedingungen, die noch nicht entsprechend gesetzt wurden. Das ist eine Aufgabe der Politik. Deshalb muss der Druck auf die Politik wachsen. →





#### **Und wie?**

- » Wissen Sie, die Politiker verstehen das. Das habe ich in Gesprächen mit Mitgliedern der parlamentarischen Umwelt- und Wirtschaftsausschüsse gemerkt. Ich fürchte aber, mit Blick auf eine Umsetzung kann der Druck letztlich nur durch die Wähler kommen.

#### **Sie haben schon Ressourcen- und Energieeffizienz angesprochen und die Rezyklier- bzw. Wiederverwendbarkeit von Bauteilen. Welche Möglichkeiten sehen Sie außerdem mit Bezug auf Nachhaltigkeit beim Bauen?**

- » Ich darf das Thema Wiederverwendung noch mal aufgreifen. Mit BIM und dem digitalen Zwilling haben wir heute Hilfsmittel an der Hand, die dafür sorgen können, dass wir für jedes Bauteil die relevanten Eigenschaften so genau dokumentieren und über den Lebenszyklus aktualisieren können, dass wir es am Ende der Bauwerkslebensdauer auch entnehmen und anderswo wieder einsetzen können.

#### **Sprechen wir hier dann nicht auch über serielle Vorfertigung?**

- » Ja. Das ist unsere Zukunftsaufgabe und ich selbst spreche mich schon seit über 10 Jahren dafür aus: Wir müssen kontrolliert und effektiv vorfertigen. Wenn wir das tun, haben wir nicht nur witterungsunabhängige Bedingungen, wir sparen uns auch Optimierungsprozesse. Im Grunde sollten wir uns den Fahrzeugbau zum Vorbild nehmen. Denn durch Automatisierung könnten wir extrem ressourceneffizient arbeiten.

#### **Kann man denn einen großen Fahrzeugbauer mit einem Bauunternehmen vergleichen?**

- » Tatsächlich gibt es nur noch sehr wenige wirklich große Baufirmen in Deutschland und selbst die sind nicht so eigenkapitalstark wie unsere Automobilhersteller. Trotzdem sage ich, dass wir genau diesen Sprung machen müssten: das Vorfertigen von Bauteilen auf dem Niveau des Fahrzeugbaus. Mal ehrlich: Ich kann mir heute auch ein Auto so konfigurieren, dass es ein weltweites Unikat ist. Ich glaube, da müssen wir einfach hin. Nur so werden wir auch Wohnungsbedarf und Wohnungsangebot zusammenbringen können. Indem wir Kosten drücken, Effizienz steigern und modularisiert vorfertigen.

#### **Gehen wir mal einen Schritt weiter im Lebenszyklus eines Gebäudes: Was sagen Sie zum Thema nachhaltiger Betrieb?**

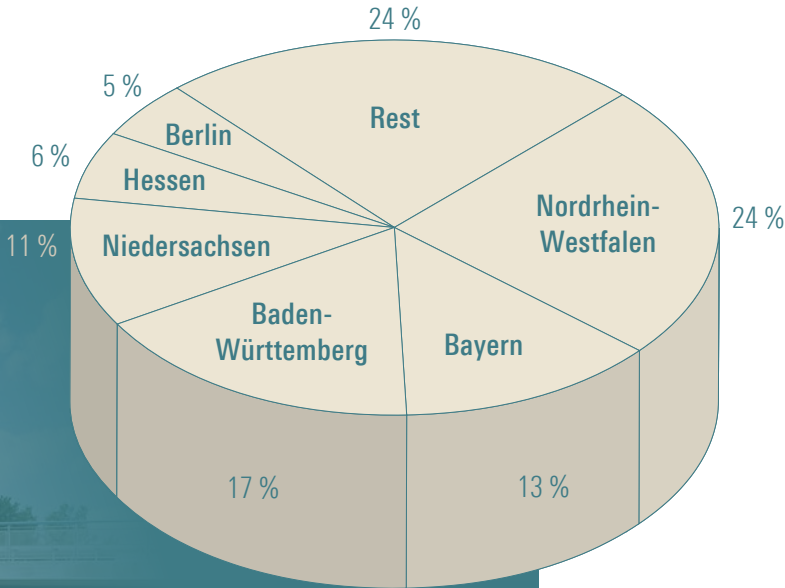
- » Wenn wir ein klassisches Büro- oder Wohngebäude betrachten, haben wir natürlich über den Betrieb einen höheren Energieverbrauch als für die Herstellung. Da gibt es jede Menge Optimierungsbedarf. Erneuerbare Energien sind hier ganz wesentlich. Wir müssen die Betriebskosten senken und eigentlich sind wir dann auch wieder bei Langlebigkeit bzw. Rezyklier- und Wiederverwendbarkeit. Schichtplatten aus verschiedensten Werkstoffen, die später Sondermüll sind – die sind eine Katastrophe!

**» Der Markt allein wird das nicht regeln. Wir müssen die Ökologie stärker in den Fokus nehmen.**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer



## Verteilung der Staubelastung 2020 nach Bundesländern



Quelle:  
ADAC e. V.

### Lassen Sie uns noch über das Bauen im Bestand reden.

- » Den Bestand wo immer möglich zu nutzen, das ist essenziell. Was wir dafür brauchen, sind clevere Ansätze. Das ist oft nicht so einfach, wenn wir Grundrisse aus den 60ern haben oder Decken zu niedrig sind.

### SSF Ingenieure ist in Berlin am Um- und Erweiterungsbau eines umgenutzten Lagergebäudes aus den 50ern beteiligt. Er beweist, wie gut es gelingen kann, Kosten und Nutzen zu vereinbaren.

- » Da kann ich die Planer nur beglückwünschen! Denn die Realität sieht meist anders aus. Mit dem Bestand umzugehen, ist immer eine extreme Herausforderung. Dafür müssen die Planer viel mehr können, als ein Gebäude neu zu bauen. Aus diesem Beispiel sollten wir lernen und Leitfäden erstellen. Da wird bald auch ein politischer Hebel ansetzen. Ich bin mir sicher, dass in Bezug auf die Vorgaben hier etwas passieren wird; dass wir ähnlich wie bei der EnEV bzw. beim Gebäudeenergiegesetz Regelungen für

den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bzw. den Ressourcenverbrauch pro Quadratmeter Nutzfläche bekommen werden.

### Damit wären wir am Ende noch bei den Rahmenbedingungen.

- » Es wird ja viel darüber gesprochen, Normungen zurückzunehmen. Aber ich denke, wir müssen differenzieren. Wir brauchen sicher Prozesse, die zum Beispiel neue Bauweisen schneller in den Markt bringen. Aber die müssen auch erprobt werden. Letztendlich geht es doch darum, dass wir Lebensqualität gewährleisten. Dass wir dem Anspruch der Nutzer ebenso gerecht werden wie dem der Energieeffizienz. Am Ende geht es beim Thema Nachhaltigkeit immer um zwei Faktoren: um Menschen und um unseren Planeten. ■

## Autobahndreieck

# Heumar

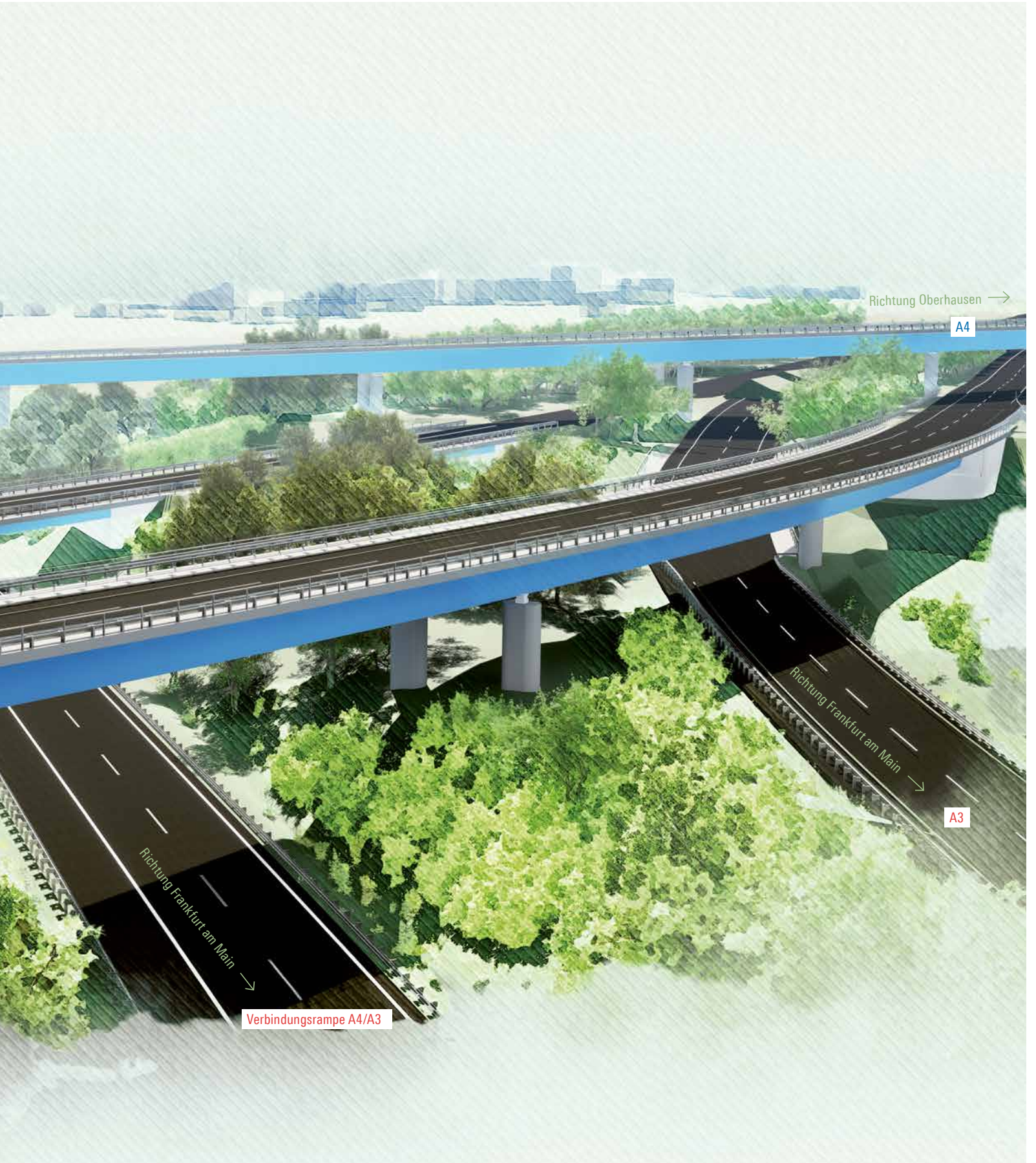
## Erste deutsche Straßenbrücke in VTR-Bauweise

Einer der höchstbelasteten Verkehrsknotenpunkte in Europa wird vollständig saniert und umgebaut. Neben der erforderlichen Erneuerung von sanierungsbedürftigen Brückenbauwerken liegt dabei besonderes Augenmerk auf der Verbesserung der Verbindungsqualität und des Leistungsvermögens. Zusätzlich soll auch die Verkehrssicherheit eines zentralen Knotenpunktes im nordrhein-westfälischen Autobahnnetz optimiert werden. Deutlich weniger Stau nach dem Umbau entlastet dauerhaft die Pendlerinnen und Pendler und führt zu signifikant weniger CO<sub>2</sub>-Emission. Eine Maßnahme, die volkswirtschaftliche Vorteile und enorme Treibhausgas-Einsparungen vereint.

→







Richtung Oberhausen →

A4

Richtung Frankfurt am Main →

A3

Richtung Frankfurt am Main →

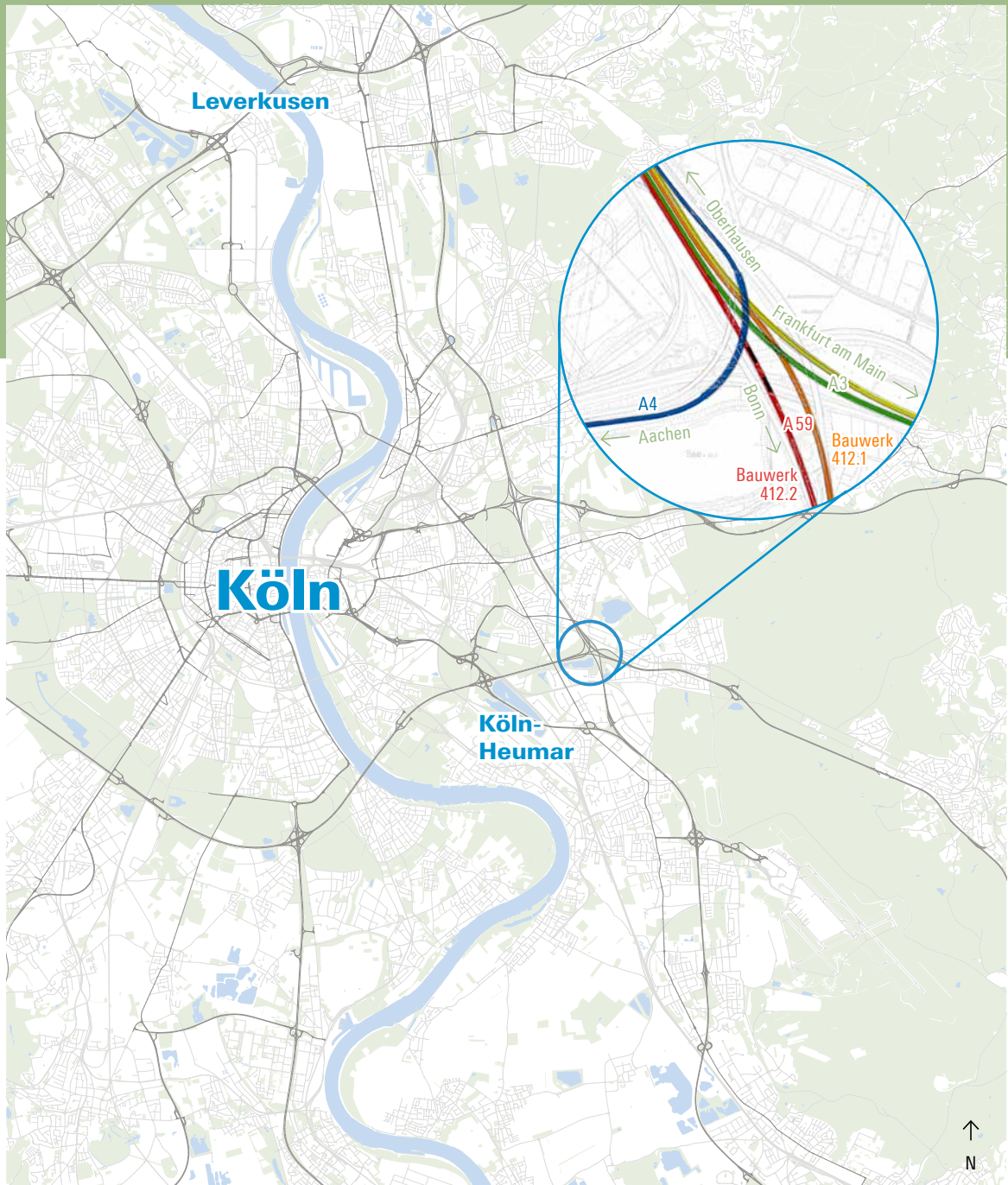
Verbindungsrampe A4/A3

Das Autobahndreieck Heumar verbindet die Autobahnen

A3 (Oberhausen – Frankfurt am Main),

A4 (Aachen – Olpe) und

A59 (Köln – Bonn) und ist Teil des Kölner Autobahnringes.



Gesamtlänge:

8,4 km

Das Autobahndreieck Heumar liegt ca. 7 Kilometer von der Kölner Innenstadt entfernt. Es ist Teil des Kölner Autobahnringes und verbindet bereits seit 1941 die A3 (zwischen Oberhausen und Frankfurt am Main) und die A4 (zwischen Aachen und Olpe). In den 1980er-Jahren wurde zusätzlich die A59 (von Dinslaken nach Bonn) angeschlossen. Der komplexe Knotenpunkt hat sowohl

im regionalen als auch überregionalen Personen- und Güterverkehr eine große Bedeutung. Täglich passieren etwa 175.000 Pkws und 44.000 Lkws das AD Heumar. Der Verkehr auf den verschiedenen Trassen wird über zahlreiche Brücken in mehreren Ebenen sowie kreuzende Gleisanlagen der Deutschen Bahn und der KVB (Kölner Verkehrsbetriebe) geführt.



Rund 15 SSF Mitarbeitende in Düsseldorf, Berlin und München beschäftigen sich mit der Planung des AD Heumar. Wir haben uns mit Aikaterini Kapsali (links) und Prodromos Liakos (rechts) über ihre Erfahrungen im Projekt unterhalten.

### **Umfassender Sanierungsbedarf**

Das hohe Verkehrsaufkommen und die heutzutage deutlich höheren Achslasten stellen für die Brücken eine erhebliche (Ermüdungs-)Belastung dar. Um ihre Tragfähigkeit zu überprüfen, wurden an allen Bauwerken Substanzüberprüfungen im Zuge von Brückenhauptprüfungen und Nachrechnungen zur Tragfähigkeitseinstufung durchgeführt. Die Ergebnisse sind gravierend: Sie zeigen, dass zwölf der bestehenden Brückenbauwerke kurz- bis mittelfristig ersetzt werden müssen.

Dies stellt die Verantwortlichen vor eine riesige Herausforderung. Aber zugleich ergibt sich aus der Notwendigkeit auch eine Chance. Im Zuge der Baumaßnahme können die verdichteten und durch diverse zusätzliche Verflechtungsvorgänge geprägten Verkehrsrouten am AD Heumar zeitgemäß und regelkonform sortiert und zukunftsfähig umgestaltet werden. SSF Ingenieure hat in einer Ingenieurgemeinschaft mit Bramey.Bünemann Ingenieure im Auftrag der DEGES zunächst mehrere Machbarkeitsstudien zur generellen Umsetzbarkeit der

Baumaßnahme unter laufendem Verkehr erarbeitet – in der Komplexität der Fahrbeziehungen (erkennbar auf Grafik Seite 18) des Knotenpunktes kein leichtes Unterfangen. Unterschiedlichste Trassenszenarien wurden im Hinblick auf eine optimierte Verkehrsführung und eine Erhöhung der Sicherheit untersucht und bewertet. Bei sämtlichen Maßnahmen war jedoch zu berücksichtigen, dass der Bau unter ständiger Aufrechterhaltung des Verkehrs stattfinden muss.

Im Anschluss an die Machbarkeitsstudie folgte die Vorplanung für den Ersatz sämtlicher Ingenieurbauwerke. Zwölf Bestandsbauwerke werden im Zuge der Sanierung durch elf neue Brücken ersetzt. Um für die größte Brücke im AD Heumar die Bauzeit zu reduzieren, sieht die Ingenieurgemeinschaft ein Novum vor: die erste Straßenbrücke Deutschlands, die modular und mit hohem Vorfertigungsgrad mithilfe der von SSF Ingenieure entwickelten Verbundträgerrost(VTR)-Bauweise errichtet wird. Die technischen Grundlagen dieser Bauweise werden auf Seite 30 dargestellt. →

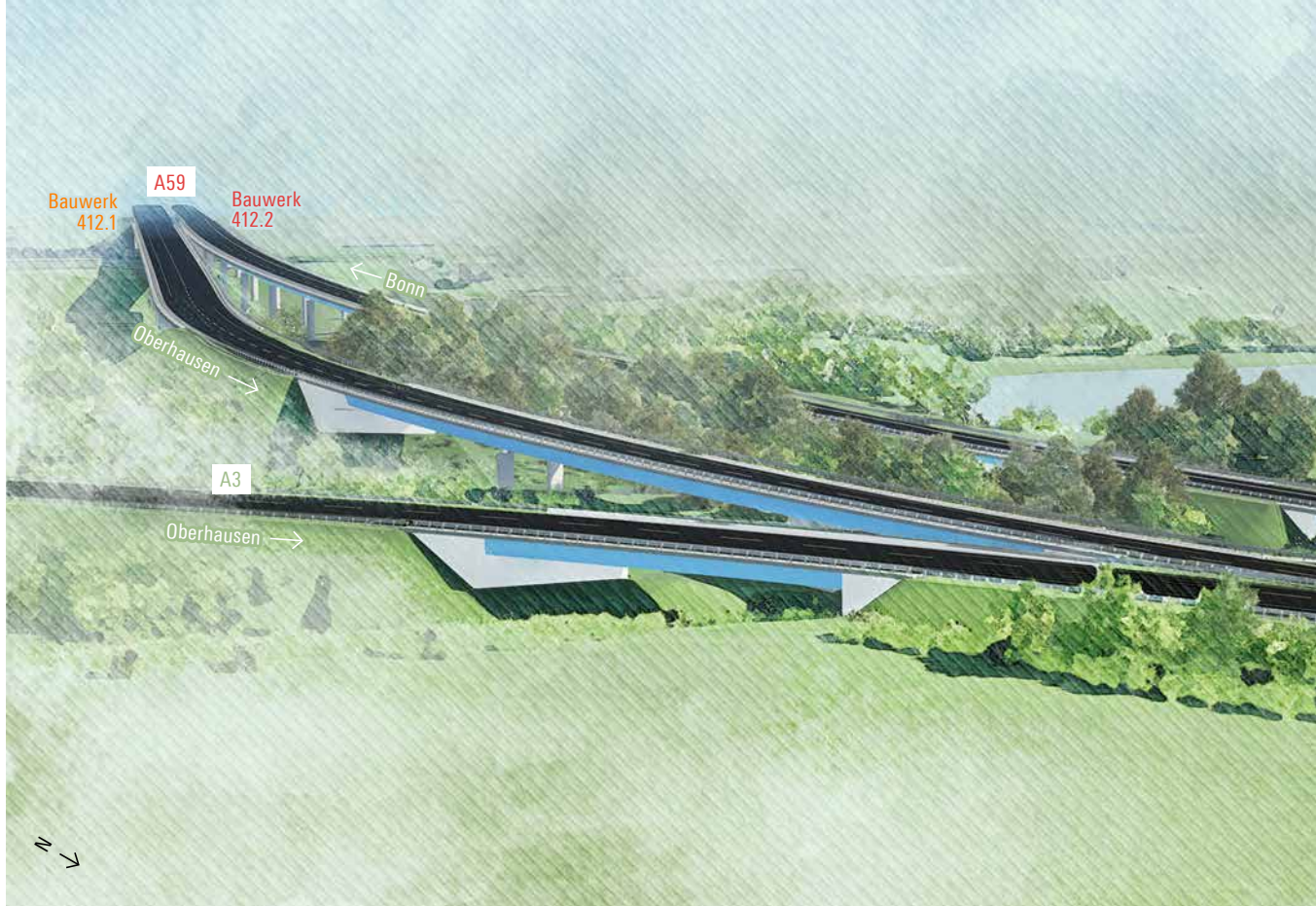


Schwerverkehrsanteil:

20%

220.000  
Fahrzeuge am Tag

Prognose für 2030:  
240.000  
Fahrzeuge am Tag



### Einsatz von Bauweisen mit unterschiedlichen Vorfertigungsgraden

Grundsätzlich wurden im Hinblick auf die enorme Verkehrsbelastung Bauweisen in Betracht gezogen, die aufgrund ihres Vorfertigungsgrades Vorteile in der Bauzeit bieten. Insbesondere temporäre Beeinträchtigungen der Bestandstrassen durch Einbauten oder Fahrstreifenminimierungen sind auf ein absolutes Minimum zu beschränken. Die zentralen Autobahnbrücken mit Stützweiten bis 53 Meter werden in der von SSF Ingenieure entwickelten VFT-Bauweise errichtet, die ein schnelles Schließen des Überbaus ohne Lehrgerüste ermöglicht. Die Großbrücken hingegen folgen anderen Konstruktionsprinzipien: Eine 325 Meter und eine 185 Meter lange Brücke werden als drei- bzw. zweizellige Stahlverbund-Hohlkästen gefertigt. Um den Verkehr auf den darunterliegenden Fahrbahnen nicht zu beeinträchtigen, wird das bewährte Taktschiebeverfahren eingesetzt. Das Bauwerk 412 auf der A59 ist mit zwei gegenläufigen Richtungsästen, bestehend aus zwei voneinander getrennten Teilbauwerken, von jeweils rund 500 Meter Länge die längste Brücke des gesamten Autobahndreiecks. Würde man diese in konventioneller Bauart – Spannbeton oder Verbund – erstellen, wären zumindest 5–6 Jahre Bauzeit erforderlich. Ein viel zu

langer Beeinträchtigungszeitraum an einem der am stärksten befahrenen Verkehrsknoten Deutschlands. Aus diesem Grund haben die Verantwortlichen der DEGES sich für die Vorzugsvariante aus der Vorplanung entschieden: Die Brücke wird mithilfe der Verbundträgerrost-Bauweise (VTR) errichtet. Dabei handelt es sich um ein Modulbauverfahren, das von SSF Ingenieure entwickelt wurde. Während es sich im Ausland schon bei einigen Bauwerken bewährt hat, wird es in Deutschland erstmals bei einer Autobahnbrücke angewendet. Die Verbundbauweise mit modularem Aufbau des Überbaus zeichnet sich durch einen sehr hohen Vorfertigungsgrad bei einfacher Handhabbarkeit aus und macht damit effizientes und zugleich schnelles Bauen möglich. Durch das neue Bauverfahren kann die prognostizierte Bauzeit des Bauwerks 412 um knapp 1,5 Jahre reduziert werden.

### Gesamtplanung mit BIM

Aufgrund der Komplexität des Projekts hat sich der Bauherr vom Projektstart an entschlossen, die bauliche Umgestaltung des AD Heumar vollumfänglich in der BIM-Methode zu planen. Der komplette Bestand an Straßen, Bauwerken und sonstigen Anlagen sowie alle erforderlichen baulichen Umgriffe, Neubauten und Ver-



kehrsführungsphasen wurden in einem Gesamtkoordinationsmodell integriert. Um den jeweils unterschiedlichen Restnutzungsdauern der vorhandenen Brücken Rechnung zu tragen, wurde das Projekt in zwei Teilprojekte untergliedert. Im ersten Teilprojekt wurde das bereits gesperrte und durch eine Behelfsbrücke ersetzte Überführungsbauwerk im Zuge der B8 „Frankfurter Straße“ über die A4 erneuert, das in VFT-Bauweise errichtet wurde. Außerdem gehören zum ersten Teilprojekt die Rampe A4 (Aachen–Oberhausen) und einer von zwei Ersatzneubauten der Brücken über die Gleisanlagen der Kölner Verkehrsbetriebe (KVB) nördlich des Autobahndreiecks. Im zweiten Teilprojekt werden alle weiteren Bauwerke ersetzt und die Verkehrsbeziehungen (A3 und A59) neu geordnet – in diesem Zuge wird auch die Brücke in VTR-Bauweise errichtet. Außerdem wird der zweite Ersatzneubau über die Gleisanlagen der KVB realisiert. Sämtliche Baumaßnahmen sind unter laufendem Verkehr durchzuführen, der nur minimal beeinträchtigt werden darf. →



# PRODROMOS LIAKOS

BIM-Koordinator und Planer in der Objektplanung Straße und Bahn bei SSF Ingenieure in Düsseldorf

### Was genau ist deine Aufgabe im Projekt?

» Planung und BIM-Gesamtkoordination.

### Wie lange, glaubst du, wirst du noch am AD Heumar arbeiten?

» Bis zur Fertigstellung der Ausführungsplanung des großen Brückenbauwerks 412 – also noch ein paar Jahre.

### Größter Wow-Effekt des Projekts bisher?

» Hier sind mir zwei Dinge wichtig: 1. Die von SSF entwickelte VTR-Bauweise, die in anderen Ländern schon ausgeführt wurde, wird jetzt erstmals auch in Deutschland als Straßenbrücke für unser großes Bauwerk 412 angewandt. Darauf sind wir sehr stolz. 2. Aufgrund der Komplexität des Projekts ist der BIM-Terminplan/ Ablaufplan nicht nur visuell, sondern auch qualitativ ein Wow-Effekt. So sparen wir Zeit bei der Prüfung eines so komplexen Terminplans und stellen in der Ausführung einen einwandfreien Bauablauf sicher.

### Warum ist ein Umbau des AD Heumar nötig und welche Vorteile bringt er?

» Das AD Heumar gehört zu den höchstbelasteten Autobahnknotenpunkten in Europa. In den letzten Jahren wurde die Standsicherheit aller Brücken im Bereich überprüft – mit dem Ergebnis, dass zwölf Bauwerke kurz- bis mittelfristig zu ersetzen sind. Der Umbau gewährleistet die Standsicherheit der Brücken, reduziert die Staugefahr und verbessert die Verkehrssicherheit im Knoten; vor allem aber können bestehende Geschwindigkeitsbegrenzungen aufgehoben werden :-)

### Größter Vorteil von BIM in einem Satz:

» Erst virtuell, dann real bauen.

### Transportmittel zur Arbeit:

%



95% Büro  
5% Homeoffice

Telkos: 25%

SSF seit:

09  
2015

AD Heumar seit:

06  
2019

Arbeitsweg:

14 km



# AIKATERINI KAPSALI

Projektingenieurin in der Abteilung Objektplanung Straße und Bahn bei SSF Ingenieure in Düsseldorf

**Was genau ist deine Aufgabe im Projekt?**

» Variantenuntersuchung in der Leistungsphase 2 und die Bearbeitung der Abbruchkonzepte.

**Wie lange, glaubst du, wirst du noch am AD Heumar arbeiten?**

» Idealerweise bis zum Abschluss der Ausführungsplanung.

**Größter Wow-Effekt des Projekts bisher?**

» Die Visualisierung des Bauablaufs. Sie hat uns einen Überblick über die sich in der Mehrheit überlappenden Bauabläufe verschafft.

**Warum ist ein Umbau des AD Heumar nötig und welche Vorteile bringt er?**

» Nötig ist der Umbau in Anbetracht des ständig steigenden Verkehrsaufkommens und der bereits überschrittenen Restnutzungsdauer einiger Bauwerke. Er gewährleistet nicht nur die langfristige Standsicherheit der Bauwerke, sondern verbessert auch die Verkehrssicherheit im Knoten erheblich.

**Größter Vorteil von BIM in einem Satz:**

» Die Sicherstellung eines permanenten Datenaustausches aller Projektbeteiligten.

**Transportmittel zur Arbeit:**



11  
neue  
Brücken  
ersetzen  
12 Bestands-  
bauwerke.

**THG-Reduzierung**

Um den Pariser Klimaschutzziele und dem deutschen Klimaschutzgesetz vom 13.08.2021 gerecht zu werden, bedarf es weit mehr als nur Wertungskriterien in der Konzeption von Infrastrukturanlagen, die auf Dauerhaftigkeit, Robustheit, Standsicherheit, Genehmigungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit abzielen. Selbstverständlich sind der ausgewogene Einsatz von Baumaterialien und das angemessene, kraftflussorientierte Tragwerkskonzept Ausgangspunkt für einen nachhaltigen und THG-reduzierten Bauwerksentwurf. Aber das ist nur ein Teil – ein weiterer, sehr erheblicher Teil ist die Bauzeit. Die CO<sub>2</sub>-Emission, die durch Staus und Langsamfahrten entstehen, sind so gravierend, dass sie nicht selten sämtliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen an Material (einschließlich dessen Gewinnung und Transport) und Baustoffen zunichtemachen. Deshalb sind insbesondere bei Ersatzneubauten die Kriterien für die Wahl von Bauwerks- und Tragwerksart auch um Bauzeit bzw. Beeinträchtigungsmaß der Verkehrsteilnehmer zu ergänzen. Denn je länger der Ersatzneubau einer Brücke und die damit einhergehenden Verkehrsbeeinträchtigungen



dauern, desto höher sind der volkswirtschaftliche Schaden und die THG-Emissionen. Ein Umstand, den wir mit Blick auf die Klimaerwärmung nicht mehr tolerieren sollten! Deshalb sind schnelle Bauweisen, wie die beim Umbau des Autobahndreiecks Heumar eingesetzte VFT-Bauweise und die erstmals bei einer Straßenbrücke in Deutschland realisierte VTR-Bauweise, ein wesentlicher Bestandteil des klimafreundlicheren Bauens.

Am Autobahndreieck Heumar laufen die Bauarbeiten bereits auf Hochtouren. Die Fertigstellung des gesamten Projektes ist für 2030 geplant. Das AD Heumar wird sich dann durch eine übersichtliche Verkehrsführung auszeichnen, die sämtlichen Nutzerinnen und Nutzern signifikant mehr Sicherheit und Komfort bietet. Die Stauanfälligkeit wird minimiert, was nicht nur Fahrerinnen und Fahrern viel Stress und Zeitverlust erspart, sondern durch die damit verbundene Verringerung der schädlichen THG-Emissionen dem Planeten – und damit letztendlich uns allen – zugutekommt. ■

### AUTOBAHNDREIECK HEUMAR

<b>Standort:</b>	Köln-Heumar, Deutschland
<b>Bauherr/Auftraggeber:</b>	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
<b>ARGE:</b>	SSF Ingenieure und Bramey.Bünermann Ingenieure
<b>Planungsbeginn:</b>	2015
<b>Geplante Fertigstellung:</b>	2030

#### Leistungsbereiche SSF Ingenieure

Machbarkeitsstudien, Gesamtprojektleitung, BIM-Gesamtkoordination, Koordination TÖB's, Rückbaukonzepte

	1	2	3	4	5	6	7	8
OP-Ing	■	■	■	■	■	■	■	■
TWP	■	■	■	■	■	■	■	■
Bauwerk 412:								
OP-Ing	■	■	■	■	■	■	■	■
TWP	■	■	■	■	■	■	■	■
Bauwerk 419:								
OP-Ing	■	■	■	■	■	■	■	■
TWP	■	■	■	■	■	■	■	■
Bauwerk 538:								
OP-Ing	■	■	■	■	■	■	■	■
TWP	■	■	■	■	■	■	■	■
Verkehrszeichenbrücken:								
OP-Ing	■	■	■	■	■	■	■	■
TWP	■	■	■	■	■	■	■	■



# Modulbauweisen für ein umwelt- gerechteres Bauen



---

Claus Berndorfer, Firmengruppe  
Max Bögl (links), und Anton Braun,  
Vorstand SSF Ingenieure AG (rechts),  
im Gespräch über umweltgerechtes  
Bauen.



Claus Berndorfer, Firmengruppe Max Bögl, und Anton Braun, Vorstand SSF Ingenieure AG, im Gespräch über die Vorteile segmentierter Bauweisen für den Umweltschutz.



**Herr Berndorfer, wie lange sind Sie schon bei Max Bögl beschäftigt und welche Aufgaben verantworten Sie?**

» Berndorfer: Ich arbeite seit circa 20 Jahren für Max Bögl und bin seit ungefähr 5 Jahren für Produktentwicklung und Innovation im Bereich Infrastruktur verantwortlich.

**Sie haben sicherlich einen guten Einblick in den Zustand unseres Straßen- und Schienennetzes. Wie würden Sie es beschreiben?**

» Berndorfer: Die Situation ist bei beiden sehr ähnlich, es besteht sowohl bei der Straße als auch bei der Schiene ein großer Erneuerungs- und Sanierungsbedarf. Es wurde bei beiden in den letzten Jahrzehnten zu wenig in den Erhalt investiert. Nach der Deutschen Einheit lag der Fokus der Investitionen zu Recht auf den neuen Bundesländern, denn dort war der Nachholbedarf am größten. Allerdings fehlte in der breiten Öffentlichkeit das Bewusstsein, dass auch die Straßen und Brücken in den alten Bundesländern nicht für die Ewigkeit gebaut sind. Der stark gestiegene Schwerlastverkehr auf den Straßen hat den Alterungsprozess der hierfür nicht konzipierten Brücken noch beschleunigt. Den Schienenverkehr hat man bis vor einigen Jahren, zumindest im Nahverkehrsbereich, als Auslaufmodell betrachtet und entsprechend wenig investiert. Strecken wurden eher stillgelegt als modernisiert, Industriegleise zurückgebaut. Hier findet derzeit ein einschneidender Paradigmenwechsel statt. →



---

#### CLAUS BERNDORFER

---

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen

---

Technische Hochschule Darmstadt

---

Firmengruppe Max Bögl, Neumarkt in der Oberpfalz

---

Zentralbereichsleiter

---

Seit 2002 bei der Firmengruppe Max Bögl

---

#### **Sehen Sie im Hinblick auf die vielen notwendigen Brückenerneuerungsmaßnahmen in Deutschland weitere Ansätze, um die Baumaßnahmen nachhaltiger und schneller zu machen?**

- » Berndorfer: Ja, man muss vor allem bei den Genehmigungsverfahren, dem Baurecht und dem Vergaberecht ansetzen. Man sollte weg von einem Preis- hin zu einem Entwurfswettbewerb mit ausgewogenen und fairen Vertragsbedingungen. Das heißt, wer die cleverste Idee zur Lösung einer Bauaufgabe hat, erhält den Zuschlag. Dabei müssen neben dem Preis auch Bauzeit und Nachhaltigkeit als Bewertungsfaktoren einfließen. Leider hat hier das Einspruchswesen zu einem gewaltigen Rückschritt beigetragen.
- » Braun: Das stimmt! Bis Mitte der 2000er-Jahre war es üblich, dass ein Unternehmen entweder dem Verwaltungsentwurf folgte oder ein Nebenangebot abgab, das nicht nur die Aufgabe erfüllte, sondern auch zusätzliche weitere Vorteile mit sich brachte.

Daraufhin wurden jedoch immer wieder Einsprüche eingelegt, die die Realisierung des Objektes verzögerten. Das hatte zur Folge, dass die Verwaltung alle Nebenangebote unterband. Dies schadet den Projekten und der Innovationskraft der deutschen Bauindustrie. Deshalb sollte man Nebenangebote wieder zulassen, aber die Einspruchsmöglichkeiten drastisch reduzieren und vorhandene Einsprüche zügig prüfen.

#### **Welche Herausforderungen sehen Sie für sich persönlich als Bauingenieur und für die Bauschaffenden im Hinblick auf die dringende Umsetzung der THG-Reduzierung auch im Bauwesen?**

- » Berndorfer: Zunächst muss die Qualität der Bauteile und Baustoffe gesteigert werden, sodass sie eine längere Lebensdauer haben. Ferner sollten wir unsere Bauwerke nicht mehr als Monolithen konstruieren, bei denen das Versagen eines Bauteils gleich das Ende für die Gesamtkonstruktion bedeutet. Wir sollten uns einer segmentierten Bauweise zuwenden, bei denen einzelne Bauelemente im Bedarfsfall ausgetauscht werden können. Äußerst wichtig ist außerdem ein sinnvoller Materialeinsatz. Früher, als Baustoffe noch knapp waren, hat man sie nur dort eingesetzt, wo sie tatsächlich erforderlich waren. Das müssen wir wieder aufnehmen. Auch die Verwendung klinkerreduzierter Betone ist wichtig. Diesen vielen Herausforderungen wird man am besten durch Vorfertigung gerecht, denn dort stehen sowohl qualitativ hochwertige Baustoffe zur Verfügung als auch die Möglichkeit, durch industrielle Fertigungsmethoden bessere Bauteilqualitäten zu erreichen.

#### **Wie weit ist man in dieser Hinsicht schon?**

- » Berndorfer: Es gibt Länder, die schon sehr fortschrittlich sind. So werden zum Beispiel in den Niederlanden schon zirkuläre Brücken im Sinne des Cradle-to-Cradle-Gedankens gebaut. In Deutschland sind wir noch nicht ganz so weit, doch wir machen uns langsam auf den Weg. Ich habe große Hoffnungen, dass wir darin bald erfolgreich sind. Max Bögl ist im Bereich Vorfertigung, zirkuläres Bauen und beim Einsatz klinkerreduzierter Betone deutschlandweiter Vorreiter.



»» **Man sollte weg von einem Preis- hin zu einem Entwurfswettbewerb mit ausgewogenen und fairen Vertragsbedingungen. Das heißt, wer die cleverste Idee zur Lösung einer Bauaufgabe hat, erhält den Zuschlag. Dabei müssen neben dem Preis auch Bauzeit und Nachhaltigkeit als Bewertungsfaktoren einfließen.**

Claus Berndorfer

Firmengruppe Max Bögl

**Welche Maßnahmen sehen Sie als sinnvoll an, um den Fokus mehr und schneller auf die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu richten?**

- » Berndorfer: Da gibt es eine ganze Reihe. Neben den bereits genannten ist die Verkürzung der Bauzeit ein wichtiger Aspekt. Baustellenbedingte Staus führen teilweise zu höheren CO<sub>2</sub>-Ausstößen als die Baustelle selbst. Zudem sollte man einen Blick auf die Baufahrzeuge werfen. Aktuell sind sie oft dieselbetrieben, man könnte sie aber durch elektrobetriebene ersetzen. Hier muss die öffentliche Hand finanzielle Anreize schaffen, wie sie es im Privatbereich ja schon getan hat. Auch die Optimierung von Bauteildimensionen in Kombination mit effizientem Einsatz von Baustoffen muss in den Fokus gerückt werden. Hierzu müssen sowohl die bestehenden technischen Normen, Richtlinien, Vorschriften als auch die Genehmigungsverfahren für neue Bauarten inklusive UIG- und ZiE-Verfahren, was Inhalt und Zeitschiene betrifft, überdacht werden.
- » Braun: Und dieser Aspekt sollte in die Ausschreibungsunterlagen aufgenommen werden. Denn nur, wenn die gleichen Wettbewerbsvoraussetzungen gegeben sind, kann ein umweltfreundliches Unternehmen auf dem Markt bestehen.

**Wie hoch sind die zusätzlichen Kosten je Kubikmeter Beton bzw. Tonne Stahl? Und was bedeutet das je Kubikmeter eingespartes CO<sub>2</sub>?**

- » Berndorfer: Diese Frage kann man, ohne die Randbedingungen zu kennen, pauschal nicht quantifizieren. Ich bin aber der Überzeugung, wenn sich das CO<sub>2</sub>-reduzierte Bauen etabliert hat, fallen auf längere Sicht keine zusätzlichen Kosten an. So ergibt z. B. 1 Tonne eingesparter Zement eine Reduktion von 0,75 Tonnen CO<sub>2</sub>-Ausstoß. →



**ANTON BRAUN**

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen

Technische Universität München

SSF Ingenieure AG München

Vorstandsmitglied

Seit 1992 bei SSF Ingenieure



## » Baustellenbedingte Staus führen teilweise zu höheren CO<sub>2</sub>-Ausstößen als die Baustelle selbst.

Claus Berndorfer  
Firmengruppe Max Bögl

### **Wieso hat Max Bögl die schnelle Bauweise der Modulbrücken entwickelt?**

- » Berndorfer: Wir arbeiten schon seit ungefähr 20 Jahren an diesem Thema und haben früh den Nachholbedarf im Bereich Infrastruktur erkannt. Gleichzeitig beschäftigten wir uns mit den Problemen, die der Ort beton mit sich bringt. Bei der Konzeption der Modulbrücken kam uns unser Know-how im Fertigteilbau zugute.

### **Gab es etwas, was für die Entwicklung ausschlaggebend war? Was war Ihre Intention?**

- » Berndorfer: Ziel war es, möglichst viele Arbeitsschritte von der Baustelle ins Fertigteilwerk zu verlegen. Dort ist es möglich, unter Anwendung industrieller Methoden bessere Bauteilqualitäten zu

erreichen, auch weil bessere Baustoffe zur Verfügung stehen. Beispielsweise ist die direkt befahrene Fahrbahnplatte unserer Modulbrücke bei Verwendung unseres Werksbetons absolut beständig gegen mechanische Beanspruchungen und Chloridangriff. Ort betonflächen können das nicht und müssen daher durch Aufbringen von Abdichtung und Asphaltierung geschützt werden. Beide Gewerke sind per se wieder fehleranfällig, sodass in Summe eine an sich schlechte Lösung noch verschlimmbessert wird.

### **Welche Vorteile hat der Modulbau für die Verkehrsführung?**

- » Braun: Die Fertigteilbauweise sorgt für kürzere Bauzeiten, weil ein Großteil der Arbeit im Werk stattfindet. So lassen sich vor Ort die Stauzeiten reduzieren, was sich positiv auf die Umwelt auswirkt.

### **Welche typischen Herausforderungen gibt es? Wie werden sie gelöst?**

- » Braun: Beim Bauen mit Fertigteilwerken ist das Thema Planung sehr wichtig. Wenn bei einem Fertigteil erst auf der Baustelle bemerkt wird, dass bei der Herstellung ein Fehler gemacht wurde, ist der Aufwand enorm hoch, diesen zu beheben.
- » Berndorfer: Es müssen sehr früh Fragen beantwortet werden, die im Ort betonbau sekundär sind. Im Ort beton kann man intuitiver vorgehen, der Fertigteilbau ist stärker prozessorientiert. Aus diesem Grund planen wir sehr viel mit BIM.

### **Wie wird Ihre Entwicklung auf dem Markt im Hinblick auf den Wandel hin zur Nachhaltigkeit und zu THG-Reduzierung aufgenommen? Wird z. B. ökologischer Beton auch nachgefragt?**

- » Berndorfer: Bei Hochbauprojekten ist das aufgrund der Taxonomie und der Kundenforderungen bereits ein weitverbreitetes und wichtiges Vergabekriterium. Bei öffentlichen Auftraggebern spielt das bis dato noch keine Rolle. Da ist meist nur der Preis relevant. Allerdings gehen wir davon aus, dass demnächst auch hier umgedacht wird.

- » Braun: Tatsächlich findet jetzt schon vereinzelt ein Wandel statt, so gibt es immer mehr Ausschreibungen, bei denen es ein wichtiges Auswahlkriterium ist, ob wir Erfahrung in der Planung nachhaltiger Bauweisen haben. Es wird von uns erwartet, dass wir verschiedene Varianten gegenüberstellen und ihre Konsequenzen hinsichtlich Preis, Bauzeit und insbesondere CO<sub>2</sub>-Belastung bewerten. Da hilft uns natürlich unser Engagement in der Forschung.

**Fühlen Sie sich von der Politik bzw. vom öffentlichen Auftraggeber gut unterstützt, gibt es Regularien in Richtung Nachhaltigkeit?**

- » Berndorfer: In Deutschland gibt es zwar Ansätze zur Einführung von vergaberelevanten Nachhaltigkeitskriterien, aber ausgereift ist das Ganze noch nicht. Im Ausland sieht das zum Teil anders aus. Beispielsweise ist in der Schweiz die nachhaltige Entwicklung als Staatsziel verfassungsmäßig festgeschrieben, was der Umsetzung natürlich ein ganz anderes Gewicht verleiht. Bei uns haben wir nur Willenserklärungen, denen keiner verbindlich unterliegt.
- » Braun: Ich denke, sobald die Forderung von der öffentlichen Hand besteht, sind wir auch in der Lage, diese zu erfüllen. Jetzt liegt es an uns als Gesellschaft, inwieweit wir bereit sind, uns für den Umweltschutz einzuschränken.

**Denken Sie, dass sich die Modulbauweise im deutschen Verkehrswegebau flächendeckend durchsetzen kann? Warum?**

- » Berndorfer: Ja, davon gehe ich aus, weil sie die aktuellen Anforderungen sehr gut löst. Wir haben bei Max Bögl den Vorteil, die Dinge lange im Vorfeld anzugehen. So haben wir schon an der Modulbauweise für Verkehrswege gearbeitet, ehe überhaupt jemand daran dachte, dass man die Bauzeit reduzieren muss, um CO<sub>2</sub> einzusparen.
- » Braun: Und nicht nur beim CO<sub>2</sub>-Einsparen, auch in der Bautechnik und angesichts des Fachkräftemangels bietet die Modulbauweise einen großen Vorteil. Man findet heute kaum noch Mitarbeiter, die bereit sind, auf Montage zu fahren. In einem Fertigteilwerk lassen sich die Anforderungen von Familie und

Beruf wesentlich besser vereinbaren. Und wenn die Baustelle zudem noch weit weg ist, wird während der Anfahrt weiteres CO<sub>2</sub> ausgestoßen!

**Wo sehen Sie den Brückenbau in zehn Jahren?**

- » Berndorfer: Ich gehe davon aus, dass auf deutschen Baustellen mehr montiert und weniger betoniert wird. Das Entstehen von Baufabriken zur Vorfertigung wird die Konsequenz sein.

**Könnten die von Ihnen entwickelten Baumethoden auch beispielhaft werden für Baumaßnahmen im Ausland?**

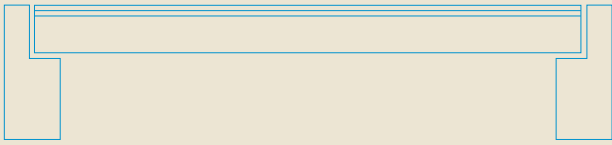
- » Berndorfer: Prinzipiell sind sie für unseren Heimatmarkt konzipiert. Allerdings muss man berücksichtigen, dass im Ausland segmentierte Baukastensysteme teilweise schon gut etabliert sind. Wenn im deutschsprachigen Ausland einmal die Gelegenheit gegeben ist, warum nicht?

**Noch eine abschließende Frage: Welches Verkehrsmittel nutzen Sie am meisten und warum?**

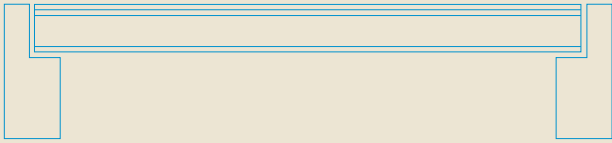
- » Berndorfer: Ich wohne in einer kleinen, sehr hügeligen Spessartgemeinde. Da gibt es nur wenige öffentliche Verkehrsmittel, deshalb bin ich meist mit dem Auto unterwegs. Für längere Strecken nutze ich die Bahn. In meiner Freizeit fahre ich Fahrrad. ■

**» Und nicht nur beim CO<sub>2</sub>-Einsparen, auch in der Bautechnik und angesichts des Fachkräftemangels bietet die Modulbauweise einen großen Vorteil.**

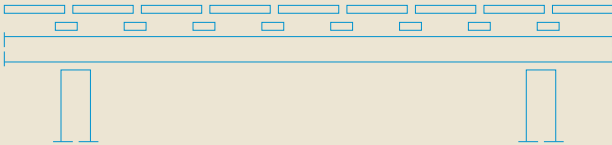
Anton Braun  
SSF Ingenieure



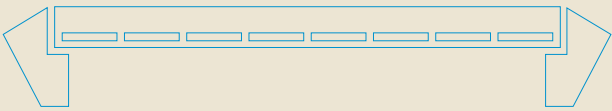
VFT



VFT-WIB



VTR



VTT



# Modulbauweisen – zukunftsweisend weitergedacht

Mit Innovationen reagiert eine Gesellschaft auf ihre sich verändernden Anforderungen – ob es nun um Sicherheit und Qualität geht, um Mobilität oder auch um den Schutz unserer Umwelt. Für SSF Ingenieure gehört es deshalb seit jeher zum Selbstverständnis, firmeneigene Ideen und Entwicklungen intensiv voranzutreiben.



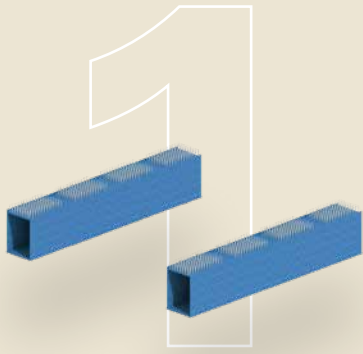
Brücke über die Salzach bei Kaprun in VTT-Bauweise –  
Verlegen der Fertigteilplatten.

Im Brückenbau können innovative Bauweisen dazu beitragen, die momentanen und noch anstehenden Sanierungs- und Ersatzbaumaßnahmen zu bewältigen. Vor allem mit Blick auf das hoch ausgelastete Straßennetz werden in Deutschland Entwürfe benötigt, die in kurzer Bauzeit bei minimaler Beeinträchtigung von Umwelt und Verkehr realisiert werden können. Gerade eine Verkürzung der Bauzeiten ist in der Regel gleichbedeutend mit einer erheblichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die von SSF entwickelten Modulbauweisen stellen somit

einen wichtigen Beitrag für die effiziente, fortschrittliche und vor allem aber auch nachhaltige Erneuerung des Brückenbestands dar.

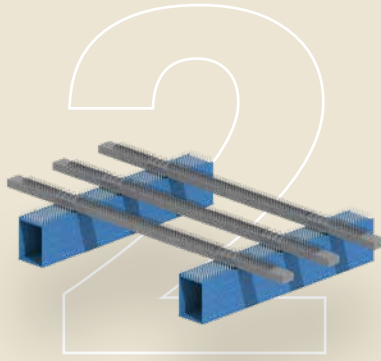
Zu den verschiedenen modularen Bauweisen – die alle auf seriell vorgefertigten Elementen basieren – zählen unter anderem die VFT-, VFT-WIB-, VTT- oder VTR-Bauweise. Nachfolgend wird die VTR-Bauweise vorgestellt, die auch beim Autobahndreieck Heumar bei zwei Bauwerken zum Einsatz kommen soll.





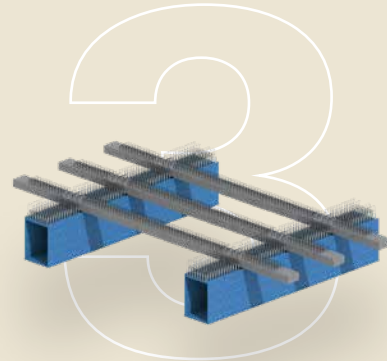
**PHASE 1**

In einem ersten Schritt werden die Unterbauten hergestellt. Darauf werden die Längsträger aufgelegt. Hierbei handelt es sich in der Regel um feldlange Stahlhohlkästen.



**PHASE 2**

Auf die Längsträger werden Querrippen aufgelegt, die im Fertigteilwerk vorgefertigt wurden.



**PHASE 1**

Die Längsträger werden zwischen den Querrippen mit vorgefertigten Bewehrungsmodulen und seitlicher Schalung ergänzt.

**VORTEILE MODULARES BAUEN VON BRÜCKEN**

Effiziente, kurze Bauzeiten durch hohen Vorfertigungsgrad mit Verlagerung von Herstellungsprozessen ins Werk

Qualitäts- und Effizienzsteigerung durch definierte, gleichbleibende Umfeldbedingungen im Werk

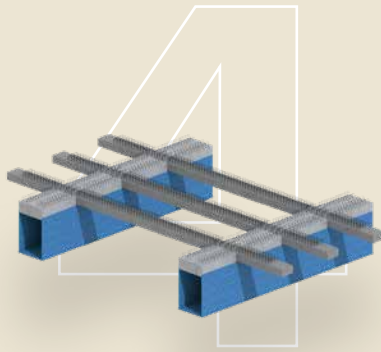
Logistische Entspannung durch Verlagerung der Vorproduktion weg von der Baustelle



» **Kurze Bauzeiten, geringe Beeinträchtigungen der Verkehrsteilnehmer und die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei gleichbleibend hohem Qualitätsstandard der Bauwerke und nachhaltiger Wirtschaftlichkeit bei der Erneuerung von Brückenbauwerken müssen unser ingenieurtechnischer und gesellschaftlicher Anspruch sein.**

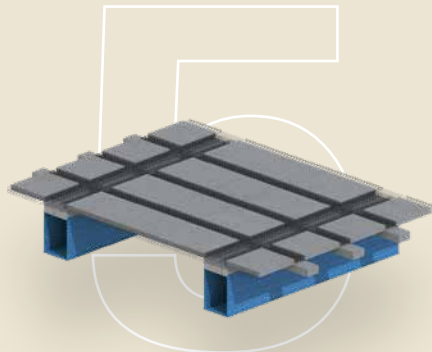
Helmut Wolf  
Vorstand SSF Ingenieure





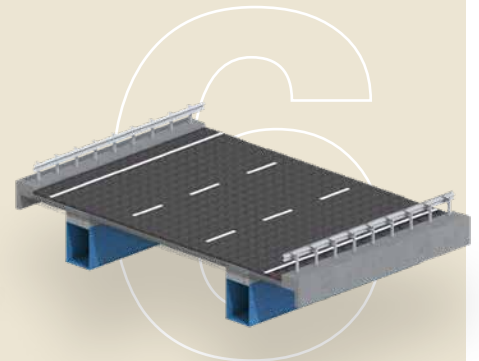
#### PHASE 4

Durch die Betonierung des Bereichs zwischen den Querrippen werden diese eingebunden und es entsteht der namensgebende Verbundträgerrost (VTR).



#### PHASE 5

Auf dem Verbundträgerrost werden Halb- oder Vollfertigteilplatten verlegt. Die Halbfertigteilplatten werden anschließend noch mit Ortbeton ergänzt.



#### PHASE 6

Zuletzt erfolgen die Restarbeiten: Abdichtung, Fahrbahnbelag und Kappen sowie Fahrbahnmarkierungen und Leitplanken werden angebracht. Die Brücke ist für den Verkehr nutzbar.



**Weniger Stauzeiten, geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen**



**Einsatz hoher Betonqualitäten für Module in der industriellen Fertigung ermöglicht sehr dichtes und rissarmes Betongefüge**



**Hohe Adaptivität der Module, abgestellt auf die spezifischen Anforderungen des Projektes**

Die ersten Brücken in VTR-Bauweise wurden im Jahr 2014 in Polen und Rumänien realisiert. Mit einer Gesamtlänge von 720 Metern (12 x 60 Meter) ist insbesondere das Mures-Viadukt bei Simeria (Rumänien) ein gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit dieser Bauweise. Bei diesen ersten Brücken in VTR-Modulbauweise wurde ein Querträgerraster von 4 Metern und ein Querrippenquerschnitt von 1,0 x 0,3 Metern gewählt. Hierbei wurden Vollplatten mit einer Stärke von 25 Zentimetern eingesetzt.

Aufgrund der Erfahrungen bei der Ausführung haben sich inzwischen ein kleineres Raster von 2,4 Metern und eine geringere Querrippenbreite von 60 Zentimetern durchgesetzt, da schmalere Fahrbahnsegmente wirtschaftlicher gefertigt und einfacher transportiert werden können.

Inzwischen wurden sieben Bauwerke mit mehr als 50.000 Quadratmeter Brückenfläche in der VTR-Modulbauweise mit Erfolg ausgeführt und es sind weitere 45.000 Quadratmeter Brückenfläche in Planung. Die bereits realisierten Bauwerke haben gezeigt, wie effizient modulare, seriell vorgefertigte VTR-Bauwerke errichtet werden können. Aus diesem Grund werden auch zwei Brücken beim Autobahndreieck Heumar (Seite 16) in VTR-Bauweise gebaut – als erste Brücken dieser Bauweise in Deutschland.

Die Erfahrung aus dem Ausland zeigt, dass die VTR-Bauweise nicht nur hinsichtlich der optimierten Nutzung der Baustoffe (Stahl und Beton), sondern auch hinsichtlich der Bauzeit (Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen) eine besonders nachhaltige Bauweise für Neubauten und Ersatzneubauten darstellt. ■



Die SSF Mitarbeitenden David Nieter (links) und Constantin Kaaz (rechts) begutachten den Baufortschritt.

# Eine alte Kiezgröße wertet Kreuzberg auf

Als Musterbeispiel für das Bauen im Bestand wird in Berlin-Kreuzberg ein ehemaliges Lagergebäude zu einem neuen Quartiersmittelpunkt mit Büro- und Gewerbeflächen.

Direkt an der ehemaligen innerstädtischen Grenze und mitten in der heutigen bunten Welt des Kreuzberger Club- und Nachtlebens gelegen, war und ist das Gebäude der Berliner Victoria-Mühlenwerke GmbH eine urbane Landmarke. Nicht nur weil die Oberbaumbrücke über die Spree direkt darauf zuführt, sondern auch weil bekannte Berliner Künstler die Fassade regelmäßig bespielt haben. Bis Ende 2021 waren im Rahmen einer Zwischennutzung Clubs, Musik- und Start-up-Unternehmen in diesem Lagergebäude aus den 50er-Jahren untergebracht.

Mit dem aktuellen Um- und Erweiterungsbau hat sich der Bauherr jetzt für die Umnutzung in ein Bürogebäude mit Gewerbeflächen an der Straßenseite entschieden. „Für den Bauherrn ist der Erhalt hier günstiger als ein Komplettneubau. Vor allem aber erlaubt die Planung, zusätzliche Flächen zu generieren“, erklärt Constantin Kaaz, Leiter Hochbau und Projektleiter für SSF Ingenieure in Berlin. Für eine vorab durchgeführte Machbarkeitsstudie, die Tragwerksplanung, die Kostenrechnung und die sich noch anschließende baubegleitende Qua-

litätssicherung sind er und sein Kollege David Nieter verantwortlich. Zusammen mit den Architekten haben sie eine funktionale Leistungsbeschreibung erstellt und den Vergabeprozess begleitet. Projektleiter David Nieter hat bis vor Kurzem selbst in Kreuzberg gewohnt und ist fast täglich an der Falckensteinstraße vorbeigekommen. Er begleite das Projekt mit viel Elan und Freude an der Kiezgestaltung, erzählt Constantin Kaaz. „Diese Art der städtischen Umnutzung ist für die beteiligten Planer in der Umsetzung immer etwas Besonderes“, sagt er.

Mit Blick auf die klassischen Aspekte der Nachhaltigkeit wird hier durch einen größtmöglichen Erhalt von Bausubstanz der CO<sub>2</sub>-Ausstoß minimiert sowie die neue Haustechnik so intelligent und energieeffizient wie möglich ausgerichtet. Weil ein zusätzliches Geschoss ohne umfangreiche Gründungsertüchtigungen aufgesetzt werden kann, ergeben sich wirtschaftliche Vorteile für den Bauherrn. Hervorzuheben ist das Ziel des Bauherrn, eine gestalterisch in den Kiez passende Lösung zu finden und diesen im städtischen Kontext auch sozial zu bereichern. →



Die Visualisierung zeigt, wie das Bürogebäude nach der Fertigstellung aussehen wird.

„Mit dem Bauherrn verbindet uns eine sehr konstruktive und partnerschaftliche Zusammenarbeit“, meint Hochbau-Experte Constantin Kaaz. Das Verhältnis sei von Respekt geprägt und ermögliche eine Kommunikation auf Augenhöhe. So wertet er die Beauftragung einer baubegleitenden Qualitätssicherung als großen Vertrauensbeweis des Bauherrn. „Auch die Zusammenarbeit mit den Architekten, die den Wettbewerb für den Umbau gewonnen haben, bereitet viel Freude. Wir kennen sie bereits seit 2003 aus dem Projekt Hbf. Dresden und sie passen gut zu unserem Anspruch an eine detaillierte Planung“, erzählt Constantin Kaaz.

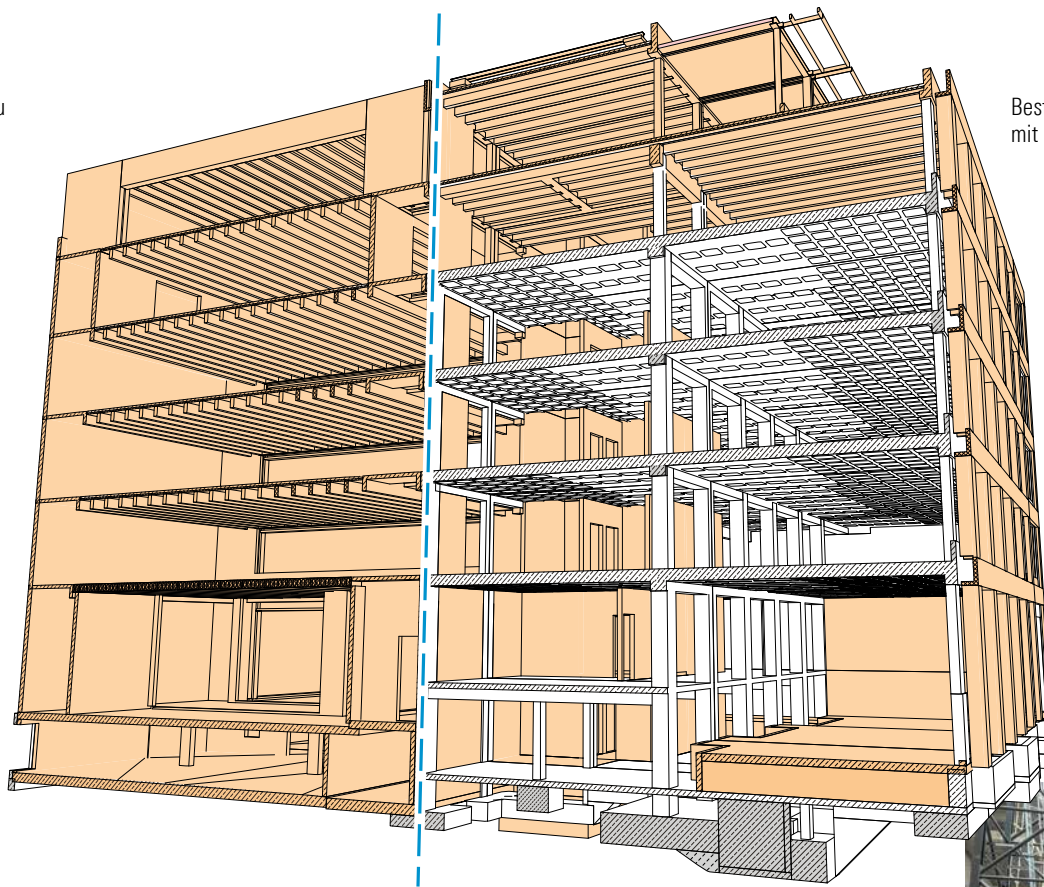
Diese Planung sieht konkret Folgendes vor: Das Gebäude wird entkernt und alle Einbauten, wie zum Beispiel ein großer Lastenaufzug, werden entfernt. Alle Anbauten und Fassadenelemente werden vollständig rückgebaut und nur die Betontragstruktur in Skelettbauweise bleibt erhalten. Neben einem neuen Erschließungskern mit Treppenhaus und Aufzügen werden rückseitig Loggien realisiert und die Straßenfassade wird mit großflächiger Verglasung aufgewertet. Der neue Erschließungskern ist nicht nur auf die zukünftigen Nutzer des Gebäudes ausgerichtet: „In statischer Hinsicht sorgt der neue Erschließungskern, in dem auch sämtliche Kabel- und Kälte- bzw. Wärmeleitungen der technischen Ausrüstung geführt werden, für die Aussteifung des stark

ausgedünnten Bestandsgebäudes“, erklärt Constantin Kaaz. Er weiß auch um die großen Herausforderungen des innerstädtischen Projekts. Denn die enge Bebauung nach allen Seiten bedeute, dass es grundsätzlich an Platz für die Baustelleneinrichtung fehle und die angrenzende Bebauung besonders zu schützen sei. „Außerdem greifen wir in eine bestehende Bauwerksstruktur ein. Es gibt also eine ganze Menge Bauzustände zu beachten. Unser Ziel ist es, möglichst viel vom Bestand zu erhalten und dabei auch Statik und Funktion zu gewährleisten.“

Obwohl der Bauherr das nicht gefordert hatte, hat SSF Ingenieure mittels BIM ein 3D-Modell der Bestandssituation erstellt. „Die Vermessungsergebnisse mit Bestandsplänen und unseren Aufnahmen vor Ort zu überlagern, war aufwendig“, sagt Constantin Kaaz. „Aber so konnten wir verschiedene Bauphasen abbilden und für uns kollisions- und fehlerfrei planen. In einem zweiten Schritt haben wir auch die Statik aus diesem Modell abgeleitet.“ Mit Blick auf den Bestandserhalt bedeutet das generell: BIM-Aufwand, der zu Beginn eines Projekts investiert wird, zahlt sich am Ende definitiv aus. „Wir konnten dadurch unter anderem die Kosten exakt ermitteln – für den Bauherrn ein ganz entscheidendes Kriterium!“

Im Januar 2023 sind alle Abbrucharbeiten inklusive der alten Tiefgarage erfolgt und das Gebäude ist komplett freigestellt. Die bestehenden Kassettendecken sind bereits sandgestrahlt und lassen den besonderen Charme der zukünftigen Räumlichkeiten erahnen. Das Erdgeschoss wird durch den Abbruch der hoch liegenden Kellerdecke zur Straße hin geöffnet, sodass hochwertige, mit dem Gehweg niveaugleiche Gewerbeflächen entstehen. Der Tiefgaragen-Neubau wird die Gründungsebene für den geplanten innenhofseitigen sechsgeschossigen Neubaukomplex bilden, der das Bestandsgebäude ergänzt. Das Gesamtobjekt wird also in Zukunft aus einem Bestands- und einem Neubau bestehen, die über eine Trennfuge voneinander entkoppelt und deshalb statisch eigenständig sind. Das Erdgeschoss des Neubaus wird zur Schaffung größtmöglicher

Neubau  
Flügel



Bestandsgebäude  
mit Erweiterung



Genutzter Bestand  
(weiß):

- Gründung
- Geschossdecken  
bis ü. 3. OG
- Stützen und Wände  
bis 4. OG

Neu (orange):

- Decke ü. 4. OG
- Treppenhaukern
- Komplettes 5. OG
- Komplette Fassade

» Unser Ziel ist es, möglichst viel vom Bestand zu erhalten und dabei auch Statik und Funktion zu gewährleisten.

Constatin Kaaz

Abteilungsleiter Hochbau bei SSF Ingenieure in Berlin



Transparenz stützenfrei als Brückentragwerk ausgebildet, das die aufgehenden Geschosse abfängt. Mit Blick auf die architektonische Gestaltung greifen die geplanten Sichtbetonflächen der Fassade die stilbildende Optik des Bestands auf. Mit der Nachverdichtung entsteht außerdem die für Berlin typische Innenhofsituation.

Das neue Bürogebäude in der Falckensteinstraße ist ein zukunftsweisendes Musterbeispiel – für nachhaltige Umsetzung ebenso wie für urbane Aufwertung. Auch und gerade weil Erhaltungs- und Umbaumaßnahmen wie diese leider noch nicht der Normalfall sind. Für SSF Ingenieure bestätigt das Projekt essenzielle Ziele: Die Herausforderungen des Bestands mit dem gebündelten Know-how und der Erfahrung von Spezialisten anzunehmen und alles daranzusetzen, bestehende Strukturen zu erhaltenden und dabei nach den sinnvollsten Lösungen zu

suchen. Nach Lösungen, die funktionieren und Bauherren wie Nutzern einen guten Mehrwert bieten. ■

#### BÜROGEBÄUDE FALCKENSTEINSTRASSE

<b>Standort:</b>	Berlin-Kreuzberg
<b>Bauherr/Auftraggeber:</b>	Victoria-Mühlenwerke GmbH, Berlin
<b>Architekt:</b>	CODE OF PRACTICE architects GmbH, Berlin
<b>TGA:</b>	ZWP Ingenieur-AG, Dresden
<b>Planungsbeginn:</b>	2018
<b>Geplante Fertigstellung:</b>	2024
<b>Bruttogeschossfläche:</b>	8.950 m <sup>2</sup>

#### Leistungsbereiche:

TWP	1 2 3 4 5 6 7 8
Unterstützung OP-Gebäude	Lph ■■■■■■
Qualitätsüberwachung während der Bauausführung	Lph ■■■■■■

Constantin Kaaz  
(links) und David  
Nieter (rechts) auf  
der Baustelle.



Nachrechnungsstandards für Brücken

# Mehr Nachhaltigkeit im Infrastrukturbau

Die wachsende Verkehrsdichte und die starke Zunahme des Schwerverkehrs belasten gerade die älteren Brücken unseres Straßen- und Autobahnnetzes. Wird eine Brücke nachgerechnet, soll festgestellt werden, wie lange sie noch sicher trägt. Dabei geht es aber nicht allein um Sicherheit – eine bestehende Brücke möglichst lange zu erhalten, ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz und zur CO<sub>2</sub>-Reduktion.



Blick auf die Isarbrücke, die ein gutes Beispiel für den Erhalt bestehender Brückenbauwerke ist.



„Die Nachrechnung einer Brücke wird dann beauftragt, wenn sich zum Beispiel die Anzahl der Fahrspuren ändert“, erklärt Peter Kotz, bei SSF Gruppenleiter Ingenieurbauwerke Straße. 2019 hat er z. B. die Nachrechnung der Isarbrücke (BW 26/1) bearbeitet. Sie war nötig, weil die A99 von sechs auf acht Spuren verbreitert wurde. Das ca. 350 Meter lange Brückenbauwerk wurde 1972 errichtet und auf Brückenklasse 60 ausgelegt. Mit ihren 50 Jahren sei diese Brücke noch gar nicht so alt, erzählt Peter Kotz weiter und auch, dass sie bereits Anfang der 90er-Jahre nachträglich durch externe Spannglieder verstärkt worden sei. „Der Grund für die schadhafte Spannglieder waren Fehlstellen im Beton, die damals mit einem falschen chloridhaltigen Mörtel ausgebessert wor-

den waren“, so Peter Kotz. „Das Chlorid im Mörtel hat die Korrosion zusätzlich befeuert, weshalb solche Saniermörtel heute selbstverständlich nicht mehr eingesetzt werden dürfen.“

#### **Nachrechnung Isarbrücke: ein gutes Beispiel für den Erhalt bestehender Bauwerke**

Für die entsprechende Nachrechnung haben Peter Kotz und sein Team die Brücke zunächst vor Ort in der Nähe von München in Augenschein genommen. Dabei sind sie durch die Hohlkästen beider Fahrtrichtungen gegangen, um sich ein umfassendes Bild zu machen und sicherzugehen, dass sich seit der letzten Hauptprüfung nichts geändert hat. Das Bauwerk ist trotz seiner wechsel-





» **Mit neuen Nachweisverfahren den guten Zustand von Brücken auch rechnerisch belegen zu können und so mehr Bauwerke länger im Betrieb zu halten, bedeutet einen positiven Klimaschutzbeitrag.**

Peter Kotz

Abteilungsleiter Ausführungsplanung Straße bei SSF Ingenieure in München

haften Geschichte aufgrund der Generalsanierung in den 90er-Jahren in einem guten Gesamtzustand. Auch die Nachrechnung selbst bestätigt, dass unter Berücksichtigung einer vorläufigen Nutzungsdauer von 20 Jahren alle Nachweise erfolgreich geführt werden konnten. „Insgesamt waren wir mit der Nachrechnung dieser Großbrücke und vielen Gesprächen mit dem Bauherrn und dem Prüfenieur mehrere Monate beschäftigt. Umso erfreulicher aber, wenn das Ergebnis positiv ausfällt und kein umweltbelastender Neubau notwendig ist“, sagt Peter Kotz. Zumal die vorläufige Nutzungsdauer von 20 Jahren nicht bedeutet, dass das Bauwerk nach dieser Zeit notwendigerweise erneuert werden muss. Eine erneute Beurteilung unter Berücksichtigung

des dann vorliegenden Bauwerkszustands zeigt dann den weiteren Weg des Bauwerks.

Geregelt wird eine solche Nachrechnung über die sogenannte Nachrechnungsrichtlinie, die es seit 2011 gibt. Inzwischen wurde sie in einer Ergänzung nachjustiert und die zweite verbesserte Fassung ist aktuell im Entstehen. Künftig wird die Nachrechnungsrichtlinie in einem Abschnitt der BEM-ING von der BASt enthalten sein.

Man kämpft oft mit einem grundsätzlichen Problem: Die Physik hat sich nicht geändert, aber die Nachweise, die geführt werden, sind heute andere als noch vor 50 Jahren. Die geänderte Nachweisführung in den aktuellen Regelwerken ist der Grund dafür, dass es ähnlich alte Brücken in tadellosem Zustand gibt, die aber keine Chance auf eine positive Nachrechnung haben. „Es gibt immer eine gewisse Differenz zwischen der Art der Berechnung und dem realen Tragverhalten“, so Peter Kotz. Das bestätigt auch Dr.-Ing. Thomas Lechner, verantwortlich für die Abteilung Ausführungsplanung Großbrücken und Entwicklung: „Wir haben gerade bei alten Brücken die Schwierigkeit, dass die geltenden Vorschriften zwar bereits nachgeschärft sind, aber bestimmte Nachweise häufig nicht geführt werden können.“ Peter Kotz konkretisiert: „Gerade bei älteren Spannbetonbrücken zum Beispiel hat man oft große Probleme, die Querkraftnachweise erfolgreich zu führen.“ Im Ergebnis bedeuten diese fehlenden Nachweise mitunter einen Ersatzneubau, der vielleicht gar nicht nötig wäre.





Bild links/Mitte: Unstruttalbrücke Karsdorf, NBS Erfurt – Halle/Leipzig – Prüfung der Unterbauten mit Steiger und des Überbaus mit Verschrüstung.

Bild rechts: Straßenbrücke Horster Damm über den Elbe-Lübeck-Kanal in Lauenburg – Prüfung mit Brückenuntersuchungsschiff der WSV.



### **Forschungsprojekt ZfPStatik: mit mehr Daten mehr Brücken erhalten**

Genau hier setzt die sogenannte zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) an, die das zentrale Thema des aktuell anlauenden Forschungsprojekts ZfPStatik ist. Die Leitung des Projekts liegt bei der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), aber auch die Universität der Bundeswehr München und die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin sind beteiligt – so wie SSF Ingenieure und weitere Ingenieurbüros, die mit Nachrechnungen vertraut sind. „Prof. Thomas Braml von der Universität der Bundeswehr hatte uns angesprochen und gefragt, ob wir dabei sein wollen“, erzählt Thomas Lechner, der in Antragstellung und Fördermittelakquisition involviert war und so die Weichen für eine SSF Teilnahme am Projekt gestellt hat. Es ist für eine Laufzeit von 2 Jahren angesetzt. „Wir stehen noch ganz am Anfang. Bisher haben wir Ziele und Vorgehen vereinbart“, sagt er.

Die statischen Berechnungen und Praxiserfahrung sind das, was Ingenieurbüros wie SSF einbringen können. In Ergänzung zur Nachrechnungsrichtlinie ist das Ziel des Forschungsprojekts die Entwicklung eines neuen Berechnungsstandards für die Beurteilung bestehender Bauwerke, und zwar mittels zerstörungsfreier Daten. Sie sollen helfen, Brückenbauwerke effizienter zu bewerten, und sicherstellen, dass bei einem zu frühen Rückbau oder Ersatzneubau nicht unnötig Ressourcen verbraucht werden.

„Es geht darum, möglichst viele Informationen zu erfassen. Die Methoden der zerstörungsfreien Prüfung werden vielfältiger und die Messergebnisse sowie die Kenntnis des realen Bauwerks immer genauer. Damit können wir immer besser beurteilen, wie gut es einem Bauwerk tatsächlich geht“, meint Thomas Lechner und führt weiter aus: „Manchmal ist die Brücke doch anders gebaut worden, als es in den Unterlagen steht. Vielleicht ist mehr Bewehrung drin oder es liegt eine andere Betondeckung vor. Um das herauszufinden, fahren die Experten hin und untersuchen die Brücken noch einmal ganz genau.“ Peter Kotz und sein Team werden im Zuge des Forschungsvorhabens die Straßenüberführung in Roding nachrechnen. Diese Nachrechnung läuft derzeit, es zeichnet sich aber schon ab, dass auch dieses Bauwerk bei den Querkraftnachweisen dieselben Defizite aufweist wie viele andere Bauwerke aus dieser Zeit.

„Mit neuen Nachweisverfahren den guten Zustand von Brücken auch rechnerisch belegen zu können und so mehr Bauwerke länger im Betrieb zu halten, bedeutet einen positiven Klimaschutzbeitrag“, so Peter Kotz. Und auch laut Thomas Lechner besitzt das Forschungsprojekt einen hohen Stellenwert: für SSF Ingenieure, die Teil dieses wissenschaftlichen Forschungsprojekts sind. Für die Verkehrsinfrastruktur, wenn weniger Staus durch Ersatzneubauten entstehen. Vor allem aber für unsere Nachhaltigkeitsziele, wenn CO<sub>2</sub> eingespart wird. ■



---

**PROF. DR.-ING.  
WERNER LANG**

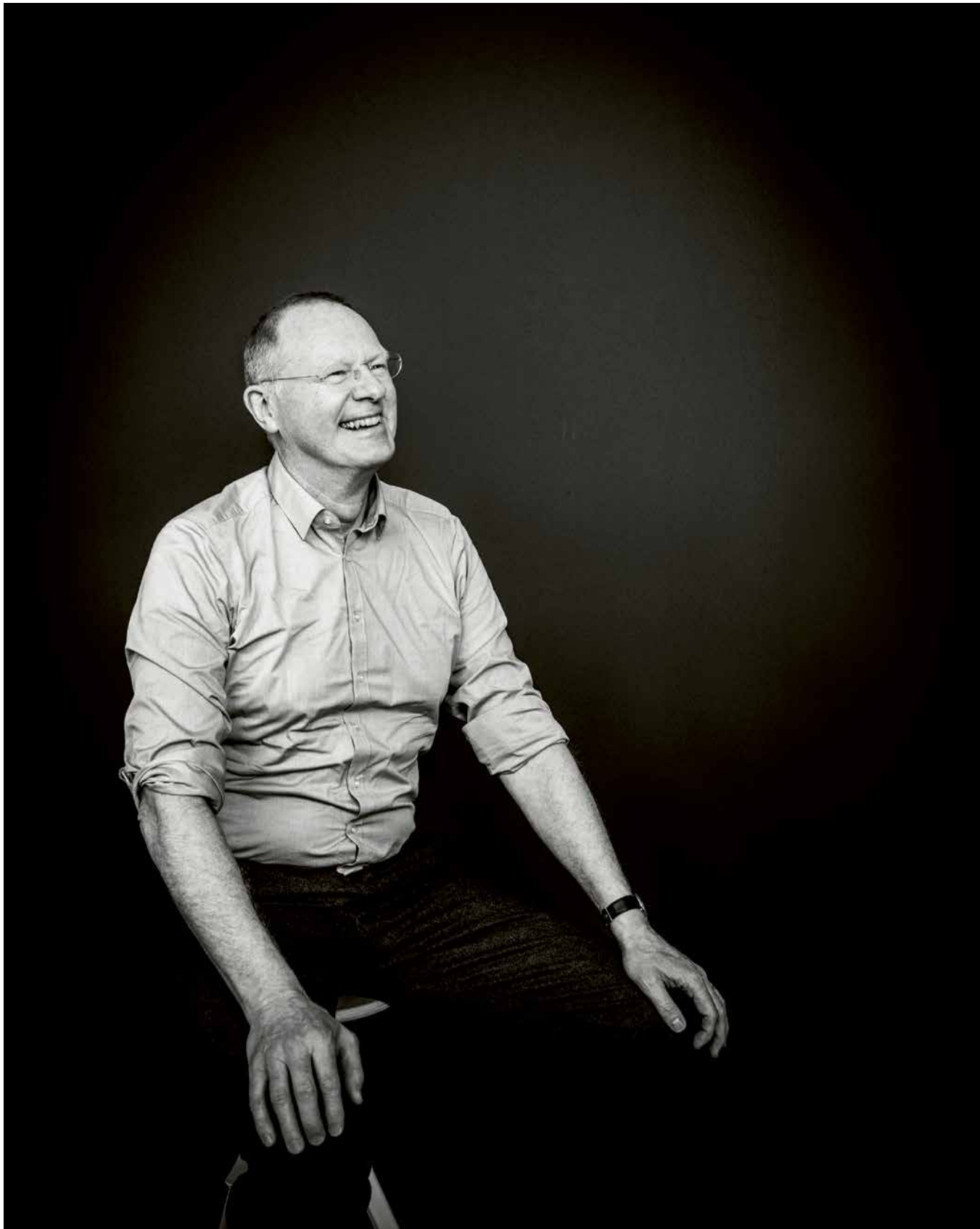
---

Der Architekt, Forscher  
und Hochschullehrer ist:

- Mitgründer und  
Gesellschafter des  
Architekturbüros Lang  
Hugger Rampp (LHR)  
in München
  - Inhaber des  
Lehrstuhls für  
energieeffizientes und  
nachhaltiges Planen  
und Bauen (ENPB) an  
der Technischen  
Universität München
  - Direktor des Oskar von  
Miller Forums in  
München
- 

Seit der Gründung des  
Architekturbüros LHR  
verbindet die  
Architekten ein starkes  
und vertrauensvolles  
Band mit SSF  
Ingenieure, das von  
Wohlwollen und  
gegenseitiger Unter-  
stützung geprägt ist.

---



# Serielle Vorfertigung und Bestandserhalt

Eine Einschätzung von Prof. Dr.-Ing. Werner Lang

Rund um die Begriffe serielles und modulares Bauen gibt es verschiedene Definitionen. Für mich bedeutet modular das Bauen mit vorgefertigten Raummodulen bzw. Bauteilen. Seriell dagegen verstehe ich als Bauen von nahezu identischen Gebäuden in Serie, wie dies zum Beispiel bei Reihenhäusern der Fall ist. Auch wenn immer noch komplette Typengebäude in Serie gebaut werden, sehen wir vermehrt den Einsatz von Modulbauweisen. Das heißt: Nur einzelne, vorgefertigte Module oder Teile davon – wie beispielsweise Fertigteildecken oder Holztafeln – werden standardisiert und witterungsunabhängig industriell vorgefertigt. Diese Module lassen sich dann auf der Baustelle unterschiedlich zusammensetzen. Das Gebäude kann so ein Unikat bleiben, auch wenn seine einzelnen Bestandteile Serienfertigungen sind.

Beide Formen, modulares und serielles Bauen, sollen laut Bauministerin Klara Geywitz und Bundeskanzler Olaf Scholz gefördert werden. Schließlich ist es das erklärte Ziel unserer Bundesregierung, 400.000 neue Wohnungen, darunter 100.000 Sozialwohnungen, im Jahr zu errichten. Dafür muss Wohnungsbau ohne qualitative Einbußen kostengünstiger und schneller werden.

## Ein Typenhaus voller Vorteile

Das Forschungsprojekt „BEWOOpt“ hatte in diesem Rahmen zum Ziel, ökologisch und ökonomisch optimierte Typenhäuser mit hohem Serienfaktor zu entwickeln. Dafür haben der Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen der TU München, die wbg Nürnberg, die Ferdinand Tausendpfund GmbH und die Stiftung Bayerisches Baugewerbe zusammengearbeitet. Das geplante Typenhaus zeichnet sich durch vordefinierte Wohn- und Bauelemente aus. Die

Elementbauweise verkürzt die Bauzeit und erhöht gleichzeitig die Ausführungsqualität – auch auf der Baustelle.

Dieses Beispiel zeigt sehr gut, dass eine serielle Vorfertigung von Bauteilen keinerlei Nachteile hat, wenn die Serie mit Blick auf den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes richtig ausentwickelt ist. Dabei sollte auch der Aspekt der Zukunftsfähigkeit, also eventueller späterer Nutzungsmöglichkeiten, von Anfang an mitgedacht werden.

## Dennoch gilt: Bestandserhalt vor Neubau

An der TU München haben wir eine weitere grundlegende Rechnung zum Thema Wohnungsbau aufgestellt: Bauen wir nämlich wirklich 400.000 Wohnungen im Jahr, haben diese Wohnungen neben dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß für Material, Bau und Transport im Betrieb auch einen erheblichen Heizenergiebedarf. In nur rund 2,5 Jahren hätten wir damit die uns zugewiesene Kohlenstoffgrenze überschritten und das 1,5-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens verfehlt.

Das bedeutet: Bevor ich über Neubau nachdenke, muss es um den Bestand gehen – um energetische Sanierung! Seit der vor 13 Jahren von Angela Merkel ausgerufenen Energiewende wissen wir, dass wir eine Sanierungsrate von 2, besser 3 Prozent brauchen, um die CO<sub>2</sub>-Neutralitätserwartungen zu erfüllen. Tatsächlich aber liegt diese Rate bei nur 0,8 Prozent. Meine Empfehlung lautet deshalb, immer zunächst das Potenzial des Bestands zu nutzen. Und Neubaumaßnahmen grundsätzlich so flexibel wie möglich zu planen – damit auch in Zukunft sinnvoll umgenutzt und ertüchtigt werden kann. ■

# Klima-Chance Geothermie



Tiefbahnhof mit  
angrenzendem  
Hochbau.

**Auf dem Weg in eine klimafreundlichere Bau-Zukunft ist SSF Ingenieure immer auf der Suche nach neuen Ideen und innovativen Möglichkeiten. Eine davon ist die Nutzung oberflächennaher Erdwärme.**

Grundsätzlich bezeichnet der Begriff Geothermie die unterhalb der festen Oberfläche der Erde gespeicherte Wärmeenergie. Wo ihre Nutzung möglich ist, kann sie fossile Energie ersetzen: als umweltfreundliche Alternative im Mix der erneuerbaren Energien – und das mit einer besonders guten CO<sub>2</sub>-Bilanz, da sie kaum Schadstoffemissionen verursacht.

„Bei SSF Ingenieure beschäftigen wir uns mit Blick auf das Thema Geothermie aktuell mit der thermischen Aktivierung von Bauteilen. Entsprechende Konzepte und Technologien überzeugen nicht nur auf der energetischen Ebene, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht“, erklärt Michael Weizenegger, der bei SSF unter anderem die Bereiche Personenverkehrsanlagen Schiene und Bauen unter der Erde leitet. Diese thermische Aktivierung von Bauelementen – von Baugrubenumschließungen wie bspw. Schlitzwänden oder MIP-Wänden, aber auch von Bohrpfählen und Bodenplatten – könnte bei geeigneten Projekten ohne große Zusatzkosten um-

gesetzt werden, wenn sie von Anfang an entsprechend mitgedacht würde. Das macht Geothermie zu einem lohnenden Hebel für die Eindämmung des Klimawandels ebenso wie bei der Senkung von Energiekosten. Auch Michael Weizenegger sieht hier den besonderen Reiz des Themas: „Beim Bauen mit wenig Mehraufwand sinnvoll Energie zu erzeugen und so den ökologischen Fußabdruck von Bauwerken verringern zu können, das ist eine kluge Zukunftsvision.“

Und so wundert es nicht, dass auch SSF Ingenieure sich die Geothermie weiter erschließen möchte. Dafür habe man zunächst ein geeignetes öffentliches Projekt identifiziert und dem Bauherrn das Thema im Rahmen einer Potenzialabschätzung vorgestellt. Die Einschätzung stammt maßgeblich von einem Spezialtiefbauunternehmen, das über den nötigen Wissensvorsprung verfügt und beim Thema Geothermie eng mit SSF Ingenieure zusammenarbeitet. „Für uns geht es hier zunächst rein um die Beratungsleistung. Wir wollen Bauherren die neuen Möglichkeiten aufzeigen können“, betont Michael Weizenegger. Er weiß, dass die Nutzung bodennaher Energie gerade für eines seiner Teilgebiete, die großen unterirdischen S- und U-Bahnhöfe, vielversprechend ist. Überall dort, wo direkt große Heiz- und Kühllasten anfallen, insbesondere wo sich Wohn-, Büro- und Gewerbegebäude als Energieabnehmer in unmittelbarer Nähe befinden, bildet die Geothermie eine ebenso interessante wie kostengünstige Option.

### **So funktioniert die Technologie der thermischen Bauteilaktivierung**

Bei den sogenannten Niedertemperatur-Heiz- oder Kühlsystemen werden über eine geothermische Wärmepumpe wasserführende Rohrleitungen durch Wände, Decken oder Böden geführt. Durch die im Vergleich zu konventionellen Heizkörpern wesentlich größeren Übertragungsflächen geben die Systeme bereits bei geringen Über- und Untertemperaturen des Wassers entsprechende Heiz- oder Kühlleistungen ab.

Es sei wichtig, hier immer in zwei Richtungen zu denken, sagt Michael Weizenegger: „Man nutzt die Erdwärme im Winter zum Heizen. Zum Kühlen im Sommer

wird dem Boden die überschüssige Energie aus dem Gebäude wieder zugeführt, damit der Grundwasserhaushalt im Gleichgewicht bleibt und das Erdreich sich regenerieren kann.“

Wer sich für klimafreundliche Energiegewinnung interessiert, muss in Zukunft auch in zwei Richtungen blicken: Windräder und Fotovoltaikanlagen lenken unseren Blick nach oben in den Himmel. Das Geothermie-Potenzial sehen wir unten: unter der Erde. ■

## **» Beim Bauen mit wenig Mehraufwand sinnvoll Energie zu erzeugen und so den ökologischen Fußabdruck von Bauwerken verringern zu können, das ist eine kluge Zukunftsvision.**

Michael Weizenegger

Abteilungsleiter Spezialtiefbau und Tunnelbau  
bei SSF Ingenieure in München



Thermische Aktivierung  
Schlitzwandlamelle.



## » **Inhaltlich war es uns wichtig, ein Gleichgewicht zu finden zwischen Informationsvermittlung und Unterhaltung.**

Raffaele Rossiello-Bianco

Seit 23 Jahren im Marketing bei SSF Ingenieure in München



### **RAFFAELE ROSSIELLO-BIANCO**

Marketing bei SSF Ingenieure in München

#### **Warum ein Teammagazin für SSF?**

» Nach Jahren, in denen die Öffentlichkeitsarbeit bei Bauingenieuren wie in einem Dornröschenschlaf war und vieles „hausgemacht“ nach außen ging, haben sich die Anforderungen an den Ingenieur geändert. Im internationalen Wettstreit in der Akquisition von Aufträgen ist es unerlässlich, die Vorzüge seiner Arbeit überzeugender vermitteln zu können.

#### **Wie hat sich das Teammagazin über die Jahre verändert?**

» Inhaltlich war es uns wichtig, ein Gleichgewicht zu finden zwischen Informationsvermittlung und Unterhaltung. Keine Fachartikel, aber dennoch mit einer gewissen technischen Tiefe. Im Laufe der Jahre hat sich aber auch die Bildsprache stark geändert. Es gab mittlerweile Formatwechsel und Änderungen im Layout, um sich der Zeit anzupassen.

#### **Was wäre dein persönliches Wunsch-Thema der Zukunft?**

» Das verrate ich hier noch nicht.

#### **Was wünschst du dir für das Teammagazin in den nächsten 10 Jahren?**

» Die Online-Variante wird immer beliebter und im Gegenzug die gedruckte Auflage kleiner. Auch die Lesegewohnheiten und Trends verändern sich. Insofern bin ich gespannt, wie das Magazin in 10 Jahren aussehen wird – und hoffe, dass es auch dann noch ein attraktives Produkt in unserem Portfolio sein wird.

#### **Transportmittel zur Arbeit:**



SSF seit:	Arbeitsweg:	Telkos:
2000 (vorher als Werkstudent)	5 km	10 %



# 10 Jahre, 10 Ausgaben



## STECKBRIEF:

# Michèle Nacke

Konstrukteurin

### Wie startet dein Arbeitstag?

» Mit einem liebevollem „Guten Morgen“ und einem gedeckten Frühstückstisch :-)

### Liebblingsarbeitsgerät?

» Meine beheizte Maus.

### Liebblingsprojekt/ Spannendstes Projekt?

» Das ist schwer zu sagen, weil viele Projekte Spaß gemacht haben, z. B. das Endenicher Ei in Bonn, die kleine FÜ Rietzschkebach in Leipzig oder auch die Flutbrücken in der Eifel – um nur ein paar zu nennen. Mit Sicherheit wird das Bauwerk 412 im AD Heumar spannend, da ich hier auch mit dem Thema BIM starte.

### Am häufigsten verwendeter Satz/ verwendetes Wort bei der Arbeit?

» Laut meinen Kollegen ist das eine Frage: „Wollen wir die Heizung etwas höher drehen?“ :-)

### Mit welchem Verkehrsmittel fährst du zur Arbeit?

» Hauptsächlich mit der Straßenbahn. Im Sommer fahre ich ab und zu auch mit dem Fahrrad oder gehe zu Fuß nach Hause.

### Transportmittel zur Arbeit:



### Arbeitsort:

100 % Büro

Bei SSF seit:

11  
2018

Telkos:

5  
%  
mit steigender  
Tendenz

Arbeitsweg:

7  
km







## **team Ausgabe 10 | 2023**

Das Magazin der SSF Ingenieure AG

### **Herausgeber**

SSF Ingenieure AG, München, [www.ssf-ing.de](http://www.ssf-ing.de)

### **Konzeption / Redaktion**

Claudia Haberhauer, [kommunikation@ssf-ing.de](mailto:kommunikation@ssf-ing.de)

Lara Meyer, [kommunikation@ssf-ing.de](mailto:kommunikation@ssf-ing.de)

Raffaele Rossiello-Bianco, [kommunikation@ssf-ing.de](mailto:kommunikation@ssf-ing.de)

### **Gestaltung**

ediundsepp Gestaltungsgesellschaft, München

[www.ediundsepp.de](http://www.ediundsepp.de)

### **Texte**

Astrid Schön, München

Claudia El Ahwany, Horb am Neckar

SSF Ingenieure AG

### **Lektorat**

Ulrike Beckmann, Ahrensburg

### **Redaktionsanschrift**

SSF Ingenieure AG

Domagkstraße 1a

80807 München

T +49 89 36040 – 0

[kommunikation@ssf-ing.de](mailto:kommunikation@ssf-ing.de)

### **Druck**

omb2 Print GmbH, München

### **Fotografie**

Juli Eberle: Seite 1, 6, 32, 42

Florian Schreiber: Seite 2 (Mitte), 13, 15, 24 – 28, 38/39, 46

SSF Ingenieure AG: Seite 2 (unten), 3, 34, 37, 40/41

Lilia Belz: Seite 7

Magdalena Jooß: Seite 8, 19, 21, 22, 48

Privat: Seite 12

Amt der Salzburger Landesregierung: Seite 30/31

MVG: Seite 44

BAUER Resources GmbH: Seite 45

### **Grafiknachweise**

ediundsepp: Seite 4/5, 6/7, 15

Adobe Stock/tish11: Seite 18

SSF Ingenieure AG/ediundsepp: Seite 30, 32/33

SSF Ingenieure AG: Seite 37

### **Visualisierungen**

SSF Ingenieure AG: Seite 16/17, 20/21

DEGES GmbH/Ingenieurgemeinschaft KREBS + KIEFER, Schüßler-Plan, Sweco:

Seite 2 (oben), 22/23

CODE OF PRACTICE architects GmbH: Seite 36

*© für alle Beiträge SSF Ingenieure AG München. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet, Vervielfältigung auf Datenträgern nur mit ausdrücklicher Nennung der Quelle.*

## SSF GRUPPE



SSF Ingenieure AG  
Beratende Ingenieure im Bauwesen  
ssf-ing.de



Baugeologisches Büro Bauer GmbH  
Beratende Geologen und Ingenieure  
baugeologie.de



Wagner Ingenieure GmbH  
Beratende Ingenieure im Bauwesen  
Verkehrsplanung  
wagner-ingenieure.com



Prof. Schaller UmweltConsult GmbH  
Landschaftsplanung, Landschaftsarchitektur  
Geographische Informationssysteme  
psu-schaller.de



Buba Ingenieure GmbH  
Erfahrung beim Planen – Kompetenz beim Prüfen  
buba-ing.de



fairCM² GmbH  
Professionelles Nachtragsmanagement für  
Auftraggeber und Auftragnehmer  
fcm2.de



S.C. SSF – RO s.r.l.  
ssf.ro



SSF International GmbH  
Consulting Engineers  
ssf-int.com



EUROPROJEKT GDAŃSK S.A.  
europrojekt.pl