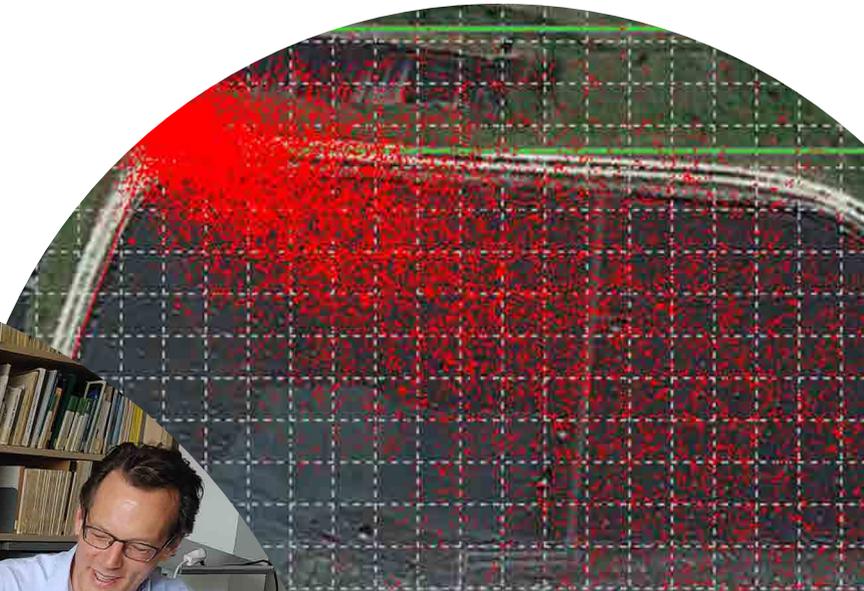


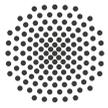
**Universität Stuttgart**  
Fakultät für Bau- und  
Umweltingenieurwissen-  
schaften



**Nachhaltigkeit,  
Klimaneutralität und  
Resilienz in Forschung  
und Lehre**







**Universität Stuttgart**  
Fakultät für Bau- und  
Umweltingenieurwissen-  
schaften

**Nachhaltigkeit**  
**Klimawandel**  
**Denken in Kreisläufen**  
**Ressourcenschonung**  
**Resilienz**  
**Klimaneutralität**

**- in Forschung und Lehre**

**Inhalt**

<b>5</b>	<b>Vorwort und Einführung</b>
<b>8</b>	<b>Strategie Nachhaltigkeit</b>
<b>12</b>	<b>Nachhaltigkeitsthemen Studieren</b>
<b>14</b>	<b>Forschung Nachhaltigkeit</b>
<b>16</b>	<b>Querschnittsthemen Nachhaltigkeit</b>
<b>24</b>	<b>Bauwerke und Materialien</b>
<b>48</b>	<b>Raum und Verkehr</b>
<b>60</b>	<b>Wasser, Umwelt- und Biosysteme</b>
<b>78</b>	<b>Exzellenz-Cluster</b>
<b>80</b>	<b>Sonderforschungsbereiche</b>
<b>86</b>	<b>weitere Forschungseinrichtungen</b>

## Vorwort und Einführung

Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz sind zentrale Begriffe, die in Wissenschaft und Gesellschaft intensiv diskutiert werden.

Nachhaltigkeit als übergreifendes Konzept geht von der Notwendigkeit aus, ökologische, soziale und ökonomische Ansprüche so zu verhandeln, dass die Lebensgrundlagen auch für zukünftige Generationen erhalten bleiben. Das Leitbild der Nachhaltigkeit hat auch auf der internationalen Ebene durch die UN-Nachhaltigkeitsziele konkrete Handlungsaufträge für die Mitgliedsstaaten formuliert und Indikatoren zur Zielerreichung definiert. Hierzu kann die Wissenschaft einen wichtigen Beitrag leisten. Zudem hat der Begriff und das Leitbild der Nachhaltigkeit Eingang in wichtige gesetzliche Grundlagen im Bereich Bauen und Planen gefunden, wie dem Baugesetzbuch (BauGB) und dem Raumordnungsgesetz (ROG).

Klimaneutralität wird vielfach mit Strategien verbunden, die das Ziel haben, dass menschliche Handlungen in der Summe das Klima nicht negativ beeinflussen, d.h. keine Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert werden oder Emissionen vollständig ausgeglichen werden, so dass es insgesamt zu Netto-Null-Emissionen kommt. Bei der Planung von Siedlungen und Infra-

strukturen einschließlich des Umbaus derselben, aber auch im Bereich des Bauens und im Bereich Mobilität und Verkehr sind Fragen der Klimaneutralität heute zentrale Aspekte. So spielt das Bauen eine große Rolle, weil sowohl bei der Herstellung von Materialien wie auch bei der Errichtung von Bauwerken Emissionen frei werden. Es macht also Sinn, die Ressourcen an Baumaterialien und Grundstoffen soweit wie möglich zu erhalten, Ressourcenschonung ist also ein wichtiges Kriterium in diesem Zusammenhang. Wenn also das Ende eines Bauwerks mitgedacht wird, dann ist die Wahl an Baustoffen und Herstellverfahren so, dass Ressourcen geschont werden können, weil die Konstruktion besonders dauerhaft ist oder die Stoffe einfach wiederverwendet werden können. Das Denken in Kreisläufen ist dazu die Voraussetzung. Nachhaltigkeit sieht aber auch den Menschen in seiner Umwelt und versucht für ihn eine lebenswerte Umgebung zu schaffen; dazu gehören auch ästhetische Aspekte des Bauens, aber auch die vorausschauende Planung von Siedlungen sowie Freiräumen für das Wohnen, Arbeiten und Erholen sowie die Mobilität.

Der Begriff der Resilienz hat ebenfalls im Kontext von Krisen und aktuellen Herausforderungen - wie dem Klimawandel und sog. Extremereignissen - eine enorme

Bedeutung erfahren. Resilienz wird in der Wissenschaft mit Aspekten der Robustheit, Anpassungs- und Lernfähigkeit im Kontext von Krisen verbunden. Im Vergleich zu der Vorstellung, dass Entwicklungen primär durch ein Gleichgewicht und Stabilität gekennzeichnet sind, geht Resilienz davon aus, dass Krisen immanenter Bestandteil von Entwicklung sind und daher Anpassungsprozesse und Lernfähigkeit im Kontext von Krisen besonders wichtig sind.

Obwohl die Begriffe in erster Näherung vielleicht sehr abstrakt verbleiben, haben sie für den Bereich des Bauens und Planes eine wichtige Bedeutung, wenn es beispielsweise um klimaneutrale Bauweisen zukünftiger Häuser und Infrastrukturen geht oder auch um den Wiederaufbau von zerstörten Siedlungen und Infrastrukturen, wie im Ahrtal.

Im Zusammenhang der Planung von Siedlungen, Infrastrukturen und Gebäuden ist daher die Berücksichtigung und Konkretisierung von Ansätzen der Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz zentral sowohl für die Forschung als auch für die Lehre. Die gebaute Umwelt von heute wird mehrere 100 Jahre unsere Lebensbedingungen und unseren Ressourcenverbrauch ebenso wie unsere Anpassungsfähigkeiten und Resilienz maßgeblich beeinflussen. Folglich sehen wir uns als Forscherinnen und Forscher in der Ver-

antwortung mit wissenschaftlichen Beiträgen diese Leitbilder und Konzepte zu konkretisieren und neue Lösungsansätze für deren Umsetzung zu erforschen und diese Konzepte und Ansätze auch in der Lehre zu vermitteln. Dabei sind sowohl konkrete bauliche Innovationen, aber auch die Veränderung von Planungs- und Prüfverfahren für die Entwicklung zu mehr Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz erforderlich.

Die Konzepte der Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz haben zudem eine wichtige Brücken- und Vernetzungsfunktion, d.h. sie bieten ein wichtiges Dach für unterschiedliche Herangehensweisen und interdisziplinäre Forschungsansätze – gerade in einer breit gefächerten Fakultät wie der unseren.

Die folgende Broschüre bietet einen Überblick und Einblick, wie unterschiedliche Institute und Forschergruppen in der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften an der Universität Stuttgart Aspekte der Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz aus spezifischen Blickwinkeln aufgreifen und erforschen. Querverbindungen zwischen unterschiedlichen Instituten sowie die Lösungskompetenzen, die Bau- und Umweltingenieurinnen und -ingenieure in diesen Themenfeldern haben, werden deutlich.

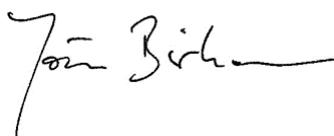
Am Anfang wird in der Broschüre zuerst ein Überblick über die Querschnittsthemen der Fakultät und ihrer Bezüge zur Nachhaltigkeit geboten. Anschließend werden einzelne Institute und Forschergruppen sowie Forschungseinrichtungen mit ihren Nachhaltigkeitsbezügen näher dargestellt. Dabei werden zudem ausgewählte Forschungsprojekte skizziert. Auch die Studienangebote mit besonderem Bezug zu Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Resilienz werden dargelegt und auf weitere Informationen wird verwiesen. Am Ende werden zudem ausgewählte Forschungsverbände mit Bezügen zur Nachhaltigkeit vorgestellt sowie ein Fazit gezogen.

Die Broschüre hat nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist ein „lebendes“ Dokument, das im weiteren Verlauf ergänzt und erneuert wird. Die Bandbreite der vertretenen Institute und Lehrstühle sowie Forschungsprojekte macht sehr deutlich, dass die Themen der Nachhaltigkeit, der Klimaneutralität und der Resilienz wichtige Zukunftsthemen sind, die bereits in der Fakultät aus verschiedenen Blickwinkeln aufgegriffen werden. Angesichts

der Klima- und Biodiversitätskrise sowie im Lichte der Ressourcenknappheit und der Weiterentwicklung von Gesellschaften und ihrer gebauten Umwelt werden diese Themen noch weiter an Bedeutung gewinnen und wissenschaftliche Konzepte und Innovationen immer drängender.

Wir wünschen eine spannende und aufschlussreiche Lektüre und bedanken uns bei allen Kolleginnen und Kollegen für ihre Beiträge und Zuarbeit. Ein besonderer Dank gilt Herrn Sihler, der die Beiträge in einer anschaulichen Art dargestellt und mit Fotos in der Broschüre ansprechender und fassbarer gemacht hat.

Wir laden Sie sehr herzlich zur weiteren Diskussion ein und freuen uns auch über Studierende, die Interesse an diesen Themen haben.



**Prof. Dr.-Ing.  
Jörn Birkmann**



**Prof. Dr.-Ing. M. Arch.  
Lucio Blandini**



**Prof. Dr.-Ing.  
Ulrike Kuhlmann**

### Strategie Nachhaltigkeit

Als Bau- und Umweltingenieur\*innen gestalten wir unsere Umwelt und tragen deshalb eine besondere Verantwortung für unsere Lebensgrundlagen und eine auf Nachhaltigkeit zielende Entwicklung.

Daher hat sich die Fakultät 2 Bau- und Umweltingenieurwissenschaften verpflichtet, in Forschung und Lehre dem Klimaschutz, der Nachhaltigkeit und dem Erreichen der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen einen herausragenden Stellenwert zu geben. So wollen wir den weltweiten Wandel zu einer nachhaltigen und gerechten Wirtschafts- und Lebensweise unterstützen.

In unserer Forschung und Lehre wollen wir folgende Schwerpunkte setzen:

- Klima- und ressourcenschonendes Bauen
- Resilienz von Städten und Infrastrukturen
- Nachhaltigkeit und Resilienz in Raum und Verkehr
- Nachhaltige Infrastruktur, Ver- und Entsorgung

Die Fakultät 2 vertritt diese Schwerpunkte bereits heute im Dialog mit Politik, Wirtschaft, Verbänden und Zivilgesellschaft. Zudem sollen engagierte Schülerinnen und Schüler für ein Studium gewonnen werden. Studierende und Promovierende sollen für Forschungstätigkeiten in diesem Bereich begeistert werden.

Wir haben uns uns als Fakultät verpflichtet, das Umweltbewusstsein und das nachhaltige Handeln unserer Fakultätsmitglieder zu fördern.



**14**

Leben unter Wasser



**3**

Gesundheit und Wohlergehen



**6**

Saure  
Was  
San  
richt



**13**

Maßnahmen zum Klimaschutz



**12**

Nachhaltig  
Konsum u  
Produktio



**9**

Industrie,  
Innovation und  
Infrastruktur

## Herausforderungen unserer Zeit

### Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Resilienz, Biodiversitätsschutz, Kreislaufwirtschaft

11

Nachhaltige  
Städte und  
Gemeinden

7

Bezahlbare  
und Saubere  
Energie

15

Leben an Land

Sustainable  
Development  
Goals (SDGs)

Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte sollen in allen Bereichen des Arbeitslebens berücksichtigt werden.

In einer sich schnell verändernden Welt (Urbanisierung, Klimawandel, etc.) möchten wir als Forschende und Lehrende einen Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung leisten.

Wir wollen nach den folgenden Leitlinien handeln:

- Klima und Menschen schützen,
- klimarelevante Emissionen vermeiden,
- Resilienz und Anpassungsfähigkeit von Städten und Infrastrukturen stärken,
- Wirtschaft unterstützen,
- Wasser sparsam nutzen,
- Fördern der Biodiversität.

Wir unterstützen mit unserer Forschung die SD-Goals der Vereinten Nationen:

<https://sdgs.un.org/goals>

•• **Wir stellen uns der gesellschaftliche Verantwortung: Forschung zur Nachhaltigkeit**



**14**  
Leben unter Wasser

**12**  
Nachhaltige/r Konsum und Produktion

# Gemeinsam forschen wir

**7**  
Bezahlbare und Saubere Energie

**13**  
Maßnahmen zum Klimaschutz

**9**  
Industrie, Innovation und Infrastruktur





3

Gesundheit und Wohlergehen

15

Leben an Land

# für eine nachhaltige Zukunft!



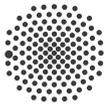
6

Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen

11

Nachhaltige Städte und Gemeinden

Sustainable Development Goals (SDGs)



**Studieren für  
nachhaltiges Bauen,  
Klima- und Ressourcen-  
schutz, Kreislaufwirt-  
schaft und Resilienz**

[https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/bauingenieurwesen-b.sc./](https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/bauingenieurwesen-b.sc/)

<https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/immobilientechnik-und-immobilienwirtschaft-b.sc./>

<https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/umweltschutztechnik-b.sc./>

<https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/verkehrsingenieurwesen-b.sc./>

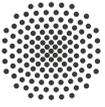


## Studieren Sie mit uns Themen der Nachhaltigkeit!

- Bauingenieurwesen
- Umweltschutztechnik
- Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft
- Water Resources, Engineering and Management
- Master Online Bauphysik
- Master of Infrastukture Planing

In den Studiengängen der Fakultät 2 werden umfangreiche Lehrveranstaltungen zu den Themen Klimaveränderung, Klimaschutz, Nachhaltigkeit, umweltfreundliches Bauen, Ressourcenschutz, Erneuerbare Energie, Gebäudeenergetik, Energieeffizienz, Wärmeschutz, Ökobilanzierungen, Resilienz, Gewässerschutz, Biodiversität, Verkehr sowie Mobilität, Ver- und Entsorgung und Economy angeboten.

Umweltmanagement • Gewässerschutz • Hochwasserschutz • Siedlungswasserbau • Recycling, Wasserbau an Flüssen und Kanälen • Integrated Modelling Systems for Groundwater Management • Field Course Hydrogeology, Measurements in the Watercycle • Raum- und Verkehrsplanung • Vortragsseminar Bauwerke und Bauweisen • Entwurfskonzepte für Nachhaltiges Bauen • Ultraleichtbau und Adaptivität • Entwurfsstudio Hochhäuser • Integrated Flood Protection Measures • River Engineering and Sediment Management • Wasserwirtschaft • Python Programming for Water Resources Engineering and Research • Water Management and Irrigation Facilities • Schutz, Instandsetzung und Verstärkung von Bauwerken • Emissions from Waste Treatment Plants • Treatment of Sludge • Verkehrsplanung und Verkehrstechnik • Grundlagen der Landschafts-/Umweltplanung • Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme • Stadt und Mobilität • Verkehrsplanung und Verkehrsmodelle • Transport Planning and Modelling • Verkehr und Gesellschaft • Introduction to Integrated Planning • Klima- und Kulturgerechtes Bauen • Wärmeschutz und Energieeinsparung • Einführung Städtebau und Ökologie • Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung • Anwendung in die Ganzheitliche Bilanzierung • Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften • Demographic Analysis and Forecasting • Nachhaltigkeit/Energie- und Nachhaltigkeitsnachweise • Ökobilanzierung • Fluidmechanik 1 und 2 • Mehrphasenmodellierung in porösen Medien • Bestandsimmobilien und Zertifizierung • Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Baubetrieb • Risikomanagement und Klimawandelanpassung • Klimaanpassungsmaßnahmen in Außen- und Innenräumen (MoKli) • Umweltplanung • Analyse und Bewertungsmethoden in Raum- und Umweltplanung • GIS- und modellgestützte Analyse und Bewertungsmethoden • Raumordnung und Umweltplanung • Seminar/Übung zu Umwelt- und Landschaftsplanung • Fallstudie zur Raumplanung • Methoden der räumlichen Analyse und Prognose • Methoden der demografischen Analyse und Prognose • Regional Planning I und II • GIS in Environmental and Regional Planning • Demographic Analysis and Forecasting • Ökologische Bewertung / Nachhaltig Bauen • Werkstoffkunde • Informatik • Konstruktion und Material • Schutz und Instandsetzung •



Universität Stuttgart

# Forschen für eine auf Nachhaltigkeit zielende Ent- wicklung



## **Innovative Forschung zur Nachhaltigkeit im Bereich Planung, Bauen, Verkehr und Umweltschutz**

- **Institut für Baubetriebslehre (IBL)**
- **Institut für Baustatik und Baudynamik (IBB)**
- **Institut für Akustik und Bauphysik (IABP)**
- **Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen (IEV)**
- **Institut für Geotechnik (IGS)**
- **Institut für Konstruktion und Entwurf (KE)**
- **Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK)**
- **Institut für Mechanik (Bauwesen) (MIB)**
- **Institut für Modellierung und Simulation Biomechanischer Systeme (IMSB)**
- **Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS)**
- **Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA)**
- **Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV)**
- **Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS)**
- **Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB)**

# Querschnittsthemen Nachhaltigkeit

## Sustainable Engineering Design

### Bauwerke und Materialien

Die große Vielfalt und Menge vorhandener Bauwerke sowie der ungebrems- te Neubaubedarf stehen für eine gewaltige Herausforderung auf dem Weg zu einer klimaneutralen und klimaangepassten gebauten Umwelt. Der Material- und Flächenverbrauch muss reduziert werden. Der Umgang mit Ressourcen muss effizienter und kreislaufgerechter werden. Für Energiebedarf und -an- gebot ist eine optimale Balance zu finden. Angesichts der Kostenentwick- lung und der unsicheren Verfügbarkeit sowohl von Rohstoffen als auch von Fachkräften müssen Bauwerke und -prozesse ganzheitlich gestaltet werden.

### Raum und Verkehr

Der Bereich Raum und Verkehr geht es um Forschungen, die Aspekte der Raum- und Siedlungsstruktur und der Verkehrsentwicklung mit Fragen der Nachhaltigkeit, wie z.B. der Klimaneutralität und Klimaresilienz verbinden. Im Vordergrund stehen dabei Planungsstrategien und Planungsinstrumen- te sowie Modellierung, die eine integrierte, auf Nachhaltigkeit zielende Verkehrs- und Siedlungsentwicklung ermöglichen. Damit bietet das For- schungsfeld direkte Lösungskompetenzen für die SDGs: 11 nachhaltige Städ- te und Gemeinden, 13 Maßnahmen zum Klimaschutz und 3 Gesundheit und Wohlergehen.

### Wasser, Umwelt- und Biosysteme

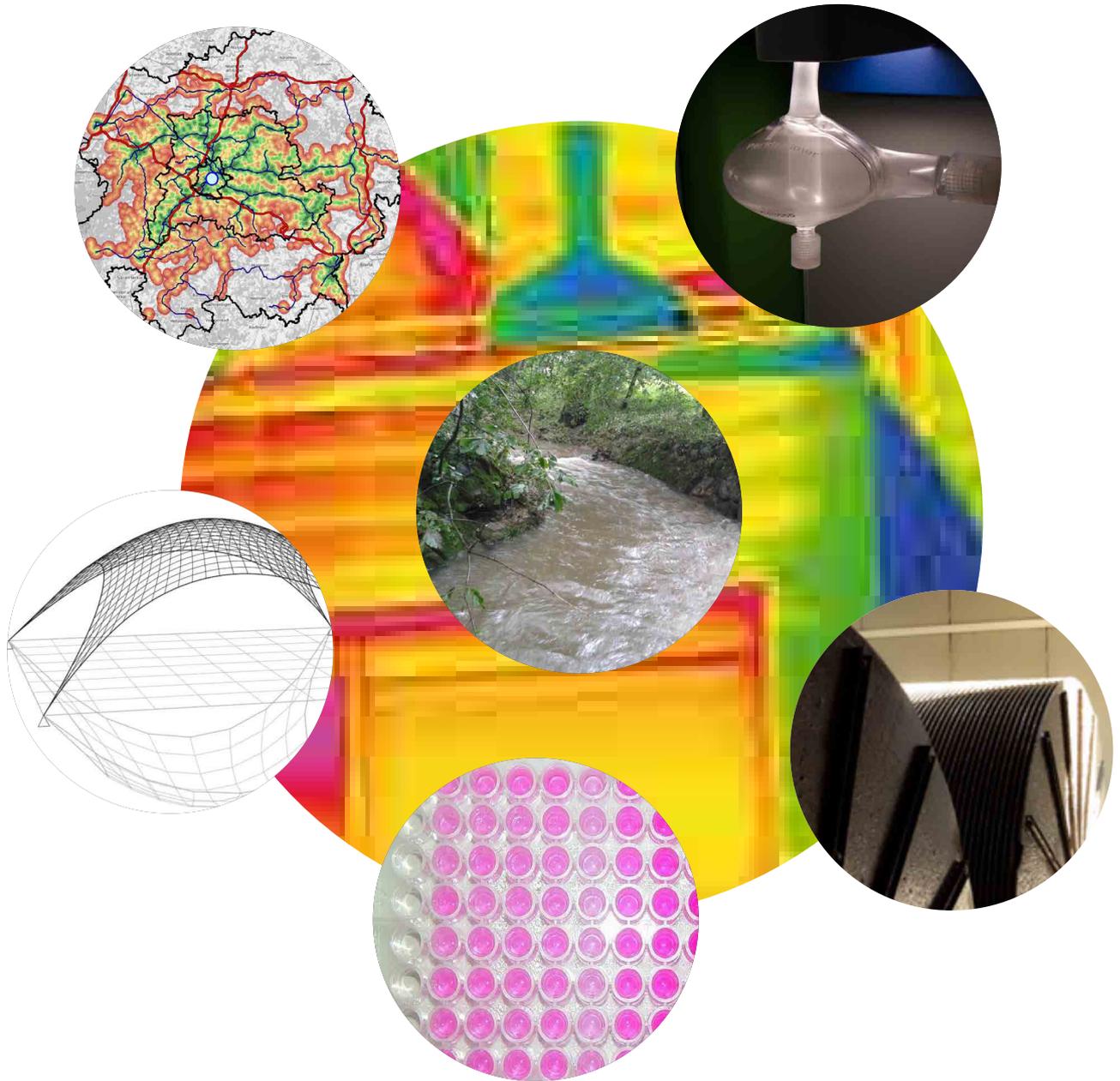
Der Bereich Wasser, Umwelt- und Biosysteme befasst sich mit Methoden und Technologien zur Erhaltung der Qualität des Wassers als natürliche Res- source und Bestandteil des natürlichen Ökosystems. Hierzu werden Modelle entwickelt, die Prozesse im hydraulischen und hydrologischen Gesamtsys- tem abbilden und für eine ressourcenschonende Umweltgestaltung einge- setzt werden.

### Gemeinsame methodische Ansätze

Modellieren, Simulieren und Optimieren  
Planen, Entwerfen und Bauen  
Betreiben, Überwachen und Steuern  
Digitalisieren und Automatisieren

## Herausforderungen unserer Zeit

Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Resilienz,  
Biodiversitätsschutz, Kreislaufwirtschaft



### Nachhaltige Gestaltung der Umwelt

Bau- und Umweltingenieur\*innen gestalten unsere Umwelt. Sie ermöglichen die verantwortungsvolle Nutzung von Ressourcen und bauen Infrastrukturen, die sie anschließend betreiben und instandhalten. Bei allem Handeln stehen das Wohl des Menschen sowie der Schutz der Umwelt im Vordergrund. Beides bewegt sich im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit, Resilienz, Adaptivität, Wirtschaftlichkeit und Ästhetik. Mit ihrer Vision „Sustainable Engineering Design“ rückt die Fakultät entsprechende Wissenschaftsfelder und technische Innovationen ins Zentrum ihres Interesses.

### BAUWERKE UND MATERIALIEN

Die große Vielfalt und Menge vorhandener Bauwerke sowie der ungebremste Neubaubedarf stehen für eine gewaltige Herausforderung auf dem Weg zu einer klimaneutralen und klimaangepassten gebauten Umwelt.

Der Material- und Flächenverbrauch muss reduziert werden. Der Umgang mit Ressourcen muss effizienter und kreislaufgerechter werden. Für Energiebedarf und -angebot ist eine optimale Balance zu finden. Angesichts der Kostenentwicklung und der unsicheren Verfügbarkeit sowohl von Rohstoffen als auch von Fachkräften müssen Bauwerke und -prozesse ganzheitlich gestaltet werden.

Zur Effizienzsteigerung werden Materialien bei der Errichtung von Gebäuden oder Brücken entsprechend ihrer jeweiligen vorteilhaften Eigenschaften eingesetzt. Zu einem ganzheitlichen Entwurf von Bauwerken über die gesamte Nutzungsdauer gehören neben den ökonomischen und ökologischen, auch gestalterische Aspekte, um so dem Wohlempfinden des Menschen in seiner Umge-

bung gerecht zu werden. Ressourcenschonung wird auch durch eine Verlängerung der Nutzungsdauer von Infrastrukturbauwerken wie Brücken u.a. mit Hilfe von gezielten Instandsetzungsmaßnahmen sichergestellt.

Bei einer Lebenszyklusanalyse von Brücken und Gebäuden werden verschiedene Umweltindikatoren und der Transport sowie die Materialproduktion in die ökologische Analyse mit einbezogen. Für die ökonomische Analyse stellen die Lebenszykluskosten einschließlich Bau, Betrieb und Entsorgung wichtige Parameter dar. Bei Brücken können auch Verkehrsverzögerungen, Betriebskosten von Fahrzeugen aufgrund Verkehrsbehinderung und Kosten für Unfälle als Nutzungskosten oder volkswirtschaftliche Kosten berücksichtigt werden. Daraus folgt, dass für Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen und großer regionaler Bedeutung eine Optimierung des Bauverfahrens und eine Reduzierung der Bauzeit zwingend erforderlich sind.

Das Ermüdungsverhalten von zyklisch beanspruchten Bauwerken wie Brücken kann neben der Korrosion die Nutzungsdauer und den Umfang der erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen bestimmen. Eine Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit zahlt sich daher aus. Durch gezieltes „Höherfrequentes Hämmern“ der ermüdungsbeanspruchten Details oder durch geschraubte Lösungen bei der Sanierung von ermüdungsbeanspruchten Längssteifen orthotroper Stahlfahrbahnen kann hierbei die Ermüdungsfestigkeit erhöht werden.

Wir haben eine Verantwortung für die Zukunft: Neubauten müssen nachhaltig geplant und gebaut werden und unser Bestand an Gebäuden und Brücken muss gepflegt und erhalten werden. Gerade im Brückenbau sind nachhaltige dauerhafte Bauwerke erforderlich, auch um den Anforderungen der Zukunft wie einem wachsendes Verkehrs-

D 1244, ILEK (adaptives Hochhaus)

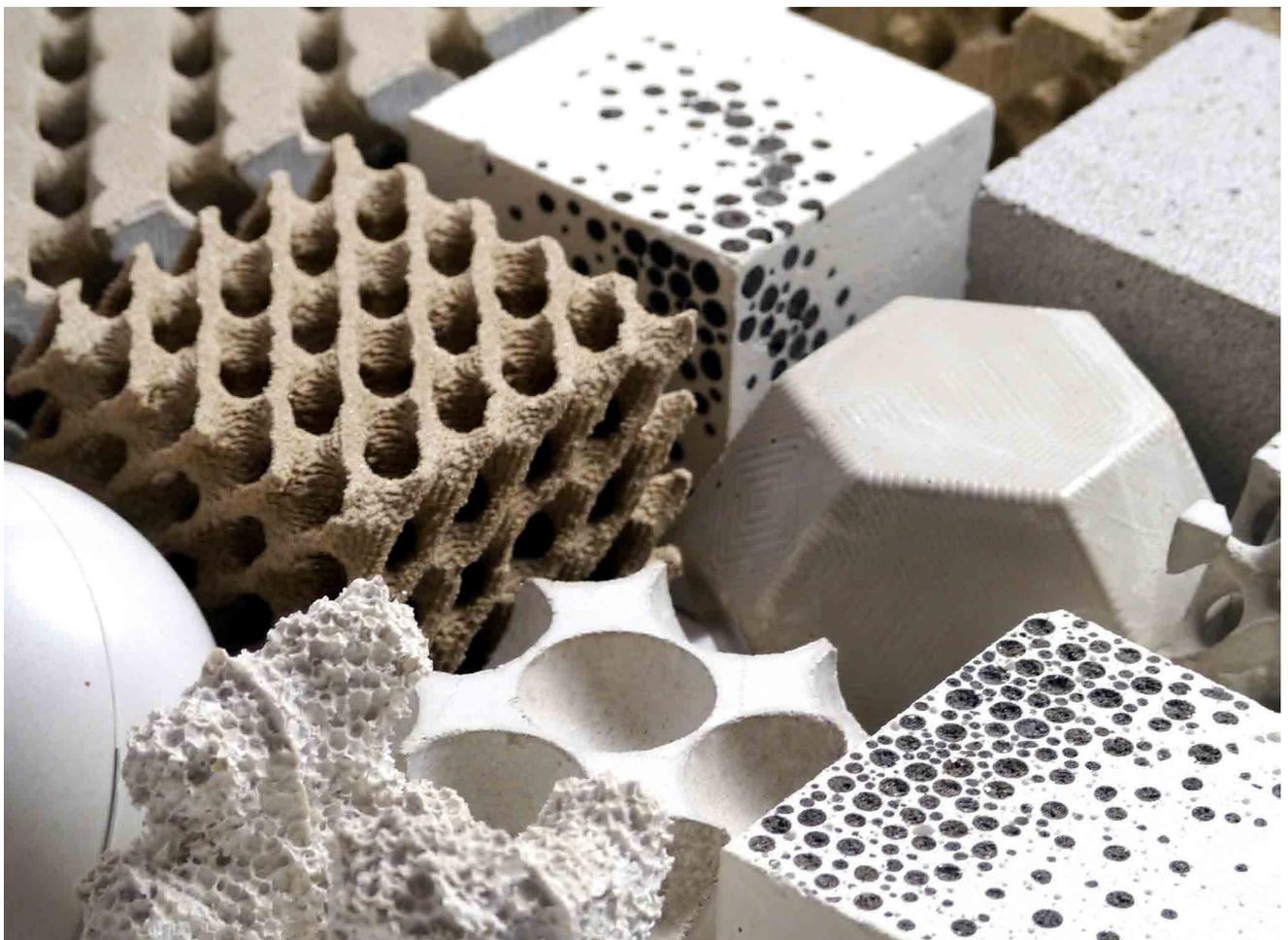


aufkommen gerecht zu werden. Nachhaltigkeit als Schlüsselanforderung erlaubt es Potentiale zu nutzen.

Im Hinblick auf den durch den Klimawandel nötigen Umbau der Wälder hin zu alternativen Baumarten wie zum Beispiel Laubholz wie Buche (bisher üblicherweise Nadelholz wie Fichte) sollten dem Planer für alle Holzarten die für die Bemessung erforderlichen Kennwerte zur Verfügung gestellt werden. Nur so kann ein höherer Anteil des Werkstoffes Holz im Bauwesen und somit das dringende Ziel eines nachhaltigen und möglichst

klimaneutralen Bauwesens erreicht werden. Neue Forschungserkenntnisse sind erforderlich, um langfristig für Bauwerke eine größere Flexibilisierung in Hinblick auf eine veränderte Nutzung, die Aufnahme größerer Lasten und die Wiederverwendung von Bauteilen zu erreichen. An dieser Transformation des gesamten Bausektors orientieren sich die Forschungsschwerpunkte der Fakultät.

Foto ILEK



### RAUM UND VERKEHR

Die Transformation von Raum und Siedlungsstrukturen einerseits sowie Verkehrs- und Mobilitätsstrukturen andererseits ist für eine auf Nachhaltigkeit zielende Entwicklung besonders wichtig. Dabei sind auch die Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstrukturen und Verkehr stärker in den Blick zu rücken, ebenso wie Strategien und Konzepte für verkehrsträgerübergreifende Verkehrssystemgestaltungen für mehr Nachhaltigkeit.

Neben der Reduktion von klimaschädlichen Emissionen und einer umweltfreundlichen Mobilität durch innovative Raum- und Verkehrsplanung, geht es zudem auch um die Sicherung von Mobilität für sehr unterschiedliche Nachfragegruppen und Bedürfnisse. Damit leistet die Forschung und Lehre im Forschungsschwerpunkt „Raum und Verkehr“ einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung innovativer Lösungsansätze im Bereich der Nachhaltigkeitsziele, insbesondere SDG Ziel Nr. 11 – nachhaltige Städte und Gemeinden (inklusive Teilhabe), SDG Ziel Nr. 13 Klimaschutz und SDG Ziel 3 – Gesundheit und Wohlergehen.

Die Lehre und Forschung im Forschungsschwerpunkt „Raum und Verkehr“ mit vier Professuren reicht von der Regionalplanung über die Verkehrsplanung, bis zur Prozessregelung und Verkehrstechnik sowie dem Verkehrswegebau. Aspekte der Nachhaltigkeit, des Klimaschutzes und der Resilienz von Verkehr und Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung beziehen sich dabei auf verkehrs- und bautechnischen Fragestellungen ebenso wie auf Fragen der räumlichen Planung und der Reduzierung von Emissionen durch zielführende Stadt- und Regionalplanung.

Ein Schwerpunkt einer nachhaltigen Verkehrsplanung und -politik besteht in der Umsetzung von Maßnahmen zur Reduktion verkehrsbedingter Emissionen. Dabei wird zwischen Zielen des Klimaschutzes (Minderung CO<sub>2</sub>) und der Luftrein-

haltung (Minderung NO<sub>x</sub> und Feinstaub) unterschieden. Die Forschung im Bereich „Raum und Verkehr“ kann zu diesen hoch aktuellen Diskussionen wichtige Grundlagen und Empfehlungen aus wissenschaftlicher Sicht beitragen.

Die Institute verfügen über besondere Kompetenz in den Bereichen der integrierten Planung, der Verkehrsmodellierung sowie der Bewertungsverfahren, die auch gerade für die Umgestaltung und Transformation von Mobilität und Städten besonders wichtig ist. Singuläre Lösungen für einzelne Verkehrsträger sind für eine auf Nachhaltigkeit zielende Entwicklung für Regionen und Städte weniger zielführend, als integrierte Planungsansätze, die die Raum- und Verkehrsstrukturen gemeinsam betrachten und verkehrsträgerübergreifende Ansätze in den Fokus rücken.

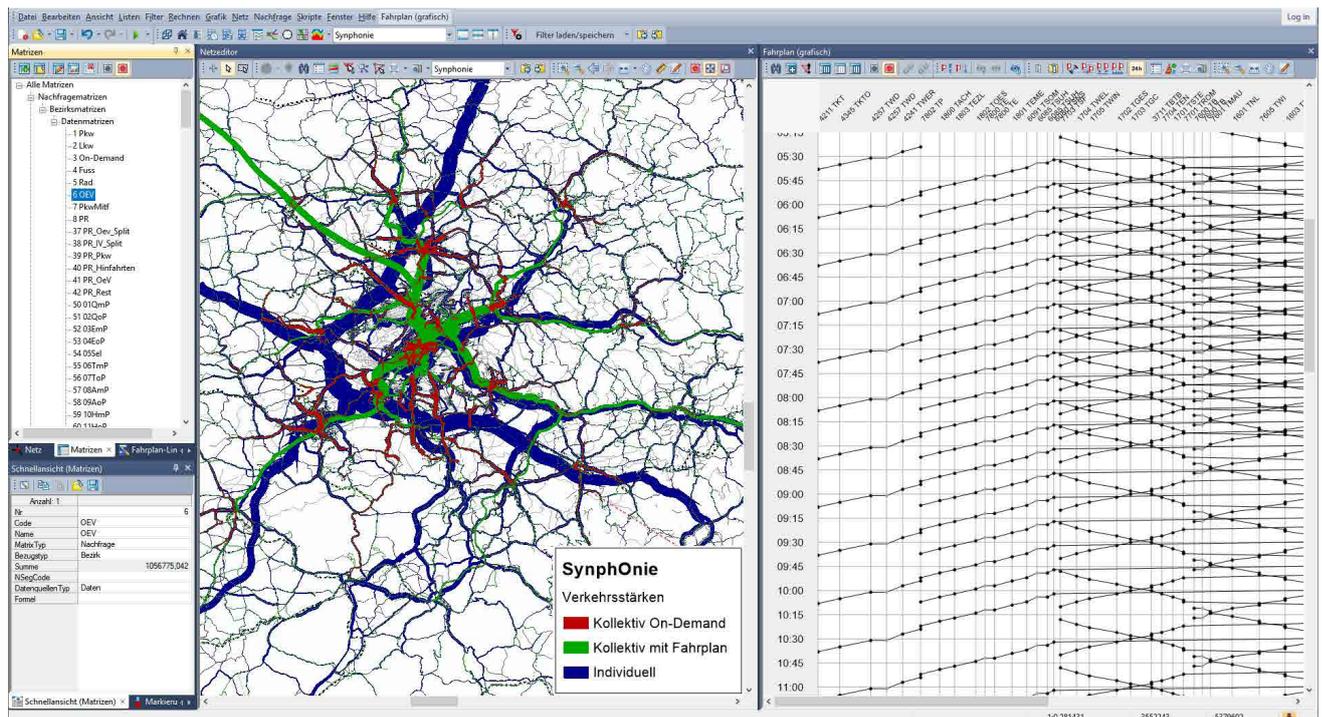
Konkrete Projekte, die eine hohe Relevanz für innovative Lösungsansätze im Bereich Nachhaltigkeit bieten, reichen von Modellierungen einzelner Maßnahmen zur Steuerung von Verkehr zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, über integrierte Konzepte des Klimaschutzes und der Klimaanpassung durch integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung, bis zur Weiterentwicklung



von Bewertungsverfahren im Bereich Verkehr und Raumentwicklung sowie neuen Verkehrsträgern im Öffentlichen Personen Nahverkehr. Auch die Reaktivierung von ehemaligen Eisenbahnstrecken ist ein Thema, welches sowohl aus der Perspektive der Betriebsgestaltung als auch aus der Perspektive der räumlichen Planung gedacht und bearbeitet wird.

Die wachsende Bedeutung der Forschung zur Nachhaltigkeit im Themenfeld „Raum und Verkehr“, die die Institute – insbesondere das Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen (IEV), das Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS) und das Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV) mit seinen Lehrstühlen für Straßenplanung und Straßenbau (SuS) und dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik (VuV) – zeigt sich auch in den größeren in-

ternationalen Projekten und Netzwerken, die die Institute und ihre Forschung weltweit vernetzen. Insgesamt wollen wir mit unserer Forschung in den verschiedenen Handlungsfeldern im Themenfeld „Raum und Verkehr“ gerade zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, da durch die zunehmende globale Urbanisierung und den Klimawandel, entsprechende integrative und innovative Ansätze und Lösungsstrategien immer drängender werden.



### WASSER, UMWELT- UND BIOSYSTEME

Weltweiter Mangel an sauberem Wasser und Kämpfe ums Wasser erfordern innovative und effiziente Konzepte und Technologien, um Gewässer sauber zu halten, Wasserressourcen zu schonen und möglichst ohne Verunreinigungen im Kreislauf zu halten. Wasser und Gewässer sind essenziell für Leben auf diesem Planeten und ein wichtiges und notwendiges Element für ein stabiles Klima.

Der gesamte Wasserkreislauf, die anthropogene Wassernutzung und die Speicherung von Wasser sind weite Gebiete interessanter Forschung für eine nachhaltige Zukunft.

Biosysteme, d.h. alle lebenden Bestandteile von Ökosystemen, stehen sowohl mit dem Wasser als auch mit der Umwelt in Wechselbeziehung. Wir befassen uns mit Spurenstoffen in der Umwelt, mit einem nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen und deren Aufbereitung (Behandlung von Trink-, Betriebs- und Abwasser im Siedlungsbereich und in der Industrie).

Insbesondere die Abhängigkeiten von Lebewesen (vor allem Mikroorganismen) von Umweltbedingungen, beispielsweise im tiefen Untergrund, Grundwasserleitern und in landwirtschaftlich genutzten Böden stehen im Fokus unserer Forschung.

Um zu einer nachhaltigen Umwelt und Sicherung der Gesundheit beizutragen, untersuchen wir die Auswirkungen und Wechselwirkungen von Schadstoffen auf Wasser und Böden. Insbesondere analysieren wir Schadstoffvorkommen sowie -konzentrationen und optimieren den mikrobiellen Schadstoffabbau. Zusätzlich entwickeln wir Sanierungstechnologien für kontaminierte Standorte und leisten Technologietransfer.

Vor dem Hintergrund hydroklimatischer Extremsituationen (Dürren und Hochwässer) erforschen wir Sicherheits- und Qualitätsaspekte als Aufgaben des Wasserbaus, der Wasserwirtschaft und der Fließgewässerökologie.

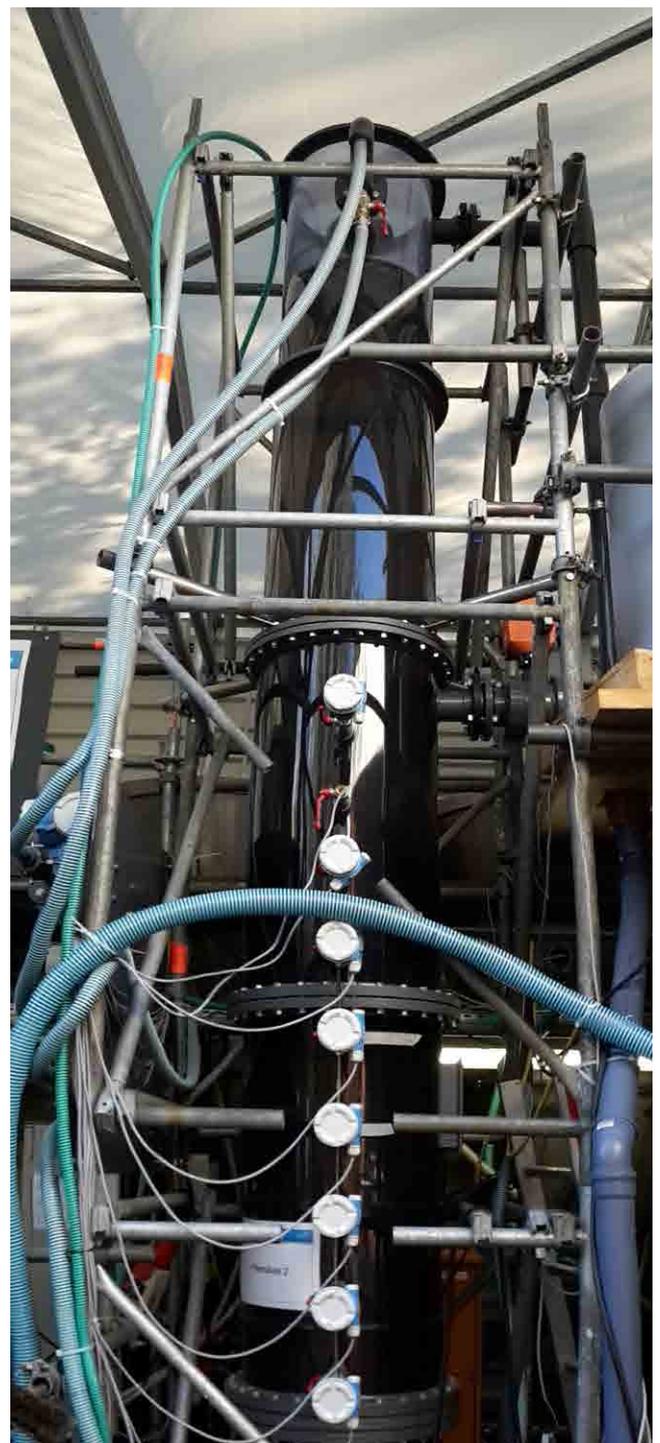
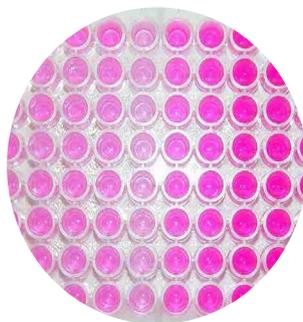
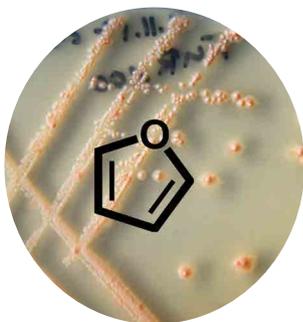
Für den Erhalt und die Wiederherstellung eines gesetzlich anvisierten guten ökologischen Zustands der fließenden Oberflächengewässer in Europa erforschen wir Interaktionen zwischen Wasser und Sedimenten. Dabei adressieren wir auch die Hochwassersicherheit und Dürre-resistenz fluvialer Ökosysteme. Mit Modellversuchen und Felddatenerhebungen behandeln wir spezifische Fragestellungen und schaffen Datengrundlagen für komplexe numerische Studien an Flüssen und in Stauräumen. Daraus resultieren Prognosemodelle, welche die Durchführung und Risiken von ingenieurtechnischen Eingriffen hydromorphologisch quantifizieren. Die Prognoseergebnisse können auch zur Überprüfung der Auswirkungen von Klimawandelszenarien herangezogen werden.

Grundwasser ist unsere größte Trinkwasserressourcen und ein Schutzgut mit höchster Priorität. Zunehmend konkurrierende ingenieurtechnische Nutzung des natürlichen Untergrunds im Zusammenhang mit der Energiewende erzeugt vielfältige Gefahren für das Grundwasser. Dazu zählen die Geothermie, Atommüllendlagerung, die unterirdische Speicherung von Gasen (Kohlendioxid,

**• • Wasser ist die Lebensgrundlage aller Lebewesen und ein ressourcenschonender Umgang mit Wasser ist essentiell.**

Methan, Wasserstoff) oder die weitere Gewinnung fossiler Rohstoffe. Machbarkeitsuntersuchungen, Risikoabschätzungen und Optimierungsstrategien erfordern numerische Vorhersagemodelle. Wir entwickeln Simulationsmethoden für Strömungen und Transport in porösen Medien und berücksichtigen auch, dass deren inhärente Unsicherheiten für die Kommunikation an Entscheidungsträger\*innen quantifiziert werden müssen.

Ökologische und sozioökonomische Betrachtungen spielen bei all diesen Forschungsfeldern eine wesentliche Rolle für den Erfolg dieser Maßnahmen und Technologien.



# **Bauwerke und Materialien**

Prof. Dr.-Ing. M.Arch.Lucio Blandini  
Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK)

Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht  
Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB)

Prof. Dr.-Ing. Hans Chistian Jünger  
Institut für Baubetriebslehre (IBL)

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Institut für Konstruktion und Entwurf (KE)

Prof. Dr.-Ing. Philip Leistner  
Institut für Akustik und Bauphysik (IABP)

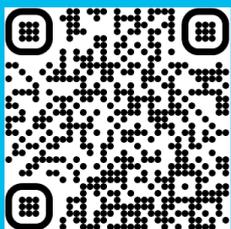
CO2-neutrale, ressourcenschonende und materialeffiziente Bauwerke für eine nachhaltige Zukunft

„Wir wollen mit intelligenten Systemen und Lösungen umweltschonende Bauwerke schaffen.“ Prof. Lucio Blandini lebt die Vision des nachhaltigen Bauens.



**Prof. Dr.-Ing. M.Arch.  
Lucio Blandini**  
Institut für Leichtbau  
Entwerfen und Konstruieren (ILEK)  
Pfaffenwaldring 7 + 14  
70569 Stuttgart

Prof. Blandini zeigt  
Adaptive Gebäudehüllen



● [www.ilek.uni-stuttgart.de](http://www.ilek.uni-stuttgart.de)

# ● ● Nachhaltige Materialien für zukunftsfähige Bauwerke

## Adaptive Hüllen, Strukturen und nachhaltiges Bauen mit Beton für die gebaute Umwelt von morgen

Auf der Grundlage einer interdisziplinären Vorgehensweise befasst sich das Institut mit der konzeptionellen und werkstoffübergreifenden Entwicklung von allen Arten von Bauweisen, Gebäudehüllen und Tragstrukturen.

Der Bogen der Arbeitsgebiete spannt sich dabei vom Bauen mit Textilien und Glas bis zu neuen Strukturen im Stahl- und Spannbetonbau sowie dem sogenannten Ultra-Leichtbau durch adaptive Systeme.

Vom einzelnen Detail bis zur gesamten Struktur geht es um die Optimierung von Form und Konstruktion hinsichtlich Material- und Energieaufwand, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit, Rezyklierbarkeit und Umweltverträglichkeit. Innovative Fertigungs- und Steuerungstechnologien sowie alle Arten von digitalen Werkzeugen werden dabei einbezogen. Die Einbettung in ein internationales Netzwerk aus Forschungs- und Lehrinrichtungen ist hierfür ebenso wichtig wie die enge Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Partnern aus Wirtschaft und Industrie.

## Nachhaltige Bauwerke und Materialien

- Sonderforschungsbereich 1244: Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen
- Funktional gradierte Betonbauteile, -strukturen und -bausysteme, EXC 2120 IntCDC
- Rezyklierbare Sandschalungen für leichte Betonbauteile, DFG SPP 2187
- Biobeton - CO<sub>2</sub>-neutrale und ressourceneffiziente Bauelemente, Invest BW/Horizon



# Nachhaltige Bauwerke und Materilien

## Biomaterialien, Adaptive Gebäudehüllen, Energieeffizienz

### Adaptive Tragwerke - bis zu 70% Ressourceneinsparung durch Aktorik und Sensorik

Adaptive Strukturen gehören bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten zu den Forschungsschwerpunkten des ILEK. Durch zahlreiche international wirkungsvolle Projekte wie beispielsweise dem sog. Stuttgarter Träger aus dem Jahr 2001 oder die Stuttgart SmartShell aus dem Jahr 2014 bis hin zum Sonderforschungsbereich 1244 „Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen“ zählt das ILEK zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen für adaptives Bauen.

Bei dieser Technologie werden die Grenzen des Leichtbaus deutlich überschritten, denn durch den Einsatz von adaptiven Elementen können Bauteile mit bis zu 70 % weniger Material gebaut werden, als es bei einem passiven Bauteil der Fall wäre. Ermöglicht wird dies durch ein intelligentes Zusammenspiel von Aktorik, Sensorik und Kontrolleinheiten, wodurch adaptive Bauwerke aktiv auf äußere Einwirkungen reagieren können. Seltenen und extrem hohen Lasten können durch diese Technologie entgegengewirkt werden und somit kann auf zusätzliches Material bzw. Baumasse, die zur Bewältigung dieser Lasten im passiven Fall notwendig wäre verzichtet werden.



Stuttgart SmartShell

### Adaptive Gebäudehüllen - Nutzerkomfort und Klimaschutz durch Anpassung an die Umgebungsbedingungen

Bisherige Gebäudehüllen können aufgrund ihrer konstanten bauphysikalischen und gestalterischen Eigenschaften kaum bzw. gar nicht auf klimatisch sich variierende Außenbedingungen oder veränderliche Nutzeranforderungen reagieren.

Ziel ist daher die Entwicklung von Gebäudehüllsystemen, deren Eigenschaften veränderlich sind, beispielsweise in ihrer Lichttransmission, ihrer Schallabsorption, ihrer Energiereflexion, ihrer mikroklimatischen Wirksamkeit für den Stadtraum, ihres Wärmedurchgangs oder ihrer äußeren Gestaltung.

Solche anpassungsfähigen Hülllösungen können selbsttätig oder geregelt für unterschiedlichste Umgebungssituationen und Nutzeranforderungen die jeweils optimale Innen- und Außenraumsituation herbeiführen. Bei der Entwicklung und Umsetzung adaptiver Fassaden stehen die Minimierung des Material-, Ressourcen- und Energieeinsatzes zur Raum- und Stadtraumklimatisierung, die vollständige Rezyklierbarkeit neben der Funktionsoptimierung und der Nutzerkomfortsteigerung im Vordergrund.



HydroSKIN

### Gradientenbeton - Material- und Emissionseinsparungen durch beanspruchungsgerechte Gestaltung des Bauteilinneren

Am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren ist seit je her die Hinführung des Bauens mit Beton zu einem „nachhaltigen Bauen mit Beton“ ein zentrales Anliegen. Dabei sind von Anfang an die Aspekte der Materialminimierung, der Reduktion von grauen Emissionen sowie der Gewährleistung einer späteren Rezyklierbarkeit untrennbar mit Fragen zur gestalterischen Qualität und Dauerhaftigkeit verflochten.

Gradientenbeton ist eine Weiterentwicklung der Betonbauweise. Bauteile aus Gradientenbeton sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre physikalischen Eigenschaften entlang mindestens einer der drei Raumrichtungen nicht konstant sind. Bei Bauteilen aus Gradientenbeton werden die Betoneigenschaften wie Festigkeit, Dichte, Steifigkeit oder Wärmeleitfähigkeit gezielt an das im Bauteilinneren vorherrschende Beanspruchungsprofil angepasst. Durch Variation der Mörtel- und Betonzusammensetzung, durch die in das Bauteil eingebrachten Leichtzuschläge, Poren und Hohlräume wird Material nur dort im Bauteilinneren eingesetzt, wo es tatsächlich benötigt wird. Das Ergebnis sind Bauteile mit einer gegenüber massiv ausgeführten Bauteilen drastischen Massen- und damit Gewichtsreduktion – bei gleicher Funktions- und Leistungsfähigkeit.



Marinaressa Coral Tree

### Biobeton - CO<sub>2</sub>-neutrale Alternative zu zementgebundenem Beton mit Hilfe von mikrobiologischen Prozessen

Beton ist einer der wichtigsten Baustoffe der Gegenwart. Jedoch verursacht das Brennen des benötigten Zements ca. 8 % der globalen klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Nutzung natürlicher mikrobiologischer Prozesse zur Verfestigung von Gesteinskörnung zu sogenanntem Biobeton stellt eine vielversprechende und potenziell CO<sub>2</sub>-neutrale Alternative zu zementgebundenem Beton dar. Gewisse Bakterien sind in der Lage bei Bereitstellung der notwendigen Stoffe die Bildung von Calciumcarbonatkristallen zu initiieren. Der Prozess ist als mikrobiologisch induzierte Calcit ausfällung (engl. kurz MICP) bekannt.

Biobeton wird bereits zum Verschließen von Rissen in Beton und bei der Herstellung von Ziegeln verwendet. Bislang existieren jedoch keine Verfahren zur Herstellung großformatiger tragender Bauteile. Mit der Entwicklung von Konzepten zur Herstellung bewehrter tragender Bauteile aus Biobeton besteht hier ein großes Potenzial zur CO<sub>2</sub>-Einsparung. Am ILEK werden deshalb Verfahrensprinzipien zur Herstellung von Bauteilen aus Biobeton entwickelt, die dessen Anwendung in der Bauindustrie erweitern sollen.



3D-Druck mit Biobeton

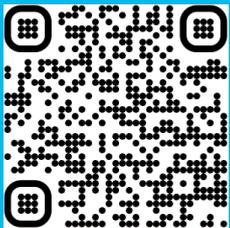
**Klimaneutrale Gebäude  
und Quartiere im (histo-  
rischen) Bestand**

„Systemisch mit  
erneuerbaren Ener-  
gien denken! Das  
Baudenkmal - ein  
Vorbild klimafreundli-  
cher Gebäude? Bau-  
material über lange  
Lebensdauer binden,  
Gebäudehülle mit  
denkmalgerechten  
Maßnahmen energe-  
tisch verbessern und  
Gebäude mit Erneuer-  
baren versorgen.“



**Prof. Dr.-Ing.  
Harald Garrecht  
Institut für Werkstoffe  
im Bauwesen (IWB)  
Pfaffenwaldring 4  
70569 Stuttgart**

Prof. Garrecht spricht über „Hybride  
Dachsteine als unauffällige Energie-  
lieferanten im denkmalgestützten  
Bestand“



● [www.iwb.uni-stuttgart.de](http://www.iwb.uni-stuttgart.de)

# ● ● Von der Kür zur Pflicht - mit konsis- tenten Ansätzen zum klimaneutralen Baube- stand

**Was sich im Denkmal bewährt, ist  
auch im Bestand und Neubau nicht  
verkehrt...**

Das Forschungsteam am IWB widmet sich der effizienten Ressourcennutzung und den Herausforderungen des zirkulären Bauens. Zudem werden ganzheitliche Systemansätze entwickelt und erforscht, mit denen entsprechend der Vielfältigkeit von Architektur, Konstruktion und Materialität ein breites Angebot an geeigneten Systemkomponenten bereitgestellt werden können, mit denen sich auf das individuelle Gebäude angepasste Lösungen herausarbeiten lassen.

Mit Partnern aus Bauwirtschaft, aus Wissenschaft und produzierendem Gewerbe realisiert das IWB große Verbundforschungsvorhaben, in denen Quartiere aus Neubauten, Bestandsgebäuden und/oder Baudenkmalern mittels systemischer Versorgungsansätze auf Basis des Einbezugs lokal verfügbarer erneuerbarer Energien der Klimaneutralität zugeführt werden können. Dabei kommt der Gewinnung von auf den Dachflächen anfallender solarer Energien und Umweltwärme eine zentrale Bedeutung zu, die bestmöglich genutzt oder lokal bis zum späteren Bedarf zwischenspeichern ist. Dabei werden marktnahe technische Innovationen in einem quartiersrelevanten Maßstab zusammengeführt und aufeinander abgestimmt, um deren systemisches Zusammenwirken zu demonstrieren und zu optimieren.

Die Vorhaben sollen zeigen, dass sich auch Ortskerne, die über Jahrhunderte gewachsenen sind, sich vornehmlich mit den lokal verfügbaren Umweltenergien klimaneutral versorgen lassen.

## Klimaneutrale Gebäude und Quartiere im (historischen) Bestand

- Energieeffiziente Wohnsiedlungen durch zukunftsfähige Konzepte für den denkmalgeschützten Bestand (EnQM)
- CO<sub>2</sub>-neutrales Welterbe Speicherstadt Hamburg (0CO<sub>2</sub>-WSHH)
- Solare Energien für klimaneutrale Bestandsquartiere (SEKB Adlerareal)



### TIEFE VERBUND-FORSCHUNGSPORHABEN

mit Partnern aus Forschung und Baupraxis



### Ganzheitliches Sanierungskonzept

- digitale Vernetzung aller Systemkomponenten
- BIM als zentrale Schnittstelle diverser Modelle und für einen intelligenten Informationsfluss zwischen den diversen Teilmodellen
- Betriebsoptimierung und Evaluierung des ganzheitlichen Systemansatzes unter Einbezug der Energieeffizienz des Gebäudebetriebs und der Ökologie über den gesamten Lebenszyklus

### Building Information Modeling und digitales Gebäudemodell

als zentrale Schnittstelle diverser Betrachtungsebenen und -weisen

### Ganzheitliche Sanierung

Maßnahmen für

- energetische Vernetzung
- Transformation des Fernwärmehalten Nahwärmenetzes
- Integration quartiersinterner Speicher und
- bedarfs- und angelegener Energieflussoptimierung
- netztechnische Kopplung im Quartier an Versorgung

### Systemischer Gebäudeansatz

- denkmalverträgliche Erlichtung der Gebäudehülle
- systemische Kopplung von Wärmepumpe, Flächenheizung und Speicherkomponenten
- nach Freigabe der Klimademonstratoren: Umsetzung der Gründemonstratoren (thermisch und elektrisch aktivierte Dachsysteme in Schiefer- und Kupferblechnachbildung mit je 100 m<sup>2</sup>)

### „0-CO<sub>2</sub>-WSHH“

CO<sub>2</sub>-neutrales Welterbe Speicherstadt Hamburg

## GRUNDLAGEN-FORSCHUNG

zum ganzheitlichen Systemansatz einer CO<sub>2</sub>-neutralen Sanierung im (denkmalgeschützten) Bestand

Bewertungsmethoden

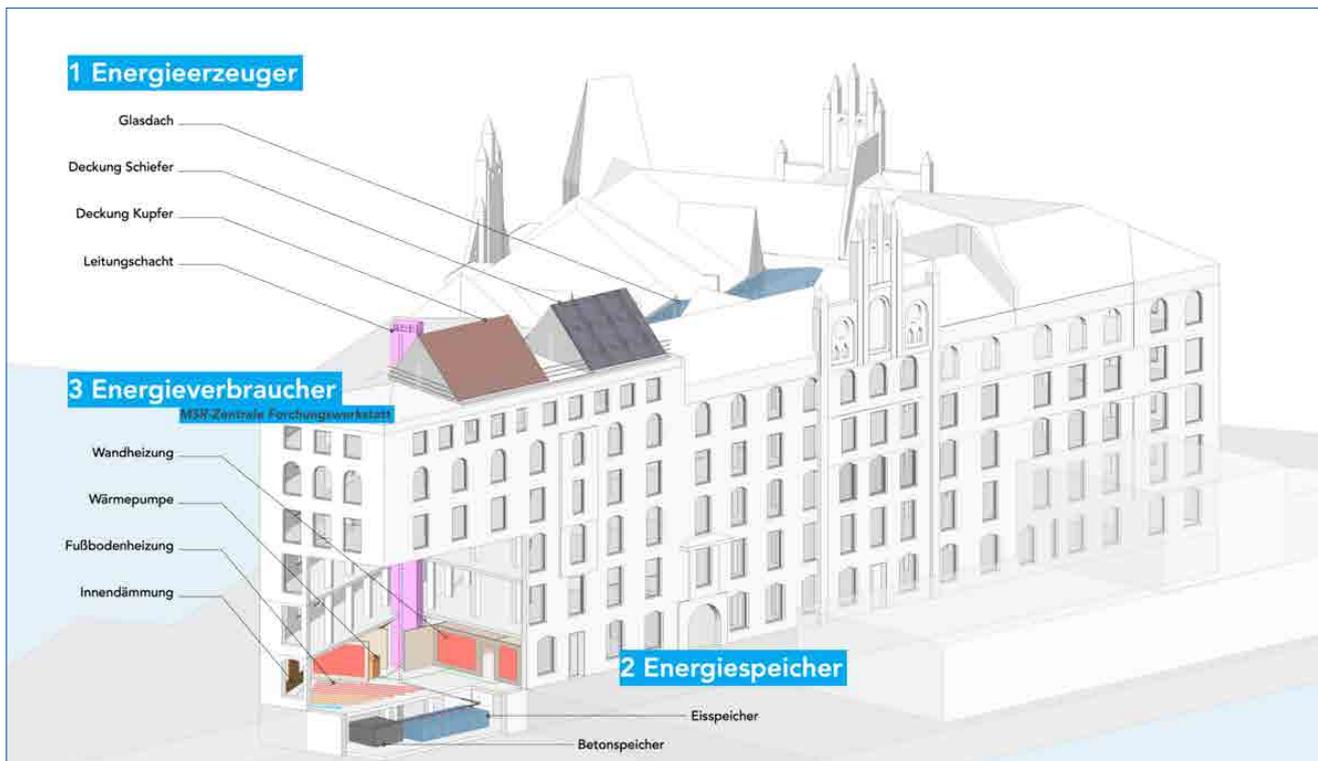
# Klimaneutrale Gebäude und Quartiere im (historischen) Bestand

## Das Baudenkmal als Vorbild klimafreundlicher Gebäude

### Methodischer Ansatz zur Kopplung von Energieeffizienz und Ressourcenschonung

Im Baudenkmal sind die verbauten Materialressourcen über eine lange Lebensdauer gebunden. Die Gesamteffizienz des betriebserforderlichen Energieeinsatzes und der denkmalspezifischen Ressourcenschonung sollte folglich besonders günstig sein. Im Verbundvorhaben „CO<sub>2</sub>-neutrales Welterbe Speicherstadt Hamburg“ wird dieser Aspekt grundlegend untersucht. An einem Speicherblock wird die Kopplung von Energieeffizienz und die über die lange Lebensdauer des Welterbes gebundene stoffliche Ressource bilanziell betrachtet. Es wird erwartet, dass mit sorgfältig aufeinander abgestimmten denkmalgerechten Maßnahmen das Baudenkmal dank seiner langen Lebensdauer einen von einem neu zu errichtenden Plusenergiegebäude kaum erreichbaren Beitrag zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung leistet.

Methodisch werden diese Überlegungen durch die Kopplung der diversen Simulationsansätze untermauert. Als Basis dient ein digitales Gebäudemodell, das die Aufnahme und Bereitstellung aller am Bauwerk erfassten und mittels Simulation gewonnenen Daten sicherstellt. Mit dem ganzheitlichen Ansatz lassen sich alle denkbaren Lösungen zur denkmalgerechten Verbesserung der Gesamteffizienz bewerten.



Speicherstadt Hamburg

### Schlüsseltechnologien für den ganzheitlichen Systemansatz

In den Vorhaben des IWB wird Umweltenergie über dachintegrierte Photovoltaik und Solarthermie gleichermaßen wie Erdwärme über Sonden gewonnen. Die Kopplung mit Speichertechnologien ermöglicht, die mit den solarhybriden Dachsystemen während sonnenreicher Witterungsperioden gewonnene und im Gebäude nicht direkt nutzbare Wärme zwischenspeichern. Im Sommer wird die nicht nutzbare Solarwärme ins Erdreich zwischengespeichert. Dabei regeneriert der Boden. Im Heizbetrieb kann eine auf das Gesamtsystem ausgelegte Wärmepumpe mit einer sehr hohen Effizienz ( $COP > 4,5$ ) den Heizbetrieb übernehmen. Optimieren lässt sich der Betrieb der Wärmepumpe mit einer Absenkung der raumseitige Wärmeübergabe auf ein möglichst niedriges Vorlauftemperaturniveau. Hierzu werden mit der Denkmalpflege geeignete Fußbodenheizsysteme mit niedrigem Systemaufbau abgestimmt.

Um den historischen Bestand mit Vorlauftemperaturen von unter  $45\text{ °C}$  auf ein behagliches Raumtemperaturniveau zu führen, sind Wärmeverluste über die Außenwände zu begrenzen. Am IWB werden mit Partnern rein mineralische Hochleistungsinneendämmputze entwickelt und in der baupraktischen Anwendung eingehend erprobt. Neben hochwirksamen Aerogel-Inneendämmputzen werden auch Aerogel-basierte Lehmputze erforscht. Beide lassen sich mit handwerklicher Tradition im Denkmal verarbeiten.



Solarhybrider Dachstein Braun

### Mit Sonnenenergie zum klimaneutralen Baudenkmal

Das IWB nimmt sich der Herausforderung an, mit Partnern denkmalgerechte Lösungen für die Gewinnung von solarer Wärme und photovoltaischem Strom auf den Dächern von Baudenkmalen zu finden. Bilanzell reichen die thermischen Erträge aus Solarthermie aus, in großen Teilen das Bauwerk mit den über das Dach gewonnenen Energien zu versorgen. Für das Vorhaben „EnQM“ wurde ein gewellter solarhybrider Dachstein (SHDS) aus einem Hochleistungsfeinkornbeton entwickelt. Der PV-Strom wird mit oberseitig im Dachstein integrierten gewellten PV-Modul gewonnen. Der PV-Ertrag der Dachfläche reicht bei vollständiger Belegung mit den SHDS aus, selbst unter pessimalen Bedingungen den Jahresstrombedarf der Wärmepumpe zu decken.

Unterseitig ist im SHDS ein Wärmetauscher integriert. Die hiermit gewonnene Wärme wird der Wärmepumpe bzw. über die Erdwärmesonden dem Erdreich zugeführt. In Übergangszeiten lässt sich die Solarwärme direkt nutzen. Angesichts stark ansteigender Wärmepreise wird das Heizen mit der lokal verfügbaren Solar- und Umweltwärme zunehmend interessanter. Die Geometrie der SHDS ist optimiert, um die historische Dachkonstruktion nicht mit höheren Lasten zu beanspruchen.



Baudenkmal mit photovoltaischen Dachbausteinen

Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

„Die enge Verzahnung der einzelnen Forschungsfelder schafft einen großen Mehrwert bei der Erarbeitung von praxisorientierten Lösungsansätzen für die komplexen Herausforderungen und ermöglicht die inter-disziplinäre Verknüpfung von technischen, ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Aspekten.“



**Prof. Dr.-Ing.  
Hans Christian Jünger  
Institut für Baubetriebs-  
lehre (IBL)  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart**

*Prof. Jünger spricht über interdisziplinäre Lehre:*



# ● ● Bauwerke nachhaltig und effizient möglich machen.

## **Integration von technischen, ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren.**

Das Institut für Baubetriebslehre (IBL) forscht zu bauverfahrenstechnischen, betriebswirtschaftlichen und bauvertragsrechtlichen Aspekten während des kompletten Lebenszyklus von Bauwerken ausgehend von der Bauausführung. Das Institut wirkt dabei auf vier Forschungsfeldern, die von interdisziplinären Teams bearbeitet werden, wie beispielsweise Bauaufgaben der Zukunft, Gesellschaftliche Akzeptanz für Bauaufgaben, Wertschöpfung, Wirtschaftlichkeit und Produktivität im Bauwerkslebenszyklus sowie Fachkräftesicherung.

Diese Forschungsfelder bedingen und ergänzen sich gegenseitig. Aus gesellschaftlichen Zielen, wie beispielsweise eine nachhaltige Energieversorgung zu ermöglichen, ergeben sich zukünftig Bauaufgaben, für deren Umsetzung gesellschaftliche Akzeptanz erforderlich ist. Diese wird beispielsweise durch einen Baustellenbetrieb, der die angrenzende Nachbarschaft nicht stört, erreicht. Auch die effiziente Steuermittelverwendung trägt zur Akzeptanz bei, wofür eine wirtschaftliche Bau- und Betriebsprozessgestaltung bei hoher Produktivität und Wertschöpfung erforderlich ist. Diese Ziele werden durch passende Fachkräfte sichergestellt, deren erforderliche Aus- und Weiterbildung insbesondere auch hinsichtlich des notwendigen Digitalisierungswissens Untersuchungsgegenstand ist.

## Nachhaltige und klimaschonende Planungs-, Bau- und Geschäftsprozesse

- Wirtschaftlichkeit von komplexen Bauprojekten bei Einsatz integrierter Projektentwicklungsmodelle
- Holistic Quality Model for Extension of Existing Buildings: Social, Environmental, Technical and Eco-nomic Integration
- Ökonomische Aspekte der Kreislauffähigkeit von Baumaterialien
- Autobahn Beschaffungsmodelle im Vergleich – am Beispiel der BAB A8
- Kurzstudie Wasserstraßen
- Sanierungssprint für energieoptimierte Einfamilienhäuser

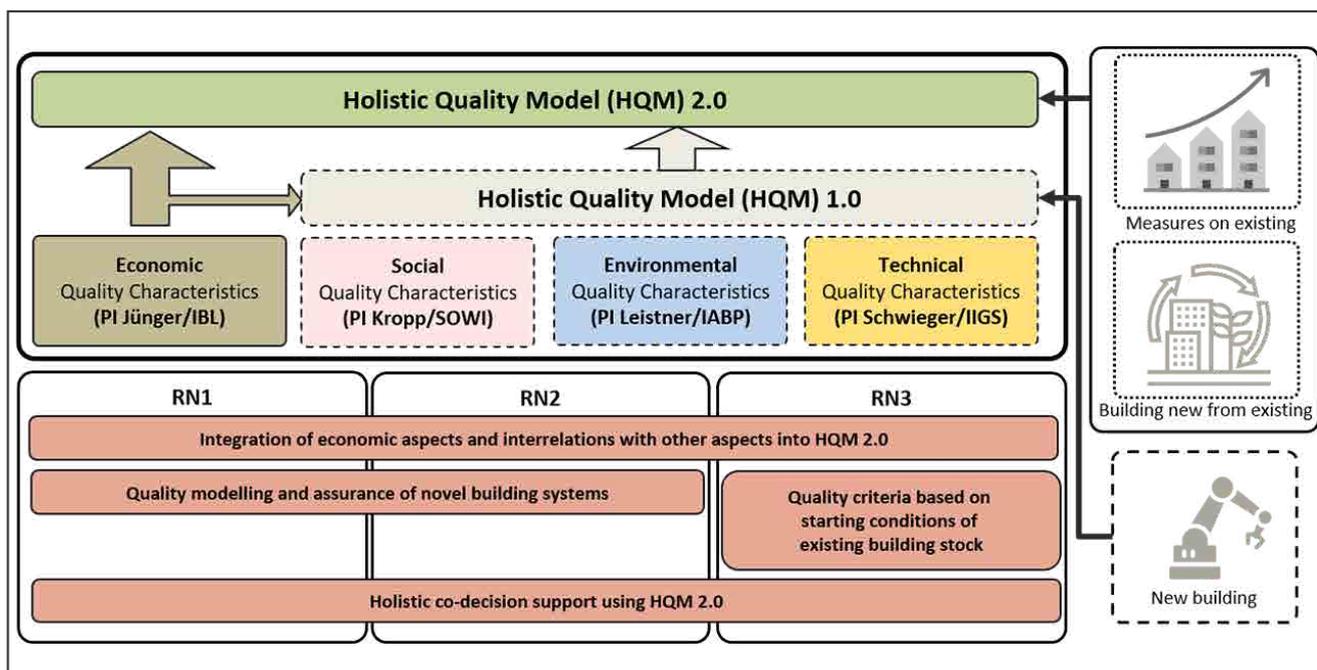
# Nachhaltigkeit durch Effizienz in Bedarfserfassungs-, Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen von Bauwerken

## Digitalisierung im Bauwesen, Lean Management im Baubetrieb, Handlungsempfehlungen und energetische Sanierung

### Holistic Quality Model for Extension of Existing Buildings: Social, Environmental, Technical and Economic Integration

Eine ganzheitliche Qualitätsbewertung von Bauwerken ist nicht nur für die Entscheidungsfindung hinsichtlich Neubauszenarien, sondern auch für die Auswahl baulicher Maßnahmen für den Gebäudebestand, wie die Dachaufstockung, essentiell. Diese Bewertung sollte technische, soziale, ökologische und ökonomische Aspekte umfassen. Das im Rahmen dieses Projektes entwickelte ganzheitliche Qualitätsmodell (Holistic Quality Model, HQM) soll für ebendiese Entscheidungsfindung einen methodischen Beitrag leisten zur Unterstützung der Planenden in frühen Projektphasen. Zur Erstellung des Modells erfassen die multidisziplinären Projektbeteiligten für alle vier Qualitätsaspekte Qualitätskriterien an verschiedenen Entscheidungspunkten im Bauprojektverlauf. Ihre Wechselwirkungen werden anhand von verschiedenen Case-Study-Szenarien untersucht.

Die entwickelte ganzheitliche Qualitätsbewertung hat das Potenzial, zu den SDGs positiv beizutragen. Insbesondere werden dadurch nachhaltige Produktionsmuster (SDG 12), inklusive, sichere, belastbare und nachhaltige Städte und Siedlungen (SDG 11) sowie das menschliche Wohlbefinden und menschenwürdige Arbeit im Zusammenspiel mit ökonomischem Wachstum und innovativen im Bereich der Bau- und Fertigungsmethoden (SDG 3/8/9) adressiert.



Holistic Quality Model (HQM) 2.0

### Wirtschaftlichkeit von komplexen Bauprojekten bei Einsatz integrierter Projektentwicklungsmodelle

Um eine bessere Auswahl von Projektentwicklungsformen für Bauprojekte zu ermöglichen, werden Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit komplexer Bauprojekte unter Verwendung verschiedener Projektentwicklungsmodelle identifiziert. Überführt in ein Referenzmodell wird hieraus ein Leitfaden als Entscheidungshilfe für die Praxis erstellt. Ziel dabei ist es, die Wirtschaftlichkeit der Projektentwicklung komplexer Bauvorhaben zu messen sowie quantitativ bewerten zu können, um dadurch eine projektspezifische Auswahl der geeignetsten Projektentwicklungsform zu ermöglichen. Neben der Steigerung von Effizienz und Zielstabilität können hierdurch auch weitere Kriterien, wie z. B. die Auswirkungen auf die SDG, bereits zum Projektbeginn berücksichtigt werden. Damit kann das Forschungsprojekt einen Beitrag dazu leisten, dass komplexe Baumaßnahmen durch innovative Projektentwicklungsformen auch unter Berücksichtigung der Ziele für nachhaltige Entwicklung terminergerecht und im geplanten Kostenrahmen effizient durchgeführt werden. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen der Forschungsförderung Zukunft Bau vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gefördert (SDG 9, SDG 11, SDG 12, SDG 15, SDG 17).



Geeigneter Projektentwicklungsmodelle für komplexe Bauvorhaben

### Kurze Wasserstraßen

Die deutschen Wasserstraßen leiden unter einem enormen Instandhaltungsrückstau. In einer Kurzstudie hat das Institut für Baubetriebslehre die Potenziale von Instandhaltungsprojekten der deutschen Wasserstraßen für den Industriestandort Deutschland, den Klimaschutz sowie für die kooperativen Projektentwicklungsmodelle untersucht. Hierdurch sollen Anreize zum Ausbau für nachhaltige Partnerschaften in der Bauwirtschaft gesetzt werden unter anderem durch einen effektiveren Umgang mit Ressourcen. Dies führt beispielsweise im Ergebnis zu durchdachten Instandhaltungs- sowie Instandsetzungsstrategien deutscher Wasserstraßen, um den dortigen Güterverkehr nicht zusätzlich auf die übrigen bereits ausgelasteten Verkehrsträger zu übertragen. (SDG 12 + 15)



Wasserstraßen als wichtige Infrastruktur für nachhaltigen Transport

**Ganzheitlicher Entwurf von Brücken und Gebäuden**

„Die Einbeziehung der gesamten Bauwerks-Lebenszeit ermöglicht ressourcenschonende und umweltfreundliche Entwürfe.“ Prof. Kuhlmann und ihr Team entwickeln dauerhafte effiziente Verbindungen und Bauteile für ganzheitliche Bauwerkskonzepte.



**Prof. Dr.-Ing.  
Ulrike Kuhlmann  
Institut für  
Konstruktion und  
Entwurf (KE)  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart**

# • • Nachhaltige Bauwerke in Stahl-, Holz- und Verbundbauweise

## **Ressourcenschonung durch den zielgerichteten Einsatz unterschiedlicher Materialien entsprechend ihrer jeweiligen vorteilhaften Eigenschaften**

Durch den zielgerichteten Einsatz unterschiedlicher Materialien entsprechend ihrer jeweiligen vorteilhaften Eigenschaften lässt sich ressourcenschonendes Bauen realisieren. Am Institut für Konstruktion und Entwurf schaffen wir Grundlagen für die Dimensionierung von Bauteilen im Stahl-, Holz-, und Verbundbau.

Effiziente Verbindungen von Bauteilen, Dauerhaftigkeit auch bei zyklischer Beanspruchung und ganzheitliche Konzepte für Gebäude und Brücken ermöglichen nachhaltige und gleichzeitig wirtschaftliche und dauerhafte Lösungen für Bauwerke.

Dies trägt zum „Aufbau einer hochwertigen, nachhaltigen und widerstandsfähigen Infrastruktur“ (SDG 9) bei und fördert „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ (SDG 11) entsprechend den Zielen zur nachhaltigen Entwicklung der Agenda 2030.

## Nachhaltige Baumaterialien und Verbundtechniken

- Ganzheitliche Bewertung von Stahl- und Verbundbrücken nach Kriterien der Nachhaltigkeit
- Nachhaltige Stahl-Verbundbrücken in der gebauten Umwelt
- Innovative Holzknotten durch Modellierung der Steifigkeit für leistungsfähige Holztragwerke aus Laub- und Nadelholz
- Sanierung orthotroper Fahrbahnplatten mit geschraubten Lösungen



# Stahl- und Verbundbrücken

## Ganzheitliche Bewertung nach Kriterien der Nachhaltigkeit

### Ganzheitliche Bewertung von Stahl- und Verbundbrücken nach Kriterien der Nachhaltigkeit (Nabrü Straßenbrücken P843 und Nabrüeis Eisenbahnbrücken P978)

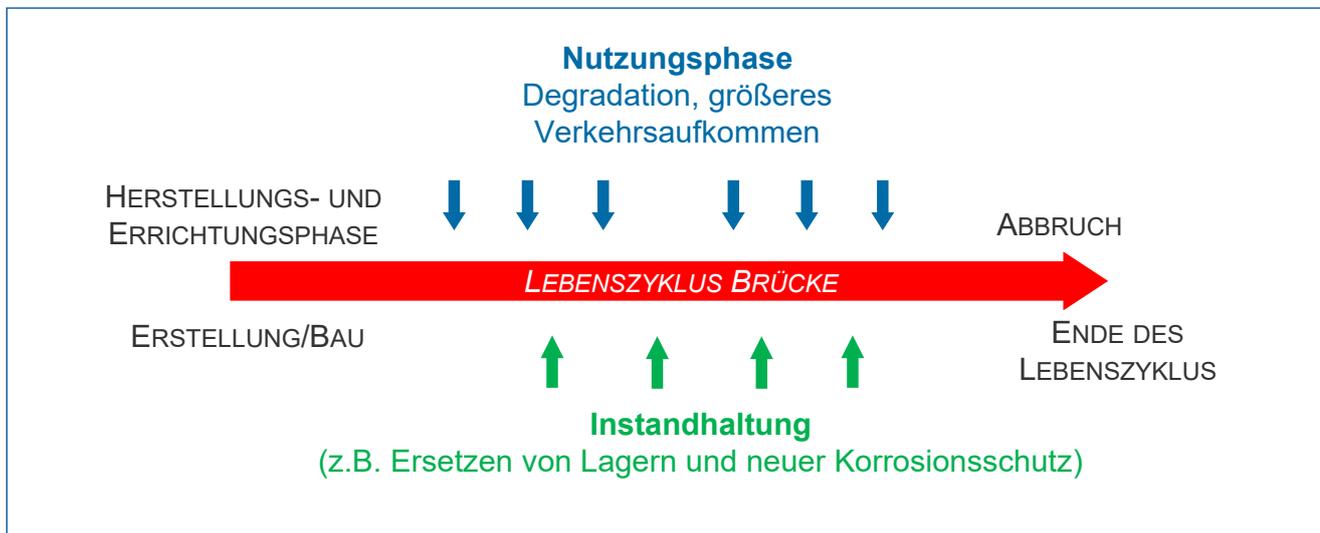
Aspekte der ökologischen, ökonomischen und funktionalen Qualität wurden über den gesamten Lebenszyklus der Brücken betrachtet. Es wurden Detailuntersuchungen an für die Dauerhaftigkeit kritischen Punkten durchgeführt. Da die Verbesserung ermüdungskritischer Details Auswirkungen auf die Lebensdauer und die Instandhaltungskosten des Bauwerks haben, wurden hier gezielte versuchsgestützte und numerische Untersuchungen durchgeführt. Die Resultate von Lebenszykluskostenrechnungen, Ökobilanzierung und Berechnungen von externen Effekten wie Kosten in Form von Umweltkosten, Betriebskosten und Verspätungskosten wurden für unterschiedliche Typen von Straßenbrücken bzw. Eisenbahnbrücken dargestellt und Varianten analysiert.

Im Bereich der soziokulturellen Qualität wurden auch volkswirtschaftliche Kosten durch Baustellensituationen, Staus und Unfälle analysiert und als externe Kosten ins Verhältnis zu den übrigen Lebenszykluskosten gesetzt. Es zeigte sich, dass unter Einbeziehung des Lebenszyklus und der ganzheitlichen Bewertung andere bessere Lösungen entstehen.

### Sustainable Steel-Composite Bridges in Built Environment (Nachhaltige Stahl-Verbundbrücken in der gebauten Umwelt)

Nachhaltigkeit wird zu einem zentralen Thema insbesondere bei Brücken mit einer Nutzungsdauer von 100 Jahren, wenn alle Phasen des Lebenszyklus berücksichtigt werden. Degradationsprozesse wie Ermüdung, Korrosion und Karbonatisierung treten während der gesamten Nutzungsdauer der Brücken auf, folglich sind Inspektions- und Wartungsarbeiten erforderlich, die zur Instandhaltung der Konstruktion durchgeführt werden müssen. Die Angebotsvergabe sollte daher nicht nur auf den Baukosten basieren, sondern auf einer ganzheitlichen Bewertung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten.

Das Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart führte mit Unterstützung weiterer europäischer Partner zwei Forschungsprojekte durch, die einen ganzheitlichen Ansatz für die Nachhaltigkeitsanalyse von Brücken anwenden. Die europäischen Forschungsprojekte SBRI und SBRI+ widmeten sich der ganzheitlichen Analyse von Straßenbrücken durch Vergleich verschiedener Varianten. Eine Optimierung der Brückenmontage und eine Reduzierung der erforderlichen Inspektionen tragen durch die Minimierung solcher Eingriffe entscheidend zur Nachhaltigkeit der Brücken bei.



# Nachhaltige Bauwerke in Stahl- Holz- und Verbundbauweise

## Ressourcenschonung durch den zielgerichteten Einsatz unterschiedlicher Materialien

### Innovative Holzknotten durch Modellierung der Steifigkeit für leistungsfähige Holztragwerke aus Laub- und Nadelholz

Leistungsfähige Holztragwerke setzen eine gezielte Beeinflussung des Verformungsverhaltens der Knoten voraus. Innovative Holzknotten setzen sich aus unterschiedlichen „Komponenten“ zusammen, die nach den gewünschten Eigenschaften der Knoten zusammengestellt werden können.

Für Laubhölzer existieren bisher noch keine systematischen Untersuchungen zum Verformungsverhalten. Dieses Unkenntnis zum Verformungsverhalten der Holzknotten besonders bei Laubholz stellt ein Hindernis der Ausweitung der Verwendung des Werkstoffs Holz in Ingenieurtragwerken dar und verschlechtert die Konkurrenzfähigkeit des Holzbaus gegenüber den anderen Bauweisen.

Gerade im Hinblick auf den durch den Klimawandel nötigen Umbau der Wälder hin zu alternativen Baumarten (z.B. Buche) sollten dem Planer für alle Holzarten die für die Bemessung der Verbindungen erforderlichen Kennwerte zur Verfügung gestellt werden.

### Sanierung ermüdungsbeanspruchter Längssteifen orthotroper Stahlfahrbahnen mit geschraubten Lösungen

Stahlbrücken mit orthotropen Stahlfahrbahnen wurden seit den 1950er Jahren gebaut und werden teilweise bis heute noch genutzt. Das Vorhaben behandelt die Sanierung von Rissen im Anschlussbereich von Längssteifen aus Hohlprofilen und Querträgern orthotroper Stahlfahrbahnen (Kategorie-2-Schäden).

Für die Sanierung wurden geschraubte Lösungen entwickelt, um eine wirtschaftlichere und dauerhaftere Verbesserung im Vergleich zu den bisherigen Sanierungen durch Schweißen zu erreichen. Bisher waren geschraubte Lösungen als Sanierungsmaßnahmen nicht möglich, da beim Einbau der Schrauben das geschlossene Längssteifenprofil nicht von beiden Seiten zugänglich ist. Um Blindniete als geeignete Anschlussvariante nutzen zu können, musste ihr Ermüdungsverhalten quantifiziert werden. Die entwickelten Schraublösungen umfassen sowohl die Bemessung und Konstruktion wie auch die Maßnahmen an den gerissenen Bauteilen. Es wurden Empfehlungen für die statische und ermüdungstechnische Auslegung und Ausführungsempfehlungen für die Sanierung erarbeitet, die auch schon Anwendung bei konkreten Brückenprojekten fanden.





## Forschung am IABP:

- **Umweltgerechtes Bauen für Menschen, Flora und Fauna - Prinzipien zur Gestaltung der gebauten Umwelt im urbanen Raum.**
- **Erweiterung der Ökobilanzierung von Produkten und Prozessen um die Bewertungsaspekte Landnutzung und Biodiversität.**
- **Promotionskolleg MENSCHEN IN RÄUMEN – Einflüsse der Raumbedingungen in Gebäuden auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit von Menschen.**
- **Ressourcenbedarf für die Energiewende – Ökobilanzielle Bewertung von Szenarien für die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kühlung.**

# • • Bauphysikalische Gestaltung und ganzheitliche Bilanzierung

## Methoden, Werkzeuge, Konzepte und Systeme für Gebäude und Quartiere

Das Institut für Akustik und Bauphysik IABP widmet sich der Gestaltung von nachhaltigen und gesunden Räumen und Gebäuden, Quartieren und Städten. Die Forschungsergebnisse können sich sehen und hören lassen, sie sorgen für Wohlbefinden und sparen Energie. Sie schützen die Menschen vor der Umwelt und umgekehrt, sie verbinden Design und Funktion, Technologie und Psychologie. Dabei ist die Bauphysik immer klima- und kulturspezifisch. Sie wird zunehmend digital und virtuell sowie gleichermaßen individuell und urban.

Daten, Modelle und Methoden des IABP zur ganzheitlichen Bilanzierung bilden den wissenschaftlichen Rahmen zur fundierten Analyse und transparenten Bewertung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte und Konsequenzen des Bauens.

**Kulturgerechtes Bauen,  
Wärmedämmung**

„Die ressourcen- und energieeffiziente Gestaltung gesunder und behaglicher Räume in alten und neuen Gebäuden muss noch schneller und umfassender gelingen.“ An den Werkzeugen und Lösungen dafür arbeiten Prof. Philip Leistner und sein Team mit Forschungs- und Praxispartnern.



**Prof. Dr.-Ing.  
Philip Leistner**  
Institut für Akustik und  
Bauphysik (IABP)  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

*Klimawandel und Klimaanpassung im Video.*



• [www.iabp.uni-stuttgart.de](http://www.iabp.uni-stuttgart.de)

## Umweltgerechtes Bauen für Menschen, Flora und Fauna

Angesichts des Klimawandels, der Globalisierung und Urbanisierung sowie der voranschreitenden Ressourcenknappheit steigen die Anforderungen an unsere gebaute Umwelt. Die Entwicklung nachhaltiger und umweltgerechter Konzepte im Kontext der Anpassung an das örtliche (Mikro)Klima und die baulichen Gegebenheiten stehen im Fokus dieses Forschungsbereichs.

Inhaltliche Schwerpunkte bilden die Erforschung der Prinzipien traditioneller Bauweisen und Bauformen, von grünen Strukturen im urbanen Raum inklusive deren Aus- und Wechselwirkungen sowie des Klima- und Ressourcenschutzes im Bauwesen. Damit wird ein ganzheitlicher Ansatz bei der Untersuchung der bauphysikalischen Wechselwirkungen im Außen- und Innenraum verfolgt.

Die Untersuchung und Entwicklung innovativer Grünfassadensystemen richtet sich auf die Förderung der Biodiversität bei gleichzeitiger Aktivierung von klimaregulierenden Ausgleichsfunktionen in hochverdichteten urbanen Räumen. Hierfür werden



die mikroklimatischen Wirkungen des Systems mit den Anforderungen für Mensch, Flora und Fauna in Bezug gesetzt. Dadurch lassen sich Potentiale zur Reduzierung von Hitzebelastungen identifizieren und zugleich die Habitat-Qualitäten für Flora und Fauna optimieren. Die Systeme stärken durch eine heterogene Pflanzensammensetzung mit wechselndem und hohem Blühvorkommen auch den Strukturreichtum zur Schaffung von qualitativ hochwertigen Habitaten für ausgewählte Pflanzen- und Tierarten. Schließlich kann der gezielte Einsatz von Pflanzen im urbanen Raum die mit ihnen verbundenen Ökosystemleistungen verbessern.

## Promotionskolleg MENSCHEN IN RÄUMEN

Der Fokus des Promotionskollegs MENSCHEN IN RÄUMEN richtet sich auf die Wechselwirkung von Räumen und Menschen. Bisher wurde in Forschung und Anwendung überwiegend versucht, gesundheitliche Risiken für Menschen in ihrer Arbeitsumgebung zu minimieren und die Behaglichkeit zu erhöhen. Organisationen und Unternehmen sind aber nicht ausschließlich an behaglichen Arbeitsplätzen interessiert. Ihre Intention ist vielmehr, über eine nutzungsorientierte, mitunter auch adaptive Gestaltung der Räume auch die Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Flächen zu berücksichtigen. Dies bedeutet, den Mitarbeitenden eine Umgebung anzubieten, in der sie langfristig leistungsfähig arbeiten, aktiv sein und sich auch erholen können. Nur die Kenntnis der Wechselwirkung von Raum und Mensch gestattet es, Arbeits- bzw. Raumbedingungen so zu optimieren, dass Menschen ihr volles Potenzial entfalten und langfristig aufrechterhalten können. Natürlich soll die Bau- und Raumgestaltung energiesparend und ressourcenschonend sein.

Diese Wechselwirkung wird branchen- bzw. tätigkeitsspezifisch von unterschiedlichen Aspekten beeinflusst. In Call-Centern besteht beispielsweise die Herausforderung, optimale raumakustische Bedingungen herzustellen, um eine bestmögliche Nutzung des vorhandenen Raums zu erreichen. Aber auch

Einflüsse der räumlichen Umgebung auf das Verhalten der Menschen stehen im Fokus der Untersuchungen. So können die Lichtverhältnisse im Raum Konzentration, Kreativität und Kooperation signifikant beeinflussen.

Es gilt also, bauphysikalische Parameter wie Schall, Licht, Farbe, empfundene Luftqualität und Wärme ganzheitlich zu gestalten, da zu laute, warme oder stickige Räume die psychologischen Ressourcen der Menschen erschöpfen können. Zu den in diesem Zusammenhang untersuchten psychologischen Faktoren zählen kognitive Prozesse, Emotionen, Motivation und Verhalten, welche sowohl für den einzelnen Menschen als auch für die Interaktion mehrerer Personen wichtig sind. Diese interdisziplinäre Forschungsaufgabe greift das Kolleg mit Promotionen zu wissenschaftlichen Fragestellungen auf, die einzeln und im engen interdisziplinären Verbund behandelt werden.

## Landnutzung und Biodiversität in Ökobilanzen

Die Versiegelung und Beanspruchung von Flächen sowie der Verlust von Arten bzw. ihrer Vielfalt durch die Zerstörung von Lebensräumen werden immer stärker zu einer ökologischen Herausforderung. Mit der Methodik der Ökobilanz können Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus von Produkten erfasst, quantifiziert und bewertet werden. Für einige Wirkungskategorien, wie beispielsweise den Beitrag zum Klimawandel, gibt es bereits etablierte Bewertungsmethoden, die breite Anwendung finden. Schwieriger sind heute noch standortspezifische Auswirkungen der Landnutzung auf Ökosystemfunktionen wie Grundwasserneubildung, Erosionswiderstand und Filterkapazität des Bodens quantitativ zu erfassen. Gleiches gilt für die Biodiversität und damit verbundene Vorteile, die sich für den Menschen aus einem Ökosystem ergeben.

Daher werden Methoden und Instrumente zur quantitativen Erfassung von Landnutzungsaspekten erforscht und für die Anwendung in der Ökobilanz

entwickelt. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten dazu in nationalen und internationalen Konsortien an der Integration von Aspekten der biologischen Vielfalt in die Ökobilanz. Konkrete Ergebnisse sind z.B. das Berechnungstool LANCA® (Land Use Indicator Value Calculation Tool), dessen Methodik zur Berechnung von Ökobilanzen Eingang in den Product Environmental Footprint (PEF) der EU findet.

## Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz im Bauwesen

Zur Ganzheitlichen Bilanzierung im Bereich des Nachhaltigen Bauens mit der Methodik der Lebenszyklusanalyse und Ökobilanzierung gehören auch die Bewertung von Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit der Bauwerke, einschließlich der Konzepte des Zirkulären Bauens.

Für die Baubranche sind große Massenströme, lange Lebenszyklen, eine große Materialvielfalt und Verbundmaterialien sowie eine dezentrale Struktur charakteristisch. Von mineralischen Baustoffen wie Beton, Ziegel und Gips über nachwachsende Rohstoffe wie beispielsweise Holz bis zu Kunststoffen und Metallen werden im Bauwesen praktisch alle gängigen Werkstoffe eingesetzt. Die Bauteil- und Bauwerksplanung erfolgt hierbei häufig individuell und einzigartig, so dass die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen vor Herausforderungen steht. Lösungen sind vor Ort zu schaffen, die große Flexibilität im Umgang mit heterogenen Bauwerkseigenschaften (z. B. Materialzusammensetzung, Materialeigenschaften) aufweisen und gleichzeitig einen hohen Durchsatz realisieren können.

Ziel der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen ist daher, den Wert der Baumaterialien zu erhalten und für weitere Anwendungen und Baumaßnahmen verfügbar zu machen. Insbesondere Konzepte zur Substitution der eingesetzten Primärmaterialien durch entsprechende Recyclingmaterialien nehmen dabei eine wesentliche Rolle ein.

## **Raum und Verkehr**

Prof. Dr.-Ing. Jörn Birkmann  
Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS)

Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV)

Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin  
Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen (IEV)

**Klimaneutralität und  
Klimaresilienz von  
Regionen und Städten  
stärken**

„Wir müssen Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung aufzeigen.“ Prof. Jörn Birkmann entwickelt planerische Strategien zur Klimaneutralität und Klimaresilienz für Städte und Regionen weltweit



**Prof. Dr.-Ing.  
Jörn Birkmann  
Institut für Raumord-  
nung und Entwick-  
lungsplanung (IREUS)  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart**

**Prof. Birkmann präsentiert  
neueste Strategien zur An-  
passung an Hitzestress**



# ● ● Nachhaltige und resiliente Städte und Regionen

## **Synergien zwischen Klimaschutz, Klimaanpassung und Resilienz stärken**

Das internationale Forschungsteam des Instituts für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS) setzt sich in der Nachhaltigkeitsforschung insbesondere mit den Themen „Resilienz“ (SDG 11) und „Klimaschutz und Klimaanpassung“ (SDG 13) auseinander.

Die Analyse von Wechselwirkungen zwischen Umwelt- und Klimawandel auf Städte, Regionen und unterschiedliche Bevölkerungsgruppen einerseits und die Wirkungen gesellschaftlichen und planerischen Handels auf die Umwelt und Klimarisiken andererseits stehen im Fokus unserer Forschung. Neben grundlagenorientierter Forschung – wie im ERC-Synergy Grant – spielt auch die Planungspraxis eine wesentliche Rolle.

Dabei steht eine datengestützte, wirkungsorientierte Raum-, Umwelt- und Risikoforschung im Mittelpunkt unserer Forschungstätigkeiten. Im Kontext der Mitarbeit in hochrangigen Expertennetzwerken, wie dem Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change), werden neue Herausforderungen bezogen auf die Megatrends Klimawandel, Urbanisierung und gesellschaftlicher Wandel identifiziert und planerische Handlungsoptionen evaluiert.

Aktuelle Forschungen am IREUS untersuchen u.a. die Chancen und Grenzen, im Rahmen des Wiederaufbaus nach Extremereignissen eine nachhaltige und resiliente Entwicklung zu fördern. Diese Forschung findet beispielsweise im Ahrtal statt, welches im Sommer 2021 durch ein massives Hochwasserereignis verwüstet wurde.

Des Weiteren werden neue Ansätze zur Stärkung einer klima-resilienten urbanen Entwicklung u.a. in Städten in Asien erforscht, wobei dort die integrative Betrachtung von Siedlungsentwicklung und Verkehr im Fokus liegt.

## Stärkung von Resilienz und Nachhaltigkeit

- Entwicklung integrierter Klima-, Vulnerabilitäts- und Stadtmodelle (ERC Synergy grant urbisphere)
- Resilienz stärken im Wiederaufbau nach der Flutkatastrophe /BMBF KAHR Projekt
- Urban-Act: Urban Climate Action for Low-Carbon & Resilient Cities



# Nachhaltige und Resiliente Gestaltung von Städten und Regionen

## Extremereignisse und Planung, Siedlungs- und Raumstruktur im Klimawandel

---

### Urbisphere - Dynamic coupling of cities and climate

Grundlagenforschung zu integrierten Klima-Vulnerabilitäts- und Stadt-Modellen, die Dynamiken des Klimas, des physischen Wandels in Städten (urban form) mit dem Wandel der Bevölkerung (ihrer Exposition und Verwundbarkeit) und ihrer Interaktionen in der Stadt (urban functions) verknüpfen. Sozial-ökologische Nachhaltigkeit, zwei global relevante Mega-Trends: Klimawandel und Urbanisierung

Klimaschutz, Klimaanpassung und nachhaltige Stadtentwicklung sowie nachhaltige Raumentwicklung - zentrale Elemente einer auf Nachhaltigkeit zielenden Raum- und Stadtentwicklung.

---

### ISAP - Verbundprojekt RegIKlim:

#### Integrative stadt-regionale Anpassungsstrategien in einer polyzentrischen Wachstumsregion: Modellregion – Region Stuttgart

Systematisierung von Informationen zur Abschätzung von Anpassungsnotwendigkeiten durch die integrative Betrachtung des Klimawandels, die Veränderung von Landnutzungen sowie der gesellschaftlichen Vulnerabilität. Verknüpfung von Vulnerabilitätsszenarien mit Klimaszenarien auf städtischer und stadt-regionaler Ebene und Entwicklung von Risikoprofilen für die Region. Entwicklung von Indikatoren zur Beurteilung von Anpassungskapazitäten und Systematisierung und Typisierung von Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Regional- und Stadtentwicklung. Entwicklung digitales Online-Informations- und Beratungssystem.



Foto: Universität Stuttgart/Wilhelm Mierendorf

### Urban-Act: Integrierte Strategien für urbane Räume bezogen auf Klimaschutz und Resilienz

Klimawandel und Urbanisierung sind zwei globale Megatrends, die Risiken und Chancen in vielen Weltregionen verändern, insbesondere auch in Asien, wo bereits der Großteil der Bevölkerung in Städten lebt. Klimabedingte Gefahren und Risiken stellen sich als komplexe Phänomene mit kaskadenartigen Auswirkungen auf die städtische Entwicklung und Anpassung dar. Neben der natürlichen Dynamik der globalen Klimaphänomene aufgrund von anthropogenen Treibhausgasemissionen werden regionale und lokale Klimabedingungen durch Landnutzungsänderungen und Stadtentwicklung erheblich beeinflusst.

Eine klimaresiliente Entwicklung von Städten erfordert integrative Anpassungs- und Risikominde- rungspolitik, die Klimadaten und nicht-klimatische Risikotreiber auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen berücksichtigt. In diesem Zusammenhang unterstützt das Urban-Act-Projekt eine Transformation hin zu einer kohlenstoffarmen und auf Resilienz zielenden Stadtentwicklung in asiatischen Ländern – insbesondere in Thailand, den Philippinen und Indien.

Das Team der deutschen Hochschulen umfasst Prof. Dr.-Ing. Jörn Birkmann (IREUS) und Prof. Dr. Markus Friedrich (ISV) an der Universität Stuttgart sowie Prof. Dr. Stefan Greiving vom IRPUD, TU Dortmund.



### Resilienzbildung nach Extremereignissen

Die Starkregenereignisse im Ahrtal in Rheinland-Pfalz und in Gemeinden in NRW mit zahlreichen Todesopfern im Juli 2021 haben die Öffentlichkeit und Politik sowie die Kommunen und Länder für die Thematik von Starkregenrisiken deutlich sensibilisiert. In der Praxis wird die Notwendigkeit der Integration der Starkregenvorsorge in die Stadtentwicklung durchaus gesehen, in der Realität spielen Fragen der Resilienz gegenüber Starkregenrisiken jedoch vielfach nur eine untergeordnete Rolle. Hier setzt das Projekt RESI-extrem II (Umsetzungs- und Verstetigungsphase) an und zielt auf die Umsetzung von Resilienzansätzen gegenüber Starkregen in der Stadtentwicklung und die Überwindung der bisher meist getrennten Arbeitsweise zwischen Starkregenrisikomanagement und Stadtentwicklung ab. Dabei sollen sich Vorsorgeansätze gegenüber Starkregen nicht allein auf den Neubau oder ein einzelnes Gebäude beziehen. Vielmehr gilt es auch Konzepte für den Umbau der bestehenden Siedlungsstruktur zu entwickeln.



Foto: Universität Stuttgart/Berz.

„Um die Klimaziele im Verkehrssektor zu erreichen brauchen wir technische Lösungen und Rahmenbedingungen, die das Mobilitätsverhalten ändern.“



**Prof. Dr.-Ing.  
Markus Friedrich**  
Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Prof. Friedrich spricht über Verkehrsnachfragemodelle:



# • • Modelle und Methoden für die Planung nachhaltiger Verkehrsangebote

## Mobilität ermöglichen – Klimaziele einhalten

Um Verkehr und Mobilität nachhaltiger zu machen und um die Klimaziele im Verkehrssektor zu erreichen, sind große Änderungen erforderlich. Neben technischen Lösungen im Bereich der Fahrzeugtechnik (Antriebswende) brauchen wir eine Mobilitätswende, die zu Änderungen im Mobilitätsverhalten führt. Aufgabe der Mobilitätswende ist es, die Rahmenbedingungen so zu setzen, dass die Ortsveränderungen von Personen und Gütern mit möglichst geringen Emissionen verbunden sind.

Der Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik will durch anwendungsnahe Forschung und durch die Ausbildung der Studierenden zu einer nachhaltigen Mobilität beitragen, die den Ansprüchen der Gesellschaft und der Menschen gerecht wird. Dazu werden folgende Forschungsthemen bearbeitet:

- **Planung von Verkehrsnetzen:**  
Rechnergestützte Verfahren zur Gestaltung von Verkehrswegenetzen für den Fuß-, Rad- und Kfz-Verkehr. Methoden zum Entwurf von Linienwegen, Fahrplänen und Umlaufplänen im öffentlichen Verkehr.
- **Wirkungen von Maßnahmen:**  
Methoden zur Ermittlung der Wirkungen von Maßnahmen auf die Verkehrsteilnehmenden (Reisezeiten, Kosten), auf das Verkehrssystem (Modal-Split, Verkehrsleistung, Verkehrszeitaufwand) und auf die Umwelt (Emissionen).
- **Verkehrsnachfragemodellierung:**  
Abbildung von marktwirtschaftlichen Maßnahmen (CO<sub>2</sub>-Preise, Steuern), ordnungspolitischen Maßnahmen (Durchfahrtsverbote, Umweltstreifen, Geschwindigkeitsbeschränkungen) und neuer Verkehrsangebote (Ridesharing, Carsharing, autonome Fahrzeuge) in Modellen zur Verkehrsnachfrageprognose.

## Verkehrsangebote nachhaltig gestalten

- Abbildung von Klimaschutzmaßnahmen in Verkehrsnachfragemodellen
- Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Urban-Act: Urban Climate Action for Low-Carbon & Resilient Cities
- Integrierte Planung im öffentlichen Verkehr – DFG Forschergruppe (FOR 2083)
- Klimaschutzszenarios Verkehr 2030 für in Baden-Württemberg - Wissenschaftliche Begleitung
- Bedarfsplan Radwege in Baden-Württemberg



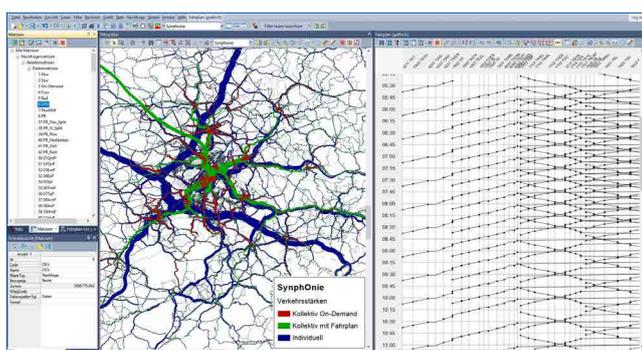
# Instrumente und Maßnahmen für einen nachhaltigen Verkehr: Was bringt wieviel? Wirkungszusammenhänge modellieren - fundierte politische Entscheidungen ermöglichen

## Abbildung von Klimaschutzmaßnahmen in Verkehrsnachfragemodellen

Mit dem Klimazielen von Paris und den daraus abgeleiteten CO2-Minderungszielen ergeben sich neue Anforderungen an die Verkehrspolitik und die Verkehrsplanung. Aufgabe der kommunalen und regionalen Planung wird es sein, die Klimawirkungen von Instrumenten und Maßnahmen zu quantifizieren. Das betrifft sowohl Instrumente und Maßnahmen, die auf übergeordneter Ebene vorgegeben werden (z.B. CO2-Preise, Förderung von E-Fahrzeugen) als auch kommunale Maßnahmen (z.B. Parkgebühren, Umweltzonen).

Dazu werden im Forschungsprojekt „Abbildung von Klimaschutzmaßnahmen in Verkehrsnachfragemodellen“ die Methoden der Nachfragemodellierung für den Personenverkehr so weiterentwickelt, dass mit städtischen und regionalen Modellen die Klimawirkungen von Entwicklungen und Maßnahmen angemessen ermittelt und analysiert werden können. Dabei stehen Maßnahmen im Vordergrund, die bisher in makroskopischen Nachfragemodellen nicht oder nur unzureichend abgebildet werden können:

- Maßnahmen, die Pkw-Beschaffungswahl beeinflussen.
- Maßnahmen und Entwicklungen, die die Präferenzen der Verkehrsteilnehmenden ändern.
- Maßnahmen zur Einführung und zum Ausbau von Carsharing und Ridesharing.



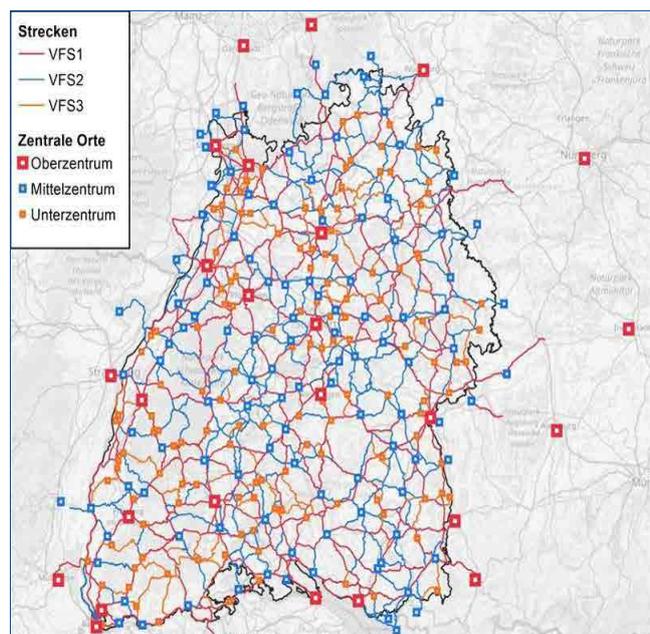
Verkehrsmodell Region Stuttgart

## Gestaltung von Verkehrsnetzen

Verkehrswegenetze erfüllen drei wesentliche Funktionen:

- Verbindungsfunktion: Netze verbinden Orte und ermöglichen so Ortveränderungen von Menschen und Gütern.
- Erschließungsfunktion: Netze erschließen Quartiere und angrenzende Nutzungen, und binden so einzelne Standorte an das übergeordnete Verkehrswegenetz an.
- Aufenthaltswirkung: Straßen dienen dem Aufenthalt von Menschen.

Die wesentliche Aufgabe einer nachhaltigen Netzplanung besteht darin, diese Funktionen für vorhandene oder geplante Verkehrswege so festzulegen, dass die Belange des Fußverkehrs, des Radverkehrs und des öffentlichen Verkehrs angemessen berücksichtigt werden. Dazu wird eine sogenannte funktionale Gliederung des Verkehrsnetzes durchgeführt, bei der Unzulänglichkeiten im Netz lokalisiert und Konflikte zwischen den Verkehrsmitteln identifiziert werden.



Funktionale Gliederung Radwegenetz Baden-Württemberg  
Bildquelle: Bedarfsplan Rad BW

### Verstetigung des Verkehrsflusses

Ein Weg die verkehrsbedingten Emissionen von CO<sub>2</sub> und Luftschadstoffen zu reduzieren, besteht in einer Verstetigung des Verkehrsflusses durch eine Beeinflussung der Fahrgeschwindigkeit. Ein gleichmäßiger Verkehrsfluss führt zu Kraftstoffeinsparungen bzw. sinkenden Energieverbräuchen und damit unmittelbar zur Reduzierung von Treibhausgas- und Schadstoffemissionen. Im Projekt „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“ wurden im Auftrag des Umweltbundesamts die Wirkungen mehrerer Maßnahmen untersucht:

- Herabsetzen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen und Landstraßen
- Herabsetzen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit innerorts auf eine Regelgeschwindigkeit von 30 km/h
- Einführung einer Pkw-Maut zur Reduzierung nachfragebedingter Stauungen
- Optimierung des Verkehrsflusses an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Pkw-Maut von 6 Cent/km die größte Wirkung auf die Emissionen hat. Ohne zusätzliche Kosten für die Verkehrsteilnehmenden lassen sich mit einem Tempolimit von 120 km/h auf Autobahnen und 80 km/h auf Landstraßen die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor um bis zu 5% reduzieren.



### MobiLab – Der emissionsfreie Campus als Forschungs- und Innovationslabor

Mit dem Projekt „MobiLab“ entwickelt die Universität Stuttgart gemeinsam mit Partnern und Start-ups ein innovatives Mobilitätskonzept für den Campus der Universität. Ziel hierbei ist, den Vaihinger Campus langfristig autofrei und emissionsfrei zu gestalten. „MobiLab“ ist ein vielfältiges Reallabor sein, in dem neue Formen der Verkehrserschließung, neuartige Verkehrsmittel, wie automatisierte Shuttles oder E-Scooter, zukunftsorientierte elektrische Antriebssysteme sowie intelligente Energiespeicherung- und Energieverteilungssysteme kombiniert werden.



Das CampusShuttle  
Foto: Dan Greiner IFS/FKFS/Universität Stuttgart

**Nachhaltige Verkehrssystemgestaltung im öffentlichen Verkehr**

„Eine nachhaltige Verkehrssystemgestaltung im öffentlichen Verkehr ist die Voraussetzung für die künftige Mobilitäts-sicherung und bedarf ressourcenschonen-der, energieeffizienter und umweltgerechter Lösungen.“



**Prof. Dr.-Ing.  
Ullrich Martin  
Institut für Eisenbahn-  
und Verkehrswesen (IEV)  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart**

Prof. Martin gibt Einblicke in das Reallabor Schienenfahrzeuge:



● [www.iev.uni-stuttgart.de](http://www.iev.uni-stuttgart.de)

# ● ● **Verkehrswirtschaft, Betriebsgestaltung Dimensionierung öffentlicher und spurgeführter Verkehrssysteme**

**Angebots- und Betriebsplanung,  
betrieblichen Prozesssteuerung und  
-regelung, verkehrswirtschaftliche  
Bewertung, Leistungsuntersuchun-  
gen sowie konstruktiver Bahnbau**

Die verkehrsträgerübergreifende Verkehrssystemgestaltung mit den Schwerpunkten im spurgeführten und öffentlichen Verkehr sowie die Prozesssteuerung in Verkehrssystemen bilden wesentliche Forschungsinhalte am IEV. Lehre und Forschung umfassen eine ganzheitliche Verkehrssystemgestaltung von der Bestimmung des konkreten Verkehrsbedarfs bis zur baulich / technischen Realisierung von Verkehrssystemen und Prüfung der Erfüllung zuvor definierter Aufgabenstellungen zur Verkehrsbewältigung.

Kundenbezogenheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit der Lösungen stehen dabei im Mittelpunkt. Wesentliche Bedeutung kommt dabei der verkehrsträgerübergreifenden Gestaltung integraler Verkehrssysteme unter besonderer Beachtung der Schnittstellen zwischen den Verkehrsträgern zu. Diesbezügliche Aufgabenstellungen werden seit 1929 in enger Kooperation mit dem An-Institut Verkehrswissenschaftliches Institut (VWI) und seit 2015 mit dem Chinesisch-Deutschen Forschungs- und Entwicklungszentrum für Bahn- und Verkehrstechnik Stuttgart e. V. (CDFEB) bearbeitet.

## Verkehrsträgerübergreifende Verkehrssystemgestaltung

- Effiziente Sensorbasierte Zustandsüberwachungsmethodik zur Erkennung und Lokalisierung von Fehlern im Eisenbahngleis – ConMoRAIL
- Standardisierte Bewertung für die Reaktivierung der Krebsbachtalbahn
- Entwicklung und Fortschreibung der Berechnungsverfahren zur Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des schienengebundenen ÖPNV
- Urbane Seilbahnen im ÖPNV - Leitfaden für die Implementierung von Seilbahnen in deutschen Städten als Bestandteil des ÖPNV



# Nachhaltige Verkehrssystemgestaltung im öffentlichen Verkehr

## Frühzeitige Erkennung von Schädigungen am Gleis

Ziel des Forschungsverbundprojektes ist es, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz und Standardsensoren an Regelfahrzeugen Schäden am Gleis bereits in einem sehr frühen Zustand zu erkennen. Damit wird die Voraussetzung für eine kostengünstige und schnelle Instandsetzung geschaffen, so dass der Bahnverkehr durch die notwendigen Bauarbeiten weniger beeinträchtigt und effizienter wird.



## Reaktivierung von Eisenbahnstrecken

Um die Klimaziele zu erreichen, soll auch der öffentliche Schienenverkehr gestärkt werden. Der Neubau von Eisenbahnstrecken ist langwierig und teuer. Deshalb kommt der Reaktivierung von einstmals vorhandenen Strecken eine große Bedeutung zu. Als Voraussetzung dafür werden komplexe Konzepte unter Berücksichtigung der technischen, verkehrlichen, umweltbezogenen und finanziellen Aspekte erstellt.



---

### Entwicklung standardisierter Bewertungsverfahren für den ÖPNV

Der Ausbau des ÖPNV in den Ballungsräumen und im ländlichen Raum ist eine staatliche Aufgabe im Rahmen der allgemeinen Daseinsvorsorge und deshalb stets auf eine Kofinanzierung durch öffentliche Mittel angewiesen. Die Berechtigung zur Inanspruchnahme dieser öffentlichen Mittel ist jedoch an den Nachweis gebunden, dass der monetarisierte Nutzen, z. B. durch verringerte Umweltbelastungen, den Betrag der öffentlichen Mittel mindestens erreicht. Die gesetzlich verankerten formalen Bewertungsverfahren ermöglichen diesen Nachweis in objektiver Form.



---

### Neue Verkehrsträger für den ÖPNV

Die dichte Siedlungsstruktur in den Ballungsräumen setzt dem weiteren Ausbau des ÖPNV Grenzen. Daher wird gegenwärtig auch der Einsatzmöglichkeit neuer Verkehrsträger, wie z. B. Seilbahnen, verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet. Neben den örtlich spezifischen Bedingungen ist es wichtig, Standards bezüglich der Gestaltung neuer Verkehrssysteme sowie deren Einbindung in die bestehenden Verkehrssysteme zu erarbeiten, so dass die beabsichtigten verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungen nachweisbar erreicht werden können.



# **Wasser, Umwelt- und Biosysteme**

Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig  
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS),  
Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung (IWS-LH2)

Dr.-Ing. Glykeria Duelli  
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und und Abfallwirtschaft (ISWA),  
Abteilung Multiskalige Umweltverfahrenstechnik

Prof. Dr. rer. nat. Sara Kleindienst  
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und und Abfallwirtschaft (ISWA)  
Abteilung Umweltmikrobiologie

Prof. Dr.-Ing. Silke Wieprecht  
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS)  
Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft

Hydrosystem Untergrund, Grundwassermanagement, Kohlendioxid, Klimafolgen

„Ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen im Hydrosystem Untergrund erfordert ein gutes Prozessverständnis und prognosefähige Simulationsmodelle.“



**Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig**  
Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung (IWS-LH2)

**Pfaffenwaldring 61**  
**70569 Stuttgart**

● [www.iws.uni-stuttgart.de/lh2/](http://www.iws.uni-stuttgart.de/lh2/)

# ● ● Das Hydrosystem Untergrund und Herausforderungen durch Klimawandel und Energiewende

## Simulationsmodelle für Prognosen, Planung und besseres Prozessverständnis

Am Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung wird überwiegend Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Modellierung von Strömungs- und Transportprozessen in porösen Medien betrieben.

Das bedeutendste Anwendungsgebiet ist der natürliche Untergrund, der im Zuge der eingeläuteten Energiewende verstärkt genutzt werden soll, der aber auch durch Folgen des Klimawandels und der Industrialisierung insbesondere hinsichtlich nachhaltiger Wasserressourcen und Landwirtschaft beeinträchtigt wird. Der Lehrstuhl entwickelt Simulationen für verschiedene Ingenieurfragestellungen aus dem Bereich Wasser und Umwelt. Eine wichtige Rolle spielen dabei auch die Kopplung zwischen verschiedenen Hydrosystemkompartimenten und der Brückenschlag zwischen Daten und Hydrosystemmodellen.

Die Forschung am Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung ist intensiv in große Forschungsverbünde (Exzellenzcluster, Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs) eingebunden und dadurch eng mit einer Vielzahl von internationalen Partnerinstitutionen verzahnt. Auf diese Weise kann Forschung an Nachhaltigkeitsthemen auch ein perfektes Umfeld für den wissenschaftlichen Nachwuchs bieten.

## Klimawandel und Energiewende

- **Klimafolgen:**
  - Nachhaltige Bewirtschaftung von Wasserressourcen bei Extremereignissen: **TrinkXtreme**
  - Austrocknung und Versalzung von Böden, Internationale Partnerschaften: siehe separater Beitrag von SFB 1313
- **Energiewende und Untergrund:**
  - CO<sub>2</sub> und Untergrund – CCS und Karstforschung (Karstforschung ist auch Klimaforschung):
  - Verstärkte Nutzung des Untergrunds im Kontext der Energiewende, Springer Buch Scheer et al.

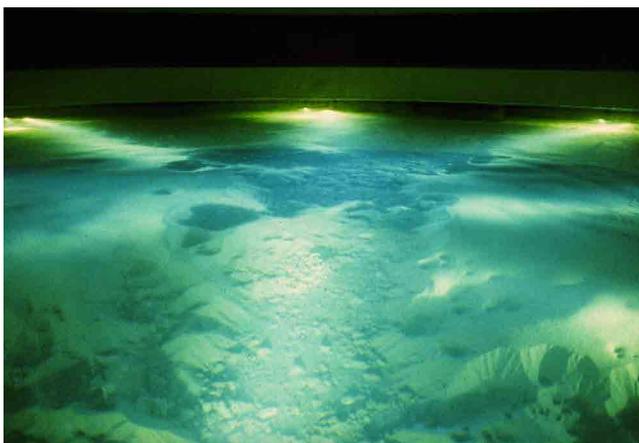


# Das Hydrosystem Untergrund

## Herausforderungen durch Klimawandel und Energiewende

### TrinkXtreme - Anpassungsstrategien der öffentlichen Trinkwasserversorgung an Extremereignisse

Im Fokus dieses Verbundprojekts, gefördert vom BMBF, stehen hydrologische Extremereignisse, welche die öffentliche Trinkwasserversorgung vor zunehmende Herausforderungen stellen. Vor dem Hintergrund der Klimaprojektionen bis zum Jahr 2100 besteht ein erheblicher Handlungsdruck zur Sicherung der Trinkwasserversorgung. Forschungsbedarf besteht beispielsweise bei der besseren Vorhersage von Extremereignissen hinsichtlich deren Auswirkungen auf das Rohwasserdargebot. Am Beispiel eines vorhandenen numerischen Grundwassermodells soll dessen Prognosefähigkeit mittels Datenanalyse, Kalibrierung und Datenassimilation verbessert werden. Zukünftig sollen kontinuierlich reale Messwerte in das Modell integriert werden, um dieses fortlaufend anzupassen. Das Ziel ist es, dass das numerische Grundwassermodell die Realität genauer abbildet und daraus eine verbesserte Grundlage für das nachhaltige Management der Grundwasserressourcen resultiert.



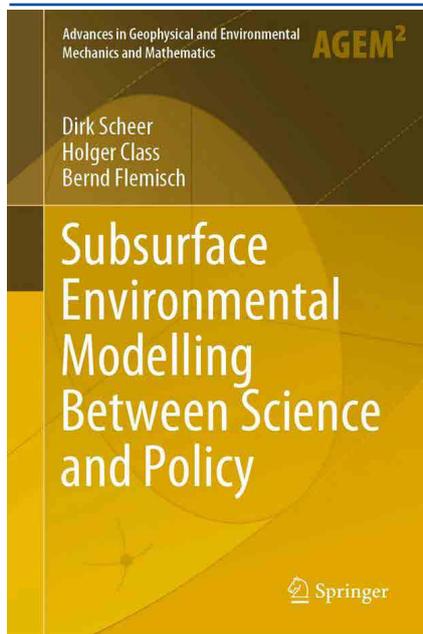
Brunnenquelle

### Subsurface Environmental Modelling Between Science and Policy

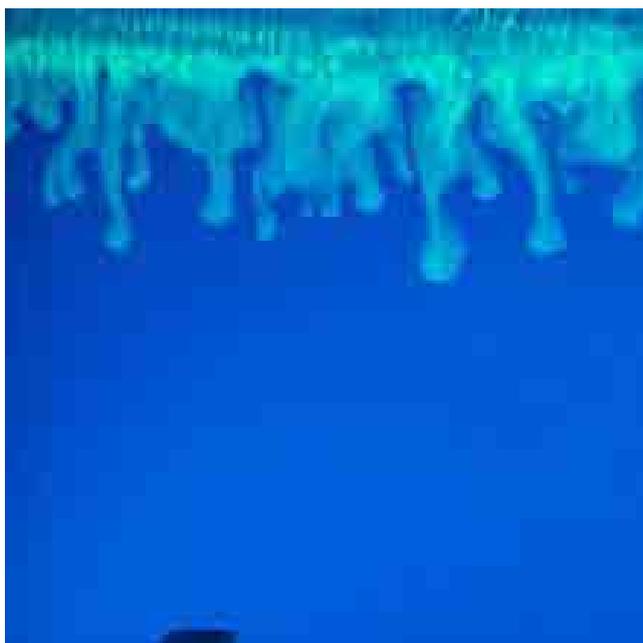
Dieses kürzlich fertiggestellte Buchprojekt fasst Forschungsarbeiten an der Schnittstelle von Natur-/Ingenieur- und Sozialwissenschaften zusammen, die sich im Kontext der Energiewende mit einer verstärkten Nutzung des Untergrunds befassen.

Mit einer neu konzipierten nachhaltigen Energieversorgung geht die Entwicklung verschiedener Technologien einher, die Auswirkungen im Untergrund und auf die damit verbundenen Schutzgüter haben, z.B. auf das Grundwasser als Trinkwasserressource. Die Nutzung geothermischer Energie, die Speicherung von CO<sub>2</sub> im Untergrund, die Speicherung von Energie im Untergrund, die Endlagerung kerntechnischer Abfälle oder die Gewinnung von Erdöl/Erdgas sind allesamt mit Risiken verbunden, die einerseits von hoher gesellschaftlicher – und damit politischer – Relevanz sind, und die andererseits nur mit Hilfe von hochkomplexen Simulationsmodellen abschätzbar sind.

Im Buch werden partizipative Ansätze diskutiert, die die Einbindung von Entscheidungsträgern und Interessensvertretern in die verschiedenen Abschnitte eines Modellierungsprozesses ermöglichen sollen. Neben einer verbesserten Akzeptanz kann dies vor allem der Transparenz dienen.



Scheer, D., Class, H., Flemisch, B.: Subsurface Environmental Modelling Between Science and Policy, Springer, 2021



CO2-fingering

## CO2 im Untergrund - CO2-Speicherung und CO2 als Triebkraft von Verkarstung

Kohlendioxid ist das klimarelevanteste Treibhausgas. Am Lehrstuhl wird seit vielen Jahren an der Entwicklung von Simulationsmodellen gearbeitet, um Strömungs- und Transportprozesse bei der Speicherung von CO<sub>2</sub> in tiefen geologischen Formationen zu beschreiben. Auf diesem Gebiet sind wir immer wieder auch in internationalen Benchmark- und Modellvergleichsstudien führend aktiv, aktuell im Rahmen der „FluidFlower“-Studie, bei der Modellierergruppen ihre Arbeiten mit experimentellen Ergebnissen aus einer großskaligen Laborskala vergleichen und abstimmen können.

CO<sub>2</sub> ist nicht nur ein Treibhausgas, es ist auch der wichtigste Antrieb für Verkarstungsprozesse. Im Rahmen von zwei aktuell von der DFG geförderten Forschungsprojekten (Projektnummern 390740016 und 508470891) arbeiten wir gemeinsam mit dem Deutschen GeoForschungsZentrum Potsdam und ehrenamtlichen Höhlenforschern an einer Ergänzung bestehender Verkarstungstheorien. Im Wesentlichen geht es darum, dass konvektiv verstärktes Einlösen von CO<sub>2</sub> in Karstwasser – ein Prozess, der aus der zuvor erwähnten geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> bestens bekannt ist – in der Verkarstungstheorie bislang vollkommen unerwähnt ist. In diesem Kontext gehen wir auch Hinweisen nach, dass dieser Prozess für CO<sub>2</sub>-Budgetmodelle (Klimamodelle) von Relevanz sein kann.



## **Innovative und nachhaltige Prozesse**

- **Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse (AMAREX)**
- **Biowaste to products (BW2Pro)**
- **Rural Urban Nutrient Partnership (RUN)**
- **Kommunales Abwasser als Rohstoff-Quelle, Gewinnung von Bioplastik und Wasserstoff aus kommunalem Abwasser (KoalAplan)**

# • • Ökologische und wirtschaftliche Lösungsansätze der Umweltverfahrenstechnik auf molekularer und makroskopischer Ebene

## Integration naturwissenschaftlicher Grundlagen in eine innovative und nachhaltige Ingenieurpraxis

Die Abteilung Multiskalige Umweltverfahrenstechnik beschäftigt sich mit der Erforschung von Methoden, der Entwicklung von Verfahren und der Implementierung von Technologien zur Lösung umwelttechnisch relevanter Herausforderungen. Dabei decken wir im gesamten Technologieentwicklungsprozess den Labormaßstab, den Pilotmaßstab und den großtechnischen Maßstab ab.

Die Multidisziplinarität unserer Abteilung ermöglicht uns in enger Zusammenarbeit mit den anderen Abteilungen des ISWA, Forschung auf den Gebieten der Ressourceneffizienz, des Klimawandels und der Energiewende zu betreiben. Dabei sind uns Themen wie bspw. der Zusammenhang von Niederschlagsintensität und Überflutungen bzw. Wassermangel, die energetische Optimierung von Wasserversorgungs- und Abwasserbehandlungsanlagen, Ressourcenmanagement und Recycling, bioökonomische Fragestellungen und Emissionen von Treibhausgasen besonders wichtig.

**Selektives Ressourcenrecycling, Klimawandel, Energiewende**

„Die Entwicklung nachhaltiger Verfahren zu Bewältigung der Umweltauswirkungen des Klimawandels und der Ressourcenknappheit erfordern grundlegendorientierte Forschung um die komplexen Systeme zu verstehen.“



**Dr.-Ing. Glykeria Duelli**  
Professurvertreterin und  
Leiterin der Abteilung  
Multiskalige Umweltverfahrenstechnik,  
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA)  
Bandtäle 2  
70569 Stuttgart

● [www.iswa.uni-stuttgart.de](http://www.iswa.uni-stuttgart.de)

# Ressourceneffizienz, Klimawandel, Energiewende, Optimierung von Wasserversorgungs- und Abwasserreinigungsanlagen

## Rural Urban Nutrient Partnership (RUN)

In RUN werden praxistaugliche, auf ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Nachhaltigkeit geprüfte Technologien entwickelt, um Bioreststoffe und Teile des Abwassers aus Siedlungen aufzubereiten und in sichere Design-Düngemittel, recycelte Plastikfolien oder Pflanzenkohle für die Landwirtschaft zu verwandeln.

Das Zusammenspiel nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktion mit zukunftsorientiertem Konsumverhalten städtischer Bewohner\*innen wird erforscht.

Adressierte SDG: 9, 11, 12, 13

## Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse (AMAREX)

In AMAREX werden Möglichkeiten zur Anpassung des Regenwassermanagements an die zunehmenden Extrembelastungen Starkregen und Trockenheit als Schlüsselbeitrag zur Klimafolgenanpassung entwickelt. Zusätzlich wird der beeinträchtigte urbane Wasserhaushalt als zentraler Bewertungsindikator für Wasserextreme überprüft. Durch Regenwassernutzung, ortsnahe Versickerung und Verdunstung sollen vor allem hohe und schnelle Regenwasserabflüsse verringert oder vermieden werden. Positive Effekte der RWB sind eine verbesserte Grundwasserneubildung und die Reduktion von Hitzestress durch Verdunstungskühle.

Adressierte SDG: 9, 11, 13



Erklärvideo: <https://www.youtube.com/watch?v=8sDk6Mh8038>

Das RUN-Projekt als Comic:

[https://www.run-projekt.de/\\_files/ugd/8f17f4\\_126ac03ce60d417db0466302a080b4f0.pdf](https://www.run-projekt.de/_files/ugd/8f17f4_126ac03ce60d417db0466302a080b4f0.pdf)

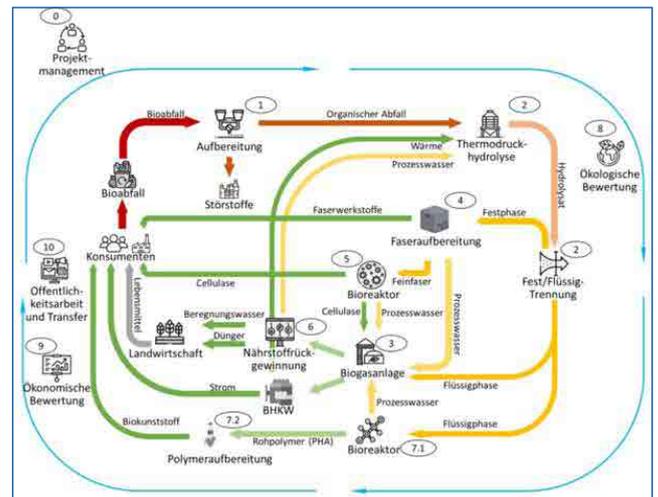
## Biowaste to products (BW2Pro)

Das Projekt Biowaste to products (BW2Pro) leistet einen positiven Beitrag zur Klimaneutralität, indem Bioreststoffe als wertvoller Rohstoff einer möglichst hochwertigen stofflichen Nutzung zugeführt wird.

Ein bestehende Bioreststoffverwertungsanlage zur dezentralen Bioraffinerie mit der Möglichkeit der Gewinnung von Sekundärrohstoffen und Endprodukten erweitert werden soll.

Mittels der Bioraffinerie sollen vier hochwertige Sekundärrohstoffe (Fasern, Cellulasen, Polyhydroxyalkanoate und Biogas) sowie zwei fertige Produkte (bioabbaubare Pflanztöpfe und Dünger) hergestellt werden.

Adressierte SDG: 9, 11, 12, 13





## Umweltmikrobiologie - ein Baustein für Gewässer und Böden

- Mikrobieller Abbau von Rohölbestandteilen im Meerwasser
- Einfluss von glyphosathaltigen Herbiziden auf Mikroorganismen, Biogeochemische Zyklen und Ökosysteme.
- Transformation von Nitrat im Grundwasserleiter. SDG 6

# • • Mikrobielle Ökologie, Umwelt-„Omics“ und Biogeochemie

## Umwelt, Wasser und Biosysteme

Die Abteilung für Umweltmikrobiologie unter der Leitung von Prof. Dr. Sara Kleindienst arbeitet in den Bereichen der Mikrobiellen Ökologie, Umwelt-„Omics“ und Biogeochemie und leistet wichtige Beiträge zur Nachhaltigkeitsforschung der Themen Umwelt, Wasser und Biosysteme.

Ein Forschungsschwerpunkt ist der mikrobielle Schadstoffumsatz in der Umwelt. Aktuelle Forschungsprojekte in diesem Bereich befassen sich mit dem mikrobiellen Abbau von Kohlenwasserstoffen im Meer, untersuchen den mikrobiellen Abbau von Glyphosat in landwirtschaftlich genutzten Böden und erforschen den mikrobiellen Nitratumsatz im Grundwasser.

Außerdem untersuchen wir die Wechselbeziehungen zwischen mikrobiellen Aktivitäten und biogeochemischen Kreisläufen und ermitteln Umweltfaktoren, die die mikrobiellen Aktivitäten beeinflussen. Hierfür nutzen wir eine Kombination aus Feldarbeiten, kontrollierten Laborexperimenten und Kultivierung, und wir setzen modernste Techniken ein (z.B. Metagenomik, Metatranskriptomik und Metaproteomik), um mikrobielle Schlüsselorganismen innerhalb verschiedener mikrobieller Gemeinschaften zu identifizieren und zu isolieren, Stoffwechselwege zu entschlüsseln und das Vorkommen von Schadstoffen in der Umwelt zu verstehen.

Unsere Arbeit leistet wichtige Grundlagen zur Optimierung mikrobieller Prozesse für den Umweltschutz.

**Mikrobieller Abbau von Schadstoffen und Einfluss von Schadstoffen auf Ökosysteme, Optimierung von mikrobiellen Prozessen zum Schadstoffabbau**

**„Mikroorganismen haben einzigartige Fähigkeiten! Wir müssen verstehen, wie sie funktionieren und was sie brauchen um sie gezielt für den Umweltschutz und für einen nachhaltigeren Planeten einsetzen zu können!“**



**Prof. Dr. rer. nat.  
Sara Kleindienst  
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA)  
Bandtäle 2  
70569 Stuttgart**

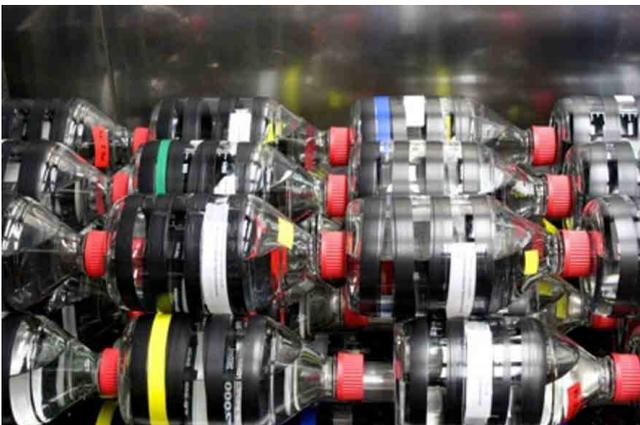
• [www.iswa.uni-stuttgart.de](http://www.iswa.uni-stuttgart.de)

# Mikrobielle Ökologie, Umwelt-„Omics“ und Biogeochemie

## Umwelt, Wasser und Biosysteme

### Mikrobieller Ölabbau im Meer

Öleinträge in die Ozeane (schätzungsweise 1500 Millionen Liter pro Jahr weltweit) führen zu einer Umweltverschmutzung von globaler Bedeutung, da Öl gefährliche Verbindungen wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe enthält, die toxische oder mutagene Wirkungen auf lebende Organismen haben können. Die Quellen des anthropogenen Öleintrags in die Ozeane sind dabei recht vielfältig und reichen von relativ gut untersuchten „großskaligen Verschmutzungsereignissen“ (z.B. massive Ölverschmutzungen wie die Deepwater Horizon Ölkatastrophe) bis hin zu eher schlecht erforschten „kleinskaligen Verschmutzungsereignissen“ (z.B. durch Schiffe, Flüsse und Abflüsse). Trotz des großen Ausmaßes des Öleintrags durch die so genannten kleinskaligen Verschmutzungsereignisse sind die Raten des Kohlenwasserstoffabbaus, die ratenbeeinflussenden Faktoren, die Identität der mikrobiellen Ölabbauer und die Stoffwechselwege für den Kohlenwasserstoffabbau noch weitgehend unbekannt. In dem von der DFG geförderten Emmy Noether-Forschungsprojekt gehen wir diese offenen Fragen an, um unser derzeitiges Verständnis des biologischen Ölabbaus bei kleinskaligen Verschmutzungen im Ozean erheblich zu verbessern.



Im Labor simulierte Ölverschmutzung mit Meerwasser aus dem Golf von Mexiko. Foto: Sara Kleindienst.

### Mikrobieller Nitratabbau in einem Grundwasserleiter

Grundwasser ist eine wichtige Trinkwasserquelle. Die Anwendung von Düngemitteln in Regionen mit hoher landwirtschaftlicher Aktivität führt jedoch zu einer Verunreinigung des Grundwassers mit Nitrat. Die Nitratkonzentrationen im Grundwasser können durch denitrifizierende Mikroorganismen, die verschiedene Zonen des Grundwasserleiters besiedeln, verringert werden. Über die mikrobiellen Denitrifizierer in Grundwasserleitern ist jedoch noch wenig bekannt. In Zusammenarbeit mit einem multidisziplinären Team von Wissenschaftlern untersuchen wir Nitrat-Umsetzungsprozesse im anoxischen Grundwasserleiter der Ammer und der Bronnbachquelle (Südwestdeutschland). Anhand von Grundwassermessstellen und durch die Entnahme von Urgesteinsproben im Rahmen einer Bohrkampagne konnten wir eine große Anzahl von Mikroorganismen nachweisen, die das Potenzial haben, die Oxidation von Eisen und Schwefel mit der Reduktion von Nitrat zu verbinden. Insgesamt deuten unsere interdisziplinären Ergebnisse darauf hin, dass der Nitratabbau im Grundwasser durch eine Reihe von mikrobiell angetriebenen Redoxtransmutationsprozessen erfolgt.



Bohrung am Probenahmeort in der Nähe von Baisingen (Einzugsgebiet der Bronnbachquelle, Südwestdeutschland). Foto: Natalia Jakus.

### Mikrobieller Glyphosat-Abbau

Glyphosat ist ein Herbizid, das weltweit zur Unkrautbekämpfung in verschiedenen Industriezweigen eingesetzt wird, z.B. bei der Räumung von Bahnstrecken oder in privaten Gärten. Der Hauptanwender von Glyphosat ist jedoch die Landwirtschaft, zumal viele Kulturpflanzen gentechnisch so verändert wurden, dass sie dem Einsatz von Glyphosat widerstehen. Trotz des weltweiten Einsatzes sind die Auswirkungen von Glyphosat auf die Mikroorganismen, die die landwirtschaftlichen Böden bevölkern, noch weitgehend unbekannt. Stört Glyphosat einen der wichtigsten Prozesse, die von Bodenmikroorganismen durchgeführt werden, wie etwa den Stickstoffkreislauf? Tragen Bodenmikroorganismen zum Abbau von Glyphosat bei, um seine Persistenz in der Umwelt zu verringern? Ist Glyphosat für die Mikroorganismen, die es abbauen können, überhaupt zugänglich? Um diesen Fragen nachzugehen, untersuchen wir sowohl mikrobielle Reinkulturen als auch mikrobielle Bodengemeinschaften im Labor und in der Umwelt. Wir untersuchen, wie diese Mikroorganismen mit Glyphosat interagieren, indem wir molekularbiologische Techniken in Verbindung mit chemischen Daten einsetzen und die Ergebnisse in Bezug auf Umweltprozesse analysieren.

### Auswirkungen von Tensiden bei der Anwendung von Glyphosat

In einem neuen, vom ERC finanzierten, Projekt gehen wir einen völlig neuen Weg und fokussieren auf die Auswirkungen von Tensiden bei der Anwendung von Glyphosat. Tenside sind der zweithäufigste Bestandteil von Herbizidformulierungen und werden daher in der Natur in großen Mengen ausgebracht. Obwohl die Tenside in Herbizidformulierungen als inaktiv gelten, sind die Auswirkungen der einzelnen Tensidverbindungen, Tensidmischungen und Tensid-Glyphosat-Cocktails derzeit unbekannt. Unser Ziel ist es, die Auswirkungen von Tensiden auf Mikroben, biogeochemische Kreisläufe, die Bildung von Treibhausgasen und die Umwelt im Allgemeinen zu entschlüsseln. Die im Rahmen unserer innovativen und interdisziplinären, multiskaligen Studien gesammelten Daten könnten politische Entscheidungen beeinflussen und sich somit auf die Gesundheit und die Gesellschaft auswirken.



Isolate, die Glyphosat abbauen können und aus unterschiedlichen Umwelten isoliert wurden. Foto: Katharine Thompson.

**Nachhaltige Gewässer  
durch Renaturierung,  
umweltschonende  
Nutzung, Vielfalt und  
Artenschutz**

„Naturnahe Gewässer und wirtschaftliche Nutzung müssen kein Widerspruch sein.“ Prof. Silke Wieprecht setzt sich für eine nachhaltige Gestaltung von Fließgewässern ein.



**Prof. Dr.-Ing. Silke Wieprecht**  
**Institut für Wasser- und  
Umweltsystemmodellierung (IWS)**  
**Pfaffenwaldring 61**  
**70569 Stuttgart**

# • • **Naturnahe Gewässer für eine nachhaltige Nutzung**

## **Saubere Gewässer - Grundlage des Lebens!**

Vor dem Hintergrund hydroklimatischer Extremsituationen erforschen wir Sicherheits- und Qualitätsaspekte als Aufgaben des Wasserbaus, der Wasserwirtschaft und der Fließgewässerökologie.

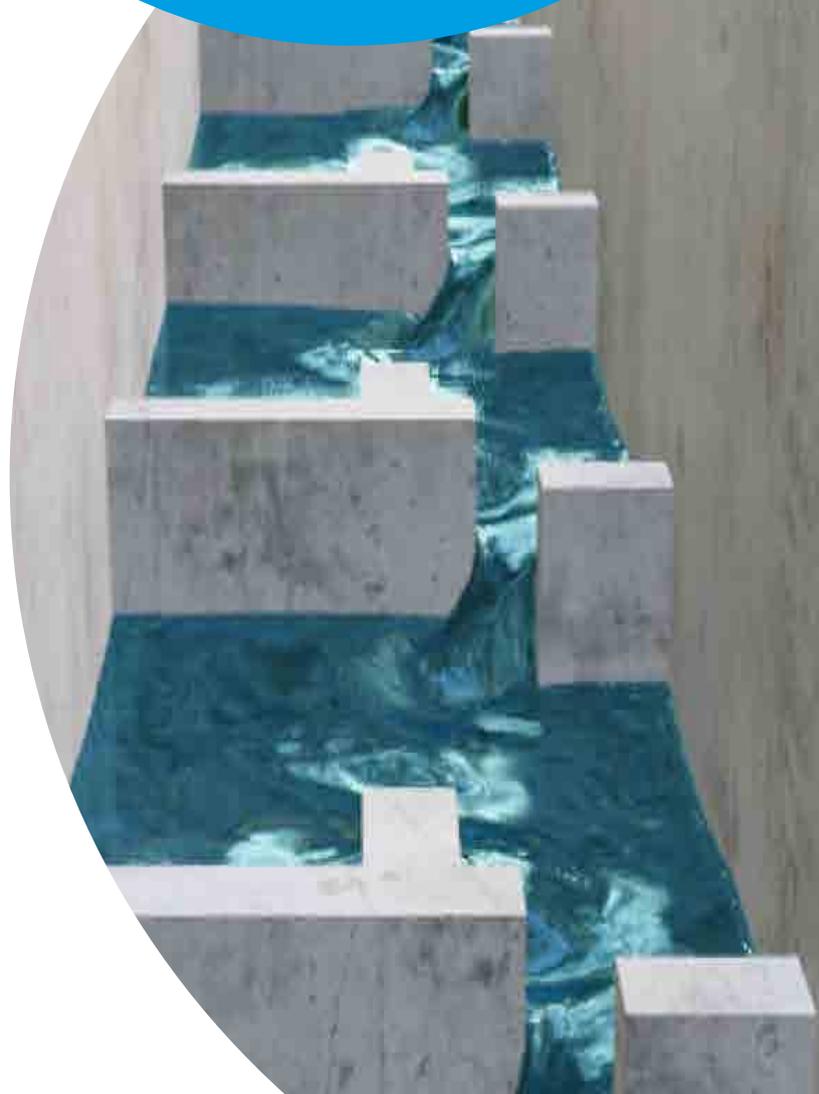
Für den Erhalt und die Wiederherstellung eines gesetzlich anvisierten guten ökologischen Zustands der fließenden Oberflächengewässer in Europa erforschen wir Interaktionen zwischen Wasser und Sedimenten. Dabei adressieren wir auch die Hochwassersicherheit und Dürresistenz fluvialer Ökosysteme als Herausforderungen hydroklimatischer Extremsituationen.

Wir planen außerdem zukunftsfähige nachhaltige Bauwerke zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien und zur Stabilisierung der Energieversorgung unter Berücksichtigung ökologischer und sozioökonomischer Rahmenbedingungen. Mit Modellversuchen und Felddatenerhebungen behandeln wir spezifische Fragestellungen und schaffen Datengrundlagen für komplexe numerische Studien von Flüssen und Stauräumen. Daraus resultieren Prognosemodelle, welche die Auswirkungen von ingenieurtechnischen Maßnahmen beschreiben und quantifizieren können. Die Prognoseergebnisse können auch zur Untersuchung der Auswirkungen von Klimawandelszenarien herangezogen werden.

Diese Forschungsschwerpunkte werden durch grundlagenorientierte Forschung zum Prozessverständnis und Wirkmechanismen als auch durch anwendungsorientierte Forschungsprojekte in Kooperation mit Industriebetrieben, Verwaltungsbehörden und Ingenieurbüros untersucht.

## Forschung für eine naturnahe Gewässernutzung

- **eConnect: Hydro-morphodynamische Konnektivität und Ökosystementwicklung in einer Welt im Wandel**
- **DIRT-X: Evaluating sediment Delivery Impacts on Reservoirs in changing climate and society aCROSS scales and sectors**
- **ALPHEUS: Augmenting grid stability through Low-head Pumped Hydro Energy Utilization & Storage**
- **Entwicklung eines holistischen und nachhaltigen Sedimentmanagementkonzepts für den Inn**



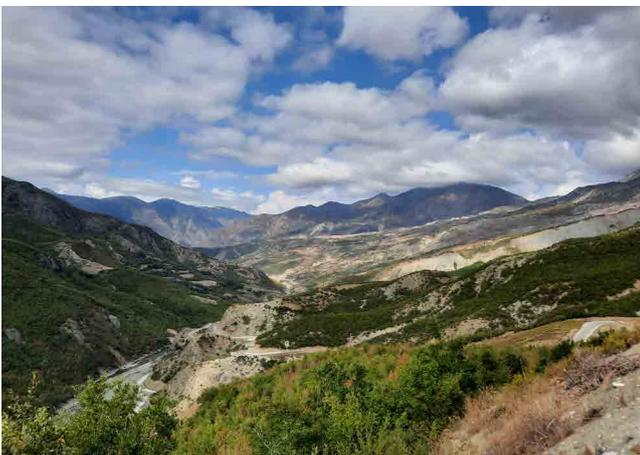
# Fließgewässer naturnah und wirtschaftlich

## Ökologische Gewässerkunde, Renaturierung, Artenvielfalt

### DIRT-X: Evaluating sediment Delivery Impacts on Reservoirs in changing climate and society across scales and sectors

Künstliche Stauseen sind ein essenzieller Bestandteil der modernen Infrastruktur und dienen der Trinkwasserversorgung, Bewässerung und Erzeugung von Strom aus Wasserkraft. Werden Flüsse durch Dämme aufgestaut nimmt deren Fließgeschwindigkeit ab, was zu einer Anlandung von Sedimenten im Stausee führt. Diese Ablagerungen reduzieren das Speichervolumen und gefährden dadurch die Versorgungssicherheit und den nachhaltigen Betrieb des Stausees.

Die Universität Stuttgart hat als Teil eines interdisziplinären Konsortiums im Rahmen des EU-Projekts DIRT-X Modelle zur Vorhersage der Bodenerosion im Einzugsgebiet sowie numerische 3D-Modelle zur Vorhersage der Stauraumverlandung entwickelt. Durch die Einbindung verschiedener Klimamodelle und Landnutzungsprojektionen können die Auswirkungen des globalen Wandels auf die Stauraumverlandung und die damit verbundenen Unsicherheiten quantifiziert werden. Die Verwendung von öffentlich zugänglichen Satellitendaten und Klimamodellen ermöglicht es die entwickelten Methoden in unterschiedlichen Einzugsgebieten anzuwenden.



### AMSTEL Akkumulation von Mikroplastik in Speichern und Stauhaltungen - Eine unterschätzte Gefahr?

In der heutigen Zeit sind synthetisch erzeugte Kunststoffe aufgrund ihrer universellen und vielfältigen Einsetzbarkeit für die moderne Gesellschaft unverzichtbar geworden. Gleichzeitig stellt die Verschmutzung der Meere, aber auch unserer Süßwasser-Ökosysteme, durch Kunststoff ein immer größer werdendes Problem dar und resultiert in äußerst negativen Auswirkungen auf die aquatische Ökologie. Wird das Fließverhalten von Flüssen aufgrund von anthropogenen Einflüssen gestört, sinken diese Partikel ab und akkumulieren. Stauhaltungen sind daher Senken für Sedimente, Schadstoffe und Mikroplastik.

Ziel des Projektes AMSTEL ist es, anhand ausgewählter Stauräume grundlegende Erkenntnisse, einerseits zum Vorkommen und andererseits zu den Auswirkungen von Mikroplastik auf die Sedimentablagerungen, zu gewinnen. Dieses neu generierte Wissen bildet die Basis, um eine Risikobewertung bezüglich einer möglichen Resuspension von Sedimenten und Mikroplastik durchzuführen.



### Hydro-morphodynamische Konnektivität und Ökosystementwicklung in einer Welt im Wandel (eConnect)

Der globale Wandel hat viele Ökosysteme der Erde beeinflusst und ihre natürliche Komplexität fragmentiert. Emblematisch zeugen die Ökosysteme des Gelben Flusses in China und des Rheins in Deutschland von dieser Entwicklung. Es ist zu erwarten, dass der globale Wandel in den kommenden Jahrzehnten den Stress auf diese und ähnliche fluviale Ökosysteme weiter verstärken wird. Um diesen Folgen entgegenzutreten fördert die DFG ein Projekt zwischen der Universität Stuttgart und der chinesischen North China Electric Power University (NCEPU), sowie der Yantai University (YTU) mit dem Titel „Hydro-morphodynamische Konnektivität und Ökosystementwicklung in einer Welt im Wandel“. Das chinesisch-deutsche Partnerprojekt zielt darauf ab ein Algorithmen-basiertes, wissenschaftliches Modell für die ökologisch funktionale Vernetzung fluvialer Ökosystemen zu entwickeln, dass den Bedürfnissen der Ökologie und der Gesellschaft vor dem Hintergrund des globalen Wandels gerecht wird. Zu diesem Zweck werden kombinierte hydrologische Vernetzungsaufbesserungen und morphologische Anpassungen parametrisch und systematisch analysiert.



### ALPHEUS, Augmenting grid stability through Low-head Pumped Hydro Energy Utilization & Storage

Die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien in das europäische Stromnetz erfordert den parallelen Ausbau von dezentralen Speichermöglichkeiten, um einen stabilen Netzbetrieb zu garantieren. In europäischen Ländern mit flacher Topographie können Pumpspeicher, die für niedrige Fallhöhen optimiert sind eine vielversprechende Lösung darstellen. Im Rahmen des ALPHEUS Projekts werden daher nachhaltige und resiliente Anlagenkonzepte und Betriebsweisen unter Verwendung von für diesen Anwendungsfall optimierten reversiblen Pumpenturbinen entwickelt. Somit werden insbesondere für Küstenregionen mit niedrigen Wasserhöhen wirtschaftliche Konzepte zur Stromspeicherung und damit zur Stabilisierung des europäischen Stromnetzes erforscht.

Das Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ unter dem Förderkennzeichen 883553 gefördert





„Ziel des Exzellenzclusters ist es, das volle Potenzial digitaler Technologien zu nutzen, um das Planen und Bauen in einem integrativen und interdisziplinären Ansatz neu zu denken und damit wegweisende Innovationen für das Bauschaffen zu ermöglichen. Durch einen systematischen, ganzheitlichen und integrativen computerbasierten Ansatz sollen die methodischen Grundlagen für eine umfassende Modernisierung des Bauschaffens gelegt werden.“

**Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff**  
**Prof. Dr.-Ing. Arch. Lucio Blandini**  
**Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht**  
**Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann**  
**Prof. Dr.-Ing. Philip Leistner**  
**Prof. Dr.-Ing. Werner Sobek**

## **Exzellenz-Cluster**

- **IntCDC, EXC 2120**  
**„Integratives computerbasiertes  
Planen und Bauen für die Architektur“**





## **Sonderforschungsbereiche (SFBs)**

- **1244: Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen**
- **1313: Grenzflächengetriebene Mehrfeld-Prozesse in Porösen Medien – Strömung, Transport und Deformation**

# Adaptive Hüllen und Strukturen

## SFB 1244

Teilprojekte im Bereich der adaptiven Hüllen und Strukturen:

- A01 – Entwicklung von Methoden und integralen Prozessen für die Planung adaptiver Bauwerke
- A04 – Formfindung, Strukturoptimierung und Systemoptimierung von Flächentragwerken
- A05 - Systemkonzepte und Planungsmethoden für bauphysikalische Auslegung und Betrieb von adaptiven Gebäuden
- A06 – Integration aktiver Elemente in Stabtragwerke
- A07 – Entwurf und Analyse einer anpassungsfähigen kinetischen Hülle zur Optimierung der Lichtverhältnisse und zur Reduktion der Strahlungseinträge in den Stadtraum
- B01 – Charakterisierung, Modellierung und Reduktion
- B03 – Methoden und Technologien für ausfallsichere adaptive Tragwerke
- C02 – Integrierte Fluidaktoren
- C05 – Bauphysikalisch adaptive Fassadenelemente
- C07 – Adaption von Brücken: Erhöhung der Dauerhaftigkeit und Optimierung der Steifigkeit
- D02 – Ganzheitliche Bilanzierung von adaptiven Hüllen und Strukturen



# • • Sonderforschungsbereich 1244: Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen

## Adaptive Strukturen ermöglichen bis zu 70% Ressourceneinsparung beim Bau durch den Einsatz aktueller Aktorik und Sensorik

Seit Januar 2017 gehen vierzehn Institute der Universität Stuttgart in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit der Frage nach, wie angesichts einer wachsenden Weltbevölkerung und schrumpfender Ressourcen künftig mehr Wohnraum mit weniger Material geschaffen werden kann. Ziel des SFB 1244 ist es, für das Bauwesen Antworten auf die drängenden ökologischen und sozialen Fragen unserer Zeit zu finden. Das Bestreben ist die Energie-, Material- und Emissionsbilanz von Tragwerk und Fassade während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes durch die Adaptivität zu optimieren. Es geht dabei um die Entwicklung einzelner (Bau-)Komponenten, als auch um deren Einbindung in das Gesamtsystem.

In Rahmen des SFB 1244 wurde das weltweit erste adaptive Hochhaus, D1244, entwickelt. Das Besondere an diesem Demonstrator, ist die Integration von aktiven Elementen in die Tragstruktur und die Fassade.



*Adaptives Hochhaus D1244*

© ISYS/ILEK/SFB1244/Universität Stuttgart | Quelle: YouTube



**Prof. Dr.-Ing. M. Arch. Lucio Blandini**  
Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren



**Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Bischoff**  
Institut für Baustatik und Baudynamik



**Prof. Dr.-Ing. Philip Leistner**  
Institut für Akustik und Bauphysik



**Prof. Dr.-Ing. Werner Sobek**  
Institut für Leichtbau, Entwerfen und Konstruieren

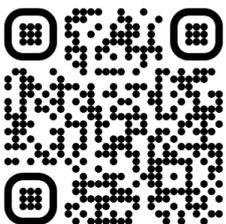
**Poröse Medien, Versalzung  
von Böden, Energiespei-  
cherung, Biomineralisie-  
rung**



**Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig**  
Institut für Wasser- und Umwelt-  
systemmodellierung (IWS)  
Lehrstuhl für Hydromechanik und  
Hydrossystemmodellierung



**Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb**  
Institut für Mechanik (MIB)  
Lehrstuhl für Kontinuums-  
mechanik



Porous media are everywhere – the re-  
search of SFB 1313

# • • Sonderforschungs- bereich 1313: Grenz- flächengetriebene Mehrfeld-Prozesse in Porösen Medien – Strömung, Transport und Deformation

## Nachhaltigkeit ist tief verwurzelt in porösen Medien

Der Sonderforschungsbereich (SFB) 1313 bearbeitet mit insgesamt zehn Instituten der Universität Stuttgart und in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich seit Januar 2018 ein Forschungsgebiet, das sich mit Grenzflächen in porösen Medien beschäftigt.

Poröse Medien sind überall vorzufinden: Im natürlichen Untergrund ebenso wie in vielen technischen, biologischen und ökologischen Systemen. In vielen Fällen spielt die Dynamik von Grenzflächenprozessen zwischen Fluiden und Fluiden bzw. Fluiden und Feststoffen eine Schlüsselrolle. In porösen Medien ist die Beschreibung solcher Prozesse durch die Komplexität der Porengeometrie erschwert und oft noch zusätzlich von Heterogenitäten und Rissen bzw. von Ausfällungen und Auflösung von Feststoffen im Porenraum beeinflusst.

Da die Arbeitsgruppen im SFB 1313 interdisziplinär zusammenarbeiten und jeweils unterschiedliche Anwendungshintergründe mitbringen, ist die Grundlagenforschung für vielfältige Bereiche relevant. So sind Klimamodelle, Brennstoffzellen, Kühlsysteme, thermische, chemische und mechanische Energiespeicherung im natürlichen Untergrund oder in technischen Systemen, die Stabilisierung brüchiger Wirbelkörper mithilfe von Knochenzement sowie die Biomineralisierung nur einige mögliche Beispiele.

A detailed microscopic view of soil particles, showing a variety of mineral grains in different colors (white, yellow, brown, grey) and shapes (angular, rounded, flake-like). The particles are densely packed, illustrating the porous nature of soil.

## **Klimafolgen für Böden und Pflanzen**

- Austrocknung von Böden und Bodenversalzung

## **Speicherung erneuerbarer Energie**

- Gasspeicherung im Untergrund
- Biomineralisierung

**Poröse Medien, Versalzung von Böden, Energiespeicherung, Biomineralisierung**

## **Weitere Forschungseinrichtungen**



- **VEGAS**  
Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung
- **Versuchsanstalt für Wasserbau**
- **KomS BW**  
Kompetenzzentrum  
Spurenstoffe Baden-Württemberg
- **LFKW**  
Lehr und Forschungsklärwerk

**Bewirtschaftung von Wasserressourcen, Wärme- und Schadstofftransport im Untergrund, Altlastensanierung**

„Um Grundwasser und Boden zu erhalten, erforschen wir nachhaltige, innovative in-situ Verfahren. Nur so können Standorte, die immer neuen Schadstoffklassen ausgesetzt sind, nachhaltig saniert werden.“



**PD Dr.-Ing. Claus Haslauer**  
Wissenschaftlicher Leiter



**Dr.-Ing. Simon Kleinknecht**  
Technischer Leiter

**Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung Pfaffenwaldring 61 70569 Stuttgart**

● [www.iws.uni-stuttgart.de/lh2/](http://www.iws.uni-stuttgart.de/lh2/)

# ● ● Sauberer Boden und sauberes Grundwasser

## **Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung in Schadstoff-Geohydrologie**

An der Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) erforschen wir Verhalten und Transportprozesse von Schadstoffen im Untergrund und entwickeln in-situ Sanierungstechnologien für komplexe, mit einer Vielzahl von Schadstoffen kontaminierten, Standorte und adaptieren diese Technologien (z.B. ISCO) um ihre Wirksamkeit zu erhöhen. In unserer bundesweit einzigartigen Versuchseinrichtung können wir Experimente von der Laborskala bis zum technologischen Maßstab in Großbehältern unter kontrollierten und realitätsnahen Bedingungen durchführen. Das erlaubt uns essentielle Parameterwerte für die Dimensionierung von Sanierungsanwendungen und für die Kalibrierung von numerischen Modellen zu ermitteln.

Am Beispiel der Schadstoffgruppe PFAS kann unsere Arbeitsweise sehr gut demonstriert werden: Bisher ist es nicht möglich, PFAS-kontaminierte Böden vor Ort effektiv zu sanieren. VEGAS entwickelt und erprobt entsprechende Sanierungstechnologien sowohl basierend auf physikalisch-chemischen Prozessen wie Sorption als auch thermischen Prozessen. Dies geschieht auf Laborskala, in Großbehältern und schlussendlich auch auf Pilotstandorten.

Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen, arbeiten wir (inter-)national mit interdisziplinären Teams zusammen.



## Forschung für nachhaltige Nutzung der Ressourcen Boden und Grundwasser sowie resiliente urbane Geohydrologie

- PFClean: Innovatives modulares System zur nachhaltigen Reduzierung von PFAS Kontaminanten aus Boden und Grundwasser
- EiCLaR: Verbesserte und innovative In-situ-Biotechnologien für die Sanierung kontaminierter Flächen
- Auswirkungen von Klimawandel auf Bodentemperatur und Wasserqualität in Trinkwasserversorgungsleitungen

**Bewirtschaftung von  
Wasserressourcen,  
Hochwasserschutz,  
Hydromorphologie,  
Stauraummanagement**

„Nur durch interdisziplinäre und holistische Ansätze kann die Komplexität von hydraulischen und morphologischen Prozessen erforscht werden“ Dr. Stefan Haun arbeitet an nachhaltigen Lösungsstrategien im Bereich des Wasserbaus und der Wasserwirtschaft.



**PD Dr. Stefan Haun  
Leiter der Versuchsan-  
stalt für Wasserbau  
Institut für Wasser- und  
Umweltsystemmodel-  
lierung (IWS)  
Pfaffenwaldring 61  
70569 Stuttgart**

# • • **Versuchsanstalt für Wasserbau**

## **Grundlagen- und anwendungsori- entierete Forschung in den Bereichen Hydraulik und Morphologie**

Komplexe hydraulische oder morphologische Phänomene sind bislang nicht in einem Umfang erforscht, der eine analytische Beschreibung dieser Prozesse zulässt. Dies ist auf die unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen der involvierten Prozesse zurückzuführen. In unserer Forschung setzen wir daher bewusst unterschiedliche Methoden ein, um Prozessen auf unterschiedlichen Skalen gerecht zu werden. Unser Schwerpunkt liegt hierbei auf der Durchführung von experimentellen Laborversuchen und auf Naturmessungen.

Die wasserbauliche Versuchsanstalt bietet mit einer Grundfläche von 1600 m<sup>2</sup> ausreichend Platz für physikalische Modellversuche zur Untersuchung von aktuellen Fragestellungen im Bereich des Wasserbaus und der Wasserwirtschaft. Das Aufgabenspektrum reicht von Grundlagenforschung über anwendungsorientierte Forschungsfragen bis hin zur praxisrelevanten Projektbearbeitung. Ein weiterer Schwerpunkt der Versuchsanstalt für Wasserbau beinhaltet die Unterstützung des Lehrbetriebs der Universität Stuttgart. Hierfür stehen zahlreiche Demonstrationsmodelle zur Verfügung, mit denen im Rahmen unterschiedlicher Lehrveranstaltungen die grundlegenden Prozesse hydrodynamischer Strömungen und des Feststofftransport veranschaulicht werden.



## Forschung für eine nachhaltige und sichere Nutzung von Wasserressourcen:

- **AMSTEL: Akkumulation von Mikroplastik in Speichern und Stauhaltungen - Eine unterschätzte Gefahr?**
- **MISTI: Hybride Strategien zur Fließgewässerrenaturierung**
- **Laboruntersuchungen zur Quantifizierung des erforderlichen Geschiebes für Renaturierungsprojekte an Flüssen**
- **Physikalische Modellversuche und numerische 3D-Modellierung zur Fischaufstiegsanlage am Hachinger Bach**





## Gezielte Spurenstoffelimination auf Kläranlagen

- Untersuchungen zur Kombination von weitestgehender Phosphor-Elimination und Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen
- Effiziente und kostengünstige Elimination von Spurenstoffen mittels Mikro-Granulataktivkohle
- Entwicklung einer Untersuchungskonzeption zur Überprüfung der Spurenstoffelimination aus Abwässern mit Ozon und Aktivkohle
- Inbetriebnahme der Ozonanlage mit nachgeschalteter Sandfiltration auf der Kläranlage Tübingen
- Untersuchungen von Synergieeffekten

# • • Kompetenz- zentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS BW)

## Die Umsetzung der Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen wissenschaftlich begleiten und durch neue Erkenntnisse beschleunigen

Das KomS wurde 2012 gegründet, um die Einführung einer Stufe zur gezielten Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen intensiv zu begleiten und voranzutreiben. Das KomS ist eine Kooperation zwischen drei unabhängigen Partnern: die Universität Stuttgart, der DWA-Landesverband Baden-Württemberg und die Hochschule Biberach und wird vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert. Die Umsetzung der Spurenstoffelimination soll im Rahmen des „Vorsorgeprinzips“ dazu beitragen, das Risiko, welches durch anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf entsteht, zu verringern. Dieses Ziel wird auch in der nationalen Wasserstrategie ausgegeben.

Das KomS führt eigene Forschungsvorhaben durch, mit dem Ziel, die angewandten Technologien fortwährend weiter zu entwickeln und zu optimieren. Der Schwerpunkt der aktuellen Förderperiode (2022-2027) ist, den Ausbau von Kläranlagen mit einer Stufe zur gezielten Spurenstoffelimination insbesondere unter dem Blickwinkel des Klima- und Ressourcenschutzes voranzubringen. Unsere Arbeit trägt aktiv dazu bei, Gewässer nachhaltig zu schützen.

**Spurenstoffelimination auf Kläranlagen umsetzen, Synergieeffekte erkennen und nutzen, Kommunikation und Wissenstransfer**

**„Bei der Umsetzung der Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen ist Baden-Württemberg weltweit Vorreiter! Diesen Prozess wissenschaftlich zu begleiten ist wichtig für einen nachhaltigen Gewässer- und Umweltschutz!“**



**Dr.-Ing. Marie Launay**  
Leiterin Kompetenz-  
zentrum Spurenstoffe  
Baden-Württemberg  
(KomS BW), Institut für  
Siedlungswasserbau,  
Wassergüte- und Abfall-  
wirtschaft (ISWA)  
Bandtäle 2  
70569 Stuttgart



**Dr.-Ing. Marie Launay, Vortrag bei  
NIVUS Wasserfachtagung 2021**

• [www.koms-bw.de](http://www.koms-bw.de)

# Synergien bei der Spurenstoffelimination auf Kläranlagen nutzen und innovative Verfahren weiterentwickeln

## Nachhaltiger Gewässerschutz

### Untersuchungen zur Kombination von weitestgehender Phosphor-Elimination und Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen

Zum Schutz der Gewässer müssen kommunale Kläranlagen zukünftig verschärfte Grenzwerte für Phosphor im Kläranlagenablauf einhalten. Diese Anforderung macht zumeist die Erweiterung der Verfahrenstechnik um eine Filtration erforderlich. Zudem ist vorgesehen weitergehende Reinigungsstufen zur Entnahme von Spurenstoffen auf kommunalen Kläranlagen zu implementieren. Hier kommen adsorptive und oxidative Verfahren in Frage. Insgesamt sind somit umfangreiche und vielfältige Investitionen auf den Kläranlagen in Baden-Württemberg notwendig.

Im Rahmen des Projekts führt das KomS intensive Messprogramme auf neun kommunalen Kläranlagen durch mit dem Ziel Synergieeffekte zwischen den beiden Reinigungszielen (Spurenstoffelimination und Phosphor-Elimination) zu identifizieren und zu bewerten. Anschließend werden Handlungsempfehlungen entwickelt die Hinweise zum effizienten und nachhaltigen Ausbau kommunaler Kläranlagen enthalten mit dem Ziel den Gewässerschutz in Baden-Württemberg zu verbessern und Ressourcen besser auszunutzen.



Sicht auf die Adsorptionsanlage, Foto: KomS

### Effiziente und kostengünstige Elimination von Spurenstoffen mittels Mikro-Granulataktivkohlen

Die Entnahme von organischen Spurenstoffen aus Abwasser mithilfe Aktivkohle ist ein etabliertes Verfahren. Eingesetzt werden zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten:

1. Die Dosierung von Pulveraktivkohle (PAK). Dabei wird fein gemahlene Pulveraktivkohle während der Abwasserreinigung zugegeben. Nach Adsorption der Spurenstoffe wird die PAK wieder entnommen und verbrannt.
2. Die Adsorption über granuliert Aktivkohle (GAK). Hier wird das Abwasser über ein Festbett aus Aktivkohle-Körnern geführt. Wenn die Adsorptionskapazität der GAK erschöpft ist, kann die Kohle reaktiviert werden.

Beide Verfahren haben spezifische Vor- und Nachteile auf. Durch den Einsatz von Mikro-Granulataktivkohle (Mikro-GAK) können jedoch die Vorteile beider Verfahren kombiniert werden. Die Mikro-GAK kann flexibel dosiert und nach Gebrauch regeneriert und erneut eingesetzt werden. Aufgrund dieser Vorteile erprobt das KomS derzeit den Betrieb einer halbtechnischen Versuchsanlage zur Spurenstoffentnahme mittels Mikro-GAK mit dem Ziel, ein weiteres effizientes und nachhaltiges Verfahren für die Spurenstoffentnahme auf kommunalen Kläranlagen zu etablieren.

### Entwicklung einer Untersuchungskonzeption zur Überprüfung der Spurenstoffelimination aus Abwässern mit Ozon und Aktivkohle

Neben den Aktivkohleverfahren sind die oxidative Elimination von Spurenstoffen mit Ozon, sowie Kombinationsverfahren (Ozon + Aktivkohle) geeignet um Spurenstoffe effektiv aus dem Abwasser zu entnehmen. Im Rahmen des Projektes wurde eine Laboranlage konzipiert und eine Methodik entwickelt, um den Betriebsmitteleinsatz der Kombination Ozon und Aktivkohle (PAK und

GAK) zu untersuchen. Die Untersuchungen wurden mit dem Abwasser des Lehr- und Forschungsklärwerks (LFKW) der Universität Stuttgart, sowie mit Abwasser der Kläranlage Donaueschingen durchgeführt, um die Übertragbarkeit der Methodik zu gewährleisten.

Zur Validierung der Ergebnisse wird aktuell eine halbertechnische Ozonanlage auf dem LFKW betrieben. Die Reinigungsleistung des Kombinationsverfahrens (Ozon + GAK) soll im Dauerbetrieb untersucht werden. Die ersten Untersuchungen finden mit dem Abwasser des LFKW statt. Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu prüfen, soll die Anlage zukünftig auch auf der Kläranlage Donaueschingen betrieben werden. Durch die Beschaffung der beiden Versuchsanlagen können in Baden-Württemberg umfangreiche Voruntersuchungen für Kläranlagen durchgeführt werden, die den Bau einer Ozonstufe zur gezielten Spurenstoffelimination erwägen.



Ozonanlage des KomS, Foto: KomS

### **Inbetriebnahme der Ozonanlage mit nachgeschalteter Sandfiltration auf der Kläranlage Tübingen – Untersuchungen von Synergieeffekten (Spurenstoffentnahme, weitestgehende Phosphor-Elimination sowie Teildesinfektion)**

Auf der Kläranlage Tübingen wurde im Jahr 2021 eine der ersten großtechnischen Ozonanlagen auf einer kommunalen Kläranlage in Baden-Württemberg in Betrieb genommen. In Zusammenarbeit mit mehreren Projektpartnern untersucht das KomS welche Auswirkungen die Inbetriebnahme der Ozonanlage auf den Kläranlagenablauf und das Gewässer hat. Federführend ist das KomS dabei für die Begleitung der Optimierung der Ozonanlage und die Beprobungen der Kläranlage und des Gewässers auf anthropogene Spurenstoffe zuständig. Zudem wird die weitestgehende Phosphorelimination durch den Flockungsfilter sowie die Keimreduktion und Entnahme von Antibiotikaresistenzen untersucht.

Um die Auswirkungen auf das aquatische Ökosystem zu beurteilen sind Partner der Universität Tübingen aus dem Bereich der Ökologie, der Mikrobiologie und der chemischen Analytik beteiligt. Insgesamt sollen durch das Forschungsprojekt die vielfältigen Effekte einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Entnahme von Spurenstoffen untersucht werden.



Der Neckar und die Kläranlage Tübingen, Foto: KomS



## Abwassertechnologie, Nährstoffentfernung und Nährstoffrückgewinnung, Abwasserwiederverwendung

- Autonomer Mikroflammenionisationsdetektor für den Explosionsschutz in zivilen Kanalisationsnetzen (FIDEX)

# • • Lehr- und Forschungsklärwerk am ISWA

## Forschen und Lehren auf einer groß- technischen Abwasserbehandlungs- anlage

Den Belangen von Forschung und Lehre wurde durch ein Konzept Rechnung getragen, nach dem die beiden in Beschaffenheit und Konzentration so verschiedenen Abwässer getrennt oder in beliebiger Mischung in jeder einzelnen Verfahrensstufe behandelt werden können. Dementsprechend wurden alle für die Abwasserreinigung in Frage kommenden Verfahrensschritte zumindest doppelt ausgeführt. Durch entsprechende Verknüpfung der Fließwege wurde die Voraussetzung geschaffen, dass - je nach Bedarf - der praktische Betrieb und der Forschungsbetrieb wechselweise und doch unabhängig voneinander die vorhandenen Bauwerke, die maschinellen wie auch die mess-, steuer- und regeltechnischen Einrichtungen benutzen können.

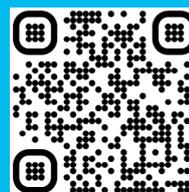
Das relativ dicke häusliche Abwasser aus Bösingen und der eher einem dünnen industriellen Abwasser vergleichbare Zufluss aus dem Universitätsbereich und dem restlichem Einzugsgebiet werden dem LFKW in getrennten Kanälen zugeführt.

**Abwasserbehandlung,  
Biogas, Filtration, Näh-  
stoffrückgewinnung**

**„Studierende, Dok-  
torandinnen und  
Doktoranden können  
im halbertechnischen  
und großtechnischen  
Maßstab experimentie-  
ren und forschen!“**



**Peter Maurer  
Technischer Leiter  
Lehr- und Forschungs-  
klärwerk am  
Institut für Siedlungs-  
wasserbau, Wassergü-  
te- und Abfallwirt-  
schaft (ISWA)  
Bandtäle 2  
70569 Stuttgart**



*Rundgang durch das Lehr- und  
Forschungsklärwerk*

• [www.iswa.uni-stuttgart.de](http://www.iswa.uni-stuttgart.de)



**„Nachhaltigkeitsthemen sind bereits Gegenstand in unserer Forschung und Lehre – aber es braucht mehr Sichtbarkeit, Synergien und Umsetzung - packen wir es gemeinsam an!“**

# Kontakt

**Universität Stuttgart**  
**Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften**  
**Pfaffenwaldring 7**  
D-70569 Stuttgart

## **Verantwortlich**

Univ. Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Jörn Birkmann  
Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Arch. Lucio Blandini

## **Kontakt**

Min Zhang (Sekretariat Fakultät 2)  
T +49 711 685 66234  
min.zhang@f02.uni-stuttgart.de

## **Herausgeber**

Universität Stuttgart, Fakultät 2

## **Endredaktion**

Andreas Sihler

## **Gestaltung**

Andreas Sihler

## **Stand**

Juli 2023

## **Druck**

WirMachenDruck, Backnang

## **Auflage**

500