



smart
living
lab

Forschungs- programm HTA-FR

Hes·so



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Inhaltsverzeichnis

Editorial	3
Beteiligte Forschungsinstitute	4
Forschungsgebiete	6
Interdisziplinarität	7
Wirkung	8
Das zukünftige Gebäude des <i>Smart Living Lab</i>	10
Das sagen unsere Partner über uns ...	12
Forschungsthemen	16
Projekte	18

“ Ein Kompetenzzentrum,
das eng am Puls der Bedürf-
nisse der Unternehmen
und des Marktes wirkt. ”

Editorial

Jean-Philippe Bacher

Professor – Manager HTA-FR/Smart Living Lab

Durch ihre Einbindung in das Smart Living Lab konnte die Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR) ihre Positionierung als Kompetenzzentrum in den Bereichen Energie, Bauwesen, Architektur und Umwelt stärken.

Nach der Gründungsphase und dem Aufbau der ersten Forschungsaktivitäten befindet sich das Kompetenzzentrum nun in einer Wachstumsphase. Im Rahmen des Forschungsprogramms konnten eine Reihe neuer Projekte durchgeführt und dadurch die Kompetenzen der Forscherinnen und Forscher weiter gefestigt und verankert werden. Diese Kompetenzen bilden die notwendige Grundlage, um nachhaltige Lösungen für die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Klimakrise, der Energiewende und dem Ziel der CO₂-Neutralität entwickeln zu können.

Die HTA-FR nimmt hier voll und ganz ihre Rolle als Bindeglied zwischen der Grundlagenforschung und der Praxis wahr. Sie positioniert sich dauerhaft als Innovationsförderin und begleitet ihre Partner bei der Entwicklung von Lösungen, die den Bedürfnissen und Erwartungen der Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und der Gesellschaft gerecht werden.

Die Forscherinnen und Forscher tragen im Kontext der markanten Paradigmenwechsel unserer Zeit zur Entwicklung neuer Technologien, Lösungen und Prozesse bei – sei es im Bereich Kreislaufwirtschaft, Digitalisierung, CO₂-Bilanz oder Sanierung.

Dank dem Forschungsprogramm können die Projekte eine gewisse Reife erreichen; dadurch wird es möglich, finanzielle Unterstützung aus anderen Fonds zu erhalten und die Projekte bis zur Entwicklung marktfähiger Lösungen fortzusetzen. Die Akquisition von Grossprojekten und der Bau eines neuen Gebäudes, mit welchem die Ambitionen des Smart Living Lab konkretisiert werden, sind die nächsten Meilensteine in dieser Erfolgsgeschichte.

“ Eine angewandte Forschung im Dienst von Wirtschaft, Gesellschaft und Bildung. ”

ENERGY

Institut für anwendungsorientierte Forschung im Bereich Energiesysteme

Das Institut ENERGY beteiligt sich aktiv an der angewandten Forschung im Bereich des Energiemanagements und der Energieversorgung auf Gebäude- und Quartiersebene. Es befasst sich insbesondere mit Forschungsfragen zu den Themen Ökobilanzierung und CO₂-Fussabdruck, Integration erneuerbarer Energien und Energiespeicherung sowie Überwachung und *Post Occupancy Evaluation*. Untersucht wird auch der Einfluss des Nutzerverhaltens auf die Energieeffizienz.

Das Institut ENERGY setzt seine interdisziplinären Kompetenzen ein, um die rationelle Nutzung von Energiequellen mit geringen Treibhausgasemissionen voranzutreiben und trägt damit zur Entwicklung einer nachhaltigen und energieeffizienten Gesellschaft bei.



« Gebäude und Quartiere stehen im Mittelpunkt der
Energiewende und der angestrebten CO₂-Neutralität. »

—
Jean-Philippe Bacher – Leiter Institut ENERGY

TRANSFORM

Institut für Architektur – Erbe, Konstruktion und Nutzer/innen

Das Institut TRANSFORM beteiligt sich an der angewandten Forschung zum Thema Transformation in den Bereichen Architektur und Stadtplanung. Zu den Institutsmitarbeitenden zählen Architekten – Forschende sowie Praktikerinnen und Praktiker –, Stadtplanerinnen, Historiker, Geographinnen und Bauphysiker; es wird ein interdisziplinäres Fachwissen entwickelt, das dazu beiträgt, eine nachhaltige gebaute Umwelt zu entwerfen und zu schaffen. Dabei werden alle Ebenen berücksichtigt – von den Bauelementen bis hin zur Raumplanung. Der Prozess der Schaffung von Gebäuden wird in seiner Gesamtheit betrachtet; er umfasst die Planung – insbesondere mithilfe digitaler BIM-Tools –, die Konstruktion, die Nutzung und den kulturellen Wert sowie die Renovierung und die Umwandlung am Ende des Lebenszyklus.



« Ein Grossteil der Stadt der Zukunft ist bereits da; die Herausforderung besteht darin, sie umzuwandeln und das bereits Bestehende so anzupassen, dass ein besseres Zusammenleben und ein nachhaltiger Umgang mit den planetaren Ressourcen erreicht wird. »

—
Séréna Vanbutsele – Leiterin Institut TRANSFORM

iTEC

Institut für Bau- und Umwelttechnologien

Das Institut iTEC beschäftigt sich mit allen Aspekten der gebauten Umwelt – von der territorialen Ebene (Netze und Infrastrukturen, Naturgefahren) bis hin zu den Bauelementen und den verwendeten Materialien (Gebäude). Es vereint Forscherinnen und Forscher aus den Bereichen Bauingenieurwesen (Bau und Mobilität) und Umwelt (Boden und Wasser) und verfügt über Kompetenzen im Entwurf, in der physikalischen und digitalen Modellierung und in der Durchführung von Klein- und Grossversuchen. Die entwickelten Lösungen tragen nicht nur zur Reduktion der Umweltauswirkungen des Bauwesens bei, sondern wirken sich auch positiv auf das lokale, städtische und regionale Klima aus.



« Im Hinblick auf Netto-Null gehört die gebaute Umwelt nicht nur zu den Verursachern der Treibhausgasemissionen, sondern sie birgt auch ein grosses Lösungspotenzial. »

—
Daia Zwicky – Leiter Institut iTEC

Forschungsgebiete

Die Forschung des Smart Living Lab umfasst vier sich ergänzende Forschungsgebiete.



Wohlbefinden und Verhalten

Verbesserung der Gesundheit und des Komforts der Nutzer/innen durch die Optimierung der Umgebungsqualität in Innenräumen und die positive Beeinflussung von Verhaltensmustern.



Bautechnologien

Bewertung der Ressourceneffizienz und Beschleunigung der Veränderungsprozesse im Bausektor.



Energiesysteme

Entwicklung intelligenter und energieeffizienter Systeme und Technologien, Optimierung des Managements solcher Systeme sowie Evaluation rechtlicher und wirtschaftlicher Auswirkungen.



Interaktionen und Designprozesse

Förderung und Strukturierung des Dialogs zwischen den Akteuren des Gebäude-Lebenszyklus und Entwicklung von Werkzeugen für das Design, die Modellierung und den Betrieb von Gebäuden.

Interdisziplinarität

Für das Forschungsprogramm der HTA-FR wurden verschiedene Themen der Zusammenarbeit zwischen den Instituten identifiziert.

Die digitale Transformation des Bausektors

Die Baubranche ist von der digitalen Transformation genauso betroffen wie die anderen Wirtschaftszweige. Das Aufkommen und die Einführung von Schlüsseltechnologien wie BIM (Building Information Modeling) und IoT (Internet of Things) verändern die Geschäftsprozesse und eröffnen neue Möglichkeiten für Dienstleistungen auf Gebäude-, Stadt- und Gebietsebene.

Nachhaltigkeit auf Quartierebene

Das Quartier und seine verschiedenen Netzwerke eignen sich ganz besonders als Betrachtungs- und Handlungsebene, um ehrgeizige Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Forschungsthemen sind die Informationsmanagementsysteme, die Verbindungen zwischen städtischem und sozialem Gefüge sowie die Nutzung der natürlichen und energetischen Ressourcen.

Nutzerkomfort und Gebäudeleistung

Bei jeder Optimierung der Gebäudeleistung ist zu beachten, dass jeweils auch der Nutzerkomfort in all seinen Aspekten gewährleistet ist. Um eine Verbesserung zu erreichen, sei es im Bereich Raumnutzung, Energieverbrauch oder Luftqualität, ist es unerlässlich, die Nutzerinnen und Nutzer und deren Interaktion mit der Umwelt mit zu berücksichtigen.

Umbau und Renovierung des Gebäudebestands

Die bestehende Bausubstanz spielt bei der Umsetzung der Energiepolitik und der Raumentwicklung eine herausragende Rolle. Die von den Behörden festgelegten ehrgeizigen Ziele in Bezug auf die Energieeffizienz und die Verdichtung erfordern die Entwicklung neuer Strategien und Interventionslogiken.

Neue Konstruktionssysteme

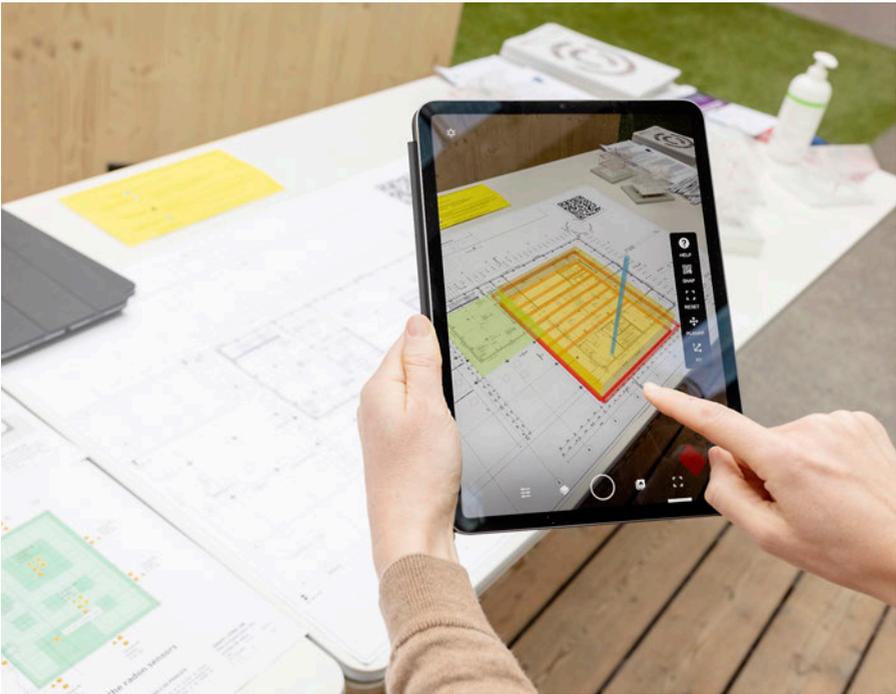
Um die Umweltauswirkungen des Bausektors zu reduzieren, müssen die bisher verwendeten Konstruktionslösungen weiterentwickelt werden. Dies kann über die Wiederverwendung von Bauelementen oder die Entwicklung neuer Konstruktionssysteme mit geringeren Umweltauswirkungen erfolgen.

Wirkung

Das Smart Living Lab hat nicht nur auf die HTA-FR, sondern auch auf das regionale Innovationsökosystem eine nachhaltige Auswirkung. Intern fördert es die Zusammenarbeit zwischen den Forschungsinstituten und trägt es zur Relevanz der angebotenen Ausbildungen und der Studierendenprojekte bei. Extern stärkt es die Positionierung der HTA-FR und eröffnet es neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Institutionen und Unternehmen. Es schlägt eine Brücke zwischen der Grundlagenforschung und ihrer Umsetzung – von der Prototypenbildung bis zu fertigen Produkten und Dienstleistungen.

Gemäss Positionierung und Auftrag der Fachhochschulen erfolgt die Valorisierung der Forschungsaktivitäten zum einen über wissenschaftliche Publikationen und zum anderen dadurch, dass die entwickelten Lösungen Eingang in die Praxis finden. Es handelt sich dabei um Lösungen auf verschiedenen Ebenen, von der Komponentenentwicklung bis hin zu städtebaulichen Interventionen. Es gibt auch Forschungsarbeiten, die eine Grundlage für die Entscheidungsfindung schaffen und zur Entwicklung der öffentlichen Politik – insbesondere auf regionaler Ebene – beitragen.





Das von der HTA-FR im Rahmen des Smart Living Lab durchgeführte Forschungsprogramm ermöglicht es, neue Forschungsthemen aufzugreifen und die notwendigen Kompetenzen zu entwickeln, um den Wissens- und Technologietransfer zu den Partnern gewährleisten zu können. Das Forschungsprogramm legt somit auf kantonaler Ebene den Grundstein für künftige Projekte der Neuen Regionalpolitik (NRP) und auf Bundesebene unter anderem für Innosuisse-Projekte.

Die HTA-FR freut sich, dass die vor einigen Jahren initiierten Projekte Früchte tragen und dazu beitragen, das Smart Living Lab zu einem Kompetenzzentrum zu machen, das eng am Puls der Bedürfnisse der Unternehmen und des Marktes wirkt. Das SLL bietet Lösungen und Antworten auf die dringenden Herausforderungen unserer Gesellschaft in Bezug auf die Energiewende und die CO₂-Neutralität. Im weiteren Sinne will es dazu beitragen, den Lebensraum zu erhalten und nachhaltig zu verbessern.

“ Lösungen und Antworten auf die dringenden Herausforderungen unserer Gesellschaft ”

Das zukünftige Gebäude des Smart Living Lab



Das von der bluefactory Fribourg-Freiburg AG (BFF AG) durchgeführte Projekt ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen dem Kanton Freiburg und dem Smart Living Lab. Für seine Konkretisierung wurde 2018 ein partizipativer und innovativer Studienauftrag (MEP) lanciert. Dank einem iterativen Prozess und der Unterstützung der Forschungsgruppe Building2050 konnten die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer sukzessive in die Planung einfließen.

Ab 2024 wird das neue Smart Living Lab auf einer Fläche von circa 5000 Quadratmetern 130 Personen aus elf Forschungsgruppen der EPFL, der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR) und der Universität Freiburg aufnehmen. Mit dem aus lokalem Holz gebauten Gebäude werden über den gesamten Lebenszyklus hinweg ökologische Ziele verfolgt. Langfristig geht es darum, die Ziele der Energiestrategie 2050 des Bundes zu erreichen.

“ Langfristig geht es darum,
die Ziele der Energiestrategie 2050
des Bundes zu erreichen. ”



“ Das zentrale Experimentierfeld des Smart Living Lab ”

Das Gebäude wird nicht nur ein angenehmer und leistungsfähiger Arbeitsort, sondern auch das zentrale Experimentierfeld des Smart Living Lab sein – ein pluridisziplinäres «lebendes Labor» auf fünf Stockwerken (EG + 4), in dem unter realen Bedingungen geforscht werden kann, und das somit zu einem Katalysator für den Fortschritt wird.

Es wird eine ganze Palette baulicher Potenziale bieten, die diverse Forschungsaktivitäten ermöglichen werden. Zahlreiche Sensoren erlauben die Messung von verschiedenen Parametern des Energieverbrauchs, der Umgebungsqualität und der Raumbelastung.

Die permanente Überwachung des Gebäudes wird Daten an eine gemeinsame Datenbank und für ein digitales BIM-Modell (Building Information Modeling) liefern.

Auch nach dem Bau wird das Smart Living Lab ständig weiterentwickelt werden, um Forschungszwecken zu dienen, die Leistungsparameter zu optimieren, die Lebensdauer zu verlängern und innovativ führend zu bleiben.

Das sagen unsere Partner über uns ...

AETERNUM

Die im Smart Living Lab durchgeführten Forschungsarbeiten dienen als Grundlage für die Gründung unseres Start-ups, welches modulare, wiederverwendbare und anpassungsfähige Gebäude herstellt und vermarktet.

—
Alex Muresan
Gründer und CEO

JPF

Wir freuen uns, unsere Zusammenarbeit mit der HTA-FR fortzusetzen und das zukünftige Gebäude des Smart Living Lab zu bauen, in welchem die im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelten Ideen getestet und validiert werden können.

—
Jean-Marc Ducret
Direktor

BFF AG

Die Präsenz des Smart Living Lab trägt stark zur Attraktivität und Positionierung des Standorts bluefactory bei.

—
Philippe Jemmely
Generaldirektor

BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT

Mit dem Smart Living Lab hat die HTA-FR ein starkes Kompetenzzentrum für Innenraumluftqualität aufgebaut, dank welchem der Wissensstand in diesem Bereich weiter vorangetrieben wird.

—
Martha Palacios
Stellvertretende Sektionschefin
Radiologische Risiken
Roger Waeber
Leiter Fachstelle Wohngifte

CSD INGENIEURE

Die Aktivitäten der HTA-FR im Rahmen des Smart Living Lab berühren den Kern unserer Tätigkeit und ermöglichen es uns, unsere Praxis weiterzuentwickeln.

—

Fabio Sicurella

Leiter des Departements für Bauphysik

SOTTAS SA

Indem wir uns an der Forschung der HTA-FR beteiligen, können wir neue Technologien zur Integration in unsere Produkte und Systeme erforschen.

—

Daniel Schaad

Projektleiter

W&T AG

In Zusammenarbeit mit der HTA-FR und mit der Unterstützung des Smart Living Lab und von Innosuisse konnten wir eine innovative Lösung entwickeln, die den Bedürfnissen des Marktes entspricht.

—

Marcel Broch

Co-Direktor

GROUPE E

Die Partnerschaft, die wir mit der HTA-FR – insbesondere mit dem Smart Living Lab – aufbauen, ist ein wichtiger Pfeiler unserer Zusammenarbeit mit den Hochschulen.

—

Jacques Mauron

Generaldirektor

STADT FREIBURG

Dank der Zusammenarbeit mit der HTA-FR konnten wir die Bevölkerung für die Thematik der städtischen Wärmeinseln sensibilisieren und Lösungen zu deren Reduktion testen.

—

Dominique Riedo

Sektorchef Energie und nachhaltige Entwicklung





Forschungsthemen



Ideen
Leistung
digitales Modell
künstliche Intelligenz BIM
City Pulse SIM Daten
Cloud
Digitalisierung

Zukunft FACILITY 4.0
integriert PaNBIM
Analyse Transformation
Technologie

Erbe nachhaltig
Wohnen Verdichtung
zukünftige Generationen
Sanierung 4.0
Renovierung

RenoBAT-FR
Reflexion Transformation
Entwicklung leistungsstark
Stadtgefüge
Energie

Klimaziele
blueCAD Strategie
Umwandlung
Planung Ressourcen DEMO- Mi2
lokal Energie
Nachhaltigkeit

BlueEnergy
Setup Pro Abfälle
Wiederverwendung natürliche Ressourcen
Verbrauch
Recycling CO₂-Bilanz
Quartier Mobilität

CO₂-Bilanz des Bausektors



Thomas Jusselme

Professor
Institut ENERGY

Der Klimawandel ist eine grosse Herausforderung für unsere Gesellschaft. Da der Bausektor 38 % des weltweiten CO₂-Ausstosses verursacht, ist es unerlässlich, die CO₂-Bilanz von Bauwerken zu messen und zu reduzieren.

CO₂-Neutralität bis 2050: Traum oder Realität?

Ich würde eher sagen, ein Muss, wenn wir nicht die dramatischen Folgen einer globalen Erwärmung von mehr als zwei Grad erleiden wollen. Fast die Hälfte der Weltbevölkerung spürt bereits die Auswirkungen der Erderwärmung, die aktuell erst auf 1,09 °C geschätzt wird. Zudem verfügen wir heute über die technischen Mittel, um diese CO₂-Neutralität zu erreichen – das ist viel einfacher, als Menschen in den Weltraum zu schicken! Die Frage ist, wie man diese einsetzt und ob man bereit ist, die notwendigen sozioökonomischen Veränderungen zu tragen.

Was bedeutet das für den Bausektor?

Der Bausektor trägt mit 38 % der weltweiten Emissionen massgeblich zum Klimawandel bei. Dies ist ein Problem, aber auch eine Chance. Es gibt wichtige Hebel, um erhebliche Reduzierungen zu erzielen, beispielsweise die Erhaltung bestehender Strukturen anstatt deren Abbruch, die Verdichtung, die Nutzung erneuerbarer Energien und die Verwendung von CO₂-neutralen Baustoffen. In Bezug auf den letzten Punkt werden wir die CO₂-Neutralität bekanntlich nicht erreichen, ohne unsere Kapazitäten für die CO₂-Sequestrierung zu erhöhen, wobei der Gebäudesektor eine grosse potenzielle Kohlenstoffsenke darstellt.

Wie tragen Sie mit Ihren Forschungsarbeiten dazu bei, diese Ziele zu erreichen?

Wir konzentrieren unsere Forschungsarbeiten auf die Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Wir sind von der Stadt- bis zur Materialebene tätig, was Auswirkungen auf verschiedene Sektoren wie die Bauindustrie, den Energiebereich, die Mobilität und den Dienstleistungssektor hat. So sind wir an der Entwicklung neuer, ökologisch hergestellter Baumaterialien, von Entscheidungshilfen für Architekten und Ingenieure oder auch von Methoden zur Festlegung des CO₂-Budgets eines Stadtteils beteiligt. Wir veröffentlichen unsere Ergebnisse, um sie mit der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft zu teilen, und ziehen auch lokale Partner bei, um dieses Wissen in die operative Praxis zu übertragen.

Setup Pro

Operationalisierung eines Planungskonzepts für die Festlegung spezifischer Ziele für die CO₂-Leistung eines Stadtteils



Um die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, muss das Ziel der CO₂-Neutralität schnellstmöglich in die Raumplanung integriert werden. Dieses Projekt schlägt eine Methode vor, mit der das Neutralitätsziel vom globalen Massstab auf den Stadtteilmasstab heruntergebrochen wird. In einen nächsten Schritt erfolgt die Anpassung der Methode an die Realität des Stadtplanungsprozesses.

In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich wurde ein methodischer Ansatz erarbeitet, um das CO₂-Budget eines Stadtteils für einen CO₂-neutralen Weg zu definieren. Es konnte dabei eine Schweizer Klimastrategie mit einer Erwärmung zwischen 1,5 °C und 2 °C sowie deren Auswirkungen auf den Bausektor in der Form von Zielen und kompatiblen baulichen Lösungen aufgezeigt werden.

Für die Identifizierung der Herausforderungen bei der Umsetzung dieser Methode wurden regelmässige Workshops mit Akteuren aus der Wertschöpfungskette des Bausektors durchgeführt. Die betrieblichen Realitäten, mit denen sie konfrontiert sind, konnten identifiziert werden, um geeignete Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

Dauer:

2020–2022

Projektpartner:

OPL, Climate Services,
urbaplan, BFF AG, CSD,
Nuesch

Anpassung an den Klimawandel



Marc Vonlanthen

Professor
Institut ENERGY

Der Klimawandel stellt unsere Städte vor zahlreiche Herausforderungen. Unser Klimapavillon gibt darauf ein paar einfache Antworten, indem er die Funktionen der Freiflächeneinrichtung neu erfindet.

Welches sind in den nächsten Jahrzehnten die Hauptauswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz?

In der Schweiz sind die Temperaturen in den letzten 150 Jahren durchschnittlich um 2 °C gestiegen, was viel schneller als der globale Durchschnitt von etwa 1 °C ist. Die Folgen sind vielfältig und wirken sich auf die Gesundheit der Menschen, die biologische Vielfalt, die natürlichen Lebensräume und die Wirtschaft aus. Klimatisch gesehen bedeutet dies trockenere Sommer, seltenere, aber intensivere Niederschläge, mehr tropische Tage und weniger Schnee im Winter. Betroffen sind vor allem die Städte. Die Konzentration menschlicher Aktivitäten erzeugt Hitze und Verschmutzung, die wiederum die Umweltbedingungen verschlechtern. Durch den Klimawandel werden diese Phänomene zusätzlich verschärft. Sie bieten aber auch die Gelegenheit, die Stadtplanung zu überdenken und Lösungen zu finden. Das wollten wir mit unserem Klimapavillon zeigen.

Wie kann sich die gebaute Umgebung anpassen?

Die städtische Umgebung spielt eine zentrale Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel, die auf allen Ebenen erfolgen muss: durchlässige Böden, Ausweitung und Verdichtung der Vegetationsflächen, insbesondere auf Dächern und an Fassaden, Bepflanzung mit Bäumen, Materialwahl, Wasserstellen usw. In einer früheren Studie über städtische Wärmeinseln konnten wir durch numerische Simulationen bis zum Jahr 2050 zeigen, dass die umfassende Einführung solcher Massnahmen in einem Stadtteil den durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg fast vollständig auffangen kann. Es gibt also durchaus Lösungen.

Welches sind die Hauptfaktoren von städtischen Wärmeinseln?

Der Hauptfaktor ist die Urbanisierung aus der Perspektive der Materialwahl sowie der Stadtentwicklung und -planung. Die Umstände dieser Urbanisierung führen dazu, dass die Sonnenenergie mehr oder weniger in den Bauwerken eingefangen wird. Bäume spenden zum Beispiel Schatten und kühlen die Luft durch Evapotranspiration. Umgekehrt speichert Asphalt Wärme, um sie in der Nacht wieder abzugeben, was zu tropischen Nächten führen kann. Durch menschliche Aktivitäten (Mobilität, Industrie, Kühlsysteme) erzeugte Abwärme spielt ebenfalls eine Rolle.

DEMO-Mi²

Entwurf, Realisierung und Erforschung eines mobilen Demonstrators zur mikroklimatischen sommerlichen Folgenminderung im Strassenbereich



Mit dem Klimapavillon soll die Wirksamkeit einer dem Klimawandel angepassten Freilächeneinrichtung aufgezeigt werden. Hierzu wurden verschiedene einfache Massnahmen gebündelt umgesetzt, unter anderem die Dach- und Fassadenbegrünung, Phasenwechselmaterialien, Wasserflüsse und Sprühnebel, die Optimierung der Beschattung sowie poröse Keramikgefässe für die Abgabe von Wasserdampf.

Nach eingehenden konzeptionellen Überlegungen wurde ein modularer Pavillon realisiert, der an verschiedenen Wärmeinseln der Stadt Freiburg aufgestellt werden kann, um einen optimalen thermischen Komfort zu bieten und Begegnungen zu begünstigen.

Dank der partizipativen Finanzierung des Demonstrators, der Zusammenarbeit mit zahlreichen lokalen Unternehmen, der Sponsoren, der Partnerschaft mit der Stadt und dem Kanton Freiburg sowie der Mitwirkung verschiedener kultureller Kreise bei der Wahl der Standorte konnte die HTA-FR ihre Beziehungen stärken. Zudem liess sich ein grosses Publikum für die Thematik sensibilisieren.

Dauer:

2020–2022

Projektpartner:

Stadt und Kanton
Freiburg,
TRANSFORM

Energieerzeugung und -verteilung in Fernwärmenetzen



Malick Kane

Professor
Institut ENERGY

Entwicklung intelligenterer Fernwärme- und Fernkältenetze (DHC) sowie Optimierung ihres Designs und Betriebs je nach lokal verfügbaren erneuerbaren Ressourcen

Wie wichtig sind Fernwärmenetze für die Energiewende in der Schweiz?

Die Urbanisierung ist ein grosser Trend. Bis 2050 werden wahrscheinlich zwei Drittel der Bevölkerung in städtischen Gebieten leben, in denen eine hohe Nachfrage nach Energiedienstleistungen herrscht. Dies bietet ein grosses Potenzial für die Nutzung energetischer Synergien zwischen den Gebäuden. Fernwärme und -kälte (DHC – District Heating and Cooling) werden somit zunehmend an Bedeutung gewinnen, um die Umweltverschmutzung auf lokaler und globaler Ebene einzudämmen und gleichzeitig die Energiedienstleistungen aufrechtzuerhalten oder sogar weiter auszubauen.

Mit welcher Entwicklung der Fernwärmenetze ist zu rechnen?

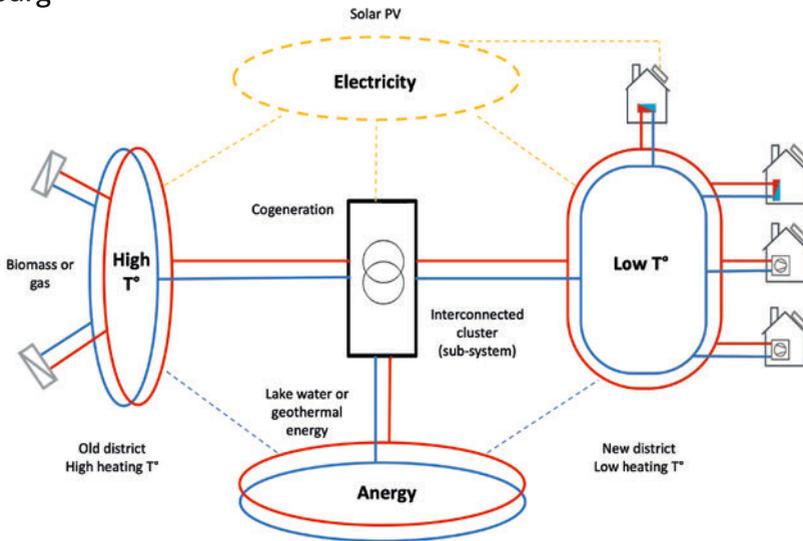
Ein schrittweiser Übergang von Hochtemperaturnetzen zu intelligenteren Netzen der fünften Generation (Anergie oder CO₂) ist entscheidend, um den Anteil erneuerbarer Energien in den Netzen zu erhöhen. Es handelt sich dabei um bidirektionale Netze, die nahe der Erdbodentemperatur betrieben werden und sowohl Wärme, in Verbindung mit lokalen Wärmepumpen, als auch Kälte, in Verbindung mit lokalen Kühlaggregaten, bereitstellen. Mit dem zunehmenden Trend zur Elektrifizierung ist die Trigeneration (Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung) ein wichtiger Aspekt unserer Forschungsarbeiten.

Wie kann Ihre Forschung in der Praxis genutzt werden?

Das Labor für Energie- und Wärmetechnik (LTE) hat zum Ziel, den Unternehmen Modellierungswerkzeuge zur Verfügung zu stellen, mit denen thermische und elektrische Netze gleichzeitig simuliert, dimensioniert und optimiert werden können, um die Energieeffizienz bei der Planung und beim Betrieb von Industrieanlagen zu optimieren. So lassen sich in der Praxis fortschrittliche Netzkonzepte auswählen und vorschlagen, mit dem Ziel, die Produktion von erneuerbaren Energien zu maximieren und, im Rahmen eines Kompromisses, auch die Produktionskosten zu minimieren.

blueCAD

Integrations- und Optimierungskonzept fortschrittlicher intelligenter Wärmetauschernetzwerke, angewandt auf das bluefactory-Quartier in Freiburg



Im Rahmen des BlueCAD-Projekts wurde ein systemischer Ansatz entwickelt, mit dem sich die energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Leistungen verschiedener Arten von fortschrittlichen Netzen bewerten und vergleichen lassen. Die optimale Betriebstemperatur eines Netzwerks kann damit anhand der am Standort verfügbaren erneuerbaren Ressourcen bestimmt werden. Diese Methode bietet wertvolle Informationen für die Netzbetreiber sowohl in der Betriebs- als auch in der Planungsphase. In Zusammenarbeit mit den verschiedenen Partnern führte ihre Umsetzung im bluefactory-Quartier zur Unterbreitung eines neuen Konzepts für fortschrittliche Niedertemperatur-Fernwärmenetze, die mit den Jahreszeiten entsprechend angepassten Temperaturen arbeiten.

Das Konzept ermöglicht den Einsatz einer intelligenten Steuereinheit, die den Eigenverbrauch von Strom integrieren und maximieren kann, indem es den Bedarf und die verfügbaren Ressourcen optimal verwaltet und eine effiziente Übertragung von Wärmeenergie über Netzwerke unterschiedlicher Temperaturniveaus gewährleistet.

Dauer:

2018–2021

Projektpartner:

Groupe E Celsius,
BFF AG, Amt für Energie
des Kantons Freiburg



Jacques Robadey

Professor
Institut ENERGY

Phasenwechselmaterialien (PCM) können als Wärmespeicher dienen, aber ihre Herstellung bleibt problematisch. Das Projekt IL-PCM hat auf einfache, nachhaltige und umweltfreundliche Weise neue solche Materialien hervorgebracht.

Welche Bedeutung haben PCM im Bausektor?

PCM haben an sich nichts Besonderes, ausser dass sie bei Temperaturen im Komfortbereich vom festen in den flüssigen Zustand übergehen. Diese Materialien nehmen grosse Mengen an Wärme auf und geben sie wieder ab, indem sie schmelzen oder erstarren. So können sie die überschüssige Wärme- und/oder Sonnenenergie speichern und als Wärme zum gewünschten Zeitpunkt wieder abgeben. Sie werden passiv genutzt, indem PCM-Mikropellets in Baumaterialien wie Putz, Wandelemente oder Deckenverkleidungen integriert werden. Für ein aktives Temperaturmanagement in den Gebäuden sind mit dem Heizsystem verbundene, dichte PCM-Behälter erforderlich.

Ist eine Nutzung zur Speicherung von Wärmeenergie mittel- bis langfristig denkbar?

Die aktuelle Klimasituation und die starke Abhängigkeit von fossilen Energieträgern machen eine aktiv gesteuerte Wärmespeicherung mit Erdwärmesonden, grossen Wassertanks oder PCM notwendig. Erdwärmesonden speichern teilweise Wärme und senken den Verbrauch im Winter, sind aber in weiten Teilen der Schweiz verboten. Wassertanks sind aufgrund ihres fünfmal grösseren Volumens als jenes der PCM nicht im grossen Stil umsetzbar. Die Praxistauglichkeit der PCM ist deshalb kurzfristig für die Brauchwasserbereitung (ein im Rahmen des Innosuisse-Projekts 32485.1 IP-EE entwickeltes System wird bereits zum Verkauf angeboten) und mittelfristig für die Gebäudetemperatursteuerung gegeben.

Gibt es neue, vielversprechende Materialien in diesem Bereich?

Das Problem der PCM ist ihr Preis. Die Produktion ist zu gering und die Materialien müssen sehr rein sein. Die wichtigsten Kandidaten sind Paraffine und Salzhydrate. Erstere haben jedoch den Nachteil, dass sie brennbar sind, und Letztere sind für die meisten Metalle korrosiv. Die Vorteile überwiegen aber für die Verwendung in innovativen Gebäuden. Für eine breite Verwendung muss jedoch der Preis gesenkt werden. Wenn die genannten Nachteile durch den Einsatz geeigneter Behälter beseitigt werden können, lässt sich die Verwendung von PCM im grossen Stil in Betracht ziehen.

IL-PCM

Nachhaltige ionische Flüssigkeiten als Phasenwechselmaterialien für die Energiespeicherung in intelligenten Gebäuden



Das Projekt IL-PCM ist eine Antwort auf das Bedürfnis nach PCM zu einem attraktiven Preis, die nicht brennbar und für Metalle nur schwach korrosiv sind. Die Idee des Projekts besteht in der Herstellung und Verwendung ionischer Flüssigkeiten. Dabei handelt es sich um organische Salze, die nur aus Kationen und Anionen bestehen und durch eine einfache chemische Synthese gewonnen werden. Ihre Schmelztemperatur liegt nahe der Umgebungstemperatur. Es wurden viele PCM auf Basis ionischer Flüssigkeiten, die immer auf nachhaltigen und einfachen Materialien beruhen, hergestellt und getestet. So konnte eine neue PCM-Serie mit sehr interessanten Eigenschaften entdeckt werden.

Der entwickelte Demonstrator misst 25 ml PCM. Er wies Schmelztemperaturen von 42 bis 46 °C mit latenten Schmelzwärmen von über 300 J/K aus. Bei der Erstarrung trat der Effekt der Unterkühlung („Subcooling“) auf, der die Messungen der latenten Wärme ungenau machte. Tests haben gezeigt, dass die Produkte nicht brennbar sind. Ausserdem sind sie nicht korrosiv für Aluminium und Edelstahl, verursachen aber eine leichte Oberflächenoxidation bei Kupfer. Die Zusammenarbeit mit Dr. Roger Marti vom Institut ChemTech wird fortgesetzt, um weiter nach ionischen Flüssigkeiten ohne Unterkühlung zu forschen.



Dauer:

2019–2021

Projektpartner:

ChemTech

Data Science und Gebäude



Jean Hennebert

Professor
Institut iCoSys

Data Science und die neuesten Trends im Bereich der künstlichen Intelligenz eröffnen interessante Perspektiven in allen Lebensphasen eines Gebäudes, von der Planung bis zum Betrieb.

Sind die Data-Science-Werkzeuge genügend ausgereift für den Einsatz in der Baubranche?

Auf jeden Fall, aber mit gewissen Einschränkungen. Infolge der Prozessdigitalisierung und des breiten Einsatzes von Sensoren ist die Menge der Daten, die unsere Gebäude, Quartiere und Städte beschreiben, in den letzten fünfzehn Jahren förmlich explodiert. Parallel dazu wurden die Data-Science-Techniken und -Werkzeuge ausgefeilt, insbesondere die datengetriebenen Ansätze wie Machine Learning, bei denen aus gesammelten Daten Modelle und damit Wissen abgeleitet wird. Die ersten Data-Science-Anwendungskontexte im Zusammenhang mit Gebäuden werden folglich jene sein, für die grosse Mengen an digitalen Daten zur Verfügung stehen.

Was bringen sie?

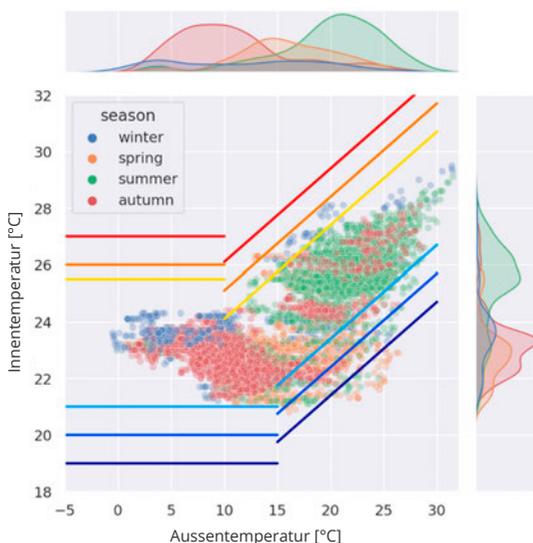
Data-Science-Modelle haben drei Nutzenniveaus. Das erste Niveau sind Diagnosesysteme, die zum Verständnis des aktuellen Zustands eines Gebäudes führen. Dazu gehören Techniken zur schnellen Schätzung der Energie- oder Strukturleistung. Dann lässt sich mit prädiktiven Systemen der zukünftige Zustand eines Gebäudes je nach externen Faktoren abschätzen, beispielsweise um den Bedarf an Energie oder Lüftung zu antizipieren. Die Analyse der Abweichungen zwischen Vorhersagen und Beobachtungen ermöglicht zudem die Anomalie- und Störungserkennung. Schliesslich können präskriptive Modelle Änderungen an den Einstellungen in der Gebäudetechnik vorschlagen.

Wie tragen Ihre Forschungsprojekte zum Wissenstransfer bei?

Der Einsatz von Data Science bei Gebäudeprojekten schärft das Bewusstsein der Akteure dieses wichtigen Wirtschaftssektors, bei dem die Umsetzung neuer Technologien wahrscheinlich komplexer als in anderen Bereichen ist. Wir führen unsere Projekte in diesem Sektor systematisch mit Branchenakteuren durch, um unsere Arbeit auf konkrete Anwendungsfälle abzustimmen und die Chancen auf einen Technologietransfer zu erhöhen. Umgekehrt können wir, gerade weil wir diese Technologien auf konkrete Fälle anwenden, die Studierenden der Vertiefung Data Engineering im Bachelorstudiengang IKS sowie im Masterstudiengang MSE sensibilisieren. Viele Arbeiten von Studierenden beruhen nämlich auf Fällen und Daten, die mit Gebäuden zu tun haben.

FACILITY 4.0

Gebäudemanagement 4.0 – innovative Dienstleistungen für Leistungsüberwachung und Facility Management



Mit dem Projekt FACILITY 4.0 konnten innovative Dienstleistungen für die Überwachung und das Facility Management (FM) entwickelt werden, die auf datenwissenschaftlichen und IT-Techniken basieren, unter anderem dem Internet der Dinge (IoT), Big Data und Machine Learning. Es entstand in Co-Kreation mit Partnern aus der Praxis wie Groupe E, Estia und Losinger Marazzi, wobei der Fokus auf konkrete Fälle der Diagnose, vorbeugenden Wartung und Anomalieerkennung gelegt wurde.

Neben den positiven Ergebnissen, die auch zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen führten, wurden drei Demonstratoren entwickelt und mit Live-Felddaten verwendet.

Die Grafik veranschaulicht einen der Demonstratoren, der auf die Zusammenstellung von Instrumenten zur Komfortanalyse und die Identifizierung von Performance Gaps in Wohnungen abzielt. In diesem konkreten Fall zeigt die Berechnung der Innentemperaturen im Winter ein klares Optimierungspotenzial für die analysierte Wohnung auf.

Dauer:

2019–2021

Projektpartner:

ENERGY, Groupe E, Estia, Losinger Marazzi

Luftqualität in Innenräumen



Joëlle Goyette Pernot

Professorin
Institut TRANSFORM

Das Unsichtbare sichtbar machen! Die Gesundheitskrise weckt das Bedürfnis nach frischer Luft im Bauwesen.

Was denken Sie: Hat uns die Pandemie die Bedeutung der Luftqualität in Innenräumen vor Augen geführt?

Die COVID-19-Pandemie hat deutlich gemacht, wie wichtig der Luftaustausch in geschlossenen und bewohnten Räumen ist. Sie hat die Bedeutung frischer Luft für alle verständlich gemacht. Uns wurde schlagartig bewusst, dass die Luft, die wir durchgängig benötigen und von der wir täglich etwa 12 000 Liter verbrauchen, Krankheiten übertragen kann und dass es daher wichtig ist, sie regelmässig zu erneuern, um ihre Qualität zu gewährleisten. Seitdem haben viele Schulkreise reagiert und ihre Klassenzimmer mit Sensoren für CO₂ ausgestattet, das als Indikator für die Qualität der Raumluft genutzt wird.

Was sind konkret die Hauptrisiken, denen die Bevölkerung ausgesetzt ist?

In Gebäuden wird die Luft von zahlreichen Schadstoffquellen beeinflusst, von denen einige ausserhalb des Gebäudes, andere innerhalb des Gebäudes liegen oder im Hinblick auf Radon sogar natürlichen Ursprungs sind. Die Bewohnerinnen und Bewohner sind die Hauptverursacher der Luftverschmutzung in Innenräumen. Ihre Aktivitäten und ihre Lebensweise sind Quelle verschiedener Stoffe, die in die Luft abgegeben werden. Je mehr Quellen es gibt, desto problematischer ist die Mischung, welche all diese Schadstoffe bilden. Da wir über 80 % unserer Zeit in Innenräumen verbringen, sind wir diesen über lange Zeiträume hinweg ausgesetzt, was in dem Fall, dass keine ausreichende Luftqualität gewährleistet ist, zu gesundheitlichen Problemen führen kann, die von Kopfschmerzen bis hin zu Krebs reichen.

Inwiefern befasst sich Ihre Forschung mit diesen Fragen?

Die im Rahmen von croqAIR durchgeführte Forschung stellt die Bewohnerinnen und Bewohner in den Mittelpunkt und zielt darauf ab, die für ihre Gesundheit förderlichen Bedingungen zu verstehen und aufzuwerten. Der Kontext, in dem wir leben, sei es der Klimawandel unter dem besonderen Aspekt des thermischen Komforts im Sommer oder die Ressourcenknappheit, die dazu führt, dass immer energiesparendere und -effizientere Gebäude gebaut werden müssen, wirft Fragen auf hinsichtlich der Auswirkungen auf die Lebensbedingungen in Gebäuden. Die Verbesserung der Isolierung oder der Luftdichtheit eines Gebäudes aus Gründen der Energieeinsparung darf nicht auf Kosten der Gesundheit der Bewohnerinnen und Bewohner gehen. Ein gut belüftetes Gebäude ist ein Zeichen für Qualität. Das Bessere darf nicht zum Feind des Guten werden.

Scol'Air-FR

Gute Raumluftqualität in den Primarschulen des Kantons Freiburg: Herausforderungen und Bedingungen



Dieses Projekt hat zunächst den Anspruch, eine Bestandsaufnahme der Luftqualität und des Komforts in den Freiburger Primarschulen vorzunehmen, aber auch eine technische Bewertung und bei Bedarf Nutzungslösungen anzubieten. Es ist das Ergebnis einer Partnerschaft im Rahmen des Observatoriums für Innenraumluftqualität der Westschweiz und des Tessins (www.ortqai.ch).

Es wurden 24 Schulen ausgewählt, die für die Bedingungen im Kanton repräsentativ sind (Geografie, nähere Umgebung, Alter der Gebäude usw.). Dabei wurde auch darauf geachtet, dass die Anzahl der mit Belüftungen ausgestatteten Gebäude und die Anzahl der Gebäude, die durch manuelles Öffnen der Fenster gelüftet werden, gleich ist. Für jedes Gebäude werden jeweils in zwei Klassenzimmern und an einem Punkt im Freien wiederholt Messungen durchgeführt. Die gemessenen Parameter sind CO₂, Feinstaub, flüchtige organische Verbindungen, Radon, Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit.

Die Gesundheitsmassnahmen im Zusammenhang mit der Pandemie haben zu einer Änderung der Einstellung zum Lüften geführt, was sich positiv auf die ersten Ergebnisse auswirkt. Um dies zu belegen, ist eine Untersuchung der Entwicklung dieses Verhaltens mit einer zusätzlichen, für 2023 geplanten Messkampagne inzwischen auch Teil des Projekts.



Dauer:
2021–2022

Projektpartner:
ORTQAI, QUALIVENTIL,
EPFL HOBEL, SUPSI,
MINERGIE, BAG, Amt
für Energie des Kantons
Freiburg

Sanierung



Stefanie Schwab

Professorin
Institut TRANSFORM

Ganzheitlicher Ansatz für die nachhaltige energetische Sanierung des Gebäudebestands

Welche Bedeutung haben Sanierungen im Hinblick auf die Klimaziele der Schweiz?

Mehr als 45 % der in der Schweiz verbrauchten Endenergie und fast ein Drittel der CO₂-Emissionen entfallen auf den Gebäudesektor. Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein wesentliches Ziel der Energiestrategie des Bundes. Kurzfristig wird unter anderem angestrebt, die energetische Betriebsoptimierung von Gebäuden zur Pflicht zu machen. Mittelfristig soll der Endenergieverbrauch im Vergleich zu 2010 um 60 % gesenkt und sollen Heizsysteme, die auf fossilen Energiequellen und Direktstrom basieren, ersetzt oder entfernt werden.

Was sind Ihrer Meinung nach die grössten Herausforderungen bei der Sanierung des Gebäudebestands?

Trotz des politischen Willens liegt der Energieverbrauch des Schweizer Gebäudebestands immer noch weit über den Zielvorgaben und punktuelle Massnahmen ohne ein Gesamtkonzept sind die Regel. Realisierte Sanierungen beschränken sich oft auf die Erneuerung der Gebäudetechnik, den Austausch der Fenster und eine Aussendämmung. Diese energetisch vielleicht sinnvollen Massnahmen sind oft in baukonstruktiver, denkmalpflegerischer, bauphysikalischer und nachhaltiger Hinsicht fragwürdig. Die Arbeiten werden in der Regel ohne Planung durchgeführt, die Komplexität wird unterschätzt und globale Sanierungsstudien werden vernachlässigt.

Welchen Beitrag kann die Forschung in diesem Bereich leisten?

Das Forschungsinstitut TRANSFORM untersucht die Problematiken bei globalen energetischen Sanierungen. Wie kann die Anzahl der Sanierungen bei gleichzeitiger Gewährleistung der Qualität und Nachhaltigkeit der Massnahmen erhöht werden? Welche baukonstruktiven Typologien gibt es und welche Sanierungsszenarien sind am besten geeignet? Mit welchem methodischen Ansatz lässt sich dieses Ziel erreichen?

Das Projekt ProREN identifizierte die Herausforderungen und Hindernisse bei der energetischen Sanierung auf kantonaler Ebene. Es hebt das Bedürfnis der Eigentümer nach einer Begleitung in ihrem Vorgehen (Sanierungscoaching), den Bedarf an konkreten Hilfsmitteln (Sanierungsfahrplan) und die Notwendigkeit interdisziplinärer Strategien mit den betroffenen Ämtern hervor.

RenoBAT-FR

Hilfsmittel für die umfassende Sanierung des Freiburger Gebäudebestands



Die Ziele des Projekts RenoBAT-FR sind die Erstellung einer Typologie der Wohngebäude der Stadt Freiburg, die Definition von Indikatoren für die Beschreibung des aktuellen Zustands der Gebäude hinsichtlich ihrer thermischen, energetischen und strukturellen Leistung sowie die Entwicklung eines Fahrplans für nachhaltige energetische Sanierungen.

Die Wohntypologie wird den Fachleuten als Arbeitsinstrument dienen und einen Ansatz nach Quartieren aus derselben Bauzeit ermöglichen.

Die Entwicklung eines Fahrplans für die Sanierung von Ein- und Mehrfamilienhäusern zielt darauf ab, nachhaltige und optimierte Sanierungen in Bezug auf die Gebäudehülle, Gebäudetechnik, Integration erneuerbarer Energien und Umweltauswirkungen zu fördern, wobei die architektonischen Besonderheiten

der Gebäude und das Alter der Bauteile berücksichtigt werden. Die Zusammenarbeit mit dem Wohnungs- und Immobilienmonitor Freiburg wird es ermöglichen, relevante Kombinationen mit Indikatoren wie der Leerstandsquote oder der Durchschnittsmiete zu analysieren.

Die in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Gebäudesanierung (KGS) entwickelten Instrumente bilden eine Arbeitsgrundlage für Fachleute, um die Eigentümer bei der Sanierung zu beraten (Sanierungscoaching).

Dauer:

2021–2022

Projektpartner:

iTEC, ENERGY, KGS,
Wohnungs- und
Immobilienmonitor
Freiburg

Stadtplanung



Florinel Radu

Professor
Institut TRANSFORM

Die Schweiz wird urbaner! Nachhaltigkeit, Verdichtung, Lebensqualität und Digitalisierung halten mehr und mehr Einzug in die Gestaltung des Wohnraums der Zukunft.

Was sind die wichtigsten Trends, die heute in der Stadtplanung zu beobachten sind?

Die Stadtplanung steht derzeit vor grossen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit und dem Klimawandel. Die angesichts dieser Herausforderungen geforderte Änderung der Lebensweise ist nur möglich, wenn das städtische Lebensumfeld entsprechend umgestaltet wird. Die Stadtplaner und die anderen beteiligten Akteure müssen den Bewohnerinnen und Bewohnern Quartiere und Infrastrukturen anbieten, die unter anderem einen geringeren Ressourcenverbrauch, sanfte Mobilität, die Erhaltung der Biodiversität sowie eine funktionale und soziale Durchmischung fördern. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen jedoch sämtliche Praktiken geändert und neue Formen der Zusammenarbeit eingeführt werden, die alle Partner einbeziehen.

Sind Verdichtung und Lebensqualität miteinander vereinbar?

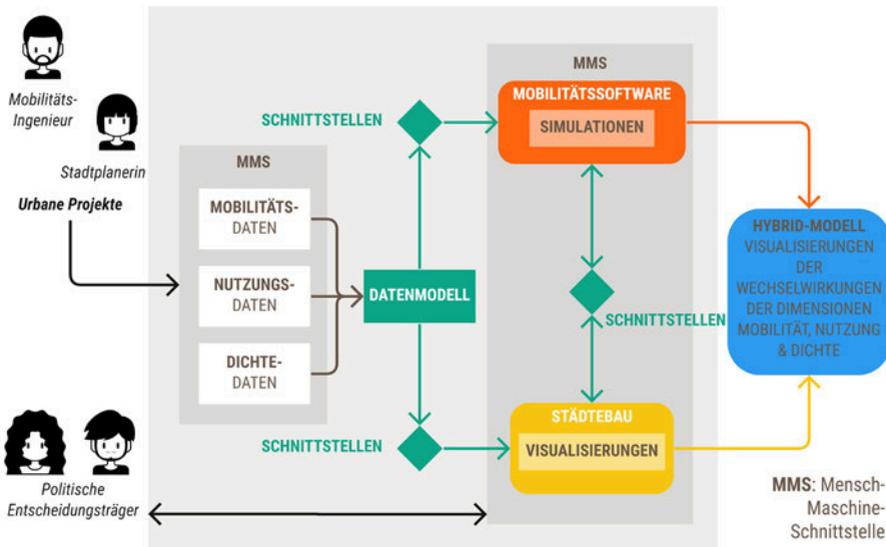
Die starke Verdichtung der Städte infolge der Revision des Raumordnungsgesetzes im Jahr 2014 weckt bei der Bevölkerung die Befürchtung, dass die Lebensqualität darunter leidet. Es gibt jedoch immer mehr Beispiele neuer Quartiere, die sowohl eine hohe Dichte aufweisen als auch eine hohe Lebensqualität anbieten. Denn die Verdichtung bringt nicht nur mehr Bewohnerinnen und Bewohner mit sich, sondern auch die Möglichkeit, eine bessere Nahversorgung, eine bessere Anbindung an den öffentlichen Verkehr und mehr Begegnungsmöglichkeiten anzubieten. Die Schlüssel zu einer qualitätsvollen Verdichtung liegen jedoch in der Berücksichtigung der unterschiedlichen Wohnpräferenzen und darin, dass die Bewohnerinnen und Bewohner Möglichkeiten zur Aneignung der Innen- und vor allem der Aussenräume haben.

Was hat sich mit der Pandemie geändert?

Während der Pandemie haben das Home Office und die Erfahrung der Isolation verdeutlicht, dass sich das Wohnen nicht auf die Wohnung beschränkt. Wir brauchen zusätzliche qualitativ hochwertige Räume sowohl in den Gebäuden, in denen wir wohnen, als auch in der Nachbarschaft. Hier zwei Beispiele dafür, wie dieses Bedürfnis befriedigt werden kann: ein Büro oder ein Atelier, das sich eine kleine Gruppe von Personen teilt, oder der Zugang zu naturnahen Aussenbereichen. Das bedeutet, dass Stadtplanung und Architektur zusammen gedacht werden müssen. Und auch, dass die Digitalisierung der Gesellschaft als Ganzes auch die Verwaltung der Städte (« Smart Cities ») umfassen muss.

City Pulse SIM

Simulationstool für urbanistische Interaktionen: Nutzung, Dichte, Mobilität



City Pulse SIM will einen Beitrag zur Digitalisierung in städtischen Projekten leisten. Das von den Instituten TRANSFORM, iSIS (Sandy Ingram) und iTEC (Marc-Antoine Fénart) entwickelte Tool hilft dabei, Projekte leichter zu verstehen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Es bietet eine Alternative zur üblichen Darstellung, indem es die verschiedenen, durch das neue Quartier ausgelösten Verkehrsarten auf einem Bildschirm visualisiert.

Mit dem Tool können die Dichte- und Nutzungsparameter in Echtzeit geändert werden, um die Auswirkungen auf die Mobilität zu beobachten. Um dies zu ermöglichen, mussten die drei beteiligten Disziplinen eine gemeinsame Sprache und Arbeitslogik finden, was eine grosse

Herausforderung war. Die Stadt Freiburg hat das Projekt unterstützt, indem sie Daten zur Verfügung stellte, um sicherzustellen, dass das Tool mit dem aktuellen Verwaltungssystem kompatibel ist.

Das Tool kann im Rahmen des potenziellen Projekts «Freiburg – Smart City» der Stadt Freiburg und bei der zukünftigen Raumentwicklung der Agglomeration genutzt werden.

Dauer:
2020–2022

Projektpartner:
iSIS, iTEC, Stadt Freiburg

Digitalisierungsprozesse im Bauwesen



Redouane Boumaref

Professor
Institut TRANSFORM

Die Digitalisierung wälzt das Bauwesen um. Handelt es sich bloss um neue Tools oder um eine Revolution der Methoden? Risiko oder Rationalisierung? Die Realität befindet sich wahrscheinlich an der Schnittstelle dieser Überlegungen.

Wie weit ist die Einführung von BIM (Building Information Modeling) in der Schweiz fortgeschritten?

Die Digitalisierung des Bauwesens schreitet in der Schweiz weiterhin mit grossen Schritten voran. Die im Jahr 2020 vom Bundesrat verabschiedete Strategie «Digitale Schweiz» zeigt klar auf, welche Richtung einzuschlagen ist und mit welchen Mitteln eine breite Einführung effizienter digitaler Methoden zu fördern ist. Trotz gewisser Vorbehalte, die meistens auf mangelndes Wissen zurückzuführen sind, verlangen die Auftraggeber immer häufiger die Anwendung der BIM-Methode. Dies führt dazu, dass sich die Auftragnehmer den Anforderungen anpassen, sich informieren und weiterbilden.

Was sind heute die wichtigsten Herausforderungen?

Die wichtigste Herausforderung bei der Einführung von BIM ist wahrscheinlich die Bewusstseinsbildung der Akteure. Es braucht eine Informations-, Bewertungs- und Handlungsstrategie. Die Dachverbände können eine zentrale Rolle spielen, indem sie zum Beispiel eine präzise und effiziente berufsbezogene Information anbieten. Der erste proaktive Schritt in diesem Prozess besteht darin, den tatsächlichen Stand der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich BIM zu ermitteln, mittels Selbstbeurteilung oder begleiteter Selbstbeurteilung, wofür es kontextbezogene, zuverlässige und genaue Evaluationstools braucht. Zur Verringerung der Kluft zwischen dem festgestellten und dem von den Fachpersonen angestrebten Kompetenzniveau ist ein entsprechend zugeschnittener Schulungsplan auf die Beine zu stellen.

Wie sieht Ihre Zusammenarbeit mit den regionalen Partnern aus?

Ob mit dem Smart Living Lab, dem Building Innovation Cluster, dem Staat Freiburg mit seiner Neuen Regionalpolitik (NRP) oder mit dem CAUE (Conseil de l'architecture, de l'urbanisme et de l'environnement) der Haute-Savoie in Frankreich: wir haben mit unseren Partnern enge Beziehungen aufgebaut. Unser Ziel ist es, gemeinsam Forschungsprojekte voranzutreiben, die sich mit der Frage der Digitalisierung in den Bereichen Architektur, Bauwesen und Ingenieurwesen befassen. Auch private Partner unterstützen diese Projekte finanziell oder mit ihrem Fachwissen.

PaNBIM

Aufwertung digitaler BIM-Daten zu digitalem Erbe

Die Integration von BIM in das Bauwesen bringt eine ganze Reihe von Problemen mit sich. Die Frage der langfristigen Verwendbarkeit und Verfügbarkeit der Daten ist eine Frage, die sich in allen Disziplinen, die ein Datenvolumen verwalten müssen, stellt und ist somit nicht spezifisch für das Bauwesen. In dieser Studie geht es insbesondere darum, die Bedingungen für die Gewährleistung der Zugänglichkeit und Verwendbarkeit eines Datenflusses innerhalb eines Zeitrahmens, welcher der Lebensdauer des baulichen Vermögensgegenstandes entspricht, zu bestimmen.

Dauer:
2019–2021

Projektpartner:
H-FR

BIM-UP

BIM-Reifegrad und Massnahmen zur Unterstützung der Digitalisierung

Das Gemeinschaftsprojekt BIM-UP verfolgt zwei Ziele: die Identifizierung des BIM-Reifegrads und die Definition von Zielvorgaben für die Unternehmen des Bauwesens des Kantons Freiburg. Hierfür werden die Ergebnisse einer signifikanten Stichprobe befragter Unternehmen analysiert. Schliesslich geht es darum, unterstützende Massnahmen und Tools zur Verringerung der Kluft zwischen der festgestellten und der angestrebten BIM-Reife bereitzustellen. Angestrebt wird ein Reifegrad, der den Anforderungen der Bauprojekte und des BIM-Managements entspricht.

Dauer:
2020–2022

Projektpartner:
HSW Freiburg, Staat Freiburg – NRP, Building Innovation Cluster (BIC), Freiburgischer Baumeisterverband (FBV), Freiburger Arbeitgeberverband (FAV), EPFL Building2050, Antiglio, Abvent, BFF AG, Element AG, Grisoni Zaugg, Groupe E, Objectif BIM, SINEF

Strukturen und Sanierung



Mylène Devaux

Professorin
Institut iTEC

Ende 2020 wurden in der Schweiz 1,77 Millionen Wohngebäude gezählt (BFS). Eine grosse Mehrheit dieser Gebäude muss saniert werden, um die Ziele der Energiestrategie 2050 zu erreichen und den neuen Standards der geltenden Normen zu entsprechen.

Wie stark ist der Rohbau an den Umweltauswirkungen des Bausektors beteiligt?

Das Ausmass der Umweltbelastung beim Bau eines Gebäudes beruht auf den ökologischen Auswirkungen der verwendeten Baustoffe, die unter anderem von der Gewinnung der Rohmaterialien (Abbaubedingungen usw.), der während ihrer Herstellungs- bzw. Verarbeitungsphase verbrauchten Energie und den dabei verwendeten Schadstoffen abhängen. Der Bau eines Gebäudes hat klar negative Umweltauswirkungen, es muss aber auch erwähnt werden, dass sich der Abriss eines Gebäudes ebenfalls erheblich auf die Umwelt auswirkt, und dies umso mehr, wenn die Materialien nicht wiederverwertet werden.

Welches sind die vielversprechendsten Ansätze, um diesen Anteil zu verringern?

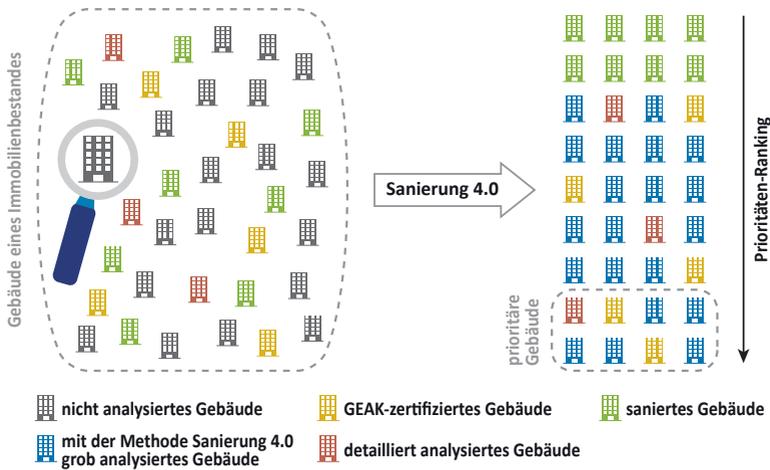
Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, egal ob es sich um ein zukünftiges oder ein bestehendes Gebäude handelt, können die Umweltauswirkungen deutlich reduziert werden. Auf den Rohbau entfällt effektiv ein hoher Anteil der Ökobilanz eines Gebäudes, aber auch der Ausbau sowie die Einbindung des Gebäudes in seine Umgebung können sich negativ auf seinen ökologischen Fussabdruck auswirken. Da der Rohbau die Ökobilanz eines bestehenden Gebäudes in der Regel verschlechtert, ist die Sanierung des Gebäudes und gegebenenfalls dessen Aufstockung oft die nachhaltigste Lösung.

Welche Ansätze sind Gegenstand Ihrer Forschung?

Bei bestehenden Gebäuden ist die Gebäudeerhaltung und -saniierung oft die nachhaltigere Alternative zum Abriss. Es gibt dabei jedoch viele mehr oder weniger grosse Herausforderungen in Bezug auf die Einhaltung der aktuellen Normen. Die normenkonforme Sanierung der Gebäude ist eine Notwendigkeit und deshalb ist es sinnvoll, sich allen diesen Herausforderungen zu stellen, um vielmehr eine umfassende Sanierung zu planen, anstatt unkoordinierte, punktuelle Massnahmen zu ergreifen. Eine umfassende Analyse ist jedoch komplex, denn sie ist multidisziplinär. Das SLL verfügt über alle erforderlichen Kompetenzen und es laufen derzeit ambitionöse Forschungsarbeiten, die einen globalen Ansatz verfolgen und ausgezeichnete Ergebnisse liefern.

Assainissement 4.0

Schnelle Analyse des Gebäudebestands durch KI und Expertensysteme zur Einschätzung der Energieeffizienz und der Strukturleistung, um geeignete Sanierungsstrategien mit günstiger CO₂-Bilanz zu definieren.



Im Sinne der Energiestrategie 2050 des Bundesrats und aufgrund der jüngsten Entwicklungen bei der Energieversorgung soll die Gebäudesanierung in den nächsten Jahrzehnten verstärkt vorangetrieben werden. Angesichts der Tatsache, dass der Schweizer Gebäudebestand etwa 1 Million Wohngebäude umfasst, die vor 1980 gebaut wurden, und dass die grosse Mehrheit dieser Gebäude weder teilweise noch vollständig saniert ist, erscheint es finanziell nicht sinnvoll, alle Gebäude einzeln zu behandeln.

Vor diesem Hintergrund hat das Projekt Assainissement 4.0 zum Ziel, ein auf Machine Learning basierendes Tool zur Einschätzung der Energieeffizienz und

Strukturleistung eines Gebäudebestands zu entwickeln, mit dem die Sanierungsstrategien von Städten und für ganze Gebäudebestände durch die Nutzung verfügbarer digitaler Daten schneller und kostengünstiger erstellt werden können. Schliesslich wird damit die Erstellung einer Klassifizierung der Gebäude nach ihrem Verbesserungspotenzial angestrebt, bei der die Herausforderungen in Bezug auf die Energieeffizienz und die Strukturleistung zusammen betrachtet werden.

Dauer:
2020–2022

Projektpartner:
ENERGY, TRANSFORM

Strukturen und Kreislaufwirtschaft



Dario Redaelli

Professor
Institut ITEC

Modulare und wiederverwendbare Tragsysteme zur Verringerung der Umweltauswirkungen des Bausektors

Kreislaufwirtschaft: echte Chance oder Wunschdenken?

Die Umsetzung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in der Tragwerksplanung ist eine unumgängliche Notwendigkeit, wenn man die Umweltauswirkungen des Bausektors reduzieren will. Die gängige Kreislaufstrategie besteht heute darin, Recycling-Materialien für den Bau neuer Strukturen zu verwenden. Ein wesentlich effektiverer Ansatz vermeidet den Bau neuer Strukturen, indem die Lebensdauer bestehender Strukturen verlängert oder der Einsatz wiederverwendbarer Tragsysteme gefördert wird. Letzteres ist in der Praxis noch wenig verbreitet, stellt aber aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht eine echte Chance dar.

Wie kann die Umsetzung in der Praxis gefördert werden?

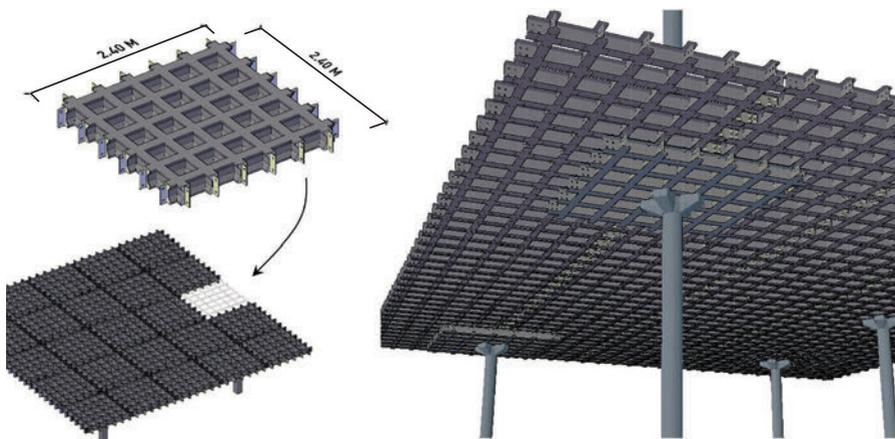
Betrachten wir den Fall von wiederverwendbaren Tragsystemen. Zunächst müssen neue Lösungen für demontierbare und transportierbare Elemente entworfen und entwickelt werden, die die Sicherheits- und Serviceanforderungen erfüllen, die an Tragsysteme gestellt werden. Letztere müssen aber aus ökologischer und finanzieller Sicht attraktiv bleiben. Den praktizierenden Ingenieuren müssen zudem Leitfäden, Normen und konkrete Beispiele zur Verfügung gestellt werden, an denen sie sich orientieren können. Zu diesem Zweck ist die Unterstützung von Bauherren, die umweltrelevante Belange beachten und bereit sind, innovative Lösungen in Pilotprojekten umzusetzen, oft ein Schlüsselfaktor für den Erfolg.

Welches sind die Folgen für den Beruf des Tragwerksplaners?

Die Wiederverwendung von tragenden Elementen erfordert eine Anpassung der Methoden: Man geht von „massgeschneiderten“ und somit jedes Mal einzigartigen Strukturen, die einem bestimmten Pflichtenheft entsprechen, zu einer Bauweise über, bei der bereits vorhandene Teile mit vorgegebener Geometrie und Festigkeit zusammengesetzt werden – ähnlich wie bei einem Baukasten! Dadurch entstehen neue Herausforderungen und Möglichkeiten wie etwa die Gestaltung von Verbindungen zwischen tragenden Modulen, die zerlegbar, aber gleichzeitig passgenau, sehr stabil und langlebig sein müssen, oder die Definition automatisierter Verfahren für die optimale räumliche Anordnung der Elemente.

ReuSlab

Modulares, wiederverwendbares und anpassungsfähiges Gebäudetragsystem, das statische, architektonische, ökologische und wirtschaftliche Anforderungen verbindet.



Die Idee, wiederverwendbare Tragsysteme zu erforschen, wurde am SLL von Professor Corentin Fivet (SXL, EPFL) ins Leben gerufen. Im Rahmen des Projekts Build-Unbuild-Repeat (2017-2019) entwickelten iTEC und SXL gemeinsam ein innovatives Konzept für eine modulare, reversible, demontierbare und äusserst vielseitige Bodenplatte. Das patentierte Konzept führte zur Gründung des Start-up-Unternehmens Aeternum AG.

Im Jahr 2019 startete ein zweites Forschungsprojekt namens ReuSlab, um die technisch-konstruktive Entwicklung des Tragsystems für dessen Industrialisierung und unter Berücksichtigung statischer, funktionaler und architektonischer Anforderungen abzuschliessen. Dabei wurden

drei Varianten im Detail untersucht (Holz, Stahl, UHFB). Aufgrund seiner statischen Effizienz wurde Stahl ausgewählt. In Zusammenarbeit mit der Firma Stephan AG konnten im Rahmen des Projekts die Grundlagen für die Systemdimensionierung geschaffen, die technische Machbarkeit nachgewiesen und die Herstellungskosten und Umweltvorteile bewertet werden.

Dauer:

2019–2021

Projektpartner:

TRANSFORM, SeSi, EPFL
SXL, Stephan AG

Baustoffe mit geringer Umweltbelastung



Ricardo Serpell

Wissenschaftlicher Adjunkt
Institut ITEC

Die effiziente Umwandlung von Abfällen in Baustoffe ist eine grosse Herausforderung im Hinblick auf die Entwicklung einer nachhaltigen gebauten Umwelt.

Was tun, um die Umweltauswirkungen von Baustoffen zu verringern?

Für den Bau von Gebäuden und Infrastrukturen werden enorme Mengen an Baustoffen benötigt. Für deren Herstellung wird eine grosse Menge an Primärressourcen verwendet und bei der Entsorgung entsteht wiederum eine entsprechende Menge an Abfällen. In einer linearen Wirtschaft summieren sich die Umweltauswirkungen dieser beiden Prozesse. Mit der Umwandlung in einen Kreislaufzyklus können diese zwei Umweltauswirkungen durch die Wiederverwendung und das Recycling von Baustoffen gleichzeitig reduziert werden. Ein ähnliches Potenzial bietet die Nutzung von Abfällen anderer Industrien als Ressource für die Baustoffherstellung.

Gibt es auf diesem Gebiet Raum für Innovationen?

Ja, zweifelsohne. Bau- und Abbruchabfälle stellen bei weitem den grössten Abfallstrom weltweit dar. In der Schweiz machen sie mehr als 20 Prozent des gesamten Abfallaufkommens aus. Um eine Kreislaufwirtschaft zu erreichen, verlangen die Vorschriften einen selektiven Abbruch, der die Wiederverwendung und das Recycling der Materialien erleichtert. Obwohl die Trenntechnologien gut etabliert sind, bleibt das Recycling spezifischer Abfälle eine Herausforderung. Bei mineralischen Abfällen (Betonabbruch, Ziegel, Keramik usw.) gibt es immer noch grosse technologische Herausforderungen, die deren effiziente Wiederverwendung für die Herstellung von Baustoffen, die von ähnlicher Qualität wie die ursprünglichen sind, verhindern.

Wie sieht ihre Forschung in diesem Bereich aus?

Sie konzentriert sich auf die Entwicklung neuer Verbundwerkstoffe aus Bau- und anderen Industrieabfällen. Dank einer gründlichen Untersuchung der Eigenschaften sowie der Mikrostruktur der Rohstoffe und ihrer Zusammenstellung, verbunden mit einer Versuchsplanung, die dazu dient, deren Auswirkungen auf die Materialeigenschaften präzise zu identifizieren, können die Eigenschaften der neuen Werkstoffe effizient optimiert werden, nicht nur im Hinblick auf die Anforderungen der Industrie, sondern auch in Bezug auf ihre Umweltauswirkungen.

ECon-BioLA

Neue ökologische Betone mit energiearmen Leichtzuschlägen aus biobasierten Abfallstoffen



Dieses Projekt soll dazu beitragen, die CO₂-Bilanz leichter Holzbauten dank der multi-parametrischen Optimierung der in diesen Bauten für statische und bauphysikalische Zwecke verwendeten giessbaren Betonmaterialien zu reduzieren. Dabei wird die ganzheitliche Bewertung des Beitrags dieser Materialien zur Leistungsfähigkeit von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus anhand realer Anwendungsszenarien berücksichtigt.

Die Entwicklung dieser optimierten Betone beinhaltet zum einen die funktionale Anpassung und Validierung von Prototypen neuer, energiearmer Leichtzuschläge, die kürzlich am iTEC der HTA-FR mittels Kalterhärtung von Abfallprodukten der lokalen Industrie entwickelt wurden. Zum anderen erfordert sie die Entwicklung kompatibler Bindemittelmatrizen, um so die angestrebte Verbesserung der CO₂-Bilanz auf Material-, Komponenten- und Gebäudeebene zu erreichen und gleichzeitig die für die geplante Anwendung erforderliche Materialleistung zu gewährleisten.

Dauer:
2021–2022
Projektpartner:
ENERGY, ChemTech

Wasserzyklus



Michaël Pfister

Professor
Institut ITEC

Wasser spielt im städtischen Bereich eine zentrale Rolle: Es stellt Nutzen und Gefahr gleichzeitig dar. Heute verändern sich die Siedlungen und das Klima, was neue Herausforderungen an eine nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft stellt.

Was sind die Herausforderungen bei der Nutzung von Wasser in gebauter Umgebung?
Historisch gesehen hat die Bevölkerung den Nutzen des Wassers optimiert und die Gefahr gebannt, d.h. Trinkwasser zugänglich gemacht, Abfälle mittels Wasser abtransportiert und Hochwasser möglichst schadlos abgeleitet. Nachhaltig war dieser Ansatz nicht, da städtische Gewässer verschmutzt und ihr hydraulisches Regime verändert wurde. Der gesetzliche Gewässerschutz und die Klärung von Abwasser sind eher neuere Ansätze.

Bringt der Klimawandel neue Herausforderungen mit sich?

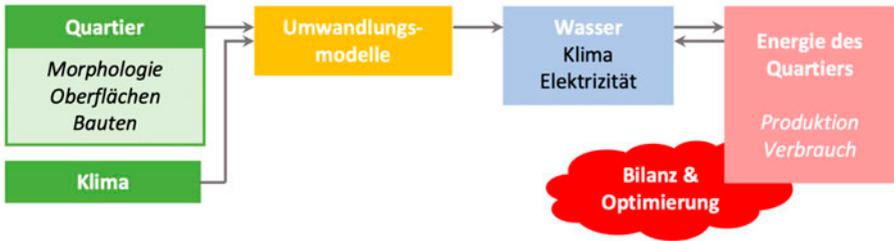
Der Klimawandel beeinflusst den Wasserkreislauf. Aktuelle Daten und Modellrechnungen deuten insbesondere zunehmende Starkniederschläge an. Diese beeinflussen das Wasser in der Stadt gleich doppelt. Erstens muss die Siedlungsentwässerung mit grösseren Abflussspitzen umgehen. Diese müssen sicher aus der Stadt geleitet werden, oder besser lokal versickern, was jedoch zunehmende Retentionsvolumen im städtischen Bereich erfordert. Zweitens kann, auch bei ähnlich bleibendem Niederschlagsvolumen, unter intensiveren Spitzen insgesamt weniger Wasser versickern und Grundwasser bilden. Starkregen bilden Oberflächenabfluss und stellen nicht die erforderliche Zeit für das Einsickern zur Verfügung. Die Bilder von im Sommer trockenfallenden Gewässern in der Schweiz unterstreichen bereits heute diesen Effekt.

Inwiefern kann Ihre Forschung zur Weiterentwicklung der Praxis beitragen?

Wir versuchen zu verstehen, wie die Wasserkreisläufe in der Zukunft mit einem veränderten Klima stattfinden. Danach leiten wir daraus Massnahmen ab. Dazu zwei Beispiele: In einem Projekt betrachteten wir eine städtische Quelle, deren Abflüsse der letzten 70 Jahren wir kannten. In dieser Phase hat sich das Einzugsgebiet von einem ländlichen zu einem städtischen Charakter entwickelt, und der Klimawandel hat eingesetzt. Mittels eines Modells konnten wir den Wasserhaushalt nachbilden und Abschätzungen für die künftige Ergiebigkeit mit Klimaszenarien machen. Es folgte eine Empfehlung zur künftigen Einsickerung von Oberflächenabfluss, um die Ergiebigkeit zu erhalten.

BlueEnergy

Nutzung des Energie- und Klimapotenzials lokaler Gewässer für den Lebensraum der Zukunft



Städteplaner entwickelt Konzepte, die unter anderem das Wohlergehen gewährleisten und die natürliche Umwelt möglichst integrieren. Zur natürlichen Umwelt gehört auch der Wasserkreislauf.

Im Mittelpunkt der Studie steht das thermische Potenzial des «gefassten» Wassers im Quartier, d. h. insbesondere des Meteor-, Trink- und Abwassers. Im Projekt werden die erwähnten Wasser in einem ersten Schritt für drei bestehende Quartiere der Stadt Freiburg quantifiziert und bezüglich ihres thermischen Potentials untersucht, welches mit dem Wärme-

bedarf der Quartiere verglichen wird. Als Grundlage wurde ein generisches Modell entwickelt, das in der Abbildung vereinfacht dargestellt ist. Kennzahlen folgen, welche in einem zweiten Schritt am Beispiel des geplanten Quartiers bluefactory angewandt werden. Gleichzeitig zeigen die Kennzahlen auch ein mögliches Potenzial auf, welches in künftigen Richtplänen hoffentlich besser ausgeschöpft werden kann.

Dauer:
2019–2022

Projektpartner:
ENERGY, TRANSFORM,
SINEF

Impressum

REDAKTION
Jean-Philippe Bacher
Violaïne Coard
Projektleiter/innen

ÜBERSETZUNG
Corinne Züger
Christine Aebischer
Nina May Vicente

GRAFIK
Gabriel Demierre

FOTOS
Alain Wicht / La Liberté
BFF AG / Behnisch Architekten
Charly Rappo / La Liberté
Guillaume Perret / Lundi 13
Horsform / Nicolas Brodard
Shutterstock
Thomas Delley

DRUCK
Reprografiedienst HTA-FR

©2022
Hochschule für Technik und
Architektur Freiburg (HTA-FR)



The mark of
responsible forestry

