

2023

Jahresbericht

Impressum

Konzept und Redaktion

Martin Gonzenbach
Emilien Schenker

Mit einem Beitrag von

Marilyne Andersen
Véronica Cubarle
Teresa Messina
Claudia Gil
Corentin Fivet
Dolaana Khovalyg
Dusan Licina
Andrew Sonta
Sergi Aguacil
Jean-Philippe Bacher
Violaine Coard
Patrick Favre-Perrod
Séréna Vanbutsele
Fabienne Favre
Hans-Georg Fill
Sofia Martin Caba
Denis Lalanne
Martin Beyeler

Korrekturlesen

Martin Gonzenbach
Emilien Schenker
Christine Aebischer
Eloïse Singer
Michaël Pfister
Barbara Smith

Übersetzung

Transit TXT

Grafik

Aline Deschenaux

Bilder

Nicolas Brodard
Thomas Delley
Sebastian Duque
Alain Herzog
Marc Reidy
STEMUTZ
Artur Tumasjan
Sonia Villegas

Druck

Druckzentrum EPFL

myClimate-Zertifizierung: Klimaneutrales Drucken

© Smart Living Lab, 2024 | www.smartlivinglab.ch

Inhaltsverzeichnis

4	Vorwort
5	Forschungszentrum für den zukünftigen Wohn- und Lebensraum
6	Lenkungsausschuss
7	Leitungskomitee
8	Wissenschaftliche Kommission
9	Forschungsgebiete
10	Forschungsgruppen
12	EPFL - Eine Institution von Weltklasse trägt zur internationalen Ausstrahlung von Freiburg bei
14	Structural Xploration Lab SXL EPFL
16	Laboratory of Integrated Comfort Engineering ICE EPFL
18	Human-Oriented Built Environment Lab HOBEL EPFL
20	Civil Engineering and Technology for Human Oriented Sustainability ETHOS EPFL
22	Building2050 BUILD EPFL
24	HTA-FR – Wertschöpfung durch Living Lab-Ansätze
26	Institut für anwendungsorientierte Forschung Energiesysteme ENERGY HEIA-FR
28	Institut für Architektur: Erbe, Konstruktion und Nutzer TRANSFORM HTA-FR
30	Institut für Bau- und Umwelttechnologien iTEC HTA-FR



32 Unifr – Interdisziplinarität und Innovation



34	Human-IST Institut Unifr
36	Institut für Schweizerisches und Internationales Baurecht LAW Unifr
38	Gruppe Decision Support & Operations Research DS&OR Unifr
40	Gruppe Digitalization and Information Systems DIGITS Unifr
42	Veranstaltungen
44	Ein Zentrum für internationale Ingenieurtalente in der Schweiz
46	Förderung von Innovation von der Forschung bis zum Markt
48	Kennzahlen

Ein Jahr im Zeichen der Transformation und Innovation zugunsten des Klimas und der gebauten Umwelt

Das Jahr 2023 stellte in Bezug auf das Klima einen Wendepunkt mit bedeutenden Fortschritten auf lokaler, nationaler und globaler Ebene dar. Am 18. Juni nahm das Schweizer Volk das Klima- und Innovationsgesetz an, das Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor festlegt - u.a. Netto-Null bis 2050 - und den Ersatz von Öl- und Gasheizungen fördert. Am 30. Juni verabschiedete der Grosse Rat von Freiburg zudem ein ehrgeiziges kantonales Gesetz, das eine Reduktion der direkten Emissionen um 50% bis 2030 anstrebt. Auf der internationalen Ebene befasste sich die COP28 im Dezember 2023 mit dem CO₂-Fussabdruck von Gebäuden und dem Bauwesen. Das UNEP und die Global Alliance for Buildings and Construction brachten wichtige Branchenakteure zusammen, um neue Initiativen zur Kreislaufwirtschaft und zu Netto-Null-Zielen zu lancieren.

Diese Entwicklungen bestätigen, dass die gebaute Umwelt sowohl Ursache als auch Opfer des Klimawandels ist und wissenschaftliche Innovationen mehr denn je notwendig sind, um dessen Herausforderungen zu begegnen. Das Smart Living Lab vereint Grundlagen- und angewandte Forschung, Bildung und Innovation unter der Leitung der EPFL, der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg und der Universität Freiburg und gibt wichtige Impulse im Bereich des nachhaltigen Bauens. Es setzt auf starke Partnerschaften auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene und zeichnet sich durch seinen experimentellen Ansatz aus, der von der Prototypentwicklung bis zu marktreifen Lösungen reicht.

Dieser Jahresbericht präsentiert eine Auswahl des breiten Spektrums an Forschungsarbeiten, die im Jahr 2023 im Smart Living Lab durchgeführt wurden. Diese Arbeiten befassten sich u.a. mit Baupraktiken, die auf der Kreislaufwirtschaft und biobasierten Materialien basieren, dem empfindlichen Gleichgewicht zwischen Energieeffizienz und Innenraumqualität und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen, den Gewohnheiten in Bezug auf die gebaute Umwelt, deren Transformation und Renovierung sowie mit der Nutzung von Augmented Reality und digitalen Zwillingen für mehr Nachhaltigkeit.

Gleichzeitig ist es erfreulich zu sehen, dass die im Smart Living Lab ausgebildeten internationalen Talente die Nachfrage der Schweizer Industrie bedienen. Dieser Bericht stellt zwei Doktoranden vor, die europäische Stipendien gewonnen und ihre Dissertationen in enger Zusammenarbeit mit regionalen Unternehmen abgeschlossen haben: Honeywell / Saia-Burgess Controls in Givisiez und Estia, ein führendes Bauphysikunternehmen mit Sitz im EPFL Innovation Park. Nestlé und Siemens Schweiz profitieren heute von ihren Kompetenzen.

Schliesslich stellen zwei Start-ups weiterhin die Fähigkeit des Smart Living Lab unter Beweis, Spitzenforschung in konkrete Marktlösungen umzuwandeln. Aeternum, das kreislaufbasierte Bausysteme entwickelt, hat seinen ersten Prototyp und Demonstrator in Originalgrösse gebaut. Vizcab, das Werkzeuge zur Bewertung des CO₂-Fussabdrucks von Bauprojekten anbietet, hat eine neue Finanzierungsrunde in Höhe von 9 Millionen Euro abgeschlossen und plant für das Jahr 2024 eine umfassende internationale Expansion.

Marilyne Andersen, Akademische Leiterin
Martin Gonzenbach, Operativer Leiter

Forschungszentrum für den zukünftigen Wohn- und Lebensraum

Das Smart Living Lab ist ein gemeinsames Projekt des Kantons Freiburg, der EPFL, der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg und der Universität Freiburg. Die akademischen Partner beteiligen sich jeweils mit eigenen Mitteln, wobei sie vom Kanton eine besondere finanzielle Unterstützung erhalten.

Darüber hinaus stellt der Kanton Freiburg die Räumlichkeiten auf dem Bluefactory-Gelände zur Verfügung und finanziert den Bau des Smart Living Lab-Gebäudes.

Das Smart Living Lab verfügt über ein jährliches Budget für Kommunikation und Veranstaltungen, das von den vier Partnern gespeist wird.

Die strategische Führung des Smart Living Lab wird vom Lenkungsausschuss der drei Partnerorganisationen wahrgenommen. Die Umsetzung erfolgt durch das Lenkungs-komitee. Mitglieder der Wissenschaftlichen Kommission sind die Leiterinnen und Leiter der Forschungsgruppen des Smart Living Lab.

Verwaltung und Technik

EPFL

Véronica Cubarle
Administrative Assistant

Claudia Gil
Administrative Assistant

Adeline Guélat
Communication Manager a.i.

Claude-Alain Jacot
Head of Technical Unit

Teresa Messina
Administrative Assistant

Stéphane Pilloud
Technical Specialist

Laure Thorens
Head of Communication

HEIA-FR

Chantal Blanc
Administrative Assistant

Violaine Coard
Coordination Deputy

Charles Riedo
Technical staff member

Unifr

Sofia Martin Caba
Coordination officer

Jenny Imboden
Coordination officer



Von links nach rechts: Stéphane Pilloud, Violaine Coard, Adeline Guélat, Laure Thorens, Charles Riedo, Teresa Messina, Claude-Alain Jacot, Véronica Cubarle.

Lenkungsausschuss

Kanton Freiburg



Olivier Curty
State Councillor,
Director of Economy
and Employment,
Co-chair of the Joint
Steering Committee



**Sylvie Bonvin-
Sansonnens**
State Councillor,
Director of Public
Education and Culture



Jerry Krattiger
Fribourg Development
Agency, Department
of Economy and
Employment

EPFL



Matthias Gäumann
Vice President for
Operations,
Co-chair of the Joint
Steering Committee



Jan Hesthaven
Vice President for
Academic Affairs



Ursula Oesterle
Vice President for
Innovation



Claudia Binder
Dean of the School of
Architecture, Civil and
Environmental
Engineering (ENAC)

HTA-FR



Jean-Nicolas Aebischer
Director

Unifr



Astrid Epiney
Rector

Leitungskomitee

EPFL



Marilyne Andersen
Academic Director
of Smart Living Lab |
Co-chair of the
Executive Committee



Martin Gonzenbach
Director of Operations
EPFL Fribourg and Smart
Living Lab | Co-chair of
the Executive Committee



Corentin Fivet
Head of Structural
Xploration Lab (SXL)

HTA-FR



Jean-Philippe Bacher
Smart Living Lab
HEIA-FR Manager

Unifr



Hans-Georg Fill
Head of Digitalization and
Information Systems Group
(DIGITS) | Smart Living Lab
Unifr Manager

Kanton Freiburg



Jerry Krattiger
Fribourg Development Agency,
Department of Economy
and Employment

Wissenschaftliche Kommission

EPFL



Marilyne Andersen
Academic Director
of Smart Living Lab – Chair
of the Scientific Commission



Corentin Fivet
Head of Structural
Xploration Lab (SXL)



Dolaana Khovalyg
Head of Laboratory
of Integrated Comfort
Engineering (ICE)



Dusan Licina
Head of Human-Oriented Built
Environment Lab (HOBEL)



Andrew Sonta
Head of Civil Engineering and
Technology for Human-Oriented
Sustainability (ETHOS)



Sergi Aguacil
Head of Building2050
Group (BUILD)

HTA-FR



Jean-Philippe Bacher
Smart Living Lab HEIA-FR
Manager



Patrick Favre-Perrot
Head of ENERGY Institute



Séréna Vanbutsele
Head of TRANSFORM
Institute



Fabienne Favre
Head of iTEC Institute

Unifr



Hans-Georg Fill
Head of Digitalization
and Information Systems
Group (DIGITS) |
Smart Living Lab Unifr
Manager



Denis Lalanne
Head of Human-IST
Institute



Martin Beyeler
Professor, Institute for
Swiss and International
Construction Law



Bernard Ries
Head of Decision Support
& Operations Research
Group (DS&OR)

Forschungsgebiete

Wohlbefinden und Verhalten

Verbesserung der Gesundheit und des Komforts des Menschen durch die Optimierung der Umgebungsqualit at in Innenräumen und der positiven Beeinflussung von Verhaltensmustern.



Bautechnologien

Ressourceneffizienz evaluieren und Veränderungsprozesse im Bausektor beschleunigen.



Energiesysteme

Entwicklung von intelligenten und energieeffizienten Systemen und Technologien, die Optimierung des Managements solcher Systeme sowie die Evaluation rechtlicher und wirtschaftlicher Auswirkungen.



Interaktionen und Designprozesse

Den Dialog zwischen allen Akteuren des Gebäude-Lebenszyklus verstehen, strukturieren und fördern, um Werkzeuge für das Design, die Modellierung und den Betrieb von Gebäuden zu entwickeln.

Forschungsgruppen



REUSE

- ▶ Structural Xploration Lab (SXL)
Prof. Corentin Fivet



INDOOR AIR

- ▶ Human-Oriented Built Environment Lab (HOBEL)
Prof. Dusan Licina



LOW E-COMFORT

- ▶ Laboratory of Integrated Comfort Engineering (ICE)
Prof. Dolaana Khovalyg

EPFL



RESEARCH

- ▶ Academic Director of Smart Living Lab
Chair of Scientific Commission
Prof. Marilyne Andersen



INTERDISCIPLINARITY

- ▶ Building Innovation Research and Integration Support Group (BUILD)
Dr. Sergi Aguacil



HUMAN CITIES

- ▶ Civil Engineering and Technology for Human Oriented Sustainability Lab (ETHOS)
Prof. Andrew Sonta

HEIA-FR
HTA-FR



SUSTAINABLE ENERGY

- ▶ Institute of Applied Research in Energy Systems (ENERGY)
Prof. Patrick Favre-Perrot



BUILT ENVIRONMENT

- ▶ Institute of Construction and Environmental Technologies (ITEC)
Prof. Fabienne Favre



TRANSFORMATION

- ▶ Institute of Architecture: Heritage, Construction and Users (TRANSFORM)
Prof. Séréna Vanbutsele



DECISION SUPPORT

- ▶ Decision Support & Operations Research Group (DS&OR)
Prof. Bernard Ries



INTERACTION

- ▶ Human-IST Institute (Human Centered Interaction Science and Technology)
Prof. Denis Lalanne



RULES

- ▶ Institute for Swiss and International Construction Law
Prof. Martin Beyeler



DIGITALIZATION

- ▶ Digitalization and Information Systems Group (DIGITS)
Prof. Hans-Georg Fill

UNI
FR
UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG

EPFL - Eine Institution von Weltklasse trägt zur internationalen Ausstrahlung von Freiburg bei

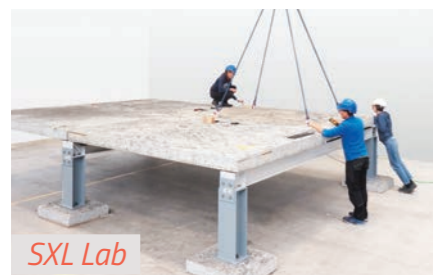
Das Smart Living Lab wurde gegründet, als die EPFL im Jahr 2014 einen permanenten Campus in Freiburg einrichtete. Es bildet heute das Herzstück der Aktivitäten der EPFL im Kanton. Die EPFL ist für die akademische und operative Leitung sowie die Verwaltung dieses Forschungszentrums für die gebaute Umwelt der Zukunft zuständig. Bis zur Fertigstellung des Smart Living Lab-Gebäudes sind die Aktivitäten der EPFL in provisorischen Einrichtungen im Bluefactory-Quartier untergebracht.

Das Smart Living Lab umfasst vier EPFL-Lehrstühle, die jeweils von einer Professorin oder einem Professor geleitet werden und dem Institut für Bauingenieurwesen oder dem Architekturinstitut der Fakultät für Architektur, Bau- und Umweltingenieurwesen (ENAC) angegliedert sind. Während die Lehre auf Bachelor- und Masterstufe weiterhin am Hauptcampus in Lausanne stattfindet, konzentriert sich die EPFL in Freiburg auf angewandte und wissenschaftliche Grundlagenforschung. Doktorierende, Postdoktorierende sowie wissenschaftliche Mitarbeitende werden in Freiburg nach den üblichen Auswahlverfahren der EPFL eingestellt, die auf Exzellenz basieren und international ausgerichtet sind.

Ergänzend dazu hat die EPFL eine Forschungsgruppe namens Building2050 gegründet, die sich auf experimentelle Ansätze im Bauwesen spezialisiert hat, insbesondere in Hinblick auf die Nutzung des zukünftigen Smart Living Lab-Gebäudes als lebendes Labor im Realmasstab, auch «Living Lab» genannt. Building2050 stellt seit Beginn des Projekts Smart Living Lab sicher, dass die Forschungsbedürfnisse im Planungsprozess des zukünftigen Gebäudes berücksichtigt werden. Die Gruppe bietet ausserdem fachliche Unterstützung, wissenschaftliche Beratung und Koordinationshilfe für die gesamte Gemeinschaft des Smart Living Lab, indem sie unter anderem die gemeinsam genutzten Daten und digitalen Modelle des Gebäudes verwaltet.

Ein vielseitiges technisches Team bietet Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Vorbereitung von Experimenten, Datenerfassung, Prototypenbau und Lehre an. In Freiburg werden regelmässig projektbasierte Lehrveranstaltungen organisiert, die Prototyping-Räume erfordern. Den Studierenden stehen dafür eine grosse Halle, das Atelier PopUp und geeignete Aussenflächen auf dem Bluefactory-Gelände zur Verfügung.

Martin Gonzenbach, Operativer Leiter EPFL Freiburg und Smart Living Lab



SXL Lab



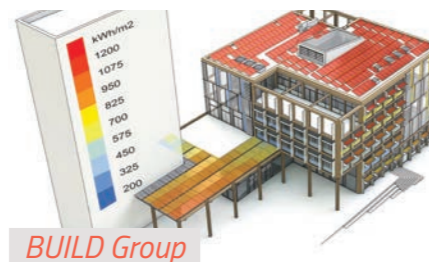
ICE Lab



HOBEL Lab



ETHOS Lab



BUILD Group

EPFL

Höhepunkte 2023

Lehre

Projektbasiertes Lernen

Die Prototyping-Halle des Atelier PopUp ist ein einzigartiger Ort für praxisnahes Lernen. EPFL-Studierende der Fachrichtungen Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften kommen hierher, um sich in Workshops mit der Realität von Materialien und Bauprozessen vertraut zu machen. Im Jahr 2023 wurden die Projektwochen, wöchentlichen Kurse und die Sommerakademie durch zwei Bauwochen für alle 240 Studierende im ersten Semester des Architekturstudiums ergänzt, in denen Prototypen entworfen und aus Lehm gebaut wurden.

Veranstaltungen

CISBAT-Konferenz

Die internationale Wissenschaftskonferenz [CISBAT](#) über die gebaute Umwelt im Wandel erreichte 2023 eine Rekordbeteiligung. Sie wurde erstmals unter der Schirmherrschaft des Smart Living Lab und unter der Leitung von Professorin Marilyne Andersen organisiert. Die hybride Veranstaltung dauerte drei Tage und empfing rund 400 Teilnehmende, wobei fast 300 Artikel veröffentlicht wurden. Die internationale wissenschaftliche Gemeinschaft zeigte grosses Interesse an den in Freiburg durchgeführten Forschungen und den Kooperationsmöglichkeiten.

Innovationsfokus

Im Rahmen seines [KNOVA](#)-Programms bietet die EPFL jedes Jahr einer Kohorte von Unternehmen die Möglichkeit, das Innovationsökosystem rund um die mit dem [Switzerland Innovation Park Network West](#) verbundenen Standorte zu erkunden. Am Besuchstag in Freiburg wird den interessierten Industriepartnern nicht nur das Smart Living Lab vorgestellt, sondern auch weitere Forschungszentren, die im Bluefactory-Gelände und an den Innovationsstandorten des Kantons ansässig sind.



Leuchtturmprojekt

Neighborhub: Fünf Jahre Quartieraktivierung

Der [Neighborhub](#), ein von Studierenden entworfenes und gebautes Solarhaus, das 2017 den Solar Decathlon in den USA gewann, dient seit fünf Jahren als Nachbarschaftshaus und Demonstrator im Innovationsquartier Bluefactory. Es ist ein lebendiger Ort und echter Quartiersaktivator. Dank einer Partnerschaft zwischen Bluefactory Fribourg-Freiburg SA und der EPFL bietet er weiterhin eine breite Palette von Aktivitäten für die Öffentlichkeit an.

Forschung

Wissenschaftlicher Nachwuchs

Im Jahr 2023 wurden in den Labors der EPFL in Freiburg vier Doktorarbeiten erfolgreich abgeschlossen, was einem Rekord gleichkommt. Zwei davon wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie und mit Unterstützung eines Stipendiums der Europäischen Kommission im Rahmen des Programms [EPFL Innovators](#) realisiert.

Transdisziplinäre Forschung

Um die Zusammenarbeit mit Unternehmen und Institutionen im Kanton Freiburg zu stärken, hat die Fakultät ENAC einen [Aufruf für interdisziplinäre Forschungsprojekte](#) gestartet, die mit einem nicht-akademischen Partner aus Freiburg durchgeführt werden. Die ausgewählten Projekte werden im Sommer 2024 bekannt gegeben.

Das Potenzial von wiederverwertetem Beton

Seit mehreren Jahren konzentriert sich das Structural Xploration Lab (SXL) in seiner Forschung darauf, Architektur- und Statikbüros mit Werkzeugen auszustatten, die die Wiederverwertung von Materialien aus sorgfältig rückgebauten Gebäuden erleichtern. Nach der Entwicklung von Optimierungswerkzeugen für die Wiederverwertung von Holz- und Stahlelementen in neuen Strukturen und dem Erfolg des Prototyps der Fussgängerbrücke «re:crete», zeigt das Labor nun, dass die Verwendung von Komponenten, die aus Stahlbetonbauten gesägt wurden, nicht nur technisch machbar, sondern auch umweltfreundlich und wirtschaftlich rentabel ist.

Beton ist ein äusserst vielseitiger Baustoff und gilt als «magische Zutat» von sowohl technisch konventionellen als auch nicht konventionellen Strukturen. Dank dieser und vieler anderer Qualitäten ist Beton ein allgegenwärtiger Bestandteil unserer gebauten Umwelt und der am häufigsten verwendete Baustoff in der Schweiz und weltweit. Gleichzeitig werden jedoch täglich Tonnen von Beton aufgrund aggressiver Investitionsstrategien und unkontrollierter Obsoleszenz abgerissen. Dieser Prozess unterstreicht die verheerenden Auswirkungen der Betonindustrie auf die Umwelt. In vielen Fällen bleiben die mechanischen Eigenschaften der Betonelemente jedoch erhalten.

Angesichts dieser Inkohärenz und der Wahrscheinlichkeit, dass der Abriss-Neubau-Abriss-Zyklus die gebaute Umwelt

künftig weiterhin prägen wird, müssen neue Entwicklungsmöglichkeiten untersucht werden. Eine besonders vielversprechende Alternative besteht darin, Betonelemente aus veralteten Gebäuden zu extrahieren (z. B. durch Sägen) und diese wieder zusammensetzen, um neue Strukturen zu schaffen. Die Wiederverwertung von Beton ist ein wegweisender Ansatz der Kreislaufwirtschaft, der erheblich mehr Vorteile bietet als konventionelle Bautechniken und die Wiederverwertung anderer Materialien. Diese Praxis kann neue Denkweisen in Bezug auf das Material fördern, finanzielle Vorteile bieten und zur Schaffung und/oder Erhaltung lokaler und nachhaltiger Arbeitsplätze führen. Der einzige Nachteil besteht darin, dass die Industrie diese Methode bisher nur sehr zögerlich übernommen hat.

Das SXL arbeitet derzeit an mehreren Forschungsprojekten, die darauf abzielen, die Wiederverwertung von Platten, Wänden, Balken und Säulen aus Beton zu fördern. Dies umfasst die Identifikation und Analyse historischer Präzedenzfälle sowie die Etablierung und Prüfung von Protokollen zur Bewertung der Wiederverwertbarkeit oder neue Bausysteme. Wir entwickeln und bewerten zudem die Auswirkungen von Ad-hoc-Verbindungstechniken, digitalisieren industrielle Prozesse und bauen Prototypen. Bisher sprach jedes neue Forschungsergebnis dafür, Betonelemente aus veralteten Gebäuden zu sägen und wiederzuverwenden.



Leuchtturmprojekte

► Neue extrem kohlenstoffarme Bodensysteme mit Wiederverwendung von Beton

Das sorgfältige Extrahieren von Stahlbetonelementen aus Strukturen, die in Kürze abgerissen werden, und ihre direkte Wiederverwendung als tragende Elemente in neuen Gebäuden ist eine neue Strategie des kreislauforientierten und kohlenstoffarmen Ressourcenmanagements. Mit dem Schwerpunkt auf der Konstruktion von Fussböden haben wir ein neues Fussbodensystem für Bürogebäude entworfen, das die strukturellen Eigenschaften von normalerweise entsorgten Materialien nutzt und so gestaltet ist, dass es demontiert werden kann, um eine weitere Wiederverwendung zu fördern. Wir haben ein 30 m² grosses Modell, FLO, gebaut und auf strukturelle und ökologische Leistung getestet, dabei zeigten sich erhebliche Kohlenstoffeinsparungen (80% bis 94%) im Vergleich zu herkömmlichen Böden. Diese Studie hebt das ungenutzte Potenzial der Wiederverwendung von Stahlbeton für nachhaltiges Bauen hervor.

► Wiederverwendung von Stützen-Riegel-Betonbauteilen für den wiederaufgebauten Pavillon

► Digitale Erweiterungen für die Wiederverwendung von Betonträgern in tragenden Wänden



Corentin Fivet
Head of SXL Lab

«Bereits verbautes Baumaterial schadet der Umwelt am wenigsten. Verschwenden wir es nicht.»

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Computational Conceptual Design – Typological Exploration Of Spatial Truss Systems Through Optimization <https://doi.org/10.20898/j.iass.2023.026>

► From concrete waste to walls: An investigation of reclamation and digital technologies for new load-bearing structures <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/19/192019>

► Building structures made of reused cut reinforced concrete slabs and walls: A case study <https://doi.org/10.1201/9781003323020-18>

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

Eindhoven University of Technology (TU/e)
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
Bellastock
University of Cambridge
Ecole des Ponts ParisTech
Tampere University

Technical University of Munich
Medair
University of Juba
College of Engineering and Architecture of Fribourg (HEIA-FR)
SCOP2401
ETH Zürich

Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden durch personenzentrierte Komfortstrategien

Gegenwärtig wird in Gebäuden der Vermeidung von mangelndem Komfort Vorrang eingeräumt, anstatt vielfältige Innenräume zu berücksichtigen und die menschliche Vielfalt bei der Gestaltung und beim Betrieb von Wärmesystemen zu beachten. Infolgedessen nutzen die Bewohnerinnen und Bewohner zeitgenössischer Gebäude ihre Anpassungsfähigkeit nur selten, um einen breite Temperaturbereich zu ertragen, was angesichts des Klimawandels und extremer Wetterereignisse Risiken birgt.

Die zunehmende Abhängigkeit von energieintensiven Klimaanlagen verschärft die globale Erwärmung, indem sie erheblich zu den Treibhausgasemissionen beiträgt. Auf diese Weise wird ein schädlicher Kreislauf fortgesetzt, der nationale und internationale Bemühungen zur Eindämmung der globalen Erwärmung untergräbt. Die Treibhausgasemissionen von Gebäuden können in erster Linie durch eine Verringerung des Energiebedarfs reduziert werden, indem die Anpassung der Bewohnenden an einen breiteren Temperaturbereich drinnen gefördert wird.

Dies kann durch die Einführung intelligenter, personalisierter Technologien erreicht werden, die das Energieangebot an die menschliche Nachfrage anpassen und auf diese Weise die Energieverschwendung reduzieren. Angesichts der wichtigen Rolle, die die Bewohnenden in Bezug auf die Energieeffizienz von Gebäuden spielen, macht es Sinn, die individuelle Wärmekonditionierung zu erforschen. Dies beinhaltet die Entwicklung personalisierter Umweltsteuerungssysteme, nicht-invasiver Komforterfassung und nutzerzentrierter Steuerungsrahmen, die verschiedene Gebäudeziele (z. B. Komfort, Energieeffizienz und Wohlbefinden) ausbalancieren. Unsere Forschungsansätze integrieren die Grundlagen der Bauphysik, datengetriebene Modellierung und menschliche Experimente und legen so den Grundstein für eine verbesserte Gebäudenachhaltigkeit sowie den Komfort und das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner.

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

▶ Chatterjee A., Khovalyg D. (2023) **Dynamic indoor environment using Reinforcement Learning- based controls: the opportunities and challenges**, Building and Environment, 244, 110766 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110766>

▶ Rida M., Abdelfattah M., Alahi A., Khovalyg D. (2023) **Toward contactless human thermal monitoring: A framework for Machine Learning-based human thermo-physiology modeling augmented with computer vision**, Building and Environment, 110850 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110850>

▶ Khovalyg D., Berquand C., Barthelmes V. M., Chatterjee A., Becchio C., Licina D. (2023) **Energy, SBS symptoms, and productivity in Swiss open-space offices: economic evaluation of standard, actual, and optimum scenarios**, Building and Environment, v. 242, 110565 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110565>

MEHR
ERFAHREN



Leuchtturmprojekte

▶ **Energieverbrauch des Menschen - Modellierung mit greenteg-Sensoren**

Das Projekt hatte zum Ziel, die Fähigkeiten von tragbaren Sensoren zur Abschätzung des menschlichen Energieverbrauchs zu erkunden. Es nutzte experimentelle Daten aus dem ICE-Labor, um die Genauigkeit verschiedener Kombinationen von 16 greenteg-Sensoren zu bewerten, die an verschiedenen Körperstellen positioniert waren. Es wurden Verfahren des maschinellen Lernen wie Random Forest und LSTM eingesetzt, um den Energieverbrauch vorherzusagen, der über einen indirekten Kalorimeter gemessen wurde. Durch personalisierte und generalisierte Vorhersagemethoden identifizierte die Studie wesentliche Parameter für die Schätzung des Energieverbrauchs und schlug effektive Strategien zur Bewältigung interindividueller Variationen vor.

▶ **DIET-Regler: Dynamische Innenraumumgebung mit Deep Reinforcement Learning**

▶ **Anpassungen an kalte Umgebungen: Eine vergleichende Studie von aktiven nomadischen und modernen sesshaften Lebensstilen**



Dolaana Khovalyg
Head of ICE Lab

« Energieeffizienz der gebauten Umwelt kann durch Verständnis des Bedarfs erreicht werden. »

PARTNERSCHAFTEN

Princeton University
University of Pennsylvania
Eindhoven University of Technology
Politecnico di Torino
Maastricht University
Greenteg AG

Grün bauen, sauber atmen: die Luftqualität in Gebäuden

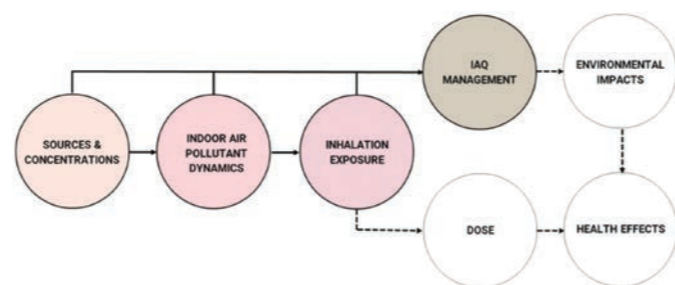
Das Human-Oriented Built Environment Lab (HOBEL) will den Wissensstand über die Schnittstellen zwischen Menschen und Gebäuden verbessern, indem es den Schwerpunkt auf die Sicherstellung einer hohen Qualität der Raumluft und das Wohlbefinden der Bewohnenden bei gleichzeitiger Minimierung des Energieverbrauchs legt. Angesichts der inhärent interdisziplinären Natur der Innenraumluftqualität konzentriert sich die Forschung von HOBEL auf die Bereiche Bauwissenschaft, Luftverschmutzung und Umweltbelastung.

Der Auftrag von HOBEL besteht darin, das Wissen über Quellen, Konzentrationen, Dynamik und Verbleib von Luftschadstoffen in Gebäuden, menschliche Inhalationsbelastungen und darüber hinaus die Erfassung und Kontrolle der Innenraumluftqualität zu verbessern und dabei die Energieeffizienz zu berücksichtigen. Diese Forschungsbereiche bilden gemeinsam einen kohärenten Rahmen zur Bewältigung der vielschichtigen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Innenraumluftqualität. HOBEL zielt darauf ab, wertvolle Erkenntnisse und Lösungen zu erbringen, die Informationen für die bewährten Praktiken im Gebäudedesign, -betrieb und -management liefern können, um gesündere und nachhaltigere Innenräume zu fördern, indem eine hohe Qualität der Innenraumumwelt für die Gebäudenutzerinnen und -nutzer bei minimalem Energieverbrauch sichergestellt wird. Der Forschungsschwerpunkt von HOBEL liegt auf dem Gebiet des ingenieurwissenschaft-

lichen Innenraumluftqualität, wobei vier miteinander verbundene Hauptforschungsthemen im Mittelpunkt stehen, die durch farbige Kreise in der Abbildung unten dargestellt sind. Diese Themen umfassen ein umfassendes Verständnis der Quellen und Konzentrationen von Innenraumluftschadstoffen, ihrer physikalischen und chemischen Transformationen und ihrer Auswirkungen auf die menschliche Exposition und die Gebäudeleistung. Die vier Forschungsthemen stehen in enger Beziehung zur Gesundheit und zum Wohlbefinden der Gebäudenutzenden durch eine Dosis Luftverschmutzung sowie zur Umweltleistung der Gebäude selbst (jedes durch weisse Kreise dargestellt).

Die vier Forschungsthemen lauten wie folgt:

- Quellen und Konzentrationen von Luftschadstoffen in Gebäuden
- Dynamik und Verbleib von Innenraumluftschadstoffen
- Menschliche Belastung durch die Inhalation von Luftschadstoffen
- Erfassung und Kontrolle der Innenraumluftqualität



SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Yun S, Licina D. (2023) [Investigation of indicators for personal exposure and occupancy in offices by using smart sensors](#), Energy and Buildings, 298, 113539

► Jhang H-Y, Yang S, Licina D. (2023) [Deposition of inhalable particles onto human clothing: A manikin-based chamber study](#), Building and Environment, 246, 110986

► Licina D, Boor B. (2023) [Size-resolved inhalation intake fractions for particles released from human activities in residential indoor environments](#), Building and Environment, 244, 110763

MEHR
ERFAHREN



Leuchtturm- projekte

► ICARUS

Die schnelle Bevölkerungszunahme und die Urbanisierung stehen derzeit vor zwei gegensätzlichen Problemen: Einerseits erfordern sowohl der Klimawandel als auch die Energiekrise ernsthafte Anstrengungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs. Weltweit sind Gebäude für 40% des Energieverbrauchs und 33% der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Der Grossteil dieses Fussabdrucks wird auf die Regelung des Innenraumklimas durch Heizung, Kühlung und Belüftung zurückgeführt. Andererseits hat die COVID-19-Pandemie das Augenmerk auf die Bedeutung der Aufrechterhaltung von gut belüfteter und/oder -gereinigter Innenraumluft zur Reduzierung der luftübertragenen Übertragung von SARS-CoV-2 und anderen Krankheiten wie Influenza oder Masern gelenkt. Eine umfangreiche Belüftung führt jedoch zu einem hohen Energieverbrauch und -kosten. In diesem interdisziplinären Projekt haben wir einen kombinierten experimentellen und modellbasierten Ansatz angewendet, um die Dynamik und Persistenz von luftgetragenen Atemwegspathogenen im Innenraum zu verstehen und Strategien zu identifizieren, die eine optimierte Regelung des Innenraumklimas bei niedrigem Energieverbrauch ermöglichen. Die Ergebnisse werden für Forschende nützlich sein, um die Dynamik von Innenraumpathogenen zu modellieren und die Exposition und Gesundheitsrisiken der Bewohnenden zu bewerten. Zudem können für die Planung die Bewirtschaftung der Gebäude effizientere Strategien zur Kontrolle von Verschmutzung und Belüftung entwickelt werden, die weiterhin eine nachhaltige und gesunde gebaute Umwelt bieten.

► SWICE

► Untersuchung der Dynamik von Nanopartikeln und Gasphasenchemie in Innenräumen und deren Einfluss auf die menschliche Inhalationsbelastung



Dusan Licina
Head of Human-Oriented Built



«Die Gebäude der Zukunft müssen nicht nur energieeffizient sein, sondern auch eine Luftqualität bieten, die «Michelin-Sterne» verdient.»

PARTNERSCHAFTEN

Denmark Technical University
Max-Planck Institute for Chemistry
University of California Berkeley
Yale University
Purdue University
EURAC research
University of Perugia
University of Southern Denmark

Tsinghua University
IVL Swedish Environmental Research Institute
Technical University of Novi Sad
Laboratory for Biomimetic Membranes and Textiles, Empa
Honeywell Building Technologies
Siemens Building Technologies
ESTIA SA

Integration sozialer und ökologischer Ziele für eine nachhaltig gebaute Umwelt

Durch den Einsatz moderner Rechentools verbessern wir unser Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen menschlichen, Umwelt- und gebauten Systemen. Die Vision von ETHOS besteht darin, moderne Daten und Computertechnologien zu nutzen, um Interventionen in allen Bereichen unserer gebauten Umwelt zu entwerfen, die unseren sozialen und ökologischen Zielen entsprechen. Die Forschung bei ETHOS konzentriert sich darauf, ein besseres Verständnis für die Mensch-Gebäude-Interaktion im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu entwickeln, beginnend beim individuellen Bewohnenden von Gebäuden, und den Blick auf Gemeinschaften in Städten zu erweitern.

Wenn wir ein klareres Bild davon bekommen, wie Menschen die gebaute Umwelt nutzen und mit ihr interagieren, können wir Strategien entwickeln, um unsere gebaute Welt so zu gestalten und zu verwalten, dass sowohl unsere Erfahrungen als auch unsere Umweltziele verbessert werden. Beispielsweise kann die Sensoren eingesetzt werden, um zu verstehen, wie Menschen Räume in Gebäuden nutzen und so zu einfachen Vorschlägen oder Nachrüstungen führen, die eine effektivere organisatorische Zusammenarbeit fördern und gleichzeitig Energie beim Betrieb des Gebäudes sparen. Auf städtischer Ebene können datengetriebene Techniken uns dabei helfen zu ergründen, wie eine energieeffiziente, fussgängerfreundliche Stadtplanung die Fähigkeit von Gemeinschaften beeinflusst, kohäsive soziale Netzwerke zu bilden.

Die ersten Projekte bei ETHOS starteten im Jahr 2023:

- **Ein städtischer digitaler Zwilling, bei dem der Mensch im Mittelpunkt steht**
ETHOS entwickelt auf maschinellem Lernen basierende rechnergestützte Tools, die Stadtakteure besser über die menschlichen Auswirkungen der Nachfragesteuerung und die Energieleistung von Gebäuden informieren.
- **Gebäudedesign und -betrieb, bei denen die Bewohnenden im Mittelpunkt stehen**
Innerhalb des Gebäudes entwickeln wir Modelle und Rahmenwerke, die detailliertere Einblicke in die Mensch-Gebäude-Interaktionen bieten, einschliesslich thermischem Komfort und Interaktionen mit den Gebäudesteuerungen und -funktionen.
- **Entwicklung von Städten zur Unterstützung aktiver Mobilität**
Wir arbeiten daran, zu verstehen, wie die Gestaltung von Städten das Gehverhalten und die Fussgängeraktivitäten beeinflusst und wie solche aktiven Mobilitäten sich auf menschenzentrierte Ergebnisse wie soziale Kohäsion auswirken können.



Leuchtturmprojekte

▶ 15minESTATES

Das Projekt betrachtet das Zusammenspiel von (1) städtischem Raum, (2) Verkehrsoptionen und (3) den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Menschen als Schlüsseldimensionen für nachhaltige Mobilitätsübergänge. Mit einem spezifischen Fokus auf grossflächige Wohnsiedlungen (LHE), komplexe städtische Umgebungen, die über ganz Europa verteilt sind und eine grosse Anzahl von Einwohnerinnen und Einwohnern beherbergen, zielt das Projekt darauf ab, gemeinsam lokal angepasste und akzeptierte räumliche Strategien und Interventionen für eine gerechte und nachhaltige Mobilität zu entwickeln. Das Projekt wird einen vergleichenden Fallstudienansatz verwenden und sich auf fünf LHEs in Bulgarien, Ungarn, Deutschland, den Niederlanden und Lettland konzentrieren. ETHOS leitet die Bemühungen zur Modellierung und Entwicklung städtischer Interventionen, die die Zugänglichkeit innerhalb der 15minESTATES verbessern.

▶ UrbanTwin

▶ (Maschinelles Lernen) Untersuchung der wirtschaftlichen Auswirkungen einer grünen Wohnbaupolitik in der Schweiz



Andrew Sonta
Head of ETHOS Lab



« Unsere Forschung konzentriert sich auf die Entwicklung eines besseren Verständnisses der Interaktion zwischen Mensch und Gebäude im Dienste der Nachhaltigkeit. »

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

▶ Sonta, A. and Jiang, X. (2023). Rethinking walkability: [Exploring the relationship between urban form and neighborhood social cohesion](#). Sustainable Cities and Society, 99, 104903

▶ Zhang, Y. and Sonta, A. (2023). [OccuVAE: Integrating unsupervised occupancy inference in data-driven energy modeling for human-centric operation](#). In Proceedings of the 10th ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Buildings, Cities, and Transportation (BuildSys '23). Istanbul, Turkey

▶ Xia, S., Wei, P., Liu, Y., Sonta, A., Jiang, X. (2023) [RECA: A multi-task deep reinforcement learning-based recommender system for co-optimizing energy, comfort and air quality in commercial buildings](#). In Proceedings of the 10th ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Buildings, Cities, and Transportation (BuildSys '23), Istanbul, Turkey [Best paper award]

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

- Eawag
- University of Lausanne
- University of Zurich
- Entreprise for Society (E4S)
- Riga Technical University
- Delft University of Technology
- Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development
- Budapest University of Technology and Economics
- University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy
- National Institute of Technology Tiruchirappalli

Gebäude- und städtische Innovation durch Entwicklungen in Living Labs

Die BUILD-Gruppe (Building2050) bietet wissenschaftliche und technische Unterstützung für Forschungsprojekte, die das Smart Living Lab-Gebäude oder andere Demonstratoren in Verbindung mit dem Smart Living Lab als experimentelle Einrichtungen nutzen. BUILD angewandte Forschung durch, um innovative und nachhaltige Lösungen für die gebaute Umwelt zu entwickeln. Dabei liegt der Fokus auf gebäudeintegrierter Photovoltaik, Open-Source-Digitaltools, 3D-Modellierung, IoT-Integration und digitalen Zwillingen von Living Labs.

Diese Forschungsthemen haben das Potenzial, die Nachhaltigkeit des Baubereichs erheblich zu verbessern und dazu beizutragen, die Auswirkungen des Klimawandels zu mildern.

- Gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV) und wasserstoffbasierte Stromspeichersysteme sind ein Weg, um die Kohlenstoffneutralität zu erreichen.
- Dieser Ansatz maximiert die Nutzung von Solarenergie und minimiert gleichzeitig die Umweltauswirkungen des Stromverbrauchs des Gebäudes.
- Open-Source-Digitaltools für den Datenaustausch und die Geometrieunterstützung bei Entscheidungen in frühen Entwurfsphasen.

- Diese Tools können die Zusammenarbeit, den Wissensaustausch und die Ressourcenoptimierung ermöglichen, um die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu verbessern.
- Austausch von fachbezogenen 3D-Modellen für Energie-, Solar- und Tageslichtsimulationen.
- Die Verwendung dieser Modelle kann dazu beitragen, das Gebäudedesign und den Betrieb zu optimieren und so die Energieeffizienz zu verbessern und die Umweltbelastung zu verringern.
- Integration von Betriebsdaten des Gebäudes, Sensordaten und 3D-Modellen unter Verwendung von Internet-of-Things (IoT)-Ansätzen.
- Diese Integration zielt darauf ab, die Gebäudemanagementsysteme (BMS) zu verbessern, indem sie eine Echtzeitüberwachung und eine auf den Menschen ausgerichtete Steuerung des Gebäudebetriebs ermöglicht.
- Open-Source-Plattformen (z. B. Speckle), die die Einrichtung von 3D-basierten Datenbanken und digitalen Zwillingen für Living Labs und Forschungseinrichtungen unterstützen, einschliesslich Gebäude- und Stadtteilmasstäben.
- Dieser Ansatz zielt darauf ab, das Verständnis für die Gebäudeleistung durch die Erstellung digitaler Nachbildungen gebauter Umgebungen zu verbessern.

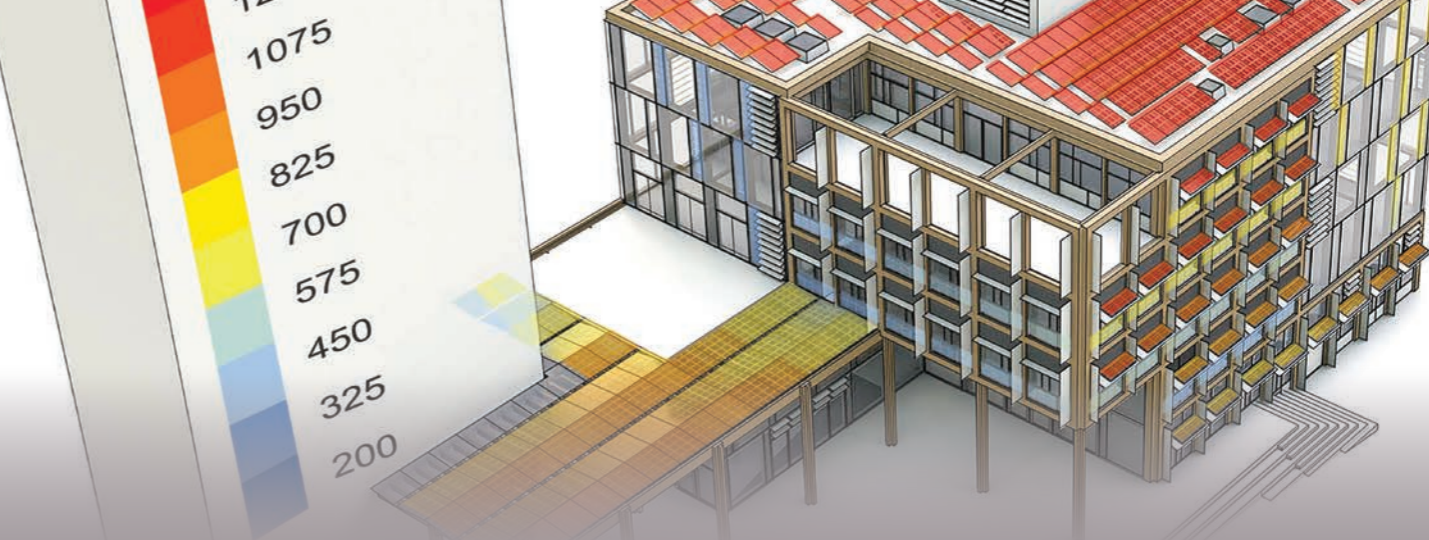
SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

▶ Paule, B., Aguacil, S., Beckers, B. (2023). **Taking a step back from glass towers facades to make them compatible with the 2050 targets.** Journal of Physics, Conference Series, 2600 - 082036, Optimization at building & urban scale <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/8/082036>

▶ Rey, J-F., Cesari, M., Montet, F., Gandolla, M., Bonvin, L., Bourquin, V., Jacot, C-A., Roman, J., Duque Mahecha, S., Aguacil, S., Hennebert, J. and Goyette Pernot, J. (2023). **Auto-digit-RAD: towards an automation of the radon's concentration dataflow in a new and innovative building.** Journal of Physics, Conference Series, 2600 - 102008, Ari Quality <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/10/102008>

▶ Aguacil, S. (2023). **Influence of future climate scenarios on the sizing of Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) installations. Case study of a new research-center building in Switzerland.** 18th International IBPSA Building Simulation Conference (BS2023), Shanghai, China, September 4-6, 2023 <https://doi.org/10.26868/25222708.2023.1530>

MEHR ERFAHREN



Leuchtturmprojekte

▶ Teilen von Forschungsergebnissen mit Hilfe des Open-Source-Tools DesignExplorer

[Design Explorer](https://design-explorer.epfl.ch/) ist ein Open-Source-Tool zur Erkundung von Designräumen im Web, das vom CORE Studio und Thornton Tomasetti entwickelt wurde. Wir verwenden dieses Werkzeug, um Forschungsergebnisse und -daten zu erforschen und auszutauschen. Wenn Sie dieser Website (<https://design-explorer.epfl.ch/>) folgen, können Sie auf eine Auswahl von Projekten von 2019 bis heute zugreifen. Das letzte Projekt, das 2023 veröffentlicht wurde, erforscht den Einfluss zukünftiger Klimaszenarien auf die Dimensionierung von gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen (BIPV). Fallstudie zum Neubau eines Forschungszentrums in der Schweiz. Dieses Projekt nutzt das geplante neue SLL-Gebäude als Fallstudie und die Ergebnisse fliessen in das Konsolidierungsprojekt ein

▶ Koordination der Integration von Innovation und Nachhaltigkeit in die Gestaltung und den Bau des Gebäudes des Smart Living Lab

▶ Innenlayout des Smart Living Lab

▶ Fassadenprototyp und Demonstrationsmodul zu den im Projekt des SLL-Gebäudes verwendeten Technologien

▶ SWICE



Sergi Aguacil
Head of BUILD Group

« Mithilfe digitaler Open-Source-Tools und benutzerdefinierter Skripts versuchen wir, eine interoperable Grundlage zu schaffen, die sich den Bedürfnissen der Endnutzer anpasst.»

PARTNERSCHAFTEN

BFF SA
ECONS SA
foxym Sàrl
GSK plc.
LAPORCH Sàrl
OCULIGHT dynamics Sàrl

Pix4D SA
RoomZ SA
Tecphy Sàrl
EDGE sensor SA
FUSTIC

HTA-FR - eine wichtige Verbindung zwischen Grundlagenforschung und Praxis

Die Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR) ist seit der Gründung des Smart Living Lab im Jahr 2012 an dessen Entwicklung beteiligt und hat ein Forschungsprogramm auf die Beine gestellt, an dem mehrere ihrer Forschungsinstitute mitwirken. Die Welt steht heute vor einer Vielzahl miteinander verbundenen Herausforderungen – vom Klimawandel und dem Verlust der Artenvielfalt bis hin zu sozialen Krisen. Wir kämpfen noch immer dafür, dass die Wende Realität wird. Da die gebaute Umwelt hierbei eine entscheidende Rolle spielt, ist die Brückenfunktion der HTA-FR zwischen Wissenschaft und Praxis und die durch das Forschungsprogramm ermöglichten Living-Lab-Ansätze wichtiger denn je.

Als Schnittstelle zwischen akademischer Welt und Berufswelt hat die HTA-FR die konkrete Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse zum Ziel. Gemeinsam mit ihren Partnern entwickelt die Hochschule praxisorientierte Lösungen für die technischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen der gebauten Umwelt.

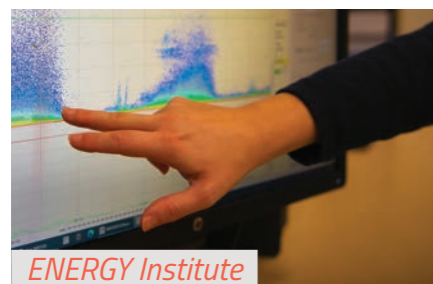
Um die Berücksichtigung aller Bedürfnisse und die optimale Akzeptanz der entwickelten Lösungen sicherzustellen, ist es unerlässlich, die Nutzerinnen und Nutzer in sämtlichen Prozessen zu berücksichtigen. Mit den Living-Lab-Methoden können wir die Bedürfnisse ermitteln sowie die zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer bei der Entwicklung von Dienstleistungen und Lösungen mit einbeziehen und diese dann rasch unter realen Bedingungen testen und validieren. Die Nutzerinnen und Nutzer geben dabei ihr Feed-

back, das vor der Umsetzung in Verbesserungen einfließt. Um die Nutzung der Living Labs und ihrer Werkzeuge und Methoden weiter zu stärken, haben wir 2023 neben unserem jährlichen Projektauftrag einen ausserordentlichen Projektauftrag gestartet. Indem wir die Kompetenzen in diesem Bereich ausbauen, können wir die Nutzerinnen und Nutzer noch besser einbeziehen und die Zusammenarbeit mit öffentlichen Einrichtungen und privaten Partnern weiter intensivieren, wodurch die Wirkung unserer Projekte sowie des gesamten Forschungsprogramms verstärkt wird.

Die gemeinsamen Projekte der HTA-FR und des Smart Living Lab entwickeln Lösungen und innovative Ansätze für die Praxis zu Themen wie Optimierung des Gebäude-Energieverbrauchs, Wahl und Wiederverwendung von Baumaterialien unter Berücksichtigung des eingebetteten Kohlenstoffs, Ermittlung relevanter Sanierungsoptionen, Integration eines systemischen Ansatzes bei der Flächennutzung und Umsetzung nachhaltiger Lebensweisen auf Quartiersebene.

Die HTA-FR bietet ihren Forscherinnen und Forschern die Möglichkeit, Ideen in Projekte zu verwandeln. Das Smart Living Lab seinerseits stellt die nötige Infrastruktur und Unterstützung für die Durchführung dieser Projekte zur Verfügung und stellt sicher, dass das gewonnene Wissen in die Praxis überführt wird und die Forschungsergebnisse somit einen echten Beitrag zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen leisten.

Jean-Philippe Bacher, Leiter Smart Living Lab – HTA-FR



ENERGY Institute



TRANSFORM Institute



iTEC Institute



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

Höhepunkte 2023

Forschungsprogramm

Das Forschungsprogramm HTA-FR / Smart Living Lab bietet den Forschungsteams verschiedene Möglichkeiten der finanziellen Unterstützung. Im vergangenen Jahr wurden fünf neue Forschungsprojekte im Rahmen des jährlichen Projektauftrags initiiert und vier Projekte im Rahmen eines ausserordentlichen Living-Lab-Projektauftrags unterstützt. Ausserdem wurden sieben Machbarkeitsstudien finanziert, was zur Entstehung neuer Ideen beitrug, sowie zwei neue Projekte bei der Drittmittelakquise (BFE, Biodiversa) unterstützt.

Im Rahmen des ausserordentlichen Auftrags unterstützte Projekte

BeCool

Optimierung von Heizsystemen durch die Einbeziehung der Nutzerinnen und Nutzer

I2B

Entwicklung von Interventionen, um sehbehinderten Personen die Raumnutzung zu erleichtern

LASOL

Bessere Berücksichtigung der Bodenqualität in den Prozessen der Stadtentwicklung durch die Beteiligung Akteure

REUSE@Lab

Schaffung eines Living Labs zum Thema Wiederverwendung von Bauelementen



Im Rahmen des jährlichen Auftrags unterstützte Projekte

AgriUrbs

Bessere Berücksichtigung der vielfältigen Bodenfunktionen in der Raumplanung

Assainissement 4.2

Plattform zur Erleichterung von Sanierungsprozessen

ASSIST QUART

Steuerungsinstrument für die nachhaltige Transformation bestehender Quartiere

HaWoBat

Potenzielle Beiträge zur besseren Nutzung von Schweizer Laubholz im Hochbau

MultiVie

Studie und strukturelle Analyse des Wiederverwendungspotenzials historischer Metallstrukturen

Fachübergreifendes Ingenieurwesen im Dienst der Energiewende

Die Teams des Instituts für anwendungsorientierte Forschung Energiesysteme (ENERGY) sind im Bereich des Energiemanagements und der Energieoptimierung von Gebäuden und Infrastrukturen tätig. Sie entwickeln Lösungen für die Integration erneuerbarer Energiequellen und die energetische Optimierung von Strom- und Wärmenetzen und führen Analysen und Bilanzen auf Gebäude- und Quartiersebene durch. Das

Institut ENERGY ist auch stark in das nationale Konsortium SWICE eingebunden, das davon ausgeht, dass die Energiewende und der Übergang zur CO₂-Neutralität ohne eine Veränderung der Gewohnheiten und Lebensweisen der Bevölkerung, sowohl individuell als auch kollektiv, nicht möglich sind. Die menschliche Dimension des Wandels und Fragen der Akzeptanz sind schwer messbare Elemente. Dennoch sind wissenschaftliche Methoden und geeignete Werkzeuge unerlässlich, um die Wirksamkeit verschiedener Arten von Interventionen, insbesondere im Kontext von «Living Labs», zu bewerten. Diese Entwicklungen hinsichtlich der Bedürfnisse und Präferenzen der Nutzerinnen und Nutzer führen zu unterschiedlichen Konzepten für Gebäude und letztlich zu einer Weiterentwicklung des Energiesystems.

Die Schweiz, die mehr als 65% ihrer Energie aus fossilen Brennstoffen aus dem Ausland bezieht, hat ihre Produk-

tion erneuerbarer Energien erhöht. Dennoch zeigen die Spitzen der Solarenergieproduktion eine Verschiebung im Vergleich zum Heizbedarf, insbesondere nachts im Winter. Um diese Diskrepanz zu überbrücken, ist eine Energiespeicherlösung notwendig.

Das Projekt SmartS zielt darauf ab, eine innovative thermische Batterie auf den Markt zu bringen, die erneuerbare Energie für den nächtlichen Gebrauch und für Tage ohne Sonnen- oder Windenergie speichern kann. Dieser Prototyp, der auf Phasenwechselmaterialien (PCM) basiert, schmilzt bei Temperaturen nahe der Umgebungstemperatur und speichert grosse Mengen an Energie, die beim Erstarren freigesetzt wird. Die Batterie wird durch einen Warmwasserkreislauf geladen, der mit erneuerbarer Energie betrieben wird, und zur Entladung wird sie mit Umgebungsluft belüftet, die auf die Temperatur des flüssigen PCM erwärmt wird. Das Projekt zielt darauf ab, diesen Prototyp durch die Zusammenarbeit der verschiedenen Partner in die Vorindustrialisierungsphase zu bringen. Zwei Hauptaktivitäten sind geplant: die Verbesserung des Wärmetauschers für eine einfachere und kostengünstigere Struktur mit energieeffizienten, sanften Lüftungen sowie die Automatisierung des Systems. Drei Prototypen werden im Rahmen dieses ehrgeizigen Projekts realisiert, was zur Energiewende für Schweizer Gebäude beitragen wird.

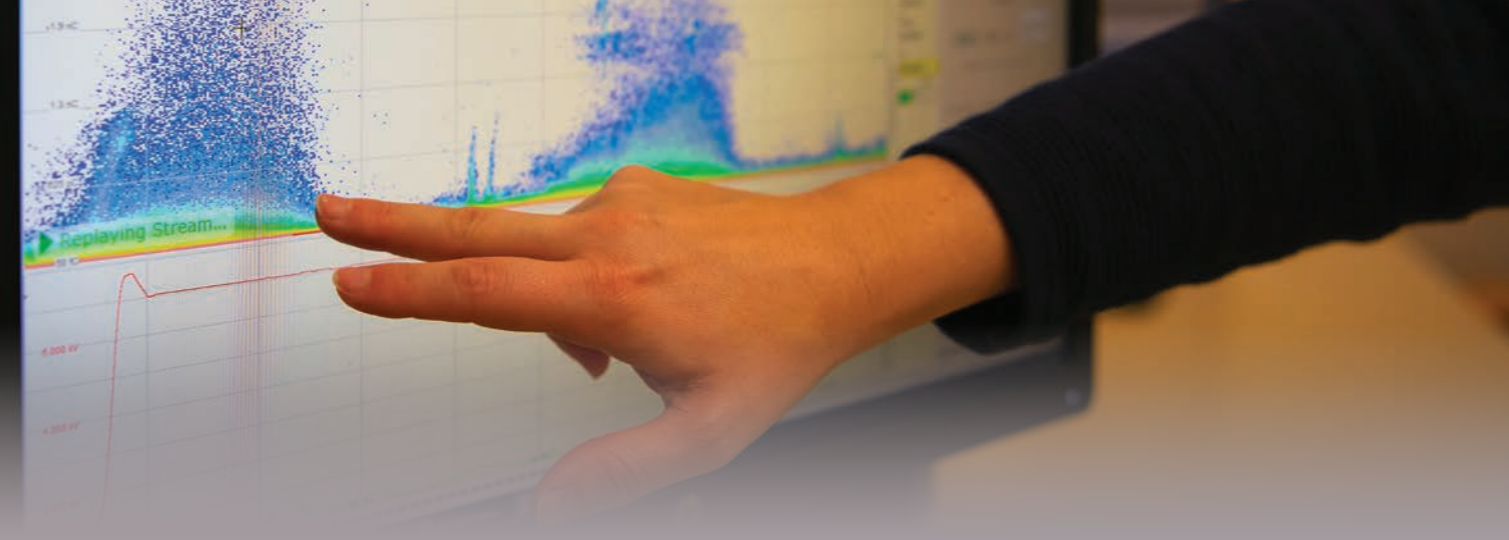
SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Mosquini, L. H. N., Delinchant, B., & Jusselme, T. (2024). [Dynamic LCA methodology to support post-occupancy decision-making for carbon budget compliance](#). Energy and Buildings, 309.

► Vonlanthen, M. (2023). [La biodiversité: l'autre crise écologique](#). Suisse: Presses polytechniques et universitaires romandes.

► Montet, F., Pongelli, A., Schwab, S., Devaux, M., Jusselme, T., & Hennebert, J. (2023). [Energy performance certificate estimation at large scale based on open data](#). In proceedings of cisbat 2023, the built environment in transition, Hybrid International Scientific Conference, Lausanne, Switzerland, 2023-09-13

MEHR ERFAHREN



Leuchtturmprojekte

► SolarCombine

Dieses Projekt betrifft eine unternehmerische Zusammenarbeit zwischen der Schweiz und dem Senegal zur Entwicklung eines innovativen Systems zur kombinierten Wärme- und Kälteerzeugung, das Solarenergie integriert. Es handelt sich um ein hocheffizientes, erschwingliches und nachhaltiges System, das zur Erhaltung und Konditionierung von fertigen und halbfertigen Lebensmittelprodukten bestimmt ist. Die im Rahmen des Swissuniversities Projekts durchgeführten Arbeiten haben dazu beigetragen, das Projekt für seine kommerzielle Anwendung voranzutreiben. Das multidisziplinäre Team bestand aus Schweizer und senegalesischen Forschenden und Fachleuten, darunter Professoren und junge Forschende/Fachleute der Hochschule für Wirtschaft Freiburg und der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg, sowie aus lokalen Interessengruppen. Gemeinsam führten sie die notwendigen technischen, wirtschaftlichen und kommerziellen Studien durch, um den Technologietransfer, die Produktion in Afrika durch die Reproduktion des Prototyps in Dakar mit ausschliesslich lokalen Lieferungen und die Einführung des Endprodukts auf dem Markt zu erleichtern.

► SmartS: Intelligente Steuerung der Wärmespeicherung in Gebäuden

► Smart Energy District: EXperimentation PlatfOrm for Smart-districts: from buildings to secure grid operation



Patrick Favre-Perrot
Head of ENERGY Institute

« Eine erfolgreiche Energiewende erfordert innovative Lösungen auf allen Ebenen: Gebäude, Stadtteile, Städte und Gebiete. »

PARTNERSCHAFTEN

CSD
BFF SA
Climate Services CMA
E-nno
ETH Zürich Gradesens
Groupe E
Romande Energie
Losinger Marazzi
OVALE & Partenaires

PSE-Energies Sàrl
Richemont SIG
SINEF SA
Tecphy Sàrl
Urbaplan
Yord
OFEN
HES-SO

Ein Low-Tech-Ansatz für Innovation

Trotz des Klimanotstands nimmt die Zahl der Neubauten in der Westschweiz weiterhin zu. Schätzungen zufolge ist der Bausektor für etwa 40% der CO₂-Emissionen verantwortlich, ebenso wie für die Bodenversiegelung, das allmähliche Verschwinden von Biotopen und für umweltschädliche Abfälle. Vor diesem Hintergrund will das Institut TRANSFORM Architektinnen und Architekten und öffentliche Körperschaften mit den Werkzeugen ausstatten, um die Transformation bestehender Gebäude zu gestalten und an neue Lebensweisen anzupassen.

Das Institut TRANSFORM entwickelt anwendungsorientierte Forschungsprojekte in den Bereichen Architektur und Stadtplanung. Es setzt sich aus Forschenden und Fachpersonen aus Architektur, Stadtplanung, Geografie und Bauphysik zusammen und fördert interdisziplinäres Fachwissen, um eine nachhaltige gebaute Umwelt für die Zukunft zu gestalten. Das Institut befasst sich mit mehreren Massstäben, von der Montage von Bauelementen bis hin zur Raumplanung. Der Entstehungsprozess von Bauwer-

ken wird in seiner Gesamtheit betrachtet, einschliesslich Entwurf, Bau, Nutzung des Gebäudes und seinen kulturellen Werten, der Renovierung und Transformation am Ende des Lebenszyklus des Gebäudes.

Während Transformation in der Architektur oft mit Gebäuderenovierung, insbesondere energetischer Renovierung, gleichgesetzt wird, zeigen die Projekte des Instituts TRANSFORM, dass dieses Konzept ein breites Spektrum an Kompetenzen und Fachwissen umfasst. Dazu gehören Wohnungsproduktion, urbane Durchmischung, Typomorphologie von Gebäuden, Gesundheit im Gebäude – insbesondere die Luftqualität in Innenräumen –, Digitalisierungswerkzeuge zur Diagnose der Qualitäten von historischen Gebäuden und die Wiederverwendung von Baumaterialien. In ihren Projekten setzen sich die Forschungsteams des Instituts kritisch mit Technologien und deren Nachhaltigkeit auseinander. Die Innovation liegt dabei eher in der Wiederaneignung, Zusammenstellung und Kombination von traditionellen, mitunter auch alten Techniken, als in der Erfindung neuer Technologien.



Leuchtturmprojekte

► **Scol'Air**
Das Projekt Scol'Air unter der Leitung des Westschweizer Zentrums für Innenraumluftqualität und Radon (croqAIR) des Instituts TRANSFORM zielt darauf ab, mehr über die Luftqualität in den Primarschulen in Freiburg zu erfahren. Die Qualität der Luft, die wir einatmen, beeinflusst unsere allgemeine Gesundheit. Die kognitiven Fähigkeiten der Kinder können durch hohe CO₂-Werte in den Klassenzimmern beeinträchtigt werden. Innerhalb von achtzehn Monaten wurden vier Messkampagnen in 48 Klassenzimmern in 24 Schulen durchgeführt.

► **SWICE**

► **RenoBAT-FR 2**

► **«Tout se transforme»**



Séréna Vanbutsele
Head of TRANSFORM
Institute

« Die Stadt der Zukunft ist grösstenteils bereits vorhanden, die Herausforderung besteht nun darin, sie so umzugestalten und bestehende Gebäude so anzupassen, dass wir besser zusammenleben können und dabei die Ressourcen des Planeten schonen.»

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Schwab, Stefanie 2023
Approche globale pour une rénovation énergétique durable: typologie architecturale et constructive des immeubles d'habitation en Suisse romande; in Gasnier, M. Berranger, M. 'Transitions, patrimoines et matériaux anciens'; Belfort, France, Les éditions du lion, pp. 123-156.

► Vanbutsele Séréna 2023
Le dessin comme méthode de recherche, in Rosa De Marco, Monique Poulot 'Dessin, Design, Projet Représenter et reconfigurer les espaces ouverts', Firenze University Press

► Concheiro Guisan, I. 2023
Démolition(s) en question: une approche pédagogique, Tracés

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

State of Fribourg

City of Fribourg

Federal Office of Public Health

State of Vaud (DGIP, DIREN)

Centre de compétence en rénovation des bâtiments (CCRB), Fribourg

HEIG-VD, HES-SO Valais, HSLU Hochschule Luzern

Federal Office of Culture

Tracés

La ressource

UNIGE

ETH Zurich

Vier Forschungsachsen, die den Weg für das Bauingenieurwesen der Zukunft aufzeigen

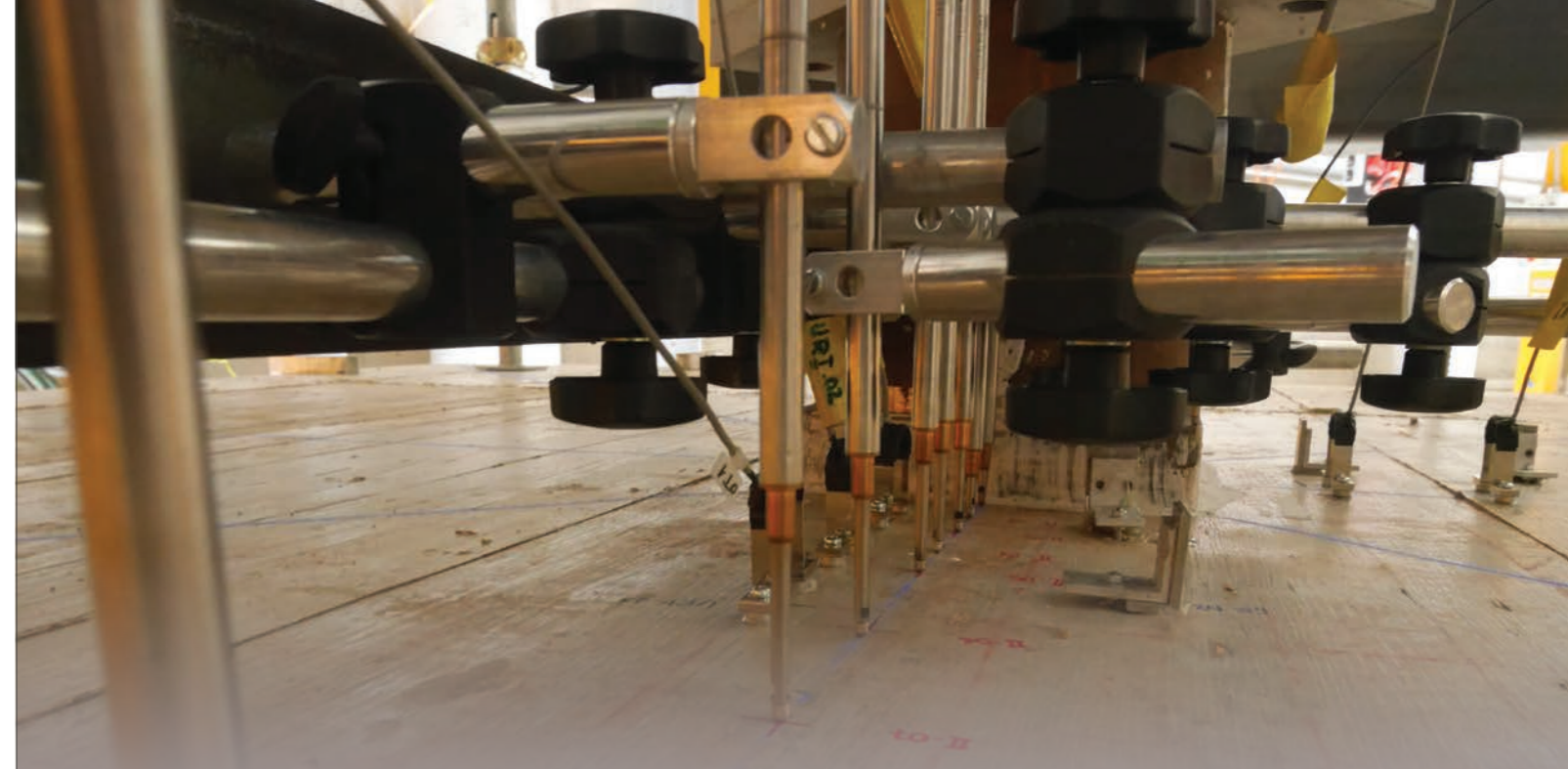
Das Institut für Technologien der gebauten Umwelt (iTEC) konzentriert sich auf vier Schlüsselbereiche, die zur verantwortungsvollen Neugestaltung von Gebäuden und Infrastrukturen von morgen beitragen: Wiederverwendung und neue Baumaterialien, Hinterfragung unserer Mobilität, Optimierung von Fundamenten und Stützkonstruktionen und rationelle Nutzung unserer natürlichen Ressourcen.

Die entwickelten Lösungen tragen zur Reduzierung der Umweltbelastung durch den Bau, zur Minderung der Auswirkungen von Naturgefahren und zu positiven Effekten auf das lokale, städtische und regionale Klima bei. Im Jahr 2023 sind bedeutende Projekte entstanden, die der Kreislaufwirtschaft gewidmet und auf die Nutzerinnen und Nutzer ausgerichtet sind. Die Forschung am iTEC wird zunehmend interdisziplinär, um die Komplexität der gesellschaftlichen Probleme zu bewältigen.

Das iTEC-Institut führt in Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Industriepartnern eine Reihe innovativer Projekte durch, die darauf abzielen, Baumaterialien zu transformieren und zu verwerten, nachhaltige Lösungen in die Raumplanung zu integrieren und die Erreichbarkeit der Städte zu verbessern. Das Projekt **Concrete** konzentriert sich auf die Wiederverwendung von Beton aus Abrissen, während das Projekt **LASOL**, unterstützt vom Bundesamt für Umwelt, darauf abzielt, den Wert des Bodens in die Raumplanung in Übereinstimmung mit der Schwei-

zer Bodenstrategie 2020 zu integrieren. Darüber hinaus entwickelt das Projekt **izb** in Zusammenarbeit mit iCoSys Infrastrukturen, um die sichere Mobilität sehbehinderter Personen in öffentlichen Räumen zu gewährleisten. Im Bereich neuer Materialien erforscht das Projekt **TCC2Detach** wiederverwendbare Holz-Beton-Verbundplatten und ebnet den Weg für das Projekt BBMOptiFEM, um effiziente und recycelbare Mischholzböden herzustellen. Schliesslich entwickelt das Projekt **TTV**, unterstützt von der NRP und dem Klimaplan des Kantons Freiburg, begrünte Dächer mit landwirtschaftlichem Potenzial, mit Prototypen, die am SLL getestet werden, und einer Forschungspartnerschaft in Frankreich mit der INSA. Alle diese Initiativen zeugen vom Engagement des iTEC für nachhaltige und innovative Bauweisen.

Darüber hinaus werden im iTEC zwei Doktorarbeiten realisiert. Die erste, unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds, konzentriert sich auf urbane Böden als Regulatoren von Wasser und Temperatur. Ziel ist es zu verstehen, wie funktionale urbane Böden für diese beiden Ökosystemdienstleistungen gewährleistet werden können. Die zweite, unterstützt von Groupe E und RIBI SA, zielt darauf ab, die kombinierte Auswirkung von Klimawandel und Wasserkraftwerksabflüssen auf das thermische Regime der betroffenen Flüsse zu untersuchen. Das entwickelte Modell wird dazu beitragen, Sanierungsmassnahmen für die Wasserkraft zu identifizieren, um eine Energieerzeugung zu gewährleisten, die die aquatischen Ökosysteme respektiert.



Leuchtturmprojekte

► Multivie

Dieses Projekt identifiziert das Potenzial, die Bedürfnisse und die Grenzen der Wiederverwendung von demontierbaren Stahlkonstruktionen, beleuchtet die Hindernisse und weist die ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile dieses Ansatzes nach. Konkrete Fallstudien werden analysiert, um eine analytische Methode zu entwickeln, die auf andere Bauwerke anwendbar ist. Das Ziel ist es, die Wiederverwendung von tragenden Strukturen zu erleichtern, indem die notwendigen Eingriffe minimiert und die ökologischen, wirtschaftlichen und architektonischen Vorteile maximiert werden.

► Living Lab izb

► FNS URBA- SOIL

► Living Lab LASOL



Fabienne Favre
Head of the iTEC Institute

« Lassen Sie uns gemeinsam die Zukunft im Einklang mit den globalen Ressourcen gestalten. »

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► **Hydraulic Capacity of Bend Manholes for Supercritical Flow**, 2023, Gaetano Crispino, David Dorthe, Corrado Gisonni and Michael Pfister, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Volume 149, Issue 2

► **Reality-based decision-making with FE models for real life case studies**, 2023, Commend S. et al. in Uncertainty, Modelling, and Decision Making in Geotechnics, chapter 12, CRC Press, ISBN: 978-1032367491

► **Composite cimentaire fibré ultra-performant : concevoir, dimensionner, construire :** 4^{ème} journée d'étude, 26 octobre 2023, Brühwiler, Eugen; Oesterlee, Cornelius; Redaelli, Dario

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

Universities of Applied Sciences and Arts

Federal and Cantonal Offices

Various industrial partners from the construction and planning industry

Unifr - Interdisziplinarität und Innovation

Die Universität Freiburg (Unifr) strebt nach Exzellenz in Lehre, Forschung und Innovation, insbesondere durch die Förderung der Interdisziplinarität im Hinblick auf Innovation. Diese Ziele sind dank mehrerer Exzellenzcluster in der Forschung innerhalb der Freiburger Alma Mater sowie durch die Zusammenarbeit mit anderen Universitäten und Hochschulen in der Schweiz und im Ausland, einschliesslich der Teilnahme am Smart Living Lab, erreichbar.

Im Smart Living Lab ist die Unifr mit vier Einheiten vertreten: dem Human-IST-Institut, dem Institut für Schweizerisches und Internationales Baurecht sowie den Forschungsgruppen Decision Support and Operations Research (DS&OR) und Digitalization and Information Systems (DIGITS). Diese Forschungsgruppen, die auch die Präsidentschaft der Unifr im Smart Living Lab umfassen, konsolidieren die Digitalisierungsstrategie der Universität, bieten innovative Perspektiven und stärken die Interdisziplinarität seit ihrer Integration in das Smart Living Lab. Die Unifr trägt dazu bei, die Interaktion zwischen Mensch und digitalen Systemen in der gebauten Umwelt besser zu verstehen, um innovative Lösungen aus mehreren Perspektiven zu entwickeln, einschliess-

lich virtueller und erweiterter Realität, Logistik, Entscheidungshilfe und rechtlicher Aspekte.

Im Jahr 2023 begann die Unifr neue bereichernde Kooperationen mit Unternehmen sowie nationalen und internationalen Institutionen. Erwähnenswert sind beispielsweise die Optimierung der Abfallentsorgung durch die DS&OR-Gruppe, die Entwicklung von Ansätzen zur Erleichterung der Nutzung von Augmented Reality und die Entwicklung von Virtual-Reality-Tools für das immersive Wohlbefinden und immersive Bildung und Ausbildung durch die DIGITS- Gruppe sowie die Teilnahme der HUMAN-IST-Gruppe am internationalen akademischen Austausch ARC-HEST. Die kontinuierliche Entwicklung starker Kooperationen zwischen verschiedenen Gruppen des Smart Living Lab ist ebenfalls bemerkenswert, wie zum Beispiel die Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Baurecht und der SXL-Gruppe oder die Beteiligung der HUMAN-IST-Gruppe am Projekt SWICE und der verschiedenen Gruppen der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg.

Hans-Georg Fill, Leiter des Smart Living Lab Unifr



Human-IST Institute



LAW Institute



DS&OR Group



DIGITS Group

**UNI
FR**

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG

Höhepunkte 2023



Änderungen des Bundesgesetzes

Die Bestimmungen des Bundesgesetzes über die Informationssicherheit traten in Kraft und führten zu einer neuen Doktorarbeit, die spezifische neue Bestimmungen für kritische Infrastrukturen in Stromnetzen analysiert.

Internationaler akademischer Austausch

Eine Doktorandin der Università Politecnica delle Marche in Italien wurde für sechs Monate in die DIGITS-Gruppe eingeladen, um die Zusammenarbeit im Bereich der virtuellen und erweiterten Realität im Rahmen der Model-Driven Engineering zu vertiefen. Darüber hinaus setzt sich der Austausch zwischen der Schweiz und Korea im ARC-HEST-Programm fort, an dem die HUMAN-IST-Gruppe stark beteiligt ist.

Ein gemeinsames Ziel

Eine Zusammenarbeit zwischen SIA, swiss.ing, SSE und dem Institut für Schweizerisches und Internationales Baurecht wurde ins Leben gerufen, um ein neues SIA-2065-Merkblatt über Projektallianzverträge zu erarbeiten.

Wissenschaft für alle Altersgruppen

Das Jahr 2023 war reich an Aktivitäten für die breite Öffentlichkeit, bei denen die Forschungsgruppen der Unifr ihre Forschungsergebnisse im Rahmen von KidsUni-Workshops und an den Tagen der offenen Tür der Universität Freiburg und von BlueFactory der Öffentlichkeit näher brachten.

Internationale Kooperationen

Die von den HUMAN-IST-Teams und dem MIT-Labor entwickelten AirSpecs wurden in Boston, Freiburg und Singapur getestet.

Immersives Wohlbefinden und immersive Bildung und Ausbildung

Ein neues Forschungsprojekt zur Verbesserung des Wohlbefindens und zur Bereitstellung neuer 3D-Bildungsformate mithilfe von Virtual-Reality-Techniken wurde begonnen. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Universität Freiburg und der Gruppe EPFL / HOBEL, sowie für wissenschaftliche Konferenzen wurden mehrere 3D-Videos erstellt.

Interaktionen zwischen Mensch und Gebäude

Verständnis und Verbesserung des menschlichen Komforts in seiner natürlichen Umgebung.

Das Human-IST-Institut nutzt seine Fachkenntnisse im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion (HCI) zur Entwicklung von Methoden und Werkzeugen, um die Mensch-Gebäude-Interaktionen (MGI) zu verstehen und zu verbessern. Durch die Anwendung eines nutzerzentrierten Designansatzes und von computergestützten Werkzeugen zur Beobachtung des Verhaltens von Bewohnenden schafft es nachhaltige und menschenzentrierte Technologien, um Gebäudebewohnende dabei zu unterstützen, ihre Umgebung besser zu kontrollieren und gesünder, komfortabler, effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Neben den oben beschriebenen Projekten beteiligte sich Human-IST aktiv am akademischen Austausch ARC-HEST zwischen der Schweiz und Südkorea sowie an der Gründung eines Schweizer Zentrums für erweiterte Intelligenz SCAI (swisscai.ch).

Durch die Kombination von Fachkenntnissen in der intelligenten Erfassung von Daten aus der Responsive Environments-Gruppe des MIT Media Lab und der Forschung zur Benutzererfahrung des Human-IST-Instituts in Freiburg wurde von März 2023 bis Juni 2023 eine Reihe von Benutzerstudien in Boston, Freiburg und Singapur durch-

geführt. Diese Studien hatten zum Ziel, eine neue Methode zur Messung der Wahrnehmung des Komforts der Benutzenden in ihrer natürlichen Umgebung zu erkunden und klima- tische sowie kulturelle Unterschiede zu verstehen, wobei personalisierte intelligente Brillen namens AirSpecs eingesetzt wurden, die 2022 von MIT und Human-IST entwickelt wurden. Darüber hinaus arbeitete Human-IST am Projekt Lucideles, das darauf abzielt, das Lichtmanagement durch Nutzung von Tageslicht zu optimieren und Usability-Tests an einem intelligenten Steuergerät durchzuführen. Die Ergebnisse umfassen ein tieferes Verständnis der Mechanismen der Benutzerakzeptanz und der Testinfrastruktur.

Schliesslich untersucht das Human-IST-Institut im Rahmen des SWICE-Projekts, das darauf abzielt, den CO₂-Fussabdruck und den Energieverbrauch der Schweiz zu reduzieren, die menschliche Dimension des Wandels. Es soll ein umfassendes Rahmenwerk zur Verständnis und Förderung eines sozialen Wandels und Verhaltensänderungen vorschlagen. Zur Bewertung der Wirksamkeit von Nachhaltigkeitsmassnahmen werden Techniken zur Erfassung von Verhaltensdaten in natürlichen Umgebungen entwickelt und in verschiedenen Living Labs angewendet, um Lebensstilgruppen, individuelle Veränderungsprozesse und Übertragungseffekte zu erkennen.



Leuchtturmprojekte

► AirSpecs

Das AirSpecs-Projekt, das aus einer Zusammenarbeit zwischen dem MIT Media Lab, dem Human-IST-Institut in Freiburg und der Harvard Graduate School of Design hervorgeht, befasst sich mit der Frage, wie Innen- und Aussenumgebungen unseren Komfort und unsere Kognition beeinflussen. Durch die Kombination von Fachwissen über intelligente Sensoren und Benutzererfahrungen wurde AirSpecs entwickelt, eine Plattform für intelligente Brillen mit benutzerdefinierten Software-Toolkits für die Fernbedienung und Interaktion. AirSpecs verfügt über verschiedene Sensoren zur Erfassung physiologischer und Umgebungssignale wie Gesichtstemperatur, Augenlidbewegungen und Umgebungsbedingungen. Teilnehmende aus verschiedenen klimatischen Regionen nutzen das System, um ihre Komforterfahrungen zu teilen und damit klimatische und kulturelle Unterschiede zu untersuchen. Das Projekt zielt darauf ab, weiterhin innovative Hardware- und Softwarelösungen zur Verbesserung des Wohlbefindens zu entwickeln, mit Plänen zur Unterstützung interdisziplinärer Studien in den Bereichen Neurowissenschaften, Medizin und Architektur. Unter der Leitung von Forschenden des MIT Media Lab, der Universität Freiburg und der National University of Singapore verkörpert AirSpecs internationale Zusammenarbeit für Innovation und ganzheitlichen Fortschritt.

► MUBI Benutzeroberfläche für den mobilen Gebäudebau

► SWICE



Denis Lalanne
Head of Human-IST
Institute

« Verständnis der Wahrnehmung von Komfort und der kulturellen Unterschiede durch die Nutzung intelligenter Brillen. »

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► **Proxy methods for detection of inhalation exposure in simulated office environments**, Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology (2023)

► **Understanding responsibility under uncertainty: A critical and scoping review of autonomous driving systems.** In: Journal of Information Technology (2023). <https://doi.org/10.1177/02683962231207108>

► **KI zum Wohle aller (AI for Public Good): Das Projekt Swiss Center for Augmented Intelligence.** In: <https://www.smartcity-bern.ch/> (2023). <https://www.smartcity-bern.ch/ki-zum-wohle-aller-ai-for-public-good-das-projekt-swiss-center-for-augmented-intelligence/>

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

MIT Media Lab
National University of Singapore
Regent Beleuchtungskörper AG, Basel
ZHAW, Institut für Nachhaltige Entwicklung
Institut ENERGY, HEIA-FR
College of Engineering and Architecture of
Fribourg (HEIA-FR), TRANSFORM
HSLU, Hochschule Luzern
OFEN
OFEV

Prona
BFF SA
EPFL
Empa
ETHZ
SUPSI
UNIGE
UNIL
ZHAW

Nachhaltigkeit bei öffentlichen Beschaffungen, Cybersicherheit kritischer Infrastrukturen, Projektallianzen und Wiederverwendung von Baumaterialien

Im Jahr 2023 lag der Forschungsschwerpunkt der LAW-Gruppe (Institut für Schweizerisches und Internationales Baurecht) auf dem Vergaberecht, dem Recht der kritischen Infrastrukturen, den Verträgen betreffend Projektallianzen und dem Recht der Wiederverwendung von Bauteilen. Darüber hinaus wurden zahlreiche Lehrveranstaltungen an der UNIFR und in CAS-Programmen zum Baurecht, zum Vergaberecht, zur digitalen Planung (BIM) und zur Mediation durchgeführt.

Im Bereich des Vergaberechts wurden Hunderte von Entscheidungen des Bundes, der Kantone sowie des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) aus den Jahren 2022 und 2023 analysiert, verglichen und teilweise kommentiert. Diese Entscheide sind in einer Übergangsphase zwischen dem alten (1996 ff.) und dem neuen (2021 ff.) Recht ergangen und zeugen von der Weiterentwicklung der Grundsätze, die das öffentliche Vergaberecht beherrschen. Insbesondere das neue gesetzliche Prinzip der Nachhaltigkeit der öffentlichen Beschaffungen ist von speziellem Interesse, zumal dessen Umfang und Gehalt noch nicht vollständig geklärt sind. Um beispielsweise eine Instrumentalisierung öffentlicher Beschaffungen zu verhindern, hat das Verwaltungsgericht des Kantons Aargau ein Kriterium zugunsten von Fahrgemeinschaften unter den Mitarbeitenden der Bieterfirmen als unzulässig eingestuft. Demgegenüber wurde die Begrenzung von Emissionen bei der Erbringung von Dienstleistungen im Rahmen des betreffenden Vertrags als zulässig erachtet.

Die Forschung zu Rechtsfragen der Cybersicherheit kritischer Infrastrukturen sowie zum Schutz von Informationen, die diese Infrastrukturen betreffen, wurde 2023 fortgesetzt. Am 1. Januar 2024 traten die aktuellen Bestimmungen des Bundesgesetzes über die Informationssicherheit in Kraft, mit zahlreichen Umsetzungsbestimmungen in Verordnungen des Bundesrats, die erst 2023 veröffentlicht wurden. Folglich konzentrierte sich die Forschung darauf, die nunmehr geltenden Bestimmungen zu analysieren, was in einer Doktorarbeit mündete, die speziell den kritischen Infrastrukturen von Stromnetzen gewidmet ist.

Im Jahr 2023 trug die LAW-Gruppe wiederum mit ihrer rechtlichen Expertise zur Entwicklung des Merkblatts SIA-2065 betreffend Verträge für Projektallianzen bei. Im Sommer 2023 wurde der Entwurf dieses Dokuments veröffentlicht und in Vernehmlassung gegeben. Im September wurde ein interdisziplinäres Symposium organisiert, an dem mehrere hundert Stakeholder aus dem Bau- und Immobiliensektor teilnahmen und an dem der Entwurf des technischen Dokuments vorgestellt und diskutiert wurde. Nach Abschluss der Vernehmlassung wurden die zahlreich eingegangenen Kommentare geprüft, was zu Überarbeitungen und Verbesserungen des Entwurfs führte. Das Merkblatt SIA-2065 ist weder eine Norm (die einzuhalten ist) noch eine Vertragsvorlage. Es dient vielmehr als beschreibendes Dokument, das die Grundprinzipien einer Projektallianz sowie die verschiedenen rechtlichen Fragen erläutert, die spezifisch in Allianzverträgen zu regeln sind, und die daher in jedem Einzelfall gelöst werden müssen (zumal es keine spezielle Gesetzgebung zu diesem Thema gibt).



Leuchtturmprojekte

▶ Rechtliche Fragen im Zusammenhang mit der Wiederverwendung von Bauteilen

In freier Zusammenarbeit mit der SXL-Gruppe wurden Untersuchungen zum Recht der Wiederverwendung von Bauteilen eingeleitet. Das geltende Schweizer Recht enthält keine spezifischen Regeln zur Behandlung rechtlicher Fragen im Zusammenhang mit der Wiederverwendung von Bauteilen. Gleichzeitig bestehen diese Fragen in vielen Bereichen des Rechtssystems, insbesondere im Sachenrecht (Eigentumsfragen), im Vertragsrecht (Gewährleistung), im Deliktsrecht (fehlerhafte Teile), im öffentlichen Wirtschaftsrecht (Bauproduktgesetzgebung) und im öffentlichen Beschaffungsrecht (Gleichbehandlung und Transparenz der Verfahren). Die Forschung zielt darauf ab, auf der Grundlage der bestehenden Regeln Antworten auf diese Fragen zu geben, dies vor dem Hintergrund des Umstands, dass diese Regeln im Licht eines Phänomens interpretiert werden, das, obwohl nicht völlig neu, nicht vorgesehen war, als die geltenden Bestimmungen erlassen wurden. Die Forschung soll 2025 zu einer Veröffentlichung führen.

▶ Entscheide im Bereich des öffentlichen Beschaffungsrechts im Jahr 2022 und 2023

▶ Das technische Datenblatt SIA-2065 zu Projektallianzverträgen

▶ Kritische Infrastrukturen im Elektrizitätssektor und Informationssicherheit



Martin Beyeler
Professor



Die Vertragspartnerschaft beruht mindestens ebenso sehr auf der Kultur wie auf wirtschaftlichen Anreizen und klaren Regeln.»

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

▶ Private Übernahme eines Quasi-inhouse-Vehikels, in: BR/DC 2023, S. 16 ff.

▶ Die Folgen der Unterlassung eines Rechtserwerbs, in: BR/DC 2023, S. 18 ff.

▶ Quod licet mandatori non licet iudici, in: BR/DC 2023, S. 23 ff.

MEHR
ERFAHREN



Komplexe Entscheidungsfindung mit quantitativen Methoden erleichtern

Die DS&OR-Gruppe entwickelt mathematische Theorien, Modelle und Algorithmen, um die Entscheidungsfindung in komplexen Situationen zu unterstützen, hauptsächlich im Bereich Logistik und Transport. Sie ist insbesondere an Forschungsprojekten mit Industriepartnern zu Optimierungsproblemen im Zusammenhang mit der Planung und Routenführung von Fahrzeugen und Personal beteiligt.

Grosse Organisationen stehen ständig vor komplexen Problemen, die mit mathematischen Werkzeugen gelöst werden müssen. Erfolg in der Praxis erfordert ein gründliches Verständnis des Problems, Übersetzung in mathematische Sprache, computergestützte Implementierung und Lösung des resultierenden Modells sowie eine effektive Kommunikation der Ergebnisse. Die DS&OR-Gruppe arbeitet mit Industriepartnern an Projekten, die einige oder alle diese Schritte umfassen. Folglich umfassen ihre Forschungsbereiche Graphentheorie, mathematische Programmierung und die Verwendung sowohl einfacher und intuitiver Methoden als auch flexiblerer und explorativerer Ansätze.

Im Jahr 2023 sicherte sich die Gruppe Mittel für ein einjähriges Projekt in Zusammenarbeit mit der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Electricité de France. Das

Ziel des Projektes ist es, Forschung zur Optimierung der Touren von Technikern durchzuführen. Diese Touren sollen eine maximale Anzahl von Interventionen abdecken und dabei insbesondere die spezifischen Fähigkeiten der Techniker, Zeitfenster für Interventionen und Reisezeiten berücksichtigen. Dieses Projekt wird im Rahmen des Programmes Gaspard Monge für Optimierung, Operations Research und deren Interaktion mit den Datenwissenschaften (PGMO) durchgeführt, das die Forschung in mathematischen Bereichen unterstützt, die von Industriepartnern als entscheidend identifiziert wurden. Die Gruppe hat auch Aufgaben zur Verbreitung der Ergebnisse eines dreijährigen Projekts (abgeschlossen im Jahr 2022), das von Innosuisse finanziert wurde und sich mit der Entwicklung eines Prototyps eines Entscheidungsunterstützungstools für eine effizientere und nachhaltigere Müllabfuhr beschäftigte, durchgeführt. Dieser Prototyp wird vom Industriepartner System-Alpenluft AG verwendet, um mehrere Schweizer Gemeinden bei der Gestaltung des für ihre Bedürfnisse am besten geeigneten Müllabfuhrsystems zu beraten. Die Gruppe hat zwei wissenschaftliche Artikel zu diesem Projekt in renommierten internationalen Zeitschriften für Operations Research veröffentlicht und an Veranstaltungen zur Verbreitung der Projektergebnisse an die Öffentlichkeit teilgenommen, darunter der Tag der offenen Tür der Universität Freiburg.

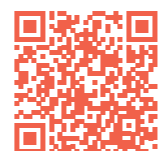
SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Fischer, V., Pacheco Panque, M., Legrain, A., & Bürgy, R. (2024). **A capacitated multi-vehicle covering tour problem on a road network and its application to waste collection.** European Journal of Operational Research, 315(1), 338-353. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.11.040>

► Fischer, V., & Wöhlk, S. (2023). **A logic-based Benders decomposition solution approach for two covering problems that consider the underlying transportation.** Computers & Operations Research, 160, 106393. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106393>

► Fischer, V., Legrain, A., & Schindl, D. (2024). **A Benders decomposition approach for a capacitated multi-vehicle covering tour problem with intermediate facilities.** The 21st International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research, Uppsala, Sweden. <https://sites.google.com/view/cpaior2024/accepted-papers>

MEHR
ERFAHREN



Leuchtturmprojekte

► Optimierung der Zuweisungen von Eisenbahnaktivitäten zu den Personaldepots der SBB

Darüber hinaus schloss die Gruppe ein Projekt in Zusammenarbeit mit der SBB ab, das vom SBB-Forschungsfonds finanziert wird, der Forschung zu aktuellen Fragen des Schweizer Eisenbahnnetzes unterstützt. Das Projekt zielt darauf ab, jedes Aktivitätssegment (das beispielsweise der Abschnitt der Intercity 711-Strecke von 7:42 Uhr in Genf bis 9:03 Uhr in Freiburg sein kann) den verschiedenen Personaldepots zuzuweisen, von denen aus verschiedene Besatzungsmitglieder ihre täglichen Touren beginnen und beenden. Ziel war es, die aktuelle Zuweisung, die von der SBB verwendet wird, zu analysieren und Verbesserungsrichtungen und strategische Entscheidungen vorzuschlagen. Die Ergebnisse zeigen eine potenzielle Reduzierung von 19% des benötigten Personals mithilfe der aus dieser Forschung abgeleiteten Algorithmen.

► Ein Ansatz für die Spaltengenerierung bei Elektrikertouren

► Entscheidungsunterstützung für eine effiziente und nachhaltige Abfallentsorgung



Bernard Ries
Head of DS&OR Group

« Unser Ziel ist es, die komplexe Entscheidungsfindung im Bereich Logistik und Transport zu unterstützen. »

PARTNERSCHAFTEN

System-Alpenluft AG
SBB CFF FFS
Électricité de France (EDF)

Anwendung und Erforschung neuer Technologien in der konzeptuellen Modellierung und Metamodellierung

Die Gruppe DIGITS betreibt Grundlagenforschung zur Integration von konzeptueller Modellierung und Augmented/Virtual Reality sowie zur Erforschung neuer Technologien in der konzeptuellen Modellierung und Metamodellierung im Allgemeinen. Die Beteiligung der Gruppe am Smart Living Lab zielt darauf ab, zur weiteren Entwicklung der Digitalisierung für die Gesellschaft beizutragen. Die Forschenden möchten insbesondere etablierte Methoden aus der Wirtschaftsinformatik auf andere interdisziplinäre Forschungsaktivitäten anpassen.

Konzeptuelle Modellierungsmethoden bilden eine der grundlegenden Methoden der Wirtschaftsinformatik. Diese Methoden basieren auf einem vordefinierten Schema in Form einer Modellierungssprache, die semantische Konzepte zur Darstellung von Wissen über Prozessabläufe, Computerarchitekturen oder Softwaresysteme festlegt. Basierend auf den erstellten visuellen Modellen können verschiedene Arten von Algorithmen ausgeführt werden, um beispielsweise Simulationen durchzuführen oder einen Code für Programmiersprachen zu generieren.

Innerhalb der Forschungsprojekte wird untersucht, wie dieser Modellierungsansatz mit neuen Technologien verbunden werden kann - beispielsweise zur Verankerung von Wissen aus traditionellen 2D-Modellen an Objekten der realen Welt, d. h. in dreidimensionalen physischen Umgebungen. Mögliche Anwendungsfälle umfassen die flexible Erstellung von Anwendungen auf der Grundlage von Augmented Reality, z. B. um Besucherinnen und Besucher dynamisch, basierend auf individuellen Präferenzen, durch Gebäude zu führen oder Wissen über Wartung oder Montage von physischen Infrastrukturen oder Maschinen in die reale Welt zu projizieren. Aktuell werden in der Gruppe die grundlegenden Anforderungen und die technische Machbarkeit auf der Ebene der Metamodellierung untersucht und prototypisch umgesetzt. Dies liefert die theoretischen Grundlagen und die technische Infrastruktur, die für modellbasierte Augmented Reality-Anwendungen erforderlich sind. Darüber hinaus werden auch aktuelle Technologien wie Blockchains oder generative künstliche Intelligenz im Zusammenhang mit konzeptueller Modellierung untersucht.



Leuchtturmprojekte

► Projekt zur Erstellung immersiver 3D-Videos für Immersive Wellbeing und Immersive Education

In diesem Projekt wird untersucht, wie autostereoskopische, dreidimensionale Videos zur Unterstützung in Lehre und Forschung eingesetzt werden können. Dazu werden Videos von einer realen Umgebung mit speziellen Kameras erstellt, die es erlauben, den dreidimensionalen Eindruck aufzuzeichnen. Anschliessend können diese Videos mit speziellen Headsets für Virtual und Augmented Reality angesehen werden, wodurch der Eindruck entsteht, selbst am Ort der realen Umgebung zu sein. Dabei besteht die Herausforderung insbesondere darin, die Wahrnehmung der Videos für Benutzerinnen und Benutzer so angenehm wie möglich zu gestalten, ebenso wie die Vereinfachung der zugrundeliegenden technischen Abläufe zur Erstellung der Videos. In Zukunft ist zudem geplant, die Videos mit Inhalten aus konzeptuellen Modellen anreichern zu können um für die Betrachtenden zusätzliche Erklärungen einfließen lassen zu können. Erste Beispiele für solche Videos wurden unter anderem an der Universität Freiburg für wissenschaftliche Vorträge erstellt, ebenso wie in einem Kooperationsprojekt mit der EPFL / HOBEL Gruppe zur Beschreibung eines Dissertationsprojekts.

► Grundlagenforschung zur wissensbasierten Augmented und Virtual Reality

► Domänenspezifische konzeptionelle Modellierung für Blockchain-Technologien

► Industrieforschungsprojekt zur Bewertung des Einsatzes generativer künstlicher Intelligenz im Software Engineering



Bernard Ries
Head of DIGITS Group



Revolutionierung der User Experience in der bebauten Umwelt durch Einbindung von Methoden der Wirtschaftsinformatik und Augmented Reality.»

SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN

► Muff, Fabian, Fill, Hans-Georg (2023): **A Domain-Specific Visual Modeling Language for Augmented Reality Applications Using WebXR**, in: João Paulo A. Almeida, José Borbinha, Giancarlo Guizzardi, Sebastian Link, Jelena Zdravkovic (2023): 42nd International Conference, ER 2023, Lisbon, Portugal, November 6–9, 2023, Proceedings, Springer.

► Curty, Simon, Härer, Felix, Fill, Hans-Georg (2023): **Design of blockchain-based applications using model-driven engineering and low-code/no-code platforms: a structured literature review**, Software and Systems Modeling (SoSyM), 22(6): 1857-1895, DOI: 10.1007/s10270-023-01109-1

► Muff, Fabian, Spicher, Nathalie, Fill, Hans-Georg (2023): **Integrating Physical, Digital, and Virtual Modeling Environments in a Collaborative Design Thinking Tool**, in: Han van der Aa, Dominik Bork, Henderik A. Proper, Rainer Schmidt: 28th International Conference, EMMSAD 2023, LN-BIP, Springer, DOI: 10.1007/978-3-031-34241-7_19

MEHR
ERFAHREN



PARTNERSCHAFTEN

EPFL (HOBEL)
Stanford University (Musen Lab)
Hilti AG
Metapeace

Veranstaltungen

CISBAT

- Die internationale wissenschaftliche Konferenz CISBAT widmet sich einer nachhaltigen Energiewende im Gebäudebereich. An der Ausgabe 2023, die erstmals vom Smart Living Lab und der EPFL unter der Leitung von Prof. Marilynne Andersen organisiert wurde, wurden 400 Teilnehmende verzeichnet sowie 282 Open-Access-Artikel in der Zeitschrift «Journal of Physics: Conference Series» veröffentlicht. Das dichte Programm, einschliesslich Referat- und Postersessionen, Workshops, Plenarvorträge und einer Podiumsdiskussion zum Thema «Jenseits der Technologie: Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität» stiess auf reges Interesse und Anerkennung.

Die drei Hauptthemen Gebäudebetrieb, Wohlbefinden und Kreislaufwirtschaft trugen zu einem kohärenten und bereichernden Programm bei und förderten den interdisziplinären Austausch über die Kernthemen des Smart Living Labs. Am dritten Tag reisten zahlreiche Teilnehmende von Lausanne nach Freiburg, um sich mit den Forschungsprojekten unserer Institution vertraut zu machen. Die Organisation dieser wichtigen internationalen Veranstaltung, die finanziell vom Bundesamt für Energie unterstützt wird, unterstreicht unser Engagement, eine nachhaltige Wende zu fördern und dafür mit einem internationalen Netzwerk zusammenzuarbeiten, das sich der Suche nach effektiven Lösungen für den Gebäudebereich widmet.



EPFL Tag der offenen Tür

- Die jährlichen EPFL Open Days fanden im April statt und zogen 25'000 Besucherinnen und Besucher auf den Hauptcampus in Lausanne an, mit einer umfassenden Ausstellung, die alle EPFL-Labore des Freiburger Campus einschloss. Indem wir die zentrale Rolle des Smart Living Lab innerhalb der Fakultät ENAC hervorhoben, ermöglichte uns die Veranstaltung, innovative nachhaltige Bautechniken vorzustellen, die darauf abzielen, Klimaherausforderungen anzugehen. Augmented Reality-Technologien wurden verwendet, um interdisziplinäre Studienwege und technische Aspekte des Gebäudedesigns zu veranschaulichen.

Kid's Uni

- In Zusammenarbeit mit der UNIFR wurden Workshops für Kinder im Alter von 9 bis 11 Jahren im Smart Living Lab organisiert, um zukünftige Generationen für die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu sensibilisieren. Die jungen Forschenden tauchten in das Feld des nachhaltigen Bauens ein, experimentierten mit der Funktionsweise von Strukturen und erfuhren mehr über die Rolle von Gebäuden für unser Wohlbefinden.

Konkret erkundeten die jungen Teilnehmenden das Design von Gebäuden mit geringem CO₂-Fussabdruck unter Verwendung von Virtual und Augmented Reality. Durch den Bau einer Kleinstruktur mit umweltfreundlichen Materialien erlangten sie auch Einblicke in den Beruf des Architekten. Der Workshop unterstrich die Bedeutung von Entscheidungen, die die Lebensweise rund um Gebäude beeinflussen, und bezog Disziplinen wie Mathematik in die Bewältigung dieser Herausforderungen mit ein.



TRANSFORM Rundtischgespräche

- Im Smart Living Lab fanden zwei Diskussionen statt, die vom Institut TRANSFORM in Zusammenarbeit mit der Architekturabteilung der HEIA und der Fachzeitschrift TRACES organisiert wurden. Diese jährlichen Treffen sind Teil des Projekts «Tout se transforme» und erkunden die Vielfalt und Komplexität der Bereiche, die von der Transformation in Architektur und Urbanistik betroffen sind.

Der erste Roundtable konzentrierte sich auf den Wandel der Ausbildung im Bereich Architektur. Die Diskussionen drehten sich um die zukünftigen Verantwortlichkeiten der Lehrkräfte und die sich entwickelnde Rolle der Architektinnen und Architekten in den kommenden Jahrzehnten. Das zweite Thema beleuchtete zwei unterschiedliche pädagogische Erfahrungen: eine zum Thema kollektives Wohnen und eine zu Bürogebäuden. Diese Erfahrungen stellten den Abriss von nicht denkmalgeschützte Architektur aus der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in Frage und untersuchten ihr Potenzial zur Transformation anstelle ihrer Zerstörung.



Ein Zentrum für internationale Ingenieurtalente in der Schweiz



Seoyeon Yun, eine südkoreanische Spezialistin für F&E-Strategie, und Evangelos Belias, ein griechischer Spezialist für Projektmanagement, waren von 2019 bis 2023 als Doktoranden im Smart Living Lab (SLL) tätig. Durch Stipendien und Industriekollaborationen trugen sie wesentlich zu den Bereichen Bauingenieurwesen, Hochbau und Umweltingenieurwesen bei. Ihre Erfolge zeigen, wie das SLL brillante internationale Talente anzieht und diese anschliessend Schlüsselpositionen in führenden Schweizer Industrieunternehmen bekleiden bringt

SEOYEON YUN UND EVANGELOS BELIAS

Wie kamen Sie zum SLL?

(S.Y.): Meine Zeit im Human-Oriented Built Environment Lab (HOBEL) der EPFL und im SLL war ein bemerkenswertes Abenteuer, das von Wachstum, Innovation und wertvollen Erfahrungen geprägt war. Alles begann unverhofft mit dem ARC-HEST-Programm, dank dem ich Prof. Dusan Licina in Südkorea treffen konnte und anschliessend in seine Forschungsgruppe als Doktorandin in der Schweiz aufgenommen wurde.

(E.B.): 2019 kam ich zum HOBEL der EPFL und zum SLL, um mein Doktorstudium zu beginnen. Da ich zuvor nie in der Schweiz war, entdeckte ich das SLL online über LinkedIn und die offizielle Website. Die hochmodernen Forschungen und Innovationen inspirierten mich und motivierten mich, mich für eine Doktorandenstelle unter der Leitung von Prof. Dusan Licina zu bewerben.

Was waren Ihre ersten Eindrücke?

(S.Y.): Ich erinnere mich lebhaft an eine Teambuilding-Aktivität, an der verschiedene Forschungsgruppen und Teams mit unterschiedlichen Funktionen beteiligt waren. Diese erste Erfahrung betonte den kooperativen Geist und den interdisziplinären Ansatz. Die dynamische Umgebung des Labors, die strategisch in einem lebhaften Innovationszentrum liegt, kombiniert mit dem Zugang zu hochmodernen Einrichtungen und brillanten Talenten, beeinflussten meine Entscheidung erheblich.

(E.B.): Mein erster Eindruck vom SLL war grossartig. Es war eine lebendige Umgebung mit verschiedenen sozialen Aktivitäten wie Laufgruppen, einem Tischtennisraum und den monatlichen Smart Living Lunches, die die Menschen zusammenbrachten. All dies bewirkte, dass ich mich wirklich willkommen fühlte.

Wie hat die Zusammenarbeit mit der Industrie Ihre Forschung geprägt?

(S.Y.): Die Synergie zwischen Wissenschaft und Industrie war ein Grundpfeiler meines Doktorstudiums, unterstützt durch das EPFL Innovators Grant und das EU-Programm Horizon 2020 sowie einen Industriepartner. Die Zusammenarbeit mit Honeywell und dem SLL-Ökosystem war einer der denkwürdigsten Höhepunkte meines Doktorats. Die bereitgestellten Ressourcen wie fortschrittliche Einrichtungen, Gebäudemanagementsysteme, Daten und der Zugang zu qualifizierten Ingenieuren waren von unschätzbarem Wert. Diese Zusammenarbeit ermöglichte es mir, wissenschaftliche Erkenntnisse in einem realen Kontext zu erzielen, was die praktische Wirkung und Anwendbarkeit meiner Forschung erheblich steigerte. Diese Partnerschaft bereicherte nicht nur mein Doktoratsstudium, sondern zeigte auch das Potenzial gemeinsamer Anstrengungen zur Förderung technologischer Fortschritte.

(E.B.): Ich hatte fast ein Jahr auf die Finanzierung gewartet. Daher war der Erhalt des EPFL Innovators Grant ein bedeutender Meilenstein. Er bot eine Teilfinanzierung meines Gehalts über vier Jahre, wofür ich sehr dankbar bin. Da das Stipendium industrieorientiert war und eine Zusammenarbeit mit einem externen Partner für anwendbare Forschung erforderte, ermutigte es mich, potenzielle Partner in der Industrie zu suchen. Ich hatte das Privileg, mit Estia SA zusammenzuarbeiten, was mir half, die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit im Bausektor zu verstehen und meine Forschung auf praktische Lösungen auszurichten. Zudem ermöglichte es mir die Teilnahme an Forschungs- und Innovationsprojekten, die von der EU finanziert werden.

Welche Ratschläge würden Sie Forschenden geben, die mit der Industrie zusammenarbeiten möchten?

(S.Y.): Ich ermutige Doktorandinnen und Doktoranden Forschende sehr, nach solchen Möglichkeiten zu suchen. Sie verbessern nicht nur ihr technisches Fachwissen, sondern entwickeln auch wesentliche Fähigkeiten wie Projekt- und Zeitmanagement und effektive Kommunikation mit Teams ohne naturwissenschaftlichen oder technischen Hintergrund. Diese Soft Skills sind unglaublich wertvoll und helfen, die eigene Forschung aus verschiedenen Perspektiven zu verstehen und die reale Auswirkung der Arbeit zu berücksichtigen.

(E.B.): Ich bin immens dankbar für die Möglichkeiten und Unterstützung, die mir das SLL, die EPFL und Estia SA geboten haben. Die Zusammenarbeit mit der Industrie hat neue Perspektiven eröffnet, mein Bewusstsein und meine Kreativität verbessert und die Lücke zwischen Theorie und Praxis geschlossen. Ich empfehle dringend, nach solchen Kooperationen zu suchen, nicht unbedingt wegen der Finanzierung, sondern um reale Probleme zu behandeln und einen greifbareren Ansatz zu verfolgen. Diese Verbindung zu industriellen Herausforderungen kann die Forschung und deren Anwendbarkeit erheblich bereichern.

«Die Zusammenarbeit mit der ETHZ und der EPFL ist eine Strategie, die bei Honeywell Schweiz verankert ist. Der Zugang zu Top-Talenten und hochmodernen Laboreinrichtungen in der Nähe ermöglicht es uns, dringende Herausforderungen in den Bereichen Nachhaltigkeit und Automatisierung anzugehen. Die Vision und Struktur des SLL passen gut zu Honeywell Building Automation. Somit war es nur natürlich, mit Prof. Dusan Licina zusammenzuarbeiten, um gesunde Gebäude zu entwickeln. Das Doktoratsprojekt von Seoyeon Yun umfasste eine umfangreiche Messkampagne in zwei Honeywell-Gebäuden, die wertvolle Erkenntnisse lieferte und zu einer Reduktion von 15% des Energieverbrauchs in einem der Gebäude führte.»

- Armin Wellig, Honeywell International, industrieller Betreuer der Dissertation von Seoyeon Yun.

Wie hat Sie Ihre Zeit am SLL auf Ihre aktuellen Rollen bei Siemens und Nestlé vorbereitet?

(S.Y.): Sie gipfelte darin, dass ich dem Technology & Innovation-Team als R&D Strategy Professional bei Smart Infrastructure, Siemens Schweiz AG, beitrug, wo ich weiterhin mein Fachwissen auf reale Anwendungen und Produkte anwende und erweitere. Zum Beispiel unterstütze ich die Entwicklung einer Softwareanwendung namens «Building X Comfort AI». Diese KI-gesteuerte Lösung optimiert autonom die Raumtemperatur in Gebäuden durch Echtzeitüberwachung der Innen- und Aussenklimabedingungen sowie der HLK-Systeme, um den Komfort und das Wohlbefinden der Mieter zu verbessern. Ich bin zutiefst dankbar für die Chancen und die Unterstützung, die mir die EPFL Freiburg und das SLL geboten haben. Ihr Engagement zur Förderung von Innovation und Zusammenarbeit war entscheidend für meine Karriere und ich bin stolz, Teil dieser dynamischen Gemeinschaft zu sein.

(E.B.): Die Fähigkeiten und Erfahrungen, die ich durch die Leitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten am SLL gesammelt habe, ebneten den Weg für meine Arbeit bei Nestlé. Meine Zeit an der EPFL und die praktische Zusammenarbeit mit der Industrie bereiteten mich darauf vor, einem führenden Schweizer Industrieunternehmen beizutreten. Dieser Übergang markierte einen bedeutenden Meilenstein in meiner Karriere und unterstreicht den Wert meiner akademischen Laufbahn.

«Die Zusammenarbeit mit Evangelos und dem Smart Living Lab brachte neue Perspektiven für Spitzenforschung und innovative Lösungen für das Unternehmen, was unsere Projekte erheblich verbesserte.»

- Dr. Flourentzos Flourentzou, ESTIA, industrieller Betreuer der Dissertation von Evangelos Belias.

Förderung von Innovation von der Forschung bis zum Markt

Zwei Startups sind aus dem Smart Living Lab hervorgegangen und haben es geschafft, Spitzenforschung in wirkungsvolle Lösungen für die Bauindustrie und darüber hinaus umzusetzen. Aeternum und Vizcab veranschaulichen das Potenzial des SLL, angewandte Innovation zu fördern, um die dringenden globalen Herausforderungen in den Bereichen Nachhaltigkeit und Kohlenstoffneutralität zu bewältigen. Ihr Weg von der Laborforschung zur internationalen Anerkennung zeugt vom transformativen Potenzial der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie

NACHHALTIGE BAUINNOVATIONEN FÜR DIE STÄDTE VON MORGEN

Aeternum, ein im innovativen Ökosystem des Smart Living Lab verwurzelt Startup, spezialisiert sich auf die Entwicklung vielseitiger, wiederverwendbarer und kohlenstoffneutraler Baulösungen für Immobilienbesitzer. Aufbauend auf der Forschung des Structural Xploration Lab (SXL) der EPFL und des Instituts für Bau- und Umwelttechnologien (ITEC) der HEIA, unterstreicht Technologie von Aeternum sein Engagement für nachhaltige Baupraktiken.

Tatsächlich ist Aeternum ein Pionier in der Entwicklung anpassungsfähiger Gebäude, die über mehrere Lebenszyklen hinweg nachhaltig bleiben und dabei den ökologischen Fussabdruck minimieren, während sie durch effektive Wiederverwendungsstrategien langfristigen Wert erhalten. Ihre standardisierten, nachhaltig hergestellten Komponenten erleichtern die Schaffung flexibler und hochwertiger Bauflächen, ohne durch die Anordnung der Säulen, die Form der Platten oder den Grundriss eingeschränkt zu sein. Die modulare und tragende Struktur ermöglicht eine einfache Umgestaltung, um sich an wechselnde Anforderungen und neue Bedürfnisse anzupassen, sodass Städte dynamisch

auf die vielfältigen Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer reagieren können und gleichzeitig die globalen und lokalen Umweltbelastungen reduzieren.

Nach einer bedeutenden Anerkennung im Jahr 2022 als einer der 130 ausgewählten Kandidaten aus 30 Ländern für das Leonard-Beschleunigungsprogramm der Vinci-Gruppe und als einer der vier Preisträger des NTN Innovation Booster für die zirkuläre Bauindustrie von Innosuisse, hat Aeternum seinen Einfluss weiter ausgebaut. Im Jahr 2023 gewann das Startup dank wichtigen Investorenveranstaltungen wie Tech Tour Sustainable Construction Infrastructure oder EPFL Startup Champions Seed Night an Sichtbarkeit, wodurch seine Position und Attraktivität innerhalb der Investorengemeinschaft weiter gefestigt wurden. Kürzlich hat Aeternum erfolgreich seinen ersten naturgetreuen Prototyp in Zollikofen gebaut. Dieser Prototyp wurde in nur zwei Tagen zusammengebaut und dient als experimentelles Labor zum Testen neuer Materialien sowie als vielseitiger Raum für Besprechungen und Gemeinschaftsveranstaltungen.



www.aeternum-tech.com

VORREITER DER KOHLENSTOFFWENDE IM BAUWESEN

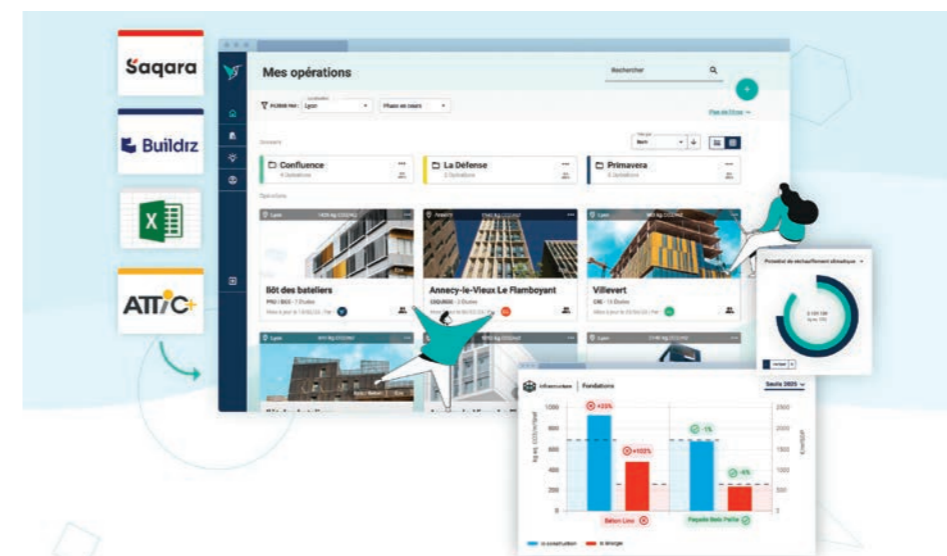
Vizcab beschleunigt die Kohlenstoffwende in der Bauindustrie mit seiner Dienstleistung «Building Lifecycle Analysis», die als der schnellste, leistungsstärkste und kollaborativste auf diesem Gebiet gilt. Aus der Überzeugung heraus, dass digitale Technologie und Datenwissenschaft die Rentabilität steigern und gleichzeitig die globalen Energieherausforderungen bewältigen können, will Vizcab die Nachhaltigkeitsbewertung für Wohn-, Büro- und Industriegebäude revolutionieren.

Der Bausektor trägt derzeit zu 38% der weltweiten CO₂-Emissionen bei, Nachhaltigkeitsbewertungen werden jedoch in weniger als 1% der Fälle weltweit angewendet. Mit dem prognostizierten Anstieg der Weltbevölkerung um 2 Milliarden Menschen bis 2050 werden neue Bauprojekte die CO₂-Emissionen aus Materialien erheblich steigern, insbesondere in weniger regulierten Schwellenmärkten, was den Rohstoffverbrauch eskalieren lässt. Die Mission von Vizcab ist es, seine Dienstleistung zu demokratisieren, um es Bau- und Immobilienfachleuten zu ermöglichen, bis 2050 Kohlenstoffneutralität zu erreichen, indem zugängliche und datengestützte Informationen bereitgestellt werden. Aufbauend auf der von der EPFL patentierten Entwurfsmethodik bietet Vizcab massgeschneiderte technische Lösungen, um Leistungsziele effizient und nachhaltig zu erreichen.

Im Jahr 2023 erreichte Vizcab wichtige Meilensteine, darunter den Gewinn des Microsoft Accelerator for Energy Efficiency, die Einführung von Vizcab Analytics für das umfassende Monitoring der Kohlenstoffemissionen und dem Gewinn in der Kategorie «Building for the Future» beim Wettbewerb Urban TechChallengers. Darüber hinaus unterstreicht die erfolgreiche Serie-A-Finanzierungsrunde über 9 Millionen Euro von führenden Investoren seine Attraktivität und Relevanz für Industrieakteure. Vizcab wurde zudem in den IMPACT40/120-Index, das Verzeichnis der «Future Unicorns with Social and Ecological Impact», aufgenommen. Im Jahr 2024 soll Vizcab dank der Finanzierung und der Skalierung seiner Plattform international in 30 neuen Ländern eingeführt werden.

«Dank seines interdisziplinären Ansatzes verfügt das SLL über die notwendigen Elemente, um eine Schlüsselmethodik zu entwickeln, die es ermöglicht, Strategien für kohlenstoffarmen Bau zu erforschen.»

Thomas Jusselme, co-founder



www.vizcab.io

Kennzahlen

MITARBEITENDE

Das Smart Living Lab zählt 136 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, was 90,84 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) entspricht. Durch die Zusammenarbeit mit Mitgliedern der EPFL, HEIA und UNIFR, die aus 26 Ländern stammen, bereichert dieses Personal das Labor mit seiner Vielfalt an Perspektiven und Fähigkeiten, was die Innovation und die Qualität der durchgeführten Forschung fördert.



26

Nationalitäten



51 VZÄ

EPFL

30,85 VZÄ

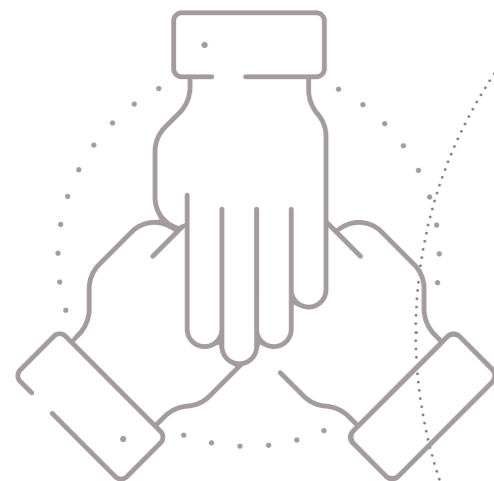


8,99 VZÄ

136

90.84

VZÄ* (*Vollzeitäquivalent)



12

Gruppen



65

Publikationen

FORSCHUNG

Das Smart Living Lab umfasst 12 Forschungsteams in Laboratorien und Instituten. Zusammen haben diese Teams mehr als 65 wissenschaftliche Veröffentlichungen und somit zur internationalen Verbreitung des am SLL produzierten Wissens in der wissenschaftlichen Gemeinschaft und der professionellen Welt beigetragen.



47

Internationale

Konferenzen*

(*basierend auf Konferenzbeiträgen)



31

Veranstaltungen

VERANSTALTUNGEN

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung am Smart Living Lab wurden auf 47 Konferenzen präsentiert, was seine zunehmende Attraktivität für die wissenschaftliche Gemeinschaft verdeutlicht. Darüber hinaus hat das SLL 31 Veranstaltungen ausgerichtet und mitorganisiert, darunter Podiumsdiskussionen, Vorträge, Präsentationen von Doktorarbeiten, Tage der offenen Tür, Seminare und Bildungsveranstaltungen.

KOMMUNIKATION

Das SLL hat seine Haupt-Kommunikationskanäle weiterhin gepflegt, sowohl durch Newsletter für seine Mitglieder als auch externe Kanäle, indem Inhalte auf der offiziellen Website und in sozialen Medien veröffentlicht wurden.

Es gibt eine kontinuierliche Zunahme der Abonnentenzahl, mit einem durchschnittlichen Anstieg von 16%. Gleichzeitig wurde seine Sichtbarkeit auch durch 68 Artikel in verschiedenen Fachzeitschriften erhöht, was die akademische Anerkennung der geleisteten Arbeit belegt.

900

einzigartige Besucher

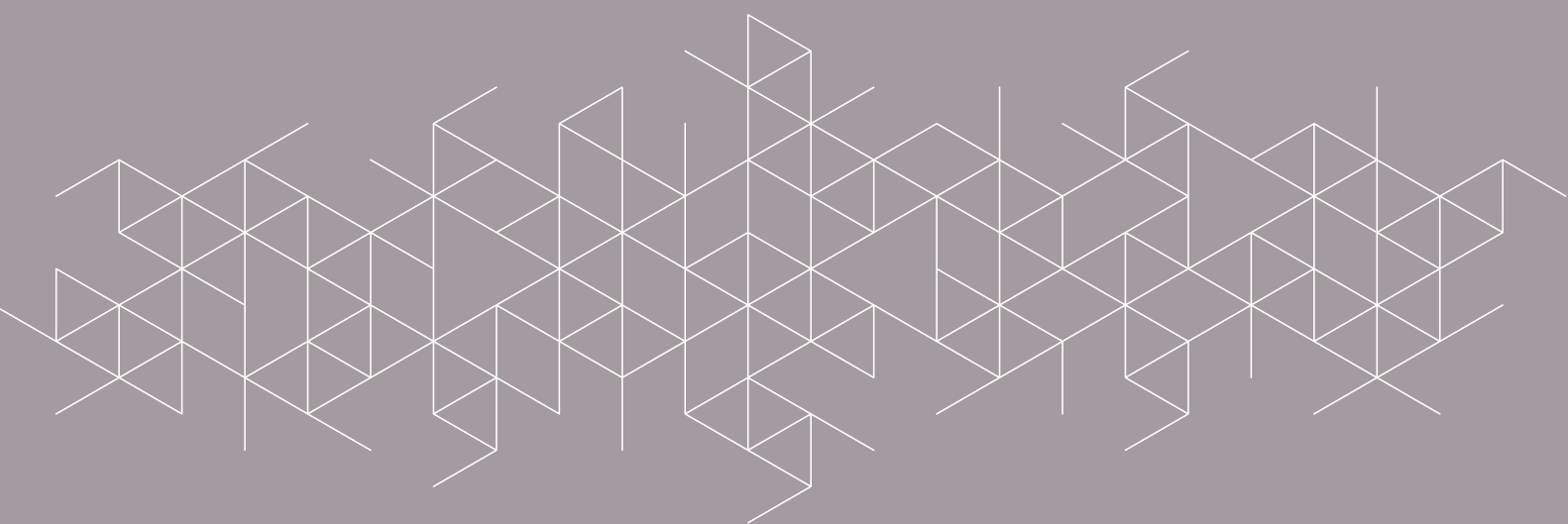


1'252 in 3'611

Nachfolgende

DEN JAHRESBERICHT
2023 ONLINE LESEN





Smart Living Lab
Halle bleue | Bluefactory
Passage du Cardinal 13B
CH-1700 Fribourg

info@smartlivinglab.ch

