



Sustainability Research at Graz University of Technology

Horst Bischof, Rector of Graz University of Technology

TU Graz Research Profile

■ 5 Fields of Expertise (FoEs)

- Strengthen interdisciplinary collaboration and internal networking across TU Graz
- Provide exchange formats (internal meetings, poster days, lab visits, ...)
- Support research through incentive measures (initial funding, tenure-track positions, lead projects,...)
- Act as strategic partners for internal decision-making

■ 6 Research Center (RCs)

- Bundle critical mass of researcher, expertise, projects, and infrastructure in more focused research areas
- Function as agile, externally oriented partners for industry, academia, and funding bodies
- Flagships of Graz University of Technology research with strong national and international visibility

TU Graz Fields of Expertise

Advanced Materials Science

- Development of new materials and processes
- Microanalytics and nanoanalytics, structure determination
- Materials modelling

Human & Biotechnology

- Biomedical Engineering
- Molecular Biomedicine
- Industrial Biotechnology
- Environmental Biotechnology

Information, Communication & Computing

- Algorithms and mathematical modelling
- Smart and dependable systems
- Intelligent communication and sensor systems
- Multimodal interfaces, applications
- Intelligent multimedia processes and structure

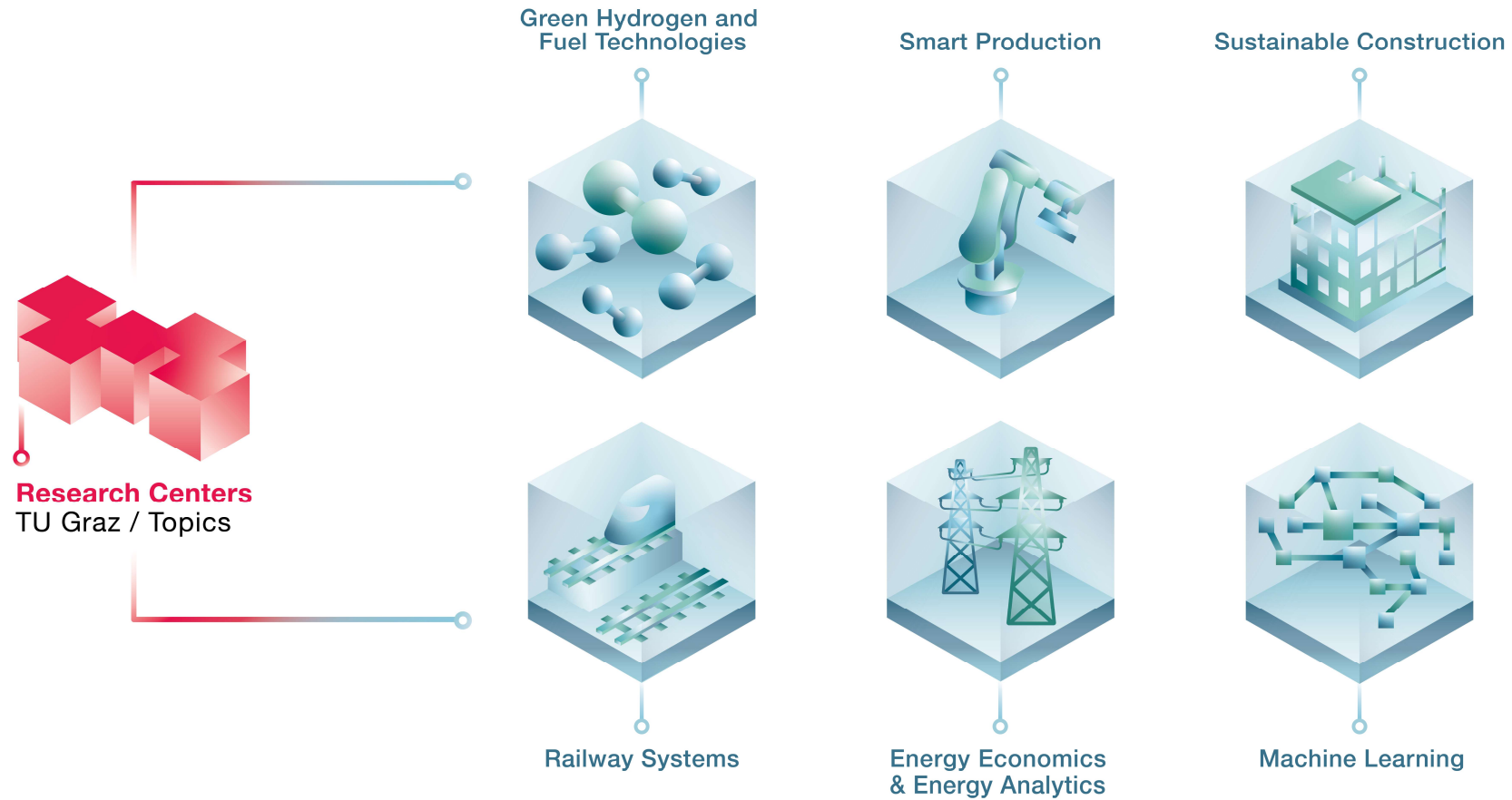
Mobility & Production

- Engine and Powertrain
- Electromobility
- Hydrogen-based mobility
- Active and passive safety
- Production and Process Technology

Sustainable Systems

- Urban and mobility planning
- Sustainable construction
- Future-oriented energy systems

TU Graz Research Centers



Research Centers currently established at TU Graz



- **SPG – Smart Production Graz**
 - Shaping the production of the future building on AI, smart materials, resource savings, well-trained specialists
- **RCRS – Research Cluster Railway Systems**
 - Focus on rail vehicle technology, rail infrastructure and rail operations; Increasing the competitiveness of the rail system through sustainable overall system optimisation;
- **GCSC – Graz Center of Sustainable Construction**
 - Research towards a climate-neutral built environment: minimising environmental impact, making sustainable construction projects possible and rethinking construction
- **GraML – Graz Center for Machine Learning**
 - Interdisciplinary consortium to further develop machine learning – e.g. drawing efficient and meaningful conclusions from big data, finding the most optimal combination of different materials, making systems themselves more intelligent,...
- **H2rc – Research Center for Green Hydrogen and Fuel Technologies**
 - Basic and applied research from electrochemistry to hydrogen production, storage, fuel cells and systemic aspects
- **ENERGETIC - Research Center for Energy Economics and Energy Analytics**
 - Developing innovative and interdisciplinary solutions to shape the transformation process towards sustainable and efficient energy systems

Research Center – a new format at TU Graz

- Aim
 - Cross-faculty, synergistic development of a thematic focus
 - Coordinated third-party funding acquisition
- Organisational framework
 - Assigned to the Vice-Rector for Research
 - Support in bootstrapping and operation by Research & Technology House
 - Deliberately without its own legal form (in contrast to eg. COMET centres)
 - Flexible development opportunities
 - Steering group with coordinator
 - Only small administrative budget
 - Specific Support in preparing funding proposals



Graz Center of Sustainable Construction

towards a climate neutral built environment

TU Graz, 06 October 2022

What is the GCSC?

Kick-off: June 2022

- **newly founded Research Center at TU Graz**
- **integrating and bundling research activities of different faculties, with substantial input from the**
 - Faculty of Architecture
 - Faculty of Civil Engineering
- **focus on the area of „sustainable building“**
- **organized into 5 fields of action (FA)**
- **accompanied by two advisory boards**
 - international scientific board
 - regional stakeholder board



Mission - What do we stand for?

- We reduce the environmental impact of construction
- We design viable solutions for sustainable development
- We develop and operationalize resilient solutions for the built environment

**Solid integration of high-end
research and practice**

Participating Institutes at TU Graz

Faculty of Civil Engineering Sciences

- Institute of Building Physics, Services, and Construction
- Institute of Technology and Testing of Construction Materials
- Institute of Applied Mechanics
- Institute of Structural Concrete
- Institute of Applied Geosciences
- Institute of Soil Mechanics, Foundation Engineering and Computational Geotechnics

Faculty of Architecture

- Institute of Architecture and Landscape
- Institute of Architecture and Media
- Institute of Architecture Technology
- Institute of Construction and Design Principles
- Institute of Design and Building Typology
- Institute of Housing
- Institute of Structural Design
- Institute of Urbanism

Faculty of Mechanical Engineering and Economic Sciences

- Institute of Thermal Engineering

Faculty of Computer Science and Biomedical Engineering

- Institute of Computer Graphics and Vision
- Institute of Interactive Systems and Data Science

Faculty of Mathematics, Physics and Geodesy

- Institute of Engineering Geodesy and Measurement Systems

GCSC Fields of action

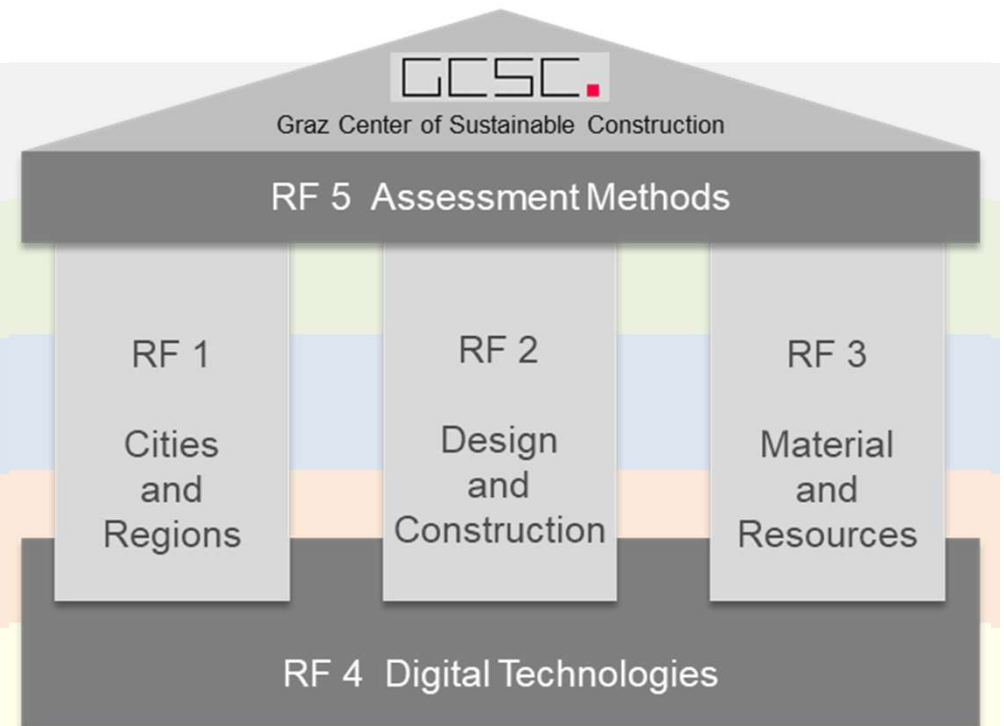
FA 1: Cities and regions

FA 2: Design and construction

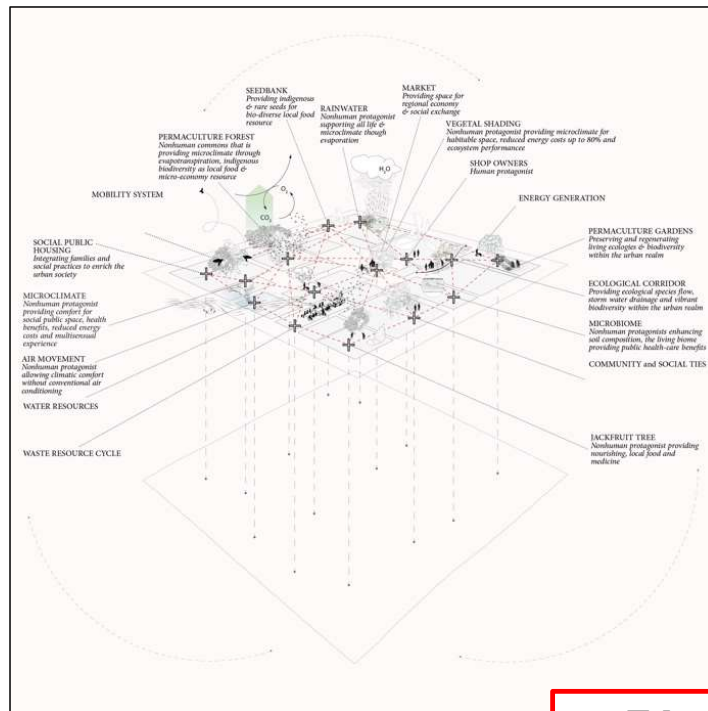
FA 3: Material and resources

FA 4: Digital processes

FA 5: Evaluation methods



FA 1: Cities and regions



Focus topics

Energy and mobility

Habitat and resilience

Social and environmental justice

FA spokesperson: Eva Schwab

Unlocking potentials of peri-urban mobility spaces as sponge territories for climate change adaptation and mitigation.

Improve potential hydrological retention areas and flood capacities along transportation areas through well-designed, multi-functional retention spaces

Graz Center of Sustainable Construction – Zentrum für nachhaltiges Bauen Graz

Eröffnung, 22. Juni 2022

PeriSponge

Potenziale peri-urbaner Mobilitätsräume als Schwamm-Territorien für Klimawandeladaptation und -mitigation erschließen

KLIMAWANDELADAPTION & -MITIGATION

Nachhaltige Siedlungsräume erfordern eine integrierte Planung und einen sparsamen Umgang mit Ressourcen und Flächen, um **resilienter zu werden und gleichzeitig eine hohe Lebens- und Gestaltungsqualität für alle** zu gewährleisten.

Dies ist zu einem dringenden Thema geworden, da sich verstärkt wasserbezogene Ereignisse wie Überschwemmungen, Dürren, Wasserverschmutzung und ein Mangel an biologischer Vielfalt stark auf die Siedlungsräume auswirken (Zandonella et al., 2013).

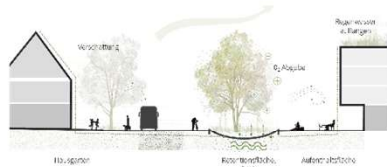


Abb.1: Schemaschnitt Oedter Bach, Feldbach

DER PERI-URBANE RAUM

Die stark steigende Bebauung des **peri-urbanen Raums** hat in den allgemeinen Diskursen über Resilienz, Nachhaltigkeit sowie Planung zu wenig Aufmerksamkeit. Peri-urbanen Gebiete sind oft um ein **Netz von Verkehrsräumen** aufgebaut, welches das Gebiet nicht nur strukturiert, sondern auch dessen Nutzungen und Funktionen bestimmt.

Die zunehmende Verbauung und Zersiedelung beansprucht die Umweltressourcen intensiv (OECD 1990), **fragmentiert physische und soziale Räume** und macht sie gleichzeitig **anfällig für Hitzeinseleffekte** als auch bei **heftigen Regenfällen**. Dies beeinträchtigt nicht nur das Entwässerungssystem und seine Fähigkeit, Überschwemmungen zu bewältigen sowie die ökologischen Netze, sondern auch das Leben und die Qualität der Freiräume in diesen peri-urbanen Gebieten.



Abb.2: Beziehung Bach / Stadt / peri-urbaner Raum
Oedter Bach, Raab

ZIELE

PeriSponge zielt darauf ab, potenzielle **hydrologische Retentionsräume** und **Hochwasserkapazitäten** entlang von Verkehrsflächen durch **gut gestaltete, multifunktionale und multico-dierte Retentionsräume zu verbessern** und gleichzeitig Lösungen für das Wassermanagement und die Lebensqualität bereitzustellen, um die klimatischen, ökologischen und sozialen Funktionen für qualitativ nachhaltige peri-urbane Gebiete zu verbessern.¹

METHODISCHE HERANGEHENSWEISE

ERPROBEN

hydraulische Planungsszenarien und Freiraumpotenzialkarten werden erstellt.
Umsetzung Demonstrationsprojekt

EVALUIEREN

Ergebnisse werden einerseits auf überflutungsrelevante und mikroklimatische und andererseits auf gestalterische und nutzungsorientierte Zielgrößen bewertet und evaluiert.
Toolbox entsteht

ÜBERTRAGEN

hydrologische Bedarfs- und Freiraumtypologien für weiterer Orte werden erstellt.
Handlungsleitfäden und policy briefs entstehen

PROJEKTGEBIET

Das Projekt fokussiert auf Feldbach, 50 km von Graz entfernt. Die Stadt liegt im Einzugsgebiet mehrerer Bäche und Flüsse und ist – besonders im südlichen Gemeindegebiet – immer wieder mit Überschwemmungen konfrontiert.²
Projektbeginn des drei-jährigen interdisziplinären Projekts war der 1. Juni 2022.

LITERATUR

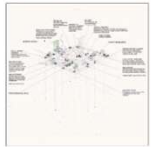
- [1] Institut für Städtebau: Projektbeschreibung für Förderungsan-suchen des Programms Leuchttürme für resiliente Städte 2040 (2021)
[2] Stadt Feldbach: Portrait (2021)

GCSC.

TU
Graz

Handlungsfeld 1

Städte und
Regionen



Das Handlungsfeld „Städte und Regionen“ betrachtet – in einem transdisziplinären und systemischen Ansatz – Bauwerke immer in Bezug zu den übergeordneten Skalen Quartier, Stadt und Land sowie zu der nachhaltigen und sozial gerechten Organisation der sozialen und öffentlichen Infrastruktur. Nachverdichtung und Umnutzung von Bestandsbauten unter Einbezug von Energie- und Mobilitätsaspekten sind dabei wichtige Ansätze eines nachhaltigen Ressourcen-managements. Ebenso fokussiert unser Ansatz auf sozio-kulturelle und sozio-ökonomische Nachhaltigkeit in der Ökologisierung und Qualifizierung des öffentlichen Raumes, der Ortskerne und des Territoriums durch strategische Planung.

Aktuelle Fokusthemen im Handlungsfeld sind:

- Energie und Mobilität
- Habitat und Resilienz
- Soziale und ökologische Gerechtigkeit

Dieses Poster adressiert das Fokusthema:
peri-urbane Mobilitätsräume als Schwammstädte
Nahtstellen zu anderen GCSC-Handlungsfeldern:
Handlungsfeld 3: Material und Ressourcen

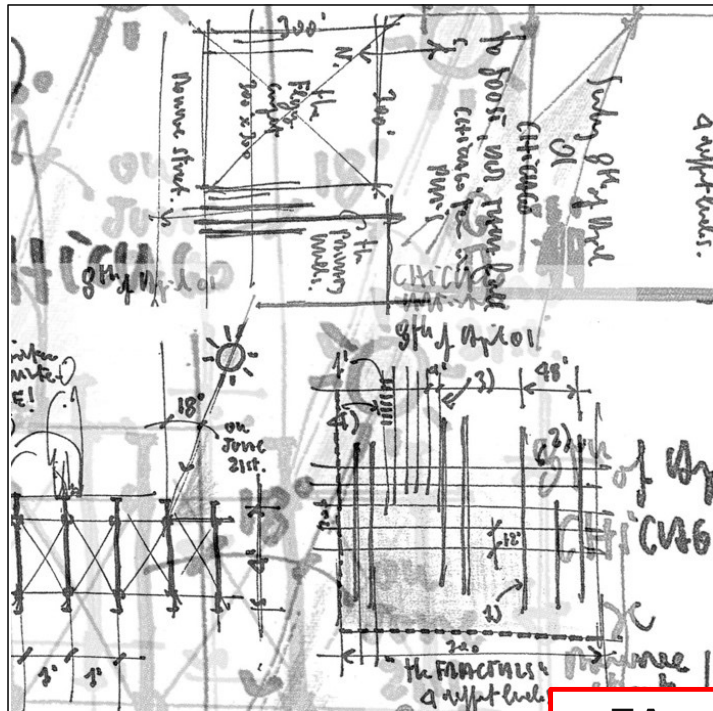
PeriSponge Konsortium

Institut für Städtebau - Technische Universität Graz
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und
Landschaftswasserbau - Technische Universität Graz
bgmr Landschaftsarchitekten GmbH
GRÜNSTATTTGRAU - Forschungs- und Innovations
GmbH
Verkehrplus - Prognose, Planung und Strategiebera-
tung GmbH
Maria Baumgartner – Ingenieurbüro für Landschafts-
planung und Landschaftsarchitektur

gefördert durch: Klima- und Energiefonds



FA 2: Design and construction



Focus topics

Dimensioning and planning principles

Design and construction methods

Component and building system developments

**FA spokespeople: Roger Riewe /
Matthias Raudaschl**

Buffer spaces for building refurbishment and typological reconfiguration..

Verify the applicability of the Klett (Velcro) connection system between primary, secondary and tertiary structures depending on the application and the used components

Graz Center of Sustainable Construction – Zentrum für nachhaltiges Bauen Graz
Eröffnung, 22. Juni 2022

ReCon

Entwicklung eines resilienten Klett-Verbindungs-Systems zur anpassungsfähigen Montage von Bauteilkomponenten im Hochbau

Klimaneutralität im Bauwesen, einem Sektor der global für ca. 36 % des Endenergieverbrauchs und ca. 39 % der energiebedingten CO₂-Emissionen [1], wie auch für ca. 40 % des Ressourcenverbrauchs [2] (in Österreich ca. 60% [3]) verantwortlich ist, erfordert einen ganzheitlichen Lösungsansatz. Dementsprechend bewerten Ökobilanzen wie auch Umwelt-Produktdeklarationen Gebäude und Gebäude-teile anhand aller Gebäudephasen [4, 5] und fordert die österreichische Klima- und Energiestrategie, Resilienz als die Fähigkeit, kurz- und langfristiger Anpassungen an unterschiedliche Anforderungen. Klimaneutrale Gebäude benötigen somit eine entsprechende Ausbildung der konstruktiven Schnittstellen zwischen Bauteilen unterschiedlicher Funktion und Nutzung, zwischen kurzlebigen und langlebigen sowie materiell heterogenen Bauteilen durch: Flexibilität infolge eines einfach zu trennenden Verbundes, Instandhaltungsfreundlichkeit, Zugänglichkeit und Standardisierung, [6] im Neubau wie auch der Sanierung. Wie die Sondierung „Klett-TGA“ (FFG PN.: 861664) und die mit *Sto Ges.m.b.H* und *Gottlieb Binder GmbH & Co. KG* entwickelte Klettfassade „StoSustain R“ zeigen, erfüllt die Klettverbindungstechnologie diese Ansprüche besser als konventionelle Methoden.

Worauf zudem die laufende industrielle Forschung „Piezo-Klett“ (FFG PN.: 879459) hinweist, eignet sich die (flächige) Klettverbindung sehr gut für Kombination mit Sensor-technologien und der Digitalisierung und ermöglicht ein Informationsmanagement verschiedener Bauteildaten an Bauteilschnittstellen (Anpassung, Wartung und Austausch, Kreislaufwirtschaft „Stadt als Baustoff-Ressource“).

Projektziel und -durchführung

Angestrebt wird aus diesen Gründen die Etablierung des Klettverbindungssystems als resilientes und intelligentes Verbindungssystem im Bauwesen, zwischen Primärstruktur und Sekundärstruktur sowie in weiterer Folge Tertiärstruktur. Das Projektziel besteht demnach in der Verifikation der Anwendbarkeit des Klett-Verbindungssystems zw. Primär-, Sekundär-, und Tertiärstruktur in Abhängigkeit des Applikationsfalls sowie der eingesetzten Bestandteile. Mit dem Ziel einer Steigerung der Ökologie wird in grundlegenden Experimenten zudem die Herstellung von Klettkomponenten aus Beton-, Holz und Papierwerkstoffen untersucht (Reduktion des Materialverbrauchs; Ersatz von erdölbasierten Stoffen mit nachwachsenden biobasierten Materialien). Es werden bautechnische, papiertechnische elektrotechnische und digitale Konzepte entwickelt und auf theoretischer Ebene sowie im Labor/ in Unternehmen überprüft und validiert.

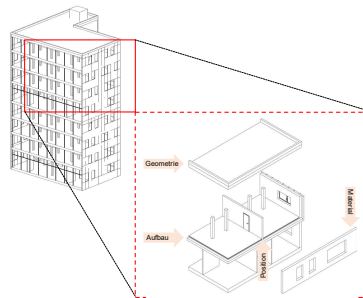


Abb. 1: Bauteildaten (IAT, TU Graz)

Untersuchungsgegenstand

Diesen bilden („klettfähige“) Rohbauteile (Beton und Holz) und das Gegenstück in Form eines „Klettmontagemittels“ hinsichtlich der Anforderungen im Bauwesen, (weiterentw.), industriellen Klettkomponente. Zudem werden Sensortechnologien für ein Bauteildaten-management in Anbetracht der Digitalisierung und in Form von Material Passports [7] sowie z.B. digitalen Wasserzeichen [8] in das Forschungsprojekt integriert.

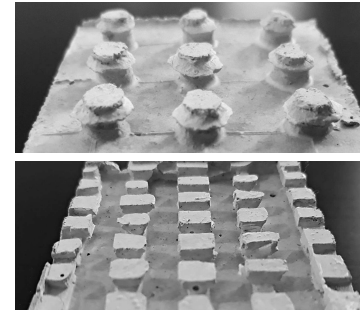


Abb. 2, 3: Klettbeton (IAT, TU Graz)

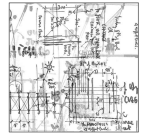
- [1] IEA and UNEP: 2018 Global Status Report, 11
- [2] IRP: Assessing global resource use, 2017, 64
- [3] BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (Hrsg.): Ressourcennutzung in Österreich, 2015, 35
- [4] EN ISO 14044:2006, Umweltmanagement. Ökobilanz. Anforderungen und Anleitungen, 2006
- [5] ONORM EN 15804, Nachhaltigkeit von Bauwerken. Umweltproduktdeklarationen, 2020
- [6] Bahr, C./Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, 2010, 28-40
- [7] Heinrich, M./Lang, W.: Materials Passports – Best Practice (BAMB), 2019
- [8] AIM – European Brands Association: Digital Watermarks/Initiative HolyGrail 2.0, Brüssel, 2021



GCSC.

Handlungsfeld

Entwurf und Konstruktion



Das Handlungsfeld „Entwurf und Konstruktion“ bildet im funktionalen und technischen Kontext ein nachhaltiges Ganzes aus Material, Ressourcen, Baukomponenten und Bauteilen, das nicht zuletzt durch den dramatischen Klimawandel in einen bedeutsamen Fokus mit akutem Handlungsbedarf gerückt ist. Dabei spielen innovative Entwurfs- und Planungsmethoden und das Neudenken von Prozessen, wie auch die Entwicklung von Raumtypologien, neuer Bausysteme bis hin zu Bauteilen und neuen Baustoffen eine wesentliche Rolle. Das Ziel ist die Demonstration und zeitnahe Etablierung von Nachhaltigkeit im gesamten Bauwesen.

Aktuelle Fokusthemen im Handlungsfeld sind:

- Bemessungs- und Planungsgrundlagen
- Entwurfs- und Konstruktionsmethoden
- Bauteil- und Baustoffentwicklungen

Dieses Poster adressiert das Fokusthema:

- Entwurfs- und Konstruktionsmethoden
- Bauteil- und Baustoffentwicklungen

Nahtstellen zu anderen GCSC-Handlungsfeldern:
Handlungsfeld „Material und Ressourcen“

ReCon

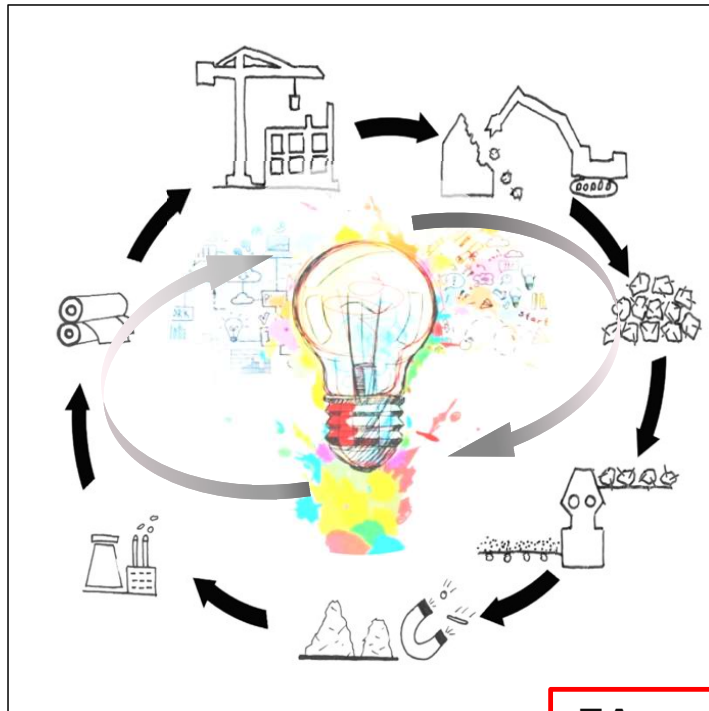
Projektteam:
Roger Riewe, Matthias Raudaschl, Toni Levak (IAT)
Bernhard Freytag (LKI, TU Graz)
Ulrich Hirn (BPTI, TU Graz)
NET Automation GmbH
Axtexis GmbH

Institut für Architekturtechnologie
Labor für Konstruktiven Ingenieurbau
Institut für biobasierte Produktion und Papiertechnik

Förderung:
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



FA 3: Material and resources



Focus topics

Cross-sectoral material cycles

Resource conservation, material efficiency and effectiveness

Innovative and sustainable building materials

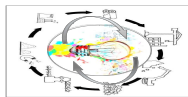
**FA spokesperson: Joachim Juhart /
Dirk Schlicke**

Research advances on concrete durability and sustainability

A summary of TU Graz interinstitutional research foci to advance concrete technology in respect to durability, sustainability and circularity.



Handlungsfeld



Material und Ressourcen

Das Handlungsfeld „Material und Ressourcen“ betrachtet Ressourcen und Baustoffe in Stoffketten, um nachhaltige Werkstoffe, Bauteile, Bauwerke sowie Städte und Regionen zu entwickeln.

Wir wollen (i) primäre und sekundäre Ressourcen sektordübergreifend nutzen, machen und Stoffketten schließen, (ii) Ressourcen und Materialien effizient und effizient in Sinne ihrer Performance und des Klimaschutz verwenden und (iii) innovative Baustoffe erforschen und entwickeln.

Das Realis sind nachhaltige Bau- und Werkstoffe und ihre spezifischen Kenngrößen in Bezug auf Kreislauffähigkeit, Umweltwirkungen, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit.

Aktuelle Fokussthemen im Handlungsfeld sind:

- Sekundärzertifizierte Schmelzstäbe
- Ressourcensparnong Materialerfüllung und -effektivität
- Innovative und nachhaltige Baustoffe

Dress's Poster adressiert alle genannten Fokussthemen

ADVANCED AND SUSTAINABLE SPRAYED CONCRETE

Sprayed concrete suffers from several chemical and mechanical degradation effects, including sulfate attack, leaching and sintering formation. These processes weaken the (underground) concrete structure reducing its service life and increasing the repair costs. The main goal of the FFG-funded ASSyC project was the development of durable and sustainable sprayed concrete. This was achieved with an extensive laboratory and real scale testing programme which included the partial substitution of cement with supplementary cementitious and filler materials, the optimisation of mix designs as well as the use of advanced characterisation methods.



Abb. 1: Sample production by wet-mix and dry-mix spraying.

ECO-CONCRETE

Sustainable concrete must meet the same processing, mechanical and durability requirements as standard concrete, while reducing environmental impact and addressing cost considerations. Within a number of eco-concrete projects the micro-filler/eco-filler concept was developed for achieving a clinker reduced binder with optimized performance. The objectives were achieved by optimizing the particle packing and reducing the water demand, especially of the binder components, as well as optimizing the mixing ratio of all components of the concrete formulation.



Abb.2: Entrance portal of an animal subway built on the initiative of ÖBB (Austrian federal railways) let side with standard concrete and right side with eco-concrete, equivalent in processability, strength and durability but with 25% lowered CO₂-eqv. GHG emissions (Jäger et al. Materials, 2021).

A performance-based approach allowed to finally put sustainable eco-concrete into practice. The new eco-concrete shows optimal performance in terms of processability, strength and durability while lowering the environmental impact in comparison to standard concrete.

NEW MATERIALS RESISTANT TO MICROBIAL INDUCED CORROSION

Microbial induced concrete corrosion (MICC) is accounted for ~40 % of the degradation of concrete based subsurface wastewater infrastructure globally. The current state of the art does not provide a sustainable construction material, which meets the long-term requirements in such aggressive and corrosive sewer environments. The FFG funded BioResComp project aims to close the gap between materials science and microbiological interactions and to develop new innovative geopolymer – normal concrete composite materials with increased performance and functionality.

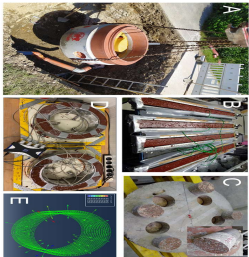


Abb.3: (A) Pot test implementing a GP matrix element, (B) Shrinkage tests for autogenous and drying shrinkage of geopolymer materials, (C) Adhesive pull experiments of geopolymer – normal concrete composites, (D & E) Resistant shrinkage experiments and modeling of geopolymer specimens.

SUMMARY & OUTLOOK

The environmental and performance requirements for modern concrete structures are highly complex. Therefore, innovative, environmentally sound and sustainable material development combined with advanced monitoring approaches that go beyond the traditional expertise of materials science and civil engineering are needed.



Institut für Angewandte Geowissenschaften (IAG)
Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie (IMBT)
Labor für Konstruktion Landbau (LKL)

Isabel Gaden, Cyril Grogg, Martin Dietzel (IAG)
Joachim Jäger, Florian Mittermayr, Gernot Rudic,
Yusuf Serik, Michael Aufscher, Lukas Brendl,
Martine Schopinger, Claudia Behnemann (IMBT)
Florian Stenel (IMBT/IAG)
Berndt Freitag, David Fritze-Kaiser (LKL)
U.V.M.

Mitwirkende:

New geopolymer: microbial interaction & material science
reduction
Micro/eco-filler: optimization of particle-packing and water demand
Development of durable and sustainable sprayed concrete
Inter-institutional research to advance concrete technology

FA 4: Digital processes



Focus topics

Networking of design, material, digital planning and execution
(Building 4.0)

Methods and technologies for building operation and
management

Visualization and interaction with buildings

FA spokesperson: Urs Hirschberg

Graz Center of Sustainable Construction – Zentrum für nachhaltiges Bauen Graz

Eröffnung, 22. Juni 2022

Fabricating sustainable clay-based composites

Material- and Structurally Informed Freeform Structures

3D PRINTING OF CERAMICS IN ARCHITECTURE

Through a combination of traditional materials and digital parametric designs for CNC fabrication, it is planned to introduce parameters such as porosity, inner (growth-like) fiber-structures, thread reinforcement and three-dimensional freeform design to existing clay fabrications in order to gain a structural and material informed high-tech product. The aim of this dissertation is the development of new geometrical definitions of freeform surfaces, based on material and functional properties, the enrichment of computational geometrical models with material and structural information and the report of the developing advanced methods of manufacturing and novel material properties, for an economic fabrication of structurally relevant building elements consisting of geometrical complex freeform structures. This is based on working with well-known masonry materials (clay and clay composites) and is influenced by recent innovations in material and production engineering, such as dynamic extrusion, thread-reinforcing, fiber-reinforcing, composite materials, and gradient porosities.

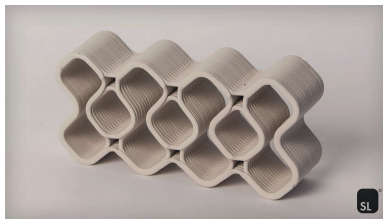


Abb.1: 3D printed element, ©Shapelab/IAM, TU Graz

MYCELIUM-BASED CLAY COMPOSITES IN ARCHITECTURE

The subject of this research is growing mycelium-based clay composites made from the vegetative part of fungi (mycelium), agricultural waste and clay. The wider research context is focused on experimental architecture, but due to its interdisciplinary nature, the research also finds its connections to other disciplines, such as mycology and geology. Since the building industry causes a large amount of CO2 emissions, rethinking building materials, which aims towards being carbon neutral, is one of the most challenging tasks to be handled in the future. The role of architecture has, therefore, gained its significance in finding alternatives to conventional building strategies.

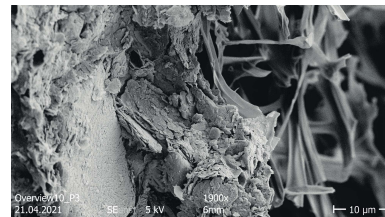


Abb.2: SEM of mycelial growth through clay-sawdust composite, scale bar = 10 µm, ©G. Auer, NAWI Graz Geocenter

The research objectives are growing mycelium-based clay composites with altering mechanical performances and generating both homogeneous and heterogeneous distribution of mycelial growth. Besides the varying mechanical performances, this has also a purpose of getting controlled gradient porosity in fired clay. Objects made from such material composition will be used for an architectural assembly with altering elements, depending on their site-specific city, geometry and material composition.

ARCHITECTURAL LIGHTWEIGHT STRUCTURES FROM PLANAR SURFACES

This research proposes innovative shaping methods of thin-walled spatial clay structures from 2-dimensional surfaces. This approach allows the production of lightweight, three-dimensional forms from planar elements without any kind of casting, formwork or elaborate scaffolding. Investigations consider aspects of reusability, costs and local availability of materials as well as waste production, ecology and toxicity throughout production processes. The proposed methods either try to rethink the traditional term of form-giving by using flat knitted meshes as a formwork or reinforcement for spray-applied ceramic structures, or take advantage of „weaknesses of materials“ such as the shrinkage of clay as controlled actors to gain specific shapes (Abb.3).



Abb.3: Lightweight dome for a publication at IASS. Double-curved elements are shaped through the shrinkage of a clay layer bonded to a corresponding flat cork layer by paste-based extrusion, 2022, © Shapelab/IAM, TU Graz

The innovations are pursued through small-scale experiments, case studies and architectural mockups and are peer-reviewed through conference papers or journals. The methods implement state-of-the-art production technologies such as paste-based extrusion and spraying of clay through a robotic arm as well as automated knitting, customized software and self-made G-Codes.



Die Nutzung digitaler Verfahren im Bauwesen umfasst alle Phasen von Planung, Ausführung, Betrieb und Um- bzw. Rückbau.

Auf Basis von umfassenden Modellen (Stichwort digitaler Zwilling), Simulationsverfahren und datengetriebenen Ansätzen (KI) können in Zukunft die Performance und die Umweltbilanz von Bauten über den Lebenszyklus genauer abgeschätzt und kontrolliert werden.

Daneben sind auch innovative Messtechniken sowie digital gesteuerte Fabrikationsmethoden (z.B. 3D Printing) zu erwähnen als Bereiche, die sich derzeit stark entwickeln.

Durch Visualisierungsverfahren und parametrische Modelle lassen sich sowohl für Einzelbauten als auch auf städtebaulicher Ebene Zukunftsszenarien entwickeln.

Aktuelle Fokusthemen im Handlungsfeld sind:

- Vernetzung von Entwurf, Material, digitaler Planung und Ausführung (Bauen 4.0)
- Methoden und Technologien für Bauwerksbetrieb und Management
- Visualisierung und Interaktion mit Bauwerken

Dieses Poster adressiert das Fokusthema:
Vernetzung von Material und digitaler Fabrikation

Nahstellen zu anderen GCSC-Handlungsfeldern:
Material und Ressourcen

SFB - Sonderforschungsbereich
FWF - F77

Hana Vašátko, Lukas Gosch, Julian Jauk, Milena Stavríc

Institute of Architecture and Media
Faculty of Architecture
Graz University of Technology



FA 5: Evaluation methods



Focus topics

Development of methods for sustainability assessment

Support for the achievement of objectives

Interdisciplinary coordination and sustainability monitoring

**FA spokespeople: Alexander Passer
/ Tajda Obrecht**

ParisBuildings

Transition of the procurement process towards Paris compatible public buildings

KONTEXT

Treibhausgasemissionen durch den Bau und Betrieb von Gebäuden sind für rund 37% der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich [1]. Die zugerechnete Höhe der Emissionen hängt stark von der Systemgrenze ab. Um die Pariser Klimaziele zu erreichen, müssen die Emissionen jedenfalls drastisch reduziert werden.

PROJEKTZIELE

- Reduktionspotenzial für den (öffentlichen) Gebäudesektor identifizieren
- Paris-kompatible Verfahren in den öffentlichen Beschaffungsprozess integrieren

EMISSIONEN IN ÖSTERREICH

Um alle relevanten gebäudebezogenen Emissionen zu erfassen, definieren wir das „Handlungsfeld Gebäude“, welches sowohl den Betrieb als auch die grauen Emissionen über den Lebenszyklus berücksichtigt.

Die Ergebnisse (Abb. 1) zeigen, dass eine bloße Betrachtung der direkten Gebäudeemissionen im Betrieb (d.h. Emissionen aus Heizung vor Ort) die Gesamtemissionen unterschätzt. Unter Einbeziehung von indirekten betriebsbedingten Emissionen (z.B. Bereitstellung von Strom und Fernwärme) sowie der grauen Emissionen (hier mit zwei Methoden geschätzt) ergeben sich Emissionen, die um den Faktor 3 bis 4 höher ausfallen.

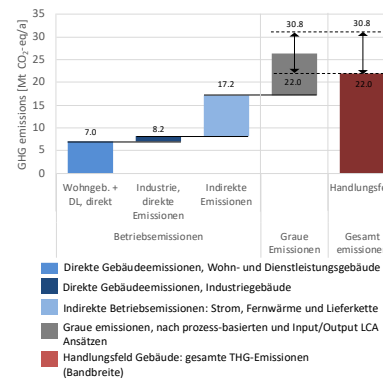


Abb.1: Gebäudebezogene Emissionen in Österreich, 2014

REDUKTIONSPOTENZIALE UND –PFADE
Basierend auf Abschätzungen zukünftiger Produktionstechnologien von Bauprodukten wurden Einsparungspotenziale der grauen Emissionen auf Gebäudeebene entwickelt (Abb. 2).

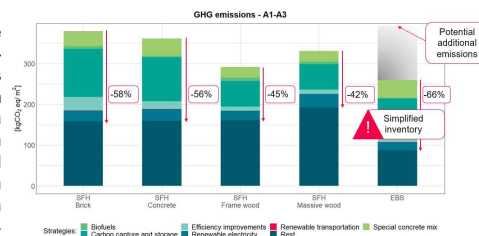


Abb.2: Mögliche Reduktionspotenziale der grauen Emissionen auf Gebäudeebene

Darauf aufbauend werden unter Berücksichtigung möglicher Entwicklungen des Gebäudebestands, der benötigten Betriebsenergie und deren Bereitstellung Reduktionspfade erarbeitet und den Anforderungen aus dem Pariser Klimaziel gegenübergestellt.

INSTITUTIONELLE RAHMEN-BEDINGUNGEN UND BARRIEREN

Obwohl das österreichische Beschaffungsgesetz mehrere Möglichkeiten bietet, den Klimaschutz bei der Beschaffung von öffentlichen Gebäuden zu berücksichtigen, gehen die Beschaffer selten über die gesetzlichen Vorgaben hinaus. Verbindliche Emissionsreduktionsanforderungen konzentrieren sich auf die betrieblichen Emissionen von Gebäuden und ignorieren weitgehend die grauen Emissionen. Die Hauptakteure des Beschaffungsprozesses haben ein unterschiedliches Verständnis von der Art und der Rolle von Klimaschutzmaßnahmen und sind sich im Allgemeinen der immer wichtiger werdenden Rolle von „grauen Emissionen“ nicht bewusst. Risikoaversion und ein Widerspruch zwischen den Logiken der „Beschaffung“ und der „Planung“ hindern die Beschaffer daran, eine führende Rolle bei der Verringerung der „grauen Emissionen“ zu übernehmen.



LITERATUR

- [1] UNEP (2021). Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi: 2021.



Das Handlungsfeld „Bewertungsmethoden“ betrachtet – in einem transdisziplinären und systemischen Ansatz – die Operationalisierung der Nachhaltigkeit im Bauwesen. Die Entwicklung und Weiterentwicklung von einschlägigen Bewertungsmethoden sowie Planungs- und Entscheidungsprozessen im Nachhaltigen Bauen, die systemische Modellierung und lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsanalyse (Life Cycle Sustainability Assessment) von Demonstrationsbauvorhaben bilden das Fundament für die Transformation der gebauten Umwelt im Hinblick auf die Umsetzung der Nachhaltigkeits- und Klimaziele.

Aktuelle Fokusthemen im Handlungsfeld sind:

- Methodenentwicklung Nachhaltigkeitsbewertung
- Unterstützung bei der Zielerreichung
- Interdisziplinäre Koordination und Nachhaltigkeitsmonitoring

Dieses Poster adressiert das Fokusthema:

Methodenentwicklung Nachhaltigkeitsbewertung

ParisBuildings

Alexander Passer
Barbara Truger
Nicolas Alaux
Marco Scherz
Helmut Kreiner
Michael Kriechbaum
Günter Getzinger
Stefan Nabermeier
Teresa Lackner
Karl Steininger

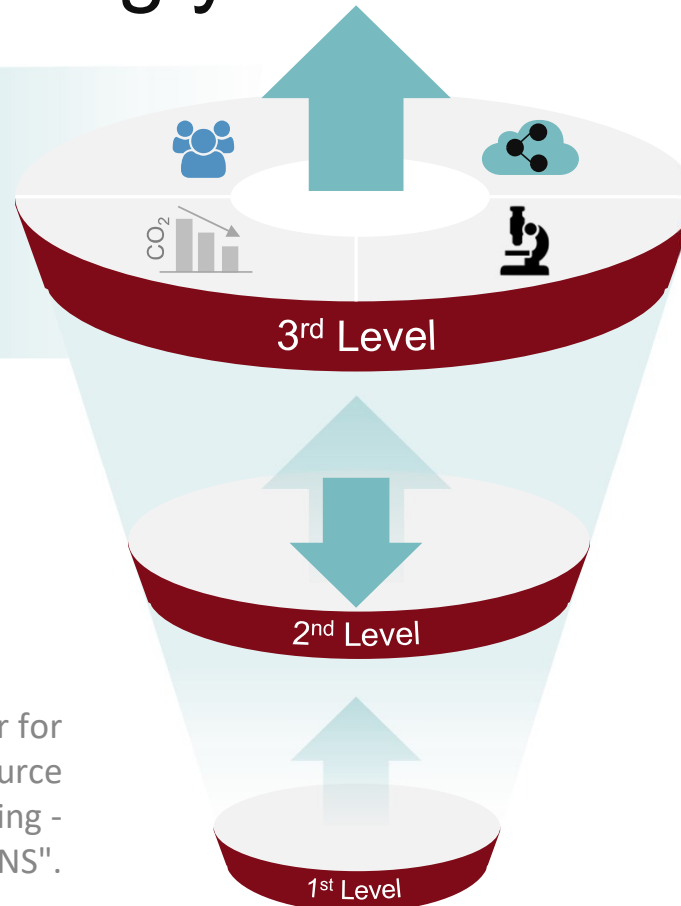
Institute
Institut für Tragwerksentwurf
Institute of Interactive Systems and Data Science
Wegener Center, Universität Graz



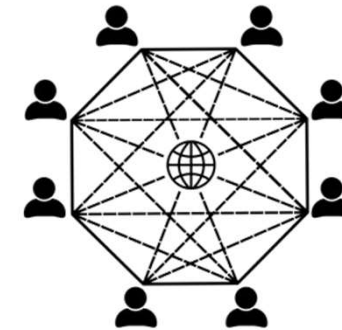
Vision for upcoming years

COMET Competence Center

Housing set of specialists + stakeholders, aiming for a swift integration of high-end research with practice



Example: COMET Project - "Center for Carbon Neutral Structures - Resource efficient design and digitized building - C-CNS".



GCSC as TU Graz scientific knowledge hub on sustainable construction