

# Ergebnisband Gebäudetechnologien

Ergebnisse aus dem Forschungs- und Technologieprogramm  
„Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz,  
Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie



Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**1/2020**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Die Fotos wurden, soweit nicht anders angegeben, von den ProjektnehmerInnen zur Verfügung gestellt.

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

# Ergebnisband Gebäudetechnologien

Ergebnisse aus dem Forschungs- und Technologieprogramm  
„Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz,  
Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Redaktionelle Gestaltung:  
Bianca Pfefferer, MSc  
Mag. (FH) Hannes Warmuth  
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Texte aus den Projektberichten

Wien, Jänner 2020  
Aktualisierung: Mai 2021

Ein Ergebnisband im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



# Vorbemerkung

Der vorliegende Ergebnisband stellt die Ergebnisse abgeschlossener Projekte aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) vor. Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform [www.HAUSderZukunft.at](http://www.HAUSderZukunft.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

## Inhalt

VORBEMERKUNG .....	5
BAUTEILE & MATERIALIEN .....	7
Thermisch optimierte Balkonsanierung .....	8
Low-tech Lösungen für Gebäudefassaden .....	9
Innovative Technologien von transparenten Bauelementen .....	10
Energieeffiziente Fassaden .....	11
Visueller und thermischer Komfort .....	12
Altbau-Revitalisierung .....	13
Innovative Fenstersanierung .....	14
Reflektierende Oberflächen zur Gebäudekühlung .....	15
Smarte Fensterprototypen .....	16
Außergewöhnliche Architekturelemente mit Wärmespeichereffekt .....	17
GEBÄUDE- UND ANLAGENTECHNIK .....	19
Brandschutzkonzepte für Lüftungsanlagen .....	20
Minimalinvasives Sanierungs-Gesamtpaket .....	21
ENERGIEBEREITSTELLUNG, -SPEICHERUNG & -UMWANDLUNG .....	23
Wärmespeicherung im Gebäude .....	24
Bauteilaktivierung zur Netzentlastung .....	25
BIPV-Potenzial in der frühen Entwurfsphase .....	26
Reduzierung von Lastspitzen mittels Batterispeichersystemen .....	27
Kleinwindanlagen in der Stadt .....	28
STEUERUNG & REGELUNG .....	29
Modellbasierte Regelungskonzepte .....	30
Energieeinsparungen durch aktives Einbeziehen der NutzerInnen .....	31
Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik .....	32
BEGRÜNUNG .....	33
Gebäudebegrünung und erneuerbare Energie .....	34
Pfllegesysteme für Gebäudebegrünung .....	35



## BAUTEILE & MATERIALIEN

Der Gebäudesektor macht einen erheblichen Anteil am Gesamtenergieverbrauch aus. Eine effiziente Gebäudehülle kann dabei nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch den Nutzerkomfort optimieren. Die Anforderungen an Fassaden haben sich im Laufe der letzten Jahre verändert und die Komplexität hinsichtlich Energieeffizienz und thermischer Behaglichkeit hat zugenommen.

In diesem Kapitel werden innovative Konzepte verschiedener Bauteile wie Fenster und Verglasungen, Fassadenelemente sowie Anschlussdetails für die thermische Sanierung dargestellt.



# Thermisch optimierte Balkonsanierung

## THERM-opti-BALKON-P2 – Phase 2: In-Situ-Versuchsanlage

Bei der thermischen Sanierung von Gebäuden stellen frei auskragende Balkone ein besonderes Problem dar. Mit dem THERM-opti-BALKON-System wird derzeit unter Laborbedingungen ein diesbezüglicher Lösungsansatz erforscht. Phase 2 soll eine In-Situ-Versuchsanlage unter realen Bedingungen als Technologiedemonstrator schaffen. Wichtigster Untersuchungsgegenstand ist das Langzeitverhalten des THERM-opti-BALKON-Systems.



Bei der nachträglichen Anbringung von Wärmedämmungen an den Außenwänden im Zuge der thermischen Sanierung von Bestandsgebäuden stellen frei auskragende Balkone ein besonderes Problem dar. Stand der Technik bzw. gemeinhin geübte Praxis ist es entweder:

- die Balkone vor der Anbringung der Dämmung abzureißen und danach als selbst tragende Konstruktion (d.h. mit Stehern auf eigenen Fundamenten) neu zu errichten, was in vielen Fällen technisch nicht möglich oder ästhetisch nicht gewünscht ist, oder
- die Bestandsbalkone zu belassen und damit grobe thermische Kompromisse einzugehen, da die Bestandsbalkone Wärmebrücken durch die neu angebrachte Dämmung darstellen, oder
- die Balkone nach der thermischen Sanierung der Fassade einfach wegzulassen, was eine eklatante Minderung der Wohnqualität und einen mitunter massiven Wertverlust der Liegenschaft nach sich zieht.

Im derzeit laufenden FFG Projekt THERM-opti-BALKON wird unter Laborbedingungen das THERM-opti-BALKON-System erforscht. Dieses System soll die thermisch entkoppelte Neuerrichtung von Balkonen an thermisch zu sanierenden Fassaden bei optimierter Praxistauglichkeit und optimiertem Kostenaufwand mit einem Betonschrauben-Rückverankerungssystem ermöglichen. Im vorliegenden Projekt THERM-opti-BALKON-P2 (Phase 2) wird der derzeitige Entwicklungsstand aufgegriffen und das THERM-opti-BALKON-System in einer In-Situ-Versuchsanlage vor Ort an einem 30 Jahre alten Gebäudeobjekt unter realen Bedingungen implementiert.

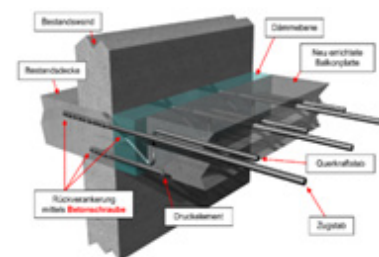
Die stetige Weiterentwicklung des Gesamtprojektes wird durch Anwendung der iterativen Problemlösungsmethodik nach E. Fleischhacker (1994) sichergestellt.

### Keywords

- Sanierung
- Wärmedämmung
- Demoprojekt

### Factbox

- optimiertes thermisches Entkopplungselement
- optimiertes Rückverankerungssystem
- Nachweis der Tragfähigkeit des Gesamtsystems durch Laborversuche und numerische Simulationen
- messtechnisches Verfahren zur Bestandsaufnahme: Bestimmung der Lage und Dimension der vorhandenen Bewehrung
- Pilotanwendung: Technologie-Demonstrator



### Projektleitung

Dipl.-Ing. Nikolaus FLEISCHHACKER, BSc.  
Universität Innsbruck

### ProjektpartnerInnen

- FEN Sustain Systems GmbH
- Architekt DI Gerhard Hauser



# Low-tech Lösungen für Gebäudefassaden

## LEise-Wand – Innovative Fassaden für natürliche Raumlüftung und optimierten Schallschutz

*Natürliche Raumlüftung (im speziellen die sommerliche Nachtlüftung) wird im Falle herkömmlicher Fassadenkonstruktionen im innerstädtischen Bereich sehr oft durch das lärmbelastete Umfeld verunmöglicht. Innovative Entwicklungen von Fassaden, die natürliche Lüftung und hinreichenden Lärmschutz kombinieren, können zu einer wesentlichen Steigerung der Energieeffizienz bei gleichzeitiger Gewährleistung der Nutzeranforderungen führen.*



Die Anforderungen an moderne Fassaden sind vielfältig. Einerseits soll die Fassade vor Umwelteinflüssen schützen (Hitze und Kälte, Niederschlag, Lärm, etc.) und andererseits die Möglichkeit bieten, die Gebäudenutzer ausreichend mit Licht und frischer Luft zu versorgen. Besonders im innerstädtischen Bereich stehen Planer immer wieder vor der Frage, wie energieeffiziente Raumlüftung und ausreichende Lärmschutz gleichzeitig gewährleistet werden können.

In vielen Fällen wird heute aufgrund von Lärmbelastung auf natürliche (Fenster-) Lüftung verzichtet. Stattdessen werden oftmals Klima- oder Lüftungsanlagen verwendet. Neben den komplexeren Anforderungen an die Haustechnikplanung verursacht deren Betrieb einen höheren Energieverbrauch. Darüber hinaus benötigen viele dieser Geräte bedenkliche Substanzen (z.B. Kühlmittel).

Die vorliegende Forschung fokussiert auf das Potenzial von (und Planungsinstrumente für) innovativen doppelschaligen Fassadenkonstruktionen.

Dabei wird die Optimierung jener Eigenschaften eines generischen doppelschaligen Fassade empirisch untersucht, die deren akustisches Verhalten beeinflussen. Diese beinhalten die Größe und die Form der Lüftungsöffnungen in den Schalen, die relative Lage der Öffnungen (z.B. das Versetzungsmaß oder Formfaktor) und das Vorhandensein von akustischem Absorptionsmaterial in den Zwischenraum.

Um den Einfluss dieser Variablen unter zuverlässig kontrollierten Bedingungen experimentell zu untersuchen, wurde ein modulares und flexibles Musterbeispiel eines doppelschaligen Aufbaus zwischen den beiden Hallräumen des Akustik-Labors realisiert.

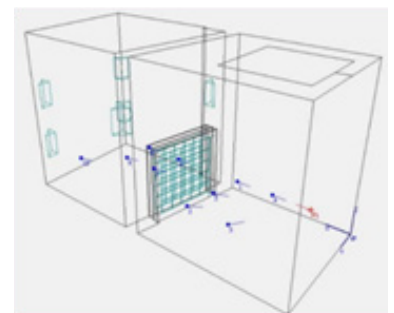
Die Ergebnisse des Projektes zeigen, dass der Versatz der Öffnungen in beiden Schalen und die Applikation von Schallabsorptionsmaterialien im Schalenzwischenraum einen durchaus beachtlichen Effekt auf die Schalldämmung von doppelschaligen Fassaden mit Öffnungen für die natürliche Lüftung haben können.

### Keywords

- Fassade
- Lärmschutz
- Belüftung

### Factbox

- Gleichzeitige Bereitstellung von natürlicher Lüftung und ausreichendem Schallschutz
- Zahlreiche Variationen hinsichtlich Öffnungspositionen, -größen, Versatz, Schalendistanz etc. vorgenommen
- unter Ausnutzung der besten Variationen ist eine „offene“ Lüftung durch die Demonstrationsfassade möglich
- Erreichung der Schalldämmleistung eines geschlossenen, traditionellen Kastenfensters



### Projektleitung

Univ. Prof. Dr. A. Mahdavi  
TU Wien, Abteilung Bauphysik  
und Bauökologie

# Innovative Technologien von transparenten Bauelementen

## MOTIVE – Modellierung, Optimierung, und technische Integration von Vakuumglas-Elementen

*Im Rahmen dieses Projekt fand eine Auseinandersetzung mit der Entwicklung von Anschlussdetails für die Implementierung von Vakuumglas in völlig neuartigen Fenstersystemen statt. Zu den Ergebnissen dieser Sondierung entstand ein europaweit erster Realisierungsversuch in Form eines Mock-Ups. Es wurden umfassende Kenntnisse und Erfahrungen in der Gestaltung von Baudetails von solchen innovativen Produkten gewonnen.*



Das Projekt MOTIVE befasst sich mit der Applikation von neuartigen, hochwärmedämmenden Gläsern in neuen (bzw. Neubau-) Fenstern und verglasten Bauteilen. Die Entwicklung von „Vakuumgläsern“ für neue Bauprodukte (Fenster, Balkontüren, etc.) steht im Vordergrund.

Zunächst wurden typische Bestandskonstruktionen von hocheffizienten, zeitgemäßen Verglasungsformen auf Ihre Tauglichkeit für Vakuumgläser evaluiert. Darauf aufbauend wurden eigene Detaillierungsvarianten für Vakuumverglasungen in Holz- und Holz/Alu-Rahmen entwickelt und unter Zuhilfenahme von State-of-the-Art Technologien und Projektbearbeitungsmethoden (normatives Assessment, Einbeziehung von Fachmeinungen, Wärmebrückensimulation und andere) vorevaluiert und weiter optimiert.

Die vielversprechendsten Ansätze aus diesen Bemühungen wurden in eine ausführbare Konstruktion übertragen und ein Mock-Up gebaut. Dieses Mock-Up wurde

mittels experimenteller und simulationsgestützter Bewertung und Analyse ausführlich getestet. Hierzu gehörten thermische und statische Versuche, sowie begleitende numerische 2D- und 3D-Wärmebrückensimulation, um auf das Verhalten der Konstruktion in typischen Belastungsszenarien rückschließen zu können.

Aufbauend auf den ermittelten Prinzipien und Ergebnissen dieser Studie wurden Empfehlungen für die weitere Forschung und Entwicklung im Bereich „Zeitgemäße Fenster mit Vakuumgläsern“ ausgearbeitet und ein Leitfaden für die Konstruktion von Fenstern und Verglasungen mit Vakuumgläsern abgeleitet.

Den Prozess begleitete eine umfassende Praxis- und Stakeholder-Kommunikation, um Möglichkeiten für künftige industrielle Umsetzung und Markteinführung von entsprechenden, für Vakuumgläser optimierten Fenster- und Verglasungsprodukten zu schaffen.

### Keywords

- Vakuumglas
- Fenster
- Gebäudehülle

### Factbox

- Fensterkonstruktionen mit Vakuumgläsern sind leichter und dünner als Dreischiebenfenster, bieten aber den gleichen Wärmeschutz
- Unübliche Öffnungsmechanismen, welche Vorteile hinsichtlich Sonnenschutzintegration, Platzersparnis oder Bedienungskomfort bieten
- Acht Konzepte, vier davon als „Mock-Ups“ umgesetzt



### Projektleitung

Univ. Prof. Dr. A. Mahdavi Univ.  
Ass. DI. Dr. U. Pont  
TU Wien - Abteilung  
Bauphysik und Bauökologie

### ProjektpartnerInnen

- Holzforschung Österreich

# Energieeffiziente Fassaden

## smart façade - energetische Potentiale von adaptiven Fassadensystemen

Ermittlung der energetischen Potentiale von adaptiven Fassadensystemen unter Einsatz eines eigens dafür entwickelten Simulationsmodells. Das dynamische Verhalten der physikalischen Eigenschaften von adaptiven Fassaden wird dabei von den NutzerInnen und den klimatischen Umgebungsbedingungen beeinflusst. Ziel war die Abbildung einer adaptiven Fassade mit maximalem Komfort für die NutzerInnen bei gleichzeitig minimalem Energieeinsatz.



Physikalischen Eigenschaften von Fassaden und Wänden von Gebäuden, welche in der Lage sind, auf klimatische Veränderungen oder individuelles Nutzerverhalten zu reagieren, stehen im Zentrum der Forschungsarbeit „smart façade“.

Die speziellen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, solare Gewinne, Energiedurchlassgrad, Lichtdurchlassgrad oder Porosität von Fassaden, verhalten sich bei konventionellen Fassaden im Wesentlichen statisch und bleiben konstant, obwohl sich die Anforderungen an eine energieeffiziente Wand bei unterschiedlichen, klimatischen Randbedingungen deutlich unterscheiden. Die Entwicklung adaptiver Fassadensysteme, deren physikalische Eigenschaften in Abhängigkeit äußerer Einflussfaktoren stehen, versprechen einen hohen Grad an Reduktion des Energiebedarfs durch gleichzeitige Erhöhung der Behaglichkeit von Büro- und Wohnräumen. Die vorliegende wissenschaftliche Studie eröffnet neue Zugänge zur Entwicklung smarter Fassaden und smarter Fassadenkomponenten.

Die Manipulation und Unterbrechung von üblicherweise linear verlaufenden Simulationsprozessen marktüblicher Softwarewerkzeuge für die thermische Gebäudesimulation steht im Zentrum des vorliegenden Forschungsprojektes.

Dem Simulationsprozess konnten intelligente Selektions- und Optimierungsprozesse (Loops) vorgeschaltet werden.

Die aus dem Forschungsprojekt hervorgegangene Grasshopper-Simulationsdefinition ist ein voll funktionsfähiges Simulationswerkzeug zur Untersuchung adaptiver Fassadensysteme. Die Flexibilität des Werkzeugs lässt die Reduktion des Komplexitätsgrades, eine Weiterentwicklung bzw. einen Ausbau der zu berücksichtigten Parameter zu.

Die Auswertung der Simulationsergebnisse erfüllt die Erwartung über das Einsparungspotential durch adaptive Fassadensysteme. Die Effekte auf den Energieverbrauch sind bei Bürogebäuden als auch Wohngebäuden beachtlich.

### Keywords

- Fassade
- Komfort
- Simulation

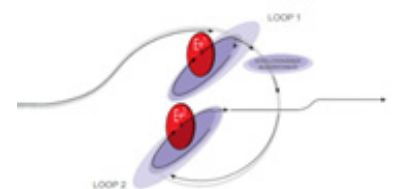
### Factbox

Energetische Potentiale von adaptiven Fassaden in Graz:

- In allen Himmelsrichtungen im Winter ca. 75% und im Sommer ca. 83% (Norden 75%)
- Im Winter in Wohnräumen 65% und in Büros 72%,
- Im Sommer 85% in Wohnräumen und Büros

Energetische Potentiale bauphysikalischer Parameter in Graz:

- U-Wert: 46% im Winter und 8% im Sommer
- g-Wert: 38% im Winter und 77% im Sommer
- voll adaptive Fassade (variabler U, g, T (Transmissionsgrad) und n-Wert (Luftwechsel)): im Winter 73% und 87% im Sommer



### Projektleitung

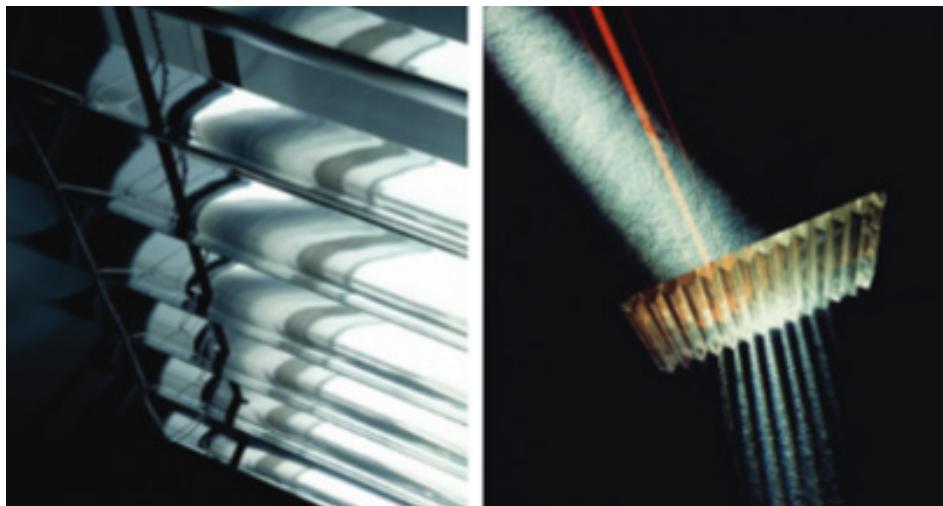
Prof. Brian Cody  
DI Sebastian Sautter  
TU Graz, Institut für Gebäude  
und Energie



# Visueller und thermischer Komfort

## FFF-TaliSys - Freiformflächen-Tageslichtsysteme für Fassaden und Oberlichter

*Im Rahmen von FFF-TaliSys wurden neuartige Tageslichtsysteme auf Basis der Freiformflächentechnologie erarbeitet und bis zu Funktionsmustern weiterentwickelt. Das Ziel war die Entwicklung von Systemen für Fassaden und Oberlichter, welche möglichst ohne bewegte Teile und ohne komplexe Steuerung auskommen, aber dennoch eine optimale optische und thermische Funktionalität bieten.*



Für die Integration der Systeme in die Gebäudehülle wurden neben lichttechnischen auch bauphysikalische Randbedingungen berücksichtigt und in die Optimierung der Optiken miteinbezogen. Ziel waren energieeffiziente Lösungen, die gleichzeitig höchsten visuellen und thermischen Komfort in neu gebauten und sanierten Gebäuden garantieren.

Der Schwerpunkt wurde auf die Nutzung der direkten Sonne zu gelegt. Die Ergebnisse der Marktanalyse und einer Patentrecherche haben diese strategische Ausrichtung des Projekts nahegelegt.

Beim System für Seitenlicht handelt es sich um Linienplatten, die das Sonnenlicht an die Decke in der Raumtiefe lenken. Damit wird die natürliche Sonnenstrahlung nicht durch Sonnen- und Blendschutzsysteme vom Raum ferngehalten, sondern gezielt genutzt, um in fassadenfernen Bereichen ohne Einsatz von Primärenergie einen wesentlichen Beitrag zum Human Centric Lighting zu leisten.

Besonders für sehr hohe Gebäude sind außenliegende Systeme auf Grund der Windlasten nicht praktikabel. Außerdem

werden starre Systeme sowohl von Architekten als auch von Nutzern häufig abgelehnt. Eine Realisierung als innenliegende, wegfahrbare Vertikaljalousie löst diese Probleme. Abhängig von den Miniaturisierungsmöglichkeiten sind auch andere Aufbauten denkbar, etwa als Rollläden.

Das gewählte Konzept ermöglicht eine flexible Anpassung an die geographische Lage, die Gebäudeorientierung, die thermischen Gebäudeeigenschaften und die Raumnutzung. Als Oberlicht-System wurden Aufsätze für Lichtrohre zur besseren Nutzung der direkten Sonne entwickelt. Dabei wurden unterschiedliche Realisierungsmöglichkeiten untersucht, die als Baukastensystem speziell auf die Gegebenheiten und den Anwendungszweck zugeschnittene Lösungen ermöglichen.

Zwei der im Projekt erarbeiteten Systemkonzepte wurden als Funktionsmuster umgesetzt. Damit konnte die prinzipielle Machbarkeit praktisch gezeigt werden. Eine industrielle Umsetzung dieser Tageslichtsysteme erfordert weitere Anstrengungen.

### Keywords

- Belichtung
- Lichtlenkung
- Fassade

### Factbox

- Lenkung des direkten Sonnenlichts in die Raumtiefe – ohne Überhitzung
- Entwicklung einer patentierfähigen Linienplatte aus Freiformflächen-Optiken
- Entwicklung eines Aufsatzes für Lichtrohre, der das direkte Sonnenlicht nutzt
- beide Systeme sind resilient – sie benötigen keine Steuerung (Sonnennachführung)



### Projektleitung

Mag. Wilfried Pohl  
Bartenbach GmbH

### ProjektpartnerInnen:

- HELLA Sonnen- und Wetzerschutzeschutztechnik GmbH
- Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen

# Altbau-Revitalisierung

## EnerPHit-Grünkonzept - Modernisierung eines Gründerzeitgebäudes mit Anwendung eines Aerogel-Dämmputzes

*In diesem Demonstrationsvorhaben wurde eine umfassende Modernisierung im gründerzeitlichen Gebäudebestand beispielgebend für die Randbedingungen einer regionalen Schutzzone umgesetzt. Durch die Anwendung des Aerogel-Hochleistungsdämmputzes wurde eine gründerzeitliche Fassadendämmung im Rahmen einer hocheffizienten, umfassenden Sanierung bei gleichzeitiger Erhaltung des Fassadenbildes umgesetzt.*



Die Sanierung von Gebäuden mit historischer Bausubstanz erfordert innovative Konzepte, um sowohl den gestalterischen Anforderungen, als auch einer technisch-wirtschaftlichen Betrachtung zu entsprechen. Das Aerogel-Hochleistungsdämmputzsystem stellt eine neue Alternative für den Anwendungsbereich der Altbausanierung mit erhaltenswürdigen Fassaden zur Verfügung.

Die Demonstration fand im Zuge des Neuaufbaus und der Revitalisierung eines in Folge einer Gasexplosion schwer beschädigten, vor 1872 errichteten Gebäudes statt. Oberstes Ziel war die Erprobung neuer Technologien in der Sanierung. Dabei sollte zum einen die technische Machbarkeit und Praxistauglichkeit solcher Sanierungslösungen demonstriert werden und zum anderen eine hohe Sichtbarkeit und Multiplikationswirkung transportiert werden. Weiteres Projektziel war die messtechnische Begleitung des Sanierungsvorhabens, um einerseits den Effekt des Putzes festzustellen und andererseits die Gesamtsanierung zu evaluieren.

Im Bestand sowie nach Abschluss der Sanierungsarbeiten wurde an mehreren Stellen eine Wärmestrommessung durchgeführt und der resultierende U-Wert berechnet. Zudem wurde das Gebäude mit einem Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring ausgestattet.

Sichtbares Ergebnis ist die erfolgreiche Sanierung eines historischen Gebäudes, bei der es gelungen ist, das äußere Erscheinungsbild so herzustellen, dass kein Unterschied zwischen Altbau und Wiederaufbau vorhanden ist.

Der Aerogelputz stellt eine Möglichkeit dar, um den Spagat zwischen Erhaltung des äußeren Erscheinungsbildes und gleichzeitiger Erfüllung von Energieeffizienzstandard zu schaffen. Im Projekt konnten die hohen bautechnischen und gestalterischen Anforderungen erfüllt werden, allerdings wurde die erwartete wärmetechnische Performance nicht erreicht.

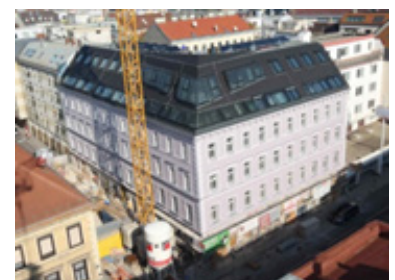
### Keywords

- Sanierung
- Fassade
- Revitalisierung

### Factbox

Baubeginn: Juni 2016  
 Fertigstellung: März 2018  
 Baukosten: 7,0 Mio. €  
 Förderung MA 50: 4,4 Mio. €

- historische Fassade gedämmt mit 5,5 cm Aerogelputz
- U-Wert Reduktion der Außenwand liegt im 1. OG bei 0,07 W/m<sup>2</sup>K
- Auszeichnung mit Staatspreis für Architektur & Nachhaltigkeit 2019



### Projektleitung

Immobilienverwaltung und -vermittlung Helga BRUN

### ProjektpartnerInnen

- Trimmel Wall Architekten ZTGmbH
- Schöberl und Pöll GmbH Bauphysik und Forschung
- e7 Energie Markt Analyse GmbH

# Innovative Fenstersanierung

## VIG-SYS-RENO - Sondierung von Fenstersystemen mit innovativen Gläsern – speziell Vakuum-Isoliergläsern – zur Gebäudesanierung

*Sondierung des Einsatzes von neuem, innovativem High-Performance-Wärmeschutz-Vakuum-(Isolier)glas (VG), für hocheffiziente Fenstersysteme speziell für die Bestandssanierung. Die Verfügbarkeit und die Qualitäten von VG im Weltmarkt werden evaluiert, thermische Simulationen durchgeführt und konstruktive Optimierungskonzepte für Gesamtsysteme erarbeitet.*



Moderne Wärmeschutzgläser sind eine wichtige Komponente der Bestrebungen zur Reduktion des Energieverbrauchs von Gebäuden. Die aktuell am Markt verfügbaren, besten Lösungen mit beschichteten Dreifach-Isoliergläsern sind jedoch (gewichtsmäßig und optisch) schwer und besitzen darüber hinaus eine sehr große Gesamtstärke. Seit vielen Jahren wird weltweit die Entwicklung von Vakuumgläsern (in diesem Report kurz als VG bezeichnet) als neues Produkt vorangetrieben, um eine Alternative zu den genannten Isoliergläsern zu schaffen. Es fehlt allerdings bis dato an einer entsprechenden Wissensbasis hinsichtlich der technologischen Umsetzung und Anpassung vorhandener Systeme an diese Technologien.

Ziel dieser Sondierung war es, die Basis für die weitere Entwicklung von dafür angepassten und einsetzbaren Fensterrahmen für neue Fenster /Verglasungssysteme aufbauend auf der Vakuumglas-technologie zu schaffen. Hierbei wurde eine Analyse aus vielen Gesichtspunkten angestrebt (thermische Performance, hochbautechnisch und konstruktive Per-

formance, Life-Cycle Analyse und Aspekte der breiten Anwendbarkeit).

Ziel war die Urbarmachung des Wissens, um die genannten Technologien um eine weitere, konstruktiv machbare Alternative bzw. Möglichkeit zur Erreichung von Klima- und Energie-Effizienzzielen im Bausektor anzubieten, sowie in Anbetracht der „emerging technology“ österreichischen Stakeholdern (Unternehmen, Verwaltung, Bauträgern, etc.) einen Wettbewerbsvorteil in diesem sich rasch entwickelnden Technologiefeld anzubieten.

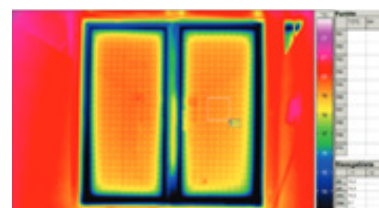
Die Ergebnisse der Sondierung, insbesondere das gebaute Mock-Up-Fenster für Klimaversuche und Präsentationszwecke, die durchgeführten numerischen Wärmebrückensimulationen und gebäudebezogene Impact-Rechnungen, zeigen das Potential der Vakuumgläser auf. Sollten in Folgeprojekten Detaillösungen für Bestands- und Neubauten entwickelt werden, die den heiklen Übergang zwischen Rahmen und Glas entsprechend in den Griff bekommen, steht einer weit verbreiteten Anwendung dieser Gläser grundsätzlich nichts im Wege.

### Keywords

- Vakuumglas
- Fenster
- Sanierung

### Factbox

- Kastenfenster können bei optisch geringer Veränderung auf etwa einen U-Wert von 1,0 bis 1,1 W/m<sup>2</sup>K gebracht werden
- Spezielle Berücksichtigung des Randverbunds und der Abstandhalter in baukonstruktiver und bauphysikalischer Sicht beim Einsatz in bestehenden und neuen Fenstern erforderlich
- großes Potential für den Einbau von Vakuumglas vorhanden – von Wissenschaft und Industrie gestützter Entwicklungsprozess notwendig



### Projektleitung

TU WIEN, Institut für Architekturwissenschaften – Abt. Bauphysik und Bauökologie (BPI)

### ProjektpartnerInnen:

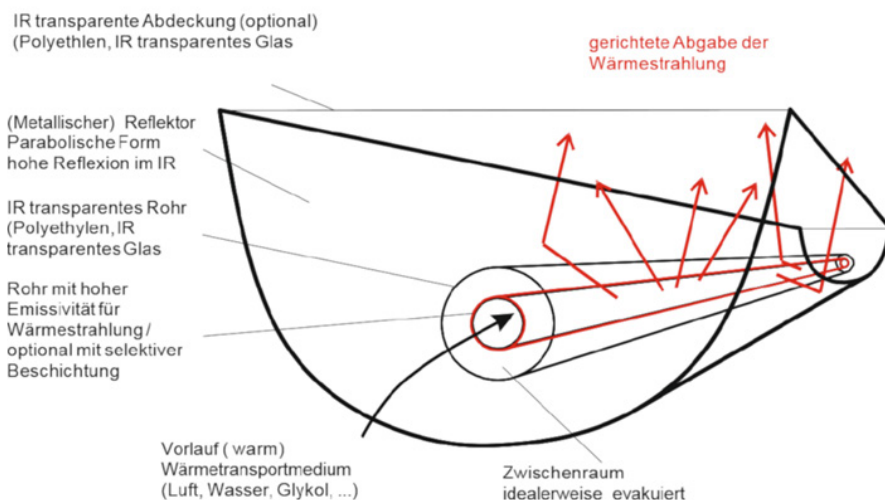
- Holzforschung Austria, Wien (HFA)



# Reflektierende Oberflächen zur Gebäudekühlung

## Photonic Cooling - Effizientere Gebäudekühlung durch Nutzung von Photonik

In diesem Sondierungsprojekt wurde der Ansatz des Photonic Cooling zur Gebäudekühlung auf seine praktische und kostengünstige Umsetzbarkeit und im Bezug zu seiner Wirkung bewertet. Darauf aufbauend wurden Konzepte zur Gebäudekühlung mittels Photonic Cooling erarbeitet, sowie Modellrechnungen zur möglichen Kühlleistung durchgeführt und deren Auswirkung auf das Stadtklima abgeleitet.



Bedingt durch den Klimawandel ist zu erwarten, dass die Anzahl der Klimaanlagen und damit der Stromverbrauch im Sommer in städtischen Gebieten steigen wird. In diesem Zusammenhang stellen innovative und energieeffiziente Kühlsysteme eine erstrebenswerte Zielsetzung dar.

Im Projekt wurde abgeklärt, inwieweit die Technologie des Photonic Cooling zur Reduktion von Wärmeinseln im städtischen Bereich sowie zur Verminderung des Stromverbrauchs von Klimageräten beitragen kann. Konkret wurden kostengünstige photonische Oberflächen und Konzepte evaluiert, die einerseits eine große Reflexion der einfallenden Solarstrahlung (> 97%) aufweisen und andererseits die Wärmeabstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 8 und 13 Mikrometern nicht behindern. Darauf aufbauend wurden verschiedene Konzepte zur Gebäudekühlung mittels Photonic Cooling erarbeitet, sowie Modellrechnungen zu möglichen erzielbaren Kühlleistungen durchgeführt, als auch deren Auswirkung auf das Stadtklima abgeleitet. Auf Basis von Mikroklimamodellierungen wurde die Auswirkung eines derartigen Ansatzes zur Minimierung der Ausbildung von städtischen

Wärmeinseln evaluiert. Ziel dieser Untersuchungen war eine Abschätzung, inwieweit und unter welchen Voraussetzungen ein Photonic Cooling Ansatz zur Gebäudekühlung sinnvoll eingesetzt werden und in weiterer Folge zu einer höheren Lebensqualität in Städten beitragen kann.

Im Bereich der Photonic Cooling Technologie wurden effiziente Funktionsmuster mit kostengünstigen, kommerziell verfügbaren Materialien realisiert und anschließend deren Wärmeabstrahlungsleistung experimentell bestimmt. Aus den Ergebnissen der SWOT Analyse lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass sich mittelfristig kein kommerzielles Verwertungspotential bietet.

Das ökonomische Potential lässt sich langfristig in Kombination mit innovativen Kühlkonzepten erschließen. Aktuell besteht kein akuter Handlungsbedarf an weiterführenden Verwertungsaktivitäten. Die Photonic Cooling Technologie kann nur in Kombination mit Klimasystemen funktionieren, die sich von heutigen Standardlösungen deutlich unterscheiden.

### Keywords

- Photonik
- Kühlung
- Oberflächen

### Factbox

- Anstieg der maximalen lokalen Temperatur in urbanen Gebieten durch den Einsatz von Klimaanlagen um etwa 0,8 °C bis 2050
- Anstieg der benötigten elektrischen Energie zur Gebäudekühlung von derzeit 22 GWh/a auf 95 (33 - 189) GWh/a bis 2050
- mittelfristig kein kommerzielles Verwertungspotential für Photonic Cooling gegeben – Potential wird eher langfristig gesehen



### Projektleitung

Dr. Gerhard Peharz  
JOANNEUM RESEARCH  
Forschungsgesellschaft mbH

### ProjektpartnerInnen

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



# Smarte Fensterprototypen

## FIVA - Fensterprototypen mit integriertem Vakuumglas

Vakuumgläser zeichnen sich durch sehr niedrige Ug-Werte und sehr schlanke Glasstärken aus und stellen damit eine neue Alternative für die Hebung des Energieeffizienz-Potentials von transparenten Bauteilen der Gebäudehülle dar. Das Projekt widmet sich der Fortentwicklung von Fenstern mit Vakuumgläsern. Dazu wird auf Erfahrungen hinsichtlich verschiedener Aspekte aus vorangegangenen Sondierungsprojekten zurückgegriffen und mit WirtschaftspartnerInnen an der Realisierung von Funktionsprototypen gearbeitet.



Gebäude sind für einen Großteil des Energieverbrauchs und der Emission klimaschädlicher Gase verantwortlich, dabei wird in Europa bei Wohngebäuden (das ist die überwiegende Mehrheit der Gebäude) dem Bauteil Fenster ein erheblicher Anteil dieser Problematik zugeschrieben. Zu den Technologien zur Verbesserung dieses „Schwachpunkts Fenster“ gehört der Einsatz zeitgemäßer und innovativer Glasprodukte, wie zum Beispiel Vakuumglas. Dabei gilt es, die Spezifika von Vakuumglas - exzellenter Ug-Wert  $\leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bei extrem dünnen Glasdicken (8-10 mm), geringes Gewicht und der notwendige tiefe Glaseinstand von ca. 40 mm - in entsprechenden innovativen Fensterkonstruktionen zu berücksichtigen.

Die TU Wien und die Holzforschung Austria haben zusammen mit sieben WirtschaftspartnerInnen vier voll funktionsfähige Prototypen entwickelt und Systemkomponenten, wie z.B. Vakuumdichtungen oder Steuermodule entworfen, gebaut und getestet.

- Typ A: Raumseitig flächenbündiges, nach innen öffnendes Dreh-Fenster (mit Lüftungsstellung)
- Typ B: Nach außen öffnendes Parallel-Abstell-Dreh-Fenster (mit Lüftungsstellung)

- Typ C: Schwing-Klapp-Fenster ohne bewegliche Verriegelungselemente (mit Lüftungsausstellung)
- Typ D: Abstell-Schiebe-Fenster mit unsichtbar integrierten Teleskopschienen (mit Lüftungsstellung)

Alle vier Fenster zeigen hervorragende wärmetechnische Eigenschaften und können einen exzellenten Fenster U-Wert von bis zu  $U_w=0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  erreichen. Auch die anderen getesteten Performancewerte in Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit, wie z.B. Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit, Windwiderstandsfähigkeit und Schallschutz zeigen, dass die Funktionsprototypen auf einem sehr guten Niveau liegen, aber noch weitere Optimierungen möglich sind. Insgesamt sollten diese vier Prototypen in naher Zukunft zur Serienreife weiterentwickelt werden.



### Keywords

- Vakuumglas
- Fenster
- Gebäudehülle

### Factbox

- Entwicklung smarter und energieeffizienter Fensterprototypen mit ungewöhnlichen Öffnungsszenarien (radikale Innovation: Abstell-Schiebefenster mit versteckten Teleskopschienen), teilweise motorisiert und Integration von hochwärmedämmenden Vakuumgläsern
- Präsentation beim Fenster-Türen-Treff 2020 als Full-Scale Funktionsprototypen

### Projektleitung

Univ.Prof. DI. Dr.techn. A. Mahdavi und Univ.Ass. DI. Dr.techn. U. Pont  
TU WIEN, Institut für Architekturwissenschaften – Abt. Bauphysik und Bauökologie (BPI)

### ProjektpartnerInnen

- Holzforschung Austria - Österreichische Gesellschaft für Holzforschung
- Gaulhofer - Industrieholding GmbH
- IEB Gummitechnik Eisele Co GmbH
- Internorm International GmbH
- KPA Katzbeck ProduktionsGmbH Austria
- Mayer & Co Beschläge GmbH
- Alois Svoboda GmbH
- Josef Wick & Söhne GmbH & Co KG

# Außergewöhnliche Architekturelemente mit Wärmespeichereffekt

## EVA - Evaluierung visionärer Architekturkonzepte

Zielsetzung dieses Projektes ist es zu zeigen, dass auch auf den ersten Blick ungewöhnliche und nicht-alltägliche Lösungsansätze durchaus zur Bewältigung stärker werdender, globaler Probleme beitragen können. Dafür werden bauphysikalisch und energetisch innovative Gebäudekonzepte auf ihre Machbarkeit geprüft.



Die Stadt, wie auch das (Einzel-)Gebäude des 21. Jahrhunderts stehen vor zahlreichen komplexen Herausforderungen, dazu zählen rapide Veränderungen hinsichtlich Nutzungen und NutzerInnen, sowie Umwelt- und Klima-Rahmenbedingungen, Nachhaltigkeit bei gleichzeitigem Komfort, Bewegung und Dynamik bei gleichzeitiger Ruhe und Bezugspunktrolle.

Da „herkömmliche“ Lösungsansätze, die einer linearen Denkweise folgen, immer öfter an ihre Grenzen stoßen, soll das Forschungsprojekt zeigen, dass auch auf den ersten Blick unrealistische und wenig machbar erscheinende Lösungen durchaus zur Bewältigung stärker werdender, globaler Probleme beitragen können.

Das Projekt EVA sieht sich als Beitrag zur Ermöglichung der Erschließung neuer Energiequellen von niedriger Exergie und von temporären Wärmesenken. Es zeigt das Potential moderner Sensortechnik zur effizienten Nutzung von Energie durch zeitliche und lokale Einschränkungen. Energie wird nur dann bereitgestellt/abgeführt, wenn notwendig und sinnvoll (just in time) und nur dort, wo erforderlich (just in location). Ermöglicht wird dies durch den vermehrten Einsatz von Sensoren und die Integration von thermisch aktiven Elementen in die Gestaltung von Umschließungsflächen.

Mit Hilfe von innovativen Materialien, mo-

deren Produktionstechniken, Aktuatoren und Sensortechnik werden zwei Mock-Ups (MU) konstruiert, welche zum „Proof of Concept“ mit State-of-the-Art Monitoring Technik ausgestattet sind:

- MU1: Während ein Tiefensensor die Position einer Person im Raum erfasst, steuert ein Micro-Controller relevante Wandpaneele an, um punktgenau kühlere Oberflächen bereitzustellen.
- MU2: Nach der Positionserfassung mittels Tiefensensoren öffnen sich Abdeckungen und ermöglichen dort, wo sich eine Person befindet, den Sichtbezug ins Freie.

Durch die dynamische, interaktive Ausrichtung kann die gespeicherte Energie bzw. im konkreten Fall Wärmesenke effizienter genutzt werden, wobei die Interaktivität der beiden Mock-Ups hervorragend funktioniert.

Zur Vereinfachung der Implementierung und Steigerung der Akzeptanz werden die verwendeten Bauteile als Einrichtungsgegenstand oder Designstück behandelt.

Dem Charakter einer Sondierung entsprechend ist ein prinzipieller „Proof of Concept“ als erbracht anzusehen. Nichtsdestotrotz muss eine längerfristige, maßstäblich größere Realisierung als nächster Schritt für die Erhöhung des Technology-Readiness-Level folgen, bevor über eine Produktentwicklung nachgedacht werden kann.

### Keywords

- Architektur
- Sonnenschutz
- thermisch-aktive Elemente

### Factbox

- Überprüfung innovativer, ungewöhnlicher Architekturkonzepte auf deren Eignung für „nachhaltige“ Architektur
- Erstellung einer Datenbank nationaler und internationaler Projekte inklusive empirischer Wirkungsabschätzung
- Recherche-basierter Entwurf und Errichtung von zwei 1:1 Mock-Ups: (i) Variable thermische Masse für die Kühlung/Heizung von Büroräumen und (ii) Sonnen/Sichtschutzes, jeweils mittels einfach verfügbarer Technologien durch eine parametrisierte Komponentensteuerung

### Projektleitung

- Arch. DI. Bernhard Sommer, Universität für Angewandte Kunst
- DI. Dr.techn. Ulrich Pont, TU Wien

### Projektbeteiligte

- Universität für Angewandte Kunst - Abt. Energie Design,
- TU Wien - Abteilung Bauphysik und Bauökologie







# GEBÄUDE- UND ANLAGENTECHNIK

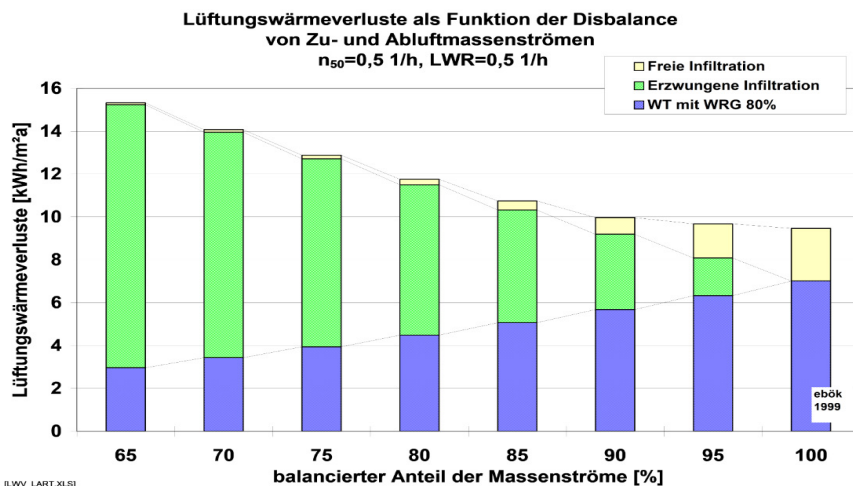
Neue Gebäude- und Anlagentechnik spielt aus Effizienz- und Komfortgründen eine wichtige Rolle. So kann beispielsweise das Risiko für Schimmelbildung minimiert und für eine angemessene CO<sub>2</sub>-Menge in geschlossenen Räumen gesorgt werden. Die Integration solcher Anlagen in bestehende Gebäude kann jedoch zu großen Herausforderungen führen.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Forschungsprojekte widmen sich Gebäude- und Anlagentechnik, die sich neben innovativer Konzeption durch eine kostengünstige Umsetzung auszeichnet.

# Brandschutzkonzepte für Lüftungsanlagen

## E.Vent - Effiziente, kostengünstige und wartungsfreundliche zentrale Mehrfamilienhaus-Lüftungsanlagen – Planung, Betrieb und Brandschutz

Ziel des Projekts war es, innovative technische Lösungen und Planungshilfen für eine kostengünstige Umsetzung und einen energieeffizienten und wartungsarmen Betrieb von zentralen Wohnraumlüftungssystemen zu erarbeiten. Dabei wurde ein starker Fokus auf die Themen Brandschutz und Balanceabgleich gelegt.



Zentrale Lüftungsanlagen bieten gerade im Mehrfamilienhaus- und Geschosswohnungsbau große Vorteile, werden aber häufig aus Komplexitäts- und Kostengründen nicht optimal in Hinsicht auf Effizienz, Balanceabgleich und Brandschutz realisiert. Im Rahmen des Projekts sollen daher innovative Lösungen für den Brandschutz und den kontinuierlichen Balanceabgleich bei gleichzeitiger Kostenreduktion für zentrale Lüftungsanlagen sowohl im Neubau als auch in der Sanierung geschaffen werden.

Auf Basis einer Recherche und Bestandsanalyse wurden die Anforderungen an den Brandschutz klar definiert. Die Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Brandschutzkomponenten für Lüftungsanlagen wie Brandschutzklappen, FLI-VE und Kaltrauchsperrern wurden detailliert untersucht und bewertet. Schwerpunkt bei der Entwicklung der Konzepte lag dabei auf Kosteneffizienz, geringem Druckverlust durch die eingesetzten Komponenten sowie möglichst geringer Wartungsaufwand.

Für die Überprüfung des Balanceausgleichs bedarf es einer hochgenauen

Volumenstrommessung, wofür im Projekt eine Messeinrichtung konzipiert und aufgebaut wurde. Es zeigte sich, dass in nahezu allen untersuchten Gebäuden Disbalancen bestanden und die transportierten Luftmengen an verschiedenen Tagen oder Tageszeiten stark voneinander abweichen. Diese Disbalancen können negative Folgen wie höhere Wärmeverluste und Bauschäden verursachen. Um mögliche Synergien zwischen Brandschutz (Kaltrauchsperrre) und Volumenstromregelung nutzen zu können, wurde ein Funktionsmuster entwickelt.

Im Rahmen des Projekts wurde außerdem ein zweiteiliges Planungstool ausgearbeitet. Zum einen können AnwenderInnen mit einem Excel-Tool in der sehr frühen Planungsphase einen Überblick bekommen, welche Lüftungsvarianten und Brandschutzkonzepte überhaupt möglich sind inklusive einer groben Kostenabschätzung. Zum anderen erleichtert eine 3D CAD Anwendung die Entscheidungsfindung beim Entwurf und ermöglicht eine bessere Wirtschaftlichkeit und höhere Effizienz über die Lüftungsanlage hinaus für das gesamte Projekt.

### Keywords

- Zentrale Lüftungsanlagen
- Brandschutz
- Effizienzsteigerung

### Factbox

- Innovative Brandschutzkonzepte helfen sowohl Kosten als auch Energieeffizienz zentraler Anlagen zu verbessern
- Mit der kostengünstigen Kombination aus Kaltrauchsperrre und Volumenstromregler werden Energieeinsparungen von mindestens 10% erreicht
- Zentrale Lüftungsanlagen können mit dem neu entwickelten 3D-Tool bereits in der Entwurfsphase vordimensioniert werden
- Der möglichst automatisierte Balanceabgleich von Zu- und Abluft (max. +/- 10%) wirkt sich stark auf die Effizienz der Anlage aus

### Projektleitung

Assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger, Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen

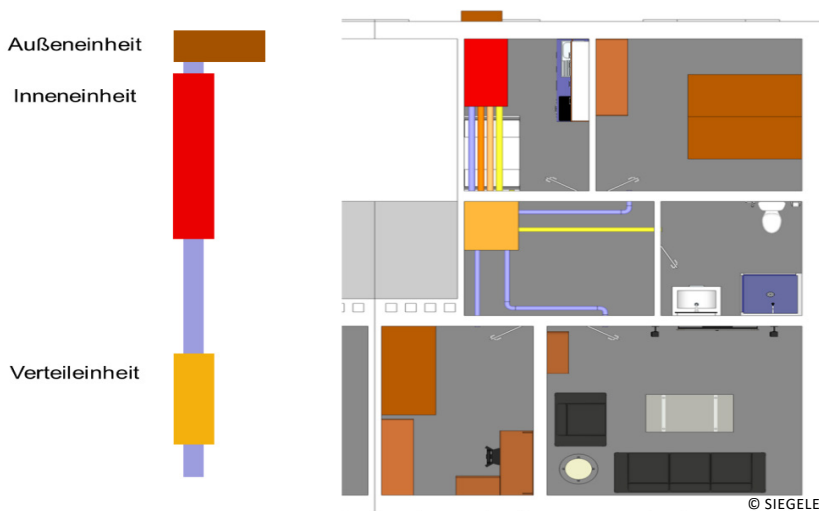
### Projektbeteiligte

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien
- J. Pichler Ges. m. b. H.,
- IIG – Innsbrucker Immobilien-Gesellschaft
- Neue Heimat Tirol
- Gemeinnützige Alpenländische Gesellschaft für Wohnungsbau und Siedlungswesen m.b.H.
- Alpsolar Klimadesign OG
- Architectural Services im Auftrag vom Passivhaus Institut
- Passivhaus Austria

# Minimalinvasives Sanierungs-Gesamtpaket

## SalüH! - Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit kleinen Wohnungen - Kostengünstige technische Lösungsansätze für Lüftung, Heizung und Warmwasser

Im Projekt werden innovative Lüftungs- und Heizungs-Konzepte für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit kleinen Wohnungen untersucht. Platzsparende Heizungs- und Trinkwarmwasser (TWW)-Kleinstwärmepumpen mit Außen- bzw. Fortluft als Wärmequelle, welche optional in die bestehende Brüstung bzw. eine vorgehängte Holzleichtbau-Fassade integriert werden können, werden für diesen Zweck entwickelt.



Bei Geschosswohnbauten, welche häufig kleine Wohnungen mit sehr inhomogener Wärmeversorgung aufweisen, sind Gesamtsanierungen inklusive Umstellung auf zentrale Heizung und TWW-Versorgung mit z.B. Fernwärmeanschluss, Biokessel mit oder ohne Solarthermie oder Grundwasserwärmepumpen in der Regel nicht möglich. Aus Platz- und Kostengründen scheiden auch derzeit verfügbare dezentrale Lösungen aus.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein Gesamtpaket (Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, sowie Heizung und TWW) entwickelt, welches eine kostengünstige und baulich einfache Umstellung auf effiziente Haustechnik im Rahmen der Sanierung auch schrittweise Wohnung für Wohnung ermöglicht, ohne NutzerInnen in ihrem gewohnten Umfeld einzuschränken.

Dabei konnten drei ergänzende technische Lösungsansätze erarbeitet und als Funktionsmuster umgesetzt werden:

- Lüftungs-Heizungs-Wärmepumpe,
- Kompakte Trinkwasser-Wärmepumpe mit Speicher,
- Aktive Überströmer.

Die Funktionsmuster wurden im Labor und in Simulationsstudien unter verschiedenen Randbedingungen getestet, optimiert und bewertet. Es konnte gezeigt werden, dass eine ausgezeichnete Luftqualität und ein hoher thermischer Komfort erreicht werden können. Praktisch müssen die Technologien zu marktreifen Produkten entwickelt werden und sich am Markt durchsetzen, was wesentlich von den wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen abhängt.

Das Projekt hat gezeigt, dass Lösungen für die Heizung und Warmwasseraufbereitung im Mehrgeschosswohnbau auf Basis von dezentralen Kleinst-Wärmepumpen in Kombination mit einem Lüftungsgerät vielversprechend sind, jedoch bei den derzeitigen Rahmenbedingungen ein wirtschaftlicher Einsatz kaum möglich ist.

### Keywords

- Sanierungs-Gesamtpaket
- Kleinst-Wärmepumpen
- Fassadenintegration

### Factbox

- Entwicklung eines Gesamtpaketes für die dezentrale Lüftung, Heizung und TWW-Versorgung
- Entwickeln und optimieren einer kompakten Hybrid-Kleinst-Wärmepumpe sowie einer kompakten Trinkwarmwasser-Wärmepumpe
- Integration der aktiven Komponenten in die bestehende Fenster-Brüstung bzw. in eine vorgehängte Holzrahmenleichtbaufassade



### Projektleitung

Universität Innsbruck, Arbeitsbereich für Energieeffizientes Bauen

### Projektbeteiligte

- J. Pichler Gesellschaft m.b.H.
- Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institut für Nachhaltige Technologien
- Internorm International GmbH
- SIKO Energiesysteme Gesellschaft m.b.H. & Co. KG
- Kulmer Holz-Leimbau GesmbH
- Vaillant GmbH







# ENERGIEBEREITSTELLUNG, -SPEICHERUNG & -UMWANDLUNG

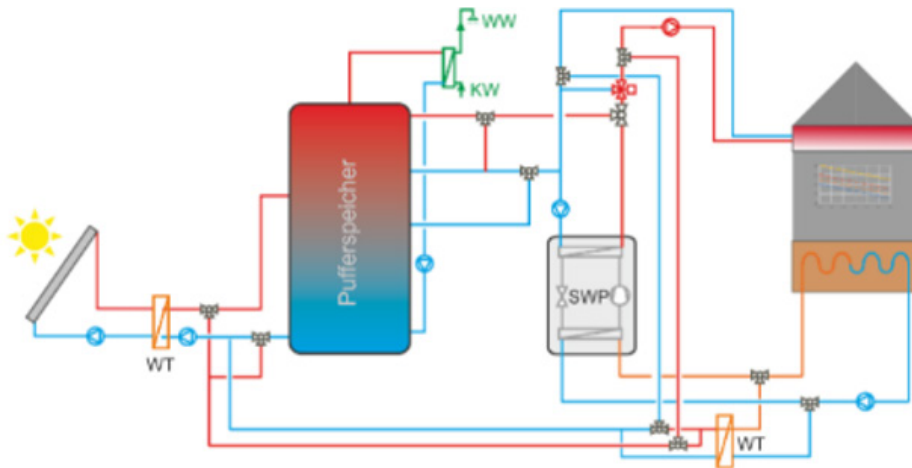
Die Versorgung von Gebäuden und Stadtteilen mit erneuerbarer Energie erfordert eine gesamtheitliche Betrachtung von Bedarf, Verfügbarkeiten sowie der Bereitstellung von Speicherpotential zur Lastverschiebung und dem Ausgleich fluktuierender Energieträger. Eine Entlastung des Energienetzes und ein Abfangen von Lastspitzen kann zum Beispiel durch die Installation von thermisch aktivierten Bauteilen als gebäudeimmanente Energiespeicher erreicht werden, welche anstelle von großvolumigen, kostenintensiven Wasserspeichern zum Einsatz kommen.

Dieses Kapitel behandelt unterschiedliche Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer Energieträger in städtischen Gebieten und zeigt das Potential der Interaktion von Energiebereitstellung und -speicherung zu optimierten Systemkonzepten und Regelungsstrategien auf.

# Wärmespeicherung im Gebäude

## solSPONGEhigh - Hohe solare Deckungsgrade durch thermisch aktivierte Bauteile im urbanen Umfeld

Die intensive Nutzung von thermisch aktivierten Bauteilen (TABs) als zusätzlicher thermischer Speicher in verschiedenen Gebäuden unter vorrangigem Einsatz von Solartechnologien (Solarthermie bzw. Photovoltaik) wurde untersucht. Die Arbeitshypothese ging davon aus, dass durch die Aktivierung und Nutzung der bauteilimmanenten thermischen Speicher eine Deckung des Gebäudeenergiebedarfs mit Solartechnologien von bis zu 100 % erreicht werden könnte.



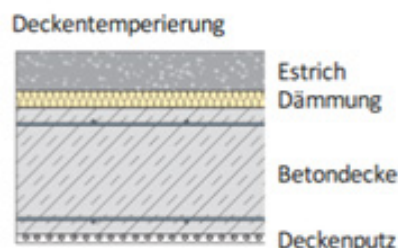
Das Erreichen hoher solarer Deckungsgrade in der Wärmeversorgung von Gebäuden wird derzeit meist mit großvolumigen, wassergefüllten Pufferspeichern realisiert. Bei derartigen Konzepten sind mit Nachteilen hinsichtlich hoher Investitionskosten, großem Platzbedarf und hohen thermischen Verlusten zu rechnen. Entsprechend dem Ansatz des gegenständlichen Forschungsvorhabens soll die Speicherung von solarer Wärme direkt in den gebäudeeigenen Bauteilen erfolgen.

Die thermische Aktivierung von Bauteilen lässt sich grundsätzlich für alle Raumflächen (Fußboden, Decke, Wände) durchführen. Dabei werden die ohnehin vorhandenen Bauteile im Gebäude als thermische Speicher genutzt, wodurch auch ohne groß dimensionierte Wasserspeicher eine hohe Deckung des Gebäudeenergiebedarfs mit Solartechnologien (Solarthermie bzw. Photovoltaik) erreicht werden könnte.

Es werden zwei solSPONGE-Konzepte untersucht, eines nutzt vorrangig Solarthermie und das andere vorrangig Photovoltaik zur Energieversorgung. Auf der Grundlage dieser Systemkonzepte werden anhand thermischer Gebäude- und Anlagensimulationen, die Ausfüh-

rung der TABs als gebäudeimmanenter Energiespeicher analysiert. Es soll gezeigt werden, ob und unter welchen Voraussetzungen eine 100 % Deckung des Energiebedarfs erreicht werden kann. Ergänzend zu den energietechnischen Analysen werden Analysen zu den Systemkosten durchgeführt. Weiters werden auch ökologische und ökonomische Analysen vorgenommen. Bei der Dissemination der Projektergebnisse wird neben den üblichen Verbreitungsmaßnahmen eine groß angelegte Transferveranstaltung zum Projektthema abgehalten.

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse liefern Aussagen über die Interaktion zwischen TABs, Solartechnologien, Wärmepumpen und der urbanen Energieversorgung. Es wird gezeigt, in wieweit TABs zu optimierten Systemkonzepten und Regelungsstrategien mit hohem solarem Deckungsgrad beitragen können.



### Keywords

- Bauteilaktivierung
- Energiespeicher
- Solartechnologie

### Factbox

- Thermisch aktive Deckenelemente – ideal zum Heizen und Kühlen
- Hohe solare Deckungsgrade durch thermisch aktive Bauteile erreichbar
- Bauteile zur thermischen Speicherung führen zu minimalem Primärenergiebedarf
- Auftretende Leistungsspitzen werden minimiert

### Projektleitung

Dr. Richard Heimrath  
Institut für Wärmetechnik  
der TU Graz

### ProjektpartnerInnen

- AEE Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
- EAM Systems GmbH
- Uponor Vertriebs GmbH
- energetica Energietechnik GmbH
- Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ)
- GASOKOL GmbH
- DIEHAUSTECHNIKER Technisches Büro GesmbH
- OCHSNER Wärmepumpen GmbH
- Fin-future is now
- Architekturbüro Lingenhölle
- Zement + Beton Handels- und Werbe Ges.m.b.H.

# Bauteilaktivierung zur Netzentlastung

## Monitoringprojekt „Gebäude als Speicher“ - Einfamilienhaus H. (Wind) und Einfamilienhaus F. (Solar)

*Monitoring und Vergleich der Leistungsfähigkeit der Thermischen Bauteilaktivierung (BTA) in zwei bauähnlichen, bewohnten Einfamilienhäusern mit unterschiedlichen Energiequellen (Windstrom bzw. Solarenergie). Zentrales Anliegen ist es, die Funktionalität der Energieversorgung durch Wind- bzw. Photovoltaikstrom in Verbindung mit einem thermischen Speicher zu untersuchen. Die Ergebnisse liefern Erkenntnisse hinsichtlich Berechnungsannahmen, Anlagensteuerung sowie Umsetzbarkeit eines Smart-Grids.*



In Österreich wurden in den letzten Jahren dutzende bauteilaktivierte Einfamilienhäuser mit unterschiedlichen Technologiestandards errichtet. Dennoch ist die BTA im Wohnbau noch nicht in der Breite angekommen. Insbesondere in den westlichen Bundesländern wurden zahlreiche Gebäude mit BTA in Kombination mit solarthermischer Versorgung errichtet. Diese Lösung schien für den urbanen, sonnenärmeren, dafür aber windreichen Osten Österreichs nur beschränkt geeignet. Ziel dieses Projekts war es, im Osten Österreichs zwei bauteilaktivierte Einfamilienhäuser zu errichten, die über verschiedene erneuerbare Systeme versorgt werden.

Mit der Kombination von Wärmepumpe, Erdwärme und erneuerbarer Energie soll gezeigt werden, wie der Anteil erneuerbarer Energie in der Raumwärme erhöht werden kann. Im Fall der Versorgung mit Windstrom wurde zudem die Nutzung von Überschussstrom und eine mögliche Entlastung der Stromnetze durch bauteilaktivierte Gebäude angestrebt. Es erfolgte

ein Vergleich der Messdaten mit den projektierten Aufwendungen für beide Energieversorgungssysteme (mit Wind bzw. Solarenergie), gesplittet nach Heizung und Warmwasserbereitstellung.

Insbesondere für das Haus H und die Versorgung mit Windenergie konnte im Monitoringprojekt gezeigt werden, dass die BTA die Voraussetzungen für wirksame Energieflexibilität schafft. Im zweijährigen Monitoring wurde das Haus H über die Wärmepumpe zu 80 % mit Überschuss-Windstrom beheizt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Gebäude zur dezentralen Stabilisierung der Energienetze, und zwar Strom- und Wärmenetze, unmittelbar beitragen können. Die Bauteilaktivierung ermöglicht, den Energiebedarf durch entsprechende Regelung zeitlich zu verschieben und die Wärmezufuhr auf jene Zeiten zu beschränken, in denen erneuerbarer Strom im Überschuss und demnach kostengünstig zur Verfügung steht.

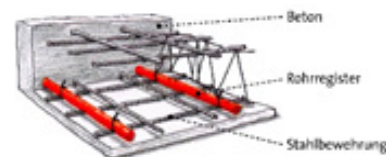
### Keywords

- Bauteilaktivierung
- Energiespeicher
- Erneuerbare Energie

### Factbox

Die thermische BTA

- nutzt das Potenzial von Beton in der tragenden Struktur als thermischer Energiespeicher
- erhöht den nutzbaren Anteil erneuerbarer Energie
- trägt zur dezentralen Stabilisierung von Energienetzen (Strom und Wärme) bei
- schafft wichtige Voraussetzung für Energieflexibilität zu minimalen Kosten



### Projektleitung

DI Sebastian Spaun  
DI Claudia Dankl  
VÖZ – Vereinigung der Österr. Zementindustrie

### ProjektpartnerInnen

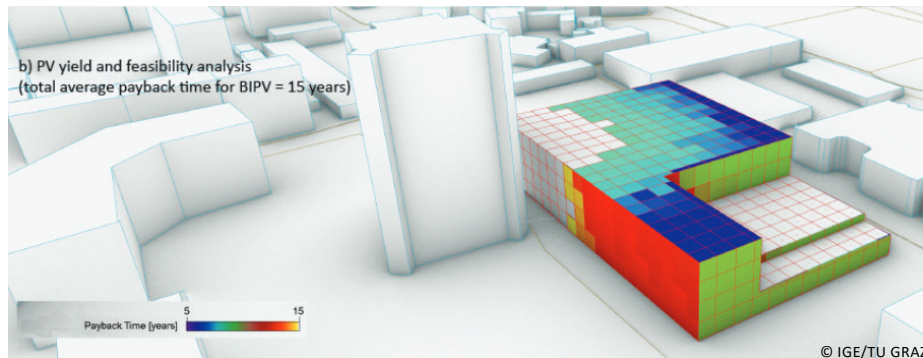
- FIN – Future is Now
- Österreichisches Ökologie-Institut



# BIPV-Potenzial in der frühen Entwurfsphase

## VITALITY - Energieoptimierte Design-Regeln und Planungsschnittstellen für bauwerkintegrierte Photovoltaik im urbanen Raum

Das Projekt VITALITY zielt darauf ab, unterstützende Instrumente, Designregeln und belastbare Informationen in der frühen Entscheidungs- und Entwurfsphase von Bauvorhaben zu liefern, um bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV) einerseits in die Diskussion der Konzeptphase einzubringen und andererseits die Umsetzung stark vorzubereiten und zu unterstützen.



Im zukünftigen elektrischen Energiesystem wird die Photovoltaik eine wesentliche Rolle einnehmen. Um einer weiteren Versiegelung von wertvollen Landflächen durch die Errichtung von Photovoltaik-Kraftwerken entgegenzutreten, ist die Nutzung der ausreichend verfügbaren Gebäudeflächen eine zielführende Option. Dabei ist für die Gebäudeplanung im urbanen Raum integrale Planung von bauwerksintegrierter Photovoltaik (BIPV) notwendig.

Da mangelnde Werkzeuge und das Fehlen von erprobten und einfach anzuwendenden Designregeln hemmend wirken, zielt das Projekt VITALITY darauf ab, unterstützende Instrumente, Designregeln und belastbare Informationen in der frühen Entscheidungs- und Entwurfsphase von Bauvorhaben zu liefern. So kann BIPV bereits in der Diskussion der Konzeptphase eingebracht und die Umsetzung vorbereitet und unterstützt werden. Dafür wurden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

1. Identifikation von wirtschaftlicher Modulplatzierungen an Gebäuden in urbaner Umgebung in Abhängigkeit von Geometrie, Lage, Nutzungsart (Wohnen oder Arbeiten) und dem energeti-

schen Gebäudekonzept. So können bei konkreten Bauvorhaben wirtschaftliche BIPV-Lösungen identifiziert und visualisiert werden.

2. Für repräsentative Gebäudetypologien im urbanen Kontext wurden Geltungsbereiche für energetische und wirtschaftliche Kennzahlen ermittelt. Interessant macht diesen Anwendungsfall vor allem die „kleine Ökostromnovelle“, wodurch die Errichtung und der Betrieb von gemeinschaftlich genutzten Erzeugungsanlagen auf Mehrparteienhäusern zur Versorgung einer Gruppe von Endverbrauchern mit selbst erzeugter Energie explizit möglich wird.

In dem Forschungsprojekt wurden durch Analyse einer größeren Ergebnisdatenbasis, die durch zahlreiche Modulierungs- und Simulationsvarianten entstanden ist, acht einfache Design-Regel mit unterschiedlichen Planungszielen abgeleitet. Das VITALITY-Projektteam empfiehlt, den Digitalisierungstrend in der Baubranche aufzugreifen und die vereinfachten Designregeln und Algorithmen in geeignete „Building Information Modeling“ (BIM) zu integrieren.

### Keywords

- bauwerkintegrierte Photovoltaik
- Wirtschaftlichkeit
- Simulation

### Factbox

- Aufzeigen des BIPV-Potenzials für Bauvorhaben in der frühen Entwurfsphase.
- VITALITY identifiziert für Gebäudegeometrien die Modulplatzierungen am Gebäude.
- VITALITY visualisiert ein Angebot an technischen Lösungen in der Bildersprache der ArchitektInnen.
- Aus allen Simulationsvarianten wurden einfache Designregeln für zentrale Planungsziele abgeleitet.
- VITALITY stellt für spezifische BIPV-Auslegungen den Eigenverbrauch, Autarkiegrad und die Amortisationszeit dar.

### Projektleitung

Tim Selke, Marcus Rennhofer, Thomas Schlager; AIT Austrian Institute of Technology GmbH

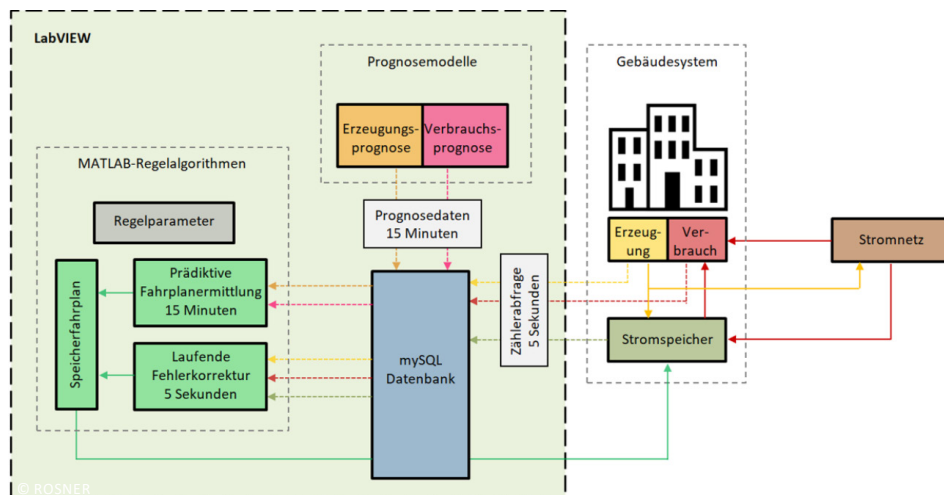
### ProjektpartnerInnen

- Sebastian Sautter, Martin Kaftan, Technische Universität Graz / Institut für Gebäude und Energie
- Anita Preisler, teamgmi Ingenieurbüro GmbH
- Gernot Becker, Oleg Stelzhammer, ATB-Becker e.U.
- Marco Lovati, Accademia Europea di Bolzano
- Jouri Kanters, Lund University, Faculty of Engineering, Department of Architecture and Built Environment

# Reduzierung von Lastspitzen mittels Batteriespeichersystemen

## SPIN.OFF - Speicherintegration ins Büro(Office)gebäude FutureBase

Im vorliegenden Projektvorhaben wurde in ein Zink-Bromid Redox Flow Batteriespeicher in ein - in Planung befindliches - Bürogebäude integriert. Diese Demonstrationsanlage soll der Beantwortung von Fragen dienen, die bei der Integration und dem Betrieb von Batteriespeichern in gewerblichen oder öffentlichen Gebäuden auftreten.



### Keywords

- Batteriespeicher
- Lastspitzen
- Bürogebäude

### Factbox

- Lastspitzen in gewerblich genutzten Gebäuden können mittels Batteriespeichersysteme reduziert werden.
- Wird ein Batteriespeicher in gewerblich genutzten Gebäuden zur Reduktion von Lastspitzen eingesetzt, kann dadurch dessen Wirtschaftlichkeit verbessert werden.
- Unter geeigneten Rahmenbedingungen können Batteriespeichersysteme die Klimabilanz eines Gebäudes zumindest geringfügig verbessern.
- GebäudenutzerInnen stehen einer Anwendung am Arbeitsplatz positiv gegenüber.

Batteriespeichersysteme können unterschiedliche Aufgaben in einem zukünftigen Energieversorgersystem übernehmen und damit einen netz- und/oder systemdienlichen Beitrag leisten. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von Batteriespeichern in gewerblich genutzten Gebäuden, um Lastspitzen zu reduzieren.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein zuvor vermessener neuartiger Batteriespeicher in ein Bürogebäude integriert. Mit einem Prognosemodell sollten Lastspitzen vorhergesagt werden, was jedoch auch unter Anwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks nur bedingt gelang.

Zur PV-Eigenverbrauchsoptimierung ist der Einsatz eines Batteriespeichers aus wirtschaftlicher Sicht nur eingeschränkt zielführend, jedoch führt der Einsatz zur Reduktion von Lastspitzen zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Bereits eine geringe Reduktion der Investitionskosten würde einen wirtschaftlichen Einsatz von Batteriespeichern zur Reduktion von Lastspitzen ermöglichen.

Die durchgeführte Lebenszyklusanalyse zeigt, dass Batteriespeichersysteme unter geeigneten Rahmenbedingungen die Klimabilanz eines Gebäudes zumindest geringfügig verbessern können. Wichtige Faktoren sind hierbei das Ziel des Einsatzes (Lastspitzen, Eigenverbrauch, Umweltschutz) und die Wahl der Technologie, der Speicherstrategie (z. B. Berücksichtigung des CO<sub>2</sub> Signals des Strommixes) oder die Nutzung der erhöhten Aufnahmekapazität des jeweiligen Netzabschnittes.

Eine Befragung der GebäudenutzerInnen zeigte, dass die Risikowahrnehmung gegenüber Batteriespeichern relativ gering ist und die BefragungsteilnehmerInnen einer Anwendung am Arbeitsplatz grundsätzlich positiv gegenüberstehen. Batteriespeicher als Teil eines innovativen Energiekonzeptes im Bürogebäude in Kombination mit Maßnahmen für Beschaffungswesen und Ressourcennutzung könnten als positives Aushängeschild durch die GebäudeerrichterInnen und Betreiber genutzt werden.



© PROJEKT SPIN.OFF

### Projektleitung

Kurt Leonhartsberger, MSc.,  
Technikum Wien GmbH

### ProjektpartnerInnen

- TU Wien
- ATB Becker e.U.
- Blue.Sky Energy GmbH
- FH Technikum Wien

# Kleinwindanlagen in der Stadt

## Urbane Windenergie - Entwicklung von Beurteilungsmethoden für den Einsatz von Kleinwindenergieanlagen in urbaner Umgebung

*Im Projekt werden die Grundlagen für die technische Beurteilung des Einsatzes von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) im urbanen Raum geschaffen. Dazu werden einerseits Methoden zur Charakterisierung von turbulenten Strömungsfeldern entwickelt und andererseits die Auswirkungen dieser anhand ausgewählter Turbulenzeigenschaften auf die Performance von KWEA analysiert. Auf Basis der Ergebnisse wird ein Standort-Bewertungsschema für die Errichtung von KWEA im urbanen Raum entwickelt.*



Unter der Prämisse eine versorgungssichere, nachhaltige, urbane Energieversorgung sicherzustellen, gilt es, die vorhandenen Energieressourcen in der Stadt bestmöglich zu nutzen. Neben der Photovoltaik stellt die Kleinwindkraft eine der wenigen Möglichkeiten dar, auch in dicht bebauten Gebieten umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen. Der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen (KWEA) bei stark turbulenten Windverhältnissen bringen jedoch zusätzliche Herausforderungen mit sich – speziell in dicht besiedelten Gebieten. Aufgrund der damit verbundenen Komplexität gibt es vor allem bei der Auswahl und Bewertung eines potenziellen Standorts, der Wahl einer dafür geeigneten KWEA, sowie der möglichen Interaktion mit der Umgebung noch viele planungs- und sicherheitstechnische Unsicherheiten.

Um den Einsatz von KWEA im urbanen Raum zu beurteilen, wurden unter anderem folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Entwicklung und Validierung geeigneter Methoden zur Charakterisierung urbaner Standorte bzw. turbulenter Strömungsfelder (z. B. Windmessung, CFD Simulation, ...) sowie Bewertung der damit verbundenen Auswirkungen auf

die Performance (Ertrag, Lebensdauer, ...) von KWEA anhand ausgewählter Turbulenzeigenschaften

- Durchführung diverser Untersuchungen an mehreren KWEA im ländlichen und urbanen Raum im Zuge einer experimentellen Wirkungsanalyse und messtechnische Erfassung ausgewählter, relevanter Betriebsparameter (Leistung, Ertrag, Schwingung, Schall, ...)
- Analyse planungs- und sicherheitstechnischer Aspekte (z. B. Untersuchung des Gefährdungspotenzials) hinsichtlich der Anwendung von KWEA im urbanen Raum, unter anderem mittels experimenteller Untersuchung des Eisabfalls und -wurfes sowie Anwendung einer probabilistischen Sicherheitsanalyse zur Ermittlung der Risiken durch Brand

Die Analyse des Betriebsverhaltens hat gezeigt, dass keine der im Projekt untersuchten KWEA aufgrund von Wartungen, Störungen, Defekten oder ähnlichen Zwischenfällen eine zufriedenstellende technische Verfügbarkeit größer 95 % erzielen konnte. Bei zwei von drei KWEA kam es darüber hinaus vor Ablauf des Projekts zu schwerwiegenden Defekten mit hohem Gefährdungspotenzial.

### Keywords

- Kleinwindkraft
- Standort
- Stadtgebiet

### Factbox

- Urbane Standorte weisen wesentlich turbulenterer Strömungsfelder auf, als ländliche Gebiete
- LES zur Standortbewertung im urbanen Raum liefert keinen erheblichen Informationsgewinn → CFD-Modelle besser geeignet

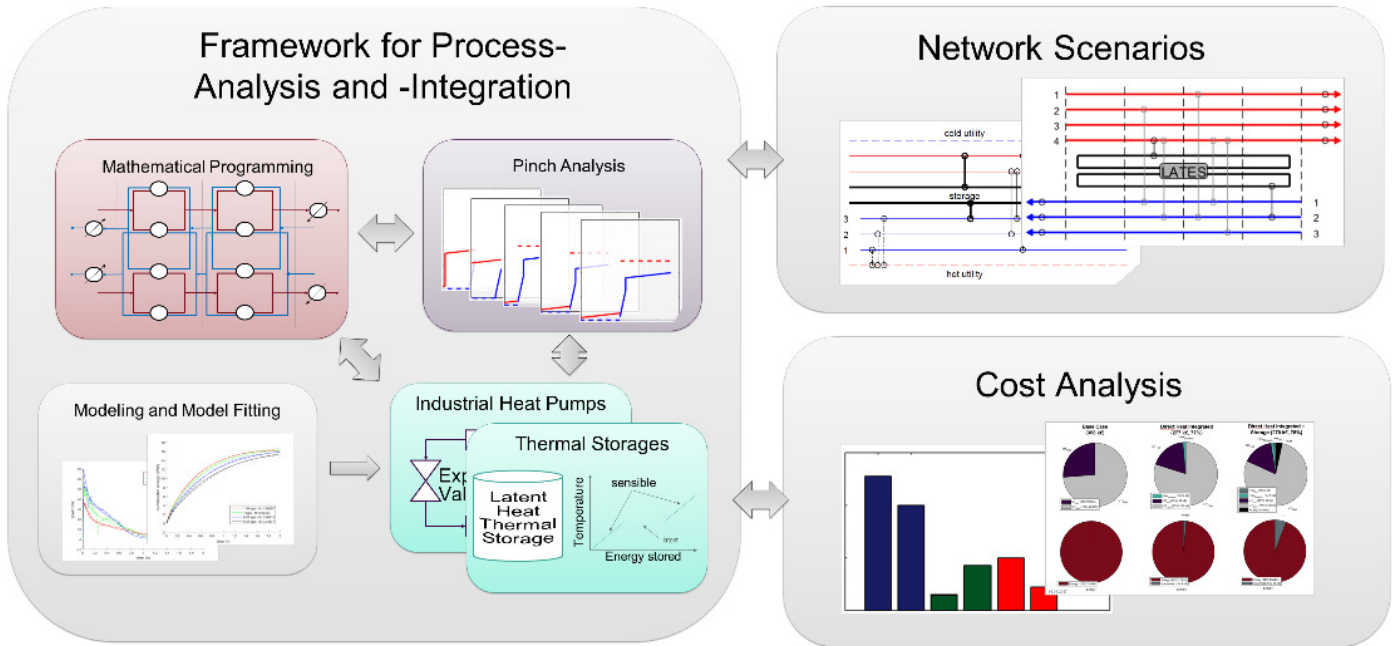


### Projektleitung

Kurt Leonhartsberger  
Technikum Wien GmbH  
Institut für Erneuerbare Energie

### ProjektpartnerInnen

- AEE NÖ-Wien
- Austrian Institute of Technology GmbH
- Energiewerkstatt
- Solvento GmbH
- Universität für Bodenkultur Wien
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



© AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# STEUERUNG & REGELUNG

Die Steuerung und Regelung von Gebäudetechnik-Komponenten dient dem effizienten Anlagenbetrieb bei gleichzeitiger Einhaltung der Anforderungen an den Nutzerkomfort. Innovative Konzepte befassen sich unter anderem mit der Optimierung der Energieeffizienz im laufenden Betrieb, da konventionelle, industriell eingesetzte Steuerungs-Methoden nicht optimal auf die Dynamik der Energiesysteme und das Zusammenspiel mit der Bauphysik eingehen können.

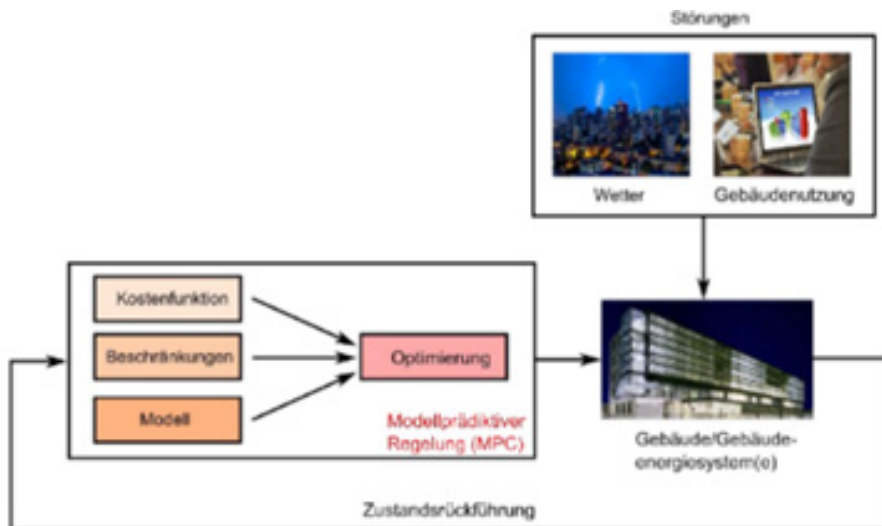
In diesem Kapitel werden Forschungsergebnisse neuer Ansätze bezüglich effizientem Energiemanagement präsentiert. Dabei stehen Energieeffizienz im Gebäudebetrieb und die Optimierung des Nutzerkomforts im Vordergrund. Laufendes Monitoring, Simulation und die Anwendung in Feldtests zeigen vielversprechende Ergebnisse der innovativen Konzepte.



# Modellbasierte Regelungskonzepte

## ARIS - Anwendung nichtlinearer Regelungstechnik und intelligenter Sensorik zur Effizienzsteigerung in Gebäuden

Mit modellbasierten, nichtlinearen Methoden der Regelungstechnik in Kombination mit intelligenter Sensorik wurden im Rahmen des Projekts innovative Steuer- und Regelkonzepte für Heiz-, Kühl- und Lüftungssysteme (HKL) und Gebäudelasten entwickelt und in Gebäudemanagementsysteme implementiert.



**Keywords**

- Regelungstechnik
- Gebäudeautomation
- Energiemanagement

**Factbox**

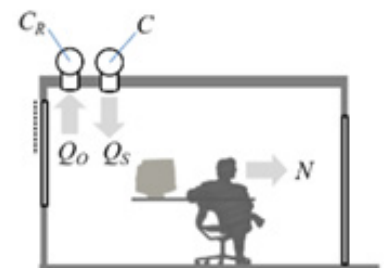
- Modellbasierte Regelung für Lüftungsanlagen, um globale Energieoptimierung der Gebäudelüftung mithilfe von Zielfunktionen zu ermöglichen
- Druckabfallsmodell als Basis für modellbasierten Regler
- Virtueller Sensor, der Fensteröffnungen im Raum anhand von CO<sub>2</sub>-Werten und dem Betriebszustand der Lüftungsanlage detektiert

Die konventionellen, industriell eingesetzten Steuer- und Regelungskonzepte für die HKL- und Gebäudeprozesse basieren zumeist auf empirischen Überlegungen, gehen jedoch dabei in ihrer Grundstruktur nicht auf die Problematik der Energieeffizienz im laufenden Betrieb, ein. Modellbasierte Regelungskonzepte (MBR) zeigen in dieser Hinsicht bemerkenswerte Vorteile. Dabei wird die Dynamik der geregelten HKL Energiesysteme sowie die Bauphysik des Gebäudes auf der Grundlage eines mathematischen Modells formuliert und für innovative, fortgeschrittene Steuer- und Regelalgorithmen in ARIS verwendet.

Die angestrebte Systemlösung von ARIS setzt sich aus bestehenden und neuen Sensortechnologien und den dafür erforderlichen Kommunikationsschnittstellen zusammen. Durch modellbasierte, nichtlineare Steuerung und Regelung wird ein Energiemanagement entwickelt, das vorgegebene Ziele bezüglich Energieeffizienz selbstständig durch kontinuierliche Optimierung im Betrieb erreicht.

Die in ARIS vorgestellte Methodik der Modellierung und des systematischen, modellbasierten Reglerentwurfs zeigt nicht nur in Simulationen gute Ergebnisse, sondern erweist sich im Feldtest als eine echte Alternative zu den konventionellen Regelstrategien für Lüftungssysteme im Gebäudebereich. Die Einhaltung des gewünschten Komforts und die direkte Möglichkeit, auf den Energieverbrauch während des Betriebs Einfluss zu nehmen, sind die Schlüsselargumente für den Nachweis des Erfolgs der Methodik. Die softwarebasierte Lösung hilft bedarfsorientiert und systematisch in den Gebäudeprozessbetrieb einzugreifen und diesen energieoptimal zu führen. Die Erweiterung der modellbasierten Regelung mit einem Personenschätzalgorithmus macht den ARIS Ansatz robuster gegenüber konventionellen, industriellen Regelungsansätzen.

Die hier verwendete Methodik der virtuellen (cyber) Systeme anhand von mathematischen Modellen ist vielversprechend und wird auch für künftige Forschungsvorhaben in unterschiedlichen Domänen zum Einsatz kommen.



**Projektleitung**  
 Tarik Ferhatbegovic, Austrian Institute of Technology GmbH

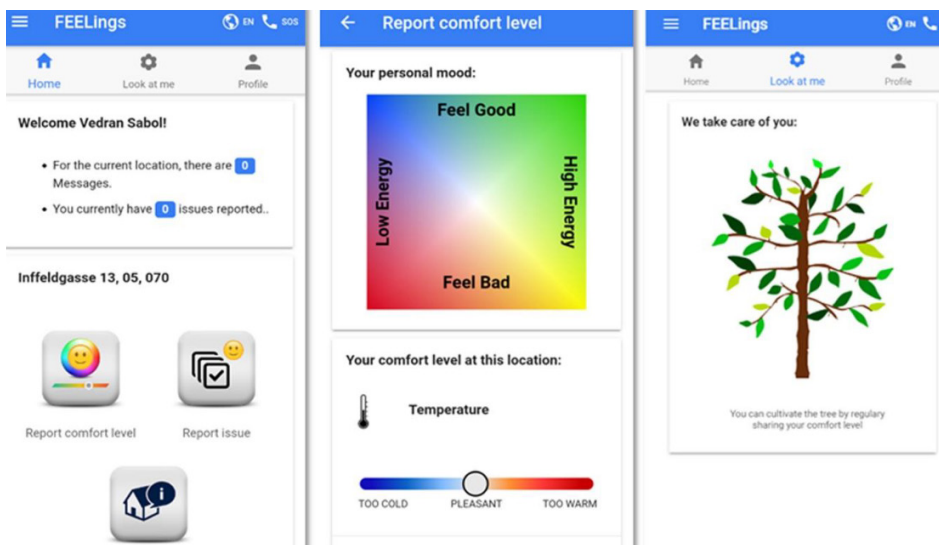
**ProjektpartnerInnen**

- AutomationX GmbH
- E+E Elektronik Ges.m.b.H

# Energieeinsparungen durch aktives Einbeziehen der NutzerInnen

## FEELings - User Feedback for Energy Efficiency in Buildings

Der Energieverbrauch von Gebäuden wird maßgeblich durch das Verhalten von NutzerInnen beeinflusst. In diesem Forschungsprojekt wird ein neuartiges User-Feedbacksystem untersucht. NutzerInnen geben Feedback zur empfundenen Raumqualität. Auf Basis des Feedbacks werden Einstellungen an der Gebäudetechnik zur Energieeffizienz- und Komfortsteigerung optimiert. Der Proof-of-Concept für dieses neuartige System wird anhand von zwei Use-Cases erbracht.



### Keywords

- User-Feedback
- Energieeinsparungen
- NutzerInnenverhalten

### Factbox

- umfassendes GebäudenutzerInnen-Feedback via App
- Ableiten von handlungsrelevantem Wissen für das Facility Management, für PlanerInnen und für die GebäudenutzerInnen
- ineffiziente Betriebsweisen konnten erkannt und behoben werden
- Energieeinsparungen durch aktive Einbeziehung der NutzerInnen mittels einer App sind möglich

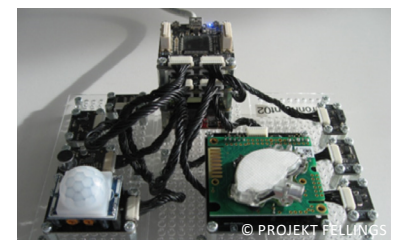
Energieeffizienz ist im Gebäudesektor von großer Bedeutung. Wie Studien zeigen, kann der Energieverbrauch durch Änderung des Nutzerverhaltens um bis zu 15 % reduziert werden. Da die Empfindungen der GebäudenutzerInnen dabei jedoch erst ansatzweise berücksichtigt werden, haben Menschen in Gebäuden im Rahmen des Forschungsprojektes FEELings die Möglichkeit, über mobile Anwendungen Feedback über die empfundene Raumqualität zu geben. Dazu wurde ein neuartiges User-Feedback-System konzipiert und einem grundlegenden Proof-of-Concept unterzogen.

Die Testphase in den Use Cases zeigte, dass das entwickelte System dazu beitragen kann, ein umfassendes Feedback von NutzerInnen und Nutzern zu erheben, welches in Kombination mit raumklimatischen Messdaten und Anlagenzuständen verwendet werden kann, um Handlungsempfehlungen für den Gebäudebetreiber abzuleiten sowie Steuersignale für Ge-

bäudeautomationsanlagen zu generieren. Das Projekt zeigte zudem, dass durch die Einbeziehung der NutzerInnen und Nutzer Energieeinsparungen möglich sind. Dabei wurde auch untersucht, inwieweit ein solches Feedbacksystem in die Privatsphäre eingreift.

Im Rahmen des Use Cases Campus TU Graz wurden konkrete Maßnahmen gesetzt, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen.

Die Projektergebnisse haben das große Potential der FEELings-App sowie der Datenanalyse- und Rückkopplungsmethoden aufgezeigt. Die entwickelten Funktionsmuster und eingesetzten Technologien wurden ausreichend getestet, das Konzept wurde evaluiert und von den NutzerInnen und Nutzern positiv angenommen. Die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse bilden eine Grundlage für weitere Forschungsaktivitäten, aber auch für eine angestrebte Produktentwicklung.



### Projektleitung

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Monsberger, Technische Universität Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Arbeitsbereich Integrated Building Systems

### ProjektpartnerInnen

- Know-Center GmbH
- EUdT Energie- und Umweltdaten Treuhand GmbH
- EAM Systems GmbH

# Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik

## OptiMAS - Optimierung der Gebäudeenergieeffizienz durch modellbasierte Energiestromanalyse mit non-invasiver Sensorik

OptiMAS untersuchte, wie durch eine modellbasierte Energiestromanalyse und unter Verwendung von Anlegesensorik bestehende Gebäude überwacht, analysiert und optimiert werden können, unabhängig von den darin verwendeten HLK-Systemen und deren Automationskomponenten.



Gebäudetechnische Anlagen laufen oft jahrelang unbemerkt in suboptimalen Betriebszuständen und verursachen dadurch erhebliche Betriebskosten und Ressourcenverschwendung. Aufgrund des hohen Anteils des Gebäudesektors am Gesamtenergieverbrauch der europäischen Union, bietet ein intelligentes Monitoring- und Analysesystem zur Erkennung von ineffizienten Betriebszuständen ein enormes Potential zur Erreichung der gesellschaftspolitischen Ziele in Bezug auf Ressourceneinsparungen und Emissionsreduktion.

OptiMAS verfolgt den Ansatz, bestehende Gebäude, die bereits mit gebäudetechnischen Anlagen ausgestattet sind, unabhängig von den darin verwendeten Automationskomponenten zu überwachen, die erfassten Daten zu analysieren und Parameter für eine Optimierung des Gebäudebetriebs abzuleiten. Das entwickelte Konzept kombiniert eine non-invasive Messung der Energieströme in hydraulischen Leitungen mit intelligenten Algorithmen zur Messdateninterpretation und Bewertung sowie einer flexiblen, cloudbasierten Systemarchitektur zur Datenübertragung, -auswertung und -bereitstellung.

Im Zuge des Projektes konnten dabei wertvolle Beiträge zur Methodenentwick-

lung und Einsatzfähigkeit von non-invasiver Sensorik zur Messung von Temperatur und Durchfluss in hydraulischen Leitungen generiert werden. Zu den Entwicklungen des Projekts zählen Kompensations-Algorithmen für Temperatur-Anlegesensoren, non-invasive Strömungssensoren und sensorgestützte und modellbasierte Fehlererkennungs- und Diagnoseverfahren. Abschließend erfolgt eine multidimensionale Evaluierung des entwickelten Konzeptes im Rahmen einer Wirtschaftlichkeits- und Nachhaltigkeitsanalyse, welche zeigte, dass die Umweltauswirkungen für Herstellung, Betrieb und Entsorgung des Monitoring und Anlagesystems durch die Ressourceneinsparung beim Gebäudebetrieb kompensiert werden.

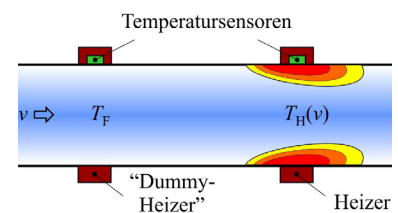
Das Projekt kommt zu dem Schluss, dass einfach nachrüstbare Monitoring-Konzepte, das teilautomatisierte Engineering solcher Systeme und die Kombination mit nachgeschalteten Fehlererkennungs- und Diagnosemethoden das Potential haben, die theoretisch vorhandenen Ressourceneinsparungen beim Betrieb von Bestandsgebäuden in der praktischen Anwendung umzusetzen. Diese Entwicklung sollte daher auch weiterhin durch Innovationsimpulse aus ähnlich gelagerten Forschungsprojekten gestärkt werden.

**Keywords**

- Durchflussmessung
- Energiemanagement
- Monitoring

**Factbox**

- Kostengünstiges thermisches Messverfahren zur non-invasiven Durchflussmessung an hydraulischen Leitungen
- Sensorgestützte Fehlererkennungs- und Diagnoseverfahren zur automatisierten Identifikation von Effizienzsteigerungspotenzialen
- Demonstration der Konzepte in Laborexperimenten und Feldtests, ökonomische und ökologische Evaluierung



**Projektleitung**  
Forschung Burgenland GmbH

**ProjektpartnerInnen**

- Donau Universität Krems/ Zentrum für Integrierte Sensorsysteme
- Siemens AG Österreich
- Reder Domotic GmbH





# BEGRÜNUNG

Die Begrünung von Gebäuden weist zahlreiche positive Aspekte unter anderem bezüglich der Verbesserung des Kleinklimas, der Luft- und Lebensqualität oder des Wärmeschutzes auf. Gerade in dicht verbauten Gebieten schafft die Begrünung von Fassaden, Dächern und Innenräumen zusätzliche Grünflächen, welche das Mikroklima und den Nutzerkomfort positiv beeinflussen können. Der Entwicklung von Urban-Heat-Islands kann dadurch ebenfalls entgegengewirkt werden.

Vorgestellt werden Projekte, welche die Begrünung von Innen- und Außenräumen sowie die Kombination mit erneuerbaren Energieträgern untersuchen. Ökologische und ökonomische Betrachtungen über den Lebenszyklus werden vorgenommen und Empfehlungen für weitere Forschungsarbeiten abgegeben.

# Gebäudebegrünung und erneuerbare Energie

## GrünPlusSchule@Ballungszentrum - Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit Photovoltaik Kombination

*Im Rahmen des Projektes wurden an einer Wiener Schule unterschiedliche Gebäudebegrünungs-Systeme und Pflanzen-/Substratarten kombiniert mit verschiedenen PV-Modulen untersucht und ihre Einflüsse auf das hygrothermische Verhalten der Gebäude, Energiesparpotential, Raumluftqualität, Luftfeuchtigkeit, Beschattung, Lärmminimierung, Wasserrückhaltung und des Wärmeinseleffekts wissenschaftlich erläutert.*



Im vorliegenden Projekt wurden multifunktionale Wand-, Fassaden- und Dachsysteme untersucht. Dafür wurde eine Schule in einem Altbaugebäude im urbanen Umfeld begrünt. An ausgewählten Wänden im Innenraum wurden vertikale Begrünungssysteme angebracht und auch die Außenfassaden und das Flachdach wurden begrünt. Die Fassaden- und Dachbegrünung wurde an ausgewählten Stellen mit semitransparenten Photovoltaikzellen kombiniert, um sowohl Synergien, als auch Hürden zwischen Begrünung und Photovoltaik zu erforschen. Die Installation der Begrünung erfolgte in einem partizipativen Prozess gemeinsam mit SchülerInnen und LehrerInnen. Das Monitoring, die Pflege und Wartung sowie das Erforschen der Projektergebnisse wurde vom LehrerInnenteam in den Unterricht eingebaut. Die installierten Begrünungssysteme wurden hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Komponenten untersucht und analysiert. Dabei wurde jeweils der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt und Empfehlungen für zukünftigen Forschungsbedarf herausgearbeitet.

Hinsichtlich der System(-komponenten)-eignung der unterschiedlichen Begrünungsformen wurden folgende Erkenntnisse gewonnen: Je dicker ein Vegetationsträger ist, umso resilienter ist das System, da es nicht so schnell austrocknet und Temperaturschwankungen besser ausgeglichen werden. Horizontale Systeme haben eine homogenere Wasser- verteilung als vertikal angebrachte Vegetationsträger, da die Schwerkraft weniger Auswirkungen hat. Die Zugänglichkeit der Begrünung sowie der Steuerung ist wichtig: nur leicht erreichbare Stellen werden gepflegt und nur einfach einzusehende Steuerungen kontrolliert.

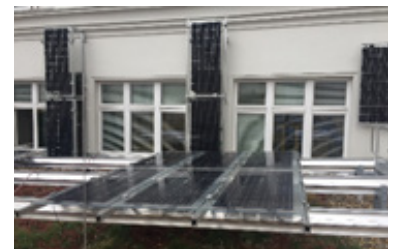
Die Ergebnisse zeigen, dass die fassaden- gebundenen Begrünungssysteme den U-Wert einer nicht gedämmten Fassade reduzieren (Verbesserung von ca. 20 % möglich). Die Innenraumbegrünung verbessert die hygrothermische Behaglichkeit (im Winter um 73 % häufiger behaglich). Die Kombination von Photovoltaik und Begrünung führt zu einer geringeren Modultemperatur an besonders heißen, ertragreichen Tagen.

### Keywords

- Gebäudebegrünung
- Raumklima
- Nutzerkomfort

### Factbox

- Fassadenbegrünung verbessert die thermische Dämmung bei ungedämmten Fassaden um bis zu 20 %
- Südseitige Fassadenbegrünung kühlt an heißen Sommertagen die Umgebung mit etwa 2 kWh/m<sup>2</sup> Grünfläche pro Tag
- Innenraumbegrünung erhöht die Luftfeuchtigkeit und somit die hygrothermische Behaglichkeit im Winter und reduziert die CO<sub>2</sub>-Konzentration



### Projektleitung

Azra Korjenic  
Institut für Hochbau und  
Technologie, TU Wien

### ProjektpartnerInnen

- Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
- ATB - Becker e.U
- Kräftner Landschaftsarchitektur



# Pflegesysteme für Gebäudebegrünung

## DRoB - Drohnen und Robotik für effizientes Monitoring und Pflegemanagement von Gebäudebegrünungen

Im Vordergrund steht die strategische transdisziplinäre Analyse innovativer Monitoring- und Pflegesysteme für Gebäudebegrünungen. Neben der Expertenvernetzung wurden eigene Versuche und Konzepte zum Aufzeigen der Potenziale unterschiedlicher UAV-Sensoren für das Vegetationsmonitoring sowie von Robotern für die Pflege von Bauwerksbegrünungen erarbeitet.



Die Zunahme von Gebäudebegrünungen bzw. begrünten Fassadenflächen erfordert klare Rahmenbedingungen bezüglich der Wartung und Pflege. Zur Begutachtung und Pflege der Begrünung ist daher der Einsatz von kosteneffizienten Methoden, wie das Nutzen von Drohnen und/oder Robotern, attraktiv.

Im Rahmen des Projekts wurden sechs Ziele verfolgt, darunter die Evaluierung unterschiedlicher Fernerkundungssensoren für vegetations- und pflegerrelevante Fragestellungen sowie die Erhebung des Potentials von Robotik für die Pflege von Gebäudebegrünung.

Die Sensorevaluierung umfasste RGB-, Multispektral- und Thermalkameras und zeigte, dass mehrere relevante Parameter zur Evaluierung des Pflanzenzustandes, wie zum Beispiel Vegetationsdeckungsgrad und Vitalitätsunterschiede bzw. Wasserstress, erfassbar sind. Zusätzlich stellen Bilddaten objektive Unterlagen für eine nachvollziehbare Dokumentation dar. Der weitere Forschungsbedarf wird in der Evaluierung der Einsatzmöglichkeiten mit

Fokus auf die wirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten gesehen.

Die Analyse von Methoden und Anwendungsbereichen aus anderen Fachdisziplinen zeigten bereits verfügbare technische Möglichkeiten von Pflegerobotern auf. Darauf aufbauend wurde ein schienengeführter Schneiderroboter zur Pflege von selbstklimmenden Pflanzen konzipiert. Das zukünftige Ziel ist die Entwicklung eines Roboters, welcher zwischen den Arten, dem Wachstum, der Positionierung, dem Zustand und den Pflegebedürfnissen der Pflanzen unterscheidet und den Pflegeeingriff dementsprechend anpasst.

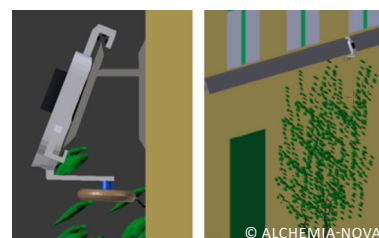
Die Akzeptanz für den Einsatz von Robotern und Drohnen in der derzeitigen Pflegebranche ist aktuell noch gering. Jedoch ergibt sich aufgrund des generell wachsenden Marktes in der Fassadenbegrünung in Zukunft auch mehr Pflegevolumen, weshalb sich künftig die Akzeptanz und Notwendigkeit für effizientere Arbeitsvorgänge, z.B. durch den Einsatz von Robotern und Drohnen, steigern wird.

### Keywords

- Gebäudebegrünung
- Drohnen
- Monitoring

### Factbox

- UAV-Sensoren sind geeignet, um Gebäudebegrünung zu monitoren; sowohl Deckungsgrad als auch Vitalitätsunterschiede sind erfassbar
- Konzepte für Pflegeroboter sind vorhanden, müssen aber auf die verwendete Begrünungstechnik bzw. die eingesetzten Pflanzen abgestimmt werden
- Akzeptanz der Branche gegenüber Roboter und Drohnen derzeit noch gering



### Projektleitung

Dipl.-Ing. MSc. Dr. Markus Immitzer, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Geomatik, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

### ProjektpartnerInnen

- LEHI - Copters KG
- GrünStattGrau Forschungs- und Innovations-GmbH
- alchemia-nova GmbH



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien  
[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)