



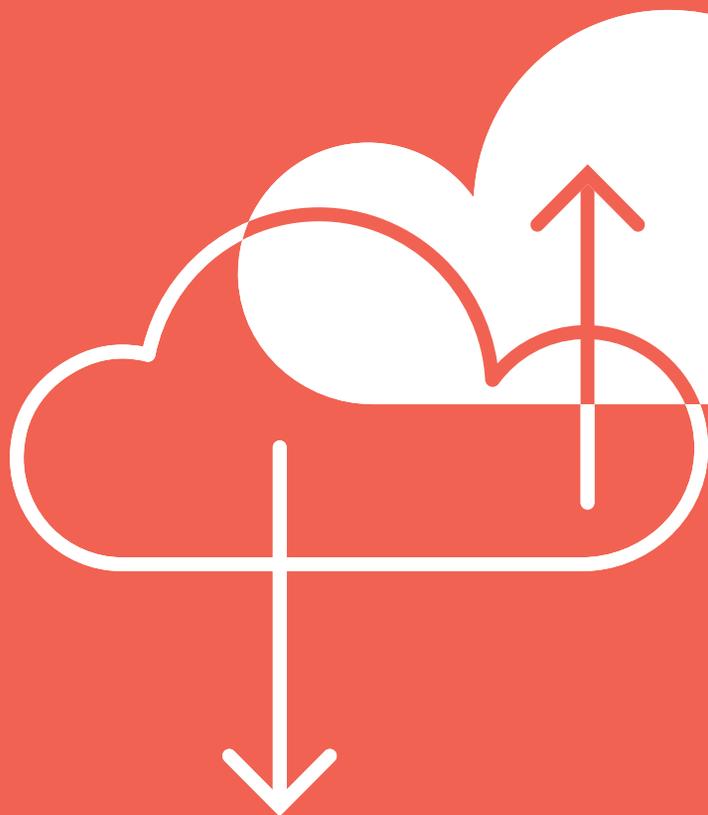
**ACR ist gemeinsam  
Forschen  
und Entwickeln.**

**ACR ist Innovationen  
zum Leben erwecken.**

**ACR ist die Branche  
nach vorne bringen.**

**a  
cr**

austrian  
cooperative  
research



acr.ac.at

## Schallmessungen

Die Ohren können wir nicht verschließen.  
Schall und Akustik beeinflussen das Wohlbefinden.  
Wir prüfen die Einhaltung der Normen.

### Wir messen

- ⇒ **Luftschall**
- ⇒ **Trittschall**
- ⇒ **Akustik**
- ⇒ **Haustechnische Anlagen**
- ⇒ **Grundgeräuschpegel im Innen- und Außenraum**

foto © ACR/Reinhold Fotografie



**IBO Bauphysik**

### Informationen

Markus Wurm, Franz Dolezal  
Bauphysik & Consulting  
markus.wurm@ibo.at, franz.dolezal@ibo.at  
www.ibo.at/innenraum/schallmessungen

**IBO**

Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH



## Liebe Mitglieder, liebe Leserinnen und Leser!



Nach einem fulminanten Bau! im heurigen Jahr 2024 im April, der sich mit dem Thema „Schon umgestellt! Komponenten, Bauwerke, Quartiere“ auseinandersetzt, ist auch dieser Kitting dem Tatendrang und den vielen beispielhaften Projekten in der Bauökologie gewidmet.

Es werden mehr, wir werden mehr! Mehr Sanierungsprojekte, mehr Einbindung von nachwachsenden Rohstoffen, natürlichen, schadstoffarmen Baumaterialien, mehr Umsetzungsprojekte zur Minimierung des Energieverbrauchs und Nutzung erneuerbarer Energien und gute Beispiele zur Rücksichtnahme auf Pflanzen und Tiere in der Stadt.

Ein Ausruhen auf Erfolgen ist aber noch lange nicht möglich, zu weit ist das Ziel der Klimaneutralität noch weg. Wir brauchen Reparatur und Erneuerung, um unsere planetaren Grenzen nicht zu überlasten. Wir müssen eben umstellen! Unsere Bauwerke, Quartiere und Komponenten.

Die Reise in diesem Kitting führt uns über gute Lehmbaulösungen und die Entwicklung der Standardisierungen in der Branche bis zu den vielen Aktivitäten des vom IBO mitbegründeten Innovationslabors RENOWAVE.AT. Es steht für klimaneutrale Gebäude- und Quartierssanierungen in ganz Österreich und ist eine zentrale Anlaufstelle für Innovationsvorhaben im Sanierungsbereich. Ziel ist es, hochwertige Sanierungen einfacher, kostengünstiger und rascher umsetzbar zu machen. Dazu zählt auch die serielle Sanierung. Dies beleuchtet der Artikel über das Projekt INFINITE, das auch die Bauwerksbegrünung involviert. Den Nutzen von Begrünung bei Glasfassaden demonstriert das Projekt GLASGrün. Dabei ist die Kopplung der Berechnungsmethoden von Vorteil, wie im Projekt TimberBioC dargestellt. Eine Entwicklung zur Beschreibung und Quantifizierung der temporären CO<sub>2</sub>-Speicherung in langlebigen Holzbauprodukten mittels dynamischer Modelle. Das IBO ist bekannt für ganzheitliche Betrachtungsweisen von komplexen Systemen in wiederkehrenden Lebenszyklen. So beschäftigt sich auch das Projekt BuildReUse mit Lösungskonzepten für die Wiederverwendung von einzelnen Bauteilen und einem möglichen Bewertungssystem, das die Berücksichtigung von Re-Use in der Gebäude-bilanzierung erlaubt.

Das Bauen in der Zukunft wird sich mehr der Verdichtung zuwenden, Österreich will seinen täglichen Flächenverbrauch bis 2030 auf 2,5 Hektar reduzieren. Das ist bereits in 5,5 Jahren! Wir benötigen dafür gute Lösungen auf kleinem Raum. Mit Plusenergiequartieren lassen sich gute neue Lösungen demonstrieren, doch wenn wir die Energieflexibilisierung schaffen wollen und den Verbrauch an die volatile Produktion anpassen sollen, müssen wir wissen, wie Nutzer:innen damit umgehen werden. Dies wurde im Projekt „Flucco+“ erforscht.

Aber nicht nur der Flächenverbrauch, sondern auch die Anwendung der EU Taxonomie dirigiert uns nun in eine Richtung der Achtsamkeit, auf eben einer sozialer Ebene, auf ökologischer Ebene aber auch wirtschaftlicher Ebene.

Viel Spaß beim Lesen, Stöbern, Aufbewahren und Nachblättern!

Mit freundlichen Grüßen

DI Susanne Formanek

Präsidentin

### Impressum

#### Medieninhaber, Verleger & Herausgeber

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, A-1090 Wien, Alserbachstraße 5/8  
Tel: 01/319 20 05-0, email: [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at), [www.ibo.at](http://www.ibo.at)

#### Redaktionsteam

Barbara Bauer, Gudrun Dorninger, Gerhard Enzenberger

#### Mitarbeiter:innen dieser Ausgabe

Mst.<sup>in</sup> Barbara Bauer, Mag. (FH) Rudolf Binting, DI Bernhard Damberger, DI Tudor Dobra, DI Dr. Franz Dolezal, DI<sup>in</sup> Susanne Formanek, Ing. Mag. Maria Fellner, DI<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Anna Maria Fulterer, Martino Gubert Eng., Marco Hartl PhD, MSc, Mag. Veronika Huemer-Kals, DI<sup>in</sup> Katrin Keintzel-Lux, DI Armin Knotzer, Felix Konrad B. Eng., Sophie Krabina BSc, Elisabeth Leitner BSc, DI Dr. Bernhard Lipp, DI<sup>in</sup> Monika Ilg, Ines Mayer BSc, DI<sup>in</sup> Ute Muñoz-Czerny, Ass. Prof. DI Dr. Mathias Neumann, Stefan Pointner MSc,

Arch. DI Georg W. Reinberg, Thomas Schmitz, DI<sup>in</sup> Ulla Unzeitig, Mag. Constanze Weiser, Dr. Tobias Waltjen, DI Thomas Zelger

#### Grafik, Layout, Produktion

Gerhard Enzenberger, IBO

#### Anzeigen

Gudrun Dorninger, IBO

#### Druck

gugler print, Melk

#### Service & Vertrieb

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
1090 Wien, Alserbachstrasse 5/8  
email: [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at), [www.ibo.at](http://www.ibo.at)

#### Gesamtauflage & Erscheinungsweise

2.000 Stück, 1 x jährlich

Gedruckt nach der Richtlinie  
„Schadstoffarme Druckerzeugnisse“  
des Österreichischen Umweltzeichens.  
gugler print & media, Melk; UWZ 609



Sicher. Kreislauffähig.  
Klimafreundlich.  
C2C Certified® SILBER by gugler®  
[drucksinn.at](http://drucksinn.at)



## 4 **Ökobilanzen für Infrastrukturprojekte der ÖBB**

baubook-Ökobilanzdaten in der Baumanagement-SoftwareABK. Je früher man im Lebenszyklus ansetzt, umso besser kann man die ökologischen Eigenschaften eines Bauwerks beeinflussen.

## 6 **Lehm – Paradebeispiel eines nachhaltigen Baustoffes**

Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung gelten als wichtige Strategien, um Gebäude nachhaltig zu gestalten. Das inkludiert unter anderem Low-Tech-Lösungen, modulare und trennbare Bauweisen...

## 10 **Nachhaltigkeit Lieferkette Bau**

Nachhaltige Lieferketten werden in Deutschland und Europa zum Gesetz, auch im Bausektor müssen Firmen künftig nachweisen, dass sie sich um Menschenrechte und Umweltschutz bemühen.

## 13 **Energieeffizienz in einem Otto Wagner Gebäude**

Thermische Sanierung und Rückbau der Kastenfenster im Schleusengebäude Nussdorf

## 16 **Build-Re-Use**

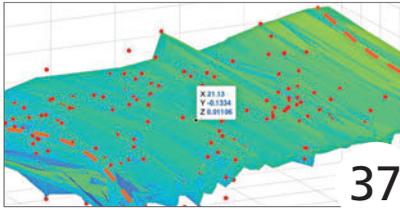
Im Forschungsprojekt „BuildReUse“ werden Potenziale und Barrieren für die Anwendung von Re-Use Bauteilen und kreislauffähigen Produkten untersucht und Lösungskonzepte erarbeitet.

## 24 **HOUSEFUL – Vielfältige Ansätze für praktische Kreislaufwirtschaft im Bausektor**

Wie im Ökodorf Cambium Wasser, Gas und Düngemittel gewonnen werden.

## 28 **RENOWAVE.AT – Aktuelle Entwicklungen im Innovationslabor**

Das Innovationslabor für klimaneutrale Gebäude und Quartiersanierungen steht nun kurz vor der „Halbzeit“ seines fünfjährigen Förderzeitraums.



37



44

## 30 TimberBioC

Kritische Evaluierung des Effekts biogenen Kohlenstoffs in Holzprodukten auf den Klimawandel anhand dynamischer Modelle.

## 32 GLASGrün

Regulierung von Klima, Energiebedarf und Wohlbefinden in GLAS-verbauten durch bautechnisch integriertes, vertikales GRÜN.

## 36 FLUCCO+ oder wie lässt sich Komfort messen?

Über die Anpassungsfähigkeit des Menschen in energieflexiblen Gebäuden.

## 44 Chloranisole – Muffige Biozid-Begleiter

Muffige Gerüche in Gebäuden? Da denkt man wohl zuallererst an Schimmel. Doch was die ungeübte Nase mit Schimmel assoziiert, kann auch eine andere, weit weniger bekannte Ursache haben.

## 47 INFINITE – Vorgefertigte All-in-One-Technologien

Die Mehrheit der europäischen Gebäude ist nicht ausreichend gedämmt und benötigt aufgrund dessen eine beträchtliche Menge mehr Energie, um ganzjährig behagliche Innenraumtemperaturen zu erreichen.

## 51 Schon umgestellt! – Komponenten, Bauwerke, Quartiere. BauZ! 2024 – Nachbericht

Hoch über den Dächern von Wien im Saal TUtheSky des Plus-Energie-Bürohochhauses der TU Wien fand 2024 der 21. BauZ! Kongress statt.

## 53 Bücher

## 55 Ordentliche und fördernde Mitglieder des IBO

# Energie aus der Fassade

StoVentec Photovoltaics Inlay HC: Die Fassadenlösung, die Strom erzeugt und gleichzeitig Wärme-, Feuchte- und Schallschutz bietet.

Aus Liebe zum Bauen.  
Bewusst bauen.

Jetzt  
**430 Wp**  
Module  
Mit neuester  
TOPCon-Halbzellen  
Technologie



QR-Code mit der Fotofunktion Ihres Handys scannen und informieren!

# Ökobilanzen für Infrastrukturprojekte der ÖBB

## baubook-Ökobilanzdaten in der Baumanagement-Software ABK

Je früher man im Lebenszyklus ansetzt, umso besser kann man die ökologischen Eigenschaften eines Bauwerks beeinflussen. In einer langjährigen Kooperation des IBO mit der ib-data GmbH werden ökologische Kriterien in der Baumanagementsoftware ABK implementiert.

Veronika Huemer-Kals, IBO GmbH | Monika Ilg, ib-data GmbH

Die ABK-Software unterstützt Auftraggeber:innen, Planer:innen und Ausführende vor allem im Prozess der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauprojekten (AVA). Kern jeder Ausschreibung von Bauleistungen ist ein Leistungsverzeichnis, das aus Vorbemerkungen und Positionen besteht. In der Regel werden für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen standardisierte Leistungsbeschreibungen herangezogen, die von unabhängigen Institutionen herausgegeben und weiterentwickelt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, freiformulierte Positionen im LV zu verwenden.

In einer Kooperation von IBO und ib-data wurden Umweltkennzahlen bei relevanten Positionen der Standardisierten Leistungsbeschreibung für Hochbau sowie der Standardisierten Leistungsbeschreibung für Verkehr- und Infrastrukturbau hinterlegt. Dafür wurde jede Position aus Produkten mit den entsprechenden Men-

genanteilen zusammengesetzt und mit den Ökobilanzdaten des IBO-Richtwertekatalogs aus der Online-Datenbank baubook hinterlegt. Somit werden generische Daten für Bauprodukte und Bauprozesse verwendet, berücksichtigt werden neben der Herstellungsphase der Produkte (Modul A1-A3 gemäß EN 15804) auch relevante Tätigkeiten in der Errichtungsphase (A4-A5 nach EN 15804). In der ABK-Software wurde die Erstellung von Ökobilanzen für Leistungsverzeichnisse im Modul ÖKO-AVA implementiert. Die Daten werden durch eine Schnittstelle laufend aktualisiert. Für freiformulierte Positionen kann man im LV auf vorhandene Berechnungen zugreifen, diese kopieren und abändern.

Das IBO nützte dieses Modul zuletzt im Auftrag der ÖBB Infrastruktur AG. Projekte wie der Bahnhofsumbau in Gramatneusiedl oder der Bau einer Unterführung wurden analysiert und die Bauleistungen identifiziert, die die höchsten Umweltbelastungen

The screenshot displays the ABK software interface. The main window shows a 'Leistungsverzeichnis (MORIM A2063:2021)' with a table of items. An 'Ankelliste' (material list) window is open, showing a detailed list of items with their ecological parameters. The table below represents the data from this list.

Parameterliste : BAUBOOK-002 (13)	Bezeichnung	EH	Wert	Überschrift
Ökologische Parameter	PEL_ne_proz = Primärenergieaufwand nicht erneuerbar Prozess	MJ	69.194.142,64001	Primärenergieaufwand
Ökologische Parameter	PEL_ne_speich = Primärenergieaufwand nicht erneuerbar gespeichert	MJ	3.495.519,51554	Primärenergieaufwand
Ökologische Parameter	PEL_ne = Primärenergieaufwand nicht erneuerbar	MJ	72.689.662,15532	Primärenergieaufwand
Ökologische Parameter	PEL_e_proz = Primärenergieaufwand erneuerbar Prozess	MJ	1.821.695,26622	Primärenergieaufwand
Ökologische Parameter	PEL_e_speich = Primärenergieaufwand erneuerbar gespeichert	MJ	397.654,43260	Primärenergieaufwand
Ökologische Parameter	PEL_e = Primärenergieaufwand erneuerbar	MJ	2.242.444,93691	Primärenergieaufwand
		kgCO2-eq	5.951.576,10622	Treibhauspotenzial
		kgCO2-eq	-44.467,76596	Treibhauspotenzial
		kgCO2-eq	5.851.183,36098	Treibhauspotenzial
		kgSO2-eq	18.344,33281	Weitere ökologische Kennwerte
		kg PO43-/kg	7.230,34993	Weitere ökologische Kennwerte
		kg C2H4/kg	2.860,35399	Weitere ökologische Kennwerte
		kg CFC-11/kg	521,19476	Weitere ökologische Kennwerte

Abb. 1: Abbildung: Beispiel Gesamtauswertung eines LV inkl. Materialliste

verursachen. In beiden Fällen waren 10 Positionen für etwa die Hälfte der ökologischen Aufwände verantwortlich (43–62 %, untersuchte Indikatoren: PENRT und GWP total).

Auch qualitative ökologische Eigenschaften sind bereits in ABK integriert: Die ÖkoBauKriterien der Stadt Wien und des Vorarlberger Gemeindeverbands sowie des Bundes (naBe Aktionsplan nachhaltige öffentliche Beschaffung) sind als Ergänzungsleistungsbeschreibung verfügbar. Auftraggeber:innen und Planer:innen können rasch und zuverlässig auf die dafür vorhandenen vorgefertigten Daten und Texte für Kriterien und Produktbeschreibungen zurückgreifen.

Mit der Funktion ABK-Bestbieterermittlung werden zum Preis weitere Zuschlagskriterien wie zum Beispiel ökonomische, ökologische oder soziale Kriterien im Ausschreibungs-LV definiert, gewichtet und mit Messkriterien für die Punktebewertung versehen. Das Angebot mit der höchsten Punkteanzahl erhält nach Bundesvergabegesetz den Zuschlag. Auch für die ÖBB wurde ein Konzept für die Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei der Bestbieterermittlung entwickelt.

Ökologische Kriterien wurden mit dem Ziel ausgearbeitet, negative Auswirkungen auf die lokale Umwelt während der Bauphase zu minimieren. Der Einsatz von Fahrzeugen oder Baumaschinen mit technischer Ausstattung, die Euro 6 entspricht, der Einsatz von elektrisch betriebenen Baumaschinen und die Verwendung von recycelten Gesteinskörnungen für Betonbauten wurden als Bestbieterkriterium im Ausschreibungs-LV formuliert. Es wurden genaue Angaben gemacht, unter welchen Bedingungen die Kriterien zu erbringen sind, wie die Einhaltung der Kriterien überprüft wird und welche Auswirkungen eine Nichteinhaltung zur Folge hat. Die Verwendung dieser und ähnlicher Bestbieterkriterien wird in Pilotprojekten erprobt, die Auswirkungen bei der Angebotsprüfung werden genau analysiert.

Falls Sie Fragen dazu haben, laden wir Sie gerne zum Workshop „Ökobilanzdaten mit ÖkoAVA.“ ein. Dieser Workshop wird im September stattfinden und bietet Ihnen die Möglichkeit, die Ökobilanzdaten anhand eines Ihrer Projekte zu berechnen und die spezifischen Herausforderungen und Chancen zu analysieren. Wenn Sie zu den ersten beiden Interessenten gehören, werden wir gerne eines ihrer Leistungsverzeichnisse für die Berechnung heranziehen.

Anmeldung bitte unter <https://www.abk.at/termine/abk-oeko/>

#### Informationen

Mag. Veronika Huemer-Kals  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 veronika.huemerkals@ibo.at  
 www.ibo.at

DI Monika Ilg  
 ib-data GmbH  
 A-1160 Wien, Hasnerstrasse 118  
 ilg@abk.at  
 www.abk.at

# ABK. Software, die begeistert.



## GRÜNE Lösungen für nachhaltige Bauwerke

- Gesamtheitliche ökologische Betrachtung
- Berechnung der Lebenszykluskosten
- LV-Erstellung nach Öko-Kriterien
- LV-Positionen ökologisch bewerten
- Praxiserprobtes Datenmodell
- Effizientes Softwaretool

[www.abk.at](https://www.abk.at) | [www.baudaten.info](https://www.baudaten.info)

# Lehm – Paradebeispiel eines nachhaltigen Baustoffes

Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung gelten als wichtige Strategien, um Gebäude nachhaltig zu gestalten. Das inkludiert unter anderem Low-Tech-Lösungen, modulare und trennbare Bauweisen, Recyclingfähigkeit und Wiederverwendung von Baustoffen und Bauteilen, die stoffliche Verwertung von Bodenaushubmaterial, Bau- und Abbruchabfällen sowie einen sorgsamem Gebrauch von Ressourcen, um Energie und Kosten einzusparen und einer Verknappung von Rohstoffen vorzubeugen. Lehm als geobasierte Ressource erfüllt all diese Voraussetzungen und kann so einen großen Beitrag zum klimaneutralen Bauen leisten.

Ute Muñoz-Czerny, IBO GmbH

Das Bauwesen ist einer der ressourcen- und energieintensivsten Wirtschaftszweige. Gewinnung, Produktion und Transport von Baumaterialien gehören zu den bedeutendsten Emittenten von CO<sub>2</sub>, auch die Entsorgung von Abbruch- und Aushubmaterialien ist mit erheblichem Aufwand verbunden. In der EU entfallen rund die Hälfte der Werkstoffe und des Energieverbrauchs auf die Errichtung und Nutzung von Gebäuden<sup>1</sup>. Auch die Abfallmengen werden mit Aushub und Baustellenabfällen zum größten Teil dem Gebäudesektor zugeschrieben. Rund 40 Mio. t Aushubmaterialien fallen in Österreich pro Jahr an – das sind rund 60 % des gesamten Abfallaufkommens (Abb. 1). Davon wurden 2021 ca. 26 Mio t deponiert (Abb. 2).

Mit der Deponierung des Aushubs gehen oft lange Transporte einher, die wiederum zur Erhöhung der CO<sub>2</sub>- und Lärmemissionen führen. Die bei der Herstellung von Bauprodukten benötigte Energie ('Graue Energie') verursacht teils hohe Treibhausgasemissionen – diese werden als Teil der gesamten Treibhausgasemissionen von Gebäuden zunehmend an Bedeutung gewinnen, da sich die Betriebs-Emissionen in Zukunft reduzieren werden. Die EU-Kommission hat einen Schwerpunkt des European Green Deal mit dem Circular Economy Action Plan konkretisiert: demnach sollen Richtlinien und Verordnungen wie etwa die Bauproduktverordnung erweitert und die Recyclinganteile in Produkten sowie die sortenreine Nutzung von Bauprodukten erhöht wer-

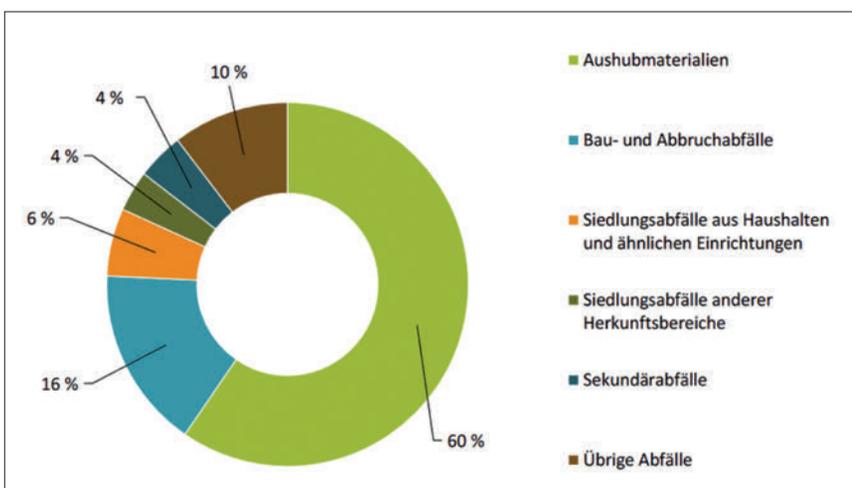


Abb. 1: Zusammensetzung des Gesamtabfallaufkommens im Jahr 2021 nach Abfallgruppen (in %); Quelle: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2023 für das Referenzjahr 2021, S. 19.



Abb. 2: Stoffstrombild für Aushubmaterialien (Referenzjahr 2021, in t); Quelle: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2023 für das Referenzjahr 2021, S. 227.

den, um deren Trennbarkeit und somit Wiedernutzbarkeit zu gewährleisten. Im EU-Rahmenwerk Level(s) wird die Überprüfung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – also sowohl Herstellung, Nutzung als auch Rückbau – als Maßnahme empfohlen, bereits in einer frühen Phase der Gebäudeplanung nachhaltige Konstruktionen sichtbar zu machen. All diese Initiativen folgen einem Schritt weg von einer linearen hin zu einer zirkulären Bauwirtschaft, wozu Lehm einen wesentlichen Beitrag leisten kann. Die geforderte CO<sub>2</sub>-Reduktion im Bauwesen und die Forderung nach kreislauffähigen Materialien und Konstruktionen hat zu einer Zunahme des Interesses am Baustoff Lehm geführt. Das IBO bearbeitet aktuell mehrere Forschungsprojekte<sup>2</sup> zum Einsatz von Lehm im Baubereich mit dem Ziel, Skepsis und Vorbehalte gegenüber Lehm auszuräumen. Wesentliches Ziel ist, Grundlagen zu schaffen, die eine breite Anwendung von Lehm im Baubereich unterstützen.

### Regulatorische Rahmenbedingungen

Die Anwendung von Lehm in unterschiedlichen Einsatzbereichen erfordert die Beachtung der jeweils entsprechenden normativen Vorgaben. Eine bei Architekt:innen und Baufirmen im Rahmen des Projektes Clay to stay im Jahr 2021 durchgeführte Befragung ergab, dass fehlende gesetzliche und normative Vorgaben bzw. die Unsicherheit von deren Anwendbarkeit Hemmschwellen für die Lehmanwendung sind. Die aktuelle Situation stellt Planer:innen und Anwender:innen vor teils große Herausforderungen. Zur Erhöhung der Rechtssicherheit bei der Anwendung von Lehm als Baustoff sollen Lücken in vorhandenen normativen Vorgaben geschlossen werden. Dies geschieht in Form einer Überprüfung von fachrelevanten Bauvorschriften auf deren Anwendbarkeit für den Lehmputz sowie die Erarbeitung von Empfehlungen für die Ausführung. Als erster Schritt wurde im April 2024 eine technische Empfehlung für im Werk hergestellte Lehmputzmörtel (Abb. 3) als ergänzende Festlegung zu ÖNORM EN 13914-2 für Innenputze aus Lehm erarbeitet. Diese kann auf der Homepage des Netzwerks Lehm heruntergeladen werden<sup>3</sup>.

### Lehm als Speichermasse – wirksam für thermische Behaglichkeit

Die Raumkühlung wird künftig einen wichtigen Stellenwert bei der Planung von Gebäuden einnehmen. Klimamodelle zeigen einen signifikanten Anstieg der jährlichen Mitteltemperatur in ganz Österreich mit einer Zunahme von Hitze- bzw. Sommertagen in naher Zukunft um etwa 4–10 Tage<sup>4</sup>. Die gesundheitliche Belastung der Bewohner:innen durch die sommerliche Überhitzung nimmt vor allem in Städten stetig zu und führt zu erhöhtem Energieverbrauch für gebäudeintegrierte Kühlung.

Permanent verfügbare, fossile Energiequellen werden durch teils fluktuierend verfügbare, jedoch klimaneutrale Quellen wie Sonne oder Wind ersetzt. In den letzten Jahren hat sich die thermische Bauteilaktivierung als Technologie etabliert, Wärme – gewonnen aus regenerativen Energiequellen – zeitverzögert an den Innenraum abzugeben. Das ermöglicht, ohnehin vorhandene Infrastruktur zu nutzen und nicht auf Speichersysteme, deren Produktion und Entsorgung meist massive negative Auswirkungen auf die Umwelt haben, zurückgreifen zu müssen. Als Speichermedium wird bislang meist Beton aufgrund seiner großen Masse ein-

gesetzt. Diesen Ausgleich von Spitzenlasten („Lastverschiebung“) durch Speicherung von Wärme bzw. Kälte kann Lehm ebenfalls leisten. In massive Lehmwände integrierte wasserführende Leitungen geben aus lokaler Wärmeerzeugung (z.B. Solarthermie) oder lokaler Stromerzeugung (z.B. Photovoltaik) unter Einsatz von Wärmepumpen gewonnene Wärme/Kälte an das Material und zeitverzögert in die Raumluft ab.

Temperierte Stampflehmwände können aufgrund ihrer großen Masse und Fläche mit niedriger Vorlauftemperatur betrieben werden, schaffen die Voraussetzungen für wirksame Energieflexibilität, entlasten Energienetze und können in der aktuellen Phase des großflächigen Umbaus von Gebäudeenergiesystemen inkl. Wärmeabgabequellen die Entscheidung für den Einsatz regenerativer Energiequellen erleichtern. Zudem hat Lehm feuchteregulierende Eigenschaften und kann damit kleine Mengen auftretenden Kondensats im Kühlbetrieb aufnehmen und wieder abgeben und so sowohl Bauschäden als auch Schimmelgefahr reduzieren.

In einem aktuellen Forschungsprojekt des IBO werden Planungsgrundlagen für die Herstellung und den Einsatz von temperierten Stampflehmanteilen erarbeitet. Dafür wird eine Stampflehmwand mit integriertem Heiz-/Kühlregister im Prüfraum der AEE INTEC errichtet, die es ermöglicht, Fragestellungen hinsichtlich Energiebedarf, Heizleistung, Speicherfähigkeit und (Luft)Feuchteverhalten in kontrollierter Umgebung bearbeiten zu können. Die Untersuchungen sollen aufzeigen, inwiefern massive, temperierte Lehmanteile bei schwankender Energieeinspeisung zu einem behaglichen Raumklima über vorab festgelegte Zeiträume beitragen und Energielastspitzen ausgleichen können.



Abb. 3: Technische Empfehlung für Lehmputze

1) European Commission, Sector Buildings and Construction. [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en)

2) RE-FORM earth – Lehmputz für die Bauweise. <https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/data/re-form-earth>  
Erdbeugung – Lehm als klima- und ressourcenschonender Baustoff. <https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/data/erdbeugung>  
Niklas goes Nature – Stroh-Holz-Lehm im geförderten Wohnbau. <https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/data/niklas-goes-nature>

3) <https://netzwerklehm.at/normen-und-regelwerke/>

4) Endbericht ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html)

## Nutzung von Aushubmaterial – nachhaltiges Bauen in Reinkultur

Bei kaum einer anderen im Baubereich eingesetzten Ressource ist es möglich, das Material unmittelbar vor Ort zu gewinnen, aufzubereiten und an gleicher Stelle als Baustoff einzusetzen. Durch die Verwendung des vor Ort gewonnenen Lehms – sei es durch Straßenbau, Teich- oder Kelleraushub – entfällt sowohl der Abtransport des Aushubs als auch die Anlieferung alternativer Baustoffe für dieselbe Bauaufgabe, für die Lehm eingesetzt werden kann.

Lehm ist jedoch inhomogen und weist regional unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Aus Ortlehm hergestellte Produkte sind nicht normiert, fehlende Prüfberichte sind eine hürdenreiche Herausforderung für Architekten und Bauherren.

Aktuell fehlt die Verbindung zwischen dem Aushub und der Verwendung als Baumaterial – ein *missing link*, das es ermöglicht, das Material im Kreislauf zu halten. Das erfordert einerseits

- die Ausarbeitung von Kriterien zur Beschreibung des Aushubs und der Anforderungen für den Einsatz als Baustoff, andererseits
- die Infrastruktur für die Aufbereitung – im Idealfall direkt auf der Baustelle sowie
- die rechtliche Grundlage zur Erreichung eines vorzeitigen Abfallendes von Aushub.



Abb. 4: Prüfung von Aushub für die Herstellung von Verputz. U.a. werden die Radon- und Thoronkonzentration sowie potentielle Bodenschadstoffe untersucht. Wien 22 – Niklas goes Nature (Architekturbüro RfM)

## International existieren bereits Initiativen zur Nutzung von Aushub als Baumaterial:

45 Millionen Tonnen Aushuberde wurden für die Arbeiten an der neuen Metrolinie in Paris prognostiziert. Um Abtransport und Entsorgung zu vermeiden, wurde im Projekt Cycle Terre in Paris (Sevran/Ivry)<sup>5</sup> geplant, ein Wohnhausensemble aus Lehmstoffen zu errichten. Dazu wurde an Ort und Stelle eine temporäre Fabrik zur Entwicklung verschiedener lehmbasierter Bauprodukte und für die Durchführung von Nachweisen über statische und baubehördliche Anforderungen installiert. Rund 120.000 Lehmziegel, 800 Tonnen Lehm(putz)mörtel sowie 500 Tonnen

Stampflehm konnten im ersten Vertriebsjahr aus dem Aushubmaterial hergestellt werden.<sup>6</sup>

BC Materials<sup>7</sup> ist ein spin-off des Planungsbüros BC Architects mit dem Ziel, soviel wie möglich des in Brüssel anfallenden Aushubmaterials im Kreislauf zu halten. Für diesen Zweck wurde eine demontierbare und zirkuläre Produktionshalle auf einer Aushubdeponie in Brüssel errichtet, die sowohl für die Herstellung von Lehmstoffen (Lehmputz, gepresste Lehmsteine, Stampflehm-mischungen) als auch für Schulungen für Interessierte dient. Das Material wird kostenfrei von Aushubfirmen zur Verfügung gestellt, aufgrund der just-in-time-Produktion werden keine Lagerflächen benötigt.

## Darum Lehm

Lehm hat gegenüber konventionellen Baustoffen das höchste Potential zur Erfüllung des Circular Economy-Anspruches. Der Einsatz von Lehm für Bauaufgaben führt zu einer partiellen Substitution von CO<sub>2</sub>- und energieintensiven Primärrohstoffen durch geo- bzw. biobasierte Materialien, zur Verringerung von Abfall durch Nutzung von Aushubmaterial, der einfachen Instandhaltung und der einfachen Wiederverwendbarkeit im Rückbau. Dies verringert den Einsatz von Ressourcen wie Energie für Transport und Brennprozesse, aufwändigen Rückbau und Zerkleinerung deutlich. Lehm ist regional verfügbar, bedarf keines hohen Energieeinsatzes und eignet sich für Kombinationen mit nachwachsenden, lokalen Dämmstoffen. Überall wo es Lehm gibt, und das ist an vielen Orten der Welt der Fall, würde die Verwendung als Baustoff die Importabhängigkeit reduzieren, die lokale Wirtschaft stärken und durch das hohe Maß an Kombinationsmöglichkeiten und Variabilität bei der Auswahl der Dämmstoffe die Resilienz des Bauwesens fördern.

### Informationen

DI Ute Muñoz-Czerny  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: ute.munoz@ibo.at  
www.ibo.at

## Fördergeber

Die Forschungsprojekte Erdbewegun, RE-FORM earth und Niklas goes nature werden aus Mitteln des Klima- und Energiefonds bzw. der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft gefördert



Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Bundesministerium  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung



5) <https://www.cycle-terre.eu/>

6) Gem. aktueller Information wurde der Betrieb der Lehmfabrik im April 2024 vorläufig eingestellt

7) <https://bcmaterials.org/>



baubook unterstützt energieeffizientes und nachhaltiges Bauen für eine höhere Wohngesundheit. Kern der baubook ist die Datenbank mit mehr als 3.700 validierten und qualitätsgesicherten Bauprodukten von über 400 Herstellern. Die baubook-Baustoffdaten sind mit umfassenden bauökologischen und bauphysikalischen Werten versehen. Diese werden zur Berechnung von Energie- und Ökologiekennzahlen herangezogen und an Programmhersteller von Energieausweis-Software tagesaktuell übermittelt. Jährlich nutzen rund 800.000 PlanerInnen, HandwerkerInnen, Kommunen und VerbraucherInnen die baubook-Plattform zum Produktvergleich – kostenfrei, neutral und ohne Anmeldung.

baubook bildet derzeit 11 unterschiedliche Öko-Programme ab und erleichtert die Nachweisführung im Rahmen von ökologischen Ausschreibungen, Gebäudezertifizierungen und Fördersystemen. Damit hilft baubook beim zielgerichteten Bauen mit Fokus auf reduzierte ökologische Auswirkungen und Zirkularität. Die Plattform beinhaltet dazu Öko-Kriterien, Richt- und Kennwerte, nützliche Ausschreibungstexte und steht ArchitektInnen, Fachplanenden und Bauleuten kostenfrei zur Verfügung. Zur Berechnung und Bewertung von Bauteilen und Gebäuden hat baubook spezifische Online-Werkzeuge entwickelt. Diese finden Sie zusammen mit den Produkten und allen Herstellerinformationen auf: [www.baubook.info](http://www.baubook.info)

# Reinschauen. Ökologisch bauen.

## Nachhaltigkeit Lieferkette Bau

Nachhaltige Lieferketten werden in Deutschland und Europa zum Gesetz, auch im Bausektor müssen Firmen künftig nachweisen, dass sie sich um Menschenrechte und Umweltschutz bemühen. In einem durch deutsche Bundesmittel geförderten Projekt hat natureplus Wege aufgezeigt, wie das auch für kleinere Unternehmen möglichst unbürokratisch gelingen kann.

Thomas Schmitz und Felix Konrad, i.A. natureplus e.V.

Deutschland ging voran mit dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG), jüngst folgte Europa mit der Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD). Menschenrechte, Umweltschutz und Ressourcenschonung sind die Ziele dieser Gesetzgebung. Dies bedeutet nun auch zusätzliche Dokumentationspflichten für Unternehmen im Bausektor und damit: Unsicherheit und Bürokratie. Um dem vorzubeugen, hat der natureplus e.V. den Dialog mit der Branche gesucht.

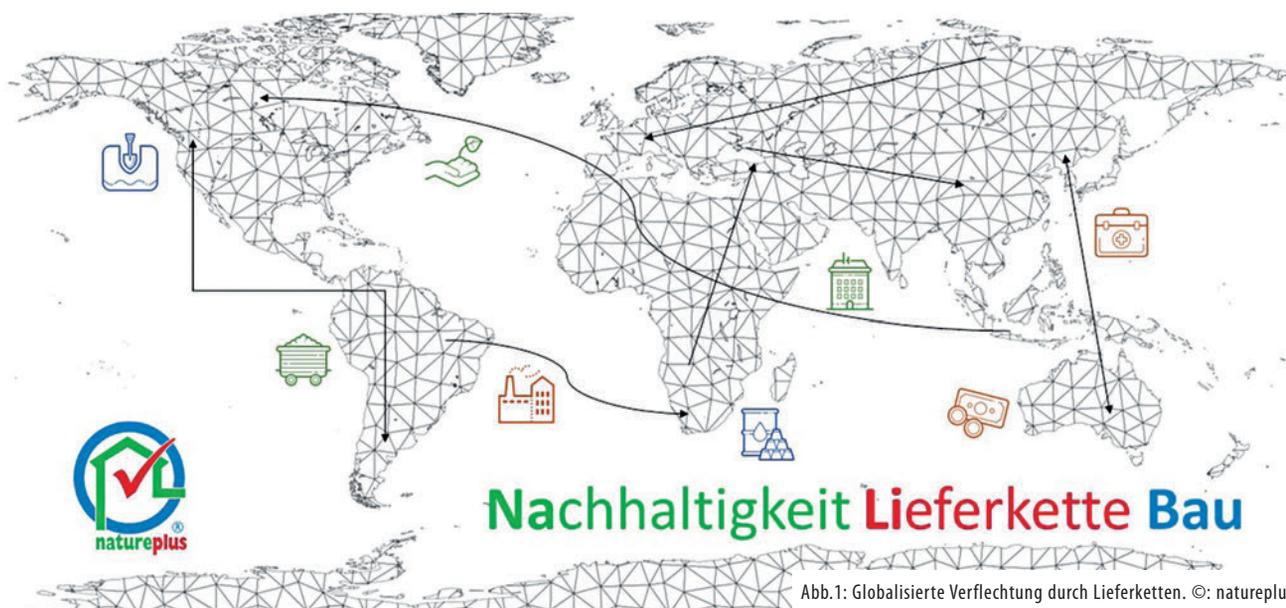
### Projektrahmen

Das Projekt NaLiBau (Nachhaltigkeit durch Transparenz in der Lieferkette Bau – Gemeinsame Standards der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit in unterschiedlichen Produktkategorien des Bauwesens über die Lieferkette) befasste sich mit der Umsetzung der unternehmerischen Sorgfaltspflichten im Bausektor. Die Forschungsthese: Erhöhte Transparenz und gemeinsame Deklarationsstandards tragen zu einer Verbesserung der Lieferketten im Bausektor bei. Zudem verbessert sich der Informationsfluss und ausufernde Dokumentationspflichten können eingeehgt und kanalisiert werden. Zu diesem Zweck sah das Forschungsteam eine Deklarationsplattform als Transparenzinstrument als vielversprechende Möglichkeit an.

Es wurden Akteur:innen im Bausektor identifiziert und in kooperativen Formaten vernetzt. In fünf Konferenzformaten mit über 100 interessierten Teilnehmer:innen wurden die Thesen diskutiert, überprüft und weiterentwickelt. Die bestehende unternehmerische Praxis zur Lieferkettendokumentation wurde untersucht, insbesondere bestehende Zertifizierungssysteme, staatliche Rahmenbedingungen, Datenbanksysteme und der Umgang mit Corporate Social Responsibility (CSR) waren Gegenstand der Recherche und Diskussion im Austausch mit den Expert:innen. Das Projekt wurde unter Leitung von Dr. Rolf Buschmann durch den natureplus e.V. initiiert und unter Mitwirkung der natureplus Institute SCE mbH im Oktober 2021 begonnen. Im Dezember 2023 konnte der Forschungsbericht erfolgreich abgeschlossen werden. Das Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

### Warum ist das Thema für den Bausektor relevant?

Das Forschungsfeld ist jung. Der praktische Aspekt der Dokumentation zu Menschenrechten, Klima- und Ressourcenschutz wurde in der Vergangenheit in separaten Sorgfaltberichten abgehan-



delt. Diese waren aufwändig in der Erstellung und sperrig in der Datenhandhabung. Eine zentrale Verfügbarkeit, vergleichbar mit den Ökobilanzdaten, gibt es bislang nicht.

Aber gerade in letzter Zeit ist viel passiert: Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) trat zum 01.01.2023 noch während der Projektlaufzeit in Kraft. Etwa ein Jahr später ist das europäische Pendant, die Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD), auf der Zielgeraden. Parallel wird auch das Berichtswesen über die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) harmonisiert. Der Bausektor ist kleinteilig organisiert, viele KMU und Kleinbetriebe sehen sich mit den neuen Berichtspflichten überfordert. Für viele Unternehmen kommt die neue Pflicht als unliebsame Überraschung, herangetragen vor allem über Auftraggeber, die ihrerseits zur erhöhten Transparenz verpflichtet sind.

Gleichzeitig zeichnet sich der Bausektor durch einen enormen Ressourcenbedarf aus, was ihn für Fragen der Lieferkettenauswirkungen äußerst relevant macht. Welche Wege hat ein Produkt zurückgelegt? Welche Auswirkungen hat das Produkt insgesamt auf die Umwelt (Stichwort Biodiversität)? Werden Menschen entlang der Lieferkette fair behandelt, oder werden Menschenrechte systematisch missachtet? Eine Architektin, die ihr Projekt plant, ein Ingenieur, der Bauleistungen ausschreibt, hat derzeit keine Chance, diese Fragen für Bauprodukte seriös zu beantworten. Gleichzeitig fordern die Projektträger genau diese Informationen nun ein, um den Anforderungen der EU-Taxonomie für ihr Projekt zu entsprechen. Folglich suchen Zertifizierungsorganisationen wie die DGNB, BNB, natureplus u.a. nach Möglichkeiten, um Lieferqualitäten abbildbar zu machen.



Abb. 2: Louise Simon von climate & company auf der Abschlusskonferenz in Schwetzingen. ©: natureplus e.V.

Entsprechend groß war das fachliche Interesse an dem NaLiBau-Projekt von natureplus, entsprechend hochkarätig war der Projektbeirat besetzt: Neben Claus Asam, dem Vertreter des BBSR, waren Katrin Mees vom Zentralverband Deutsches Baugewerbe (ZDB), Cynthia Imesch als Entsandte des Concrete Sustainability Council (CSC), Dr. Christine Lemaitre für die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB), Eva-Maria Reinwald vom Südwind e.V. und Ulrich Malessa und im späteren Projektverlauf Simone Herold für das Forest Stewardship Council Deutschland (FSC) vertreten.

### Projektergebnisse und Erkenntnisse

Die Initiation des Dialogs mit den Branchenakteur:innen war das erste wichtige Teilziel des Projekts. Fachleute berichteten über die neuesten Entwicklungen, das bestehende Berichtswesen wurde vorgestellt und kritisch hinterfragt. Die diversen Akteur:innen konnten ihre Perspektiven einbringen und es entstand ein Gesamtbild der Branchensituation auch mit Blick über die deutschen Landesgrenzen hinaus. Die Akteur:innenkonferenzen beleuchteten jeweils eigene Fragestellungen und erarbeiteten Teilaspekte für das Konzept eines Transparenzinstruments.

#### a) Datenbank

Der Projektbericht beschreibt die konzeptionellen Rahmenbedingungen für eine Datenbank zur Deklaration von Lieferkettenqualitäten von Bauprodukten. Als Hauptnutzende wurden Baustoffhersteller identifiziert, die über das Instrument zunächst eine Hilfestellung zur systematischen Herangehensweise im neuen Thema „unternehmerische Sorgfaltspflicht“ erhalten sollen. Planer:innen, die Objektqualitäten dokumentieren müssen, könnten ebenfalls von einer solchen Plattform profitieren. Analog oder ergänzend zur etablierten „ökobau.dat“-Datenbank des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) könnte das Transparenzinstrument als Informationsquelle für Bauschaffende und Forschende dienen. Schrittweise könnte dann die Detailtiefe der Lieferkettendokumentation und der Risikoeermittlung für Unternehmen und deren konkrete Bauprodukte erhöht werden. Als Output könnte die Software das Berichtswesen unterstützen und sollte über zahlreiche Schnittstellen eine breite Anwendung finden.

#### b) Eingrenzung der Risiken

Auch das Thema der Lieferkettenrisiken wurde im Projektteam und mit den Akteur:innen neu beleuchtet: Der Begriff beschreibt bislang das Ausfallrisiko im Sinne der Produktionssicherheit. Das Forschungsteam schlägt einen Perspektivenwechsel vor: Auch Verstöße gegen Menschenrechte, sowie Umweltverschmutzung, Ressourcenausbeutung und Gesundheitsgefährdung sollten systematisch erfasst und bewertbar gemacht werden. Dabei schlägt das Team eine Unterscheidung in Transportrisiken, Regionale Risiken, Materialrisiken und Prozessrisiken vor. Um Risiken generell gering zu halten, sind also kurze Lieferwege aus stabilen demokratischen Ländern sowie ungefährliche Materialien und einfache Prozesse die Basis. Aber was, wenn das nicht so einfach möglich ist? Um Risiken auszuschließen (also die potenziellen Risiken zu senken), sollte die Transparenz und die Nachweistiefe erhöht werden.

### c) Rolle von Labels

Eine Schlüsselrolle wird dabei den bestehenden Chain-of-Custody-Label zukommen, welche bereits heute Lieferketten von der Rohstoffquelle bis zum Endprodukt durchleuchten und verifizieren. Zu nennen wären hier beispielsweise diverse Zeichen (z.B. FSC, PEFC) für die Dokumentation von nachhaltiger Forstwirtschaft oder auch Fairstone für Qualitätsstandards im Tagebau. Die Verifizierungsinformationen sollen die Herstellerdeklaration ergänzen und Bauprodukte mit unproblematischen Lieferketten sollen damit aufgewertet werden. Auffällig ist, dass im Bereich der petrochemischen Rohstoffe keine Chain-of-Custody Systeme genannt werden.

Durch die Plattform würde zunächst ein einfacher Deklarationsstandard etabliert, ein Protokoll, das den Austausch ermöglicht, der wiederum von Planer:innen oder Herausgeber:innen von Produktlabels oder von Gebäudezertifizierungssystemen aufgegriffen werden kann. Dies könnte Lieferkettenqualitäten greifbar machen und die wachsende Nachfrage ohne allzu viel Papierkram in geordneter Form bedienen. Auch eine Bewertung der Lieferkettenrisiken ist den Autoren zufolge eine wünschenswerte Erweiterung.

Das Projekt zeigt jedoch auch einige bestehende Instrumente für KMUs auf: Schon heute bieten diverse Branchenverbände und Organisationen Hilfestellungen für die neuen Berichtspflichten der KMUs. Insbesondere zu nennen wären hier die Informationen und Tools des Deutschen Nachhaltigkeitskodex sowie der KMU-Kompass des Helpdesk Wirtschaft & Menschenrechte, getragen von der deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit GIZ und dem Bundesentwicklungsministerium BMZ.

### Was bedeutet das für das natureplus Umweltzeichen und den Verein?

Die Projektpartner konnten die Kernthesen bestätigen und sehen sich nun mit vielen Folgefragen, insbesondere dem Thema der Erfassung und Bewertung von Lieferkettenrisiken, konfrontiert. Es wurde eine Bedarfsermittlung durchgeführt, eine Konzeptbeschreibung für ein Transparenzinstrument entworfen und der Branchendialog initiiert. Nun drängt die Frage nach der Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis.

Die schlechte Nachricht in diesem Zusammenhang: Das Folgeprojekt zur Prototypisierung dieser Datenbank gemeinsam mit der RWTH Aachen wurde mittlerweile abschlägig beschieden, auch wenn das Interesse an dem Thema weiterhin ausdrücklich besteht. Eine kurzfristige Umsetzung einer zentralisierten Transparenzplattform ist aus den Vereinsmitteln allein nicht stemmbar, ein weiterer Projektanlauf wird also vonnöten sein.

Gleichzeitig drängen private Anbieter auf den Markt und bieten kostenpflichtige Datenbank-Services mit unterschiedlichen Schwerpunkten an. Der Verein positioniert sich hier klar und eindeutig: Es sollte die Aufgabe der deutschen/europäischen öffentlichen Hand sein, eine Plattform und ein Austauschprotokoll zu schaffen.

Nichtsdestotrotz wird das Umweltzeichen von den gewonnenen Erkenntnissen profitieren und die Überarbeitung der Richtlinien zu nachhaltigen Ressourcengewinnung überarbeiten. Die zahlreichen neuen Kontakte sind wertvoll und die gewonnene Expertise bleibt im Team. Die nächste Chance zur Verbesserung des Status Quo kommt bestimmt.

### Links

<https://www.natureplus.org/forschungsprojekte/lieferkette-bau>

<https://www.natureplus.org/artikel-news/einigung-uber-eu-lieferkettengesetz>

<https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/>

<https://kompass.wirtschaft-entwicklung.de/>

<https://www.efrag.org>

**ZUKUNFT BAU**  
FORSCHUNGSFÖRDERUNG



Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



### Informationen

Tilmann Kramolisch M.A.  
natureplus – Internationaler Verein für  
zukunftsfähiges Bauen und Wohnen  
D69151 Neckargemünd, Hauptstr. 24  
kramolisch@natureplus.org  
www.natureplus.org

# Energieeffizienz in einem Otto Wagner Gebäude



Thermische Sanierung und Rückbau der Kastenfenster im Schleusenengebäude Nussdorf

Katrin Keintzel-Lux, WienerKomfortFenster Lux GmbH

Rudolf Binting, IBO GmbH

## Objekt

Das Schleusenengebäude und Kettenmagazin Nussdorf wurde zwischen 1898 und 1899 als Ergänzung zur Wehr- und Schleusenanlage (1894-1898) nach den Plänen von Otto Wagner errichtet. Es wurde als Verwaltungsgebäude für die damalige „Donau-Regulierungs-Commission“, jetzt „Donau-Hochwasserschutz-Konkurrenz“ (DHK) gebaut. Seit Juni 2017 ist das Gebäude Sitz der für die Wiener Gewässer und den Wiener Hochwasserschutz verantwortlichen Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer.

Das drei- bzw. viergeschoßige im Stil der Sezession errichtete Gebäude mit seinem markanten Dachaufsatz (Laterne) und dem weit auskragenden Dach steht unter Denkmalschutz. Der Eigentümer hat im Jahr 2016 in einer ersten Bauphase eine statische Sanierung bzw. Ertüchtigung des Gebäudes und eine Adaptierung der Büroräume durchgeführt.

In Abstimmung mit dem BDA wurde in einer zweiten Bauphase mit Beginn 2023 die Außenhülle des Gebäudes saniert und eine farbliche Wiederherstellung des historischen Erscheinungsbildes angestrebt. So erhielten insbesondere die Metallteile mit einem gebrochenen Weiß und die Fensterrahmen mit einem Branton ihre originale Farbgestaltung zurück. Beide Bauphasen wurden von Herrn Baumeister Ing. Wolfgang Czernylofsky, Büro Metz & Partner, als Projektverantwortlichen (Planung, Ausschreibung, ÖBA) betreut.



Abb. 1: Südwest-Fassade vor der Sanierung, Foto ©: Wiener-Komfort-Fenster

## Planung

Im Rahmen der Vorprojektierung einer thermischen Fenstersanierung wurde die Firma Wiener-Komfort-Fenster Lux GmbH im Jahr 2021 mit der prototypischen Umsetzung eines Fensters beauftragt. Im Raum 2.02 erfolgte der Tausch der inneren Flügelebene gegen ein neues isolierverglastes Innenfensterelement System WienerKomfortFenster aus Holz.

Das System WienerKomfortFenster wurde speziell für die thermische Sanierung historischer Kastenfenster entwickelt. Schlanke Profile, hochwertige Isolierverglasung, 2 durchgehende Dichtungsebenen und verdeckte Beschläge zeichnen das System aus. Der Prototyp wurde in der bestehenden Fensterteilung mit Sprossen und 3-fach Isolierverglasung gebaut. Die Innenflügel erhielten einen Holzimitat-Pinselanstrich.

Die messtechnische Evaluierung des Prototypen wurde vom IBO durchgeführt.

Die im Zuge der weiteren Planung durchgeführten Recherchen ergaben, dass die bestehende Fensterteilung mit gleich hohen Ober- und Unterlichtern mit zusätzlichen Sprossen zur Verstärkung nicht dem der ursprünglichen Fensterteilung entsprach. Historische Unterlagen (Pläne und Fotos) zeigen niedrige Oberlichter im Querformat und extrem hohe, sprossenlose untere Flügel. Sie wiesen in Hinblick auf die technischen Möglichkeiten des Fensterbaues um 1900 und der exponierten Lage des Gebäudes



Abb. 2: Südwest-Fassade nach der Sanierung, Foto ©: Metz & Partner



Abb. 3: Die Südfassade nach der Sanierung, Foto ©: Metz & Partner

des durchaus experimentellen Charakter auf. So waren die Fenster in der Originalteilung vermutlich den extremen Anforderungen am Standort in Hinblick auf Stabilität und Schlagregendichtigkeit nicht gewachsen und wurden aus diesem Grund später verändert.

Die Besonderheit an diesem Standort ist, dass die Winddüse Leopoldsdberg/Bisamberg den Regen mit bis zu 100 km/h an die Fassade und letztlich durch beide Fensterebenen treibt. Es wurde daher nach einer Lösung gesucht, die eine aufrechte Schlagregenprüfung vorweisen konnte. Als Lösung wurde das ALU-System Aldura der Firma DILA gefunden. Die in eigener Produktion gefertigten schlanken Profile wurden speziell für historische Kastenfenster entwickelt.

Zudem gibt es eine gleitende Klemmbefestigung, sodass auch bei Gebäudebewegungen die für die Schlagregendichtigkeit erforderliche Ausrichtung von Flügel und Stock unverändert bleibt.

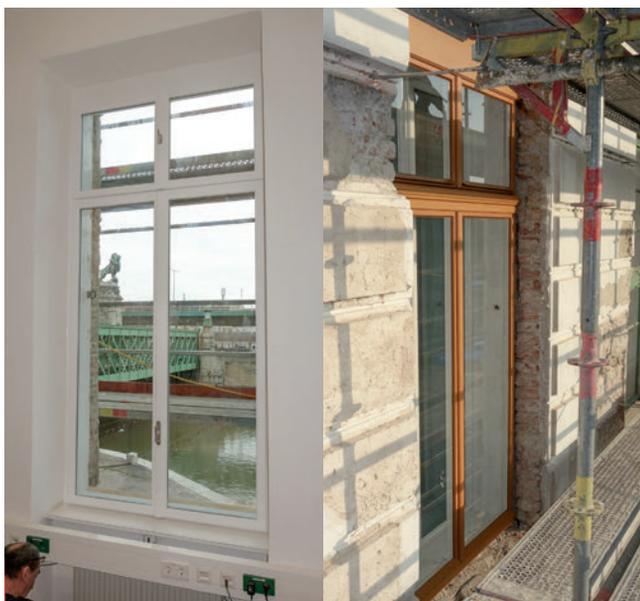


Abb. 4: 1. Arbeitsschritt: Erneuerung der Innenfensterebene (links), 2. Arbeitsschritt Erneuerung der Aussenfensterebene (rechts), Fotos ©: Wiener-Komfort-Fenster

Das Bundesdenkmalamt konnte von dieser Lösung überzeugt werden und erteilte eine Ausnahmegenehmigung.

Die Bewilligung des Holz-Innenfensters erfolgte in der neuen Teilung mit einer 2-fach Sonnenschutzverglasung ( $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $R_w = 35\text{dB}$ ) sowie wie beim Prototypen mit zwei Dichtungsebenen, verdeckten, justierbaren Bänder und Mehrfachverriegelung.

Nach einem öffentlichen Vergabeverfahren wurde die Arbeitsgemeinschaft Wiener-Komfort-Fenster Lux GmbH / Wöhrer Fenster-Türen Technik GmbH mit der Umsetzung beauftragt. Als Subunternehmer waren die Firma DILA, für die Lieferung und Montage der Alu-Außenfenster sowie die Firmen Tischlerei Huber und Malermeister Janda, für die Sanierung der bestehenden Kastenstöcke vor Ort tätig.

### Ausführung

Die Umsetzung erfolgte geschoßweise bei laufendem Bürobetrieb. Um die durch die Fassadensanierung gegebene Staub- und Lärmbelastung (Sandstrahlen) zu reduzieren, wurden zuerst die dichten, schalldämmenden Innenfenster montiert. Anschließend wurden die Außenfenster abgebrochen, der Kastenstock saniert und außen die neuen Alufenster montiert.

Für die im Dachüberstand der Ost- und Südfassade nistenden Mauersegler wurden vorgesetzte Ersatzbrutplätze geschaffen und die Fenstermontagen in diesem Bereich terminlich vorgezogen, da zum Schutz der Vögel während der Brutzeit keine Lärm-, Staub- oder Geruchsbelästigungen im Nahbereich der Nester erlaubt waren.

In den Ebenen 2, 3 und 4 wurden die neuen Innen- und Außenfenster an die bestehenden Kastenstöcke montiert. Der äußere Alufensterstock wurde mittels Kellen-Schnitt vom Außenputz getrennt, da die Außenebene gegenüber dem Gebäude beweglich

#### INNENFENSTER: WienerKomfortFenster – Modell Klassik

Holz-Innenfensterelement zur thermischen Sanierung bestehender Kastenfenstern, Profilierung „Modell Klassik“, Ansichtsbreite Flügelprofil 50mm

Konstruktion: Fensterkante Fichte 3-schicht, 2 Dichtungsebenen, verdeckte, justierbare Bänder, Mehrfachverriegelung, Eckverbindung mit Mikrozinken auf Gehrung

Verglasung: 2-Scheiben-Isolierverglasung 6/16Ar/4 (Argon)  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $R_w = 35 \text{ dB}$

Glasabstandhalter: Swisspacer V, hellgrau,  $\text{PSI} = 0,032 \text{ W/mK}$

Sonnenschutzbeschichtung: Lichttransmission 61%  $g = 34 \%$

#### Kontakt und weitere Informationen:

Wiener-Komfort-Fenster Lux GmbH, [www.wienerkomfortfenster.at](http://www.wienerkomfortfenster.at)

Ansprechpartner: DI Georg Lux

#### AUSENFENSTER: ALDURA-LP – Leistenpostenfenster

Innen öffnendes Aluminium-Außenfenster zur Sanierung bestehender Kastenfenster, Aluminium-Hohlkammerprofile, pulverbeschichtet, Profilierung „Alt Wien“, Ansichtsbreite Flügelprofil 50mm

Konstruktion: Stockprofile und Flügelprofile auf Gehrung, Eckverbindung mit Eckwinkel mittels formschlüssiger Verschraubung od. Sikpressung, diffusionsoffen ausgeführt

Verglasung: Einfachverglasung 4mm Float mit Low-E Wärmeschutzbeschichtung

#### Kontakt und weitere Informationen:

DILA Handel GmbH, [www.dila-sanieren.at](http://www.dila-sanieren.at)

Ansprechpartner: Ferdinand Diesenreither

bleiben muß. In der untersten Ebene 1 wurden aufgrund der Steinfassade und der bestehenden Fenstergitter auch die bestehenden Kastenstöcke abgebrochen und das gesamte Fenster von Innen montiert. Der äußere Anschluss des Aluminium Fensterstocks an das Steingewände erfolgt durch ein Silikontrockendichtungsprofil gleitend, das über einem Glattstrich an den Granit anschließt.

Ein Fenster aus der Serienproduktion wurde im Rahmen der Qualitätssicherung am Prüfstand der MA 39 auf Wärmedämmung und Schlagregendichtheit geprüft:

Die U-Wert-Prüfung für Typ A (Ebene 1) ergab für das Gesamtsystem einen standardisierten Wärmedurchgangskoeffizient von  $U_{st} = U_w$ -Wert von  $1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Bei einer weiteren Prüfung konnte die Schlagregendichtheit des Außenfensters sowie die Luftdichtheit bzw. mechanische Stabilität des Innenfensters bis zu einem maximalen Prüfdruck von 600 Pascal (entsprechend einer Windgeschwindigkeit  $> 100 \text{ km/h}$ ) nachgewiesen werden.

Die Außenseite des Außenfensters wurde pulverbeschichtet und reduziert den künftigen Erhaltungsaufwand.

### Messung / Bauphysik

Im Zuge der geplanten Sanierung wurde das IBO – Institut für Bauen und Ökologie vom Auftraggeber mit einer messtechnischen Begleituntersuchung zum geplanten Fenstertausch beauftragt.

### Energieeinsparung und thermische Behaglichkeit

Die Temperaturen der raumzugewandten Glasscheibe lagen deutlich höher als jene des Bestandsfensters (Kastenfenster). In

einer längeren Periode mit Außentemperaturen um  $-1 \text{ °C}$  wurden in mehreren Nächten um vier Grad höhere Temperaturen mit rd.  $19 \text{ °C}$  gemessen. Die in situ erhobenen Messdaten entsprachen den zu erwartenden Ergebnissen lt. Leistungskennwerten wobei das Kastenfenster (Einstufung lt. Literatur  $U_w$  von  $2,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) etwas besser abschnitt als angenommen. Im Kastenzwischenraum wurden beim WienerKomfortFenster mit  $8 \text{ °C}$  rund drei Grad weniger gemessen als beim Bestand.

Die Reduktion der Wärmeverluste (Transmission) durch den Fenstertausch werden rechnerisch um rund 67 % reduziert. Bei den standorttypischen Heizgradtagen von 3218 Kd (HGT 20/12) entspricht dies 434 kWh pro Jahr. Bei den hier verwendeten Heizgradtagen geht man von  $20 \text{ °C}$  Innenraumtemperatur und einem ausschließlichen Heizbetrieb bei Außentemperaturen unter  $12 \text{ °C}$  aus. Da in dem vorliegenden Fall die Innenraumtemperaturen im Durchschnitt bei rund  $23 \text{ °C}$  liegen, kann mit zusätzlichen Einsparungen gerechnet werden. Zusätzlich verringern sich die Wärmeverluste durch den luftdichten Einbau der Innenflügel.

Durch den Tausch der Fenster ergibt sich eine deutliche Steigerung des thermischen Komforts durch verringerten Kaltluftabfall an den Fensterscheiben. Der Heizkörperbetrieb kann reduziert werden und damit die Luftfeuchtigkeit im Winter erhöht, was sich wiederum positiv auf das Wohlbefinden auswirkt. Die Lärmbelastung durch den Straßenverkehr konnte zudem stark reduziert werden. Dem solaren Energieeintrag, dem hauptsächlich nach Osten und Westen ausgerichteten Objekt, wird durch Sonnenschutzverglasung und dem im Fensterkasten bereits vorhandenen Sonnenschutzrollos entgegengewirkt.

### Fazit

Durch die Anwendung moderner Technologien und neuen Lösungsansätzen konnten im Schleusengebäude die Anforderungen von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in einem denkmalgeschützten Gebäude beispielhaft umgesetzt werden. Das Gebäude hat zum Jubiläum 125 Jahre nach Errichtung seine ursprüngliche Eleganz wiedergewonnen und ist für die Zukunft gerüstet.



Abb. 5: Ausstattung Messsensorik an Musterfenster Raum 2.04, Foto ©: IBO

### Informationen

DI Katrin Keintzel-Lux  
WienerKomfortFenster Lux GmbH  
A-1030 Wien, Barichgasse 11/14  
office@wienerkomfortfenster.at  
www.wienerkomfortfenster.at

Mag. (FH) Rudolf Bintinger  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
rudolf.bintinger@ibo.at  
www.ibo.at

# Build-Re-Use

## 100 Prozent Re-Use und Recycling bei Gebäuden mit kurzen Nutzungszyklen

Im Forschungsprojekt „BuildReUse“ werden Potenziale und Barrieren für die Anwendung von Re-Use Bauteilen und kreislauffähigen Produkten untersucht und Lösungskonzepte erarbeitet.

Veronika Huemer-Kals, Barbara Bauer, Maria Fellner, IBO GmbH  
Anna Maria Fulterer, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

### Wiederverwendung für Klimaschutz, Ressourcenschonung und Abfallvermeidung

Der Europäische Rat bringt es auf den Punkt: „Die Entkopplung des Wirtschaftswachstums von der Ressourcennutzung und die Umstellung auf kreislauffähige Systeme für Produktion und Verbrauch sind der Schlüssel zur Verwirklichung der Klimaneutralität der EU bis 2050.“<sup>1</sup> Aus nachvollziehbaren Gründen wird der Bereich „Bauwirtschaft und Gebäude“ im Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft [Europäische Kommission 2020] als einer der Schlüsselsektoren für die Verwirklichung einer Kreislaufwirtschaft genannt<sup>2</sup>: Auf Gebäude entfallen rund 50 % der Gewinnung und des Verbrauchs von Ressourcen und mehr als 30 % des gesamten jährlichen Abfallaufkommens in der EU. Darüber hinaus fallen hier 40 % des Energieverbrauchs der EU und 36 % der energiebedingten Treibhausgasemissionen an.<sup>3</sup> Diese Zahlen belegen die Bedeutung der Umstellung der Bauwirtschaft auf ein Kreislaufwirtschaftssystem, nicht nur für den Klimaschutz, sondern auch für Ressourceneffizienz, Abfallvermeidung und einen sorgsameren Umgang mit Rohstoffen.

Die Abfallhierarchie nach der europäischen Abfallrahmenrichtlinie [Europäische Union 2008] nennt als oberste Prämisse „Vermeidung“. Sie versteht darunter nicht nur die Reduktion der Abfallmengen, sondern auch die Vermeidung von schädlichen Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit und das sichere Ausschleusen von Gefahrenstoffen. Flächen- und Materialeffizienz sowie Verlängerung der Nutzungsdauer von Gebäuden und Baustoffen stehen in der Optimierungspyramide für kreislauffähiges Bauen damit ganz oben. Wo dies nicht möglich ist (zum Beispiel für Interimsgebäude), ist die hochwertigste Verwertungsoption am Ende des Gebäudelebenszyklus die Wiederverwendung.

### Potentiale und Barrieren

In der Praxis findet Re-Use in diesem Sinne – obwohl technisch möglich – noch sehr selten statt. Bei der überwiegenden Anzahl der Beispiele für Kreislaufführung von Bauprodukten handelt es sich um Recycling, das mit Materialverlusten und höheren Aufwänden für die Aufbereitung verbunden ist und daher eine weniger ressourceneffiziente Art der Verwertung als die Wiederverwendung darstellt.

Im Forschungsprojekt „BuildReUse“ werden Potenziale und Barrieren für die Anwendung von Re-Use Bauteilen und kreislauffähigen

Produkten untersucht und Lösungskonzepte erarbeitet. Bei einigen Gebäudetypen ist die effektive Nutzungsdauer der gesamten Gebäude beziehungsweise von spezifischen Baustoffen relativ kurz, da häufige Anpassungen an die jeweilige Nutzung und eine hohe Funktionalität gefordert werden. Hier wirkt sich die Wiederverwendung aufgrund der kurzen Nutzungszyklen besonders stark auf die Ressourcenbilanz aus. Darum wird im Forschungsprojekt der Fokus auf drei Nutzungstypen mit Erneuerungszyklen von etwa 10–15 Jahren gelegt (Supermärkte, Interimsgebäude im Krankenhausbereich und der Innenausbau von Bürogebäuden). Eine Bewertung der Re-Use-Fähigkeit wirft viele Fragen auf und zeigt weiße Flecken auf der Nachhaltigkeitslandkarte.

### Re-Use-Fähigkeit in der Nachhaltigkeitsbewertung

Gebäudeökobilanzen gemäß EN 15804, die den gesamten Lebenszyklus beleuchten, sind insbesondere, was die Bewertung der End-of-Life-Phase C anlangt, zu wenig sensitiv, um wesentliche Anreize in Richtung Kreislaufwirtschaft zu setzen. Die Gründe dafür sind mannigfaltig: Gutschriften aus Re-Use und Recycling können erst einem nachfolgenden Gebäude positiv angerechnet werden und werden aus Gründen der Doppelzählung im Spendergebäude nicht mitbilanziert. Prozesse der Aufbereitung können – wenn im Fall von Gebäudezertifizierungssystemen nur eine begrenzte Zahl von Umweltwirkungen in die Betrachtung miteinbezogen wird – deutlich höhere Auswirkungen als typische Beseitigungswege (wie die Deponierung) haben. Aussagekräftige Ressourcenindikatoren oder klare Grenzwerte für die Herstell- oder End-of-Life-Phase in Ökobilanzen fehlen in den meisten Gebäudebewertungssystemen. Aus diesen Gründen wurde eine Reihe von separaten Zirkularitätsbewertungsverfahren entwickelt, um entsprechende Anreize durch Sichtbarmachen wiederverwendbarer oder rezyklierbarer Massenströme zu geben und konkrete Zielvorgaben ableiten zu können (u.a. BNB Zirkularitäts-Index, Level(s), Urban Mining Indicator, Madaster Circularity Indicator, DGNB Ressourcenpass und zugehöriger TEC 1.6 Kriteriensteckbrief). Basis für die Bewertung und den Vergleich der Kreislauffähigkeit von Baustoffen und Bauteilen bilden Szenarien für deren Verwertungswege. In allen Systemen ist dabei die Vorbereitung zur Wiederverwendung die hochwertigste, aber auch am schwierigsten nachweisbare Verwertungsoption.

Seit 2017 arbeitet das IBO im Auftrag des deutschen Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung für das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) an einem umfassenden Dateninventar zur generischen Einstufung von Baustoffen im Hinblick auf ihre Kreislauffähigkeit – dem BNB Zirkularitäts-Inventar [Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB, 2020]. Darauf aufbauend wurde eine völlig neue Systematik zur Bewertung der Zirkularität von Gebäuden und Konstruktionen entwickelt – der BNB Zirkularitäts-Index [BNB 2024]. Dieses Verfahren soll mittelfristig den BNB-Kriteriensteckbrief 4.1.4 „Rückbau, Trennung, Verwertung“ ersetzen, der Fokus der Entwicklung lag auf Neubauten. Im Forschungsprojekt BIMstocks [BIMstocks 2023] wurde die Datenbank um Altbaustoffe, die in heutigen Bestandsobjekten auftreten, erweitert. Jedes Material wird grundsätzlich einer Verwertungsklasse zwischen B (Closed Loop Recycling) und J (schlechteste Gefahrenstoffklasse) zugeordnet<sup>4</sup>. Die finale Bewertung einer Bauteilschicht oder Komponente wird jedoch erst nach Berücksichtigung der Rückbaubarkeit sowie einer möglicherweise verminderten Verwertbarkeit durch angrenzende, schwer oder nicht trennbare Bauteilschichten vorgenommen. Die Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauprodukten ist im BNB-Bewertungssystem als Klasse A<sup>5</sup> abgebildet. Eine Anrechnung ist jedoch nur vorgesehen, wenn die Wiederverwendung tatsächlich nachgewiesen werden kann.

Für generische Baustoffe ist dies grundsätzlich nicht möglich, sondern nur für tatsächlich rückgebaute und erfasste Bauprodukte (unter Berücksichtigung etwaiger Schäden durch die Einbausituation, die Nutzungsbedingungen im Quellgebäude oder durch die konkreten Rückbau-, Prüf-, Lager- und Transportbedingungen).

### Kriterien und Indikatoren

Im BNB Zirkularitäts-Index kann durch den alleinigen Fokus auf die End-of-Life-Phase des Gebäudes und durch die generischen Datensätze nur eine der Grund-Voraussetzungen für Re-Use abgefragt werden, nämlich die zerstörungsfreie Rückbaubarkeit. Im Projekt BuildReUse hingegen sollten die spezifischen Kriterien für die Re-Use-Fähigkeit von Bauprodukten und Bauteilen entwickelt werden (unter der Prämisse, dass derzeit noch bestehende rechtliche Hemmnisse, insbesondere Zulassungsbedingungen durch fehlende Bestimmungen in der aktuell (März 2024) noch gültigen Bauprodukteverordnung zukünftig gelöst sind und ggf. angepasste Bauproduktnormen entwickelt werden). Folgende Faktoren verdeutlichen die Komplexität, mit der ein derartiges Bewertungssystem umgehen können muss:

- In der bisher entwickelten BNB-Methodik liegt der Fokus der Bewertung, wie in der Abfallwirtschaft üblich, rein auf der End-of-Life-Phase von Gebäuden (Rückbau). Die zu entwickelnden Kriterien und Indikatoren sollten aber den Bogen vom Ausbau bis zum Wiedereinbau umspannen und sämtliche relevante Prozesse mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten umfassen (Rückbau, Prüfung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, bautechnische Zulassung, Handel, Lagerung, Transport, Anwendung in neuen Bauvorhaben).
- Für die Wiederverwendung von Bauprodukten und -elementen sind zunächst viele technische und wirtschaftliche Fragen zu klären: Ist eine ausreichende Restnutzungsdauer vorhanden? Welchen Belastungen war der Baustoff in der Nutzungs-

phase bis zum Ausbau ausgesetzt? Gibt es zerstörungsfreie Prüfmethode? Können bestimmte technische Eigenschaften erreicht werden? Kann ggf. ein neuer, eingeschränkter Anwendungsbereich gefunden werden? Ist die Aufbereitung zur Wiederverwendung wirtschaftlich?

- Auch gesetzliche Barrieren stellen für viele Produktgruppen noch Hürden dar: Ist ein Zulassungsverfahren als Bauprodukt möglich? Unklarheiten bezüglich des Zulassungsverfahrens für Re-Use Produkte gemäß aktueller Bauprodukte-Verordnung bzw. der erwarteten Neuüberarbeitung 2024 (voraussichtlicher Veröffentlichungszeitraum 2.Quartal 2024), müssen ausgeräumt werden, ggf. bedarf es angepasster europäischer harmonisierter oder nationaler Bauproduktnormen für Re-Use Bauprodukte.
- Rückgewonnenes Material muss nicht nur im Hinblick auf die Bestimmungen des Abfallrechts (durch sogenannte Schad- und Störstofferkundungen), sondern auch im Hinblick auf das gültige europäische Chemikalienrecht (CLP-VO, REACH-VO, POP-Stoffe etc.) und die Zulassungsbedingungen für wieder auf den EU Binnenmarkt in Verkehr gebrachte Re-Use Produkte beurteilt werden.

Der Fokus der Bewertung in BuildReUse liegt auf prinzipiell zerstörungsfrei rückbaubaren und damit als Re-Use-fähig eingestuftem Materialgruppen (z.B. Einblasdämmungen, über Klemmverbindungen fixierte Außen-Bekleidungen etc.). Es wird zwischen Grundanforderungen für eine Wiederverwendung (Muss-Kriterien, die zwingend erfüllt sein müssen) und Kann-Kriterien, die die Wiederverwendung begünstigen, unterschieden. Umgesetzt wurde das Bewertungssystem als „Checkliste“ bzw. Ausschlussverfahren: können alle Musskriterien für real rückgebaute Bauprodukte erfüllt werden und weisen die Kann-Kriterien einen gewissen Erfüllungsgrad auf, ist eine Anrechenbarkeit sowohl in der End-of-Life-Betrachtung des Spendergebäudes als auch in der Pre-Consumer-Betrachtung der Zielgebäude möglich.

### Musskriterien:

- Zerstörungsfreier Rückbau: Das Bauelement, -teil, -produkt oder die TGA-Komponente kann weitgehend zerstörungsfrei rückgebaut werden.
- Eine ausreichende Rest-Nutzungsdauer für einen (ggf. adaptierten) Re-Use-Anwendungsbereich ist gegeben.
- Das Produkt ist kein gefährlicher Abfall (gemäß AVV 2020) und enthält keine Gefahrenstoffe nach aktuellem EU Chemikalienrecht.

1 <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/circular-economy/>, abgerufen am 26.02.2024

2 <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/202110128ST096607/wie-will-die-eu-bis-2050-eine-kreislaufwirtschaft-erreichen>, abgerufen am 26.02.2024

3 <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2023/12/13/circular-construction-products-council-and-parliament-strike-provisional-deal/>, abgerufen am 26.02.2024

4 Hinweis: In der BIMstocks Systematik erstreckt sich die Einstufung der Klassen von A+++ (Closed Loop Recycling) bis G (schlechteste Gefahrenstoffklasse)

5 BIMstocks: Klasse A+++

- Die technischen Anforderungen für einen Re-Use-Anwendungsbereich sind erfüllt, die dazu erforderlichen Prüfungen können zerstörungsfrei und wirtschaftlich durchgeführt werden.
- Mit Erreichen von (Bau-)Produkteigenschaften kann das Abfallende deklariert werden.
- Keine zusätzlichen Schäden durch Transport, Zwischen-Lagerung oder Vorbereitung zur Wiederverwendung sind zu erwarten.
- Verwendbarkeit des Re-Use Bauprodukts nach aktuellem Baurecht im Zielgebäude ist geprüft und möglich.

### Kannkriterien:

- Eine möglichst umfangreiche Dokumentation der Nutzungsphase des Quellgebäudes liegt vor (Baualterklasse des Gebäudes, Einbauzeitpunkt der Baustoffe oder Komponenten, Verwendungsort, besondere Belastungen durch Witterung und UV-Exposition, durch mechanische Belastungen, Schadensereignisse und dazu gehörige Sanierungsmaßnahmen, durchgeführte Wartungs-, Instandhaltungs-, Instandsetzungsmaßnahmen etc.).
- Die Materialbestimmung geht über eine allgemeine Baustoffzuordnung hinaus, z.B. Bestimmung der Stahlgüte, Beschichtungen.
- Vorbereitungsmaßnahmen zur Wiederverwendung (inklusive Prüfungen) oder Remanufacturing sind wirtschaftlich umsetzbar.

- Aufwände und Kosten für Transporte und Lagerung können geringgehalten werden.
- Planung und Ausführung von Zielgebäuden: Erforderlich sind u.a. die laufende Anpassung der Entwurfs-, Einreich- und Ausführungsplanung an zur Verfügung stehende Re-Use Materialien sowie die Abklärung von Garantie-, Gewährleistungs- und Haftungsfragen für alle am Projekt Beteiligten.

Angesichts dieser Liste an Anforderungen verwundert es, dass Re-Use überhaupt praktiziert wird. Und doch, es gibt sie, die „ermutigenden Beispiele“, mit denen der BauZ! Kongress 2024 sich beschäftigt.

### Re-Use von Bauteilen und Bauprodukten

In der Innenausstattung ist Re-Use oftmals einfacher, da es um kleinere, leichter bewegliche Teile geht (keine schweren Geräte wie Hebekräne etc. nötig sind), und die Auswirkungen eines eventuellen Versagens deutlich weniger Konsequenzen haben als bei z.B. statisch oder bauphysikalisch relevanten Teilen. Je schwerer und größer Bauelemente sind, desto fraglicher ist der Nutzen eines Rückbaus und einer Wiederverwendung. Doch falls ein Erhalt der bestehenden Tragstruktur tatsächlich nicht möglich ist, werden zum Beispiel Lagerhallen als landwirtschaftliche Wirtschaftsgebäude gerne weiterverwendet. Weitere Beispiele aus den drei Gebäuden des Projekts, einer Supermarktfiliale, eines Krankenhauspavillons und eines Büroumbaus zeigen, welche Elemente gut rückbaubar sind und wie künftige – mehrfach zirkuläre – Bauten aussehen könnten.

Für den Rückbau des Bestandes in der Gegenwart wurden von Baukarussell ausführliche Potenzialanalysen durchgeführt.

Bei der Supermarktfiliale mit einem klassischen Flachdachaufbau, extensiv begrünt, waren die leicht zu gewinnenden Elemente Handläufe, Riffelbleche, Gründachsubstrat, aber auch Zäune, Kabelkanäle, Regale und das Garagentor.

Bei der psychiatrischen Station, bestehend aus vorgefertigten Raumzellen in Holzkonstruktion, wurden als lohnenswerte Elemente für den Rückbau abgehängte Metalldecken mit integrierten Leuchten, Außenbänke, Geländer, Fußabstreifer, Kies und andere Gebäudekomponenten gefunden.

Diese Elemente zeichnen sich durch relativ einfache und vor allem zerstörungsfreie Demontagemöglichkeiten aus (Abb. 1).

Neben den einfach zu gewinnenden und einfach wiederverwendbaren Elementen, wurden auch Bauteile identifiziert, die bei einer anderen Befestigung oder Montage durchaus Potenzial hätten. Kühlzellen zum Beispiel könnten idealerweise vom Hersteller zurückgenommen werden und deren Paneele weiterverwendet werden. Auch bei anderen Beispielen zeigt sich, dass viele Probleme bei der Wiederverwendung umschiffet werden könnten, wenn Hersteller die von ihnen verbauten Produkte als attraktive Rohstoffquelle wahrnehmen würden.

Anhand der Bauteilaufnahmen und -beurteilungen führte die Fachhochschule Salzburg Diskussionen mit den jeweiligen Verantwortlichen und identifizierte auch dabei Potenziale für ein zukünftiges zirkuläres Bauen.

- Statt der nicht rückbaubaren Bodenplatte wären Schraubfundamente als Alternative denkbar, den Entscheidungstragenden war diese Möglichkeit aber nicht bekannt.

Kreislaufwirtschaftliches Bauen  
Potenzialanalyse SPAR Niederschöcklstr., 8044 Weintzen

BauKarussell

Mattenzaun		Die Zaunelemente befinden sich an der Grundgrenze, entlang der Anlieferungsrampe. Sie sind an den Stützen montiert, welche im Boden verankert sind. <b>Empfehlung:</b> Im Falle von Fertigteilfundamenten können diese ausgegraben und der gesamte Zaun mit seinen Elementen andernorts wiederverwendet werden.
OSB-Platten		Die OSB-Platten wurden als Anprallschutz im Bereich der Nebenräume an die Trockenbauwände geschraubt.
Fassade aus Fichtenholzelementen		Die Holzfassade befindet sich im Bereich der Einkaufswagen und des Vordachs. Durch bauliche Maßnahmen ist die Fassade größtenteils vor der Witterung geschützt. Durch die Schraubverbindung an der Unterkonstruktion ist die Fassadenbekleidung leicht demontierbar.
Handläufe		Die Handläufe im Bereich der Anlieferungsrampe sind an die Stahlbetonwand mit Schrauben fixiert.
Kabelkanäle		Die Kabelkanäle hängen offen im Lagerbereich.
Regale		Es gibt zahlreiche Regale in unterschiedlichen Dimensionen im Verkaufsraum. Diese werden nach Bedarf umgetauscht und intern oder u.U. auch an Einzelhändler weitergegeben.
Garagentor		Das Garagentor befindet sich an der Wand zur Anlieferungsrampe. Es ist mittels Schrauben mechanisch befestigt und kann leicht demontiert werden.

Abb. 1: Beispiel für die Erhebung von potenziellen Re-Use-Bauteilen durch Baukarussell im Projekt BuildReUse

- Eine Berücksichtigung von wiederverwendbaren Komponenten müsste in der Ausschreibung verankert werden.
- Eine robotergestützte Montage ist vorstellbar, z.B. für Wände aus Bausteinen.
- Dachabdichtungen ohne Verklebung (FPO-Folien) werden zum Teil bereits umgesetzt.
- WDVS wird mittlerweile zugunsten von gedämmten Fassadenpaneelen selten angewendet. Besser geeignet unter dem Aspekt der Wiederverwendung wären hinterlüftete Fassaden.
- Alternativen zu Betonkernaktivierung mit irreversibel einbetonierten Rohrleitungen sind denkbar, z.B. oberseitige Fräsungen in der Bodenplatte oder Deckenheizungen.
- Reversible Systemtrennwände
- Eingehängte Deckenpaneele
- Doppelböden werden bereits wiederverwendet, Belegung mit Teppichfliesen üblich, die nur punktuell befestigt und entfernt werden können.
- Vereinbarung zwischen Vor- und Nachmieter, durch Übernahme der Ausstattung konnte ein Großteil der Bauteile belassen, statt, wie vertraglich vereinbart, rückgebaut werden.

Anhand von erfolgreichen Einzelfällen lässt sich zeigen, welche Lösungsansätze derzeit funktionieren:

- Doppelböden und Trennwandsysteme werden in Bürogebäuden eingesetzt und häufig erneuert. Einige Hersteller bieten rückbaufähige und wiederverwendbare Systeme<sup>6,7</sup>: Die Einzelteile können zerstörungsfrei entnommen werden. Es gibt definierte Verfahren, mit denen der Hersteller ein Loop-Produkt erzeugt, welches wieder als Bauprodukt zugelassen wird und den Standards des Neuproduktes entspricht. Durch die

Rücknahme, die Bearbeitung und den Wiederverkauf hat der Produkthersteller den Zyklus selbst geschlossen. Dass gerade gipshaltige Produkte hier Vorreiter sind, ist kein Zufall: Sie stehen vor hohen Entsorgungskosten und begrenzter Verfügbarkeit von Primärressourcen.

- Holzparkett<sup>8</sup> ist ein weiteres Re-Use-fähiges Bauprodukt. Es ist sehr lange haltbar, wurde meist rückbaubar verlegt (auch wenn der Arbeitsaufwand beim Ausbau relativ hoch ist) und seine Oberfläche kann erneuert werden. Ein Re-Use-Parkett wird von einem Hersteller angeboten, der die Elemente selbst ausbaut, überarbeitet und über ausgewählte Bodenleger vertreibt.
- Einfach demontierbare Holzbausysteme werden von mehreren Unternehmen angeboten. Ein Unternehmen bietet alle Schritte von der Produktion, über die Planung und Ausführung des Gebäudes bis zu Rückbau und Prüfung für den Re-Use-Einsatz. Anstelle des klassischen Verkaufs ist auch Leasing möglich, ebenso wie eine Rückkaufgarantie. Die Systeme sind zertifiziert und für den zerstörungsfreien Rückbau konzipiert. Ein Beispiel dafür ist das System, das bei den Interimsgebäuden des österreichischen Parlaments<sup>9</sup> eingesetzt wurde. Holzmodulbauweisen wie bei der Psychiatrischen Einrichtung

6 [https://www.lindner-group.com/de\\_AT/ausbauprodukte/boden/doppelboden/loop-prime/](https://www.lindner-group.com/de_AT/ausbauprodukte/boden/doppelboden/loop-prime/)

7 Buyback warranty | We buy our products back | JUUNOO

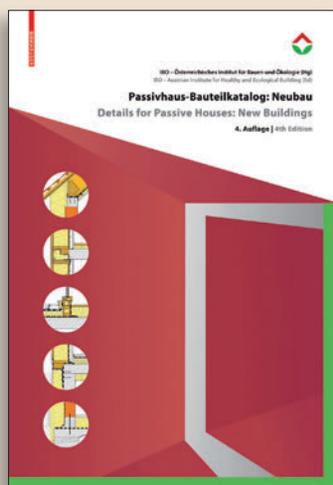
8 <https://www.weitzer-parkett.com/reparkett/>

9 [https://www.lukaslang.com/wp-content/uploads/2019/07/20180726\\_Beitrag\\_RigipsAustria\\_AM\\_Weiss\\_01-2018\\_LLBT\\_Parlament.pdf](https://www.lukaslang.com/wp-content/uploads/2019/07/20180726_Beitrag_RigipsAustria_AM_Weiss_01-2018_LLBT_Parlament.pdf)

## IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie (Hrsg.)

### Passivhaus-Bauteilkatalog: Neubau – ökologisch bewertete Konstruktionen

#### Details for Passive Houses: New Buildings – A Catalogue of Ecologically Rated Constructions



Als Sammlung ökologischer Bewertungen und bauphysikalischer Kennwerte ist der Bauteilkatalog ein Klassiker in jeder Konstruktionsbibliothek und das Basiswerk zum Buch Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung. Planer, Architekten und Wettbewerb-Auslober finden in der Neuauflage des Bauteilkatalogs wie gewohnt zuverlässige Baudetails für den Passivhaus-Standard, Baustoffberatungswissen, Kriterien für den Nachweis ökologisch optimierter Planung sowie für die Ausschreibung. Sämtliche Bewertungen wurden auf Grundlage des internationalen Passivhausstandards durchgeführt. Insgesamt: ein fundiertes Nachschlagewerk, das durch seine Zweisprachigkeit hilft, Sprachbarrieren zu überwinden und somit auch für die Beratung mit internationalen Bauherren herangezogen werden kann.

BIRKHÄUSER 2018, fünfte durchgesehene Aufl. 2024. 356 Seiten deutsch/englisch, Euro 99,95

tion in Graz<sup>10</sup>, einem der Use Cases im Projekt BuildReUse, zeichnen sich u.a. durch schnelle Montage vor Ort aus, ihre zerstörungsfreie Rückbaubarkeit ist jedoch derzeit in der Praxis in den meisten Fällen noch nicht möglich.

- Beton-Hohlwandelemente werden im EU-Projekt ReCreate<sup>11</sup> in Kooperation mit ausführenden Unternehmen u.a. in Finnland in die Wiederverwendung zurückgeführt. Dazu werden die Komponenten vorab im Spender-Gebäude untersucht, mit geringen Schädigungen entnommen, aufbereitet und schließlich von Prüfeinrichtungen nach gültigen Normen geprüft. Damit liegen technische Daten vor, sodass ausführende Unternehmen die Verantwortung für die eingesetzten Re-Use Teile übernehmen können.
- Für Betonfertigteile aus Plattenbauten der DDR-Zeit konnte ebenfalls anhand umgesetzter Projekte nachgewiesen werden, dass Re-Use für adaptierte Anwendungsbereiche möglich ist. So konnten im eingeschobigen Sportlerheim Kolkwitz 20 Außenwand-, 20 Innenwand- und 40 Decken-STB-Fertigelemente aus drei Spendergebäuden wiedereingesetzt werden.<sup>12</sup>
- Beim Projekt Siemensstadt (Deutschland) wurden Voll-Ziegel rückgebaut und für den Wiederverkauf aufbereitet. Hier war eine der wichtigen Erkenntnisse, dass heute genutzte Mörtel ebenso wie heute gebräuchliche hochporosierete Ziegel für einen zerstörungsfreien Rückbau nicht geeignet sind.<sup>13</sup>
- Ein Beispiel für die nachträgliche CE Kennzeichnung von wiederverwendeten Voll-Ziegeln liefert die Firma Gamle Mursten Tech, die ihre Re-Use Produkte unter dem Handelsnamen „GM Re-used bricks“ vertreibt. Die Firma prüft bei abbruchreifen Gebäuden vorab die Qualität der ursprünglich verbauten Voll-Ziegeln, führt Tests in Bezug auf Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit, Wasseraufnahme durch. Eignen sich die Ziegel grundsätzlich, führt Gamle Mursten Tech Beratungen für den selektiven Rückbau durch, sammelt und reinigt die Ziegel, und leitet ggf. erforderliche Aufbereitungsschritte ein. Die technischen Eigenschaften werden durch das national notifizierte Prüflabor Dancert auf Basis eines spezifischen Europäischen Bewertungsdokuments (EAD 170005-00-0305) geprüft. Der Anwendungsbereich ist auf Verblend- und Verputzmauerwerk, Innenverkleidungen und nicht-tragende Innenwände eingeschränkt.
- Durch die Firma Greyfield Group werden unter der geschützten Marke „Re:unit“ Gipskartonplatten rückgebaut, auf Schad-

stofffreiheit und technische Eigenschaften durch Materialprüfanstalten getestet und über eine Registrierungsnummer mit individuellen Daten zu Bezugsort, Aufbereitungs- und Lagerprozessen versehen.

**Schritte zum Re-Use**

Für Bauprodukte gelten die Bauprodukteverordnung, harmonisierte europäische oder ergänzende nationale Bauproduktennormen und – für die Verwendbarkeit in Gebäuden – nationales Baurecht. Gefordert werden dabei standardisierte Qualitätssicherungs-Prozesse von Eigen- und Fremdüberwachung. Das macht den Nachweis für Re-Use-Bauprodukte, deren Qualität nach dem Rückbau sehr unterschiedlich sein kann, komplizierter. Einige Schritte zum Re-Use von Bauprodukten, wie sie bei einem Workshop im Rahmen des Projektes diskutiert wurden, sind in der Abbildung 2 dargestellt.

Darüber hinaus muss geklärt werden, wie eine bautechnische Zulassung und CE-Kennzeichnung, die laut Bauproduktenverordnung über standardisierte Prozesse erfolgen muss, durchgeführt werden kann.

Die Erfahrungen auf dem Weg zu Re-Use zeigen, dass sich neben einem gut geplanten Rückbau auch Maßnahmen in der Planung und Ausführung auf den Re-Use-Anteil auswirken, wie in Abbildung 3 dargestellt. Konkrete Maßnahmen für die Planungsphase sind in Abbildung 4 ersichtlich.

**Re-Use in Gebäuden**

Vielversprechende Projekte gibt es viele, doch repräsentieren sie immer noch beeindruckende Einzelfälle. Im Projekt wurden Beispiele auf ihre mögliche Breitenwirkung hin untersucht, darunter ein studentischer Musterbau in Dresden, das Gewerbe- und Kulturhaus Elys in Basel und ein demontierbares Bürogebäude in Delft.

**ReDeMam Musterbau**

In einem Forschungsprojekt der TU Dresden nahm man sich der Aufgabe an, ein komplett demontierbares Gebäude zu planen, zu bauen, rückzubauen und an neuer Stelle wieder zu errichten. Das Projekt mit dem Titel ReDeMaM (Rezyklierbarer, demontierbarer, energiehocheffizienter, massiver Musterbau) sollte nur am Markt verfügbare Produkte verwenden, um herauszufinden, ob es bereits ein nutzbares Angebot an demontierbaren Massivbauteilen

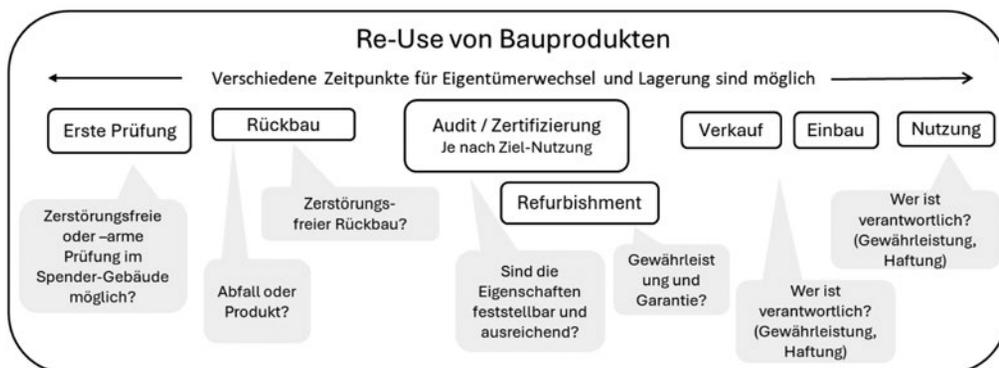


Abb. 2: Zur Wiederverwendung von Bauprodukten müssen mehrere Barrieren überwunden werden, nicht zuletzt um Haftungsfragen zu klären und die Versicherbarkeit zu gewährleisten.

Abb. 3 Prozesslandkarte mit Re-Use von Bauprodukten in Gebäuden

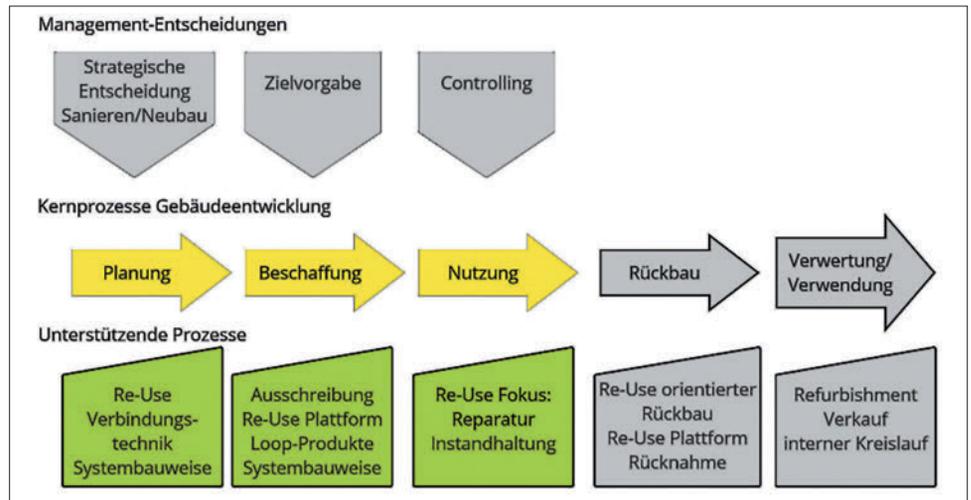
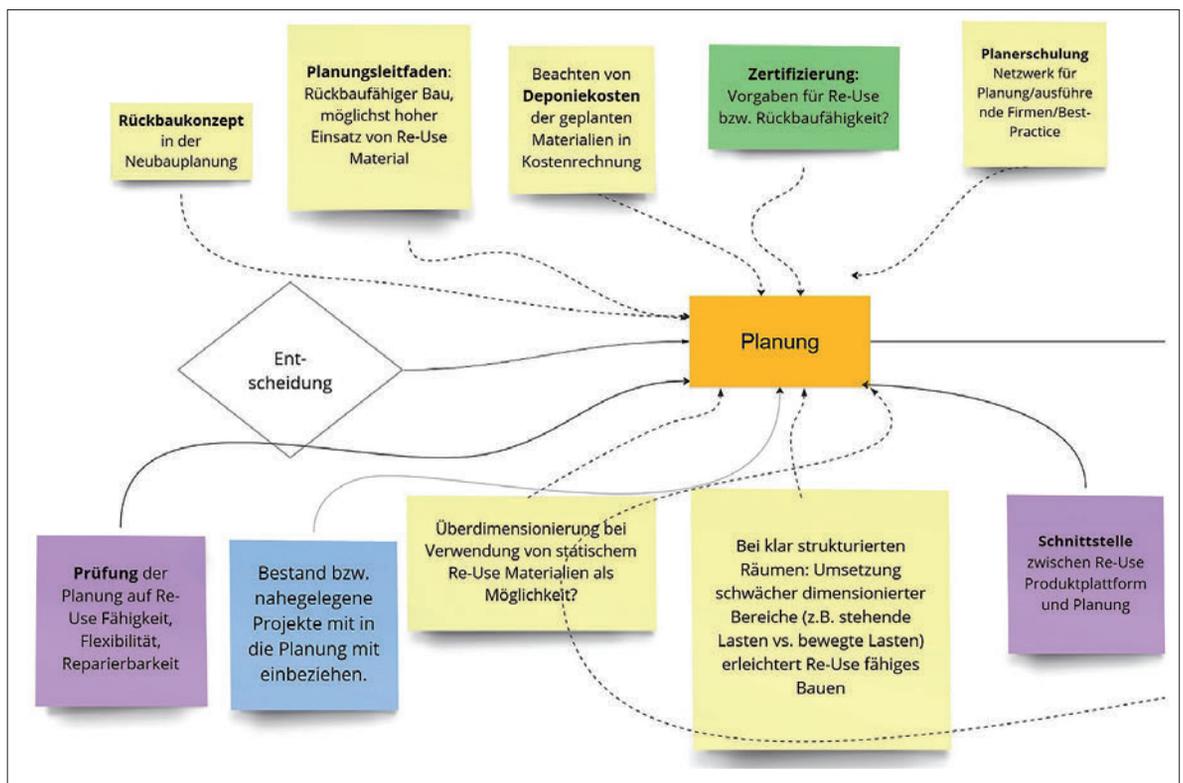


Abb. 4 : Konkrete Maßnahmen für die Planungsphase von Gebäuden mit hohem Re-Use Anteil



gibt und ob diese untereinander kompatibel sind. Aufbauend auf drei Vorgängerprojekten, die sich mit der Problemstellung der Rezyklierbarkeit von Gebäuden in der Theorie beschäftigten, sollten die gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis geprüft werden.

**Gewerbe- und Kulturhaus Elys, Basel<sup>14</sup>**

Für das Gebäude, das unterschiedliche Nutzungen von Eventhallen bis Gastronomie und Ateliers beherbergt, wurde neben der Weiterverwendung der Tragstruktur einer aufgelassenen Großbäckerei eine Vielzahl an Bauprodukten eingesetzt, die entweder aus den Materialkreisläufen ausgeschieden worden wären oder die aus anderen rückgebauten Objekten kamen. Die Fenster stammen aus einer Fehl- und Überproduktion regionaler Fensterhersteller. Die sehr unterschiedlichen Fensterformate sind in Holzrahmenelemente eingebaut. Das Holz dafür wurde zu 40

Prozent aus einem rückgebauten Dachstuhl der Umgebung „geerntet“, dabei wurden die Dachsparren und -pfetten in einer Abbinderei zu Leimbindern verarbeitet. Die Zwischenräume der

10 [https://www.sps-architekten.at/files/sps/Uploads/Downloads/Baudokumentation\\_Stationen\\_in\\_Holzbaweise\\_LKH\\_Graz\\_Standort\\_5%3BC3%BCD.pdf](https://www.sps-architekten.at/files/sps/Uploads/Downloads/Baudokumentation_Stationen_in_Holzbaweise_LKH_Graz_Standort_5%3BC3%BCD.pdf)

11 <https://recreate-project.eu/>

12 Mettke, Angelika, Brandenburgische Technische Universität TU Cottbus, Wiederverwendung von Betonelementen – Betonelemente aus dem Plattenbau, Fachtagung Ressourcenschonung: Von der Idee zum Handeln, 04.-05. Mai 2023, Re-Source 2023, Salzburg

13 <https://www.builtworld.com/event/reuse-in-real-estate-siemensstadt-square>

14 Stricker, Eva, et al, Bauteile wiederverwenden: Ein Kompendium zum zirkulärem Bauen, Hg.v Institut Konstruktives Entwerfen, ZHAW Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen; Baubüro in situ AG und Zirkular GmbH, Park Books, 2021

Holzrahmenkonstruktion sind mit 150 m<sup>3</sup> Steinwolle, die als Restmengen bei Produktion oder Baustellen angefallen sind, ausgefacht und mit Steinwoll-Granulat aufgefüllt. Als Brüstungsgeländer kamen Bodengitter der ehemaligen Großbäckerei zum Einsatz. Trapezblechverkleidungen vom ursprünglichen Gebäude und vom rückgebauten Getränke- und Lager einer ehemaligen Warenzentrale wurden wiederverbaut.

## Building D(emountable), Delft<sup>15</sup>

Die Grundstruktur des 4-geschoßigen Bürogebäudes in Delft ist völlig rückbaubar angelegt und besteht aus einem Rahmen-Tragwerk aus Stahl sowie vorgefertigten Furnierschichtholz-Elementen für Geschoßdecken und Dach. Das Architekturbüro cepezed hat beim gesamten Bauwerk auf eine möglichst materialeffiziente Bauweise Wert gelegt. Auf ein Kellergeschoß wurde zur Gänze verzichtet, das Großraumbürokonzept erlaubt ein Minimum an Trennwänden. Anstelle von Fließestrichen auf zementgebundenen EPS-Schüttungen wurden Trockenestriche auf Splittschüttung in einer stabilen Wabenstruktur aus Pappe verlegt. Die Haustechnik-Installationen sind weitgehend so in die Deckenaufbauten integriert worden, dass sie leicht austauschbar sind.

## Workshops mit vielen Beteiligten

Die zahlreichen Diskussionen mit Planenden, Herstellern, auch Ausführenden sowie Prüfinstituten, Versicherungen und Auftraggeber:innen zeigen zwar große Unsicherheiten bei der Wiederverwendung von Bauteilen vom Ausbau bis zum Wiedereinbau. Die vielen Beispiele zeigen, dass es für Re-Use neue Berufsbilder geben wird, allen voran Spezialist:innen in der Schad- und Störstofferkundung, die Potenziale sehen, Material Scouts, die Produkte vermitteln und Rückbaufachkräfte, die wissen, worauf es beim sorgfältigen Ausbau auf der Baustelle ankommt. Denn für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft ist Optimierung zu wenig, es bedarf der vielzitierten Transformation.

## Literatur

AVV (2020): Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung 2020), HYPERLINK „<https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2020/409/BGBl. II Nr. 409/2020>“

BIMstocks (2023): Digital Urban Mining Platform: Assessing the material composition of building stocks through coupling of BIM to GIS (BIMstocks). M. Honic, I. Kovacic, D. Breitfuss et al. Herausgeber: BMK, Schriftenreihe 44/2023

BNB (2024): Figl H., Fellner M., Nemeth I., Schneider-Marin P., Fortentwicklung und Evaluierung des BNB-Kriteriensteckbriefs 4.1.4 Rückbau, Trennung, Verwertung: Forschungsprojekt im Rahmen von Zukunft Bau, gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Aktenzeichen SWD 10.08.17-20.36, unveröffentlichter Endbericht, März 2024

CLP VO (2008): Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

Europäische Kommission (2020): Circular Economy Action Plan (CEAP), Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel 2020

<sup>15</sup> <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/buero/buerobau-building-demountable-in-delft-7218105>

Europäische Union (2008): EU-Abfallrahmenrichtlinie, Richtlinie 2008/98/EG der Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien.

Mostert et al. (2021): Mostert, C., Sameer, H., Glanz, D., Bringezu, S., Rosen, A.; 2021. Neubau aus Rückbau: Wissenschaftliche Begleitung der Planung und Durchführung des selektiven Rückbaus eines Rathausbaus aus den 1970er-Jahren und der Errichtung eines Neubaus unter Einsatz von Urban Mining (RückRat); Verfügbar über: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-15-2021-dl.pdf;jsessionid=0F61438F5092CB3D53AD5BD9742CE07A.live21323?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-15-2021-dl.pdf;jsessionid=0F61438F5092CB3D53AD5BD9742CE07A.live21323?__blob=publicationFile&v=3); letzter Zugriff: 18.07.2022

POP-Verordnung (2019): Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (POP) PE/61/2019/REV/1

REACH-Verordnung (2010): Verordnung (EU) Nr. 453/2010 der Kommission vom 20. Mai 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Mostert, C., Sameer, H., Glanz, D., Bringezu, S., Rosen, A.; 2021. Neubau aus Rückbau: Wissenschaftliche Begleitung der Planung und Durchführung des selektiven Rückbaus eines Rathausbaus aus den 1970er-Jahren und der Errichtung eines Neubaus unter Einsatz von Urban Mining (RückRat); Verfügbar über: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-15-2021-dl.pdf;jsessionid=0F61438F5092CB3D53AD5BD9742CE07A.live21323?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-15-2021-dl.pdf;jsessionid=0F61438F5092CB3D53AD5BD9742CE07A.live21323?__blob=publicationFile&v=3); letzter Zugriff: 18.07.2022

Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB (2020): Figl, H., et al, 2020. Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB als Beitrag zum ressourceneffizienten Bauen, Projekt im Rahmen von Zukunft Bau, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) -Deutschland, SWD 10.08.17.7–18.18, Endbericht, 2020

*Das Projekt »BuildReUse« wird im Rahmen der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft gefördert. Die FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft ist eine Forschungs-, Technologie- und Innovationsinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Sie wird im Auftrag des BMK von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt.*



## Projektkonsortium

- AEE – Institut für Nachhaltige Technologien
- IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
- Österreichisches Ökologie-Institut
- Fachhochschule Salzburg GmbH
- ATP sustain GmbH
- SPAR Österreichische Warenhandels AG
- Steiermärkische Krankenanstaltenges. m.b.H.

### Informationen

Mag. Veronika Huemer-Kals  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [veronika.huemerkals@ibo.at](mailto:veronika.huemerkals@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)

*Ihr Ansprechpartner für gesunde Raumluf*

## Ihr Service

- + Luftschadstoffanalyse
- + Schimmelpilzberatung
- + Elektromagnetische Felder
- + Klima- und Lüftungsanlagen
- + Blower-Door
- + Sensorische Geruchsanalyse



## Unsere Kompetenz

- + Messungen in ganz Österreich
- + über 20 Jahre Erfahrung
- + Diplomierte TechnikerInnen
- + 400 Messungen/Jahr
- + Kostenfreies Angebot

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

Tel 01/983 80 80

Fax 01/983 80 80-15

[office@innenraumanalytik.at](mailto:office@innenraumanalytik.at)

# HOUSEFUL – Vielfältige Ansätze für praktische Kreislaufwirtschaft im Bausektor

Wie im Ökodorf Cambium Wasser, Gas und Düngemittel gewonnen werden.

Georg W. Reinberg, Architekturbüro Reinberg ZT GmbH  
Marco Hartl, alchemia-nova GmbH

**E**in ehemaliges Kasernengelände im steirischen Fehring entwickelt sich seit einigen Jahren zu einem Musterbeispiel der Transformation. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde nun eine vertikale Pflanzenkläranlage, betrieben in einem Glashaus und temperiert durch einen Biomeiler, realisiert. Dabei wurden in der Errichtung kreislauffähige Bauteile wiederverwendet.

„Das von der EU geförderte Projekt HOUSEFUL zielte darauf ab, den Übergang vom aktuellen linearen System „nehmen, herstellen, verwenden, entsorgen“ zu einer Kreislaufwirtschaft im Bausektor zu unterstützen. Elf Lösungen in Bezug auf Material-, Wasser-, Abfall- und Energie-Ressourcenströme wurden entwickelt, einschließlich zweier wasserfokussierter Lösungen für die gebäudeintegrierte Behandlung und Wiederverwendung von Abwasser und Grauwasser. Drei Demonstrationsstandorte zeigen diese Lösungen; 1) Cambium vertECO® in Fehring zur Behandlung des häuslichen Abwassers einer österreichischen Öko-Gemeinschaft und dessen Wiederverwendung in der lokalen Landwirtschaft, 2) St. Quirze GRETA™ Grünwand für die Behandlung von Grau- und Regenwasser und die Wiederverwendung vor Ort für die Toilettenspülung in einem sozialen Wohnungsbau in Barcelona, Spanien und 3) Sabadell vertECO® für die Behandlung von Grauwasser und dessen Wiederverwendung zur Bewässerung von Zierpflanzen, wieder in einem sozialen Wohnungsbau in Barcelona, Spanien. Das System wurde von alchemia-nova als Teil früherer Forschungsprojekte entwickelt und erfolgreich für die Behandlung von Grauwasser ("Schwarzwasser nennt man das Abwasser der Toilettenspülung, "Grauwasser" ist das sonstige häusliche Abwasser) und dessen Wiederverwendung vor Ort für Toilettenspülung und Bewässerung demonstriert. Das vorgestellte Cambium vertECO® System ist das erste seiner Art, das das gesamte häusliche Abwasser einschließlich des Schwarzwassers aus Toiletten behandelt. Die beiden Standorte in Spanien demonstrieren Grünwände für die ortsgebundene Behandlung von Regen- und Grauwasser als eine noch relativ neue Entwicklung im Bereich mit wenigen Beispielen weltweit.<sup>1</sup>

Das Demonstrationsprojekt Cambium in Fehring wird im Folgenden näher beschrieben. Hier wurde eine ehemalige Kaserne von einer gemeinschaftlich agierenden Bewohner:innengruppe gekauft und nun vor allem für Wohnzwecke und für Seminare genutzt.

## Ein Wintergarten für die Kläranlage

Um die Kläranlage frostfrei zu halten und auch um Pflanzenaufzucht zu ermöglichen, wurde ein innovativer Wintergarten aus möglichst weitgehend recyceltem Material gebaut. Dieser war zunächst als Anbau an den bestehenden Wohnbau – eine ehemalige Kaserne, die saniert werden soll – geplant. Der Wintergarten sollte hier die Dämmung des Baubestandes verbessern und gleichzeitig die Wärme, die aus dem Altbau verloren geht, zur Frostfreihaltung des Gewächshauses nutzen. Da sich aber die Entscheidungen betreffend Sanierung des Bestandsbaus verzögerten, wurde der Wintergarten an einem anderen Gebäude, einer ehemaligen Panzerhalle – auf dem gleichen Gelände, jedoch unbeheizt – realisiert. Um dieses Gewächshaus weiterhin auf für die Kläranlage idealen Temperaturen und frostfrei zu halten, werden winterliche, passive Solargewinne über die Gebäudemasse genutzt und es wurde ein Biomeiler errichtet. Dieser besteht aus forstwirtschaftlichen Abfällen, in die ein wassergeführter Schlauch eingelegt ist. In diesem Biomeiler können durch mikrobielle Abbau-Prozesse hohe Temperaturen entstehen, und das gewärmte Wasser kann über eine Wandheizung den Wintergarten beheizen.

Der Wintergarten selbst wurde aus wiederverwertbaren, marktüblichen Aluminiumprofilen errichtet, in die – aus einem Abbruch gewonnene – Isoliergläser eingesetzt wurden. Die Dämmung zum Bestandsgebäude und zum Erdreich erfolgte mit Schaumglasplatten. Die Heizungsrohre, die auf der Schaumglasdämmung montiert wurden, sind in einem dicken Lehmputz integriert. Diesem Lehmputz ist Biokohle beigemischt und er speichert nicht nur mehr Kohlenstoff, sondern durch die dunklere Farbe auch mehr Energie und durch die erhöhte Porosität mehr Luftfeuchte. Das Dach besteht aus gedämmten Trapezblechprofilen. Der Boden im Wintergarten wurde mit Ziegelsteinen aus zweiter Hand belegt.

Als Grundlage für die Detailplanung wurden Simulationen des thermischen Verhaltens durchgeführt. Der Wintergarten verfügt über ein automatisiertes Belüftungskonzept (Lüftungsklappen in den Seitenwänden und im Dach), um sommerliche Überhitzung und winterliche Unterkühlung zu vermeiden. Der Entwurf ist so

1) Estelrich, M., Vosse, J., Comas, J., Atanasova, N., Costa, J.C., Gattringer, H., Buttiglieri, G. 2021. Feasibility of vertical ecosystem for sustainable water treatment and reuse in touristic resorts. *Journal of Environmental Management* 294, 112968. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112968>



Biogasanlage mit Gassack



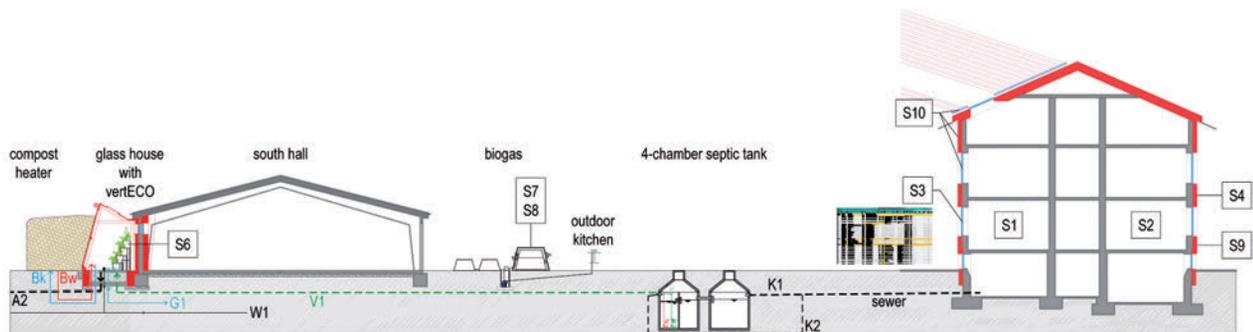
Gewächshaus mit Kläranlage



Pflanzen die das Wasser reinigen



Süd-Ostansicht des Glashauses



- N. vertECO + compost heater**
- A2 glasshouse drain
  - Bk chilled down water from glasshouse to compost heater
  - Bw compost heater warm water to glasshouse
  - G1 purified water to extraction point
  - K1 existing sewer to 4-chamber septic tank
  - K2 4th chamber drain to existing sewer
  - V1 Solid - separated wastewater from 4-chamber septic tank to vertECO
  - W1 Tap water from the main water pipe to the tapping point

- O. houseful solutions**
- S1 Definition of a new method for the analysis of Building circularity
  - S2 Social engagement for co-creation
  - S3 Material Passport + BIM
  - S4 Searching local building material
  - S6 Efficient treatment and reuse of un-segregated water
  - S7 Bio waste (and blackwater) treatment for biogas production
  - S8 High quality fertiliser/compost of local origin
  - S9 Optimal management of waste at the end of building life cycle
  - S10 Improvement of energy efficiency by active and passive solutions

Systemschnitt

ausgelegt, dass die winterlichen Solarerträge optimiert werden. Die Lehmputze und der massive Fußboden ermöglichen eine gute Speicherung der winterlichen Solarwärme und der Kälte der Sommernächte.

### Vertikale Wasserreinigung

Die vertECO® wurde von alchemia-nova als vertikales Ökosystem und bepflanzter Bodenfilter in Form einer grünen Wand entwickelt. Die mit Substrat gefüllten und belüfteten Becken sind vertikal stufenweise in Serie angeordnet und haben ein hydraulisches Regime mit horizontaler unterirdischer Durchströmung. Das System hat sich in früheren Studien bei der Behandlung von Grauwasser und der flüssigen Fraktion von Schwarzwasser als wirksam erwiesen. Die Anlage in Fehring (Stmk) nutzt alle Fraktionen des häuslichen Abwassers (also Grau- und Schwarzwasser), das mechanisch über eine 4-Kammergrube vorbehandelt wurde. Vier parallele Systemmodule, mit 2 m langen Becken auf jeweils 4 Stufen, werden verwendet, um täglich insgesamt 500 Liter Abwasser aufzubereiten. Das gereinigte Wasser wird unter der vertECO® in integrierten Tanks gespeichert, dreimal täglich ozonisiert und in den Tanks rezirkuliert, um Pathogene noch weiter zu eliminieren. Das Ergebnis ist die zirkuläre Wasser- und Nährstoffwiederverwendung in der lokalen Landwirtschaft. Die Abwasserzufuhr begann im Mai 2022 und der Probenentnahmezeitraum erstreckt sich von November 2022 bis Juli 2023. Die Ergebnisse des Ablaufs zeigen, dass die gesetzlich relevanten durchschnittlichen Ablaufwerte bereits nach alleinigem Einsatz des vertECO® unter den EU-Schwellenwerten für die Wasserwiederverwendungsklasse C für wiederverwendetes Wasser (nur Tropfbewässerung) liegen und die durchschnittlichen Ablaufwerte nach Kombination von vertECO® und Ozonierung unter den Schwellenwerten für Klasse B liegen (BSB5 ≤ 25 mg/L, TSS ≤ 35 mg/L, Legionella < 1000 KBE/L und E. coli ≤ 100 KBE/100 mL). Sie erfüllen die örtlichen österreichischen Genehmigungsanforderungen, wobei einzelne Probeentnahmeereignisse sogar die EU-Wiederverwendungsklasse A erreichen (z.B. könnten dann zusätzlich Gemüse, die roh verzehrt werden, bewässert werden).

### Wärme aus dem Biomeiler

Ein Kompost-Heizsystem, genannt „Biomeiler“, erzeugt Warmwasser aus der Wärme des mikrobiellen Kompostierungsprozesses, welches dann für die Wandheizung in der Rückwand des Wintergartens verwendet wird, um auch während längerer sehr kalten Perioden ohne Sonnenschein die Temperatur hoch genug zu halten, um die mikrobiellen Prozesse in der vertECO® zu garantieren und das Abfrieren von Pflanzen zu verhindern. Theoretisch kann ein solcher Biomeiler über mehrere Wochen Vorlauftemperaturen von 60-70 Grad erzeugen und dann noch über 1-2 Jahre Vorlauftemperaturen im Wasser von 30-40 Grad Celsius. Eigene Messungen haben gezeigt, dass von Ende November 2022 bis Ende Jänner 2023 um die 45 Grad Celsius erzeugt werden konnten und dann bis zum Abbau im Herbst 2023 um die 30 Grad Celsius. Nun wird das kompostierte Biomeiler-Material (ca. 60 m<sup>3</sup> feine

Hackschnitzel und anderes biogenes Material) in der Landwirtschaft als Dünger und Bodenverbesserer eingesetzt.

### Küchenabfälle werden Biogas

Das Biogas-System von HOMEBIOGAS war die erste "micro-scale" Biogasanlage, welche, soweit den Partnern:innen bekannt, eine offizielle österreichische Genehmigung erhalten hat. Dies war nur durch intensive Vorbereitungsarbeit von alchemia-nova, HOMEBIOGAS und einem lokalen Biogas-Experten (planenergy – Alexander Luidolt) möglich. Das System produziert nun Biogas aus dem Küchenabfall der lokalen Öko-Gemeinschaft, genug um durchschnittlich 1-2 Stunden pro Tag zu kochen. Überschüsse können dank des zusätzlichen Gaslagers von 3000 Liter über den internen Speicher von 700 Liter eingelagert werden. Darüber hinaus produziert das System täglich 4-6 Liter Gärreste, also flüssigen Bio-Dünger, der im lokalen Gemüsegarten verwendet wird. Das entspricht der Erzeugung von 2074,66 kWh/Jahr im ersten Jahr und 2963,80 kWh/Jahr nach dem ersten Jahr sowie der Produktion von etwa 1460 Litern/Jahr an Bio-Dünger für die gemeinschaftliche und lokale Landwirtschaft.<sup>2</sup>

### Forschungsprojekt „Houseful“

Das Projekt wurde im Rahmen der Finanzhilfvereinbarung Nr. 776708 aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union (Horizont 2020) gefördert, Innovative circular solutions and services for new business opportunities in the EU housing sector.

Projektdauer: 1.5.2021 – 30.4.2023

#### Planung Wintergarten:

Architekturbüro Reinberg ZT GmbH, 2020 – 2021

Bauzeit: 08.2021 – 03.2022

Nutzfläche: 53m<sup>2</sup>, Volumen: 26 m<sup>3</sup>

#### Auftraggeber:

Cambium, Leben in Gemeinschaft.

#### Planung der Kreislauf-Lösungen und im speziellen der Wasserreinigung:

alchemia-Nova, Institut für innovative Phytochemie & Kreislaufwirtschaft.

#### Ausführung Wintergarten:

Materialnomaden GmbH und Baumeister Pongratz,

Lehmarbeiten und Ziegelboden: Jan Barnick

Sanierungsstudie: Architekturbüro Reinberg ZT GmbH

Fotos: Marco Hartl und Georg W. Reinberg

### Informationen

Architekt Georg W. Reinberg  
A-1070 Wien, Lindengasse 39/8  
Tel: (+43) 01-524 82 80-0  
architekt@reinberg.net  
<http://www.reinberg.net>

2) Mengenangaben: Alex Luidolt



**S P E K T R U M**  
BAUPHYSIK & BAUÖKOLOGIE



THERMISCHE BAUPHYSIK  
BAUAKUSTIK | SCHALLSCHUTZ  
RAUMAKUSTIK | LÄRMSCHUTZ  
BAUÖKOLOGIE | MESSUNGEN | SIMULATION  
GUTACHTEN | GEBÄUDEZERTIFIKATE

**SPEKTRUM Bauphysik & Bauökologie**

Lustenauerstr. 64, 6850 Dornbirn

T +43 (0)5572 208008

office@spektrum.co.at

www.spektrum.co.at

# RENOWAVE.AT – Aktuelle Entwicklungen im Innovationslabor

Das Innovationslabor für klimaneutrale Gebäude und Quartierssanierungen steht nun kurz vor der „Halbzeit“ seines fünfjährigen Förderzeitraums. Welche Innovationen konnten bisher umgesetzt werden und wie sieht die weitere Entwicklung aus?



Sophie Krabina, Ulla Unzeitig, Armin Knotzer, Constance Weiser,  
RENOWAVE.AT

## Das RENOWAVE.AT-Team wächst weiter!

Das Innovationslabor zählt nun zwölf Mitarbeiter:innen, verteilt auf die Standorte Wien und Gleisdorf, die gemeinsam innovative Ideen vorantreiben. Sophie Krabina verstärkt seit März 2023 das Innovationslabor und setzt neue Impulse in den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit, Social Media und Websitebetreuung. Darüber hinaus unterstützt Sarah Fuchs seit März 2024 das RENOWAVE.AT-Team bei der Projektarbeit. Seit April 2024 verstärken außerdem Iris Kaltenecker, die die Leitung des neuen Nachwuchsformats Renowave.Studio übernimmt, und Magdalena Oppel, die das Projektteam im Bereich Kreislaufwirtschaft unterstützt, das Team. Die erfolgreiche standortübergreifende Zusammenarbeit bleibt ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Aktivitäten des Innovationslabors.

## Serielle Sanierung in Österreich am Vormarsch

Die serielle Sanierung hat sich in Österreich als bedeutendes Thema etabliert und zieht nun immer mehr Unternehmen an, die sich intensiv damit auseinandersetzen. Diese innovative Methode ermöglicht es, Gebäude in kurzer Bauzeit und bei laufendem Betrieb thermisch zu sanieren.

RENOWAVE.AT engagiert sich im Rahmen des dreijährigen FFG-Branchenforschungsprojekts „SeRenoWood – Optimierung der

Seriellen Sanierung mit vorgefertigten Elementen aus Holz durch die Methodik des Value Managements“. Durch diesen innovativen Ansatz ist eine signifikante Steigerung der Sanierungsrate möglich, was dabei hilft, die österreichischen Klimaziele zu erreichen. Die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses für Auftraggeber:innen und -nehmer:innen sowie von Standards für die Branche soll dazu beitragen, die serielle Sanierung fest am österreichischen Markt zu verankern.

Zusätzlich plant das Innovationslabor voraussichtlich im Herbst 2024 eine Exkursion nach Deutschland ins Energiesprung Reallabor. Diese Reise bietet die einzigartige Gelegenheit, erfolgreiche Projekte aus nächster Nähe kennenzulernen und sich mit den Verantwortlichen auszutauschen. Interessierte können sich für weitere Informationen gerne an Ulla Unzeitig ([ulla.unzeitig@renowave.at](mailto:ulla.unzeitig@renowave.at)) wenden oder auch den RENOWAVE.AT Newsletter abonnieren!

## Qualitätsplattform Sanierungspartner

RENOWAVE.AT übernimmt die Leitung der Qualitätsplattform Sanierungspartner. In Abstimmung mit dem Vereinsvorstand wird nicht nur die Website erneuert, sondern auch eine österreichweite Ausweitung vorangetrieben. Die Qualitätsplattform hat sich in Wien als Ergänzung zur HAUSKUNFT, einem Netzwerk für Sanie-



Teilnehmer:innen der RENOWAVE Klausur am 23. April 2024 in Salzburg v.l.n.r.: Silviu Chertes (RENOWAVE.AT), Ernst Gruber (wohnbund:consult), Thomas Buchsteiner (TOWERN 3000), Magdalena Oppel (RENOWAVE.AT), Wolfgang Amann (IIBW), Sabine Erber (Energieinstitut Vorarlberg), Thomas Bednar (TU WIEN), Bernhard Lipp (IBO), Constance Weiser (RENOWAVE.AT), Florian Eckkammer (FH Technikum Wien), Christina Böckl (RENOWAVE.AT), Markus Leeb (FH Salzburg), Ulla Unzeitig (RENOWAVE.AT), Susanne Formanek (RENOWAVE.AT), Rainer Scheidle (Renowate.earth), Margot Grim-Schlink (e7), Foto ©: Tanja Eschberger-Friedl

rungsberatung, etabliert. Auf der Plattform sind geeignete Partner:innen gelistet, die strenge Qualitätsstandards erfüllen und daher für Sanierungsprojekte empfohlen werden. Diese Plattform wird am 25. September im Climate Lab in Wien vorgestellt. Weitere Informationen zu dieser Veranstaltung werden bald in unserem Newsletter und auf unserer Website verfügbar sein.

### RENOWAVE.AT Impact Days

Am 17. und 18. Oktober 2023 fand in der Grazer Seifenfabrik der erste Kongress zum Thema klimaneutrale, ganzheitliche Sanierung statt. Die Veranstaltung lockte fast 350 Teilnehmer:innen an und bot eine Plattform für intensive Diskussionen in den Bereichen Digitalisierung, serielle Sanierung, soziale Prozesse und Wärmepumpen. Der Studierendenwettbewerb „Education for Future“ präsentierte inspirierende Ideen junger Talente, wobei Sanna Mäuser, Paul Weigand und Alex Walcher von der TU Innsbruck mit ihrem innovativen Sanierungsvorschlag für die Frauenkopf-Klinik in Innsbruck den 1. Platz gewannen.

Die kommenden RENOWAVE.AT Impact Days am 23. und 24. Oktober 2024 in Hallein versprechen ebenfalls ein besonderes Ereignis zu werden: Erstmals kooperiert das Innovationslabor mit Innovation Salzburg, der Zukunftsagentur Bau, dem Netzwerk Alpines Bauen und dem SIR – Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen. Die seit Jahren gut eingeführten Veranstaltungen „Brennpunkt Alpines Bauen“ und „Salzburger Wohnbausymposium“ finden 2024 im Rahmen der Renowave.AT Impact Days statt, ergänzt um die erste österreichische Ausstellung „Seriell Sanieren in Österreich“ und das Nachwuchsformat „Renowave.Studio“. Der „Education for Future Award“ wird am ersten Veranstaltungstag verliehen.

### Länder-Kooperationen mit Kärnten und Steiermark: Fortsetzung der erfolgreichen Zusammenarbeit

In Abstimmung mit dem Land Kärnten ist im Juni 2024 eine Exkursion nach Tirol und Vorarlberg zum Thema „Lernen von Sanierungen im bewohnten Zustand“ geplant. Gleichzeitig wird RENOWAVE.AT gemeinsam mit der Ziviltechnikerkammer bei der Entwicklung von Kriterien für die Neubewertung von Sanierungen in der Wohnbauförderung konsultiert.

Zusammen mit dem Land Steiermark wird intensiv an neuen Demonstrationsgebäuden für hochwertige Sanierungen gearbeitet, darunter zwei in Graz und Knittelfeld im Rahmen des Forschungsprojekts RENVELOPE. Die erfolgreichen Impact Days im Herbst 2023 gaben den Anstoß zur Organisation von Veranstaltungen mit Betrieben und Wohnbauträgern zu Themen wie Sanierung mit vorgefertigten Elementen sowie Organisationsformen und Finanzierung von Sanierungen.

### Forschungsprojekte und laufende Ausschreibungen

RENOWAVE.AT hat soeben den Zuschlag für KnowHowHP und LIFE Reno Tides – zwei internationale Forschungsprojekte – erhalten. Neu ist auch KRAISBAU – ein vierjähriges Forschungsprojekt, das mit einem Team von 37 Konsortialpartner:innen und Stakeholder:innen aus der Industrie gestartet ist. Für das ebenfalls

neue Projekt BEE.AI zur Nutzung von ESA-Daten wurden gemeinsam mit den Partner:innen von MindEarth zwei Workshops zum Thema: „Mit Satellitendaten & KI Gebäudebestand & -performance analysieren“ abgehalten.

Darüber hinaus ist RENOWAVE.AT weiterhin an folgenden Forschungsprojekten beteiligt: RESI.GO (Resiliente Entwicklung der Siedlungsstraße der Gemeinde Ober-Grafendorf), LehB:Klimafit! (klimaneutrale Demonstrationsgebäude & -quartiere), Klimageinschaften (klimafitte Quartierslösungen zur Sanierung), CITY-Governance (Anpassungen im Innovationsökosystem) sowie Smart DAG (smarte & klimaneutrale Sanierung der Dag-Hammar-skjöld-Siedlung), das bis 2025 verlängert wurde.

Im Rahmen des Projekts RENOINVEST Forschungsprojekts (Finanzierung von ganzheitlichen Sanierungen) wurden erfolgreich der erste nationale Runde Tisch zur nachhaltigen Sanierung am 17. April 2024 in Leibnitz sowie der erste internationale Round Table am 18. April 2024 in Gornja Radgona organisiert.

Bei der letzten TIKS-Ausschreibung 2023 wurde gemeinsam mit Genossenschaftsmitgliedern und anderen Organisationen eine Vielzahl an Projekten eingereicht. Die neue TIKS-Ausschreibung 2024 fördert spezifische angewandte Forschungsfragen und F&E-Dienstleistungen, die zur Entwicklung klimaneutraler und klimaresilienter städtischer Gebiete beitragen. Mit einem Budget von 23 Millionen EUR, finanziert durch das BMK und den Klima- und Energiefonds, richtet sich die Ausschreibung an Forschungseinrichtungen, Unternehmen und nicht wirtschaftliche Organisationen, die sich mit Fragen der Klimaneutralität von Städten befassen. Interessierte können sich bezüglich Vernetzung gerne an RENOWAVE.AT wenden.

### Genossenschaftler:in werden

Bei RENOWAVE.AT sind alle willkommen, die sich aktiv für einen klimaneutralen Gebäudebestand einsetzen wollen.

Informationen darüber, wie man Genossenschaftler:in wird, sind auf der RENOWAVE.AT-Website verfügbar. Auch eine informelle E-Mail reicht aus, um Interesse zu bekunden.

Kontaktieren Sie uns: [innovation@renowave.at](mailto:innovation@renowave.at)



#### Informationen

DI Ulla Unzeitig  
RENOWAVE.AT e.G.  
Schottenfeldgasse 12/1  
A-1070 Wien  
[office@renowave.at](mailto:office@renowave.at), [www.renowave.at](http://www.renowave.at)

# TimberBioC

Kritische Evaluierung des Effekts biogenen Kohlenstoffs in Holzprodukten auf den Klimawandel anhand dynamischer Modelle. Ein Vortrag gehalten am BauZ! 2024.

Tudor Dobra, Franz Dolezal | IBO GmbH, Wien; Mathias Neumann | BOKU, Wien  
Thomas Zelger | FH Technikum, Wien

## Einleitung

Holz nimmt im Laufe seines Wachstums CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf und lagert es in Form von Kohlenstoff ein. Dies führt zu einer Reduktion des Treibhausgases in der Atmosphäre und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Abschwächung der aktuellen klimatischen Bedingungen, besonders wenn CO<sub>2</sub> sehr lange im Holz gebunden bleibt. Diese Eigenschaft wird vor allem von langlebigen (zumeist in der Primärkonstruktion eingesetzten) Holzprodukten im Baubereich erfüllt. Auch wenn es sich bei diesem Vorgang um eine temporäre CO<sub>2</sub>-Speicherung handelt, werden dabei dennoch unmittelbare Emissionen vermieden und damit das Erreichen von CO<sub>2</sub>-bezogenen Reduktionszielen unterstützt. Dieser Effekt kann allerdings mit der aktuellen Methode der Ökobilanzierung von Bauprodukten nicht abgebildet werden.

## Ausgangssituation

Nach der derzeit gültigen Ökobilanzmethode für Bauprodukte (EN 15804 [1]) spielt der Kohlenstoffgehalt im betrachteten Produkt eine entscheidende Rolle. Der während des Baumwachstums aufgenommene und zum Zeitpunkt der Herstellung im Produkt befindliche (biogene) Kohlenstoff ist als negatives Treibhauspotenzial (GWP) im Rohstoff zu berücksichtigen (-3,67 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kg C) und wird in der Lebenszyklusphase A1-A3 (Herstellungsphase) ausgewiesen. Allerdings muss der gesamte im Produkt gespeicherte Kohlenstoff am Lebensende (Lebenszyklusphase C: Entsorgungsphase) verpflichtend wieder aus dem betrachteten System ausgebuht und somit hinsichtlich des GWP mit +3,67 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kg C bewertet werden. Die Ströme an bio-

genem Kohlenstoff in und aus den Holzprodukten, führen daher bei dieser Betrachtungsmethode (auch als „-1/+1-Ansatz“ bekannt) über den gesamten Lebenszyklus zu einem Netto-Null-Beitrag bezüglich des Kohlenstoff-Fußabdrucks des Produkts. Jegliche Anrechnung von positiven Effekten der vorübergehenden biogenen Kohlenstoffspeicherung und der damit verbundenen verzögerten CO<sub>2</sub>-Emissionen ist nicht zulässig. Mit dieser Vorgehensweise werden somit im Zusammenhang mit den biogenen Kohlenstoff- bzw. CO<sub>2</sub>-Flüssen weder eine Verlängerung der Produktlebensdauer noch das Bevorzugen einer Wiederverwendung oder stofflichen Verwertung gegenüber einer thermischen Verwertung am Lebensende berücksichtigt und dementsprechend auch keine Lenkungswirkung hinsichtlich einer effizienten Kreislaufwirtschaft im Holzbau erzielt.

## Dynamische Ökobilanzierung

Die dynamische Ökobilanzierung (DLCA) ist eine Erweiterung bzw. Anpassung der „traditionellen“ Ökobilanzmethode, die zeitlichen Aspekte der Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts berücksichtigt [2]. Grundsätzlich ist diese „Dynamisierung“ für alle Wirkungsindikatoren durchführbar, bisher lag der Fokus bei solchen Betrachtungen aber vor allem auf den Treibhausgasen (primär CO<sub>2</sub>). Im Gegensatz zur statischen Methode nach EN 15804 bei der alle Auswirkungen im Betrachtungszeitraum zeitlich zusammengefasst und somit gleichbehandelt werden, wird bei der dynamischen Ökobilanzierung der Zeitpunkt von Inputs (Material & Energie) sowie Outputs (Abfälle, Emissionen) im betrachteten System explizit berücksichtigt und deren Auswirkungen auf die Umwelt – basierend

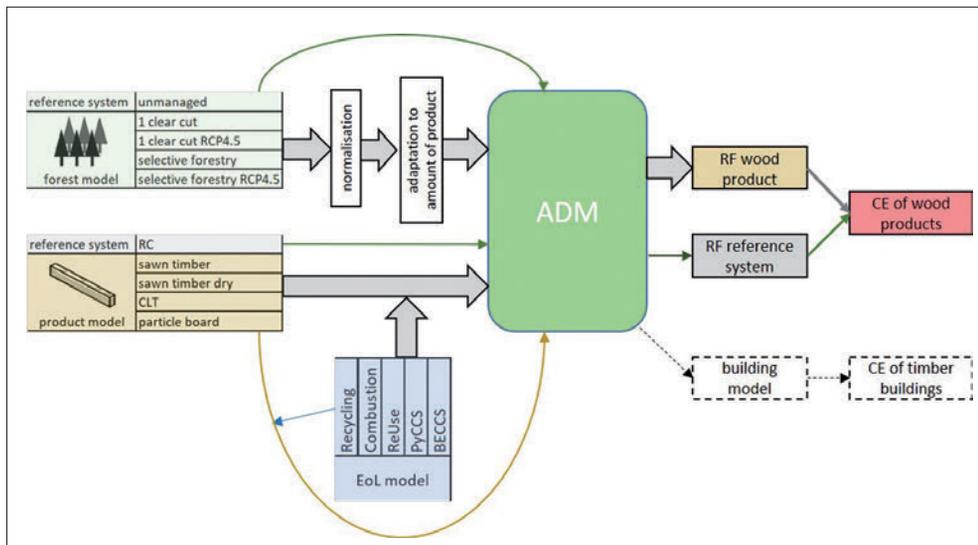


Abb. 1: Schematische Darstellung des dynamischen TimberBioC-Ansatzes

auf den tatsächlichen Abbauraten in der Atmosphäre – differenziert betrachtet. Darüber hinaus kann auch berücksichtigt werden, dass sich Auswirkungen von gewissen Prozessen im Laufe der Zeit aufgrund von Änderungen der Technologie, des Verbraucherverhaltens, der Vorschriften und anderer Faktoren ändern können.

**TimberBioC – Methodik & Ziel**

Eine schematische Übersicht der Projektinhalte ist in Abbildung 1 dargestellt. Die im Forschungsprojekt durchgeführten Untersuchungen zielen auf eine holistische Quantifizierung und Darstellung der Treibhauswirkung von Holzbauprodukten ab. Hierfür wird einerseits mit Hilfe eines dynamischen Waldmodells unter Berücksichtigung verschiedenen Bestandstypen inkl. der spezifischen Umtriebszeiten sowie verschiedener Szenarien der Waldbewirtschaftung die jährliche (biogene) Kohlenstoffbilanz im Forst nach der Holzentnahme modelliert und in weiterer Folge die atmosphärenrelevanten CO<sub>2</sub>-Flüsse berechnet. Dabei werden auch das Totholz, die Kohlenstoffdynamik im Waldboden sowie der Einfluss künftiger Klimaszenarien berücksichtigt. Dieser Ansatz der nachgelagerten Betrachtung hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Aufnahme, stellt einen Gegensatz zur aktuellen Praxis dar, bei der die Speicherung vor der Holzentnahme berücksichtigt wird. Andererseits wird für die verschiedenen Holzprodukte (Schnittholz, CLT etc.) eine ebenfalls jährlich aufgelöste Sach- und in weiterer Folge CO<sub>2</sub>-Bilanz basierend auf ecoinvent v3.8 modelliert. Um den aktuellen Entwicklungen bzgl. Kreislaufwirtschaft im Bausektor Rechnung zu tragen, werden für die End-of-Life-Phase verschiedene Szenarien angesetzt, darunter Verbrennung mit Energierückgewinnung, Wiederverwendung, Recycling in Spanplatten, bioenergetische Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS) sowie pyrogene Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (PyCCS). In diesem Zusammenhang werden, abweichend zu den aktuellen normativen Vorgaben, nur jene CO<sub>2</sub>-Emissionen inkludiert, welche tatsächlich in die Atmosphäre gelangen, z. B. wenn ein Produkt thermisch verwertet wird. Darüber hinaus werden die Emissionen hinsichtlich ihrer Klimawirkung unter Berücksichtigung des spezifischen Emissionszeitpunkts bewertet. Eine Kopplung der zwei Ebenen (Forst & Produkt) liefert schlussendlich die gewünschten Resultate, einerseits den kumulierten CO<sub>2</sub>-Fluss und andererseits nach Umrechnung der jährlichen CO<sub>2</sub>-Flüsse mittels dynamischer Charakterisierungsfaktoren den kumulierten Strahlungsantrieb in  $[(W*a)/m^2]$  (vgl. Abb. 2).

**Fazit**

Die ersten Ergebnisse des Forschungsprojekts zeigen, dass die aktuelle Methode der Berücksichtigung von temporär gespeichertem biogenem CO<sub>2</sub> in Bauprodukten die tatsächlichen Klimawirkungen nicht adäquat darstellen kann. Dynamische Vorgänge im Wald und während der Produktnutzung sowie die Treibhausgasänderung in der Atmosphäre erfordern eine zeitgemäße, differenzierte und v.a. dynamische Betrachtung auch in der Normung. Dass dies möglich und dem Praktiker auch zumutbar ist, zeigt das Beispiel der Simulation der sommerlichen Überwärmung nach ÖNORM B 81810-3:2020 [3], die in ihrer Komplexität vergleichbar erscheint.

**Literaturverzeichnis**

- [1] EN 15804:2019 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. European Committee for Standardization, Brussels.
- [2] Levasseur A., Lesage P., Margni M., Deschênes L., Samson R. (2010) Considering Time in LCA: Dynamic LCA and Its Application to Global Warming Impact Assessments. Environmental Science & Technology 44 (8), 3169-3174.
- [3] ÖNORM B 8110-3:2020 Wärmeschutz im Hochbau – Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

**Danksagung**

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Waldfonds, einer Initiative des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert und im Rahmen des Programms Think.Wood der Österreichischen Holzinitiative durchgeführt.



**Informationen**

DI Tudor Dobra  
 IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 tudor.dobra@ibo.at  
 www.ibo.at

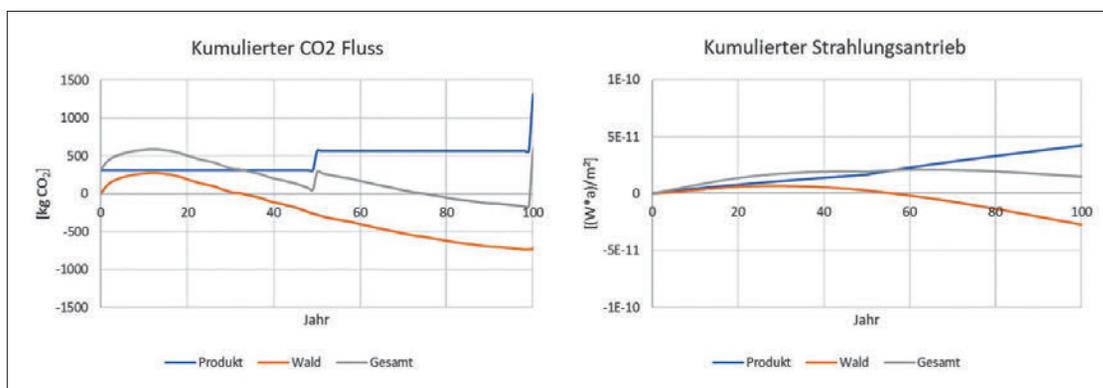


Abb. 2: Beispielhafte Ergebnisdarstellung – Kumulierter CO<sub>2</sub>-Fluss (links) & Kumulierter Strahlungsantrieb (rechts)

# GLASGrün

## Regulierung von Klima, Energiebedarf und Wohlbefinden in GLASverbauten durch bautechnisch integriertes, vertikales GRÜN

GLASGrün entwickelt für Gebäudetypen mit Glasfassaden vertikale Begrünnungsvarianten zur Bestandsergänzung, zur Bestandssanierung und für den innerstädtischen Neubau.

Rudolf Binting, IBO GmbH

### Einleitung

Gebäude und Renovierung werden „Flaggschiff“ des europäischen „Green Deals“. Zentrales Ziel ist die Verdoppelung der Sanierungsrate von Gebäuden. Im neuen österreichischen Klima- und Energieprogramm findet sich das Thema Gebäude an erster Stelle mit einer Zielquote zur Sanierung von 3 %. Aktuelle Klimawandelanpassungsstrategien erfordern eine Zunahme der Gebäudebegrünung im Bestand und an Fassaden. Die moderne Architektur setzt Glas im Gebäudesektor vielfältig ein, insbesondere im Gewerbebau. Großflächige Glasgebäude gelten verbreitet als architektonische Highlights, stellen urbane Räume jedoch vor problematische Herausforderungen. Glas beeinflusst das Mikroklima im Rauminnen als auch in der unmittelbaren Außenumgebung maßgeblich: Eine Konzentration der Strahlungsenergie und hohe Raumtemperaturen belasten den Energiehaushalt und das Wohlbefinden der Nutzer:innen.

### Ausgangssituation

Die nachträgliche Begrünung von Glasfassaden und Gebäudeglasflächen ist eine Lücke in der Bauwerksbegrünung und herausfordernd: Einfache Systeme scheitern an der mangelnden Haftung der pflanzlichen Kletterorgane an Glasflächen. Kletterhilfen für Trogbepflanzungen genauso wie Hängevorrichtungen stellen meist aus statischen Gründen keine Option dar, und fassadengebundene Systeme können nachträglich nicht integriert werden. Aktuell fehlen Standardanwendungen für die nachträgliche Beschattung und Isolierung von Glasgebäuden und den damit verbundenen mikroklimatischen Benefit zur Gänze.

### Ziele und Innovationsgehalt

GLASGrün zielt darauf ab, an Gewerbegebäuden mit großflächig verglasten Fassaden Vertikalbegrünnungsvarianten zur nachträglichen Außenverschattung durch sommergrüne Pflanzen zu entwickeln, umzusetzen, zu testen und zu monitoren. Dabei sollen die vegetationstechnischen als auch statischen Herausforderungen gelöst und übertragbare Standardvarianten entwickelt werden. Es werden erstmalig fundierte sozialwissenschaftliche Erhebungen zu Akzeptanz und Wahrnehmung durchgeführt.

### Demoobjekte

#### Demoobjekt 1 – Söll, Tirol

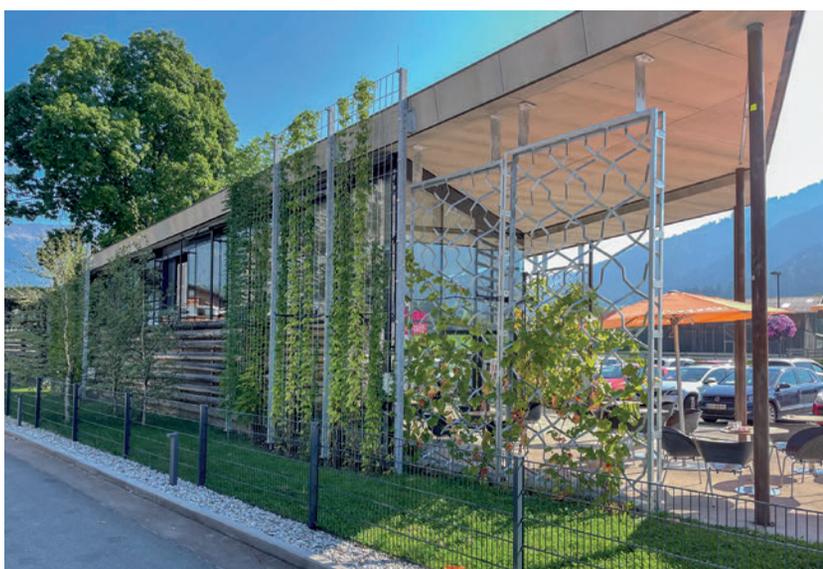
Bei dem ersten Objekt handelt es sich um eine Filiale des Projektpartners MPREIS Warenvertriebs GmbH, die in Westösterreich rund 280 Supermärkte und Bistros betreibt. Potenziell geeignete Objekte wurden identifiziert und eine interne Voranalyse durchgeführt („Problemfilialen“, enormer Hitzeeintrag, großflächige Glasfassaden). Eine Liste von geeigneten Filialen wurde durch die Expert:innen des Konsortiums im Zielgebiet mit Synergiegebieten favorisiert und erstellt.

Als Demoobjekt wurde das Bistro der MPREIS Filiale in Söll in Tirol als am geeignetsten identifiziert. Die eingeschobene Filiale weist eine Bruttogeschoßfläche von 212 m<sup>2</sup> und südost- und nordwestseitig großflächige Glassfassaden auf. Für beide Flächen wurden eine GLASGrün-Beschattung vorgesehen.

Aufgrund der extremen Kostenentwicklung auf dem Baustoffsektor seit 2021 wurde von der Herstellung von Stahl-Pflanztrögen abgesehen, um den veranschlagten Kostenrahmen nicht zu überschreiten, und auf rein bodengebundene Begrünung zurückgegriffen. Der Variantencheck erfolgte gemeinsam mit GRÜNSTATTGRAU Fachexpert:innen bezüglich Kriterien wie Eignung der Pflanzen bezüglich Laubgrößen/Beschattungswirkung, Kletterform, Wuchshöhe, Wuchsverhalten etc.. Die Entwicklung der Rankgitter erfolgte durch das Architekturbüro RATAPLAN mittels parametrischen Designs. Das Resultat wurde dann auch im Hinblick auf die ästhetischen Anforderungen auch ohne Bewuchs bewertet und modifiziert. Die Maschenweite wurde auf die zur Anwendung kommenden Rankpflanzen abgestimmt. Auf der dahinterliegenden Seite (Nordwest) kamen großteils Gabionengitter als kostengünstigere Alternative zum Einsatz. In Abstimmung mit den allgemeinen Bauprozessen wurden die Vertikalbegrünungen mit 06/2022 für das Demoobjekt MPREIS Söll in Tirol fertiggestellt. Eine persönliche Befragung von 99 Personen wurde 05/2023 vor der MPREIS Filiale in 6306 Söll durchgeführt.

#### Pflanzenauswahl

- Aristolochia macrophylla
- Celastrus orbiculatus
- Humulus lupulus
- Parthenocissus vitacea
- Wisteria floribunda



Demoobjekt 1: Filiale des Projektpartners MPREIS Warenvertriebs GmbH – Söll, Tirol  
Fotos ©: Thomas Wultsch



**Sefra**

**BRING  
FARBE  
IN DEIN  
LEBEN!**



**HYGIENE  
WERTERHALTUNG  
OPTIK**



**WWW.SEFRA.AT**



## Demoobjekt 2 – Kreuzgasse, 1180 Wien

Die Installation von GLASGrün-Systemen am geplanten Neubauobjekt konnte nicht umgesetzt werden, da durch andauernde Verzögerungen der Behördenprozesse der Neubau nicht realisiert wurde. Daher wurden weitere Alternativstandorte von potenziellen Kooperationspartnern geprüft und ein Büroobjekt in der Kreuzgasse 74–76, Wien 1180, gefunden. Das Objekt wurde ursprünglich als großzügiger Friseursalon konzipiert, danach eine Zwischendecke eingezogen und nun als technisches Büro genutzt. Das Objekt ist nur über die oberste Geschoßdecke an die darüberliegende Wohnhausanlage verbunden und verfügt über eine 50 m<sup>2</sup> südlich ausgerichtete Glasfassade. Die höhere Belegung, fehlende Querlüftungsmöglichkeiten sowie nicht vorhandene außenliegende Beschattung führen trotz Klimatisierung und Kühldecke zu unangenehmen Arbeitsbedingungen. Zur Wahl stand nun eine konventionelle Außenbeschattung oder eine Beschattung durch Begrünung.

Das TB OBKIRCHER war sehr an einer begrünten Lösung interessiert und es konnte die Vertikalbegrünung 06/2023 bereits umgesetzt werden. Eine konstruktiv schlanke und einfach herzustellende Gesamtkonstruktion im Ausmaß von 9,5 m Länge, 8,2 m Höhe wurde hergestellt. Anders als in Söll wurde hier ein großmaschiges Raster von ca. 1x1 m gewählt. Dieser wird gebildet aus einer auf punktförmigen Betonfundamenten verankerten und an der Balkonplatte des Gebäudes rückgesicherten vertikalen Primärkonstruktion (Rundrohre Durchmesser 11,4 cm) und einer dahinter versetzten, linearen Sekundärkonstruktion aus Rundrohren mit Durchmesser 4,2 cm, die mit Gerüstrohrschellen befestigt sind.

Auch hier wurde eine bodengebundene Bepflanzung gewählt. Diese wurde mit ca. 30 cm hohen Stahlplatten eingefasst, um einerseits einen halböffentlichen Vorbereich vor dem Büroeingang zu ermöglichen und andererseits den Pflanzen einen geschützten Entwicklungsraum zu bieten. Die sozialwissenschaftliche Befragung erfolgt an vier Wochentagen (05/2023). Es wurden Passant:innen angesprochen, die an der Glasfassade des Architekturbüros vorbeigingen. 78 Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt.

### Pflanzenauswahl

- Aristolochia macrophylla
- Wisteria sinensis

### Ergebnisse und Ausblick

Aus dem Projekt wird neben den Monitoring Daten, den sozialwissenschaftlichen Befragungen auch für beide Objekte eine Kosten-Nutzen-Bilanz und ein Leitfaden zum wirksamen Einsatz von Vertikalbegrünungen bei Gewerbegebäuden mit Glasflächen hervorgehen. Ein großes Augenmerk wird dabei unter anderem auf richtige Pflanzenwahl, Rankhilfen und die Erhaltungs- und Pflegemanagementkonzepte gelegt, um den gewünschten Begrünungseffekt langfristig zu erzielen. In der Praxis werden diese oft vernachlässigt oder zu spät ausgeführt, was in Folge zu Ausfällen oder Schäden führt.

Die ersten Ergebnisse am Standort Söll zeigen, dass bereits im ersten Jahr (Bepflanzung 06/2022) die vier Meter hohen Rankgitter

überbewachsen wurden. Das Pflanzenbild ist noch lückenhaft, weist aber bereits Deckungsgrade von bis zu 80 % auf. An dicht bewachsenen Punkten konnte eine Reduktion der solaren Einstrahlung in den Sommermonaten (Periode 2023) um bis zu 80 % erzielt werden. Auf Basis dieser Daten können Verschattungsfaktoren ermittelt werden, die einen weiteren Grundstein für die Implementierung in energie- und bauphysikalische Berechnungssysteme liefern können. Für das Demoobjekt in Wien wird sich diesen Sommer weisen, ob ähnliche Erfolge erzielt werden können. Das Projekt endet im Oktober 2024. Insofern wäre es sinnvoll, die Projekte 2–3 Jahre weiter zu begleiten, nachdem die Messtechnik bereits vorhanden ist.

### Projektbeteiligte

Projektkoordinator: Universität für Bodenkultur Wien

Projektpartner:

lichtblau.wagner architekten generalplaner zt gmbh,

RATAPLAN – Architektur ZT GmbH,

MPREIS Warenvertriebs GmbH,

TB Obkircher OG,

IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH,

GrünStattGrau Forschungs- und Innovations-GmbH

### Danksagung

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie gefördert und im Rahmen des Programms Technologien und Innovationen für die Klimaneutrale Stadt 2022 durchgeführt.



### Informationen

DI (FH) Rudolf Bintinger  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
rudolf.bintinger@ibo.at  
www.ibo.at



Demoobjekt 2: Büroobjekt in der Kreuzgasse 74-76, 1180 Wien, Fotos ©: Thomas Wultsch



**Liapor**<sup>®</sup>



[www.liapor.at](http://www.liapor.at)

# FLUCCO+ oder wie lässt sich Komfort messen?

## Über die Anpassungsfähigkeit des Menschen in energieflexiblen Gebäuden

Im Projekt FLUCCO+ (Flexibler Nutzer:innenkomfort in viertelstündlich CO<sub>2</sub>-neutralen Plusenergiequartieren) wird für die Stadt der Zukunft geforscht.

Bernhard Lipp, IBO GmbH

**E**rneuerbare Energie aus Sonne und Wind kann in energieflexiblen Gebäuden in massiven Wänden und Decken zum Beispiel in Lehm oder Beton gespeichert werden und so deutlich besser und einfacher genutzt werden, als heute üblich. Doch der Energiegewinn kann zeitlich nicht exakt vorausgesagt werden, Nutzer:innen können so nicht zu jeder Zeit Wunschtemperaturen einstellen. Welche thermischen Bedingungen akzeptieren Menschen in Gebäuden und wie können diese Bedingungen für die Planung beschrieben und berechnet werden? Durch die Kombination der Erfassung objektiver Gebäude- und Komfortparameter und des subjektiven Komfortempfindens wurde eine umfassende Datenbasis geschaffen.

Darüber hinaus dienten die Erhebungen unter Bewohner:innen der Erfassung von Interaktions- und Nutzungsmustern mit der relevanten Gebäudetechnik sowie den Potentialen zu automatisierter Steuerung von Heiz- und Kühlprozessen. Die Ableitung von Motivations- und Incentive-Strategien zur möglichen Umsetzung der Flexibilitätssteigerungsmaßnahmen wurden im Rahmen von Expert:inneninterviews erfasst.

### Die Grundlagen der Behaglichkeitsuntersuchungen

#### Thermische Wahrnehmung – der Unterschied von Empfindung und Behaglichkeit

Das Verständnis von Faktoren, die zu individuellen Unterschieden in der menschlichen thermischen Wahrnehmung führen, gewinnt unter anderem aufgrund von Herausforderungen wie dem Klimawandel und einer alternden Gesellschaft an Bedeutung.

Bei der Beurteilung der thermischen Wahrnehmung sind zwei Dimensionen einzubeziehen:

- Die thermische Empfindung wird als objektive oder deskriptive Dimension betrachtet und häufig mit einer Sieben-Punkte-Skala bewertet (kalt/kühl/etwas kühl/neutral/etwas warm/warm/heiß).
- Der thermische Komfort (bzw. Behaglichkeit) ist die affektive Komponente der thermischen Wahrnehmung, die Bewertung erfolgt mit einer Sechs-Punkte-Skala (sehr unbehaglich/unbehaglich/eher unbehaglich/eher behaglich/behaglich/sehr behaglich).

Für die Aktivierung eines thermoregulatorischen Verhaltens bei Menschen ist das thermische Unbehagen, nicht die thermische Empfindung entscheidend.

Ausgangspunkt bei der Bewertung des thermischen Komforts ist die Neutraltemperatur als thermischer Zustand des Menschen, also ein Zustand bei dem weder eine Erwärmung noch eine Abkühlung der Umgebung erwünscht ist. Er wird laut Hensen [Hensen 1991] definiert als jener Zustand, in dem es keinen Impuls dazu gibt, die Umgebung durch das eigene Verhalten zu verbessern.

Gerade in der letzten Dekade wurde in den Definitionen von thermischem Komfort verstärkt die Wechselwirkung des Menschen mit der thermischen Umgebung sowie seiner Reaktion darauf betont. Statt statischer Konzepte, die vor allem aus der technischen Machbarkeit und der Dimensionierung von Klimaanlagen ausgingen, treten verstärkt interdependente Betrachtungsweisen in den Vordergrund, die nicht nur physikalische und physiologische, sondern auch psychologische und kulturelle Aspekte (z.B. „Erwartungshaltungen“), also die Reaktionen von Menschen, berücksichtigen.

#### Thermische Komfortmodelle

Der thermische Komfort wird mit unterschiedlichen Modellen bewertet, wobei alle Modelle zum Ziel haben, zu verstehen und vorherzusagen, welche Bedingungen zur Zufriedenheit der Nutzer:innen führen.

In vorliegender Studie wurden das altbekannte statische Fanger-Modell und zwei neuere, adaptive Modelle, die auch die Außentemperaturen berücksichtigen, herangezogen.

#### Wärmebilanzmodell oder „Fanger-Modell“ (ÖNORM EN ISO 7730)

In den 1960er und 1970er Jahren entwickelte Povl Ole Fanger ein Modell des thermischen Komforts [DIN EN ISO 7730, o. J.], das auf folgenden Einflussparametern basiert:

- Lufttemperatur
- Strahlungstemperatur
- Relative Feuchte, bzw. Dampfdruck
- Luftgeschwindigkeit
- Aktivitätsgrad
- Kleidung

Das Behaglichkeitsmodell nach Fanger ist ein stationäres Wärmebilanzmodell, mit dem das thermische Empfinden sowie die Anzahl an thermisch Unzufriedenen von größeren Personengruppen unter bestimmten raumklimatischen Bedingungen vorhergesagt werden können.

Eine wichtige Grundannahme ist, dass das Empfinden von thermischem Komfort nicht mit dem Außenklima zusammenhängt. Die Bewertung hat in der EN ISO 7730 [DIN EN ISO 7730] ihren Niederschlag gefunden und wird auch als „rational approach“ bezeichnet. Das Modell ist weit verbreitet und wird in der Gebäudeplanung und -simulation eingesetzt, insbesondere bei der Klimatisierung von Gebäuden. Dieses Behaglichkeitsmodell hat auch Eingang in die EN ISO 16798-1 [DIN EN ISO 16798-1] gefunden und ist Standardmodell für vollklimatisierte Räume/Gebäude.

Das Fanger-Modell wird vor allem in folgenden Punkten kritisiert:

- Adaption des menschlichen Körpers an die Umgebung wird nicht berücksichtigt
- Kennwerte wurden im Labor bzw. Klimakammern ermittelt, diese Situation ist nicht unbedingt auf reale Situationen übertragbar
- Schwüle ist nicht ausreichend berücksichtigt

Adaptive Modelle gehen von einer deutlich stärkeren Gewichtung der Anpassungsfähigkeit von Menschen aus. Sie beruhen unter anderem auf der Beobachtung, dass Menschen in unterschiedlichen Klimazonen unterschiedliche Komfortbewertungen haben, abhängig vor allem von den vorherrschenden Außentemperaturen.

#### Adaptives Modell nach Humphreys und De Dear

Dieses adaptive Komfortmodell wurde von Humphreys und Nicol [Humphreys & Nicol 2004] einerseits und De Dear und Brager [De Dear & Brager 2002] andererseits entwickelt. Die Grundlagen dieses Ansatzes („adaptive approach“) wurden vor allem aus Felduntersuchungen und breit angelegten statistischen Untersuchungen ermittelt. Eine Implementierung normativer Art findet sich in ASHRAE 55-2017 (fußend vor allem auf einer umfangreichen Arbeit von [De Dear et.al.]) und EN 16798-1 [DIN EN 16798-1] (ehemals EN 15251).

Wesentlich an dem Modell ist der Ansatz, dass das Empfinden von thermischem Komfort nicht nur von klimatischen Bedingungen des Innenraums (neben Aktivität und Kleidung) abhängt (wie in

ISO 7730), sondern vor allem von den Außenbedingungen, aber auch anderen Kenngrößen. Als Kenngröße der Außenbedingungen wird nicht die aktuelle Außenlufttemperatur, sondern der gleitende Außenlufttemperatur-Mittelwert herangezogen und unterschiedliche Komfortklassen-Temperaturbereiche (Klassen I, II, und III) für Mindest- und Maximaltemperaturen angegeben.

Für die Änderungsgeschwindigkeit der operativen Temperatur innerhalb dieser Komfortbänder werden keine Grenzwerte angegeben. Das Modell wird hauptsächlich für Gebäude ohne mechanische Kühlung in gemäßigten Klimazonen verwendet.

Dieses Modell darf laut EN 16798-1 [DIN EN 16798-1] nur unter folgenden Bedingungen angewendet werden:

- Gebäude ohne aktive Kühlung
- Nutzer:innen können Bekleidung an eigene Anforderungen anpassen
- Fenster sind offenbar und können von den Nutzer:innen nach eigenem Wunsch geöffnet werden

Die Einschränkung auf Gebäude ohne aktive Kühlung ist unter Forscher:innen keineswegs Konsens, sondern ist der normativen Umsetzung geschuldet.

#### Adaptives Wärmebilanzmodell (ATHB) nach Schweiker

Dieses, jüngere, adaptive Wärmebilanzmodell (ATHB) kombiniert den adaptiven Komfortansatz mit dem Wärmebilanzmodell von Fanger [Schweiker 2022]. Auch für Schweiker sind die folgenden Ursachen für eine verstärkte Anpassungsfähigkeit von Menschen verantwortlich:

- Verhaltensanpassung
- Physiologische Anpassung
- Psychologische Anpassung

Im ATHB-Modell wurden individuelle Gleichungen für verhaltensbedingte, physiologische und psychologische Anpassung erstellt. Die Anpassung erfolgt über die Wahl der Bekleidung und ist auch abhängig von der Art der Tätigkeit (z.B. sitzend oder schwer kör-

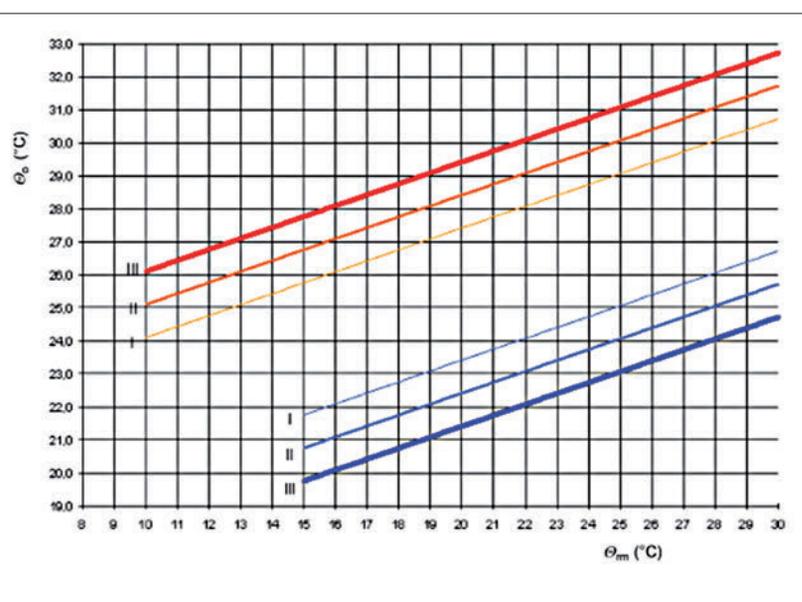


Abb. 1: Komfortklassen-Temperaturbereiche (Klassen I, II, und III) für Mindest- und Maximaltemperaturen.

perlich arbeitend). Diese bilden die Eingangswerte Isolationsgrad der Kleidung (Clothing-Faktor) und Stoffwechselrate (MET), welche entsprechend diesen Gleichungen angepasst werden. Untersuchungen zeigten, dass das ATHB-Modell für natürlich belüftete und klimatisierte Gebäude unter Berücksichtigung der thermischen Wahrnehmung - abhängig von physiologischen und psychologischen Faktoren wie Stoffwechselrate und wahrgenommene Kontrolle - validere Daten liefert als das Fanger- und das adaptive Modell [Schweiker & Wagner 2015].

In Abbildung 2 sind die Zusammenhänge und Einflüsse auf den thermischen Komfort, die thermische Akzeptanz und das thermische Empfindungs-Voting nach dem erweiterten ATHB-Modell von Schweiker dargestellt. Die Ergebnisse mit dem ATHB-Modell zeigen eine erhöhte Vorhersagegenauigkeit bei einer Vielzahl von Außenklimata, Gebäudetypen und Kühlungsstrategien von Gebäuden.

**Komfortmodelle in der Praxis**

Die drei Modelle koexistieren, wobei Fangers Modell auf einem mechanistischen thermodynamischen Ansatz basiert und festgelegte Standards verwendet, während die adaptiven Modelle die Anpassungsfähigkeit und Individualität der Menschen betonen. Nach EN 16798-1 [DIN EN 16798-1] wird für klimatisierte Gebäude aktuell EN ISO 7730 [DIN EN ISO 7730] herangezogen. Für Gebäude ohne aktive Kühlanlage wird in einigen europäischen Ländern das adaptive Behaglichkeitsmodell verwendet. Es gibt jedoch auch unterschiedliche Ausprägungsformen dieses Modells, beispielsweise in Holland.

Der Ansatz von Schweiker hat den Vorteil, beide Modelle zu vereinen und eine höhere Prognosegenauigkeit zu erzielen. Der Aufwand für das erweiterte Modell zur Bestimmung der Abhängigkeiten ist jedoch beträchtlich. Hier gehen die rein adaptiven Modelle einen deutlich einfacheren Weg, welche in jüngster Zeit auch versuchen, dynamische Komponenten [Nicol et.al. 2022] wie Alliästhesie einschließen.

Abbildung 3 stellt die neutrale Temperatur (d.h. die Temperaturen mit dem geringsten Anteil an Unzufriedenen, bzw. einem PMV-Wert von 0) für die 3 diskutierten Behaglichkeitsmodelle dar.

**Behaglichkeitsuntersuchungen im Projekt FLUCCO+**

Das Hypothesenmodell zu Komfort und Nutzer:innenakzeptierten Regelungskonzepten wurde anhand von Befragungen – begleitet von physiologischen Untersuchungen – unter Labor- und Realbedingungen überprüft.

Dazu wurden

- Untersuchungen in der ACR-Prüfbox (Abbildung 4 + 5), zur Behaglichkeit und Komfortempfinden von 21 Testpersonen

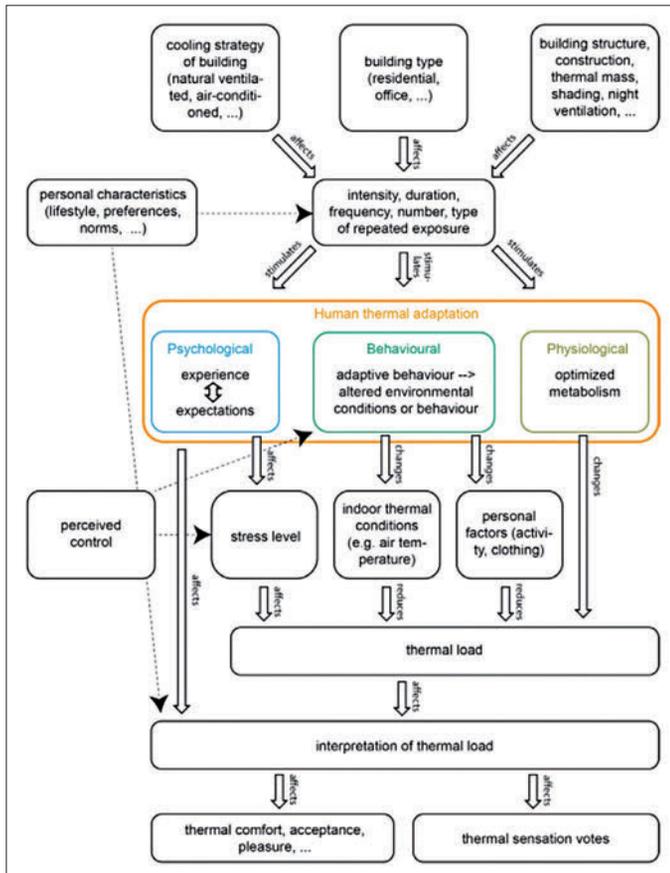


Abb. 2: Zusammenhänge im erweiterten ATBH-Modell von Schweiker (Schweiker, 2022)

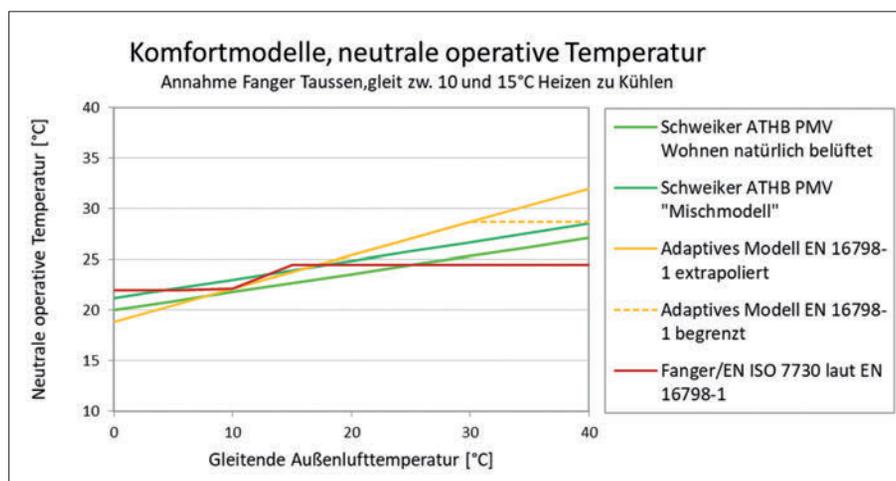


Abb. 3. Neutrale operative Temperatur für drei wesentliche Komfortmodelle: Wärmebilanzmodell („Fanger“), adaptives Modell und adaptives Wärmebilanzmodell ATHB („Schweiker“). Das Wärmebilanzmodell berücksichtigt nicht explizit die Außenkonditionen, allerdings ergeben sich durch die hier gewählten typischen Bekleidungsstärken von 0,75 clo im Winter und 0,5 clo im Sommer und typischer Raumluftfeuchten und Luftgeschwindigkeiten nicht klimatisierter Räume entsprechend unterschiedliche neutrale Temperaturen



Abb. 4: ACR Prüfbox Außenansicht

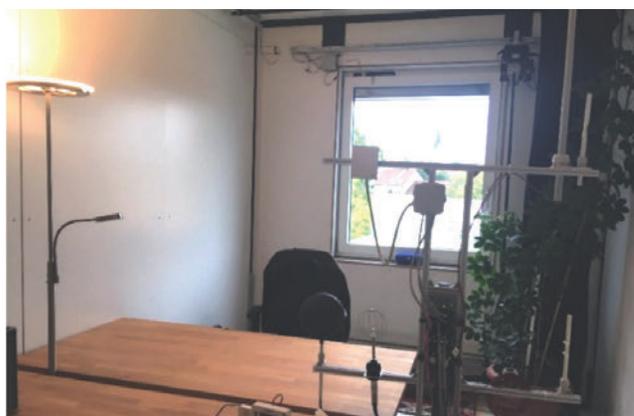


Abb. 5: ACR Prüfbox innen (Testraum)

durchgeführt. Dafür wurden Szenarien ausgewählt, die in dieser bzw. ähnlicher Form in energieflexiblen Gebäuden auftreten können und die Proband:innen zu ihrem aktuellen Empfinden befragt. Zusätzlich wurden für die Dauer der jeweils drei Erhebungstage in der Prüfbox Messungen der Herzratenvariabilität durchgeführt.

- Befragungen und physiologische Messungen im realen Wohnumfeld durchgeführt.
- Befragungen und Erhebungen von Raumluftparametern, physiologischen Daten in einer mittels Bauteilaktivierung konditionierten Wohnung im Wohnquartier MGG22 durchgeführt.

Eine detaillierte Beschreibung der Untersuchungsprojekte findet sich im Endbericht von FLUCCO+ [FLUCCOplus2024], hier sind vor allem die Ergebnisse aus der ACR-Prüfbox dargestellt.

#### ACR-Prüfbox

Die ACR-Prüfbox der AEE INTEC verfügt über ein umfangreiches Messsystem (Abb. 5), mit dem Luft- und operative Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO<sub>2</sub>-Konzentration und Luftgeschwindigkeit in Höhe von 10, 110 und 170 cm oberhalb des Fußbodens gemessen werden können.

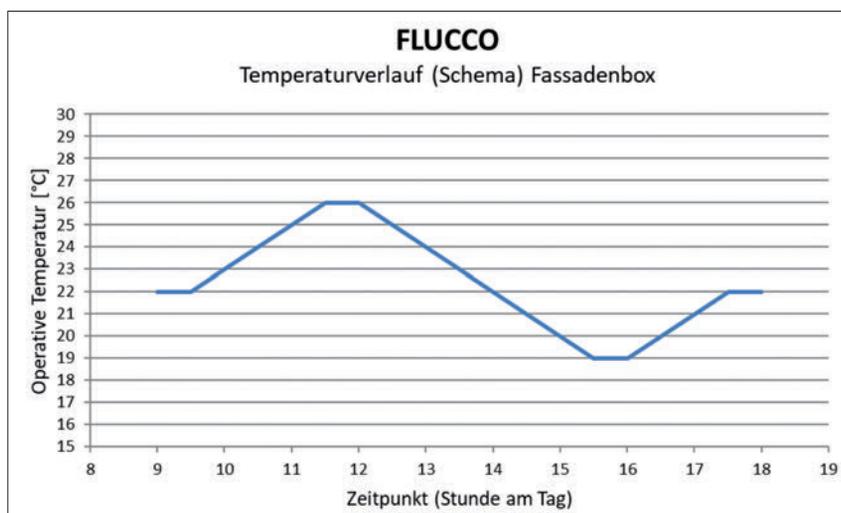
Für FLUCCO+ wurde vorab ein Temperaturszenario festgelegt, das die normativ festgelegten Komfortgrenzen über- bzw. unterschreitet (Abbildung 6). Nach einer halbstündigen Phase der Akklimatisierung bei 22 °C zu Beginn der Untersuchung stieg die operative Temperatur rasch auf 27 °C. Danach erfolgte eine Abkühlphase auf 20,5 °C und eine weitere Aufheizphase auf 23 °C.

Von Oktober 2020 bis April 2021 wurden 21 Personen ohne den Temperaturverlauf zu kennen, in der Prüfbox bei der AEE INTEC in Gleisdorf basierend auf ISO 7730 [DIN EN ISO 7730] sowie auf ISO 10551 [DIN EN ISO 10551] befragt.

Durchschnittlich wurden die Teilnehmer:innen 14 mal pro Untersuchungstag befragt, wodurch sich rund 900 Datensätze zu Behaglichkeitsangaben, Klimadaten und physiologischen Daten ergaben.

Auf Grundlage der ISO 7730 [DIN EN ISO 7730] wurden mithilfe der Proband:innenangaben zu ihrer momentanen Kleidung (Clothing-Faktor) und Tätigkeit (Stoffwechselrate MET) die Werte PMV (predicted mean vote) und PPD (predicted percentage of dissatisfied) zum jeweils herrschenden Klima in der ACR-Prüfbox berechnet. Anschließend wurden diese Daten den Angaben der Proband:innen zu ihrer Behaglichkeit gegenübergestellt und

Abb. 6: Schematischer Verlauf der operativen Temperatur im Untersuchungsraum der Prüfbox



nach Verbesserungsmöglichkeiten des Modells mit Hilfe der erfassten physiologischen Parametern wie der Herzrate und der Herzratenvariabilität gesucht.

In die Bewertung flossen die in der Prüfbox erhobenen Daten zu relativer Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, operativer Temperatur (jeweils an mehreren Punkten im Raum) sowie die CO<sub>2</sub>-Konzentration ein. Zusätzlich wurden mittels Elektroden der Firma autonom health die Herzrate und Herzratenvariabilität über einen Zeitraum von drei Tagen erhoben. Hier wurden Zusammenhänge zwischen Herzratenvariabilitätsparametern (lineare und nichtlineare) und den Behaglichkeitsbewertungen der Proband:innen mit einer extensiven statistischen Analyse gesucht.

**Thermische Messdaten und subjektive Wahrnehmungen – experimentelle Setups in der ACR-Prüfbox und im realen Wohnumfeld**

**ACR-Prüfbox**

Ziel der Befragungen war es, zu testen, welche der objektiv messbaren Parameter einen signifikanten Effekt auf die subjektive Bewertung des thermischen Komforts aufweisen, um so eine Abschätzung der Vorhersagefähigkeit der einzelnen Raumluftparameter ableiten zu können.

Zusätzlich zu den potentiellen Einflüssen der Raumluftparameter wurden Effekte sozio-demografischer Faktoren auf die subjektiven Votings des thermischen Komforts getestet.

Es zeigte sich, dass die weiblichen Teilnehmerinnen bei Temperaturabsenkungen mit negativeren Votings im Vergleich zu den männlichen Testpersonen reagieren.

Berücksichtigt man die unterschiedlichen Körperregionen, Kopf, Oberkörper, Unterkörper, Füße im Verhältnis zur Norm ASHRAE 55 sowie der Norm ISO 7730 [DIN EN ISO 7730], ergibt sich, dass alle Empfindungen an den verschiedenen Körperregionen einen ähnlichen Verlauf aufweisen, doch der Toleranzbereich am Kopf ist größer. Die Bewertung des thermischen Komforts am Kopf unterscheidet sich erwartungsgemäß von der subjektiven Bewertung an den Füßen, bei denen eine neutrale Bewertung erst bei über 25°C eintrat. Generell stimmt der thermische Komfort annähernd mit den

als „neutral“ bewerteten Temperaturbereichen von etwa 20°C bis 22°C überein. Statistisch signifikant ist dabei die operative Temperatur, also die empfundene Temperatur, die als arithmetisches Mittel aus der Lufttemperatur und der mittleren Temperatur der Umschließungsflächen berechnet wird.

Einige Erkenntnisse aus Vorgängerstudien konnten auch im Rahmen der Erhebungen in Flucco+ bestätigt werden.

**Wohnquartier MGG22**

In diesem geförderten Wohnbau wurde zum Heizen und Kühlen mit Windenergie eine thermische Bauteilaktivierung eingebaut. Hier wurde, aufbauend auf den experimentellen Tests in der ACR-Prüfbox in einem „realen“ Test-Setting in einer Wohneinheit mit Deckenheizung im Wohnquartier MGG22, 1222 Wien, ein vergleichbarer Erhebungsprozess in einem Zeitraum von zwei Monaten mit 25 Teilnehmer:innen umgesetzt.

Eine zentrale Frage war dabei die potenzielle Korrelation der gemäß ISO 7730 [DIN EN ISO 7730] vorausgesagten Parametern PMV (met und hr) und PPD mit dem vor Ort erhobenen thermischen Empfinden bei frei gewählter Bekleidung und selbst bestimmten Aktivitätsbedingungen. Wie auch in der ACR-Prüfbox waren die Proband:innen vor allem am Schreibtisch tätig.

Die Ergebnisse zeigen hinsichtlich des thermischen Empfindens, dass vor allem an den unteren Körperregionen, den Teilnehmer:innen eher kühl war, während dies bei Oberkörper und Kopf nicht der Fall war. Generell sind die durchschnittlichen Votings der 25 Testpersonen in Hinblick auf thermische Behaglichkeit und thermischem Komfort neutral bzw. behaglich. Die Zufriedenheit mit den übrigen Komfortparametern der Luftqualität und Luftfeuchte war über alle Messparameter hinweg überwiegend hoch.

Die Proband:innen variierten ihre Bekleidung entsprechend der Raumtemperatur und nahmen entsprechende Kleidungsanpassungen bei Temperaturänderung vor. In Hinblick auf die sozio-demografischen Faktoren zeigte sich im Rahmen der Tests im MGG22, dass die älteren Teilnehmer:innen die operative Temperatur als höher einschätzten als dies bei den jüngeren Teilnehmer:innen der Fall war. Auch in Hinblick auf die Körpergröße zeigte sich, dass größere Menschen die Temperatur am Kopf als höher einschätzten als Kleinere – die Nähe zu den beheizten Oberflächen ist hier der entscheidende Faktor.

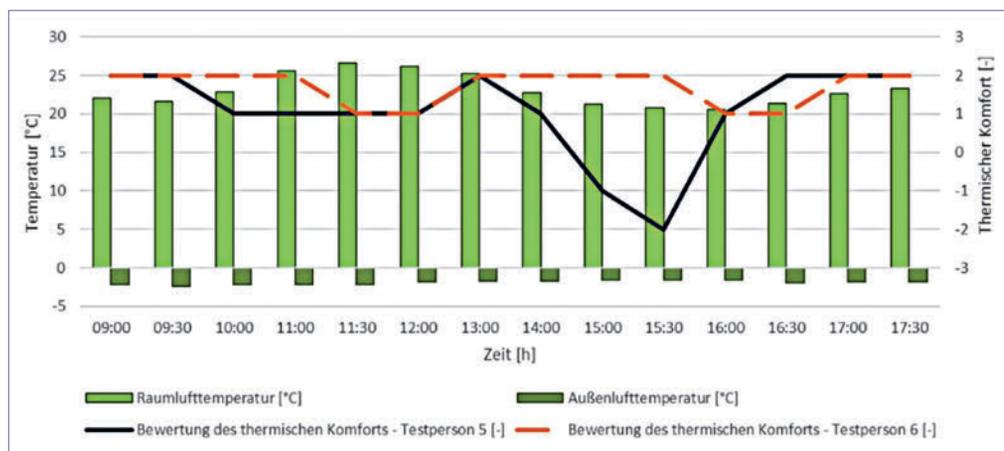


Abb. 7: Thermischer Komfort im Zeitverlauf unter Berücksichtigung von Innen- und Außentemperatur (Winter, 2022)

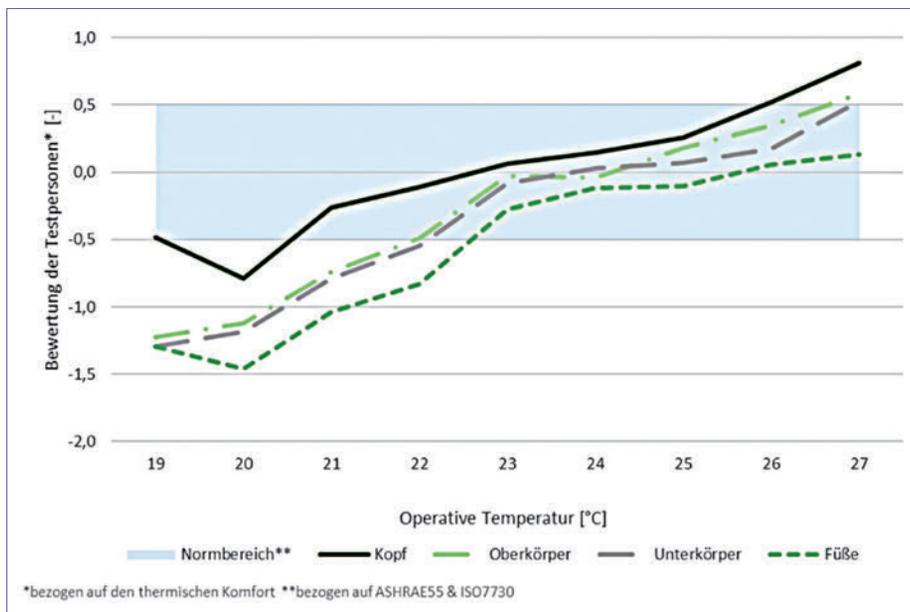


Abb. 8: Bewertung des thermischen Komforts in unterschiedlichen Körperregionen im Vergleich zur Raumtemperatur. Normbereich entspricht Klasse B, bzw. II (Winter, 2022)

### Dynamische Behaglichkeitsuntersuchungen

Dynamische Energieflüsse produzieren dynamische Raumklimasituationen. Um zu erheben, welche Komfortgrenzen von den Nutzer:innen akzeptiert werden bzw. wie die Grenzen gesetzt werden müssen, sodass ohne relevanten Behaglichkeitsverlust ein netzdienliches Verhalten der Räume und Gebäude ermöglicht wird, wurden auch physiologische Messdaten erhoben. In der ACR-Prüfbox konnten von allen 21 Versuchspersonen mittels EK-Gs mit Klebeelektroden die Herzraten und Herzratenvariabilität fast lückenlos ermittelt werden.

Grundsätzlich sollte das Fanger-Modell [ÖNORM EN ISO 7730] verwendet werden und dieses durch eine dynamische Bestimmung der Bekleidung und der metabolischen Rate über die Herzfrequenz in seiner Prognosegenauigkeit verbessert werden. Zusätzlich wurde das kombinierte Behaglichkeitsmodell von Schweiker [Schweiker 2022] – eine Kombination aus dem adaptiven Ansatz und dem Wärmebilanzmodell der ÖNORM EN ISO 7730 – in die Testung aufgenommen, da es die „künstliche“ Un-

terscheidung der Behaglichkeitsmodelle in adaptiv für natürlich gekühlte Gebäude und das Fanger-Modell für klimatisierte Gebäude auflöst. In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse aus den ACR Prüfbox-Experimenten zusammengefasst.

Die Pearson-Korrelationen zeigen die Überlegenheit des ATHB-PMV-Modells von Schweiker bei der Vorhersage der PMV aus den Prüfboxexperimenten. Hingegen hat die dynamische Anpassung der metabolischen Rate mit Hilfe der Herzfrequenz (pmv\_hr) keine Verbesserung bzw. sogar eine kleine Verschlechterung gebracht. Dies kann jedoch auch auf das einfache Modell zur Schätzung der metabolischen Rate aus der Herzfrequenz zurückzuführen sein. Die Pearson-Korrelationen in Tabelle 2 zeigen kleine signifikante Korrelationen für die linearen Herzratenvariabilitätsmaße PNS (Parasympathetic nervous system activity), NN50 (Number of successive RR interval pairs that differ more than 50 ms) und LF\_

Thermisches Empfinden - Komfortmodelle		Pearson-Korrelation
pmv_hr	Pearson-Korrelation	,457**
	N	800
PMVFangerCalcMet1.2	Pearson-Korrelation	,483**
	N	800
ATHB <sub>PMV</sub> _Schweikers	Pearson-Korrelation	,666**
	N	800
Raumluftqualität	Pearson-Korrelation	,420**
	N	857

Tab. 1: Test der Prognosegenauigkeit der verschiedenen Behaglichkeitsmodelle: PMV-FangerCalcMet1.2 [ÖNORM EN ISO 7730], pmv-hr (mit dynamischer Bestimmung der metabolischen Rate aus der Herzfrequenz) und das kombinierte Behaglichkeitsmodell von Schweiker ATHB<sub>PMV</sub>

Thermisches Empfinden - Herzratenvariabilität		Pearson-Korrelation
PNS	Pearson-Korrelation	-0,061*
	N	800
NNxx	Pearson-Korrelation	-,080*
	N	800
LF_HF_AR	Pearson-Korrelation	,070*
	N	800
SD1/SD2	Pearson-Korrelation	,119**
	N	800
Lmax	Pearson-Korrelation	,093**
	N	796
DET	Pearson-Korrelation	,086*
	N	796

Tab. 2: Korrelationen zwischen thermischem Empfinden und Herzratenvariabilität

HF\_AR (Ratio between LF and HF band powers) sind signifikant und haben nur einen sehr geringen Effekt. Die beiden nichtlinearen Herzfrequenzvariabilitätsmaße SD1/SD2 (Ratio between SD2 and SD1, SD1: In a Poincaré plot, the standard deviation perpendicular to the line-of-identity, SD2: In a Poincaré plot, the standard deviation along the line-of-identity) und Lmax (In a Poincaré plot Maximum line length) sind hochsignifikant, wobei SD1/SD2 den deutlich höheren, aber immer noch kleinen Effekt zeigt.

Berechnet man die statistischen Korrelationskoeffizienten (Pearson) zwischen den Voting der Versuchspersonen zu thermischer Behaglichkeit und den berechneten bzw. gemessenen Variablen, so ergibt sich eine Liste an signifikanten bzw. hochsignifikanten Korrelationen (siehe Tab. 3).

Die Pearson-Korrelationen in der Tabelle zeigen kleine hochsignifikante Korrelationen für die linearen Herzratenvariabilitätsmaße (Sammito et al., 2014; Tarvainen et al., 2021) LF\_HF\_Welch bzw.

LF\_HF\_AR (Ratio between LF and HF band powers). Deutlich höhere Effektstärke haben die beiden nichtlinearen Herzfrequenzvariabilitätsmaße SD1/SD2 (Ratio between SD2 and SD1, SD1: In a Poincaré plot, the standard deviation perpendicular to the line-of-identity, SD2: In a Poincaré plot, the standard deviation along the line-of-identity). DET (Determinism) und Lmax (In a Poincaré plot Maximum line length) sind hochsignifikant, wobei DET einen höheren Effekt als SD1/SD2 zeigt.

**„Kurzzeitgedächtnis“ des Temperaturempfinden**

Die Voting aus der ACR-Prüfbox wurden benutzt, um den Zusammenhang zwischen dem PMV-Voting, der Temperatur und der Temperaturdifferenz herauszuarbeiten. In der Literatur [Vellei2020] gibt es Hinweise, dass die Voting besser werden, wenn nur die Temperaturänderung in die richtige Richtung geht, dh. bei niedrigen Temperaturen werden schon positivere Voting abgegeben, wenn die Temperatur steigt und bei zu hohen Temperaturen ist es umgekehrt.

Bei sehr niedrigen Temperaturen unter 20 °C spielen die Temperaturänderungen eine Rolle, bei steigenden Temperaturdifferenzen werden schneller neutrale Bewertungen erzielt. Fallende Temperaturdifferenzen werden schnell als zu kalte Temperaturempfindungen erlebt. Bei hohen Temperaturen ab ca. 25 °C spielen die Temperaturdifferenzen keine Rolle mehr, es wird als etwas warm bzw. warm empfunden, welche sich aber meist nicht in einer Veränderungspräferenz zu niedrigeren Temperaturen ausdrückt. Dieser Effekt muss noch genauer untersucht werden, da in der ACR Prüfbox nur der Heizungsfall untersucht wurde. Damit die Abhängigkeiten von der Temperatur und der Temperaturdifferenz besser zu verfolgen sind, wurde eine Fläche in die Voting-Ergebnisse hineingelegt, wie in Abbildung 9 zu sehen. Der „Buckel der Temperaturdifferenzen“ flacht bei ca. 21 °C stark ab und verschwindet danach bzw. kehrt sich ab 24 °C um.

Thermische Behaglichkeit - Herzratenvariabilität		Pearson-Korrelation
LF_HF_Welch	Pearson-Korrelation	,143**
	N	790
LF_HF_AR	Pearson-Korrelation	,154**
	N	790
SD1/SD2	Pearson-Korrelation	,198**
	N	790
Lmax	Pearson-Korrelation	,151**
	N	786
DET	Pearson-Korrelation	,202**
	N	786

Tab. 3: Korrelationen zwischen thermischer Behaglichkeit und Herzratenvariabilität

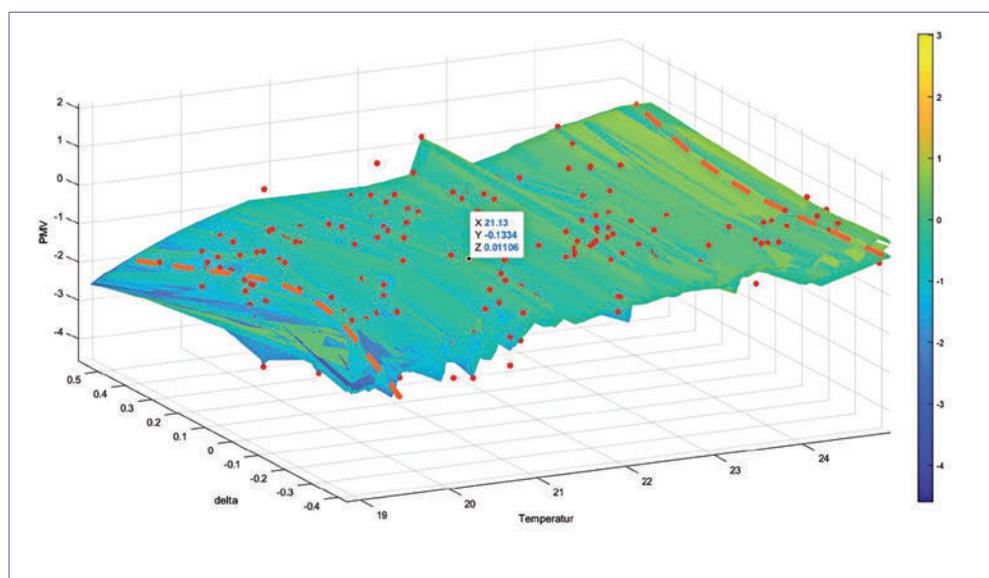


Abb. 9: PMV über der Temperatur und den Temperaturdifferenzen

## Diskussion

Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Behaglichkeitsuntersuchungen lieferten aufgrund der unterschiedlichen Settings (ACR Prüfbox, Versuchswohnung – homeoffice, reales Wohnumfeld) und der großen gewonnenen Datenmenge wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Aussagekraft und Anwendbarkeit bestehender Behaglichkeitsmodelle.

In den Prüfbox-Untersuchungen konnten die Grenzparameter des dynamischen Komfortmodells durch Untersuchung von Situationen in weit über den als normal geltenden Temperaturbereichen ausgelotet werden. In den Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Toleranzbereiche des thermischen Komfortbereiches größer sind als normativ erlaubt.

Die Grenzen der stationären Behaglichkeitsmodelle sind zu eng gesetzt und ermöglichen daher bei gleichen Behaglichkeits-Votings geringere Flexibilität in der Nutzung. Es zeigte sich, dass dynamische Behaglichkeitsmodelle nicht nur die Prognosegenauigkeit der derzeit verwendeten Standardmodelle in der Praxis verbessern, sondern darüber hinaus die Möglichkeit bieten, die fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen besser in die Gebäudesteuerungen zu integrieren. Wenn Berechnungen mit den dynamischen Modellen zugelassen würden, ließen sich die Ziele des stündlich CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudes deutlich leichter und damit kosteneffizienter erreichen.

## Literatur

- De Dear, R. J., & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and buildings*, 34(6), 549–561. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00005-1)
- DIN EN 16798-1:2022-03, Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik – Modul M1-6; Deutsche Fassung EN\_16798-1:2019. (o. J.). Beuth Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31030/3327351>
- DIN EN ISO 7730:2006-05, Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO\_7730:2005); Deutsche Fassung EN\_ISO\_7730:2005. (o. J.). Beuth Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31030/9720035>
- DIN EN ISO 10551:2020-02, Ergonomie des Umgebungsklimas – Subjektive Bewertungsskalen für die Beurteilung der physikalischen Umgebung (ISO\_10551:2019); Deutsche Fassung EN\_ISO\_10551:2019. (o. J.). Beuth Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31030/3054760>

Fanger, P. O. (1970). Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722700268>

Hensen, J. J. (1991). On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system. <https://doi.org/10.6100/IR353263>

Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (2004). Do People Like to Feel "Neutral"? Response to the ASHRAE Scale of Subjective Warmth in Relation to Thermal Preference, Indoor and Outdoor Temperature. *ASHRAE Transactions*, 110(2). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=00012505&AN=15565156&h=ORlep%2F%2FBPhP4SWYo9c4VLs%2FOT9xlJ0td%2BEANcDvlZlFaaW6YHaAgBdqIgbjGAL%2BrSQL8uM09h%2FPC0mC55vtw%3D%3D&crl=c>

Kommen um zu bleiben – Im Wohnquartier MGG22 auf Sommerfrische – VCO Vorbildhafte Mobilitätsprojekte. (o. J.). Abgerufen 15. Jänner 2024, von <https://mobilitaetsprojekte.vcoe.at/kommen-um-zu-bleiben-im-wohnquartier-mgg-auf-sommerfrische--2022>

Nicol, F., Rijal, H. B., & Roaf, S. (Hrsg.). (2022a). *Routledge handbook of resilient thermal comfort*. Routledge.

Nicol, F., Rijal, H. B., & Roaf, S. (2022b). *Routledge Handbook of Resilient Thermal Comfort* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003244929>

Sammito, S., Thielmann, B., Seibt, R., Klusmann, A., Weippert, M., & Böckelmann, I. (2014). Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin*, 2, 042. [https://register.awmf.org/assets/guidelines/002-042l\\_S2k\\_Nutzung-Herzschlagfrequenz-Herzfrequenzvariabilitaet-Arbeitsmedizin-Arbeitswissenschaft\\_2022-03\\_1.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/002-042l_S2k_Nutzung-Herzschlagfrequenz-Herzfrequenzvariabilitaet-Arbeitsmedizin-Arbeitswissenschaft_2022-03_1.pdf)

Schweiker, M. (2022a). Combining adaptive and heat balance models for thermal sensation prediction: A new approach towards a theory and data-driven adaptive thermal heat balance model. *Indoor Air*, 32(3). <https://doi.org/10.1111/ina.13018>

Schweiker, M. (2022b). Combining adaptive and heat balance models for thermal sensation prediction: A new approach towards a theory and data-driven adaptive thermal heat balance model. *Indoor Air*, 32(3). <https://doi.org/10.1111/ina.13018>

Schweiker, M., & Wagner, A. (2015). A framework for an adaptive thermal heat balance model (ATHB). *Building and Environment*, 94, 252–262. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.018>

Tarvainen, M., Lipponen, J., Niskanen, J., & Ranta-Aho, P. (2021). *Kubios HRV Software: User's Guide*. Kubios Oy.



## Projektteam

FH Technikum Wien, Kompetenzfeld Renewable Energy Systems (Projektleitung)  
 IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
 Stadtgemeinde Korneuburg  
 Stadtentwicklungsfonds Korneuburg  
 Käferhaus GmbH  
 Aichinger Hoch- und Tiefbau GmbH  
 WEB Windenergie AG  
 Kleboth und Dollnig ZT GmbH  
 Medizinische Universität Wien – Institut für Umwelthygiene

## Informationen

DI Dr. Bernhard Lipp  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 bernhard.lipp@ibo.at  
 www.ibo.at

# Chloranisole – Muffige Biozid-Begleiter



Muffige Gerüche in Gebäuden? Da denkt man wohl zuallererst an Schimmel. Doch was die ungeübte Nase mit Schimmel assoziiert, kann auch eine andere, weit weniger bekannte Ursache haben.

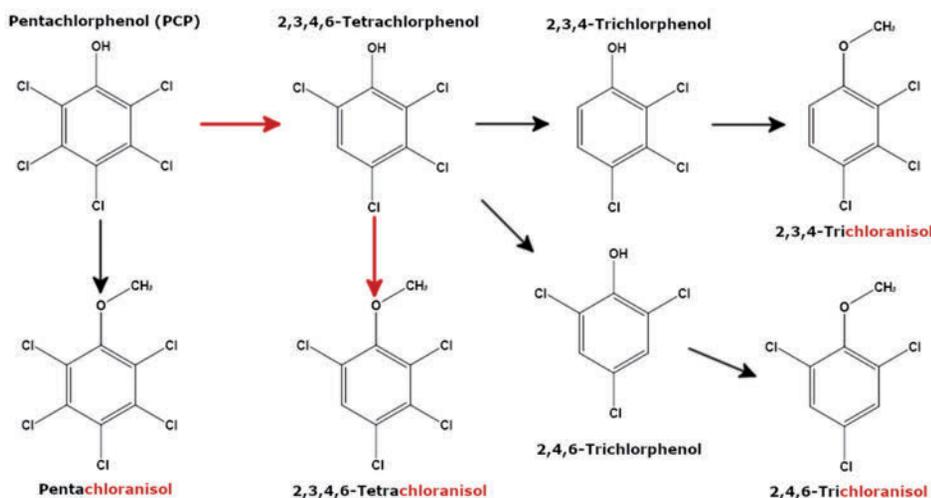
Stefan Pointner, Bernhard Damberger, IBO Innenraumanalytik OG

Seit der Mensch Gebäude errichtet, ist Holz ein wesentlicher Baustoff dafür. Von den Pfahlbauten der Jungsteinzeit über klassische Fachwerkbauten bis hin zu modernen Holzriegelbauten fand und findet Holz sowohl als tragendes Material als auch im Innenausbau Verwendung. Um Holz als Naturprodukt gegenüber Einflüssen aus der Natur – insbesondere Feuchtigkeit und holzerstörende Organismen – zu schützen und länger nutzbar zu machen, wurden seit jeher Teere, Harze und Öle verwendet, mit Aufkommen der modernen chemischen Industrie im 19. Jahrhundert zunehmend auch synthetische Mittel. Besondere Bekanntheit erlangten Verbindungen wie Lindan, DDT und PCP, deren Einsatz heute aufgrund vieler negativer Auswirkungen streng reglementiert ist. Vor allem in den 1970er-Jahren mit der Verbreitung neuer Holzwerkstoffe fanden diese Substanzen jedoch weitverbreitete Anwendung im Gebäudebau. Und genau in diesem Bereich führen sie auch heute noch zu Problemen.

Das Holzschutzmittel PCP (Pentachlorphenol) kann – unter geringer Feuchteeinwirkung – über lange Zeiträume mikrobiell zu Verbindungen aus der Stoffgruppe der Chloranisole abgebaut werden. Diese sind im Gegensatz zu den Ausgangssubstanzen nicht direkt gesundheitsschädlich, können aber durch den intensiven, als sehr störend empfundenen Geruch psychosoziale Probleme

verursachen. Denn der Geruch haftet auch nach dem Verlassen eines betroffenen Gebäudes an Kleidung und Haaren. Er ist oft erst durch mehrmaliges Waschen zu beseitigen. Bewohner:innen solcher Gebäude umgibt dauerhaft ein Geruch, der von anderen als unangenehm und mit Schimmel bzw. mangelnder Hygiene assoziiert wahrgenommen wird. Dieses Phänomen wird in der Literatur auch als Fertigteilhausgeruch oder Fertighausgeruch bezeichnet.

Die Chloranisol-Problematik tritt in den letzten Jahren verstärkt in Fertigteil-Wohnhäusern aus den 1970er-Jahren, aber auch anderen Gebäuden wie beispielsweise in vielen Schulen auf. Schüler:innen, Eltern und Lehr-Personal klagen hier über den intensiven Geruch, der sie bis nach Hause begleitet, und dessen Quelle und Ursachen ihnen unbekannt sind. Wir kennen Gebäude, in denen der Geruch seit Jahrzehnten existiert und die Nutzer:innen sich daran gewöhnt haben oder es normal geworden ist, dass die Schüler:innen nach der Schule frisches Gewand anziehen müssen. Es gibt jedoch auch Fälle, wo der Geruch erst nach Feuchtigkeitsschäden auftritt, oder wenn die Nutzung des Gebäudes vom Wohnhaus zum Wochenendhaus übergeht und in den Wintermonaten nicht mehr durchgeheizt wird. Durch das geringe Heizen kann es zu erhöhter Feuchtigkeit in Fußbodenauf-



Schema zur Entstehung von Chloranisolen durch mikrobielle Umsetzung. Rote Pfeile zeigen den Hauptreaktionsweg. (Nach: Fraunhofer WKI)



Aula eines Schulgebäudes



Typischer Turnsaal einer Schule.

bauten oder Wandkonstruktionen kommen, und der mikrobielle Abbau von PCP beginnt und führt zum beschriebenen Geruchsproblem. In Fußbodenaufbauten bzw. Wandkonstruktionen wurde Holz in der Regel mit Bioziden wie Xyladecor oder Xylamon behandelt, die PCP und Lindan enthielten. Heute werden diese Produkte mit anderen Wirkstoffen hergestellt.

Zur Lösung des Chloranisol-Problems erfolgt in der Regel zuerst eine Begehung des betroffenen Objektes. Im Zuge dieser kann der Geruch durch die Geruchs-Expert:innen dezidiert der Chloranisol-Problematik zugeordnet werden. Auch eine Probenahme zum chemisch-analytischen Nachweis der Substanzen kann gegebenenfalls sinnvoll sein. Anschließend müssen Geruchs-Quellen lokalisiert und identifiziert werden. Je nach Verwendungsort in der Gebäudekonstruktion und Exposition des behandelten Holzes gegenüber Feuchtigkeit kann sich die Geruchsbildung auch auf einzelne Gebäudeteile wie z.B. den Turnsaal der Schule oder Erdgeschoß-Räume beschränken. Hat man mehrere verdächtige,

mit Holzschutzmittel behandelte Bauteile gefunden, können Geruchsprüfungen und chemische Analysen von Materialproben der Identifizierung der Quelle dienen. Die bevorzugte Sanierungsmaßnahme ist ein vollständiger Rückbau betroffener Bauteile. Ist dies nicht möglich oder der technische Aufwand zu hoch, muss eine möglichst vollständig luftdichte Isolierung der Bauteile angestrebt werden. Begleitende Maßnahmen wie die Verwendung photokatalytischer Wandfarben zum Abbau von Geruchsstoffen oder der Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage zur Erhöhung des Frischluftwechsels in betroffenen Räumen, erhöhen die Chancen eines Sanierungserfolgs.

Meist soll ein betroffenes Gebäude bis zur Fertigstellung der Sanierung weiter genutzt werden. In größeren Gebäuden wie Schulen erfolgt die Sanierung oft abschnittsweise Raum für Raum. Wichtig sind in diesem Zusammenhang Messungen der Konzentration an Bioziden in der Raumluft genutzter Räume. Die muffigen Chloranisole sind aus gesundheitlicher Sicht nur die Begleiter



Ursache des muffigen Geruchs in einer Schule: Mit Holzschutzmitteln behandelte Polsterhölzer im Fußbodenaufbau.



Bei der Sanierung sollten auch kleine Mengen behandelten Holzes nicht übersehen werden, wie bspw. hier unter einer Türschwelle.



Poröse Deckenelemente einer abgehängten Decke als mögliche Sekundärquellen für Chloranisole.

sung bedarf, können die Geruchsstoffe durch andere Materialien im Raum kontinuierlich aufgenommen werden. Wird die primäre Geruchsquelle durch die Sanierung entfernt, werden diese Materialien zu sogenannten „Sekundärquellen“, geben also wieder Geruchsstoffe an die Raumluft ab, wodurch es erneut zu einer Geruchsbelastung durch Chloranisole kommt. Deshalb ist es bereits im Zuge der Sanierungsplanung wichtig, mögliche Sekundärquellen zu identifizieren und entsprechend zu behandeln oder zu ersetzen. Auch in diesem Fall können photokatalytische Anstriche und eine Erhöhung des Frischluftwechsels zum Gelingen der Sanierung beitragen.

der wesentlich relevanteren Biozide. Mit Hilfe einer Raumluft-Untersuchung kann die tatsächliche Belastung in einem Raum gut eingeschätzt und die Sinnhaftigkeit begleitender Maßnahmen beurteilt werden.

Ein Punkt, den es für das Gelingen einer Chloranisol-Sanierung zu beachten gilt, sind sogenannte „Sekundärquellen“. Da in der Regel eine lange Zeit vergeht zwischen dem ursprünglichen Einsatz der Holzschutzmittel, der mikrobiellen Umsetzung zu Chloranisolen, der Verbreitung des Geruchs und der Wahrnehmung durch eine Mehrzahl von Personen bis hin zur akzeptierten Einschätzung, dass hier ein Problem vorliegt, das einer aufwändigen Lö-

### Informationen

Wien: DI Bernhard Damberger  
IBO Innenraumanalytik OG  
1150 Wien, Stutterheimstrasse 16–18/2  
Telefon: + 43 (0) 1 983 80 80  
office@innenraumanalytik.at  
Oberösterreich: Stefan Pointner, M.Sc.  
Telefon: +43 (0) 699 11 2829 17  
ooe@innenraumanalytik.at  
www.innenraumanalytik.at

**Pia Anna Buxbaum, Elisabeth Oberzaucher (Hg); Michael Wegerer (Kunst)**

## Gebäudesoftskills – Bauen in menschlichen Dimensionen

### Praxis – Wissenschaft – Kunst

Es geht um viel mehr, als nur ein Dach über dem Kopf zu haben. Was braucht es, damit wir uns in Räumen langfristig wohl fühlen?

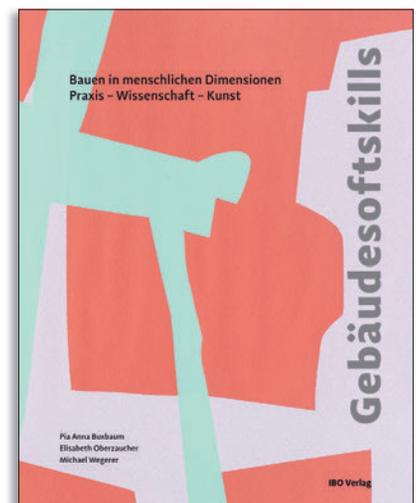
In diesem Buch stellen wir uns den komplexen Wechselwirkungen zwischen Menschen und Gebäuden und beschäftigen uns mit wissenschaftlichen Erkenntnissen, die es dazu gibt.

*„Gebäudesoftskills (GS) sind jene Eigenschaften eines Gebäudes, die auf Gesundheit, Wahrnehmung und Verhalten von Menschen einwirken. Als Gebäude sind in diesem Zusammenhang all jene Bauwerke mit ihren räumlichen Strukturen zu verstehen, die dem Aufenthalt von Menschen dienen.“*

*Gebäudesoftskills sollen die menschlichen Bedürfnisse nach Wohlergehen und Gesundheit basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen erfüllen. Dies kann über die Gebäudeeigenschaften selbst oder über das Modifizieren der Umwelteinflüsse erfolgen.“*

Eine erste Themenauswahl rund um den jungen Begriff Gebäudesoftskills haben wir für Sie zusammengestellt: aus Sicht der Baupraxis und der Wissenschaft sowie im Dialog mit dem Künstler Michael Wegerer beleuchten wir ihn aus unterschiedlichen Perspektiven.

Bestellungen: [IBO@IBO.at](mailto:IBO@IBO.at)



Pia Anna Buxbaum, Elisabeth Oberzaucher (Hg)  
Michael Wegerer (Kunst)

### Gebäudesoftskills

Bauen in menschlichen Dimensionen  
Praxis – Wissenschaft – Kunst  
IBO Verlag 2021, 128 Seiten, Euro 45,-

# INFINITE – Vorgefertigte All-in-One-Technologien

Die Mehrheit der europäischen Gebäude ist nicht ausreichend gedämmt und benötigt aufgrund dessen eine beträchtliche Menge mehr Energie, um ganzjährig behagliche Innenraumtemperaturen zu erreichen. [1] Die Simulationsergebnisse des Instituts für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH (IIBW) zeigen, dass bei einer Erhöhung der Sanierungsrate von 1,5 % (Stand 2022) auf 2,8 %, beginnend mit dem Jahr 2030, die Sanierung des gesamten thermisch unzureichenden Bestandes bis 2040 möglich ist. Mit der gleichzeitigen Umstellung auf erneuerbare Energien kann so die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes ebenfalls bis 2040 erreicht werden. Das „Horizon 2020“ geförderte EU Projekt INFINITE beschäftigt sich diesbezüglich mit der Entwicklung von vorgefertigten All-In-One-Bausätzen, die bei der Sanierung dieser Bestandsbauten zum Einsatz kommen können.

Elisabeth Leitner, GRÜNSTATTGRAU | Martino Gubert, Eurac Research

## Verbindung zwischen Industrialisierung und Digitalisierung

Das Projekt INFINITE hat sich der Innovation und Entwicklung von vorgefertigten All-In-One-Technologien verschrieben, die es bei der Sanierung der Gebäudehülle ermöglichen, den Energiebedarf zu vermindern, während die Lebensdauer erhöht und der Zeit- und Kostenaufwand einer Nachrüstung reduziert wird.

Das Konzept basiert auf dem Ansatz der „Renovation 4.0“, welcher eine Verbindung zwischen der Industrialisierung und der Digitalisierung anstrebt, um maßgeschneiderte, umweltverträgliche, leistbare und kosteneffiziente Nachrüstungslösungen für die Sanierung von bestehenden Gebäuden anzubieten. Bei den

INFINITE All-In-One-Bausätzen werden zur Darstellung der verlängerten Lebensdauer, sowie der verbesserten Gebäudehülle, in allen Phasen des Sanierungsvorganges die Lebenszykluskosten (LCC) und die Lebenszyklusanalyse (LCA) betrachtet und dokumentiert.

INFINITE wird über das Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union „Horizon 2020“ gefördert. Neben den All-In-One-Technologien wird INFINITE die Einrichtung einer Beobachtungsstelle für Industrialised Deep Retrofit (IDR) als anerkannte Plattform fördern und damit die Bemühungen und weltweiten Erfahrungen im Bereich der kohlenstoffarmen Gebäudesanierung in den Mittelpunkt zu stellen.



Abb. 1: Mock-up "FlexiLab" (© Eurac Research)

## Technologien

Bei INFINITE werden fünf industrietaugliche vorfertigungsfähige Komplettbausätze (All-in-One-Technologien) für Gebäudehüllen entwickelt und in Form von Mock-ups und an bestehenden sanierungsbedürftigen Gebäuden an unterschiedlichen Standorten in Europa getestet und mit einem Monitoring überwacht. Damit wird auch überprüft, wie weit das Klima Einfluss auf die Performance hat. Ziel ist es, die sanierten Bestandsgebäude mit den All-In-One-Bausätzen auf den Standard der Nullenergiehäuser zu heben.

Das Konzept besteht aus einer modularen Holz-Rahmen-Konstruktion, die an den Außenflächen des Gebäudes installiert werden kann, um sowohl die Energieeffizienz und Behaglichkeit im Gebäude zu verstärken und zeitgleich den Kosten- und Zeitaufwand für die Sanierung der Gebäude zu reduzieren. In jedes Modul können – je nach Anforderung – ein oder mehrere technische Komponenten, wie unten dargestellt integriert werden:

- Umweltverträgliche und begrünte Gebäudehüllenlösungen (GREEN)
- Energie- und Frischluftverteilungssystem
- Intelligente Fenster/Verglasung
- Gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage (BIPV = Building Integrated Photovoltaics)
- Solarthermische Erzeugungsanlage (BIST = Building Integrated Solar Thermal)
- Building Information Modeling (BIM)
- Anpassungsfähiges Gebäudemanagementsystem (BMS = Building Management System)

Das Design der Bausätze wird durch die Multi-Nutzer-BIM-Plattform mit einer inkludierten Palette an Plugins für LCA (Lebenszyklusanalyse) / LCC (Lebenszykluskosten), Energie und Komfort, sowie Organisation und Management (O&M) vereinfacht. Dieser Planungsrahmen zielt darauf ab, den Planungs- und Umsetzungsprozess zu erleichtern und eine bessere Koordination der Beteiligten zu gewährleisten und die ökologische, sowie wirtschaftliche Leistung des Gebäudes zu verbessern.

## Mock-ups & Installation an den Testgebäuden

Für alle Bausätze wurden Testmodelle, sogenannte Mock-ups, entworfen und in unterschiedlichen Testungseinrichtungen installiert. Die umweltverträglichen und begrünten Gebäudehüllenslösungen, ausgeführt als Living Wall System Fytotextile® von Terapia Urbana, wurden als Teil eines größeren Fassadenmodells getestet. Dafür nutzte man das "FlexiLAB", die Freiluftlaboreinrichtung von Eurac Research, wie in Abb. 1 dargestellt, um die Prototypen bestehend aus der vorgefertigten Holz-Rahmen-Konstruktion und den jeweils dazu entwickelten Bausätzen (GREEN, BIPV, BIST-Bausatz) zu testen. Mit mehreren installierten Sensoren wurden die Leistungen der verschiedenen Bausätze während des Betriebs von August 2022 bis heute überwacht und Temperatur, Feuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Wasserverbrauch und PV-Energieerzeugung dokumentiert.

## Ergebnisse aus dem Mock-up

Die Freiluftlaboreinrichtung „FlexiLAB“ oder auch Facade System Interaction Lab von Eurac Research wurde gebaut, um das Installations- und Wartungsverfahren, die Betriebsphase und die Vorleistungen unter realen Bedingungen über einen langen Zeitraum zu bewerten. Der Messzeitraum findet von August 2022 bis heute statt.

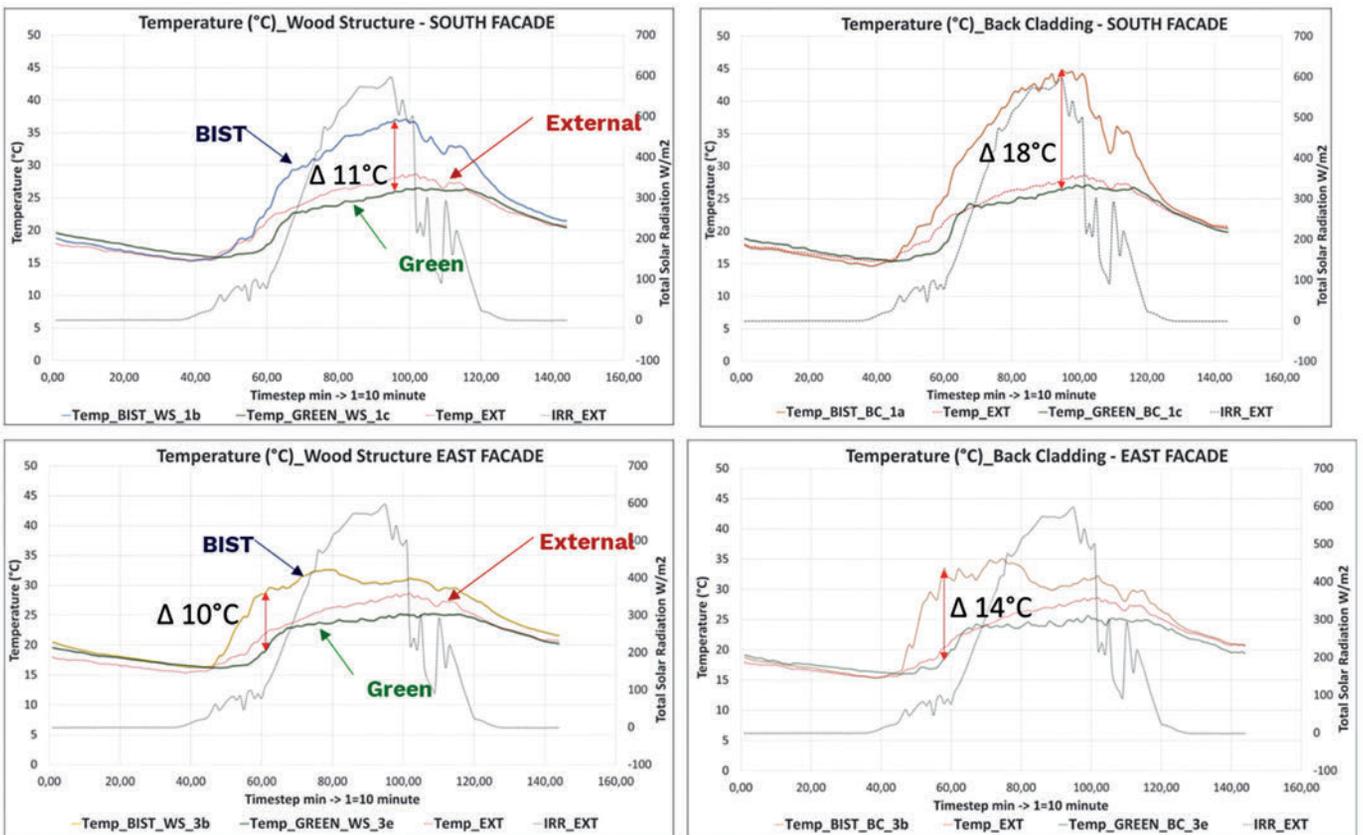
Das Ziel war:

- Reale Umweltdaten für drei verschiedene vorgehängte Fassadenelemente zu überwachen.
- Bewertung der Unterschiede im Verhalten des Hinterlüftungsspalts bei drei verschiedenen vorgehängten Fassadenelementen.
- Bewertung der Effizienz der BIPV-Paneele mit 5 verschiedenen Farben.
- Bewertung des Verhaltens der GREEN-Fassade in zwei verschiedenen Ausrichtungen (Süden und Osten).
- Vergleich des Verhaltens der verschiedenen Lösungen.

Die folgenden Messungen wurden durchgeführt:

- Temperatur im Hinterlüftungsspalt (CAV - Cavity) und Oberflächentemperaturen an der Holz-Rahmenkonstruktion (WS – Wood Facade) und auf der Rückseite der Verkleidungen (BC – Backside Cladding)

Abb. 2: Süd- und Ost orientierte tägliche Temperaturveränderungen von der Oberflächentemperatur an der Holzrahmenkonstruktion (WS – Wood structure) und der Rückseite der vorgehängten Fassade (BC – backside cladding), sowie der Außenlufttemperatur (© Eurac Research)



- Relative Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit im Hinterlüftungsspalt (CAV - cavity)
- Wasserverbrauchs- und Regensensor für die GREEN-Fassade
- Pyranometer zur Messung der Sonneneinstrahlung auf die Fassade
- Wetterstation zur Überwachung von Temperatur (T) und relativer Luftfeuchtigkeit (RH) des Standorts
- Elektrizitätsmessungen (Ampere, Spannung, Produktion)

Die Auswertung der Monitoring-Aufzeichnungen wurde in tägliche Daten und kumulierte Daten für ein Jahr kategorisiert, wobei der Fokus in diesem Artikel auf die Vergleiche zwischen der GREEN- und der BIST-Fassade gelegt wurde.

Die Abb. 2 zeigt die Veränderung der Oberflächentemperaturen der Holz-Rahmenkonstruktion (WS) zum Hinterlüftungsspalt orientiert und an der Rückseite der Verkleidung (BC) am heißesten Tag des Jahres. An diesem Tag konnten Oberflächentemperaturen-Differenzen an der zum Hinterlüftungsspalt orientierten Holz-Rahmenkonstruktion, von bis zu 11 °C an der Süd-Fassade und bis zu 10 °C an der Ost-Fassade, zu sehen in der Abb. 2, dokumentiert werden. Betrachtet man am heißesten Tag des betrachteten Jahres die Oberflächentemperatur der Rückseite der vorgehängten Fassadenkonstruktion, in diesem Fall die BIST-Fassade (Solarthermische Erzeugungsanlage) und der GREEN-Fassade (umweltverträgliche, begrünte Gebäudehüllenslösung), kann man eine Differenz von bis zu 18 °C an der Süd-Fassade und bis zu 14 °C an der Ost-Fassade erkennen.

Während des Monitorings konnte verzeichnet werden, dass die Temperatur an der begrünten Fassade (GREEN) tagsüber oft geringer ist als die Außenlufttemperatur, welche in der Abb. 2 als „Temp\_EXT“ oder unter der Markierung „External“ dargestellt ist.

In der nächsten Betrachtung (Abb. 3) wurde der Fokus auf die Ergebnisse der Stunden konzentriert, in denen die relative Luftfeuchtigkeit im Hinterlüftungsspalt, der Rückseite der Fassadenverkleidung (BC) und der, dem Hinterlüftungsspalt zugewandten, Holz-Rahmenkonstruktion (WS) höher waren, als die äußeren Bedingungen (Temperatur (T) ist größer als die Außenlufttemperatur (T ext), und relative Luftfeuchtigkeit (RH) ist höher als die relative Luftfeuchtigkeit in der Umgebung (RHext)). Diverse Ergebnisse ergaben sich aus dem Vergleich der INFINITE-Bausätze (BIST & GREEN) bei unterschiedlichen Orientierungen und Sensorpositionen.

In der Abb. 3 befindet sich dazu der Auszug der Ergebnisse, in Form von der südlich ausgerichteten Fassade während des „täglichen“ Zeitraums von 07:00 bis 19:00 Uhr, dargestellt. In dieser Grafik können die Differenzen von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit an den Fassaden GREEN und BIST unter Mitbeziehung der äußeren Lufttemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit betrachtet werden.

Beim Vergleich der GREEN-Fassade und der BIST-Fassade mit den äußeren Bedingungen (externe Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit), bei denen die Temperatur und die relative Luft-

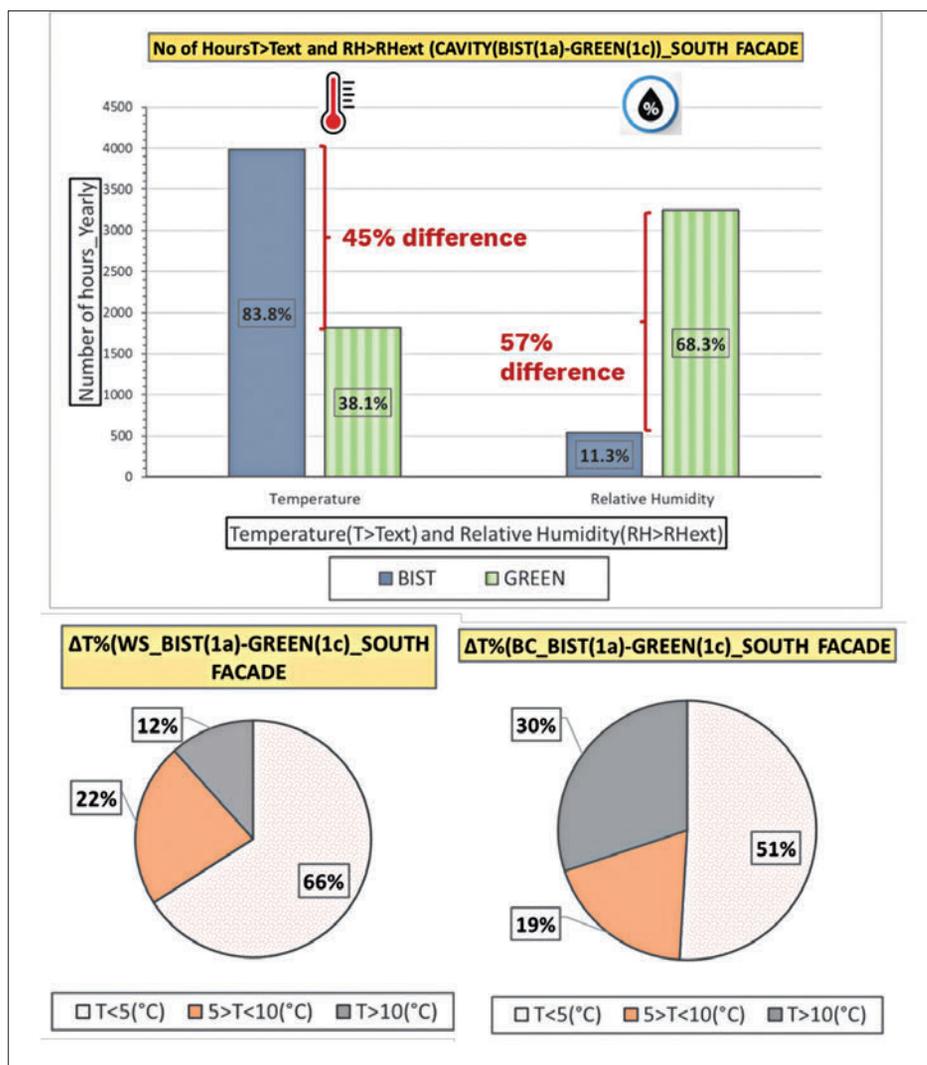


Abb. 3: Temperaturen und relative Luftfeuchte bei der jährlichen Betrachtung und Süd-Orientierung (BC, WS, CAV) (© Eurac Research)

feuchtigkeit gemessen werden, wurden die folgenden Schlussfolgerungen diskutiert:

- Wie erwartet, weist die GREEN-Fassade im Vergleich zu einer BIST-Fassade niedrigere Temperaturen sowohl im BC als auch im WS auf; die Unterschiede zwischen der begrünten Fassade und der BIST-Fassade sind relativ gering.
- Bei GREEN-Fassaden sind Temperatur und relative Luftfeuchte die meiste Zeit über niedriger (im Tagesverlauf) bzw. höher (in der Nacht) als die äußeren Bedingungen.
- Die BIST-Fassade hat in jedem Fall eine höhere Temperatur und eine niedrigere relative Luftfeuchtigkeit als die begrünte Fassade und die äußeren Bedingungen.
- Die Ergebnisse für die „täglichen“ Stunden von 07:00 bis 19:00 Uhr zeigen aufschlussreiche Vergleiche der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen der GREEN-Fassade, der BIST-Fassade und der Außentemperatur.

Betrachtet man den Temperaturvergleich zwischen der GREEN-Fassade und der BIST-Fassade auf der Grundlage der „Delta-Temperatur“ bzw. Temperaturdifferenz, erhält man folgende Ergebnisse:

- Die jährlichen Daten zeigen, dass die Temperaturdifferenz zwischen der begrünten Fassade und der BIST-Fassade während des Jahres meist unter 5 °C liegt.
- Die Aufzeichnungen zu den „täglichen“ Stunden von 07:00 bis 19:00 Uhr stellen spannende Vergleiche zur Temperaturdifferenz zwischen der GREEN-Fassade und der BIST-Fassade dar.

- Das „tägliche“ Verhalten zeigt, wie sich die Temperaturdifferenz zwischen GREEN-Fassade und der BIST-Fassade im Bereich von 5–10 °C und über 10 °C entwickelt.

Die entworfenen und getesteten INFINITE-Bausätze werden im nächsten Schritt zur Renovierung von bestehenden Gebäuden in Frankreich, Italien und Slowenien angewandt und für ein Jahr mit einem Monitoring begleitet.

### Literaturverzeichnis

- [1] About Infinite – Technologies and Solutions – INFINITE Building Renovation
- [2] Amann, W. (2022). Wie schaffen wir die Dekarbonisierung unserer Gebäude bis 2040? BauZ! Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen am 11./12.05.2022. Tagungsband. IBO-Verlag. <http://iibw.at/de/forschungs-datenbank/download/file?fid=48.205>

#### Informationen

Elisabeth Leitner, BSc  
GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und  
Innovations- GmbH  
elisabeth.leitner@gruenstattgrau.at  
[www.gruenstattgrau.at](http://www.gruenstattgrau.at)

IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie (Hrsg.)

## Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung – ökologisch bewertete Konstruktionen

### Details for Passive Houses: Renovation – A Catalogue of Ecologically Rated Constructions



Eine ökologische Sanierung nach Passivhaus-Standard benötigt Know-how und Erfahrung. Dieses Buch ist deshalb als Planungswerkzeug konzipiert, das bestehende Lösungen systematisch aufarbeitet: Bauphysikalische, konstruktive und ökologische Fallbeispiele wurden nach der erfolgreichen Darstellungsweise des IBO Passivhaus Bauteilkatalogs einheitlich mit Regelquerschnitten und Anschlussdetails in vierfarbigen maßstäblichen Zeichnungen und zahlreichen Tabellen aufbereitet. Sie sind nach Bauaufgaben und -epochen geordnet und können leicht für die Entwicklung eigener Lösungen genutzt werden.

Das Buch ist die ideale Ergänzung zum Passivhaus Bauteilkatalog: unverzichtbar für Planer und Bauherren, die Immobilien nachhaltig sanieren wollen.

Erschienen in deutscher und englischer Sprache.

BIRKHÄUSER 2017, 312 Seiten, gebunden, 440 Abbildungen (Farbe), 213 Tabellen (sw)  
Deutsche oder englische Ausgabe: gebunden, Euro 82,19

# Schon umgestellt! – Komponenten, Bauwerke, Quartiere.

## BauZ! 2024 – Nachbericht

# BauZ!

Wiener Kongress für  
zukunftsfähiges Bauen

Im vergangenen Jahr 2023 war der Kongress unter dem Motto der Dringlichkeit gestanden: „Weniger. Aber mehr draus machen!“ Die Dringlichkeit ergab sich aus Knappheiten, was Fachkräfte, Energie, Geld wegen Zinsen, fruchtbarer Boden, Wasser und nicht zuletzt die Bereitschaft betraf, Gewohnheiten und Denkweisen zu ändern.

Tobias Waltjen, IBO

**E**in Jahr später, 2024, standen wir (und die Gesellschaft) nicht mehr vor den Problemen, sondern mitten in der Arbeit: „Schon umgestellt! Komponenten, Bauwerke, Quartiere.“

### Das waren die Überlegungen:

Was wird umgestellt? Die Gebäudetechnik natürlich, aber in der ökologischen Betrachtung hat jedes Ding eine Umwelt, auch die Installationen der Gebäudetechnik:

Diese benötigen vielfach eine neue Infrastruktur. Energie- und Wärmezuflüsse kommen zunehmend vom Dach, aus dem lokal oder von Nachbarn produzierten Strom oder aus Abwärmen, aus der Fernwärme oder ihrem Rückstrom, aus Anergienetzen, aus Erdsonden.

Und die Wärme- und Energiezuflüsse kommen nicht einfach, sondern sind das Resultat von Planungen, Vereinbarungen, Verträgen, Genehmigungen, also von jeder Menge Initiative und sozialer Innovation.

Die neue Gebäudetechnik benötigt vielfach ertüchtigte Gebäudehüllen. Über die Energieeffizienz der Gebäudehüllen im Ge-

bäudebetrieb wissen wir inzwischen schon viel, aber nun verlangen der ökologische Aufwand, der in den Materialien steckt und der zukünftige Aufwand, der auch durch die Verbindungen der Materialien untereinander bedingt ist, mehr Aufmerksamkeit, auch auf diesem Kongress.

Wegen dieses Aufwands verschiebt sich der Fokus auf die Neunutzung und den Umbau von Gebäudebestand und entsprechend weg vom Neubau.

Neunutzung heißt auch Dächer und Fassaden zur Milderung sommerlicher Temperaturen und zur Entspannung der Augen zu begrünen.

Erneut war unser Kongress zu Gast an der TU Wien im Saal ‚TUtheSky‘ des Plus-Energie-Bürohochhauses.

### Wir eröffneten mit

1. „Rahmenbedingungen, die helfen“ und setzten fort mit
2. Beispielhaften Sanierungsprojekten, gefolgt von
3. Neuen Grundlagen in der Materialökologie und damit der Kreislaufwirtschaft.



Fotos: © Enzberg





Am zweiten Tag begannen wir mit dem vieldiskutierten Thema 4. „Neue Wege bei der technischen Gebäudeausrüstung“, setzten fort mit 5. „Freiraum und Begrünung“ und schlossen mit der Vorstellung von 6. Neubauprojekten.



Wie schon letztes Jahr trugen sechs Workshops unabhängiger Forschungsgruppen an den Nachmittagen gewichtig zum Kongressprogramm bei:

1. Flucco+ – flexibler Nutzer:innenkomfort (FH Technikum),
2. Klimagemeinschaften (unterstützen die Dekarbonisierung in Bestandsquartieren) (FH Technikum),
3. Zukunftsorientierte Baukonzepte mit Lehm, Holz, Stroh und Hanf (TU Wien).
4. Neue Planungsansätze in der Bauwerksbegrünung (GRÜN-STATTGRAU),
5. Holz in der Sanierung – Neueste Erkenntnisse und Forschungsergebnisse (RENOWAVE.AT), sowie
6. Plusenergiequartiere – von der Planung zur Umsetzung. (AIT)

### Informationen

Dr. Tobias Waltjen  
IBO – Österreichisches Institut  
für Baubiologie und -ökologie  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
tobias.waltjen@ibo.at  
www.bauz.at, www.ibo.at



IBO (Hg)

### Schon umgestellt! Komponenten, Bauwerke, Quartiere.

Tagungsband 2024

IBO Verlag 2024, 76 Seiten, Print: EUR 28,-  
PDF: EUR 23,-

Bestellungen auf [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at) oder

[www.ibo.at/wissensverbreitung/ibo-publikationen](http://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibo-publikationen)





### **Klimafreundlich Bauen 2024** Klimagerechtes Bauen als Chance

Das Jahresmagazin Ausgabe 2024 ist mit mehr als 30 Fachbeiträgen, vielen Projektbeispielen und Produkthinweisen eine Quelle für Anregungen und fundierte Informationen rund um energieeffizientes und klimaschonendes Bauen und Sanieren.

In zahlreichen Artikeln machen die Autor:innen deutlich, warum die politischen Vorgaben für das Bauen unzureichend sind: Höhere Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden werden von Expert:innen schon seit Langem gefordert, zumal damit gleichzeitig komfortable und wirtschaftliche Gebäude in hoher Bauqualität erreicht werden. Etliche Beiträge beziehen sich deshalb auch auf die langjährig guten Erfahrungen mit Passivhäusern.

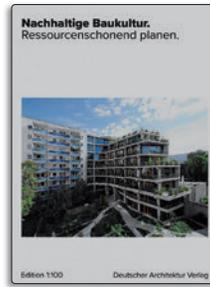
Ausführlich beschäftigt sich das Magazin auch mit den wichtigsten Fragen zu Wohnungslüftung, Wärmepumpe, Luftdichtheit, Dämmung und dem Potenzial unterschiedlicher Energieträger. Dabei wird auch deutlich, warum Wasserstoff für die Beheizung von Gebäuden künftig kaum eine Rolle spielen wird.

Ein Schwerpunkt betrachtet die Rolle von Fenstern, geht der Frage nach, wie nachhaltig Verglasungen sind und zeigt auf, was Passivhausfenster zu leisten imstande sind.

Das Magazin ist im gut sortierten Zeitschriften- und Buchhandel erhältlich.

Leseproben und weitere Bestellmöglichkeiten sowie Links zu digitalen Ausgaben gibt es unter [www.verlagsprojekte.de](http://www.verlagsprojekte.de).

Laible Verlagsprojekte 2024, 160 Seiten, Euro 9,40



### Anneke Lubkowitz (Hg) **Nachhaltige Baukultur** Ressourcenschonend planen

Dieses Buch ist eine Antwort auf die dringende Notwendigkeit einer Transformation hin zu nachhaltigeren Ansätzen in Architektur und Stadtplanung, angesichts der zunehmend spürbaren Auswirkungen des globalen Klimawandels.

Der Gebäudesektor verursacht rund 40 Prozent der Treibhausgasemissionen und ein Drittel der Gesamtabfallmenge in der EU. Das Buch illustriert, wie Planer:innen, Architekt:innen und Bauherren Nachhaltigkeit in den Fokus rücken und verschiedene Lösungen finden, um negative Umweltauswirkungen zu reduzieren. Die Konzepte Effizienz, Konsistenz und Suffizienz sind dabei zentral: Effizienz optimiert die Ressourcennutzung, Konsistenz bindet Ressourcen in langfristig geschlossene Kreisläufe ein, und Suffizienz zielt darauf ab, unnötiges zu vermeiden.

Anhand von 40 Projekten aus verschiedenen Ländern zeigt das Buch die Vielfalt ressourcenschonender Planung und Bauweise – sowohl in der Sanierung als auch im Neubau – auf und betont die Bedeutung einer ästhetisch ansprechenden nachhaltigen Baukultur. Es beleuchtet auch den Einsatz nachhaltiger Baustoffe und Technologien sowie das Einbeziehen der lebenden Natur. Schlussendlich verdeutlicht es die Rolle der Architektur als Vermittlerin von Umweltwissen und lädt dazu ein, die Vielfalt nachhaltiger Architektur zu entdecken.

Deutscher Architektur Verlag 2024, Edition 1:100, 263 Seiten, Euro 70,-



### Sandra Hofmeister (Hg) **Naturbaustoffe S M L** 30 x Architektur und Konstruktion

Das Buch präsentiert 30 Projekte unterschiedlichster Größenordnungen und Nutzungen, die beispielhaft für klimagerechte Architektur sind, von "small" bis "large".

Korkhäuser in Katalonien, ein Kindergarten in Paris mit Stroh als Wärmedämmung und ein öffentliches Schwimmbad aus Lehm bei Madrid: Der Einsatz von Naturbaustoffen in der Architektur ist in Zeiten der Klimakrise und der Suche nach umweltschonenden Ressourcen bedeutender denn je. Während der konstruktive Holzbau bereits fest verankert ist, rücken zunehmend weitere alternative Baustoffe wie Lehm, Stroh, Kork oder Bambus ins Blickfeld. Sie bieten viel Potenzial für die Gestaltung und sorgen außerdem für ein behagliches Raumklima. Mit Naturbaustoffen entstehen energieoptimierte, recyclingfähige und klimagerechte Gebäude für die Zukunft. So liefern ein Ferienhaus mit Seegrass für Fassade und Dach in Dänemark oder ein Kloster mit Strohballendämmung in Bayern ebenso nützliche Anregungen wie Beispiele von sozialem Wohnungsbau, Schulen und Kindergärten, Kultur- und Gemeindebauten. Die möglichst lokal gewonnenen und angewendeten Materialien sind Bambus, Holz, Kork, Lehm, Naturstein, Reet, Seegrass und Stroh. Die konstruktiven und technischen Details der entsprechenden Lösungen werden anhand von Plänen und Detailzeichnungen im Maßstab 1:20 sowie mit ausführlichen Beschreibungstexten dokumentiert.

Edition Detail 2024, 350 Seiten, De/Eng, Euro 69,90,-



Ana Kučan, Mateja Kurir (Hg)  
**Garden and Metaphor**  
 Essays on the Essence of the Garden

Ein schön gestalteter Band über die Bedeutung des Gartens für die Gegenwart und die Zukunft. Mit Essays von renommierten Autor:innen und mit Fotografien von Anne Schwalbe.

Selten hatte der Garten so viele Ansprüche zu erfüllen wie heute. Er ist Zufluchtsort vor dem digitalisierten Leben und agiert als Mittler zur Natur. Als vom Menschen angelegter Ort, in dem Pflanzen wachsen, ist er gleichzeitig kultiviert und unzählbar. Während über Jahrhunderte hinweg der Ehrgeiz des Gärtners darin bestand, die Natur zu kontrollieren und zu unterwerfen, dient er heute eher als Surrogat für Wildnis, als Habitat für Tiere oder erfüllt den Traum vom Selbstversorgertum. In diesem Buch beleuchten Landschaftsarchitekt:innen, Architekt:innen, Künstler:innen und Philosoph:innen in sechs Kapiteln verschiedene Aspekte des Gartens im Anthropozän: der Garten als Ort der Nachbarschaft, Garten als Kunst, Garten als Ort des Bezauberns und der Entrücktheit.

Birkhäuser Verlag 2023, 320 Seiten, Englisch, Euro 45,-



Hebel, Wappner, Blümke et.al. (Hg.)  
**Sortenrein Bauen**  
 Methode – Material – Konstruktion

Bis 2050 wird in der EU schrittweise die umfassende Kreislaufwirtschaft eingeführt. Damit das im Bauwesen gelingen kann, müssen Materialressourcen vollumfänglich wiederverwendet werden. Dieses Handbuch erläutert, wie Planen

und Bauen nach dem Kreislaufprinzip gelingen. Es zeigt die Geschichte und Gegenwart der kreislaufgerechten Architektur auf und analysiert die Grundlagen des sortenreinen Bauens mit Blick auf Methodik, Material und Konstruktion. Füge- und Verbindungstechniken werden dabei ebenso thematisiert wie die Materialwahl generell und die Lebenszyklen einzelner Schichten samt ihrer Funktionen. Der umfangreiche Detailkatalog mit Zeichnungen im Maßstab 1:20 dokumentiert beispielhafte Anwendungen und Anschlüsse, die nach Materialien gegliedert sind.

Edition Detail 2023, 231 Seiten, Euro 79,90

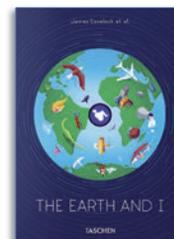


Wolfram Scheiding, Claudia Koch et al. – IHD Institut für Holztechnologie Dresden & Holzforschung Austria (Hg)  
**Anwenderleitfaden für Holzbeläge im Außenbereich**

Im Forschungsprojekt "EURODECK" wurden Qualitätskriterien bzw. Anforderungen sowie Prüf- und Bewertungsmethoden zu Außenbelägen unter Berücksichtigung relevanter Normen und Regelwerke analysiert. Die experimentellen Arbeiten konzentrierten sich auf die Themen Brandverhalten, Festigkeitsprofil, Gefälle/Drainage, Rissbildung sowie mikrobielle Verfärbungen; bei diesen war erheblicher Bedarf bezüglich der Prüfmethode und Eigenschaftskennwerte identifiziert worden. Das Forschungsprojekt war eine Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) und der Holzforschung Austria. Das zweijährige Projekt wurde im EU-Programm CORNET gefördert und befasste sich mit Qualitätskriterien und Prüfmethode für Außenbeläge aus Holz. Ein wichtiger Bestandteil des Projektes ist der "Anwenderleitfaden für Holzbeläge im Außenbereich", der erstmals ein umfassendes Qualitäts- und Bewertungsprogramm für diese Produktgruppe bietet. Der Leitfaden enthält Informationen zu verschiedenen Nutzungsarten, Kriterien, Eigenschaften von Holzarten und Sortier-

vorschriften. Er ist in gedruckter Form und als pdf-Version veröffentlicht und kann über das IHD-Dresden oder die Holzforschung Austria bezogen werden.

IHD Institut für Holztechnologie Dresden & Holzforschung Austria 2022, 134 Seiten, Euro 55,-



James Lovelock et al.  
**The Earth and I**

Diese illustrierte Anthologie von Wissenschaftsvisionär James Lovelock ist eine Gebrauchsanweisung für das 21. Jahrhundert. Zwölf Wissenschaftler:innen diskutieren die Dinge, die unsere Welt im Großen und im Kleinen zusammenhalten, und stellen die neuesten Denkansätze vor – von der Astronomie über die Neurowissenschaften bis zur Quantenphysik.

Das Buch ist ein Reiseführer in die Zukunft für den Menschen des 21. Jahrhunderts. Nach einer Idee von James Lovelock (1919–2022), dem Urheber der Gaia-Theorie, ermuntert es zu einem ganzheitlichen Verständnis unserer Lebenswirklichkeit. Ähnlich wie die Gaia-Theorie unsere Erde als lebendiges Ganzes betrachtet, so bringt "Die Erde und ich" eine Reihe renommierter Autoren aus dem gesamten Spektrum der Wissenschaft zusammen, um auf breiter Grundlage ein Verständnis davon zu vermitteln, wer wir sind und wo wir uns befinden. In zwölf Kapiteln werden komplexe Details und übergeordnete Strukturen von Astronomie über Geologie bis hin zu Neurowissenschaften und Wirtschaftstheorie beleuchtet. Die Essays und Berichte der Expert:innen, wie der Quantenphysikerin Lisa Randall, dem Astronomen Martin Lord Rees, dem mit dem Pulitzer-Preis ausgezeichneten Biologen Edward O. Wilson und dem Nobelpreisträger und Neurowissenschaftler Eric Kandel, werden durch Illustrationen von Jack Hudson ergänzt und ermöglichen Leser:innen jeden Alters die Zusammenhänge unserer Welt besser zu verstehen.

Taschen Verlag 2024, 192 Seiten, Englisch, Euro 15,-

# Ordentliche und fördernde Mitglieder des IBO

## Ordentliche Mitglieder des IBO Vereins

Barbara Bauer  
IBO GmbH, Wien  
barbara.bauer@ibo.at

Arch. DI Franz Biller  
Biller Architektur und Baumanagement ZT GmbH, Bad Kleinkirchheim  
biller@biller-zt.at

DI Philipp Boogman  
IBO GmbH, Wien  
philipp.boogman@ibo.at

DI Pia Anna Buxbaum  
Archicolor, Wien  
atelier@archicolor.at

DI Bernhard Damberger  
IBO Innenraumanalytik OG, Wien  
damberger@innenraumanalytik.at

Arch. Mag. Ing. Helmut Deubner  
Atelier Deubner Lopez ZT OG, Gänserndorf Süd  
office@atelierdeubner.at

DI Magnus Deubner  
Atelier Deubner Lopez ZT OG, Gänserndorf Süd  
m.deubner@archland.at

Gerhard Enzenberger  
IBO Verein, Wien  
zyx@ibo.at

Ing. Mag. Maria Fellner  
IBO GmbH, Wien  
maria.fellner@ibo.at

Mag. Hildegund Figl  
IBO GmbH, Wien  
hildegund.figl@ibo.at

DI Mag. Cristina Florit  
IBO GmbH, Wien  
cristina.florit@ibo.at

DI Susanne Formanek  
IBO Verein, Wien  
susanne.formanek@ibo.at

Dr. Heinz Fuchsig  
6020 Innsbruck  
h.fuchsig@ikbnet.at

Andreas Galosi-Kaulich, MSc  
GH Bauphysik GmbH, Wien  
andreas.galosi@ibo.at

Arch. DI Werner Hackermüller  
1140 Wien  
architekt@hackermueller.at

DI Katrin Keintzel-Lux  
Architekturbüro <baukanzlei>, Wien  
kkeintzel@baukanzlei.at

Arch. DI Johannes Kislinger  
AH3 Architekten ZT GmbH, Horn  
j.kislinger@ah3.at

Peter Klic  
klictechnics verwaltungs GmbH, Linz  
office@klictechnics.at

Ing. Wolfgang Kögelberger  
Ingenieurbüro Energieeffizienz & Bauphysik, Haibach /Mühlkreis  
wolfgang@koegelberger.at

DI Dr. Bernhard Lipp  
IBO GmbH, Wien  
bernhard.lipp@ibo.at

Arch. DI Wolfgang Mück  
1190 Wien  
wolfgang.mueck@aon.at

Walter Pistulka  
2344 Maria Enzersdorf  
buero@pistulka.at

DI Walter Pokorny  
3400 Klosterneuburg - Kierling  
walter.pokorny@pokorny-tec.at

Prof. Arch. DI Georg W. Reinberg  
Architekturbüro Reinberg ZT GmbH, Wien  
reinberg@reinberg.net

Dr. Gabriele Rohregger  
6800 Feldkirch  
gabriele.rohregger@spektrum.co.at

DI Dr. Herwig Ronacher  
architekten ronacher ZT GmbH, Hermagor  
office@architekten-ronacher.at

DI (FH), MSc Astrid Scharnhorst  
IBO GmbH, Wien  
astrid.scharnhorst@ibo.at

Arch. DI Ursula Schneider  
pos architekten ZT GmbH, Wien  
schneider@pos-architecture.com

Arch. DI Heinrich Schuller  
ATOS Architekten, Wien  
h.schuller@atos.at

DI Peter Michael Schultes  
experimonde, Klosterneuburg  
pmichael.schultes@experimonde.com

Mag. Dr. Gerhard Schuster  
Bolleygd, Schweden  
gerhard.schuster.wien@gmail.com

Dr. Herbert Schwabl  
Padma AG, Wetzikon/Schweiz  
h.schwabl@padma.ch

DI Tobias Steiner  
IBO GmbH, Wien  
tobias.steiner@ibo.at

DI Gabriele Szeider  
asw architektur ZT KG, Wien  
office@asw.co.at

DI Peter Tappler  
IBO Innenraumanalytik OG, Wien  
p.tappler@innenraumanalytik.at

Dr. Caroline Thurner  
IBO GmbH, Wien  
caroline.thurner@ibo.at

DI Dr. techn. Karl Torghele  
Spektrum Bauphysik & Bauökologie GmbH, Dornbirn  
karl.torghele@spektrum.co.at

Prof. DI Dr. Martin Treberspurg  
Treberspurg & Partner Architekten Ziviltechniker GmbH, Wien  
martin.treberspurg@treberspurg.at

DI Felix Twrdik  
IBO Innenraumanalytik OG, Wien  
f.twrdik@innenraumanalytik.at

DI Ulla Unzeitig  
RENOWAVE.AT, Wien  
ulla.unzeitig@renowave.at

Dr. Tobias Waltjen  
IBO Verein, Wien  
tobias.waltjen@ibo.at

DI Martin Wölfl  
asw architektur ZT KG, Wien  
office@asw.co.at

Markus Wurm  
IBO GmbH, Wien  
markus.wurm@ibo.at

DI Thomas Zelger  
FH Technikum Wien  
thomas.zelger@technikum-wien.at

Simon Zotter, MSc  
IBO GmbH, Wien  
simon.zotter@ibo.at

### Fördernde Mitglieder des IBO Vereins

AMFT – Arbeitsgemeinschaft der Hersteller von Metall-Fenster/  
Türen/Tore/Fassaden  
Anton Resch  
amft@fmti.at [www.amft.at](http://www.amft.at)

BMI Austria GmbH  
Erich Fuchs  
office.austria@bmigroup.com [www.bmigroup.com/at](http://www.bmigroup.com/at)

Bundesverband Sonnenschutztechnik BVST  
DI Fuad Salic  
f.salic@bvst.at [www.bvst.at](http://www.bvst.at)

Cooperative Leichtbeton - Werbegemeinschaft GmbH  
DI Thomas Schönbichler  
office@leichtbeton.at [www.leichtbeton.at](http://www.leichtbeton.at)

forbo flooring austria gmbH  
Ramazan Cabar  
info.austria@forbo.com [www.forbo.at](http://www.forbo.at)

GrünStattGrau  
DI Susanne Formanek  
susanne.formanek@gruenstattgrau.at | [www.gruenstattgrau.at](http://www.gruenstattgrau.at)

HSBS GmbH  
DI Dr. Bernhard Lipp  
office@hsbs.at [www.hsbs.at](http://www.hsbs.at)

Isolena Naturfaservliese GmbH  
Felicitas Lehner  
feli.lehner@isolena.at [www.isolena.at](http://www.isolena.at)

KALLCO Development GmbH & Co KG  
Ronald Sirch  
r.sirch@kallco.at [www.kallco.at](http://www.kallco.at)

Lias Österreich GesmbH  
Bernd Hörbinger  
bernd.hoerbinger@liapor.at [www.liapor.at](http://www.liapor.at)

Netzwerk Lehm  
Andrea Rieger-Jandl  
info@netzwerklehm.at [www.netzwerklehm.at](http://www.netzwerklehm.at)

Sedlak GesmbH  
DI Wilhelm Sedlak  
office@sedlak.co.at [www.sedlak.co.at](http://www.sedlak.co.at)

SNP Architektur  
Mag.art. Bernhard Schrattenecker  
schrattenecker@snp.at [www.snp.at](http://www.snp.at)

Baumeister Schenk GesmbH  
Ing. Thomas Schenk  
office@baumeister-schenk.at [www.baumeister-schenk.at](http://www.baumeister-schenk.at)

Sto Ges.m.b.H.  
DI Ewald Rauter  
info.at@sto.com [www.sto.at](http://www.sto.at)

SYNTHESA Chemie GesmbH  
Peter Eichmayer  
office@synthesa.at [www.synthesa.at](http://www.synthesa.at)

Thermokon Components GmbH  
Josef Pendl  
josef.pendl@thermokon.at [www.thermokon.at](http://www.thermokon.at)

VÖZ Verband Österreichischer Ziegelwerke  
DI Norbert Prommer  
verband@ziegel.at [www.ziegel.at](http://www.ziegel.at)

Zement+Beton  
DI Claudia Dankl  
dankl@zement-beton.co.at [www.zement.at](http://www.zement.at)



## Behaglichkeit für alle Fälle

### Gesunde Raumluf

Mehr Wohlbefinden mit Komfortlüftung und schadstoffarmen Produkten.

### Ausgezeichnete Bauprodukte

Baubiologisch geprüft, bauphysikalisch sinnvoll, Qualität gesichert.

### Schimmelfrei

Hygienisch einwandfreie Wohnverhältnisse schaffen.

[www.IBO.at](http://www.IBO.at)

Lehrgänge    **Forschung**    Behaglichkeit  
Kreativität    Gebäudesimulation    Produktprüfung    Optimierung  
**Materialökologie**    Schall    EU GreenBuilding  
Elektromagnetische Felder    LEED    **Wissensverbreitung**  
Webinare    TQB / ÖGNB    BauZ!    Qualitätssicherung    Netzwerk  
Ökobilanzen    **Messungen**    IBO ÖKOPASS    EPD-Plattform  
Passivhaus    natureplus    Lebenszykluskosten    **Entwicklung**  
Tools    Tageslichtsimulation    **Consulting**    Werkstattgespräche  
**Gebäudebewertung**    Luftdichtigkeit    Bauproduktmanagement  
green academy    **Bauphysik**    klima:aktiv    Feuchtesimulation  
Raumluf



**natureplus**®

3501-999-0101

Klimaschutz

Wohngesundheit

Ressourcenschonung

## Das Umweltzeichen für nachhaltige Baustoffe

Unsere Produktdatenbank:  
[www.natureplus-label.org](http://www.natureplus-label.org)

