

KIT

TIN

G18





## 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

## Liebe Mitglieder, liebe Leserinnen und Leser!

Willkommen zur ersten Ausgabe des IBO Jahrbuches!  
„Neue Wege entstehen, indem wir sie gehen“ sagte schon Friedrich Nietzsche und wir gehen neue Wege. Die Zeit ist gekommen, Ihnen, liebe LeserInnen, KundInnen, Mitgliedern und WegbegleiterInnen ein neues Format der Wissensvermittlung anzubieten.



Wir haben es „Kitting“ genannt. Der Begriff steht für „Speichern“ und „Aufbewahren“. Ein Kitting ist ein alter bäuerlicher Speicherbau, in dem die Ernte eines Jahres über den Winter aufbewahrt wurde. Diese Bauten fanden im heutigen mittleren und südlichen Burgenland Verwendung.

Unser Kitting ist ein Kompendium, das Horizonte erweitert, in dem es eine Fülle an wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Projekten und den Tätigkeiten der ExpertInnen des IBO und seinem Netzwerk dokumentiert, kommuniziert und bewahrt. Es beleuchtet auf 94 Seiten und mit 22 Projekten brennende zukünftige Herausforderungen wie Rohstoffmangel, Energiewende, Qualitätssicherung, Urban Heat Island Effekt und Klimawandel, ...Wachstum der Städte und Digitalisierung.

Von den IBO ExpertInnen sorgfältig und liebevoll aufbereitet, ist es eine Nachlese, also eine Art nachhaltiges Wissensbuch zum Sammeln, Aufbewahren und Nachblättern. Ein Jahr Wissen, nicht nur zum Lesen, sondern auch zum Weitergeben.

Gebäude und die Anforderungen an sie verändern sich im Wandel der Zeit. Heutige, multifunktionale Gebäude stellen eine große Chance für die österreichische Klima- und Energiestrategie dar, um z.B. Treibhausgasemissionen zu senken. Sie rüsten sich für die Zukunft! Sie wandeln sich zu Rohstoffspeichern (siehe Kapitel Materialökologie), Energielieferanten und -speichern (siehe Kapitel Gebäudebewertung), Rückzugsort und Pflanzenproduzenten (siehe Kapitel Bauphysik), Gesundheitsoasen (siehe Kapitel Messung), Kommunikationsplattformen (siehe Kapitel Forschung) und geben uns genügend Stoff, um über sie zu diskutieren (siehe Kapitel Wissensverbreitung).

Die Art und Weise wie Gebäude errichtet oder saniert werden, ist ein wichtiger Baustein zur Erfüllung des Klimaschutzauftrags und für unsere zukünftige Lebensqualität. Das IBO und seine PartnerInnen stellen dafür wichtige Forschungsergebnisse und Instrumente wie z.B. das Baubook zur Verfügung, nicht nur im Kitting, sondern auch online auf [www.ibo.at](http://www.ibo.at), wo Artikel und Termine aktuell unter dem Jahr abrufbar sind. Die vielfältigen Anforderungen an Architektur, Bauphysik, an Behaglichkeit und Langlebigkeit, an Rezyklierbarkeit und Energieverbrauchsoptimierung sind längst lösbar, umsetzen ist die Devise.

Warum? Um unsere Welt den nächsten Generationen so zu hinterlassen, dass sie lebenswert ist und bleibt!

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen, Stöbern und Aufbewahren!

### 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, Isabella Dornigg MSc, Gudrun Dorninger, Gerhard Enzenberger, Mag. Veronika Huemer-Kals

#### MitarbeiterInnen diese Ausgabe

Barbara Bauer, Mag. (FH) Rudolf Bintinger, DI Philipp Boogman, DI Dr. Franz Dolezal, Isabella Dornigg MSc, Ing. Maria Fellner, DI Ute Muñoz-Czerny, Mag. Hildegund Figl, DI Mag. Cristina Florit, DI Susamme Formanek, Andreas Galosi MSc, DI (FH) Felix Heisinger, DI Dr. Karl Höfler, Mag. Veronika Huemer-Kals, Mag. DI Eva Jussel, DI Elisabeth Kerschbaum, DI Lisa Kögler,

DI Dr. Bernhard Lipp, DI Arch. Martin Ploss, Thomas Roßkopf MSc, DI Alexander Salzmann, DI (FH) Astrid Scharnhorst, Mag. Christoph Sutter, DI Tobias Steiner, DI Peter Tappler, Dr. Caroline Thurner, DI Dr. Karl Torgehe, Ing. Waldemar Wagner, Dr. Tobias Waltjen

#### Grafik, Layout, Produktion

Gerhard Enzenberger, IBO

#### Anzeigen

Barbara Bauer, Gudrun Dorninger, IBO

#### Druck

gugler print, Melk

#### Service & Vertrieb

IBO Wien, [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at)

#### Gesamtauflage & Erscheinungsweise

3.000 Stück, 1 x jährlich

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



Höchster Standard für Ökoeffektivität.  
Cradle to Cradle™ zertifiziertes  
Druckprodukt.  
Innovated by gugler\*print

## Materialökologie

- 4 Corporate Social Responsibility im Bauwesen**  
Wie arbeitet es sich in der Baustoffproduktion?

- 8 Ökologische Bewertung von Bauprodukten in Europa**  
Auf Druck der Europäischen Kommission wird aktuell im zuständigen Normungsgremium (CEN TC 350) in mehreren Arbeitsgruppen daran gearbeitet.

- 11 Ökobilanzen mit HEROES**  
Vereinfachte Erfassung, ganzheitliche Betrachtung und Optimierung von Wohngebäuden.

- 15 Wozu brauchen wir PEF?**  
Umsetzung des ökologischen Fußabdruckes im Baubereich.

- 23 Ökobau – der Umbau**  
Komplex muss nicht kompliziert sein – Wie man ein nachhaltiges Gebäude baut, ohne dass man ein Experte sein muss.

- 26 Wie die EU vom österreichischen Entsorgungsindikator profitieren kann**  
Europas Wirtschaft soll nachhaltiger werden, das ist das Ziel der EU, das mit einem ehrgeizigen „Circular Economy Package“ erreicht werden soll.

## Gebäudebewertung

- 28 Den IBO ÖKOPASS gibt's jetzt auch für Sanierungen**  
Über 30.000 Wohnungen werden in den nächsten Jahren in Wien saniert. Der IBO-Ökopass ein erprobtes Instrument der Qualitätssicherung.

- 32 Paracelsus Bad- und Kurhaus**  
Wie viel Nachhaltigkeit steckt hinter den modernen Design-Erlebniswelten.

- 38 Ermittlung monatlicher Konversionsfaktoren für den Energieträger Strom**  
Die Ergebnisse einer Studie zeigen, dass zur Bewertung des Energieträgers Strom zeitlich variable Konversionsfaktoren sinnvoll sind.

- 45 Wie baut Wien – Befriedigend, Gut, Sehr Gut oder Ausgezeichnet?**  
Mit diesen vier Bewertungskategorien werden beim IBO ÖKOPASS sieben Kriteriengruppen eingestuft.

## Bauphysik

- 46 Fassadenprüfboxen**  
Ziel des Strategischen Projekts der ACR ist die In-situ-Messung von grundlegend neuen und intelligenten Energieversorgungskonzepten.

- 49 Wachstum in der Stadt – ein Trend auch für Pflanzen**  
Laut den Prognosen der Vereinten Nationen und der Europäischen Union werden bis 2020 75 % der Menschen in Städten leben.

- 54 Akustischer Komfort bei besonderen Grundrissen – Grenzen vereinfachter Nachweise**  
Vereinfachte Rechenverfahren zum Nachweis der raumakustischen Qualität gehen stets vom diffusen Schallfeld aus. Diese Grundannahme kann zu falschen Ergebnissen führen.

## Messungen & Monitoring

- 58 Plus-Energie Passivhaus Kindergarten Wirbelwind**  
Die Gebäudetechnik bestimmt bei hochenergieeffizienten Gebäuden maßgeblich die funktionale und energetische Performance.
- 64 Indoor Air Quality**  
Wir MitteleuropäerInnen verbringen durchschnittlich 90 % unserer Lebenszeit in Innenräumen – die Qualität der Raumluft in den eigenen vier Wänden ist relevanter denn je.
- 66 IBO und Innenraumklimatologie – ein historischer Rückblick**  
Vor etwa 30 Jahren begann man, dem Innenraumklima als „dritte Haut“ des Menschen verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.

## Forschung

- 72 Nachhaltige Gebäude und ihre digitalen Zwillinge**  
Das IBO als Mitglied der ACR unterstützt KMUs in der Baubranche, bei der digitalen Transformation.
- 76 Gebäudesoftskills**  
Ob ein Gebäude heute auf allen Ebenen ‚erfolgreich‘ ist, hängt nicht nur von dessen energetischer Performance, seiner leichten Erreichbarkeit oder finanziellen Leistbarkeit ab.
- 78 Smart Cities – ein viel strapazierter Begriff wird mit Leben erfüllt**  
In unserer Vorstellung einer Smart City oder zukunftsfähigen Stadt ist der erste Ansatzpunkt natürlich die Ökologie.

- 83 Sanieren einmal anders**  
Können Gebäude mit einer vorgestellten Pufferzone, die wärmedämmt und Energie erzeugt, eine Stadt verändern?

## Wissensverbreitung

- 88 BauZ! 2018: In In Betrieb gesetzt! Was kommt ins Laufen**  
BauZ! 2018 war ein Kongress, der ebenso im Kongress-Saal, wie im Foyer davor stattfand.
- 89 Stadt der Zukunft – Nachhaltigkeit vom Quartier zum Baustoff**  
Ein kurzer Abriss womit sich die ökologisch interessierte Baubranche beim Symposium in Reichenau an der Rax befasste.
- 90 Bücher**  
Zwei Grad. Eine Tonne.  
Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn – Die Macht der inneren Bilder – Biologie der Angst.  
Ökologie und Ökonomie des Dämmens.
- 95 Ordentliche und fördernde Mitglieder des IBO**

# Was steckt hinter StoTherm Wood ?

Die Idee, nachhaltig zu dämmen, mit einem natürlich nachwachsenden Rohstoff.



Das hochökologische Fassadendämmsystem StoTherm Wood hebt sich in puncto Nachhaltigkeit deutlich von anderen Systemen ab, denn Holz wächst natürlich nach. Die Holzdämmplatte – das Herzstück des Systems – besteht zu 95 % aus natürlichen Rohstoffen. Sie ist hoch diffusionsoffen, frei von Emissionen und bindet CO<sub>2</sub> langfristig. Außerdem ist sie frei von künstlichen Stützfasern und Flammschutzmitteln und daher in der Entsorgung unbedenklich.



Bewusst bauen.

# Corporate Social Responsibility im Bauwesen

## Wie arbeitet es sich in der Baustoffproduktion?



Bananen aus fairem Handel, Turnschuhe mit überprüfter Lieferkette, Goldschmuck ohne Waffenfinanzierung, Teppiche ohne Kinderarbeit – wir wollen wissen, wer für uns arbeitet und wie. Den Trend, Verantwortung für Arbeitsbedingungen in einer globalisierten Wirtschaft zu übernehmen, hat auch natureplus übernommen und mit der neuen Vergaberichtlinie RL 5004 Transparenz und Soziale Verantwortung in prüfbare Kriterien gegossen.

Astrid Scharnhorst, IBO GmbH

Im vergangenen November hat der natureplus e.V. die Vergaberichtlinie 5004 verabschiedet, die eine transparente und verantwortungsvolle Ressourcengewinnung sowie soziale Verantwortung in der gesamten Wertschöpfungskette gewährleisten soll. Damit werden Hersteller in Bezug auf Corporate Social Responsibility (CSR) stärker in die Pflicht genommen.

### Soziale Nachhaltigkeit in Unternehmen ... aus Sicht der Europäischen Kommission

Die Europäische Kommission spricht von Corporate Social Responsibility, „wenn Unternehmen in ihrem Tagesgeschäft freiwillig bestimmte gesellschaftliche und ökologische Ziele anstreben, die über das gesetzlich geforderte Maß hinausgehen.“ [1] Die Tätigkeitsfelder und Maßstäbe sind dabei von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich und reichen von nachhaltigen Produktinnovationen über Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiterinnen, Initiativen zur Chancengleichheit und Maßnahmen gegen Korruption bis hin zu konkret bezifferten Klima- und Ressourcenschutzzielen.

Dabei ist die Einführung von entsprechenden Standards aus ökologischen oder sozialen Erwägungen heraus allein zwar wünschenswert, aber vermutlich unrealistisch. Unternehmen werden – und müssen – immer auch die ökonomischen Aspekte berücksichtigen (z.B. Energieeinsparungen, Reduktion der Fehler- und Unfallhäufigkeit etc.), die sich dann in der CSR Strategie wiederfinden. Trotz der daraus auch resultierenden positiven sozialen und ökologischen Effekte stehen Unternehmen daher häufig in der Kritik. Die Vorwürfe reichen von „ausschließlich finanziell motiviert“ bis hin zu „greenwashing“. Fallweise mag das berechtigt sein, die Europäische Kommission sieht in ihrer „Strategie für die soziale Verantwortung“ [2] die Synergien und gesellschaftlichen neben den ökonomischen Vorteilen:

„Wenn sich die Unternehmen ihrer sozialen Verantwortung stellen, können sie bei den Beschäftigten, den Verbrauchern und den Bürgern allgemein dauerhaftes Vertrauen als Basis für nachhaltige Geschäftsmodelle aufbauen. Mehr Vertrauen wiederum trägt zur

Schaffung eines Umfeldes bei, in dem die Unternehmen innovativ arbeiten und wachsen können.“

### ... und im Zertifizierungssystem natureplus

Ökologisches und soziales Engagement ist demnach auch immer ein Kompromiss, im Idealfall aber – wenn wir uns am CSR-Modell von Archie B. Carroll und Mark S. Schwartz [3] (siehe Abbildung 1) orientieren – eine win-win-win Situation aus sozialen, ökologischen und ökonomischen Interessen:

Carroll und Schwartz gehen von drei Verantwortungsbereichen aus: Ökonomisch, ethisch – hier sind die ökologischen Aspekte zuzuordnen – und legal. Aufgrund ihrer Überschneidungen ergeben sich insgesamt sieben Varianten von CSR mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Der Ansatz von natureplus ist vorwiegend ökologisch. Weil aber die Gebrauchstauglichkeit der Produkte, nachgewiesen zum Beispiel durch bauaufsichtliche Zulassungen oder normengerechte Produktion, eine weitere Zertifizierungsvoraussetzung ist, bewegt sich das Label mit seinen Anforderungen im Bereich der 6. CSR Kategorie „legal-ethisch“. Ökonomische Aspekte werden bei natureplus u.a. über die Einbindung von Stakeholdern berücksichtigt: Sie geben wichtigen Input zur Machbarkeit, also zur Anwendbarkeit der Kriterien und zu den damit verbundenen Prüfaufwänden.

Mit den Anforderungen an die Holzgewinnung und Holzherkunft sind entsprechende Standards produktgruppenbezogen schon länger eingeführt, bzw. gelten CSR Label, genauer FSC und PEFC, als Nachweis für eine nachhaltige Rohstoffgewinnung und Vorproduktherstellung der Holz- und Holzverarbeitenden Industrie (Vgl. natureplus Vergaberichtlinie RL 5002 Holzgewinnung und -herkunft). Mit der produktgruppenübergreifenden Ausweitung werden die Sozialstandards und Transparenzkriterien nun auf alle Produkte angewendet. natureplus schließt sich mit der Richtlinie 5004 einer Reihe unabhängiger und anerkannter Label an, die sich seit Jahrzehnten der Verbreitung von Sozial- und ökologischen Standards in unterschiedlichen Branchen verschrieben haben (siehe Infokasten).

Der Fokus liegt auf der Transparenz der Stoffströme: „Die Herkunft, die Anbau- und Erntebedingungen bzw. die Abbaubedingungen von Rohstoffen und Sekundärrohstoffen sowie ihre Verarbeitung über die Wertschöpfungskette müssen transparent und nachvollziehbar offengelegt werden. [...] Das Ziel ist, diese Transparenz durch einen geschlossenen Nachweis der Lieferkette (Chain-of-Custody - CoC) zurück bis zur Gewinnung des Primärrohstoffs herzustellen.“

Außerdem soll die sozial verantwortliche Gewinnung der Roh- und Einsatzstoffe gewährleistet werden, nämlich „dass die verwendeten Rohstoffe und Einsatzstoffe sozial verantwortungsbewusst gewonnen wurden und auch die Produktion selbst den Grundsätzen sozialer Verantwortung genügt:

- Verbot von Kinder- und Zwangsarbeit
- Schutz des Rechts auf Vereinigungsfreiheit
- Zahlung gleicher Löhne und Nichtdiskriminierung
- Einhaltung von Arbeitsschutzmaßnahmen
- Einhaltung internationaler Standards ethischen Wirtschaftens
- Keine Materialien aus Krisen- und Bürgerkriegsgebieten
- Keine Gefährdung der Lebensgrundlage der lokalen Bevölkerung
- Einhaltung der Rechte indigener Völker.“

Als Nachweis der Einhaltung dieser Anforderungen muss der Hersteller zumindest mittels einer verbindlichen Herstellererklärung die Einhaltung der oben genannten Anforderungen für sein Unternehmen sowie für die beteiligten Vorunternehmen zusichern. Wenn das nicht möglich ist, muss der Hersteller einen Beleg der Übereinstimmung von den Vorunternehmen der Lieferkette einholen.

Daneben enthält die RL 5004 weitere Anforderungen im Hinblick auf die Fertigungsstätte: So muss am Standort ein Sicherheits- und Gefahrstoffmanagement existieren und die Transparenz der Stoffströme gewährleistet sein. Die Produktqualität ist durch Qua-

litätsprüfungen und Qualitätssicherungsmaßnahmen für die wesentlichen Produktmerkmale laut Leistungserklärung zu gewährleisten. Weitere Dokumentationen betreffen die Qualität des Prozesses, also Abfallmanagement, Wasser- und Energieverbrauch.

## Infobox

### Internationale Sozial- und Umweltstandards (Auswahl)

Der **Forest Stewardship Council (FSC)** ist eine internationale, gemeinnützige Organisation, die mit dem FSC Label Produkte aus ökologisch und sozial verantwortlicher Waldbewirtschaftung auszeichnet. Der Standard zielt u.a. auf nachhaltige Nutzung und ökologische Vielfalt der Wälder, den Schutz seltener Arten und Ökosysteme sowie auf faire Entlohnung ab. <http://www.fsc-deutschland.de/de-de/der-fscr/vision>

**Fairtrade International** repräsentiert das weltweit größte und anerkannteste Fair-Trade-System und versteht sich als ein alternativer Ansatz für den konventionellen Handel, der auf einer Partnerschaft zwischen Herstellern und Händlern, Unternehmen und Verbrauchern beruht. Mit seinen Aktivitäten und dem Fairtrade Standard will Fairtrade International u.a. benachteiligte Produzenten und Konsumenten verbinden, fairere Handelsbedingungen fördern und Produzenten in die Lage versetzen, Armut zu bekämpfen und ihre Position zu stärken. <https://www.fairtrade.net/about-fairtrade.html>

Der **Global Organic Textile Standard (GOTS)** richtet sich an die Umwelt- und Arbeitsbedingungen der Textil- und Bekleidungsproduktion und deren gesamter Lieferkette. Er setzt eine biologische Produktion ohne den Einsatz toxischer, bleibender Pestizide, Düngemittel und genetische Veränderungen sowie eine entsprechende Tierhaltung voraus. <http://www.global-standard.org/de/ueber-uns.html>



Abb. 1: Venn-Diagramm des CSR-Modells nach Carroll und Schwartz. Mit dem natureplus Qualitätszeichen abgedeckte Bereiche sind dunkel umrandet dargestellt. [4]



Abb. 2: Mitgliedersparten des Vereins natureplus e.V. Quelle: <http://www.natureplus.org>

### Relevanz von Sozialstandards für österreichische Bauprodukte?

Man könnte argumentieren, dass in Österreich und in einem Großteil Europas die o.g. Grundsätze sozialer Verantwortung ohnehin über die gesetzlichen Vorgaben geregelt und damit eingehalten sind. Das mag für die hier ansässigen Unternehmen und Produktionsstandorte auch in der Regel gegeben sein. Entlang der Lieferkette können sich in Abhängigkeit von den Einsatzstoffen jedoch Zweifel ergeben: Viele Einsatzstoffe für Bauprodukte werden am globalen Markt erworben. Im Bereich der mineralischen Einsatzstoffe sind dann beispielsweise die Abbaugelände von besonderer Bedeutung und es gilt nachzuweisen, dass die Rechte indigener Völker bei der Rohstoffgewinnung eingehalten werden und ihre Lebensgrundlagen erhalten bleiben. Für synthetische Einsatzstoffe, wenngleich sie in natureplus zertifizierten Produkten in der Regel nur in untergeordneten Mengen vorkommen, sind hingegen verstärkt die jeweiligen Arbeitsbedingungen hinsichtlich des Gesundheitsschutzes und der Arbeitnehmerinnenrechte zu überprüfen. Es ist also durchaus wichtig, auch die in Europa hergestellten Bauprodukte genauer zu beobachten. Im Detail durch eine Fertigungsstätteninspektion am zu zertifizierenden Standort und (zunächst) stichprobenartig und mit Herstellerbestätigungen über die Lieferkette.

natureplus betritt damit Neuland, weshalb die Richtlinie zunächst als Entwurf veröffentlicht wurde. Im laufenden Jahr werden die Kriterien bei allen Prüfungen angewendet und die Ergebnisse dokumentiert. Die Erfahrungen der Prüferinnen und die Rückmeldungen der Hersteller und Vorprodukt- und Rohstofflieferanten werden im Rahmen einer Anhörung und anschließenden Überar-

beitung der Kriterien in die Richtlinie einfließen. Ende des Jahres soll eine prüfungsrelevante Fassung verabschiedet werden.

Die Vergaberichtlinie RL 5004 Transparenz und Soziale Verantwortung im Wortlaut finden Sie unter <http://www.natureplus.org>, dort unter Gütezeichen / Vergaberichtlinien / RL 5000 Grundlagengerichtlinien.

### Literatur

- [1] Soziale Verantwortung der Unternehmen (SVU) in der EU, abrufbar unter <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=331&langId=de>, letzter Zugriff 07.05.2018
- [2] Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Eine neue EU-Strategie (2011-14) für die soziale Verantwortung der Unternehmen (CSR), Brüssel, den 25.10.2011, KOM/2011/0681 endgültig, abrufbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0681>, letzter Zugriff 07.05.2018
- [3] Schwartz, M., & Carroll, A. (2003). Corporate Social Responsibility: A Three-Domain Approach. *Business Ethics Quarterly*, 13(4), 503-530. doi:10.5840/beq200313435
- [4] Schwartz, M., & Carroll, A. (2003). Corporate Social Responsibility: A Three-Domain Approach. *Business Ethics Quarterly*, 13(4), 503-530. doi:10.5840/beq200313435

### Informationen

DI (FH) Astrid Scharnhorst MSc  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: [astrid.scharnhorst@ibo.at](mailto:astrid.scharnhorst@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)

## Mit ABK8 leicht gemacht:

- Lebenszykluskosten nach ÖNORM B1801 berechnen
  - Leistungsverzeichnisse nach ökologischen Kriterien erstellen
  - Leistungsverzeichnisse nach ökologischen Parametern auswerten
- und noch vieles mehr...

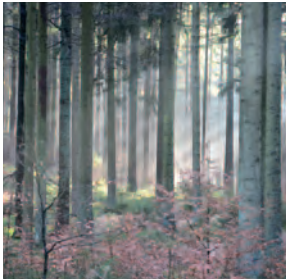


In der Abteilung Materialökologie

wurden **50** Produktgruppen

mit **145** Einzelbaustoffen geprüft.

# Ökologische Bewertung von Bauprodukten in Europa



Auf Druck der Europäischen Kommission wird aktuell im zuständigen Normungsgremium (CEN TC 350) in mehreren Arbeitsgruppen daran gearbeitet, die PEF (Product Environmental Footprint)-Berechnungsmethode für die Umweltindikatoren in das bereits bestehende Bewertungsschema für Bauprodukte, die EN 15804, zu integrieren.

Franz Dolezal, IBO GmbH

Die EN 15804 stellt die methodische Basis für Ökobilanzen von Bauprodukten und somit von EPDs (Environmental Product Declarations) dar. Vom ursprünglich nahegelegten Ansinnen der Totalübernahme der PEF Methode wurde vorerst abgerückt (u.a. auch deshalb, weil PEF, abgesehen von einer Dämmstoff-Pilotuntersuchung, bisher keine Methode für Baustoffe entwickelt hat), dieses Szenario ist zum jetzigen Zeitpunkt aber noch nicht absolut auszuschließen. Derzeit kursieren verschiedene Arbeitsdokumente zur Methode, welche auch vom IBO inhaltlich und formal auf methodische Konsistenz geprüft und umfangreich kommentiert wurden. Als zentraler Diskussionspunkt stellt sich der Nebenschauplatz carbon storage bzw. biogener Kohlenstoff dar, ein Thema, welches schon längere Zeit sehr kontroversiell diskutiert wird. Die CO<sub>2</sub>-Speicherung betrifft im Baustoffsektor natürlich vor allem Holz und Holzprodukte, aber auch alle anderen nachwachsenden Baustoffe wie Schafwolle, Hanfdämmung, Zellulosefaser etc.

## Eigenschaften von Holz

Holz nimmt während des Wachstums der Bäume CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf. Der Vorgang nennt sich Assimilation, wobei die in der Lichtreaktion (Photosynthese) gewonnene Energie mit Wasser dazu beiträgt, Kohlehydrate zur Massenbildung zu erzeugen. Dies führt dazu, dass Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> etwa 50 % der Holzsubstanz (hauptsächlich Zellulose und Hemizellulose) darstellt. Dieser Vorgang wird auch in den nationalen Klimabilanzen anerkannt. Dies vor allem deshalb, weil gerade der CO<sub>2</sub> Sequestrierung in den nächsten Jahrzehnten zur Vermeidung des „point of no return“, jener Menge von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, bei welcher der Klimawandel unumkehrbar wird, besondere Bedeutung zukommt. Soweit zur Millionen Jahre alten biochemischen Realität. Die Theorie, die zur Ökobilanzierung von Holz und Holzprodukten angewendet werden darf, sieht jedoch ganz anders aus.

## Methoden zur Berücksichtigung der temporären CO<sub>2</sub>-Speicherung

Temporäre CO<sub>2</sub> Speicherung wird in den aktuellen, sogenannten „conventional“ LCA Modellen an sich nicht berücksichtigt. Eine

Darstellung gemäß aktueller EN 15804 und EN 16485 ist nur in Form des negativen Treibhauspotenzials beim Eingang ins Produktsystem und beim Ausgang am Ende des Lebenszyklus als positive Emissionen in reduzierter Form möglich. An sich gibt es eine Vielzahl von Modellen, sogar Standards, welche die temporäre Speicherung, vor allem von biogenem CO<sub>2</sub>, und die daraus resultierenden Wirkungen auf das Treibhauspotenzial abbilden.

Eine davon stellt die dynamische LCA nach Levasseur et al. (2010) dar. Dabei werden zeitabhängige Charakterisierungsfaktoren angewendet, die es ermöglichen, für die Ermittlung des Treibhauspotenzials eine Kohlenstoffabscheidung und Speicherung, sowie verzögerte und vermiedene Emissionen mit einzubeziehen. Eine weitere Methode bietet der britische Standard PAS 2050. Auch darin werden Anleitungen, wie mit temporärer CO<sub>2</sub> Speicherung umzugehen ist, zur Verfügung gestellt. PAS 2050 empfiehlt ein zeitlich gestaffeltes Abschreibemodell, für dessen Berechnung einfache Gleichungen angeboten werden. Dabei ist die 100-jährige Speicherung von Kohlenstoff der dauerhaften Sequestrierung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre mit den entsprechenden Auswirkungen auf das Treibhauspotenzial gleichzusetzen.

Einen weiteren Zugang zur Darstellung des GWP bei temporärer CO<sub>2</sub>-Speicherung bietet ISO/TS 14067. Dabei darf die Speicherung von weniger als 10 Jahren nicht berücksichtigt und muss null gesetzt werden. Darüber hinaus kann jedoch ein dynamisches Modell, mit entsprechender Begründung für dessen Auswahl, ange- setzt werden.

## Aktuelle methodische Umsetzung und CO<sub>2</sub>-Speicherung

Bisher erhielt, gemäß Holz-PCR (EN 16485) und in Übereinstimmung mit der aktuellen EN 15804, aus der Natur in die sogenannte Technosphäre (zur Holzverarbeitung) eingebrachtes Material ein negatives Treibhauspotential (der im Holz enthaltene Kohlenstoff wurde beim Wachstum ja der Atmosphäre entzogen und zwischengespeichert). Am Ende des Lebenszyklus von Holzprodukten, wenn das Holz aufgrund des Energieinhaltes verbrannt wird, war das GWP wieder positiv auszuweisen, was zu einer ausgeglichenen CO<sub>2</sub>-Bilanz, aber eben zu (Produkt-) lebenslanger Sequestrierung

Abb. 1: GWP von Brettsperrholz cradle to grave (A1-A3+C) – Ergebnisse links nach derzeitigem Berechnungsmodell, rechts gemäß Entwurf EN 15804 neu

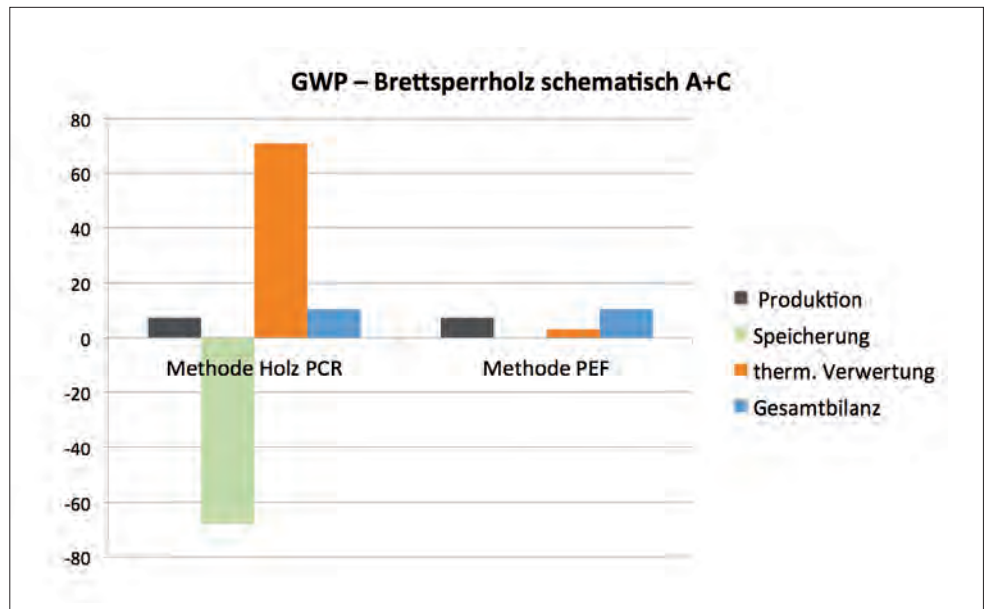
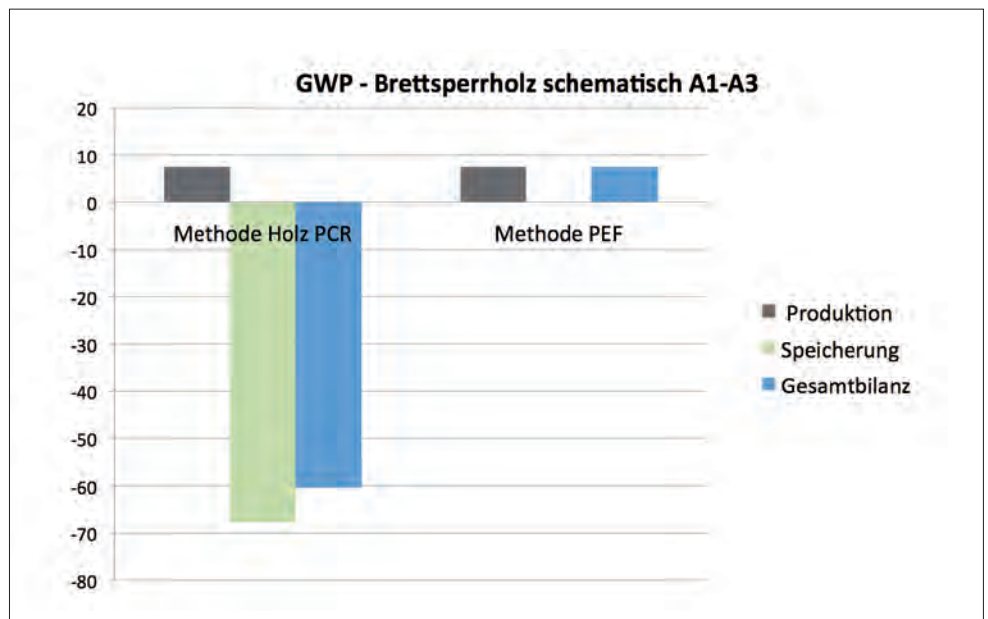


Abb. 2: GWP von Brettsperrholz cradle to gate (A1-A3) – Ergebnisse links nach derzeitigem Berechnungsmodell, rechts gemäß Entwurf EN 15804 neu



aus der Atmosphäre führte. Damit konnte die temporäre CO<sub>2</sub>-Speicherung im modularen Lebenszyklussystem der EN 15804 klar und übersichtlich dargestellt werden.

Nach der Übernahme der PEF Methode wäre diese Darstellung nicht mehr zulässig. Eingehendes wie ausgehendes CO<sub>2</sub> ist gleich 0 (null) zu setzen, die Ausweisung der temporären CO<sub>2</sub>-Speicherung im zentralen Umweltwirkungsindikator GWP biogen (der ausschließlich aus CO<sub>2</sub> besteht) ist nicht mehr erlaubt. Mit dieser Regelung wird eine der wesentlichsten umweltrelevanten Eigenschaften von Holz und anderen nachwachsenden Bauprodukten unter den Teppich gekehrt. Es stellt sich die Frage, wozu der Indikator dann dienen soll, wenn er eigentlich entleert wurde.

### Biogener Kohlenstoffgehalt

Nur scheinbar in krassem Widerspruch hierzu steht die verpflichtende Angabe von „biogenic carbon content“ im Baustoff. Biogenes CO<sub>2</sub> muss in kg C angegeben werden, was wiederum die Frage nach dem Sinn dieser Vorschrift aufwirft, wenn nicht in GWP umgerechnet wird. Als zusätzliche Information darf dann CO<sub>2</sub> doch als GWP angegeben werden. Diese Information findet sich dann jedoch nicht mehr in den zentralen Ergebnistabellen. Der biogene Kohlenstoff, der aus CO<sub>2</sub> gebildet wird, darf also nicht im zentralen Umweltwirkungsindikator dargestellt werden. Darin ist nur jener Anteil auszuweisen, der bei der Holzverbrennung in Form von Methan und Kohlenmonoxid frei wird. Dieser Anteil ist zwar mini-

mal, Methan weist jedoch eine 24 Mal höhere Treibhauswirksamkeit gegenüber der Leitsubstanz Kohlendioxid auf.

### Ausblick und Wirkung

Die aktuellen methodischen Ansätze des PEF, die im Rahmen der Vereinheitlichung mit der EN 15804 voraussichtlich übernommen werden, führen dazu, dass wesentliche Umwelteigenschaften von Produkten mit biogenem Kohlenstoffgehalt nicht mehr klar und deutlich dargestellt werden können. Obwohl vielfältige Methoden der Erfassung der temporären Sequestrierung von biogenem Kohlenstoff zur Verfügung stehen, werden diese nicht berücksichtigt, und Speicherung und Emissionen einfach null gesetzt. Wir vermischen im neuen Entwurf die Möglichkeit einer konsistenten Modellierung und Deklaration des biogenen Treibhauspotenzials und haben bereits Vorschläge für eine wissenschaftlich sinnvolle Darstellung eingereicht, die nicht die Quadratur des Kreises beschreibt, um simple Tatsachen zu verschleiern.

### Literatur

- 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: 3169–3174.
- EN 15804:2014 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. European Committee for Standardization. Brüssel.
- EN 16485:2014 Rund- und Schnittholz – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen. European Committee for Standardization. Brüssel.
- ISO/TS 14067:2013 Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung und Kommunikation. International Organization for Standardization. Genf.

### Informationen

DI Dr. Franz Dolezal  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: franz.dolezal@ibo.at  
www.ibo.at



Wo forschen wir nach  
gesunden Baustoffen?

Im  
Forschungspark  
von Baunit

VIVA



**Das gesunde Leben hat unmittelbar mit den Qualitäten des Lebensraums zu tun.**

Mit richtigen Bauweisen und Baustoffen kann dieser optimal gestaltet werden. Aus den Forschungsergebnissen des Viva Forschungsparks können drei zentrale Kernsätze zum Thema Gesundheit beim Bauen definiert werden:

**Zuerst gut dämmen. Dann massiv speichern. Und mit dem richtigen Feuchtigkeitspeicher für ein gesundes Raumklima sorgen.**

- Behaglich und energieeffizient
- Nachhaltiger Energiespeicher
- Gleichbleibende Luftfeuchtigkeit

Ideen mit Zukunft.

**BAU  
IT**  
baunit.com

# Ökobilanzen mit HEROES



Vereinfachte Erfassung, ganzheitliche Betrachtung und Optimierung von Wohngebäuden.

Christoph Sutter, EIV und baubook; Tobias Hatt, EIV  
Hildegund Figl, IBO und baubook

## Einführung

Ob sich Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauches von Gebäuden auch unter Berücksichtigung der Herstellungenergie lohnen, ist eine Frage, mit der Planerinnen und Planer von energieeffizienten Gebäuden häufig konfrontiert werden. Im Forschungsprojekt HEROES – Häuser für Energie- und RessourcenEffiziente Siedlungen wurde eine Methode entwickelt, mit welcher der Gebäudebetrieb und die Gebäudeerrichtung im Wohnungsneubau einander konsistent gegenübergestellt werden können.

Damit die vollständige Erfassung von Gebäuden inkl. der über den Energieausweis hinausgehenden Gebäudeteile und Haustechniksysteme in der breiten Anwendung mit möglichst geringem Aufwand möglich wird, wurde eine vereinfachte Berechnungsmethode für diese Gebäudeteile entwickelt.

Das Projekt HEROES wurde im Rahmen der Forschungsförderung Stadt der Zukunft 1. Ausschreibung durch das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert und durch die Forschungspartner Energieinstitut Vorarlberg (EIV) und das Österreichische Institut für Bauen und Ökologie GmbH (IBO) unter Einbindung innovativer Bauträger, Haustechnikplaner, Ingenieurbüros und Anbieter von Energieausweisprogrammen durchgeführt.

## Erweiterung der Bilanzgrenze

In Österreich wird im Rahmen der ökologischen Gebäudebewertung vor allem der Oekoindex mit den Bilanzgrenzen BG0, BG1 und BG3 verwendet [IBO 2016]. Grundsätzlich sieht die OI-Berechnung eine Berücksichtigung aller Bauteile und Komponenten eines Gebäudes vor (BG6). Aufgrund des hohen Aufwandes für die Erfassung haben aber über die BG3 hinausgehende Bilanzierungen bisher keine praktische Anwendung gefunden.

Abbildung 1 zeigt den Anteil der derzeit im Rahmen der OI-Berechnung angewendeten Bilanzgrenzen (BG0, BG1 und BG3) und jene Anteile, die bisher aufgrund des hohen Aufwandes für die Erfassung in keinem gängigen Gebäudebewertungssystem erfasst werden. Werden nur die thermisch relevanten Bauteilschichten berücksichtigt (BG0), werden im Mittel 50 % des Gesamtaufwandes erfasst. Werden auch Schichten berücksichtigt, die keinen oder einen untergeordneten Einfluss auf die energetische Qualität der energieausweisrelevanten Bauteile haben (BG1), liegt der Anteil im Mittel bei 54 %. Werden zusätzlich Innenwände, Keller und Tiefgaragen berücksichtigt (BG3) steigt der Anteil des erfassten ökologischen Aufwandes am Gesamtaufwand auf im Mittel 85 %. Beim Mehrfamilienhaus MWH5, das kein innenliegendes Stiegenhaus, sondern eine außenliegende Laubengangerschließung hat, liegt der Anteil der auch in der BG3 nicht berücksichtigten Gebäudeteile sogar bei 26 % des Gesamtaufwandes.

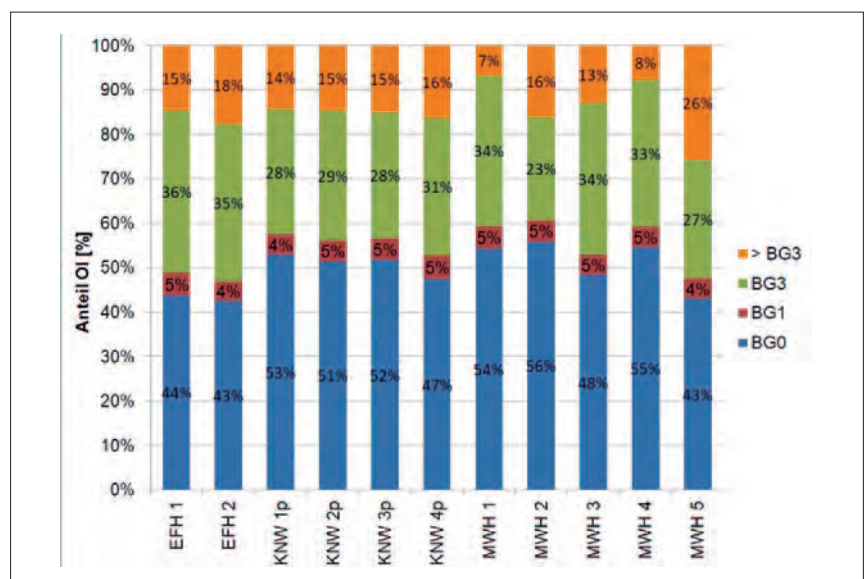


Abb. 1: Verteilung des OI auf die Bilanzgrenzen BG0, BG1, BG3 und >BG3 bei den untersuchten Beispielprojekten unter der Berücksichtigung von Nutzungsdauern, ohne Haustechnik.

## Definition der Bezugsfläche

Um den ökologischen Aufwand für die Errichtung von Gebäuden unterschiedlicher Größe und Kubatur vergleichen zu können, wird der ökologische Aufwand eines Gebäudes nicht in absoluten Zahlen, sondern meist pro m<sup>2</sup> einer zu definierenden Bezugsfläche (BZF) angegeben. Im Leitfaden für die Berechnung des OI wird dabei unterschieden, ob auch Gebäudeteile berücksichtigt werden, die über thermisch relevante Gebäudeteile hinausgehen. Ab der BG3 gehen auch die in diesen Bilanzgrenzen berücksichtigten Nebenflächen in die BZF ein, allerdings nicht vollständig, sondern nur zu 50 %. Dadurch soll verhindert werden, dass große Nebenflächen, die mit geringerem ökologischem Aufwand errichtet werden können, die Bilanz eines Gebäudes verbessern können. Da in der im Projekt angestrebten Bilanzgrenze weitere, über die BG3 hinausgehende Gebäudeteile berücksichtigt werden sollen, wurde auch die Definition der Bezugsfläche untersucht. Diese neu definierte Bezugsfläche wird als BZF<sub>HEROES</sub> bezeichnet. Die Gewichtungsfaktoren, mit denen die Flächen der jeweiligen Gebäudeteile in der Berechnung der BZF<sub>HEROES</sub> berücksichtigt werden, orientieren sich am ökologischen Aufwand des jeweiligen Gebäudeteils in Relation zu den dem Energieausweis zugeordneten Bauteilen.

Gebäudeteil	Gewichtungsfaktor
Energieausweis	100%
Keller	50%
Tiefgarage	30%
Garagen, Carports, Fahrradabstellplätze	30%
Balkone und Terrassen	25%
Unkonditionierte Stiegenhäuser, Treppen und Laubgänge	50%
Sonstige Nebengebäude	0%
Befestigte Untergründe (Parkier Flächen, Erschließung)	0%

Tab. 1: Faktor zur Ermittlung der Bezugsfläche für verschiedene Gebäudeteile nach HEROES Methode unter Berücksichtigung von Nutzungsdauern

## Gemeinsame Betrachtung von Betrieb und Errichtung

Insbesondere wenn die Gebäudebilanzierung über die im Energieausweis erfassten Gebäudeteile hinausgeht, scheint die Definition einer gemeinsamen Bezugsfläche für Betrieb und Errichtung unbefriedigend. Werden nur konditionierte Flächen berücksichtigt, bleiben unkonditionierte Flächen, welche sowohl einen ökologischen Aufwand als auch eine Funktion darstellen, unberücksichtigt. Wird der Betrieb auch auf unkonditionierte Flächen bezogen, so wird der Aufwand für den Betrieb auf Flächen umgelegt, die keinen Aufwand im Betrieb verursachen. Bei einer gemeinsamen Betrachtung von Betrieb und Errichtung sollten daher absolute Werte (über den gesamten Betrachtungszeitraum oder pro Jahr), und keine relativen, d.h. auf eine bestimmte Fläche bezogenen Werte herangezogen werden.

Im Rahmen der Gebäudebewertung und beim Vergleich mehrerer Gebäude untereinander scheint eine getrennte Bewertung von Betrieb und Errichtung mit den jeweiligen Bezugsflächen sinnvoller.

Im Folgenden ist die gemeinsame Betrachtung von Betrieb und Errichtung für das Projekt „KliNaWo“ [Martin Ploss 2017] aufbereitet. Die Rahmenbedingungen für die Erstellung einer Energiebilanz, die Errichtung, Betrieb und Ersatz von Baumaterialien nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer umfasst, wurden für die nachstehenden Grafiken folgendermaßen definiert:

- Betrachtungszeitraum: 100 Jahre, inkl. Materialeinsatz nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer (Abb. 3) bzw. 30 Jahre (Abb. 4)
- Haushaltsstrom mitbilanziert, entsprechend den Defaultwerten der österreichischen Vorgaben zur Energieausweiserstellung (Österreichisches Institut für Bautechnik 2015)
- Betrachtete Indikatoren: Erneuerbare und nichterneuerbare Primärenergie Prozess
- Konversionsfaktoren und Berechnungsmethode Betrieb: entsprechend den österreichischen Vorgaben zur Energieausweiserstellung [OIB 2015]
- Berechnungsmethode Errichtung: IBO Richtwertekatalog 2017 [baubook 2017]

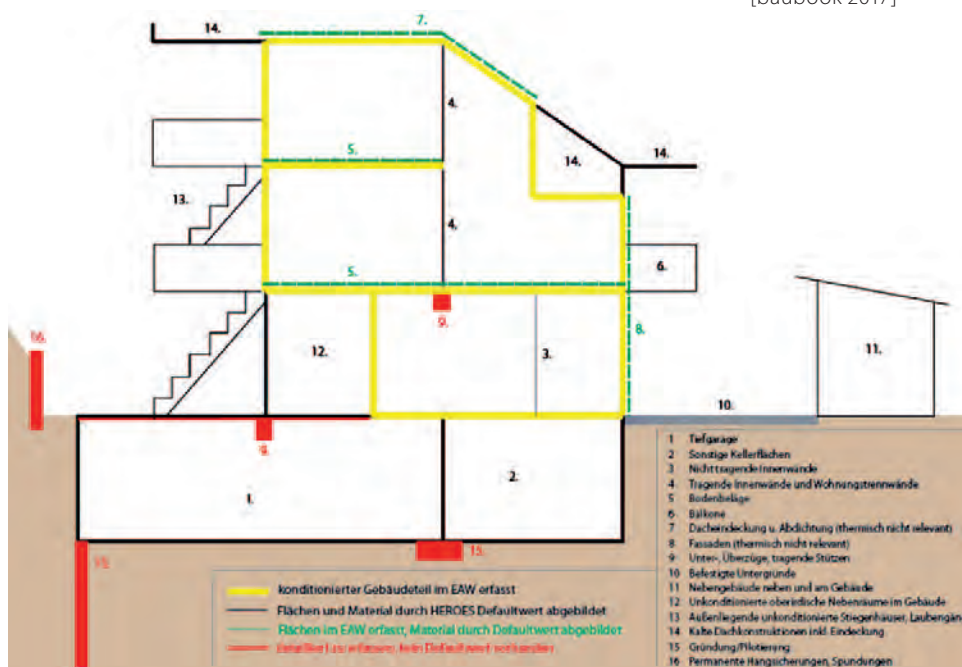


Abb. 2: Darstellung der in HEROES erarbeiteten Defaultwerte für Bauteile

Die Darstellung zeigt im linken Teil die Varianten mit einem Energieniveau, welches die gesetzlichen Mindestanforderungen in Vorarlberg erfüllt (BTV) und im rechten Teil die Varianten, welche den Passivhausstandard (PH) erfüllen. Es wird für diese beiden Energieniveaus deutlich, dass für jeden Wärmeerzeuger getrennt betrachtet, der Primärenergieverbrauch der Mindestanforderungen (BTV) im Durchschnitt ca. 10.000 kWh/a höher ist als der der Passivhausvarianten. Das Argument, dass z.B. eine erhöhte Wärmedämmung in der Herstellung viel mehr Energie „verbraucht“ als sie im Betrieb „einspart“, kann durch eine gemeinsame Energiebilanz für Betrieb und Errichtung für den Faktor Primärenergie daher entkräftet werden.

Wird der Betrachtungszeitraum mit 30 Jahren definiert und nur

die Herstellung der Baustoffe ohne Erneuerungszyklen berücksichtigt, verdoppelt sich der Anteil des Primärenergieverbrauchs bei der Errichtung im Vergleich zu einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren (inkl. Erneuerung der Baustoffe). Neben dem Betrachtungszeitraum können auch die anderen Rahmenbedingungen (Berücksichtigung des Haushaltsstromes, betrachteter Indikator, Konversionsfaktoren) die Ergebnisse teilweise deutlich beeinflussen.

**Vereinfachte Erfassung bisher nicht berücksichtigter Gebäudeteile**

Ein weiteres Projektziel war, für bisher nicht im Energieausweis erfasste Gebäudeteile und Haustechniksysteme eine vereinfachte

Abb. 3: Gestapelte Darstellung des Primärenergieverbrauches für 32 untersuchte Varianten eines Mehrfamilienhauses, Betrachtungszeitraum 100 Jahre inkl. Nutzungsdauern und inkl. Haushaltsstrom beim Betrieb.

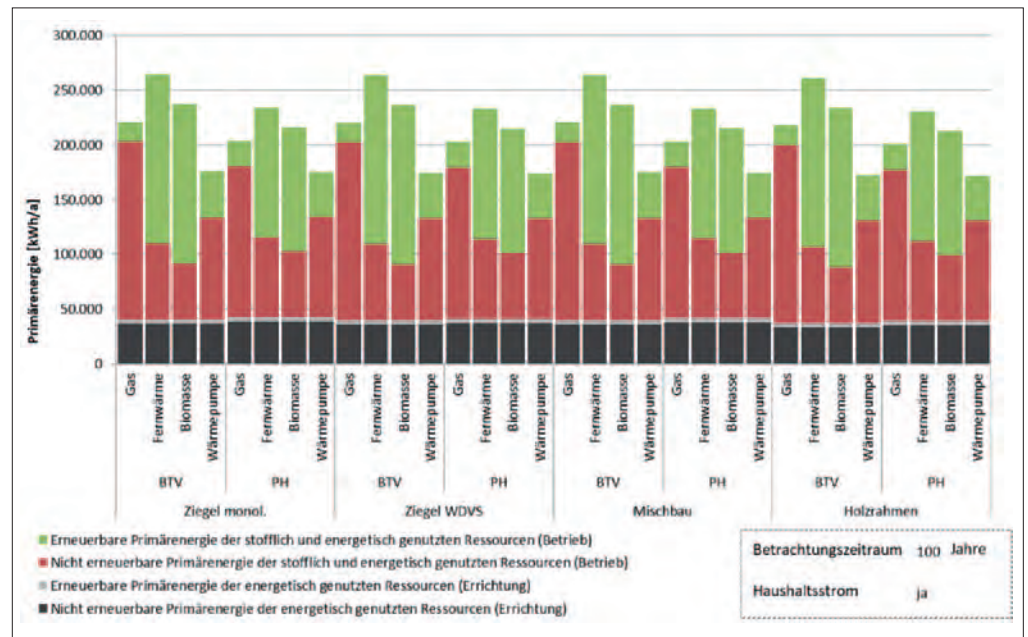
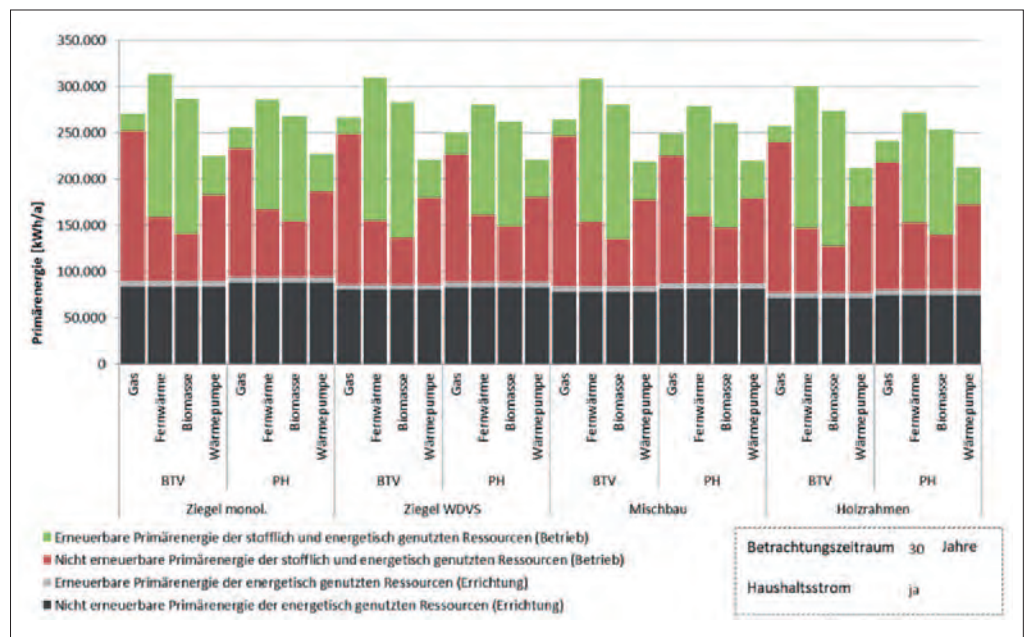
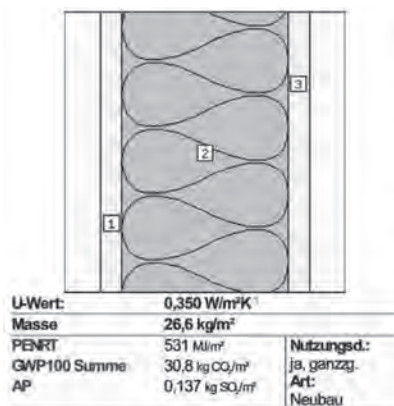


Abb. 4: Gestapelte Darstellung des Primärenergieverbrauches für 32 untersuchte Varianten eines Mehrfamilienhauses, Betrachtungszeitraum 30 Jahre ohne Nutzungsdauern und inkl. Haushaltsstrom beim Betrieb.





Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pt/m²
1 Gipskartonplatte (900 kg/m³)	1,25	0,250	0,05	7
2 Gaswolle MW(GW)-W (15 kg/m³)	10,00	0,040	2,50	12
3 Gipskartonplatte (900 kg/m³)	1,25	0,250	0,05	7
<b>Weitere Bestandteile (nicht U-Wert relevant, ohne Bauteilaufbau): (Menge pro m² Bauteil)</b>				
0,67 kg Wandprofil UW 100 - 06 (Stahlblech, verzinkt)				4
1,9 kg C-Wandprofil 100 - 06 (Stahlblech, verzinkt)				12
	$R_{s,i} / R_{s,e} =$		0,130 / 0,130	
	$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,0%) =		2,860 / 2,860	
<b>Bauteil</b>	<b>12,500</b>	<b>2,860</b>	<b>41</b>	

Abb. 4: Defaultaufbau einer nichttragenden Innenwand in einem Einfamilienhaus

und dadurch zeitsparende Eingabemöglichkeit zu bieten. Die Berechnungsleitfäden wurden so entwickelt, dass durch die Eingabe bereits im Planungsprozess vorhandener Gebäude- bzw. Bauteilinformationen eine abschätzende Sachbilanz auch für Haustechniksysteme und nicht im Energieausweis erfasste Gebäudeteile erstellt werden kann. Aus diesen Sach- bzw. Massebilanzen können dann die Ökobilanz-Indikatoren berechnet werden.

Die Eingabegrößen der Defaultwerte sollen ergebnisrelevant sein und eine Optimierung der Gebäude unterstützen. Die Defaultwerte sollen einen Gebäudeteil eher konservativ beschreiben, d.h. wenn ein Gebäudeteil detailliert erfasst und bilanziert wird, soll das Ergebnis tendenziell ökologisch besser sein als das Ergebnis mit den Defaultwerten. Die in HEROES erarbeiteten Defaultwerte für Bauteile sind in Abb. 2 dargestellt.

### Beispiel Berechnungsleitfaden für Innenwände

Nachfolgend wird diese vereinfachte Erfassung beispielhaft für Innenwände beschrieben. In einer detaillierten Ökobilanz werden die Flächen und die Bauteilaufbauten der verschiedenen Innenwände benötigt. Für die vereinfachte Eingabe wurde ein statistischer, geometrischer Zusammenhang der Innenwandflächen zur Bruttogrundfläche für Wohngebäude in Abhängigkeit vom Gebäudetyp aus der Literatur ermittelt [BKI 2015], [Uwe Nerwein 2011] und angepasst. Somit kann aus der Bruttogrundfläche die Innenwandfläche ermittelt werden. Dieser Zusammenhang ist in Tabelle 2 dargestellt. Für eine vereinfachte Berechnung von Defaultwerten genügen somit nachfolgende Eingaben:

- **Bauweise** [-] Auswahlmöglichkeit: Ziegelbauweise, Betonbauweise, Holzbau massiv, Holzbau leicht, Mischbauweise
- **Brutto-Grundfläche** (BGF) des konditionierten Gebäudeteiles [m²].
- **Gebäudeart** [-] z.B. EFH oder MFH.

Mit dieser Vorgehensweise kann der Eingabeaufwand deutlich reduziert werden. Es muss zusätzlich nur noch die Materialität angegeben werden. Die Defaultwerte der verschiedenen Komponenten, wie z.B. der Aufbau einer nichttragenden Trennwand in einem EFH (Abb. 4), wurden durch Fachexperten des HEROES Projektes ermittelt und werden im baubook [baubook 2017] zur Verfügung gestellt. Stimmen diese Defaultaufbauten oder Flächen nicht mit der Ausführungsvariante überein, können diese manuell angepasst werden.

Gebäudeart	Anteil Zwischenwänden		
	Niedrig	Mittel (Default)	Hoch
Doppel- und Reihenhäuser	0,86	0,95	1,05
Ein- und Zweifamilienhäuser	0,64	0,73	0,87
Mehrfamilienhäuser bis zu 6 WE	0,84	0,89	0,94
Mehrfamilienhäuser mit 6 bis 19 WE	0,75	0,81	0,89
Mehrfamilienhäuser mit mehr als 20 WE	0,78	0,86	0,90
Seniorenwohnungen	0,88	0,95	1,02
Wohnheime und Internate	0,99	1,03	1,08

Tab. 2: Verhältnis Innenwandfläche zur Brutto-Grundfläche BGF in Abhängigkeit von der Gebäudeart und dem Anteil der Zwischenwände/Raumgrößen.

### Literatur

[baubook. 2017] baubook: Die Datenbank für ökologisches Bauen und Sanieren. Dornbirn/Wien: Energieinstitut Vorarlberg und IBO GmbH. <https://www.baubook.at/>.

[BKI 2015] BKI (Hrsg.), BKI Baukosten 2015 Neubau: Statistische Kostenkennwerte für Gebäude Teil 1. Bd. 1. Stuttgart: BKI-Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern.

[IBO 2016] „013-Berechnungsleitfaden Version 3.1“. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie. [https://www.baubook.at/m/Daten/Bilder/Infos/013\\_Leitfaden\\_V3.1\\_Stand\\_Maerz\\_2016.pdf](https://www.baubook.at/m/Daten/Bilder/Infos/013_Leitfaden_V3.1_Stand_Maerz_2016.pdf).

[Martin Ploss 2017] Martin Ploss, Tobias Hatt, Christina Schneider, Thomas Roskopf und Michael Braun. „Modellvorhaben ‚KliNaWo‘ Klimagerechter Nachhaltiger Wohnbau; Zwischenbericht“. Zwischenbericht. Dornbirn: Energieinstitut Vorarlberg 2017. <https://www.energieinstitut.at/wp-content/uploads/2017/05/KliNaWo-Zwischenbericht012017.pdf?x43267>.

[OIB 2015] Österreichisches Institut für Bautechnik. „OIB-Richtlinie 6, 2015 – Energieeinsparung und Wärmeschutz“. Wien. 2015

[Uwe Nerwein 2011] Uwe Nerwein, „Kostenbewertungssystem: Entwicklung eines Kostenbewertungssystems im Architektenwettbewerb im Gemeinnützigen Wohnbau“. 10 JAHRE NETZWERK BAU > Wissen & Visionen. 2011

### Informationen

Mag. Hildegund Figl  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [hildegund.figl@ibo.at](mailto:hildegund.figl@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at), [www.baubook.info](http://www.baubook.info)  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/heroes-haeuser-fuer-energie-und-ressourceneffiziente-siedlungen.php>



# Wozu brauchen wir PEF?

## Umsetzung des ökologischen Fußabdruckes im Baubereich

In Europa haben sich im Baubereich für die ökologische Bewertung von Gebäuden Umweltdeklarationen (EPD), basierend auf einer Ökobilanz und durchgeführt nach der Norm EN 15804, mittlerweile gut etabliert. Die EU bringt nun mit der Entwicklung des ökologischen Fußabdruckes für Produkte (PEF) eine neue Methode für die Durchführung einer Lebenszyklusanalyse ins Spiel. Wozu brauchen wir diesen PEF, wenn es doch schon EPD gibt? Der nachfolgende Text beschreibt die momentane Situation, skizziert die bevorstehende Harmonisierung der beiden Methoden im Baubereich und beschreibt zudem die methodischen Ansätze des ökologischen Fußabdruckes.

Philipp Boogman, IBO GmbH

### Ausgangssituation

Die rasante technologische Entwicklung brachte der Menschheit nicht nur Segen, der sorglose Umgang damit belastet die Erde mittlerweile in einem solchen Ausmaß, dass die Zukunft der Menschheit und Teile ihrer Umwelt zunehmend bedroht werden. Wir brauchen dringend Lösungen für immer drängendere Probleme wie den Treibhauseffekt, den Verlust von wertvollen landwirtschaftlichen Böden, der Verschmutzung unserer Meere, der Anreicherung von Giften in der Umwelt, der Überdüngung, der Feinstaubbelastung, der Abnahme der Biodiversität, den Ressourcenverbrauch und Vielem mehr. Es scheint, dass uns faszinierende technische Möglichkeiten so verlocken, dass wir gegenüber langfristigen negativen Auswirkungen oft blind sind oder ihrer erst im Nachhinein gewahr werden. Zumindest im Sinne einer nachhaltigen ökologischen Entwicklung unserer Gesellschaft ist es deshalb wichtig, Vorsorge zu betreiben und Kriterien in der ökologischen Bewertung so zu definieren, dass Probleme gar nicht erst entstehen. Beim nachhaltigen Bauen ist daher zielführend, die ökologische Bewertung bereits in der Planungsphase in das „Digitale Gebäudemodell“ einzubeziehen. Die standardisierte Lebenszyklusanalyse (LCA) nach ISO 14040 und ISO 14044 ist dafür als quantitatives Bewertungstool besonders gut geeignet.

Bei der LCA werden sämtliche Einflüsse auf die Umwelt oder Gesellschaft berücksichtigt, die ein Produkt während seines Lebenszyklus haben kann. Die Bewertung reicht von der Entnahme der natürlichen Rohstoffe über die Herstellung, die Verteilung und die Verwendung bis hin zu Wiederverwendung, Recycling und/oder der Entsorgung des Produkts. Die LCA stellt in verschiedenen EU-Politikbereichen wie der Integrierten Produktpolitik, dem Aktionsplan für Nachhaltigkeit in Produktion und Verbrauch (Sustainable Consumption and Production, SCP) und einer nachhaltigen Industriepolitik (Sustainable Industrial Policy, SIP) sowie der Abfallregulierung im Rahmen der Abfallrahmenrichtlinie eine Schlüsselkomponente dar. LCA-Informationen können auch die öffentliche Entscheidungsfindung bei der Festlegung von Ökodesign-Kriterien

unterstützen, zum Beispiel bei der Bestimmung von Leistungszielen im Rahmen des Aktionsplans für Umwelttechnologie (Environmental Technology Action Plan, ETAP) (EU 2010).

### Entwicklung der Lebenszyklusanalyse in Europa

Die Standards ISO 14040, 14044 bilden den unverzichtbaren Rahmen für die Ökobilanz. Dieser Rahmen lässt jedoch viel Spielraum für Entscheidungen, die die Legitimität der Ergebnisse einer LCA-Studie beeinflussen können. Flexibilität ist wichtig, um auf die große Vielfalt der angesprochenen Fragen zu reagieren. Damit Konsistenz und Qualitätssicherung gewährleistet sind, bedarf es aber einer zusätzlichen Anleitung.

### EN 15804:2012

Die Experten und Expertinnen der CEN/TC 350/WG 3 erarbeiteten auf Basis der ISO 14025 die EN 15804 „Nachhaltigkeit der Bauarbeiten – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte“. Diese 2012 veröffentlichte Norm enthält Kern-Produktkategorieregeln (PCR) für Typ-III-Umweltdeklarationen für jedes Bauprodukt und jeden Baudienst. Eine Typ-III Umweltdeklaration liefert Produktinformationen, die auf unabhängig verifizierten Ökobilanzen beruhen und ermöglicht damit ökologische Vergleiche zwischen Produkten gleicher Funktion. Darüber hinaus enthält die Norm zusätzliche Anforderungen an die Erstellung der Typ-III-Umweltdeklarationen, die sich an den Endverbraucher richten und eine Erläuterung der Schritte für den Aufbau und Betrieb eines Typ-III-Umweltdeklarationsprogramms. In Österreich z.B. betreibt die Bau-EPD GmbH ein branchenübergreifendes Programm zur Vergabe von Umwelt-Produktdeklarationen für Bauprodukte.



Umweltdeklarationen dienen in erster Linie als Datengrundlage für die ökologische Gebäudebewertung nach EN 15978 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode. Sie werden von allen gängigen Gebäude-Zertifizierungssystemen in Österreich (ÖGNI, ÖGNB-TQB, klima:aktiv) und international (DGNB, BNB, HQE, BREEAM und LEED etc.) als Grundlage herangezogen und stellen auch die Datengrundlage für alle validierten Bauphysik-Softwareprogramme in Österreich dar.

## Produkt Environmental Footprint (PEF)

Von der Europäischen Kommission wurde noch eine weitere Entwicklung im Bereich der Lebenszyklusanalyse in Gang gesetzt. In ihrem Auftrag wurde das Internationale Referenzlebenszyklus-Datensystem (ILCD) entwickelt, um Leitlinien für konsistente und qualitätsgesicherte Ökobilanzdaten und -studien bereitzustellen. In diesem Rahmen wurde im März 2010 das ILCD-Handbuch (EC 2010 (1)) für die Durchführung von Lebenszyklusanalysen zur Quantifizierung der Emissionen, des Rohstoffverbrauchs und der Umweltauswirkungen von Produkten veröffentlicht. 2011 wurde zudem eine Empfehlung für Wirkungskategorien zu Ökobilanzen herausgegeben (EC 2010 (2)).



Abb. 2: Handbücher für die Entwicklung des PEF

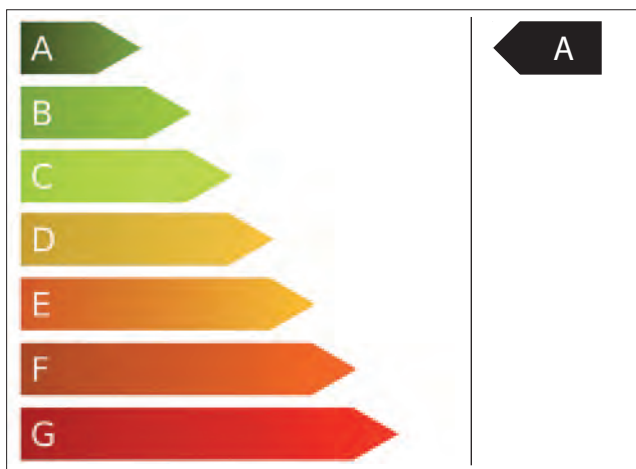


Abb. 3: Bewertung für den Energieverbrauch eines Kühlschranks.  
Quelle: <http://hausgeraete-partner.info/energielabel.html>

2013 hat die Europäische Kommission die Mitteilung „Schaffung eines Binnenmarktes für grüne Produkte – Erleichterung einer besseren Information über die Umweltleistung von Produkten und Organisationen“ veröffentlicht. Im Zentrum steht unter anderem die Entwicklung von „Product Environmental Footprints (PEF)“. Der ökologische Fußabdruck ist Teil der Flaggschiffinitiative der europäischen 2020 Strategie „A Resource-Efficient Europe“. Mit der Einführung des PEF verfolgt die EU das Ziel, für alle Produkte (z.B. auch Lebensmittel) und Organisationen eine harmonisierte Erfassung und Kommunikation der Resultate durch einen Vergleich mit Benchmarks umzusetzen. Adressaten des PEF sollen Kunden sowohl im B2B- als auch im B2C-Verkehr (Endverbraucher) sein. Für den Endkunden könnte dies eine Bewertung eines Produkts in „besser“ und „schlechter“ ermöglichen. (s. Abb. 3)

Für den PEF-Leitfaden (EC 2012) wurden die Methoden des ILCD und der empfohlenen Wirkungsindikatoren weiterentwickelt und bereits 2011 in 10 Fallbeispielen getestet. In der 2. Testphase von 2013 bis 2016 wurden unter anderem Regeln für folgende den Baubereich betreffende Produktgruppen (PEFCR) entworfen:

- Decorative paints
- Hot and cold water supply pipes
- Metal sheets
- Photovoltaic electricity generation
- Thermal insulation

## Harmonisierung von EN 15804 und PEF

In der am 1. Juli 2013 operativ in Kraft getretenen europäischen Bauproduktenverordnung (BauPvO, Verordnung EU 305/2011) steht in Artikel 56, dass zur Bewertung der nachhaltigen Nutzung der Ressourcen und zur Beurteilung der Auswirkungen von Bauwerken auf die Umwelt Umwelterklärungen (Environmental Product Declaration – EPD), soweit verfügbar, herangezogen werden sollten. Damit begannen sich die EPD, durchgeführt nach der Norm EN 15804:2012, endgültig auf dem europäischen Markt zu etablieren und Hersteller investierten in Umweltdeklarationen ihrer Produkte. In der Zwischenzeit steht aber auch die Entwicklung der Methode des PEF und der Aufbau der ersten produktgruppenspezifischen Regeln vor dem Abschluss.

Die Berechnung der Wirkungskategorien mit neuen Methoden bzw. von zusätzlichen Kategorien führt unweigerlich zu neuen Resultaten und Bewertungen. Deshalb ist die geplante Umsetzung des neu entwickelten Produkt Environmental Footprint im Baubereich nicht unumstritten. Auf welches Pferd bzw. auf welche LCA-Methode sollen die Bauindustrie und auch die ökologische Bewertung setzen? Die einfachste Lösung ist die Harmonisierung der beiden Methoden. Seit ca. einem Jahr wird dies in der Revision der Norm EN15804 versucht umzusetzen und könnte noch diesen Sommer verabschiedet werden. Diese Änderungen werden einen enormen Einfluss auf die zukünftige ökologische Bewertung von Bauprodukten und Gebäuden haben. Für das IBO ist es deshalb von zentraler Bedeutung den Wissensstand und die Baustoffdaten aktuell zu halten, bilden doch diese die Grundlage für die ökologische Bewertung der Bauproduktendatenbank baubook und in der Folge für die Gebäudezertifizierung, für das IBO Prüfzeichen, für natureplus, für das österreichische Umweltzeichen und zukünftig auch für die Nachhaltigkeitsbewertung im Digitalen Gebäude.

**Kommt die Umsetzung von PEF-Benchmarks?**

In der PEF-Pilotphase zur Entwicklung von Produktkategorieeregeln (PEFCR) für Wärmedämmstoffe sind Teile der beteiligten Industrie-sektoren aus dem Technischen Sekretariat ausgestiegen, weil man sich nicht auf einheitliche Regeln für Benchmarks einigen konnte. Bei Bauprodukten wie Dämmstoffen ergeben sich Probleme durch viele Anwendungsmöglichkeiten und sehr unterschiedliche Systemaufbauten. Dämmstoffe werden im Schrägdach unter massiven Holzsparren oder I-Balken, in begehbaren und nicht begehba-ren Flachdächern aus Beton, in Außenwänden, als Trittschalldäm-mung in Zwischendecken usw. eingebaut. Sie müssen neben der Wärmedämmung oft zusätzliche Funktionen und Anforderungen wie Schalldämmung, Brandschutz und Hydrophobierung erfüllen. Ein Schütttdämmstoff aus Zellulose z.B. benötigt eine geschlossene Hülle, eine Dämmplatte aus Holzfasern oder Mineralwolle kann mit Schrauben und Dübeln befestigt, verklebt oder einfach unter die Dachsparren geklemmt werden. Je nach Anwendung wird eventu-ell auch noch eine zusätzliche feuchtigkeitsabweisende oder diffu-sionsoffene Schicht benötigt. Es ist deshalb wichtig, bei der Festle-gung der Systemgrenzen genau zwischen Dämmstoffprodukt und Dämmsystem bzw. Bauteil zu unterscheiden. Aus diesem Grund wurden horizontale und vertikale Regeln eingeführt. Die horizon-talen Regeln gelten dabei für alle in Gebäude eingesetzten Dämm-stoffprodukte ohne Berücksichtigung ihrer spezifischen Anwen-dung. Diese werden durch die vertikalen Regeln abgedeckt. Bei der Integration von neuen innovativen Produkten müssen somit nur die entsprechenden vertikalen Regeln angepasst bzw. ergänzt wer-den. Zukünftige Benchmarks müssten diese vertikalen Regeln be-rücksichtigen und somit für jede spezifische Anwendung extra festgelegt werden. Für Dämmstoffe konnten bisher keine Bench-marks definiert werden.

Das von der EU finanzierte Projekt PEF4building hat zum Ziel, die Anwendung der PEF-Methode auf ein neues Bürogebäude zu testen. Dabei sollen Vor- und Nachteile zur Definierung von Bench-marks und Leistungsklassen für die in der Studie berücksichtigten Gebäude gefunden werden. Da erst 5 PEFCR für Bauprodukte exi-stieren, musste die Studie neben der grundlegenden PEF Methode auf andere nationale PCR zurückgreifen. Es wurden je 1 Büro-Ge-bäude in Belgien und in Österreich über alle Lebensphasen von „cradle to grave“ bilanziert. Beide Gebäude waren bereits in BIM modelliert und es standen alle Materialmengen und deren Eigen-schaften (z.B. Rohdichten) zur Verfügung. Sie wurden mit den LCA-Daten verknüpft und analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass die von BIM exportierten Daten zum Teil unzureichend waren und nachträglich ergänzt werden mussten.

**Analyse des PEF für BIM**

Die von der Europäischen Kommission präferierte Ökobilanzme-thode PEF wurde zudem im Rahmen des vom ACR (Austrian Co-operative Research) geförderten strategischen Projektes „Digitale Gebäudemodelle für nachhaltige Gebäude“ genauer analysiert.

Das IBO stellt seit Jahren Richtwerte für Baustoffmaterialien online zum Download zur Verfügung. Berechnet wurden die aktu-ell publizierten Indikatoren mit den in der EN 15804:2012 A1 (Okto-ber 2013), Annex C veröffentlichten Charakterisierungsfaktoren von CML. Die Daten bilden, falls der Hersteller keine produktspezifi-schen EPD vorlegen kann, die Grundlage für die in der Baustoffda-tenbank baubook publizierten Bauprodukte. Mit dem baubook-

Tab. 1: Vergleich der Wirkungsindikatoren vorgeschlagen im PEFCR Guidance 6.2 (September 2017) und EN 15804:2012 A1 (Oktober 2013), Annex C).

PEFCR Guidance Version 6.2, September 2017			EN 15804:2012 A1 (Oktober 2013), Annex C)		
Impact category	Unit	Model	Impact Category	Unit	Model
Climate change	kg CO <sub>2</sub> eq	Baseline model of 100 years of the IPCC based on IPCC 2013	Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> äquiv	CML2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al., 2002
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	Steady-state ODPs 1999 as in WMO assessment	ozone depletion	kg CFC-11 eq	“
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	LOTOS-EUROS model (Van Zelm et al., 2008) as applied in ReCiPe	photochemical ozone creation	kg Elhen äquiv	“
Acidification	mol H <sup>+</sup> eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008)	acidification of soil and water	kg SO <sub>2</sub> äquiv	“
Eutrophication terrestrial	mol N eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008)			
Eutrophication freshwater	fresh water: kg P eq	EUTREND model (Struijs et al., 2009) as implemented in ReCiPe	eutrophication	kg (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> -äquiv	“
Eutrophication aquatic marine	fresh water: kg N eq	EUTREND model (Struijs et al., 2009) as implemented in ReCiPe			
Resource use, mineral	kg Sb eq	CML2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al., 2002	depletion of abiotic resources elements	kg Sb eq	“
Resource use, energy carriers	MJ	CML2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al., 2002 (def. acc. to (P)EF)	depletion of abiotic resources fossil	MJ	“
Water scarcity	m <sup>3</sup> world eq. deprived	Available Water Remaining (AWARE) Boulay et al., 2016			
Human toxicity, cancer effects	CTUh	USEtox, model (Rosenbaum et al. 2008)			
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	USEtox, model (Rosenbaum et al. 2008)			
Ecotoxicity - freshwater	CTUe	USEtox, model (Rosenbaum et al. 2008)			
Land use	dimensionless	Soil quality index based on LANCA (Beck et al. 2010)			
Particulate matter	Deaths	SETAC- UNEP, Franke et al 2016			
Ionising radiation human health	kgBq U235 eq	Human Health effect model as developed by Dreicer et al., 1995, update by Frischknecht et al, 2000			

Rechner für Bauteile können daraus online das Treibhauspotenzial, die Versauerung und die Primärenergie nicht erneuerbar und somit der OI3 Index für 1m<sup>2</sup> eines bestimmten Bauteils bilanziert werden. In weiterer Folge können mit dem Programm eco2soft ganze Gebäude bewertet werden. Neben der Gebäudebewertung sollen die Daten in Zukunft über eine Schnittstelle von eco2soft in das Digitale Gebäude importiert werden und BIM-basierte Planungsprozesse unterstützen.

Zum Vergleich wurden nun die IBO-Richtwerte für Baumaterialien (Stand April 2017) auch mit den im PEFR Guidance Version 6.2 vom September 2017 vorgeschlagenen Wirkungsindikatoren berechnet. In Tabelle 2 sehen Sie eine Gegenüberstellung der verwendeten Methoden von EN 15804 und PEF.

Insgesamt wurden mehr als 450 Baustoffdaten, die in der IBO Richtwertetabelle hinterlegt sind, in SimaPro mit den Wirkungsindikatoren des PEF hochgerechnet und in ein Excel exportiert. Die 7 von EN15804:2012 vorgeschlagenen CML Wirkungskategorien wurden mit den entsprechenden Wirkungskategorien des PEF verglichen. Für den GWP und das Ozonabbaupotenzial beziehen sich PEF und CML auf dieselben Methoden. Geringfügige Unterschiede lassen sich damit erklären, dass die im Annex C der EN 15804:2012 deklarierten Charakterisierungsfaktoren nicht exakt mit der von PEF 2017 verwendeten Version der Methoden übereinstimmen. Für die Berechnung des Ressourcenverbrauchs wird ebenfalls die gleiche Methode verwendet. Trotzdem sind die Resultate nicht vergleichbar. Da diese Kategorie nicht im Fokus stand, konnte die Ursache im Rahmen der ACR Studie noch nicht geklärt werden. Für die Berechnung des Eutrophierungs-, Versauerungs- und Photosmog-

potenzials unterscheiden sich die methodischen Ansätze. Das Kennzeichen einer Normalverteilung ist, dass 67 % der Daten zwischen dem Mittelwert +/- 1 Standardabweichung liegen. Deshalb kann man für die Eutrophierung und die Versauerung mit einem Umrechnungsfaktor relativ leicht auf das Resultat der anderen Methode schließen. Bezüglich Photosmogpotenzial streuen die Resultate der beiden Methoden so stark, dass man keinen Umrechnungsfaktor festlegen kann. Dies deutet auf eine große Unsicherheit zumindest bei einer der beiden Methoden. Dank der durchgeführten Hot-Spot-Analyse konnte auf hochwirksame Emissionen und auf Fehler in der Bilanzierung einiger Produkte aufmerksam gemacht werden.

In einem weiteren Schritt wurden 4 Aufbauvarianten:

- Holz Leichtbau,
- Holz Massivbau,
- Ziegel und
- Stahlbeton

des Modells vom Kindergarten Wolkenstift (Abb. 4) mit der Methode nach CML 2002 (EN15804:2012) und den von PEF vorgeschlagenen Wirkungsindikatoren (ILCD 2011 Midpoint, SimaPro Stand 6.2017) bilanziert. Da ein Export der PEF Wirkungsindikatoren aus dem Excel der IBO-Baustofftabelle in eco2soft erst noch programmiert werden muss, wurden die Daten in die alte Programmversion von ecosoft hochgespielt, um die Gebäudevarianten zu berechnen.

Der Holz-Leichtbau schneidet im Treibhauspotenzial, der Versauerung und dem Photosmogpotenzial nach beiden Methoden berechnet am besten ab, die Stahlbetonvariante am Schlechtesten. Der Holz-Massivbau bekommt außer im Photosmogpotenzial die zweitbeste oder beste Bewertung. Die Reihenfolge der Bewertung

Tab. 2: Analyse des Vergleich der Wirkungsindikatoren vorgeschlagen im PEFR Guidance 6.2 (September 2017) und EN 15804:2012 A1 (Oktober 2013), Annex C) für die IBO Richtwerte aus Baumaterialien.

PEFCR Guidance Version 6.2, September 2017	EN 15804:2012 A1 (Oktober 2013), Annex C)	Durchschnittliche Abweichung von PEF zu EN 15804 in %	Standardabweichung der durchschnittlichen Abweichung	95 %-Konfidenzintervall der durchschnittlichen Abweichung	Bemerkung
<b>Impact category</b>	<b>Impact Category</b>				
Climate change	Global warming (GWP100a)	0,003	+/- 0,1	[-0,007; 0,013]	Nur Unterschiede in der Methodenversion
Ozone depletion	ozone depletion	0,0	+/- 0,0	[0,0]	Gleiche Methode => keine Unterschiede
Photochemical ozone formation	photochemical ozone creation	569	+/-276	[543; 595]	Große Abweichung, nicht vergleichbar
Acidification	acidification of soil and water	23,4	+/-9,0	[22,6; 24,3]	Umrechnungsfaktor akzeptabel
Eutrophication terrestrial	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Eutrophication aquatic freshwater	eutrophication	-78,4	+/-17,0	[-80,0; -76,8]	Umrechnungsfaktor akzeptabel
Eutrophication aquatic marine	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Resource use, mineral	depletion of abiotic resources elements	2630	+/-6071	[2058; 3202]	Sehr große Abweichung, nicht vergleichbar, noch zu prüfen, da dieselbe Methode
Resource use, energy carriers	depletion of abiotic resources fossil	?	?	?	Datenhochrechnung für PEF noch nicht durchgeführt
Water scarcity	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Human toxicity, cancer effects	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Human toxicity, non-cancer effects	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Ecotoxicity - freshwater	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Land use	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Particulate matter	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012
Ionising radiation human health	-				Keine Berücksichtigung in EN 15804:2012

in den Kategorien GPW, AP und POCP bleibt nach der Berechnung beider Methoden gleich. Beim ODP und der Eutrophierung verschiebt sich die Reihenfolge nur auf Grund geringer Differenzen. Die Bewertung nach PEF bestätigt die ökologische Reihung der Berechnung nach EN 15804 somit zumindst mehrheitlich. Auf Grund der kleinen Stichprobe von nur 4 Aufbauvarianten und der relativ großen Unsicherheit in der Datenverfügbarkeit ist die Aussage aber mit einer gewissen Vorsicht zu genießen (Tab. 3).

**Unsicherheit von neuen PEF-Indikatoren am Beispiel Toxikologie (USEtox®)**

Seit sich das IBO mit Lebenszyklusanalysen beschäftigt, wurden die Wirkungsindikatoren hauptsächlich nach der Methode CML berechnet. Die Entwicklung geht auf das Centrum voor Milieukunde (CML) der Universität Leiden zurück. Hier wurde sie 1992 von Heijungs et al. veröffentlicht und im Jahr 2000 einer grundlegenden Überarbeitung unterzogen. Man hat also sehr viel Erfahrung mit dieser Methode und ihren Schwachstellen. Die belastbarsten Daten lieferten die Wirkungskategorien für das GWP und AP. Zusammen mit dem Ressourcenparameter „Nicht-erneuerbarer Primärenergie-

verbrauch“ wurde deshalb der Ökoindikator OI3 entwickelt. Da der PEF einige neue Wirkungskategorien für die Life Cycle Analysis vorschlägt, muss die Robustheit dieser Methoden für Baustoffe noch genauer analysiert werden. Im Rahmen von BIM wurde mit einer Schwachstellenanalyse für die Toxikologie-Indikatoren begonnen. Die derzeit von PEF für alle Toxikologie-Indikatoren vorgeschlagene Methode ist USEtox®. Der Charakterisierungsfaktor für die Auswirkungen auf die menschliche Toxizität auf Midpoint-Ebene wird in CTUh Comparative toxic unit (human toxicity potential) ausgedrückt. Dies bildet den geschätzten Anstieg der Morbidität in der gesamten menschlichen Bevölkerung pro Masseneinheit einer emittierten Verunreinigung ab. Dabei wird zwischen cancer und no-cancer unterscheiden. Die Einheit lautet: [CTUh pro kg emittiert] = [Krankheitsfälle pro kg emittiert]. Auf Grund geringer Erkenntnisse wird eine gleiche Gewichtung zwischen Krebs- und Nicht-Krebs-Wirkungen angenommen. Der ökotoxikologische EF spiegelt die Veränderung der potentiell betroffenen Fraktion (PAF) von Arten aufgrund von Konzentrationsänderungen wider. Daher ist die Einheit massebasiert: [CTUe pro kg emittiert] = [PAF × m<sup>3</sup> × Tag pro kg emittiert].



Abb. 4: Wolkenschiff ein Kindergartenneubau in Passivhausstandard in Gänserndorf Süd ausgezeichnet mit dem klima:aktiv-Gold-Standard, gebaut vom Atelier für naturnahes Bauen Deubner.

Tab. 3: Vergleich von 4 Aufbauvarianten berechnet mit den Wirkungsindikatoren von PEF und EN 15804:2012

Berechnungsgrundlage: Testmodell Passivhauskindergarten „Wolkenschiff“ in Gänserndorf Süd, bilanziert in ecosoft mit BG3 auf Basis der IBO Richtwerttabelle für Baumaterialien, Stand April 2017, aktualisiert mit PEF.

<b>CML 2002</b>	<b>Global warming</b>	<b>Acidification</b>	<b>Eutrophication</b>	<b>Ozone layer depletion</b>	<b>Photochemical oxidation</b>
<b>Aufbauten</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq.</b>	<b>kg SO<sub>2</sub> eq.</b>	<b>kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq.</b>	<b>kg CFC-11 eq</b>	<b>kg C<sub>2</sub>H<sub>2</sub></b>
Holz Leichtbau	432	1,4	0,68	3,0E-05	0,30
Holz Massivbau	442	1,5	0,67	2,8E-05	0,39
Ziegel	479	1,5	0,66	3,1E-05	0,33
Stahlbeton	612	1,7	0,85	2,9E-05	0,43
<b>ILCD 2011</b>	<b>Climate change</b>	<b>Acidification</b>	<b>Freshwater eutrophication</b>	<b>Ozone depletion</b>	<b>Photochemical ozone formation</b>
<b>Aufbauten</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq.</b>	<b>molc H+ eq</b>	<b>kg P eq</b>	<b>kg CFC-11 eq</b>	<b>kg NMVOC eq</b>
Holz Leichtbau	432	1,8	0,16	3,0E-05	1,34
Holz Massivbau	442	1,9	0,16	2,8E-05	1,64
Ziegel	500	2,0	0,17	3,3E-05	1,54
Stahlbeton	619	2,2	0,22	3,0E-05	1,83

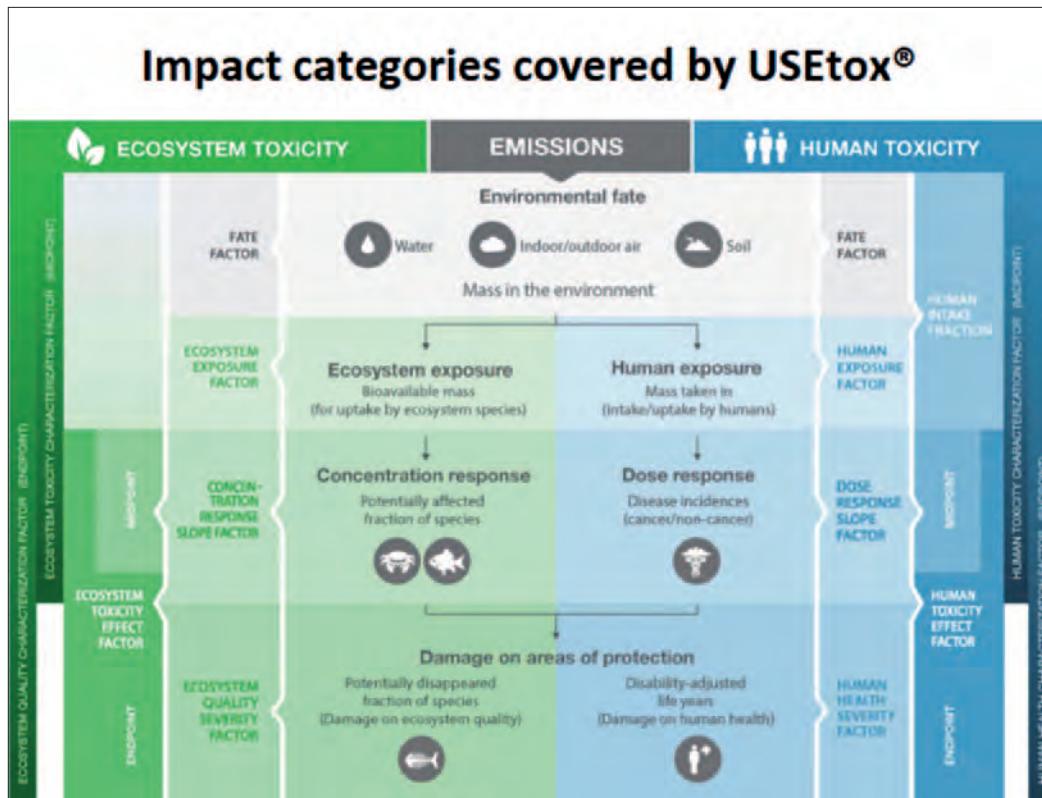


Abb. 5: Wirkungskategorien, die durch USEtox® abgedeckt werden. Quelle: Powerpoint Präsentation von Ralph K. Rosenbaum vom 11.4.2018

Die Hauptschwierigkeiten, die es zu überwinden gilt, sind:

- Geringe Abdeckung an Substanzen
- viele wichtige Datenlücken (Emissionen, Toxizität, ...)
- hohe Unsicherheiten (sowohl wahrgenommen als auch real)
- Komplexität der Wirkungsmechanismen und -interpretation der Ergebnisse
- mangelnde Transparenz und Zugänglichkeit von Dokumenten, Modellen, Datenkapazität und Wissen der Benutzer (Praktiker, Entscheidungsträger, ...)
- unterschiedliche Umweltrelevanz (Außen- und Innenemissionen, spezifische Expositionspfade

Das IBO wird die Daten aktuell berechnen, um an Hand produktspezifischer Sensitivitätsanalysen Erfahrungswerte zu sammeln und Entwicklungen ablesen zu können. Für den Einsatz in der ökologischen Bewertung wird aber auf Grund der gelisteten Schwierigkeiten noch verzichtet und auf andere Bewertungskriterien Bezug genommen.

**Die „End of life“ Modellierung in PEF**

Der aktuelle PEF-Leitfaden (Empfehlung 2013/179/EU) verlangt die Verwendung einer Formel zur Modellierung von Produktabfällen. Im PEF wird aktuell die Formel des „Circular Footprints“ (CFF) verwendet. Er ist eine Kombination aus Material + Energie + Entsorgung (Abb. 6).

Die CFF kann modular angeordnet werden, um zum Beispiel der Struktur der Norm EN 15804 zu entsprechen. Gleichung 2 ist die

CFF in verschiedenen Modulen neu angeordnet. Das Akronym für diese Formel ist CFF-M (Abb. 7).

**Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in PEF**

Wie schnell sich die LCA- Welt momentan dreht, sieht man auch am Beispiel mit dem Umgang der CO<sub>2</sub>-Speicherung. Bei der Revision der EN 15804 wird sich entscheiden, ob der derzeitige Vorschlag (s. Tabelle 1, 3. Zeile) keine Gutschriften für zeitliche begrenzte CO<sub>2</sub>-Speicherung anzurechnen, so angenommen wird. In der Norm EN 16485:2014 wird auch im Sinne der Kohlenstoffneutralität von Holz vorgeschlagen, die Aufnahme von CO<sub>2</sub> mit negativem und bei der Entsorgung (Verbrennungsemissionen) mit einem positiven Vorzeichen zur berücksichtigen. Die Speicherung wäre dabei aber im Gegensatz zum diskutierten EN 15804:2018 bis zur Entsorgung berücksichtigt. (Siehe auch Artikel von Franz Dolezal Seite 8)

**Verwendung von sekundären Daten (generischen Daten) in PEF**

Da bei der Berechnung von Lebenszyklusanalysen meistens nicht für alle Prozessschritte primäre Daten zu Verfügung gestellt werden können, greift man auf sogenannte sekundäre Daten zurück. Sekundäre Daten bezeichnen Daten, die nicht aus spezifischen Prozessen innerhalb der Lieferkette des Unternehmens stammen. Sie werden nicht direkt vom Unternehmen erhoben, gemessen oder geschätzt, sondern stammen aus einer Bestandsdatenbank eines Drittanbieters oder anderen Quellen. Mit ecoinvent und GaBi gibt es aber zwei Anbieter von generischen Datenbanken. Leider hat die Wahl der Datenbank meistens einen relevanten Einfluss auf die

$$\text{Material } (1 - R_1)E_V + R_1 \times \left( AE_{\text{recycled}} + (1 - A)E_V \times \frac{Q_{S_{in}}}{Q_P} \right) + (1 - A)R_2 \times \left( E_{\text{recyclingEoL}} - E_V \times \frac{Q_{S_{out}}}{Q_P} \right)$$

$$\text{Energy } (1 - B)R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$$

$$\text{Disposal } (1 - R_2 - R_3) \times E_D$$

Abb. 6: Gleichung 1 – The Circular Footprint Formula (CFF)

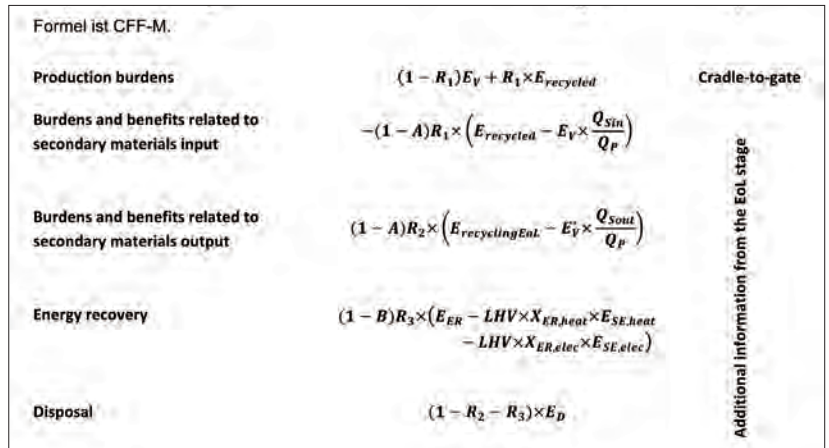


Abb. 7: Gleichung 2 – die CFF ist in verschiedenen Modulen neu angeordnet.

**Legende**

A: allocation factor of burdens and credits between supplier and user of recycled materials.

B: allocation factor of energy recovery processes: it applies both to burdens and credits.

Q<sub>S<sub>in</sub></sub>: quality of the ingoing secondary material, i.e. the quality of the recycled material at the point of substitution.

Q<sub>S<sub>out</sub></sub>: quality of the outgoing secondary material, i.e. the quality of the recyclable material at the point of substitution.

Q<sub>P</sub>: quality of the primary material, i.e. quality of the virgin material.

R<sub>1</sub>: it is the proportion of material in the input to the production that has been recycled from a previous system.

R<sub>2</sub>: it is the proportion of the material in the product that will be recycled (or reused) in a subsequent system. R2 shall therefore take into account the inefficiencies in the collection and recycling (or reuse) processes. R2 shall be measured at the output of the recycling plant.

R<sub>3</sub>: it is the proportion of the material in the product that is used for energy recovery at EoL.

E<sub>recycled</sub> (E<sub>rec</sub>): specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from the recycling process of the recycled (reused) material, including collection, sorting and transportation process.

E<sub>recyclingEoL</sub> (E<sub>recEoL</sub>): specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from the recycling process at EoL, including collection, sorting and transportation process.

E<sub>V</sub>: specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from the acquisition and pre-processing of virgin material.

E\*<sub>V</sub>: specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from the acquisition and pre-processing of virgin material assumed to be substituted by recyclable materials.

EER: specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from the energy recovery process (e.g. incineration with energy recovery, landfill with energy recovery, ...).

E<sub>SE,heat</sub> and E<sub>SE,elec</sub>: specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) that would have arisen from the specific substituted energy source, heat and electricity respectively.

ED: specific emissions and resources consumed (per unit of analysis) arising from disposal of waste material at the EoL of the analysed product, without energy recovery.

X<sub>ER,heat</sub> and X<sub>ER,elec</sub>: the efficiency of the energy recovery process for both heat and electricity.

LHV: Lower Heating Value of the material in the product that is used for energy recovery.

**Fazit**

Für eine Zukunft der Erde mit guten Chancen für alle braucht es dringend ökologische Lösungen. Die ökologische Bewertung, insbesondere die Lebenszyklusanalyse spielt dabei eine imminente wichtige Rolle. Ziel muss es sein, auf die am besten evaluierten und robustesten Methoden zurückgreifen zu können. Damit können Auswirkungen schon in der Planung eines Gebäudes und bei der Wahl von Baustoffen berücksichtigt werden. Das Joint Research Center hat in einer mehrjährigen Studie unter Einbeziehung vieler internationaler Experten für die Nutzung in LCA die wichtigsten

Resultate. Die Europäische Kommission begegnet dem Problem indem sie EF-konforme generische Datensätze für bestimmte Prozesse vorschreibt. So sind es für Chemikalien ecoinvent-Datensätze, für Energie und Transportmodule. wiederum Thinkstep (GaBi) Daten.

Die EF-konformen sekundären Datensätze, wurden von der Europäischen Kommission ausgeschrieben und sind auf dem folgenden Datenproviderknoten verfügbar ([http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR\\_OEFSR\\_en.htm#secondary\\_data](http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm#secondary_data)). Der Link informiert auch über die rechtliche Nutzung der Daten.

Methoden für Wirkungskategorien analysiert und bewertet. Die Resultate wurde im ILCD handbook publiziert und die PEF Methode greift auf die empfohlenen besten Methoden für jede Kategorie zurück. Die bevorstehende Revision der EN 15804 mit Aufnahme der PEF-Wirkungsindikatoren kann somit zu einer harmonisierten Methode zur Abschätzung der Umweltwirkungen von Bauprodukten beitragen. Bestehende gravierende methodische Unsicherheiten ( zum Beispiel bei den Toxizitätsindikatoren) sollten aber im Blickpunkt bleiben und in Zukunft ausgeräumt werden. Bis dahin wird empfohlen, für die Bewertung nur Indikatoren und Wirkungskategorien zu verwenden, die wissenschaftlich anerkannt, aussagekräftig und fundiert sind. Für den PEF sollen insgesamt 16 Wirkungsindikatoren berechnet, für die B2C Kommunikation aber nur die relevantesten Kategorien publiziert werden. Die 3 wichtigsten Wirkungsindikatoren müssen dabei immer angegeben werden. Die Ermittlung der wichtigsten Wirkungskategorien muss auf den normalisierten und gewichteten Ergebnissen des Screenings des PEF-CR basieren. Als die relevantesten Wirkungskategorien gelten diejenigen, die kumulativ mindestens 80% zu den gesamten Umweltauswirkungen beitragen (mit Ausnahme der toxikologischen Wirkungskategorien). Zusätzlich sollten auch die Ressourcenverbrauchsindikatoren des Cumulativ Energy Demand (CED) von Frischknecht et al. 2003 berücksichtigt werden. Da in Zukunft auch die Entsorgungsprozesse verpflichtend zu bilanzieren sind, ist auch der Umgang mit Recyclingprozessen wichtig. Die Auswirkungen unterschiedlicher Allokationsansätze auf die Recyclingquote sollten genau untersucht werden. Eventuell braucht es für bestimmte Materialien unterschiedliche Ansätze um das Recycling zu verstärken. Die PEF-Methodik sollte sich nicht nur auf eine starre Methode festlegen, sondern sicherstellen, dass entsprechende Recyclingsituationen dargestellt werden können.

Nach der Aktualisierung der IBO Richtwertetabelle für Baumaterialien auf Basis von ecoinvent 3.4 und der Revision der EN15804:2018 sollten auch die PEF-Indikatoren in eco2soft programmiert werden. Von eco2soft könnten dann auch die neuen Umweltparameter über eine entsprechende Schnittstelle direkt in BIM eingespielt werden.

Mit der zu begrüßenden bevorstehenden Integration des PEF in die Norm EN 15804 werden sich die neuen Wirkungsindikatoren zumindest im Bausektor langfristig etablieren. Bisher hat die Europäische Kommission noch nicht entschieden, wie die PEF-Methodik in das bestehende Instrumentarium der umweltbezogenen Produktinformation eingeordnet werden soll. Produkte müssen aber so gekennzeichnet sein, dass für den Endkunden eine ökologische Baustoffwahl möglich ist. Benchmarks werden auf Gebäudeebene wahrscheinlich bald eingeführt. Die rasanten Entwicklungen stellen uns auf jeden Fall vor große Herausforderungen.

## Literatur

- [EN 15804:2012] EUROPEAN STANDARD, Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products. Edition: 2012-04-01
- [EN 15804:2012+A1] EUROPEAN STANDARD, CEN/TC 350/WG 3 N 591, Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products. Edition: 2012-04-01, October 3013
- [EN 16485:2014] Rund- und Schnittholz - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen; Deutsche Fassung EN 16485:2014-07

- [EC 2010 (1)] European Commission -Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. First edition March 2010. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010
- [EC 2010 (2)] European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook- Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context. First edition November 2011. EUR 24571 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2011
- [EU 2010] ILCD-Handbuch soll Entscheidungsträgern als maßgeblicher Leitfaden dienen, EU 28/04/2010; Quelle: [https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/eu/501\\_de](https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/eu/501_de), Stand 11/05/2018
- [EC 2012] European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment, Product Environmental Footprint (PEF) Guide, Ref. Ares(2012)873782 – 17/07/2012 Consolidated version, ISPRA, Italy, Juli17, 2012
- [EU 2013] 2013/179/EU: Empfehlung der Kommission vom 9. April 2013 für die Anwendung gemeinsamer Methoden zur Messung und Offenlegung der Umweltleistung von Produkten und Organisationen Text von Bedeutung für den EWR
- [Frischknecht et al. 2003] Frischknecht R., Jungbluth N., et.al. (2003). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Final report ecoinvent 2000, Swiss Centre for LCI. Dübendorf, CH, [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)
- [ILCD 2011] ILCD 2011 Midpoint+, This implementation corresponds to the ILCD (version 1.0.9, May 2016), available on: [http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page\\_id=140](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=140)
- [Heijungs et al. 1992] Heijungs, R.;Guinée, J.B.;Huppes, G.;Lankreijer, R.M.;Udo de Haes, H.A.;Wegener Sleswijk, A.;Ansems, A.M.M.;Eggels, P.G.;Duin, R. van;Goede, H.P. de, Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds (Part 1), CML, Leiden, 1992
- [KOM/2003/0302] COM(2003)302/F1: Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament: Integrierte Produktpolitik Auf den ökologischen Lebenszyklus-Ansatz aufbauen ENV (GD Umwelt), 18/06/2003
- [KOM/2013/0196] 52013DCC0196, MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT Schaffung eines Binnenmarktes für grüne Produkte Erleichterung einer besseren Information über die Umweltleistung von Produkten und Organisationen /\* COM/2013/0196 final \*/
- [ÖNORM EN ISO 14040] ÖNORM EN ISO 14040:2009-11 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)
- [ÖNORM EN ISO 14044] ÖNORM EN ISO 14044:2006-10 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006)
- [ÖNORM EN ISO 14025] Umweltkennzeichnungen und - deklorationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren (ISO 14025:2006)
- [PEFCR 2017] Draft from European commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, Version 6.2 – June 2017

## Informationen

DI Philipp Boogman  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: [pilipp.boogman@ibo.at](mailto:pilipp.boogman@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)



# Ökobau – der Umbau

## Komplex muss nicht kompliziert sein – Wie man ein nachhaltiges Gebäude baut, ohne dass man ein Experte sein muss.

In den letzten Monaten wurden die Kriterien für ökologisches Bauen österreichweit aktualisiert und noch weiter harmonisiert. Die Kriterien „Öffentliche Beschaffung“ sind eine wichtige Hilfe für den ökologischen Einkauf, sei es von Gemeinden, dem Bund, dem großen Bauträger oder dem privaten Bauherren. Die Anforderungen und wie sie überprüft werden können sind in jahrelangen Projekten bis ins Detail ausgearbeitet worden. Damit können Bauschaffende, die mit Planung und Errichtung beschäftigt sind, vom KnowHow über Schadstoffe und dem Finden von passenden bis passablen Bauprodukten profitieren. Mit der heurigen Aktualisierung wurden Harmonisierungen mit dem Umweltzeichen und dem Nationalen Plan weiter vorangetrieben – und damit der Wirkungsbereich deutlich vergrößert.

Caroline Thurner, IBO GmbH

### 1 Was sind die ÖkoBauKriterien

Mit einem Großteil der Produkte, die derzeit auf dem europäischen Markt angeboten werden, können die europäischen Ziele im Umwelt und Klimaschutz nicht erreicht werden. Daher hat die Europäische Kommission erstmalig im Jahr 2003 die Mitgliedstaaten in einer Richtlinie<sup>1</sup> aufgefordert, Aktionspläne für die Ökologisierung der öffentlichen Beschaffung zu erstellen.

Daraufhin entwickelten in Österreich die einzelnen Bundesländer für die Vergabe von Fördergeldern jeweils eigene Anforderungskataloge an Bauprodukte. Folglich konnte es vorkommen, dass Bauprodukte, die für die öffentliche Beschaffung in einem Bundesland zugelassen waren, für Baustellen der Wohnbauförderung eines anderen Bundeslandes nicht verwendet werden durften. Für Planer und Architekten, sowie für Handwerker und die Hersteller von Bauprodukten wurde die Situation immer unübersichtlicher.

Um dem entgegen zu wirken, beschlossen die Stadt Wien und das Land Vorarlberg vor mehr als zehn Jahren beispielhaft voran zu gehen, und sich auf einen gemeinsamen Kriterienkatalog zu einigen. Die Gesamtheit dieser Kriterien im Baubereich nennt man heute salopp „ÖkoBauKriterien“ (ÖBK). Sie sind inzwischen weitestgehend institutionalisiert. Am übersichtlichsten strukturiert und quali-

tätsgesichert verlinkt zu entsprechenden Bauprodukten sind sie einzusehen auf der baubook-Datenbank ([www.baubook.info](http://www.baubook.info)).

### 2 Was ist neu an den ÖkobauKriterien

Seit der Einführung der ÖBK hat sich im Bereich der Baustoffentwicklung viel getan. Einerseits hat sich die Zusammensetzung der Materialien geändert, andererseits sind heute Baustoffe Pflicht, die früher nicht erforderlich waren. So müssen Gebäude heute gedämmt errichtet werden und ein Mindestmaß an Luftdichtigkeit erfüllen.

<sup>1</sup> Mitteilung der Kommission vom 18.06.2003 an den Rat und das Europäische Parlament zur Integrierten Produktpolitik, KOM(2003)302 endgültig

Im vergangenen Jahr hat das IBO die ÖBK überarbeitet und dabei neue Erkenntnisse berücksichtigt. Hier die wichtigsten Neuerungen.

## 2.1 SVHC

Besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC, substances of very high concern) sind Stoffe, die innerhalb Europas aus dem Verkehr gezogen werden sollen, da sie die Gesundheit von Mensch und Umwelt gefährden durch ihre Persistenz, Toxizität, Fähigkeit zur Akkumulation in Lebewesen oder sonstiger schädlicher Wirkung auf Mensch oder Umwelt (zB.: Hormonwirksamkeit).

Bis solche Stoffe tatsächlich nicht mehr in Umlauf gebracht werden dürfen, können aber noch Jahre bis Jahrzehnte vergehen. Auch wenn sie legal noch einige Jahre eingesetzt werden dürfen, sollen sie in ökologischen Produkten auf keinen Fall mehr enthalten sein. Daher wurde ein neues Kriterium in die ÖBK aufgenommen, welches solche Stoffe verbietet.

## 2.2 Bisphenole

Seit 12.1.2017 ist Bisphenol A (BPA) wegen seiner reproduktionstoxischen und endokrinen (hormonähnlichen) Wirkung ein SVHC, und als solches von den Produkten der ÖBK ausgenommen. Seit 1.3.2018 BPA muss auch als reproduktionstoxisch gekennzeichnet werden. Ab 2020 ist die Beschichtung von Thermopapier mit BPA verboten.

In vielen Produkten wurde als Ersatz für BPA Bisphenol S (BPS) oder Bisphenol F (BPF) eingesetzt. Diese Moleküle sehen dem BPA strukturell sehr ähnlich und es überrascht nicht, dass neueste Studien ergeben, dass BPF etwas weniger, BPS dafür umso stärker endokrin wirksam sind.

Die ÖBK schließen künftig alle Bisphenole aus.

## 2.3 POP

Im Rahmen der Stockholmkonvention haben sich 181 Staaten der Welt darauf geeinigt, persistente organische Schadstoffe (POPs, persistent organic pollutants) weltweit zu verbieten. Dazu gehören Stoffe wie DDT<sup>2</sup>, Lindan oder Toxaphen (Kampherchlor) und seit 2013 auch HBCD.

POP-Stoffe weltweit sind also weltweit generell verboten. Der Fall HBCD hat aber gezeigt, dass die EU dazu neigt, im Zweifelsfall wirtschaftliche Interessen vor die Interessen der Volksgesundheit und des Umweltschutzes zu stellen. Um dem entgegen zu wirken, werden POP-Stoffe durch die ÖBK im Rahmen der öffentlichen Beschaffung nicht mehr zugelassen.

## 2.4 Toxische Stoffe

Mit Juni 2018 müssen alle registrierten Stoffe unter REACH betreffend ihrer toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften eingestuft sein.

Zwar sind für viele Stoffe die erforderlichen Dossiers noch nicht, nur teilweise oder sehr mangelhaft eingegangen, und viele Organisationen beklagen die mangelnde Qualität und damit die Aussagekraft der bereitgestellten Daten<sup>3</sup>. Dennoch bietet die Einstufung von Chemikalien nach der CLP-Verordnung eine einfache Möglichkeit generell unangenehme Stoffe auszuschließen.

Die ÖBK machen nun Gebrauch davon und schließen alle Stoffe aus, die mit folgenden H-Sätzen gekennzeichnet werden müssen. (H steht für hazard = Gefahr)

## 2.5 Halogenorganische Stoffe

Halogenorganische Stoffe sind Kohlenwasserstoffe, die in kovalenter Bindung mit einem Halogenatom (Fluor, Chlor, Brom, Jod oder Astatin) verbunden sind. Diese Verbindung kommt in der Natur nicht vor, weshalb es keine Lebewesen gibt, die sie aufbrechen könnte. In der Folge weiß der Organismus nicht, wohin damit und lagert die Stoffe irgendwo ab. Wegen ihrer Fettlöslichkeit ist das oft die Leber, Fettgewebe und – besonders besorgniserregend – die Isolierzellen von Nervengewebe (insbesondere Gehirn).

Alle Stoffe, die derzeit als POPs weltweit verboten sind, sind halogenierte Kohlenwasserstoffe.

CLP Einstufung	Gefahrenhinweis
Akute Toxizität, Kategorie 1	H300 (oral) H310 (dermal) H330 (inhal.)
Akute Toxizität, Kategorie 2	H300 (oral) H310 (dermal) H330 (inhal.)
Akute Toxizität, Kategorie 3	H301 (oral) H311 (dermal) H331 (inhal.)

Kunststoffe, die aus halogenorganischen Stoffen bestehen, oder welche enthalten, sind daher besonders langlebig, weshalb sie auf keinen Fall in die Umwelt oder auf eine Deponie gelangen sollten. In der Entsorgung durch Verbrennung entstehen die besonders ätzenden Halogensäuren, die für eine frühzeitige Korrosion in den Verbrennungskesseln sorgen, weshalb sie bei Verbrennungsanlagenbetreibern besonders unbeliebt sind. Außerdem begünstigen sie die Bildung von Dioxinen und Furanen. Was aber noch viel beunruhigender ist, sie sind verantwortlich für die Bildung von halogenierten Dioxinen und Furanen, welche deutlich schädlicher sind als ihre nichthalogenierten Homologen, sie werden auch in der Verbrennungsanlage nicht gemessen und somit völlig unkontrolliert in die Umwelt entlassen.

Die ÖBK verbieten zwar halogenierte Kohlenwasserstoffe schon längst, haben bisher allerdings Verunreinigungen zwischen 0,1 und 3 Gewichtsprozent toleriert. Um zu erfassen, ob es überhaupt Produkte gibt, die auf halogenierte Kohlenwasserstoffe verzichten, gibt es nun ein Zusatzkriterium, welches diese Stoffe vollständig verbietet (allerdings mit einem pragmatischen Grenzwert von 0,1 Prozent). Zusatzkriterien sind für die Teilnahme an einer öffentlichen Ausschreibung zwar nicht zwingend, wenn es allerdings Produkte gibt, welche diese Kriterien erfüllen, so sollten diese auch unbedingt zum Einsatz kommen.

2 Pflanzenschutzmittel, bekannt geworden durch das Buch „Silent Spring“, dt. „Der stumme Frühling“

3 Martin Scheringer, ETH Zürich, Fragile Evidenz: Datenprobleme in der Risikobewertung für Chemikalien ([http://www.tatup-journal.de/downloads/2013/tatup133\\_sche13a.pdf](http://www.tatup-journal.de/downloads/2013/tatup133_sche13a.pdf)).

BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), BfR-Forschungsprojekt zeigt: Datengrundlage vieler REACH-Registrierungsdossiers muss vervollständigt werden. (<http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr-forschungsprojekt-zeigt-datengrundlage-vieler-reach-registrierungsdossiers-muss-vervollstaendigt-werden.pdf>)

### 3 ÖkoBauKriterien und das Österreichische Umweltzeichen

Mit der Vergabe des Österreichischen Umweltzeichens (ÖUZ) will das Ministerium Hersteller und deren Produkte sichtbar machen, die einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Solche Produkte sind Leuchtturmprodukte, die anderen Herstellern/Produkten den Weg weisen sollen: Seht her, so ökologisch kann ein Produkt sein. Es geht auch ohne diesen oder jenen unangenehmen Inhaltsstoff.

Im Gegensatz dazu richten sich die ÖBK an die breite Masse der Bauprodukte und wollen die ökologische Qualität von Durchschnittsprodukten heben, in dem die schlimmsten Chemikalien in Gebäuden verhindert werden sollen.

Folgerichtig sollten Produkte mit einem Umweltzeichen auf jeden Fall für die öffentliche Beschaffung zugelassen sein. Dies ist derzeit noch nicht immer möglich. In den nächsten zwei Jahren werden die ÖBK und ÖUZ schrittweise überarbeitet und dahingehend harmonisiert, dass die Vorlage eines Umweltzeichens zur vollständigen Anrechnung der ÖBK genügt.

### 4 Wo die Grenzen der ÖkoBauKriterien sind

Bereits in der Planung wird der Grundstein dafür gelegt, welche Produkte später zum Einsatz kommen. Beispielsweise bestimmt die Entscheidung, ob ein Warmdach oder ein Kaldach gebaut werden soll darüber, ob später mehr oder weniger ökologisch bedenkliche Folien eingebaut werden müssen.

Wie und wo und vor allem welches Holz eingebaut wird, wie sehr es Witterung ausgesetzt ist und wie sehr es selbst Witterung und Angriff von Insekten und Algen, Pilzen, Bakterien oder Flechten standhält, hängt extrem davon ab, wo und wie es eingebaut ist. Diese Entscheidungen finden im Planungsprozess, mitunter schon sehr früh statt. Später kann nur noch mit Holzschutzmitteln gegen eine Fehlplanung reagiert werden.

Eine sinnvolle Anwendung der ÖBK kann daher erst durch einen sorgfältig ausgearbeiteten Planungsleitfaden erfolgen. Dieser soll demnächst vom IBO in Angriff genommen werden.

### 5 Der Wirkungskreis der ÖkoBauKriterien wächst

ÖkoBauKriterien sind ein Muss für jede Baustelle aus öffentlichen Geldern der Stadt Wien und des Landes Vorarlberg.

Viele Architekten benutzen die ÖBK bereits standardmäßig, insbesondere die auf der Datenbank baubook hinterlegten Ausschreibungskriterien, mit denen bereits bei Vergabe sichergestellt werden kann, dass die Produkte ein zumutbares Mindestmaß an ökologischen Kriterien erfüllen. Auch immer mehr private Nutzer suchen nach ökologischen Bauprodukten.

Inzwischen hat auch der naBe, (nationale Beschaffung; bundesweites Programm zur öffentlichen Beschaffung), sich im Baubereich den ÖkoBauKriterien angeschlossen. In Kürze wird die umfassende Harmonisierung zwischen den Kriterien des naBe und ÖkoBauKriterien abgeschlossen sein.

### 6 Fazit

Obwohl Bauen immer billiger wird, denn die Standards sinken kontinuierlich – vor allem auf Materialebene, wird Wohnen für den einzelnen (m/w) immer teurer. Die Sehnsucht nach leistbarem Wohnen in gesunder Umgebung steigt. Die Menschen sehen, dass konventionelle Pfade in eine Sackgasse führen. Umso wichtiger ist es, dass mit öffentlichen Geldern so gebaut wird, dass ein ökologischer Mindeststandard garantiert ist.

Investitionen in die Qualität von Gebäuden zahlen sich volkswirtschaftlich nachweislich aus. Auf der Plattform [www.baubook.info/oea](http://www.baubook.info/oea) sind die ÖBK tagesaktuell von der Ausschreibung bis zur Prüfung und Dokumentation detailreich und dennoch praktikabel umgesetzt, sodass eine einfache Anwendung ohne viel Hintergrundwissen oder zeitaufwändige Recherche möglich ist.

#### Informationen

Dr. Caroline Thurner  
 IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [caroline.thurner@ibo.at](mailto:caroline.thurner@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at), [www.baubook.info](http://www.baubook.info)



# Wie EU vom österreichischen Entsorgungsindikator profitieren kann

Europas Wirtschaft soll nachhaltiger werden, das ist das Ziel der EU, das mit einem ehrgeizigen „Circular Economy Package“ erreicht werden soll. Die Maßnahmen sollen Europa wettbewerbsfähiger machen, nachhaltiges Wirtschaftswachstum fördern und neue Arbeitsplätze schaffen.

Cristina Florit und Barbara Bauer, IBO GmbH

Der im Dezember 2015 erstmals vorgelegte „Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft“<sup>1</sup> reicht von Produktion und Konsum über Abfallvermeidung und dem Sekundärrohstoffmarkt bis zur Wiederverwertung, damit die Ressourceneffizienz erhöht wird. Closing the loop, wie es bei der EU heißt, bedeutet bis 2030 zum Beispiel die Recyclingquoten für Siedlungsabfälle auf 65 % zu steigern, für Verpackungsmüll sogar auf 75 %.

Auch in der Bau- und Abrissbranche sollen weniger Abfälle anfallen. Dabei soll der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden, von der Rohstoffgewinnung und Herstellung eines Bauproduktes bis hin zu dessen Recycling oder Entsorgung. Standardisierte Berechnungsmethoden zu etablieren ist ein Anliegen, mit dem der Aktionsplan nachvollziehbar umgesetzt werden kann.

Die Bauwirtschaft mit ihren enormen Massen wird einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz, auch in Österreich, beitragen. Die jüngste Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft zeigt, dass hierzulande die Bau- und Abbruchabfälle im Jahr 2017<sup>2</sup> rund 10 Millionen Tonnen betragen. Das sind durchschnittlich fast 1.160 kg pro Person, ein deutlicher Anstieg im Vergleich zu Vorjahren. Davon konnten 640.000 Tonnen auf Grund der Inhomogenität der Abfallströme nicht recycelt werden und landeten in der Deponie.

Abhängig von der Konjunktur des Hoch- und Tiefbaus in Österreich ist das Aufkommen jährlich variabel und daher nicht exakt prognostizierbar. Trotzdem zeigen diese Fakten aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan 2017 deutlich, dass in der Bauwirtschaft großes Potenzial für die Kreislaufwirtschaft liegt.

## Der Entsorgungsindikator

Der vom IBO entwickelte Entsorgungsindikator stellt mit einem klar geregelten, für alle Gebäude anwendbaren Modell die Entsorgungseigenschaften von Gebäuden dar. Damit können schon in der Planung die Rückbau-, Verwertungs-, Entsorgungs- bzw. Recyclingkonzepte von Baustoffen und Konstruktionen bedacht, verglichen und optimiert werden. Womit ein wichtiger Schritt zur Ressourceneffizienz getan ist.

Der Entsorgungsindikator ist eine Einzahlangabe, die durch eine semiquantitative Methode den aktuellen Entsorgungsweg einer Bauteilkomponente und sein Verwertungspotenzial bewertet. Letzteres gibt an, wieviel zu beseitigende Abfallmenge zum Zeitpunkt der tatsächlichen Entsorgung vermieden werden kann.

Für die Entsorgung bieten sich drei Wege an: „Recycling“, „Verbrennung“ und „Ablagerung“, wobei die stoffliche Verwertung (Recycling) im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu bevorzugen ist. Für alle drei Entsorgungswege sowie für die fiktiven Einsparungen der Abfallmengen durch das Verwertungspotenzial wurde eine Bewertungsmatrix von 1 bis 5 entwickelt, wobei 1 für das beste Ergebnis steht.

Bei der Bewertung der einzelnen Bauteilschichten spielt die Trenn- oder Nichttrennbarkeit von Bauteilschichten eine große Rolle, da die Entsorgungseinstufung und das Verwertungspotenzial wesentlich vom Verbund mit anderen Materialien bestimmt wird. Eine vollflächig mit dem Untergrund verklebte Abdichtung würde zu einer Verschlechterung führen, ein nur lose verbundenes Material wie etwa ein Klemmfalz beeinträchtigt das Verwertungspotenzial jedoch nicht.

Die Methode wurde im Jahr 2003<sup>3</sup> erstmals publiziert und kontinuierlich weiterentwickelt. Eine neue, ergänzte Version – der Entsorgungsindikator EI10 – ist mit Jahresbeginn 2018 eingeführt worden.

## Neuerungen beim EI-Indikator 10

Wie auch sein Vorgänger EI (EI V1.0, 2012) stellt der Entsorgungsindikator EI10 (EI10 V2.0, 2018) das mit Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften gewichtete Volumen aller betrachteten Bauteilstrukturen und Bauteilschichten dar, die im Gesamtlebenszyklus des Gebäudes anfallen. Das bedeutet, dass auch die zur Entsorgung oder Verwertung anfallenden Baustoffe aus Austausch- und Erneuerungszyklen miteingerechnet werden.

Durch eine flächengewichtete Mittelung der Indikatoren aller Konstruktionen wird dann der Entsorgungsindikator EI 10 für das Gebäude errechnet.

1 EU action plan for the Circular Economy, 2015.

2 Bundesabfallwirtschaftsplan 2017 <https://www.bmnt.gv.at/umwelt/abfallressourcen/bundes-abfallwirtschaftsplan/BAWP2017-Final.html>

3 Waltjen, T., et al. Passivhaus-Bauteilkatalog – Ökologisch bewertete Konstruktionen – Details for Passive Houses – A Catalogue of Ecologically Rated Constructions (Hg. vom IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Springer Wien 2003, 3. Auflage 2009).

### Fünf wichtige Änderungen gegenüber der älteren Version lassen sich erkennen:

- Die sichtbarste ist der neue Zahlenwertbereich des Entsorgungsindikators auf Gebäudeebene. Die Ergebnisse sind gegenüber der älteren Version um den Faktor 10 erhöht worden, wodurch sich auch der neue Name EI10 ableiten lässt. Bewertet wird in einer Skala von 10–50, 10 stellt das beste Ergebnis dar. Somit wird auch eine klare und differenzierte Trennung der aktualisierten Berechnungsmethode gegenüber der Älteren (Bewertungsskala: 1–5) gewährleistet.
- Geändert wurden die Entsorgungs- und Verwertungseinstufungen einzelner Baustoffe und die Nutzungsdauern aktualisiert. So wurde unter anderem die reguläre Nutzungsdauer der Wärmedämmverbundsysteme auf 35 Jahre herabgesetzt, die der Dach- oder erdberührten Abdichtungsfolien hingegen erhöht. Die theoretische technische Lebensdauer einzelner Bauprodukte wurde hiermit an tatsächliche Gebrauchsdauern angepasst.
- Weiters wurde die Bezugsgröße auf Gebäudeebene adaptiert. Anstelle der gesamten Konstruktionsfläche wird nun die Summe aller in der Bilanzgrenze betrachteten Außenbauteilflächen plus 25% aller betrachteten Innenbauteilflächen herangezogen.
- Die bisher in der älteren Version durchgeführte Fraktionszahl-Abminderung bei sortenreinen Konstruktionen entfällt.
- Neu ist, dass Fenster und Türen miterfasst werden können.

Berechnen kann man den neuen Indikator EI 10, gemeinsam mit dem Ökoindex OI3 ohne zusätzliche Datenerfassung, mit dem online Tool Eco2soft der baubook-Plattform<sup>4</sup>, wo er auf Gebäudeebene entweder in der Bilanzgrenze 1 (BG1) vereinfacht geführt werden kann oder detailliert für das gesamte Gebäude in der Bilanzgrenze 3 (BG3).

Die BG1 umfasst die thermische Gebäudehülle, mit allen Konstruktionen (inklusive Abdichtungen, hinterlüfteten Fassadenelementen, Dacheindeckungen etc.) sowie sämtliche Trenndecken im Gebäude. Bei der BG3 werden zusätzlich alle Innenbauteile sowie



Foto: © Enzberg

alle Bauteile der nicht konditionierten Bereiche miterfasst. Nicht bilanziert werden alle Haustechniksysteme, offene Stiegenhäuser oder Laubengänge, Balkonplatten und -trennwände sowie Außenanlagen.

Eine detaillierte Beschreibung der Methodik ist im Leitfaden zur Berechnung des Entsorgungsindikators EI Kon von Bauteilen und des Entsorgungsindikators EI 10 auf Gebäudeebene (V2.0, Ausgabe 2018)<sup>5</sup> enthalten.

### Der EI 10 – Rechnen trägt zur Kreislaufwirtschaft bei

Auch wenn heutzutage Rohstoffknappheit im Bauwesen noch kein zentrales Thema ist, so zeichnet sich doch ab, dass wir in Zukunft Bauteile und Baustoffe vermehrt wiederverwenden, recyceln oder verwerten müssen, denn bereits heute sind Deponieflächen Mangelware. Wer den Entsorgungsindikator berechnet, kann vorausschauend planen und konstruieren und weiß schon in einer frühen Planungsphase, wie gut das Bauvorhaben am Ende des Lebenszyklus den Ansprüchen genügen wird. Das erfüllt damit nicht nur die Pläne der EU, sondern gibt Bauherrn und Immobilienbesitzern Sicherheit.

Zusätzlich ist die Berechnung des neuen Entsorgungsindikators EI 10 fixer Bestandteil nachhaltiger Gebäudebewertungssysteme in Österreich. Auch den Zertifikaten wie klimaaktiv Bauen und Sanieren, ÖGNB, dem IBO ÖKOPASS oder dem Vorarlberger Kommunalgebäudeausweis ist die Abfallvermeidung ein wachsendes Anliegen.

Die standardisierte Berechnungsmethode des Entsorgungsindikators EI 10 ermöglicht eine klar geregelte Nachweisführung für die Erfüllung des Kriteriums Entsorgung bei den Gebäudezertifikaten. Mit der Berechnung des EI10 können zusätzliche Punkte gewonnen und die Gesamtbewertung verbessert werden. Dabei muss ein EI10-Wert von 45 für das Gebäude als Mindestanforderung erreicht werden. Die Bestbewertung erhält man bei einem Wert von 20.

Letztendlich zeigt der neue EI 10 deutlich, welchen großen Einfluss Planungsentscheidungen auf die spätere Wiederverwendung und -verwertung von Baustoffen und Bauteilen haben. Die Ansprüche an die Entsorgung sowie das Interesse an innovativen und zukunftsfähigen Konzepten werden mit größter Wahrscheinlichkeit in den nächsten Jahren steigen. In der Wiederverwendung liegt das große Potenzial, einen sinnvollen Beitrag zur vollständigen Kreislaufwirtschaft zu liefern.

#### Informationen

DI Mag. Cristina Florit  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: cristina.florit@ibo.at  
 www.ibo.at

<sup>4</sup> <https://www.baubook.info/eco2soft/>

<sup>5</sup> <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ei-entsorgungsindikator/>

# Den IBO ÖKOPASS gibt's jetzt auch für Sanierungen



Über 30.000 Wohnungen werden in den nächsten Jahren in Wien saniert. Der IBO-Ökopass, erprobtes Instrument der Qualitätssicherung, wurde für die Anwendung in der Sanierung adaptiert. Damit kann ab sofort eine unabhängige externe Überprüfung mit wissenschaftlich fundierten Berechnungen und Messungen als außerordentliches Benchmarking zu einem kostengünstigen Preis auch bei Altbauten verwendet werden.

Isabella Dornigg, Maria Fellner, IBO GmbH

Neubauten, die mit dem IBO Ökopass qualitätsgesichert sind, mögen vielleicht nicht sonderlich spektakulär wirken, gemeinsam ist ihnen jedoch ein nicht immer selbstverständlicher, solider Komfort, seien es nun die Temperaturen sommers wie winters, eine gute Raumluftqualität durch Verwendung emissionsarmer Bauprodukte oder die Einhaltung der normgemäßen Schallschutzwerte. Diese Qualität soll auch in Sanierungen erreicht werden. Und obwohl Gebäudebewertungssysteme bei Totalsanierungen inkl. Renovierung von Einzelwohneinheiten (im Wohnungsleerstand) sehr gut anwendbar sind, ist dies nicht Regel-, sondern eher Ausnahmefall.

Im gesamten Stadtgebiet Wiens werden derzeit 247 Wohnhäuser mit mehr als 17.300 Wohnungen saniert und weitere 185 Wohnhäuser mit rund 13.600 Wohneinheiten befinden sich in Bauvorbereitung. Quelle: <https://wohnservice-wien.at/wohnen/geofoerdertesanierung/>

## Was im IBO Ökopass Sanierung bewertet wird

Bei rein thermisch-energetischen Sanierungen oder Blocksanierungen (im bewohnten Zustand) sind werden andere Schwerpunkte gesetzt als beim Neubau. Folgende 6 Kriterien werden beim IBO Ökopass Sanierung geprüft und beurteilt:

### Wohnkomfort

- Behaglichkeit im Winter / Sommer
- Grünraumkonzept
- Innenraumluftqualität
- Schallschutz und Vermeidung von Lärm

### Ressourceneffizienz

- Ökologische Qualität der Baustoffe und Konstruktionen
- Energieeffizienz - Gesamtenergiekonzept

### Angenehme Temperaturen

Während im unsanierten Altbau kalte Zugluft und hohe Heizkosten hingenommen werden, ist der Anspruch an sanierte Wohnungen deutlich höher. Im Ökopass Sanierung werden die thermische Qua-

lität der Außenhülle bzw. die zu erwartenden Temperaturen der Innenoberflächen in Kombination mit relativer Feuchte, guter Innenraumluftqualität (als wesentlichster Parameter CO<sub>2</sub>) und der Vermeidung von lokaler Unbehaglichkeit (Zugluftrisiko durch Kaltluftabfall im Winter durch Außenlufteinlässe ohne Vorerwärmung der Zuluft) bewertet.

Die U-Werte der Einzelbauteile orientieren sich in den Auszeichnungsstufen „Ausgezeichnet“ und „Sehr gut“ an den Anforderungen der EnerPhit-Zertifizierung des PHI Darmstadt (Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten).

Abweichungen sind dann erlaubt, wenn es die Anforderungen des Denkmal- oder Ensembleschutzes einzuhalten gilt oder wenn wirtschaftliche Unverhältnismäßigkeiten oder begründete technische Nicht-Umsetzbarkeit vorliegen. Voraussetzung ist die Wahrung der Kondensatfreiheit der Bauteilkonstruktionen.

Zusätzlich werden zentrale oder semizentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung gefordert, die mind. 80 % der Nutzfläche be- und entlüften oder zumindest dezentrale Komfortlüftungen in Schlafzimmer und Hauptwohnräumen (60 % der Nutzfläche). Ein Plus nicht nur in Allergikerhaushalten, sondern auch in der Einstufung im Ökopass ist die Filterung der Außenluft – je feiner der Filter, desto besser die Bewertung.

Eine Einstufung in „Gut“ ist nur erreichbar, wenn die thermische Qualität besser erfüllt wird als in der OIB RL6-2015 Anforderungen für größere Renovierungen festgelegt und mit einer bedarfsangepassten (d.h. Luftwechsel-reduzierter) oder feuchtegesteuerten Abluftanlage.

Aufgrund der zu erwartenden höheren Sommertemperaturen im urbanen Umfeld wird im IBO ÖKOPASS schon seit Jahren großen Wert auf eine hohe Umsetzungsqualität bei der Sommertauglichkeit gelegt. Bewertet werden nicht nur die vorhandenen Speichermassen, sondern auch die Möglichkeiten zum Quer- und/oder Diagonallüften in den Wohnungen und dass Vorrichtungen für wirkungsvolle Verschattung eingebaut sind.

Um das Mikroklima vor Ort zu verbessern, werden Einzelmaßnahmen zur Verdunstungskühlung, wie Fassadenbegrünung (inkl. sinnvoller Wartungskonzepte) und Dachbegrünung sowie zur



Foto: © Enzberg

Der erste IBO ÖKOPASS für eine Sanierung wurde schon 2008/09 abgewickelt...

Reduktion von versiegelten Flächen im Außenbereich oder Innenhöfen in der Bewertung positiv berücksichtigt.

#### Ruhebedürftig? – Schallschutz ist immer ein Bonus

Lärmeintrag über die Außenfassade soll vermieden werden. Neu angewendet wird hier die alternative Nachweismethode des Standortbezogenen Außenlärmnachtspegels gemäß ÖN B 8115-2 in Kombination mit dem resultierenden Bauschalldämmmaß der Außenfassade inklusive Fenster. Bei rein energetischen Sanierungen werden im bewohnten Zustand in der Regel keine schallschutztechnischen Verbesserungen der Trennbauteile durchgeführt. Bei Problemfällen können auf Wunsch des Bauträgers/Bauherrn aber auch die Schallschutzqualität von Innentrennbauteilen erhoben und Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden.

Die Überprüfung der Planungswerte erfolgt über eine Messung des energieäquivalenter Dauerschallpegels (nachts). Geräusche von Lüftungsanlagen sind tagsüber zumeist nicht hörbar, sie werden zusätzlich in den Schlafräumen bei Nacht gemessen. Der C-bewertete Dauerschallpegel dient der Beurteilung von Störgeräuschen der Lüftungsanlage in tieferen Frequenzen. Die Messungen erfolgen gemäß ÖN EN ISO 16032.

#### Gute Raumluft ist mehr als Emissionsarmut von Bauprodukten

Empfohlen wird eine Schadstoffuntersuchung im Bestand bei Leerstand der Wohnungen. Diese sollten die häufigsten Schadstoffe wie zum Beispiel Schimmel bzw. Schimmelpilzsporen, Asbest, Polychlorierte Biphenyle (PCB) etc. umfassen.

Besonders im sanierten Altbau ist ein ausgeglichener Feuchtehaushalt wichtig: vor allem bei Innendämmungen oder Bauschadensfällen im Bestand sind der Nachweis der Kondensatfreiheit von Bauteilen und Schimmelmessungen unumgänglich. Feuchte-Moni-

#### Ergebnisse der IBO ÖKOPASS Endbewertung für das Objekt Wien II, Alliertenstraße 1 im Überblick:

1. Behaglichkeit im Sommer und Winter	Gut
2. Innenraumluftqualität	Gut
3. Schallschutz	Sehr Gut
4. Tageslicht und Besonnung	Sehr Gut
5. Elektromagnetische Qualität	Ausgezeichnet
6. Ökologische Qualität der Baustoffe und Konstruktionen	Gut
7. Gesamtenergiekonzept	Gut
8. Wassernutzung	Gut

... mit guten bis ausgezeichneten Bewertungen.

torings in der Betriebsphase sollen kritische Raumzustände oder Nutzungsverhalten frühzeitig erkennen können. Damit werden und bleiben sanierte Wohnungen eher schimmelfrei.

Der Einsatz emissions- und schadstoffarmer Bauprodukte, die innerhalb der luftdichten Ebene eingebracht werden (relevante Produktgruppen: Verlegewerkstoffe, Bodenbeläge, Wandfarben, Lacke, Möbel etc.) wird im IBO Ökopass Sanierung abgebildet. Die PVC-Freiheit von Fußbodenbelägen und Wandbekleidungen ist zwingend einzuhalten, auch für bereits vorhandene Produkte. Bei allen neu eingebrachten Produkten führt (wie bisher) die PVC- bzw. Halogenfreiheit zu einer Verbesserung der Bewertung.

## Energieeffizienz und Energiemonitoring – Verbesserungen sichtbar machen

Als „Ausgezeichnet“ wird ein Gebäude bewertet, wenn die Energieeffizienz des Gesamtgebäudes in der höchsten Klassifizierungsstufe nach EnerPhit Plus und Premium (entwickelt vom Passivhaus Institut Darmstadt) liegt. Diese Einstufung hängt von Bedarf und Erzeugung erneuerbarer Primärenergie (PER) ab.

Wird der Energieausweispnachweis jedoch nach nationaler Berechnungsmethodik durchgeführt, erfolgt eine parallele Einstufung auf Basis der Energiekennzahlen der OIB RL6-2015. Neben dem spezifischen  $HWB_{Ref,RK}$  werden zusätzlich Primärenergiebedarf, CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Gesamtenergieeffizienzfaktor bewertet.

Luftdichtheitsmessungen sowie ein die Betriebserstphase begleitendes Energiemonitoring erlauben eine durchgehende Qualitätskontrolle. Beim Energiemonitoring sollen über einen Zeitraum von mindestens 2 Jahren Verbrauchsmenge des eingesetzten Brennstoffs bzw. Gesamt-Stromverbrauch in kWh, Ertrag der thermischen Solaranlage, Stromverbrauch des Allgemein-Stroms und der zentralen Lüftungssysteme sowie Erträge der Photovoltaikanlage erfasst werden. Der Stromverbrauch von Einzelhaushalten kann aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht erhoben werden.

Um eine Evaluierung der Energieverbräuche durchführen zu können, sind Aufzeichnungen der Außentemperaturen am Standort, von Innentemperaturen in ausgewählten Räumen, ggf. Kippstellung oder Öffnung von Fensterflügel, die Erfassung der Außen- und Ablufttemperaturen zentraler Lüftungssysteme und eine Erfassung der Daten mindestens auf Monatsbasis, idealerweise auf Stundenbasis sinnvoll.

Mit dem Energiemonitoring werden Ausführungsmängel oder nicht vorhergesehene Verbräuche schnell entdeckt. Die Einregulierungsphase des Gebäudes kann sich so verkürzen und der in der Planung errechnete Verbrauch auch tatsächlich eingehalten werden. Das gibt Bauherren und Betreibern Sicherheit.

## Der IBO Ökopass

Der IBO ÖKOPASS ist der meistverwendete Gebäudequalitätspass Österreichs, der 2001 speziell für Wohnhausanlagen entwickelt

wurde. Über 400 Wohnhausanlagen wurden bisher bewertet. Die Qualitätskontrolle und die umfangreichen Messungen verhalfen über die Jahre hinweg zu einem hohen Standard im mehrgeschößigen Wohnbau.

Grundlagen sind die Ergebnisse und Beurteilungen anhand von Planungsunterlagen, Berechnungen, Messungen und Baubegehungen, die in einem umfassenden Bewertungsbericht dokumentiert sind.

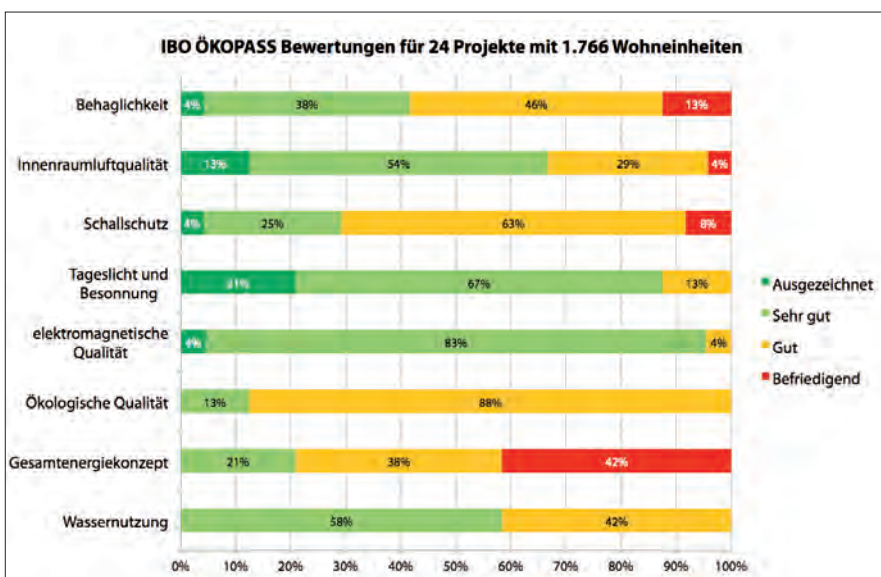
Die Vorbewertung einer Wohnhausanlage erfolgt aufgrund der Planungsunterlagen sowie gemessener Werte von bereits errichteten Bauten in vergleichbarer Ausführung. Nach Fertigstellung der Wohnhausanlage werden die einzelnen Kriterien vom IBO und entsprechenden Prüfanstalten überprüft. Die detaillierten Messergebnisse können von den Bewohnerinnen und Bewohnern im umfangreichen Mess- und Prüfbericht eingesehen werden.

Bewertet wird die gesamte Wohnhausanlage, wobei einzelne Wohnungen je nach Lage spezifische Eigenheiten aufweisen können. Die Bewertungen beziehen sich auf unmöblierte Wohnungen mit Standardausstattung zum Zeitpunkt der Bewertung bzw. der stichprobenartigen Messungen.

Grundsätzliche Qualitäten, die im Wohnbau heutzutage gefordert werden wie komfortable Temperaturen, Schutz vor Außenlärm, Energieeffizienz und Schadstoffarmut werden mit dem IBO-Ökopass Sanierung abgebildet. Er berücksichtigt in seinem Bewertungsschema die Eigenheiten von Sanierungen und zeigt damit auch im Altbau, welch hoher Standard erreicht werden kann. Damit ist eine kompakte, gut bewährte Gebäudebewertung für Wohnbauten nun auch in der Sanierung anwendbar.

### Informationen

Isabella Dornigg MSc  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [isabella.dornigg@ibo.at](mailto:isabella.dornigg@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)



Bewertungsübersicht der 2017 mit dem IBO ÖKOPASS bewerteten Gebäude



IBO ÖKOPASS Bewertungen 2017

**24** Projekte

**1.766** Wohneinheiten.

# Paracelsus Bad- und Kurhaus

## Wie viel Nachhaltigkeit steckt hinter den modernen Design-Erlebniswelten?



Der Neubau eines Bad- und Kurhauses beim Mirabellgarten gelegen bietet einen Ausblick auf die Salzburger Innenstadt und den Kurpark

Eva Jussel, Berger + Pakkinen Architekten  
Maria Fellner, Lisa Kögler, IBO GmbH

### Zur Historie

Das Paracelsusbad, benannt nach einem Arzt aus dem 16. Jahrhundert, gibt es in der Salzburger Innenstadt seit 1956. Gemeinsam mit dem Kongresshaus, einem Hotel und dem Kurmittelhaus sollte es in den 50er Jahren die Landeshauptstadt als Kur- und Kongressstadt positionieren. Im November 2016 wurde das alte Bad geschlossen, 2017 begannen die Abrissarbeiten, um Platz für den von Berger+ Pakkinen Architekten geplanten Neubau mit höchsten Ansprüchen an Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Zentrum der Altstadt zu schaffen. Es handelt sich dabei um das größte Einzel-Bauvorhaben der Stadt Salzburg in diesem Jahrzehnt, ein visionäres Projekt im Herzen der historischen Altstadt als wichtiges Element modernen urbanen Lebens. Die Stadt Salzburg investiert 59,5 Mio. Euro. Gerechnet wird mit 200.000 Besuchern pro Jahr, die Eröffnung ist für 2019 vorgesehen.

### Die Lage: Auf historischen Wurzeln

Der moderne Neubau bietet direkt am Mirabellgarten gelegen einen Ausblick auf die Salzburger Innenstadt und in den Kurpark. Städtebaulich bildet der Bau ein Gelenk zwischen den gründerzeitlichen Blockstrukturen der Auerspergstraße, der offenen Bebauung der Schwarzstraße und dem historisch gewachsenen Mirabellgarten. Die zum Park verschwenkte Geometrie des Badehauses nimmt

Bezug auf die verschwundenen barocken Bastionsmauern und den zugeschütteten Wassergraben. Als Widerhall der ehemaligen Stadtbefestigung und der bis heute erhaltenen Wasserbastei ist das Badehaus als begehbare Erweiterung des Kurgartens konzipiert.

### Wer bietet mehr? Neue Erlebniswelten auf höchstem Niveau

Die Nutzfläche von 11.860 m<sup>2</sup> teilt sich in ein öffentliches Kurhaus und Geschäftsflächen in den Sockelgeschossen, einem darüber liegenden Hallenbad, Gastronomie und – auf der obersten Ebene – die Saunawelt mit Außenpool und Terrassen.

Die Kurhausflächen im EG und OG 1 sind klar getrennt vom öffentlichen Bad. Sie umfassen neben aller erforderlicher Haustechnik Behandlungsräume, in denen u.a. Physiotherapie, Massage, Gymnastik, Unterwasser- und Elektrotherapie angeboten werden. Entlang der gesamten Parkseite sind Moorliegen angeordnet (unterbrochen von Massageräumen), im Packungsvorbereitungsraum in der Mitte wird das primär lokal gewonnene Moor aufbereitet.

Ein zentraler, breiter Ausgang führt vom westlichen Haupteingang in fortlaufender Bewegung durch die drei Sockelgeschosse und mündet in der großzügig angelegten Badeebene mit einer Gesamtbeckenfläche von 590 m<sup>2</sup>. Neben einem 25 m langen Sportbecken, Sprungbecken mit zwei 1 m Sprungbrettern und einer 3 m



Sprungplattform steht das Angebot für Familien im Fokus. Wasserattraktionen wie Geysir, Massagieliegen, Wasserfall und vorgelagerte Liegebereiche an der Süd- und Westfassade ergänzen den Thermenholungsbereich. Das Familienbecken wird zeitweise auch als Lehrschwimmbekken genutzt werden.

### Architektur im Detail

Nach oben durch die sanften, wellenartigen Formen der Dachkonstruktion begrenzt, öffnet sich die Bade-Ebene umlaufend über ein durchgehendes Band aus großformatigen, geschoßhohen Glaselementen zum beeindruckenden Panorama auf die historische Altstadt. Die unterschiedlichen Raumhöhen unterstreichen die Vielfalt der räumlichen und atmosphärischen Situationen. Zugleich wird über die Reflexionen des Lichtes in der Wellenunterseite das Bild des Bades sichtbar und erlebbar transportiert.

Während die Gastronomie im 4. OG „im Bauch der Welle“ installiert ist, nutzt die Saunawelt die Konstruktion als Plattform und ist als zurückgesetzter Bereich im Dachgeschoß angelegt. In einer einzigartigen Kombination von Uneinsehbarkeit und großem Panorama können die Gäste in Panoramasaunen, verglasten Ruheräumen und den Terrassenbereichen des Außenpools die Ausblicke auf die Stadt und die umliegenden Berge genießen. Dampfbad, Kräutersud-, Farblichtsauna, eine Kamin-Lounge und unterschiedlich thematisierte Ruhe- und Liegebereiche mit hoher Verweilqualität komplettieren das Wohlfühl-Angebot für Erholung suchende Badegäste.

### Innovative Konstruktion

Aus dem Sockelbereich ragen zwei Stahlbetonkerne in die oberen Geschoße. Sie steifen einerseits die Untergeschoße aus und tragen andererseits die Lasten der über dem Bad freitragenden Obergeschoße bis zur Bodenplatte ab. Der größere der beiden Kerne trägt dabei einen Großteil der Lasten aus den Obergeschoßen sowie die Lasten einzelner Becken. Das Dachtragwerk wird als Stahlkonstruktion ausgeführt, die Dachbekleidung aus einer Legierung von Kupfer und Zinn. Die Pfosten-Riegel-Fassade ist trotz der großen Formate wie nahezu alle transparenten Flächen in 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung umgesetzt. Die Außenfassade mit markanten vorgehängten Keramiklamellen bietet neben dem reduzierten Energiedurchlassgrad der Verglasungen einen integrierten Sicht- und Blendschutz.



### Effizienz auf höchstem Niveau

Neben modernster Bädertechnik ist das Energiekonzept des Projekts auf ein höchstes Maß an Effizienz und Einsatz erneuerbarer Energien ausgerichtet. So nutzt eine Wärmepumpenanlage gebäudeinterne Abwärmen bzw. den Restenergieinhalt der Fortluft aus den Lüftungsanlagen als Wärmequellen. Das Wärmeabgabesystem ist primär auf Niedertemperatur ausgelegt und wird aus der Tieftemperaturschiene des Kältemaschinenprozesses bedient. Spitzenlasten werden über die Salzburger Fernwärme bereitgestellt.

## Infobox

### Paracelsusbad Salzburg

**Bauherr:** Stadtgemeinde Salzburg

KKTB Kongreß, Kurhaus & Tourismusbetriebe der Stadt Salzburg

**Bauherrenvertretung:** Stadt Salzburg Immobilien GmbH

**Betreiber:** Tourismus Salzburg GmbH (TSG)

**Begleitende Kontrolle:** Ingenos.Gobiet.GmbH, Wien

**Projektmanagement:** Arge PMS Paracelsusbad Salzburg, Integral Zivil-

techniker GmbH, Graz / Wendl ZT GmbH Consulting Civil Engineers, Graz

**Örtliche Bauaufsicht:** Arge PM1 + RVP, pm1 projektmanagement, Salzburg / RUDOLF & VIER PARTNER GMBH, Graz

**Generalplaner:** Berger+Parkkinen Architekten ZT GmbH, Wien

#### Konsulenten

**Landschaftsarchitektur:** idealice, Wien

**Statik:** BauCon ZT GmbH, Zell am See

**TGA/Elektrotechnik:** Technisches Büro Herbst GmbH, Salzburg

**Bauphysik:** Ingenieurbüro Rothbacher GmbH, Zell am See

**Brandschutz:** IBS-Technisches Büro GmbH, Linz

**Fassadenkonsulent:** MDE metal design engineering gmbh, Vöcklabruck

**Bäderplanung:** sv.pf engineering GmbH, Leoben

**klimaaktiv / Produktmanagement:** IBO GmbH, Wien

#### Gebäudedaten

Bruttogeschoßfläche oberirdisch: 10.973 m<sup>2</sup>

Nutzfläche oberirdisch: 8.874 m<sup>2</sup>

Nutzfläche unterirdisch: 3.007 m<sup>2</sup>

Bebaute Fläche: 2.120 m<sup>2</sup>

PKW-Stellplätze: 71

Grundstücksgröße: 5.072 m<sup>2</sup>

Baubeginn: 2017

Fertigstellung: 2019



Die Kältebereitstellung bedient sich ebenfalls interner Verbraucher (u.a. der Beckenwassererwärmung) als Wärmesenken. Im Kurbereich, den Büroräumen und der Gastronzone sind Kühldecken vorgesehen. Alle Lüftungsanlagen sind mit Wärmerückgewinnung ausgestattet und auf optimale Betriebsbedingungen bezüglich Raumklima- und Feuchtebedingungen ausgelegt. Neben der Reduktion der Lüftungsenthalpieverluste hat die Senkung des Energiebedarfs für den Wasserbeckenkreislauf oberste Priorität. Die komplexe Regelung der Anlagen sowie die laufende Betriebsüberwachung erfolgen über eine zentrale, BUS-basierte Gebäudeleittechnik. Auf dem Dach des Saunageschoßes wird eine Photovoltaikanlage mit rund 31 kWp errichtet.

## Pilot in Sachen Nachhaltigkeit

Als erstes Hallenbad in Österreich wird das Projekt einer umfassenden Nachhaltigkeitsanalyse unterzogen. Die Planungsbewertung auf Basis der Einreichplanung ergibt ein sehr gutes Gesamtranking im ambitionierten klimaaktiv Standard. Dieser vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) lancierte Gebäudestandard steht für Energieeffizienz, ökologische Qualität, Komfort und hohe Qualitätssicherung in der Ausführung. Realisierte klimaaktiv Objekte sind – ganz im Sinne der Smart City (SC) Strategie der Stadt Salzburg – Vorreiter im Bereich Klimaschutz und umfassender Energiewende.

Insbesondere für kommunale Einrichtungen hat sich die Stadt Salzburg zu deutlich ambitionierteren Energieeffizienzzielen als zum Beispiel für den Wohnbau bekannt. Damit will die Stadtverwaltung ein sichtbares Zeichen setzen und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Gesamtziele der Smart City Strategie 2030 beitragen.

## Energieeffizienz im Hallenbad

Wird die Raumwärmebilanz bei den meisten Gebäuden von den Transmissionswärmeverlusten und solaren Gewinnen dominiert, so folgen Hallenbäder mit Soll-Raumlufttemperaturen von 32 bis 34° C und feuchtwarmem Innenraumklima gänzlich anderen Optimierungserfordernissen: entscheidend ist es ein Gleichgewicht zwischen Beckenwasserverdunstung, den Anforderungen an Komfort für Badegäste und (den aufgrund des baulichen Kondensations-schutzes) noch zulässigen Feuchtegrad der Raumluft in Nicht-Betriebszeiten zu schaffen.

## Beckenwasserverdunstung – eine der wesentlichsten Einflussgrößen

Die laufenden Verdunstungsmengen der Beckenoberflächen müssen über die Lüftungsanlagen abgeführt werden, die Entfeuchtung geschieht dabei über den in der Regel trockeneren Außenluftvolumenstrom. Ein Zulassen höherer Raumluftfeuchten bedeutet, dass das Beckenwasser weniger verdunstet und ein niedrigerer Energiebedarf für die Nacherwärmung des Frischwassers erforderlich ist. Gleichzeitig muss die Raumluft weniger entfeuchtet werden (d.h. der Außenluftanteil und damit die Antriebsenergie für Ventilatoren kann deutlich gesenkt werden). Die Luftwechselzahlen werden aber nicht nur von der Entfeuchtungsleistung und den Raumklimabedingungen bestimmt, sondern auch vom notwendigen Abtransport von Luftschadstoffen.

So müssen Lüftungsanlagen im Hallenbad die Konzentration an gesundheitsschädlichen Desinfektionsnebenprodukten (wie Trihalogenmethane und Chloramin), die durch die Chlorung auftreten, begrenzen und mit einem Mindest-Außenluftanteil von 30 % (gemäß VDI 2089) betrieben werden. In Ausnahmefällen sind 15 % zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass Trihalogenmethane durch spezifische Desinfektionsmaßnahmen dauerhaft unter 0,02 mg/l liegen, d.h. nicht nur Komfort und bautechnische Anforderungen an die Raumluftfeuchte bestimmen die Luftwechselzahlen, sondern auch die Art der Desinfektion.

Die Verdunstung des Beckenwassers hebt zwar zunächst die relative Raumluftfeuchte, wirkt aber dabei gleichzeitig auch regulierend auf die Hallenfeuchte und die weiteren Verdunstungsprozesse werden hintangehalten, denn mit Anstieg der Luftfeuchtigkeit sinkt auch die Differenz des Wasserdampf-Partialdrucks zu dem bei einer bestimmten Lufttemperatur maximal möglichen Sättigungsdampfdruck. Die Verdunstung steigt bei einer höheren relativen Feuchte weniger an. Das gilt insbesondere bei Nicht-Betriebszeiten und ruhiger Beckenwasserfläche. Innenbeckenabdeckungen – wie sie bei Außenbecken empfohlen und sinnvoll sind, um die Verdunstung durch Wind und Abkühlung durch das kältere Außenklima hintanzuhalten – zeigen bei Innenklimabedingungen nicht die erwarteten Einsparungen, wenn man die hohen Investitions- und Betriebskosten mit Maßnahmen für eine moderate Anhebung der Hallenfeuchte vergleicht.

Bei laufendem Schwimmbadbetrieb wird die Verdunstung natürlich auch durch Wasserattraktionen (wie z.B. Wildwasserkanäle, Fontänen, Wasserspeier etc.) vorangetrieben. Eine beschränkte zeitliche Benutzung sowie die Auswahl von Wassereffekten mit geringerem Verdunstungsanteil helfen hier, die erforderliche Entfeuchtungsleistung der Lüftungsanlagen und die Beckenwasserwärmeverluste deutlich zu minimieren. Die Tabelle 1 zeigt eine Auswahl an Wasserattraktionen und die zu erwartenden Verdunstungsmengen bei typischen Betriebsbedingungen.

Bei einer ausgezeichnet gedämmten Hülle, Passivhaus-Vergleichsqualitäten und der konsequenten Vermeidung von Wärmebrücken kann die Luftfeuchte in Nicht-Betriebszeiten, abhängig von der Innentemperatur, moderat angehoben werden (bei 32° C Hallentemperatur bis max. 64 % relativer Feuchte bzw. 19,3 g/kg absoluter Feuchte, im Vergleich zu typischen Neubaustandard, hier werden max. 14,9 g/kg empfohlen), was deutliche Effekte auf die Wärmebilanz im Hallenbadbau hat. Wesentlich ist, dass die Hallenfeuchte nur so hoch sein darf, wie es der Bauteil mit dem höchsten U-Wert und den niedrigsten Oberflächentemperaturen zulässt, um feuchtebedingte Bauschäden zu vermeiden (Taupunktschwächer an kritischen Stellen oder die Anströmung dieser Bauteile mit trockener, warmer Zuluft können unterstützend wirken, verursachen

Wasserattraktion	Verdunstungsmenge
Wasserspeier	3,0 kg/h
Fontänen, Brunnen	5,0 kg/h
Wasserfall 2,0 m Höhe	12 kg/h
Wildwasserkanal 30 m Länge	18 kg/h

Tab. 1: Übersicht von Wasserattraktionen und Verdunstungsmengen, Quelle: [En.effizienz NRW]

selbst aber wieder einen höheren Energiebedarf und sind bei komplexen Raumgeometrien schwierig zu bewerkstelligen).

Es kann durchaus Sinn machen, die Raumlufttemperatur zu erhöhen und geringfügig höhere Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle in Kauf zu nehmen, wenn damit gleichzeitig die Verdunstungsmenge des Beckenwassers deutlich reduziert werden kann.

Auch niedrigere Beckentemperaturen (z.B. über höhere Anteile an Sportbecken) haben einen Mehrfacheffekt: Es muss weniger Energie für das Frischwasser zugeführt werden, die Transmissionsverluste des Beckens an die Umgebung sowie die Verdunstung sinken. Wird die Beckentemperatur um 1 Kelvin abgesenkt, kann bis zu 10 % des Beckenwärmebedarfs, eingespart werden. Spezielle Überlaufwannen und ihre Stilllegung in den Nicht-Betriebszeiten reduzieren zusätzlich den Aufwand an Frischwasser. Die Abbildung 2 zeigt die Endenergiebilanz eines optimierten Passivhaus-Hallenbades.

Die Primärenergiebilanz verschiebt sich je nach eingesetzte Energieträger zugunsten der Wärme, ideal sind örtliche Blockheizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung, da im Hallenbad ein ganzjähriger Wärmebedarf anfällt, oder Tiefbohrsonden zur Nutzung von Geothermie in Kombination mit Photovoltaik- oder thermischen Solaranlagen. Die direkte Nutzung von heißen, geothermischen Quellen ist nur an begünstigten Standorten (Thermenlinien) möglich. Mit der anvisierten zunehmenden Dekarbonisierung der Stromversorgung werden zwar die nicht erneuerbaren Primärenergieanteile des Stroms deutlich zurückgehen, im Sinne einer Gesamtenergieeffizienzstrategie ist aber auch der Primärenergieeinsatz nicht erneuerbarer Energien durch ein hohes Maß an Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen zu deckeln.

Abb. 1: Vergleich der Energiebilanzen EnEV-Neubau- und PH-Standard (PHI Darmstadt). Durch die Verbesserung der Gebäudehülle und Haustechnik wird eine Reduzierung der Heizwärme um 50 % erreicht (Heizwärme umfasst hier die Beheizung der Halle und des Wasserkreislaufs inkl. Verdunstung), Quelle: [PH-Konzept Hallenb. 2009] S.60

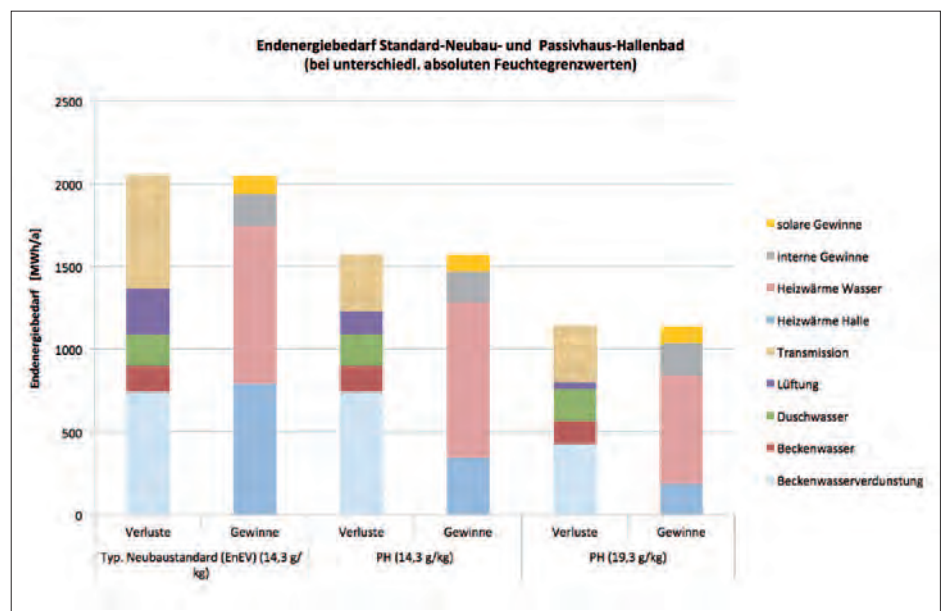
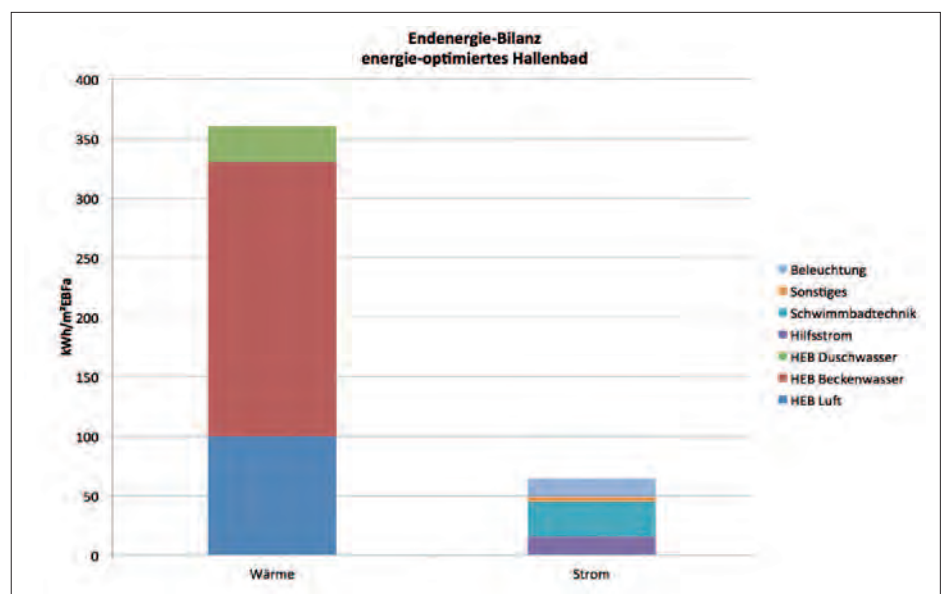


Abb.2: Endenergiebilanz eines optimierten Passivhaus-Hallenbades Quelle: [Energieeff. öff. Hallenb., PHI Darmstadt]



## Lüftungsanlagen – Komfortgaranten mit Mehrwert

Hallenbäder bieten durch die sehr feuchte als auch warme Raumluft die Rückgewinnung von sensibler als auch latenter Wärme, was den Effizienzgrad der Wärmerückgewinnung deutlich steigert. Geeignet dafür sind Kreislaufverbundsysteme oder Plattenwärmetauscher, wobei die Geometrie des Wärmeübertragers an den höheren Anfall von Kondensat angepasst sein sollte. Aluminiumwärmetauscher können aufgrund der Korrosionswirkung der mit hoher Feuchte, Aerosolen- und manchmal auch mit Salz-belasteten Raumluft nicht eingesetzt werden, Polypropylen dient hier als korrosionsbeständiges Material für den Wärmetauscher.

Zur Effizienzsteigerung kann der Wärmerückgewinnungs-Einheit eine Fortluft-Wärmepumpe zur Enthalpierückgewinnung und ein Kältemittelunterkühler nachgeschaltet sein. Die Energie, die dadurch gewonnen wird, wird meist zur Beckenwassererwärmung eingesetzt. Ob die Einsparung wirtschaftlich darstellbar ist, hängt wesentlich vom Energiepreis des substituierten Wärmeträgers, der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe und auch der Effizienz der vorgeschalteten Wärmerückgewinnung ab.

## Thermische Zonierungen machen auch Lüftungstechnisch Sinn

Zonierungen mit zur Schwimmhalle wesentlich abweichenden Behaglichkeitsanforderungen (wie Umkleibereiche, Eingangsfoyer mit Kassenzonen oder Gastronomie) sollten klar thermisch entkoppelt sein und über separate Lüftungsanlagen verfügen. Im Idealfall können Umkleidezonen oder Personräume über Überströmöffnungen mittels CO<sub>2</sub>-Regelung versorgt werden, dadurch können unnötige Luftumwälzungen vermieden werden. Für Duschbereiche gelten ähnliche Komfortanforderungen wie für die Schwimmhalle, daher wird hier eine räumliche Integration und die Mitversorgung über die Hallenlüftung empfohlen. Nassbereiche sollten dabei immer im Unterdruck zu Trockenbereichen geführt werden.

## Luftförderung – intelligent gelöst

Luftauslässe sind so platzieren, dass je nach Geometrie eine gute Durchströmung der Halle ermöglicht wird. Mittels Klappensteuerung kann der Druck an den Auslässen trotz schwankender Volumenströme gehalten werden. Die Abluftabsaugung ist in der Nähe der Überlaufrinnen oder im Umgang zu den Schwimmbecken tief liegend zu positionieren. Lüftungskanalführungen mit geringem Druckabfall und der Einsatz hocheffizienter, frequenz geregelter Motoren und Ventilatoren tragen wesentlich dazu bei, den Strombedarf für die Luftförderung zu reduzieren. Dies gilt umso mehr für Luft, die nicht transportiert werden muss. Eine bedarfsgerechte Volumstromregelung ist daher eine wesentliche Prämisse energieoptimierter Lösungen: über geeignete Regelungsstrategien und sinnvoll positionierte Feuchte- und Temperaturfühler wird die Luftförderung an den jeweiligen Bedarf selbsttätig angepasst.

## Wärmerückgewinnung aus Abwässern – ein Must-Have

Die Frischwassermenge des Beckenwassers (und damit auch die Wärmezufuhr) wird vom hygienisch erforderlichen Mindestwasseraustausch (hier rechnet man mit 30 l pro Badegast und Tag), den Aufwänden für die Wasseraufbereitung und Filterrückspülung und wie bereits dargelegt von der Verdunstung der Wasseroberfläche bestimmt. Gleichzeitig fallen hohe Mengen an Abwässern mit sehr

hohem Temperaturniveau an, die sich für eine effiziente Wärmerückgewinnung anbieten.

## Exkurs zum Wasseraufbereitungskreislauf

Die laufende Wasseraufbereitung geschieht über die Filterspülung, dabei ersetzt gefiltertes Wasser ca. 70 % des erforderlichen Frischwasserbedarfs der Schwimmbecken.

### Druckfiltration

Das Beckenwasser (Verdrängungs- bzw. Schwallwasser) fließt über Überlaufrinnen des Beckens in einen sog. Rohwasserspeicher, in der Flockungsmittel beigegeben werden, die Schmutzteile und Verunreinigungen binden. Diese geflockten Stoffe können über die Filtermaterialien wie Kies, Sand und Hydroanthrazit aus dem Badewasser entfernt werden. Da der Filterwiderstand mit den Verunreinigungen steigt, muss der Filter regelmäßig gereinigt, „rückgespült“ werden, d.h. das Filterbett wird in umgekehrter Richtung mit Wasser gespült. Bei Druckfiltration ist dies je nach normativen Vorgaben mindestens 2 mal wöchentlich mit sehr hohen Umwälzmengen erforderlich. Die dabei anfallenden Abwässer, die noch dazu die Temperatur des Badewasserkreislaufs haben, werden über Schlammwasserbecken nach einer Abklingphase zeitverzögert in den Kanal eingeleitet. Hier besteht großes Potenzial im Nutzen der Abwärme des Filterspülwassers für Energierückgewinnung, entweder in einer Spülwasservoranlage, wo die erforderliche Spülmenge bereitgestellt wird, oder zwischen Schlammwasserbecken und Kanal, wobei hier wie - bei Schmutzwässern generell – auf spezifische Verfahren zur Selbstreinigung der Wärmeübertragungseinheit zu achten ist.

### Ultrafiltration

Für die Steigerung der Energieeffizienz als auch des Volumens an wiederaufbereitem Wasser bietet sich Ultrafiltration an. Dieses Verfahren arbeitet mit Kapillarmembranen aus Polyethersulfanhohlfasern. Das Wasser wird durch sogenannte Filtermodule, das sind gebündelte Kunststoffröhrchen mit einem Innendurchmesser von 0,5 bis 2 mm, durchgepresst. Die eigentliche Filterleistung geschieht über die Filterporen der Röhrchenwände (von 10 nm und kleiner), diese reduzieren die Keimbelastung gegen Null. Deckschichten, die sich an den Membranen bilden, werden automatisch gespült. Das Ultrafiltrationsverfahren bietet neben Raumerparnis der Anlage auch Vorteile bezüglich Energie- und Wassereffizienz: die Menge an wiederaufbereitem Wasser ist höher als bei der Druckfiltration, damit wird Frischwasser und Nacherwärmung eingespart. Es steht im Unterschied zur Druckfiltration kontinuierlich anfallendes Filter-Wasser zur Wärmerückgewinnung zur Verfügung, und das Umwälzvolumen kann gesenkt werden, was sich auf die erforderliche Pumpenleistung auswirkt.

### Wasserdeseinfektion

Nach der Filterspülung wird das Wasser desinfiziert (chloriert) und nach pH-Wert-Einstellung wieder dem Beckenkreislauf zugeführt. Der typische Chlorgeruch in Schwimmhallen geht im übrigen nicht auf das reine Chlorgas zurück, sondern auf die Entstehung von z.T. gesundheitsgefährdenden Desinfektionsnebenprodukten (DNP) wie Trihalogenmethane und Chloramin (als Reaktionsprodukte von Chlorgas mit organischen Stoffen). Diese können in der Filtrationsanlage über UV-Bestrahlung und/oder Aktivkohlefilter auf die zulässige Grenzwerte reduziert werden. In der Schwimmhalle selbst müssen diese DNP über den Abtransport durch die Lüftungsanlagen begrenzt werden.

Drei Haupt-Anwendungsbereiche seien hier hervorgehoben:

1. WRG aus Messwasser, das in nicht unerheblichen Mengen dem Beckenwasser für die laufende Bestimmung der Wasserqualität entnommen wird (so benötigt ein Analysegerät ca. 35 l/h, in der Regel kommen 8 bis 10 Analysegeräte je nach Anzahl und Größe der Becken zum Einsatz)
2. WRG aus Duschwässern: die Schmutzbelastung (durch Seifenreste, Haare, etc.) stellt hier eine besondere Herausforderung an die Wärmetauschereinheit dar, es muss auf eine kontinuierliche, selbsttätige Reinigung der Wärmetauscher geachtet werden
3. und der Hauptanteil des Potenzials an WRG liegt natürlich bei Abwässern aus dem Becken- und Spülwasser, die durch die Wassererneuerung und -aufbereitung anfallen

### Heizwärme Duschen

Der Verbrauch an Warmwasser für Duschen lässt sich über folgende Maßnahmen deutlich reduzieren

- Einsatz wassersparender Duschköpfe ( mit einer maximalen Durchflussmenge von 6 l/min) und zusätzlicher Luftverwirbelung, um den Komfort des Wasserstrahls zu gewährleisten
- zeitgeregelte Laufzeiten der Duschen
- kurze Stich-Leitungen und gute Dämmung der Verteilleitungen
- Vermeidung von langen Zirkulationsleitungen und Zeiten mit sehr hohen Temperaturen zur Legionellenprophylaxe
- 

Neben Abwärmen aus den Abwässern können auch die relativ hohen Abwärmen aus Technikräumen mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Vorerwärmung des Duschwassers genutzt werden.

### Badewasserhydraulik und -pumpen

Der Stromverbrauch im Hallenbad wird neben dem Antrieb der Lüftungsanlagen vom Hilfsstrom für die Pumpen dominiert (Umwälzpumpen für das Beckenwasser und den gesamten Wasserkreislauf, Filtratpumpen,...). Auch Wasserattraktionen wie Wildwasserkanäle, Rutschen können je nach Förderhöhe, Länge und Betriebszeiten hohe Verbräuche verursachen. Das Um und Auf zur Reduktion des Strombedarfs sind hier gut abgestimmte Anlagenteile (mit geringem Druckwiderstand) und kurze Rohrleitungsnetze, um Druckverluste hintanzuhalten, eine optimierte Auslegung von Pumpen und Betriebszeiten, Frequenzumformer für Pumpenmotoren bei veränderlichen Volumenströmen und hocheffiziente Motoren. Zu prüfen ist bei der Auslegung, ob Umlaufwassermengen in Nicht-Betriebszeiten durch eine intelligente Regelungstechnik deutlich reduziert werden können. Eine getrennte Betrachtung von Filterrückspülung und Beckenwasserumwälzung kann u.U. dazu beitragen, dass Pumpen, die beide Anwendungsbereiche abdecken müssen, nicht großteils mit schlechtem Wirkungsgrad laufen.

### Beleuchtung und Lichtinszenierung

Das atmosphärische Erlebnis in Schwimmbädern lebt von der Lichtinszenierung. Tages- und Kunstlichtoptimierung sind so zu gestalten, dass eine gute und gleichmäßig Ausleuchtung des Raumes erreicht wird. Künstliche Lichtakzente (auch unter Wasser) sind dabei erwünscht und tragen wesentlich zur Wohlfühlatmosfera bei.

Bei der Tageslichtoptimierung ist auf eine Vermeidung zu hoher Leuchtdichteverteilungen bzw. störender Reflexionen an der Was-

seroberfläche, die zu unangenehmer Blendung führen können, zu achten. Besondere Herausforderungen stellen die speziellen Klimabedingungen (hohe Feuchte, Chlorid-, Aerosol- und manchmal auch Salzgehalt der Luft) an den Korrosionsschutz der Materialien der Beleuchtung dar.

### Gebäudeleittechnik: Mess-, Regelungs- und Dosiertechnik

Die sehr komplexen Anlagen der Wasseraufbereitung, des Beckenwasserkreislaufs, der Messung der Wassergüte und der Raumluftqualitätsparameter, der Lüftungsanlagen, die mehrere Funktionen (wie Entfeuchtung, Luftschadstoffkontrolle, Wärmeversorgung) übernehmen, erfordern eine laufende regelungstechnische Abstimmung aller Anlagenteile, eine kontinuierliche Überwachung des Betriebs und Kontrolle der Energieverbräuche und Lastgänge in Relation zu den in der Planung anvisierten Zielwerten. Daher sind ein laufender Abgleich von Soll- und Ist-Werten, eine Kalibrierung der Mess-Sensorik und die Nachjustierung von Anlagenkomponenten wesentliche Erfolgsfaktoren für eine auf Qualitätssicherung, Kosten- und Energieeffizienz ausgerichtete Betriebsführung.

### Literatur

- [Bambados 2015] Gollwitzer E., Gressier F., Peper, S., Passivhaus-Hallenbad Bambados Monitoring (Studie im Auftrag der Stadtwerke Bamberg mit Fördermitteln des Projektträgers Jülich im Rahmen der EnOB-Forschung für energieoptimiertes Bauen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, hg. vom PHI Darmstadt, 2015)
- [Solarsysteme Sport 2015] Effiziente Solarsysteme für Sport- und Freizeiteinrichtungen Leitfaden zur optimierten Anlagenerrichtung (Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie „Neue Energien 2020 – 5.Ausschreibung“ gefördert vom Klima- und Energiefonds, hg. v. der AEE Niederösterreich Wien, 2013) [www.aee-now.at/QSolSport](http://www.aee-now.at/QSolSport)
- [En.eff. Schwimmb. 2013] Ronacher, H., et al, Energieeffiziente Schwimmbäder (Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie „Neue Energien 2020 – 4.Ausschreibung“ gefördert vom Klima- und Energiefonds, 2013)
- [Lippe-Bad Lünen 2013] Peper, S.; Grove-Smith, J., Monitoring Passivhaus-Hallenbad Lippe-Bad Lünen, Passivhaus Institut Darmstadt, 2013
- [PH-Konzept Hallenb. 2009] Schulz, T., Pfluger, R., Grove-Smith, J., Kah, O., Krick, B.: Grundlagenuntersuchung der bauphysikalischen und technischen Bedingungen zur Umsetzung des Passivhauskonzepts im öffentlichen Hallenbad (Hg.v. Passivhaus Institut Darmstadt, 2009)
- [Energieeff. öff. Hallenb.] Energieeffizienz in öffentlichen Hallenbädern (Passipedia-Artikel, Hg. v. Passivhaus Institut Darmstadt), abgerufen am 1.2.2016
- [En.effizienz NRW] Klimaschutz made in NRW: Energieeffizienz in Schwimmbädern (Hg. v. Energie-Agentur NRW, im Auftrag EnergieRegion NRW und in Kooperation mit Bayrischem Landesamt für Jugend, Wuppertal, 2012)
- [VDI 2089-2 2010] VDI 2089, Blatt 2 (Jan. 2010): Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern: Effizienter Einsatz von Energie und Wasser in Schwimmbädern; Verbrauchskennzahlen

#### Informationen

Ing. Maria Fellner, DI Lisa Kögler  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: maria.fellner@ibo.at, lisa.koegler@ibo.at  
 www.ibo.at

# Ermittlung monatlicher Konversionsfaktoren für den Energieträger Strom



Die Ergebnisse einer Studie zeigen, dass zur Bewertung des Energieträgers Strom zeitlich variable Konversionsfaktoren sinnvoll sind.

Martin Ploss, Thomas Roskopf  
Energieinstitut Vorarlberg

## Zusammenfassung

Zur Bewertung der energetischen Qualität von Gebäuden und ihrer Klimarelevanz werden seit etwa zwei Jahrzehnten häufig die Indikatoren Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen (bzw. CO<sub>2eq</sub>-Emissionen) verwendet. Diese ergeben sich durch Multiplikation des Endenergiebedarfs je Energieträger mit seinem Primärenergiefaktor bzw. seinem Konversionsfaktor für CO<sub>2</sub> bzw. für CO<sub>2eq</sub>. Bislang wurden als Primärenergiefaktoren und Konversionsfaktoren für CO<sub>2</sub> üblicherweise Jahreswerte verwendet.

Während dies für die Energieträger wie Öl, Gas, Biomasse nach wie vor ausreichend ist, zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass zur Bewertung des Energieträgers Strom zeitlich variable Konversionsfaktoren sinnvoll sind, da die CO<sub>2</sub>-Intensität der Stromerzeugung in Versorgungsgebieten mit hohen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien – wie etwa Österreich – jahreszeitlich stark schwankt.

Im Rahmen der Studie wurden daher monatliche Primärenergiefaktoren und CO<sub>2eq</sub>-Faktoren ermittelt. Dabei wurden zwei Zeitperioden zugrunde gelegt:

- Mittelwert der Jahre 2014/15
- 2016

Zur Bewertung der CO<sub>2eq</sub>-Emissionen der einzelnen Kraftwerkstypen wurden zwei Quellen verwendet:

- Stolz, Frischknecht: Umweltkennwerte und Primärenergiefaktoren von Energiesystemen [1]
- Schlömer et al.: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters (IPCC) [5]

Bewertet wurde der Verbraucherstrommix in Österreich, der aus der österreichischen Bruttostromerzeugung abzüglich des Bedarfs für den Netzbetrieb und zuzüglich des Importsaldos aus den zwei Hauptimportländern (Deutschland und Tschechische Republik) ermittelt wurde. Abbildung 1 zeigt die monatlichen Konversionsfaktoren für den österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014/15 bei Anwendung der Kennwerte aus Stolz [1] für die verschiedenen Kraftwerkstypen.

Wie die Abbildung 1 zeigt, unterliegen die monatlichen CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren einem stark schwankenden jahreszeitlichen Verlauf. Die Werte liegen zwischen etwa 100 g CO<sub>2eq</sub>/kWh im Mai und Juni und 437 g CO<sub>2eq</sub>/kWh im Februar. Der Jahresmittelwert entspricht sehr gut dem Jahreswert der OIB RL 6 (2015).

Abbildung 2 zeigt ebenfalls den Verlauf der Monatswerte der CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren für 2014/15, jedoch unter Verwendung der Kennwerte nach IPCC [5] für die einzelnen Kraftwerkstypen.

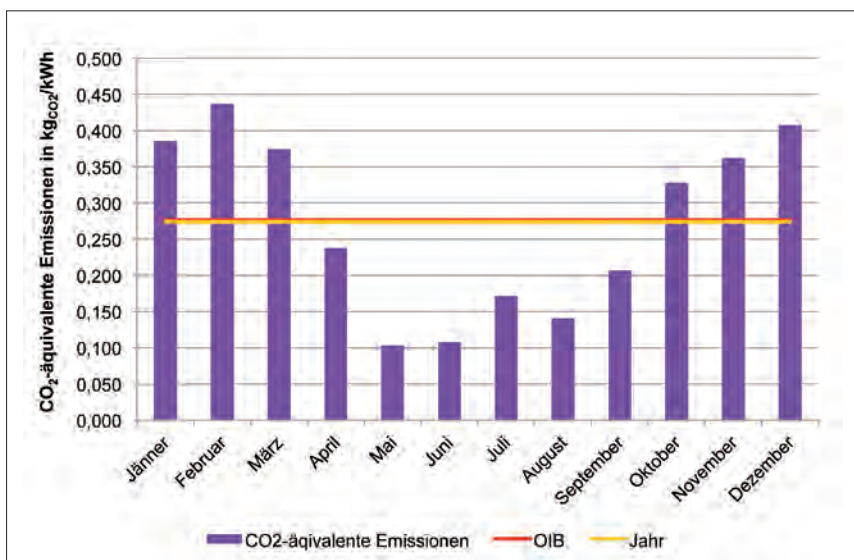


Abb. 1: Monatswerte der CO<sub>2eq</sub>-Faktoren des österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014 und 2015 auf Basis der Monatsdaten Betriebsstatistik gem. E-Control [7], [8]; Konversionsfaktoren CO<sub>2eq</sub> für Kraftwerkstypen nach Stolz [1]; (Darstellung: EIV, 2017)



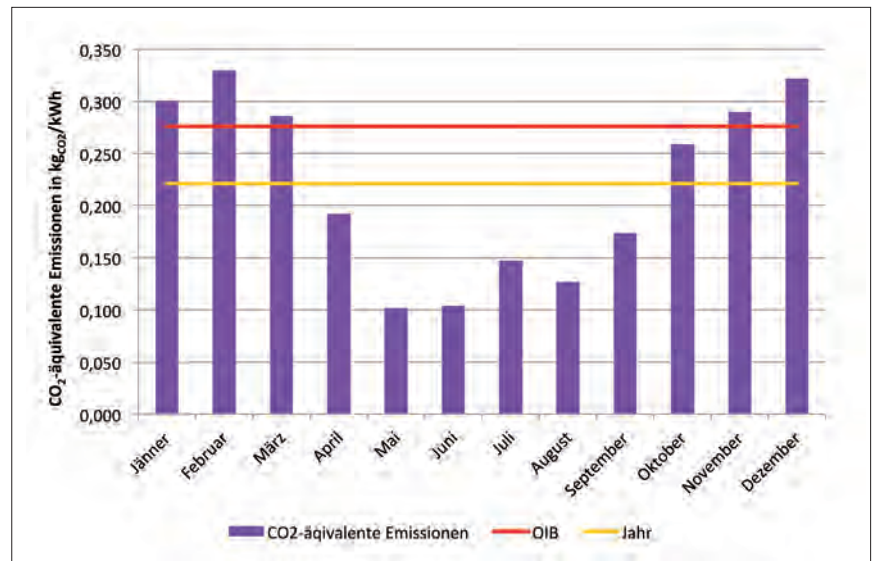


Abb. 2: Monatswerte der CO<sub>2</sub>eq-Faktoren des österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014 und 2015 auf Basis der Monatsdaten Betriebsstatistik gem. E-Control [7], [8]; Konversionsfaktoren CO<sub>2</sub>eq für Kraftwerkstypen nach IPCC [5]; (Darstellung: EIV, 2017)

Werden statt der CO<sub>2</sub>eq-Faktoren der einzelnen Kraftwerkstypen nach Stolz [1] die Werte nach IPCC [5] verwendet, so zeigt sich ein prinzipiell gleicher jahreszeitlicher Verlauf. Die Winterwerte sind jedoch mit maximalen Monatswerten von 330 g CO<sub>2</sub>eq/kWh merklich niedriger. Grund für die niedrigeren Faktoren sind die niedrigeren Angaben der IPCC [5] für die CO<sub>2</sub>eq-Intensität von Kohlekraftwerken.

Die in Abbildung 1 und 2 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die CO<sub>2</sub>eq-Intensität des österreichischen Verbraucherstrommix merklichen jahreszeitlichen Schwankungen mit höheren Werten im Winter unterliegt. Ähnliches gilt auch für die Primärenergiefaktoren. Aus Sicht des Energieinstitut Vorarlberg sollten diese jahreszeitlichen Unterschiede bei der Bewertung der energetischen Gebäudequalität und ihrer Emissionen an CO<sub>2</sub>eq zukünftig berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der jährlichen Emissionen an CO<sub>2</sub>eq auf Basis von Monatswerten mit zeitlich variablen Konversionsfaktoren wäre ohne Mehraufwand für den Nutzer möglich, wenn für den Energieträger Strom monatliche Konversionsfaktoren zur Verfügung gestellt und in die Berechnungsalgorithmen implementiert würden. Mit dieser Methode wäre eine einfache Bewertung sowohl des Energiebedarfs als auch der Stromproduktion durch gebäudeintegrierte PV-Anlagen möglich.

### Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>eq-Konversionsfaktoren

Zur Bewertung der energetischen Qualität von Gebäuden und ihrer Klimarelevanz werden seit etwa zwei Jahrzehnten häufig die Indi-

katoren Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emission (bzw. CO<sub>2</sub>eq-Emission) verwendet.

Der Indikator Primärenergie beschreibt, wie viel Energie zum Betrieb eines Gebäudes inkl. aller vorgelagerter Prozesse zur Bereitstellung des Energieträgers (Öl, Gas, Biomasse, Strom...) eingesetzt werden muss. Der Primärenergiebedarf ergibt sich durch Multiplikation des Endenergiebedarfs mit dem Primärenergiefaktor des eingesetzten Energieträgers.

Der Indikator CO<sub>2</sub>eq-Emission beschreibt, welche Menge an CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen inklusive aller Prozesse zur Bereitstellung des Energieträgers ausgestoßen wird. Die Treibhausgas-Emissionen ergeben sich durch Multiplikation des Endenergiebedarfs mit dem CO<sub>2</sub>eq-Konversionsfaktor des eingesetzten Energieträgers. Primärenergiefaktoren und Konversionsfaktoren für die CO<sub>2</sub>eq-Emissionen können verschiedenen wissenschaftlichen Studien entnommen werden [1], [2], [3] und sind in den Rechenverfahren für die Energieausweisberechnungen in vielen EU-Staaten (OIB Richtlinie 6, EnEV...) „normativ“ festgelegt.

### Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>eq-Konversionsfaktoren für Brennstoffe

In der Abbildung 3 sind die Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>eq-Konversionsfaktoren der OIB Richtlinie 6 (2015) [4] für Brennstoffe den in drei wissenschaftlichen Studien [1], [2], [3] ermittelten Werten gegenübergestellt.

Abb. 3: Primärenergiefaktoren  $f_{PE}$  und Konversionsfaktoren  $f_{CO_2eq}$  für verschiedene Brennstoffe gemäß unterschiedlicher Quellen; für OIB Richtlinie 6 (2015):  $f_{CO_2}$  statt  $f_{CO_2eq}$

		Stolz [1]		Fritsche [2]		UBA [3]		OIB RL 6 (2015) [4]		
		$f_{PE}$	$f_{CO_2eq}$	$f_{PE}$	$f_{CO_2eq}$	$f_{PE}$	$f_{CO_2eq}$	$f_{PE}$	$f_{CO_2}$	
		kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	
Wärme	Kohle (Koks)	1,47	439							
	Heizöl EL	1,24	302		316		340		1,46	337
	Erdgas	1,07	227		250		240		1,23	311
	Stückholz	1,11	29		17		20		1,17	236
	Hackschnitzel	1,11	29		23		20			
	Pellet	1,11	11		23		40			
	Biomasse							1,08		4

Die verfügbaren Konversionsfaktoren der wissenschaftlichen Studien stimmen untereinander gut überein, auch die Werte der OIB Richtlinie 6 weichen nicht weit davon ab. Lediglich die CO<sub>2</sub>-Werte für Biomasse liegen deutlich unter denen der wissenschaftlichen Studien.

## Primärenergiefaktoren und CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren für verschiedene Kraftwerkstypen zur Stromerzeugung

Ähnlich wie für die Energieträger zur Wärmebereitstellung können Primärenergiefaktoren und CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren auch für den Strom bestimmt werden, der in Kraftwerken mit unterschiedlichen Energieträgern erzeugt wird.

In Abbildung 4 sind die Werte der wichtigsten Kraftwerkstypen gemäß maßgeblicher wissenschaftlicher Studien aufgeführt.

Die drei Quellen nennen sowohl für Kraftwerkstypen mit erneuerbaren Energieträgern als auch für jene mit nicht erneuerbaren Energieträgern ähnliche Größenordnungen.

Stärkere Abweichungen zeigen sich mit 41 bis 123 g/kWh bei PV-Strom. Dies kann daran liegen, dass die Studien nicht zum gleichen Zeitpunkt entstanden und damit unterschiedliche Energieintensitäten bei der Herstellung von PV-Anlagen berücksichtigen. Wie vergleichende Studien zeigen, sinken die Energieaufwände zur Herstellung von PV-Anlagen, so dass neuere Anlagen „grüneren“ Strom liefern als ältere.

## Primärenergiefaktoren und CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren für den Verbraucherstrommix von Versorgungsgebieten

Die Primärenergiefaktoren und CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren für den Verbraucherstrom-Mix eines Versorgungsgebietes können aus den Werten der einzelnen Kraftwerkstypen berechnet werden, wenn die Anteile der einzelnen Kraftwerkstypen an der Gesamterzeugung bekannt sind. Für die Berechnungen des Primärenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Energieausweis sind diese Werte

in der OIB Richtlinie 6 (2015) bestimmt. Bei der Ermittlung wurden die Anteile der verschiedenen Kraftwerkstypen an der Stromerzeugung in Österreich sowie in den Hauptstromimportländern Deutschland und Tschechien berücksichtigt. Dabei wurde der jeweilige Stromerzeugungsmix im Mittel der Jahre 2009 bis 2013 zugrunde gelegt [6].

In Abbildung 5 sind die so ermittelten Werte für den Stromproduktionsmix in Österreich, in Deutschland und Tschechien sowie der daraus ermittelte Strommix Österreich dargestellt.

Im Mittel der Jahre 2009 bis 2013 ergeben sich ein Primärenergiefaktor  $f_{PE}$  für den österreichischen Verbraucherstrommix von 1,91 und ein Konversionsfaktor  $f_{CO_2}$  von 276 g/kWh<sub>End</sub>.

Diese Werte beziehen sich auf den Jahresdurchschnitt des österreichischen Verbraucherstrommix. In Versorgungsgebieten mit hohen Anteilen an Strom aus fluktuierenden, erneuerbaren Quellen (Wind, Wasser, PV...) können die spezifischen Emissionen an CO<sub>2eq</sub> jedoch jahreszeitlich zeitlich sehr stark schwanken.

In den folgenden Abschnitten wird daher am Beispiel des österreichischen Verbraucherstrommix analysiert, wie stark diese zeitlichen Schwankungen der Emissionen an CO<sub>2eq</sub> sind und wie die Schwankungen in zeitlich höher aufgelösten CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren berücksichtigt werden können.

## Ermittlung monatlicher Konversionsfaktoren für Strom

Als Basis für die Ermittlung der monatlichen Faktoren für Österreich wurden die Betriebsstatistiken der E-Control für die Jahre 2014 und 2015 verwendet, die in Form von Monatswerten vorliegen [7], [8]. Abbildung 6 veranschaulicht die monatliche Bruttostromerzeugung von Österreich im Mittel der Jahre 2014 und 2015. Sie verdeutlicht den ausgeprägten Jahresgang der Stromerzeugung aus Wasserkraft mit hoher Erzeugung im Sommer und deutlich niedrigeren Werten in den Wintermonaten. Ein noch stärker ausgeprägter Jahresgang mit Maximum im Sommer und weit niedrigeren Werten

	Stolz [1]		Fritsche [2]		IPCC [5]		
	$f_{PE}$	$f_{CO_2\text{-}eq.}$	$f_{PE}$	$f_{CO_2\text{-}eq.}$	$f_{PE}$	$f_{CO_2\text{-}eq.}$	
	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh	
Strom	Wasserkraft	1,20	11		39	Wasserkraft	24
	Windkraft	1,29	25		25	Wind onshore	11
	Photovoltaik	1,56	70		123	Wind offshore	12
	Atomkraft	4,21	22		29	PV Dach	41
	Braunkohle	3,95	1357		857	Atomkraft	12
	Steinkohle	3,94	1238		1009	Kohle	820
	Erdöl und Derivate	3,83	1012				
	Erdgas und Derivate	2,22	464		404	Erdgas	490
	Biomasse	3,88	119			Biomasse	230

Abb. 4: Primärenergiefaktoren  $f_{PE}$  und Konversionsfaktoren  $f_{CO_2eq}$  für verschiedene Kraftwerkstypen zur Stromerzeugung gemäß unterschiedlicher Quellen; IPCC-Daten [5]: Medianwerte aus verschiedenen Studien

	$f_{PE}$	$f_{CO_2\text{-}eq.}$
	kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>End</sub>	g/kWh
Strom-Produktionsmix Österreich	1,83	262
Strom-Produktionsmix Deutschland	2,84	476
Strom-Produktionsmix Tschechien	3,19	486
Strommix Österreich	1,91	276

Abb. 5: Primärenergiefaktoren  $f_{PE}$  und Konversionsfaktoren  $f_{CO_2eq}$  für Strom-Produktionsmix Österreich, Deutschland und Tschechien sowie für den resultierenden Strommix Österreich im Mittel der Jahre 2009 bis 2013 [6]

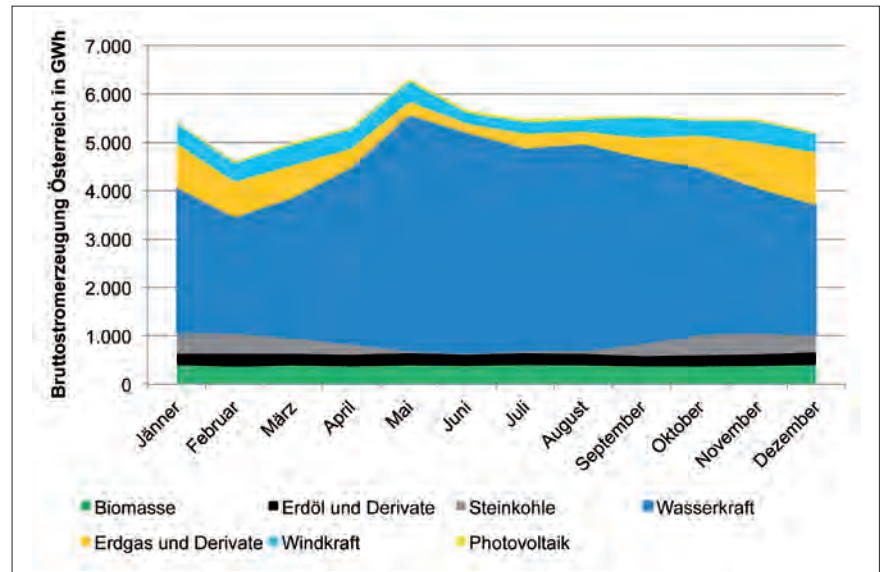


Abb. 6: Bruttostromerzeugung Österreich im Mittel der Jahre 2014 und 2015 [7], [8], (Darstellung: EIV, 2017)

ergibt sich für PV-Strom. Wegen des noch sehr geringen Anteils an der Gesamterzeugung ist dieser Verlauf in der Abbildung kaum erkennbar.

Unter Zugrundelegung der Primärenergiefaktoren und  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Konversionsfaktoren nach Stolz [1] für die einzelnen Kraftwerkstypen ergeben sich monatliche Primärenergiefaktoren und  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -

Emissionen für die Österreichische Bruttostromerzeugung. Mithilfe des Strombedarfs für den Betrieb des Österreichischen Stromnetzes, bestehend aus Strombedarf für Pumpspeicherung, Netzverlusten und Eigenbedarf, wurden die monatlichen Aufwandszahlen für die Stromverteilung ermittelt. Die Aufwandszahlen wurden in der Berechnung der monatlichen Konversionsfaktoren berücksichtigt.

## NATÜRLICH DÄMMEN MIT HANF

Die ökologische Alternative  
bei der Fassadendämmung

- Hervorragende Dämmeigenschaften
- Diffusionsoffen
- Ausgezeichneter Schallschutz
- Nachwachsend
- Öko-Förderung
- Höchste Widerstandskraft und Hagelsicherheit durch Carbonarmierung



Die Abbildung 7 zeigt die berechneten, monatlichen Konversionsfaktoren der Bruttostromerzeugung Österreichs unter Berücksichtigung der monatlichen Aufwandszahlen des Stromnetzes.

In der Abbildung 8 ist die Österreichische Bruttostromerzeugung aus regenerativen Energieträgern in Grün dargestellt, die aus nicht erneuerbaren Energieträgern in Grau. Die violette Linie zeigt die Österreichische Bruttostromerzeugung abzüglich des Bedarfs des Netzbetriebs, die rote Linie den Energetischen Endverbrauch Österreichs. Die Differenz zwischen violetter Linie und roter Linie beschreibt die Energiemenge, die Österreich importiert bzw. exportiert. Wie die Grafik veranschaulicht, ist die Import/Exportbilanz Österreichs besonders in den Wintermonaten negativ, es wird deutlich mehr Strom importiert als exportiert. Die Stromimporte Österreichs sind in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen.

Bei genauer Betrachtung der Stromimporte und -exporte ist ersichtlich, dass Österreich Nettoimporteur (Importe > Exporte) von Strom aus Deutschland und der Tschechischen Republik ist. Daher wurde die Erzeugung in 2014 und 2015 in diesen beiden Ländern analog zur Vorgehensweise für Österreich analysiert.

Aus dem monatlichen Inlandserzeugungsmix von Deutschland und der Tschechischen Republik ergaben sich monatliche Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen für jedes der beiden Länder. Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Bruttostromerzeugung Deutschlands.

Aus der österreichischen Bruttostromerzeugung, abzüglich dem Strombedarf für den Netzbetrieb, sowie den Importen und Exporten konnte der monatliche Anteil der Inlandstromerzeugung am Endverbrauch Österreichs abgeleitet werden.

Aus den monatlichen Import- und Exportwerten konnten die monatlichen Nettoimporte (Importe – Exporte) aus Deutschland und der Tschechischen Republik sowie die prozentualen Anteile der beiden Länder an den gesamten monatlichen Nettoimporten ermittelt werden (z.B. x % aus Deutschland und y% aus der Tschechischen Republik, x + y = 100 %). Diese Anteile wurden gemittelt für die Jahre 2014 und 2015 erfasst.

Aus der österreichischen Bruttostromerzeugung, den monatlichen Anteilen am Endverbrauch, den prozentualen Anteilen von Deutschland und Tschechien an den Nettoimporten sowie der deutschen und tschechischen Bruttostromerzeugung konnten die monatlichen Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen der Österreichischen Strombereitstellung ermittelt werden. Die Abbildungen 10 + 11 zeigen die Konversionsfaktoren des österreichischen Verbraucherstrommix. Zusätzlich ist der Jahresmittelwert in orange und der Konversionsfaktor der OIB-Richtlinie 6 Stand 2015 in rot dargestellt.

Die nach der o.g. Methode bestimmten monatlichen Primärenergiefaktoren zeigen einen jahreszeitlich variablen Verlauf: während die Primärenergiefaktoren in den Monaten Mai bis September bei etwa 2 liegen, liegen sie von Oktober bis März bei Werten um 2,5. Der Jahresmittelwert liegt merklich höher, als der in der OIB RL 6 (2015) genannte Wert von 1,91.

Der jahreszeitliche Verlauf der CO<sub>2eq</sub>-Konversionsfaktoren ist deutlich ausgeprägter als der Verlauf der Primärenergiefaktoren. Die Monatsmittel schwanken zwischen ca. 100 g CO<sub>2eq</sub>/kWh im Mai und Juni und 437 g CO<sub>2eq</sub>/kWh im Februar. Der Jahresmittelwert entspricht sehr gut dem Jahreswert der OIB RL 6 (2015).

Konversionsfaktor	Einheit	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Primärenergiefaktor gesamt	kWh <sub>FE,prim</sub> /kWh	2,09	2,34	2,44	2,27	2,01	1,80	1,81	1,88	1,85	1,97	2,20	2,31	2,44
Primärenergiefaktor erneuerbar	kWh <sub>FE,prim,erneu</sub> /kWh	1,33	1,25	1,24	1,31	1,37	1,41	1,46	1,45	1,42	1,35	1,26	1,22	1,22
Primärenergiefaktor nicht erneuerbar	kWh <sub>FE,prim,nicht</sub> /kWh	0,76	1,09	1,20	0,97	0,65	0,38	0,35	0,43	0,43	0,62	0,94	1,10	1,21
CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen	kg <sub>CO2eq</sub> /kWh	0,204	0,290	0,323	0,261	0,178	0,103	0,096	0,116	0,117	0,172	0,259	0,291	0,314

Abb. 7: Konversionsfaktoren Bruttostromerzeugung Österreich unter Berücksichtigung des Bedarfs für Pumpspeicherung, der Netzverluste und des Eigenbedarfs (Berechnung: EIV, 2017)

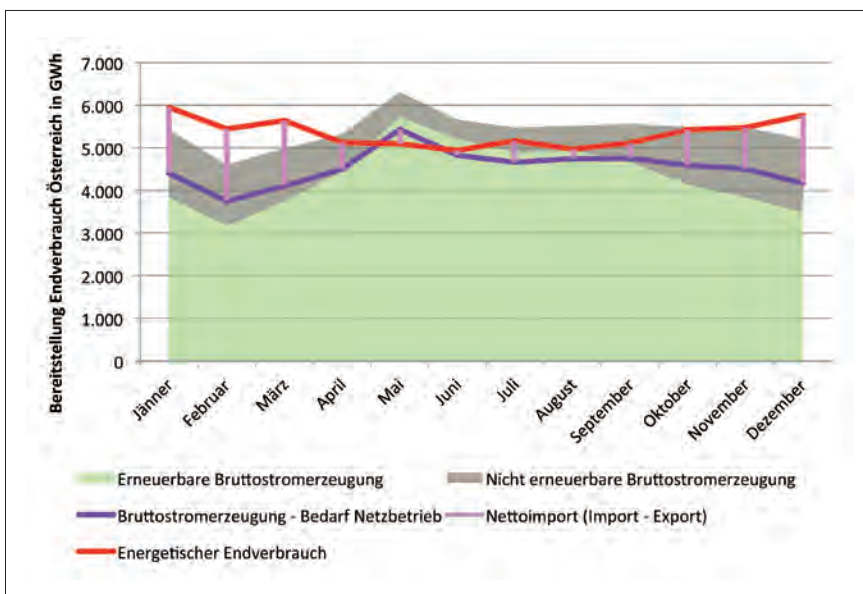


Abb. 8: Bruttostromerzeugung Österreich, Bedarf Netzbetrieb Österreich, Energetischer Endenergieverbrauch und Nettoimport (Mittelwerte der Jahre 2014 und 2015) [7], [8]

Abb. 9: Bruttostromerzeugung Deutschland [9], (Darstellung: EIV, 2017)

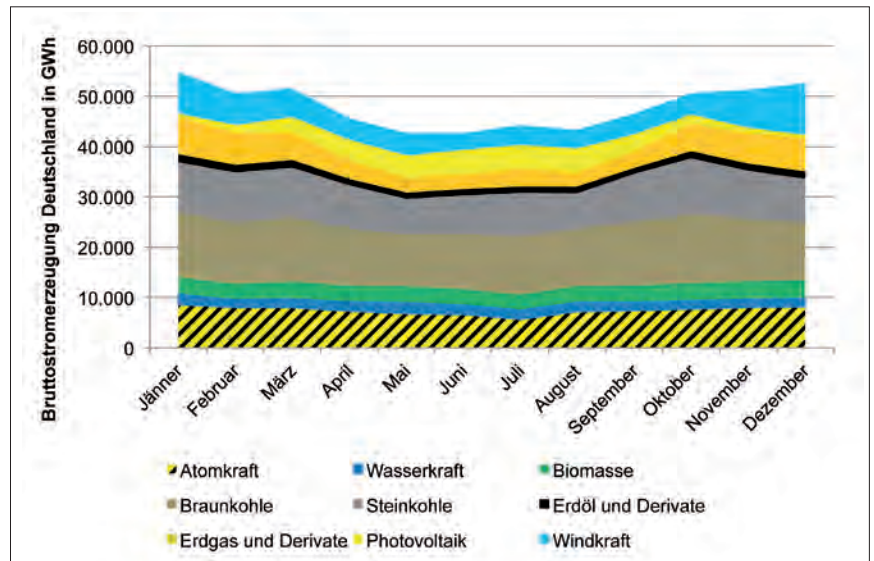


Abb. 10: Monatswerte der Primärenergiefaktoren des österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014 und 2015 auf Basis der Monatsdaten Betriebsstatistik gem. E-Control [7], [8]; Konversionsfaktoren  $\text{CO}_2\text{eq}$  für Kraftwerkstypen nach Stolz [1]; (Darstellung: EIV, 2017)

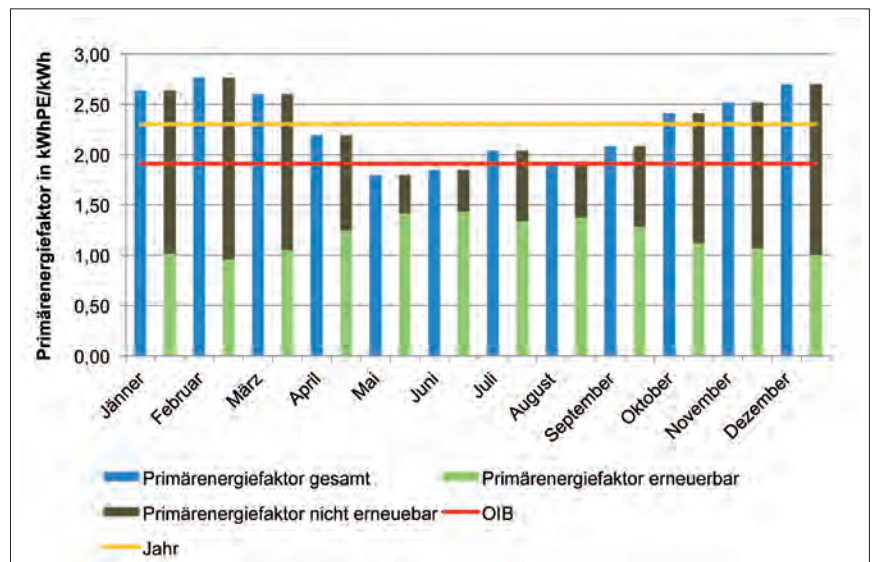
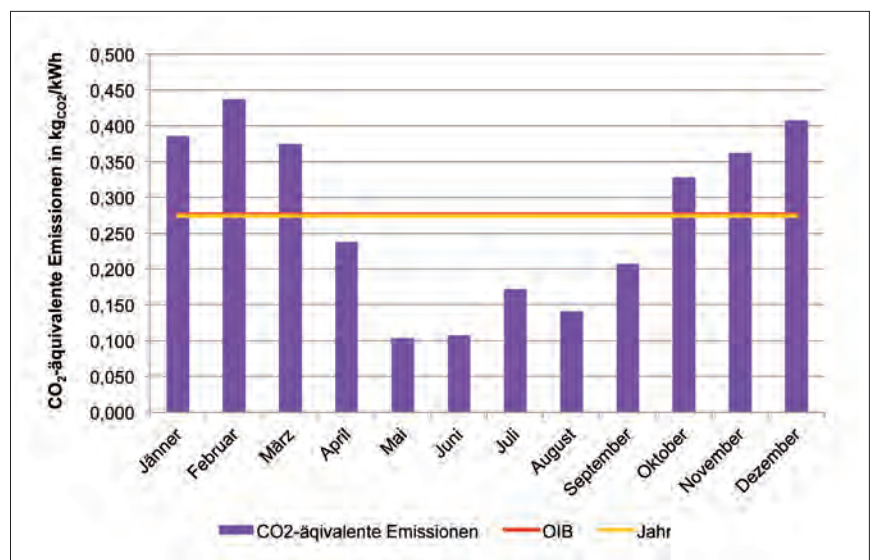


Abb. 11: Monatswerte der  $\text{CO}_2\text{eq}$ -Faktoren des österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014 und 2015 auf Basis der Monatsdaten Betriebsstatistik gem. E-Control [7], [8]; Konversionsfaktoren  $\text{CO}_2\text{eq}$  für Kraftwerkstypen nach Stolz [1]; (Darstellung: EIV, 2017)



Werden statt der CO<sub>2eq</sub>-Faktoren der verschiedenen Kraftwerkstypen nach Stolz [1] die Werte nach IPCC [5] verwendet, so zeigt sich der gleiche jahreszeitliche Verlauf. Die Winterwerte sind jedoch mit maximalen Monatswerten von 330 gCO<sub>2eq</sub>/kWh merklich niedriger. Grund für die niedrigeren Faktoren sind die niedrigeren Angaben der IPCC für die CO<sub>2eq</sub>-Intensität von Kohlekraftwerken.

## Resume´

Aus Sicht des Energieinstitut Vorarlberg sollten die jahreszeitlichen Unterschiede bei der Bewertung der energetischen Gebäudequalität und ihrer Emissionen an CO<sub>2eq</sub> zukünftig berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der jährlichen Emissionen an CO<sub>2eq</sub> auf Basis von Monatswerten mit zeitlich variablen Konversionsfaktoren wäre ohne Mehraufwand für den Nutzer möglich, wenn für den Energieträger Strom monatliche Konversionsfaktoren zur Verfügung gestellt und in die Berechnungsalgorithmen implementiert würden.

Mit dieser Methode wäre eine einfache Bewertung sowohl des Energiebedarfs als auch der Stromproduktion durch gebäudeintegrierte PV-Anlagen möglich.

Die in diesem Bericht dargestellten monatlichen Konversionsfaktoren bilden die CO<sub>2eq</sub>-Intensität der heutigen Strombereitstellung ab. Für eine Bewertung des Energieträgers Strom bleibt zu überlegen, ob und wie die zukünftige Entwicklung des Strommix´ in den Konversionsfaktoren berücksichtigt werden kann.

Ein Beispiel für eine derartige Bewertung eines für die Zukunft angenommenen Strommix sind die vom Passivhausinstitut, Darmstadt (PHI) eingeführten PER-Faktoren [10]. Diese beschreiben den Energieaufwand verschiedener Energieträger in einem zukünftigen, zu 100% regenerativen Stromsystem. In der Bewertungsmethode des PHI ergeben sich für den Energieträger „regenerativer Strom“ je nach Anwendung unterschiedliche mit PER-Faktoren (Primary Energy Renewable): der Stromeinsatz für die Anwendung Heizen (Winter) hat einen deutlich höheren PER-Faktor, als der Stromeinsatz für die Anwendung Kühlen (Sommer).

## Quellen

- [1] Stolz, Frischknecht (2016): Umweltkennwerte und Primärenergiefaktoren von Energiesystemen. treeze Ltd., fair life cycle thinking. Verfügbar unter: [http://treeze.ch/fileadmin/user\\_upload/downloads/Publications/Case\\_Studies/Energy/563-Energiesysteme-v1.0.pdf](http://treeze.ch/fileadmin/user_upload/downloads/Publications/Case_Studies/Energy/563-Energiesysteme-v1.0.pdf) (02.05.2017)
- [2] Fritsche, Rausch, Brommer (2011): Endbericht zur Kurzstudie: Lebenswegbezogene Emissionsdaten für Strom- und Wärmebereitstellung, Mobilitätsprozesse sowie ausgewählte Produkte für die Beschaffung in Deutschland, Öko Institut, Darmstadt, Nov. 2011; Verfügbar unter: [http://iinas.org/tl\\_files/iinas/downloads/GEMIS/2011\\_GEMIS\\_Daten-FEST.pdf](http://iinas.org/tl_files/iinas/downloads/GEMIS/2011_GEMIS_Daten-FEST.pdf)
- [3] Umweltbundesamt: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger, verfügbar unter: <http://www.5.umweltbundesamt.at/emas/co2mon/co2mon.html>
- [4] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe März 2015
- [5] Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wisser, 2014: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [6] Österreichisches Institut für Bautechnik: Erläuternde Bemerkungen OIB Richtlinie 6; Wien, März 2015
- [7] Quelle: E-Control (2016) Betriebsstatistik 2014. Verfügbar unter: <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/betriebsstatistik2014> (02.05.2017);
- [8] E-Control (2016) Betriebsstatistik 2015. Verfügbar unter: <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/betriebsstatistik2015> (02.05.2017)
- [9] Quelle: ENTSO-E (2017) Detailed monthly production (in GWh) for a specific country. Verfügbar unter: <https://www.entsoe.eu/db-query/production/monthly-production-for-a-specific-country> (02.05.2017)
- [10] J. Grove-Smith: Nachhaltigkeitsbewertung mit PER; Passivhausinstitut, Darmstadt, 2015; download unter: <https://passipedia.de/zertifizierung/passivhaus-klassen/per>

## Informationen

DI Arch. Martin Ploss  
Energieinstitut Vorarlberg  
Stadtstraße 33/CCD, 6850 Dornbirn  
email: [Martin.Ploss@energieinstitut.at](mailto:Martin.Ploss@energieinstitut.at)  
[www.energieinstitut.at](http://www.energieinstitut.at)

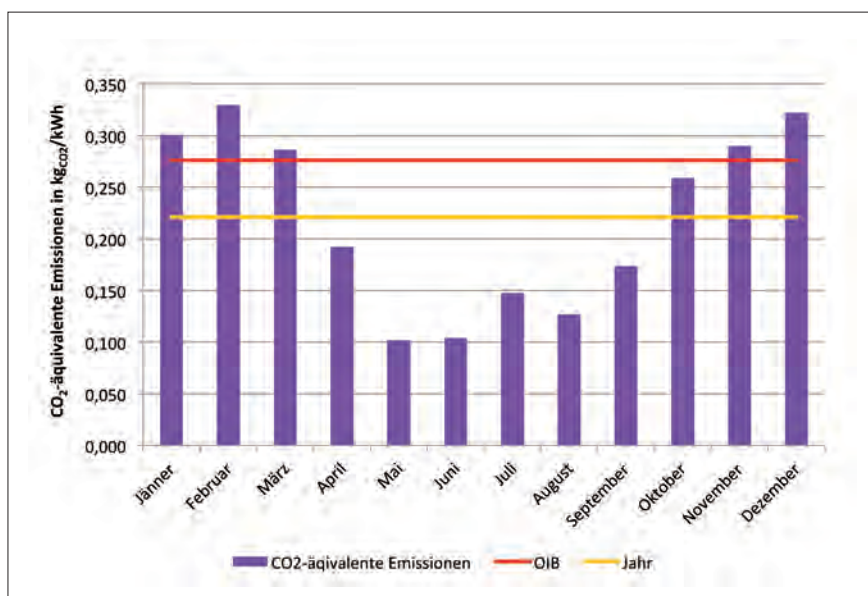


Abb. 12: Monatswerte der CO<sub>2eq</sub>-Faktoren des österreichischen Verbraucherstrommix im Mittel der Jahre 2014 und 2015 auf Basis der Monatsdaten Betriebsstatistik gem. E-Control [7], [8]; Konversionsfaktoren CO<sub>2eq</sub> für Kraftwerkstypen nach IPCC [5]; (Darstellung: EIV, 2017)

# Wie baut Wien – Befriedigend, Gut, Sehr Gut oder Ausgezeichnet?

Mit diesen vier Bewertungskategorien werden beim IBO ÖKOPASS sieben Kriteriengruppen, bestehend aus mehreren Subkriterien, eingestuft. Ein Befriedigend entspricht den Anforderungen gemäß Bauordnung.

Lisa Kögler, IBO GmbH

Im Jahr 2017 wurden vom IBO 1.766 Wohneinheiten in insgesamt 24 Projekten des geförderten Wiener Wohnbaus zertifiziert.

Bei genauerer Betrachtung fällt ins Auge, dass es bei den Kriteriengruppen Wassernutzung und Ökologische Qualität keine „Ausreißer“ in die oberste, noch in die unterste Bewertungskategorie gibt. Wenn man die Projekte analysiert, ist dies nicht weiter überraschend. Die Bauweise und auch die sanitäre Ausstattung im Wohnbau werden standardmäßig recht einheitlich ausgeführt. Es dominiert der Stahlbetonbau mit Vollwärmeschutz mit großen Kubaturen und einer kompakten Bauweise. Die PVC-Freiheit wird bei Fußböden, Fenster und Rohren (Lüftung, Sanitär, Heizung) gemäß der gesetzlichen Vorgaben Wiens umgesetzt. Wassersparende WC-Spülanlagen und Waschbecken-Armaturen mit einer Durchflussrate von unter 9 l/min sind üblich, während Armaturen mit nur 6 l/min sowie wassersparende Duschköpfe eine Seltenheit sind. Regen- und/oder Brauchwassernutzung werden so gut wie nie umgesetzt.

Schallschutz, Innenraumluftqualität und Behaglichkeit sind die Kriteriengruppen, in denen alle 4 Bewertungskategorien vergeben worden sind. Womit ist das zu erklären, wenn doch die Bauweisen recht ähnlich sind? Bei der Bewertung des Schallschutzes und der Innenraumluftqualität werden stichprobenartige Messungen in kritischen Räumen durchgeführt. So fließen auch die Raumgeometrie und die Ausführungsqualität in die Bewertung mit ein und man findet projekt-, ja sogar wohnungs- und raumbezogene Differenzen. Bei den Messungen der Innenraumluftqualität können bereits kleinste Spuren von störenden Substanzen oder Schimmelpilzsporen erfasst werden und entsprechende Maßnahmen getroffen werden (wie z.B. punktuelle Sanierungen, mechanische Trocknung, Vermeidung spezifischer Baumaterialien etc.).

In der Qualität der Sonnenschutzvorrichtungen gibt es große Unterschiede. Außenliegender Sonnenschutz bietet den besten Sommerkomfort. Es wird jedoch meist aus Kostengründen innenliegenden Jalousien oder Multi-Film-Rollos der Vorzug gegeben.

Die Situation beim Gesamtenergiekonzept sieht rot/orange und nicht rosig aus. Hier gibt es beim geförderten Wohnbau einen markanten Unterschied je nach Lage des Objekts. Meistens werden die Gebäude fernwärmeversorgt. In Gebieten, die von der Fernwärme Wien nicht erschlossen sind, wird alternativ auf Erdgas gesetzt und mit Solarthermie kombiniert. Thermische Solaranlagen müssen einen Mindestbeitrag von 30 % zur Warmwasser-

versorgung leisten, um im ÖKOPASS bepunktet zu werden. Diese Anforderung wird im geförderten Wiener Wohnbau meist nicht erfüllt. Eine Situation, die nur „befriedigend“ ist.

Tageslicht und Besonnung und elektromagnetische Qualität – da wissen die Wiener offenbar, wie man gut baut! Dieses Bild wird nur bei der Besonnung wieder etwas entkräftet, wenn man bedenkt, dass die meisten Objekte in den Entwicklungsgebieten Wiens – quasi auf der grünen Wiese – entstehen. Dort sind die Objekte aufgrund der Umgebungssituation weniger verschattet und schneiden oft besser ab, als im städtischen Gebäudeverbund. Projekte, die auf architektonischer Ebene so geplant werden, dass das natürliche Sonnenlicht optimal genutzt wird und die Eigenverschattung gering ist, sind rar gesät – trotz des (sehr) guten statistischen Ergebnisses. Aber es gibt sie.

Resümierend zeigt die ÖKOPASS Auswertung sehr gut auf, dass es bei der Energieversorgung, vor allem in den neuen Stadtentwicklungsgebieten, noch Verbesserungspotential gibt. Außerdem können Gebäude in Richtung Besonnung noch weiter optimiert werden – bei diesem Kriterium sind vielleicht auch Anpassungen am Bewertungstool selbst vorzunehmen. Durch den IBO ÖKOPASS wird bei den Projekten eine hohe Ausführungsqualität sichergestellt und Mängel können durch die Messungen frühzeitig erkannt und behoben werden – spreche ich als Mieterin, so würde ich darauf nicht verzichten wollen.

[www.ibo.at/gebaeudebewertung/ibo-oekopass/](http://www.ibo.at/gebaeudebewertung/ibo-oekopass/)



Auswertung von 24 Wiener IBO-ÖKOPASS-Projekten mit 1766 Wohneinheiten, die im Jahr 2017 bewertet wurden.

# Fassadenprüfboxen



Ziel des strategischen Projekts der ACR ist die In-situ-Messung von grundlegend neuen und intelligenten Energieversorgungskonzepten über die Fassade, für Neubauten und bestehende Gebäude, die einen hohen Integrationsanteil der aktiven und passiven Gebäudetechnikelemente in vorgefertigte Fassadenmodule erlauben.

Karl Höfler, Waldemar Wagner, AEE INTEC  
Bernhard Lipp, Felix Heisinger IBO GmbH

## Ausgangspunkt

Bei innovativen Bauweisen werden die Eigenschaften von Bauteilen von mehreren Parametern systemisch beeinflusst etwa vom Mikroklima, der Haustechnik, dem Nutzerverhalten in Bezug auf weitere Bauteile oder der erforderlichen Behaglichkeit im Innenraum. Diese Abhängigkeiten können mit den üblichen Prüfmetho- den meist nicht abgebildet werden. Für hocheffiziente Komponenten ist es zielführend, deren Verhalten im Gesamtkontext unter möglichst realen Bedingungen zu untersuchen. Es ist also wichtig Prüfungen von tatsächlichen Elementen, mit realistischen Abmes- sungen, unter realen Witterungsbedingungen und mit konkreter konstruktiver- und gebäudetechnischer Anbindung durchzuführen. Bislang gibt es dafür europaweit kaum geeignete Prüf-Infra- strukturen, welche es gestatten gleichzeitig dynamische Untersu- chungen über den Energiebedarf, Behaglichkeit, Lichtlenkung, Luftdurchlässigkeit, Witterungsbeständigkeit, solaren Ertrag etc. durchzuführen und mit Simulationen zu vergleichen.

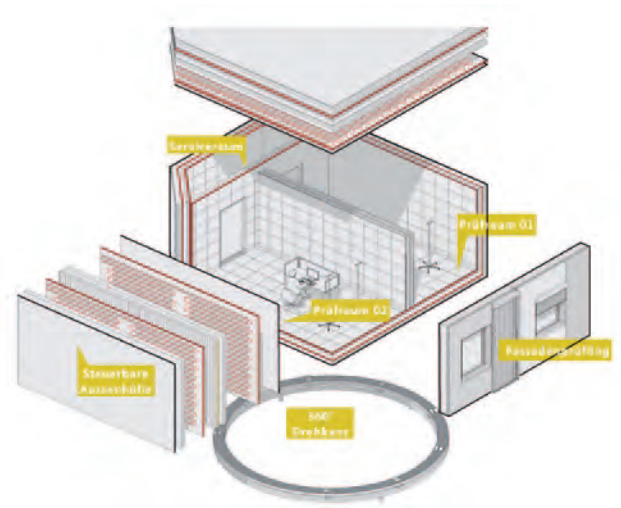
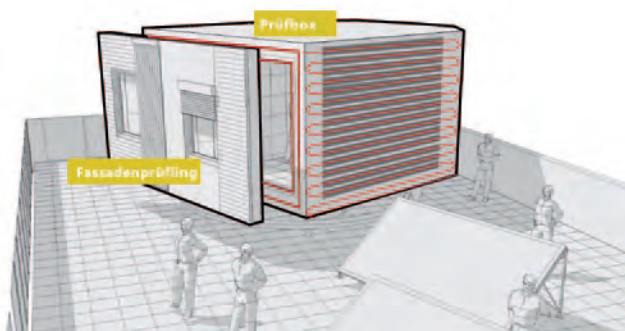
Für diese Untersuchungen ist ein flexibler, ausreichend großer, real bewitterter Prüfstand notwendig, welcher über eine Vielzahl an Labor-messtechnischen Einrichtungen und Steuerungs- und Regelmöglichkeiten verfügen muss. Die AEE INTEC und das IBO - Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie haben diese Herausforderung angenommen und mithilfe eines Strategischen ACR-Projektes diese Lücke nun mit einer neu entwickelten Prüfein-

richtung geschlossen. Im Jahre 2017 sind in Gleisdorf – erstmals in Österreich – drehbare, energetische Zwillingräume für Freiversu- che an Fassadenelementen und Fenstern errichtet worden.

## Anwendungsbereiche

Die Anwendungsgebiete können prinzipiell in zwei Bereiche unter- teilt werden.

Im ersten Bereich geht es darum, dass unter Berücksichtigung der Beeinflussung von Umweltfaktoren und dem Nutzerverhalten das Verhalten von scheinbar einfachen Bauteilen schnell recht komplex und schwer darstellbar wird. Als Beispiel können hier etwa beschattete Glasfassaden genannt werden sich dynamisch ändern- de Umweltbedingungen (Einstrahlung, Wind etc.) werden auf kom- plexe Weise von der Fassade „transformiert“ und führen zu sich ebenso dynamisch ändernden Innenraumbedingungen. Sehr rele- vante und vermeintlich einfache Fragestellungen, etwa bezüglich des Energieeintrags, der Blendung, der Innenraum-Behaglichkeit etc. können meist nur mit Hilfe von Untersuchungen unter Realbe- dingungen beantwortet werden.



Grundsätzlicher Aufbau der Zwillingfassadenprüfbox, Bildquelle: Tobias Weiß – AEE INTEC

Explosionszeichnung der Zwillingfassadenprüfbox, Bildquelle: Tobias Weiß – AEE INTEC





Den zweiten wichtigen Bereich bilden an sich komplexe Fassadenelemente und Konstruktionselemente. Zur Erreichung der ambitionierten Klimaziele gibt es einen neuen Trend, hin zu integrierten, multifunktionellen Fassaden- und Konstruktionselementen. Im Neubau, vor allem aber bei der Sanierung wird angestrebt, Gebäudetechnikfunktionen verstärkt in die Fassade zu integrieren, z.B. Sonnenkollektoren, Versorgungsleitungen, Wärmepumpen, Bauteilaktivierungen, Kühlsysteme und Photovoltaik-Module. Die hierbei auftretenden Fragestellungen sind vielschichtig und betreffen sehr unterschiedliche Bereiche etwa Ästhetik, Schutz vor Umwelteinflüssen, Statik, Energieumwandlung, Energiespeicherung, Energieverteilung, Auswirkungen auf die Behaglichkeit usw.

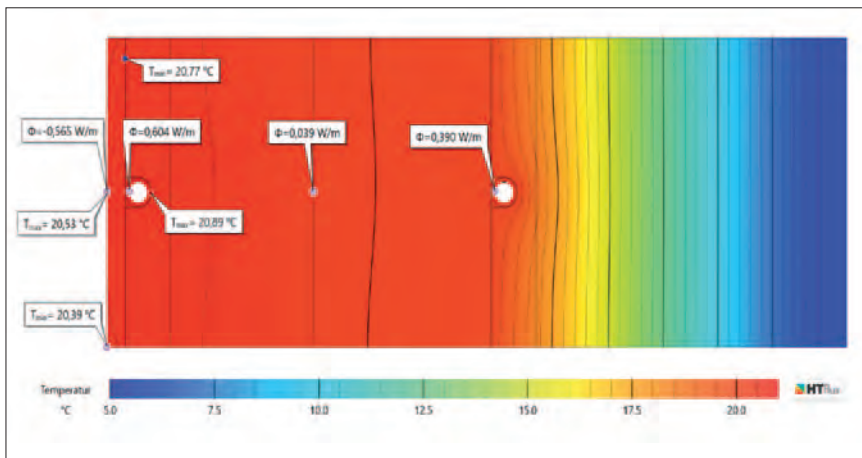
Derzeit werden in der thermischen Sanierung von Altbauten noch wenig vorgefertigte Fassaden- und Gebäudetechnikmodule bzw. -komponenten eingesetzt. Konzepte und erste Umsetzungen von großflächigen, vorgefertigten Fassadenmodulen gibt es sowohl in Leichtbau- als auch in Massivbauausführung. Die nötigen Gebäudetechnikkomponenten werden hierbei entweder ohne Abstimmung auf die spezifischen Eigenheiten der thermisch sanierten Gebäude erneuert und kostenintensiv eingebaut – oder im häufigeren Fall von der Sanierung ausgeklammert und im ursprünglichen Zustand belassen. Die mögliche Umsetzung mittels Integration der Gebäudetechnik in die vorgefertigten Fassadenelemente wird oft gar nicht in Betracht gezogen, auch weil eine vorlaufende Überprüfung der Praxistauglichkeit unter weitgehend realen Bedingungen kaum möglich ist.

### Erste Prüfungen erfolgreich

Geprüft wird bereits seit Herbst 2017. Begonnen wurde mit Fenstern die mit einem neuartigen Mechanismus die integrierten Lüftungselemente steuern. Auch der Sonnenschutz ist integriert. Danach sollen 2018 verschiedene Fassadentypen mit thermisch aktivierten Bauteilen und aktiven Haustechnikkomponenten sowie Lüftungskonzepte unter realen Bedingungen folgen.

Von AEE INTEC und IBO werden verschiedene Fassadenelemente und deren Auswirkungen auf die dahinterliegenden Räumen unter denselben Realbedingungen miteinander verglichen. Gemessen werden, neben klassischen Bauteilkennwerten und energetischen Parametern (Strom-, Heiz- und Kühlbedarf) gleichzeitig auch die Auswirkungen auf die Behaglichkeit und den Innenraum. So wird untersucht wie sich unterschiedliche Kombinationen von Fassaden-, Fenster- und Haustechnik unter verschiedenen Nutzungsszenarien auswirken. Hierfür werden Innenraumparameter wie Lufttemperatur, Luftfeuchte, Strahlungstemperatur und Luftgeschwindigkeit an unterschiedlichen Messpunkten aufgezeichnet und ausgewertet. Auch die Innenraumluftqualität wird mit VOC- und Feinstaubsensoren erfasst. Somit können umfassende Aussagen über die Qualität der Heizung bzw. Kühlung und der Lüftung der Elemente gemacht werden.

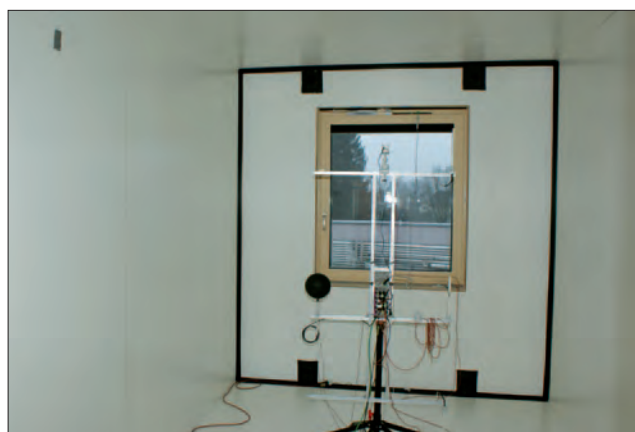
Zukünftig können mit einer einfachen Erweiterung des Messequipments auch Studien zur Tageslichtsteuerung und Akustik in Büroräumen gemacht werden.



Steuerbare Wärmeflüsse mittels Hardware-in-the-Loop



Aufbau der Fassadenbox mit der Kühl- bzw. Heizmöglichkeit der Außenhaut



Fassadenbox-Innenraum: Behaglichkeits-Messraum, eingesetzte Standardfassade mit den Messmöglichkeiten, Innenoberfläche mit sehr vielen Möglichkeiten das Verhalten regeltechnisch einzustellen (Oberflächentemperatur, Dynamik der Wärmeaufnahme um Massivbauten und Leichtbauten thermisch nachbilden zu können)



Die drehbare fertige Fassadenbox mit der Standardfassade auf dem Dach des Prüflabors der AEE INTEC in Gleisdorf

Die Messungen werden mit einem eigens entwickelten Verfahren mit einer Gebäudesimulation gekoppelt. Dies gestattet einerseits eine wesentlich umfangreichere Analyse und Interpretation der Messergebnisse und andererseits eine dynamische Echtzeit-Steuerung des Versuchsablaufes („hardware-in-the-loop“). Auf diese Weise kann etwa das Verhalten unterschiedlicher Konstruktionsweisen im Prüfraum simuliert werden und - beinahe auf magische Art und Weise – das reale Verhalten des Prüfraums per Knopfdruck beispielsweise von Stahlbeton-Bauweise auf Leichtbauweise umgeschaltet werden.

### Konstruktion, Aufbau, Messtechnik

Die Prüfbox ist aus Massivholz konstruiert, ihre U-Werte liegen im Bereich von  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Im Gegensatz zum üblichen Aufbau einer Gebäudehülle, lässt sich diese aber in zwei unterschiedlichen Ebenen temperieren. Die außenliegende Aktivierung dient dazu den Wärmestrom aus dem Innenbereich in allen Flächen - außer der Prüfebene - zu neutralisieren. Hierdurch wird quasi eine „unendlich starke“ Dämmung realisiert, da keine nennenswerten Wärmeverluste aus dem Innenbereich mehr auftreten. Die innere Aktivierungsebene dient einerseits zur exakten Bestimmung des Energieeintrags (oder -verlustes) und andererseits zur Simulation des gewünschten realen Verhaltens des gewählten Aufbaus.

Sowohl im Innenbereich, als auch im Bereich des Prüflings und im Außenbereich stehen eine große Anzahl an unterschiedlichen Messensoren zur Verfügung, um bei jedem Messvorgang eine Vielzahl von Forschungsfragestellungen gleichzeitig beantworten zu können.

### Ausblick

Durch den Aufbau dieser neuartigen Forschungsinfrastruktur entsteht ein Kompetenzzentrum für Forschung und Industrie, vorrangig für KMUs für die Untersuchung komplexer, gebäudetechnikintegrierter Fassadenlösungen, Fenster- und Sonnenschutzentwicklungen und die gesamtheitliche Analyse des Fassadeneinflusses auf den dahinterliegenden Raum.

Das IBO und die AEE INTEC haben mit der Prüfbox umfassende Kompetenz aufgebaut. Fassadenelemente können mit dieser in Europa einzigartigen Messinfrastruktur schnell und unkompliziert auf Herz und Nieren geprüft werden. Mit AEE INTEC und IBO als Forschungs- und Geschäftspartner können Firmen, die Fassaden für Plusenergiehäuser entwickeln und bauen, ihre Produkte umfassend auf Funktion, Behaglichkeit und Praxistauglichkeit überprüfen und verbessern.

### Informationen

DI Dr. Bernhard Lipp, DI (FH) Felix Heisinger  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: [bernhard.lipp@ibo.at](mailto:bernhard.lipp@ibo.at), [felix.heisinger@ibo.at](mailto:felix.heisinger@ibo.at)  
[https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/  
data/fassadenpruefboxen/](https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/data/fassadenpruefboxen/)

# Wachstum in der Stadt – ein Trend auch für Pflanzen

Laut den Prognosen der Vereinten Nationen und der Europäischen Union werden bis 2020 75 % der Menschen in Städten leben. Dies bedeutet 265 Millionen StadtbewohnerInnen (United Nations 2014).



Die meisten Städte sind diesen Herausforderungen nicht gewachsen: Sie sind im Sommer zu heiß, trocken, verschmutzt und versiegelt – und dies bei enorm steigender Dichte. Neben neuen Stadtentwicklungsgebieten steigt dadurch der Druck auf stark verbaute innerstädtische Gebiete, im Kontext einer ökologischen Sanierung Platz für Grünräume bereitzustellen.

Susanne Formanek, IBO

Im selben Atemzug sind jedoch auch Klimawandelprognosen zu berücksichtigen. Vermehrt extreme Witterungsereignisse wie Hitzewellen, Stürme und Starkregenereignisse, die es mit Grüner Infrastruktur in den Griff zu bekommen gilt (EEA 2012). Die Erneuerung von sanierungsbedürftigen Gebieten muss dementsprechend auch zukunftssicher an den Klimawandel angepasst werden. Begrünungen bringen viele Vorteile mit sich: Sie halten Städte im Sommer kühl und reduzieren den Urban Heat Island Effekt (UHI), sie helfen bei der Bewältigung von Starkregenereignissen und verbessern die Luftqualität und die Lärmbelastung. Grüne Infrastruktur bietet bei näherer Betrachtung durchaus interessante Return-of-Invest Zeiträume (Einsparungen bei Heiz- und Kühlkosten, Ressourcenschonung, Gebäudelebensdauererweiterung) und viele Vorteile für die Gesellschaft an sich, sie helfen durch CO<sub>2</sub>-Einsparungen Klimaschutzziele zu erfüllen, bringen die StadtbewohnerInnen wieder näher an die Natur sowie zueinander und verbessern mentale wie physische Gesundheit des Einzelnen. Eine bessere Lebensqualität sorgt für gesündere und glücklichere BewohnerInnen, deren höhere Produktivität am Arbeitsplatz und verringerte Krankheitstage auch den/die ArbeitgeberIn und das Sozialsystem erfreuen.

## GrünStattGrau

Auf die bevorstehenden Veränderungen reagiert GrünStattGrau, DAS ERSTE Innovationslabor für Innovationen für die grüne Stadt der Zukunft, mit dem langfristigen Ziel diedurchgängige Begrünung eines Stadtquartiers umzusetzen, Maßnahmen zur Umsetzung großflächiger innovativer Bepflanzungen zu erforschen, den Komfort öffentlicher Räume durch Begrünungsmaßnahmen bei Gebäuden zu verbessern, Grünstrukturen in dicht verbauten Gebieten zu schaffen – auch mit dem Effekt das Mikroklima zu verbessern - und soziale Funktionen intelligent genutzter begrünter Gebäudekomplexe und Freiräume auszubauen.

GrünStattGrau ist DIE österreichische Netzwerkstelle für Begrünungsvorhaben aus dem öffentlichen und privaten Bereich (+300 NetzwerkpartnerInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung) mit dem direkten Zielgebiet Innerfavoriten Kretaviertel in Wien und weiteren Synergiegebieten in anderen Städten Öster-

reichs: Graz, St. Pölten, Linz sowie das Land Vorarlberg. Das Innovationslabor wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Programms „Stadt der Zukunft“ gefördert und trägt als kleiner Baustein zur Umsetzung der Klima- und Energiestrategie des Bundes bei.

Die nicht wirtschaftlich gewinnorientierte GrünStattGrau GmbH befindet sich zu 100 % im Eigentum des gemeinnützigen Verbands für Bauwerksbegrünung Österreich (VfB).

Gemeinsames, interdisziplinäres Lernen und Entwickeln, Anwendung von neuen Open Access Methoden und das wechselseitige Sharing von Best Practice in ganz Österreich unter Einbeziehung der Bevölkerung, der öffentlichen Hand, Wirtschaft und Forschung führt zu Wettbewerbsvorteilen und zu neuen Stufen der nachhaltigen und langfristigen Zusammenarbeit.

Mithilfe eines mobilen Testlabors und einer Online Plattform können neue – auch disruptive – Themen identifiziert werden und in einem Co-Creation Prozess mit BürgerInnen, Verwaltung oder Politik, gemeinsam weitergestaltet und erprobt werden. Neue Produkte- und Dienstleistungen werden bewertet und bis in eine Markteinführung begleitet. GrünStattGrau wird damit Bauwerksbegrünungen auf das ganze Bundesgebiet ausrollen Österreich hat das Potenzial auch international die Technologieführung zu übernehmen.

## Die GrünStattGrau Instrumente und Services

Die GrünStattGrau Infrastruktur gliedert sich in drei nachfolgend dargestellte Bereiche:

### a. MUGLI – mobil.urban.grün.lebendig.innovativ.

MUGLI, ein umgebauter und begrünter Schiffscontainer und der mobile Experimentierraum des Innovationslabores GrünStattGrau stellt ein Kernelement für verschiedene Tätigkeiten des Labores dar und erfüllt eine Vielzahl von Funktionen: Österreichweite und darüber hinaus wirkende Sichtbarkeit für das Labor und seine Tätigkeiten, sowie für seine NetzwerkpartnerInnen und ihre Technologieinnovationen, Ort der Begegnung, des Lernens und der Stakeholder-

aktivierung, Ort des Experimentierens mit Innovationen sowie der Datengenerierung, Ort der Verbreitung von Innovationen durch angeschlossene Eventsysteme.

## b. Die Onlineplattform

Das Onlineportal von GrünStattGrau wird als die Plattform und Schnittstelle für Grüne Infrastruktur dienen. Sowohl Informationen zu Begrünungen und deren Auswirkungen auf die Allgemeinheit, als auch ExpertInnen des gesamten Netzwerks und ihr Knowhow werden nach außen getragen und so gleichzeitig der breiten Öffentlichkeit als zentraler Anlaufpunkt dienen, und zugleich den NetzwerkpartnerInnen einen unkomplizierten Austausch erlauben. Die Plattform wird über einen öffentlich zugänglichen allgemeinen Bereich verfügen, es wird einen PartnerInnenbereich mit exklusiven Angeboten zur Vernetzung und Information (Austausch von Monitoringdaten, Kollaborationsmöglichkeiten in Projekten, spezielle Tools) geben und es werden auch digitale Messen in variablen Formaten (Themenschwerpunkte) veranstaltet, die Direktinteraktionen über Showrooms erlauben. Weiters dient die Plattform auch der Aktivierungsstrategie des Innovationslabors, um auch per digitalem Wege die BürgerInnen via Online Voting einzubinden.

## c. Das Service- und Dienstleistungsangebot

Die Kernkompetenz des Innovationslabors GrünStattGrau besteht in dem maßgeschneiderten Service- und Dienstleistungsangebot für verschiedene relevante Stakeholdergruppen. So werden projektbezogene Services bei Demo- und F&E-Projekten, Erstberatung, Ausstellerplattform, Zertifizierungen, Projektentwicklungen, Weiterbildungen und Geschäftsmodellentwicklungen durch den eigenen Innovationsmanager IMG angeboten. Das Innovationlabor stellt die Infrastruktur zur Verfügung um darin Lösungsmodelle zu entwickeln und Impulse für Bauwerksbegrünung zu setzen.



## Der Vorzeige-Stadtteil

Ein für alle sichtbares Ergebnis von GrünStattGrau wird ein komplett begrünter Stadtteil sein. Neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft Wirtschaft und Bevölkerung werden mit drei Boards (Advisory Board, Scientific Board und Business Board) geschaffen. Damit können AkteurInnen wie BürgerInnen (oder Bürgerinitiativen) für Lösungsentwicklungen und -akzeptanz eingebunden werden. Neben BürgerInnen, Organisationen und der Fachöffentlichkeit werden auch Verwaltung, politische VertreterInnen oder Unternehmen angesprochen. Sie alle werden zum Beispiel eingeladen, online zu voten. Der Co-Creation Ansatz wird im Innovationslabor weiter gedacht und gelebt werden.

## Wie es weitergeht

Das neu entstehende Wissen und Know-How wird durch die Instrumente des Innovationslabors wieder zurück in das Netzwerk geleitet und kommt zunächst einmal den NetzwerkpartnerInnen zugute.

Dann werden die weiteren nationalen, europäischen und internationalen Netzwerke genutzt, die die Betreiberorganisation bereits mitbringt (ÖGREEN, EFB, WGIN, IGRA, ICLEI, uvm.) um die umsetzungsrelevanten Ergebnisse zu Begrünungen aus dem Innovationslabor binnen kurzer Zeit im asiatischen und amerikanischen Markt sichtbar zu machen.

Strategische künftige Partnerschaften wurden bereits mit WKO, IFN, ENOLL, INA sowie Nature4Cities, der zukünftig größten europäischen Plattform für Grüne Infrastruktur geknüpft.

Im Vordergrund gilt es Netzwerke und PartnerInnen durch Zusammenarbeit (Co-Creation) zur Innovation zu motivieren: das Innovationslabor GrünStattGrau sieht sich Innovationsmotor und Treiber für die heimische Wirtschaft und trägt so zur Stärkung des Wirtschaftsstandortes Österreichs bei, dieser Ansatz hat hohes Verbreitungspotential über Österreichs Grenzen hinaus.



Durch die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen steigert sich die Wettbewerbsfähigkeit der Partnerunternehmen und das Wirtschaftswachstum wird langfristig vorangetrieben.

### Beitrag zur sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit und Energieeffizienz

Der Sinn einer strategischen Umsetzung von Grüner Infrastruktur liegt in der Errichtung einer die gesamte Stadt überspannenden, grünen Netzwerkstruktur, denn nur so können sich die positiven Effekte von Begrünungen optimal entfalten.

Die positiven Effekte von Begrünungen entfalten sich dann optimal, wenn grüne Netzwerke die gesamte Stadt überspannen. Bauwerksbegrünungen übernehmen städtebauliche, freiraumbezogene und ästhetische Funktionen, sowie ökologische und bauphysikalische Funktionen.

- Verbesserung des sommer- und winterlichen Wärme- und Kälteschutzes (Dämmwirkung) und dadurch Return-of-Invest (Einsparen von Energie beim Heizen und insbesondere beim Kühlen durch Verdunstungseffekte der Vegetation (Evapotranspiration, Ressourcenschonung, Gebäudelebensdauerverlängerung)
- Verminderung der Rückstrahlungsintensität auf benachbarte Bereiche (Verschattungsleistung), daher Kühlung und Verschattung gegen Hitze und dadurch Einsparung von Energie
- Verbesserung des Schallschutzes und der Lärmbelastung
- Verringerung der physikalischen Beanspruchung der vertikalen Flächen durch Ausgleich von Temperaturextremen sowie Schutz vor UV-Strahlen sowie Material- und Bautenschutz durch Abhalten von Witterungseinflüssen (z. B. Schlagregen);
- Verbesserung des Kleinklimas (Mikroklima) durch Ausgleich von Temperaturextremen (Reduktion des Wärmeinseleffektes);



- Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und Luftkühlung (Verdunstungskühlleistung) sowie Verbesserung der Luftqualität durch Staubfilterung und -bindung.
- Reduktion des Urban Heat Island Effekts (UHI)
- Regenwasserrückhalt gegen Starkregenereignisse
- Erhaltung und Erhöhung der Habitats- und Artenvielfalt (Förderung der Biodiversität) durch Schaffung von vertikalem Grün;
- Verminderung, Ausgleich und Ersatz von durch bauliche Maßnahmen bedingten Grünflächenverlusten gemäß Eingriffs-Ausgleichsregelung;
- CO<sub>2</sub>-Einsparungen bzw. Bindung, Erfüllung von Klimaschutzzielen durch kurze Wege zur Natur
- Optimierung der Flächennutzung durch Schaffung zusätzlicher vertikaler Grünflächen auf derselben Grundstücksfläche und durch Schaffung von neuen Aufenthaltsräumen (intensive Dachbegrünung) eine Immobilienmehrwertgenerierung
- Reduktion von Vandalismus an Wandoberflächen (Graffiti-schutz);

Auch mit der Energiewirtschaft lassen sich Symbiosen bilden.

Durch neue Technologien ist es bereits möglich lichtdurchlässige PV-Anlagen mit Begrünungen zu vereinen, oder Begrünung als Untergrund bei Dächern zum Zwecke der Kühlung und damit Ertragssteigerung von PV-Anlagen zu erhalten. Zudem denkt das Innovationslabor hinsichtlich Materialienweiterentwicklung weiter: Ecodesign Richtlinien müssen umgesetzt werden und langfristig ökologische Materialien als z.B. vorgehängte Fassaden zum Einsatz kommen.

Das Innovationslabor beschäftigt sich mit den Herausforderungen am Umweltsektor. Aktuell weist Österreich einen der höchsten Pro-Kopf-Energieverbräuche in Europa auf, wobei mit einer weiteren Steigerung bei Temperaturerhöhung (siehe Sachstandsbericht 2015) durch u.a. Klimageräte zur Erhaltung der Lebensqualität zu erwarten ist. Mit Stadtbegrünungen kann dem hohen Flächenverbrauch und Energieverbrauch sowie der Versiegelung gegengesteuert werden.



Das Innovationslabor setzt dort an, wo es gilt durch Kooperationen zwischen Unternehmen verschiedener Branchen neue Ideen zu generieren. Dies fördert die Ausformung eines Netzwerks, und das Potential gemeinsam an neuen Entwicklungen zu arbeiten und Synergien zu schaffen bzw. zu identifizieren. Es wird Raum und Zeit zur Verfügung gestellt damit die wissenschaftlichen Partner neue und praxisorientierte Forschungsfragen aufgrund multidisziplinärer Zusammenarbeit erheben und Forschungsergebnisse aus anderen Forschungsprojekten verwerten können (u.a. Smart City Demoprojekte wie Smart Pöltlen - vertical farming Sondierung). Dies führt zu einer Verbesserung der Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit durch die zielgruppengerechte Aufbereitung.

### Soziale Effekte

Mit vermehrter Bepflanzung in urbanen Räumen können beispielsweise Arbeitsplätze geschaffen, die Lebensqualität erhöht, Gesundheitsbelastungen reduziert, die Arbeitsplatzqualität erhöht, die Chancengleichheit gesteigert werden.

Positive Effekte von Begrünungen auf die Gesundheit sind:

- Grünraum als Begegnungsraum, Allgemeinbefinden steigert sich in grünen Umgebungen
- Lärmreduktion und positive Veränderung der Geräuschkulisse (Vögel, Laubrascheln im Wind)
- Verbesserung der Luftqualität (indirekter Gesundheitseinfluss), Reduktion von Atemwegserkrankungen
- Stressreduktion
- Naturbewusstsein und -verbundenheit wachsen

- Reduktion von kreislaufbedingten Krankheits- und Todesfällen allgemein (Bewegung) und während Hitzewellen (keine UHI mehr)
- Verringerung der Luft- und Oberflächentemperatur
- Förderung der physischen Aktivität
- Natürliches Sonnenlicht beugt Schlafstörungen vor
- Aufmerksamkeitsdefizite (z.B. ADHS) werden abgebaut
- Mentale Gesundheit – weniger Depressionen und Angstgefühle

Soziale Effekte durch Partizipation sind

- Schaffen von physischen Infrastrukturen (Realexperimente und Räume) mit dem Ziel die Sichtbarkeit erhöhen sowie für AkteurInnen zum Ausprobieren, Testen und Bewerten
- Durch Mitgestaltung von unüblichen AkteurlInnen im Innovationsprozess (Co-Creation) entstehen neue Methoden
- Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für KeystakeholderInnen (neue Berufsmöglichkeiten)
- Kommunikation, Aktivierung und Partizipation mit dem Ziel einer Erhöhung der Akzeptanz, Initiierung von Begrünungsmaßnahmen, Soziale Innovation im Bereich Partizipation zu generieren

### Die GrünStattGrau Struktur

Aus dem Netzwerk heraus werden die drei Boards gebildet. Die Aufgabe der Boards ist es, die Betreiberorganisation bei einer exzellenten Projektabwicklung mit ihrem Know-How zu unterstützen, neue Innovationsfelder zu identifizieren, neue Projektideen zu generieren, Projektideen nach Priorität und Qualität zu bewerten und die Qualität zu sichern.



### Businessboard

Der Verband für Bauwerksbegrünung Österreich hat sich mit dem 2016 neu gegründeten Netzwerk ÖGREEN (Das Österreichische Grüne Infrastruktur Netzwerk) bereit erklärt, das Business Board operativ zu steuern. Beide Einheiten verfügen über die notwendigen operativen und inhaltlichen Kapazitäten. Im Businessboard werden alle UnternehmerInnen des Netzwerkes und deren Interessen vertreten. Die Aufgaben des Boards sind:

- Richtungsweisende wirtschaftliche Entwicklungen aufzuzeigen;
- Forschungsbedarfe von Industrieseite aufzudecken;
- wirtschaftliche Expertise bei strategischen Projektvorhaben einzubringen;
- Innovationen, Projektvorhaben und Impulse nach klaren Kriterien aus wirtschaftlicher Sicht zu bewerten
- einen Beitrag zur Qualitätssicherung zu leisten;
- und auf die Einhaltung neuester nachhaltiger Standards in Bezug auf ökologische, soziale und ökonomische Bautechnik zu achten sowie diese aktiv weiterzuentwickeln.

### Scientific Board

Die Universität für Bodenkultur, genauer das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB) hat sich unter dem Schirm des BOKU Rektorats und weiterer acht BOKU Institute bereit erklärt, das Scientific Board operativ abzuwickeln. Die Interessen aller wissenschaftlichen NetzwerkpartnerInnen sind im Scientific Board vertreten, die Aufgaben des Boards sind wie folgt:

- Emerging Issues zu identifizieren;
- Forschungsbedarfe aus wissenschaftlicher Perspektive aufzudecken;
- wissenschaftliche Expertise bei strategischen Projektvorhaben einzubringen;

- Innovationen, Projektvorhaben und Impulse nach klaren Kriterien aus wissenschaftlicher Sicht zu bewerten
- einen Beitrag zur Qualitätssicherung im Rahmen des Innovation-Leaderships zu leisten;
- einen Beitrag zur Einhaltung der Anforderungen des Programms zu leisten;
- und auf die Einhaltung neuester nachhaltiger Standards in Bezug auf ökologische, soziale und ökonomische Aspekte zu achten.

### External Advisory Board

Im Advisory Board sind externe Expertisen, die nicht direkt mit dem Thema Begrünung in Verbindung stehen, vertreten. Für den Projektanfang startet dieses mit einem

Wirtschaftsexperten, einem Rechtsanwalt, einem Steuerberater und einem Business Angel, weitere zusätzliche, vor allem internationale Expertisen sollen über die Laufzeit je nach Erfordernis ange dockt werden. Geleitet wird es von der IMG Innovation Management Group GmbH. Die Hauptaufgabe des External Advisory Boards ist es, mit einem „Blick von außen“ auf Projekte und Tätigkeiten des Labors Einfluss zu nehmen. So soll die Gefahr eindimensionaler, zu sehr im Thema verhafteter Betrachtungen minimiert werden.

Mit der Initiative Grün statt Grau wird es viele GewinnerInnen geben – kein Wunder, dass bereits jetzt so viele PartnerInnen dabei sind. Wer wissen will, was bei seinem Vorhaben alles möglich ist, wendet sich zur Erstberatung an Lisa Jesner.

### Mehr zu sehen gibt es auf Youtube:

<https://www.youtube.com/channel/UCpSrcJ3Jxd38WoS9iJzVwSQ>

### Informationen

DI Susanne Formanek  
 IBO – Österreichisches Institut  
 für Baubiologie und -ökologie  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [susanne.formanek@ibo.at](mailto:susanne.formanek@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)



# Akustischer Komfort bei besonderen Grundrissen – Grenzen vereinfachter Nachweise

Vereinfachte Rechenverfahren zum Nachweis der raumakustischen Qualität gehen stets vom diffusen Schallfeld aus. Diese Grundannahme ist aber bei besonderen Raumgrundrissen und asymmetrischer Anordnung von absorbierenden Materialien nicht immer gegeben. Das kann dazu führen, dass die Nachweise nach den vereinfachten Methoden zu falschen Ergebnissen führen und unbefriedigende Raumakustik gegeben ist. Dies trifft nicht nur auf Konzertsäle oder große Veranstaltungsräume zu. Es zeigt sich, dass hier auch typische Bürosituationen oder besonders gestaltete Besprechungsräume betroffen sein können.

Alexander Salzmann, Karl Torghelle  
SPEKTRUM Bauphysik & Bauökologie GmbH

## Raumakustische Nachweise nach ÖNORM

Die arbeitsrechtlichen bzw. gesetzlichen Anforderungen zur Raumakustik sind in Österreich in ÖNorm 8115-3 geregelt. Diese legt Anforderung für Räume fest, in denen eine gute Hörsamkeit (z.B. Hörsäle, Schulklassen) erreicht oder die Lärmentwicklung (z.B. Kindergarten, Produktionsstätten) verringert werden soll.

Die ÖNorm kennt hierfür lediglich zwei raumakustische Parameter; die Nachhallzeit  $T$  sowie den mittleren Schallabsorptionsgrad  $\alpha_m$ . Die ÖNorm legt jedoch keine Berechnungsmethode für den Nachweis der Nachhallzeit fest. Vereinfachend wird oftmals die Formel von SABINE herangezogen und in einfachen Tabellenkalkulationen die Nachhallzeit in Abhängigkeit der Oktavbandfrequenzen berechnet. Nicht berücksichtigt werden dabei die Geometrie des Raumes selbst bzw. die Anordnung der schallabsorbierenden Oberflächen. Die ÖNorm weist daher korrekterweise darauf hin, dass die Formel von Sabine nur dann herangezogen werden darf, wenn im Raum eine ausreichende Diffusität vorhanden ist [1] und dass die schallabsorbierenden Maßnahmen möglichst gleichmäßig im Raum verteilt werden sollten.

## Grenzen vereinfachter Berechnungsmodelle

Typischerweise kommen raumakustische Maßnahmen an der Decke zur Anwendung. Darüber hinaus wird allenfalls noch ein Teppichboden verlegt. Absorber an Wänden werden aufgrund des erhöhten Aufwandes oft vermieden.

Diese ungleichmäßige Verteilung der Absorber wie auch allenfalls besondere geometrische Situationen zB besonders lange und schlanke Räume oder Räume mit gebogenen Oberflächen führen dazu, dass das übliche Rechenverfahren nach SABINE dem Grunde nach nicht mehr anwendbar ist und detailliertere Rechenverfahren anzuwenden sind.

Bei einer Simulation der Nachhallzeit mittels Spiegelschallquellenverfahren sowie der Schallteilchenmethode (z.B. CATT-Acoustic [2]) werden sowohl raumgeometrische Effekte als auch die tatsächliche Anordnung der Absorber berücksichtigt. Unterschiede zu

vereinfachten Berechnungsverfahren ergeben sich vor allem daraus, dass nun der Weg bzw. die Zeit berücksichtigt wird, bis Absorption an Oberflächen stattfindet und auch die Verteilung des Schalldruckfeldes aufgrund von Reflexion, Streuung und Absorption im Raum berechnet wird.

Neben den grundlegenden Kenngrößen der Raumakustik wie Nachhallzeit oder mittlerer Schallabsorptionsgrad können so weiterführende wichtige Maßzahlen zur Sprachverständlichkeit oder zum Raumklang wie EDT, STI, Deutlichkeitsmaß oder Diffusität ermittelt werden.

## Beispiel Großraumbüro

Schon bei einfachen Geometrien zeigen sich die Grenzen vereinfachter Berechnung nach SABINE. Bei fehlender Diffusität ergeben sich gravierende Abweichungen in der berechneten Nachhallzeit. Das Zusammenspiel von besonderer Raumgeometrie und ungleichmäßige Anordnung von Schallabsorptionsflächen kann dazu führen, dass vereinfachte Rechenverfahren völlig versagen können.

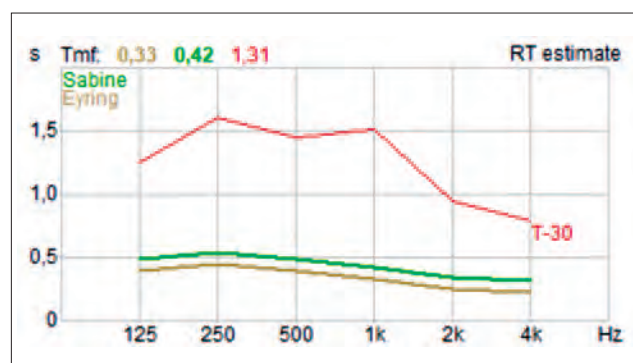


Abb. 1: Vergleich der ermittelten Nachhallzeiten mittels vereinfachten Rechenverfahren und Simulation. Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung der Absorptionsmaßnahmen sind die Grundlagen für die Anwendung des vereinfachten Rechenverfahrens nicht gegeben. Es führt daher auch zu falschen Berechnungsergebnissen.



Als Beispiel sei ein typisches Großraumbüro (ohne Einrichtung) angeführt. Der Raum mit den Abmessungen 24 x 12 x 3 m soll mit akustisch hoch schallabsorbierender Decke ausgeführt werden. Gemäß SABINE wäre eine Nachhallzeit  $T = 0,42$  s zu erwarten. Die rechtlichen Anforderungen ( $T < 0,7$  s) sind scheinbar nachgewiesen. Tatsächlich liegt die Nachhallzeit aber bei  $T = 1,31$  s und damit deutlich außerhalb der geforderten Qualitäten.

### Besondere Geometrien

Zu völlig unzureichenden Schlussfolgerung führen vereinfachte akustische Berechnung dann, wenn spezielle Geometrien und asymmetrische Absorberanordnung zusammen treffen.

Hier zeigen sich nicht nur Abweichungen in der Berechnung der Nachhallzeit, sondern es treten auch mitunter unangenehme und unerwartete raumakustische Effekte auf, die Sprachverständlichkeit, Deutlichkeit oder Klarheit negativ beeinflussen können.

Ein besonderes Beispiel stellt ein jüngst in unserem Team bearbeiteter, kreisrunder Konferenzraum (Abb. 2) dar. Durch die konkav gekrümmte Fassade ergeben Fokussierungseffekte, welche sich besonders ungünstig für den akustischen Komfort im Raum auswirken.

Die aus der Nutzung und dem Raumvolumen abgeleitete anzustrebende Nachhallzeit ergibt sich zu  $T = 0,62$  s [1]. Bei einer reinen akustischen Aktivierung der Decke könnte über die Formel von SABINE eine mittlere Nachhallzeit von  $T = \frac{0,163 \cdot 294}{100} = 0,60$  s erreicht werden. Die Anforderungen an die Nachhallzeit wären somit erfüllt.

Wie mit einer detaillierteren Berechnung mittels CATT-Acoustic unter Berücksichtigung der Lage und Beschaffenheit der Oberflächen im Raum gezeigt werden kann, ergibt sich tatsächlich eine etwa doppelt so hohe Nachhallzeit von  $T = 1,14$  s (Abb. 3).

Die Abweichung der Nachhallzeit ist durch die Mehrfachreflexionen an den schallharten Fensterflächen gegeben. Die Decke ist aufgrund der vorhandenen Raumhöhe und die fehlende Streuung in der Vertikalen für die Schallabsorption und die Reduktion der Nachhallzeit erst spät wirksam.

Dieser Effekt spiegelt sich auch in der Auswertung des Deutlichkeitsmaßes  $D_{50}$  wider. Als Zielwert für akzeptable Sprachverständlichkeit sollte ein Deutlichkeitsmaß  $D_{50} > 0,0$  erreicht werden.

Es zeigt sich, dass bereits bei geringen Abständen vom Sprecher (Abb. 4) ein zu geringes Deutlichkeitsmaß  $D_{50}$  erreicht wird. Die Kommunikation im Konferenzraum ist damit deutlich beeinträchtigt.

### Alternative Maßnahmen zur Verbesserung

Um den Anforderungen zu entsprechen und ein akustisch vertretbare Situation zu erreichen, sind jedenfalls zusätzliche raumakustisch wirksame Maßnahmen erforderlich. Die Möglichkeiten, die Schallabsorption vor Fensterflächen über die Materialwahl zu verbessern sind gering. Es böten sich zB Lösungen mit gespannten, transparenten und akustisch wirksamen Folien oder auch schwere Lamellenstore an. Beide Varianten sind aber im gegenständlichen Fall aus gestalterische Gründen nicht erwünscht.

Alternativ können die wichtigen raumakustischen Eigenschaften (Nachhallzeit und  $D_{50}$ ) durch eine Anpassung der Geometrie verbessert werden, ohne dass zusätzliche Absorber eingebracht werden. Dies kann durch die gezielte Steuerung der Reflexionen zur Effizienzsteigerung der vorhandenen Akustikflächen erfolgen.

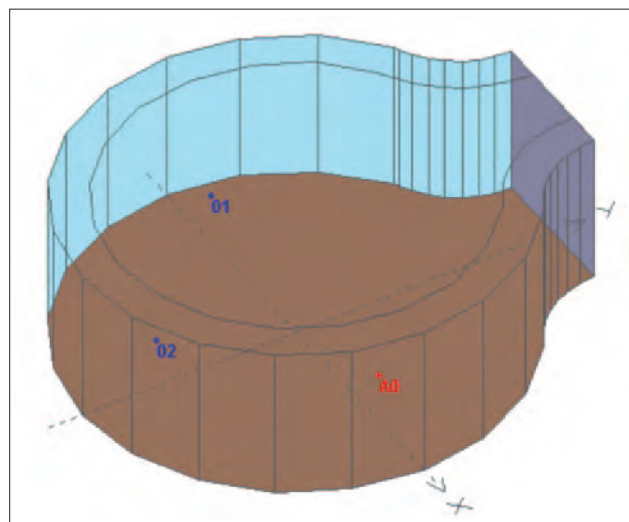


Abb. 2: Konferenzraum ( $A \sim 84$  m<sup>2</sup>) mit kreisrundem Grundriss, umseitig verglast, Raumhöhe = 3,5 m, Decke akustisch belegt. Die Markierungen zeigen die Sprecherposition (rot) sowie ausgewerteten Empfangspositionen (blau) an.

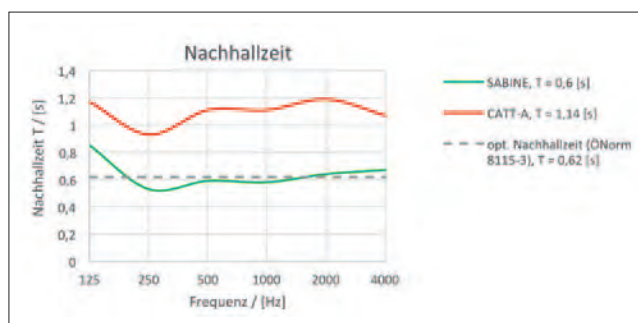


Abb. 3: Optimale Nachhallzeit nach ÖNorm 8115-3, Nachhallzeit nach Sabine und Nachhallzeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Oberflächeneigenschaften und Raumgeometrie mittels CATT-Acoustic

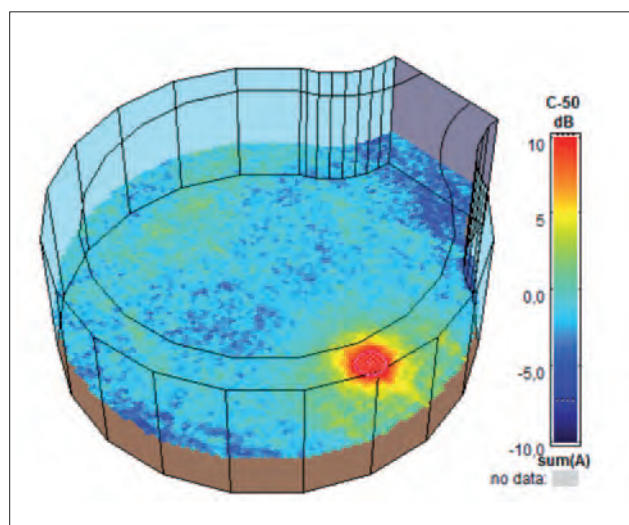


Abb. 4: Grafische Darstellung des Deutlichkeitsmaßes  $D_{50}$  auf einer Höhe von 1,2 m, Fokussierung an gegenüberliegender Stelle des Sprechers erkennbar, Durchschnittlich liegt das Deutlichkeitsmaß bei  $D_{50} = -1,01$

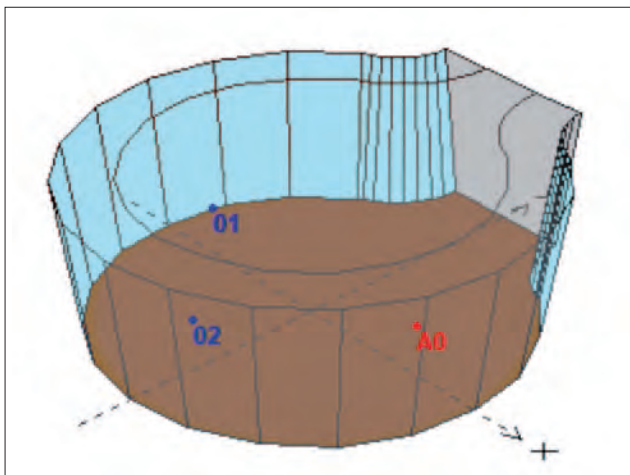


Abb. 5: Konferenzraum mit kreisrundem Grundriss, umseitig verglast, Raumhöhe = 3,5 m, Decke akustisch belegt, Fassade 6° nach außen geneigt. Die Markierungen zeigen die Sprecherposition (rot) sowie ausgewerteten Empfangspositionen (blau) an.

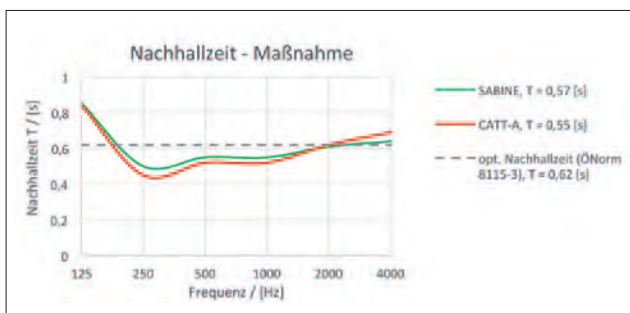


Abb. 6: Optimale Nachhallzeit nach ÖNorm 8115-3, Nachhallzeit nach Sabine und Nachhallzeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Oberflächeneigenschaften und Raumgeometrie mittels CATT-Acoustic. (Abnahme der Nachhallzeit nach SABINE aufgrund der größeren Deckenflächen wegen dem Schrägstellen der Außenwände)

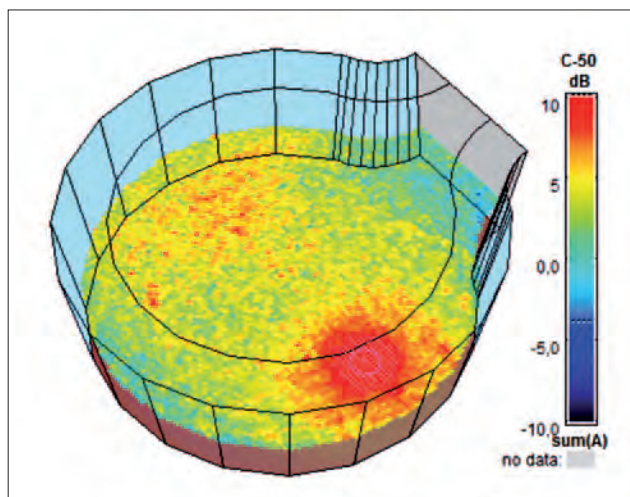


Abb. 6: Optimale Nachhallzeit nach ÖNorm 8115-3, Nachhallzeit nach Sabine und Nachhallzeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Oberflächeneigenschaften und Raumgeometrie mittels CATT-Acoustic. (Abnahme der Nachhallzeit nach SABINE aufgrund der größeren Deckenflächen wegen dem Schrägstellen der Außenwände)

Im gegenständlichen Fall kann die Fensterfassade schlicht leicht nach außen geneigt (vgl. Abb. 5) werden. Dadurch wird die erste Reflexion an der Wand auf die absorbierende Decke gelenkt und deren Wirksamkeit deutlich verbessert.

Bereits mit geringen Neigungswinkeln (etwa 6°) kann die Nachhallzeit bei nahezu gleichbleibender schallabsorbierender Fläche an der Decke maßgeblich reduziert werden; außerdem wird ein deutlich diffuseres Schallfeld im Raum erreicht. Nun liegt die tatsächlich erreichbare Nachhallzeit im Bereich einer vereinfachten Berechnung nach SABINE (vgl. Abb. 6).

### Bessere Verständlichkeit durch verbesserte Raumakustik

Mit der Absenkung der Nachhallzeit kann auch eine verbesserte Sprachverständlichkeit erreicht werden. In Abbildung 7 ist das Deutlichkeitsmaß  $D_{50}$  für die angepasste Geometrie dargestellt. Hier zeigt sich eine deutliche Verbesserung im Vergleich zu der ursprünglichen Variante, ohne dass zusätzliche schallabsorbierende Flächen vorgesehen wurden. Späte Reflexionen, welche als störend empfunden werden, werden durch die geneigten Flächen und Absorption an der Decke effizient vermieden. Das mittlere Deutlichkeitsmaß liegt bei dieser Variante bei  $D_{50} = 4,24$  [-]. Dies ist mit einer sehr guten Verständlichkeit gleichzusetzen. Es ist zu erwähnen, dass die geometrische Maßnahme in Summe sogar effizienter ist, als die Alternative über die Gestaltung der Oberflächen mit zusätzlichen schallabsorbierenden Elementen.

### Zusammenfassung

Das vereinfachte Nachweisverfahren für die Beurteilung der Raumakustik nach SABINE ist oftmals nicht anwendbar, da die geforderten Bedingungen einer ausreichenden Diffusität nicht gegeben sind. Dies kann auch schon bei typischen Büroräumen der Fall sein. Besonders bei geometrisch sehr charakteristischen Räumen, wie zB konkav gekrümmten Wänden, werden raumakustische Eigenschaften falsch eingeschätzt. Hier sollte jedenfalls auf ein detaillierteres Rechenverfahren zurückgegriffen werden. Über zusätzliche raumakustische Parameter können zudem genauere Aussagen über die zu erwartende Verständlichkeit und Deutlichkeit oder die zu erwartenden Schalldruckpegel im Raum getroffen werden.

### Quellen

- [1] ÖNorm 8115-3 2005.12.01 – Schallschutz und Raumakustik im Hochbau, Teil 3: Raumakustik
- [2] CATT-Acoustic v9.1a

### Informationen

DI Alexander Salzmann, DI Dr. Karl Torghele  
 SPEKTRUM Bauphysik & Bauökologie GmbH  
 6850 Dornbirn, Lustenauerstraße 64 (element)  
 Telefon: +43 (0)5572 / 208008  
 office@spektrum.co.at  
 www.spektrum.co.at

**135** Schallmessungen

**89** Energie-, Behaglichkeits-, & Bauteilmonitoring

wurden abgewickelt

# Plus-Energie Passivhaus Kindergarten Wirbelwind Inbetriebnahme und Betriebsführung



Die Gebäudetechnik bestimmt bei hochenergieeffizienten Gebäuden maßgeblich die funktionale und energetische Performance. Entsprechend anspruchsvoll ist das Qualitätsmanagement im zeitlichen Verlauf, von der Planung, Ausführung, Inbetriebnahme und Abnahme der einzelnen Gewerke bis zur späteren Betriebsführung der Gebäude.

Rudolf Binting, IBO GmbH

Als Hilfestellung eignet sich dazu sehr gut das Softwarepaket Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) da unter anderem die tatsächlich vorherrschenden Monatsmittel bzw. -summen für die Außen- und Innenraumtemperaturen und Globalstrahlung angepasst werden können. Auch die genaue Erfassung der elektrischen Verbraucher und der tatsächlichen Belegung kann korrigiert und dadurch der aktuelle Verbrauch mit der Prognose umfassend abgeglichen werden. Beim Kindergarten Wirbelwind hat das IBO damit die Inbetriebnahme und Betriebsführung begleitet. Die Messdatenaufbereitung und Prognoseanpassung erfolgen dabei auf dem Server der IBO GmbH. So ist es möglich, sich vollautomatisch tagesaktuell über den Trend zwischen tatsächlichen und prognostizierten Verbrauch informieren zu lassen und entsprechende Maßnahmen zu treffen. Die Daten können sowohl über Email als auch über entsprechende Visualisierungen abgerufen werden. Alternativ kann dies auch durch hocheffiziente und kostengünstige Miniaturrechner erfolgen. Diese Kleinstcomputer verbrauchen im Jahr 20–45 kWh an Strom und können zusätzlich die Überwachung der Lüftungsanlage übernehmen.

## Umsetzung Messtechnik

Die Erfassung der Verbräuche v.a. bei kleinvolumigen Gebäuden, in denen keine Leittechnik vorgesehen ist, kann effizient und kostengünstig erfolgen, solange einzelne Subzähler v.a. für den Stromverbrauch in der Errichtung mitgedacht und implementiert wurden. Nutzerstrom und Hilfsenergie sowie der Stromverbrauch einer eventuell vorhandenen Wärmepumpe oder Solepumpe für die Kühlung im Sommer und anderweitige Abnehmer wie z.B. Elektrotankstellen müssen getrennt erfasst werden. Ratsam ist es auch den Stromverbrauch der Lüftungsanlage, v.a. wenn ein elektrisches Nachheizregister verbaut ist, aufzuzeichnen.

Als technische Lösung eignen sich besonders kostengünstige S0-Stromzähler, die über entsprechende Gateways die Messdaten über einen Netzwerkanschluss direkt auf einen Server übertragen. Zur Überwachung der Komfortparameter können Werte aus der Leittechnik übernommen werden oder auch Ablufttemperaturen der Lüftungsanlagen. Kostengünstige und mobile Geräte, die Parameter wie CO<sub>2</sub>, TVOC und Luftqualität längerfristig messen, wur-

den vom IBO gemeinsam mit der Fa. HSBS entwickelt. Mit einem eigens programmierten Algorithmus können diese Geräte zusätzlich vor Schimmelpilzwachstum warnen. Auch diese gemessenen Daten können über das Internet aufgerufen werden.

## Verbrauch und Prognose im monatlichen Berechnungsverfahren

Für den Abgleich der gemessenen und prognostizierten Werte wurde das Monatsbilanzverfahren aus PHPP adaptiert und der berechnete und gemessene Endenergieverbrauch einander gegenübergestellt. Wie man aus der Grafik erkennen kann, liegen Verbrauch und Prognose, erkennbar an der grünen und der schwarzen Linie, in den kalten Monaten knapp aneinander, während in der Übergangszeit v.a. März und Oktober die Differenz zwischen Theorie und Praxis größer ist.

Dies liegt vor allem daran, dass die solaren Erträge in den südlich gelegenen Gruppenräumen zwar nutzbar sind, allerdings nicht in den langgestreckten nördlichen Bereich des Gebäudes ankommen. Vor allem an Tagen mit hoher Sonneneinstrahlung werden gerne die Türen zum Spielplatz geöffnet, so entstehen Lüftungsverluste, die im Berechnungsprogramm nicht vorgesehen waren.

In Summe beträgt die Abweichung für das ganze Jahr rund 6 kWh. Das Passivhausinstitut führt auch bei sorgfältiger Berechnung eine Abweichung von +/- 3 kWh und nochmal denselben Wert für die Messtechnik an. So zeigt sich eine beispielhafte Übereinstimmung von Prognose und tatsächlichem Verbrauch, gelungen durch das Monitoring, das ein rasches Reagieren auf Abweichungen ermöglicht hat (Abb. 1)

## Die Strombilanz auf Monatsbasis

Der Großteil des Nutzerstroms wird für Beleuchtung und Küche aufgebracht und liegt unter 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub> und Jahr. Davon entfallen auf die Beleuchtung rund 40 %. Der Hilfsstrom umfasst die Verbräuche für die Zirkulationspumpe und die Lüftungsanlage, die in Summe knapp unter 5 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub> liegen (Abb. 2).

Für die Warmwasserbereitung wird erfreulich wenig Energie verbraucht. Nur rund 1236 kWh wurden im Jahr 2017 verbraucht. Hochgerechnet auf die Belegung entspricht dies in etwa 1,4 Liter

Abb. 1: Vergleich Prognose und Messwerte bei korrigierten Innenraum- und Außentemperaturen. Die grüne Linie stellt den Endenergiebedarf, also die Prognose, dar und die schwarze Linie die gemessenen Werte am Wärmemengenzähler Fernwärme, somit den tatsächlichen Verbrauch.

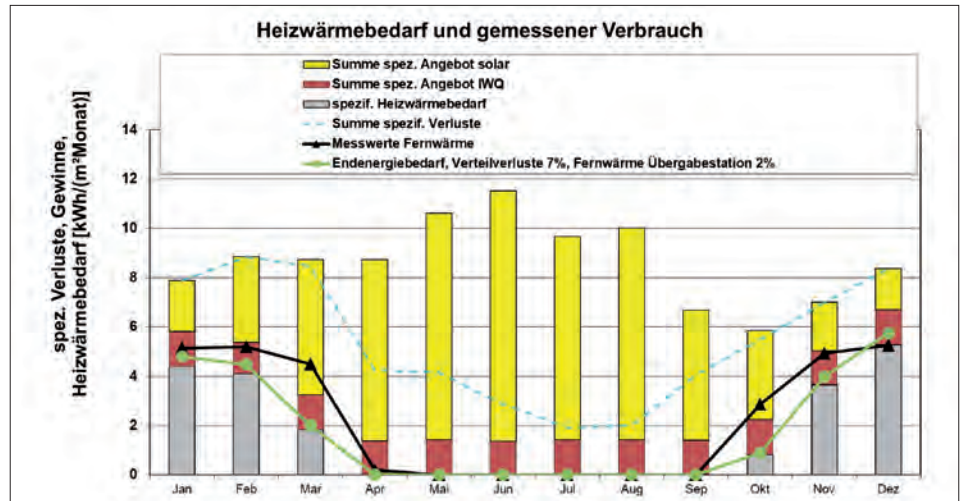


Abb. 2: Stromverbrauch und -produktion im Monatsverlauf

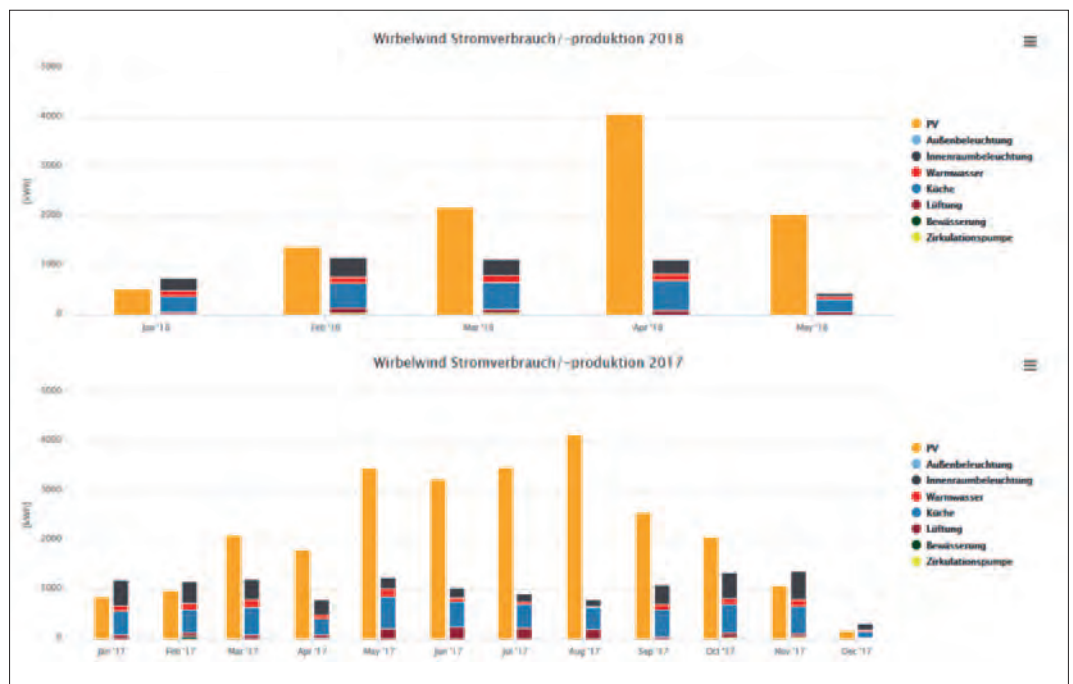
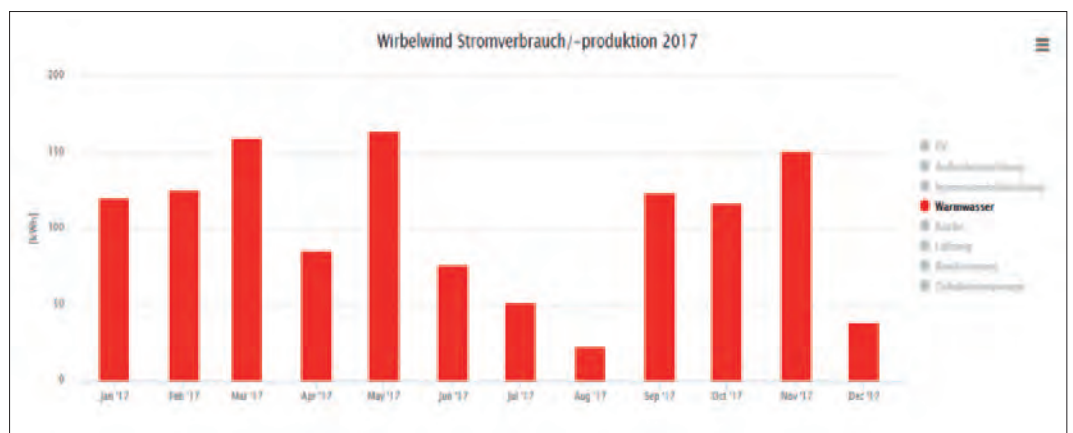


Abb. 3: Warmwasserverbrauch im Monatsverlauf 2017



pro Person und Tag (ganzes Kalenderjahr und rund 40°C Warmwassertemperatur). Dieser geringe Aufwand wird mit Durchlauferhitzern direkt bei den Wasserentnahmestellen erreicht. Schon in der

Planung hat das IBO diese Lösung forciert, denn der Nachteil einer relativ hohen Anschlussleistung (rund 5 kW pro Gerät) wird durch den geringen Energieverbrauch und den Wegfall von Zirkulations-



Abb. 4: Überwachung der Zu- und Abluftmengen sowie CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Gruppenräumen.

verlusten mehr als kompensiert. Ein weiterer Vorteil dieser Lösung ist, dass durch die niedrige Bereitstellungstemperatur (Verbürstungsschutz) kaum Kalk ausfällt, was auch die Wartungskosten minimiert (Abb. 3).

Einige Hersteller bieten bereits vorgefertigte Schnittstellen für ihre Lüftungsanlagen an, womit man diese komfortabel per Weboberfläche konfigurieren kann. Damit können vordefinierte Laufzeiten, Luftmengen sowie die Zulufttemperatur eingestellt werden. Genauso wird bei Fehlfunktionen der Anlage Alarm ausgelöst, wenn z.B. erhöhter Druckabfall auf verschmutzte Luftfilter und damit erhöhtem Energieverbrauch hinweist (Abb. 4).

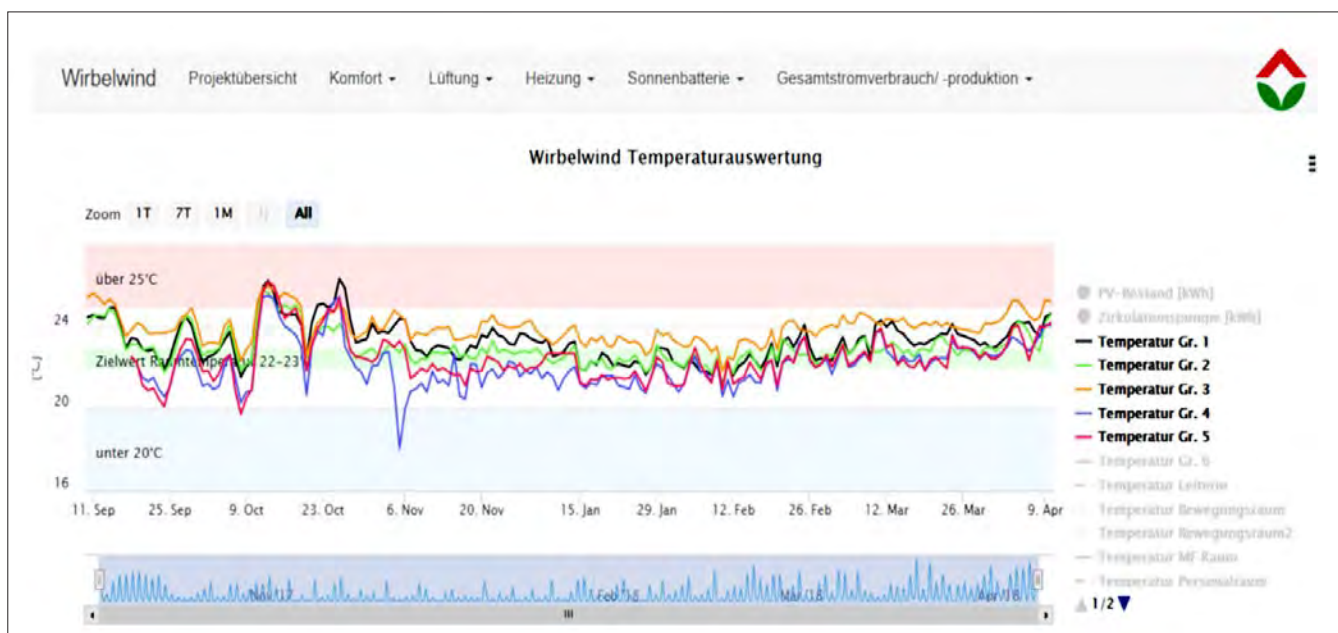
### Lufttemperatur

Mit dem Monitoring konnten Raumtemperaturen auf den Soll-Bereich eingependelt werden, wie in der Abbildung 5 erkennbar. Im Rahmen der Erweiterung des Kindergartens im Sommer 2017 musste die Steuerung der Fußbodenheizung neu justiert werden.

### Wie thermische Behaglichkeit bewertet wird

Wenn keine mechanische Kühlung vorhanden ist, kann die thermische Behaglichkeit nach DIN/ÖNORM EN 15251 bewertet werden. Die Komfortklassen richten sich nach den gleitenden Außentemperatur-Tagesmitteln im Jahresverlauf. In der Abbildung 6 wurde der

Abb. 5: Verlauf der Innenraumlufttemperatur in den Gruppenräumen



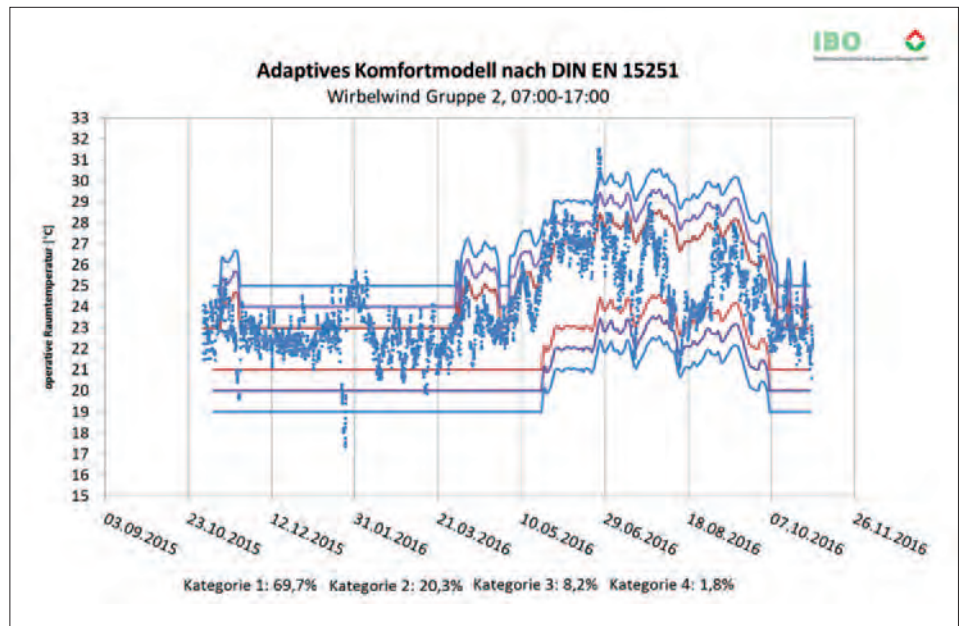


Abb. 6: Bewertung der thermischen Behaglichkeit nach DIN EN 15251 im Zeitverlauf

Raum Gruppe 2 bewertet, und zwar in jenem Zeitraum in dem der Raum auch tatsächlich benutzt wurde, in diesem Fall von Mo.–Fr. von 07:00 bis 17:00 Uhr. Die Kategorie 1 (entspricht Komfortklasse 1) liegt zwischen den beiden roten, Kat.2 jeweils zwischen den roten und lilafarbenen und Kat.3 zw. lilafarbenen und blauen Linien. Mit der Kategorie 4 wurden hier alle Werte außerhalb des Bewertungsrasters definiert. Im Hochsommer wird die Komfortklasse 1 überwiegend eingehalten, während es in der Übergangszeit aufgrund der großen, südlich orientierten Fensterflächen auch zu höheren Temperaturen kommt.

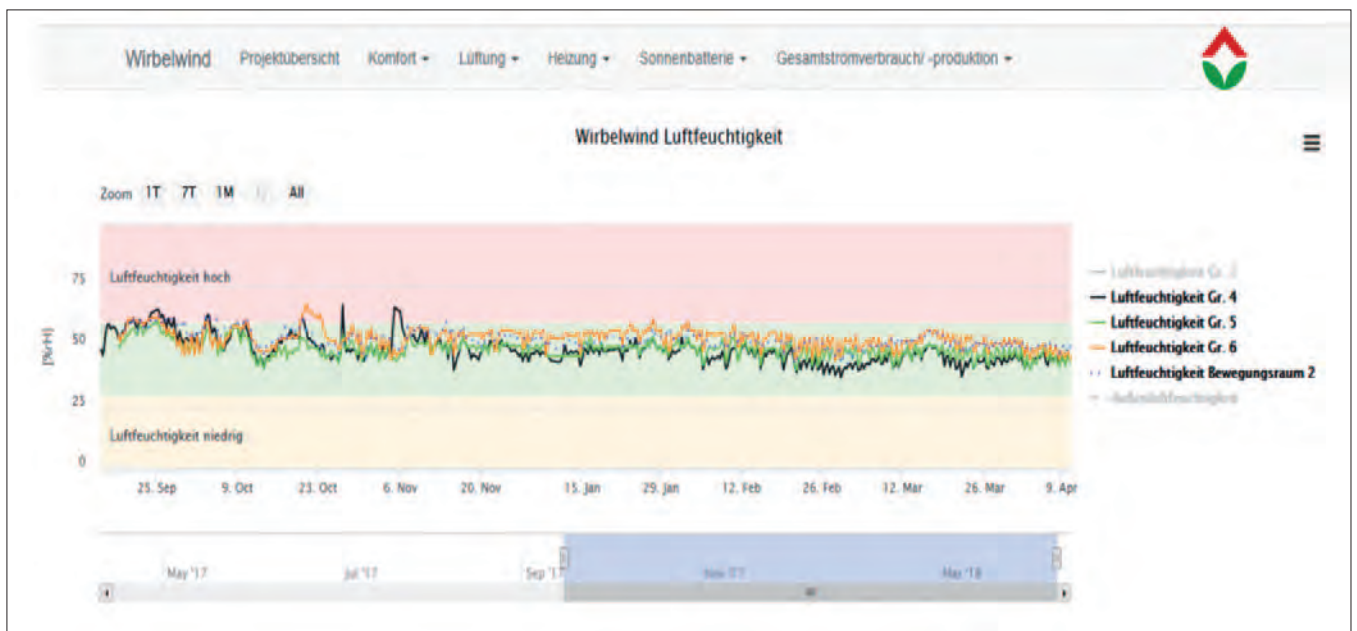
**Luftfeuchtigkeit**

Nach der Einregulierungsphase liegt die Luftfeuchtigkeit nunmehr durchwegs im erwünschten Bereich, ersichtlich in der Visualisierung am grünen Bereich (Abb. 7)

**Thermische Behaglichkeit nach ÖNORM EN ISO 7730**

Vor allem in mechanisch gekühlten Objekten bieten sich Behaglichkeitsmessungen nach ÖNORM EN ISO 7730 an. Damit können nicht nur Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, sondern auch die Strahlungstemperatur und Zugluft bewertet werden (Abb. 8).

Abb. 7: Verlauf der Raumluftfeuchtigkeit in den Gruppenräumen.



# Behaglichkeitsmessung

Plot

Messungsname:

ibobüro

OK

## Chart

Zeitraum: 1 Tag

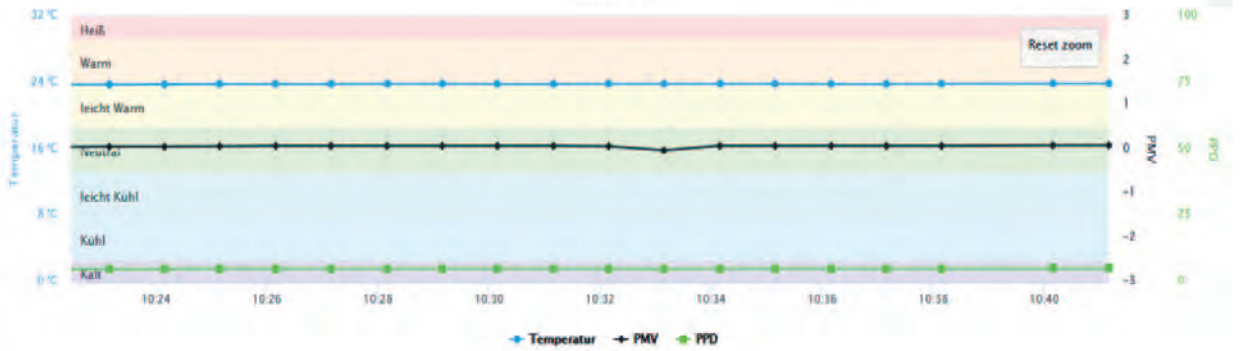
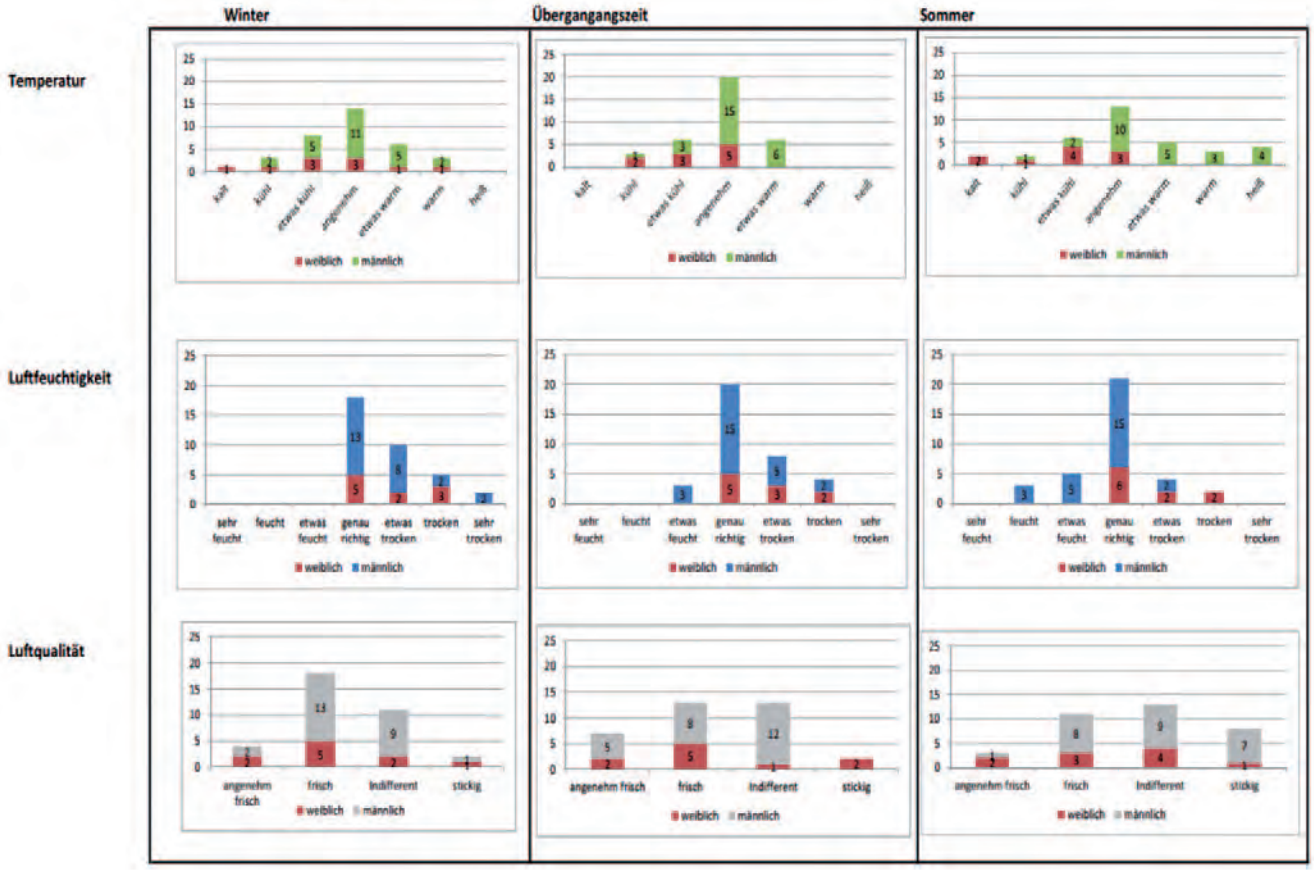


Abb. 8: Beispiel für ein Behaglichkeitsmessung (PMV und PPD) nach nach ÖNORM EN ISO 7730

Abb. 9: Beispiel für eine Fragebogenauswertung gegliedert nach Winter, Übergangszeit, Sommer sowie Lufttemperatur, -feuchtigkeit und -qualität.

Bürogebäude Beispiel  
Auswertung Fragebögen, September 2017  
Anzahl beantworteter Fragebögen: 35

ausgewertet durch:







Fotos: © KITO / Michael Baumgartner

### Was Nutzer sagen: Fragebögen bringen Sicherheit

Optimale Arbeitsbedingungen stellen eine Gratwanderung zwischen thermischem Komfort und Raumluftqualität dar. So werden geringe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und hohe Innenraumtemperaturen im Winter von den NutzerInnen als angenehm empfunden, damit sinkt jedoch zwangsläufig die Luftfeuchtigkeit. Man muss sich bewusst sein, dass es kaum möglich ist, ein Raumklima zu schaffen, das alle Personen zufrieden stellt. Wie wir seit den umfangreichen Messungen von P.O. Fanger wissen, wird es immer zumindest 5 Prozent Unzufriedene geben.

Insofern bieten Messungen der CO<sub>2</sub>-Konzentration, Luftfeuchtigkeit und TVOC (flüchtige Kohlenwasserstoffe) gute Anhaltspunkte zur Raumluftqualität, auch wenn die subjektiv empfundene davon stark abweichen kann. Fragebögen stellen eine Möglichkeit dar, die Zufriedenheit der Nutzer zu eruieren und die Messergebnisse dem tatsächlich empfundenen Komfort gegenüberzustellen (Abb. 9).

### Monitoring – mittlerweile auch für kleine Gebäude kostengünstig machbar

Das IBO hat mittlerweile mehrere Monitoring Projekte umgesetzt und kann – basierend auf den Erfahrungen und Entwicklungen – die passende Sensorik, Auswertelgorithmen und Visualisierungen für Energie-, Bauteil- und Komfortmonitoring anbieten. Kostengünstige Lösungen für Hardware, automatisierte Meldungen zur aktuellen Gebäude-Performance, aussagekräftige Visualisierungen zur Dokumentation ermöglichen eine effiziente Inbetriebnahme und Betriebsführung. Damit können auch kleinvolumige Projekte effizient begleitet werden, wenn in der Planung die benötigten Messpunkte und -geräte sorgfältig bestimmt werden.



Monitoring für Inbetriebnahme und Betriebsführung hat in den Gebäudezertifizierungssystemen Einzug gefunden, auf nationaler Ebene mit dem klimaaktiv Zertifizierungssystem „klimaaktiv in der Gebäudenutzung“. Der Kindergarten Wirbelwind wurde mit dem besonders ambitionierten klimaaktiv Gebäudestandard zertifiziert und ausgezeichnet.

#### Informationen

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

# Indoor Air Quality

Mittlerweile haben wir es schon alle gehört: wir MitteleuropäerInnen verbringen durchschnittlich 90 % unserer Lebenszeit in Innenräumen – im eigenen Heim, in Arbeits- oder Ausbildungsstätte, öffentlichen oder privaten Verkehrsmitteln, Wartezimmern, Lokalen oder Geschäften. Die Tatsache, dass wir in einer Zeit zunehmender Digitalisierung leben, trägt nicht gerade zu einer Entschärfung der Situation bei: Oft ist das eigene Heim zugleich der Arbeitsplatz, die Qualität der Raumluft in den eigenen vier Wänden ist relevanter denn je.

Ute Muñoz-Czerny, IBO GmbH

**K**eine Frage, dass sich die Wohnsituation in den letzten Jahren im Vergleich zur Zeit der Überbelegung, offenen Koch- und Feuerstellen in Innenräumen und Asbestbelastung verbessert hat. Doch so sehr Fortschritte in der Energieeffizienz von Gebäuden gemacht wurden, so rasch stieg der Anteil neuer, aus Optimierungsgründen chemikalienversetzter Baumaterialien. Diese Produkte beinhalten teils Substanzen, deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt oft nicht abschätzbar sind.

Dichte Gebäudekonstruktionen tragen zu einer Verringerung des Wärmeverlustes bei, aber auch zu einer Verringerung der Ablüftung von Schadstoffemissionen – sei es aus Baustoffen, Ausstattungsmaterialien oder anthropogen verursacht. So haben wir zwar Häuser, die hinsichtlich ihres Heizenergiebedarfs optimiert sind, aber was nützt das, wenn wir krank werden durch Schadstoffe, die nicht ausreichend abgelüftet werden? Raumlufttechnische Anlagen als Ersatz bzw. Ergänzung der klassischen Fensterlüftung verbessern die Situation zwar, optimal wäre es allerdings, Schadstoffe im Innenraum gar nicht erst entstehen zu lassen.

Dies ist möglich durch eine bedachte Wahl von Bau- und Ausstattungsmaterialien und den richtigen Umgang mit Verbrennungsvorgängen im Innenraum (offene Feuerstellen - allen voran Ethanolöfen, Tabakrauch, Kerzen usw.). Damit lassen sich Schadstoffe wie flüchtige organische Verbindungen (VOC), Formaldehyd und Feinstaub weitestgehend vermeiden oder zumindest verringern. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als Stoffwechselprodukt des Menschen ist grundsätzlich kein Schadstoff, trägt aber ab einer gewissen Konzentration zu Kopfschmerzen und Leistungsverlusten bei und dient als Indikator für die Innenraumluftqualität. Vermeiden lässt sich eine zu hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration durch ausreichende Frischluftzufuhr.

Der erwachsene Mensch atmet durchschnittlich rund 12.000 Liter Luft pro Tag ein und aus, bei sportlicher Betätigung mehr. Kleinkinder und Säuglinge atmen etwa doppelt so schnell wie Erwachsene und nehmen deshalb im Vergleich zu ihrer Körpermasse wesentlich mehr Luft auf. Luft ist neben Flüssigkeit und Nahrung ein wichtiges Lebensmittel und verdient unsere Beachtung. Wer ökologisch und gesund Bauen sagt, muss auch gesunde Raumluft sagen.

Deshalb erforscht das IBO seit Jahren die für Behaglichkeit und Gesundheit im Innenraum relevanten Parameter und ist maßgeblich beteiligt am Wegweiser für eine gesunde Raumluft (in Zusammenarbeit mit dem BM für Nachhaltigkeit und Tourismus, ehemals BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) ([https://www.bmnt.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/gesunde\\_Raumluft.html](https://www.bmnt.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/gesunde_Raumluft.html)). Bei den durchgeführten Forschungsprojekten betrachtet das IBO jeweils unterschiedliche Aspekte der Innenraumluft: verschiedene Bauweisen, einzelne Schadstoffgruppen oder die Gesamtwirkung der Raumluftsituation auf den Menschen werden untersucht.

## **Beeinflusst die Art der Gebäudebelüftung Gesundheit und Raumluftqualität?**

In der 2014 abgeschlossenen Studie Lüftung 3.0 wurden Luftqualitätsdaten und Daten der BewohnerInnen-gesundheit von Wohngebäuden mit kontrollierter Wohnraumlüftung solchen ohne mechanische Lüftungsanlage – also wo die Lüftung rein über die Fenster erfolgt - gegenübergestellt. Gemessen wurden VOC, Formaldehyd, CO<sub>2</sub>, Hausstauballergene, Schimmelsporen, Radon, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und der Luftwechsel. Durchgeführt wurde die Studie in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Universität Wien – Zentrum für Public Health, IBO Innenraumanalytik sowie AGES. Die Ergebnisse können hier eingesehen werden: <https://www.ibo.at/forschung/referenzprojekte/data/luftung-30/>

Wie erwartet, kam es in beiden Haustypen im Verlauf eines Jahres zu einer Abnahme der Schadstoffkonzentration. Wie sich die Raumluftsituation jedoch innerhalb von mehreren Jahren entwickelt und ob sich die Haustypen (mechanisch belüftet vs fensterbelüftet) dahingehend unterscheiden, wird im Folgeprojekt Indoor Air Scavenger untersucht.

## **Wie verändert sich die Schadstoffbelastung im Zeitverlauf? Und gibt es schadstoffreduzierende Materialien für den Innenraum?**

Im Projekt (Indoor Air Scavenger), durchgeführt in Zusammenarbeit mit der Holzforschung Austria, Medizinischen Universität Wien und

IBO Innenraumanalytik, wird ein Teil der Objekte und ProbandInnen aus Lüftung 3.0 erneut besucht, Gesundheitsdaten erhoben sowie Raumluftproben zur Bestimmung der VOC- und Formaldehydkonzentration genommen. Damit kann festgestellt werden, inwieweit sich Luftqualität und BewohnerInnenengesundheit im Verlauf von etwa fünf Jahren verändert haben. Außerdem soll erhoben werden, ob hinsichtlich der Bauweise – Holz- vs Massivbauweise – ein Unterschied in der Luftqualität besteht. Zudem wird in Laboruntersuchungen geprüft, welche Materialien („Scavenger“) in der Lage sind, flüchtige organische Verbindungen aus der Raumluft zu binden und damit die VOC-Belastung zu verringern.

Neben genannten Schadstoffen wird der Verlauf von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Konzentration über einen Zeitraum von einem Jahr in den Schlafräumen erhoben. Diese Daten werden in Echtzeit per GSM an das IBO übertragen und können von den ProbandInnen jeweils für ihr Haus/ihre Wohnung eingesehen werden. Ziel ist, Daten zu den Verläufen der Klimawerte sowie der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit zu erhalten. Die ProbandInnen werden von der dafür eingesetzten Messstation (Human Smart Box) bei Gefahr der Schimmelbildung sowie einer erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration visuell gewarnt und können entsprechend reagieren. Die Studie wird Mitte 2020 abgeschlossen werden.



Abb. 1: Messgerät (BiVOC) zur Erhebung der Formaldehyd-konzentration in der Raumluft

### Macht Staub krank?

Staub im Außenbereich ist schon lange im Fokus von UmweltmedizinerInnen und aufgrund des Dieselskandals hochaktuell. Aber auch im Innenraum sind wir mehr oder weniger stark mit Staub konfrontiert: entweder durch den Luftaustausch zwischen Innen und Außen oder durch Vorgänge im Innenraum selber – sei es durch Verbrennungsprozesse oder durch Abrieb von Materialien. Staub besteht aus Partikeln unterschiedlicher Fraktionen und Zusammensetzung. Gesundheitlich relevant ist vor allem Ultrafeinstaub - das sind Teilchen mit einer Größe von maximal 0,1 µm. Und zwar deshalb, weil die aufgewirbelten Teilchen mit der Atemluft aufgenommen werden und in die Lunge gelangen, wo sie Entzündungsreaktionen und im schlimmsten Fall Krebs hervorrufen können.

Zur Zeit ist das IBO Projektpartner im interdisziplinär von MitarbeiterInnen der Holzforschung Austria, des Österreichischen Kachelofenverbandes und des Zentrums für Elektronenmikroskopie durchgeführten Forschungsprojektes Staubanalysen in der Innenraumluft.

Ziel des Vorhabens ist die quantitative und qualitative Untersuchung von Staub im Innenraum - teilweise in Verbindung mit dem eingesetzten Heizsystem – sowie die Erhebung der gesundheitlichen Auswirkungen der Staubbelastung. Senior Researcher der beteiligten Institute vertiefen im Zuge des Forschungsprojektes ihre Expertise im jeweiligen Tätigkeitsbereich. Die Forscherin des IBO (DI Ute Muñoz-Czerny) wird die Auswirkungen von Schadstoffen und klimatischen Innenraumbedingungen auf Gesundheit und Behaglichkeit untersuchen.

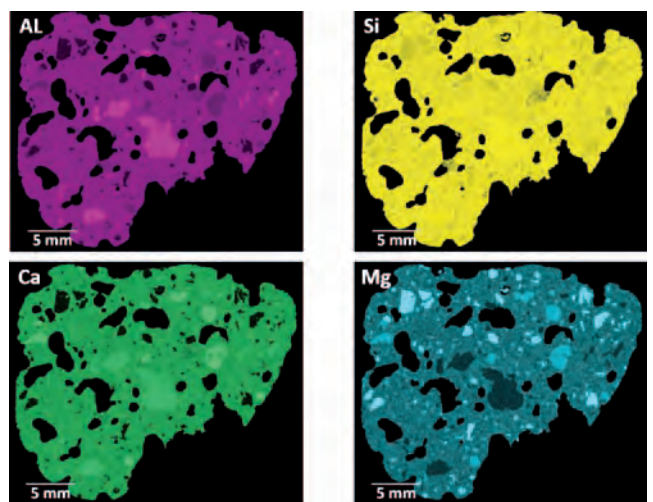


Abb. 2: Kleine Artefakte in einer großen Matrix oder Bestandteile unbekannter Größe im Grundmaterial können mit großflächigen Elementverteilungsbildern sichtbar gemacht werden. Beispielhaft wurde isländisches Vulkangestein, das am Strand bei Búðir vorkommt, untersucht (pink – Aluminium, gelb – Silizium, grün - Kalzium, türkis – Magnesium).

Quelle: <https://www.felmi-zfe.at/large-area-mapping/?parent=107>

Das strategische ACR-Projekt wird im August 2019 abgeschlossen werden.

Die Ergebnisse aus den Forschungsprojekten werden als Teil der Beurteilungsgrundlagen in die Bewertung von Bauprodukten aufgenommen, gewonnene Erkenntnisse dienen der Erweiterung des Dienstleistungsangebotes des IBO.

#### Informationen

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

# IBO und Innenraumklimatologie – ein historischer Rückblick

Vor etwa 30 Jahren begann man, dem Innenraumklima als „dritte Haut“ des Menschen verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken. Neben dem klassischen Diskurs um Schadstoffe in Innenräumen treten immer stärker Lüftungsfragen in den Vordergrund. Momentan werden unter dem Titel „kostengünstiges Bauen“ neue, sinnvolle Ansätze für den Innenraum kontroversiell diskutiert. In jedem Fall sind jedoch fortschrittliche Lösungen im Baubereich ohne Berücksichtigung des Fachbereiches Innenraumklimatologie undenkbar geworden.

Peter Tappler, IBO Innenraumanalytik OG

## Einleitung

Schon in der Antike begann man sich mit innenraumbezogenen Fragestellungen zu beschäftigen. In der Bibel wird im Alten Testament 3. Buch Mose, Kapitel 14 auf den Umgang mit Schimmelpilzbefall („Aussatz bzw. Ausschlag des Hauses“) und dessen Bekämpfung durchaus fachkompetent eingegangen („Das Haus soll man innen ringsherum abschaben und den abgeschabten Lehm hinaus vor die Stadt an einen unreinen Ort schütten“).

Im Mittelalter, jedoch auch schon davor, stellte sich die lebensnotwendige Frage nach der Lüftung von Bergwerksanlagen und Produktionsstätten, in denen mit gesundheitsschädlichen Substanzen gearbeitet wurde (z.B. Gerbereien). In Haushalten des europäischen Mittelalters brachte die nahezu flächendeckende Einführung des Kamins eine spürbare Verbesserung der Innenraumluftqualität, endlich war die Küche nicht mehr verraucht. Mitte des 19. Jahrhundert erforschte der deutsche Hygieniker Max von Pettenkofer den Zusammenhang von anthropogenen (menschlichen) Emissionen und Gesundheit und stellte erstmals einen Richtwert für die Substanz CO<sub>2</sub> als Marker für vom Menschen abgegebene (anthropogene) Luftinhaltsstoffe in den Raum.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wendete man sich auf Grund der Einbringung von stark Schadstoffe emittierenden Materialien in Innenräumen (Stichwort Formaldehyd) verstärkt innenraumhygienischen Fragestellungen zu. Ab den achtziger Jahren spielte auch die zunehmende Dichtheit von Häusern eine große Rolle, es kam zu einer verstärkten Anreicherung von Schadstoffen und zu Schimmelfall infolge hoher Luftfeuchtigkeit. Etwa ab dieser Zeit kann man von einer zunehmend eigenständigen Entwicklung des Bereiches Innenraumklimatologie sprechen.

Das Gebiet geht über die Beschäftigung mit der Raumluft hinaus, es umfasst übergreifend neben stofflichen und biologischen Faktoren der Raumluft auch physikalische Einflüsse wie Temperatur, Luftfeuchte, Luftionen oder ionisierende Strahlung in Innenräumen (Radon). Ziel ist es letztendlich, Menschen ein optimales Wohn- und Arbeitsumfeld zu schaffen, das frei von schädlichen Einflüssen ist, die Behaglichkeit steigert und im günstigsten Fall auch die Leistungsfähigkeit erhöht.

## Entwicklung der Innenraumanalytik in Österreich

In den frühen achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde im deutschsprachigen Raum der Begriff der „ganzheitlichen“ Baukultur und Architektur geprägt. Gemeint war damit ein „auf den Menschen bezogenes“ Bauen, das weitgehend als Antwort auf die mechanistisch-funktionale Baukultur der sechziger und siebziger Jahre mit all ihren negativen Begleiterscheinungen wie geringe Energieeffizienz, Vereinzelung und Anonymisierung der Nutzer verstanden wurde. Mit dabei, wenn auch nicht im Zentrum der Diskussion, war die Beschäftigung mit negativen gesundheitlichen Einflussfaktoren der Bautätigkeit. Die Kritik an synthetischen Substanzen bei Bau und Innenausstattung von Räumen führte in Kürze zu diversen gesetzlichen Regelungen (PCP- und Formaldehydverordnung, Asbestverbot usw.).

So berechtigt die aufkommende Kritik der Baubiologie und -ökologie damals auch war, die von ihr gelieferten Antworten waren nicht immer praktikabel und zukunftsbezogen. Zum einen lag das daran, dass man eher kritiklos überholte Konzepte aus der Vergangenheit wiederverwertete, die sich schon aus ökonomischen Gründen oder auf Grund mangelnder Praktikabilität nicht großflächig durchsetzen, zum anderen Teil am Fehlen von handwerklichen Erfahrungen mit derartigen Konzepten und Materialien. Der Großteil der baubiologischen Bewegung war jedenfalls zu dieser Zeit stark von technik- und wirtschaftsfeindlichen, ökofundamentalistischen Tendenzen geprägt. Man befürwortete die Rückkehr zur Natur und zu einer neuen Einfachheit. Es war die Zeit der geölten Holzfußböden, der Biotoiletten, der Erdkeller und der Kastenfenster mit dem Motto „Natur ist gesund!“. Im Bereich Innenraum blies man zum Generalangriff auf Lösungsmittel, Formaldehyd und Co.

Die Baukultur der achtziger Jahre war also von einem breiten konventionell geprägten Bereich dominiert, mit kleinen grünen Inseln, die sich zwar üppig entwickelten, deren oft exotische Pflanzen sich jedoch (noch) nicht am Festland durchsetzen konnten. Das Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie (kurz IBO, gegründet 1980) war so eine kreative Insel, auf der sich sowohl Träumer als auch in zunehmendem Maße praxisorientierte Visionäre

verwirklichen konnten. Für die breite Bevölkerung war ökologisches Bauen zu dieser Zeit jedoch (noch) kein Thema.

Ab den neunziger Jahren kam es zu einer spürbaren Professionalisierung der bauökologischen Bewegung, die Ideen begannen in Institutionen und Universitäten vorzudringen und fanden dort zum Teil fruchtbare Erde vor. Ende der achtziger Jahre etablierte sich am IBO unter der Leitung von Michael Gann und Univ. Prof. Noller der Arbeitskreis Chemie. Dieser war Ausgangspunkt für das Anfang der 90er-Jahre von Peter Tappler organisierte „Innenraum Mess- und Beratungsservice“, eine Unterorganisation des IBO, die sich auf das Messen und Bewerten von Innenraumfaktoren spezialisiert hat. Ein Meilenstein in der Entwicklung des ökologischen Bauens war die Gründung des Departments für Bauen & Umwelt auf der damals neu gegründeten Donauuniversität Krems durch Proponenten des IBO im Jahre 1996. Es begann sich, auch als Antwort auf rückwärtsgerwandte, romantische Konzepte, eine neue integrale Baukultur durchzusetzen, die in Ökonomie und Ökologie keinen Widerspruch sah. Auch die Baustoffindustrie schwenkte in diesem Zeitraum auf wohlwollende Unterstützung dieser neu entstandenen Bewegung um, da sich hier offensichtlich neue, interessante und vor allem politisch korrekte Absatzmöglichkeiten aufboten.

Im Bereich der Innenraumklimatologie zeigte sich eine ähnliche Entwicklung. In Studien wurde festgestellt, dass natürliche Lösungsmittel mindestens so reaktiv und damit bedenklich sind wie synthetische, und dass Erdkeller in Radonrisikogebieten massiv den Eintritt des Naturstoffs Radon (ein radioaktives Edelgas) in bewohnte Räume begünstigen – kurz, dass Dinge nicht so simpel sind, wie bisher angenommen wurde. Es setzte sich insgesamt die Erkenntnis durch, dass „Natur“ auch bedenklich sein kann und dass sich die Wohngesundheit betreffenden Konzepte nur dann nachhaltig etablieren, wenn sie sowohl praktikabel als auch nicht zu aufwändig sind. Waren es zuerst umweltbewegte Kleingruppen und Betroffene, die in den Diskurs eintraten, weitete sich das Thema „Schadstoffe in Innenräumen“ rasch auf breitere, meist moderne und gebildete Bevölkerungsschichten aus. Rückenwind bekam die Entwicklung durch die wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnis, dass durch eine gute, hygienisch einwandfreie Raumluft sowohl gesundheitliche, aber auch ungeahnte ökonomische Vorteile entstehen, die man bisher nicht genutzt hatte. Ohne Berücksichtigung der Themen Schadstofffreiheit und saubere, geruchsfreie Innenraumluft ist ökologisches Bauen mittlerweile undenkbar geworden.

Im Jahre 1995 trennten sich die Wege von der nunmehrigen IBO Innenraumanalytik OG ([www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)) unter der Leitung von Bernhard Damberger, Felix Twardik und Peter Tappler formal vom Institut für Baubiologie und -ökologie. Sie entwickelte sich zu der Institution für gesunde Innenraumluft – eine enge Verbindung zum IBO ist aber nach wie vor gegeben.

Ab den späten neunziger Jahren begannen Institutionen und Fördergeber, auf den Bereich Baubiologie aufmerksam zu werden. Bauökologisch sinnvolle Konzepte flossen immer mehr in Bautechnikverordnungen, Fördervoraussetzungen und Normen ein. Im Jahre 1997 erschien die vom IBO gemeinsam mit dem Umweltministerium (jetzt BMNT) in mittlerweile in 6. Auflage herausgegebene Broschüre „Wegweiser für eine gesunde Raumluft“. Meilenstein war kurz danach die Gründung des Arbeitskreises Innenraumluft am Umweltministerium im Jahre 1999 unter der Leitung von Univ. Prof.

Michael Kundi und dem im selben Jahr allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Peter Tappler aus der IBO Innenraumanalytik. Der Arbeitskreis besteht bis heute und nimmt seit damals die Aufgabe wahr, österreichweite Richtwerte, Positionspapiere und Leitfäden für die Innenraumluft zu entwickeln.

Die Anfang des neuen Jahrtausends entstandene Diskussion über Erderwärmung gab dem Bereich ökologisches Bauen, in dem das Thema effiziente Energienutzung immer schon breiten Raum eingenommen hat, weiteren massiven Rückenwind. Um Lüftungswärmeverluste in Gebäuden zu verringern, wurde das Thema Luftdichtigkeit immer wichtiger bis hin zu den heute nahezu vollständig abgedichteten Gebäuden im Passivhausbereich. Schon bald merkte man jedoch, dass man durch Abdichten von Fenstern, Türen und der Konstruktion zwar massiv Energie einspart, den Nutzern dadurch aber neue Probleme wie Schimmel oder mangelnde Luftqualität in den Wohnräumen bescherte. Die hygienisch notwendige Frischluftzufuhr kann bei dichten Gebäuden durch Fensterlüftung alleine in der Regel nicht hinreichend gewährleistet werden – eine Erkenntnis, gegen die auch heute noch manche Retroromantiker und aus deren Sicht „echte Baubiologen“ verbissene Abwehrgelächter führen. Es hilft aber nichts, die Physik lässt sich ungern ideologisch umdeuten: nach dem ersten Schritt – der Vermeidung von Lüftungswärmeverlusten – ist notwendigerweise der nächste Schritt zu machen: eine mechanische Lüftung von Büros und Wohnräumen mit Komfortlüftungsanlagen. Auch wenn man es nicht gerne hören möchte: Die Vorgaben der österreichischen bautechnischen Regelungen der Länder (präzisiert in den Kommentaren zur OIB-Richtlinie 3) sind in Wohnbauten, Schulen und Unterrichtsräumen ohne mechanische Lüftung nicht erreichbar.

Auch hier merkte man rasch, dass rein technische Lösungen mit oft unprofessioneller und billiger Ausführung den gewünschten Zweck – behagliche und gesunde Innenräume – dramatisch verfehlen. Die verstärkte Frischluftzufuhr wurde bei den ersten Anlagen mit winterlicher Trockenheit der Zuluft, sommerlicher Überwärmung und bei höherem Luftwechsel, wie er bspw. in Unterrichtsgebäuden notwendig wird, mit unangenehmen Zugerscheinungen erkaufte. Moderne Lösungen verwenden daher bedarfsgerechte Systeme, Solewärmetauscher (aus hygienischen Gründen werden Luft-Erdwärmetauscher nicht mehr empfohlen) und Feuchterückgewinnung. Umfassende Hygienevorgaben, die auch in einschlägigen Normen vorgegeben werden, sorgen (zumindest theoretisch) für optimale Innenraumluft.

Einen weiteren Meilenstein stellten die ab 2007 österreichweit akkordierten Bauordnungen dar. Diesen Novellen liegen unter anderem die OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz und die OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz zugrunde – es wird dadurch eine starke Ökologisierung der Bauordnungen erreicht.

### Was ist im Innenraum wichtig?

Die Qualität eines Innenraumes wird von vielen unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören unter anderem der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft, der wiederum abhängig von Belegung und Größe der Räume ist, sowie klimatische Einflüsse wie die Luftfeuchtigkeit oder die Lufttemperatur, deren Zusammenspiel bspw. die Schimmelbildung beeinflussen kann. Auch der VOC- und der Formaldehydge-

halt, die von Art und Zusammensetzung der Materialien der Raumausstattung und Möblierung beeinflusst werden, tragen wesentlich zur Raumlufthygiene bei.

Vor allem die Art der Lüftung als auch das Bauproduktmanagement bei Errichtung und Betrieb eines Gebäudes üben einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzer aus. Dies ist der Grund dafür, dass sich beide Punkte in nahezu allen Gebäudelabels als Vorgaben prominent wiederfinden. Die meisten innovativen Gebäudekonzepte – das bekannteste Beispiel ist das Passivhaus – sind fix mit Mindestanforderungen an die Lüftung der Räume verbunden. Der Grund dafür ist unter anderem, dass diese Art von Gebäuden nur mit sehr effizienter Wärmerückgewinnung, die es lediglich in Verbindung mit einer raumluftechnischen Anlage gibt, die entsprechenden Kennzahlen erreichen kann.

Für die Behaglichkeit und Gesundheit der Nutzer sind prioritär die notwendige Luftmenge und -qualität, deren Einbringung in die Räume sowie die Auswahl und Emission vor allem der Innenausstattung von zentralem Interesse. Gesundheitsfördernde, „weiche“ Softskills wie eine ausgewogene Farb- und Lichtgestaltung, die akustische Situation und Faktoren wie die Luftionenkonzentration scheinen ebenfalls eine wichtige Rolle zu spielen, wenn es um Gesundheit und Behaglichkeit in Innenräumen geht.

## Die Innenraumklimatologie wird erwachsen

Vor allem im letzten Jahrzehnt wurde versucht, durch Anwendung neuer, innovativer Techniken und Materialien die Situation im Innenraum gegenüber dem derzeitigen, gewohnten Zustand zu verbessern. Positive Innenraumfaktoren sollen vor allem die Leistungsfähigkeit verbessern und im Idealfall pathogene (krankmachende) Faktoren am Eintritt in den Innenraum hindern – das IBO nimmt hier eine zentrale Rolle bei der Vermittlung dieser Entwicklungen wahr.

Der wichtigste „positive“ Faktor ist vermutlich die Installation eines gut geplanten, ausgeführten und regelmäßig gewarteten Komfortlüftungssystems mit bedarfsgerechter (idealerweise CO<sub>2</sub>-abhängiger) Regelung und hochwertigen Zuluftfiltern. Schon bei der Filterqualität F8 wird der Eintrag von Allergenen wie Pollen signifikant

verringert, weniger bekannt ist, dass auch der Feinstaubgehalt der Außenluft drastisch reduziert wird. Bei den Filterqualitäten gleicher Klasse gibt es große Unterschiede in der längerfristigen Wirksamkeit, es empfiehlt sich hier, nicht die billigste Variante zu wählen.

Die Ionenkonzentration in der Luft war bis vor kurzem ein wenig beachteter Aspekt bei der Bewertung der Luftqualität. Schon seit langer Zeit wird jedoch, wie Studien an Wasserfällen zeigen, vermutet, dass Luftionen Wirkungen auf den menschlichen Organismus besitzen. Da die Ionenkonzentrationen stark von klimatischen/ meteorologischen Faktoren abhängig sind, nahmen zahlreiche Autoren einen kausalen Zusammenhang mit wetterbedingten Beschwerden und mit Befindensstörungen in geschlossenen Räumen an. Als der Gesundheit zuträglich werden mitunter die natürlichen Außenluftkonzentrationen genannt, ein Abweichen in der Raumluft wurde als Störung des Raumklimas betrachtet. Wenn man jedoch genauer nachforscht, merkt man, dass die Innenraumlufkonzentrationen, auch in mechanisch belüfteten Häusern, die Konzentrationen der Außenluft signifikant überschreiten.

Neuere Studien unter Mitwirkung des IBO belegten, dass bspw. eine moderate Erhöhung der Ionenkonzentration durch eine spezielle, Ionen produzierende Wandfarbe zu günstigen Bedingungen für kognitive Leistungsfähigkeit führt. Zudem konnte eine positive Wirkung auf das vegetative Nervensystem statistisch signifikant nachgewiesen werden.

## Milestones für die Raumluft

Vor allem in den letzten 10 Jahren stiegen die Anforderungen an die Raumluft signifikant an, es wurde eine erhebliche Zahl von Normen, Empfehlungen und Richtlinien veröffentlicht.

Vorgaben für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden wurden in den OIB-Richtlinien niedergelegt. Sie dienen als Basis für die Harmonisierung der gesetzlich bindenden bautechnischen Vorschriften und werden derzeit von fast allen Bundesländern zu diesem Zweck herangezogen und damit rechtlich verbindlich gemacht. Für die Innenraumklimatologie ist vor allem die OIB Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz relevant, daneben die OIB-Richtlinie 6 in Bezug auf Schimmelvermeidung. In den Bundes-

Jahr	Aktivität/Publikation
1990-91	Innenraum Mess- und Beratungsservice des IBO, jetzt <a href="http://www.innenraumanalytik.at">www.innenraumanalytik.at</a>
1997	Wegweiser für eine gesunde Raumluft, Umweltministerium (nunmehr BMNT), mittlerweile 6. Auflage 2017
1999	Gründung Arbeitskreis Innenraumluft am BMNT (damals BMLFUW)
2003	Erste österreichische Richtwerte für die Innenraumluft Österreichische Akademie der Wissenschaften / BMLFUW
2006	ÖNORM H 6038: Grundlagen für die mechanische Lüftung von Wohnungen (aktualisiert 2014) Richtwert des AK-Innenraumluft zu CO <sub>2</sub> (aktualisiert 2017)
2007	OIB Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz (aktualisiert 2015)
2010	Richtlinie der AGÖF und des BMNT (damals BMLFUW) zur Bewertung von Gerüchen in Innenräumen
2010	<a href="http://www.komfortlüftung.at">www.komfortlüftung.at</a> : Homepage zu Fragen der Komfortlüftung
2011	<a href="http://www.raumluf.org">www.raumluf.org</a> : Homepage zu Fragen der Innenraumklimatologie
2013	Bundesverband für Schimmelsanierung und technische Bauteiltrocknung als unabhängige Interessensgemeinschaft, <a href="http://www.bv-schimmel.at">www.bv-schimmel.at</a>
2018	Schimmelleitfaden des BMNT (derzeit in Druck)

Tabelle 1: Milestones für die Innenraumklimatologie in Österreich unter Mitwirkung des IBO (Auswahl)

*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)

ländern, in denen die OIB Richtlinie in die jeweiligen Bauordnungen übernommen wurde, sind die entsprechenden Vorgaben sowohl bei Neubau als auch bei größeren Sanierungsprojekten zu beachten und umzusetzen.

Um die eher allgemein gehaltenen Vorgaben der Bauordnungen in Bezug auf Schadstoffe und Lüftung mit konkreten Inhalten zu füllen und zu präzisieren, wurden seit 2003 vom Ministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus BMNT (damals BMLFUW) und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Richtwerte zur Bewertung der Innenraumluft (z.B. Büros, Schulen und Wohnräume) erstellt. Diese Richtwerte, die in den Erläuterungen zur OIB-Richtlinie 3 erwähnt werden, liegen aus Vorsorgegründen weit unter Arbeitsschutzgrenzwerten. Innenraum-Richtwerte gelten für Wohnungen, aber auch für Büros und Schulen und andere Innenräume. Diese Richtwerte sind in der „Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft“ enthalten und sind auf der Website des BMNT gemeinsam mit Empfehlungen zu aktuellen Innenraumthemen, genannt „Positionspapiere“, veröffentlicht.

Für manche Schadstoffe, z.B. CO<sub>2</sub> oder VOC (flüchtige organische Verbindungen) werden auf Grund der Tatsache, dass keine definierten Grenzen für Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigende Konzentrationen vorliegen, sondern steigende Konzentrationen kontinuierliche Verschlechterungen der Raumluftqualität anzeigen, Kategorien gebildet, die die Luftqualität bezeichnen. In der Beurteilung in Bezug auf Mindest- und Zielvorgaben für den Parameter CO<sub>2</sub> wird aus praktischen Gründen zwischen Innenräumen, in denen geistige Arbeiten stattfinden bzw. die zur Regeneration dienen und sonstigen Innenräumen unterschieden.

Bei genauem Hinsehen existiert keine scharfe Grenze, ab der ein Raum als „zu hoch belastet“ einzustufen ist, sondern es zeigt sich vielmehr ein fließender Übergang zwischen guter, akzeptabler und unzureichender Raumluft.

Schimmelbefall in Innenräumen ist ein eigenes spezielles Thema, Grenz- und Richtwerte sind hier nicht sinnvoll anzuwenden. Es existieren jedoch eine Reihe von Vorgaben für den richtigen Umgang mit dem Thema Schimmel in Innenräumen (bspw. die Positionspapiere des Arbeitskreises Innenraumluft am BMLFUW zu Schimmel und zu Technischer Bauteiltrocknung). Auf Grund der großen Unsicherheit auf diesem Gebiet und damit verbundenen unseriösen Angeboten mancher Professionisten wurde der unabhängige Bundesverband für Schimmelsanierung und Technische Bauteiltrocknung gegründet (<http://www.bv-schimmel.at>).

Für eine fachgerechte Umsetzung von raumlufttechnischen Anlagen dienen vor allem Normen und norm-ähnliche Regelwerke (z.B. die vom Verein Deutscher Ingenieure herausgegebenen VDI-Richtlinien). Umfangreiche Links zu österreichischen und deutschen Grenz- und Richtwerten sowie Empfehlungen für die Innenraumluft findet man im Expertenteil von <http://www.raumluft.org>.

### Ausblick

Nur hoffnungslose Retromantiker träumen noch immer von einer Rückkehr zu einem fantasierten Idealzustand, als der manch ein Gebäudekonzept aus der Vergangenheit angesehen wird – dies meist ohne sich mit den Beschränkungen dieser aus gutem Grund überwundenen Bauformen auseinanderzusetzen. Da unsere Raumbedürfnisse wachsen und Energie immer knapper und sicher nicht

billiger wird, wird es (mit begründeten Ausnahmen) keinen Weg zurück zu einfachen Gebäudekonzepten geben. Nachhaltiges Bauen bedeutet unter anderem Behaglichkeit, ausreichende Außenluftzufuhr und Freiheit von Innenraum-Schadstoffen. Grundsätzlich sollten gesunde Innenräume und Wirtschaftlichkeit keinen Widerspruch darstellen.

Der Weg geht eindeutig in die Richtung von smarten Detaillösungen, technischen Innovationen sowie zu einer effizienten Schulung von Planern und Professionisten. Schadstoffarme Bauweise und Lüftungsanlagen werden zum Standard für alle Gebäudekonzepte und erhöhen den Wert des Gebäudes. Gebäude ohne moderne raumlufttechnische (RLT)-Anlagen werden (bis auf wenige Ausnahmen, bspw. Büros) nicht den Bauordnungen entsprechen und dadurch einen Wertverlust erleiden. Bei RLT-Anlagen werden Hygiene- und Behaglichkeitsstandards ein zentrales Argument ihrer Annahme oder auch deren Ablehnung sein. Schlecht geplante und betriebene RLT-Anlagen fügen dagegen der Branche einen schwer wieder gutzumachenden Imageschaden zu. Die oft schwierig zu erfüllenden Bedürfnisse der Nutzer müssen viel besser berücksichtigt werden – sie sind wesentlich für die Akzeptanz von RLT-Anlagen.

Umgesetzt kann dies werden durch bedarfsgerechte Regelungsstrategien, Feuchterückgewinnung und aktive Befeuchtung bspw. bei Büros ohne relevante Feuchteproduktion sowie durch Auswahl gering emittierender Materialien. Die zunehmend speziellen Anforderungen neuerer Gebäudekonzepte verlangen jedoch auch eine stärkere Spezialisierung der Planer und der Ausführenden vor allem im Detailbereich, um Fehler und dadurch Unzufriedenheit zu vermeiden.

Auf eine adäquate Lüftung zu verzichten und damit das Bauen scheinbar zu vereinfachen bzw. zu verbilligen ist in jedem Fall ein Schuss ins eigene Knie. Zahlreiche Studien zeigen, dass die finanziellen Gewinne durch bessere Raumluft (vor allem in Schulen, aber auch in Schlafräumen) erheblich größer sind als die Kosten für Errichtung, Unterhalt und Reinigung der Anlage. Schon nach wenigen Jahren amortisieren sich daher hochwertige mechanische Lüftungsanlagen. In Schulen, in Wohnungen gehört gute Raumluft einfach schon zum Standard - wir wollen ja nicht den Substandard von morgen bauen. Die Frage lautet daher: Können wir uns denn überhaupt leisten, Schulen und Wohnungen ohne Lüftungsanlagen zu bauen?

### Informationen

DI Peter Tappler

IBO Innenraumanalytik OG

Leiter des Arbeitskreises Innenraumluft am Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT)

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

Ständiges Mitglied der Kommission Innenraumluft-hygiene des deutschen Umweltbundesamtes

A-1150 Wien Stutterheimstraße 16–18/Stg. 2

tel: +43-(0)1-9838080, +43-(0)664-3008093

[p.tappler@innenraumanalytik.at](mailto:p.tappler@innenraumanalytik.at)

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



In **17** Forschungsprojekten wurden

mit **161** Projektpartnerinnen

innovative Prozesse für nachhaltiges Bauen entwickelt.

# Nachhaltige Gebäude und ihre digitalen Zwillinge



Veronika Huemer-Kals, Hildegund Figl, IBO GmbH

Welche Reaktion die Schlagworte in der Abbildung bei Ihnen auch immer hervorgerufen haben: Digitalisierung hat in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten unser Leben tiefgreifend verändert und wird das auch in Zukunft tun. Viele ihrer Vorteile, ob im Arbeitsalltag oder im Privatleben, sind unbestritten; andere Umstellungen verursachen erheblichen Aufwand und damit Widerstand. Das IBO ist als Mitglied der Austrian Cooperative Research (ACR) gefordert, eine Vorreiterrolle einzunehmen, Chancen der Digitalisierung zu prüfen und zu nützen und mit dem gewonnenen Know-how unsere Kunden und Mitglieder, hauptsächlich Klein- und Mittelbetriebe (KMU) in der Baubranche, bei der digitalen Transformation zu unterstützen.

## KMU 4.0

Die Forschungsinstitute der ACR haben eine neue Focus Area „Digitalisierung und Strukturwandel“ definiert. Ziel ist, die eigenen Forschungsthemen und Handlungsfelder darauf auszurichten und F&E-Dienstleistungen, besonders für die Zielgruppe der Klein- und Mittelbetriebe (KMU), zu entwickeln, wie es im Positionspapier „ACR und Digitalisierung“ heißt. Grundsätzlich befinden sich KMU in einer Digitalisierungsfalle, weil die Grundkosten und auch die EDV-Anforderungen ähnlich hoch liegen wie bei Großkonzernen, jedoch weniger Personal zur Implementierung zur Verfügung steht. Die ACR-Institute sind also gefordert, einfach umsetzbare Lösungen zu identifizieren oder auch zu entwickeln. Andererseits werden gerade KMU wegen ihrer größeren Flexibilität im Vergleich zu Großunternehmen als besonders geeignet betrachtet, ihre Ideen in Form neuer Produkte, Dienste, Märkte und Geschäftsmodelle umzusetzen. Die ACR-Institute können hier eine wesentliche Schlüsselfunktion als „Broker“ zwischen den Großunternehmen, der Forschungslandschaft und den österreichischen KMU einnehmen.

Das soeben angelaufene Projekt „KMU 4.0“ hat zum Ziel, eine fundierte Wissensbasis zum Thema Digitalisierung innerhalb aller Institute der ACR aufzubauen. Basierend auf den erworbenen Kompetenzen wird ein niederschwelliges, branchenspezifisches Digitalisierungs-Service für KMU entwickelt und getestet. Sozioökonomische und technische ACR-Institute arbeiten intensiv zusammen, um die innovativen Serviceangebote gezielt auf die Bedürfnisse der jeweiligen KMU und ihr Branchenumfeld auszurichten.

## Building Information Modelling (BIM)

In der Baubranche stehen derzeit vor allem PlanerInnen, im Endeffekt aber alle am Lebenszyklus von Gebäuden Beteiligten, vor der Herausforderung, sich in BIM-Prozesse einzugliedern. Beim Building Information Modelling werden sowohl die geometrischen 3D-Daten des Gebäudes als auch weitere technische, physikalische und funktionale Eigenschaften (Properties) in einem digitalen Gebäudemodell gespeichert. Die integrale Planung mit BIM bietet unschätzbare Vorteile: Für alle Beteiligten steht eine konsistente, aktuelle Datenbasis zur Verfügung; Prozesse können wesentlich vereinfacht werden.

Wir möchten BIM dafür nützen, Gebäude schon in der frühen Planungsphase ökologischer und nachhaltiger zu gestalten – schließlich ist der Kosten-Nutzen-Hebel in diesem Projektstadium am größten. Im Projekt Digitale Gebäudemodelle für nachhaltige Gebäude hat sich ein Team der ACR-Institute IBO, AEE INTEC, GET und IBS damit auseinandergesetzt, wie verschiedene Nachhaltigkeitsaspekte von Gebäuden in BIM-Prozesse integriert und Schnittstellen zu den entsprechenden Softwares genützt werden können.

Zu Beginn des Projektes stand eine intensive Phase des Kompetenzaufbaus, um einen Überblick zu gewinnen, wie Building Information Modelling funktioniert. Entgegen den Bestrebungen, mit dem IFC-Format (Industry Foundation Classes) einen offenen Standard zu schaffen, werden derzeit häufig Closed-BIM-Systeme angewandt, wodurch man auf kommerzielle Software einzelner Anbieter angewiesen ist. Im Forschungsprojekt wurde bewusst ein open BIM-Ansatz verfolgt. Daher kam im nächsten Schritt, der Entwicklung von Datenmodellen und Workflows, der open source BIMserver zum Einsatz.

Für die dynamische Simulation des Energiebedarfs und des NutzerInnenkomforts wurde die BIM-Anbindung der Gebäudesimulationssoftwares TRNSYS und IDA ICE getestet. Es zeigte sich, dass für einen funktionierenden Datenaustausch Umwege („Workarounds“) nötig sind und viel von Hand nachbearbeitet werden musste.

Daten aus der baubook für die Berechnung von Gebäudeökobilanzen können im Prinzip bereits über die bestehende xml-Schnittstelle an BIM-Prozesse angebunden werden. Mit dem 6D BIM-Terminale (siehe unten) wird der Datenaustausch weiter optimiert und automatisiert.

# Kallco

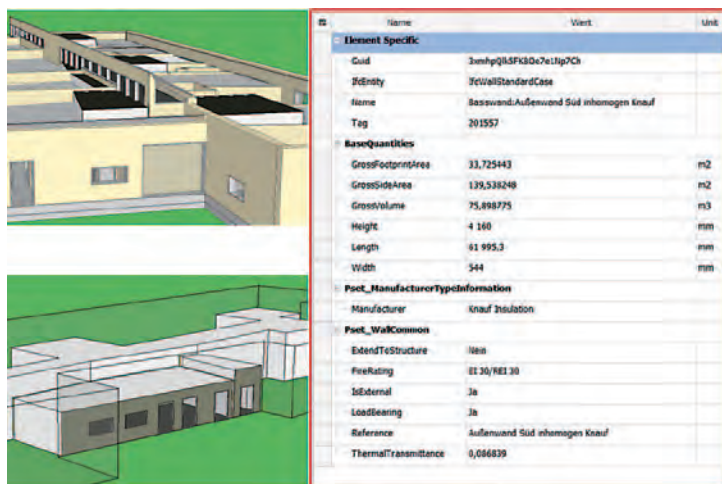
Für den Rückimport von Daten in das Gebäudemodell und für weitere Analysen wie Lebenszykluskostenberechnungen wurde der bestehende BIMclient erweitert. Diese Schnittstelle dient der Anzeige und Speicherung von Eigenschaften, dem Import und Export, z.B. in Excel-Tools.

Eine Fülle von weiteren Kriterien für die Nachhaltigkeit von Gebäuden wird in nationalen und internationalen Gebäudebewertungssystemen überprüft. Im Projekt wurde untersucht, welche relevanten Eigenschaften bereits im ASI Merkmalsserver bzw. im IFC-Format sowie im buildingSMART Data Dictionary implementiert sind, um eine Bewertung und ein Monitoring der Qualitäten und Nachhaltigkeitseigenschaften zu ermöglichen.

Unter dem Schlagwort „BIM nachhaltig“ bietet das Projektteam künftig die Bewertung und Optimierung eines mit der BIM-Methode geplanten Gebäudes als gemeinsame Dienstleistung an. Das Angebot reicht über den ganzen Lebenszyklus: von einer ersten Beratung in der Konzeptionsphase über Optimierungsstudien des Entwurfs, weitere Beratung, Begleitung und Monitoring im Gebäudebetrieb bis zur Analyse des Recyclingpotenzials. Nähere Informationen dazu finden Sie unter BIMnachhaltig.at.

### 6D BIM-Terminal

Das Projekt 6D BIM-Terminal: Missing Link für die Planung CO<sub>2</sub>-neutraler Gebäude soll die durchgehende planungsbegleitende Lebenszyklusanalyse von Gebäuden weiter erleichtern. Daten, die für die Berechnung von Lebenszykluskosten und Ökobilanzen notwendig sind, sollen mit Hilfe von vordefinierten BIM-Elementen möglichst automatisiert ergänzt werden. Der Datentransfer soll über eine zentrale Plattform, den „6D BIM Terminal“, erfolgen. Für komplexere Berechnungen werden die jeweiligen Fachplanungs-Tools ertüchtigt, die relevanten Daten im IFC-Format aus dem BIM-Architekturmodell einlesen und wieder in einem geeigneten Format (BCF) retour geben zu können. Ökobilanzdaten, Lebenszykluskosten und Leistungsverzeichnisse sollen so basierend auf Gebäudemodellen erzeugt werden. Wie beim Projekt „Digitale Gebäudemodelle für nachhaltige Gebäude“ hat sich das Projektteam auf Datenaustausch unter Verwendung von open BIM verständigt. Die BIM-Elemente sollen soweit wie möglich basierend auf (inter)nationalen Standards (IFC, bsDD, ASI-Merkmalservers) beschrieben werden. Die größte Herausforderung für den Projekterfolg



BIM-Modell des Testgebäudes im Projekt Digitale Gebäudemodelle für nachhaltige Gebäude

Impulsgeber  
bei

STADTENTWICKLUNG  
ARCHITEKTUR  
INNOVATION  
ÖKOLOGIE

Patente



Auskunft

KALLCO Development GmbH & Co KG  
Ing. Stefan Eisinger-Sewald  
T: +43 1 54625  
E: office@kallco.at

www.kallco.at

liegt nach derzeitigem Stand der Analysen darin, dass die für die Lebenszyklusanalyse erforderlichen Daten v.a. in den frühen Planungsphasen im Architekturmodell nicht enthalten sind. Neben IBO und baubook GmbH arbeiten die ACR-Institute AEE INTEC und GET sowie die Softwarehersteller ib data (ABK Baumanagement Software) und A-NULL Development (ArchiPHYSIK, Energieausweisprogramm mit integrierten bauphysikalischen Nachweisen) am Projekt mit.

Bei vielen IBO-Veranstaltungen ist Building Information Modeling ebenfalls das große Thema. Im Dezember diskutierten Hanspeter Schachinger und Pia Pöllauer von der Swietelsky BIM-Stabstelle im IBO-Werkstattgespräch mit Cristina Florit (IBO) und Harald Trinkl (GET) über die Frage „(Wie) funktioniert BIM wirklich?“. Eine mögliche Antwort erhielten wir beim BauZ! Kongress im Jänner, wo das competence center BIM in Kooperation mit verschiedenen Firmen einen „Open BIM Workflow“ präsentierte. An einem Runden Tisch wurden „BIM Methoden für die Praxis“ vorgestellt, unter anderem stand eine VR-Brille zur Verfügung, mit der sich die BesucherInnen durch ein virtuelles IFC-Modell bewegen konnten. Diese praktischen Werkzeuge zum Ausprobieren stellten eine gute Ergänzung zum Vortragsprogramm dar, welches ebenso eine Session mit BIM-Schwerpunkt enthielt.

### Eine interaktive Plattform

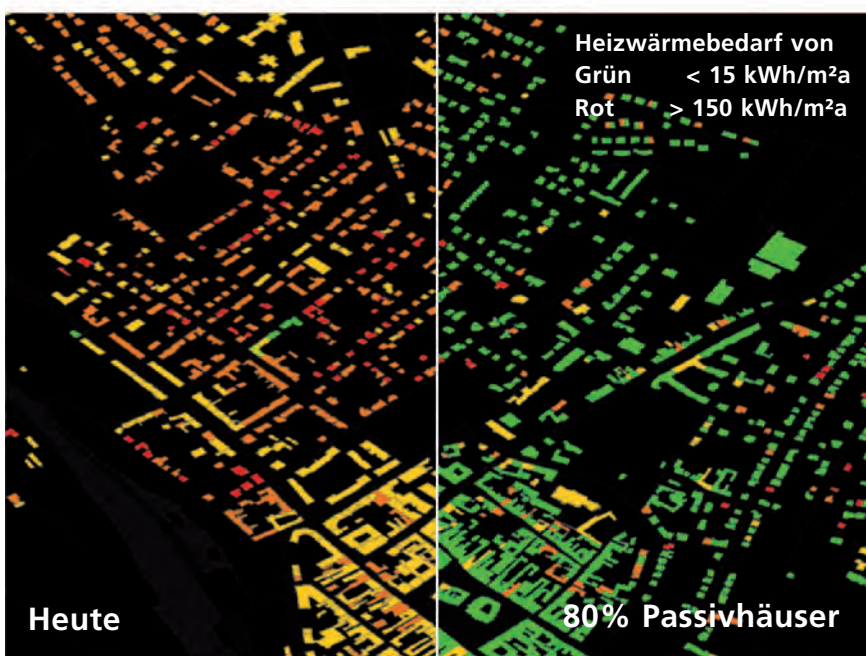
Die Frage, was die Digitalisierung für ökologisches und gesundes Bauen und Wohnen bewirken kann, bringt viele kreative Ideen auf. Online oder über Social Media kann man niederschwellig viele Menschen erreichen, sie für Nachhaltigkeitsthemen begeistern und zu Mitwirkenden machen. Ein Beispiel kommt aus unserem Projekt Way2Smart Korneuburg: Die BewohnerInnen können künftig auf einer Energieautonomieplattform nachvollziehen, wie weit die Stadt auf ihrem Weg zur Energieautonomie ist.

Das entwickelte Modell verwendet virtuelle „typische Gebäude“, die durch eine Reihe von Parametern wie Bauweise, Gebäudealter, Bebauungsdichte etc. beschrieben werden. Für letztere lassen sich mittels dynamischer Simulation spezifische Energiekennzahlen in viertelstündlicher Auflösung berechnen. Anschließend können diese detaillierten Ergebnisse der virtuellen „typischen Gebäude“ skaliert und auf Gemeindeebene zusammengefasst werden. Verändert man die energetischen Parameter einzelner Gebäude, können verschiedene Szenarien betrachtet werden:

- Welche Auswirkung haben unterschiedliche Sanierungsraten einzelner Gebäudetypen auf die Energiebilanz der Stadt in 10, 20, 50 Jahren?
- Welche Auswirkungen haben ein verstärkter Ausbau von Fernwärme oder beispielsweise Wärmepumpen auf die Primärenergie- und Treibhausgasemissions-Bilanz der Stadt?

Die Ergebnisse werden online in interaktiven Karten dargestellt. Darüber hinaus dient die „Energieautonomieplattform“ dem Zweck, sogenannte „Best-Practice“ Beispiele zu Sanierungsprojekten zu präsentieren, und BürgerInnen das Service anzubieten, ihr eigenes Gebäude detaillierter zu bestimmen. Die dabei eruierten Inputs in Form von Verbrauchs- und Gebäudedaten werden in die Datenbank aufgenommen und verbessert durch höhere Datenqualität die Ergebnisse.

Mittels Pilottest-Workshops mit den zukünftigen NutzerInnen der Plattform wird nun erarbeitet, wie die Präsentation und die Eingabe-Möglichkeiten im Detail aussehen sollen. Hier geht es auch um wichtige Aspekte des Datenschutzes und der Privatsphäre: Es muss sichergestellt werden, dass nur berechtigte Personen Einsicht in persönliche Energiedaten haben, beziehungsweise diese verändern dürfen.



Energieautonomieplattform Korneuburg – Szenarienvergleich

Projekt	Gefördert durch	Partner
Digitale Gebäudemodelle für nachhaltige Gebäude	BMDW im Rahmen der ACR Strategischen Projekte	IBS – Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung GET – Güssing Energy Technologies AEE – Institut für Nachhaltige Technologie
KMU 4.0	BMDW im Rahmen der ACR Strategischen Projekte	KMFA – KMU Forschung Austria (Projektleitung) GET – Güssing Energy Technologies ÖIAT – Österreichisches Institut für angewandte Telekommunikation
6D BIM–Terminal: Missing Link für die Planung CO <sub>2</sub> -neutraler Gebäude	BMVIT im Programm Stadt der Zukunft	ib data baubook GmbH AEE – Institut für Nachhaltige Technologien GET – Güssing Energy Technologies A-NULL Development GmbH
Way2Smart Korneuburg	Smartcity-Initiative des Österr. Klima- und Energiefonds und der FFG	Fachhochschule Technikum Wien EVN AG wohnbund:consult X-Net Services GmbH Institut für Technikfolgen-Abschätzung der ÖAW Traffix Verkehrsplanung GmbH New Energy Consulting, Ing. Jürgen Obermayer GmbH ATB-Becker e.U. Stadtgemeinde Korneuburg Stadtentwicklungsfonds Korneuburg pos architekten ZT gmbh

Wir danken unseren Projektpartnern und Fördergebern

Zukünftig sollen auch die Mobilität der BewohnerInnen und deren energetische Auswirkungen auf der Webplattform dargestellt werden können. Da die Datenlage hier kaum über allgemeine Aussagen der Statistik Austria hinausgeht, ist derzeit eine Erhebung von Mobilitätsdaten in Vorbereitung, die auch die Webplattform als Eingabeschnittstelle nutzen soll.

Das Modell und die Plattform haben das Potential, mit fortlaufendem Betrieb an Daten- und Ergebnisqualität zu gewinnen und ein wichtiges Tool der Energieraumplanung zu werden.

**Weiterführende Links:**

- [www.ibo.at/forschung/](http://www.ibo.at/forschung/)
- [www.BIMnachhaltig.at](http://www.BIMnachhaltig.at)
- [www.ibo.at/wissensverbreitung/werkstattgespraeche/](http://www.ibo.at/wissensverbreitung/werkstattgespraeche/)
- [www.way2smart.at](http://www.way2smart.at)

**Informationen**

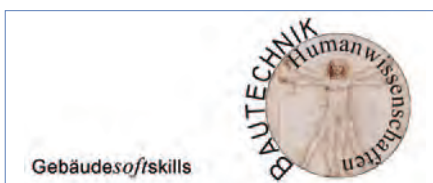
Mag. Veronika Huemer-Kals  
 IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: [veronika.huemer-kals@ibo.at](mailto:veronika.huemer-kals@ibo.at)  
[www.ibo.at](http://www.ibo.at)



**SIC HER HEIT**

Für Architekten & Bauherren . [alufenster.at](http://alufenster.at)

# Gebäudesoftskills



Ob ein Gebäude heute auf allen Ebenen „erfolgreich“ ist, ob es langfristig funktioniert und von den Menschen angenommen wird, hängt nicht nur von dessen energetischer Performance, seiner leichten Erreichbarkeit oder finanziellen Leistbarkeit ab, sondern in zunehmendem

Maße von der Erfüllung jener Kriterien, die es zu einem an den Menschen angepassten Ort des Wohlbefindens machen – und der Grundstein dafür wird bereits im Planungsprozess gelegt.

Ute Muñoz-Czerny, IBO GmbH

## Menschengerecht ... auf allen Ebenen

Die Umgebung, in der wir einen großen Teil unserer Lebenszeit verbringen, genauer zu betrachten und Faktoren herauszuarbeiten, die für Wohlbefinden und Gesundheit in Gebäuden beitragen, ist eines der Ziele des seit Jänner 2017 am IBO laufenden Projektes Gebäudesoftskills. Dazu haben sich Menschen aus unterschiedlichen Disziplinen zu einem sogenannten Qualifizierungsnetz zusammengeschlossen und gemeinsam ein Curriculum erarbeitet, in dessen Rahmen zukunfts-, bedarfs- und zielgerichtete Weiterbildungsmaßnahmen stattfinden. Durch die Teilnahme von AkteurlInnen aus Architektur, Medizin, Bauphysik, Psychologie, Softwaretechnik, Lichtdesign, Bauökologie, Anthropologie, Farbgestaltung und vielen anderen Bereichen kommt es zu einer interdisziplinären Vernetzung und bautechnischem Know-How mit Erkenntnissen aus den Humanwissenschaften. Die Teilnehmenden stammen sowohl aus wissenschaftlichen Einrichtungen als auch aus der Wirtschaft.

Vergleichbar mit dem Begriff Softskills aus der Psychologie, wo damit soziale, außerfachliche bzw. fachübergreifende Kompetenzen gemeint sind, stehen im Baubereich Softskills für Eigenschaften eines Gebäudes, die auf Gesundheit, Wahrnehmung und Verhalten von Menschen einwirken – also Bereiche betreffen, die nicht unmittelbar mit dem Baugeschehen in Verbindung gebracht werden. Gebäudesoftskills sollen die menschlichen Bedürfnisse nach Wohlergehen und Gesundheit fördern.

Im Lauf der Zeit haben sich unsere Behausungen kontinuierlich verändert. Zu Beginn der Architekturgeschichte waren verwendete Materialien, Gebäudeform und -größe an gegebene Umweltbedingungen und Anforderungen angepasst. So entwickelten sich regional charakteristische Bauweisen und -formen.

Heute leben wir in einer Zeit zunehmender Vereinheitlichung: Gebäude in der westlich orientierten Welt gleichen einander immer mehr, vor allem was Materialien und Gebäudeformen betrifft. Wir bauen höher, schneller, größer und dichter, immer mehr neue Technologien werden entwickelt und eingesetzt. Bauzeit, Flächenausnutzung, Wandsysteme, Baustoffe... alles soll optimiert sein.

Ohne Zweifel haben sich viele Aspekte des Wohnens im Ver-

gleich zu den letzten Jahrhunderten zum Positiven entwickelt: offenes Feuer ist aus den Wohnräumen verbannt (bzw. werden die Rauchgase kontrolliert aus dem Haus geleitet), die Belichtungssituation ist wesentlich besser als zur Zeit der Arbeiterkasernen und Gesindestuben und die Überbelegung gehört durch entsprechend große Wohneinheiten weitestgehend ebenfalls der Geschichte an.

Auch soziale Aspekte fließen in den Gestaltwandel der Wohnform ein: zunehmend finden wir Lebensformen außerhalb tradierter, ehelich-familiärer Lebensgemeinschaften, demografische Strukturen wandeln sich und bringen eine Anpassung der Wohnform mit sich. Lebensstile sind so vielfältig wie die Menschen selber. Die Trennung von Wohnen und Arbeiten – wie in der westlichen Gesellschaft vermehrt der Fall – ist durch den Wandel der Arbeitswelt und die fortschreitende technologische Entwicklung seit einigen Jahren keine Selbstverständlichkeit mehr.

Weltweit werden etwa 30–40 % der Primärenergie im Gebäudesektor verbraucht<sup>1</sup>. Ausgehend von der EU-Richtlinie 2012/27/EU wurde in Österreich im Jahr 2014 das Bundes-Energieeffizienzgesetz beschlossen, wonach bis 2020 20 % des Primärenergieverbrauchs einzusparen sind<sup>2</sup>. Im Gebäudebereich soll dies durch Errichtung von Gebäuden erzielt werden, die aufgrund ihrer dichten Bauweise wenig Wärmeenergieverluste und damit geringeren Wärmeenergiebedarf aufweisen. Passivhaus- bzw. Niedrigenergiehäuser sind das Gebot der Stunde, Null- bzw. Plusenergiehäuser optimal. Die für unsere Ansprüche erforderlichen Hardskills von Gebäuden – damit sind energetische Optimierung, nutzerInnengerechte Dimensionen, statische Sicherheit, Schutz vor Wind und Wetter und ausreichende Belichtung und Belüftung gemeint – sind im derzeitigen Gebäudestandard<sup>3</sup> erfüllt.

Unsere westliche Lebensweise entspricht der einer Vollzeitarbeit-Individual-Gesellschaft: Wir verbringen einen großen Teil unseres Tages einer Erwerbsarbeit nachgehend und ziehen uns danach in die eigenen vier Wände zurück. Rund 90 % unserer Lebenszeit verbringen wir im Innenraum – sei es zuhause, in der Arbeits- oder Ausbildungsstätte, in Transportmitteln, Lokalen oder Geschäften. Dass sich das Umfeld auf unser Wohlbefinden auswirkt, steht außer Zweifel. Seit etwa 40 Jahren – als der Wärmeverlust aufgrund

der Energiekrise der 1970er-Jahre und damit der Luftwechsel in Gebäuden reduziert wurde – existiert das Phänomen gebäudebezogener Krankheitssymptome im wissenschaftlichen Diskurs, 1986 prägte die WHO den Begriff „Sick Building Syndrome“. Damit werden Symptome beschrieben, die keine erkennbare spezifische Ursache haben und auf Expositionen gegenüber einer bestimmten Gebäudeumgebung zurückgeführt werden. Ursachen können einzelne oder eine Kombination unterschiedlicher Faktoren sein: schlechte Innenraumluftqualität, unangepasste Belichtung oder Beleuchtung, schlechtes Innenraumluftklima (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) oder schlechte Akustik. Die Beschwerden der GebäudenutzerInnen sind vielfältig: Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, Reizung der Atemwege, Haut und Augen, Konzentrationsschwäche, Leistungsabfall usw. Wir haben unsere Gebäude in vielerlei Hinsicht optimiert, auf der anderen Seite können sie in Verbindung mit unserem Lebensstil zu Unbehaglichkeit und Krankheiten beitragen.

#### „... messbar machen, was noch nicht messbar ist“<sup>4</sup>

Viele Gebäudeeigenschaften können heute anhand unterschiedlicher quantitativer Methoden erhoben werden. Dazu gehören schalltechnische Eigenschaften, Belichtungs- und Raumluftsituation, die Menge der zugeführten Frischluft oder die Performance der Wärmedämmung. Bei der Wirkung der gebäudespezifischen Parameter auf Gesundheit und Wohlbefinden gehen jedoch die Meinungen auseinander, was mögliche Erhebungsinstrumentarien betrifft. Es stellt sich die Frage nach der Angemessenheit einer am naturwissenschaftlichen Erkenntnismodell orientierten Forschungslogik auf die soziale Welt. Hier werden subjektive, psychologische und soziale Aspekte herangezogen, um Einstellungen, Wahrnehmung und Verhaltensweisen zu erfassen. Und wie wir wissen, unterscheidet sich die menschliche Wahrnehmung abhängig von Alter, Sozialisierungshintergrund und Verfassung. Doch trotz unterschiedlicher Fachgebiete sind alle Disziplinen durch die wissenschaftliche Vorgehensweise verbunden: Begriffe werden

erklärt, operationalisiert, Hypothesen aufgestellt und getestet. Die Gütekriterien für wissenschaftliches Arbeiten sind Objektivität, Reliabilität und Validität, das Ergebnis muss reproduzierbar und logisch widerspruchsfrei sein.

Im Bereich des Wohnens und den möglichen negativen Einflüssen von gebäudespezifischen Charakteristika auf Gesundheit und Wohlbefinden der NutzerInnen liefern medizinische und wahrnehmungsbezogene Studien Ergebnisse, die bereits in Normung und Baurecht verankert sind. Dazu zählen Anforderungen an Wärme- und Schallschutz, Belichtung und Belüftung, Hygiene und Nutzungssicherheit. Allerdings sind hier zwei Einschränkungen vorzunehmen: Es wird bei den gesetzten Richt- und Grenzwerten von einem genormten Menschen ausgegangen, den es ja bekanntlich nicht gibt. Und wie sich das Vorhandensein von Begegnungsräumen, der Ausblick oder die Farbgestaltung auf Menschen auswirken, ist nicht durch Grenzwerte festzulegen.

Bei den Gebäudesoftskills fließen durch die Zusammenarbeit der Fachbereiche Architektur, Medizin, Wohnpsychologie und -soziologie, Bau- und Humanökologie Erkenntnisse aus Technik und Humanwissenschaften zusammen. Grenzen zwischen den Fachgebieten werden hier überschritten und interdisziplinäre Zugänge gesucht. Diese Herangehensweise ermöglicht einen holistischen Ansatz, größere Zusammenhänge und gegenseitige Einflüsse können dargestellt werden, wissenschaftliche Disziplinen arbeiten in einem kollaborativen Lernprozess zusammen.

Im Anschluss an das Gebäudesoftskills-Projekt ist eine Buchpublikation geplant, um die verschiedenen Themenbereiche und Sichtweisen der Projektbeteiligten allen Interessierten zugänglich zu machen.

**Projektlaufzeit:** Jänner 2017 bis Dezember 2018

**Projektleitung:** Arch. DI Radinger MSc, DI Ipser, Mag. Szavar;  
Donau-Universität Krems, Department für Bauen und Umwelt

#### Informationen

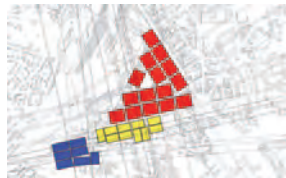
DI Ute Muñoz-Czerny  
IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
email: ute.munoz@ibo.at  
www.ibo.at



Ein IBO Mitglied in der virtuellen Welt

- 1 United Nations Environment Programme (UNEP). 2007. Building and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. Paris: p. V
- 2 <https://www.monitoringstelle.at/index.php?id=589>, Zugriff am 24.4.2018
- 3 Die Angaben in diesem Artikel beziehen sich auf Österreich bzw. westlich orientierte Weltregionen.
- 4 Dieses Zitat wird Archimedes (287 – 212 v. Chr.) zugeschrieben.

# Smart Cities – ein viel strapazierter Begriff wird mit Leben erfüllt



In unserer Vorstellung einer Smart City oder zukunftsfähigen Stadt ist der erste Ansatzpunkt natürlich die Ökologie: Klimaverträgliche Siedlungen mit reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen, ressourceneffizient gebaut, effiziente Energiesysteme mit erneuerbaren Energieträgern.

Veronika Huemer-Kals, Elisabeth Kerschbaum, IBO GmbH

Eine Stadt lebt jedoch nicht durch ihre Gebäude oder Infrastruktur, sondern durch ihre BewohnerInnen. Damit diese sich in ihrer Umgebung wohlfühlen und Maßnahmen zur Umwelt- und Klimaverträglichkeit auch annehmen, ist eine hohe Lebensqualität in der Stadt bzw. im Stadtareal gefragt. Aspekte wie die architektonische Gestaltung der Freiräume, eine hohe Nutzungsvielfalt oder die subjektive Sicherheit können einen Stadtteil sehr prägen. Vor Ort vorhandene Infrastruktur und Durchwegungen von Höfen ermöglichen eine „Stadt der kurzen Wege“. Zusätzlich soll klimafreundliche Mobilität forciert werden, ein gut ausgebautes Rad- und Fußwegenetz ebenso wie eine gute öffentliche Verkehrsanbindung zur Verfügung stehen.

## Vorzeigeprojekt Way2Smart Korneuburg

Erfahrung mit der Gestaltung einer Smart City gewinnt das IBO-Forschungsteam im Rahmen des Projekts Way2Smart Korneuburg. In einem interdisziplinären Projektteam mit 11 Partnern aus den Bereichen Stadtverwaltung, Planung (Architektur, Energie, Ökologie, Mobilität), Sozial- und technische Wissenschaften wird ein Gemeindewohnbau auf Plusenergiestandard saniert und erweitert. Das Vorzeigeprojekt stellt leistbaren Wohnraum (Richtwertmietzinssatz) und einige besonders günstige „Starterwohnungen“ zur Verfügung. Die sehr kompakt geplanten Wohnungen werden durch einen Gemeinschaftsraum ergänzt. Ein Mobilitätsknoten bietet den MieterInnen – und auch den AnrainerInnen – neue, sanfte Mobilitätsformen wie E-Car-Sharing und Lastenrad sowie einen Anknüpfungspunkt an den Öffentlichen Verkehr. Ebenso wird im Gebäude auf die Ausstattung mit ausreichend gut zugänglichen Fahrradständern geachtet. Mitte Juni sollte die Planung abgeschlossen sein. Die ambitionierten Ziele des Forschungsprojekts werden mit dem Planungsteam abgestimmt, um eine bestmögliche Realisierung zu erreichen.

Mittels PV-Flächen wird das Gebäude selbst erneuerbare Energie zur Verfügung stellen und damit einen Beitrag zur Energieautonomie Korneuburgs leisten. Diese wurde im Masterplan der Stadt als Ziel definiert, das Korneuburg bis zum Jahr 2036 – zum 900-jährigen Stadtjubiläum – erreichen will. Der Weg zur Energieautonomie wird auf einer digitalen „Energieautonomieplattform“ (siehe Artikel Seite 72) dargestellt. Hier können die BürgerInnen den aktu-

ellen Stand nachvollziehen, aber auch ihren eigenen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels einbringen: Vorgegebene abgeschätzte Daten können durch tatsächliche Energieverbrauchsdaten ersetzt und die Leistungsdaten von vorhandenen Solar- oder Photovoltaikanlagen angegeben werden. So wird die Berechnung genauer und die Wirkung von Energieeffizienz-Maßnahmen sichtbar. Die Plattform stellt aber auch eine erste „Energieberatung“ für die NutzerInnen dar, die Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Produktion Erneuerbarer Energien und zur Mobilität inklusive einer Abschätzung von deren Kosten und Nutzen liefert. Zusätzlich werden die BewohnerInnen Korneuburgs durch verschiedene Formate und Veranstaltungen für das Ziel Energieautonomie informiert und aktiviert.

## Mit dem Sonnendiagramm zur Smart City

Beim Projekt Way2Smart Korneuburg sind wir durchaus auf Herausforderungen in der Umsetzung und in der Kommunikation gestoßen. Neue Ideen in gewachsenen Strukturen umzusetzen, ist nicht leicht, denn Verantwortlichkeiten und Interessen von BewohnerInnen, EigentümerInnen, UnternehmerInnen und Politik können recht unterschiedlich sein. Auch aufgrund fehlender Ressourcen bleiben Chancen, einen Stadtteil zu ertüchtigen, häufig unerkannt und ungenutzt. Um diese Hürden zu überwinden, bietet sich ein Instrument aus einem weiteren IBO-Forschungsprojekt an.

Seit eineinhalb Jahren läuft das Projekt Smart City Mikroquartiere: Gemeinsam mit dem Umweltbundesamt, der TU Wien, der FH Technikum und den in der Stadtentwicklung sehr aktiven Architekten Kleboth und Dollnig entwickeln wir eine Methode, um Stadtareale im Hinblick auf Energie und Lebensqualität zu optimieren.

Kern der Methode ist die Konzentration auf „Mikroquartiere“, die kleinsten Bausteine eines Stadtareals, in denen sich dessen Eigenschaften widerspiegeln. Diese Mikroquartiere umfassen typische Strukturen wie etwa die Blockrandbebauung der Gründerzeit oder Einfamilienhaussiedlungen in ländlichen Gebieten. Die Konzentration auf Mikroquartiere erlaubt ein Lernen im Maßstab 1:1; Ergebnisse können auf ganze Stadtareale mit ähnlichen Strukturen ausgeweitet werden.

Im Projekt wurde ein umfassendes Bewertungssystem mit ca. 100 Indikatoren ausgearbeitet. Dieses gliedert sich in die Themen-



bereiche Umwelt, Energie, Lebensqualität, Mobilität und Wirtschaft und bildet Qualitäten wie Energieeffizienz, geringe Emissionen, Ressourceneffizienz, Bodennutzung, eine Stadt der kurzen Wege, Lebensqualität, soziale Durchmischung oder Aufenthaltsqualität des öffentlichen Raumes ab. Das System enthält sowohl quantifizierbare als auch qualitativ zu erfassende Parameter, die sich entweder auf die Mikroquartiersebene beziehen oder im größeren (Areal-)Kontext betrachtet werden müssen.

Für jedes Mikroquartier werden Varianten der Optimierung (das bedeutet nicht zwangsläufig für jeden Standort eine Nachverdichtung) entwickelt. Pro Mikroquartier steht ein Pool aus bis zu 20 baulichen Varianten zur Verfügung, die analysiert und untersucht werden.

Die Energiebedarfe eines Längs- und eines Eckgebäudes im Mikroquartier werden durch thermische Simulationen mit einem TRNSYS Mehrzonenmodell ermittelt. Dabei werden unterschiedliche Baustandards (Bestand, OIB Mindestanforderungen und Passivhausstandard) sowie vier verschiedene Orientierungen berücksichtigt. Die Hochrechnung des Energiebedarfs für das gesamte Mikroquartier erfolgt durch Hochrechnung über die BGF.

Das lokal zur Verfügung stehende erneuerbare Erzeugungspotential (Solarthermie, Photovoltaik, Erdwärme/kälte, Grundwasserwärme/kälte, Außenluft etc.) wird in verschiedenen Varianten simuliert und dem jeweiligen Energiebedarf gegenübergestellt.

Die Bestimmung der Lebensqualität setzt sich aus mehreren Bereichen zusammen. Mittels Simulation kann der Bereich Tageslichtsituation und Anzahl der Stunden mit direkter Besonnung für

das betrachtete Mikroquartier, bzw. kritische Gebäude, beurteilt werden. Die einzelnen Varianten werden zusätzlich primärenergetisch (Betrieb und Gesamt) und anhand der Lebenszykluskosten bewertet [Leibold 2018].

Auf Stadtarealebene wurde ein Optimierungsmodell für die Energieversorgung, beruhend auf der Portfoliotheorie, erstellt. Dem Modell steht eine Vielzahl an Technologien zur Verfügung, um den gegebenen Energiebedarf zu decken. Der Energiebedarf besteht aus der Nachfrage nach Strom, Wärme, Kühlung und (Elektro-)Mobilität. Um diese Nachfrage zu decken, berechnet das Optimierungsmodell den optimalen Mix in Hinsicht auf ein zuvor definiertes Ziel. Die im Projekt entwickelte Berechnungsmethode erlaubt es uns abzubilden, wie ein lokales Energiesystem, welches oft nach geringsten Kosten entworfen wird, hin zu einem erneuerbaren Energiesystem transformiert werden kann [Fleischhacker 2018].

Die Mobilität der EinwohnerInnen des Stadtquartiers wird in verschiedenen Szenarien im Hinblick auf die technologische Entwicklung bis hin zur vollständigen Dekarbonisierung des Verkehrssystems untersucht. Aus einer agentenbasierten Simulation resultieren Aussagen über den Energieaufwand für Mobilität, zu erwartende Emissionen und die Entwicklung des Modal Splits.

Die Ergebnisse zeigen die Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen und Varianten auf die Bewertung im Vergleich zum Status quo. Welche Qualitäten ein Stadtteil bereits bietet und an welchen Stellen Optimierungspotenziale vorliegen, wird in einem „Sonnendiagramm“ schnell ersichtlich und kommunizierbar.

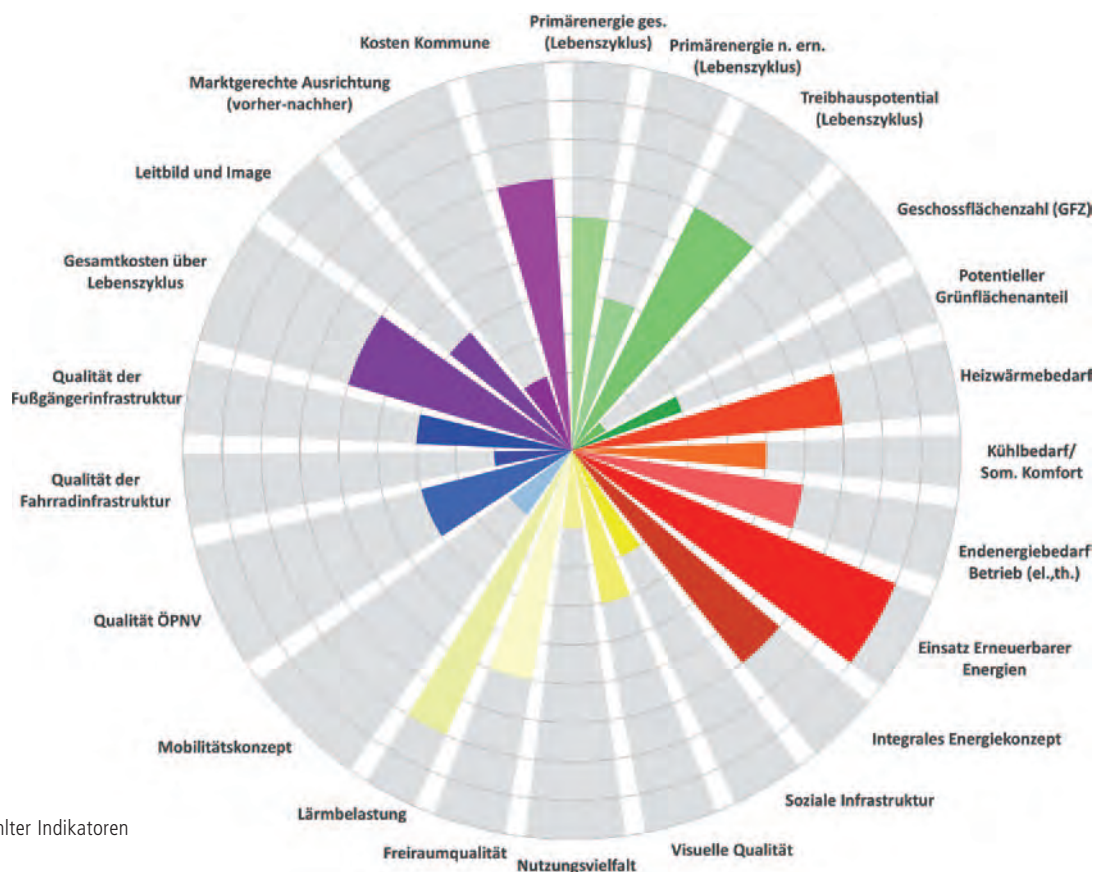


Abb. 1: Darstellung ausgewählter Indikatoren im Sonnendiagramm

**Klimaverträgliche Neubausiedlungen** [Tinkhof 2017], [Figl 2017]

Geht es bei „Smart City Mikroquartiere“ vor allem darum, bestehende Stadtareale zu entwickeln, so lag im Projekt UrbanAreaParameters der Fokus auf der integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen. Ausgangspunkt der Überlegungen ist das Schweizer Bewertungsmodell der 2000-W-Gesellschaft für Areale. Im Projekt wurden wichtige Voraussetzungen geschaffen, um ein äquivalentes System in Österreich einzuführen.

Die Idee hinter der 2000-Watt-Gesellschaft ist, dass pro Person ungefähr 2000 Watt Dauerleistung auf Primärenergiestufe nachhaltig zur Verfügung stehen. Die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen sollten eine Tonne pro Person und Jahr nicht übersteigen (2000watt.ch). Diese Ziele sollen für die Schweiz bis zum Jahr 2100 erreicht werden.

In Österreich haben sich in den vergangenen Jahren auf Gebäudeebene am Stand der Technik orientierte Richtwerte für Einzelspekte von Gebäuden etabliert (z.B. für den Heizwärmebedarf), große Fragen in Bezug auf umweltpolitische Zielsetzungen und die Umsetzung auf Siedlungsebene blieben aber offen. Nicht umgesetzt wurde in Österreich bisher auch der Wandel von der Fläche zur Person als Bezugsgröße sowie der integrale Blick auf einen nachhaltigen Gesamtverbrauch, der die Errichtung von Gebäuden, den Betrieb von Gebäuden und die Mobilität gemeinsam betrachtet.

Im Rahmen des Projekts UrbanAreaParameters wurde daher – unter der Leitung des SIR (Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen) – ein System zur Planung, Bewertung und Qualitätssicherung der Klimaverträglichkeit von Neubausiedlungen unter Berücksichtigung der österreichischen Rahmenbedingungen entwickelt. Das System kann ergänzend zur gängigen Projektplanung herangezogen werden und unterstützt Städte bei der Einhaltung der (global und lokal) festgelegten klima- und energiepolitischen Ziele

bei gleichzeitigem Anstieg der Nachfrage nach Wohnraum. Der hierzu entwickelte Kriterienkatalog umfasst qualitative und quantitative Kriterien für die Handlungsfelder Stadtplanung, Mobilität, Gebäude, Ver- und Entsorgung, Kommunikation & Kooperation sowie Management. Die Bewertung der quantitativen Kriterien beruht auf den speziell für Siedlungen erarbeiteten Richt- und Zielwerten. Diese erfassen

1. die Betriebsenergie der Gebäude (für Heizen, Warmwasserbereitung, Lüftung, Hilfsenergie, Beleuchtung, sonstigen Betriebsstrom),
2. die Graue Energie der Gebäude (Umweltwirkung von Herstellung, Errichtung, Ersatz und Entsorgung der Baustoffe) sowie
3. die Alltagsmobilität in Siedlungen (Mobilität mit Österreichbezug, Personen ab 6 Jahren).

Im Gegensatz zu den gängigen Richt- und Zielwerten für Einzelgebäude werden hier Werte pro Person und Jahr angegeben.

Die Ableitung der Richtwerte für die „Graue Energie“ von Gebäuden lag im Verantwortungsbereich des IBO. Die „Graue Energie“ beschreibt dabei die gesamte Menge an Primärenergie, welche für alle über den Lebensweg eines Baumaterials stattfindenden Prozesse aufgewendet wird. Wie im Schweizer Vorbild wird außerdem das Klimaerwärmungspotenzial (Global Warming Potential) unter dem Begriff der „Grauen Energie“ subsumiert.

Ein wichtiger Punkt für die Anwenderfreundlichkeit des Bewertungssystems ist der Abgleich mit den österreichischen Bewertungssystemen auf Produkt- und Gebäudeebene (klimaaktiv, Total Quality Building (TQB) und Bau EPD). Die Berechnung erfolgt daher grundsätzlich nach den Vorgaben der Gebäudebewertungssysteme, jedoch mit erweiterter Systemgrenze (Bilanzierung des gesamten Gebäudes und des gesamten Lebenszyklus inkl. Entsorgung). Für die Gebäudeanalyse wurden in einem ersten Schritt Test-Richt-

	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m²a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./m²a]
Wohngebäude	Graue Energie Gebäude	26 - 33	5,8 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	47 - 100	2,9 - 8
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	49 - 113	6,7 - 28,5
	Zielwert pro m²	206	15
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./P•a]
	Zielwert pro Person	1.040	684
Bürogebäude	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m²a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./m²]
	Graue Energie Gebäude	25 - 33	6,5 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	73 - 90	5,1 - 7
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	27 - 121	6,3 - 30,6
	Zielwert pro m²	371	27
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./P•a]
Zielwert pro Person	181	115	
Schulgebäude	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m²a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./m²]
	Graue Energie Gebäude	26 - 33	7,1 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	69 - 100	5,2 - 8
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	21 - 67	4,7 - 16,6
	Zielwert pro m²	116	19
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO <sub>2</sub> -eq./P•a]
Zielwert pro Person	60	44	

Tab. 1: Österreichische Richt- und Zielwerte für die Bewertung von Neubausiedlungen

Projekt	Gefördert durch	Partner
Way2Smart Korneuburg: Start Up in eine sozial verträgliche energieautonome Smart City	Smartcity-Initiative des Österr. Klima- und Energiefonds und der FFG	Fachhochschule Technikum Wien EVN AG wohnbund:consult X-Net Services GmbH Institut für Technikfolgen-Abschätzung der ÖAW Traffix Verkehrsplanung GmbH New Energy Consulting, Ing. Jürgen Obermayer GmbH ATB-Becker e.U. Stadtgemeinde Korneuburg Stadtentwicklungsfonds Korneuburg pos architekten ZT gmbh
SC_MIKROQUARTIERE – Energie- und Lebensqualitätsoptimierte Planung und Modernisierung von Smart City-Quartieren	BMVIT im Programm Stadt der Zukunft	Kleboth & Dollnig FH Technikum Wien ÖIAT – Österreichisches Institut für angewandte Telekommunikation TU Wien, Energy Economics Group Umweltbundesamt GmbH
UrbanAreaParameters – Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen	BMVIT im Programm Stadt der Zukunft	SIR – Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen (Projektleitung) Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH HERRY Consult GmbH Energieinstitut Vorarlberg

Wir danken unseren Projektpartnern und Fördergebern

werte für die „Graue Energie“ von Gebäuden Top-Down abgeleitet. Ausgangspunkte waren die nationalen österreichischen und Schweizer Zielwerte für alle Bereiche sowie die Schweizer Richtwerte für die „Graue Energie“. Andererseits wurden die Test-Richtwerte an Hand von Modellgebäuden evaluiert.

Die Ergebnisse der Gebäudeanalyse zeigen, dass die Kompaktheit des Gebäudes ein wesentlicher Faktor für gute Ergebnisse in der Ökobilanz ist. Bei der Umrechnung auf Richtwerte pro Person wird der zweite wesentliche Optimierungsfaktor im Bereich der „Grauen Energie“ deutlich: Je höher die Belegungsdichte, desto leichter sind die Zielwerte zu erreichen.

Diese Ergebnisse wurden mit der Top-Down-Betrachtung verschnitten und führten schließlich zu Richt- und Zielwerten für die integrale Bewertung der „Grauen Energie“, der Betriebsenergie und der Alltagsmobilität von Neubausiedlungen.

Die Projektergebnisse sollen in das Auditsystem für klimaaktiv Siedlungen (derzeit in Entwicklung) eingehen. Ebenso ist eine Anwendung der quantitativen Zielwerte für den Stadtteil Schallmoos in Salzburg geplant.

#### Literatur

- [Leibold 2018] Leibold, Jens (IBO); Zelger, Thomas (FH Technikum Wien): Projekt SC-Mikroquartiere. Modellierung verschiedener Nachverdichtungsszenarien und Optimierung bezüglich erneuerbarer Energieversorgung und der Lebensqualität der NutzerInnen. BauZ! Kongress, 24.-26.1.2018, online verfügbar unter <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibomagazin-online/ibo-magazin-artikel/data/projekt-sc-mikroquartiere/>
- [Fleischhacker 2018] Fleischhacker, Andreas (TU Wien): Kosten versus Emissionen des Energiesystems – Wie teuer kommt der Trade-Off? <https://smartcity-mikroquartiere.at/news/kosten-versus-emissionen-des-energiesystems-wie-teuer-kommt-der-trade-off>
- [Tinkhof 2017] Mair am Tinkhof, Oskar: Grundlagen Siedlungsbewertung. In: Working Class Districts. Urban Transformations and Qualities of Life in the Growing City. Book of Abstracts, FH Campus Wien, 14.-15.9.2017, <https://www.fh-campuswien.ac.at/die-fh/veranstaltungen/international-conference-on-working-class-districts.html>
- [Figl 2017] Figl, Hildegund: Gebäude als Materialspeicher – Ressourceneffizienz und CO<sub>2</sub>-Einsparung in der Siedlungsbewertung. Vortrag im Rahmen des Symposiums „Stadt der Zukunft - Nachhaltigkeit vom Quartier zum Baustoff“ am 9. Nov. 2017 in Reichenau

#### Informationen

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



**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



## Sanieren einmal anders



Können E-Mobilität und Wohnraumerweiterung den Bausünden früherer Jahre neue Attraktivität verleihen? Kann die Stadt nach innen wachsen? Fragen, die allesamt in STELA, einem beinahe 4 Jahre dauernden Forschungsprojekt des klima+energiefonds beantwortet wurden.

Barbara Bauer, IBO GmbH

Verbesserungen in einem steirischen Wohnviertel aus den 1980er-Jahren als Beispiel für die Renovierung anderer Siedlungsbauten zu planen, simulieren und auszuprobieren, dafür steht das Kürzel **STELA**, das **Smart Tower Enhancement Leoben Austria**.

Die ÖsterreicherInnen träumen vom Einfamilienhaus, tatsächlich wohnen sie aber zu über 60 % in Wohnungen. Viele davon könnten attraktiver sein und damit Wochenendflucht und den Wunsch nach dem eindeutig unökologischen Häuschen im Grünen verringern, so die Theorie. Wie eine ökologische Ertüchtigung, also Energieeinsparung im Betrieb und nachhaltigere Mobilität mit einer Verbesserung der Wohnqualität, rechtlich abgesichert, wirtschaftlich sinnvoll und praktisch durchführbar einhergehen kann, das wurde seit 2014 in einer reinen Wohnsiedlung mit 10 fünf- bis achtgeschoßigen Wohntürmen, in denen ca. 600 Menschen in 275 Wohnungen leben, erforscht.

Unter der Konsortialführung der Stadtgemeinde Leoben wurde das Projekt in 9 Arbeitspakete aufgeteilt und die ProjektpartnerInnen aus Technik, Wirtschaft, Soziologie mit regelmäßigen Treffen koordiniert, sodass interdisziplinär Erkenntnisse mehrfach verbessert wurden und schlussendlich tatsächlich ein 1:1 Modell nicht nur realisiert, sondern auch evaluiert werden konnte.

Zu Beginn wurde die Sanierungsmethode erarbeitet und deren Funktionsweise beschrieben, um in einem nächsten Schritt die BürgerInnen zu informieren. Alle Wohnungen haben den gleichen Grundriss, organisiert als Vierspänner, sodass Vor- und Rücksprünge in der Gebäudegeometrie entstanden. Als Liegenschaftseigentümerin hatte die Stadt Leoben großes Interesse über die energetische Verbesserung hinaus auf die demographischen Anforderungen zu reagieren. Eine größere Vielfalt an verschiedenen nutzbaren Wohnungseinheiten sollte entstehen. Gleichzeitig sollten die individuellen Außenräume erweitert und als Pufferzone als Alternative zur WDVS entwickelt werden. Zur Energiegewinnung wurden PV-Module geplant. Die ursprünglichen Freiflächen sind für heutige Verhältnisse recht schmal dimensioniert und werden vorwiegend als Wirtschaftsbalkone genutzt. Mit der Pufferzone werden die Wohnungen erweitert, mit Durchbrüchen können auch – ohne groben Eingriff in die Haustechnik – größere Gemeinschaftswohnungen bis ca. 200 m<sup>2</sup> geschaffen werden. Das wird dem heutigen Bedürfnis nach unterschiedlichsten Lebensformen besser gerecht

und steigert damit die Attraktivität des Quartiers – ein vordringlicher Wunsch der Stadt. Die Vielzahl und Vielfalt an Möglichkeiten wurde in einem Katalog dokumentiert, für dieses und auch für Nachahmungsprojekte.

### Elementfassadensystem – der Baukasten

Gemeinsam mit Fachkräften aus der Industrie und möglichen Herstellern wurden Module für die Pufferzone entwickelt. Neben der konstruktiven Herausforderung (Vorfertigung, Montage im bewohnten Zustand, statische Erfordernisse) mussten die gesetzlichen Rahmenbedingungen für Brandschutz, Nutzungssicherheit, Belichtung usw. berücksichtigt werden. Die bauphysikalischen Auswirkungen, auch für die MieterInnen, deren Wohnungen dann anders belüftet und beschattet werden würden, die finanziellen Konsequenzen, all diese Aspekte mussten für zahlreiche Ausführungsvarianten geprüft werden.

### Planungsbegleitende Simulationen

Nicht nur die Feuchte- und Wärmeflüsse wurden mit TRNSYS simuliert, auch die Raumluftqualität mit TRNFLOW und die Versorgung mit Tageslicht mit Dayism wurden simultan mit der Projektplanung durchgeführt. So konnten Chancen und Gefahren vorab erkannt werden.

Letztendlich stellte sich eine selbsttragende Konstruktion als flexibel, kostengünstig und einfach in der Produktion und Montage heraus. Mit der Umhüllung des Bestandsgebäudes und damit einer größeren Kompaktheit lässt sich nicht nur Energie einsparen, auch die Schimmelproblematik wird entschärft.



Schaubild STELA Quartier (Zukunftsvision)

## Infobüro vor Ort – BürgerInnen reden mit

Weil der Umbau im bewohnten Zustand erfolgen muss, sollten die Betroffenen unmittelbar eingebunden sein.

Schon 2014 wurde das STELA Infobüro vor Ort eröffnet. Alle BewohnerInnen des Quartiers sollten erreicht und über diese neuartige Sanierungsmethode informiert werden. Im Herbst wurde eine Abstimmung durchgeführt. Das Haus mit der meisten Zustimmung wurde dann für die weitere Forschung ausgewählt. Dort wurde im Frühjahr 2017 ein 1:1 Modell der Pufferzone an eine Wohnung angebaut.

## Evaluierung

Auch die Wohnungen im Bestand wurden mit Sensoren ausgestattet und bereits ein Jahr lang vermessen, damit Vergleichswerte eine aussagekräftige Beurteilung des Umbaus ermöglichen.

Auf die Nutzung kommt es an, das haben wir in vielen Projekten gesehen, wo die errechneten Werte nicht oder erst nach disziplinierter Einregulierung erreicht wurden. Herauszufinden, wie eine Technik angenommen wird, und ob Verbräuche bzw. Komfortparameter passen, das gelingt nur mit Messungen. Gerade im Bestand muss das Messkonzept unkompliziert nachrüstbar sein. Das IBO hat – nicht zum ersten Mal – hier Funksensoren eingesetzt.

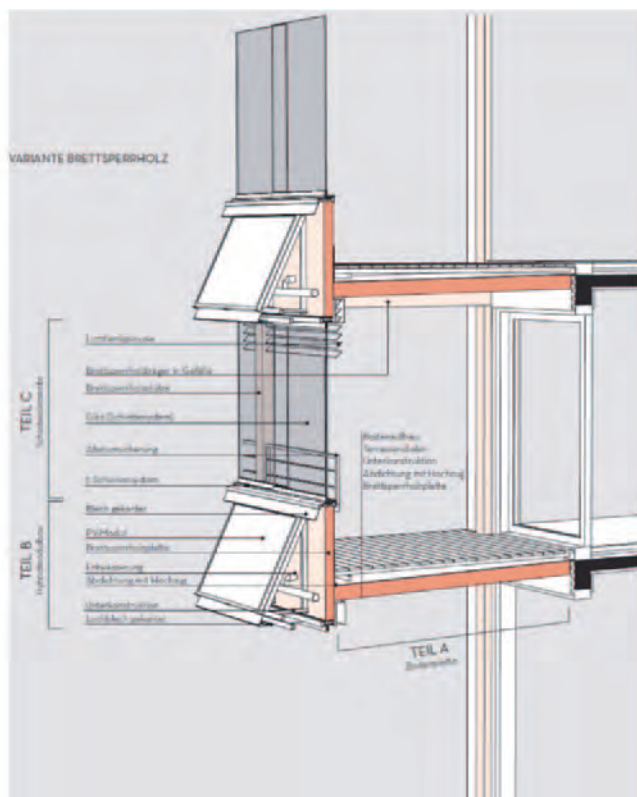
In der Demonstrationswohnung wurden neben der stetigen Messung der Temperatur, mithilfe von Bewegungssensoren das

Öffnen und Schließen der (dreiläufigen) Schiebeelemente aufgezeichnet. So konnte zusätzlich zu den Rückmeldungen der MieterInnen über die empfundene Aufenthaltsqualität Erkenntnisse aus den tatsächlichen Temperaturverläufen in Abhängigkeit der jeweiligen Witterung gewonnen werden.

In Summe bestätigten sich die Annahmen aus der Simulation: der sommerliche Komfort kann mit diesem System gewährleistet werden. Im Winter zeigte sich, dass minimale empfundene Pufferraumtemperaturen bei  $-5^{\circ}\text{C}$  lagen bei Außentemperaturen von  $-15^{\circ}\text{C}$ .

## Mobilität

Wo und wie wir wohnen, beeinflusst unsere Mobilität. Bei den Stadtentwicklungen ist „smarte Mobilität“ immer ein Thema. Ein umfassendes Verkehrskonzept durfte auch bei dieser Siedlung, deren Außenräume vorwiegend für Parkplätze genutzt werden, nicht fehlen. Basierend darauf wurden Szenarien für die Reduktion der Treibhausgasemissionen für den Smart City Musterstadtteil ausgearbeitet. Werden die optimalen Maßnahmen auf Gebäudeebene mit realer Sanierungsrate und Grenzernergie sowie auf Verkehrsebene umgesetzt, können die  $\text{CO}_2$ -Emissionen bis 2050 um 13.500 t reduziert werden, anders ausgedrückt um 5 % verringert werden.

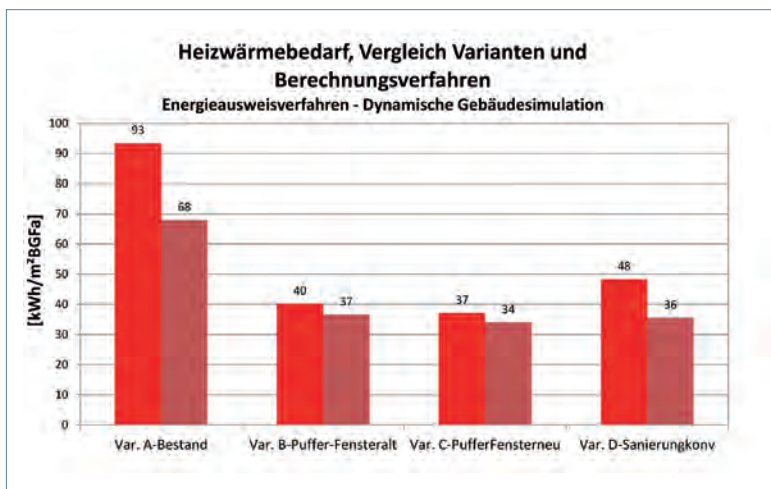


Um im Zuge der Errichtung flexibel agieren zu können wurde die Konstruktion der Pufferzone in einer modularen Bauweise konzipiert. Das Konstruktionsprinzip folgt einer Baukastenstrategie bei der sich aus wenigen leicht reproduzierbaren Elementen die gesamte neue Gebäudehülle schrittweise herstellen lässt. (Variante Brettsperrholz)

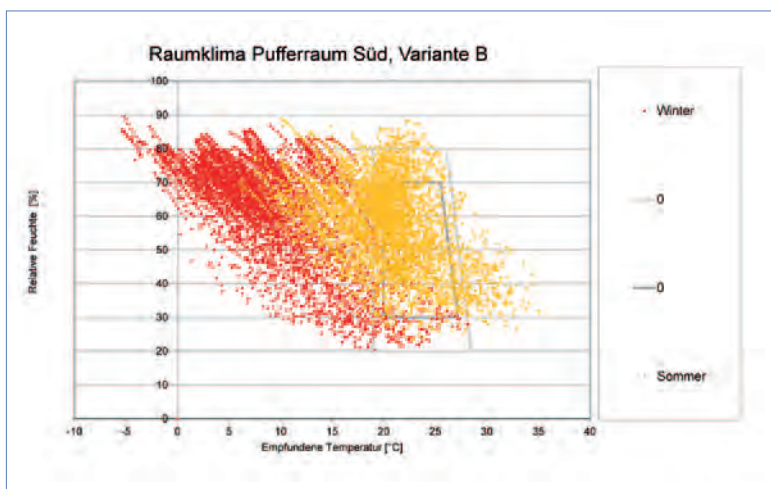




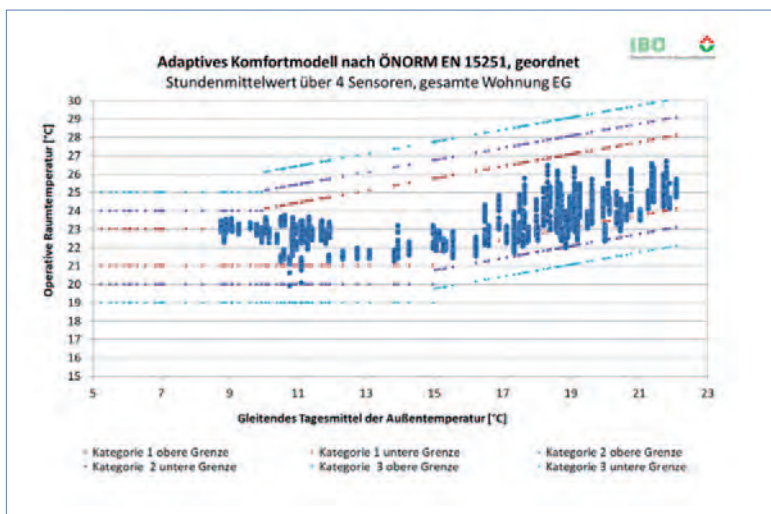
Fotos: © Rudolf Bintinger



Vergleich Energieausweis, Gebäudesimulation - unterschiedliche Varianten



Die Simulationsergebnisse zeigen, dass trotz Temperaturspitzen der Außenlufttemperatur von 32°C, die Temperaturen im Pufferraum nur auf maximal 30 bis 35°C ansteigen.



Sommerlicher Komfort Wohnung EG (Demonstrationsmodul)

**Betrachtung der Treibhausgasemissionen**

Als Besonderheit bei diesem Projekt wurden die Treibhausgas-Emissionen für den Stadtteil berechnet. Ob die CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Sanierungsmaßnahmen den Mehraufwand durch die Konstruktion und Photovoltaikanlage ausgleichen können, lautete die Fragestellung. In einem ersten Schritt wurden CO<sub>2</sub>-Bilanzen für jede Variante erstellt, wobei die Herstellung und Entsorgung der Konstruktion sowie die Einsparungen in Hinblick auf Heizung und Strom berücksichtigt wurden. Betrachtet wurden diese CO<sub>2</sub>-Bilanzen in 3 Szenarien: Konversionsfaktor laut berechnetem Energieausweis (Fernwärme aus Heizwerk nicht erneuerbar), dem realen Konversionsfaktor (Abwärme) sowie dem Konversionsfaktor der Grenzenenergie Österreich (Erdgas). Diese Variation wirkt sich auf die Einsparungsergebnisse und somit auf die ökologische Rentabilität aus.

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde anschließend unter Berücksichtigung der Entwicklung der Sanierungsrate, des Strombedarfs sowie der Preissteigerung im betrachteten Smart City Stadtteil der Musterstadt bis 2050 hochgerechnet.

**Ergebnisse und Erkenntnisse weiternutzen – das Handbuch**

Das STELA Handbuch zeigt die Ergebnisse der soziologischen und technischen Analysen und Evaluierungen des Gebäudebestands, der Ausarbeitung der Grundrissvarianten, der Modulkonstruktionen und der Berechnungen. Es soll damit zur Nachahmung einladen. Handlungsvorschläge, Case Studies und die Dokumentation dieses Forschungsprojektes helfen bei weiteren Gebäudesanierungen.

**Informationen**

DI (FH) Felix Heisinger  
 IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
 A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
 email: felix.heisinger@ibo.at  
 www.ibo.at





**BauZ!**

Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen  
Vienna Congress on Sustainable Building

**Rahmenbedingungen.  
Darin Spielräume!  
Renovieren und Nachverdichten**

**Framework conditions.  
Scopes within!  
Renovation and Redevelopment**

**13.–15. 2. 2019  
MessezentrumWien**

# In Betrieb gesetzt! Was kommt ins Laufen?

## BauZ!

Wiener Kongress für  
zukunftsfähiges Bauen

BauZ! 2018 war, mehr noch als seine Vorgänger, ein Kongress, der ebenso im Kongress-Saal, wie im Foyer davor stattfand.

Tobias Waltjen, IBO

Die interaktiven Formate, 2017 eingeführt, wurden ausgebaut. Neben klassischen Plenarvorträgen und Special-Interest Workshops in kleineren Sälen gab es den „Kongress an den runden Tischen“, heuer eher als „Stehparty an den großen Monitoren im Foyer“ anzusprechen: Eine erfolgreiche Variante eines World Cafés, das, bei kleinerem Publikum, eine lebhaftere Diskussion begünstigt. 14 Firmen an Ausstellertischen hatten Gelegenheit sich in 1-Minuten-Vorträgen (Elevator Pitches) dem Plenarpublikum vorzustellen. BauZ! Kongresse organisieren vielfältige Begegnungen und Wissensaustausch bis hin zu einer Exkursion und Abendempfangen unserer Kooperationspartner.

BauZ! wird seit 2013 international aufgesetzt – mit internationaler Bewerbung und Simultanübersetzung im Saal. Dieses Jahr konnten Delegationen aus Kanada, China, Deutschland und der Türkei begrüßt werden. Der Anteil ausländischer Gäste stieg auf 20 %.

BauZ! Kongresse sind seit 2004 kreative Treffpunkte für Fachleute des Bauwesens aus Österreich und anderen Ländern, die, während sie ihre beruflichen Ziele verfolgen, ein Auge sowohl auf die ökologischen wie auch die gesellschaftlichen Folgewirkungen ihrer Tätigkeit haben wollen.

### Das Motto war: In Betrieb gesetzt – was kommt ins Laufen?

Es ging – kurz gesagt – um Erweiterungen.

Die Systemgrenzen der Gebäudetechnik wachsen über die Gebäudegrenzen hinaus in Quartiere und erweitern sich zur Energieplanung.

Die Planerstellung der Architektur erweitert sich zum digitalen Modell, auf das alle weiteren Akteure – Tragwerksplaner, Gebäudetechniker, Bauphysiker und Gebäudesimulation, Ausschreiber der Leistungen, Bauausführende bis hin zu Planung und Verwaltung des Gebäudebetriebs, zugreifen und das Ihrige hinzufügen.

Die spezialisierten Akteure im Bauprozess, traditionell durch Ausschreibungen, Aufträge und Claim Management einander formalisiert zugeordnet, erweitern ihre informelle Kommunikation, angeleitet von einem gemeinsamen Gebäudemodell, das ihnen auch keine andere Möglichkeit lässt.

Die Bauherrenrolle, seit langem vorwiegend anonym von institutionellen Investoren wahrgenommen, erweitert, demokratisiert und personalisiert sich auf Gemeinschaften, wohlgeordnete Gruppen zukünftiger Nutzer – die neuen auch genossenschaftlichen Modelle der Baugruppen.

Die Oberfläche von Gebäuden erhält erweiterte Funktionen durch Energiegewinnung aber auch durch Begrünung bis hin zur gärtnerischen Produktion.

Beachten Sie den neuen Call for Papers für den nächsten Kongress im Februar 2019 auf [www.bauz.at](http://www.bauz.at)



# Stadt der Zukunft – Nachhaltigkeit vom Quartier zum Baustoff



In Reichenau an der Rax fanden sich am 9. und 10. Nov. 2017 Planende und Ausführende aus der Baubranche, ForscherInnen für ökologische Bewertungen und soziale Innovationen, Hersteller von klimawandeltauglichen Produkten und Dienstleistungen für 2 Tage zusammen, um sich auszutauschen und Wissen für die tägliche Arbeit mitzunehmen. Ein kurzer Abriss womit wir uns befasst haben.

Barbara Bauer, IBO GmbH

Was jetzt gebaut wird, hat globale Auswirkungen und zwar für Jahrzehnte. Und es wird viel gebaut, denn es gibt immer mehr Menschen. Im Jahr 2050, prognostizierte Gesa Schöneberg zu Beginn des Symposions, werden 6.5 Milliarden Menschen in Städten leben. Wie wir damit umgehen (können), zeigten uns die ReferentInnen aus Wirtschaft, Forschung und Finanzwelt: Alexander Kopecek erzählte, wie der Stadtteil Aspern entwickelt wurde und vom heutigen Leben in der Seestadt Aspern – mit ausborgbarem Lastenfahrrad, sauberem See und Supermarkt neben der Buchhandlung. Denn für einen funktionierenden Stadtteil, wo Arbeit, Wohnen und Freizeit eng beieinander sind, sind kleine (das familiäre Radgeschäft mit Kaffee und Kuchen) und große Strukturen (der Lebensmitteldiskonter) nebeneinander nötig. Roland Krebs zeigte uns, wie die Erfahrungen auch von der Planung und Besiedelung des Leuchtturmprojekts Aspern in die Quartierentwicklungen in Wiens neuer Gründerzeit eingehen. Baufeldübergreifende Planung muss klare Regeln wie etwa eine 4m hohe Erdgeschoßzone oder Zaunlosigkeit der Innenhöfe festlegen. Die Toolbox dazu darf in keinem Urban Lab fehlen.

Im Solution Cafe hörten wir von Siedlungsbewertungen wie sie im Programm klimaaktiv entwickelt werden, von Putzen und Dekensegeln für den akustischen Komfort, von den Auswirkungen des Cradle to Cradle Ansatzes bei Parkett und Teppich, welche Nachhaltigkeitskriterien für elastische Bodenbeläge angewendet werden, wie das Leben leichter wird, wenn Fliesenkleber in 2 statt einen Sack gepackt werden, wir konnten hören, was Fassadenanstriche langlebig macht, wie Gemeinden mit digitalen Daten arbeiten können und wie „gesund bauen“ als Kundenwunsch umgesetzt wird.

Hildegund Figl konfrontierte uns mit dem klaren Ergebnis unzähliger Ökobilanzierungen aus dem Projekt Urban Parameters: Wenn wir die Klimaziele ernst nehmen, ist es egal welchen Baustoff wir verwenden, es darf keinen Neubau mehr geben, Sanieren ist angesagt, Gebäude müssen kompakter werden. Und: die Belegungsdichte muss erhöht werden.

Roman Prager, der Windkraft erzeugt, will den Strom, der zuviel ist, in Betondecken zwischenspeichern. Das funktioniert tatsäch-

lich, wenn der Stromlieferant die Wärmepumpe für die technische Bauteilaktivierung steuern kann.

Weil der Klimawandel nur noch gemildert werden kann, ist es notwendig, heute schon Gebäude klimafit zu planen, beginnend bei ausreichender Kanaldimensionierung bis hin zu angepassten Bauzeitplänen, wenn Sommersonnentage zu Schlechtwetter werden, erzählten uns Daniel Leidinger und Lukas Clementschitsch.

Alexander Szymoniuk zeigte die aus Holzbau-elementen modular zusammengesetzten Ausweichquartiere des Parlaments, die später einmal 18 Kindergärten werden können. Über die resilienten Städte, die wir dringend nötig haben werden, sprach Thomas Romm und erzählte von Aushub, der direkt vor Ort weiterverwendet wird und damit viele Transporte spart, vom Baukarussell, dass Bauteile zur Wiederverwendung fit macht und von RUMBA, den Leitlinien für eine umweltfreundliche Baustellenabwicklung. Wie Fassaden mit Drohnen und Robotern gedämmt werden können zeigte uns Wolfgang Winter.

Peter Karl aus der Finanzwelt vermisste soziales Denken in den gängigen Gebäudebewertungen. Die Nachfrage nach nachhaltigen Fonds steigt, auch für Immobilienfonds. Veranlagungskriterien, die es den Immobilienbetreuern erlauben, schnell zu sehen, ob ein Gebäude für einen nachhaltigen Fonds in Frage kommt, sind nötig – man ist mit klimaaktiv im Gespräch.

Tobias Rogalli stellte uns anhand des Forschungsprojekts „Soziale Innovationen in Smart Cities“ vor, wie Menschen zusammenleben könnten. In vielen Städten, auch in der SINNCity werden soziale Innovationen auch für Anwendung neuer Technologien ausprobiert. So zum Beispiel die Ausbildungen zu Energiesparhelfern. Langzeitarbeitslose besuchen in ihrem Wohnquartier Personen, die in Energiearmut leben und beraten sie auf Augenhöhe. Hilft doppelt, weil es Arbeitsplätze schafft und Haushalten mit geringem Einkommen zu einem besseren Auskommen verhilft. Weitere 83 Maßnahmen sind im Ideenkatalog zu finden.

Christian Steiner erzählte ausführlich, wie sich Menschen zusammenfinden und gemeinsam leben. Baugruppen sind ein Minderheitenprogramm, aber die Anzahl der solcherart errichteten Wohneinheiten nimmt zu.

Mut machten uns Claudia Nutz mit der Stadtentwicklung in Amstetten, Günther Jedlicka mit Wohnheimen für Studierende, seit 2005 allesamt in Passivhausqualität, Alexander Gluttig mit einem Wohnbau in Aspern, wo Jugendliche durch den sogenannten Canyon sausen, und Karl Höfler mit einer Sanierung in Kapfenberg. Dort wurde aus einer Wohnhausanlage aus den 1960ern mit PV-Fassade, Solarsegel und 7500 Litern Pufferspeicher ein PlusEnergie-Gebäude, begleitet von einem umfassenden Monitoring.

**Im Großen wie im Kleinen – alles hilft beim Umgang mit dem Klimawandel. Und es braucht engagierte Personen.**

In Reichenau an der Rax war man sich jedenfalls einig: Der Klimawandel bewegt uns alle, vor allem die Menschen in die Städte. Wie sie dort leben und wie wir resiliente Städte bauen, zeigten uns Fachkundige aus Finanz- und Bauwelt, aus Forschung und Planung.

<https://www.ibo.at/wissensverbreitung/symposion/>



## Zwei Grad. Eine Tonne.

Wie wir das Klimaziel erreichen und damit die Welt verändern

Um die globale Erwärmung unter dem gefährlichen Ausmaß von zwei Grad zu halten, müssen die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von derzeit zwölf (der Durchschnitt in der EU) auf eine Tonne pro Person reduziert werden. Wie dieses Vorhaben gelingen kann, wird in diesem Buch präzise berechnet. Die einzelnen Lebensbereiche werden durchleuchtet, es werden Einsparpotenziale aufgespürt, die nicht nur dem Klima guttun.

von Gerhard Enzenberger

Christof Drexel  
Zwei Grad. Eine Tonne.  
Wie wir das Klimaziel erreichen und  
damit die Welt verändern  
Eigenverlag 2018, 220 Seiten,  
Euro 28,70



Bestellungen: [www.zwei-grad-eine-tonne.at](http://www.zwei-grad-eine-tonne.at)

Ein weiteres Buch über den Zustand der Welt – aber beim näheren Hinsehen doch anders. Der Autor, langjähriger CEO der Haustechnikfirma Drexel & Weiss, lädt uns mit diesem Buch ein, lustvoll die Welt zu retten. Sorgfältig recherchiert zeigt er uns mögliche CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale auf. Er macht es an 3 Strategien fest, die je ein Drittel zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen sollen. Am Beginn steht nicht – wie man von einem Haustechniker erwarten würde – die Energieeffizienz, sondern unser Lebensstil. In den Bereichen Ernährung, Verkehr, Reisen, Sport und Freizeit, Haustieren!! und Bauen und Wohnen werden, unterfüttert mit jeder Menge Zahlen, Einsparpotenziale aufgespürt. Die Hintergrundberechnung sind auf der Webseite [www.zwei-grad-eine-tonne.at](http://www.zwei-grad-eine-tonne.at) als Download zur Vertiefung und auch als Einladung zur Diskussion bereitgestellt.

Als zweite Strategie wird die Energieeffizienz festgemacht. Es werden die Potenziale der Energieeffizienz wie auch die Ressourcen- und Prozesseffizienz behandelt, wieder unterteilt in die einzelnen

Lebensbereiche. Das Thema Bauen und Wohnen steht hier an erster Stelle und nimmt einen großen Teil davon ein.

Als letzte Strategie wird auf die erneuerbare Energiegewinnung eingegangen. Es wird ein Szenario entwickelt, das aus heutiger Sicht plausibel erscheint und das 20–30 Jahre in die Zukunft reicht. In einem Zwischenkapitel versetzt uns der Gastautor Wolfgang Mörth in das Jahr 2044 und beschreibt, wie eine Welt aussehen könnte, in der das Klimaziel bereits erreicht ist und vor allem, wie es dazu kam. Er schreibt von Revolten und wie die Frauen das Geschehen auf der Welt nachhaltig beeinflussten um sie zu einer besseren Welt zu machen.

Am Ende wird noch auf die gesellschaftlichen und politischen Zusammenhänge zwischen Gesellschaft, Wirtschaft und Umweltschutz eingegangen.

Ein sehr persönliches und trotz vieler ernüchternder Fakten ein durch und durch positives Buch, das Mut macht und anregt jetzt was zu tun. Go for it!

# Der Klimawandel schreitet voran, die Welt erstickt an Plastik: warum handeln wir nicht?

Das Problem ist komplex, schon klar. Das in diesem Artikel besprochene Buch (3 Bücher in einem) könnte jedoch Licht in einen zentralen Aspekt des Problems bringen.

von Caroline Thurner

*Warum wir sind wer wir sind, und wie wir uns in eine Richtung ändern können, die wir uns für uns selbst und unsere Umwelt wünschen.*

Das Gefühl, mit dem man das Buch am Ende der Lektüre schließt, ist Erschütterung. Doch das Buch gibt auch Hoffnung – eine uralte Weisheit, die Hüther in Form aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse verkündet:

## Retten kann uns nur noch die Liebe

Ob wir unsere Biosphäre, wie wir sie kennen, noch retten können hängt demnach davon ab, ob es uns gelingt, zuerst uns selbst, dann unsere Kinder, unsere Freunde, die Heimat und schließlich unsere Umwelt lieben zu lernen, ihre Bedürfnisse zu erkennen und für sie zu sorgen, wie eine Mutter für ihr Baby sorgt.

Ausgehend von molekularen Mechanismen in unseren Gehirnen spannt Hüther einen aufregenden Bogen von Angst, als Vorhersehen des Entgleitens eines inneren Gleichgewichtes, über Stress, der von Angst ausgelöst wird und zu einem spezifischen Handeln führt, bis hin zum Glücksgefühl, das einsetzt, wenn es gelungen ist, das innere Gleichgewicht wieder zu erlangen. Die biologischen Grundmechanismen sind immer die gleichen: beim primitiven Einzeller ebenso, wie beim neugeborenen Baby oder später beim erwachsenen Menschen. Den nächsten, fast noch aufregenderen Bogen spannt er schließlich vom Neugeborenen bis zum mündigen und vor allem handlungsfähigen Erwachsenen: Das Baby, das als Reaktion auf den Stress „Hunger“ schreit, lernt, dass sein Handeln (nämlich Schreien) erfolgreich war, wenn die Mutter es stillt. Es wird mit Glücksgefühlen belohnt und lernt damit, dass es kompetent ist und für die Wiederherstellung seines inneren Gleichgewichts sorgen kann. Wenn die Mutter regelmäßig auf die Bedürfnisse ihres Babys eingeht, wird es ihren Anblick mit den Glücksgefühlen verbinden, mit denen es so oft belohnt worden ist - und das, so Hüthers These, nennen wir dann Liebe.

Der dritte Bogen geht von einem Baby aus, das erkannt hat, dass die Mutter seine uneingeschränkte Unterstützerin ist. Folglich übernimmt es zunächst ihre Reaktionen, Handlungsmuster und schließlich auch Werte – und das schließt auch das Eingehen auf die Bedürfnisse Anderer ein. Es lernt, dass es Menschen gibt, denen die Mutter vertraut, und solche, denen sie reservierter gegenübersteht. Von den Vertrauten der Mutter wird es später Reaktionsmuster und Werte annehmen. So wächst es schließlich in eine Gemeinschaft und ihr Repertoire an Handlungsmustern, Reaktionen und Werten hinein, aus denen es in einem späteren Stadium aussuchen kann, welche es für sich selbst übernehmen möchte.

Gerald Hüther

Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn. Die Macht der inneren Bilder. Biologie der Angst

Vandenhoeck & Ruprecht Verlag 2013, 137 Seiten, Euro 24,99



Der letzte Bogen, den Hüther spannt, führt schließlich von der Verbundenheit und der Liebe mit der Mutter, über die Verbundenheit mit der Gemeinschaft in der das Kind aufwächst, zur Verbundenheit mit einer immer größeren Umgebung und insbesondere auch der mit der Umwelt und allem was den Menschen umgibt. Nur eine solche Verbundenheit kann letztendlich dazu führen, dass der Mensch bereit ist, für seine Umwelt zu sorgen und sie zu erhalten.

Wenn wir uns nun fragen, warum wir nicht bereit sind, für unsere Umwelt zu sorgen, so ist die Antwort wohl hier zu finden. Wieviele Kinder wachsen denn schon in einer perfekten, liebevollen Umgebung auf und haben die Chance zu der hier geschilderten idealen Form von Liebe zu finden? Die meisten von uns haben schon Schwierigkeiten, sich selbst zu akzeptieren und zu lieben. Wie viele können folglich diese Liebe an ihre Kinder weitergeben, indem sie so vorausblickend für sie sorgen, dass auch diese noch in einer funktionierenden Umwelt ihre Kinder großziehen können? Schließlich sind es nur die allerwenigsten, die bereit sind, ihre Verhaltensmuster so zu ändern, dass vorhersehbare Umweltkatastrophen und damit verbundene menschliche Katastrophen nicht eintreten.

Der vernichtende Schluss, den die Leserin aus der Lektüre zieht, ist wohl der, dass wir als Gesellschaft so verletzt sind, dass unsere Liebe nicht weiter reicht als bis zum Tellerrand, wenn überhaupt.

Wer also unsere Welt retten möchte wird sich wohl auch folgende Frage stellen müssen: Wie kann es gelingen, einen so großen Teil der Bevölkerung soweit zu heilen, dass sie von sich aus bereit ist, alte Handlungsmuster aufzubrechen und neue Wege zu gehen? Brauchen wir flächendeckende Psychotherapie?

Hüther schreibt auch für nicht-Neurobiologen leicht verständlich und unterhaltsam. Seine Interpretationen sind verblüffend und die daraus gezogenen Lehren revolutionär aber immer voller Liebe und Verständnis für uns alle, besonders diejenigen, bei denen nicht alles in idealen Bahnen verlief. Er macht uns Mut uns selbst zu erforschen, und er gibt Anstöße, unser Gehirn so zu verwenden, wie es für ein menschliches Gehirn vorgesehen ist: nämlich durch lebenslanges lustvolles Leben und Lernen alte Denkmuster aufzubrechen und so unser Handelsspektrum uneingeschränkt zu erweitern, damit wir handlungsfähig bleiben. Mit anderen Worten: er gibt uns den Schlüssel zur Freiheit in die Hand.

Gerald Hüther war Professor für Neurobiologie und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Göttingen. Heute ist er Vorstand der Akademie für Potentialenfaltung, die er selbst gegründet hat.

# Ökologie und Ökonomie des Dämmens

## Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbausanierung

Die Wechselwirkungen zwischen unserem Handeln und der Umwelt sind vielfältig und komplex. Dies gilt insbesondere dafür, wie wir leben, wohnen und bauen. Mit der thermischen Sanierung von Gebäuden nehmen wir maßgeblich Einfluss auf unser Klima, Kosten und Komfort.

von Tobias Steiner

Dämmen lohnt sich! Das wissen wir. Aber vor jeder Investition muss es eine gründliche Abwägung der Argumente geben. Um gute Entscheidungen treffen zu können, müssen Informationen eingeholt werden. Diese sollten, nein sie müssen, ganzheitlich, ehrlich, objektiv und up-to-date sein. Genau das ist der Ansatz den die namhaften AutorInnen aus Österreich und Deutschland für Ihr Buch gewählt haben, und zwar: Das große Thema „Dämmung“ umfassend, d.h. aus ökologischer und ökonomischer Sicht, darzustellen.

Globale und internationale Ziele und Instrumente sowie deren nationale Umsetzung geben dabei den Rahmen vor. Methoden der Analyse, Bewertung und Prognose, sowie die von den Autoren entwickelten Werkzeuge und verfassten Studien, ermöglichen die Betrachtung auf Baustoff-, Konstruktions- und Gebäudeebene. Anhand von Beispielen werden die vielfältigen Einflüsse und Auswirkungen dargestellt und erlauben aufschlussreiche Einblicke.

Das Buch umfasst nicht nur die aktuellsten Informationen über Dämm-Maßnahmen im Bereich der Sanierung, sondern betrachtet das Thema aus einer einzigartigen ganzheitlichen Sicht. Viele Facetten werden umfassend erörtert und analysiert, z.B. ob Dämmung wirtschaftlich ist, wann sich eine Dämmung amortisiert, Materialmöglichkeiten, gesundheitliche Auswirkungen sowie Ökotoxikologie, die Anwendung und Applikation von Dämmstoffen, die Instandhaltung und Lebensdauer von Wärmedämm-Systemen – mit einer Lebenskostenbetrachtung –, Qualitätsauszeichnungen und Bewertungssysteme bis hin zu Fördermöglichkeiten und Lebenszyklusende einer Dämmung.

Die 9 AutorInnen, 5 davon vom IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH – allesamt anerkannte Experten Ihres Fachgebiets, die mit Ihrem Wissen, Ihrer Erfahrung und Ihrer Überzeugung maßgeblich Einfluss auf unser gebautes Umfeld nehmen, beschreiben wesentliche Aspekte ökologischer und ökonomischer Auswirkungen von Dämm-Maßnahmen in der Sanierung. Ökologische und ökonomische Aspekte werden von der Planung, der Herstellung, dem Aufbringen des Wärmedämm-Systems, über Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Rückbau und Entsorgung – also den gesamten Lebenszyklus – beleuchtet und diskutiert.

Tobias Steiner (Hg)

Ökologie und Ökonomie des Dämmens  
Analyse und Bewertung von Dämm-  
maßnahmen in der Altbausanierung

Fraunhofer IRB Verlag 2017,  
430 Seiten, EUR 69,00



Es ist uns ein großes Anliegen, das hier zusammengetragene, erarbeitete bzw. speziell für das Buch aufbereitete Wissen zu veröffentlichen, da wir überzeugt sind, dass mit geeigneten Dämmmaßnahmen die Energiewende zu schaffen ist!

Nutzen Sie die im Buch beschriebenen verfügbaren Instrumente – wie Umweltzeichen, Amortisationsrechner, Gebäudezertifizierung, und Lebenszykluskostenbetrachtung – bei der Analyse, Auswahl und Bemessung von Dämm-Systemen.

Berücksichtigen Sie die Hinweise zur Applikation, folgen Sie den Empfehlungen – zu Wartung, Instandhaltung und Monitoring – und tragen Sie dazu bei, dass Material- und Energieressourcen optimal eingesetzt, Kosten minimiert, und das Wichtigste, Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort erhalten und verbessert werden.

Gute Beispiele und Erkenntnisse aus Messungen unterlegen die Aussagen der ExpertInnen und beweisen so, dass Sanieren durch Dämmung nicht nur denkbar ist und bleibt, sondern zu einer leistbaren Routine werden kann.

Das Buch „Ökologie und Ökonomie des Dämmens – Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbausanierung“ ist als Kompendium so strukturiert, dass es auch kapitelweise gelesen werden kann. Es erscheint im 1. Quartal 2018 beim Fraunhofer IRB Verlag.

Als Herausgeber wünsche ich Ihnen – im Namen der Autoren – ein informatives und anregendes Leserlebnis. Wir hoffen, dass Sie durch dieses Buch auch angeregt werden, Dämmmaßnahmen als eine leistbare und erstrebenswerte Option für eine energieeffiziente Zukunft schätzen zu lernen, und es Ihr Wegbereiter und Wegbegleiter wird.



Constanze Messal

### **Kompendium Schimmel in Innenräumen**

Erkennen, Bewerten und Sanieren

Schädliche Mikroorganismen in Innenräumen gefährden die menschliche Gesundheit und zerstören Baustoffe. Das Buch vermittelt umfassend und fundiert die Sachkunde zu Schimmelpilzbefällen in Innenräumen. Es erläutert alle Schritte zur Erstellung eines Schadensgutachtens von der fachkundigen Probenentnahme über die mikrobielle Diagnostik, die relevanten chemisch-physikalischen Untersuchungsverfahren bis zur Interpretation der Befunde. Bei Schimmelschäden sind außer Schimmelpilzen meistens auch Bakterien, Milben und Protozoen im Spiel. Die Bewertung des Schadensausmaßes hängt darüber hinaus von den Anforderungen an die Innenraumhygiene ab, die im »Schimmelleitfaden« des Umweltbundesamtes neu definiert wurden. Die Autorin erläutert die gesundheitlichen Aspekte sichtbarer und versteckter Schadensbilder. Sie diskutiert kritisch den neuen UBA-Leitfaden und geht auf rechtliche Aspekte ein, die sich oftmals aus Schimmelschäden ergeben. An Beispielen erläutert sie die Sanierung mikrobieller Schäden, beginnend bei Erstmaßnahmen, der Baustellenplanung über die Ausführung bis zur Nachuntersuchung. Dabei wägt sie alternative Sanierungstechniken ab und geht auch auf das wichtige Thema Arbeitsschutz ein. Möglichkeiten der Schimmelprophylaxe bei Neu- und Wiederaufbau vervollständigen den Maßnahmenkatalog.

Das »Kompendium Schimmel in Innenräumen« ist auch geeignet für die Qualifizierung zum Sachkundigen für das Erkennen, Bewerten und Sanieren von Schimmelpilzschäden in Innenräumen mit dem Schwerpunkt Holz- und Bautenschutz.

Fraunhofer IRB Verlag 2018, 304 Seiten, Euro 59,-



Anton Pech / Christian Pöhn (Hrsg)

### **Bauphysik**

Wärme, Feuchte, Schall, Brand

Das Buch bietet einen Überblick zum derzeitigen Stand der Bauphysik, gestützt auf die verbindlichen Grundlagen der europäischen Normung. Dabei werden die relevanten Inhalte der Bauproduktenrichtlinie und nachfolgender Richtlinien der EU ebenso berücksichtigt wie nationale Regelungen. Die im Band angeführten Beispiele sind mehrheitlich zugleich die Grundlage für weiterführende Bauteilbeschreibungen in den Folgebänden der Reihe Baukonstruktionen und ermöglichen somit eine besonders umfassende Betrachtungsweise. Die zweite Auflage dieses Standardwerks der Bauphysik wurde insbesondere mit Blick auf Energiekennzahlen überarbeitet. Ein Lehrbuch und Nachschlagewerk für Bauingenieure und der Architektinnen über die Themen der Bauphysik: Wärmeschutz – Feuchte – Schallschutz – Brandschutz, ergänzt durch zahlreiche Beispiele, Bilder und Tabellen.

Birkhäuser Verlag 2018, 2. Aufl. 154 Seiten, Euro 29,95

Anton Pech / Christian Pöhn (Hrsg)

### **Bauphysik – Erweiterung 1**

Energieeinsparung und Wärmeschutz, Energieausweis, Gesamtenergieeffizienz

Der erste Erweiterungsband zur Bauphysik (Band 1 der Reihe Baukonstruktionen) befasst sich mit der Umsetzung der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) sowie mit der österreichischen OIB-Richtlinie 6 zur Harmonisierung bautechnischer Vorschriften in Österreich, die seit 2007 existiert und ab 2017 zur verbindlichen Vorschrift wurde. Es werden die exakten Rechenverfahren erläutert und Näherungsmethoden für Neu- und Sanierungsplanung und Erfassung des Bestandes vorgestellt. Für die dritte Auflage wur-

den die Rechenverfahren ergänzt und aktualisiert. Der Band wendet sich vor allem an die Praktiker in Architektur- und Planungsbüros, aber auch an Immobilienbüros und Developer.

Die Lehrbuchreihe Baukonstruktionen stellt mit den 17 Basisbänden eine Zusammenfassung des derzeitigen technischen Wissens bei der Errichtung von Bauwerken dar. Es werden komplexe Bereiche des Bauwesens mit Plänen, Skizzen und Bildern gut verständlich dargestellt.

Birkhäuser Verlag 2018, 3. Aufl. 197 Seiten, Euro 39,95



IBO (Hrsg)

### **Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung**

Ökologisch bewertete Konstruktionen

Eine ökologische Sanierung benötigt Know-how und Erfahrung. Das Buch ist deshalb als Planungswerkzeug konzipiert, das bestehende Lösungen systematisch aufarbeitet. Bauphysikalische, konstruktive und ökologische Fallbeispiele werden nach der erfolgreichen Darstellungsweise des IBO Passivhaus Bauteilkatalogs einheitlich mit Regelquerschnitten und Anschlussdetails in 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 Bauherrn, die Immobilien nachhaltig sanieren wollen.

Erschienen in deutscher und englischer Sprache.

Birkhäuser Verlag 2017, 312 Seiten, Euro 82,19  
eBook: Euro 80,62

Print & eBook: Euro 123,31

Portofreie Bestellungen mit dem Code KITTING18  
an: [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at)



Deutsches Architekturmuseum (Hrsg)

**Fahr Rad!**

Die Rückeroberung der Stadt

Der Radverkehr nimmt weltweit eine immer bedeutendere Rolle in den Städten ein. Die Gründe hierfür sind klar: Eindämmung des automobilen Straßenverkehrs, Reduzierung von Lärm- und Abgasemission, individuelle Gesundheitsvorsorge und volkswirtschaftliche Einsparpotentiale der Gesundheits- und Infrastrukturkosten.

Das Buch zeigt wie Stadtentwicklung aussehen muss, damit immer mehr Menschen ihre täglichen Wege mit dem Fahrrad erledigen können. Es stellt Ideen und architektonische Projekte vor die weit über einen reinen Umbau des Verkehrs hinausgehen. Im Focus sind Städte und Regionen wie Kopenhagen, Karlsruhe, Oslo, New York, Barcelona das Ruhrgebiet und Gronigen und 25 weitere internationale Projekte. Ergänzt durch thematischen Essays wird ein Weg zu einer nachhaltigen und sozialen Stadt aufgezeigt, der mit einer fahrradfreundlichen Stadtplanung einhergeht.

Erschienen im Kontext einer Ausstellung des Deutschen Architekturmuseums in Frankfurt am Main.

Birkhäuser Verlag 2018, 280 Seiten, Euro 49,95



Angela Firmhofer

**Pioniere des Wandels und städtische Kulturen der Nachhaltigkeit**

Beispiele für zivilgesellschaftliche Transformation in München, Barcelona und Kopenhagen

Politik und Wissenschaft fordern „Pioniere des Wandels“. Diese Bürgerinnen und Bürger sollen die große Transformation an-

führen, die in eine sozial verträgliche, ökologisch ausgeglichene und ökonomisch wertvolle, wohlstandsfördernde, ressourcenschonende Gesellschaft mündet. Wer sind diese Akteure? Wie leben und arbeiten sie für eine nachhaltige (Stadt-)Gesellschaft? Welche Rahmenbedingungen hemmen, welche fördern diese Akteure? Und wie stellen sie sich eine zukunftsfähige, nachhaltige Alltagskultur vor? Am Beispiel der drei Städte München, Barcelona und Kopenhagen wird ein internationaler innereuropäischer Vergleich gezogen. Denn diese drei Städte sind für ihr nachhaltiges Engagement ausgezeichnet worden und spiegeln gleichzeitig drei unterschiedliche europäische Stadtkulturen wider. Untersucht werden unter anderem die Themenfelder Kreislaufwirtschaft, Bildung für nachhaltige Entwicklung und Urban Gardening. Die Ergebnisse dieser empirischen, kulturwissenschaftlichen Dissertation können wichtige Einblicke in das Funktionieren von aktorsbasierten zivilgesellschaftlichen Initiativen geben und zur Entwicklung partizipativer, nachhaltiger Stadt- und Gesellschaftsmodelle beitragen.

oekom Verlag 2018, Hochschulschriften, Band 77  
362 Seiten, Euro 34,95



Nurgül Ece

**Baubiologie**

Kriterien und architektonische Gestaltung

Baubiologie ist die Lehre von den ganzheitlichen Wechselbeziehungen des Menschen und seiner gebauten Umwelt. Sie verbindet Baukultur mit Ökologie und Disziplinen wie Chemie, Biologie, Geologie und Psychologie.

Das vorliegende Buch vermittelt die Inhalte und Prinzipien der Baubiologie, wie es das Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit (IBN) in Neubeuern vertritt.

Es zeigt, wie gebaute Umwelt ästhetisch modern und zugleich gesund und umweltfreundlich sein kann und schlägt mit

18 internationale Best-Practice Beispielen der letzten 40 Jahre einen Bogen zwischen Architektur als gestalterischer Aufgabe und baubiologischer Denkweise.

Am Beispiel des Institutsgebäudes des IBN in Rosenheim wird ein konsequent baubiologisch ausgeführtes Projekt vorgestellt. Zahlreiche weitere aktuelle Projekte verdeutlichen, wie diese in verantwortungsbewusster, gesunder und damit nachhaltiger Architektur umgesetzt sind.

Birkhäuser Verlag 2018, 176 Seiten, Euro 59,95



IBO (Hrsg)

**Passivhaus-Bauteilkatalog: Neubau  
Details for Passive Houses: New Buildings**

Ökologisch bewertete Konstruktionen  
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 mit 130 Regelquerschnitten und Anschlussdetails, das durch seine Zweisprachigkeit hilft, Sprachbarrieren zu überwinden und somit auch für die Beratung mit internationalen Bauherren herangezogen werden kann.

Birkhäuser Verlag, 4. durchges. Aufl. 2018, ca. 352 Seiten, Euro 99,95

Erscheinungstermin: Oktober 2018

Portofreie Bestellungen mit dem Code KITTING18  
an: [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at)



# Ordentliche und fördernde Mitglieder des IBO

## Ordentliche Mitglieder des IBO Vereins

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

Arch. DI Franz Biller,  
3KANT Architekten ZT GmbH, Klagenfurt  
biller@3kant.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, Gänserndorf Süd  
office@atelierdeubner.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,  
Innsbruck  
h.fuchsig@ikbnet.at

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

Arch. DI Werner Hackermüller  
Architekt Hackermüller, Wien  
architekt@hackermueller.at

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

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

Univ. Prof. Dr. Herbert Klima  
1030 Wien  
klima@ati.ac.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  
1180 Wien  
wolfgang.mueck@aon.at

DI Walter Pistulka  
2344 Maria Enzersdorf  
buero@pistulka.at

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

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

Dr. Gabriele Rohregger  
Spektrum Bauphysik & Bauökologie GmbH, Dornbirn  
gabriele.rohregger@spektrum.co.at

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

DI (FH), Astrid Scharnhorst MSc  
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, Wien  
pmichael.schultes@experimonde.com

Mag. Dr. Gerhard Schuster,  
Sustain Solutions GmbH, Wien  
gerhard.schuster@sustain.co.at

Dr. Herbert Schwabl  
Padma AG, Wetzikon  
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, Wien  
martin.treberspurg@treberspurg.at

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

DI Ulla Unzeitig,  
open house, Wien  
ulla\_f\_unzeitig@hotmail.com

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  
zelger@technikum-wien.at

### Fördernde Mitglieder des IBO Vereins

AFI / Aluminium Fenster Institut  
Mag. Harald Greger  
office@alufenster.at [www.alufenster.at](http://www.alufenster.at)

BRAMAC Dachsysteme International GmbH  
Ing. Günter Prirschl  
Guentter.Prirschl@bramac.com [www.bramac.com](http://www.bramac.com)

Bundesverband Sonnenschutztechnik BVST  
Ing. Johann Gerstmann  
j.gerstmann@bvst.at [www.bvst.at](http://www.bvst.at)

Cooperative Leichtbeton – Werbegemeinschaft GmbH  
DI Thomas Schönbichler  
mas.schoenbichler@aon.at [www.leichtbeton.at](http://www.leichtbeton.at)

forbo flooring austria gmbH  
DI (FH) Alfred Stocker  
alfred.stocker@forbo.com [www.forbo.at](http://www.forbo.at)

HSBS GmbH c.o. linkbit GmbH  
DI Dr. Bernhard Lipp  
bernhard.lipp@ibo.at [www.hsbs.at](http://www.hsbs.at)

Isolena Naturfaservliese GmbH  
Felicitas Lehner  
feli.lehner@isolena.at, [www.lehnerwolle3.com](http://www.lehnerwolle3.com)

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

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

SNP Architektur Schrottenecker-Neureiter und Partner ZT  
Mag.art. Bernhard Schrottenecker  
schrottenecker@snp.at [www.snp.at](http://www.snp.at)

SOL4IEA – Institut für Energieausweise GmbH  
Ing. Thomas Schenk  
office@sol4iea.at [www.sol4iea.at](http://www.sol4iea.at)

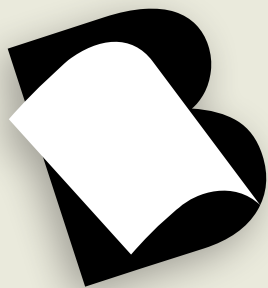
Sto Ges.m.b.H.  
DI Walter Wiedenbauer  
info.at@sto.com, [www.sto.at](http://www.sto.at)

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

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

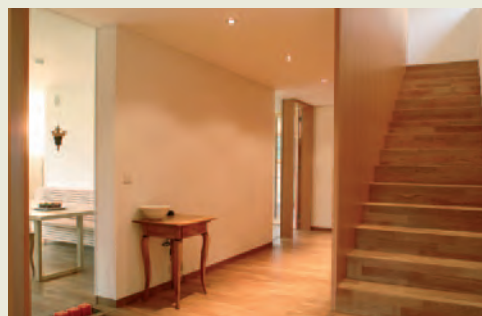
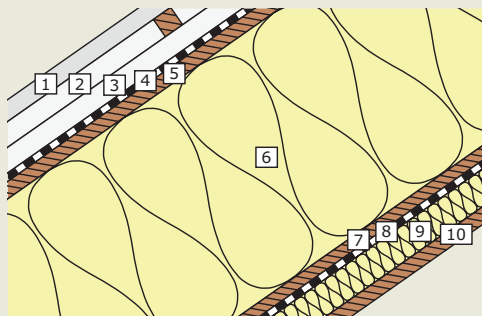
Verband Österreichischer Ziegelwerke  
DI Gerhard Koch  
koch@ziegel.at [www.ziegel.at](http://www.ziegel.at)

Zement+Beton Handels- u. Werbe GmbH  
DI Claudia Dankl  
huber@zement-beton.co.at [www.zement.at](http://www.zement.at)



# baubook

Die Datenbank für  
**ökologisches Bauen & Sanieren**



[www.baubook.info](http://www.baubook.info)

- ▶ **Für Hersteller und Händler**
- ▶ **Für Bauherren, Kommunen und Bauträger**
- ▶ **Für Planer, Berater und Handwerker**



Energieinstitut Vorarlberg

**IBO**

Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH



# Durchblick



**Klimaschutz**



**Wohngesundheit**



**Nachhaltigkeit**



**Wollen Ihre Kunden nachhaltig bauen? natureplus®-geprüfte Produkte erfüllen höchste Anforderungen an nachhaltige Rohstoffauswahl, niedrige Emissionen und saubere Herstellung.**

**Verwendbar  
als Nachweis für**

DIBt, LEED, BNB,  
DGNB, BREEAM  
und div. Förder-  
programme



**natureplus.org**

**natürlich nachhaltig bauen**

**natureplus e.V.**

Internationaler Verein für  
zukunftsfähiges Bauen und Wohnen

Hauptstraße 24 | 69151 Neckargemünd  
T +49 6223 86 60 170

**[www.natureplus.org](http://www.natureplus.org)**

**Jederzeit umfassende und aktuelle Informationen über alle ca. 600 geprüften Produkte (Ökobilanzdaten, Schadstofftests) auf [www.natureplus-database.org](http://www.natureplus-database.org) – kostenlos!**