

ERGEBNISSE & AUSBLICK

# FORSCHUNGSINITIATIVE NACHHALTIGKEIT MASSIV

HERAUSGEBER UND MEDIENINHABER

Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs  
Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien

ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik  
Hollandstraße 10/46, 1020 Wien

PROJEKTLEITUNG

Dr. Carl Hennrich

REDAKTION

DI Johannes Fechner (17&4 Organisationsberatung GmbH)

DI Susanne Supper (ÖGUT)

DESIGN

Marlene Rieck ([www.grafrieck.at](http://www.grafrieck.at))

DRUCK

Druckerei Robitschek, Wien ([www.robitschek.at](http://www.robitschek.at))

Auflage: 5.000, Jänner 2010

[www.nachhaltigkeit-massiv.at](http://www.nachhaltigkeit-massiv.at)



Das Projekt „Nachhaltigkeit massiv“ wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt.

Die Broschüre ist auf PEFC-zertifiziertem Papier gedruckt.



## NACHHALTIG HANDELN – ENERGIEEFFIZIENT BAUEN

■ Die Stein- und keramische Industrie stellt einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar (2,7 % Anteil an der Industrieproduktion und EUR 3,4 Mrd. Gesamtumsatz) und ist ein Schlüsselbereich für die Erreichung der energie- und klimaschutzpolitischen Ziele Österreichs. Aus dieser Verantwortung heraus ist es wichtig, dass sich der Massivbau in den letzten Jahren vermehrt in die österreichische und europäische Diskussion zum Thema nachhaltiges Bauen eingebracht hat.

Mit der Forschungsinitiative „*Nachhaltigkeit massiv*“ wurden erstmals umfassend und systematisch die Grundlagen für eine nachhaltigere und insbesondere energieeffizientere Bauweise erarbeitet.

Die Ergebnisse tragen wesentlich dazu bei, das österreichische Modell für eine aussagekräftige Gebäudebewertung mit dem Schwerpunkt Nachhaltigkeit weiter zu entwickeln. Mit TQB (Total Quality Building) wurde ein Gebäudebewertungstool erarbeitet, das alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit - Ökonomie, Ökologie und Soziales - beinhaltet. Die Mitgliedsunternehmen des Fachverbands Steine-

Keramik sind übereingekommen, im Zuge ihrer Positionierung zum Thema Nachhaltigkeit kein eigenes, weiteres Bewertungssystem zu erarbeiten, sondern Beiträge zur Weiterentwicklung des TQB zu leisten.

Es war von Anfang an ein wichtiges Ziel der Forschungsinitiative, Ergebnisse zu erarbeiten, die in die Bau- und Bewertungspraxis einfließen sowie Grundlagen für die nationale und europäische Normungsarbeit im Nachhaltigkeitsbereich zu schaffen. Bereits vor Projektabschluss konnten wichtige Grundlagen für die Europäische Norm für die soziale Nachhaltigkeitsbewertung (CEN TC 350, prEN 15643-3) von Gebäuden erstellt und umgesetzt werden.

Ein besonderer Dank gilt dem Klima- und Energiefonds für seine Förderung, die eine Gesamtprojektsumme von EUR 1,2 Mio. ermöglichte sowie der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) für die antragstechnische Betreuung und Förderungsabwicklung.

Ich wünsche der Branche auf Basis der neuen Erkenntnisse aus der Forschungsinitiative viel Erfolg bei der Bewältigung der Herausforderungen im Bereich Nachhaltigkeit von Gebäuden.

Dr. Christoph Leitl  
Präsident der Wirtschaftskammer Österreich

**CARL HENNRICH**

Geschäftsführer,  
Fachverband der  
Stein- und keramischen  
Industrie

Der Fachverband und seine Mitgliedsfirmen haben vor drei Jahren beschlossen, die bisher mit Abstand höchsten Forschungsmittel in die Stärkung der Nachhaltigkeit massiver Baustoffe zu investieren und dazu führende Institute der Bauforschung Österreichs einzuladen. Aus heutiger Sicht hat sich diese Investition für alle Beteiligten gelohnt, sodass wir den eingeschlagenen Weg weitergehen wollen.



Mit der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ hat der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich beschlossen, wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen, um die Unternehmen sowie deren Produkte und Dienstleistungen für das nachhaltige Bauen zu positionieren. Ziel ist, einerseits die Basis für die technologische Weiterentwicklung von Bauprodukten zu legen, andererseits Beiträge für die Verbesserung von Bewertungsinstrumenten zu leisten.

Mit dieser Forschungsinitiative konnten die wesentlichen österreichischen Akteure an einen Tisch gebracht werden, um ein gemeinsames Verständnis zur Nachhaltigkeit von Gebäuden zu entwickeln. Die Ergebnisse zeigen, welche Chancen die Anforderungen des nachhaltigen Bauens für die massive Bauweise bringen.

Die Forschungsinitiative wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt.

**HERBERT GREISBERGER**

Generalsekretär, ÖGUT

Die intensive und kritische Diskussion zwischen der österreichischen Industrie und den Vertretern der österreichischen Bauforschung im Rahmen der Forschungsinitiative Nachhaltigkeit massiv hat entscheidend dazu beigetragen, ein breit getragenes Verständnis von Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft zu entwickeln. Österreich hat damit auch wesentliche Beiträge zur Entwicklung europäischer Normen und Richtlinien geleistet.





## 02 EINLEITUNG & ÜBERBLICK

04 Nachhaltigkeit im Bauwesen

06 Ziel und Aufbau der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“

## 08 GEBÄUDE BEWERTEN

08 Die Herausforderung Green Building

09 Kurzbewertung von Immobilien

11 Weiterentwicklung von Total Quality Building

## 14 ÖKOLOGISCHE NACHHALTIGKEIT

14 Erweiterung des OI3-Index

16 Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten

18 Transportrucksäcke von Bauprodukten

19 Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen

## 20 ÖKONOMISCHE NACHHALTIGKEIT

20 Kostenprognose für den Lebenszyklus

22 Massive Bauweisen und Sommertauglichkeit

25 Nutzungsflexibilität und wirksame Speichermasse im Bürobau

## 28 SOZIALE NACHHALTIGKEIT

28 Integration sozialer Aspekte

## 31 AUSBLICK

## NACHHALTIGKEIT IM BAUWESEN

■ Der Begriff Nachhaltigkeit als sehr allgemeine Zielvorstellung findet gegenwärtig breite Zustimmung. Neben der am häufigst zitierten Definition der Nachhaltigkeit aus dem sog. „Brundtland-Bericht“ des Jahres 1987, „Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“, hat sich in der Folge auch die Europäische Kommission mit der Nachhaltigkeitsstrategie ein übergeordnetes Ziel gesetzt:

„... Maßnahmen zu ermitteln und auszugestalten, die die EU in die Lage versetzen, eine kontinuierliche Verbesserung der Lebensqualität sowohl der heutigen als auch künftiger Generationen zu erreichen, indem nachhaltige Gemeinschaften geschaffen werden, die in der Lage sind, die Ressourcen effizient zu bewirtschaften und zu nutzen und das ökologische und soziale Innovationspotenzial der Wirtschaft zu erschließen, wodurch Wohlstand, Umweltschutz und sozialer Zusammenhalt gewährleistet werden.“

**EU Nachhaltigkeitsstrategie,**  
Juni 2006

Die Zielvorstellung der „kontinuierlichen Verbesserung der Lebensqualität“ wird mit den heutigen Wirtschaftsweisen und Konsummustern, die mit enormen Ressourcenbeanspruchungen verbun-

den sind, nicht erreichbar sein. Zusammenbrüche im ökologischen wie auch im wirtschaftlichen und sozialen System wären die unausweichliche Folge. Nachhaltige Entwicklung beginnt mit einem Diskussions- und Aushandlungsprozess, der vieles in Frage stellen muss.

Dieser kurze Abriss zeigt, dass es für „Nachhaltigkeit massiv“ erforderlich war, ein gemeinsames Verständnis von Nachhaltigkeit zu finden. Das bekannte Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit wurde als erster Ansatz herangezogen. Dahinter steht die Idee einer gleichwertigen Betrachtung und Bewertung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Fragen in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung.

### 1. Soziale Nachhaltigkeit

Das Ziel der sozialen Nachhaltigkeit ist die Friedenssicherung durch Gewährleistung der Chancengleichheit für heutige und zukünftige Generationen in Bezug auf Bildung, Gesundheitsversorgung, Einkommen und Güter, Partizipation an der Gestaltung der Gesellschaft sowie der Umweltnutzungsmöglichkeiten bei gleichzeitiger Berücksichtigung der demografischen Entwicklung. Das Ziel kultureller Nachhaltigkeit ist die emotionale, kulturelle und spirituelle Erfüllung des Menschen durch die Pflege des kulturellen Erbes, die Förderung kultureller Vielfalt sowie das kontinuierliche Hinterfragen der Grundlagen eines „guten Lebens“. Die Dimension der sozialen Nachhaltigkeit entwickelt sich weitgehend im gebauten Umfeld.

Nachhaltigkeit braucht Balance in der Ressourcenbeanspruchung, damit die Lebensqualität gesichert ist.







© Fachverband Steine-Keramik

## 2. Ökonomische Nachhaltigkeit

Das Ziel ökonomischer Nachhaltigkeit ist eine fortdauernde Wirtschaftsweise, die auf der vorausschauenden Nutzung der natürlichen Grundlagen, der Gewährleistung eines fairen weltweiten Wettbewerbs und der Kostenwahrheit in Bezug auf die Nutzung der Umwelt und ihrer Ressourcen, basiert.

## 3. Ökologische Nachhaltigkeit

Das Ziel ökologischer Nachhaltigkeit ist die Erhaltung der Natur und ihrer Funktionsfähigkeit dank einer vorausschauenden Nutzung aller erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen der Erde und des Schutzes der bestehenden Ökosysteme.

Der Fachverband Steine-Keramik hat sich mit der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ dieser Diskussion gestellt und Beiträge zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt; Beiträge, die im Sinne einer Win-win-Situation auch für die Unternehmen neue Chancen ergeben. Nachhaltiges Bauen kann positive Wirtschafts- und Beschäftigungseffekte erzielen und die Positionierung Österreichs im Bereich jener Technologien stärken, die eine sparsame Nutzung natürlicher Ressourcen ermöglichen.

Die Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung finden sich in Teilen in der gegenständlichen Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ wieder:

- Orientierung am Nutzen bzw. am Bedarf

- Nutzung erneuerbarer Ressourcen und Ressourceneffizienz
- Mehrfachnutzung und Recyclingfähigkeit
- Flexibilität und Adaptionsfähigkeit
- Fehlertoleranz und Risikovorsorge
- Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität

Die Forschungsinitiative zielt auch darauf ab, das Instrumentarium, mit dem die österreichische Nachhaltigkeitsstrategie umgesetzt wird, mitzugestalten:

1. Gesetzliche und normative Regelungen,
2. Ökonomische Instrumente, insbesondere Förderungen sowie
3. Programme und Initiativen, die als Intervention ins Marktgeschehen wirken. Beispiele sind in diesem Zusammenhang Programme wie „Haus der Zukunft“ oder „klima:aktiv“, welche die Entwicklung von Gebäudebewertungen vorantreiben.

II Nachhaltigkeit massiv motiviert die MitarbeiterInnen unseres Unternehmens, unsere Produkte noch stärker in Richtung einer umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden zu entwickeln. Wir versprechen uns davon gerade vor dem Hintergrund des Wettbewerbs der Baumaterialien und der neuen EU-Gebäuderichtlinie eine Stärkung unserer Marktposition. II

Wenn also das Leitbild Nachhaltigkeit zu Recht oft als zu allgemeine Zielvorstellung kritisiert wird, so zeigt dies, dass es umso wichtiger ist, Nachhaltigkeit für die jeweiligen Aktivitätsbereiche genau zu definieren. Aus diesem Grund wurde in der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ ein Schwerpunkt auf die Gebäudebewertung gelegt.

---

**MARTIN LEITL**

Bauhütte Leitl-Werke GmbH

## ZIEL UND AUFBAU DER FORSCHUNGSINITIATIVE...

Laut Antrag für die Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ definiert sich das Ziel wie folgt:

„Übergeordnetes Gesamtziel des Projektes ist die Neupositionierung der Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie zum Thema Energie der Zukunft mit am Gesamtsystem orientierten Konzepten und Lösungen für nachhaltiges Bauen. Dies umfasst insbesondere:

- Die Weiterentwicklung des umfassenden Nachhaltigkeitsbewertungstools Total Quality Building (TQB) hinsichtlich Lebenszykluskosten, Lebens-

dauer von Gebäuden und Bauteilen und Transporte sowie Integration sozialer und ökonomischer/energetischer Aspekte

- sowie im Bezug dazu die technologische Weiterentwicklung der Produkte und Dienstleistungen der Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie. Es soll unter anderem gezeigt werden, wie massive Bauteile in Kombination mit Energiesystemen signifikant zur Reduzierung des Energieverbrauchs in Gebäuden im Sommer und im Winter beitragen können.“

### Projektdaten

Das Projekt wird vom Fachverband der Stein- und keramischen Industrie geleitet, die 17 Teilprojekte werden von folgenden Organisationen bearbeitet:

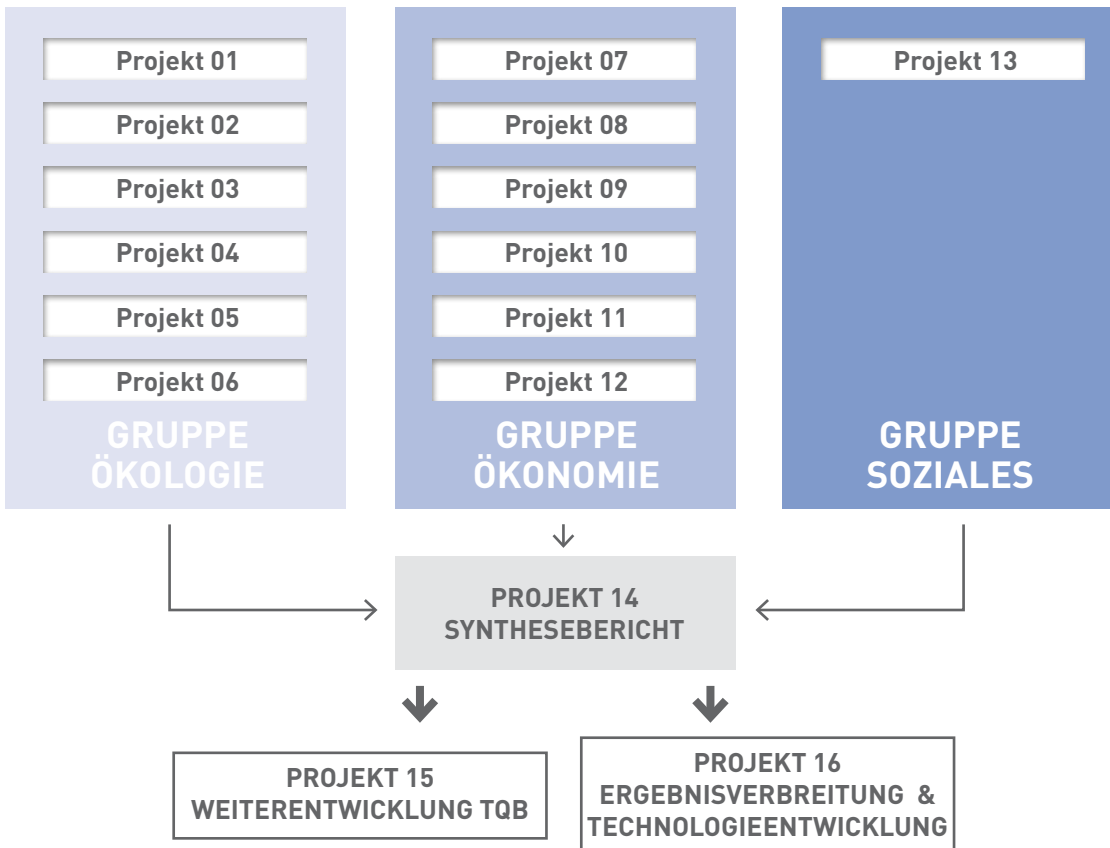
Projektmanagement	ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik
Inhaltliche Koordination	17&4 Organisationsberatung GmbH
Lebensdauer von Bauprodukten, Transportrucksäcke, Studie Gebäudebewertungstools	TU Graz   Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener Technischer Versuchs- und Forschungsanstalt
Synthesebericht	TU Wien   Institut für Hochbau und Technologie, Zentrum für Baustoffforschung, Werkstofftechnik und Brandschutz
Erweiterung des OI3-Index um Nutzungsdauern, Bilanzgrenzen und Kennzahlen	IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH
Kreislaufwirtschaft im Bauwesen	TU Wien   Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft
Massive und nutzungsflexible Bürogebäude	e7 Energie Markt Analyse GmbH
Massive Bauteile und Energiesysteme	AIT - Austrian Institute of Technology
Kurzverfahren zur Gebäudebewertung	ARGE Krec-Stieldorf, TU Wien   Institut für Architektur und Entwerfen mit TU Wien   Department für Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung
Einfluss von Naturkatastrophen	BTI - Bautechnisches Institut mit Bautechnischer Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg und KMU Forschung Austria
Lebenszykluskosten	Donau-Universität Krems   Department für Bauen und Umwelt
Sommerverhalten von Gebäuden	Schöberl & Pöll OEG mit TU Wien   Institut für Hochbau und Technologie
Beurteilung sozialer Nachhaltigkeit	IFZ - Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur, Graz
Weiterentwicklung des TQB	Österreichisches Ökologie-Institut

Das Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt.



## Projektmanagement (Projekt 17)

## Know-how-Transfer



ÖKOLOGIE	P 01	Studie Gebäudebewertungstools
	P 02	Lebensdauer von Bauprodukten
	P 03	Erweiterung des OI3-Index um die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen
	P 04	Transportrucksäcke von Bauprodukten
	P 05	Entwicklung eines Konzeptes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen
	P 06	Erweiterung des OI3-Index um Bilanzgrenzen und Kennzahlen

ÖKONOMIE	P 07	Wirksame Speichermasse im modernen, nutzungsflexiblen Bürobau
	P 08	Massive Bauteile und Energiesysteme
	P 09	Technisch-ökologische und humanökologische Indizes als Bewertungsparameter für den Marktwert von Gebäuden
	P 10	Einfluss von Naturkatastrophen auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden
	P 11	Lebenszykluskosten von Immobilien
	P 12	Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch

SOZIALES	P 13	Strategien und Konzepte zur Integration sozialer Aspekte in baurelevante Nachhaltigkeitstools
----------	------	-----------------------------------------------------------------------------------------------



© Pierros / PIXELIO

## DIE HERAUSFORDERUNG GREEN BUILDING

■ **Ratings** für nachhaltige Gebäude gewinnen international an Bedeutung. Die in der Immobilienwirtschaft derzeit praktizierte Gebäudebewertung berücksichtigt die für nachhaltige Gebäude erforderlichen Qualitäten aber bestenfalls in Ansätzen. Modelle für eine ganzheitliche Gebäudebewertung über den gesamten Lebenszyklus zu entwickeln, ist Aufgabe des Normungsausschusses CEN TC 350. Auch in Österreich wird seit Jahren an Systemen für Gebäudezertifizierungen mit einem Schwerpunkt auf Kriterien der Nachhaltigkeit gearbeitet.

Bewertungssysteme auch klare und treffsichere Kriterien in Bezug auf die Ziele der nachhaltigen Entwicklung enthalten.

In Österreich ist die Total Quality Gebäudebewertung (TQ) von besonderer Bedeutung. TQ ist wie die internationalen Gebäudebewertungssysteme LEED, BREEAM und LEnSE auf die Initiative „Green Building Challenge“ zurück zu führen. Total Quality dokumentiert die Qualität eines Gebäudes von der Planung über den Bau bis zur Nutzung im TQ-Gebäudezertifikat. Das Zertifikat ist das Endprodukt des

integrierten TQ-Planungs- und Bewertungsprozesses. Die Zertifizierung macht die Qualität eines Gebäudes sichtbar, nutzbar und vergleichbar und bringt so für die Vermarktung Vorteile und Sicherheit. Wurden zwar bisher nur rund 50 Objekte aus den Bereichen Wohnbau, Bürobau sowie Sonderbau erfasst und bewertet, so hat TQ darüber

hinaus doch auch Folgewirkungen. Die Kriteriendefinitionen dienen als Grundlage für daraus abgeleitete Systeme wie den „klima:aktiv Gebäudestandard“ sowie regional angewendete Kriteriensysteme z.B. für Landeshochbauten oder für Gemeinden.

Eine zentrale Aufgabe der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ war daher die Weiterentwicklung der TQ-Gebäudebewertung. Für Bestandsgebäude wurde ein entsprechendes Kurzbewertungsverfahren entwickelt.

|| Unser Unternehmen ist sich seiner besonderen Verantwortung im Bereich Klimaschutz bewusst. Mit Nachhaltigkeit massiv haben wir uns der kritischen Diskussion mit Österreichs führenden Bauforschungseinrichtungen gestellt und gemeinsam mit diesen an den Kriterien für ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit im Bauwesen gearbeitet. Damit haben wir auch eine Orientierung für die Unternehmen unserer Branche bei der Weiterentwicklung ihrer Produkte geschaffen. ||

Was kann eine Nachhaltigkeits-Gebäudebewertung leisten? Risikominimierung für Investoren ist ein Aspekt, Information für die strategische Produktentwicklung ein weiterer. Auch Politik und Verwaltung sind interessiert und nutzen ein stark vereinfachtes Modell einer Ökobilanzierung, den sogenannten OI3-Index, für die Wohnbauförderung.

Werden Entscheidungen über Bausysteme in Zukunft auch in Hinblick auf günstige Ergebnisse bei der Gebäudebewertung getroffen, so müssen diese

**JOHANNES DAUL**  
Lafarge Perlmoser GmbH

Eine nachhaltig gebaute Umwelt, das ist die „Green Building Challenge“. Die ganzheitliche Gebäudebewertung über den Lebenszyklus wird weltweit vorangetrieben.



© Ruth Fechner

## KURZBEWERTUNG VON IMMOBILIEN

■ **Damit** die Vorteile nachhaltiger Gebäude marktwirksam werden, müssen sie in der Immobilienbewertung entsprechend berücksichtigt werden. Der Nutzen muss also quantifiziert, monetarisiert und schließlich auch kommuniziert werden.

Im Bereich der ökonomischen Immobilienbewertung ist derzeit zu beobachten, dass die Zahl der Verfahren zunimmt. Neben den bisher gängigen Verfahren (Vergleichswert-, Sachwert- und Ertragswertverfahren) nach Liegenschaftsbewertungsgesetz gewinnen zunehmend auch Verfahren aus dem angelsächsischen Raum (Discounted Cash-Flow-Verfahren, Immobilien-Ratingsysteme, hedonische Methoden) an Bedeutung.

Die laufenden Normierungs- und Kodifizierungsverfahren bringen jetzt die Chance mit sich, die erforderlichen Grundlagen für die zukünftige bessere Einbindung von Nachhaltigkeitsthemen in der Liegenschaftsbewertung zu schaffen.

Das Projekt 09 „Technisch-ökologische und humanökologische Indizes als Bewertungsparameter für den Marktwert von Gebäuden“ hat dafür ein Verfahren entwickelt, das sich in wesentlichen Punkten auch am zentralen Instrument dieser Forschungsinitiative, dem TQB, orientiert: Ein Kriterien- und Indikatorset für eine rasche Einschätzung der öko-

logischen, sozialen und wirtschaftlichen Qualitäten bestehender Wohngebäude.

Die Checklisten wurden so zusammengestellt, dass der größte Teil der erforderlichen Daten aus den Planunterlagen und dem Energieausweis entnommen bzw. im Zuge einer Begehung erfasst werden kann.

Eine Softwareimplementierung des Kurzbewertungsverfahrens ist in Vorbereitung. Im Zuge der Softwareimplementierung soll später mithilfe von Rauminformationssystemen die Erfassung und Bewertung der Standorteigenschaften weitestgehend automatisiert werden.

Das Verfahren enthält eine monetäre Bewertung nachhaltigkeitsorientierter Kriterien. Die hedonische Methode der Preisermittlung beruht darauf, die einzelnen Eigenschaften einer Immobilie untereinander zu vergleichen. Voraussetzung dafür ist allerdings eine breite Datenbasis mit Angebots- und Transaktionspreisen, um daraus Preise für die einzelnen Eigenschaften ermitteln zu können, deren Summe schließlich den endgültigen Preis der Immobilie ergibt. Widersprüche zwischen dem Kundenwunsch und den Zielen der Nachhaltigkeit können dabei durchaus auftreten. So hat z.B. eine geringe Bebauungsdichte unterschiedliche Auswirkungen auf den Immobilien-



Die Standortkriterien in den Gebäudebewertungen berücksichtigen auch die Voraussetzungen für nachhaltige Mobilität.

preis. Das Vorhandensein von Geräten oder Anlagen zur Raumkühlung wird hier als Indikator für mangelnde Sommertauglichkeit negativ bewertet.

Mit dem Verfahren kann die gewünschte Weiterentwicklung der Immobilienbewertung unterstützt werden. Gelingt es nicht, die Gebäudebewertung zu verändern, dann werden viele Innovationen im Sinn des nachhaltigen Bauens vom Markt nicht wahrgenommen, womit sie auch ökonomisch keinen Wert darstellen würden.

Da das Kurzbewertungsverfahren aufgrund seiner unkomplizierten Handhabung geeignet ist, eine sehr breite Zielgruppe anzusprechen, könnte es als „Einstieg“ in die Gebäudebewertung dienen. Vorstellbar wäre z.B. ein frei zugängliches Tool zur Ergänzung bzw. „Vorbewertung“ zu TQB.

**Projekt 09** Technisch-ökologische und humanökologische Indizes als Bewertungsparameter für den Marktwert von Gebäuden

THEMA	NR.	KRITERIUM	GEWICHTUNG		
1. Standort	1.1	Anbindung an die Infrastruktur	20 %	100 %	
	1.2	Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln	15 %		
	1.3	Sichere und ausreichende Fuß- und Radwege	10 %		
	1.4	Freiräume	10 %		
	1.5	Anliegende Medien und Potenziale	5 %		
	1.6	Lärmbelastung	15 %		
	1.7	Umgebungsrisiken	10 % (20 %)		
	1.8	Flächeninanspruchnahme	15 %		
	1.9	Image und Zustand von Standort und Quartier (Platzhalter, derzeit noch nicht bewertet)	0 %		
2. Gebäude	2.1 Qualität und Ausstattung	2.1.1	Ausstattung der Wohneinheit	10 %	100 %
		2.1.2	Ausstattung der Wohnanlage/Siedlung	10 %	
		2.1.3	Architektur- und Haustechnikplanung	10 %	
		2.1.4	Raumaufteilung und Nutzungsflexibilität	15 %	
		2.1.5	Barrierefreiheit	20 %	
		2.1.6	Kriminalitätsprävention und räumliches Sicherheitsempfinden	10 %	
		2.1.7	Alter und Zustand	15 %	
		2.1.8	Schallschutz	10 %	
		2.1.9	Lebenszykluskosten (Platzhalter, derzeit noch nicht bewertet)	0 %	
	2.2 Umwelt und Ressourcen	2.2.1	Heizenergiebedarf	25 %	100 %
		2.2.2	Energieträger und Ressourcenverbrauch (Heizenergiebedarf)	20 %	
		2.2.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Heizenergiebedarf)	15 %	
		2.2.4	Geräte und Anlagen zur Raumkühlung	10 %	
		2.2.5	Photovoltaikanlage netzgekoppelt	5 %	
		2.2.6	Energieeffizienz in den Allgemeinbereichen	10 %	
		2.2.7	Umgang mit Wasser	10 %	
		2.2.8	Kanalanschluss	5 %	
		2.2.9	Risikopotenzial: Umweltbelastungen aus Baustoffen und Materialien (Platzhalter, derzeit noch nicht bewertet)	0 %	
	2.3 Komfort und Gesundheit	2.3.1	Trinkwasserqualität	10 %	100 %
		2.3.2	Natürliche Lüftung und Belüftbarkeit	15 %	
			Mechanische Lüftung	0 %	
		2.3.3	Radonbelastung und Vermeidungsmaßnahmen	5 % (10 %)	
		2.3.4	Behaglichkeit im Sommer	25 %	
		2.3.5	Behaglichkeit im Winter	20 %	
		2.3.6	Licht und Sonne	25 %	
	2.3.7	Risikopotenzial: Gesundheitsbelastungen aus Baustoffen und Materialien (Platzhalter, derzeit noch nicht bewertet)	0 %		





## WEITERENTWICKLUNG VON TOTAL QUALITY BUILDING

■ Die mit dem Abschluss von „*Nachhaltigkeit massiv*“ vorliegende Neufassung des Gebäudebewertungssystems Total Quality Building (TQB) versucht, wesentliche Ergebnisse aus den einzelnen Projekten in Form von Qualitätskriterien zu berücksichtigen. Mit TQB werden auch die Gebäudebewertungen klima:aktiv und IBO-Ökopass zu einem abgestimmten

österreichischen Bewertungssystem zusammengeführt. Dabei soll darauf hingewiesen werden, dass die Operationalisierung<sup>1</sup> von Forschungsergebnissen für ein auf Effizienz und Praxistauglichkeit ausgerichtetes Instrument wie TQB eine große Herausforderung darstellt.

<sup>1</sup> Unter Operationalisierung wird die Angabe eines Verfahrens verstanden, wie ein theoretisches Konstrukt überprüfbar gemacht werden kann, also eine Beschreibung der „Messbarmachung“ der Sachverhalte, die das Konstrukt kennzeichnet.

A	STANDORT UND AUSSTATTUNG	MAX. 200 PUNKTE
A.1	Infrastrukturqualität	max. 50
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität	max. 50
A.3	Ausstattungsqualität	max. 50
A.4	Barrierefreiheit und Nutzungssicherheit	max. 50

B	WIRTSCHAFTLICHKEIT UND TECHNISCHE OBJEKTQUALITÄT	MAX. 200 PUNKTE
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	max. 100
B.2	Baustellenabwicklung	max. 30
B.3	Flexibilität und Dauerhaftigkeit	max. 40
B.4	Brandschutz	max. 30

C	ENERGIE UND VERSORGUNG	MAX. 200 PUNKTE
C.1	Energiebedarf	max. 75
C.2	Energieaufbringung	max. 75
C.3	Wasserbedarf	max. 50

D	GESUNDHEIT UND KOMFORT	MAX. 200 PUNKTE
D.1	Thermischer Komfort	max. 50
D.2	Raumluftqualität	max. 50
D.3	Schallschutz	max. 50
D.4	Tageslicht und Besonnung	max. 50

E	RESSOURCENEFFIZIENZ	MAX. 200 PUNKTE
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe	max. 50
E.2	Regionalität, Recycling, Produktwahl	max. 50
E.3	Ressourceneffizienz im Lebenszyklus	max. 50
E.4	Entsorgung	max. 50

Ein wesentlicher Schwachpunkt des TQ war die Kommunizierbarkeit der Ergebnisse. Die neue Version TQB benutzt wie klima:aktiv ein 1.000-Punktesystem. Die Bewertungskategorien wurden auf insgesamt fünf übergeordnete, gleich gewichtete Themen reduziert: Standort und Ausstattung, Wirtschaftlichkeit und technische Objektqualität, Energie und Versorgung, Gesundheit und Komfort sowie Ressourceneffizienz.

Mit TQB werden folgende Ergebnisse aus „*Nachhaltigkeit massiv*“ berücksichtigt: Die Kriterien „Thermischer Komfort im Sommer“ (D.1.2.) und „Erfassung der Lebenszykluskosten“ (B.1.1.) können operationalisiert und damit implementiert werden. Ergebnisse aus dem Projekt 13 „Strategien und Konzepte zur Integration sozialer Aspekte in baurelevante Nachhaltigkeitstools“ werden in den Kategorien Gesundheit

Übersicht Bewertungskategorien und Kriteriengruppen TQB 2009



und Komfort, Wirtschaftlichkeit sowie Standort und Ausstattung berücksichtigt.

Die Bewertung der Entsorgungseigenschaften erfolgt vorerst durch einen einfachen Entsorgungsindeikator (mit Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften gewichtetes Volumen der im Objekt eingesetzten Baustoffe bzw. Bauteile).

Als einfach handhabbare Alternative zur aufwändigen Erfassung der Transportwirkungen werden derzeit Punkte für das Kriterium E.2. - Regionalität

vergeben: „Die Distanz zwischen Baustelle und dem Produktionsort des massenintensivsten Baustoffes beträgt max. 200/100/50 Kilometer.“ Grundsätzlich könnte dafür das Transportmodell (Projekt 04) bei Vorlage ausreichender Datengrundlagen berücksichtigt werden.

Die Tabellen zeigen die im Rahmen von „Nachhaltigkeit massiv“ maßgeblich weiterentwickelten Kriterien, die aufgrund der Datenlage in TQB aufgenommen werden:

**B.1.1. Wirtschaftlichkeitsberechnungen - LCCA**

Bewertungsmatrix  
Wirtschaftlichkeits-  
berechnung

QUALITÄTSKRITERIEN	PUNKTE
Für das Objekt liegen vereinfachte Betriebskostenberechnungen für folgende Teilbereiche vor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiekosten: Brennstoffbedarf, Stromverbrauch</li> <li>• Ver- und Entsorgung: Wasser und Abwasser, Müllentsorgung</li> <li>• Wartung/Instandhaltung: Folgekosten für den laufenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwand</li> <li>• Kosten für Reinigung der Allgemeinbereiche</li> <li>• Verwaltung und Service</li> </ul>	20 (4 Punkte je Kostenkategorie)
Für das Objekt (und falls gegeben: wesentliche Ausführungsvarianten) wurden Wirtschaftlichkeitsanalysen gemäß ÖNORM M 7140 / VDI 2067 / ISO 15686-5 durchgeführt (vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung).	40
Keine der genannten Maßnahmen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde durchgeführt.	0

**D.1.2. Thermischer Komfort im Sommer**

Bewertungsmatrix  
Thermischer Komfort  
im Sommer

QUALITÄTSKRITERIEN: ZIELWERT INNENRAUMTEMPERATUR IM SOMMER: MAXIMAL 26 °C OPERATIVE TEMPERATUR	PUNKTE
Es wird die grundsätzliche Sommertauglichkeit nach Anforderung ÖN B 8110-3 nachgewiesen.	0
Es wird gemäß ÖN B 8110-3 die Sommertauglichkeit nach Güteklasse B nachgewiesen.	15
Es wird gemäß ÖN B 8110-3 die Sommertauglichkeit nach Güteklasse A nachgewiesen.	30
Nachweis mit dynamischer Gebäudesimulation (oder PHPP in der jeweils aktuellen Fassung), dass Überschreitungen der Behaglichkeitstemperatur von 25 °C an maximal 10 % der Jahresstunden für sämtliche kritischen Wohn- und Schlafräume gegeben sind.	20
Nachweis eines außen liegenden, beweglichen Sonnenschutzes mit einem z-Wert von 0,27 für Fenster in Süd-, Ost- und Westorientierung (sowie Zwischenorientierungen). In Wohngebäuden muss sicher gestellt werden, dass dieser Sonnenschutz automatisch bei Abwesenheit der NutzerInnen aktiviert wird.	20

**E.3.1. OI3-Berechnung als Leitindikator für die Ressourceneffizienz**

Bewertungsmatrix  
Ressourceneffizienz

QUALITÄTSKRITERIEN	PUNKTE
$OI3_{BG3-LD} \leq 38$	50
$OI3_{BG3-LD} \geq 295$	0
Dazwischen wird interpoliert.	0 bis 50
Zusätzlich zum OI3-Indikator werden folgende Umweltkennzahlen je Quadratmeter Bruttogeschoßfläche dokumentiert, ohne dass diese Dokumentation direkt in die Punktevergabe einfließt: GWP, AP, ODP, PEIne, PELe, POCP, EP.	

GWP - Global Warming Potential, AP - Acidification Potential, ODP - Ozon Depletion Potential, PEIne - Primärenergieinhalt nicht erneuerbar, PELe - Primärenergieinhalt erneuerbar, POCP - Photochemical Ozon Creation Potential, EP - Eutrophication Potential



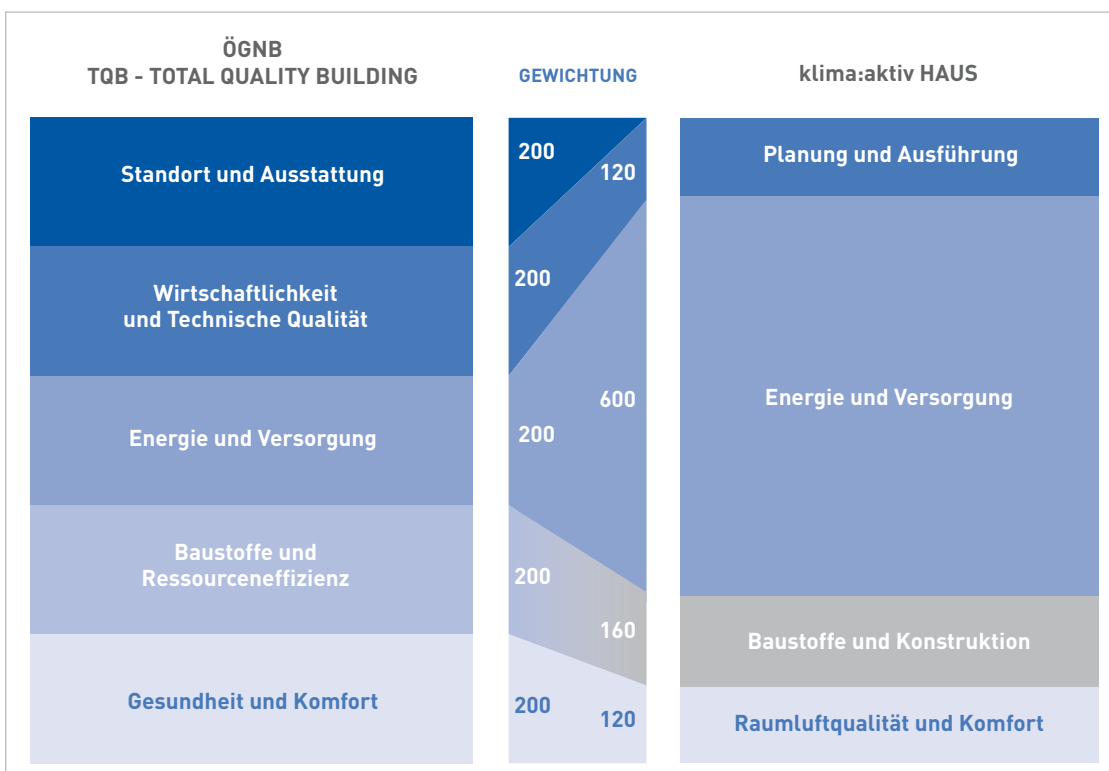
TQB-Gebäudezertifikate, IBO-Ökopass und klima:aktiv Haus-Plakette

Die mit dem OI3-Index vorgesehene Bewertung der Ressourceninanspruchnahme (E.1.3.) hat mit 0 bis 50 Punkten einen Anteil von max. 5 % der TQB-Bewertung.

Auch der in einigen Wohnbauförderungen verwendete OI3-Index wurde im Rahmen von „Nachhaltigkeit massiv“ grundlegend diskutiert. Auch wenn die ExpertInnen in der Forschungsinitiative bezüglich

der Methode sehr unterschiedliche Standpunkte vertreten, steht die Sinnhaftigkeit der Einbeziehung quantifizierbarer Ressourcenindikatoren in die Gebäudebewertung außer Streit.

Projekt 15 Total Quality Bauen: Ergänzung und Erweiterung des bestehenden Gebäudebewertungssystems



Die Gewichtung der Kriterienbereiche in TQB und klima:aktiv. Die klima:aktiv Gebäudestandards werden mittels Selbstdeklaration nachgewiesen. TQB ist eine Zertifizierung, die im Sinne des Total Quality Anspruchs neben der Messung der Luftdichtheit weitere Nachweise, wie die Messung der Schallschutzeigenschaften und der Innenraumluftqualität, erfordert.



© Ruth Fechner

## ERWEITERUNG DES OI3-INDEX

■ **Rechnen** sich die Investitionen in eine verbesserte thermische Qualität der Gebäudehülle auch ökologisch oder verursachen die dafür erforderlichen Materialien mehr Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen als man damit jemals einspart? Diese Frage beschäftigte vor Jahren unter anderem die Wohnbauförderstellen. Ein möglichst einfach handhabbarer Indikator sollte über die in der Herstellungsphase eines Gebäudes verursachten Umweltwirkungen eine quantitative Aussage treffen. Daraufhin wurde vom Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie in Anlehnung an die Ökobilanzierung der OI3-Index entwickelt. Drei Umweltwirkungen wurden ausgewählt, die auch einen Vergleich mit den durch reduzierte Beheizung vermiedenen Emissionen ermöglichen: das Treibhauspotenzial GWP, das Versauerungspotenzial AP und der Primärenergieinhalt nicht erneuerbar PEI n.e. Diese Auswahl ist also historisch begründbar, wissenschaftlich aber nicht ausreichend fundiert. Da alle bewerteten Umweltwirkungen auf Verbrennungsprozessen beruhen, besteht die Gefahr einer Mehrfachbewertung einer Umweltwirkung.

Die Bilanzgrenzen des in den Wohnbauförderungen verwendeten  $OI3_{TGH}$  beschränken sich räumlich auf die thermische Gebäudehülle bzw. zeitlich auf die Errichtung des Gebäudes. Wie das auf Seite 15 dargestellte Beispiel des Geschoßwohnbaus Utendorfsgasse in Wien anschaulich zeigt, wird hier mit der thermischen Gebäudehülle nur etwa die Hälfte der Umweltwirkungen erfasst. Je nach Gebäudetyp kann der erfasste Anteil auch deutlich geringer sein, wie das Projekt 01 „Studie Gebäudebewertungstools“ zeigt. Ins Gewicht fällt insbesondere der Anteil der nicht einbezogenen Fundierung und Unterkellerung.

Um dem Anspruch einer Ökobilanzierung näher zu kommen, sollte der OI3-Index in „Nachhaltigkeit massiv“ für die Anwendung in TQB um die räumlichen und zeitlichen Bilanzgrenzen sowie eine weitere Umweltwirkung erweitert werden.

Für die Berücksichtigung der zeitlichen Bilanzgrenzen liegen mit dem Forschungsprojekt folgende Ergebnisse vor:

Das Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie verfolgt die „Erweiterung des OI3-Index um die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen“ mit

einer nach eigenen Angaben aktualisierten und dokumentierten Zusammenstellung von Referenz-Nutzungsdauern für alle relevanten Baustoffe und Bauteile in typischen Einbausituationen.

Das von der TU Graz entwickelte Alterungsmodell zeigt, wie realistische Annahmen für Lebenszyklusbewertungen im Rahmen von Gebäudebewertungssystemen getroffen werden könnten. Allerdings fehlen für die Anwendung des Alterungsmodells noch die dafür geforderten produktspezifischen Referenz-Lebensdauern.

Da der Einfluss des Austausches von Bauteilen in Lebenszyklusbewertungen eine entscheidende Rolle spielt, kann im Rückblick auf die Diskussionen empfohlen werden, für jene Bauteile, die erfahrungsgemäß im Laufe eines Gebäudelebens ausgetauscht werden, plausible ganzzahlige Austauschraten einzusetzen, wie es auch in Projekt 11 „Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien“ vorgesehen ist. Auch wenn damit gewisse Unschärfen in Kauf genommen werden ergibt dieses Vorgehen in Lebenszyklusprognosen immer noch ein realistischeres Ergebnis, als wenn - wie bisher - keinerlei Austauschraten berücksichtigt werden.

Die räumliche Erweiterung des OI3-Index erfasst über die bisher mit dem Energieausweis berücksichtigte thermische Hülle des Gebäudes hinaus folgende Bereiche:

- Sämtliche Zwischen- und Trenndecken des Gebäudes, zzgl. der Stiegen und Stiegenpodeste und Lifteinhausungen
- Sämtliche Innen- und Trennwände des Gebäudes
- Die Keller-/Tiefgeschoße außerhalb der thermischen Hülle samt ihren Innen- und Trennwänden

Vorerst wird aus Effizienzgründen von der Erfassung der technischen Gebäudeausrüstung abgesehen. Wenn diesbezüglich Produktinventare mit entsprechenden Umweltindikatoren vorliegen, kann künftig auch die technische Gebäudeausrichtung mitbilanziert werden.

Projekt 01	Studie Gebäudebewertungstools
Projekt 02	Lebensdauer von Bauprodukten
Projekt 03	Erweiterung des OI3-Index um die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen
Projekt 06	Erweiterung des OI3-Index um Bilanzgrenzen und Kennzahlen
Projekt 15	Total Quality Bauen: Ergänzung und Erweiterung des bestehenden Gebäudebewertungssystems

Der Vergleich von OI3-Bewertungen am Beispiel des Geschößwohnbaus Utendorfgasse (Passivhaus) in Wien zeigt die Unterschiede der Bewertungen mit unterschiedlichen Bilanzgrenzen für die ausgeführte Stahlbetonbauweise sowie für zwei simulierte Varianten. Während im derzeitigen OI3-Index eine Holzmas-

sivbauvariante einen rund 50 % besseren OI3-Index ergeben würde, reduziert sich der Unterschied mit den erweiterten Bilanzgrenzen und unter Berücksichtigung des Austauschs von Bauteilen im Lebenszyklus auf rund 10 %. Die Transporte der Baustoffe ab Werkstor sind dabei noch nicht berücksichtigt.

NUR ERRICHTUNG									
		Global Warming (GWP100)	Photochemical Oxidation	Acidification	Eutrophication	PEI nicht erneuerbar	PEI erneuerbar	OI3	OI3 <sub>BGF</sub>
		kg CO <sub>2</sub> eq.	kg C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> eq.	kg PO <sub>4</sub> eq.	MJ	MJ	Punkte	Punkte
Variante 1: Stahlbeton	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	191.696	131	749	111	2.805.807	166.103	67	103
	zzgl. Innenwände	16.379	15	126	20	515.310	162.357	40	97
	zzgl. Tiefgarage	124.973	50	411	71	1.382.522	50.859	46	150
	zzgl. Haustechnik	16.881	13	123	14	349.831	19.952	52	172
	BG5	349.929	209	1.408	216	5.053.471	399.271	52	172
Variante 2: Holzmassiv	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	-112.776	118	727	120	2.303.113	3.195.568	35	53
	zzgl. Innenwände	16.379	16	126	20	515.310	162.357	20	47
	zzgl. Tiefgarage	124.973	50	411	71	1.382.522	50.859	30	100
	zzgl. Haustechnik	16.881	13	123	14	349.831	19.952	37	122
	BG5	45.457	197	1.387	225	4.550.776	3.428.736	37	122
Variante 3: Ziegel	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	121.952	125	659	87	2.647.572	582.407	54	82
	zzgl. Innenwände	16.379	15	126	20	515.310	162.357	32	76
	zzgl. Tiefgarage	124.973	50	411	71	1.382.522	50.859	39	130
	zzgl. Haustechnik	16.881	13	123	14	349.831	19.952	46	151
	BG5	280.185	204	1.319	191	4.895.236	837.111	46	151

Die Tabelle zeigt die Bilanzierung für den Geschößwohnbau Utendorfgasse (Passivhaus) in Wien für die ausgeführte Stahlbetonbauweise sowie für zwei simulierte Varianten mit unterschiedlichen Bilanzgrenzen. Die Bilanzgrenze BG1 umfasst nur die thermischen Gebäudehülle inkl. Zwischendecken, BG5 umfasst BG1 plus Innenwände, Tiefgarage und Haustechnik. Es wird deutlich, dass die Bilanzgrenze BG1 für die Errichtung bei der Variante Stahlbeton und Ziegel einen Anteil von mehr als 50 % (ausgenommen PEI erneuerbar) erfasst. Die Auswirkung der Einbeziehung der Tiefgarage ist signifikant. Innenwände und Haustechnik liegen in der Größenordnung von 6 % bis 10 %.

GESAMTER BETRACHTUNGSZEITRAUM: 100 JAHRE									
		Global Warming (GWP100)	Photochemical Oxidation	Acidification	Eutrophication	PEI nicht erneuerbar	PEI erneuerbar	OI3	OI3 <sub>BGF</sub>
		kg CO <sub>2</sub> eq.	kg C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> eq.	kg PO <sub>4</sub> eq.	MJ	MJ	Punkte	Punkte
Variante 1: Stahlbeton	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	271.041	240	1.296	169	5.019.133	423.168	141	215
	zzgl. Innenwände	32.758	31	252	39	1.030.621	324.713	97	235
	zzgl. Tiefgarage	131.729	66	452	75	1.582.847	52.645	90	298
	zzgl. Haustechnik	37.255	32	276	31	721.615	47.381	105	345
	BG5	472.784	369	2.276	313	8.354.216	847.907	105	345
Variante 2: Holzmassiv	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	-75.222	213	1.432	230	4.865.973	4.569.896	120	184
	zzgl. Innenwände	32.758	31	252	39	1.030.621	324.713	84	203
	zzgl. Tiefgarage	131.729	66	452	75	1.582.847	52.645	81	266
	zzgl. Haustechnik	37.255	32	276	31	721.615	47.381	95	313
	BG5	126.521	342	2.412	374	8.201.056	4.994.634	95	313
Variante 3: Ziegel	BG1 (therm. Hülle, inkl. Zwischendecken)	196.536	272	1.389	188	5.489.149	1.510.225	148	226
	zzgl. Innenwände	32.758	31	252	39	1.030.621	324.713	102	246
	zzgl. Tiefgarage	131.729	66	452	75	1.582.847	52.645	94	309
	zzgl. Haustechnik	37.255	32	276	31	721.615	47.381	108	356
	BG5	398.279	400	2.369	333	8.824.232	1.934.964	108	356

Darstellung wie oben, zusätzlich werden hier die erforderlichen Erneuerungen von Bauteilen einberechnet (Fassade, Fenster, Haustechnik etc.). Die Energiemenge, die für die Herstellung des Gebäudes erforderlich ist (PEI), bewegt sich etwa in der Größenordnung des gesamten Heizwärmebedarfs des Passivhauses über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren.

## LEBENSDAUER VON BAUTEILEN UND BAUPRODUKTEN

■ Die Lebensdauer von Gebäuden, Bauteilen und Baustoffen beeinflusst in hohem Maß die Gebäudequalität. Sie ist daher ein wichtiger Aspekt sowohl in der ökologischen als auch der ökonomischen Lebenszyklusanalyse von Gebäuden.

Durch die Abstimmung der Lebensdauer von Bauprodukten und Bauteilen auf die voraussichtliche Nutzungsdauer des Gebäudes können Ressourcen geschont und Lebenszykluskosten reduziert werden.

Unterschiedliche Angaben zur Lebensdauer liegen in Form von Lebens- bzw. Nutzungsdauertabellen mit „Von-bis-Werten“ für eine begrenzte Auswahl an Bauprodukten vor und basieren auf Erfahrungswerten von Sachverständigen bzw. Gebäudebewirtschaftern. Aufgrund der großen Unterschiede zwischen den in der Literatur veröffentlichten Lebensdauerangaben für Bauprodukte und Bauteile sowie der Fülle von schwer quantifizierbaren Einflussfaktoren herrscht Unsicherheit bezüglich der Festlegung einer voraussichtlichen Lebensdauer.

Aus diesen Gründen werden bisher in der Öko-Bilanzierung des OI3-Index und der TQ-Gebäudebewertung jene Umweltwirkungen nicht berücksichtigt, die auftreten, wenn Bauteile wie Fassade, Fenster oder Dacheindeckung nach Ablauf ihrer Lebensdauer erneuert werden müssen.

In „Nachhaltigkeit massiv“ wurde eine allgemeine Methode entwickelt (Alterungsmodell), mit der die Lebensdauer von Bauprodukten in Abhängigkeit von den jeweiligen Einbaubedingungen abgeschätzt werden kann. In einem eigenen Projekt wurden die Referenz-Nutzungsdauern für Baustoffe in typischen

Einbausituationen erhoben. Die lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren (standortbedingte Einflüsse, Bauwerkseigenschaften, Instandhaltung, Nutzungseinflüsse, sonstige Einflüsse) wurden beschrieben und den ISO 15686-Faktorklassen zugeordnet.

In der ISO 15686-2 „Hochbau und Bauwerke - Planung der Lebensdauer“ sind folgende Begriffe in englischer Sprache angegeben:

**service life - SL:**

Lebensdauer definiert als jener Zeitraum, in dem ein Gebäude, Bauteil oder Bauprodukt die definierten Anforderungen erfüllt

**reference service life - RSL:**

Referenz-Lebensdauer ist jene Lebensdauer, die unter einer bestimmten Referenzeinbaubedingung erwartet werden kann; dient zugleich als Ausgangswert für die Lebensdauerabschätzung mittels der Faktormethode

**estimated service life - ESL:**

die mittels Faktormethode rechnerisch ermittelte Lebensdauer

**design life - DL:**

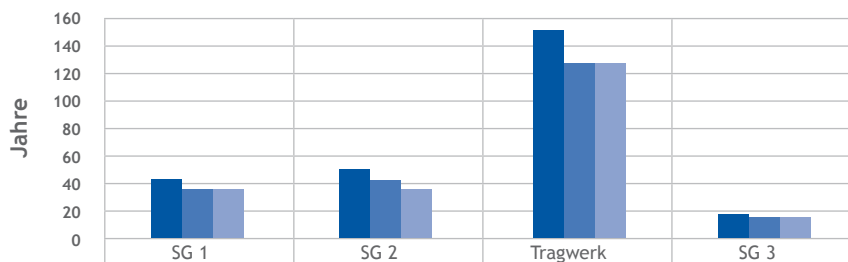
geplante Nutzungsdauer des Bauwerks

Das Alterungsmodell zeigt, wie realistische Annahmen für Lebenszyklusbewertungen im Rahmen von Gebäudebewertungssystemen ermittelt werden können. Für die breite Anwendung müssten die Hersteller bauprodukt-spezifische Referenz-Lebensdauern

Das Alterungsmodell wurde exemplarisch an Hand von sechs Baukonstruktionen angewendet, die Abb. zeigt die Lebensdauer (LD) der Schichtgruppen einer Stahlbeton-Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD
1	Silikatputz	43	0,83	36	SG 1 - SG 2 lösbar/nichtlösbar	36
1	Putzgrund (Silikat)	43	0,83	36		36
1	Glasfaserarmierung	43	0,83	36		36
1	Klebespachtel	43	0,83	36		36
2	Dübel kompl. 38 cm	53	0,80	42	SG 2 - TW lösbar	36
2	Polystyrol expandiert (EPS)-F-Fassadendämmplatte 27 cm	53	0,80	42		36
2	Klebespachtel	53	0,80	42		36
Tragwerk	Normalbeton	150	0,84	126	Tragwerk	126
Tragwerk	Armierungsstahl	150	0,84	126		126
3	Gipsspachtelung	18	0,84	15	SG 3 - TW lösbar	15





	SG 1	SG 2	Tragwerk	SG 3
Referenz-Lebensdauer /SG	43	53	150	18
Voraus. LD/SG	36	42	126	15
Voraus. LD (Lösbarkeit)	36	36	126	15

Beispiel für die Ermittlung der voraussichtlichen Lebensdauer der Schichtgruppen (SG) einer gedämmten Stahlbeton Außenwand.

angeben, womit die voraussichtliche Lebensdauer des Bauprodukts bzw. der Systemlösung für eine definierte Einbaubedingung bestimmt werden könnte. Die Bestimmung des Faktorwerts erfolgt je Schichtgruppe durch Zuordnung zu einer deskriptiven Bewertung entsprechend der Faktormethode der ISO 15686.

Der Nutzen langlebiger Bauprodukte könnte mit der Einbeziehung einer rechnerisch ermittelten Lebensdauer (estimated service life) in der Gebäudebewertung dargestellt werden. Dabei würde auch deutlich werden, dass Qualitätsmanagement eine Voraussetzung ist, um die Referenz-Lebensdauer zu erreichen. Offen ist die Frage, welche Institution die erforderlichen Datenbanken aufbauen und verwalten soll.

Zur Frage der Katastrophensicherheit von Gebäuden wurden 149 Schadensfälle in Hinblick darauf ausgewertet, ob außerplanmäßige Einwirkungen Unterschiede bezüglich der Bauweise erkennen lassen. Die Gebäude wurden in Massiv-, Misch- und Holzbau unterteilt.

Die Untersuchungen zeigen einen Zusammenhang zwischen Schadensanfälligkeit, Schadenshöhe und Bauweise. Innerhalb der untersuchten Datenbasis erweisen sich Massivbauten als robust und als sehr gut geeignet, um die Schadenssumme infolge unplanmäßiger Einwirkungen gering zu halten. Die höchsten Schadenssummen wurden bei Gebäuden in Mischbauweise verursacht.

Besonders hinzuweisen ist in diesem Zusammen-

hang auf die Definition für Massivbau als überwiegend homogene Struktur aus massiven, anorganischen Baustoffen. Unter Mischbauweise werden Gebäude verstanden, bei denen die Konstruktionen, wie Wände oder Decken, aus einer großen Vielfalt an unterschiedlichen Baustoffen bestehen.

Im Rahmen der Forschungsinitiative Nachhaltigkeit massiv wurden die Bedeutung der Langlebigkeit von Bauteilen und die Wertbeständigkeit von Immobilien für die ökonomische und ökologische Dimension der Nachhaltigkeit in eindrucksvoller Weise bestätigt. Für unser Unternehmen heißt dies, verstärkt auf diese zukunftsorientierten Eigenschaften unserer Baustoffe zu achten und entsprechend an unsere Kunden zu kommunizieren. II

#### HEIMO SCHEUCH

CEO, Wienerberger AG

ESTRICHBETON	60
HAFTBRÜCKE	50
KALKZEMENTPUTZ AUSSEN	70
KUNSTHARZPUTZ	50
HOCHLOCHZIEGEL	100
LEHMZIEGEL	100
PORENBETON	100
DAMPFBREMSE PE	50

Nutzungsdauer, durchschnittlicher Maximalwert

Projekt 02	Lebensdauer von Bauprodukten
Projekt 03	Erweiterung des OI3-Index um die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen
Projekt 10	Einfluss von Naturkatastrophen auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden
Projekt 05	Entwicklung eines Konzeptes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen

## TRANSPORTRUCKSÄCKE VON BAUPRODUKTEN

■ Ein anderer, bisher wenig untersuchter Aspekt bei der ökologischen Betrachtung von Bauprodukten wurde im Projekt 04 „Transportrucksäcke von Bauprodukten“ bearbeitet. Derzeit umfassen die Ökobilanzen von Bauprodukten lediglich jene Umweltwirkungen, welche im Zuge des Rohstoffabbaus und der Produktion auftreten und sie enden beim Werkstor des Herstellers.

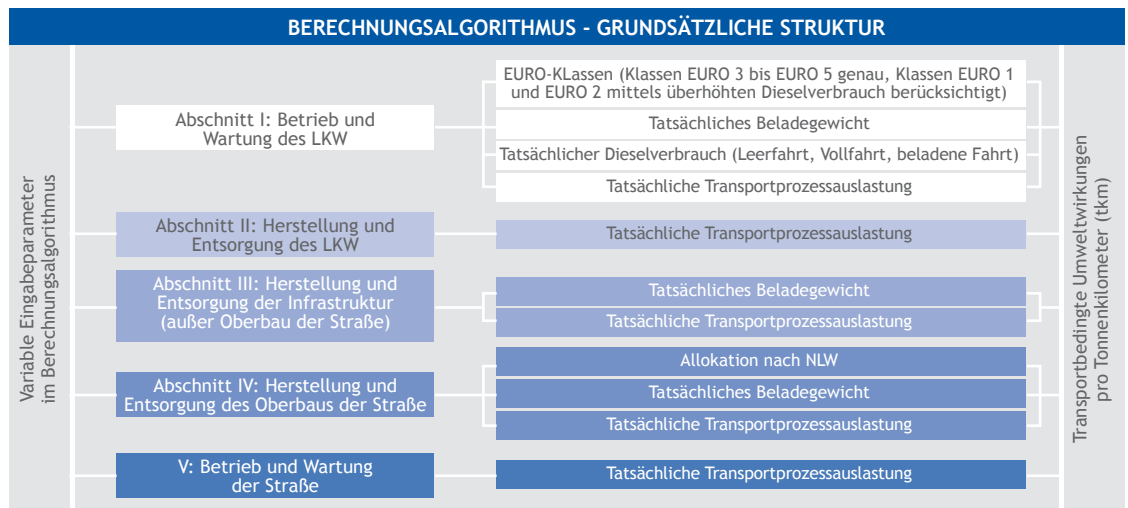
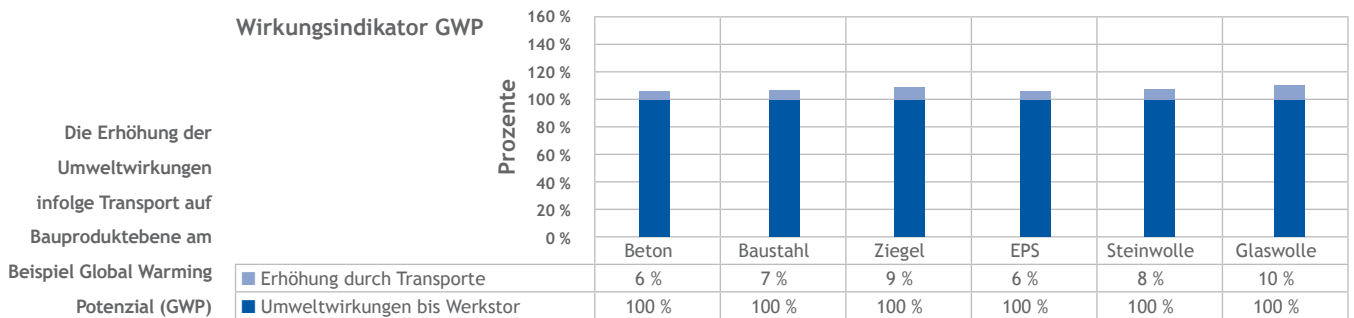
Mit dem Transportmodell wurde gezeigt, wie eine strukturierte Erfassung der Transportrucksäcke von Bauprodukten in Abhängigkeit von Werksstandort, Baustelle und Bauprodukt grundsätzlich möglich ist.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen den Einfluss des Bauprodukt-Transportes vom Werkstor zur Baustelle. Im Vergleich zu den herstellungsbedingten Umweltwirkungen erhöhen sich die Umweltwirkungen aufgrund von Transporten um 5 bis 20 %

beim Wirkungsindikator GWP, bei ODP (Ozonzerstörungspotenzial) um bis zu 65 %. Die Anwendung des Transportmodells am mehrgeschoßigen Wohnbauprojekt Utendorfgasse in Wien kam zu dem Ergebnis, dass sich die bauproduktsspezifischen Umweltwirkungen unter Berücksichtigung des Transportes ab Werkstor zwischen 0,69 % (erneuerbare Energie) und 7,60 % (nicht erneuerbare Energie) erhöhen.

Die Anwendung des entwickelten Transportmodells im Rahmen einer Gebäudebewertung ist allerdings aufgrund der unzureichenden Datenlage bezüglich der Transportdistanzen eingeschränkt. Das Thema der Minimierung von Transportbelastungen wird im Zuge der Aufarbeitung der Forschungsergebnisse weiterhin zu berücksichtigen sein.

Projekt 04 Transportrucksäcke von Bauprodukten





## FÖRDERUNG DER KREISLAUFWIRTSCHAFT IM BAUWESEN

■ Dem Bauwesen stehen langfristig wesentliche Ressourcen nicht mehr in gleichem Ausmaß wie derzeit zur Verfügung. Bauwerke stellen den größten Bestand an Sekundärressourcen dar, der jedoch nicht ausreichend effizient genutzt werden kann.

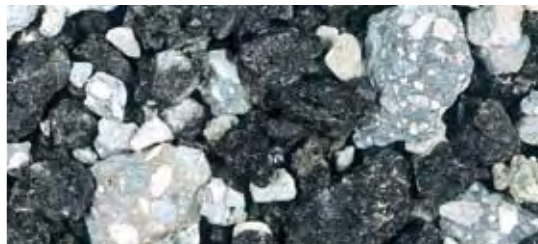
Um die Ressourcenfrage im Bauwesen zu erfassen, wurden vier Indikatoren entwickelt: Verfügbarkeit, Recyclierbarkeit, Eigenversorgung, Scale-Up (Auswirkungen eines deutlich größeren Materialeinsatzes).

Die Indikatoren liefern interessante Ansätze bezüglich einer verbesserten Kreislauffähigkeit von Baustoffen bzw. Gebäuden. Einschränkend wird allerdings angeführt, dass die Anwendung dieser Indikatoren momentan nicht durchführbar ist, da es noch keine gesicherte Datengrundlage zur Ermittlung der benötigten Eingangsparameter gibt.

Um die Sekundärressourcen im Baubestand besser abschätzen zu können, wurde die Idee eines materiellen Gebäudepasses untersucht. Mit einem derartigen Gebäudepass könnten die größten Baustoffgruppen (Beton, Metalle, Ziegel, Glas) im Zuge der Errichtung bzw. während größerer Umbautätigkeiten erfasst werden, indem z.B. eine entsprechende Software in gängige Ausschreibungsprogramme integriert wird.

Die Bauwirtschaft ist aufgefordert, ihre Materialien zukünftig besser im naturwissenschaftlich-technischen Sinn zu beschreiben und wesentlich zur Schaffung einer ausreichenden Daten- und Wissensbasis beizutragen.

Eine Harmonisierung der Parameter in den Statistiken in den einzelnen Branchen (Holz, Stein und Keramik, Stahl etc.) würde einen fundierten Vergleich zwischen den Materialhaushalten der einzelnen Materialien ermöglichen. Damit könnten Verbrauchstrends verglichen und verfolgt, Optimierungen vorgenommen oder neue Strategien entwickelt werden. Peak Oil ist nicht der einzige Warnhinweis auf die Begrenztheit, auch viele andere Ressourcen werden in absehbarer Zeit knapper werden.



von oben nach unten:

RH - Recyclierter Hochbausand, Recyclierter Hochbausplitt (Ziegel [unter 33 %] mit z.B. Betonanteil)

RHZ - Recyclierter Hochbauziegelsand, Recyclierter Hochbauziegelsplitt (Ziegel [über 33 %] mit z.B. Betonanteil)

RM - Recycliertes gebrochenes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürlichem Gestein

RA - Recycliertes gebrochenes Asphaltgranulat (vorwiegend Asphalt)

RAB - Recycliertes gebrochenes Asphalt/Beton-Mischgranulat (Asphalt und Beton)

RB - Recycliertes gebrochenes Betongranulat (vorwiegend Beton)

RFM - Fließfähiges, selbstverdichtendes Künnettenfüllmaterial mit recycliertem, gebrochenem Material

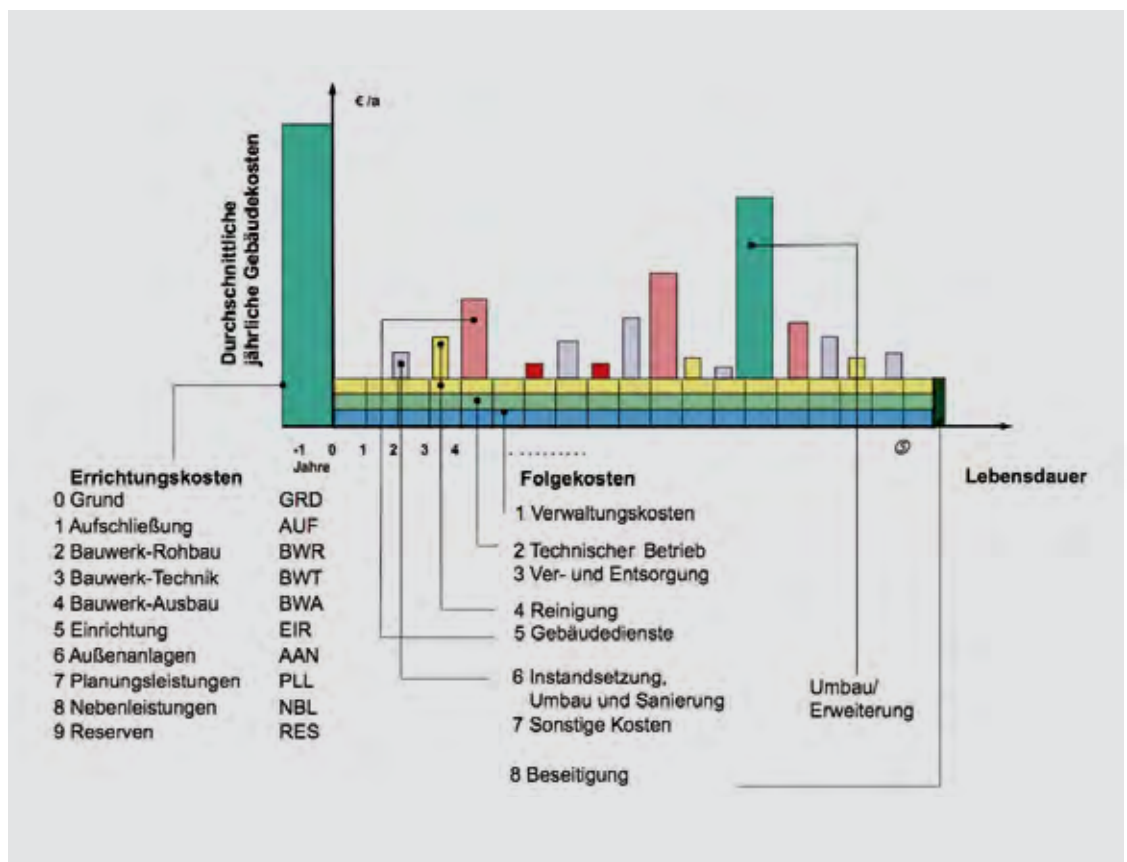
Quelle: Baustoff-Recycling Verband



## KOSTENPROGNOSE FÜR DEN LEBENSZYKLUS

■ Bei der Entwicklung von Gebäuden stehen vielfach die Investitionskosten als wesentliches Entscheidungskriterium im Vordergrund. Dadurch werden aber nicht unbedingt Bauweisen bevorzugt, die auch im Lebenszyklus minimale Kosten verursachen.

Mit Hilfe einer Lebenszyklus-Kostenprognose können Varianten in der Gestaltung der Baukörper, der Außenhülle und der Gebäudetechnik berechnet und damit die Lebenszykluskosten eines Gebäudes bei gegebener Nutzung optimiert werden.



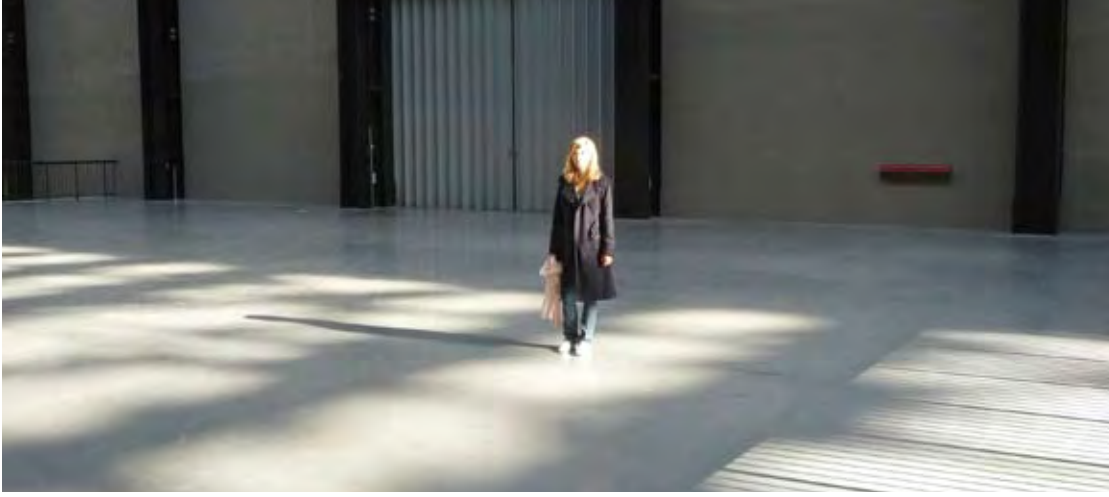
Es wurde ein praxistaugliches Werkzeug zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Immobilien für den Einsatz in der Immobilien-Projektentwicklung entwickelt und in seiner Funktionsweise dargestellt.

Das Modell beruht weitestgehend auf vorhandenen Normen und Rechenmethoden.

- Modell einer Lebenszyklus-Kostenprognose mit 12 Hauptgruppen und 54 (bzw. 39 „echten“) Kostengruppen
- Detaillierte Betrachtung der jährlichen und mehrjährigen Kosten gesondert möglich
- Eingabeparameter: Geometriedaten aus Entwurfs- bzw. Einreichplan

- Werte der Gebäudetechnik und Folgekosten
- Reinigungskosten werden aus den vorhandenen Angaben errechnet

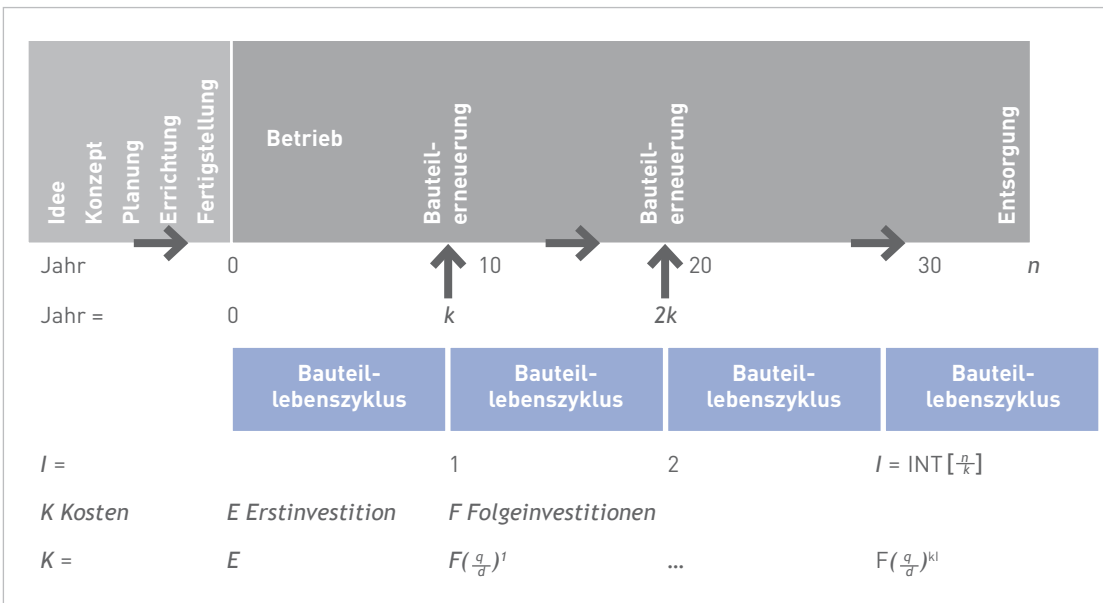
Das Modell wurde für ein tatsächlich ausgeführtes Bürogebäude, ein dreigeschoßiger quadratischer Verwaltungsbau in Stahlbauweise mit 5.500 m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche, durchgerechnet. Als nicht-gebaute Variante wurde das gleiche Gebäude mit massiver Außenwand als Lochfassade gerechnet und anschließend wurden die Ergebnisse verglichen. Lebenszyklisch betrachtet kommt die Variante mit der massiven Fassade um 9,6 % günstiger.



Mit dem Lebenszykluskostenmodell können nur Aussagen über Gesamtgebäude (aufgrund der gewählten Kostenstruktur) getätigt werden, d.h. es ist keine Bauteil- oder Haustechnikoptimierung möglich. Die Heizungskosten werden nur aus dem eingegebenen Heizwärmebedarf (HWB) hochgerechnet (d.h. alle Unzulänglichkeiten dieser Berechnung werden

mitgeführt). Das Modell kann der Bauwirtschaft als ein Ergebnis von „Nachhaltigkeit massiv“ zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus ist es auch für den Beratungssektor interessant.

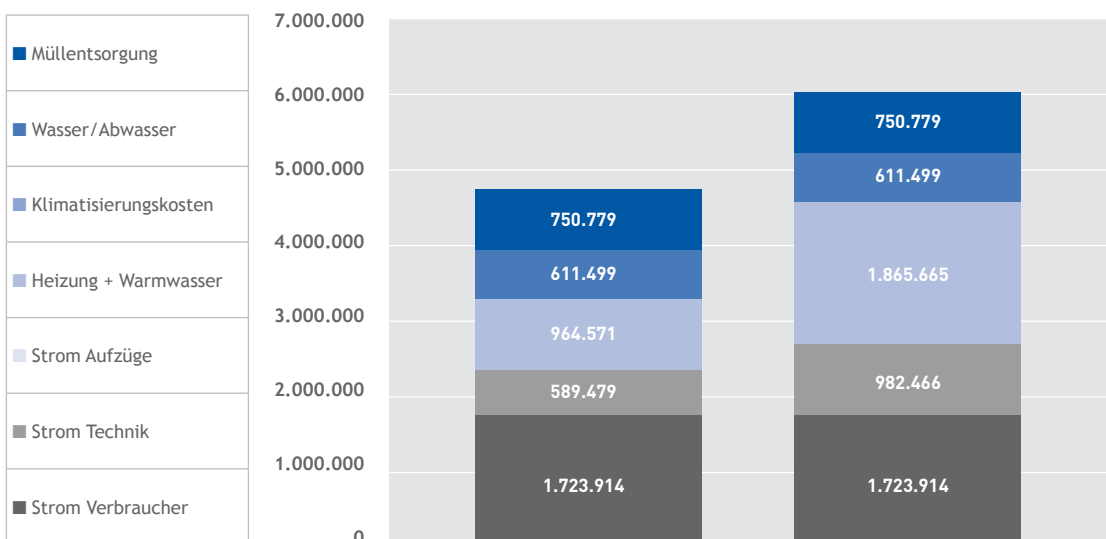
Projekt 11 Lebenszykluskosten von Immobilien



Erneuerungszyklen eines Bauteils während der Gebäudelebensdauer.

- V Faktor, mit dem die jährlichen Folgekosten K multipliziert werden
- q 1 + p/100 Preissteigerungen
- d 1 + r/100 Barwert
- k Bauteilnutzungsdauer in Jahren
- l Anzahl der Erneuerungszyklen innerhalb der Gebäudenutzungsdauer
- n Gebäudenutzungsdauer in Jahren

Verbrauchskosten



Das Beispiel zeigt, dass die massive Ausführung eine beachtliche Reduktion der Heiz- und Klimatisierungskosten (-49,8 %) sowie eine Reduktion der gebäudetechnikbezogenen Stromkosten (-36,4 %) gegenüber der ausgeführten Variante in Stahlbauweise darstellt





## MASSIVE BAUWEISEN UND SOMMERTAUGLICHKEIT

■ Die Szenarien für den Klimawandel zeigen eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die sommerlichen Außenlufttemperaturen in Österreich weiter ansteigen werden. Die steigenden Umsatzzahlen für Kleinklimageräte sind ein wesentlicher Faktor für den zukünftigen Stromverbrauch. Die Vermeidung sommerlicher Überwärmung gewinnt daher stark an Bedeutung.

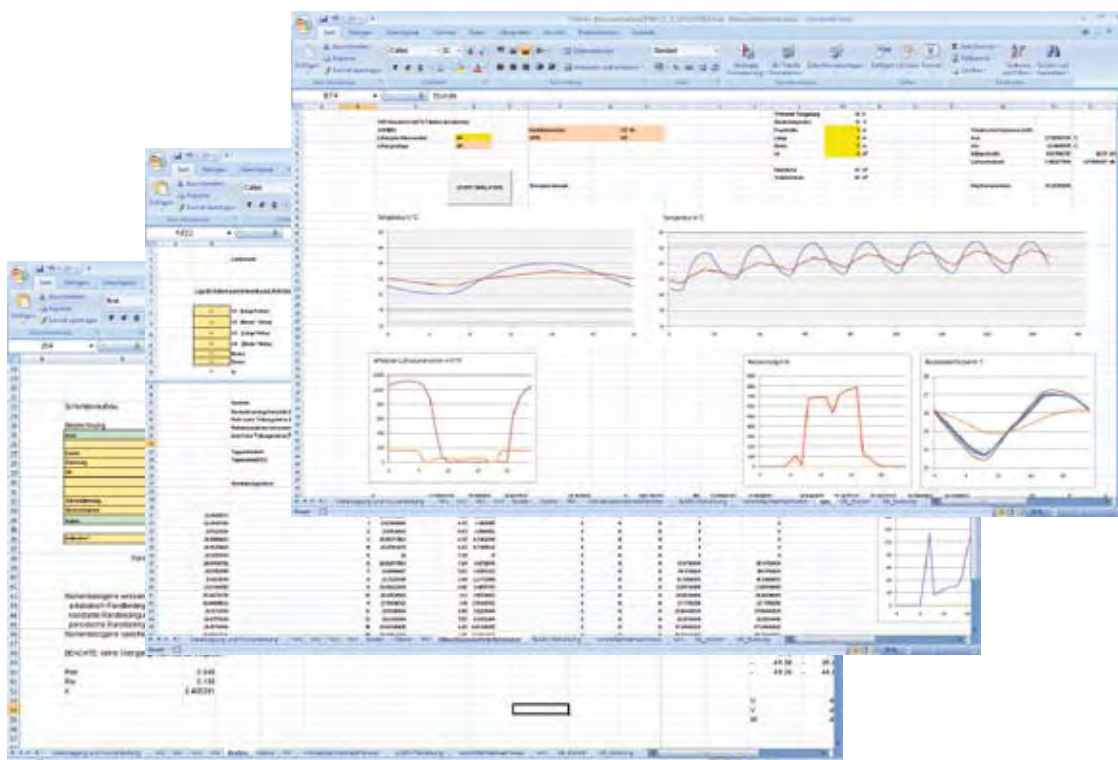
Dafür bedarf es geeigneter Nachweisverfahren, die auch Unterscheide verschiedener Bauweisen entsprechend richtig abbilden. Das aktuelle Nachweisverfahren für die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung von Räumen (ÖNORM B 8110-3) bildet Lüftungswärmeverluste, innere und solare Gewinne und die Speicherfähigkeit des Gebäudes sehr vereinfacht ab. Moderne Gebäude können diesen Nachweis leicht erfüllen, was aber in der Realität zu hohen Temperaturen in sommerlichen Hitzeperioden führt. Der derzeit gebräuchlichste Nachweis gemäß ÖNORM B 8110-3 endet üblicherweise mit der Aussage, dass Sommertauglichkeit gegeben bzw. nur unter der Bedingung einer Verschattungsmaßnahme gegeben

ist. Eine differenzierte Aussage zur Qualität der Sommertauglichkeit wird nicht angeboten.

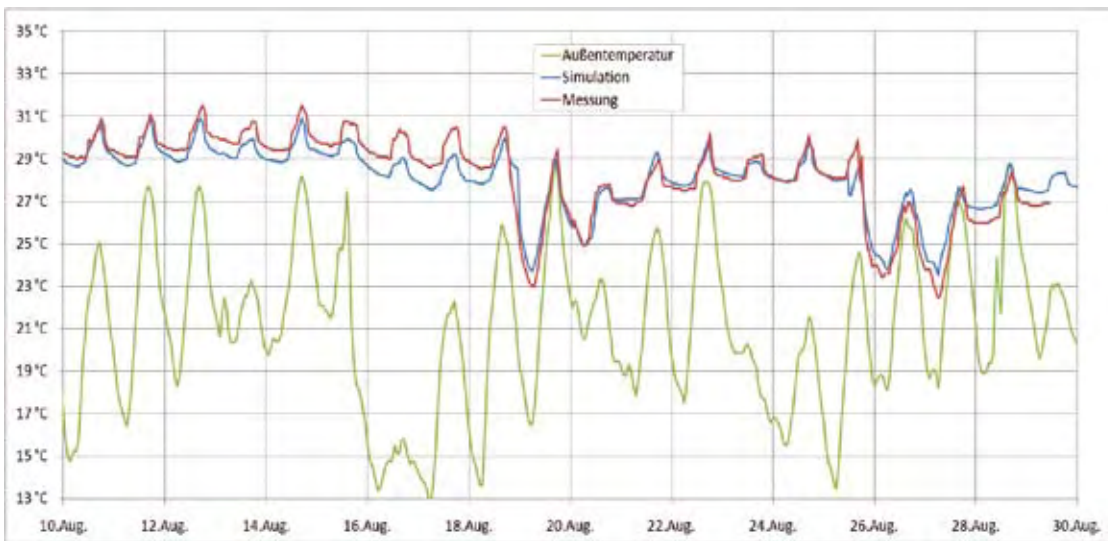
Im Rahmen der europäischen Normierung wird eine Simulation des Raumverhaltens als Verfahren zum Nachweis sommerlicher Raumtemperaturen definiert. Eine Überarbeitung der ÖNORM B 8110-3 ist daher dringend notwendig.

Ziel des Projekts 12 war es, durch Messung in bewohnten Objekten das Nutzerverhalten und den damit verbundenen Einfluss auf die sommerlichen Raumtemperaturen zu erforschen. Ein von der TU Wien entwickeltes virtuelles Gebäudemodell wurde als Excel-Tool weiterentwickelt und mit Messungen an vier Wohnbauten validiert:

- Passivhaus Mühlweg (Holzbau), 1210 Wien
- Passivhaus Wienerberg City Gebäudes (Ziegelbau), 1100 Wien
- Passivhaus Kammelmweg (Mischbau - Stahlbeton & Holz), 1210 Wien
- Passivhaus Utendorfgasse (Stahlbetonbau), 1140 Wien

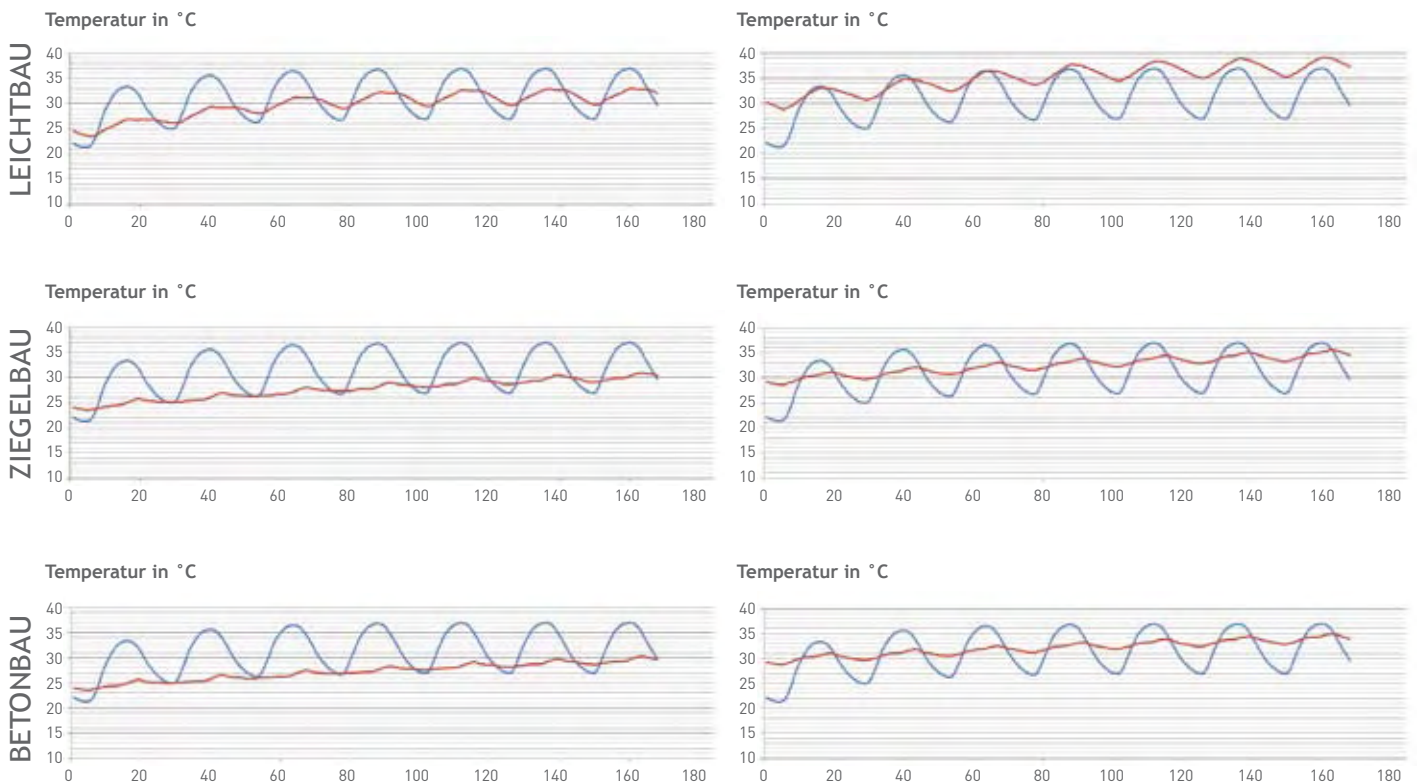


Screenshots des neuentwickelten Excel-Tools für den vereinfachten Nachweis der sommerlichen Überwärmung von Räumen.



Der Vergleich von simulierten und gemessenen Raumtemperaturen zeigt bei den untersuchten Wohngebäuden eine gute Übereinstimmung. Das erarbeitete Modell bildet die Tagesschwankungen der Raumtemperaturen und auch das generelle Langzeitverhalten des Raumes sehr gut ab.

## WOHNRAUM



Vergleich der simulierten Temperaturentwicklung des beispielhaft gewählten Raumes in Abhängigkeit der verschiedenen Bauweisen (Leichtbau, Ziegelbau, Stahlbetonbau) in Abhängigkeit der inneren Lasten bei geschlossenen Fenstern.

Blaue Kurve: Außentemperatur. Rote Kurve: Raumtemperatur.

Links: Nachts offene Fenster, tagsüber nur hygienischer Luftwechsel über Fenster, Außenverschattung mit  $z = 0,16$

Rechts: Nachts geschlossene Fenster, tagsüber nur hygienischer Luftwechsel über Fenster, ohne Verschattungsmaßnahmen.

Die Darstellungen zeigen die Vorzüge der Massivbauweisen, zu erkennen ist aber auch der wesentliche Einfluss von Nachtlüftung und Beschattung.



Passivhaus Utendorfsgasse

© Schöbert & Pöll OEG

**EINGABEPARAMETER**

Eigenschaften der umgrenzenden Bauteile des Raumes sowie der Innenwände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schichtenaufbau</li> <li>• Schichtdicke</li> <li>• Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• Spezifische Wärmekapazität</li> <li>• Dichte</li> <li>• Flächen</li> <li>• Orientierung</li> </ul>
Strahlungseigenschaften der Außenbauteile Eigenschaften der Fenster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungsabsorptionsgrad der Außenoberflächen</li> <li>• Größe</li> <li>• Öffnbar/nicht öffnbar</li> <li>• Wärme- und strahlungstechnische Eigenschaften der Verglasung und des Rahmens</li> <li>• Strahlungstechnische Eigenschaften und Position des Sonnenschutzes</li> </ul>
Klima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seehöhe</li> <li>• Tagesmittelwert des Standortklimas (Sommer)</li> <li>• Tagesgang (innerstädtisch / Umland)</li> </ul>
Innere Lasten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeeintrag durch Personen und Geräte in Watt (Tagesverlauf)</li> </ul>
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygienischer Luftwechsel mit Außenluft oder über Lüftungsanlage</li> <li>• Mögliche nächtliche Fensteröffnung (offen, 10cm gekippt, zu)</li> <li>• Luftwechsel der Lüftungsanlage</li> </ul>

Eingabeparameter für das neu entwickelte Excel-Tool für den vereinfachten Nachweis der sommerlichen Überwärmung von Räumen.

Für den TQB-Kriterienkatalog wurde ein Vorschlag für eine Punktbewertung erarbeitet, die als Neuerung drei Komfortklassen unterscheidet.

Für die Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden im Bereich des thermischen Verhaltens im Sommer stellt der dargestellte Berechnungsalgorithmus eine sehr gute Möglichkeit dar, sowohl Mindest-

anforderungen als auch erhöhte Sicherheiten gegen eine sommerliche Überwärmung abzubilden und in die Beurteilung aufzunehmen.

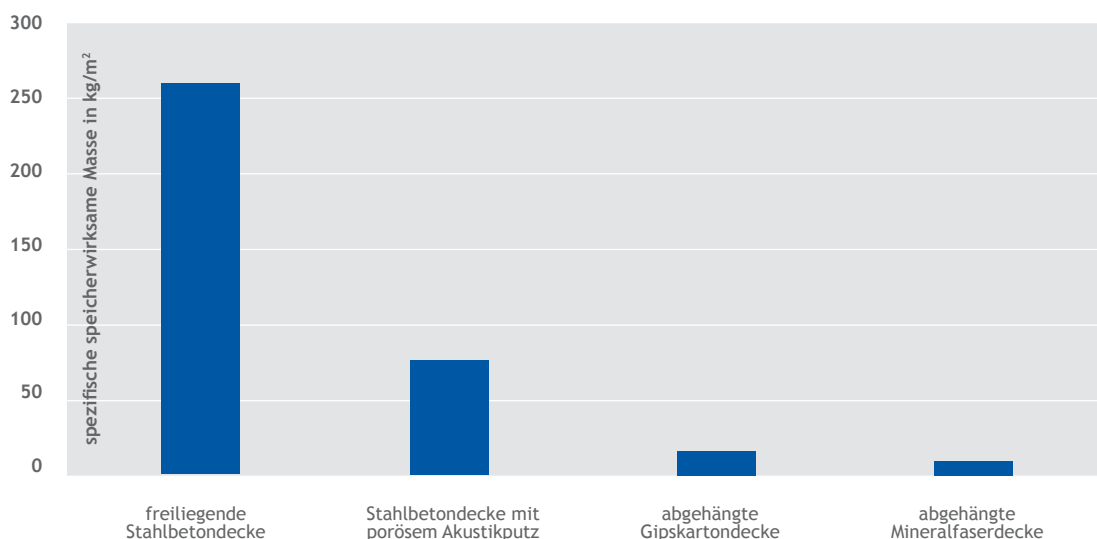
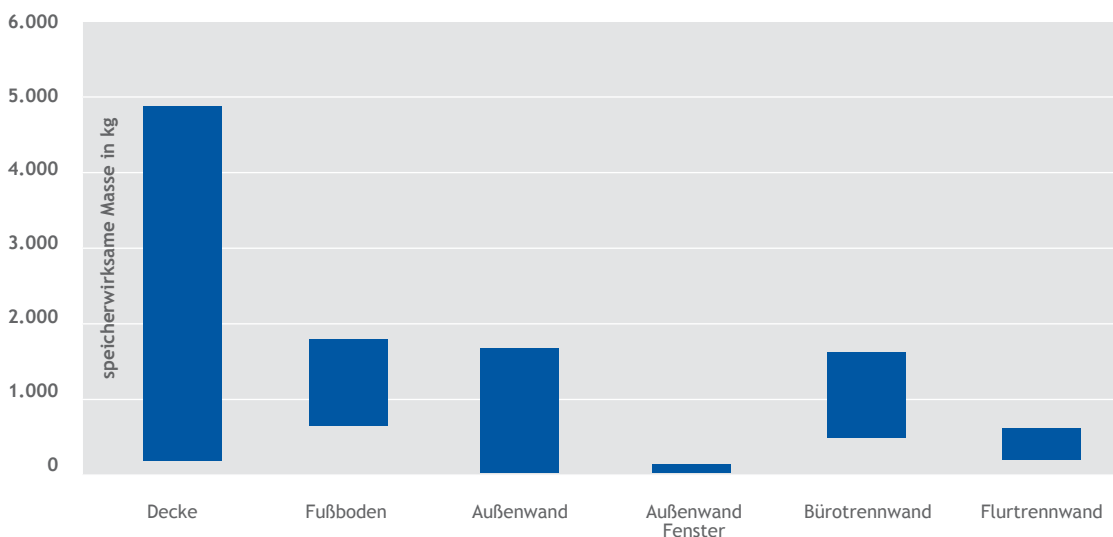
**Projekt 12** Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch

## NUTZUNGSFLEXIBILITÄT UND WIRKSAME SPEICHERMASSE IM BÜROBAU

■ Im Bürobau hat derzeit die Nutzungsflexibilität einen besonders hohen Stellenwert. Aus diesem Grund wird der Innenausbau häufig in Leichtbauweise hergestellt, abgehängte Decken und Doppelböden machen auch noch die an sich vorhandene Speicher- masse weitgehend thermisch unwirksam. Die Folge sind Büroräume, die im Sommer nur mit einem beträchtlichen Energieaufwand für Kühlung genutzt werden können. In vielen Bürobauten übersteigt der Kühlenergiebedarf den Heizenergiebedarf. Der hohe

Strombedarf für Kühlung ist aus Sicht der Nachhaltigkeit besonders ungünstig, da in Hitzeperioden allgemein ein besonders hoher Strombedarf gegeben ist, während das Angebot von Strom aus Wasserkraft aufgrund der geringen Wasserführung der Flüsse niedrig ist.

Neben konstruktiven Maßnahmen können Nachtlüftung und Bauteilaktivierung das Wärmespeichervermögen massiver Bauteile noch besser nutzbar machen.





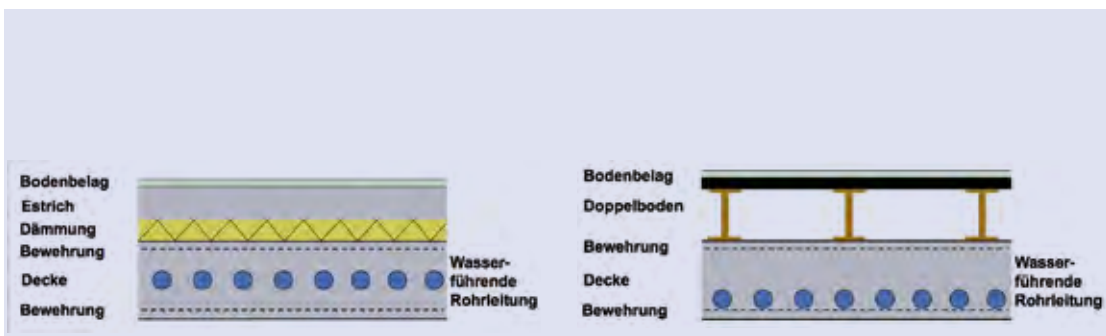


Das größte Potenzial liegt in der Nutzung der massiven Decke. Bei den Lösungsmöglichkeiten werden auch Aspekte der Beleuchtung sowie der Akustik berücksichtigt. Für Zwischenwände, die niemals verschoben werden müssen, eignen sich Stahlbeton, Ziegel, vorgefertigte Vollgips-Wandbauplatten oder Gipskartonplatten mit integrierten latenten Wärmespeichern (Phase Change Materials). In der

Außenwand wird der Einsatz massiver Parapete vorgeschlagen. Bei offenen Büroflächen sollen auch die massiven Bauteile des Gebäudekerns nutzbar gemacht werden. Aufgrund ihrer Oberfläche erscheinen Decke und Boden für die Wärmespeicherung am geeignetsten, gefolgt von Zwischenwänden und der Außenwand.



ENERGYbase ist die Umsetzung von Forschungsergebnissen zur Entwicklung nachhaltiger Gebäudekonzepte für Büroimmobilien. Heizung und Kühlung erfolgen via Bauteilaktivierung, mit 300 Sensoren im Gebäude wird nach weiteren Optimierungspotentialen gesucht.



Querschnitte Deckenaufbau mit Bauteilaktivierung

Eine Bauteilaktivierung kann aufgrund der großen Abstrahlungsflächen mit einer geringen Temperaturdifferenz zwischen Innenraum- und Wassertemperatur der Rohrregister heizen und Beiträge zur Kühlung liefern. Vorlauftemperaturen im Bereich zwischen 19 und 27 °C sind auch gut geeignet für die Nutzung der Umweltenergie.

Ein Umdenken im Planungsprozess wird gefordert: Integrale Planung und der Einsatz von Gebäudesimulation werden unumgänglich.

Mit der Anwendung der Empfehlungen des im Projekt 07 erarbeiteten Leitfadens entsteht u.a. folgender Nutzen:

- Zusätzliche Geschosse werden durch die Reduktion der Geschosshöhe möglich (Entfall der abgehängten Decke).
- Ideale Voraussetzungen zur Heizung und Kühlung mittels Bauteilaktivierung
- Gesteigerter Komfort durch temperierte raumabschließende Flächen mit geringem Temperaturunterschied zur Raumlufttemperatur
- Verringerung der Energiekosten

Der Leitfaden gibt einen guten Überblick und bietet einige Lösungsansätze, die sofort umgesetzt werden können. Es zeigt sich aber, dass weitere Entwicklungen dringend erforderlich sind:

1. Monitoring des Energieeinsatzes und des Nutzungskomforts im Gebäudebetrieb
2. Standardisierung der Methoden und Werkzeuge zur Planung (Richtlinien, Normen, Simulationsprogramme etc.) und Maßnahmen zur Qualitätssicherung
3. Ökonomische Auswirkungen im Vergleich zu bisher üblichen Bauweisen
4. Standardisierte Bauteile, die Haustechnikkomponenten integrieren
5. Lösungen, wie der natürliche Luftwechsel (Nachtlüftung) unter Beachtung von Brand- und Einbruchschutz etc. automatisiert werden kann
6. Unterstützung der Bestrebungen für ein adaptives Komfortmodell (angestrebte Raumtemperatur variabel)
7. Unterstützung von integrativen Planungsansätzen (z.B. als Anforderung in Wettbewerben u.a.)
8. Der Hinweis, dass Speichermassen auch als Einrichtungsbestandteile eingebracht werden können, ergibt unkonventionelle Perspektiven für das Design.

Projekt 07	Wirksame Speichermasse im modernen, nutzungsflexiblen Bürobau
Projekt 12	Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch
Projekt 08	Massive Bauteile und Energiesysteme

Die Themen Bauteilaktivierung und der Wert von Speichermassen in nachhaltigen Bauwerken sind für unsere Firmen von zentraler Bedeutung im Hinblick auf den wirtschaftlichen Wettbewerb im Neubau. Die Ergebnisse sind für uns so ermutigend, dass wir uns entschlossen haben, in den nächsten Jahren ein Forschungs-, Kommunikations- und Demonstrationsprojekt mit dem Ziel umzusetzen, diese Technologie für jedermann zugänglich zu machen und die Kosten für Heizen und Kühlen massiv zu reduzieren.

#### FELIX FRIEMBIHLER

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie

## INTEGRATION SOZIALER ASPEKTE

■ Sowohl nationale als auch internationale Gebäudebewertungssysteme erheben den Anspruch, auch soziale Aspekte des Baubereichs in eine umfassende Gebäudebewertung einzubeziehen. Wirklich handhabbar erscheinen die derzeit dafür vorhandenen Ansätze jedoch nicht. Im Projekt 13 „Strategien und Konzepte zur Integration sozialer Aspekte in baurelevante Nachhaltigkeitstools“ wurden die Grundlagen für die Integration sozialer Aspekte in baurelevante Nachhaltigkeitstools aufbereitet.

Bisher sind soziale Aspekte meist im Zusammenhang mit Nutzerkomfort in Gebäudebewertungen integriert, womit Zufriedenheit mit der Wohnsituation erreicht werden soll. Diese Herangehensweise ist argumentierbar, denn mangelnde Wohnzufriedenheit hat Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit; zum Beispiel wenn Teile der Bevölkerung eines wenig attraktiven Stadtteiles ins Umland abwandern, damit zur Zersiedlung beitragen und zusätzliche Verkehrsströme verursachen.

Folgt man der Idee der Lebenszyklusanalyse auch in der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit, dann sind die sozialen Auswirkungen in einer umfassenderen Weise zu eruieren, so wie es bei den ökologischen Auswirkungen bereits getan wird.

Ein Social Life Cycle Assessment (SLCA) eines Gebäudes beschreibt die sozialen Belastungen aller

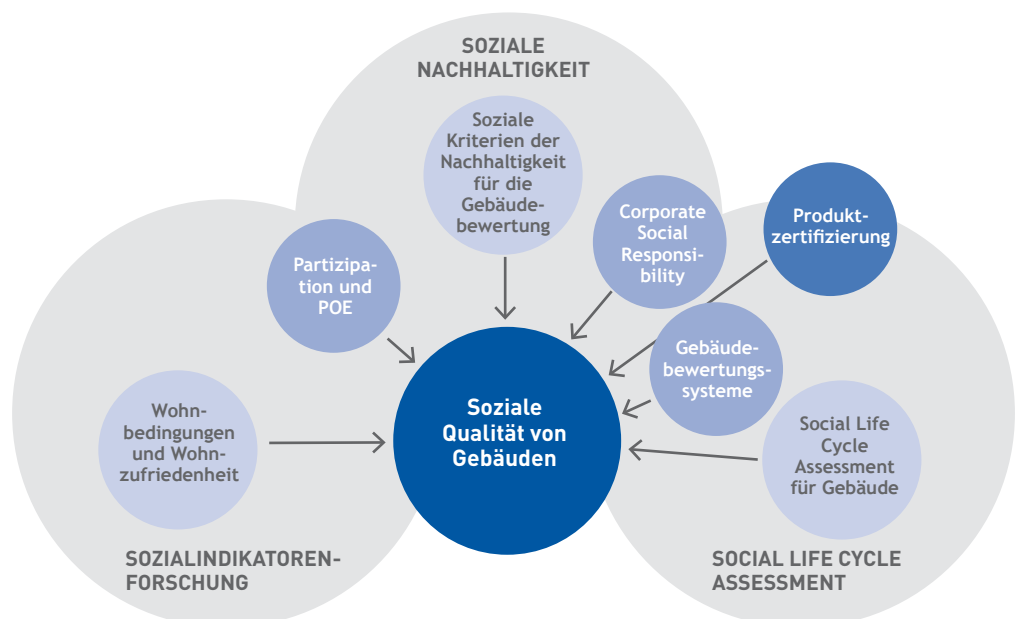
Produkte, bezogen auf die funktionale Einheit des Gebäudes: Belastungen, die während der Bauphase, der Nutzung und beim Abbruch auftreten. Bei einer SLCA sind neben den NutzerInnen der Gebäude auch weitere Betroffene zu berücksichtigen. In der im Projekt 13 entwickelten Systematik werden diese in drei Gruppen zusammengefasst: NutzerInnen, Nachbarschaft und Gesellschaft.

Es wurden erst wenige Beispiele für SLCA im Baubereich gefunden, es gibt aber gute Grundlagen, die für Bewertungen herangezogen werden können. Zwei Beispiele:

Richtlinien zu „sozialverantwortlicher Beschaffung“ von Bauprodukten und Bauleistungen: Diese beziehen sich auf die Ebene der Produkte und auf Zertifizierungssysteme. Bekanntestes Beispiel ist das FSC-Zertifizierungssystem für nachhaltige Holzwirtschaft.

„Corporate Social Responsibility“: Freiwillige Selbstverpflichtungen von Unternehmen, die ihre soziale Verantwortung gegenüber MitarbeiterInnen, Lieferanten, KundInnen und der Gesellschaft zeigen und dokumentieren wollen. Seit 1998 gibt die SA 8000 (Standard for Social Accountability) Sozialstandards für Unternehmen vor. Diese sollen dazu angeleitet werden, ihre eigene Strategie zu entwickeln und sie periodisch zu evaluieren.

Theorien und methodische Ansätze zur Integration sozialer Aspekte in die Gebäudebewertung







© Rainer Sturm / PIXELIO

In „Nachhaltigkeit massiv“ wurde auf Grundlage der dargestellten Systematisierung untersucht, für welche Aspekte sich Indikatoren zur Beurteilung der sozialen Nachhaltigkeit im Bauwesen ableiten lassen bzw. welcher Spielraum für Indikatoren vorhanden ist. In den Sozialwissenschaften sind Indikatoren empirisch messbare Größen, wobei das typische sozialwissenschaftliche Messinstrument z.B. eine Umfrage ist und die Messungen die entsprechenden Antworten der Befragten. Dabei wird in objektive und subjektive Indikatoren unterteilt. Eine Problematik sozialer Indikatoren - wie auch von anderen Nachhaltigkeitsindikatoren - liegt darin, dass sehr oft ein Bezug zu Werten oder sozialen Normen hergestellt wird. Es werden verschiedene Zustände unterschiedlich bewertet, je nachdem wie „wertvoll“ sie beurteilt werden. Der Wertmaßstab, der dem Urteil zugrunde liegt, lässt sich aber nicht wissenschaftlich ableiten. Nur wenn ein Konsens über die zugrunde liegenden Wertentscheidungen besteht, ist dies möglich. Dann wäre z.B. die „neutrale“ Bewertung die gute Praxis,

das „negative“ Ende der Skala die gesetzlichen Minimalanforderungen und das „positive“ Ende die „Best Practice“-Beispiele. Bei qualitativen Zielen, die nur in Worten ausgedrückt werden können, kann das Ziel selbst als Indikator verwendet werden. Die Erreichung des Ziels wird z.B. mit 5 Punkten bewertet, die Nichterreichung mit 0 Punkten.

Das BREEAM-Kriterium „Daylighting“ im Vergleich zum TQB Kriterium Tageslichtquotient:

BREEAM: Kitchen to achieve a minimum average daylight factor of at least 2 %: 1 Credit

TQB:

Tageslichtquotient  $\geq 2$  für 40 – 55 % der Tops: 10 Punkte

Tageslichtquotient  $\geq 2$  für 55 – 70 % der Tops: 15 Punkte

Das Projekt 13 verglich die sozialen Aspekte in fünf internationalen Gebäudebewertungssystemen. Das hier angeführte BREEAM wurde 1990 als erstes umweltorientiertes Gebäudebewertungs- und Zertifizierungssystem implementiert.

Ergebnis der Analysen ist eine Matrix, die in systematischer Form alle Bereiche abdeckt, in denen gebäudebezogene Auswirkungen auf verschiedene gesellschaftliche Gruppen zu erwarten sind.



Die Projektergebnisse stellen eine umfassende Sammlung von Informationen zum Thema dar und vergleichen die sozialen Kriterien in verschiedenen Gebäudebewertungssystemen. Mit der erarbeiteten Systematisierung leistete das Projekt bereits einen wesentlichen Beitrag zum Framework Document im europäischen Normenausschuss CEN TC350/WG5. Darüber hinaus wurden die sozialen Kriterien im TQB weiterentwickelt.

Bauen und an Bauten unter diesem Aspekt besonders wertvoll. Wie das Beispiel Wien mit der Bewertung der zur Förderung eingereichten Projekte durch die „Leitstelle Alltags- und Frauengerechtes Planen und Bauen“, sowie der Erweiterung der Bewertung im Grundstücksbeirat und in den Bauträgerwettbewerben um die soziale Komponente zeigt, ist eine derartige Diskussion durchaus zeitgemäß.

Matrix zur Systematisierung der sozialen Aspekte und Auswirkungen im Baubereich

Da die soziale Dimension der Nachhaltigkeit vielfach noch wenig Beachtung findet, ist ein grundsätzlicher Diskurs über die Anforderungen an das

**Projekt 13** Strategien und Konzepte zur Integration sozialer Aspekte in baurelevante Nachhaltigkeitstools

		GEBÄUDE-LEBENSZYKLUSPHASEN								
		VOR-NUTZUNGSPHASE / PRODUKTION			NUTZUNG			NACH-NUTZUNGSPHASE		
		Entwurf bis Baue-willigung	Produktion von Bauprodukten und Gebäude-komponenten und -systemen	Transport (Produkte bis zur Baustelle)	Errichtung	Nutzung und Betrieb	Wartung und Reparatur	Abbruch	Transport von Abbruchs-material	Entsorgung, Recycling
Auswirkungen auf / Integration von	NutzerInnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrierte Planung</li> <li>Nutzerpartizipation</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfort und Gesundheit</li> <li>Sicherheit und Schutz</li> <li>Barrierefrei-heit</li> <li>Adaptier-barkeit</li> <li>Langlebigkeit</li> <li>Wohlbefinden (Raumauf-teilung, Ausstattung des Gebäudes und des Grundstücks etc.)</li> <li>Leistbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfort und Gesundheit</li> <li>Sicherheit und Schutz</li> <li>Wartungs- arme und langlebige Produkte</li> <li>Einfache Wartung</li> <li>Demontage und Rückbau- barkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staub, Lärm</li> <li>Sicherheit (Unfälle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr</li> </ul>		
	Nachbarschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partizipation der Anrainer- Innen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr, Lärm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr und Lärm</li> <li>Sicherheit und Minimierung von Störungen für Anrainer- Innen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belastungen der Nachbar- schaft (Ver- kehr, Lärm, Blendung,...)</li> <li>Benefits für die Nachbar- schaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belastungen der Nachbar- schaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staub, Lärm</li> <li>Sicherheit (Unfälle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr</li> </ul>	
	Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partizipative Prozesse in der Stadtplan- ung</li> <li>Stakeholder dialogues etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soziale Standards / Arbeitsbedin- gungen bei Baustoffge- winnung und -verarbeitung</li> <li>Produktion von Baupro- dukten</li> <li>Regionale Wirtschaft und Beschäf- tigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr entlang der Transitrouten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soziale Standards von Bauunterneh- men, Sublie- feranten und produzierenden Betrieben (CSR Corpo- rate Social Responsibility)</li> <li>Ausstattung auf der Bau- stelle (WC, Kochgelegen- heit etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastruktur (Öffentlicher Verkehr etc.)</li> <li>Externe Kosten</li> <li>Architektur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheits- gefährdende Stoffe, Sicherheit, Staubbela- stungen bei den Durchfüh- renden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheits- gefährdende Stoffe, Sicherheit, Staub- und Lärmbe- lastung bei Bauarbei- tInnen</li> <li>Rückbaubar- keit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehr entlang der Transitrouten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheit- liche Belas- tungen</li> <li>Wieder- nutzbarkeit und Sekundär- baustoffe</li> </ul>



## AUSBLICK

NACHHALTIGKEIT MASSIV

31

AUSBLICK

Es geht um unsere  
Zukunftsaussichten.

■ Die Stein- und keramische Industrie übt mit ihren Baustoffen Einfluss auf das Baugeschehen in Österreich aus. Dieser Einfluss erstreckt sich auch auf die engagierten Klimaziele der österreichischen Bundesregierung. Die Qualität der errichteten und sanierten Gebäude hat nämlich wesentliche Auswirkungen auf die ökologische, ökonomische und soziale Dimension der nachhaltigen Entwicklung Österreichs. Während der Energieaufwand für den Betrieb eines Gebäudes und die Gesamtenergieeffizienz von Bauwerken im Rahmen der EU-Gebäuderichtlinie und des Energieausweises im Vordergrund stehen, werden die Umweltbelastungen, die mit der Herstellung der Gebäude verbunden sind, aber auch die dauerhaften ökonomischen und sozialen Wirkungen, erst in Ansätzen erfasst. Im Normenausschuss CEN/TC 350 („Sustainability of Construction Works“) wird auf europäischer Ebene mit intensiver österreichischer Beteiligung bereits an Methoden für eine umfassende Gebäudebewertung gearbeitet („Integrated Performance of Buildings over its Llife Cycle“). Mit der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ leisten die österreichischen Hersteller massiver Baustoffe einen wesentlichen Beitrag zur europaweiten Diskussion um eine integrative Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden.

Der Anspruch, die Gebäude auf Basis von Lebenszyklusbetrachtungen zu bewerten, ist äußerst ambitioniert. „Nachhaltigkeit massiv“ zeigt einerseits neue methodische Zugänge zu offenen Fragen auf, wie etwa die Lebensdauer von Bauteilen oder die ökologischen Belastungen der Transporte ab Werkstor erfasst werden können. Andererseits wird auch deutlich, dass ihre Implementierung in bestehende Gebäudebewertungssysteme heute nur unzureichend möglich ist. Defizite bestehen sowohl in der Datengrundlage als auch in der Auswahl der Untersuchungsfelder sowie in der Gewichtung der identifizierten Kriterien und Indikatoren zueinander. Die Weiterentwicklung von bestehenden Gebäudebewertungssystemen in Richtung eines einfachen Instruments zur Messung und Kommunikation der ökologischen, ökonomischen und sozialen Qualität von Bauwerken ist für die Bauwirtschaft von höchster Bedeutung. Investoren, aber auch Förderstellen haben Bedarf an Informationsinstrumenten, die möglichst einfache „Ratings“ ermöglichen. Was dabei unter Nachhaltigkeit verstanden wird, kann jedoch sehr verschieden sein. Aus Gründen der Transparenz ist es daher so lange wie möglich zu vermeiden, Daten zu stark zu aggregieren. Wenn Aggregationen vorgenommen werden, hat dies wirkungsorientiert und auf naturwissenschaftlicher Basis zu erfolgen.

Eine zentrale Grundlage für jedes Bewertungssystem, das die „Integrated Performance of Buildings“ abbildet, ist die **umfassende Ökobilanzierung auf Produktebene**. Handlungsbedarf besteht hier nicht nur durch deren Erfordernis im Rahmen von Gebäudebewertungssystemen, sondern auch durch die zu erwartenden (ökonomischen) Folgen der Ressourcenbeanspruchung auf globaler Ebene sowie der Bauprodukterichtlinie. Hersteller, die über die erforderlichen Informationen verfügen, können damit auch bestehende Potenziale zur Optimierung ihrer Produkte und Produktionsprozesse erkennen. Die Generierung zusätzlicher Daten hat allerdings nur dann Wirkung, wenn die daraus abgeleiteten Informationen richtig interpretiert werden und wenn damit Produkte und Bauweisen verbessert werden. Um den Erfolg von Bewertungssystemen auf Ebene

von Produkten und Gebäuden zu gewährleisten, ist eine breite Akzeptanz und damit einhergehend ein erhöhtes Know-how bei Herstellern, PlanerInnen und sonstigen Stakeholdern im Baugeschehen erforderlich.

Die Arbeit mit Bewertungssystemen stärkt die **Kompetenz der PlanerInnen** im Sinne eines kontinuierlichen Lern- und Verbesserungsprozesses. Verfügen die PlanerInnen über die erforderliche Kompetenz zur Optimierung in Bezug auf Nachhaltigkeit, dann kann diesen auch die Verantwortlichkeit für ein „Planungsziel Nachhaltigkeit“ übertragen werden. Gebäudebewertungssysteme werden dabei zum Kommunikationsinstrument zwischen Bauherr/Investor und PlanerInnen, in der Immobilienwirtschaft und zwischen BürgerInnen und Verwaltung/Förderstelle.

Zur Optimierung von Bauaufgaben sind **Planungstools**, mit denen eine wissenschaftlich fundierte Nachhaltigkeitsperformance zum jeweiligen Planungsstand einfach erkennbar wird, von besonderer Bedeutung. Die Industrie kann so dazu beitragen, dass die Potenziale der verschiedenen Bauweisen besser genutzt werden. Umfassende Planungstools erlauben es auch, die Eigenschaften der Bauprodukte und Bauweisen entsprechend darzustellen. Für die Massivbauweisen bieten ihre Langlebigkeit und Wertbeständigkeit, der geringe Wartungsaufwand

sowie die hohe Speichermasse, wodurch Sommer-tauglichkeit ohne energieaufwändige Kühlung sicher-gestellt werden kann, besondere Chancen. Mit einem umfassenden Bewertungs- und Planungstool sind darüber hinaus entsprechende Weiterentwicklungen zu erwarten.

Die **Nachhaltigkeitsbewertung** wird als Versuch, ökologische, wirtschaftliche und soziale Aspekte zu integrieren, weiterhin ein Spiegelbild der allgemeinen Nachhaltigkeitsdiskussion sein. Und diese ist bekanntlich ein permanenter Aushandlungsprozess. „*Nachhaltigkeit massiv*“ hat mit den vorliegenden Ergebnissen neue Grundlagen für die weitere und breitere Diskussion eingebracht, die für die Hersteller massiver Baustoffe die Grundlage für die Weiterentwicklung ihrer Bauprodukte, Bauteile und Systemlösungen und deren Einsatz in den modernen Bauweisen darstellen. Im Sinne einer kontinuierlichen Weiterentwicklung zugunsten einer nachhaltigen Bauwirtschaft ist dieser Prozess mit der Forschungsinitiative „*Nachhaltigkeit massiv*“ jedoch nicht abgeschlossen. Vielmehr sieht der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie damit einen ersten und wesentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion auf europäischer und österreichischer Ebene. Er lädt auch weiterhin ein, sich an dieser Diskussion zur Entwicklung eines umfassenden Gebäudebewertungssystems aktiv zu beteiligen.

**SUSANNE SUPPER**

(ÖGUT) &

**JOHANNES FECHNER**

(17&4)

Projektkoordination

II Nachhaltigkeit massiv war geprägt durch intensive inhaltliche Diskussion zwischen Österreichs Bauforschungseinrichtungen und den Mitgliedsfirmen des Fachverbands Steine-Keramik. Die neue Zusammenarbeit wirkt auch auf die Qualität der Projekte im Programm Haus der Zukunft Plus sehr positiv. Wir registrieren hier einen deutlichen Anstieg von kooperativen Projekten im Themenbereich Nachhaltigkeit und massive Baustoffe. II

Die Kompetenz der PlanerInnen ist ein Schlüssel zum nachhaltigen Bauen.



## BETEILIGTE PERSONEN UND ANSPRECHPARTNERINNEN

NACHHALTIGKEIT MASSIV

LEITUNG	<p><b>Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs</b>            Dr. Carl Hennrich, Mag. Roland Zipfel  <a href="http://WWW.BAUSTOFFINDUSTRIE.AT">WWW.BAUSTOFFINDUSTRIE.AT</a></p>	PROJEKT 08	<p><b>AIT - Austrian Institute of Technology</b>            DI (FH) Florian Stift,            DI (FH) Stephan Ledinger  <a href="http://WWW.AIT.AT">WWW.AIT.AT</a></p>
GESAMT KOORDINATION PROJEKT 16 PROJEKT 17	<p><b>ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik</b>            Dr. Herbert Greisberger, DI Susanne Supper, DI Claudia Dankl  <a href="http://WWW.OEGUT.AT">WWW.OEGUT.AT</a></p>	PROJEKT 09	<p><b>TU Wien   Institut für Architektur und Entwerfen, ARGE Krec-Stieldorf</b>            Prof. Dr. Karin Stieldorf, DI Christina Ipser, Prof. Dr. Klaus Krec  <a href="http://ARCHITEKTUR-ENTWERFEN.TUWIEN.AC.AT">HTTP://ARCHITEKTUR-ENTWERFEN.TUWIEN.AC.AT</a></p> <p><b>TU Wien   Department für Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung</b>            Prof. Dr. Wolfgang Feilmayr  <a href="http://RAUM.TUWIEN.AC.AT">HTTP://RAUM.TUWIEN.AC.AT</a></p>
INHALTLICHE KOORDINATION PROJEKT 16 PROJEKT 17	<p><b>17&amp;4 Organisationsberatung G.m.b.H.</b>            DI Johannes Fechner  <a href="http://WWW.17UND4.AT">WWW.17UND4.AT</a></p>	PROJEKT 10	<p><b>BTI - Bautechnisches Institut Linz</b>            DI Harald Mayr  <a href="http://WWW.BTI.AT">WWW.BTI.AT</a></p> <p><b>KMU Forschung Austria</b>            Dr. Walter Bornett  <a href="http://WWW.KMUFORSCHUNG.AC.AT">WWW.KMUFORSCHUNG.AC.AT</a></p> <p><b>bvfs - Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg</b>            DI Norbert Glantschnigg  <a href="http://WWW.BVFS.AT">WWW.BVFS.AT</a></p>
PROJEKT 14 PROJEKT 12	<p><b>TU Wien   Institut für Hochbau und Technologie</b>            Prof. DDr. Ulrich Schneider, Prof. Dr. Heinrich Bruckner, DI Denise Schluderbacher (alle Projekt 14)            Prof. Dr. Thomas Bednar (Projekt 12)  <a href="http://IHT.TUWIEN.AC.AT">HTTP://IHT.TUWIEN.AC.AT</a></p>	PROJEKT 11	<p><b>Donau-Universität Krems   Department für Bauen und Umwelt, Fachbereich Facility Management und Sicherheit</b>            Dr. Helmut Floegl  <a href="http://WWW.DONAU-UNI.AC.AT">WWW.DONAU-UNI.AC.AT</a></p>
PROJEKT 01 PROJEKT 02 PROJEKT 04	<p><b>TU Graz   Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung</b>            Prof. Dr. Peter Maydl, DI Alexander Passer MSc, DI Danilo Schuler  <a href="http://WWW.TUGRAZ.AT">WWW.TUGRAZ.AT</a></p>	PROJEKT 12	<p><b>Schöberl &amp; Pöll GmbH</b>            DI Helmut Schöberl  <a href="http://WWW.SCHOEBERLPOELL.AT">WWW.SCHOEBERLPOELL.AT</a></p>
PROJEKT 03 PROJEKT 06	<p><b>IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie</b>            Dr. Bernhard Lipp, DI Thomas Zelger  <a href="http://WWW.IBO.AT">WWW.IBO.AT</a></p>	PROJEKT 13	<p><b>IFZ - Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur</b>            DI Wibke Tritthart  <a href="http://WWW.IFZ.TUGRAZ.AT">WWW.IFZ.TUGRAZ.AT</a></p>
PROJEKT 05	<p><b>TU Wien   Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft</b>            Prof. Dr. Helmut Rechberger,            DI Stanimira Markova  <a href="http://WWW.IWA.TUWIEN.AC.AT">WWW.IWA.TUWIEN.AC.AT</a></p>	PROJEKT 15	<p><b>ÖÖI - Österreichisches Ökologie-Institut</b>            Robert Lechner  <a href="http://WWW.ECOLOGY.AT">WWW.ECOLOGY.AT</a></p>
PROJEKT 07	<p><b>e7 Energie Markt Analyse GmbH</b>            DI (FH) Gerhard Hofer  <a href="http://WWW.E-SIEBEN.AT">WWW.E-SIEBEN.AT</a></p>		





WWW.NACHHALTIGKEIT-MASSIV.AT



Schöberl & Pöll GmbH  
BAUPHYSIK UND FORSCHUNG

