

Ökologie als Planungsaufgabe im Geschoßwohnbau – Kostenvergleich von Bauweisen

D. KOPPELHUBER

Technische Universität, Graz, Österreich

J. WALL

Technische Universität, Graz, Österreich

ABSTRACT: Life Cycle Assessments (LCA) provide information on ecological performances of buildings, corresponding economical aspects are not taken into account. However, these factors are important for clients and decision-makers during the planning process to select the appropriate material. Therefore simplified tools are needed supporting the decision-making process, taking into account the ecological impact as well as the building costs.

The paper presents a case study of a multi-storey residential building built in the year 2016 illustrating the differences between state of the art material selection and ecologically optimized alternatives.

The ecological impacts as well as the costs for the selected building-components have been determined based on the case study. Subsequently, ecological optimization potentials have been identified and more environmentally friendly building materials were used. Finally, the effects on component and construction costs were calculated.

The ecological and economical results of the calculations clearly showed the greening potential and the associated (little) additional costs by means of different material combinations both in the shell construction and in the expansion area.

The results emphasise the large environmental impact improvements with little financial efforts, especially implementing sustainability in the construction of multi-story residential buildings.

1. EINLEITUNG

Umweltwirkungen von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden auf die Umwelt können durch die Methode der Ökobilanzierung (LCA) messbar und damit vergleichbar gemacht werden. Die Ökobilanzierung wird jedoch von Planern nicht standardmäßig im Rahmen ihrer Entscheidungsfindung angewendet. Die Ökobilanz gibt zwar Auskunft über die ökologische Performance eines Gebäudes, entsprechende finanzielle Wechselwirkungen werden in diesem Zusammenhang jedoch nicht berücksichtigt. Gerade diese stellen aber für Entscheidungsträger einen wesentlichen Faktor in der Variantenbewertung im Planungsprozess dar.

Es besteht daher der Bedarf an Werkzeugen, welche vereinfacht den Zusammenhang zwischen ökologischen Auswirkungen und den Kosten eines Gebäudes aufzeigen können.

1.1 AUSGANGSSITUATION

Geschoßwohnbauten stellen ein großes Ökologisierungspotenzial dar, da gegenwärtig über 95 % der mehrgeschossigen Wohnbauten vorwiegend als konventionelle mineralische Massivbauten mit einem geringen Anteil an ökologischen Baustoffen – dieser lag beispielsweise bei Dämmstoffen 2013 noch im einstelligen Prozentbereich – ausgeführt werden. Diese Tatsache

gepaart mit steigenden Anforderungen der Bewohner an die Wohngesundheit (z.B. Raumklima, Behaglichkeit), verdeutlicht das große Potenzial für den Einsatz umweltfreundlicher Baumaterialien im Geschoßwohnbau. Planer stehen vor der Herausforderung, schnell belastbare Berechnungen ökologischer und ökonomischer Kennwerte durchzuführen, um hier transparente Entscheidungsgrundlagen für die Baustoffwahl vor dem Hintergrund der stetig wachsenden Materialvielfalt und -komplexität zu liefern.

Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen: Wie kann der Planer für seinen Bauherren ökologische und ökonomische Aspekte verschiedener Varianten verständlich aufbereiten? Welche Kostengrundlagen gibt es für ökologische Baustoffe und wie können diese direkt an die Auftragnehmer weitergegeben werden?

1.2 ZIELSETZUNG

Der gegenständliche Tagungsbeitrag widmet sich diesen Fragestellungen anhand eines anschaulichen Berechnungsbeispiels, welches im Zuge einer Abschlussarbeit an der TU Graz für ein im Jahr 2016 realisiertes Geschoßwohnbauprojekt durchgeführt wurde. Mittels Preisvergleich an diesem konkreten Beispiel wurden die tatsächlichen Mehr- bzw. Minderkosten ökologischer Baustoffe im eingebauten Zustand berechnet und es konnte deren Auswirkungen auf die Bauwerkskosten aufgezeigt werden. Weiters wurden Ökologisierungspotenziale identifiziert und ein Zusammenhang zwischen Mehrkosten und ökologischen Eigenschaften der Baustoffe dargestellt.

Die aufgezeigte Methodik veranschaulicht, dass der Planer einen ökologischen und monetären Vergleich von Baumaterialien bereits in der Entwurfsphase durchführen und somit die Nachfrage der Bauherren nach umweltfreundlichen Bauweisen durch belastbare Informationen stillen kann.

2. METHODIK

In diesem Abschnitt werden kurz die Methodik sowie das untersuchte Beispielprojekt beschrieben.

2.1 VORGEHENSWEISE

Für den Beispiel-Massiv-Wohnbau wurde als erster Schritt die Kostenberechnung gemäß ÖNORM B 1801-1 mittels planungsorientierter Baugliederung des Gesamt-Bauwerks durchgeführt. Darauf aufbauend wurden die ökologischen Kennwerte für relevante Bauteile mit Hilfe der $\Delta OI3$ -Berechnung sowie deren Bauteilkosten ermittelt. In weiterer Folge wurden ökologische Optimierungspotenziale identifiziert und umweltfreundlichere Baustoffe eingesetzt. Dabei wurden Kriterien wie Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz sowie die technische Anwendbarkeit mitberücksichtigt. Abschließend erfolgte die Berechnung der Auswirkungen der ökologischen Optimierung auf die Bauteil- und Bauwerkskosten.

2.2 BEISPIELPROJEKT

Als Beispielprojekt diente ein im Herbst 2016 fertiggestellter Geschoßwohnbau in Graz – mit 36 Wohnungen in sechs Geschoßen sowie einer Tiefgarage mit 45 KFZ-Abstellplätzen.

2.2.1 Datengrundlage

Die Datengrundlage der Kosten- und U-Wert-Berechnungen bildeten die Einreichpläne, die Ausführungspläne, die Baubeschreibung, die Energieausweisberechnung sowie auch mündliche Zusatzinformationen des Projektleiters des planenden Architekturbüros.

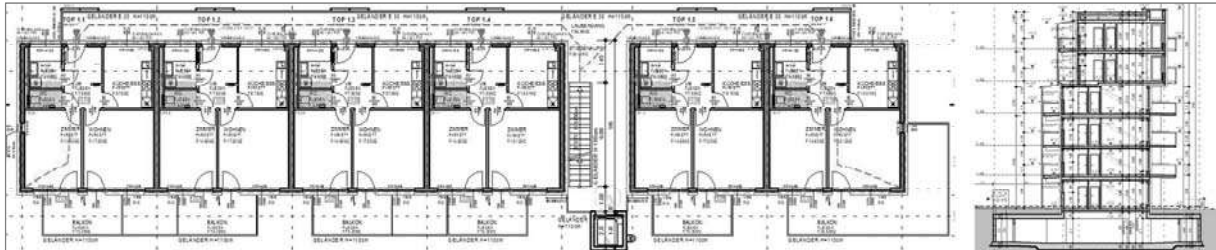


Abb. 1: Grundriss (Regelgeschoß) und Querschnitt des Beispielwohnbaus (maßstabslose Darstellung)

2.2.2 Beschreibung Baustoffe

Das Projekt wurde mit für den Geschosßwohnbau gängigen Baustoffen errichtet. Als konstruktive Baustoffe kamen Stahlbeton (Decken und Wände UG und EG) und Hochlochziegel zum Einsatz. Der Innenausbau erfolgte mit Gipskartonständerwänden und Nassestrich-Fußbodenaufbau. Beim WDVS kamen die Dämmstoffe EPS-F sowie – bei Brandverhalten A2 (Laubengang und Stiegenhaus) – Mineralwolle zum Einsatz. Das Flachdach wurde mit XPS, die Kellerdeckenuntersicht mit Holzwollelehrschiebplatten mit Steinwollekern gedämmt.

3. BERECHNUNG

Für die Vergleichsberechnung der Kosten und der ökologischen Kenndaten wurden einerseits Außenbauteile mit einem hohen Wärmedämmanteil und entsprechendem Ökologisierungspotenzial, andererseits Innenbauteile mit großem Flächenanteil wie z.B. Wohnungstrenndecken ausgewählt.

3.1 KOSTENBERECHNUNG DER BAUWEISE MIT KONVENTIONELLEN BAUSTOFFEN

Die Kostenberechnung basiert auf Elementpreise der deutschen BKI-Baukostendatenbank, welche zur Kontrolle teilweise mit den Angebotspreisen des Untersuchungsobjekts verglichen bzw. durch Preise ähnlicher Bauvorhaben ergänzt wurden.

3.2 BERECHNUNG DER ÖKOLOGISCHEN KENNDATEN DER KONVENTIONELLEN BAUTEILE

Der ökologische Vergleich der Bauteile basiert auf den Umweltindikatoren des OI3-Index, welcher den Primärenergiebedarf nicht-erneuerbarer Energie, das Treibhauspotential und das Versauerungspotential eines Bauproduktes von der Rohstoffgewinnung bis zur Fertigstellung im Werk (cradle-to-gate) bewertet. Aus den OI3-Werten der einzelnen Materialien wurde der Δ OI3-Wert mit dem Tool „baubook-Bauteilrechner“ für das zusammengesetzte Bauteil abgeleitet. Der Δ OI3 veranschaulicht, durch eine Punktbewertung bezogen auf einen m^2 eines Bauteils, deutlich Optimierungspotentiale einer Konstruktion: Je niedriger die Punkteanzahl eines Baustoffes innerhalb des Bauteils desto besser die ökologische Bewertung. Es gilt daher Alternativen für Baustoffe zu finden, die eine hohe Punkteanzahl aufweisen. Die berechneten Preise und Δ OI3-Werte der konventionellen Bauteile bilden die Datenbasis für den Vergleich ökologischer Alternativen.

3.3 AUSWAHL ÖKOLOGISCHER BAUSTOFFEN FÜR DIE VERGLEICHBERECHNUNG

Für den Vergleich mit umweltfreundlichen Baustoffen (basierend auf ΔOI3-Kennwerten) wurde in Gesprächen mit Unternehmern der WDVS-, Schwarzdecker- und Estrichbranche die Einsatzmöglichkeit und die Häufigkeit der Verwendung alternativer am Markt angebotener Dämmstoffe abgeklärt. Die kontaktierten Unternehmen verwendeten zum Zeitpunkt der Befragung (Sommer 2016) keine natürlichen Dämmstoffe, da diese nicht nachgefragt werden. Dies wurde in Gesprächen mit drei Architekten im selben Zeitraum bestätigt, da diese aufgrund höherer Kosten keine Alternative darstellen.

Für die Variantenbildung zur Auswahl ökologischer Baustoffe wurden einige Parameter, zusätzlich zur technischen und bauphysikalischen Eignung festgelegt. So wurde die Konstruktionsvariante *Massivbau mit mineralischen Baustoffen* beibehalten, ein Vergleich mit dem Holzmassivbau wurde nicht angestrebt. Die Dämmsysteme der Außenwände und Geschoßdecken blieben unverändert, es wurden als Fassadendämmung nur Wärmedämmverbundsysteme verglichen und keine Alternativen wie beispielsweise hinterlüftete Fassaden in die Untersuchung miteinbezogen. Der U-Wert durfte sich durch den alternativ gewählten ökologischen Baustoff um max. 0,01 W/m²K ändern, die Dämmstoffstärken mussten daher angepasst werden und eine Anwendung im Geschoßwohnbau möglich sein.

Die nachfolgend angeführten Baustoffe wurden für die Vergleichsberechnung der ökologischen und ökonomischen Änderung gegenüber dem konventionell errichteten Geschoßwohnbau ausgewählt:

- Wohnungstrennwände und Außenwände ab 1.OG: Holzspanbeton anstelle von Hochlochziegelmauerwerk
- Wohnungstrenndecken ab 1.OG: Ziegelementdecken anstelle von Stahlbetondecken
- WDVS: Kork anstelle von EPS
- WDVS: Mineralschaum anstelle von Mineralwolle bei Anforderung Brandverhalten A2
- Dämmung Flachdach: Kork bzw. Mineralschaum anstelle von XPS, damit einhergehende Änderung des Systems Umkehrdach zu Warmdach
- Dämmung Kellerdeckenuntersicht: Mineralschaum anstelle von Holzwollemehrschichtplatten mit Steinwollekern

3.4 KOSTENBERECHNUNG DER BAUWEISEN MIT ÖKOLOGISCHEN BAUSTOFFEN

Die Preise für die ökologischen Varianten wurden auf Grundlage von Materialpreislisten und Lohnannahmen für die Verarbeitung berechnet. In seltenen Fällen konnte hier auf Preise der BKI-Datenbank zurückgegriffen werden, da dort nur wenige Daten für ökologische Baustoffe aufgelistet sind. Einige Preise wurden von anderen Geschoßwohnbauprojekten des Architekturbüros abgeleitet, welches das Beispielprojekt zur Verfügung stellte.

Während allerdings eine Kostenplanung mit konventionellen Baustoffen für den Planer als Routineaufgabe angesehen werden kann, stellt die Preisermittlung unter Berücksichtigung des Einsatzes ökologischer Baustoffe oftmals eine Herausforderung dar. Informationen zu Preisen ökologischer Baustoffe sind aufgrund ihrer Neuartigkeit und seltenen Anwendung in verbreiteten Kostendatenbanken meist schwer zu finden. Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte/Referenzprojekte, müssen diese unter Berücksichtigung der bereits angeführten Parameter, wie Materialkosten, Anlieferung, Lohnkosten, Verschnitt und Gesamtzuschlag selbst berechnet werden, wobei hier erhebliche Nachlässe für Unternehmen mit einzukalkulieren sind.

3.5 BERECHNUNG DER ÖKOLOGISCHEN KENNDATEN DER ÖKOLOGISCHEN BAUTEILE

Nach Auswahl der ökologischen Baustoffe erfolgte die Kontrolle, inwieweit eine Verbesserung der ökologischen Eigenschaften der Bauteile durch eine Reduzierung der $\Delta OI3$ -Werte eintritt, wiederum berechnet mit dem baubook-Bauteilrechner. Des Weiteren wurde bei der Berechnung die Veränderung des U-Werts innerhalb der festgelegten Grenze von $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ überprüft und die Dämmstoffstärke gegebenenfalls angepasst.

4. ERGEBNISSE

Nach der vorab beschriebenen Methode wurden insgesamt acht Bauteile mit 20 ökologischen Ausführungsvarianten des Beispielwohnbaus untersucht. Die Ergebnisse des Vergleichs sowie die ökologischen Auswirkungen werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

4.1 PREISVERGLEICH DER BAUTEILE

Tab. 1 zeigt die wesentlichsten Berechnungsergebnisse der 20 Bauteilvarianten.

Tab. 1: Zusammenstellung ökologischer und monetärer Vergleich der Bauteile

Bauteil	Konventioneller Baustoff ¹	Ökologischer Baustoff ¹	Änderung Preis	Änderung $\Delta OI3$
Außenwand	HLZ/ EPS-F	Holzspanbeton/ EPS-F	+ 14%	- 22%
Außenwand	HLZ/ EPS-F	HLZ/ Kork	+ 62%	- 11%
Außenwand	HLZ/ EPS-F	Holzspanbeton/ Kork	+ 76%	- 32%
Außenwand (A2)	HLZ/ Mineralwolle	Holzspanbeton/ MW	+ 10%	- 11%
Außenwand (A2)	HLZ/ Mineralwolle	HLZ/ MS	+ 16%	- 44%
Außenwand (A2)	HLZ/ Mineralwolle	Holzspanbeton/ MS	+ 26%	- 56%
Wohnungstrennwand	HLZ/ VSS beidseit.	Holzspanbeton/ VSS	- 14%	- 51%
Wohnungstrenndecke	Stahlbeton	Ziegelementdecke	+ 10%	- 35%
Decke über Tiefgarage	STB/ HWMSP	STB/ MS	+ 4%	- 19%
Flachdach	STB/ XPS	Ziegelementd./ XPS	+ 7%	- 21%
Flachdach	STB/ XPS	STB/ Kork	+ 12%	- 27%
Flachdach	STB/ XPS	STB/ MS	+ 8%	- 13%
Flachdach	STB/ XPS	Ziegelementd./ Kork	+ 18%	- 43%

¹ Abkürzungen: Hochlochziegel HLZ, Mineralwolle MW, Mineralschaum MS, Vorsatzschale Gipskarton VSS, Stahlbeton STB, Holzwollemehrschichtplatte HWMSP

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Konstruktionsvarianten, im konkreten Fall der Einsatz von Holzspanbeton und Ziegelementdecken, trotz sehr guter ökologischer Leistung – Senkung des $\Delta OI3$ -Wertes bis zu 51 % – mit weniger Mehrkosten verbunden sind als Dämmstoffvarianten, welche zusätzlich eine geringere ökologische Verbesserung des Bauteils bewirken.

4.2 VERGLEICH DER BAUWERKSKOSTEN

Während ein Preisvergleich von ökologischen Baustoffen gegenüber konventionellen Baustoffen anhand Materialpreislisten Abweichungen von bis zu ca. 600 % ergab, reduzierte sich dieser Anteil beim fertigen Bauteil auf maximal 62 %, wie dies in Abb. 2 anhand der Dämmstoffe EPS, Mineralschaum und Kork für das Wärmedämmverbundsystem dargestellt ist. Dabei konnte beispielsweise bei der Variante Kork eine Senkung des $\Delta OI3$ -Wertes des Bauteils und somit eine ökologische Verbesserung der Außenwand von 56 % erzielt werden.

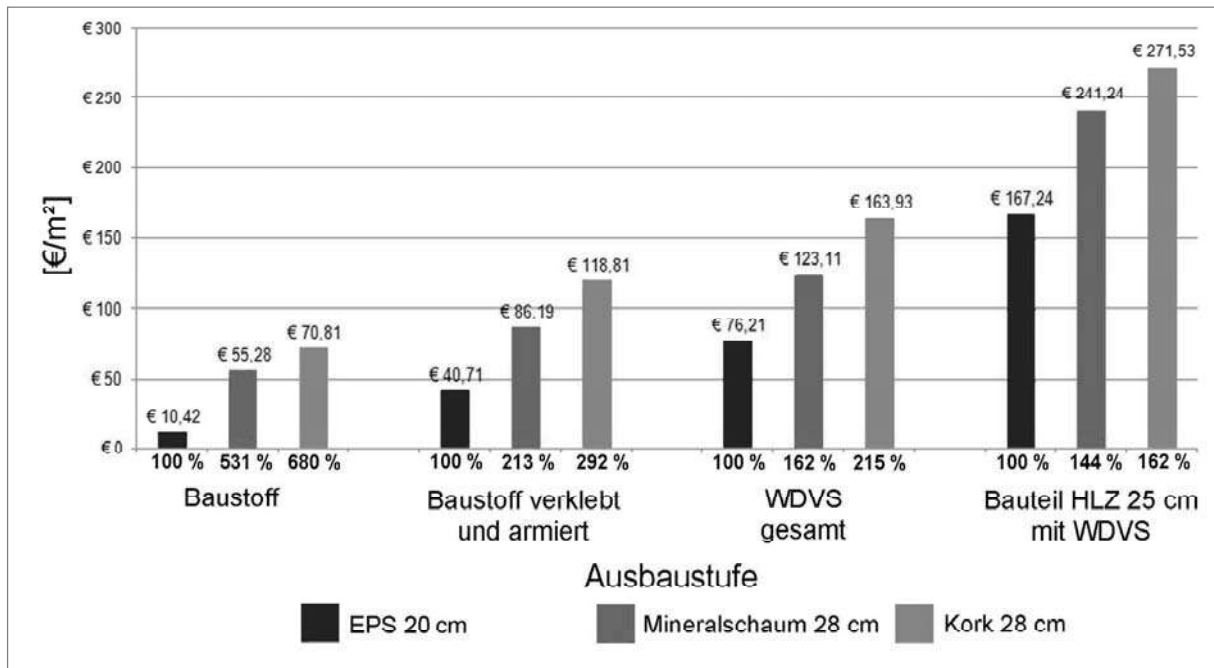


Abb. 2: Diagramm zur Preisentwicklung vom Baustoff zum fertigen Bauteil

Abschließend galt es die Preisdifferenz der Bauteile und vor allem die ökologische Verbesserung am Gesamtprojekt durch die Änderung der Bauwerkskosten darzustellen, da hier zusätzlich die Faktoren Flächenausmaß sowie relativer Preisanteil der Bauteile Einfluss nehmen. Erst durch die Bauwerkskosten können für den Bauherrn relevante Kostenkennwerte, wie z.B. Baukosten/ m² Nutzfläche abgeleitet werden.

Beim Vergleich der Bauwerkskosten wurden nur die Kostenbereiche KB 2 Bauwerk-Rohbau und KB 4 Bauwerk-Ausbau gemäß ÖNORM B 1801-1 berücksichtigt, da der Kostenbereich KB 3 Bauwerk-Technik einerseits je nach eingesetzter technischer Gebäudeausstattung stark variieren kann, andererseits ein Materialwechsel bei den Bauteilen keinen Einfluss auf den Kostenbereich Bauwerk-Technik hat. Zu Berechnungszwecken war die Bildung von Ausführungsvarianten mit unterschiedlichen ökologisch optimierten Bauteilaufbauten notwendig. Es wurde unterschieden zwischen:

- Varianten Konstruktion tragende Bauteile
- Varianten WDVS
- Varianten Dach- und Kellerdeckendämmung
- Kombination aller Varianten

Zur Ermittlung des Ökologisierungspotenzials, wurde der $\Delta OI3$ -Wert eines gesamten Bauteils, bezogen auf seine Fläche, ermittelt. Die Einsparung von $\Delta OI3$ -Punkten konnte somit für den einzelnen Bauteil aber auch für eine Kombination unterschiedlicher ökologischer Varianten, im

Verhältnis zu sämtlichen $\Delta OI3$ -Punkten der in die Berechnung einfließenden Bauteile (Außenwände, Innenwände, Decken, Flachdächer) ermittelt werden.

Die unterschiedlichen berechneten Szenarien mit Baustoff- und Konstruktionsvarianten ermöglichen eine anschauliche Darstellung der ökologischen und ökonomischen Wechselwirkungen, welche nachfolgend zusammengefasst wurden.

4.2.1 Bauwerkskosten der Varianten Konstruktion

- Veränderung $\Delta OI3$ -Wert: - 6,72 % bis - 22,81 %
- Veränderung Bauwerkskosten : + 0,69 % bis + 2,08 %

Besonders augenscheinlich sind die Ergebnisse der unterschiedlichen Konstruktionsvarianten mit gleichbleibender Wärmedämmung. Die Erhöhung der Bauwerkskosten lag bei allen Konstruktionsvarianten mit Holzspanbeton und Ziegelementdecken knapp über 2 % und führte zu einer deutlichen Verbesserung des $\Delta OI3$ -Wertes um bis zu 23 %, bezogen auf die Fläche aller untersuchten Bauteile.

4.2.2 Bauwerkskosten der Varianten WDVS

- Veränderung $\Delta OI3$ -Wert: - 1,10 % bis - 9,89 %
- Veränderung Bauwerkskosten: + 1,01 % bis + 3,81 %

Die untersuchten WDVS-Varianten führten zum Anstieg der Bauwerkskosten um bis zu 4 %, bewirkten aber erheblich geringere ökologische Verbesserungen – verglichen mit den Konstruktionsvarianten. Mitverantwortlich ist hierfür jedoch der Umstand, dass der $\Delta OI3$ -Wert von EPS gemäß Berechnung mit dem baubook-Bauteilrechner aufgrund der sehr geringen Dichte und der niedrigen Wärmeleitfähigkeit unerwartet gut ausfällt.

4.2.3 Bauwerkskosten der Varianten Dach- und Kellerdeckendämmung

- Veränderung $\Delta OI3$ -Wert: - 3,59 % bis - 4,65 %
- Veränderung Bauwerkskosten: + 0,40 % bis + 0,55 %

Die Bauwerkskosten beim Einsatz ökologischer Dach- und Kellerdeckendämmungen steigen nur minimal an, das ökologische Optimierungspotenzial ist jedoch mit ca. 5 % ebenfalls begrenzt.

4.2.4 Bauwerkskosten bei Gesamtoptimierung Konstruktion und Dämmung

- Veränderung $\Delta OI3$ -Wert: - 16,61 % bis - 37,35 %
- Veränderung Bauwerkskosten: + 1,92 % bis + 8,97 %

Die Zusammenführung aller ökologischen Optimierungsmaßnahmen brachte ein positives Ergebnis: So kann der $\Delta OI3$ -Wert der berechneten Bauteile bei einem Anstieg der Bauwerkskosten von nur 5 % bereits um rund 34 % gesenkt werden, wenn die Konstruktionsvarianten Holzspanbeton und Ziegelementdecken sowie den Dämmstoff Mineralschaum für Fassade, Decke und Flachdach eingesetzt werden.

4.3 FLÄCHENVERLUST DURCH DIFFERENZIERTE BAUTEILSTÄRKEN

Das Wärmedämmvermögen der untersuchten ökologischen Baustoffe Mineralschaum ($\lambda=0,046$ W/mK) und Kork ($\lambda=0,045$ W/mK) kann nicht mit den verwendeten Dämmstoffen EPS-F ($\lambda=0,031$ W/mK) und XPS ($0,035$ W/mK) mithalten, weshalb hier Mehrstärken von bis zu 8 cm erforderlich wurden, um dieselben U-Werte der Bauteile zu erreichen.

Diese Mehrstärken führen, sollten Bauflucht- und Baugrenzlinien strikt vorgegeben sein, zu erheblichen Wohnflächenverlusten im Innenraum. Für das Beispielprojekt wurde beim Extremfall – dem Einrücken aller vier Außenwände um 8 cm – die Wohnnutzfläche um fast 58 m² reduziert. Diese Nutzflächenreduktion bedingt wiederum einen Verlust der Rendite beim Verkauf bzw. der Vermietung und muss dem Bauherrn zusätzlich zu den erhöhten Baukosten argumentiert werden.

5. SCHLUSSFOLGERUNG, ZUSAMMENFASSUNG

5.1.1 Zusammenfassende Darstellung

Die ökologischen und monetären Resultate der Berechnungen konnten deutlich das Ökologisierungspotenzial und die damit verbundenen gering anfallenden Mehrkosten anhand unterschiedlicher Materialkombinationen sowohl im Rohbau- als auch im Ausbaubereich aufzeigen. Das Ergebnis macht deutlich, dass mit geringem finanziellem Einsatz bereits große Verbesserungen der Umweltwirkungen erzielt werden können. So ist bereits mit Mehrkosten von 2 % eine ökologische Verbesserung der untersuchten Bauteile um fast 23 %(!) möglich.

Eine anschauliche und nachvollziehbare Kostenberechnung, zusätzlich unterlegt mit ökologischen Kennzahlen, wie hier beispielhaft der $\Delta OI3$ -Wert, kann dem Bauherrn die Entscheidung über die Wahl der Baustoffe vereinfachen. Auf die Herausforderungen (Datenverfügbarkeit) bei der Kostenplanung ökologischer Bauweisen wurde in diesem Tagungsbeitrag bereits eingegangen, was als großes Hindernis für einen Kostenvergleich mit ökologischen Materialien gesehen werden kann.

Des Weiteren unterstreicht das Ergebnis dieser Beispielberechnung, dass bei bereits fertig gestellter Einreichplanung – wie dies im gegenständlichen Untersuchungsobjekt der Fall war – ein ökologisch motivierter Materialwechsel noch möglich ist.

Die ökologische Beurteilung der gewählten Baustoffe erfolgte ausschließlich über den OI3-Index, welcher die Umweltauswirkungen während der Baustoffherstellung von der Rohstoffgewinnung bis zur Fertigstellung Produkt ab Werk berücksichtigt. Eine darüber hinaus gehende Bewertung von Umweltindikatoren, subjektiven Empfindungen, Betrieb des Bauwerks sowie Rückbau und Recycling der Baustoffe war aufgrund des thematischen Umfangs nicht Teil der Berechnung.

5.1.2 Diskussion und Ausblick

Durch die konkreten Berechnungsergebnisse dieser Arbeit, sowohl hinsichtlich der finanziellen Aufwände als auch der positiven Umweltauswirkung ökologischer Baustoffe, kann zumindest die teilweise Verwendung von umweltschonenden Baumaterialien gegenüber einem Investor besser argumentiert und mit Zahlen untermauert werden. Diese Arbeit leistet somit einen Beitrag, den Bauherrn in seiner Entscheidungsfindung zu sensibilisieren und Anreize für eine ganzheitliche Sichtweise und Optimierung des Bauwerks anzustreben. Es ist jedoch unzulässig Bauprojekte nur auf Basis dieses Kriteriums zu bewerten, im Gegenteil, es bedarf hier verstärkt einer ganzheitlichen lebenszyklusorientierten Sichtweise, welche nicht nur ökonomische Qualitäten berücksichtigt, sondern auch ökologische und soziokulturelle Aspekte in die Entscheidungsfindung mit einbezieht.

Die Motivation sowie Hintergründe über den Einsatz von ökologischen Baustoffen aus Sicht der Planer wurden in einer aufbauenden Forschungsmaßnahme vertiefend untersucht. Die Ergebnisse werden in nächster Zeit gesondert publiziert.

LITERATUR

Baubook-Bauteilrechner; online im Internet: www.baubook.info/BRT/

BKI Baukosteninformationszentrum (2015) Baukosten Positionen Neubau – Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart; Deutschland: BKI Baukosteninformationszentrum.

BKI Baukosteninformationszentrum (2015) Baukosten Bauelemente Neubau – Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart; Deutschland: BKI Baukosteninformationszentrum.

Boogman, P. & Mötzl, H. (2010) IBO-Richtwerte für Baumaterialien – Wesentliche methodische Annahmen. Version 2.2. Wien; Österreich: IBO.

IBO (2016) OI3-Indikator – Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude. Wien; Österreich: IBO.

Koppelhuber, D. (2016) Ökologie als Planungsaufgabe im Geschoßwohnbau – Aspekte der Nachhaltigkeit im Kostenvergleich der Baustoffe. Masterprojekt. Graz; Österreich: Technische Universität.

Koppelhuber, D. (2017) Ökologie als Planungsaufgabe im Geschoßwohnbau – Vergleichende Betrachtung ökologischer Baustoffe unter Berücksichtigung von Bauherren- und Planungsaspekten. Masterarbeit. Graz; Österreich: Technische Universität.

Lipp, B. & Fellner, M. & Waltjen, T. (2013) Ökoindex 3: Anwendung – Grundlagen, Berechnungsergebnisse, Optimierung. Wien; Österreich: IBO.

ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung (2015) Wien; Österreich: Austrian Standards.

ÖNORM EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz: Anforderungen und Anleitungen (2006) Wien; Österreich. Österreichisches Normungsinstitut.

Kontakt Daten Autor(en):

Daniela Koppelhuber

TU-Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Lessingstraße 27/I

8010 Graz

Email: daniela.koppelhuber@tugraz.at

Johannes Wall

TU-Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Lessingstraße 25/II

8010 Graz

Email: johannes.wall@tugraz.at
