

## **Vollholz im kommunalen Funktionsbau - Das Feuerwehrhaus Steinbach am Ziehberg als Pionier beim Einsatz regionalen Vollholzes**

Solid wood use in communal facilities – The fire station in Steinbach am Ziehberg pioneers the usage of local solid wood

Franziska HESSER und Eva SEEBACHER

### **Zusammenfassung**

In Steinbach am Ziehberg, Oberösterreich wurde im Jahre 2009 ein neues Feuerwehrhaus aus Vollholz gebaut. Die Besonderheit des Baues besteht in der Regionalität von Produktion und Verarbeitung der verwendeten Holzbaustoffe. Die vorliegende Fallstudie setzt sich mit den ökologischen Aspekten der Herstellungsphase des Bauprojektes durch Berechnung der Umwelt-Indikatoren Ökologischer Rucksack, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und Kumulierter Energieaufwand sowie den regionalwirtschaftlichen Effekten durch Ermittlung der regionalen Wertschöpfung auseinander. Aus diesen Berechnungen wird die Ökoeffizienz zum direkten Vergleich der Vollholzbauweise mit einer mineralischen Bauweise gebildet. Damit wird für eine definierte Region beispielhaft gezeigt, dass die wirtschaftliche Leistung entkoppelt von der Ressourceninanspruchnahme zu sehen ist und dass die Berücksichtigung der Umweltrelevanz baulicher Alternativen positive Effekte auf die regionale Wertschöpfung haben kann. Die Ökoeffizienz des Vollholz-Feuerwehrhauses ist bis zu achtmal höher als die einer mineralischen Bauvariante.

**Schlagnorte:** Bauen mit Holz, regionale Wertschöpfung, Ökoeffizienz

### Summary

In Steinbach am Ziehberg in Upper-Austria a new fire station was built out of solid wood in the year 2009. The particularity of the construction project is to be found in the locally produced and processed timber. The present case study deals with the ecological aspects of the construction phase of the project by calculating the environmental indicators ecological rucksack, carbon footprint and cumulative energy demand and with the economic aspect of regional value added. After these calculations the eco-efficiency is calculated for the direct comparison of the solid wood construction and the mineral construction alternative. It is exemplified for a defined region that economic benefit is to be seen separately from resource requirement and that the consideration of the ecological relevance of construction alternatives can have positive effects on the regional value added. The eco-efficiency of the solid wood construction is up to eight times higher than the eco-efficiency of a mineral construction alternative.

**Keywords:** solid wood construction, regional value added, eco-efficiency

### 1. Einleitung

Ländliche Entwicklung beruht unter anderem auf der Fähigkeit einer Region, das in ihr liegende Potenzial für sich zu nutzen. Beim Bau des Feuerwehrhauses 2009 in Steinbach am Ziehberg, OÖ wurde dies umgesetzt. Das neue Feuerwehrhaus wurde in Vollholzbauweise mittels Dübeltechnik ausgeführt, wobei das Holz aus der Gemeinde selbst stammt. Auch die Verarbeitung erfolgte in der Region. Das Sägewerk befindet sich im Ort und die Zimmerei, zuständig für Vorfertigung und Montage, liegt in der Region unmittelbar um die Gemeinde.

Die Ermittlung der regionalen Wertschöpfung in Kombination mit den Umwelt-Indikatoren Ökologischer Rucksack (ÖR), CO<sub>2</sub>-Fußabdruck (CF) und Kumulierter Energieaufwand (KEA) zur Erhebung der Öko-effizienz stellen eine Evaluierung des umgesetzten Baues im Vergleich zu einer konventionellen mineralischen Bauweise dar. Dieses Bauprojekt ist aufgrund der Attribute regional und aus Vollholz als Pilotprojekt zur integralen Betrachtung der ökologischen- und regionalen Wertschöpfungsaspekte beispielhaft. Durch die kombinierte Untersuchung der regionalen Wertschöpfung und der Umweltwirkungen des

Bauprojektes entlang einer lokalisierten Wertschöpfungskette unterscheidet sich dieser Beitrag zur Darstellung der Ökoeffizienz von bisherigen Forschungen, die sich meist nur auf einzelne Prozesse, Betriebe, eine gesamte Region oder Nation beziehen.

Daher kann der vorliegende Beitrag als Beispiel für regional bezogenes, ressourcenbewusstes Bauen im Sinne der Nachhaltigkeit zur Entscheidungsunterstützung in Bezug auf Bauausführungen kommunaler Funktionsbauten herangezogen werden.

Folgende Forschungsfragen werden behandelt:

Was sind die ökologischen Vorteile der regionalen Vollholzbauweise im Vergleich zu einer mineralischen Bauweise? Wie wirkt sich die unterschiedliche Bauweise auf die regionale Wertschöpfung aus? Welche Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Ökoeffizienz der beiden Bauweisen?

## 2. Methodik

Mit dem Ziel, die Ökoeffizienz zu bestimmen, ist ein gemeinsamer Untersuchungsrahmen zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung und des ÖR, des CF und des KEA Voraussetzung. Der Untersuchungsrahmen umfasst die einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette des Vollholz-Bauprojektes von der Rohstoffgewinnung, der Produktion der Baustoffe, deren Errichtung und den damit verbundenen Transporten (Abb. 1). Die Analyse wurde auf die tragenden Holzkonstruktionen eingeschränkt, da durch diese ein Holzbau charakterisiert wird (LOHMANN, 2010, 549). Inkludiert sind alle direkten stofflichen Inputs der Herstellungsphase des Baues mit deren Vorketten (Produktion der Inputs). Ausgeklammert wird die Infrastruktur der Prozesse, das sind: die verwendeten Maschinen, die Betriebsanlagen und Straßen. Kuppelprodukte werden nach Massenanteilen verrechnet.

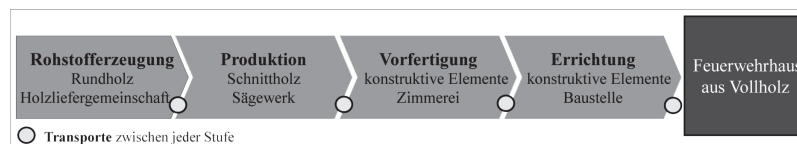


Abb. 1: Stufen der Wertschöpfungskette des Vollholzbauens, zur Ermittlung der regionalen Wertschöpfungseffekte und Umwelt-Indikatoren.

Zur Durchführung des Vergleiches der Bauvarianten Vollholzbau und mineralischer Bau wurde eine fiktive Baustoffsubstitution der konstruktiven Elemente des Vollholzbaues durch mineralische Baustoffe vorgenommen. Tabelle 1 zeigt die Dimensionierung der Dübelholzelemente des Vollholzbaues und die jeweilige Dimensionierung der Substitutbaustoffe: Ziegel und Stahlbeton. Die Bestimmung dieser Substitutbaustoffe erfolgte nach der ersten Befragung, bei der eine im Vergleich zum Vollholzbau übliche Bauweise für Feuerwehrrhäuser in Oberösterreich abgeleitet werden konnte. Dies wurde über die Ermittlung der häufigsten Bauweise aus der Gesamtheit, der in den letzten 15 Jahren erbauten Feuerwehrrhäuser des Bauübernehmers des Feuerwehrrhauses in Steinbach am Ziehberg, bewerkstelligt.

Die Untersuchungen erfolgen nach dem Bottom-Up-Ansatz, dabei wurden die für die jeweiligen Berechnungen notwendigen Daten auf Ebene der einzelnen Akteure erhoben oder abgeschätzt. Für die Analyse des Vergleichsobjektes wurde vom Vollholzbau ausgehend die fiktive Wertschöpfungskette ermittelt, sodass die Daten ebenfalls auf Ebene der einzelnen Akteure erhoben wurden. Der Vergleich mit einer mineralischen Ausführung des Feuerwehrrhauses erfolgt analog zu den Berechnungen des Vollholzbaues unter der Annahme, das Feuerwehrrhaus wäre aus mineralischen Baustoffen ebenfalls von regionalen Unternehmen gebaut worden.

Tab. 1: Substitution der konstruktiven Elemente des Vollholzbaues durch mineralische Baustoffe.

konstruktive Elemente	VOLLHOLZBAU	MINERALISCHER BAU
<b>Außenwände, tragende Innenwände</b>	Dübelholzelemente 16 cm, Fi/ Ta, C24	30 cm Hochlochziegel, Nut und Feder
<b>Decke</b>	Dübelholzelemente 14-18 cm, Fi/ Ta, C24	20-25 cm Stahlbeton, C25/30, Bewehrungsgehalt 140 kg/m <sup>3</sup>
<b>Dach</b>	Dübelholzelemente 14-18 cm, Fi/ Ta, C24	20-25 cm Stahlbeton, C25/30, Bewehrungsgehalt 140 kg/m <sup>3</sup>
<b>Unterzüge Dach</b>	16 m <sup>2</sup> Brettschichtholz, Fichte, GL 28	33 cm Breite, C25/30, Bewehrungsgehalt 200 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlauchturm + Abdeckung</b>	Dübelholzelemente, 16 cm, Fi/ Ta, C24	20-25 cm Stahlbeton, C25/30, Bewehrungsgehalt 100 kg/m <sup>3</sup>

## 2.1 Ökonomischer Indikator

Als ökonomischer Indikator wurde die regionale Wertschöpfung herangezogen, die hier als die Summe der Bruttowertschöpfungen jener Akteure definiert wird, die der Region zuzuordnen sind. Die Brutto-

wertschöpfungen wurden von Entstehungsseite her durch Abzug der in die Produktion eingegangenen Vorleistungen vom jeweiligen Produktionswert der Unternehmen errechnet (vgl. MÖLLER, 2006, 140). Die erwirtschaftete Wertschöpfung kann von den Akteuren für neue Investitionen, zur Begleichung von Löhnen und Gehältern oder für die Auszahlung von Gewinnen herangezogen werden (vgl. MEYER-MERZ, 1985, 45ff).

Wesentlich für die Ermittlung der regionalen Wertschöpfung ist die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes. Dem Ziel der Studie folgend, die Ergebnisse kommunalen EntscheidungsträgerInnen zugänglich zu machen, wurden zwei Definitionen der Region herangezogen: Definition 1 - administrativ-planerische Region (Gemeindegebiet Steinbach am Ziehberg), Definition 2 - funktionelle Region (durch die wirtschaftliche Verflechtung im Zuge des Vollholzbaus entstanden).

Die Zuordnung der Akteure zur Region erfolgte nach dem Residenzprinzip.

## 2.2 Umwelt-Indikatoren

Zur Ermittlung der ökologischen Aspekte wurde in dieser Arbeit auf das Konzept der Materialflussanalyse und der Indikatorensets (GILJUM et al., 2009, 10ff) zurückgegriffen. Alle Inputs und Outputs an Stoffen und Energie der Herstellungsphase des Feuerwehrhauses wurden auf jeder Stufe der Wertschöpfungskette inventarisiert und als Indikatoren der Umweltwirkungen berechnet: ÖR (SCHMIDT-BLEEK et al., 1998, s.p.), CF (BSI, 2009, s.p.), KEA (VDI, 1996, s.p.). Der ÖR beschreibt den direkten und indirekten Materialaufwand, der CF den direkten und indirekten Ausstoß von THG-Emissionen und der KEA den direkten und indirekten Bedarf an Primärenergie zur Bereitstellung eines Gutes. Die Auswahl der Indikatoren spiegelt die Absicht wider, eine inputorientierte, eine outputorientierte und eine energieorientierte Perspektive der Ökoeffizienz darstellen zu können.

## 2.3 Ökoeffizienz

Die Ökoeffizienz ist eine Maßzahl aus der Volkswirtschaft und beschreibt das Verhältnis von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch. Ziel ist es, in einer absoluten Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch - d. h. steigendes Wirt-

schaftswachstum bei sinkendem Ressourcenverbrauch - die Ökoeffizienz zu steigern (BMLFUW, 2012, 15). Im vorliegenden Fallbeispiel beschreibt die Ökoeffizienz das Verhältnis der regionalen Wertschöpfung zur Umweltwirkung. Die Umweltwirkung wird durch die Indikatoren ÖR, CF und KEA repräsentiert. Somit wird in dieser Arbeit jeweils für die Vollholzbauweise und eine mineralische Bauweise im Vergleich die Ökoeffizienz in €/kg Materialaufwand, €/kg THG-Emissionen und €/kWh Primärenergieinput dargestellt.

### 3. Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die wichtigsten Ergebnisse der regionalen Wertschöpfungsrechnung und der ermittelten Umwelt-Indikatoren der Vollholzbauweise und einer mineralischen Bauweise vorgestellt und abschließend zur Ökoeffizienz zusammengeführt.

#### 3.1 Regionale Wertschöpfung

Die Ergebnisse der Erhebung der regionalen Wertschöpfung werden nach den beiden genannten Definitionen der Region (2.1) dargestellt.

Für Region 1, das Gemeindegebiet von Steinbach am Ziehberg, ergibt sich durch die Vollholzbauweise eine regionale Bruttowertschöpfung von € 39.900,-, die durch die in der Region gebietsansässigen Akteure, d.h. die Holzlieferungsgemeinschaft, den Forstwirtschaftsmeister und das Sägewerk erwirtschaftet wurde. Eine Gegenüberstellung mit der mineralischen Bauweise kann für diese Definition der Region nicht durchgeführt werden, da kein Akteur der Wertschöpfungskette des mineralischen Baus der Region zuzuordnen ist.

In Region 2, der wirtschaftlich verflochtenen Region, wurde durch die Vollholzbauweise eine regionale Bruttowertschöpfung von € 88.200,- erwirtschaftet. Als Akteure konnten zusätzlich zu den Akteuren aus Region 1 die Zimmerei sowie regional bezogene Dienstleistungen einbezogen werden. Die Zimmerei trägt dabei den größten Anteil zur regionalen Wertschöpfung bei. Durch die mineralische Bauweise hätte in Region 2 eine regionale Bruttowertschöpfung von € 35.200,- erzielt werden können. Es konnte nur ein Akteur, der Baumeister, dieser Region zugeordnet werden. Für die wirtschaftlich verflochtene Region ergibt sich also durch die Vollholzbauweise eine um 150,55% höhere

regionale Wertschöpfung im Vergleich zu einer mineralischen Bauweise.

### 3.2 Ökologische Aspekte

Grundlegend für die vorliegende Arbeit ist die Erkenntnis, dass der Baustoffbedarf der konstruktiven Elemente der Vollholzbauweise geringer ist, verglichen mit jenem einer mineralischen Bauweise. Die Einsparung des Baustoffbedarfes betrifft das verbaute Volumen sowie damit in Zusammenhang die verbaute Masse der konstruktiven Elemente. Durch die Vollholzbauweise (rund 140 m<sup>3</sup> und 62 t) wurde 1,7-mal weniger Volumen und 7,3-mal weniger Masse verbaut. Treiber der Ressourceninanspruchnahme und damit der Ausprägung der Indikatoren sind eindeutig die Baustoffe.

Die Material-Inputkategorien abiotische Ressourcen, biotische Ressourcen und Bodenerosion des ÖR wurden nach SCHMIDT-BLEEK et al. (1998, 24) zum Globalen Materialaufwand (GMA) zusammengefasst, da sich dieser besser zum Vergleich der Bauweisen eignet. Während der GMA des Vollholzbauwes bei rund 98 t liegt, ist jener der mineralischen Bauvariante bei 346 t rund 3,5-mal höher.

Die Berechnungen zum CF veranschlagen einen 7,9-fachen Ausstoß an THG-Emissionen zur Herstellung in mineralischer Bauweise (116 t THG-Emissionen) verglichen mit der Vollholzbauweise (15 t THG-Emissionen).

Dem KEA der Vollholzbauweise (69 MWh) steht das 4,3-fache des KEA bei konventioneller Bauvariante (301 MWh) gegenüber.

### 3.3 Ökoeffizienz

Die Ergebnisse der Ermittlung der regionalen Wertschöpfung wurden mit den Resultaten der Umwelt-Indikatoren in Beziehung gesetzt. Dadurch konnten die Ökoeffizienz der konstruktiven Elemente des Vollholzbauwes und der mineralischen Bauvariante ermittelt und verglichen werden.

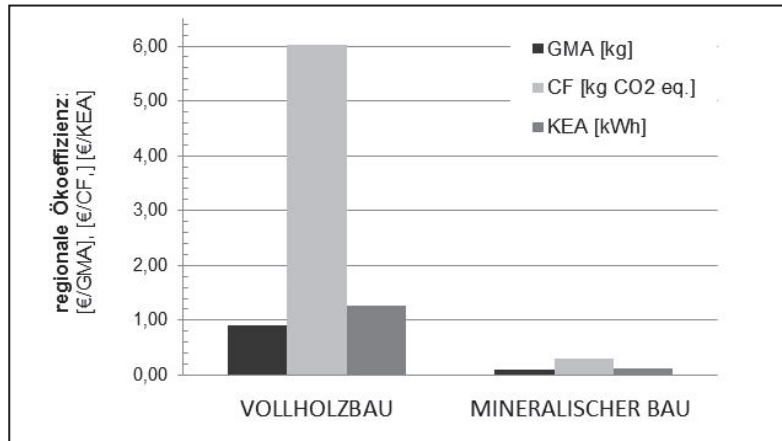


Abb. 2: Gegenüberstellung der Ökoeffizienz des Vollholzbaues und des mineralischen Baues in der funktionellen Region

Dieser Vergleich zeigt deutlich, dass bei Verursachung einer Einheit GMA, CF oder KEA mehr ökonomischer Wert durch die Vollholzbauweise erzielt werden kann (Abb. 2). Dies gilt inputseitig für den GMA, wobei beim Vollholzbau je kg verursachten GMA € 0,90 erwirtschaftet werden, im Gegensatz zu € 0,10/kg bei einem mineralischen Bau. Aus Perspektive des Energieaufwandes ist die Ökoeffizienz des Vollholzbaues mit € 1,27/kWh ebenfalls eindeutig höher als die der mineralischen Bauvariante mit einer Ökoeffizienz von € 0,12/kWh. Die höhere Ökoeffizienz des Vollholzbaues verglichen mit einer mineralischen Bauvariante gilt auch outputseitig für den CF, wobei beim Vollholzbau je kg THG-Emissionen € 6,03 erwirtschaftet werden, im Gegensatz zu € 0,30/kg bei einem mineralischen Bau.

#### 4. Diskussion

Die Verhältnisse der Berechnungen zu ÖR, CF und KEA des Vollholzbaues und des mineralischen Baues spiegeln sich in der Ökoeffizienz wider. Zunächst wurde festgestellt, dass die Vollholzbauweise einen geringeren Ressourceneinsatz und damit auch geringere Outputs im Vergleich zu einer mineralischen Bauweise bedingt. Zusätzlich wurde



ermittelt, dass die regionale Wertschöpfung des Vollholzbaues im Vergleich zu einer mineralischen Bauvariante größer ist.

Die bessere Ökoeffizienz des Vollholzbaues im Vergleich zu einer mineralischen Bauvariante wird damit einerseits durch die per se geringere Ressourceninanspruchnahme und andererseits durch die größere Wertschöpfung des Vollholzbaues in dieser Region bedingt. Somit kann für dieses Fallbeispiel im Vergleich von einer absoluten Entkopplung (BMLFUW, 2012, 15) von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch gesprochen werden. Im Gegensatz dazu steht die relative Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, die die Steigerung der Ökoeffizienz allein durch den Anstieg der Wertschöpfung beschreibt. Kritiker wie SEPPÄLÄ (2005, 122) weisen auf diesen wunden Punkt des Ökoeffizienz-Konzeptes hin. Dieser Aspekt ist in Zusammenhang mit der regionalen Wertschöpfung besonders kritisch zu sehen, da ein positiver Zusammenhang zwischen der Höhe der erzielten regionalen Wertschöpfung und der definierten Regionsgröße besteht.

## 5. Schlussfolgerungen

Die Ergänzung der ökologischen mit der ökonomischen Bewertung der verglichenen Bauweisen schafft eine dritte Perspektive – die Ökoeffizienz. Diese Maßzahl ermöglicht einen direkten Vergleich der Vollholzbauweise mit der mineralischen Bauweise, somit können die Vor- und Nachteile jeder Bauweise einfach kommuniziert und zur Entscheidungsunterstützung herangezogen werden.

Es konnte eine höhere Ökoeffizienz der Vollholzbauweise verglichen mit einer mineralischen Bauvariante im Sinne einer absoluten Entkopplung von ökonomischem Zuwachs und Ressourceninanspruchnahme beispielhaft für eine Region in OÖ dargestellt werden. Die Ökoeffizienz des Vollholzbaues im Verhältnis zur mineralischen Bauweise beträgt: das Neunfache in Bezug auf den GMA; das 20-fache in Bezug auf den CF; das Elffache in Bezug auf den KEA.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stellen eindeutig dar, dass ökologische und ökonomische Vorteile durch die Nutzung der regionalen Ressourcen und Kompetenzen zum Bau des Vollholz-Feuerwehrhauses in Steinbach am Ziehberg entstanden sind.

### Danksagung

Diese Studie entstand im Rahmen der FEMtech Praktika für Studentinnen 2012 der Forschungsförderungsgesellschaft - Projekt 2834768. Unser Dank gilt den beteiligten AkteurInnen des Projektes in Steinbach am Ziehberg sowie dem Team der Marktanalyse und Innovationsforschung des Kompetenzzentrums Holz.

### Literatur

- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2012): Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP). Wien.
- BSI (British Standards) (2008): Guide to PAS 2050 - How to assess the carbon footprint of goods and services. London.
- GILJUM, S., BURGER, E., HINTERBERGER, F. und LUTTER, S. (2009): A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro level. Wien: SERI.
- LOHMANN, U. (Bearb.) (2010): Holzlexikon. 4. Auflage. Hamburg: Nikol Verlag.
- MEYER-MERZ, A. (1985): Die Wertschöpfungsrechnung in Theorie und Praxis. Zürich: Schulthess Polygraphischer Verlag.
- MÖLLER, K. (2006): Wertschöpfung in Netzwerken. München: Verlag Vahlen.
- SCHMIDT-BLEEK, F., BRINGEZU, S., HINTERBERGER, F., LIEDTKE, C., SPANGENBERG, J., STILLER, H. und WELFENS M.J. (1998): MAIA - Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Berlin, Basel, Boston: Birkhäuser Verlag.
- SEPPÄLÄ, J., MELANEN, M., MÄENPÄÄ, I., KOSKELA, S., TENHUNEN, J. and HILTUNEN, M.R. (2005): How can the Eco-efficiency of a region be measured and monitored? *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9, No. 4, 117-130.

### Anschrift der Verfasserinnen

*Dipl.-Ing. Franziska Hesser MSc.  
Kompetenzzentrum Holz GmbH  
Altenbergerstrasse 69, 4040 Linz, Österreich  
Tel.: +43 732/ 2468 6750  
eMail: f.hesser@kplus-wood.at*

*Dipl.-Ing. Eva Seebacher  
SPES Zukunftsakademie  
Panoramaweg 1, 4553 Schlierbach, Österreich  
Tel.: +43 7582 / 82123-45  
eMail: seebacher@spes.co.at*