Diplomarbeit

Entwicklung eines Lehmbauteilkataloges in Österreich

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads
Diplom-Ingenieur
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung

---

Diploma Thesis

Development of a catalog of clay construction components in Austria

submitted in satisfaction of the requirements for the degree
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Architecture and Planning

Maximilian Wolfram, BSc

Matr.Nr.: 01556498

Betreuung: Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Andrea Rieger-Jandl**
Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege
Forschungsbereich Baugeschichte :: Bauforschung
Technische Universität Wien

Wien, im September 2024

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Lehm ist ein Baustoff, der zurzeit mehr an Bedeutung im Bauwesen gewinnt. Als ökologische Alternative zu anderen Baustoffen und durch die Problematik des Klimawandels ist Lehm ein hervorragender Baustoff, dessen potenziell positive Ökobilianz und Rezyklierbarkeit seine größten Stärken sein könnten. Als regionaler Baustoff besitzt er eine lange Historie im Bauwesen und befindet sich heutzutage in einer Situation, wo dieser als ökologische Alternative eine Wiederverwendung im größeren Maßstab erfahren könnte.

Zurzeit existieren zum Lehmbau in Österreich wenige Unterlagen zur Planung; ein Katalog mit Lehmbauteilen und -stoffen, ähnlich zur Holzbaudatenbank Dataholz, ist nicht verfügbar, da auch viele Daten und Werte dazu fehlen. Eine österreichische Norm ist noch in der Bearbeitung, weswegen man sich an der deutschen Industrienorm orientieren muss, da die die einzige, vollständige Normengrundlage im deutschsprachigen Raum ist. Die Daten zu den verschiedenen Anforderungen kann man recherchieren, jedoch sind die Nachweise und Prüfzertifikate, die auch im österreichischen Rechtsraum gültig wären, spärlich vorhanden, beziehungsweise nicht existent.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist, eine Art Leitfaden bereitzustellen, um die Erstellung einer Lehmbaudatenbank zu ermöglichen. Diese Datenbank soll dann im Laufe der Zeit mit Informationen zu Bauteilen und -stoffen gefüllt werden, die auch eine rechtliche Grundlage und sämtliche Prüfzertifikate beeinhalten.

Hierbei wurden ExpertenInnen in den verschiedenen Bereichen befragt, um die Daten für die Darstellung des Prozesses zu erheben. Anhand eines Beispiels wird dargestellt, wie sich Lehmbauteile in einem zukünftigen Lehmbauteilkatalog abbilden können.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abstract

Clay is a building material that is becoming increasingly important in construction. As an ecological alternative to other building materials and due to the problem of climate change, clay is an excellent building material whose ecofriendly life-cycle, simple production and potential recyclability are its greatest strengths. As a regional building material, it has a long history in the construction industry and is currently undergoing a renaissance, but unfortunately not yet on a large scale.

At present, there are few documents available for planning in Austria regarding clay construction; a catalog of clay components and materials, similiar to the wood construction databank Dataholz, is not available due to a lack of sufficient data and documentation. An Austrian standard is still in progress, which is why one must refer to the German industrial standard as it is the only complete standard foundation in the German-speaking region. While information on various requirements can be researched, the evidence and test certificates, which would also be valid in the Austrian legal framework, are scarce or nonexistent.

The aim of this thesis is to provide a kind of guide to facilitate the creation of a clay construction database. This database is intended to be filled over time with information on components and materials, including a legal basis and all test certificates.

Experts in various fields were consulted to gather data for illustrating the process. An example is used to show how clay components can be represented in a future clay component catalog.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass die vorliegende Arbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen von mir selbstständig erstellt wurde. Alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, sind in dieser Arbeit genannt und aufgelistet. Die aus den Quellen wörtlich entnommenen Stellen, sind als solche kenntlich gemacht.

Das Thema dieser Arbeit wurde von mir bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt. Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachterinnen/Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Wien, September, 2024

Unterschrift

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen befragten Personen bedanken, die sich für die Fragen bereitgestellt haben. Ohne deren Willen und Zeit wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Auch bei meiner BetreuerIn Andrea möchte ich mich bedanken, da sie mich stets kompetent und geduldigst beraten hat. Ihre Anregungen und Rückmeldungen waren von großer Hilfe in dieser Arbeit.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

1 Entwicklung eines Lehmbauteilkataloges in Österreich 8
1.1 Einführung und Motivation . . . 8
1.2 Forschungsfrage und Methodik . . . 8
1.2.1 Das Paradebeispiel dataholz.eu . . . 11
1.2.2 Das Datenbankmodell baubook . . . 11
1.2.3 Datenstand der Lehmbaustoffe und-teile . . . 12
1.2.4 Dazugehörige Literatur . . . 13
1.3 Rechtliche und normative Grundlagen . . . 14
1.3.1 DIN - Deutsche Industrienorm . . . 14
1.3.2 Prüfzertifikate für die diversen Baustoffe und -teile . . . 15

2 Grundlagen 17
2.1 Baustoffdaten . . . 17
2.1.1 Rohdichte (kg/m³) - Festlegung . . . 19
2.1.2 Statische Eigenschaften . . . 20
2.1.3 Wärmeleitzahl λ (W/(mK)) - Prüfverfahren nach ÖNORM EN 12664 . . . 23
2.1.4 Spezifische Wärmekapazität cp (kJ/kgK) . . . 28
2.1.5 Diffusionswiderstandsfaktor μ - Prüfverfahren nach EN ISO 12572 . . . 29
2.1.6 Schalldämmung . . . 32
2.1.7 Feuerwiderstandsklasse . . . 35
2.2 Ökobilanzierung . . . 37
2.2.1 Die Differenzierung zwischen der Ökobilanz und dem EPD . . . 38
2.2.2 Erhebung der Daten für eine möglichst akkurate Beurteilung der Ökobilanz 38
2.2.3 OI-3 und EI10-Indikator in Österreich . . . 40
2.2.4 Ökobilanz oder OI3/EI-Indikator . . . 41

3 Exemplarisches Lehmbauteil mit Datenblatt 43
3.1 Kriterien zur Auswahl der Bauteile . . . 43
3.2 Berechnungswerkzeug und Daten . . . 43
3.3 IW1 - Innenwand 1: Wohnungstrennwand mit Lehmbauplatten . . . 44
3.3.1 Datenblatt . . . 46
3.3.2 Berechnung des Datenblattes . . . 48
3.3.3 Konstruktionsdetails . . . 59

4 Conclusio 64
4.1 Grenzen der Diplomarbeit . . . 64
4.1.1 IW1 - Werbung für ClayTec? . . . 65
4.2 Mögliche Entwicklungen des Kataloges . . . 65
4.2.1 Mögliche Bauteile für den Katalog . . . 66
4.2.2 Mögliche Nutzung der Datenbank baubook . . . 66

A Anhang 75
A.0.1 Fragenkatalog . . . 75

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

A.0.2 ExpertenInneninterview (Transkript) - Firma ClayTec - Simon Breidenbach - 2024-01-22 79
A.0.3 ExpertenInneninterview (Transkript) - LCA und Bauphysik - TU Wien - Ulrich Pont - 2024-01-25 88
A.0.4 ExpertenInneninterview (Transkript) - Kreislaufanalyse im Baustoffbereich Lehm - Fraunhofer Institut - Albrecht Stefan - 2024-01-17 104
A.0.5 ExpertenInneninterview (Transkript) - LCA und Bauphysik - FH Campus - Alfred Weninger-Vycudyl und Alexander Sieh - 2024-03-11 115
A.0.6 IW1 125
A.0.7 Masse-Berechnung 127
A.0.8 U-Wert-Berechnung 128
A.0.9 Lemix-Nachweise 129
A.0.10 ArchiPhysik Schallschutz 130
A.0.11 Brandklasse 131

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kapitel 1

Entwicklung eines Lehmbauteilkataloges in Österreich

1.1 Einführung und Motivation

Es stellt sich die Frage, was die dahinter liegende Motivation von dieser Arbeit ist. Zu einem ist es die Problematik, dass man als ArchitektIn keine Standardbauteile findet, die vermehrt Lehmbaustoffe verwenden; im Studium und in der Praxis ist somit kein einfacher Zugang zum Baustoff Lehm vorhanden. Trotzdem sind einige Lehmbaustoffe vorhanden, die herkömmliche Baustoffe ersetzen könnten, wie zum Beispiel der Lehmputz - dieser kann statt einen Zementputz verwendet werden. Die gestalterischen Möglichkeiten und die positiven Effekte auf das Raumklima sind auch weitere Pluspunkte des Baustoffes, ebenso die niedrige Belastung der Umwelt. Der Baustoff Lehm ist aufgrund seines Herstellungsprozess sehr niedrig in der Umweltbelastung im Gegensatz zu anderen Standardbaustoffen; die Auswechslung von umweltbelastenden Baustoffen (Gipskarton, Zement, etc.) mit gleichwertigen/-artigen Lehmbaustoffen würde die Umweltbelastung, die die Bauindustrie verursacht, senken können.

Die Erstellung einer Datenbank, die Lehmbauteile zugänglich macht, ist somit einer der Schritte, um den Baustoff Lehm auf niederschwellige Weise wieder der Bauindustrie nahe zu bringen. Die fehlende Zugänglichkeit und die Tatsache, dass jegliches Wissen über den Lehm nicht sehr weit verbeitet ist/wird, wird sehr oft in Diskussionen als die hauptsächliche Problematik des Lehmbaus beschrieben.

Diese Lehmbauteil-Datenbank soll, wie zum Beispiel die Holzbaudatenbak Dataholz.eu, Bauteile bereitstellen, die im alltäglichen Bauwesen verwendet werden können. Zusätzlich sollen auch die einzelnen Baustoffe so beschrieben werden, dass die Bauteile auch in gängigen Programmen (ArchiPhysik) eingesetzt werden können. Das Thema der Umweltbelastung, in dieser Arbeit über die Ökobilanz dargestellt, soll sichtlich machen, welche Baustoffe mit den jeweiligen Lehm-Äquivalent ersetzt werden können, um die Umwelt möglichst zu schonen.

1.2 Forschungsfrage und Methodik

Diese Diplomarbeit hat eine Vorgeschichte des *Herumirrens* - lange war nicht klar, wie man zu diesen Lehmbauteilkatalog kommt. Daraufhin wurde beschlossen, ExpertInnen zu befragen, was nötig wäre, um diesen Lehmbauteilkatalog zu erstellen; der Prozess zur Erarbeitung dieses Kataloges steht im Vordergrund. Die Forschungsfrage wurde damit definiert:

Welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog zu erstellen, der alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden kann?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Der Prozess wurde mithilfe von Befragungen ausgewählter ExpertInnen erarbeitet; aus mehreren Bereichen haben sich einzelne Personen dazu bereit erklärt. Der Fragenkatalog, die transkribierten Befragungen und die Einverständniserklärungen sind im Anhang zu finden.
Die befragten Personen sind:

Simon Breidenbach, Geschäftsführer des Lehmbauproduzenten Claytec im deutschsprachigen Raum,

Senior Scientist Dipl.-Ing. Dr.techn. Ulrich Pont vom Institut für Architekturwissenschaften, Abteilung E259-03 - Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie der Technischen Universität Wien,

Dr. Stefan Albrecht, Gruppenleitung Werkstoffe und Produktsysteme, vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Stuttgart,

Dipl.-Ing. Alexander Sieh, Universtätsangestellter in der Forschung und Lehre im Bereich Bauingenieurwesen-Baumanagement der FH Campus Wien und

Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Weninger-Vycudil, Universtätsangestellter in der Forschung und Lehre im Bereich Bauingenieurwesen-Baumanagement der FH Campus Wien.

Die Vorstellung, wie dieser Bauteilkatalog aufgebaut ist, wurde von der Holzbau-Datenbank Dataholz.eu[1] inspiriert, die im deutschsprachigen Raum die breite Verwendung findet. Dataholz stellt viele Holzbauteile mit Prüfzertifikaten zur Verfügung, die in Österreich verwendet werden können - jedoch sind keine Lehmbaustoffe in diesen Bauteilen vorhanden. Eine auch sehr wichtige Datenbank ist auch das "baubook"vom IBO (Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie)[2].Die Datenbank baubook ist ein Online-Portal, das Bauprodukte, Bauteile und Werkzeuge bereitstellt, um nachhaltiges und gesundes Bauen zu erleichtern. Die Plattform bietet geprüfte Baustoffdaten, die für die Berechnung von Energie- und Umweltkennzahlen verwendet werden können. baubook unterstützt bei der Nachweisführung für ökologische Ausschreibungen, Gebäudezertifizierungen und Fördersysteme.

[1] Holzforschung Austria. *dataholz.eu: Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau*. 2024. URL: `https://www.dataholz.eu/index.htm` (besucht am 21. 03. 2024).

[2] baubook GmbH. *Willkommen beu baubook*. 2024. URL: `https://www.baubook.info/de/willkommen-bei-baubook` (besucht am 10. 08. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ARCHICAD BILDUNGSVERSION

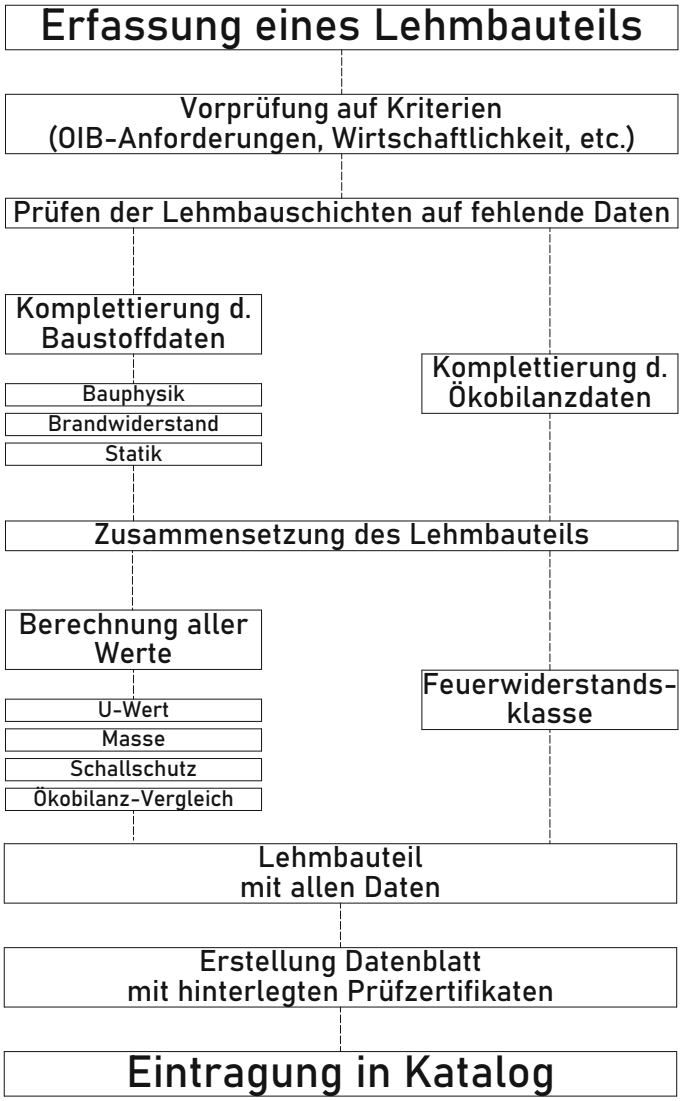


Abb. 1.1: Vorgang zur Erstellung eines Eintrages eines Lehmbauteils - Eigene Darstellung

Dieses Diagramm soll ein simple Form des gesamten Prozesses darstellen - die einzelnen Abschnitte werden genauer erklärt. Zu aller erst muss man ein Bauteil erfassen, bei dem Lehm Verwendung findet. Eine Vorprüfung des Bauteils auf bestimmte Kriterien wie baurechtliche Anforderungen, Wirtschaftlichkeit, usw., soll dafür sorgen, dass diese Datenbank mit Bauteilen gefüllt wird, die auch in der Realität zum Einsatz kommen könnten. Danach würde man festlegen, welche Daten man bei den einzelnen Lehmbaustoffen noch vervollständigen muss. Man solle man mit diesen Daten dann alle Werte, wie zum Beispiel den U-Wert, für das gesamte Bauteil berechnen und den Bauteil bei Notwendigkeit auf die Feuerwiderstandsklasse prüfen. Eine finale Aufstellung des Bauteils mit allen konstruktiven Details soll dann in ein Datenblatt übertragen werden, denen auch sämtliche Prüfzertifikate von akkredierten Instituten nachgelegt werden sollen. Sind all diese Zwischenschritte und Kriterien erfüllt, dann kann man das Lehmbauteil in die Datenbank aufnehmen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

1.2.1 Das Paradebeispiel dataholz.eu

Wie im Anfang bereits erwähnt, wurde diese Arbeit von Dataholz.eu[3] inspiriert. In den Befragungen wurden folgende Aussagen dazu erhoben, die zu dieser Vorgehensweise anleiten: es werden die vorhandenen Daten zu den verschieden Bauteilen und -stoffen gelobt, sowie auch die simple Übersicht mit der Möglichkeit, zu filtern. Der niederschwellige Zugang zu den Aufbauten mit Konstruktionsanweisungen ist für PlanerInnen und IngenieurInnen von Vorteil, und die hinterlegten Werte bezüglich U-Wert, Feuerwiderstand, etc., helfen sehr dabei, gewünschte Holzbauteile auszuwählen, die auch bestimmte Anforderungen erfüllen können[4].

Ulrich Pont betont in der Befragung, dass man im Bauwesen gerne die Bezeichnung "belastbare Daten"verwendet; man möchte Daten haben, auf die man sich verlassen und mit denen man arbeiten kann, ebenso sind die hinterlegten Bauteilfügungen und Details ein Pluspunkt[5]. Wenn man sich nun den Reiter "Über dataholz"der Webseite durchliest, wird man eine Liste von akkredierten Prüfinstituten finden, die an diesem Projekt beteiligt waren. Die Tatsache, dass man diese akkredierten Daten für bauphysikalische Berechnungen und Gutachten verwenden kann, und ebenso diese Daten- beziehungsweise Produktblätter dann anhängen kann, wird als positiv beschrieben.

In den Befragungen wird die Auswahl der Holzbauteile als beispielhaft empfunden[6]. Es ist eine positive Resonanz gegenüber der Datenbank Dataholz.eu zu erkennen und aufgrund dieser Erkenntnis wird die Arbeit davon inspiriert sein.

Wenn man nun den vorigen erwähnten Reiter *Über dataholz* durchliest, wird man auch die Entstehungsgeschichte der Datenbank erfahren. Grundlage war damals ein Holzbaukatalog von proHolz Austria, den man adaptieren wollte - und während der Recherche wurde es offensichtlich, dass die Daten veraltet oder nicht vertrauenswürdig waren. Finanzielle Ressourcen der Auftraggeber, in diesem Falle der Fachverband der Holzindustrie Österreichs, halfen dabei, die Datenbank mithilfe von Prüfinstituten zu akkreditieren und zu veröffentlichen.

1.2.2 Das Datenbankmodell baubook

Das baubook ist eine weitere Datenbank in Österreich, die mit Baustoffdaten arbeitet[7] - betrieben wird diese vom IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie) und vom Energieinstitut Vorarlberg. Das baubook enthält eine umfangreiche Liste von Bauprodukten, die nach ökologischen und energetischen Kriterien bewertet sind. Diese Produkte erfüllen bestimmte Standards in Bezug auf Umweltverträglichkeit, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Es bietet verschiedene Kriterienkataloge, die als Leitlinien für nachhaltiges Bauen und Sanieren dienen. Diese Kataloge umfassen Anforderungen an Materialien, Bautechniken und Gebäudeleistungen, um den Energieverbrauch zu minimieren und die Umweltbelastung zu reduzieren. Das baubook unterstützt bei der Auswahl von Produkten und Techniken, die für staatliche Förderungen und Zertifizierungen wie klimaaktiv oder den Energieausweis in Frage kommen. Es stellt Werkzeuge zur Verfügung, um nachhaltige Bauprojekte effizient zu planen. Dazu gehören etwa die Berechnung des Energiebedarfs oder die Auswahl geeigneter Baumaterialien.Besonders hervorgehoben werden ökologische Baustoffe, die geringe Emissionen aufweisen und aus nachhaltigen Quellen

[3] Holzforschung Austria, s. Anm. 1.
[4] Simon Breidenbach. ExpertInnenbefragung. A.0.2. Jan. 2024.
[5] Ulrich Pont. ExpertInnenbefragung. A.0.3. Jan. 2024.
[6] Alexander Sieh. ExpertInnenbefragung. A.0.5. März 2024.
[7] baubook GmbH, s. Anm. 2.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

stammen. Dies fördert den Einsatz von umweltfreundlichen Materialien in der Bauindustrie.

In Anbetracht dieser Arbeit ist auch das baubook von Interesse, da es nicht nur umweltfreundliche Materialien hervorhebt, sondern, weil die Baustoffe beziehungsweise -produkte mit den dazugehörigen Baustoffdaten in gängigen Berechnungsprogrammen, zum Beispiel ArchiPhysik, zum Einsatz kommen. Die Eintragung von Lehmbaustoffen/-teilen in das baubook würde diese für gängige Programme und somit auch für das Bauwesen zugänglicher wirken.

1.2.3 Datenstand der Lehmbaustoffe und-teile

Eine Recherche nach einem vollständigen Lehmbaustoff/teil-Katalog bleibt ohne Erfolg - selbst die Datenbanken Dataholz und auch baubook weisen keine Aufbauten mit Lehm vor; im baubook sind aber eingetragene Lehmbaustoffe vorhanden, wenn es auch Firmenprodukte sind. Vereinzelt wird man Literatur finden, die Baustoffe und -teile aus/mit Lehm im geringen Ausmaße beschreiben, zum Beispiel die "Lehmbau Regeln", oder der Trockenbau-Leitfaden der Herstellerfirma ClayTec[8], der verschiedene Aufbauten mit den zugehörigen Daten für Trockenbauwände mit Lehmbauplatten beschreibt. Eine schnelle Übersicht bietet die Verbraucherinformation des Dachverbandes Lehm in Weimar[9] aus dem Jahre 2004 - jedoch werden nur die Möglichkeiten gezeigt, Daten sind keine hinterlegt. Die folgende Tabelle aus der Verbraucherinformation stellt dar, mit welchen Lehmbaustoffen welche Konstruktionen möglich sind. Insgesamt kann man hier die Anwendungsmöglichkeiten des Lehmbaus ablesen, jedoch sind konkrete Aufbauten und Daten zu Lehmbauteile nicht vorhanden.

	Stampflehm	Wellerlehm	Strohlehm	Leichtlehm	Lehmschüttung	Lehmmörtel	Lehmsteine	Lehmplatten
	UNGEFORMTE LEHMBAUSTOFFE						GEFORMT	
Fußboden	O				O			
Wand tragend	O	O				O	O	
Wand nichttragend	O	O	O	O		O	O	O
Decken & Dach			O	O	O		O	O
Trockenbau							O	O
Putz			O	O		O		

Tab. 1.1: Mögliche Anwendungen von Lehmbaustoffen, aus der Verbraucherinformation des Dachverbandes Lehm

[8] ClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024).

[9] Hannah Schreckenbach. *lehmbau.info verbraucherinformation*. 2004. URL: https://www.dachverband-lehm.de/files/DVL_lehmbau-info_de.pdf?1443207452 (besucht am 22. 03. 2024). S.8.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

1.2.4 Dazugehörige Literatur

Um einen Überblick über mögliche Bauteile zu erlangen, wurde die relevanteste Lehmbau-Literatur im deutschsprachigen Raum durchsucht. Dazu gehören:
Bauen mit Leichtlehm[10], das ab Seite 234 Lehmbau-Projekte mit deren Aufbauten und Details zeigt, ein anderes wäre *Lehmbau: mit Lehm ökologisch planen und bauen*[11], das vereinzelt Information zu den Baustoffen liefert. Ein weiteres Buch ist das *Handbuch Lehmbau: Baustoffe, Techniken, Lehmarchitektur*[12] von Gernot Minke, das einzelne Aufbauten, Anschlüsse und Daten zu den Baustoffen beschreibt. Empfehlenswert ist auch das Werk *Lehmbau-Praxis* von Röhlen und Ziegert[13], das neben allgemeinem Wissen zum Lehmbau mehrere Baustoffe und -teile mit dazugehörigen Daten beschreibt; die sich jedoch auf die deutsche Industrienorm des Lehmbaus beziehen. Am Ende dieses Werkes findet man auch Tabellen, die auf das Thema der Kosten eingehen und mit Zahlen bewerten. Sonst wird man noch einiges in den *Lehmbau Regeln*[14] finden, welches auch Daten zu den verschiedenen Lehmbaustoffen liefert.

1.2.4.1 Verweise auf Bauteile in der Literatur

Bauen mit Leichtlehm[15] liefert viele Lehmbauteile, hinterlegt mit Werten; jedoch entsprechend diese nicht heutigen Anforderungen.

Handbuch Lehmbau: Baustoffe, Techniken, Lehmarchitektur[16] beschreibt auf Seite 130 Wandaufbauten, die Wärmeschutzanforderungen in Österreich entsprechen würden. Die Seiten 133 bis 137 handeln von Deckenkonstruktion und Bodenaufbauten mit Lehmbaustoffen, genaue Details und Werte sind aber nicht zu finden.

Lehmbau-Praxis[17] zeigt auf den Seiten 124 bis 126 konkrete Trockenbau-Aufbauten (bezogen auf ClayTec), die Verwendung finden könnten; ebenso auf den Seiten 199 und 200 werden Aufbauten mit gedämmten Stanpflehmwänden beschrieben, die nach[18] den erforderlichen Wärmeschutz für Außenwände erfüllen würden.

[10] Franz Volhard. *Bauen mit Leichtlehm : Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm*. ger. 9., aktualisierte Auflage. Basel: Birkhäuser, 2021. ISBN: 3035624038. URL: 10.1515/9783035624038.
[11] Horst Schroeder. *Lehmbau : mit Lehm ökologisch planen und bauen*. ger. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. ISBN: 3658231203.
[12] Gernot Minke. *Handbuch Lehmbau : Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur*. ger. 9. Auflage. Staufen bei Freibug: ökobuch, 2017. ISBN: 3936896410.
[13] Ulrich Röhlen und Christof Ziegert. *Lehmbau-Praxis : Planung und Ausführung*. ger. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Beuth Praxis. Berlin Wien Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2020. ISBN: 3410291229.
[14] Franz Volhard und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72.
[15] Volhard, s. Anm. 10.
[16] Minke, s. Anm. 12.
[17] Röhlen und Ziegert, s. Anm. 13.
[18] *OIB-Richtlinie 6: Wärmeschutz*. Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

1.3 Rechtliche und normative Grundlagen

Die Erstellung eines Lehmbauteilkataloges würde auch Normen und Prüfzertifikate benötigen, die man den Bauteilen in der Datenbank anhängen könnte. Normativ gesehen gibt es in Österreich keine Grundlage, beziehungsweise wird eine nationale Lehmbau-Norm vom Netzwerk Lehm erst entwickelt.

Prüfzertifikate von akkreditierten Instituten, auch "belastbare Daten"genannt, würden den NutzerInnen der Datenbank mehr Vertrauen in die Lehmbauteile geben. Die Anforderungen an die Lehmbauteile selbst werden von den OIB-Richtlinien (OIB - Österreichisches Institut für Bautechnik) entnommen.

1.3.1 DIN - Deutsche Industrienorm

Da man in Österreich keine nationale Norm besitzt und eine europäische Lehmbaunorm ebenso nicht vorhanden ist, muss man sich anders helfen. Eine naheliegende Sache ist eine technische Empfehlung - für Lehmputze in Österreich gibt es bereits eine in Kombination mit der entsprechenden ÖNORM (ÖNORM - österreichische Norm), vom Netzwerk Lehm[19]. Anhand der Dissertation von Rischanek Andreas[20] kann man sich ein Bild über den Stand der Lehmbaunormen auf der gesamten Welt machen. Das nächstgelegene Normenset wäre die DIN (deutsche

Abb. 1.2: Lehmbaunormen auf der ganzen Welt

Industrienorm), in diesem Falle auf nationaler Basis. Es gibt bereits mehrere DIN-Normen[21], die moderne Lehmbaustoffe beschreiben. Für Lehmbaustoffe, die keiner Norm entsprechend und

[19] Netzwerk Lehm. *Technische Empfehlung Lehmputze*. 2024. URL: https://netzwerklehm.at/wp-content/uploads/2024/04/technische-empfehlung_lehmputze.pdf (besucht am 08. 05. 2024).
[20] Andreas Otto Rischanek. *Normierung und Regelwerke in der Lehmbaupraxis*. ger. Wien, 2023. S.109.
[21] Dachverband Lehm. *DIN Normen für Lehmbaustoffe*. 2018. URL: https://www.dachverband-lehm.de/wissen/lehmbau-din-normen (besucht am 25. 03. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

baustellseitig hergestellt wurde, gilt weiterhin das Werk *Lehmbau Regeln*[22] im deutschen Raum. Die DIN -Lehmbaunormen sind nationale Normen und damit nur in Deutschland gültig. Diese sind:
DIN 18940 Tragendes Lehmsteinmauerwerk - Konstruktion, Bemessung und Ausführung
DIN 18942-1 Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte - Teil 1: Begriffe
DIN 18942-100 Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte - Teil 100: Konformitätsnachweis
DIN 18945 Lehmsteine - Anforderung, Prüfung und Kennzeichnung
DIN 18946 Lehmmauermörtel - Anforderung, Prüfung und Kennzeichnung
DIN 18947 Lehmputzmörtel - Anforderung, Prüfung und Kennzeichnung
DIN 18948 Lehmplatten - Anforderung, Prüfung und Kennzeichnung

Jedoch könne man nach Normengesetz 2016 in Österreich, Absatz 2,1.b, auch diese deutsche Industrienorm in den österreichischen Raum "übernehmen"[23]. Derzeit bespricht eine Arbeitsgruppe des Netzwerkes Lehm auch die Variante, diese DIN-Normen in ÖNORMEN zu überführen.

1.3.2 Prüfzertifikate für die diversen Baustoffe und -teile

Die Problematik in erster Linie ist die Tatsache, dass es keine Produktnorm in Österreich für den Lehmbau gibt. Ein genormter Baustoff ist eine Voraussetzung für das Ausstellen eines Prüfzertifikates, egal, welcher Wert ermittelt oder welches Verfahren angewendet wird. Beispielhaft sieht man das im Trockenbau-Leitfaden von ClayTec - hier wurde ein Prüfzertifikat angehängt[24], das genau besagt, dass das bestehendes Zertifikat an der DIN 4103-1 (Norm für nichttragende, innere Trennwände) aufbaut; man kann dann sagen, für diese Produkte nach dieser Norm gelten diese Prüfzertifikate. Ein ähnliches Vorgehen wäre in Österreich ebenso möglich - wenn es eine entsprechende ÖNORM bzw. ÖNORM-DIN gäbe, könnte man auf der Grundlage dieser Prüfzertifikate ausstellen. Da die Lehmbau-DIN nur in Deutschland gilt, ist es leider nicht möglich Prüfzertifikate zu erstellen, die auch in Österreich gültig wären. Entweder man hatte eine äquivalente ONÖRM oder die DIN wäre auch eine EN (europäische Norm) und somit auf europäischer Ebene gültig.

[22] Volhard und Röhlen, s. Anm. 14.
[23] Nationalrat Österreich. *Normengesetz 2016*. 2024. URL: `https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009413&FassungVom=2024-03-25` (besucht am 25. 03. 2024).
[24] ClayTec, *Trockenbauleitfaden*, s. Anm. 8.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

VHT

FORSCHEN
ENTWICKELN
PRÜFEN

BESCHEINIGUNG

Nr.: B-VHT-644-21-CLAYTEC-Pf-22

Hiermit wird bescheinigt, dass das

Trockenbausystem

des Herstellers

CLAYTEC GmbH & Co. KG
Nettetaler Str. 113, 41751 Viersen

zur Herstellung von nichttragenden inneren Trennwänden nach DIN 4103-1 geeignet ist.

Das CLAYTEC-Trockenbausystem besteht aus einer Unterkonstruktion aus Trockenbauprofilen nach DIN 18182-1 oder einer Holzunterkonstruktion. Als Beplankung dienen folgende Platten:

CLAYTEC Lehmbauplatte D20 (d = 20 mm) und D25 (d = 25 mm),
CLAYTEC Holzfaserausbauplatte mit Nut und Feder (d = 20 mm),
CLAYTEC Holzfaserausbauplatte maxi (d = 25 mm),
CLAYTEC Lehmbauplatte schwer (LEMIX) (d = 22 mm).

Aufbau und Ausführung der Wände und Vorsatzschalen hat nach den Herstellerrichtlinien zu erfolgen.

Die zulässigen Bauhöhen der Wände und Vorsatzschalen unter Verwendung von Trockenbauprofilen als Unterkonstruktion kann der Anlage dieser Bescheinigung entnommen werden.

Grundlage der vorliegenden Bescheinigung sind die nachfolgend genannten Dokumente der VHT Darmstadt:
Prüfbericht PB-644-21-Claytec-Trennwand-Fr-211215 vom 15. Dezember 2021
Gutachten GU-644-21-Claytec-Trennwand-Pf-220602 vom 02. Juni 2022.

Diese Bescheinigung wurde ausgestellt von der bauaufsichtlich anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

VHT - INSTITUT FÜR LEICHTBAU TROCKENBAU HOLZBAU
Annastraße 18, 64285 Darmstadt

Diese Bescheinigung ist gültig bis zum 30. Juni 2027.

Darmstadt, 24.06.2022

Johannes Fröhlich B.Sc.
Prüflabor

Prof. Dr.-Ing. Jochen Pfau
Institutsleitung

VHT GmbH
Institut für Leichtbau
Trockenbau Holzbau

Annastraße 18
64285 Darmstadt

T +49 61 51 59949-0
F +49 61 51 59949-40
info@vht-darmstadt.de
www.vht-darmstadt.de

PÜZ-Stelle HES20
europeen notified body 1503

Geschäftsführer
Kaufmann W. Steidl
Prof. Dr.-Ing. J. Pfau
Wissenschaftliche Leitung
Univ. Prof. Dr.-Ing. K. Tichelmann

Sitz der Gesellschaft Darmstadt
Amtsgericht Darmstadt HRB 8622
Ust.-ID Nr.: DE 152 400 334

Volksbank eG Darmstadt
IBAN DE08 5089 0000 0001 9515 05
BIC GENODEV1VBD

Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der VHT GmbH, die unter www.vht-darmstadt.de einzusehen sind und auf Wunsch zugesandt werden können.

Abb. 1.3: Prüfzertifikat im Trockenbau-Leitfaden von Claytec, S.59

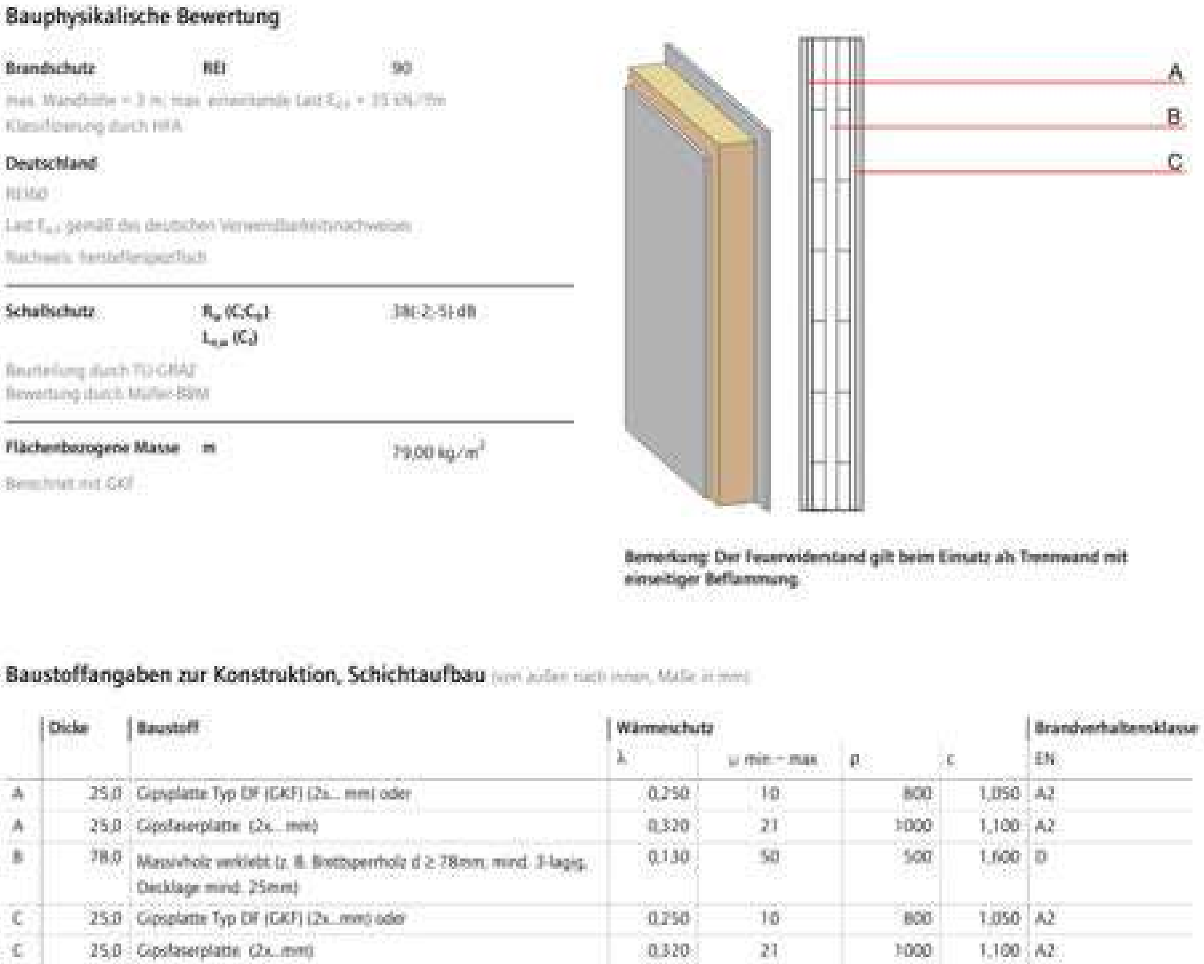
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Kapitel 2

Grundlagen

2.1 Baustoffdaten

Ein technisches Datenblatt des Bauteils, dass alle Information für NutzerInnen enthält, muss vorhanden sein. Dieses Datenblatt von dataholz.eu[1] liefert ein Beispiel zu einem Bauteil.



Bauphysikalische Bewertung

Brandschutz	**REI**	90

max. Wandhöhe = 3 m; max. einwirkende Last $E_{d,fi}$ = 35 kN/lfm
Klassifizierung durch HFA

Deutschland
REI60
Last $E_{d,fi}$ gemäß des deutschen Verwendbarkeitsnachweises
Nachweis: herstellerspezifisch

Schallschutz	R_w (C;C_{tr}) $L_{n,w}$ (C_I)	38(-2;-5) dB

Beurteilung durch TU-GRAZ
Bewertung durch Müller-BBM

Flächenbezogene Masse	**m**	79,00 kg/m²

Berechnet mit GKF

Bemerkung: Der Feuerwiderstand gilt beim Einsatz als Trennwand mit einseitiger Beflammung

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brandverhaltensklasse
			λ	μ min – max	ρ	c	EN
A	25,0	Gipsplatte Typ DF (GKF) (2x… mm) oder	0,250	10	800	1,050	A2
A	25,0	Gipsfaserplatte (2x… mm)	0,320	21	1000	1,100	A2
B	78,0	Massivholz verklebt (z. B. Brettsperrholz d ≥ 78mm, mind. 3-lagig, Decklage mind. 25mm)	0,130	50	500	1,600	D
C	25,0	Gipsplatte Typ DF (GKF) (2x…mm) oder	0,250	10	800	1,050	A2
C	25,0	Gipsfaserplatte (2x…mm)	0,320	21	1000	1,100	A2

Abb. 2.1: Beispielhaftes Datenblatt aus dataholz.eu - Baustoffdaten zu einer Trennwand - Innenwand iwmxxo01a-00

[1]Holzforschung Austria, s. Anm. 1.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Dieser Textabschnitt bietet eine Übersicht über die verschiedenen Verfahren, die zur Ermittlung dieser Werte benutzt werden. Diese Verfahren sollten von akkreditierten Prüfinstituten ausgeführt werden und eine eigene Erarbeitung wurde in dieser Arbeit nicht vorgesehen. Anhand des Datenblattes kann die planende Person nicht nur die Werte des gesamten Bauteil ablesen, sondern auch die einzelnen Baustoffe mit deren Werten ermitteln. Es werden auch die Prüfinstitute angeben und deren Berechnungs- beziehungsweise Prüfverfahren. Prüfverfahren kann man hier nach den europäischen Normen erarbeiten, da diese europaweit Gültigkeit besitzen. Möchte man diverse Baustoffe messen, gibt es einige Problemstellungen zu beachten; die Abgrenzung der verschiedenen Parameter und Einflüsse müssen beachten werden - eine Südfassade, zum Beispiel wird andere Werte bei einer bauphysikalischen Messung aufweisen als eine Nordfassade. Oder in der Realität wird der gemessene Baustoff vielleicht in Verbindung mit einem Aluminiumbauteil kommen, was auch die thermische Leistung beeinflussen kann. Die Messungen im Labor finden nämlich in einem Bereich statt, in denen solche Einflüsse aus der Realität nicht vorkommen. Es empfiehlt sich auch, mehrere Messergebnisse des gleichen Verfahrens aufzunehmen, um eine gewisse Streuung der Werte abzudecken[2]. Die bauphysikalischen Werte dienen als die Grundlage, um wichtige Kennwerte, wie zum Beispiel den U-Wert, für den gesamten Bauteil zu berechnen - schlussendlich muss der gewählte Bauteil Anforderungen erfüllen.

Anhand dem folgenden Tabellenauschnitt aus der OIB Richtlinie 2[3], kann man die Anforderung an eine Trennwand im Brandschutz ablesen (v.l.n.r.:Gebäudeklasse 1 bis 6) - das gezeigte Bauteil hat eine Feuerwiderstandsklasse von REI 90 und könnte einige Gebäudeklassen abdecken. Jedoch sollte man auch die anderen Werte abdecken - die OIB-Richtline 5[4] verlangt von Trenn-

2	Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)						
2.1	im obersten Geschoß	-	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 (3) EI 60	REI 60 EI 60
2.2	in oberirdischen Geschoßen	-	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3	in unterirdischen Geschoßen	-	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4	zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	nicht zutreffend

Tab. 2.1: Brandanforderungen an Trennwände: Ausschnitt aus der Tabelle 1b, GK1 bis GK6, S.22

wänden einen gewissen Schallschutz; und da wird man Mindestanforderungen von 48 dB finden, während der Bauteil selbst nur 38 dB aufweist.

Deswegen ist die Ermittlung der Baustoffdaten auch so relevant - das Bauteil sollte Anforderungen erfüllen, um im österreichischen Bauwesen verwendet zu werden! Geprüfte Werte mit hinterlegten Prüfzertifikaten sind deswegen ein Erfordernis.

[2] Pont, s. Anm. 5.
[3] *OIB-Richtlinie 2: Brandschutz.* Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.
[4] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz.* Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Feb. 2015.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

2.1.1 Rohdichte (kg/m³) - Festlegung

2.1.1.1 Bedeutung für den Katalog

Die Auswahl, wie hoch die Rohdichte des gemessenen Baustoffes ist, ist eine der ersten Schritte, denn diese hat maßgebliche Einwirkungen auf die Baustoffwerte des Baustoffes und wie diese zum Einsatz kommen.

2.1.1.2 Festlegung

Beispielhaft anhand der DIN für Lehmbauplatten[5] kann man einsehen, in welchen Bereich sich die Lehmbauplatte befinden darf. Nun sieht man aber, dass es zehn verschiedene Rohdichteklassen gibt; mit einer Reichweite von 510 bis 2200 kg/m³. Man kann alle Klassen messen, jedoch empfiehlt es sich, zu filtern. Welche Anforderungen an den Baustoff habe ich, welche Konstruktionen setze ich ein, welchen Anwendungsfall habe ich[6]? So kann man eine gewisse Eingrenzung der Rohdichteklassen erreichen. Im Falle von ClayTec [7] spielt auch der Erfolg des Produktes eine

Tabelle 2 — Rohdichteklassen von Lehmplatten

	1	2
	Rohdichteklasse	**Mittelwert der Trockenrohdichte** kg/m³
1	0,6	510 bis 600[a]
2	0,7	610 bis 700[a]
3	0,8	710 bis 800[a]
4	1,0	810 bis 1 000[a]
5	1,2	1 010 bis 1 200[b]
6	1,4	1 210 bis 1 400[b]
7	1,6	1 410 bis 1 600[b]
8	1,8	1 610 bis 1 800[b]
9	2,0	1 810 bis 2 000[b]
10	2,2	2 010 bis 2 200[b]

[a] Einzelwerte dürfen die Klassengrenzen um nicht mehr als 50 kg/m³ unter- bzw. überschreiten.
[b] Einzelwerte dürfen die Klassengrenzen um nicht mehr als 100 kg/m³ unter- bzw. überschreiten.

Tab. 2.2: Rohdichteklasse von Lehmbauplatten: Tabelle 2, S.8

Rolle; so können Lehmbaustoffe wieder aus dem Sortiment verschwinden. Die Firma ClayTec hat verschiedene Lehmbauplatten: die Platte mit einer Rohdichte von 700 kg/m³ dient rein als Trockenbauplatte für Einfachständerwände, die keine besonderen Anforderungen wie zum Beispiel Schallschutz besitzen; in diesem Anwendungsfall muss die Platte nur leicht verarbeitbar sein, wo die geringe Rohdichte und somit Gewicht von Vorteil in der Verarbeitung sind. Im Sortiment von Claytec befindet sich auch die schwere Lehmbauplatte mit einer Rohdichte von

[5] *Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung.* Deutsch. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Dez. 2018.
[6] Sieh, s. Anm. 6.
[7] Breidenbach, 22.01.2024

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

1450 kg/m³; diese Masse ist von Vorteil, wenn man wärmespeichernde Masse oder einen gewissen Schallschutz im Bauteil verlangt.

2.1.2 Statische Eigenschaften

2.1.2.1 Bedeutung für den Katalog

Um statische Berechnungen für die Konstruktion zu erstellen, muss das Bauteil oder -stoff auch Daten zur Weiterverwendung aufweisen. Die Thematik der Gewichtsmassen und der Tragfähigkeit sind auch Teil dieser Arbeit.

2.1.2.2 Statik

Welches Gewicht oder Masse hat das Bauteil?

Ist das Bauteil selber tragfähig und wie sehr?

Handelt es sich hier um eine Punkt- (Stütze), Linien- (Wand oder Balken) oder Flächenlast (Decke)?

Die Ermittlung der Masse ist sehr simpel - wenn ich weiß, welche Rohdichte mein Baustoff hat, ist diese Frage relativ leicht beantwortet. Sehr plakativ erklärt: meine Holzmassivdecke bekommt eine Stampflehmschicht mit einer Dicke von 10 Zentimeter aufgelegt. Die Rohdichte meines Stampflehms beträgt angenommen 2000 kg/m³ - ein Volumen, dass eine einen Block von 1x1x1 (x/y/z) Meter beschreibt. Wir brauchen den Block 1x1x0,1 Meter, um die flächenbezogende Masse, die nun auf die Holzmassivdecke einwirkt, zu berechnen, das heißt, wir müssen den Block auf ein Zehntel redurzieren, und die Masse würde sich somit auf ein Zehntel reduzieren, was dann auch die flächenbezogene Masse von 200kg/m² ergibt. Für die flächenbezogene Masse eines gesamten Bauteils muss man natürlich alle Schichten berechnen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Eine weitere Information wird die Druckfestigkeit beziehungsweise die Druckfestigkeitsklasse sein. Die tragenden Baustoffe im Lehmbau sind Mauerwerke und Stampflehmwände, daher beschränken wir uns auf diese Festigkeit.Für die Druckfestigkeit von Lehmsteine kann man sich bereits anhand der DIN 1890:2023-06 - Tragendes Lehmsteinmauerwerk, Seite 15[8], orientieren; hier wird die EN 1052-1[9], die europäische Norm zur Bestimmung der Druckfestigkeitsklasse von Mauerwerkssteinen referenziert. Diese Druckfestigkeitsklassen sollten aufgrund der europäischen Norm als gültig gesehen werden. Die Druckfestigkeitsklasse 2 hat eine mittlere Mindestdruckfestigkeit von 2,5 N/mm², 3 einen Wert von 3,8 N/mm² und 4 einen Wert von 5,0 N/mm². Anhand der Grafik sieht man, wie so ein Probekörper aussieht - dieser Probekörper wird in einer Prüfmaschine Druck ausgesetzt und anhand der Veränderungen (z.B. Risse bei einen bestimmten Last) werden die Ergebnisse ausgewertet.

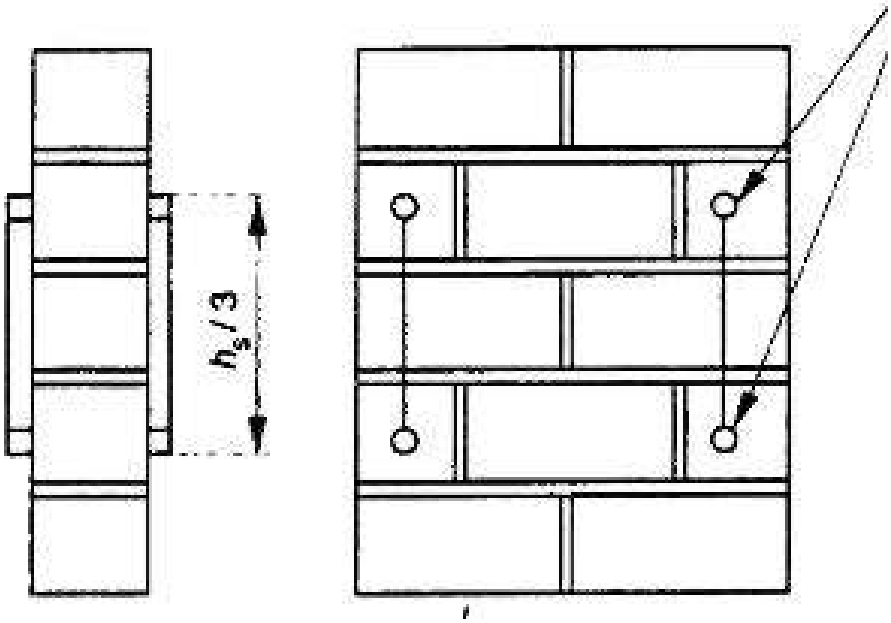


Abb. 2.2: Probekörper-Mauerwerk aus der Norm, S.5

[8] *Tragendes Lehmsteinmauerwerk – Konstruktion, Bemessung und Ausführung*. Deutsch. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Juni 2023.

[9] *ÖNORM EN 1052-1: Prüfverfahren für Mauerwerk - Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Jan. 1999.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Für Stampflehmwände wird man zurzeit keine Prüfungsmöglichkeit nach Norm finden. Eine Ermittlungsweise der Druckfestigkeit des Stampflehm wird man in *Lehmbau Regeln*[10] finden können, jedoch ist die Gültigkeit nicht gegeben. Die Druckfestigkeit wird durch Tests an mindestens drei Probewürfeln ermittelt, wobei der niedrigste Einzelwert als maßgebend betrachtet wird. Diese Probewürfel müssen eine Kantenlänge von 20 cm haben und in der gleichen Verdichtung wie auf der Baustelle hergestellt werden. Es ist nicht erlaubt, den Trocknungsprozess zu beschleunigen. Die Tests werden durchgeführt, nachdem die Ausgleichsfeuchte unter normalen Innenraumbedingungen erreicht wurde, was in der Regel nach 6 Wochen geschieht. Vor Beginn des Baus muss die erste Fuhre geprüft werden, gefolgt von weiteren Tests für Baustellennmischungen alle 10 m^3 und für Werksmischungen alle 50 m^3 Baustoff. Diese Tabelle aus *Lehmbau Regeln* beschreibt

T 5-2
Druckfestigkeit von Lehmbaustoffen
Erfahrungswerte

Baustoff	Rohdichte (kg/m^3)	Druckfestigkeit (N/mm^2)
Stampflehm mit mineralischem Zuschlag	2000 - 2200	3 - 5
Stampflehm mit Faserzuschlag	1700 - 2000	2 - 3
Wellerlehm	1400 - 1700	1
Lehmsteine	1600 - 2200	2 - 4

Tab. 2.3: Druckfestigkeit von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-2 aus "Lehmbau Regeln

Druckfestigkeitswerte von Lehmwänden nach Rohdichte, dies sind jedoch Erfahrungswerte und nicht basierend auf der DIN oder Prüfzertifikaten (abgesehend der Lehmsteine, siehe Absatz oben).

[10] Volhard und Röhlen, s. Anm. 14.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.1.3 Wärmeleitzahl λ (W/(mK)) - Prüfverfahren nach ÖNORM EN 12664

2.1.3.1 Bedeutung für den Katalog

Wärmeleitzahl ist eine maßgebliche Materialkonstante des Baustoffes, die erforderlich für eine Erfassung des U-Wertes und Wärmeschutz des Bauteils ist. Die thermische Hülle eines Gebäudes spielt auch eine Rolle, um die Temperatur im Innenraum zu erhalten.

2.1.3.2 Prüfverfahren

In der OIB-Richtlinie 6[11] wird definiert, welche Anforderungen an ein Bauteil es gibt, zum Beispiel darf eine Außenwand gegen Luft einen U-Wert von 0,35 (Seite 5) nicht überschreiten.

In der ÖNORM EN 12664[12] wird eine, auch auf europäischer Ebene, geltende Norm dargestellt, mit der man dem Wärmedurchlasswiderstand (R) von Probekörpern mit mindestens 0,02 m²K/W oder bis zu einer Wärmeleitfähigkeit von 2,0 W/(mK), die sich in trockenen Zustand oder im Gleichgewicht mit feuchter Luft befinden, berechnet. Für Probekörper mit einem Wärmedurchlasswiderstands von mindestens 0,5 m²K/W solle man aber die EN 12667[13] als Berechnungsgrundlage hernehmen, es bleiben aber die Messmethoden gleich.

Jeweils ein homogener Porbekörper wird in einem Plattengerät oder Wärmestrommessplatten-Gerät planparalell flächig eingesetzt. Das Prüfverfahren des Wärmedurchlasswiderstands eines Probekörpers mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplattengerät folgt einem ähnlichen Ablauf, jedoch mit Unterschieden in den Messmethoden und -instrumenten. Folgend ist eine Erklärung beider Verfahren:

[11] *OIB-Richtlinie 6: Wärmeschutz*, s. Anm. 18.

[12] *ÖNORM EN 12664:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001.

[13] *ÖNORM EN 12667:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Plattengerät

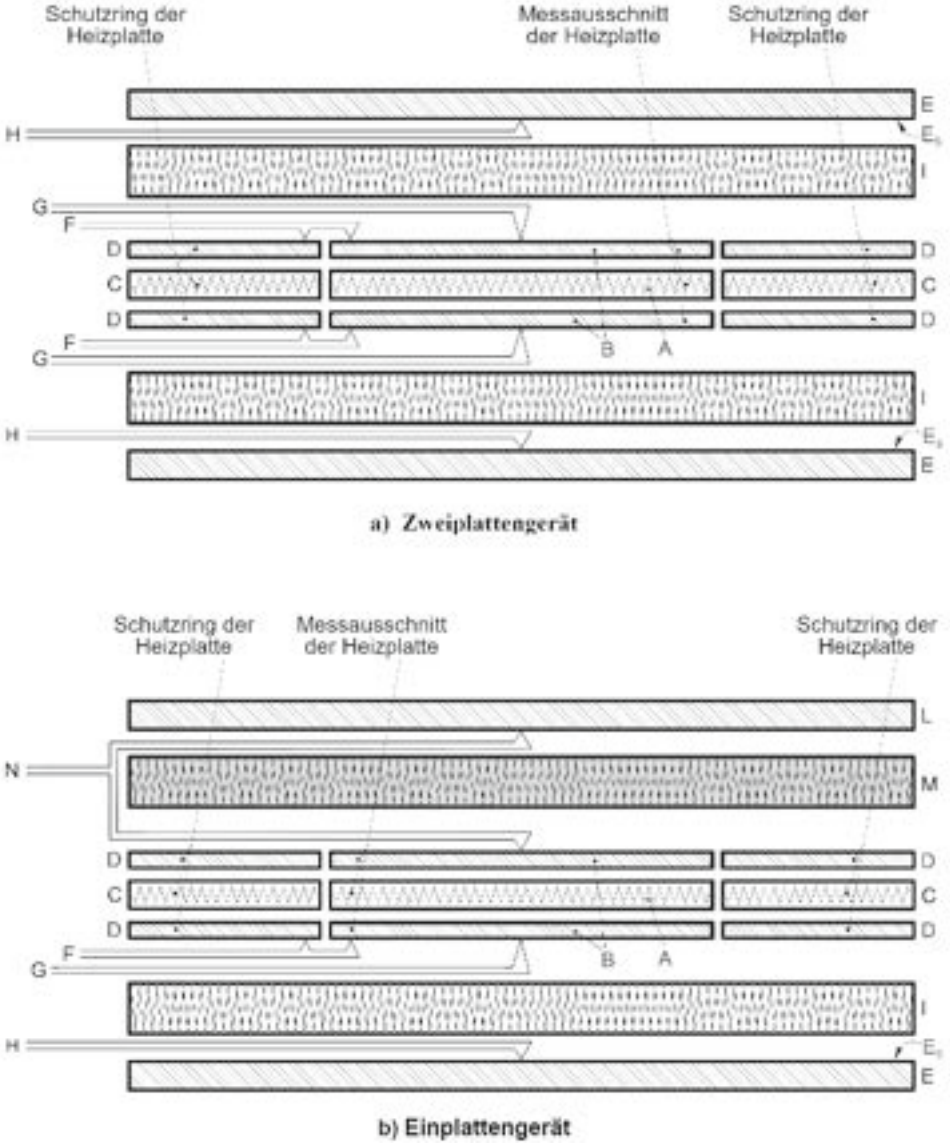


Abb. 2.3: Messung des Wärmestromes mit Plattengerät aus der Norm

Legende:

A Heizeinrichtung des Messausschnittes
B Deckplatten des Messausschnittes
C Heizeinrichtung des Schutzringausschnittes
D Deckplatten des Schutzringausschnittes
E Kühlplatte
E Deckplatte der Kühlplatte
F Differenzthermoelemente
G Thermoelemente der Heizplattenoberfläche
H Thermoelemente der Kühlplattenoberfläche
I Probekörper
L Schutzplatte
M Schutzplattendämmung
N Differenzthermoelemente der Schutzplatte

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Vorbereitung des Probekörpers: Der Probekörper, zum Beispiel eine Bauteilprobe wie ein Fenster oder eine Tür, wird für den Test vorbereitet, indem er in die Prüfvorrichtung eingesetzt wird.

Temperatursteuerung: Die Prüfvorrichtung ermöglicht eine Temperaturkontrolle auf beiden Seiten des Probekörpers. Eine Seite wird beheizt, während die andere gekühlt wird, um eine Temperaturdifferenz zu erzeugen.

Temperaturmessungen: Die Temperaturen auf beiden Seiten des Probekörpers werden kontinuierlich gemessen, um die Temperaturdifferenz zu überwachen.

Messung des Wärmestroms: Der Wärmestrom durch den Probekörper wird gemessen, um den Wärmedurchlasswiderstand zu bestimmen.

Berechnung des Wärmedurchlasswiderstands:Basierend auf den gemessenen Daten wird der Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers berechnet.

Beim Plattengerät gibt es zwei Variaten; das Einplatten- und Zweiplattengerät. Im Zweiplattengerät wird ein Heizkörper zwischen zwei Probekörpern eingespannt, die selbst von Kühlplatten umschlossen sind - der Wärmestrom läuft hier durch. Im Einplattengerät wird ein Probekörper durch einen Dämmstoff und einer Schutzplatte ersetzt,wobei man hier eine Temperaturdifferenz von Null annimmt. Normalerweise geht man von der Anwendung des Zweiplattengerätes aus, die Anwendung des Einplattengerätes soll gesondern erwähnt werden im Prüfbericht. Die Messgenauigkeit wird hier mit einer möglichen Abweichung von 2 Prozent beschrieben, jedoch sollte man bei Probekörpern mit Werten zwischen 0,1 m^2K/W und 0,02 m^2K/W nach ISO 8302:1991 messen, da sich die Genauigkeit hier verringert.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wärmestrommessplattengerät

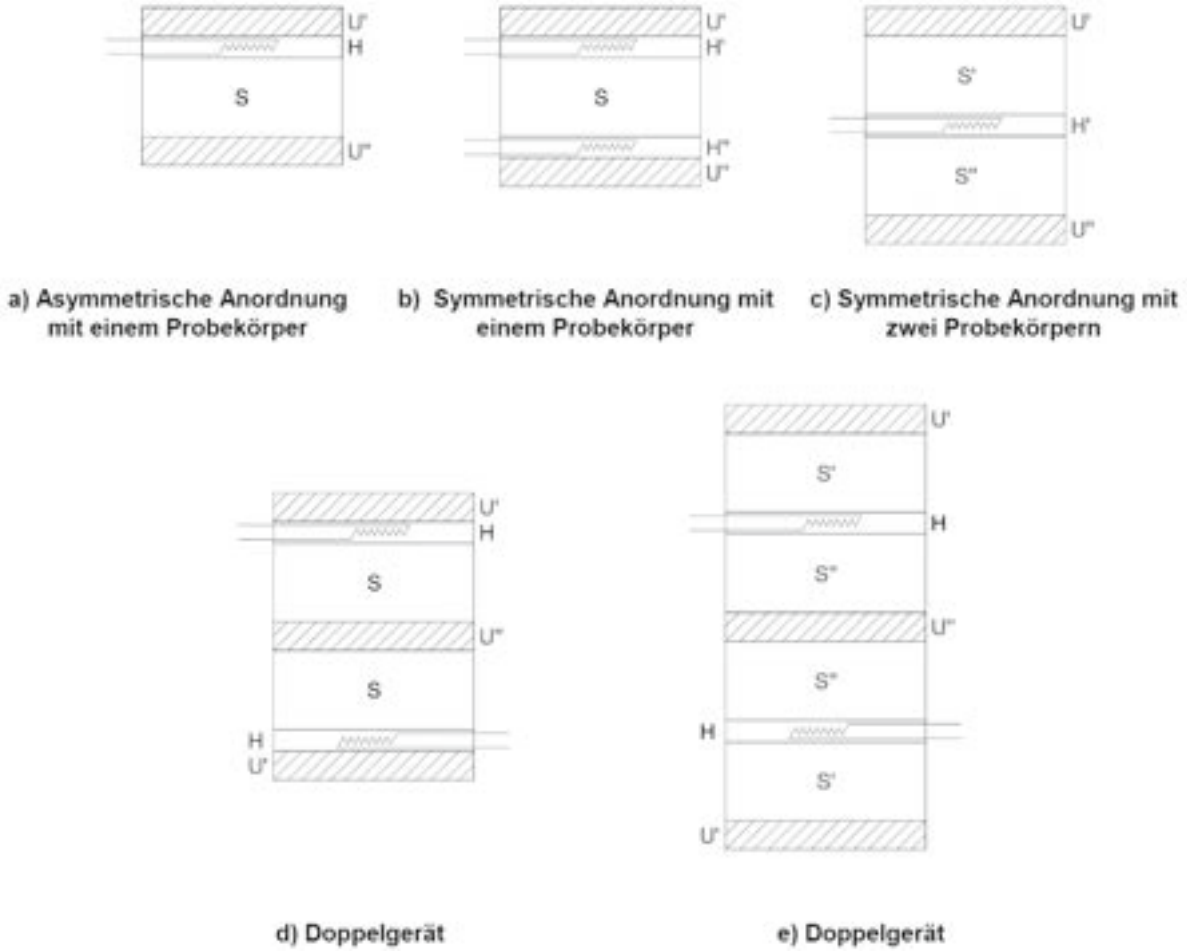


Abb. 2.4: Messung des Wärmestromes mit Wärmestrommesplattengerät aus der Norm

Legende:
U', U" Kühl- und Heizplatten

H, H', H" Wärmestrommesser

S, S', S" Probekörper

Vorbereitung des Probekörpers: Der Probekörper wird ebenfalls in die Prüfvorrichtung eingesetzt, die für das Wärmestrommessplattengerät spezifisch ist.

Messung des Wärmestroms: Im Gegensatz zum Plattengerät misst das Wärmestrommessplattengerät direkt den Wärmestrom, der durch den Probekörper fließt, während eine Temperaturdifferenz aufrechterhalten wird.

Temperaturmessungen: Die Temperaturen auf beiden Seiten des Probekörpers werden ebenfalls gemessen, um die Temperaturdifferenz zu überwachen.

Berechnung des Wärmedurchlasswiderstands: Der Wärmedurchlasswiderstand wird basierend

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

auf den gemessenen Daten berechnet, wobei die Wärmestrommessung die primäre Messmethode darstellt.

Das Wärmestrommessplattengerät ist sehr simpel, wie man in der folgenden Grafik ablesen kann. Im Anhang B der ISO 8301:1991 wird kurz erläutert. welche der 5 Varianten welche Vor- und Nachteile besitzt. Die Messgenauigkeit wird hier mit einer möglichen Abweichung von 2 Prozent beschrieben.Es empfiehlt sich, die Messmethoden nach der Norm und allen ihren Verweisen auszuführen.

Für derzeitige Referenzierungen zur Wärmeleitzahl im Lehmbau wird man sich auf die *Lehmbau Regeln*[14] verlassen müssen mit folgender Tabelle, die in Anhängigkeit zur Rohdichte steht.

T 5-3
Rechenwerte der Wärmeleitzahl von Lehmbaustoffen [1)]

Rohdichte (kg/m^3)	Wärmeleitzahl λ_R (W/mK)
2200	1,40 [2)]
2000	1,10
1800	0,91
1600	0,73
1400	0,59
1200	0,47
1000	0,35
900	0,30
800	0,25
700	0,21
600	0,17
500	0,14
400	0,12 [2)]
300	0,10 [2)]

[1)] Vgl. DIN V 4108-4: 2002-02
[2)] Die Werte sind aus den ungünstigsten Angaben aus Literatur und früherer Normung abgeleitet.

Tab. 2.4: Wärmeleitzahl von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-3 aus "Lehmbau Regeln"

Selbst hier wird wieder verwiesen, dass die Werte sehr ungünstig sind und eine Neuberechnung von Vorteil wäre. Natürlich kann man für Firmenprodukte (wie zum Beispiel die Lemix-Platte) die Daten von den Herstellern beziehen, da diese auch Nachweise[15] dafür erbringen müssen.

[14] Volhard und Röhlen, s. Anm. 14.
[15] Breidenbach, 22.01.2024

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.1.4 Spezifische Wärmekapazität cp (kJ/kgK)

2.1.4.1 Bedeutung für den Katalog

Die spezifische Wärmekapazität, oft als cp bezeichnet, ist eine physikalische Eigenschaft eines Materials, die angibt, wie viel Energie benötigt wird, um die Temperatur einer bestimmten Menge dieses Materials um eine bestimmte Einheit zu erhöhen[16]. Für die Lehmbauteile selbst ist dieser Wert nicht von großer Relevanz, jedoch wird dieser bauphysikalischer Wert für die Berechnung der thermischen Speichermasse benötigt. Eine dementsprechende Richtlinie oder Norm war nicht zu ermitteln.

2.1.4.2 Beschreibung

Sie wird in der Regel in J/(kgK) gemessen, was bedeutet, dass sie angibt, wie viel Joule Energie benötigt werden, um die Temperatur von einem Kilogramm des Materials um ein Kelvin zu erhöhen. Man berechnet damit sozusagen die thermische Speichermasse des Baustoffes. Hier folgend ist nun eine Tabelle der Regeln[17], die Erfahrungswerte beschreibt. Eine Norm oder

T 5-4
Spezifische Wärme c von Lehmbaustoffen
(kJ/kgK)

Rohdichte (kg/m^3)	Zuschläge mineralisch	Zuschläge organisch		
	Sand, Kies, Leicht-zuschläge	Stroh	Fein-fasern	Holzhack-schnitzel
≥1600	1,0	1,0	1,0	1,0
1400	1,0	1,0	1,1	1,1
1200	1,0	1,0	1,1	1,2
1000	1,0	1,1	1,1	1,3
800	1,0	1,1	1,2	1,4
600	1,0	1,1	1,3	1,5
400	-	1,2	1,4	-

Tab. 2.5: Spezifische Wärmekapazität von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-4 aus "Lehmbau Regeln"

Richtlinie gibt es in Österreich nicht, die Anforderungen an die thermische Speichermasse oder Wärmekapazität stellt. Die Option, Lehm als thermische Speichermasse zu verwenden, wird aber als eine der Stärken des Baustoffes beschrieben.

[16] Dieter Stephan, Frank Mayinger und Klaus Hoffmann. *Technische Thermodynamik: Band 1: Einstoffsysteme.* Berlin, Germany: Springer Vieweg, 2020. ISBN: 978-3658285316.
[17] Volhard und Röhlen, s. Anm. 14.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.1.5 Diffusionswiderstandsfaktor μ - Prüfverfahren nach EN ISO 12572

2.1.5.1 Bedeutung für den Katalog

Dieser Materialfaktor beschäftigt sich mit der Wasserdampfdiffusion in Bauteilen - dieser ist notwendig zur Berechnung von möglichen Problemstellen mit hoher Wasserbelastung, beziehungsweise zur Austrocknung von Bauteilschichten. Während der Katalog diese Daten nicht benötigt, wäre dieser Faktor für das baubook oder in Programmen wie AchiPhysik wichtig.

2.1.5.2 Beschreibung

Die EN ISO 12572[18] ist eine Norm, die sich mit der Bestimmung des Wasserdampfdiffusions-Durchlasskoeffizienten von Bauprodukten und des Wasserdampfdiffusionsleitkoeffizienten von Baustoffen unter isothermischen Bedingungen befasst. Die Norm basiert auf Tests mit Prüfgefäßen unter isothermischen Bedingungen. Dabei wird die Wasserdampfdurchlässigkeit eines Materials gemessen, indem die Rate, mit der Wasserdampf durch das Material diffundiert, bestimmt wird. Bestimmt werden verschiedene Prüfbedingungen, unter denen die Messungen durchgeführt werden sollen, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse vergleichbar und reproduzierbar sind. Die Grundsätze der Norm gelten für alle Arten von Baustoffen und -produkten, unabhängig davon, ob sie hygroskopisch sind oder nicht. Dies umfasst auch Materialien und Produkte mit speziellen Beschichtungen oder Hüllen. Die Norm legt eine Klassifizierung fest, wonach ein Material als wasserdampfundurchlässig betrachtet wird, wenn die gemessene wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke 1500 m übersteigt. Insgesamt bietet die ISO 12572 einen standardisierten Ansatz zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bauprodukten und -stoffen, was entscheidend ist für die Bewertung der Feuchtigkeitsdynamik in Gebäuden und die Vermeidung von Feuchtigkeitsproblemen wie Schimmelbildung und strukturelle Schäden. Die EN ISO 12572 definiert keine spezifischen Prüfgefäße für die Durchführung von Wasserdampfdiffusionsmessungen. Stattdessen gibt die Norm allgemeine Anforderungen und Leitlinien für die Prüfung unter isothermischen Bedingungen vor, während sie den Laboratorien und Forschungseinrichtungen Freiheit bei der Auswahl oder Herstellung von Prüfgefäßen lässt. Dennoch sollten Prüfgefäße, die für die Durchführung von Wasserdampfdiffusionsprüfungen gemäß EN ISO 12572 verwendet werden, bestimmte Eigenschaften aufweisen:

[18] *ÖNORM EN ISO 12572:2017 02 15: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Verfahren mit einem Prüfgefäß (ISO 12572:2016)*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Feb. 2017.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Die Prüfgefäße müssen ausreichend abgedichtet sein, um sicherzustellen, dass keine Luft von außen in das Prüfgefäß gelangt und die Prüfbedingungen nicht beeinträchtigt werden.

Die Prüfgefäße müssen eine Umgebung bieten, in der die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit kontrolliert werden können, um die Messungen unter isothermischen Bedingungen durchzuführen.

Es sollte eine Vorrichtung oder Halterung vorhanden sein, um die Proben sicher und gleichmäßig im Prüfgefäß zu positionieren, damit eine gleichmäßige Prüfung gewährleistet ist.

Die Prüfgefäße müssen mit den erforderlichen Messinstrumenten ausgestattet sein, um die Feuchtigkeitsänderung in der Prüfumgebung zu überwachen und die Wasserdampfdurchlässigkeit der Proben zu messen.

Die Größe und Form der Prüfgefäße sollten so gestaltet sein, dass sie den Anforderungen der Proben entsprechen und es ermöglichen, die Wasserdampfdurchlässigkeit unter realistischen Bedingungen zu messen. Da die Norm keine spezifischen Prüfgefäße vorschreibt, haben Labore und Forschungseinrichtungen die Flexibilität, Prüfgefäße gemäß ihren individuellen Anforderungen und den Anforderungen der zu testenden Proben zu entwerfen oder anzupassen.

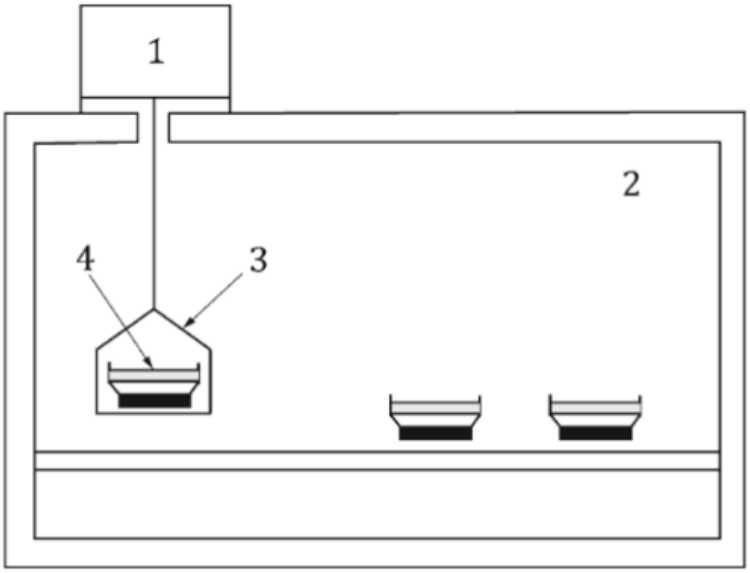


Abb. 2.5: Beispielhafte Prüfungsumgebung, S.15

Legende:

1 Waage
2 Prüfkammmer mit kontrollierter Umgebung mit „Handschuhfachzugang“
3 abgehängte Wägeplattform
4 Prüfanordnung während der Wägung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Für literarische Richtwerte kann man sich an den Lehmbau Regeln orientieren[19]. Hier wird ein Wert für den gesamten Rohdichte-Bereich der Lehmbaustoffe festgelegt.

T 5-5

Richtwert der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ von Lehmbaustoffen

Rohdichte (kg/m³)		μ (-)
von	bis	
300	2200	5/10

Tab. 2.6: Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-5 aus "Lehmbau Regeln"

[19] Volhard und Röhlen, s. Anm. 14.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.1.6 Schalldämmung

2.1.6.1 Bedeutung für den Katalog

Nach den OIB-Anforderungen 5[20] müssen gewisse Bauteile ein Mindestmaß an Schallschutz aufweisen, Rw = - dB. Gebäudetrennwände sind zum Beispiel ein Thema, die eine Anforderung besitzen - und wenn man ein Lehmbauteil hier verwenden will, muss es auch diese Anforderung erfüllen.

2.1.6.2 Grundlage

Die Formelgrundlagen sind in der ÖNORM EN ISO 12354-1, der jeweiligen Ausgabe,[21] oder in der ÖNORM B 8115-4:2003[22] zu entnehmen. Die Berechnung für einschalige Bauteile (Beispiel: Lehmziegelmauerwerk) benötigt als einzige Materialkonstante die flächenbezogenen Masse (kg/m²) und wie wir bereits wissen, ist diese aus der Rohdichte des Baustoffes ablesbar. Aus der EN-Norm, Seite39, können wir folgende Formeln für einschalige Bauteile entnehmen:

$m \geq 150 kg/m^2 : Rw = 40,0 log m - 45 dB$

$m \geq 100 kg/m^2 : Rw = 32,4 log m - 26 dB$

$m \geq 80 kg/m^2 : Rw = 20,0 log m$

$m \geq 50 kg/m^2 : Rw = 21,6 log m - 2,3 dB$

Aus der B-Norm, Seite 6, kann man eine vereinfachte Formel für einschalige Bauteile entnehmen:

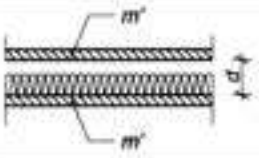
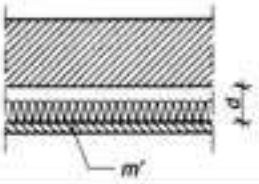
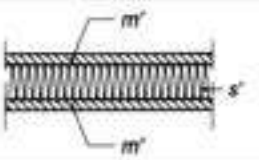
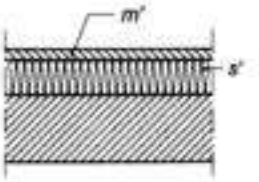
$m = 100 - 700 kg/m^2 : Rw = 32,4 log m - 26 dB$

[20] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz*, s. Anm. 4.
[21] *ÖNORM EN ISO 12354-1:2018 03 01: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, März 2018.
[22] *ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2003.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Auch mehrschalige Bauteile können durch diese Normen berechnet werden, beispielhaft an Bauteilen mit biegeweichen Schalen an folgender Grafik aus der ÖNORM B 8115-4:2003[23]:
Man berechnet hier die Resonanzfrequenz f_0 mit der flächenbezogenen Masse m (kg/m²), der

Tabelle 4 – Vereinfachte Berechnung der Resonanzfrequenz f_0 in Hz von zweischaligen Bauteilen mit einer oder zwei biegeweichen Schalen

Zeile	Aufbau der zweischaligen Bauteile		Formel für f_0
1	Zwei biegeweiche Schalen, mit Luft mit schallabsorbierender Einlage[1) 2)]		$f_0 = \frac{85}{\sqrt{m' \cdot d}}$
2	Biegeweiche Schale vor schwerer biegesteifer Wand oder als Unterdecke unter Massivdecke, Luftschicht mit schallabsorbierender Einlage[1) 2)]		$f_0 = \frac{60}{\sqrt{m' \cdot d}}$
3	Zwei biegeweiche Schalen mit einer Dämmschicht der dynamischen Steifigkeit s', die mit beiden Schalen vollflächig verbunden ist		$f_0 = 225\sqrt{\frac{s'}{m'}}$
4	Biegeweiche Schale mit Masse m' vor schwerer biegesteifer Wand mit einer Dämmschicht der dynamischen Steifigkeit s', die mit beiden Schalen vollflächig verbunden ist, auch schwimmender Estrich auf Massivbeton		$f_0 = 160\sqrt{\frac{s'}{m'}}$

[1)] Die schallabsorbierende Einlage muss weichfedernd (dynamische Steifigkeit der Luft maßgebend) sein und einen längenspezifischen Strömungswiderstand $\Xi \geq 5$ kPa · s/m² haben (vgl. ÖNORM B 6000:2003, Tabelle A.2).

[2)] In Wänden mit verputzten Holzwolle-Dämmplatten WW gemäß ÖNORM B 6021 übernehmen die innenseitig offenporigen Holzwolle-Dämmplatten die Aufgabe des Strömungswiderstandes.

Tab. 2.7: Tabelle 4, S.10

Abstand zwischen den Wandschalen d (m) und der dynamischen Steifigkeit in MN/m^3. Das dynamisches Elastizitätsmodul in MN/m² - Prüfverfahren nach EN 29052-1[24] ist eine weitere Norm, die eine maßgebliche Konstante der Schalldämmung von Dämmstoffen bestimmt; und für den Berechnung des Trittschalls ist das auch erforderlich. Die Formelgrundlagen für die Trittschalldämmung eines Bauteiles sind in der ÖNORM EN ISO 12354-2[25] zu finden. Jedoch sind keine Trittschalldämmstoffe aus Lehm bekannt; somit ist dieses Thema nicht Teil der Arbeit. Die dynamische Steifigkeit errechnet sich aber aus dem dynamisches Elastizitätsmodul und der

[23] *ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen*, s. Anm. 22.

[24] *ÖNORM EN 29052-1:1993 04 01: Akustik - Bestimmung der dynamischen Steifigkeit - Teil 1: Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohngebäuden verwendet werden.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, Okt. 2021.

[25] *ÖNORM EN ISO 12354-2:2000 11 01: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, Nov. 2000.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Dicke. Wenn man nun die Resonanzfrequenz errechnet hat, nutzt man folgende Tabelle:
Das bewertete Luftschallverbesserungsmaß wird dann ahand der passenden Formel ermittelt

Tabelle 5 – Bewertetes Luftschallverbesserungsmaß ΔR_w durch eine Vorsatzkonstruktion in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz f_0

Resonanzfrequenz f_0 der Vorsatzschale in Hz	ΔR_w in dB
≤ 80	$35 - R_w/2$
100	$32 - R_w/2$
125	$30 - R_w/2$
160	$28 - R_w/2$
200	-1
250	-1 bis -3
315	-3 bis -5
400	-5 bis -7
500	-6 bis -9
630 bis 1600	-6 bis -10
> 1600	-3 bis -5

Anmerkung 1: Der ΔR_w-Mindestwert beträgt 0 dB für $f_0 \leq 160$, in Hz.
Anmerkung 2: Für die Zwischenresonanzfrequenzen können die Werte durch lineare Interpolation aus dem Frequenz-Logarithmus abgeleitet werden.
Anmerkung 3: R_w bezeichnet das bewertete Schalldämm-Maß der Rohwand oder der Rohdecke, in dB.

Tab. 2.8: Tabelle 5, S.11

und zum Ergebnis der Rohwand addiert (zum Beispiel: Stampflehmwand mit Vorsatzschale). Eine Stampflehmwand mit einer Rohdichte von 2000 kg/m³ hätte mit einer Dicke von 0,25m eine flächenbezogene Masse 500kg/m². Eingesetzt in die einfache Formel aus der B-Norm wäre das

$$Rw = 32,4log500 - 26db = 61db$$

Wenden wir nun den Fall 4 von der Tabelle 4 an mit einer Gipskartonplatte mit einer Dicke von 2,5cm und einer Rohdichte von 500kg/m³, ebenso eine Dämmschicht, 0,08m dick mit einer dynamischen Steifigkeit von 40 MN/m^3, lautet die Formel nun:

$$f_0 = 160\ \sqrt{40/(500 * 0,025)} = 286\ \text{Hz}$$

- somit haben wir eine Luftschalländerung von -3 bis -5 dB, damit haben wir nun ein Schalldämmmaß von 56 dB (61dB-5dB).
Die Berechnung des Schalldämmaß kann, wie man hier sieht, sehr simpel erfolgen; erforderlich ist nur die Rohdichte des Lehmbaustoffes, die leicht zu bestimmen ist. Die dynamische Steifigkeit muss man nicht selbst ermitteln; diese hängt vom gewählten Dämmmaterial und nicht vom Lehmbaustoff ab.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

2.1.7 Feuerwiderstandsklasse

2.1.7.1 Bedeutung für den Katalog

In der OIB-Richtlinie 2[26] wird definiert, welche Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden. Die Feuerwiderstandsklassen sind relevant für die Bauteile, zum Beispiel "REI 90"bezieht sich auf eine Brandschutzklassifizierung gemäß den europäischen Normen.

Es ist eine Abkürzung für *Résistance au feu*, *Intégrité* und *Étanchéité au feu*, was auf Deutsch *Feuerwiderstand*, *Integrität* und *Feuerbeständigkeit* bedeutet. Bauteile müssen einen gewisse Klasse im Falle einer bestimmten Anwendung haben; brandabschnittbildende Mauern an der Nachbargrenze müssen in der Gebäudeklasse 1 eine Klasse von REI 60 aufweisen.

2.1.7.2 Feuerwiderstandsklasse

Die ÖNORM EN 1363[27] beschreibt das grundlegende Verfahren in der Ausgabe 1, alternative und ergänzende Verfahren in Ausgabe 2, Ausgabe 3 spezifiert die Prüfofenleistung.

Es existieren zur Ermittlung der Feuerwiderstandsklasse zwei weitere Ö-Normen, die auch auf europäischer Ebene Verwendung finden; die ÖNORM EN 1364, Ausgaben 1-6, definiert die Feuerwiderstandsprüfung für nichttragende Bauteile, und die ÖNORM EN 1365, ebenso Ausgabe 1-6, definiert die Feuerwiderstandsprüfung für tragende Bauteile. Während der Prüfung wird das Bauteil einem standardisierten Feuerexpositionszyklus ausgesetzt, der bestimmte Temperatur- und Zeitprofile beinhaltet. Die Feuerwiderstandsdauer wird gemessen, indem die Zeit bestimmt wird, die das Bauteil benötigt, um verschiedene Kriterien zu erfüllen, wie zum Beispiel die Temperaturerhöhung auf der nicht der Feuerquelle zugewandten Seite des Bauteils oder das Auftreten von Rissen oder Durchbrüchen.Da die Feuerwiderstandsklasse klassifiziert und nicht berechnet wird, muss man sich an Klassifizerungen aus Normen oder Prüfzeugnisse orientieren.

Die Problematik wird auch in der Befragung von Simon Breidenbach[28] skizziert;
man solle nicht glauben, dass eine Massivholzwand mit REI90 durch eine vollflächige Verplankung mit einer Lehmbauplatte automatisch eine Verbesserung im Brandschutz erfährt; im Normalfall muss der gesamte Bauteil neu geprüft werden auf seine Feuerwiderstandsklasse und diese Prüfungen sind sehr kostspielig.

Das bedeutet, dass jeder Bauteil auf seine Feuerwiderstandsklasse geprüft werden muss, und dass minimale Änderungen am geprüften Bauteil eine neue Prüfung erfordern. Die Kosten und die erforderlichen Prüfungen werden auch als die größte Hürde[29] beschrieben im gesamten Prozess.

[26] *OIB-Richtlinie 2: Brandschutz*, s. Anm. 3.
[27] *ÖNORM EN 1363-1:2020 04 15: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Apr. 2020.
[28] Breidenbach, s. Anm. 4.
[29] Breidenbach, s. Anm. 4.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.1.7.3 Dazugehörige Brandwiderstandsklasse

Die Brandwiderstandsklassen werden nach den ÖNORM EN 13501, Ausgabe 1[30] und 2[31], ermittelt: Die Brandwiderstandsklasse ist auch laut OIB Richtlinie 2[32]gefordert - der Dämmstoff einer Wärmeverbundfassade muss in der Gebäudeklasse 4 mindestens die Brandwiderstandsklasse D besitzen. Das zu testende Bauprodukt wird gemäß den Vorschriften der EN 13501 vorbereitet. Dies kann beinhalten, dass es in der tatsächlichen Konfiguration montiert wird, wie es in einem Gebäude verwendet werden würde.Die spezifischen Prüfstandards, die für das Produkt gelten, werden gemäß der EN 13501 ausgewählt. Dies könnte beispielsweise die Bestimmung des Brandverhaltens unter Einwirkung von Hitze, Flammen, Rauchentwicklung oder Brandgasen umfassen.

Das Bauprodukt oder Bauteil wird den vorgesehenen Feuer- und Hitzebedingungen ausgesetzt, die den Bedingungen im echten Brandfall so nahe wie möglich kommen sollen. Während des Tests werden verschiedene Parameter wie Temperatur, Flammenausbreitung, Rauchentwicklung und andere relevante Faktoren überwacht. Die Ergebnisse des Tests werden analysiert, um festzustellen, ob das Bauprodukt die festgelegten Kriterien für die verschiedenen Brandwiderstandsklassen erfüllt.

Diese Klassen reichen von A1 (nicht brennbar) bis F (kein Leistungsnachweis). Basierend auf den Testergebnissen wird das Bauprodukt oder Bauteil einer bestimmten Brandwiderstandsklasse gemäß der EN 13501 zugeordnet. Da die Brandwiderstandsklasse klassifiziert und nicht berechnet wird, muss man sich an Klassifizerungen aus Normen oder Prüfzeugnisse orientieren.

[30] *ÖNORM EN 13501-1:2020 01 15: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, Jan. 2020.

[31] *ÖNORM EN 13501-2:2023 09 01: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.* Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2023.

[32] *OIB-Richtlinie 2: Brandschutz*, s. Anm. 3.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

2.2 Ökobilanzierung

2.2.0.1 Bedeutung für den Katalog

Die Miteinbeziehung der Ökobilanz dient als Vergleichsgrundlage, um die Umweltfreundlichkeit des Baustoffes Lehm im Vergleich zu herkömmlichen Materialien darzustellen. Dadurch soll der Lehm als ökologischer Baustoff in den Vordergrund rücken und bei Entscheidungen bezüglich der Umwelt zum Einsatz kommen.

2.2.0.2 Erklärung

Die Ökobilanz[33], auch als LCA (Life Cycle Assessment) bekannt, ist eine strukturierte Untersuchung der Umweltauswirkungen von Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen entlang ihres gesamten Lebenszyklus, von der Herstellung bis zur Entsorgung. Diese umfassen sämtliche Umweltauswirkungen, die während der Produktion, Nutzung und Entsorgung sowie der damit verbundenen vor- und nachgelagerten Prozesse wie der Herstellung von Rohstoffen, Hilfsstoffen und Betriebsstoffen entstehen.

Die Ökobilanz wird als Instrument für umweltorientierte Entscheidungen verwendet, um Produkte zu entwickeln und zu verbessern. Darüber hinaus findet sie Anwendung in der strategischen Planung, politischen Entscheidungsfindung und im Marketing. Die Ökobilanz ist Teil der ganzheitlichen Bilanzierung und ist nach EN ISO 14040/44[34] standardisiert.

Das grundlegende Vorgehen bei der Durchführung einer Ökobilanz umfasst einerseits die Analyse der Stoff- und Energieströme des gesamten Produktsystems einschließlich aller beteiligten Prozesse entlang seines Lebenszyklus sowie andererseits die systematische Erfassung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden sowie der entnommenen natürlichen Ressourcen, die in einer sogenannten Sachbilanz erfasst werden. Anschließend erfolgt im Rahmen der "Wirkungsabschätzung"die Bewertung potenzieller Umwelteffekte wie Treibhauseffekt, Sommersmog, Versauerung, Überdüngung usw.

Die Ökobilanz gliedert sich in vier Schritte[35]:

1. Zielsetzung und Abgrenzung (engl.: Goal and Scope) Dieser erste Schritt der Ökobilanz legt das Ziel und den Untersuchungsrahmen fest. Dies umfasst unter anderem die Definition der Systemgrenzen, die Funktion des Systems und die Anforderungen an die Qualität der Daten.

2. Bestandsaufnahme (engl.: LCI – Life Cycle Inventory) Die Bestandsaufnahme umfasst die Sammlung aller erforderlichen Daten zu den eingehenden (Ressourcen, Materialien) und ausgehenden (Emissionen, Abfälle) Stoff- und Energieströmen, die in einer Bilanz erfasst werden.

3. Bewertung der Auswirkungen (engl.: LCIA – Life Cycle Impact Assessment) Bei der Bewertung der Auswirkungen werden potenzielle Umweltwirkungen, Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Verfügbarkeit von Ressourcen mithilfe der Ergebnisse

[33] Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP. *Eine Methodik für den gesamten Lebensweg*. 2024. URL: `https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/ganzheitliche-bilanzierung/methoden-ganzheitliche-bilanzierung/oekobilanzierung.html` (besucht am 22. 03. 2024).

[34] *ÖNORM EN ISO 14040:2021 03 01: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020) (konsolidierte Fassung)*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, März 2021.

[35] Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, s. Anm. 33.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

der Bestandsaufnahme über entsprechende Charakterisierungsmodelle softwaregestützt berechnet.

4. Analyse und Interpretation der Ergebnisse (engl.: Results and Interpretation) Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme und der Bewertung der Auswirkungen werden in Bezug auf das Ziel der Ökobilanzstudie analysiert und interpretiert.

2.2.1 Die Differenzierung zwischen der Ökobilanz und dem EPD

Auch das Thema EPD (= Enviromental Product Declaration, zu Deutsch: Umweltproduktdeklaration) spielt in der Zukunft eine wichtige Rolle - jedoch wird man auf Dataholz.eu zum Beispiel keine finden. Der Befragung zufolge sind Ökobilanzen Teil einer EPD; die EPD ist nämlich die zertifizierte Version der Ökobilanz, die nur von akkredierten Instituten ausgegeben werden kann. Eine gesamte Umweltproduktdeklaration verlangt deswegen mehr Ressourcen. Eine Ökobilanz-Berechnung beinhaltet nur das Berechnungsmodell, während eine EPD ungefähr einen Dokumentation des gesamten Prozesses zwischen 50 und 70 Seiten benötigt.

Während man für die Erstellung einer Ökobilanz nur die Daten zu den verschiedenen Prozessen und eventuell ein entsprechendes Programm benötigt (vorhanden auch in Open-Source-Form), würde eine Bestellung eines EPDs ungefähr in einem Bereich von 15.000 bis 20.000 Euro kosten. Die Ökobilanz beinhaltet auch Daten, die man selber ausgibt und keiner Zertifizierung bedürfen - bei einer EPD muss immer ein externes Gutachten miteinbezogen werden.

Empfohlen wurde für diese Arbeit das Erstellen von Ökobilanzen, ebenso für die spätere Weiterentwicklung des Kataloges, da diese weniger Ressourcen verlangen[36]. Normentechnisch wäre das in Österreich die ÖNORM EN 15804:2022 02 15: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (konsolidierte Fassung)[37].

2.2.2 Erhebung der Daten für eine möglichst akkurate Beurteilung der Ökobilanz

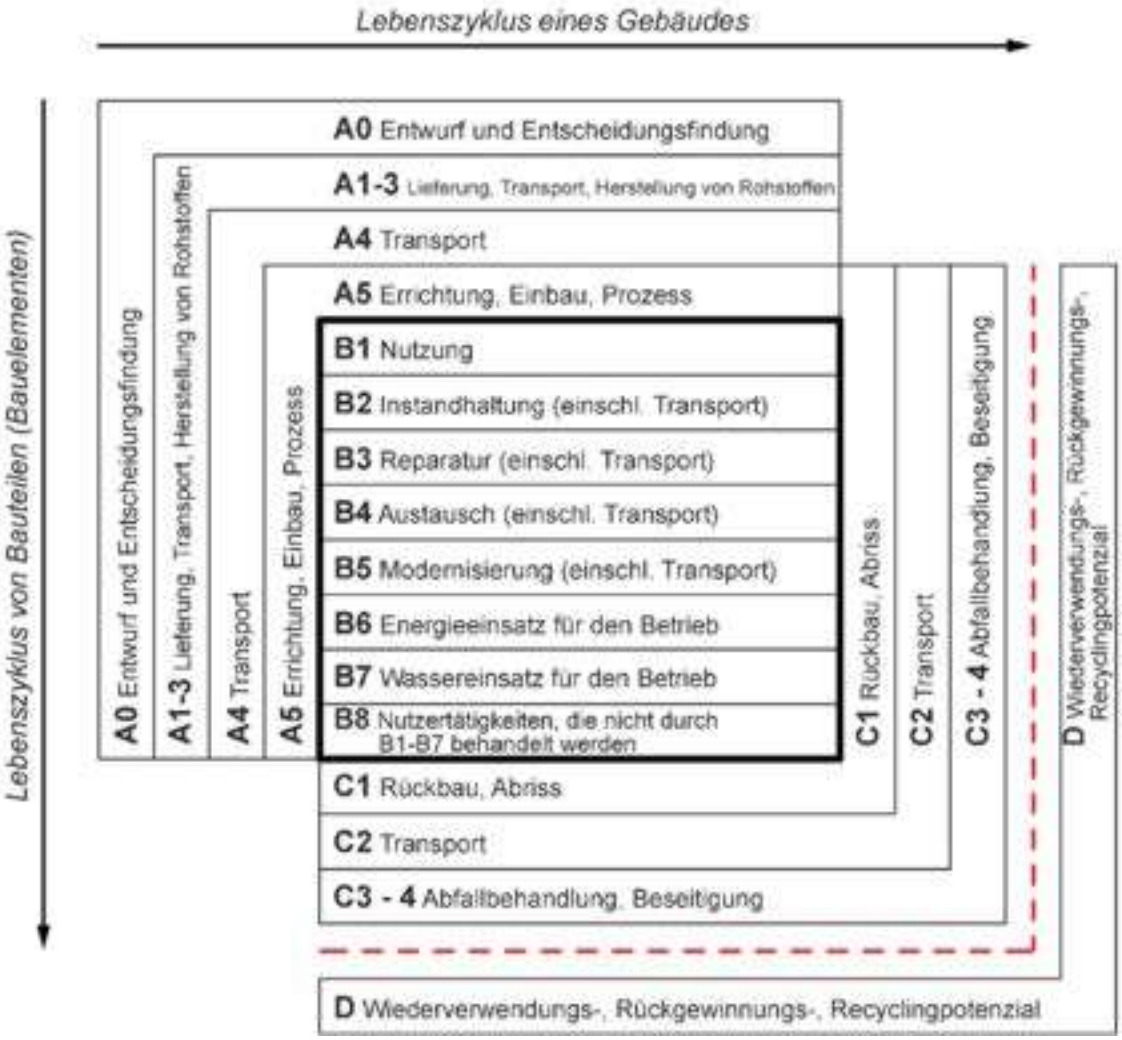
Die Ökobilanz besteht aus mehreren Phasen, A-B-C-D, mit Unterkategorien.

Eine Ökobilanz muss jetzt nicht alle Phasen beeinhalten, man kann zum Beispiel nur die Phasen A und B (Errichtung und Nutzung) berechnen und bewusst C und D (Rückbau und End-of-Livestage) ignorieren. In den Befragungen wird jedoch oft darauf verwiesen, dass eine möglichst große Abbildung der Ökobilanz mit allen Phasen am ehesten der Wirklichkeit entspricht - es gibt Hersteller, die in einer Ökobilanz nur bevorzugte Phasen berechnen[38].

[36] Stefan Albrecht. ExpertInnenbefragung. A.0.4. Jan. 2024.
[37] *ÖNORM EN 15804:2022 02 15: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (konsolidierte Fassung)*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Feb. 2022.
[38] Alfred Weninger-Vycudil. ExpertInnenbefragung. A.0.5. März 2024.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die nächste Abbildung stammt aus der ÖNORM EN 15978-1:2021 10 01: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Methodik zur Bewertung der Qualität von Gebäuden - Teil 1: Umweltqualität, Seite 31[39]. Es gibt hier den Lebenszyklus für Gebäude und für Bauteile - da ein Lehmbauteilkatalog



Tab. 2.9: Lebenszyklen von A-D, S.31

gefragt ist, folgen wir den Pfeil für Bauteile. Man sieht hier die Unterphasen von A-B-C-D, die auch in der Ökobilanz vorkommen können. Es ist auch ablesbar, welche Entitäten da eine Rolle spielen - Phase A unterliegt den Planungspersonen und den Hersteller- und Baufirmen. Phase B beschreibt Nutzertätigkeiten; hier sind NutzerInnen und BesitzerInnen im Spiel. Phase C und D sind davon geprägt, wie die BesitzerInnen mit dem Abbruch umgehen wollen, wie die Abbruchsfirma mit dem Materialien arbeitet und ebenso stellt sich auch heraus, wie sehr die Phase D von der Planung, also A0, beeinfusst wird. Diese Daten zu erheben, ist der nächste Schritt - zu folgend gibt es einige Möglichkeiten. Man kann auf eine bestehende Datenbank[40]

[39] *ÖNORM EN 15978-1:2021 10 01: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Methodik zur Bewertung der Qualität von Gebäuden - Teil 1: Umweltqualität*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Okt. 2021.
[40] Albrecht, s. Anm. 36.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

zugreifen, zum Beispiel ökobaudat.de[41] oder ecoinvent.org[42], oder die Daten selbst erheben. Für die Erhebung der Daten benötigt man ein entsprechendes Programm (zum Beispiel GaBi oder openLCA) und vorallem die mithilfe der Herstellerfirma. In derselben Befragung wird die Willigkeit der Herstellerseite als die größte Hürde beschrieben - es braucht Fachpersonal, dass sich mit den Prozessen der Firma auskennt und die Beschreibung dieser Prozesse auch bereitstellt; im Normalfall hat ein LCA-Programm genug Datensätze, um diese Prozesse mit den entsprechenden Werten auszustatten. Bevorzugt solle man zuerst den Prozess im Geiste skizzieren können - wenn man nun das anhand von der Erhebung von Lehm erklären will, müsste die Fragen so lauten:

Wie wird der Lehm ausgegraben? Ein Bagger wird eine Form von Energie benötigen, und das wird in die Bilanz miteinbezogen.
Wie wird der Lehm getrocknet oder in Form gebracht? Wenn dieser natürlich getrocknet und händisch in Form gebracht wird, kann man sich keine Emissionen erwarten.
Wie gestaltet sich der Transport des Materials zur Baustelle?
Wie erfolgt der Einbau? Wie muss der Baustoff während der Nutzung gewartet werden?
Was passiert nach dem Abbruch?
Kann man das Material wieder rückbauen und wiederverwenden?

Wenn man so methodisch vorgeht bei der Erfragung der Prozesse, kann man eine realitätsnahe Abbildung der Ökobilanz bei Baustoffen erreichen. Bei Bauteilschichten stellt sich die Frage der Trennbarkeit, beziehungsweise der verbindenen Elemente - wie einfach sind diese Schichten wieder in ihre einzelnen Komponente zu zerlegen, oder kann man die nur, sei es aufgrund von Verunreinigungen durch Putz zum Beispiel, entsorgen?

2.2.3 OI-3 und EI10-Indikator in Österreich

Der Oekoindex OI3 bewertet die ökologische Qualität aller Materialien anhand der Umweltindikatoren Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und des Bedarfs an nicht-erneuerbarer Primärenergie. Dieser Index kann für Baustoffe, Konstruktionen und ganze Gebäude berechnet werden und liefert quantitative Informationen über das Potenzial zur Klimaerwärmung, Versauerung der Umwelt und den Verbrauch nicht erneuerbarer Energieressourcen. Für die Berechnung des Oekoindex OI3 werden entweder die baubook-Richtwerte oder geeignete produktspezifische Werte aus Umweltproduktdeklarationen (EPD) verwendet. Bei den baubook-Richtwerten werden die Ökobilanzindikatoren der IBO-Richtwerte mit den bauphysikalischen Daten aus baubook kombiniert. Die Berechnung des OI3 erfolgt mithilfe verschiedener EDV-Programme wie z.B. eco2soft. Durch ein Bilanzgrenzen-Konzept (BG1 bis BG6) kann der Fokus von der thermischen Gebäudehülle (BG0) bis zur Gesamtbetrachtung des Gebäudes (BG6) gewählt werden. In Österreich werden hauptsächlich die Bezugsgrenzen BG0 bis BG3 verwendet. Ab der Bilanzgrenze BG3 werden zusätzlich die Nutzungsdauern der Bauteilschichten berücksichtigt, einschließlich der erforderlichen Sanierungs- und Instandhaltungszyklen während der Gesamtlebensdauer eines Gebäudes. Der standardisierte Betrachtungszeitraum beträgt dabei 100 Jahr[43].
Der Entsorgungsindikator (EI) wurde vom IBO entwickelt, um die Entsorgungseigenschaften von Baumaterialien auf Gebäudeebene einheitlich zu bewerten. In einer semiquantitativen Methode

[41] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. *Ökobaudat*. 2024. URL: `https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche.html` (besucht am 22. 03. 2024).
[42] ecoinvent. *Data with purpose. ecoinvent is a trusted global resource for environmental data.* 2024. URL: `https://ecoinvent.org/` (besucht am 22. 03. 2024).
[43] IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie. *Das Instrument zur ökologischen Optimierung von Gebäuden*. 2024. URL: `https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3` (besucht am 22. 03. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

wird der aktuelle Entsorgungsweg oder das mögliche Verwertungspotenzial einer Bauteilkomponente bis zum Zeitpunkt der Entsorgung auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet. Eine höhere Bewertung weist auf einen größeren Aufwand für den Rückbau und die Verwertung sowie negativere Umweltauswirkungen hin. Der Entsorgungsindikator spielt eine wichtige Rolle in den Gebäudebewertungsprogrammen klimaaktiv Bauen und Sanieren sowie Total Quality Building (TQB). Der neue EI10 repräsentiert das gewichtete Volumen aller betrachteten Bauteilkonstruktionen und Bauteilschichten, die im Gesamtlebenszyklus eines Gebäudes anfallen. Dies schließt auch Baustoffe und Bauteile ein, die während Austausch- und Erneuerungszyklen (über 100 Jahre) entsorgt werden. Die Ergebnisse des Entsorgungsindikators auf Gebäudeebene wurden um den Faktor 10 erhöht, was zur Umbenennung in EI10 führte. Die Bewertungsskala reicht nun von 10 bis 45, was eine klarere Differenzierung ermöglicht. Der neue Indikator EI10 kann zusammen mit dem Ökoindex OI3 ohne zusätzliche Datenerfassung berechnet werden, z.B. mit dem Online-Tool Eco2soft der baubook-Plattform, entweder vereinfacht für die Bilanzgrenze 1 (BG1) oder detailliert für das gesamte Gebäude in der Bilanzgrenze 3 (BG3)[44].

2.2.4 Ökobilanz oder OI3/EI-Indikator

Beide Varianten stellen die Umweltbelastung durch das Produkt dar - jedoch wird in der Arbeit die Ökobilanz vorgezogen und auf die Indikatoren verzichtet. Die Absicht sollte es sein, einen herkömmlichen Baustoff mit einen zu ersetzen, der die Umwelt weniger belastet. Das Gegenüberstellung der Zahlen soll einen Vergleich liefern, der eine Aussage tätigen kann - zum Beispiel, dass die Belastung der Umwelt durch den Baustoff 1 nur ein Fünftel des Baustoffes Y ist. Darum ersetze ich jetzt, beispielhaft, eine Gipskartonwand mit einer Lehmbauplattenwand, weil diese nicht nur diesselben Funktionen erfüllen kann, sondern ebenso im Vergleich zur Gipskartonwand eine weit niedrigere Umweltbelastung aufweisen würde. Dabei werden verschiedene Werte und Kennzahlen verwendet, um diese Auswirkungen zu quantifizieren und zu bewerten. Folgend sind die wichtigsten Punkte[45]:

Global Warming Potential (GWP): Das Global Warming Potential ist ein Maß für die Fähigkeit eines Gases, die Atmosphäre über einen bestimmten Zeitraum zu erwärmen, verglichen mit Kohlendioxid (CO2), das als Referenzgas mit einem GWP von 1 dient. Treibhausgase wie Methan und Lachgas haben ein viel höheres GWP als CO2 und tragen daher stärker zur globalen Erwärmung bei.

Versauerungspotential (AP): Das Versauerungspotential misst die Fähigkeit eines Stoffes, die Umwelt durch Säurebildung zu schädigen. Es wird oft in Bezug auf den Eintrag von sauren Stoffen wie Schwefeldioxid oder Stickstoffoxiden in die Umwelt verwendet.

Eutrophierungspotential (EP): Das Eutrophierungspotential bewertet die Auswirkungen von Nährstoffeinträgen auf aquatische Ökosysteme. Es misst die Fähigkeit eines Stoffes, die Überdüngung von Gewässern zu verursachen, die zu Algenblüten und anderen negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität führen können.

[44] IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie. *EI Entsorgungsindikator*. 2024. URL: https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ei-entsorgungsindikator (besucht am 22. 03. 2024).

[45] Michael Z. Hauschild, Ralph K. Rosenbaum und Stig Irving Olsen. *Life Cycle Assessment: Theory and Practice*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017, S. 201–263. DOI: 10.1007/978-3-319-56475-3.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wasserverbrauch: Der Wasserverbrauch misst die Menge an Wasser, die für die Herstellung eines Produkts oder die Erbringung einer Dienstleistung benötigt wird. Dies kann sowohl die direkte Verwendung von Wasser als auch die indirekte Verwendung durch den Verbrauch von Wasser in der Lieferkette umfassen.

Energieverbrauch: Der Energieverbrauch quantifiziert die Menge an Energie, die für die Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts oder einer Dienstleistung benötigt wird. Er kann in verschiedenen Einheiten gemessen werden, z. B. in Joule oder Kilowattstunden.

Abfallproduktion: Die Abfallproduktion misst die Menge an Abfall, die während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung entsteht. Dies umfasst sowohl feste als auch flüssige Abfälle sowie gefährliche Abfälle.

Im baubook kann man diese Daten auch ablesen, dort werden sie auch genauer separiert - das GWP wird in fossil und biogen aufgeteilt, und dann als total zusammengeführt. Diese Tabelle beschreibt den Datensatz für den Lehmputz[46], aus der Datenbank Ecoinvent A1.

Lehmputz 2000kg/m³

Hintergrunddatenbank Ecoinvent A1		
A1-A3 Herstellungsphase	**Richtwert**	**Einheit**
Kernindikatoren für die Umweltwirkung		
GWP-fossil Globales Erwärmungspotenzial - fossil	0,0231	kg CO2 Äq./kg
GWP-biogenic Globales Erwärmungspotenzial - biogen	-0,0270	kg CO2 Äq./kg
GWP-total Globales Erwärmungspotenzial - total	-0,00390	kg CO2 Äq./kg
ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	$2,36 \cdot 10^{-9}$	kg CFC-11 Äq./kg
AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	0,000101	kg SO2 Äq./kg
EP Eutrophierungspotenzial	$5,84 \cdot 10^{-5}$	kg PO_4^{3-} Äq./kg
POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	$1,26 \cdot 10^{-5}$	kg C_2H_4 Äq./kg
Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
PERE Erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,304	MJ/kg
PERM Erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0,00	MJ/kg
PERT Erneuerbare Primärenergie - total	0,304	MJ/kg
PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,409	MJ/kg
PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0,00	MJ/kg
PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie - total	0,409	MJ/kg
Quelle: IBO-Richtwerte 2020, ab 17.2.2023		
Anmerkung zur EPD: Ausarbeitung in 2022		

Tab. 2.10: (ClayTec. *Lehmputz Mineral 20.* 2022. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL` [besucht am 03. 04. 2024])

[46] ClayTec. *Lehmputz Mineral 20.* 2022. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL` (besucht am 03. 04. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Kapitel 3

Exemplarisches Lehmbauteil mit Datenblatt

Als Beispiel soll hier ein Bauteil berechnet und gezeigt werden, das all diese Daten abbilden kann. Die fehlenden Baustoffdaten und Prüfzertifikate werden durch Literaturquellen und Produktblättern von Herstellerfirmen ersetzt. Die Daten für die Ökobilanz werden von einer Datenbank entnommen. Die fehlenden Nachweise werden nicht nur händisch berechnet, sondern auch, wenn möglich, mit Verweise aus Prüfzertifikate hinterlegt.

3.1 Kriterien zur Auswahl der Bauteile

Um eine Datenbank mit qualitativen Lehmbauteilen zu garantieren; muss man gewisse Kriterien definieren und kann dadurch bereits zu filtern zu beginnen[1].

Eine Filtermöglichkeit sind die OIB-Richtlinien in Österreich; beispielhaft anhand der OIB-Richtlinie 5[2] wird von Gebäudetrennwänden ein Rw-Wert von 52 dB mindestens verlangt. Bei der Eintragung der Datenbank muss man nachweisen können, dass die gewählte Konstruktion des Lehmbauteils in diesem Falle auch die Anforderungen erfüllt - dasselbe gilt für Außenwände im Bereich des Wärmeschutzes und viele andere Bereiche.
Eine weitere Filterungsmethode wäre es, sich zu fragen: Welche alltägliche Baumaterialen kann ich mit äquivalenten Lehmbaustoffen ersetzen und trotzdem die geforderten Werte erreichen? Muss die tragende Wand nun aus gebrannten Ziegeln bestehen, oder kann man diese auch mit einem Lehmmauerwerk errichten? Kann ich den Zementestrich mit Lehm ersetzen?

3.2 Berechnungswerkzeug und Daten

Die bauphysikalischen Daten werden händisch in einer Ecxel-Tabelle berechnet, die Baustoffwerte werden aus Literatur oder Datenbanken bezogen. Gewisse Anforderungen sind mit Prüfzertifikaten hinterlegt. Als Alternative empfiehlt sich ArchiPhysik zur Berechnung der bauphysikalischen Daten.

[1] Sieh, s. Anm. 6.
[2] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz*, s. Anm. 4.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3 IW1 - Innenwand 1: Wohnungstrennwand mit Lehmbauplatten

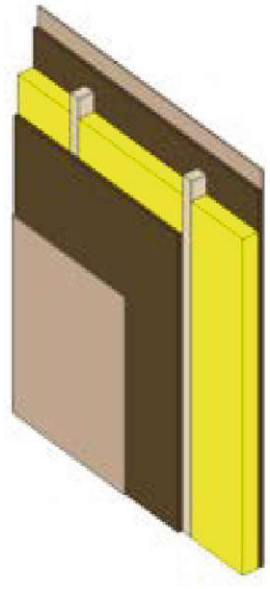


Abb. 3.1: Eigene 3D Darstellung

Das erste Bauteil soll eine nichttragende Wohnungstrennwand im Wohnbau sein. In den OIB-Richtlinien wird man Anforderungen finden; das bewerte Bau-Schalldämmmaß soll mindestens 52 dB betragen für eine Gebäudetrennwand[3].

Außerdem gehen wir davon aus, dass wir dieses Bauteil in der Gebäudeklasse 4 verwenden, deswegen muss die Wohnungstrennwand einen Feuerwiderstand von mindestens EI90 aufweisen[4].

Andere Anforderungen an eine Wohnungstrennwand sind nicht verlangt; es müssen keine Lasten getragen werden und ein Wärmeschutz ist in konditionierten Innenräumen kein Thema.

Normalerweise würde man zum Beispiel hier eine Wohnungstrennwand mit Gipskartonplatten ausführen - diese ersetzen wir nun mit einer Lehmbauplattenwand aus dem Trockenbau-Leitfaden von ClayTec[5], die angeblich diese Werte erreichen soll. Der Aufbau stammt aus der Tabelle 15, mit der Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D22:

Material	**Dicke (cm)**
Lehmputz	0,08
Lemixplatte D22	2,20
Holzständerkonstruktion 60 x 80 mm mit Jutedämmung ausgestopft	8,00
Lemixplatte D22	2,20
Lehmputz	0,08
Gesamtdicke	**14,00**

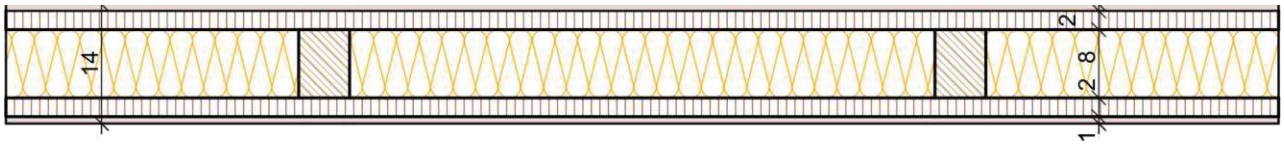


Abb. 3.2: Selbstverfasster Bauteilschnitt im Zusammenhang mit dem Aufbau

[3] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz*, s. Anm. 4.
[4] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz*, s. Anm. 4.
[5] ClayTec, *Trockenbauleitfaden*, s. Anm. 8.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Insgesamt erreichen wir eine Dicke 14,0cm. Ingesamt haben wir 4 Schichten hier: den Lehmputz, die Lemixplatte, die Holzständerkonstruktion und die Dämmung. Mit diesen Aufbau ist außerdem die Trennwand sehr schlank.Bevor das gesamte Bauteil bewertet wird, müssen die einzelnen Schichten erarbeitet werden. Die fehlenden Baustoffdaten werden bevorzugt aus baubook und Literatur bezogen, da die Selbsterarbeitung der Werte nicht möglich sind.

Lehmputz: Als Lehmputz wird das Produkt Lehmputz Mineral 20 von ClayTec[6] genommen. Dieses Produkt ist nach der DIN 18947 genormt. Wir können dem technischen Datenblatt folgenden Information entnehmen:
Rohdichte: 2000kg/m³
Wärmeleitzahl λ: 1,1 W/(mK)
Spezifische Wärmekapazität cp: 0,936 kJ/kgK
Diffusionswiderstand μ: 5/10
Baustoffklasse: A1

Lemixplatte (D22): Maßgebend bei diesem Bauteil sind die D22 Lemixplatten von ClayTec[7]. Dieses Produkt ist nach der DIN 18948 genormt. Wir können dem technischen Datenblatt folgenden Information entnehmen:
Rohdichte: 1450kg/m³
Wärmeleitzahl λ: 0,353 W/(mK)
Spezifische Wärmekapazität cp: 1,1 kJ/kgK
Diffusionswiderstand μ: 5/10
Baustoffklasse: A1

Holzständerkonstruktion: Die tragende Holzständerkonstruktion mit den Maßen 80x60cm[8].
Rohdichte: 425kg/m³
Wärmeleitzahl λ: 0,11 W/(mK)
Spezifische Wärmekapazität cp: 1,6 kJ/kgK
Diffusionswiderstand μ: -
Baustoffklasse: D

Jutedämmung: Jutedämmung als Füllung zwischen den Platten[9].
Rohdichte: 500kg/m³
Wärmeleitzahl λ: 0,17 W/(mK)
Spezifische Wärmekapazität cp: 3,35 kJ/kgK
Diffusionswiderstand μ: 2.4
Baustoffklasse: E

[6] ClayTec, *Lehmputz Mineral 20*, s. Anm. 46.
[7] ClayTec. *Lehmplatten schwer (LEMIX) D22*. 2024. URL: https://shop.claytec.at/produkt/lemix-lehmplatten-schwer/ (besucht am 03. 04. 2024).
[8] baubook. *Nutzholz (425 kg/m³) - rauh, luftgetrocknet*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL (besucht am 03. 04. 2024).
[9] baubook. *Jute*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 20. 04. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

3.3.1 Datenblatt

Wohnungstrennwand nichttragend

Lemix-Trennwand einseitig beplankt, verputzt

Daten

flächenbezogene Masse: 135,08kg/m²

Rohdichte*Dicke aller Schichten, summiert

U-Wert: 0,78 W/m²K

händische Berechnung nach ÖNORM

Rw: 52 dB

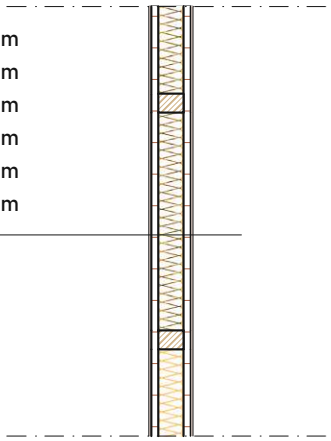
gemessen durch das IAB WEIMAR nach EN-Norm

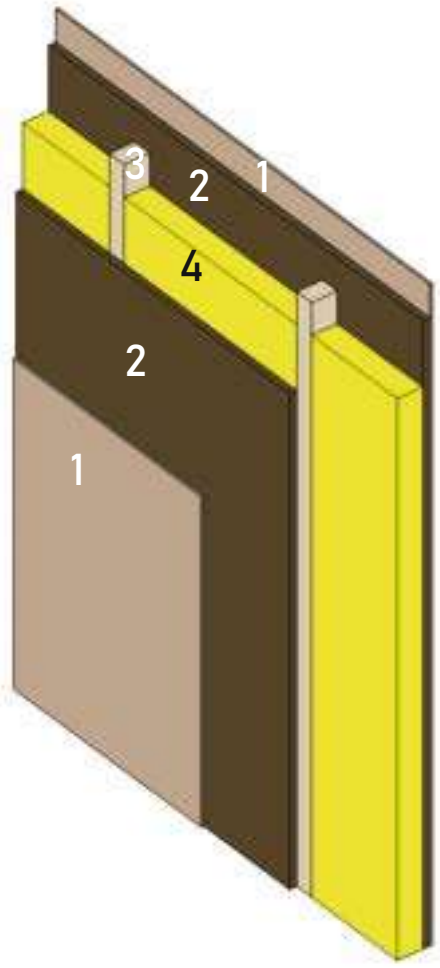
Feuerwiderstandsklasse REI 90

gemessen durch das MFPA Leipzig nach EN-Norm

Aufbau

Lehmputz getrocknet	00,80cm
Lemix-Platte	02,20cm
Jutedämmung	08,00cm
mit Holz-UK	8x6 cm
Lemix Platte	02,20cm
Lehmputz getrocknet	00,80cm





Baustoffe

1: Lehmputz Mineral 20 Rohdichte von 2000kg kg/m³, A1

Bauphysik	λ = 0,81 W/(mK)	c = 0,936kj/kgK
	μ = 10	E dyn = -MN/m²

2: LEMIX PLATTE, D22 Rohdichte von 1450kg kg/m³, A1

Bauphysik	λ = 0,353 W/(mK)	c = 1,1kj/kgK
	μ = 5/10	E dyn = -MN/m²

3: Holzständer Rohdichte von 425kg kg/m³, D

Bauphysik	λ = 0,11 W/(mK)	c = 1,6kj/kgK
	μ = -	E dyn = -MN/m²

4: Jutedämmung Rohdichte von 500kg kg/m³, E

Bauphysik	λ = 0,17 W/(mK)	c = 3,35kj/kgK
	μ = 2.4	E dyn = -MN/m²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wohnungstrennwand nichttragend

Lemix-Trennwand einseitig beplankt, verputzt

Bewertung auf Vegleichsbasis

Herkömmliche Baustoffe, die durch die Lehmbaustoffe ersetzt werden, sollen als Vergleichsbasis dienen.
Alle Daten wurden den Rohdichten angepasst (Ökowerte mit einem Faktor multipliziert.)
(hier: LEMIX - baubook: Lehmbauplatte *2,9; baubook: Gipskarton (900kg/m³)*1,61)
Die Quellen und Bewertungen müssen die gleiche Datenbasis aufweisen.

LEMIX PLATTE, D22	Vgl.	Gipskartonplatte (1450kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total	-0,0954 kg CO_2	0,294 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total	8,32 MJ/kg	5,77 MJ/kg

Lehmputz Mineral 20	Vgl.	Zementputz (2000kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total	0,0876 kg CO_2	0,178 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total	1,42 MJ/kg	1,82 MJ/kg

LEMIX PLATTE, D22

LCA	GWP-total = -0,0954kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000740 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,001659kg SO_2 eq/kg	EP = 0,001021 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,0001499 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 6,87 MJ/kg	PENRT = 8,32 MJ/kg

Lehmputz Mineral 20

LCA	GWP-total = 0,0876kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000107 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,000275kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000125 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,00003 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 0,122 MJ/kg	PENRT = 1,42 MJ/kg

Holzständer

LCA	GWP-total = -1,41 kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000112 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,00007kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000239 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,000379 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 16,8 MJ/kg	PENRT = 1,74 MJ/kg

Jute

LCA	GWP-total = 0,179kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000111 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,0159kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000108 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,000586 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 16,5 MJ/kg	PENRT = 24,1 MJ/kg

Legende

GWP total = Global Warming Potential ODP = Abbaupotenzial der Ozonschicht
AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser
EP = Eutrophierungspotenzial POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon
PERT = Erneuerbare Primärenergie total PENRT = Nicht erneuerbare Primärenergie total

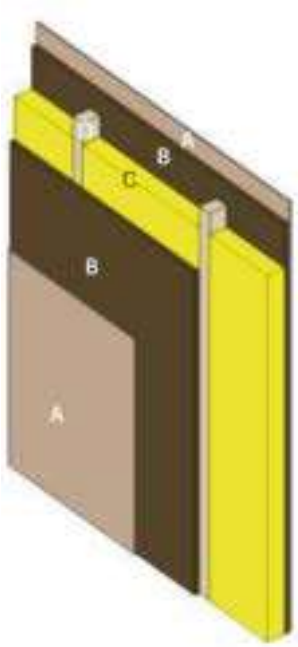
Quellen:

Die bauphysikalischen Daten wurden mit dem baubook des IBOs ergänzt, die Lemix mit den Daten der Herstellerfirma Hart Keramik AG.
Die LCA Daten stammen aus dem baubook des IBOs, Stand 2020, ecoinvent A1.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

3.3.2 Berechnung des Datenblattes

3.3.2.1 Flächenbezogene Masse



Die Berechnung der flächenbezogenen Masse kann händisch über Excel erfolgen.

Die Rohdichte wird pro Schicht mit der Dicke der Schicht multipliziert.

Im folgenden Excel-Blatt ergibt das eine flächenbezogenen Masse von 135,08kg/m² für unser gesamtes Bauteil.

	Baustoff	Dicke (m)	Rohdichte (kg/m³)	flächenbezogene Masse (kg/m²)
A	Lehmputz	0,008	2000	16
B	Lemix	0,022	1450	31,9
C	Jutedämmung	0,08	500	40
D	Holzständer*	0,08	425	34
B	Lemix	0,022	1450	31,9
A	Lehmputz	0,008	2000	16

* Die 2 Holzständer machen auf einer Länge von 1m 0,12m der Schicht aus. Somit wird die Jutedämmung mit einen Wert von 0,88 multipliziert, die Holzständer mit 0,12.

Summe	135,08

Abb. 3.3: Berechnung flächenbezogene Masse - eigene Berechnung per Excel

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3.2.2 Wärmeschutz

Die Berechnung des Wärmeschutzes, ausgedrückt durch den U-Wert, erfolgt nach EN ISO 6946[10]. Der U-Wert, auch Wärmedurchgangskoeffizient genannt, ist der Umkehrwert des Wärmedurchgangswiderstands.

Ausgedrückt heißt die Formel $U = 1/R_T$. Berechnet wird $R_T = R_{se} + R_{Schichten} + R_{se}$, wobei R_{si} der Wärmeübergangswiderstand innen [m²KW-1], R_{se} der Wärmeübergangswiderstand außen [m²KW-1] und $R_{Schichten}$ der Wärmeübergangswiderstand aller Schichten darstellt. Je niedriger der U-Wert, desto schwieriger ist es für die Wärme, durch das Bauteil nach außen zu fließen. Das R einer Schicht ergibt sich aus $R = d/\lambda$, also der Dicke der Schicht und der Wärmeleitzahl lambda. Angenommen, wir haben die folgenden Widerstandswerte:

$$R_{\text{si}} = 0{,}13\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$
$$R_1 = 0{,}5\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$
$$R_2 = 0{,}25\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$
$$R_{\text{se}} = 0{,}04\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$

Der Gesamtwärmewiderstand R_{total} berechnet sich wie folgt:

$$R_{\text{total}} = R_{\text{si}} + R_1 + R_2 + R_{\text{se}}$$
$$R_{\text{total}} = 0{,}13\,\text{m}^2\,\text{K/W} + 0{,}5\,\text{m}^2\,\text{K/W} + 0{,}25\,\text{m}^2\,\text{K/W} + 0{,}04\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$
$$R_{\text{total}} = 0{,}92\,\text{m}^2\,\text{K/W}$$

Nun kann der U-Wert berechnet werden:

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}}}$$
$$U = \frac{1}{0{,}92\,\text{m}^2\,\text{K/W}}$$
$$U \approx 1{,}09\,\text{W K/m}^2$$

Diese Berechnung gilt für Baustoffe mit homogenen Schichten, Baustoffe mit inhomogenen Schichten (hier: Die Dämmungsschicht mit den Holzständern) werden anders berechnet - der Wärmedurchgangswiderstand wird durch eine obere und eine untere Grenze festgelegt. Diese zwei Grenzwerte werden dann addiert und durch 2 dividiert.

Im folgenden Ecxel-Blatt wird der Rechenprozess schrittweise aufgezeigt - das Blatt ergibt den mittleren U-Wert: **0,78** $Wm^{-2}K^{-1}$.

Zu erwähnen: Bei der Berechnung wurde der Wärmeübergangswiderstand für innen an beide Seiten angenommen, da dieses Bauteil ein Innenbauteil ist.

[10] *ÖNORM EN ISO 6946:2023 12 15: Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017, korrigierte Fassung 2021-12)*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Dez. 2023.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

	Baustoff	Dicke (m)	λ [W/(mK)]	R - Abschnitt 1 und 2
	Rsi (innen)			0,13
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
C	Jutedämmung	0,08	0,17	0,470588235
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
			Summe 1	**0,869779582**
	Rsi (innen)			0,13
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
D	Holzständer	0,08	0,11	0,727272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
	Der Grenzwert ergibt sich aus 0.94/ Summe 1+0.06/Summe 2(Teilflächen).		**Summe 2**	**1,126464074**
			Oberer Grenzwert	**1,133997594**
C	Jutedämmung	0,08	0,0356	2,247191011
			Summe 1	**2,247191011**
D	Holzständer	0,08	0,11	0,727272727
			Summe 2	**0,727272727**
	Ergibt sich aus 0.94/ Summe 1+0.06/Summe 2(Teilflächen).		**Summe1+2**	**0,5008**
	Rsi (innen)			0,13
	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
	Summe1+2	1	0,5008	1,996805112
	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
	Zum Abschluss werden oberer und unterer Grenzwert addiert und durch 2 geteilt.		**Unterer Grenzwert**	**0,417362887**
			Mittlerer U-Wert	**0,77568024**

Abb. 3.4: Gesamter Rechenprozess - eigene Berechnung per Excel

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3.2.3 Schallschutz

Zuallerst wurde für diese Konstruktion der entsprechende Nachweis erbracht und somit exisitert

Lemix
Die Marken-Lehmplatte

Nachweise LEMIX Lehmplatten Brandverhalten / Feuerwiderstand / Schallschutz

Bauteil	Brandverhalten		Feuerwiderstand		Schallschutz	
	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis
Lehmplatte	A1	KB-Hoch 171381 Prüfinstitut Hoch vom 13.12.17	/	/	/	/
Lehmplatten vertikal 2 x 16 mm	/	/	F30	GS 3.2/18-282-1 MFPA Leipzig vom 27.08.2018	/	/
Trennwand Holzständer 60 x 60mm Jutedämmung 60mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI45 (F30)	PB 3.2/16-288-3 MFPA Leipzig vom 02.10.2017		
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI90 (F90)	PB 3.2/18-288-1 MFPA Leipzig vom 14.01.2019	52 dB	PB 1725 IAB Weimar vom 20.04.2017
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 16mm doppellagig	/	/	EI120 (F120)	PB 3.2/18-111-1 MFPA Leipzig vom 31.05.2018	56 dB	PB 1872-rep01 IAB Weimar vom 08.08.2018
Trennwand zweischalig Holzständer doppelreihig 60 x 60mm Holzweichfaserdämmung je 40mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI60 (F60)	PB 3.2/20-326-2 MFPA Leipzig vom 28.10.2021	65 dB	PB 0147-21 IAB Weimar vom 22.12.2021

Stand 01/22

Abb. 3.5: Zeile: Trennwand, Holzständer 80x60mm, Jutedämmung 80mm, Beidseitig LEMIX 22mm, Anhang A.0.9

In der Zeile: Trennwand, Holzständer 80x60mm, Jutedämmung 80mm, Beidseitig LEMIX 22mm, kann man eine Schalldämmung von 52 dB ablesen, festgestellt vom IAB Weimar [11]. Damit haben wir ein Schalldämmmaß, das den OIB-Anforderungen[12] für eine Gebäudetrennwand entspricht.

[11] Lemix Nachweisblatt, siehe A.0.9
[12] *OIB-Richtlinie 5: Schallschutz*, s. Anm. 4.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Nochmal errechnen kann man auch das bewerte Schalldämmmaß mit ArchiPhysik [13], händisch übersetzt in diese Tabelle. Berücksichtigt werden hier die Lemixplatten als biegeweiche Schalen mit deren Massen und die Jutedämmung als Dämmschicht - vollflächig miteiander verbunden. Man kann erkennen, welche Tabellen der ÖNORM B 81154:2003[14] (dieselben Tabellen im Abschnitt Baustoffe/Schalldämmung) verwendet wurden und welche Formeln.

Baustoffschichten

Bezeichnung	d (m)	Dichte (kg/m^3)	Flächengewicht (kg/m^2)	dyn. Steifigkeit (MN/m^3)	dyn. E-Modul (MN/m^2)
Lehmputz	0,0080	2000,0	16,00		
Lemix	0,0220	1450,0	31,90		
Jute DS	0,0800	500,0	40,00	0,35	4,38
Lemix	0,0220	1450,0	31,90		
Lehmputz	0,0080	2000,0	16,00		

Tab. 3.1: Baustoffschichten und ihre Eigenschaften - eigene Tabelle

Konstruktionsaufbau und Berechnung

Dicke des Bauteils (m) 0,1400
Flächenbezogene Masse m' des Bauteils (kg/m^2) 103,80
Flächenbezogene Masse m' der biegeweichen Schale (kg/m^2) 31,90
bewertetes Schalldämm-Maß
gemäß ÖNORM B 8115-4:2003 und gemäß ON EN 12354-2:2000
mehrschaliger Bauteil - zwei biegeweiche Schalen
vollflächig über Dämmschicht verbunden ja
Resonanzfrequenz (Hz) 83,8
ÖN B 8115-4:2003, Tabelle 4
bewertetes Luftschallverbesserungsmaß (dB) 14,8
ÖN B 8115-4:2003, Tabelle 5
bewert. Schalldämm-Maß der Masseschicht R_w 39,3
$R_w = 32{,}4 \cdot \log(m_1') - 26$
Gesamtes bewert. Schalldämm-Maß $R_{w,ges}$ (dB) 54,1
$R_{w,ges} = R_w + R_w$

Für die Jutedämmung musste in der dynanmischen Steifigkeit eine Annahme getroffen werden, da keine Daten existierten. Dieses Beispiel dient nur der Darstellung, der Nachweis wurde schon vom IAB Weimar erbracht.

[13] ArchiPhysik Berechnungsblatt, siehe A.0.10
[14] *ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen*, s. Anm. 22.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3.2.4 Brandschutz

Da dieses Bauteil kein gängiges System ist, wird man auch keine Klassifizierung, wie es für Standardbauteile üblich ist, finden - deswegen muss man sich auf Prüfzertifikate verlassen. Für den Brandschutz im Gebäudewesen in Österreich benötigen wir zwei Daten[15]: die Brandschutz- beziehungsweise die Baustoffklasse der Baustoffe und die Feuerwiderstandsprüfung. Der Lehmputz und die Lemix-Platte besitzen eine Brandschutzklasse von A1, während die Ständerkonstruktion Klasse D und die Jute Klasse E aufweist. Die gesamte Konstruktion reicht laut den Trockenbau-

Lemix
Die Marken-Lehmplatte

Nachweise LEMIX Lehmplatten Brandverhalten / Feuerwiderstand / Schallschutz

Bauteil	Brandverhalten		Feuerwiderstand		Schallschutz	
	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis
Lehmplatte	A1	KB-Hoch 171381 Prüfinstitut Hoch vom 13.12.17	/	/	/	/
Lehmplatten vertikal 2 x 16 mm	/	/	F30	G5 3.2/18-282-1 MFPA Leipzig vom 27.08.2018	/	/
Trennwand Holzständer 60 x 60mm Jutedämmung 60mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI45 (F30)	PB 3.2/16-288-3 MFPA Leipzig vom 02.10.2017		
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI90 (F90)	PB 3.2/18-288-1 MFPA Leipzig vom 14.01.2019	52 dB	PB 1725 IAB Weimar vom 20.04.2017
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 16mm doppellagig	/	/	EI120 (F120)	PB 3.2/18-111-1 MFPA Leipzig vom 31.05.2018	56 dB	PB 1872-rep01 IAB Weimar vom 08.08.2018
Trennwand zweischalig Holzständer doppelreihig 60 x 60mm Holzweichfaserdämmung je 40mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI60 (F60)	PB 3.2/20-326-2 MFPA Leipzig vom 28.10.2021	65 dB	PB 0147-21 IAB Weimar vom 22.12.2021

Stand 01/22

Abb. 3.6: Zeile: Trennwand, Holzständer 80x60mm, Jutedämmung 80mm, Beidseitig LEMIX 22mm Anhang A.0.9

Ein Nachweis wurde vom MFPA Leipzig erbracht [17].

[15] *OIB-Richtlinie 2: Brandschutz*, s. Anm. 3.
[16] ClayTec, *Trockenbauleitfaden*, s. Anm. 8.
[17] Lemix Nachweisblatt A.0.9

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Prüfinstitut Hoch
Lerchenweg 1
D-97650 Fladungen
Tel.: 09778-7480-200
hoch.fladungen@t-online.de www.brandverhalten.de

Hoch Fladungen

Prüfinstitut für das Brandverhalten von Bauprodukten, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hoch
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

KLASSIFIZIERUNGSBERICHT
CLASSIFICATION REPORT
KB-Hoch-171381

Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1[1]
Reaction to fire classification according to DIN EN 13501-1

Auftraggeber *applicant*	**HART KERAMIK AG** Mitterteicher Straße 6 D-95652 Waldsassen
Bezeichnung des Prüfmaterials *name of the material*	**„HART Lehmbauplatte / Lemix 2.0"** mit einer Dicke von 16 - 22mm / *with a thickness of 16 - 22 mm*
Beschreibung des Bauproduktes *description of the building material*	Lehmbauplatte, einseitig kaschiert mit einem Jutegewebe *loam panel, laminated on one side with jute mesh*
Klassifizierung *classification*	**A1**
Geltungsdauer *validity*	**31.12.2022** (vgl. 5.1 / *cf. 5.1*)

Dieser Bericht umfasst 6 Seiten. / *The report includes 6 pages.*

Dieser Bericht ist zweisprachig. Für rechtliche Belange gilt nur der deutsche Wortlaut.
This report has been issued bilingually. For legal interests only the German original version is valid.

[1] DIN EN 13501-1 (01-2010)

Mitglied der EGOLF
notified body no.: 1508

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

DAkkS

Abb. 3.7: Brandklasse Lemix - Zertifikat - Klassifizierung A1 Anhang A.0.11

Ein Nachweis für die Brandklasse A1 wurde vom Prüfinstitut Hoch erbracht[18].

[18] Lemix Brandklasse, siehe A.0.11

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3.2.5 Ökobilanz

Die Daten für die Ökobilanz werden aus den gleich zitierten Quellen der Baustoffe (in diesem Falle baubook) bezogen. Als Grundlage gilt die Hintergrunddatenbank ecoinvent A1, Datenstand 2020.

Alle Baustoffe werden auf dieser Datenbank basieren, damit die Vergleichsbasis kongruent bleibt. Verglichen wird die Lemix-Platte mit der Gipskartonplatte (900 kg/m³)[19] und der Lehmputz[20] mit dem Zementputz[21].

Da Lehm- und Zementputz die gleiche Rohstoffdichte, Datenbanken und Phasen haben, kann man deren Werte eins zu eins vergleichen.

Bei der Lemix-Platte gibt es keine Daten - hier wird das baubook mit dem Lehmbauplatteneintrag zitiert[22]. **Da die Lemix-Platte eine Rohdichte von 1450kg/m³ und der Datenbankeintrag nur 500kg/m³ besitzt, wird man die Werte des Eintrages mit dem Faktor 2,9 multiplizieren müssen für das Datenblatt. Die Gipskartonplatte hat eine Masse von 900kg/m³, deren Werte werden mit einem Faktor von 1,61 multipliziert. Die Ergebnisse werden am Datenblatt abgebildet.**

Im Datenblatt selbst werden auch die GWP und PENRT ohne ihre Unterkategorien dargestellt, um die Darstellung im Datenblatt simpler zu halten. Es werden die Baustoffe verglichen, um bildlich darzustellen, welche Einsparungen an Emissionen mit der Auswechslung bestimmter Baustoffe möglich wären.

Alle Daten wurden den Rohdichten angepasst (Ökowerte mit einem Faktor multipliziert.) - (hier: LEMIX - baubook: Lehmbauplatte *2,9; baubook: Gipskarton (900kg/m³)*1,61) Die Quellen und Bewertungen müssen die gleiche Datenbasis aufweisen.

LEMIX PLATTE, D22 Vgl. Gipskartonplatte (1450kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total -0,0954 kg CO_2 < 0,294 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total 8,32 MJ/kg > 5,77 MJ/kg

Lehmputz Mineral 20 Vgl. Zementputz (2000kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total 0,0876 kg CO_2 < 0,178 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total 1,42 MJ/kg < 1,82 MJ/kg

Man sieht, dass die Lehmbaustoffe bei den Emissionen niedrigerer Belastungen als herkömmliche Baustoffe verursachen.
Nachfolgend sind die Ökobilanzdaten tabelliert.

[19] baubook. *Gipskartonplatte (900 kg/m³)*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 28. 04. 2024).
[20] ClayTec, *Lehmputz Mineral 20*, s. Anm. 46.
[21] baubook. *Zementputz*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 28. 04. 2024).
[22] baubook. *Lehmbauplatte*. 2024. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=lY18y (besucht am 03. 04. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Lehmputz 2000kg/m³

Hintergrunddatenbank Ecoinvent A1		
Indikator	**Richtwert**	**Einheit**
Kernindikatoren für die Umweltwirkung		
GWP-fossil Globales Erwärmungspotenzial - fossil	0,0231	kg CO2 Äq./kg
GWP-biogenic Globales Erwärmungspotenzial - biogen	-0,0270	kg CO2 Äq./kg
GWP-total Globales Erwärmungspotenzial - total	-0,00390	kg CO2 Äq./kg
ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	$2,36 \cdot 10^{-9}$	kg CFC-11 Äq./kg
AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	0,000101	kg SO2 Äq./kg
EP Eutrophierungspotenzial	$5,84 \cdot 10^{-5}$	kg PO_4^{3-} Äq./kg
POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	$1,26 \cdot 10^{-5}$	kg C_2H_4 Äq./kg
Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
PERE Erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,304	MJ/kg
PERM Erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0,00	MJ/kg
PERT Erneuerbare Primärenergie - total	0,304	MJ/kg
PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,409	MJ/kg
PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0,00	MJ/kg
PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie - total	0,409	MJ/kg
Quelle: IBO-Richtwerte 2020, ab 17.2.2023		
Anmerkung zur EPD: Ausarbeitung in 2022		

Tab. 3.2: (ClayTec. *Lehmputz Mineral 20*. 2022. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL` [besucht am 03. 04. 2024])

Zementputz 2000kg/m³

Bauökologische Kennwerte: Hintergrunddatenbank Ecoinvent A1		
Indikator	**Richtw.**	**Einheit**
Kernindikatoren für die Umweltwirkung		
GWP-fossil Globales Erwärmungspotenzial - fossil	0,179	kg CO2 Äq./kg
GWP-biogenic Globales Erwärmungspotenzial - biogen	-0,001	kg CO2 Äq./kg
GWP-total Globales Erwärmungspotenzial - total	0,178	kg CO2 Äq./kg
ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	$1,04 \cdot 10^{-8}$	kg CFC-11 Äq./kg
AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	0,000385	kg SO2 Äq./kg
EP Eutrophierungspotenzial	0,000188	kg PO_4^{3-} Äq./kg
POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	$6,05 \cdot 10^{-5}$	kg C_2H_4 Äq./kg
Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
PERE Erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,0642	MJ/kg
PERM Erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PERT Erneuerbare Primärenergie - total	0,0642	MJ/kg
PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	1,82	MJ/kg
PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie - total	1,82	MJ/kg

Tab. 3.3: (baubook. *Zementputz*. 2022. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC` [besucht am 28. 04. 2024])

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Lehmbauplatte 500kg/m³

Bauökologische Kennwerte: Hintergrunddatenbank Ecoinvent A1		
Indikator	**Richtw.**	**Einheit**
Kernindikatoren für die Umweltwirkung		
GWP-fossil Globales Erwärmungspotenzial - fossil	0,185	kg CO2 Äq./kg
GWP-biogenic Globales Erwärmungspotenzial - biogen	-0,218	kg CO2 Äq./kg
GWP-total Globales Erwärmungspotenzial - total	-0,0329	kg CO2 Äq./kg
ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	$2,55 \cdot 10^{-8}$	kg CFC-11 Äq./kg
AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	0,000572	kg SO2 Äq./kg
EP Eutrophierungspotenzial	0,000352	kg PO_4^{3-} Äq./kg
POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	$5,17 \cdot 10^{-5}$	kg C_2H_4 Äq./kg
Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
PERE Erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	2,37	MJ/kg
PERM Erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PERT Erneuerbare Primärenergie - total	2,37	MJ/kg
PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	2,89	MJ/kg
PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie - total	2,89	MJ/kg

Tab. 3.4: (baubook. *Lehmbauplatte*. 2024. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=lY18y` [besucht am 03. 04. 2024])

Gipskartonplatte 900kg/m³

Bauökologische Kennwerte: Hintergrunddatenbank Ecoinvent A1		
Indikator	**Richtw.**	**Einheit**
Kernindikatoren für die Umweltwirkung		
GWP-fossil Globales Erwärmungspotenzial - fossil	0,213	kg CO2 Äq./kg
GWP-biogenic Globales Erwärmungspotenzial - biogen	-0,032	kg CO2 Äq./kg
GWP-total Globales Erwärmungspotenzial - total	0,181	kg CO2 Äq./kg
ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	$2,5 \cdot 10^{-8}$	kg CFC-11 Äq./kg
AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	0,000472	kg SO2 Äq./kg
EP Eutrophierungspotenzial	0,000205	kg PO_4^{3-} Äq./kg
POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	$5,71 \cdot 10^{-5}$	kg C_2H_4 Äq./kg
Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
PERE Erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	0,203	MJ/kg
PERM Erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PERT Erneuerbare Primärenergie - total	0,203	MJ/kg
PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie - als Energieträger	3,58	MJ/kg
PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie - als Rohstoff	0	MJ/kg
PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie - total	3,58	MJ/kg

Tab. 3.5: (baubook. *Gipskartonplatte (900 kg/m³)*. 2022. URL: `https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC` [besucht am 28. 04. 2024])

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie man an der Grafik sehen kann, sind hier die Werte abgebildet, die von Ecoinvent kommen. Als Vergleichsgrundlage wird GWP-total und PENRT genommen - GWP beschreibt die potenzielle Erwärmung und PENRT die nicht erneuerbare Primärenergie, die zum Einsatz kommt. Die ecoinvent-Datenbank wird hier aus zwei Gründen genommen - einerseits nimmt bereits das IBO diese Daten für ihre Berechnungen her und validiert somit diese, ebenso wird diese Datenbank auch als *Sehr gut und verlässlich* empfunden[23],[24].

Natürlich stellt sich hier die Frage - woher kommen diese Daten von der ecoinvent Datenbank? Einerseits kann man auf der Datenbank selbst, zum Beispiel für den Lehmputz[25], selbst die allgemeine Beschreibung durchlesen.

Aus der Beschreibung kann man herauslesen, dass ecoinvent hier nur die Herstellung, Transport und Errichtung miteinbezieht - also nach Abb. 2.15 wären das die Phasen A1 bis A3 (und folgeweise auch natürlich für die anderen Baustofffe wie z.B. den Zementputz). Ecoinvent stellt aber auch Beispielblätter zur Verfügung, wo man deren Auflistung von LCA-Daten nachverfolgen kann.

Anhand des Mähdreschers-Beispiel[26] kann man eine Geographie erkennen, den beschriebenen Prozess - das Mähdreschen eines gesamten Hektars - und die getätigten Berechnungen und Annahmen. Man kann dabei sehen, dasss die Ökobilanz von Maschinenteilen miteinberechnet wurden, sowie auch der Treibstoff, der benötigt wird. Die einzelnen Komponente werden aufgelistet und allesamt mit Datensätzen bewertet.

[23] Albrecht, s. Anm. 36.
[24] Weninger-Vycudil, s. Anm. 38.
[25] ecoinvent. *clay plaster production.* 2024. URL: https://ecoquery.ecoinvent.org/3.10/cutoff/dataset/7630/documentation (besucht am 22. 03. 2024).
[26] ecoinvent. *combine harvester, example datasheet.* 2024. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://19913970.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/19913970/Knowledge%20Base/Getting%20started/Step-by-Step%20Guide/combine-harvesting_CH_2021_Allocation-EN-15804.pdf (besucht am 28. 04. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

3.3.3 Konstruktionsdetails

Konstruktive Details bezüglich Anschlüsse und Aufbau helfen PlanerInnen und Ausführenden, die das Bauteil bisher noch nicht verwendet haben. Alle Details hier basieren auf den Trockenbau-Leitfaden von ClayTec[27], aufbauend auf die bestimmte Trockenbauwand mit Holzständerkonstruktion.

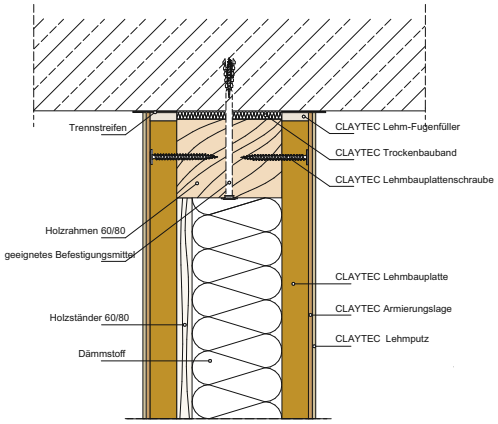
Diese Details werden in Verbindung mit dem Lehmbauplatten empfohlen und auch in der Befragung selbst verweist Breidenbach darauf, dass das Ausgeben von Daten und Details, die nicht korrekt sind, höchst fahrlässig (besonders für die Firma ist) ist und somit eine gewisse Qualität gesichert ist[28]. In den folgenden Seiten werden Decken-, Wand-, Tür- und Eckanschlüsse im Maßstab 1:10 dargestellt.

[27] ClayTec, *Trockenbauleitfaden*, s. Anm. 8.
[28] Breidenbach, s. Anm. 4.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

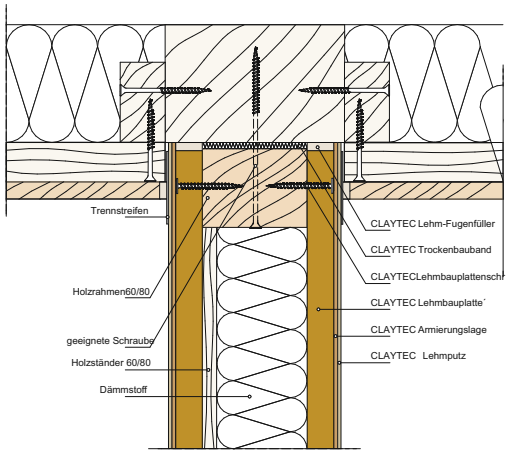
ARCHICAD BILDUNGSVERSION

Holzkonstruktion
Anschluss an Massivdecke



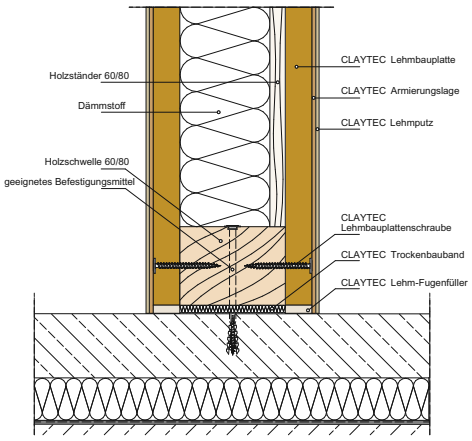
© ClayTec | Abb. 9

Holzkonstruktion
Anschluss an Holzbalkendecke



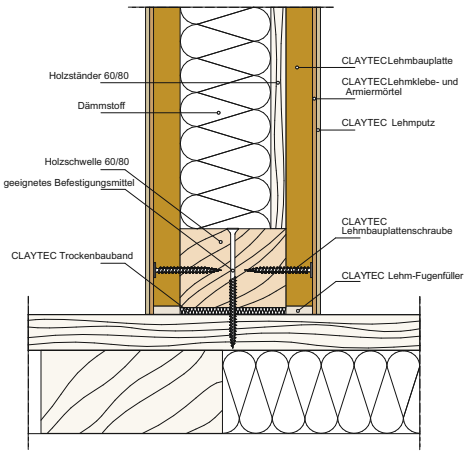
© ClayTec | Abb. 10

Holzkonstruktion
Anschluss an Massivboden



© ClayTec | Abb. 11

Holzkonstruktion
Anschluss an Holzbalkenboden



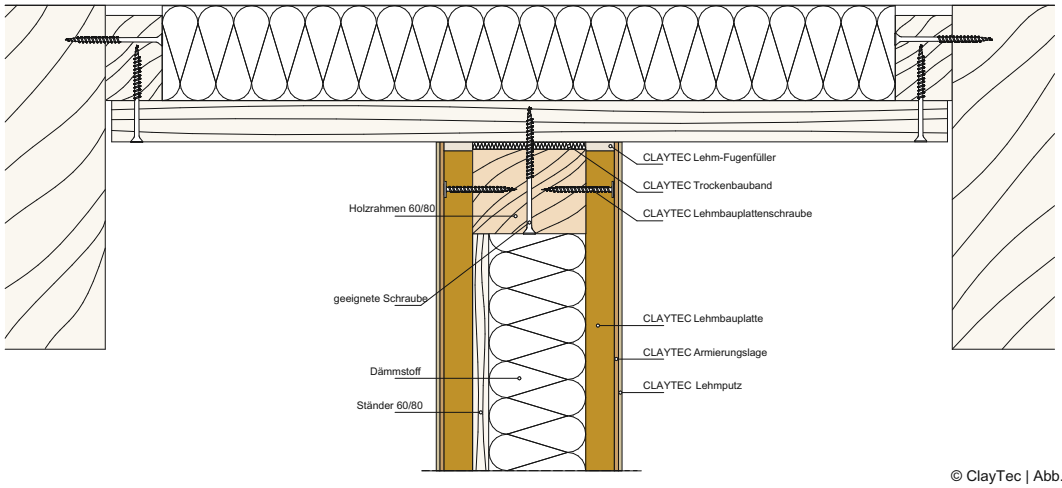
© ClayTec | Abb. 12

Abb. 3.8: Deckenanschlüsse 1, S.13-17

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

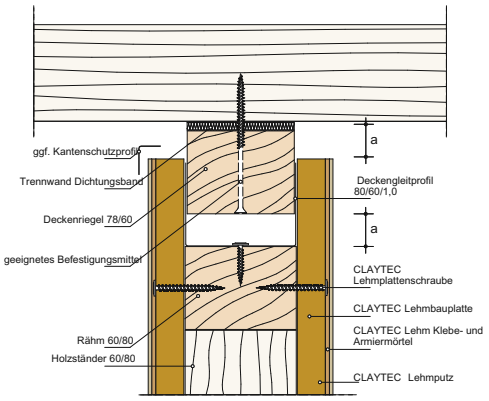
ARCHICAD BILDUNGSVERSION

Holzkonstruktion Anschluss an Decke, Holzbalken sichtbar



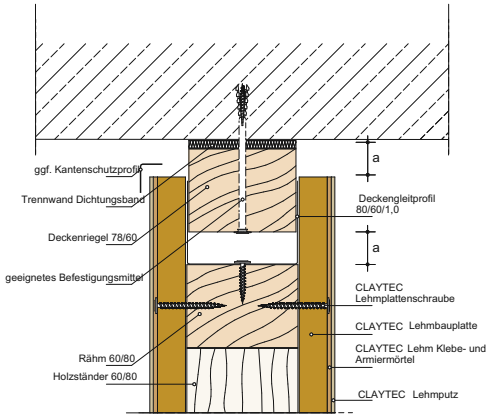
© ClayTec | Abb. 13

Holzkonstruktion
Anschluss an Massivdecke, gleitend, Holz



© ClayTec | Abb. 14

Holzkonstruktion
Anschluss an Massivdecke, gleitend, UA-Profil



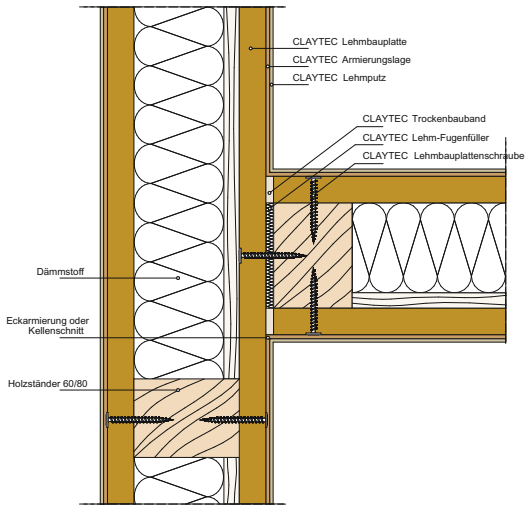
© ClayTec | Abb. 15

Abb. 3.9: Deckenanschlüsse 2, S.13-17

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

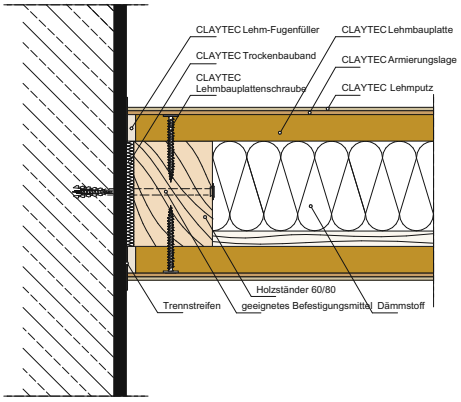
ARCHICAD BILDUNGSVERSION

Holzkonstruktion
Anschluss an Trockenbauwand



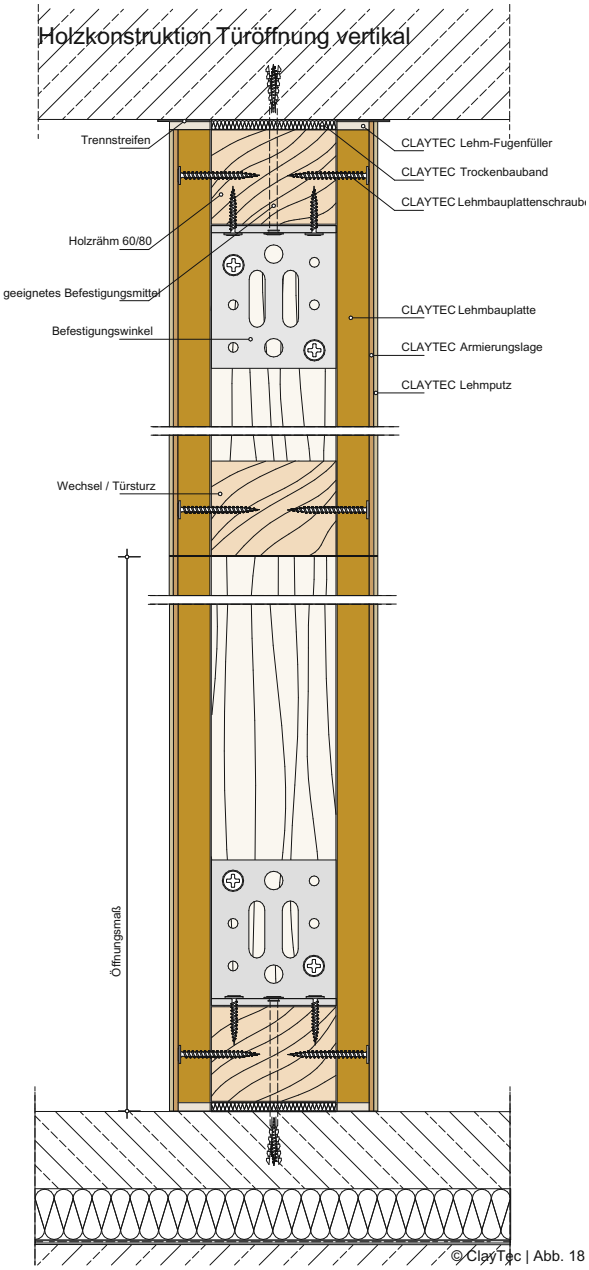
© ClayTec | Abb.8

Holzkonstruktion
Anschluss an Massivwand



© ClayTec | Abb. 7

Holzkonstruktion Türöffnung vertikal



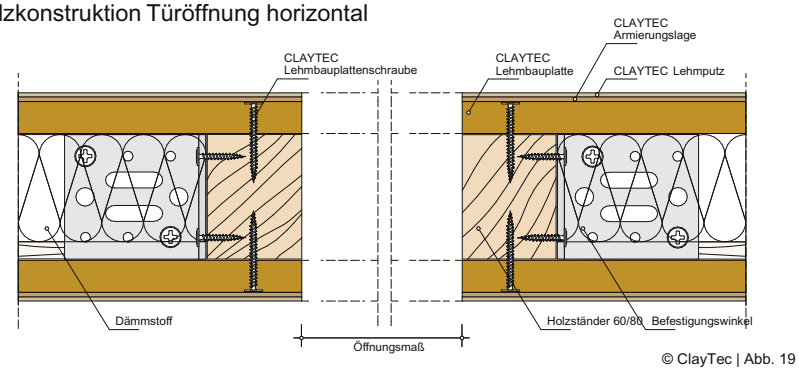
© ClayTec | Abb. 18

Abb. 3.10: Wandanschlüsse, S.13-17

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

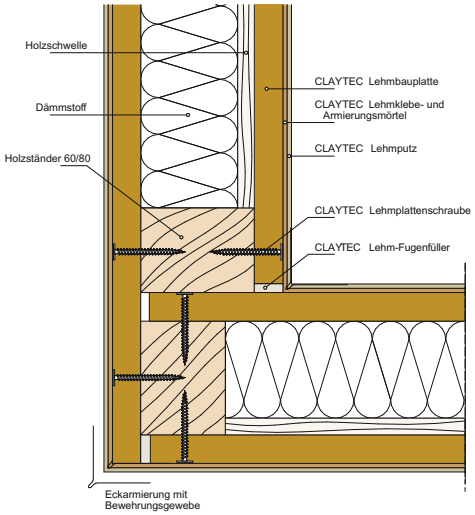
ARCHICAD BILDUNGSVERSION

Holzkonstruktion Türöffnung horizontal



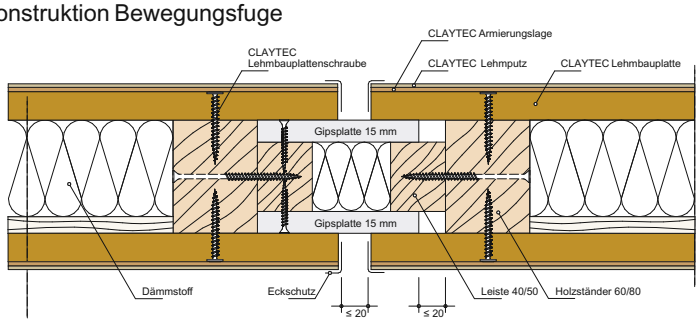
© ClayTec | Abb. 19

Holzkonstruktion Eckanschluss



© ClayTec | Abb. 16

Holzkonstruktion Bewegungsfuge



© ClayTec | Abb. 17

Abb. 3.11: Tür- und Eckanschlüsse, S.13-17

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Kapitel 4

Conclusio

Eine Entwicklung eines Bauteilkataloges für Lehmbauteile ist grundsätzlich möglich; jedoch sind einige Informationen zu Bauteilen und -stoffe aus dem Bereich Lehmbau spärlich. Ein gesamtes Bauteil wie die IW1 mit der Lemixplatte mit allen Daten und Prüfzertifikaten zu erstellen bedarf alleinig vieler Recherche und Kontaktaufnahmen mit entsprechenden Personen - trotzdem war es das Bauteil mit der größten Masse an Informationen. Man kann anhand dem Lehmbauteil erkennen, was möglich wäre, wenn die dementsprechenden Grundlagen bezüglich Normen und Wissen vorhanden wären. Lehmbaustoffe können klassische Baustoffe, wie zum Beispiel Gipskarton, ersetzen und somit eine bauliche Alternative bieten, die in der Bewertung der Ökologie wesentlich besser abschneidet. Eine Online-Datenbank wie Dataholz ist machbar, wenn man die Ressourcen, die damals Dataholz zugestanden bekam, auch besitzen würde. Ebenso könnte man die Datenblätter und Information der Bauteile in andere Bau-Datenbanken eintragen.

Verglichen mit der Entstehungsgeschichte[1] von Dataholz gibt es einige Parallelen, aber auch Unterschiede. Der grundsätzliche Eindruck, dass das Wissen über den Lehmbau nur inkongruent, zersplittert und stellenweise inkorrekt existiert, war auch in der Entstehungsgeschichte von Dataholz ähnlich. Jedoch wies der Holzbau sämtliche Produktnormen und einen gewissen Bekanntheitsgrad vor der Erstellung der Datenbank auf. Die Messung aller Daten wurden von akkreditierten Prüfinstituten durchgeführt - eine Vorgehensweise, die natürlich auch im Lehmbau möglich wäre. Im Hintergrund stand aber der Fachverband der Holzindustrie Österreichs, der den Forschungsauftrag gegeben hat. Hier hat eine Interessenvertretung die Geldmittel bereitgestellt - eine ähnliche Situation wäre auch für diesen Katalog wünschenswert.

4.1 Grenzen der Diplomarbeit

Die größte Hürde ist nun mal der Mangel an Normen, die die Lehmbaustoffe definieren - und worauf die Prüfzertifikate für die bestimmten Bereiche (zum Beispiel Feuerwiderstandsklasse) aufbauen würden. Solange es in Österreich oder auf Europa-Basis es keine Lehmbau-Norm gibt, worauf diese Zertifikate basieren könnte, kann man diese Werte und Zertifikate nicht für gültig erklären.

Die nächste Hürde ist die mangelhafte Wissensbasis im Lehmbau - gesamte Lehmbauteile, besonders zeitgenössische, sind kaum auffindbar; und Literatur oder Zertifikate, die die Werte der einzelnen Lehmbaustoffe beschreiben, sind sehr spärlich vorhanden. Auch wird oft in der Literatur hingewiesen, das die Baustoffwerte als nicht korrekt/ungünstig gewählt beschrieben werden - eine Neubewertung nach den EN-Normen wäre also erforderlich. Im konstruktiven Bereich, wenn man von Details und Anschlüssen spricht, wird man leider sehr wenig finden - die Anschlüsse der IW1 sind eine Ausnahme, da die von ClayTec bereitgestellt werden.

[1] Holzforschung Austria, s. Anm. 1.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Eine weitere Hürde, und davon ist auch diese Arbeit betroffen, ist das Thema der Ressourcen und Geldmittel. Durch die glückliche Situation, das für den gewählten Bauteil alle Informationen vorhanden war, ist diese Problematik nicht so ins Gewicht gefallen. Jedoch bei der Erstellung eines Lehmbauteiles, dessen Schichten völlig unbekannt wären, wäre die Aufarbeitung aller Daten nach dieser Diplomarbeit eine sehr zeit- und geldintensive Angelegenheit. Hier stellt sich auch die Frage der Ökonomie; wie unterschiedlich sind die Kosten? Ist mein Lehmziegel billiger als die Wienerberger? In einen der Befragungen[2] wird darauf, auf Erfahrungswerten basierend, verwiesen, dass Kosten als Kauffaktor den meisten Einfluss besitzen. Die Vergleiche sollten nicht nur Materialkosten, sondern auch Errichtungskosten miteinbeziehen.

Zuletzt ist auch die Ökobilanz in dieser Arbeit in einer begrenzten Form vorhanden - einerseits, weil ein Bauteil in einem Katalog nicht die gesamte Ökobilanz abbilden kann, da es gesondert vom Gebäude existiert (und somit auch der Einsatz der Phasen A1-A3 in dieser Arbeit) und nur in diesen Kontext die Daten der Herstellung präsentieren kann. Andererseits wird in dieser Arbeit auf bestehende Daten zurückgegriffen, was im Grunde nicht falsch ist; aber in einer möglichst realitätsnahen Form sollte man die Ökobilanz selbst in einem Programm, mit bereitgestellten Daten der Herstellerfirma, berechnen - dieser Vorgang würde auch einige Ressourcen abverlangen.

4.1.1 IW1 - Werbung für ClayTec?

Eine wichtige Anmerkung an diese Diplomarbeit ist die Tatsache, dass die Lemix-Platte von ClayTec vetrieben wird - somit ist diese Arbeit, obwohl es nicht beabsichtigt war, auch Werbung für ClayTec. Diese Situation entstand dadurch, dass der Aufbau der IW1 mit der Lemix-Platte Prüfzertifikate und die nötigen Grundlagen (Details, Wissen, etc.) aufweist, die den Bauteil als Wohnungstrennwand im mehrstöckigen Wohnbau einsatzfähig machen würde - und ebenso die klassische Gipskarton-Trennwand als Wohnungstrennwand ersetzen könnte.

In Zukunft wäre es von Vorteil, solche Situationen zu vermeiden, aber das würde voraussetzen, dass es bereits definierte Produktnormen für Lehmbaustoffe in Österreich vorhanden wären. Im Zuge der Diplomarbeit war aber dieses Firmenprodukt mit dem Aufbau von Vorteil, da es aufgrund der Prüfzertifikate im Hintergund eine Legitimität und rechtliche Sicherheit innehatte.

Bezogen auf Dataholz wird man dort merken, dass grundsätzlich keine Firmenprodukte verwendet werden; es werden immer allgemeine Bezeichnungen für Baustoffe verwendet, da diese auf Produktnormen basieren.

4.2 Mögliche Entwicklungen des Kataloges

Eine Erweiterung des Kataloges ist immer möglich - neben den Lehmbauplatten gibt es auch Lehmmauersteine, Lehmestrich und vieles mehr. Ein Erarbeiten neuer Bauteile und deren Aufnahme in diese Datenbank sollte grundsätzlich möglich sein, wenn sie die Anforderungen erfüllen. Das würde aber auch bedeuten, dass ein Forschungsprojekt geschaffen wird, das für diesen Katalog auch die Geldmittel bereitstellt. Im Optimalfall, wenn man die vorigen Probleme (Normen, Zertifikate, Werte, Details, usw.) behebt und die Ressourcen erhält, die auch das Projekt Dataholz am Anfang besaß, könnte man eine Datenbank erstellen, die nicht nur gültige Daten

[2] Pont, s. Anm. 5.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

und Werte liefert, sondern auch möglicherweise den Lehmbau großflächig in die österreichische Bauwirtschaft einführt.

4.2.1 Mögliche Bauteile für den Katalog

Zur Erweiterung des Kataloges gibt es einige Anfangspunkte:

Eco Prefab - Lehmbautechniken im Fertigteil von Fodor Michaela[3]:
Die Arbeit handelt von 14 vorgefertigten Lehmbauwänden, die in verschiedenen Bauweisen, jedoch sehr oft im Bereich des Einfamilienhausbaus, einsetzbar sind. Diese Aufbauten würden die Auflagen der OIB-Richtlinien erfüllen und wären, wenn man diese mit den jeweiligen Prüfzertifikaten hinterlegt, in Österreich einsetzbar.

Lehm urban - Anwendungsmöglichkeiten von Lehm im städtischen Wohnungsbau am Beispiel Wien von Hauer Beatrix[4]:
Die Arbeit stellt Aufbauten dar, die im urbanen Raum zum Einsatz kommen könnten; es ist eine extensive Bauteilliste vorhanden, die Wände, Decken, Dächer und auch erdberührte Bauteile enthält. Auch diese Aufbauten entprechen den OIB-Richtlinien mit ihren aktuell hinterlegten Daten und würden sich somit für den Katalog anbieten.

Trockenbau-Leitfaden[5] von ClayTec:
Der Leitfaden ist weiterer Anhaltspunkt, da hier Vorsatzschalen und Trennwände mit Lehmbauplatten als Aufbauten dargestellt werden. Auch hier sind wieder Daten hinterlegt; zudem sind auch normale Trennwände kein schwieriges Thema, da diese wenige bis keine OIB-Richtlinien erfüllen müssen.

Rematter-Decke[6]:
Eine Holz-Lehm-Decke aus der Schweiz; diese weist als Aufbau selbst Prüfzertifikate auf und wäre somit in der gleichen Situation wie die IW1.

4.2.2 Mögliche Nutzung der Datenbank baubook

Eine andere Vorgehensweise wäre, keinen eigenen Katalog zu entwickeln, sondern die Bauteile in der bestehenden Datenbank baubook anzulegen. Diese Bauteile wären dann mit all ihren Schichten und Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz vorhanden und könnten für Bauphysik-Programme verwendet werden; die IW1 zum Beispiel könnte dann in einem Energieausweis als Wohnungstrennwand angeführt werden. Von Vorteil ist, dass das baubook bereits Lehmbaustoffe und -produkte enthält, die in Berechnungen verwendet werden können. Auch der OI3-Indikator und der EI-Indikator könnten für diese Lehmbauteile verwendet werden.

Dagegen spricht aber, dass zum Beispiel keine Daten zu Brandschutz oder Details zu Aufbauten hinterlegt werden können. Weiterhin wäre das kein eigenständiger Katalog, sondern ein Teil des baubooks und somit auch des IBOs. Für die mediale Wirkung/Effekt wäre die Erstellung eines eigenen Kataloges von Vorteil; ein eigenes Datalehm würde einen größeren Effekt in der

[3] Michaela Fodor. *Eco Prefab: Lehmbautechniken im Fertigteil*. 2022.
[4] Beatrix Hauer. *Lehm urban: Anwendungsmöglichkeiten von Lehm im städtischen Wohnungsbau am Beispiel Wien*. 2020.
[5] ClayTec, *Trockenbauleitfaden*, s. Anm. 8.
[6] Rematter® AG. *Rematter® Deckenelement*. 2024. URL: `https://rematter.earth/de/` (besucht am 08. 05. 2024).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Medienlandschaft erzielen als nur die Tatsache, dass jetzt das baubook ein paar Lehmbauteile in die Datenbank aufgenommen hat.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Literatur

Albrecht, Stefan. ExpertInnenbefragung. A.0.4. Jan. 2024.

baubook. *Gipskartonplatte (900 kg/m³)*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 28. 04. 2024).

– *Jute*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 20. 04. 2024).

– *Nutzholz (425 kg/m³) - rauh, luftgetrocknet*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL (besucht am 03. 04. 2024).

– *Zementputz*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC (besucht am 28. 04. 2024).

– *Lehmbauplatte*. 2024. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=lY18y (besucht am 03. 04. 2024).

baubook GmbH. *Willkommen beu baubook*. 2024. URL: https://www.baubook.info/de/willkommen-bei-baubook (besucht am 10. 08. 2024).

Breidenbach, Simon. ExpertInnenbefragung. A.0.2. Jan. 2024.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. *Ökobaudat*. 2024. URL: https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche.html (besucht am 22. 03. 2024).

ClayTec. *Lehmputz Mineral 20*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL (besucht am 03. 04. 2024).

– *Lehmplatten schwer (LEMIX) D22*. 2024. URL: https://shop.claytec.at/produkt/lemix-lehmplatten-schwer/ (besucht am 03. 04. 2024).

– *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024).

Dachverband Lehm. *DIN Normen für Lehmbaustoffe*. 2018. URL: https://www.dachverband-lehm.de/wissen/lehmbau-din-normen (besucht am 25. 03. 2024).

ecoinvent. *clay plaster production*. 2024. URL: https://ecoquery.ecoinvent.org/3.10/cutoff/dataset/7630/documentation (besucht am 22. 03. 2024).

– *combine harvester, example datasheet*. 2024. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://19913970.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/19913970/Knowledge%20Base/Getting%20started/Step-by-Step%20Guide/combine-harvesting_CH_2021_Allocation-EN-15804.pdf (besucht am 28. 04. 2024).

– *Data with purpose. ecoinvent is a trusted global resource for environmental data.* 2024. URL: https://ecoinvent.org/ (besucht am 22. 03. 2024).

Fodor, Michaela. *Eco Prefab: Lehmbautechniken im Fertigteil*. 2022.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP. *Eine Methodik für den gesamten Lebensweg*. 2024. URL: https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/ganzheitliche-bilanzierung/methoden-ganzheitliche-bilanzierung/oekobilanzierung.html (besucht am 22. 03. 2024).

Hauer, Beatrix. *Lehm urban: Anwendungsmöglichkeiten von Lehm im städtischen Wohnungsbau am Beispiel Wien*. 2020.

Hauschild, Michael Z., Ralph K. Rosenbaum und Stig Irving Olsen. *Life Cycle Assessment: Theory and Practice*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017, S. 201–263. DOI: 10.1007/978-3-319-56475-3.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Holzforschung Austria. *dataholz.eu: Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau*. 2024. URL: https://www.dataholz.eu/index.htm (besucht am 21. 03. 2024).

IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie. *Das Instrument zur ökologischen Optimierung von Gebäuden*. 2024. URL: https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3 (besucht am 22. 03. 2024).

– *EI Entsorgungsindikator*. 2024. URL: https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ei-entsorgungsindikator (besucht am 22. 03. 2024).

Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung. Deutsch. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Dez. 2018.

Minke, Gernot. *Handbuch Lehmbau : Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur*. ger. 9. Auflage. Staufen bei Freibug: ökobuch, 2017. ISBN: 3936896410.

Nationalrat Österreich. *Normengesetz 2016*. 2024. URL: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009413&FassungVom=2024-03-25 (besucht am 25. 03. 2024).

Netzwerk Lehm. *Technische Empfehlung Lehmputze*. 2024. URL: https://netzwerklehm.at/wp-content/uploads/2024/04/technische-empfehlung_lehmputze.pdf (besucht am 08. 05. 2024).

OIB-Richtlinie 2: Brandschutz. Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.

OIB-Richtlinie 5: Schallschutz. Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Feb. 2015.

OIB-Richtlinie 6: Wärmeschutz. Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.

ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2003.

ÖNORM EN 1052-1: Prüfverfahren für Mauerwerk - Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Jan. 1999.

ÖNORM EN 12664:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001.

ÖNORM EN 12667:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001.

ÖNORM EN 13501-1:2020 01 15: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Jan. 2020.

ÖNORM EN 13501-2:2023 09 01: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2023.

ÖNORM EN 1363-1:2020 04 15: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Apr. 2020.

ÖNORM EN 15804:2022 02 15: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (konsolidierte Fassung). Deutsch. Wien: Austrian Standards, Feb. 2022.

ÖNORM EN 15978-1:2021 10 01: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Methodik zur Bewertung der Qualität von Gebäuden - Teil 1: Umweltqualität. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Okt. 2021.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

ÖNORM EN 29052-1:1993 04 01: Akustik - Bestimmung der dynamischen Steifigkeit - Teil 1: Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohngebäuden verwendet werden. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Okt. 2021.

ÖNORM EN ISO 12354-1:2018 03 01: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften. Deutsch. Wien: Austrian Standards, März 2018.

ÖNORM EN ISO 12354-2:2000 11 01: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Nov. 2000.

ÖNORM EN ISO 12572:2017 02 15: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Verfahren mit einem Prüfgefäß (ISO 12572:2016). Deutsch. Wien: Austrian Standards, Feb. 2017.

ÖNORM EN ISO 14040:2021 03 01: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020) (konsolidierte Fassung). Deutsch. Wien: Austrian Standards, März 2021.

ÖNORM EN ISO 6946:2023 12 15: Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017, korrigierte Fassung 2021-12). Deutsch. Wien: Austrian Standards, Dez. 2023.

Pont, Ulrich. ExpertInnenbefragung. A.0.3. Jan. 2024.

Rematter® AG. *Rematter® Deckenelement*. 2024. URL: `https://rematter.earth/de/` (besucht am 08. 05. 2024).

Rischanek, Andreas Otto. *Normierung und Regelwerke in der Lehmbaupraxis*. ger. Wien, 2023. S.109.

Röhlen, Ulrich und Christof Ziegert. *Lehmbau-Praxis : Planung und Ausführung*. ger. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Beuth Praxis. Berlin Wien Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2020. ISBN: 3410291229.

Schreckenbach, Hannah. *lehmbau.info verbraucherinformation*. 2004. URL: `https://www.dachverband-lehm.de/files/DVL_lehmbau-info_de.pdf?1443207452` (besucht am 22. 03. 2024). S.8.

Schroeder, Horst. *Lehmbau : mit Lehm ökologisch planen und bauen*. ger. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. ISBN: 3658231203.

Sieh, Alexander. ExpertInnenbefragung. A.0.5. März 2024.

Stephan, Dieter, Frank Mayinger und Klaus Hoffmann. *Technische Thermodynamik: Band 1: Einstoffsysteme*. Berlin, Germany: Springer Vieweg, 2020. ISBN: 978-3658285316.

Tragendes Lehmsteinmauerwerk – Konstruktion, Bemessung und Ausführung. Deutsch. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Juni 2023.

Volhard, Franz. *Bauen mit Leichtlehm : Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm*. ger. 9., aktualisierte Auflage. Basel: Birkhäuser, 2021. ISBN: 3035624038. URL: `10.1515/9783035624038`.

Volhard, Franz und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72.

Weninger-Vycudil, Alfred. ExpertInnenbefragung. A.0.5. März 2024.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abbildungsverzeichnis

1.1 Vorgang zur Erstellung eines Eintrages eines Lehmbauteils - Eigene Darstellung . 10
1.2 Lehmbaunormen auf der ganzen Welt Andreas Otto Rischanek. *Normierung und Regelwerke in der Lehmbaupraxis*. ger. Wien, 2023. S.109 14
1.3 Prüfzertifikat im Trockenbau-Leitfaden von Claytec ClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: `https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf` (besucht am 22. 03. 2024) 16

2.1 Beispielhaftes Datenblatt aus dataholz.eu - Baustoffdaten zu einer Trennwand - Innenwand iwmxxo01a-00 Holzforschung Austria. *dataholz.eu: Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau*. 2024. URL: `https://www.dataholz.eu/index.htm` (besucht am 21. 03. 2024) 17
2.2 Probekörper-Mauerwerk aus der Norm, S.5 *ÖNORM EN 1052-1: Prüfverfahren für Mauerwerk - Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Jan. 1999 21
2.3 Messung des Wärmestromes mit Plattengerät aus der Norm *ÖNORM EN 12664:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001 24
2.4 Messung des Wärmestromes mit Wärmestrommesplattengerätt aus der Norm, S.9 *ÖNORM EN 12664:2001 08 01: Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Aug. 2001 26
2.5 Beispielhafte Prüfungsumgebung, S.15 *ÖNORM EN ISO 12572:2017 02 15: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Verfahren mit einem Prüfgefäß (ISO 12572:2016)*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Feb. 2017 30

3.1 Eigene 3D Darstellung 44
3.2 Selbstverfasster Bauteilschnitt im Zusammenhang mit dem Aufbau 44
3.3 Berechnung flächenbezogene Masse - eigene Berechnung per Excel 48
3.4 Gesamter Rechenprozess - eigene Berechnung per Excel 50
3.5 Zeile: Trennwand, Holzständer 80x60mm, Jutedämmung 80mm, Beidseitig LEMIX 22mm, Anhang A.0.9 51
3.6 Zeile: Trennwand, Holzständer 80x60mm, Jutedämmung 80mm, Beidseitig LEMIX 22mm Anhang A.0.9 53
3.7 Brandklasse Lemix - Zertifikat - Klassifizierung A1 Anhang A.0.11 54

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.8 Deckenanschlüsse 1ClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024), S.13-17 60
3.9 Deckenanschlüsse 2ClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024), S.13-17 61
3.10 WandanschlüsseClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024), S.13-17 62
3.11 Tür- und EckanschlüsseClayTec. *Trockenbauleitfaden*. 2024. URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2024/01/23_002_01_Trockenbauleitfaden_Online-Export_12-2023_web.pdf (besucht am 22. 03. 2024), S.13-17 63

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Tabellenverzeichnis

1.1 Mögliche Anwendungen von Lehmbaustoffen, aus der Verbraucherinformation des Dachverbandes Lehm Hannah Schreckenbach. *lehmbau.info verbraucherinformation*. 2004. URL: https://www.dachverband-lehm.de/files/DVL_lehmbau-info_de.pdf?1443207452 (besucht am 22. 03. 2024). S.8 12

2.1 Brandanforderungen an Trennwände: Ausschnitt aus der Tabelle 1b, GK1 bis GK6, S.22 *OIB-Richtlinie 2: Brandschutz*. Deutsch. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019 18
2.2 Rohdichteklasse von Lehmbauplatten: Tabelle 2, S.8*Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*. Deutsch. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Dez. 2018 19
2.3 Druckfestigkeit von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-2 aus "Lehmbau Regeln"Franz Volhard und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72 22
2.4 Wärmeleitzahl von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-3 aus "Lehmbau Regeln"Franz Volhard und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72 27
2.5 Spezifische Wärmekapazität von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-4 aus "Lehmbau Regeln"Franz Volhard und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72 28
2.6 Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von Lehmbaustoffen: Tabelle 5-5 aus "Lehmbau Regeln"Franz Volhard und Ulrich Röhlen. *Lehmbau Regeln : Begriffe - Baustoffe - Bauteile*. ger. 3., überarb. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. ISBN: 3834801895. S.69-72 31
2.7 Tabelle 4, S.10*ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2003 33
2.8 Tabelle 5, S.11*ÖNORM B 8115-4:2003 09 01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Sep. 2003 34
2.9 Lebenszyklen von A-D, S.31*ÖNORM EN 15978-1:2021 10 01: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Methodik zur Bewertung der Qualität von Gebäuden - Teil 1: Umweltqualität*. Deutsch. Wien: Austrian Standards, Okt. 2021 39
2.10 (ClayTec. *Lehmputz Mineral 20*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL [besucht am 03. 04. 2024]) 42

3.1 Baustoffschichten und ihre Eigenschaften - eigene Tabelle 52
3.2 (ClayTec. *Lehmputz Mineral 20*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&SuchID=534644&LU=1823784506&qJ=1&LP=FsjDL [besucht am 03. 04. 2024]) 56

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

3.3 (baubook. *Zementputz*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC [besucht am 28. 04. 2024]) 56
3.4 (baubook. *Lehmbauplatte*. 2024. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=lY18y [besucht am 03. 04. 2024]) 57
3.5 (baubook. *Gipskartonplatte (900 kg/m³)*. 2022. URL: https://www.baubook.at/zentrale/?SW=5&LU=1823784506&qJ=1&LP=ph1GC [besucht am 28. 04. 2024]) . . . 57

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Anhang A

Anhang

A.0.1 Fragenkatalog

Fragen an

- Senior Scientist Dipl.-Ing. Dr.techn. Ulrich Pont, Institut für Architekturwissenschaften, Abteilung E259-03 - Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie, Technische Universität Wien (Bauphysik und Ökobilanz)
- Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Weninger-Vycudi, FH Campus Wien (Ökobilanz)
- Dipl.-Ing. Alexander Sieh, FH Campus Wien (Bauphysik)

Fragen

1. Welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog (inspiriert von dataholz.eu) zu erstellen, der alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden kann?
2. Wie legen Sie fest, welche Baustoffe und -teile gemessen werden? Was sind die Parameter?
3. Welche Prüfmethoden wenden Sie an, wenn Sie einen Baustoff auf alle bauphysikalische Werte prüfen?
   a) Wärmleitzahl
   b) Wärmespeicherkapazität
   c) Diffusionswiderstandszahl
   d) Dynamisches E-Modul
   e) Brandwiderstand
4. Was sind die Schwierigkeiten bei solchen Messungen, bzw. was muss beachtet werden? Ist das Messen einer gesamten Bauteilschicht ebenso relevant?
5. Wie wählen Sie den gemessenen Baustoff? Eine Lehmtrockenbauplatte kann eine Rohdichte von 700 oder 1450 kg/m³ haben, was einen gewaltigen Unterschied macht, und laut der deutschen Industrienorm gäbe es neun Rohdichteklassen zu diesen Platten. Wie grenzt man das effektiv ein oder geht man jede Rohdichteklasse durch?
6. Wie sehen Sie den Prozess der Ökobilanzerstellung? Kann diese Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?
7. Wenn Sie nun zum Beispiel eine Lehmbauplatte einem Life-Cycle-Assesment unterziehen würden, was wäre der erste Schritt?
8. Wie erarbeiten Sie die Daten, die man zur Berechnung einer Ökobilanz benötigt? Werden diese auch geprüft?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

9. Was sind die größten Schwierigkeiten bei diesem Prozess?
10. Das Problem bei Trockenbauwänden mit Gipskarton ist die Tatsache, dass der "rezyklierbare"Gipskarton durch den Putz so verunreinigt wird, dass dieser praktisch nicht wiederverarbeitet werden kann. Werden solche Probleme bei einer Ökobilanzerstellung auch miteinbezogen?
11. Wie werden gesamte Bauteilschichten behandelt? Werden die verbindenden Elemente zwischen den Schichten auch miteinbezogen?
12. Wie werten Sie die Ergebnisse aus? Entsteht dabei ein großer Interpretationsraum?
13. Was sind Ihre "Tools", also welche Software oder Werkzeuge nutzen Sie? Wie effektiv ist der Einsatz dieser Werkzeuge/Software?
14. Welche Entitäten zeigen Interesse an einer Ökobilanzerstellung und was erwarten sich diese?
15. Als abschließende Frage: Wenn jetzt ein Bauherr ein Haus z.B. mit Stampflehmwänden baut, was wäre für Sie als Bauphysiker die größte Sorge?

Fragen an Dr. Stefan Albrecht (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Stuttgart)

1. Welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog zu erstellen, der alle Daten im Bereich Ökobilanz abbilden kann?
2. In Österreich gibt es den OI3 Index zur ökologischen Bewertung der Materialien. Welcher Index wird in Deutschland angewandt?
3. Wissen Sie auch, ob Ökobilanzen bzw. Umweltproduktdeklarationen bereits zum Einsatz kommen?
4. Wie sehen Sie den Prozess der Ökobilanzerstellung? Kann diese Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?
5. Wenn Sie nun zum Beispiel eine Lehmbauplatte einem Life-Cycle-Assesment unterziehen würden, was wäre der erste Schritt?
6. Wie erarbeiten Sie die Daten, die man zur Berechnung einer Ökobilanz benötigt? Werden diese auch geprüft?
7. Was sind die größten Schwierigkeiten bei diesem Prozess?
8. Das Problem bei Trockenbauwänden mit Gipskarton ist die Tatsache, dass der "rezyklierbare"Gipskarton durch den Putz so verunreinigt wird, dass dieser praktisch nicht wiederverarbeitet werden kann. Werden solche Probleme bei einer Ökobilanzerstellung auch miteinbezogen?
9. Wie werden gesamte Bauteilschichten behandelt? Werden die verbindenden Elemente zwischen den Schichten auch miteinbezogen?
10. Was sind Ihre "Tools", also welche Software oder Werkzeuge nutzen Sie? Wie effektiv ist der Einsatz dieser Werkzeuge/Software?
11. Wie werten Sie die Ergebnisse aus? Entsteht dabei ein großer Interpretationsraum?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

12. Wie kostspielig ist dieser Prozess für ein Produkt?

13. Nun existiert bereits ein Whitepaper zur Aufskalierbarkeit dieses Prozesses der Ökobilanzierung. Wird dieses bereits angenommen bei Firmen?

14. Wäre dieses Prinzip auch möglich bei der Erstellung eines Lehmbauteilkatalogs? Man könnte ja theoretisch mit diesem Prinzip alle LCA- bzw. EPD-Daten von Lehmbaustoffen und -bauteilen erheben.

15. Welche Schwierigkeiten müsste man sich dann stellen und welche Werkzeuge kommen hier zum Einsatz?

Fragen an Stefan Breidenbach, Geschäftsführer der Firma Claytec

1. Welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog (inspiriert von dataholz.eu), zu erstellen, der alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden kann?

2. Wie legt Claytec fest, welche Lehmprodukte in das Sortiment kommen – wie ist hier das Prozedere?

3. Wo prüft Claytec die eigenen Produkte? Machen sie selber die Testungen für Schall, Brandschutz, U-Wert usw. Oder wird das von wem übernommen? Wo sind diese Ergebnisse einsehbar?

4. Was ist der finanzielle Aufwand für ein technisches Datenblatt eines Lehmproduktes?

5. Wie wichtig sind Berechnungen und Tests für die Bewilligung bzw. den großflächigen Einsatz von Lehmbaustoffen?

6. Ihre Produkte werden auch eine norminative Basis besitzen. Die deutsche Industrienorm wird in ihren Produktblättern oft erwähnt - wie zufrieden sind Sie mit diesem Regelwerk? Würden Sie sich das gleiche in Österreich wünschen?

7. In der DIN werden zum Beispiel Lehmbauplatten in neun verschiedenen Rohdichteklassen eingeteilt; jedoch gibt es bei Claytec nur ein paar Varianten der Lehmbauplatten in Rohdichten. Wie argumentieren Sie diese spezifische Auswahl?

8. Wie sehen Sie den Prozess der Ökobilanzerstellung? Kann diese Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?

9. Haben alle Claytec-Produkte Umweltproduktdeklarationen (EPD)? Ist es kompliziert, EPDs zu erhalten? Wie gehen Sie dabei vor? Kostspielig?

10. In Österreich gibt es den OI3 Index zur ökologischen Bewertung der Materialien. Welchen Index verwendet Claytec? Welcher Index wird in Deutschland angewandt?

11. Gibt es seitens Claytec einen Katalog mit empfohlenen Aufbauten unter Verwendung der Claytec-Produkte? Gibt es dazu auch die notwendigen Berechnungen? Woher stammen die Kennwerte dieser Aufbauten? Wo können solche Aufbauten abgerufen werden?

12. Wäre es aus Ihrer Sicht wünschenswert, einen deutschlandweiten Bauteilkatalog mit Lehmaufbauten zu erstellen? Gibt es das schon? Warum gibt es das noch nicht? Wie müsste hier vorgegangen werden, um zu garantieren, dass so ein Bauteilkatalog wirklich nur qualitätsvolle Aufbauten enthält?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

13. Wie werden aus Ihrer Sicht ArchitektInnen bzw. BaumeisterInnen darüber informiert, dass sie Lehm in Ihre Aufbauten integrieren könnten? Was müsste gemacht werden, dass mehr Baufachleute zu Lehmbauprodukten greifen?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

A.0.2 ExpertenInneninterview (Transkript) - Firma ClayTec - Simon Breidenbach - 2024-01-22

Wolfram
Gut, dann würde ich gerne gleich mit der ersten Frage beginnen. Welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog, inspiriert von Dataholz, zu erstellen, der auch alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden kann?

Breidenbach
Das ist relativ einfach zu beantworten; die Zahlen, Daten, Fakten, die dazu notwendig sind, also wenn man sich einmal so ein bisschen durch Dataholz klickt; vor allem die ganzen Aufbauten, ist ja sehr übersichtlich, auch sehr, sehr schön gemacht, aber um das alles beantworten zu können bräuchte man deutlich mehr Daten, gerade der Brandschutz ist in so einen Bauteilkatalog ein ziemlich großer Faktor und ja, sowohl auf der einen Seite, dass die Zahlen, Daten, Fakten, aber dafür bräuchten wir grundsätzlich erst mal kurz den, sagen wir mal den industriellen Bedarf, das auch umzusetzen, also das da wie ja der Bereich Holz ist, wir haben ja irgendwelche Hybridkonstruktionen in den meisten Fällen. Ob es Holzkonstruktionen sind, wo dann Lehmplatten oder ähnliches draufkommt oder halt ein Trockenbau, dann müsste es auch im Interesse noch aus den angrenzenden Bereichen geben, um sowas dann auch gemeinsam umsetzen zu können. Sagen wir mal so: der Bedarf an Lehmbaustoffen oder die Erkenntnis, dass es womöglich auch andere Lösungen braucht mit dem Baustoff Lehm, ist noch nicht in allen Bereichen so klar. Wir prüfen bei unserem ganzen Spaß auch die Lehmbauplatten durch oder machen Trockenbau-Prüfungen, auch bei irgendwelche Holzhybridkonstruktion, da arbeiten wir dran, aber aktuell ist da einfach noch ja ein bisschen Aufholbedarf. Man muss auch sagen, dass Knauf und Co und Firma Zell da ein paar Jahre Vorsprung noch haben.

Wolfram
Okay, wie liegt Claytec fest, welche Lehmprodukte in das Sortiment kommen und wie ist da das Prozedere?

Breidenbach
Es ist gerade aktuell ganz spannend, weil wir zwei Produkte jetzt zum ersten Quartal hier einbringen. Also es ist ganz klassisch; man kennt das ein bisschen aus dem Marketing, auch die Prozesse, wie kommt ein Produkt in den Markt oder in ein Unternehmen; es ist erstmals so, dass ein Trend erkannt wird und ich sage, in fünf Jahren wird dieses Thema relevant sein, oder ich habe schon ganz klar irgendwie gesehen, dass ein Produkt funktioniert; ob es jetzt von Konkurrenten oder gerade in unserem Bereich, wo es ja auch viel um substituieren von anderen Produkten geht, ist es ein bisschen von Vorteil, sich zu orientieren, was gibt es schon, was können wir mit dem Baustoff Lehm und was kann Lehm womöglich sogar besser als andere Baustoffe? Also es gibt nicht den Prozess, sondern das ist sehr unterschiedlich, also sagen wir mal, bei Plattenwerkstoffen war es am Anfang halt so nach dem Motto: Das können wir auch und dann versuchen wir, das ganze aus dem Lehm zu realisieren. Jetzt ist auch wieder eine neue Lehmbauplatte zum Start des Jahres erschienen, eine neue Preisliste im April. Da war ganz klar die Erkenntnis, dass die alten Platten, was die Produktionsenergie, die Herstellungsenergie, Primärenergie anging, nicht optimal sind und deshalb haben wir uns gedacht, wir brauchen wirklich eine Bauplatte, die CO_2 neutral bis positiv ist, um da die Vorteile des Baustoffes Lehms wirklich auszuspielen. Anders jetzt zum Beispiel, ein Produkt wie der Lehmdünnbettmörtel, den wir auch schon eingeführt haben, beziehungsweise noch weiter einführen. Das ist ein Produkt, was ganz klar Richtung Mauerwerksbau geht, und da haben wir halt erkannt, dass Baustoffe wie

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ein Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, das sind großartige Materialien, die sich über Jahrzehnte bewährt haben, ein großes Problem haben, die sind extrem CO_2 intensiv und kaum kreislauffähig. Wir haben mit dem Baustoff Lehm halt eine wasserlösliche Verbindung und können zum Beispiel dann mit dem Bettmörtel diese Produkte kreislauffähig machen, das sind so verschiedene Herangehensweisen. Letzten Endes gucken und prüfen wir aber, welches Produkt hat Marktrelevanz und ist praxistauglich, da ist versteckte Wirtschaftlichkeit dahinter. Da kommen verschiedene Faktoren hinzu, aber so kann man sich das grob vorstellen und was sich nicht verkauft, und um ein bisschen das Portfolio knapp und überschaubar zu halten, fliegt dann auch halt mal wieder raus.

Wolfram
Okay, wie prüft Claytec auch die eigenen Produkte, machen sie selbst die Testungen für Schall, Brandschutz, U-Wert und so ähnlich oder wird das von wem übernommen?

Breidenbach
Das versuchen wir also selber, da geht es sehr viel um Schnelligkeit. Grundsätzlich sagen wir mal Rohstoffprüfung usw., Erstprüfungen übernehmen wir selber, dann geht es natürlich zu Laborprüfungen eines kompletten Ausmaßes, das können wir selber nicht machen, da reicht unsere Größe nicht aus. Als größter Hersteller dieser Baustoffe haben wir jetzt kein angeschlossenes, großes Labor, wo wir alle Möglichkeiten haben, diese Sachen zu prüfen. Dementsprechend, Rohstofftests machen wir selber, dann geht es ins Labor, was Aufbauten angeht bezüglich Brandschutzes, Schallschutz usw., das machen wir dann mit den mit den Instituten, also gerade im Bereich Trockenbau zum Beispiel. Fraunhofer Institut hier in Deutschland normiert für alles, was den Trockenbau rein angeht, dann machen wir sehr viel mit ZRS in Berlin, die da einfach was die Prüfung von Lehmbaustoffen angeht, schon seit Jahrzehnten gute Arbeit leisten; man guckt so ein bisschen, welches Institut ist für welchen Bereich? Dann holt man sich da das Know-how; letzten Endes muss ja auch bei diesen Sachen Brandschutz, Schallschutz usw. ein dicker Stempel drauf; also das sind Sachen, die kann und darf man gar nicht selbst machen. Und sind dementsprechend mit ziemlichen Kosten verbunden.

Wolfram
Kann man diese Ergebnisse auch irgendwo einsehen bei Claytec?

Breidenbach
Wir veröffentlichen die Aufbauten, beziehungsweise wir geben Aufbauten frei für die verschiedenen Anforderungen, Schallschutz und so werden auch in den Produktdaten angegeben, aber es kommt selten vor, dass wir irgendwie nach dem Nachweis, dem Ganzen gefragt werden. Aber wenn es so ist, schickt man dann kein gesamtes Dokument, sondern man gibt einen Auszug durch, wo das dann dargestellt ist.

Wolfram
Was ist der finanzielle Aufwand für Sie? Sagen wir, ein technisches Datenblatt für ein Lehmprodukt, wieviel kostet das?

Breidenbach
Da kommt auch wieder durch, dass die Lehmbaustoffe ja eine ziemlich breite Range haben. Von dem Lehmputz, von vielleicht einem Stein oder einen Trockenbauprodukt, jeder Anwendungsbereich hat seine eigenen Kniffe und Hürden. Ganz extrem ist da halt der Trockenbau inklusive Holzbau, was halt diese Zahlen, Daten, Zulassungen, Prüfungen usw. angeht. Bei einen Lehmputz

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

geht das Material ins Labor zu ZRS (ZRS – Architekten Ingenieure) und ich lasse dort die ganzen Tests nach Normen machen. Das ist ein sauberes Produkt. Dann schreibe ich es runter, die Anwendungstechnik muss noch rein. Im Putzbereich ist es recht entspannt, im Trockenbau fängt es dann halt, wenn ich alle Prüfkosten zusammenrechne, da kann das Datenblatt auch schon mal schnell in die sechsstellige gehen, bei Putzen ist es dann halt eher vierstellig.

Wolfram
Wie wichtig sind dann auch diese Berechnungen für Bewilligungen oder großflächigen Einsatz von Lehmbaustoffen?

Breidenbach
Sehr wichtig muss man sagen, da ja natürlich die Hürden für den Einsatz von Baustoffen manchmal begründet sind, manchmal nicht wirklich. Wir haben auch genug Beispiele in dem vergangenen Jahrhundert europaweit gehabt, wo man Baustoffe besser prüfen und zulassen hätte müssen. Nicht bezogen auf Lehmbaustoffe, sondern wo durch Fassadenbrände bei Wohntürmen durch Polystyrol und ähnliches wirklich Menschenleben zu Schaden gekommen sind, also dass da gewisse Hürden zu diesen Anforderungen an Baustoffe gelten, ist ja von der Sache her richtig, nur hat das natürlich auch zu einer extremen Verkomplizierung und Verteuerung des Bauens geführt, also wenn man sich in Deutschland mal die Holzbau-Richtlinie anguckt, das ist ja theoretisch eine Trockenbau-Richtlinie. Praktisch geht es darum, da ganz viel Gipskarton reinzubringen in den Brandschutz. Da kommt man mit anderen Baustoffen faktisch tatsächlich echt nicht ran und dann hat die Interessenvertretung richtig gute Arbeit geleistet. Die Kriterien muss man neidlos anerkennen, wir machen das mittlerweile auch so, um uns auch nicht zu verzetteln. Wir haben einen klaren Prüfbogen für Objekte. Wie sieht die Brandschutzanforderung aus, Schallschutz, Raumhöhe ist ein großes Thema, also wir haben geprüfte Konstruktionen für gewisse Raumhöhen. Dann machen wir kurz das, das, und das, dann kommt die technische Abteilung, es wird geprüft und wenn wir nichts haben, dann konzentrieren wir uns auch auf andere Bereiche, weil es sich nicht lohnt, sich zu verkanten an Sachen, die man einfach nicht nachweisen kann. Es ist sehr wichtig, gerade im Trocken- und Holzbau. Der Lehmputzbereich ist relativ entspannt; da gibt es so gut wie keine Anforderungen, das Material muss halten und funktionieren, sofern nicht irgendeine Spezialanwendung ist. Deshalb gehen wir auch immer sehr gerne durch und fangen doch einfach mal mit den Putzen an, da gibt es wenige Anforderungen. Wir haben das große Thema, das Bauen im Bestand, in den nächsten Jahrzehnten, also Verdichtung, Aufstockung, usw., schön und gut, aber wir hatten sehr viel im Bestand auch mit altem Mauerwerk zu tun, ob zum Beispiel, hier in Wien, oder auch in Deutschland, sehr viel wird noch massiv gebaut, also die Anwendung von Putzen wird unserer Auffassung nach auch wieder steigen in den nächsten Jahren und da sind die Anforderungen recht gering; ausschreiben und los geht es. Im Trockenbau-Holzbau ist noch einiges nachzuholen und das kostet sehr viel Geld.

Wolfram
Dann kommen wir zu Deutschland, die deutsche Industrienorm wird in den Produktblättern öfters erwähnt. Wie zufrieden sind Sie mit dem und würden sie sowas gerne in Österreich sehen?

Breidenbach
Grundsätzlich ist so eine Norm für uns halt vor allem ein Tool der Akzeptanz, Schaffung und ein genormtes Produkt sorgt dafür, dass die Gewährleistung und die Hürden des Materials anzuwenden, einfach höher sind, also das Material ist ja kein anderes, aber im Bauprozess, in der Ausschreibung, in der Handwerkerfindung und so weiter und sofort schon. Die Norm war auch ein langer Prozess. Also es ist ein Baustoff, der muss das Labor durchlaufen und so

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

weiter und dann kann sich jeder darauf verlassen, dass das hält, und die Problematik habe ich hier in Österreich operativ im Vertrieb immer noch, dass der Baustoff Lehm halt so abgetan wird, er funktioniert eh nicht. Das Thema haben wir in Deutschland nicht mehr, und das schafft einfach eine Akzeptanz. Wir haben jetzt hier Partner in Österreich, auch die werben aktiv mit deutschen Normen auf den Produkten, weil sie sich auf irgendetwas beziehen müssen. Deshalb gibt er auch schon den Prozess, so was in Österreich zu starten. Mal gucken, wie sehr das kurzfristig umzusetzen ist, aber ja, es hat den Baustoff Lehm als Ganzes extrem geholfen.

Wolfram
In der DIN werden zum Beispiel Lehmbauplatten in neun verschiedenen Rohdichteklassen eingeteilt; jedoch gibt es bei Claytec nur ein paar Varianten der Lehmbauplatten in Rohdichten. Wie argumentieren Sie diese spezifische Auswahl?

Breidenbach
Also grundsätzlich muss man einfach gucken, welche Anwendungen bespielt werden. Schwere Platten sind sehr stark im Brandschutz und Schallschutz, schwere Baustoffe nehmen auch sehr viel Wärme auf. Ja, da kann ich die Vorteile des etwas schweren Baustoffe Lehms halt voll ausspielen, hat dann aber natürlich Nachteile in der Verarbeitung, also ich weiß nicht, ob sie meine Lehmbauplatten in der Hand gehabt haben; eine Schwere, das ist keine Freude. Das ist eine Brandschutz- und Schallschutzplatte. Wir haben dann seit 1996 unser leichtes Lehmbauplatten-Sortiment, die ist nach wie vor beliebt, weil sie halt einfach gesagt leicht ist, das geht dann auf Kosten des Brand- und Schallschutzes, aber man muss ja auch da differenzieren, welche Anforderungen habe ich, wo habe ich nicht Schallschutzanforderungen und dann ist auch egal, ob die Platte schwer ist; ich brauche einfach nur eine schön zu verarbeitende Bauplatte. Ich habe nicht überall Brandschutz, Schallschutz usw.; da muss man insgesamt bei diesen ganzen Themen auch ein bisschen zwischen den Bauvorhaben differenzieren, was für Anforderungen habe ich im Einfamilienhausbereich? Meistens kaum welche, die Produkte sind alle in den meisten Fällen A1 nicht brennbar oder maximal A2 da, da kann man eigentlich sagen, im kleinformatigen Bauen kommt man immer aus. Großformatig ist bisschen anders, aber wir suchen uns einfach noch in diesem Spektrum. Wir haben jetzt auch eine mittelschwere Platte, das ist halt einfach der Kompromiss in der Mitte also es gibt: mittel, schwer, leicht. Damit kommt man sehr gut klar aktuell. Dass es so viele gibt, war halt einfach dem geschuldigt, das zu dem Zeitpunkt, als sie geschrieben wurde, es verschiedene Platten gab und man keine sozusagen ausschließen wollte.

Wolfram
Wie sehen sie den Prozess der Ökobilanzerstellung? Kann diese Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?

Breidenbach
Jein; also, dieser Prozess, gerade die EPD-Erstellung, ist schon auch sehr gut, aber es ist auch ein komplexer Prozess, der extrem gut überwacht ist, aber es gibt ein paar Tricks. Schüco oder so, jedenfalls ein Fensterhersteller hat für seine EPDs einfach das Glas nicht mitgerechnet, weil das wäre nicht Teil des Fensters, obwohl das Glas hoch energieintensiv wäre. Das hätte die Bilanz des Fensters natürlich ganz anders aussehen lassen. Also man hat da schon versucht, so durch kleinere Tricksereien das Ganze irgendwie sich schön zu rechnen, aber es ist ja einfach mal eine Berechnungsweise. Also vor EPDs war es überhaupt nicht wirklich möglich, sich mit den Umwelt-Faktoren zu beschäftigen. Wir konzentrieren uns mit unserem Baustoff natürlich vor allem auf das GWP; Global Warming Potential, weil das natürlich so der ausschlaggebende Punkt für uns ist. Klar, was ist der Verbrauch, usw., ist auch noch sehr wichtig, aber da waren

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

wir eng in den Prozess mit drin, weil der Dachverband Lehm natürlich da auch sozusagen als eigene Institution den Weg für diese EPDs im Lehm geebnet hat. Deshalb waren wir da recht nah dran, die aktuellen Zahlen und Vergleichswerte zeigen auch, dass wir mit unserem Baustoff extrem gut dastehen. Zumindest, also ich würde ich sagen, das ist wirklich ein ziemlich guter Weg, was anderes wäre mir derweil aktuell noch nicht bekannt.

Wolfram
Haben alle Claytech-Produkte Umweltproduktdeklarationen (EPD)? Ist es kompliziert, EPDs zu erhalten? Wie gehen Sie dabei vor? Kostspielig?

Breidenbach
Der Prozess ist so, dass diese EPD-Erstellung natürlich auf Basis eines genormten Produkt ablaufen muss, es gibt verschiedene Herstellungsweisen und so weiter und sofort. Dementsprechend konnten die EPDs nur für Produkte erstellt werden, die aufgenommen sind; das heißt, wir haben die Platten, Putze, Mörtel und für die Steine. Was anderes geht nicht, wir können keine homogenisierte EPD schreiben, wenn das Produkt keiner homogenisierten Normen unterliegt und ja, das ist sozusagen der Grund, warum es für diese Produkte welche gibt. Manche Branchen machen das ein bisschen anders, zum Beispiel die Ziegelbranche, die extrem homogenisiert ist. Die haben einfach ihre Branchen-EPD, um den Wettbewerb innerhalb des Marktes nicht noch weiter zu prügeln mit irgendwelchen EPDS. Deshalb haben sich alle darauf verständigt; wir nehmen alle die Branche EPD des Ziegels und gut ist. Beim Lehm ist es ein bisschen anders zugegangen und dementsprechend haben wir jetzt da auch eigene EPDs, die dann auch zur Verfügung gestellt werden für die Produkte, die unter die Norm fallen.

Wolfram
In Österreich gibt es den OI3 Index zur ökologischen Bewertung der Materialien. Welchen Index verwendet Claytech? Welcher Index wird in Deutschland angewandt?

Breidenbach
Wenn ich jetzt den OI 3 Index richtig verstanden habe, geht es ja um die Bewertung der Gebäude sozusagen hinsichtlich der ökologischen Bewertung der Materialien. Es wäre jetzt vergleichbar, zum Beispiel, in Deutschland, da gibt es auch nicht so lange den QNG (Qualitätsiegel nachhaltiges Gebäude) Standard. Sobald sie nachhaltiges bauen, wird die Betrachtungsweise erstmalig auch auf die verbauten Materialien geworfen. Das ist eine Förderklasse ähnlich wie früher Kaffee, Café Standard XYZ. Das finden wir grundsätzlich erstmal sehr positiv, denn in der Vergangenheit wurde ja immer der Energieverbrauch im Vergleich zu einem gewissen Gebäudetyp gezogen und hier wird jetzt endlich mal, sagen wir mal, die CO_2 Bilanz der verbauten Materialien betrachtet; das ist für uns als Hersteller von CO_2 neutralen Baustoffen natürlich top, wenn wir das jetzt nochmal auf das Beispiel Dänemark oder Frankreich übertragen, da gibt es auf einer Bruttogeschossfläche von 1000 Quadratmetern schon maximal Werte pro Quadratmeter an CO_2 Emissionen der verbauten Materialien. Das wird in den anderen restlichen europäischen Ländern jetzt auch folgen. Und damit eine EU-Richtlinie, da wird sich auch Österreich den Ganzen nicht verwehren können, und dann schauen wir mal, das wird nämlich ziemlich spannend. Es geht nämlich im ökologischen Bauen auch darum, das ganze Bauen einfacher zu machen, also wir haben ja extreme Komplexität von Gebäudeteilen, von Aufbauten, die komplex sind. Zum Beispiel die Dampfsperre, weil die Materialien vor allem in der Dämmung mit Feuchtigkeit nicht umgehen können. Vorher brauchte man die nicht, also wenn wir uns einen Aufbau von dem deutschen Fachwerk zum Beispiel angucken, haben wir eine Holzkonstruktion, wir haben eine Lehmausfachung, wir haben noch eine Holzweichfaser-Dämmplatte drauf, erreichen hervorragende

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Dämmwerte und da ist nirgendwo irgendeine Folie oder irgendwas, und die Baustoffe können halt einfach sauber mit den mit Feuchtigkeit umgehen und diese Gebäudeklasse E zielt darauf ab, weniger Sachen zu benutzen, weniger Gebäudetechnik und was wir in der Gebäudeklasse E irgendwie in der Zukunft machen können, darauf bin ich auch mal gespannt. Aber ich muss tatsächlich sagen, dass wir sozusagen dem OI3 Index in Österreich im Tagesgeschäft noch nie begegnet sind.

Wolfram
Es gibt auch kaum Förderprogramme dafür. Gibt es seitens Claytech einen Katalog mit empfohlenen Aufbauten unter Verwendung der Claytech-Produkte? Gibt es dazu auch die notwendigen Berechnungen?

Breidenbach
Kann man mit denen auch beantworten, also grundsätzlich geben wir natürlich Aufbauten frei für unsere verschiedenen Produkte. Auch hier ist wahrscheinlich der Trockenbau das, wo man konkret mit Aufbauten arbeitet, bei Trocken- beziehungsweise Holzbau mit Putzen ist es ja so, da ist ein Lehmputz, der kann überall drauf, auf jeden üblichen Untergrund. Im Trocken- und Holzbau ist es so, dass natürlich auch die Richtlinie und vor allem die Prüfungs-Richtlinien sehr, sehr, sehr, sehr konkret sind. Also ich habe einen exakten Aufbau, den ich so prüfen und freigeben kann und wenn da eine Lehmbauplatte abweicht, kann ich mit diesem Prüfzertifikat schon nichts mehr anfangen und das ist eine ja extreme Verkomplizierung der Sache. Es ist superschwierig, ich habe eine Massivholzwand mit Brandschutzklasse 90, und da würde man meinen, diese Lehmbauplatte da drauf, ist einfach als Vollflächige zu planken, das kann nur besser sein, du brauchst aber trotzdem eine neue Prüfung. Und da ist halt irre.

Wolfram
Das klingt sehr aufwendig und ärgerlich.

Breidenbach
Da haben wir den Standardaufbau halt dargestellt mit den verschiedenen Profilen Holz, Metall usw., aber auch da gehen wir halt natürlich den Weg, dass man sich am Standard orientiert, wir schaffen es sonst nicht. Und natürlich müssen wir auch irgendwo anfangen, wir haben nicht die finanziellen Möglichkeiten, jeden Aufbau zu prüfen, nur das zu prüfen, von dem, was am meisten benutzt wird, bis zu dem mit der geringsten Anwendung; so arbeitet man sich da als Hersteller so ein bisschen durch. Man muss auch sagen, wir sind ja Marktführer in dem Bereich, aber wir sind immer noch eine kleine Firma. Wir sind knapp hundert Leute, und das zeigt ein bisschen den aktuellen Stellenwert des Lehms noch, dementsprechend hat man natürlich auch nicht die Ressourcen der Firma Knauf, um das alles prüfen zu lassen, da ist der limitierende Faktor Geld tatsächlich einfach sehr schnell erreicht.

Wolfram
Diese Aufbauten werden genauso geprüft wie die Produkte?

Breidenbach
Ja.

Wolfram
Den Trockenbau-Leitfaden kann man abrufen, diese anderen Aufbauten kann man auch bei ihnen finden, oder muss man die auch nachfragen?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Breidenbach
Die kann man sozusagen finden und nachfragen, was wir immer wieder bekommen natürlich sind die Anfragen bezüglich Bauteil-Kataloge oder Plattformen, Online-Plattformen für Baustoffe und Bauteile aus Deutschland und umliegenden Ländern. Da muss man aber immer sagen, gerade die Schweizer fordern das, die Dänen und so weiter, das ist halt einfach super teuer. Jede Plattform will Listungsgebühren und so weiter und sofort haben und da steht aktuell noch nicht der Ertrag dahinter. Das war in der Schweiz ein aktuelles Beispiel, da fragen die Kunden; warum seid ihr nicht da drin? Da gibt es auch verschiedene Anbieter, es ist ja nicht so, dass der Staat da eine Plattform bietet und fertig. Du hast dann verschiedene Anbieter und auch das können wir einfach in der Breite noch nicht so leisten, wie wir es teilweise gerne machen würden. Wir müssen sehr gezielt mit dem Budget umgehen, was uns da irgendwie durch den Verkauf von den Baustoffen zur Verfügung gestellt wird.

Wolfram
Gibt es in Deutschland derweil einen Lehmbauteilkatalog?

Breidenbach
Aktuell kenne ich keinen, also zumindest keinen, wo wir drin sind, beziehungsweise habe ich mal in der Buchhaltung angefragt, wo wir potenziell Listungsgebühren zahlen, da war jetzt nichts ersichtlich.

Wolfram
Wie müsste hier vorgegangen werden, um zu garantieren, dass so ein Bauteilkatalog wirklich nur qualitätsvolle Aufbauten enthält?

Breidenbach
Willst du Dataholz oder eine andere Plattform? Da sind die Anforderungen schon ziemlich hoch. Man hat einen dicken Katalog, den man erfüllen muss und dementsprechend auch die Nachweise, da sind die Hürden eigentlich schon recht gut. Es ist ja auch so, dass wir als Hersteller oder alle anderen Hersteller von Baustoffen die liefern müssen; wir geben Aufbauten frei, geprüfte Aufbauten, wo dann auch wirklich damit gebaut werden kann, ohne das wäre es höchst fahrlässig, Aufbauten mit irgendwelchen Zahlen, Daten, Fakten, um sich zu werfen, die nicht der Wahrheit entsprechen, also das grenzt schon an kriminelle Machenschaften. Also sehe ich jetzt keine Gefahr, dass in solchen Bauteilkatalogen irgendwelche schlechten Aufbauten drin sind, was aber passieren kann, aber das würde mich auch eigentlich wundern. Sofern man dafür zahlen muss, dass diese Aufbauten da drin landen, das muss man eigentlich immer, sehe ich eigentlich kein Problem da drin, weil dann auch nur wirtschaftlich umsetzbare Aufbauten drinnen sind; ich habe hier in Österreich schon viele Planer und Architekten gesehen, die mich dann konsultiert haben - Was halten Sie von dem Aufbau und so weiter? Und das war irre, das waren Aufbauten mit Lehmbaustoffen, die hätte kein Mensch bezahlen können, weil da irgendwie dann noch als Schallschutz-Konstruktion sandwichmäßig in die Konstruktion Lehmbauplatten mittig gesetzt werden. Aber ansonsten sehe ich eigentlich da kein Problem, dass da irgendwelche Aufbauten reinkommen, die da nicht hingehören.

Wolfram
Dann kommen wir schon zur letzten Frage. Also wie müsste man aus Ihrer Sicht Architekten beziehungsweise Baumeister darüber informieren, wie sie Lehm in Ihren Aufbauten integrieren könnten, und was müsste gemacht werden, damit mehr Fachleute zu Lehmbauprodukten greifen?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Breidenbach
Ja, das ist eine ziemlich mühsame Arbeit, die machen wir seit 40 Jahren, wie kriege ich den Baustoff Lehm in die breite Masse. Wir haben so ein paar Hürden, denen wir gegenüberstehen. Eine große Hürde haben wir jetzt hier besprochen, das sind diese ganzen Nachweispflichten usw.. Dann fehlt es faktisch auch an Wissen bei den Planern, also ich bin sehr viel an Unis, in Architekturbüros, also gefühlt habe ich jedes Wiener Architekturbüro von innen gesehen und weiß, wie der Kaffee schmeckt. Niemand von denen weiß in den meisten Fällen, wie damit umzugehen ist, beziehungsweise es ist ja gar nicht so kompliziert. Also unser Anspruch ist auch immer, die Daten auch mit einem trockenen Leitfaden so zu liefern, dass sie halt einfach ausgeschrieben werden können. Aber dann habe ich auch sehr oft den Fall, und das ist ja so ein kleines Problem der Architektur allgemein, dieses Outsourcing von Dienstleistungen, also ich bin dann nur für die für die Gestaltung zuständig, dann macht wieder jemand anders die Ausführung und Ausschreibung macht auch jemand anders. Wie oft ich hier schon schön und aufwendig Aufbauten mit Architekten besprochen habe, die dann perfekt darauf ausgerichtet waren, was umsetzbar ist und so weiter und sofort. Dann wurde die Ausschreibung zu einem Büro hier in auch in Wien gegeben, mehrfach schon. Da kommen die vorbereiteten Ausschreibungstexten von mir und da kommt hinten raus etwas raus, wo ich mir denke, wo in dieser Kette ist etwas schiefgelaufen, weil das hatte nichts mit dem zu tun, was vorher besprochen wurde beziehungsweise funktioniert hätte, aber gut, da müssen wir noch vielleicht, auch durch irgendwelche Datenbanken, besser sein. Dann haben wir ein großes Problem. Das ist mit Abstand das größte, wir haben eine falsche Sichtweise in vielen Fällen auf den Lehm beziehungsweise auf den Baustoff Lehm und da ist vor allem medial das Thema, der Lehm ist nicht so sexy und super spannend. Die mediale Darstellung von dem geht dann dementsprechend eher zu Bauvorhaben, wo man sieht was Lehm ist, und das sind irgendwelche ja rudimentären Geschichten, Stampflehm-Bauvorhaben usw., die aber nichts mit der Praxis zu tun haben. Da müssen wir noch ein bisschen Presse, Arbeit und Wissensvermittlung betreiben, um da klar zumachen, was mit Lehm wirklich geht. Wir noch viel zu tun, aber es geht zu schnell, also unser technischer Leiter Ulrich Röhlen, der kann sich vor Anfragen nicht mehr retten und dann ist natürlich auch unsere Missionen auch mit dem Industrieverband Lehm Baustoff, den wir jetzt gegründet haben, in Berlin da Wissensvermittlung zu betreiben.

Wolfram
Auf der Uni wird das noch sehr belächelt.

Breidenbach
Absolut ja, und da muss man auch ein bisschen vorsichtig sein. Österreich wird dann langsam so ein bisschen immer die Nummer 2 hinter Deutschland sein und wird gerade sehr schnell von der Schweiz und anliegenden Ländern links und rechts überholt. Was das Thema angeht, da sollten sie ein bisschen Gas geben.

Wolfram
Ich muss sagen, das Interview war sehr aufschlussreich. Ich sage danke, dass sie sich bereitgestellt haben.

Breidenbach
Viel Erfolg mit der Arbeit und ich hoffe, dass es ein zufriedenstellendes Ergebnis wird und liebe Grüße an Andrea.

Wolfram
Richte ich ihr aus, ich sage dankeschön.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Breidenbach
Alles klar und wenn noch Fragen sind, einfach nochmal melden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

A.0.3 ExpertenInneninterview (Transkript) - LCA und Bauphysik - TU Wien - Ulrich Pont - 2024-01-25

Wolfram
Dann fangen wir mal an mit der ersten Frage; welche Prozesse wären notwendig, um einen Lehmbauteil-Katalog, so in der Richtung von dataholz, zu erstellen, der alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden kann?

Pont
Also grundsätzlich ist es beim Lehm so, dass die Verarbeitung ein großes Thema ist und dementsprechend müsste man wahrscheinlich schauen, dass man unterscheidet. Es gibt zum Beispiel bei Lambda, bei U-Werten, bei Diffusionswiderständen oft unterschiedliche Daten beim Holz, also ähnlich ist es wahrscheinlich beim Lehm diesbezüglich zu den Werten. Man müsste, im Grunde genommen, bei den verschiedenen Parametern überlegen, ob die Einbringung, beziehungsweise die Verarbeitung, beziehungsweise die Formung, einen Unterschied machen und die Leute, die das nutzen, auch darauf hinweisen. Aber grundsätzlich wäre es natürlich so, dass man ganz klassisch bräuchte, die thermodynamischen Daten, also das heißt Wärmeleitfähigkeit, Rohdichte, spezifische Wärmekapazität, Diffusionswiderstand. Wahrscheinlich irgendetwas in Richtung Trocknung, also sprich Wasseraufnahme und Wasserabgabe und die Zeit. Schalltechnisch müsste man wahrscheinlich die Masse angeben. Das hängt ab, also vielleicht bei den Lehmbaupaneelen könnte das ein Thema sein. Brandschutz fiele mir ein, im Grunde genommen, das Brandverhalten in dem Sinne, also sprich die Kategorisierung in diese Richtung. Was vielleicht in diesem Zusammenhang in Österreich ein Thema ist. Wenn man jetzt Deutschland, Schweiz oder international, also aus dem Dachbereich rausgeht, müsste man sich die entsprechende Bauordnung anschauen. Wir haben in Österreich, in den OIB-Richtlinien, die Bauklassen drinnen stehen. Wahrscheinlich ist die Eignung in dem Sinne kein bauphysikalischer Parameter, aber es ist für den Lehmbau relevant. Trägt es sich selbst oder kann es zusätzlich was tragen; bestimmte Konstruktionen, was mir noch einfiele, ist vielleicht auch bei Hybridkonstruktionen ein Thema,sprich, eine Holzkonstruktion. Das Einbringen vom Lehm, da muss man natürlich drauf achten, dass es in irgendeiner Art und Weise nicht zu Feuchtigkeitsübertragungen kommt, in dem Sinne müsste man im Gegensatz zu Holzkonstruktionen auch eine Art von Anleitung entwickeln. Worauf musst du achten; das müssten die Baufirmen per se in der Praxis wissen, wie das gemacht wird. Wesentlich wäre, dass man hier über die bauphysikalischen Daten hinausgehend zusätzliche Daten hätte. Was ein bisschen ein Thema ist, sind Lebenszyklus-Daten; sprich OI 3 Daten, beziehungsweise Daten nach der EN ISO 14044. In diesem Zusammenhang vielleicht auch die Anmerkung, eine Art von, weil das ja ein Thema ist beim Lehmbau, ein Lokalisierungsstempel, dass man sagt, OK, woher kommt der Lehm, aber das geht ein bisschen über das hinaus, was ein dataholz - Derivat können sollte. Vielleicht auch Konstruktionsdetails, Verbindungen, denn das ist auch ein großes Thema bei dataholz. Also ich kenne die die Sylvia Polleres, die macht das ganz gut von der Holzforschung und die haben ja jetzt angefangen, die Bauteile als IFC Bauteile anzubieten, das heißt BIM-fähig, und auf der anderen Seite aber auch die Details, die Konstruktionsdetails, diese irgendwie anzuschauen und das wäre, glaube ich, auch ein großes Thema, wie die Fugen zueinander sind bzgl- den Themen Schallschutz, Lastübertragungen, Diffusionsdichtheitsüberlappungen. Das ist mein Gefühl in dem Sinne, aber wahrscheinlich müsste man sich das im Detail ein bisschen mehr anschauen.

Wolfram
Wie legen Sie auch fest, welche Baustoffe oder Bauteile gemessen werden, also nach welchen Parametern werden die ausgewählt?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Pont
Im Grunde genommen, weil ich die Daten haben möchte, eben für so ein Repositorium, weil ich bestimmte Anwendungsfälle habe, die ich wahrscheinlich in irgendeiner Form hinbekommen möchte; In der Baupraxis gibt es dann immer das Wording, dass man belastbare Daten haben möchte, wenn man von einem Bauherrn oder von einem Konsulenten gefragt wird. Ich kann mir das zum Beispiel so vorstellen: angenommen, man möchte eine Lehmbau-Wand errichten und der Statiker, mit dem man zusammenarbeitet, hat noch nie damit gearbeitet, würde sagen; Wo kriege ich die Daten her und welche Daten kann ich da verwenden, wie kann ich das sozusagen hineinnehmen, was soll ich da annehmen? Dann, für diesen Fall wäre es glaube ich gut, solche Daten zu haben. Das ist wahrscheinlich auch für den Energieausweis ein Thema. Im Grunde genommen, wenn man die thermische Performance anschauen möchte, beziehungsweise wenn da jetzt Simulationen angewendet werden, also sprich, was weiß ich, irgendwelche dynamischen Simulationen, die jetzt zum Beispiel Auskühlung und Aufwärmung oder Aufheizung im Sommer darstellen sollen, also für Nachtlüftung, für passives kühlen, dann wären das natürlich Daten, die man braucht. Ein nicht ganz auf diese Thematik passendes, aber doch verwandtes Thema: Wir haben vor einigen Jahren mal eine Diplomarbeit gehabt, wo es um PCM gegangen ist (Phase change materials) und da war ein großes Thema, wie dick sollen die sein, bezüglich der Wärmeaufnahme, beziehungsweise Wärmeabgabe und je dicker die sind, und desto punktueller sie sind, desto schlechter wirken sie. Viel besser ist sehr viele Dünne überall zu haben, weil dann eben die Eindringtiefe im Grunde genommen sehr viel leichter vonstatten geht, beziehungsweise die Abgabe und Aufnahme von der Wärme. Also das sind so ein bisschen die Anwendungsfälle, die ich mir vorstellen kann, aber im Grunde genommen zurückzukommen auf die Frage, ich brauche die Daten einfach deswegen, damit ich sie in weiteren Tools einsetzen kann, damit ich sozusagen hier weiterführende Berechnungen und weiterführende Abschätzungen machen kann, beziehungsweise auch Wirkungsabschätzungen.

Wolfram
Wie kommen Sie dann an diese Daten?

Pont
Eine Anmerkung zuerst: Labor ist eine Geschichte, Simulation ist eine andere. Die dritte Geschichte, die ganz wesentlich ist, und das ist zum Beispiel bei Putzsystemen sehr oft das Thema, ist unter Realbedingungen zu beobachten, das heißt in Demogebäuden oder Demobauteilen zu beobachten; wirklich einmal sozusagen in die Praxis hineingehen. Da sieht man nämlich manches mal Dinge, die ein Laboraufbau in den Simulationen nicht berücksichtigt. In Simulationen kommt ohnehin nur das raus, was man selbst eingegeben hat, in irgendeiner Art und Weise, also was weiß ich, wenn jetzt irgendeine störende Wärmebrücke durch irgendeinen Metallteil oder sonst irgendeinen Teil vorhanden ist, wird das in der Simulation ja im Regelfall vernachlässigt, im Labor hat man das auch nicht unbedingt, in der Praxis kann aber das passieren, und manches Mal hat es Effekte, die man nicht intendiert hat.

Wolfram
Aber zum Beispiel die Messung eines Lambda-Wertes, das müsste wahrscheinlich in einem Labor in einer Simulation geschehen, oder?

Pont
Ja. Es gibt eigene Messnormen für solche Dinge. Zum Beispiel für Fenster. Da gibt es Messnormen für U - Werte für das Spezialbauteil. Aber grundsätzlich gibt es auch verschiedene Methoden, wie man auf den U-Wert schließen kann und das ist relativ deutlich determiniert, wie das funk-

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

tionieren soll in diesen Normen. Und ähnlich ist es für den Lambda-Wert. Ähnlich ist es für die gewichtsbasierte Austrocknung. Und früher hat man auch mit Wasserschälchen und Gewichten gearbeitet. Also ja, wie das gemacht wird, ist in den E-Normen geregelt.

Wolfram
Wenn Sie jetzt diese Prüfmethoden verwenden, dann sind das wahrscheinlich auch diese von den Normen. Welche verwenden Sie da ganz genau im Labor oder in der Simulation?

Pont
Wir selbst messen nicht, wir sind ja kein zertifiziertes Labor, das macht im Regelfall in Österreich zum Beispiel die Magistratsabteilung 39, in Linz gibt es auch noch eine Stelle, die das macht, sonst passiert das sehr, sehr oft in Deutschland. Das hängt jetzt davon ab, was für Bauteile, aber die müssen sich natürlich ganz sklavisch an diese Normen halten und das auch ganz gut dokumentieren. Also da gibt es zum Beispiel Zeitabläufe, die drinnen sind, wann man messen muss, es ist spezifiziert, wie groß die Messkörper sein müssen. Es ist spezifiziert, wie die Randbedingungen gesetzt werden müssen, und das muss ganz genau mit dokumentiert werden, das ist im Regelfall so drinnen und es ist bleibt im Regelfall auch nicht bei einer Probe, sondern es sind im Regelfall mehrere Proben, wo dann einfach über statistisches Verfahren, probabilistisches Verfahren normalerweise geschaut wird, ob die eh alle in einer in einer Range sind, und gegebenenfalls werden Ausreißer herausgenommen. Deswegen ist dieses Zertifizieren so ein teurer Spaß; es dauert, es braucht viel Material, es muss sehr viel eingehalten werden. Dementsprechend sind das die Punkte, wir selbst messen aber nicht.

Wolfram
Aber ihr habt es schon ein Labor.

Pont
Wir haben ein Labor, aber wir verwenden das eher für angewandte Forschung, nicht wirklich für die Materialforschung. Was wir gemacht haben in der Vergangenheit war zum Beispiel, dass wir bei Bauteilen über Messtechnik von Kastenfenstern was gemessen haben, oder auch von Putzsystemen. Also Gelputze. Was da die Materialparameter angeht, ist man viel besser beraten, wenn das ein zertifiziertes Labor machen muss, das hat auch den Grund, dass die Messgeräte laufend kalibriert werden müssen, was ein Vermögen kostet.

Wolfram
Dann kommen wir mal zur nächsten Frage; wenn sie die Messungen machen auf dem Institut, was sind da die Schwierigkeiten? Gibt es da auch Unterschiede zwischen der Messung von einzelnen Baustoffen und ganzen Bauteilschichten?

Pont
Im Grunde genommen geht's darum, dass man sich sehr oft ans unentdeckte Land heranwagt, wenn man jetzt zum Beispiel in der Bestandssanierung ist, weiß man ja sehr oft nicht, was da tatsächlich drinnen ist, weil es über die Bauakten niemals herauszufinden ist. Man hat vielleicht, zum Beispiel, ein Gebäude wie die TU, wo wir wissen, dass das meistens Ziegelwände sind. Aber man weiß jetzt nicht, ob da nicht irgendwann einmal, weiß ich nicht, irgendwelche Einbauten vorhanden waren, wie es mit Leitungen aussieht und so weiter. Man muss das gut untersuchen vorher. Dann muss man schauen, dass wir nach Möglichkeit Landparameter, die man nicht drinnen haben möchte, so gut es geht aussondert; also gerade bei Bauteilen, zum Beispiel, wenn man wirklich in einer Gebäudehülle misst, die es tatsächlich gibt, dann wird

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

man wahrscheinlich versuchen, nicht unbedingt die Südfassade zu nehmen und bei der Ost- und Westfassade tendenziell auch vorsichtig sein. Wenn ich jetzt die Westseite hernehme, was in Wien im Regelfall die Wetterseite ist, dann wird das wahrscheinlich andere Anforderungen an die Bauteile stellen; und, und, und, und. An der Ost- oder Nordseite, auch bei der Südseite ist es ähnlich, weil da haben wir extreme Sonneneinstrahlungs-Events. Die Frage ist: will ich das haben, will ich die Extreme haben oder will ich sozusagen so eine average Performance-Geschichte anschauen und was ganz wesentlich ist, wenn ich die Extremwerte haben möchte, auch wenn ich einfach sozusagen die Messung kontrolliert ablaufen lassen möchte, dass ich alles mit logge und mitprotokolliere was wesentlich ist. Wir haben an der TU oben den Geodetenturm, der ist relativ der höchste Teil des Hauptgebäudes. Aber trotzdem, im Winter muss man zumindestens damit rechnen, dass das Freihaus, das daneben ist, einen Schatten wirft. Am späten Nachmittag, wenn man das nicht mit einkalkuliert und sich dann die Messdaten einfach anschaut, sieht man, dass es dann immer irgendwo einen Fall gibt bei irgendwelchen Oberflächentemperaturen, warum wohl? Ja, weil der Schatten auf einmal da ist. Also das sind alles diese Parameter, die man mitnehmen muss und sich das genau überlegen muss; ich gebe noch ein Beispiel. Wir haben ein Projekt gehabt, das war das Projekt VACOM, das sind Vakuumkasten-Fenster, beziehungsweise Vakuum-Glaskastenfenster. Gegangen ist es um eine Kastenfensterdichtung mit Kasten und mit Vakuumgläsern. Da hatten wir tatsächlich sechs Objekte, die wir messtechnisch erfasst haben, zwei davon waren in Wien, 12. und 19. Bezirk, da wohne ich gleich ums Eck, also das war kein großes Problem. Eins war auf der TU, da hatten wir auch guten Zugriff, aber die anderen waren halt in Innsbruck, Salzburg und Oberösterreich, das heißt, die Messtechnik muss auch so aufgestellt werden, dass man verhindert, dass irgendein Nutzer hingeht und zum Beispiel ein Messgerät absteckt, weil er die Steckdosen braucht, das kommt in der Praxis vor. Und natürlich wir sehen dann, die Messdaten sind auf einmal nicht mehr da, da muss sich irgendjemand in den Zug setzen, dort hinfahren und schauen, ob jetzt der Sensor versagt hat und dann ist man natürlich sehr frustriert, wenn man hinkommt, und irgendein lieber Mensch, ich formuliere es vorsichtig, sagt: Ich habe das jetzt abgesteckt; weil er halt sein Handy laden wollte, das kommt in der Praxis vor. Themen sind auch, dass die Daten laufend gesammelt werden und dass keine Datenverluste eintreten. Das war früher ein großes Thema, Wir haben zum Beispiel einmal in einem Raum Klimamessungen im UNIQA Tower gemacht und den Datenspeicher, den wir hatten, den musste man alle drei Wochen mit einem USB-Kabel auslesen. Jetzt war es so, dass der, der das Auslesen gemacht hat, irgendwann einmal auf Urlaub war und dann zwei Wochen krank war. Es wurde nicht für Wert befunden, irgendjemandem zu sagen, du musst die Messdaten auslesen gehen, ansonsten verlieren wir die, und dann waren die Messdaten halt weg von einem dreiviertel Monat. War blöd, aber nicht anders zu lösen. Also zeitgemäße Messtechnik ist wichtig, Datensicherung ist wichtig und Aufklärung der Personen. Die Leute haben immer eine Panik, wenn man mit irgendeinem Messinstrument in einem Büro hineinkommt. Ich werde überwacht, um Gottes Willen, die Leute schreiben zwar auf Facebook, ich habe gerade in der Nase gebohrt und was Gelbes herausgeholt, aber sowas wollen sie gar nicht. Weil da ist die Kontrolle drüber nicht da, also da findet man sehr oft Verweigerung in irgendeiner Form. Manches Mal ist es auch so, dass die Nutzer bestimmte subjektive Sachen aufzeichnen könnten und sollten. Da Leute zu finden, die das machen, ist schwierig. Also bei den Kastenfenstern beispielsweise war es Kondensat auf den Fenstern, da wollten wir auch die optische Impression und gesagt: an kalten Tagen, wenn ihnen auffällt, dass da Kondensat ist, bitte ein Foto und schreiben es dann bitte nieder mit einem Satz. Sehr mühsam. Dass die Messdaten akkurat sind, dass es keine Störeffekte gibt, dass die Messgeräte nicht manipuliert werden, also das ist auch ein ganz wesentlicher Punkt. Da gibt es viele Dinge; ich würde sagen, sicherstellen, die Messdatenqualität sicherstellen, die richtige Dauer, Sicherstellen der richtigen Intervallmessung, das heißt, wie oft in der Minute oder in einer Stunde oder wann auch immer die Messdaten aufgezeichnet werden, denn man kann ja jede Sekunde

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

messen. Aber was macht man mit den Datenfriedhof? Das hängt immer davon ab, was du dir anschauen möchtest. Kontrolle der Parameter, die Veränderungen in den Messdaten verursachen können, würde mir noch einfallen. Den Nutzer im Grunde genommen aufklären beziehungsweise sicherstellen, dass die Nutzer nur in der gewollten Weise mit den Messinstrumenten interagieren oder gar nicht. Wir haben auch schon in einer Schule gemessen, hinter den Tafeln, damit es die Schüler möglichst nicht sehen. Ich glaube, 30 Prozent der Messinstrumente waren nachher nicht mehr da. Es waren ganz billige, dementsprechend war es wurscht, aber was auch immer Leute mit dem Messinstrument für Temperaturen mit relativer Luftfeuchtigkeit machen, die sie eh nicht auslesen können machen, ich weiß es nicht, aber das passiert halt.

Wolfram
Also Parameter und natürlich die Nutzer sind die großen Punkte. Dann noch eine Frage zur Bauphysik. In der deutschen Industrienorm haben wir jetzt zum Beispiel die Lehmplatte, und die wird dort in neun verschiedene Rohdichteklassen eingeteilt und natürlich, je nach Rohdichte haben wir andere Werte. Wie grenzt man sowas effektiv ein? Weil alle neun Rohdichteklassen durchzumessen ist ja Wahnsinn, auf wie viele Klassen müsste man reduzieren, dass man alle Bereiche ordentlich abdeckt?

Pont
Ich sehe es gar nicht so schlimm. Ich sag jetzt mal so, wenn ein Hersteller das wirklich haben möchte, dann wird er alle neun Rohdichte-Klassen messen. Das kostet zwar einmal Geld, aber dann ist es erledigt. Wir haben generell das Problem, wenn wir zum Beispiel in die ÖNORM schauen, B 8110 - 7, da wird für alle möglichen Bauteile immer etwas angegeben in Spannweiten. Da ist es die Wärmeleitfähigkeit, und das hängt natürlich damit zusammen. Man wird wahrscheinlich für die Anwendungen das entsprechend sehen wollen, da wird es wahrscheinlich so sein, dass es bestimmte Plattendicken gibt, die eine entsprechende Rohdichte haben und dafür ein entsprechendes Wärmedämmverhalten. Wenn es dichter ist, ist es vielleicht schalltechnisch besser, wenn es weniger dicht ist, es vielleicht wärmetechnisch besser. Das hängt sehr stark von den Anwendungen ab. Die Frage ist jetzt immer herstellungsseitig, wird das nachgefragt und es ist eine betriebswirtschaftliche Frage, denn ich kann ja alles machen, aber es muss jemand auf die lange Sicht was zahlen, wenn ich ein Produkt entwickle und da habe ich einen Bestseller, der immer gekauft wird und dann habe ich 2 Randprodukte. Dann werde ich wahrscheinlich irgendwann einmal, wenn ich das festgestellt habe, die Randprodukte tendenziell weniger gut messtechnisch weiterentwickeln, weil es einfach nicht nachgefragt wird. Umgekehrt, wenn ich einen Bestseller habe, dann werde ich den natürlich versuchen, bestmöglich messtechnisch durchzumessen, um alle Daten zu haben. Also ich sehe jetzt neun unterschiedliche Klassen nicht so schlimm an, muss ich ganz ehrlich sagen. Man muss das immer vergleichen wie mit Beton. Beton hat wahrscheinlich in allen Ausformungen, mit Verflüssigern, mit Festigkeitsklassen, mit Zuschlagsklassen, wahrscheinlich 500 verschiedene Arten und da würde auch niemand auf die Idee kommen zu sagen, das machen wir nicht, weil warum auch immer. Ein enormer Aufwand wäre das nicht oder beziehungsweise, für die Firmen, die wirklich viel Geld haben, die werden sie sich das Labor selbst leisten.

Wolfram
Also es gibt so eine Art natürliche Selektion der Baustoffe aufgrund der Kapitalwirtschaft, würde man sagen?

Pont
Ich sage jetzt mal so, wir haben vor zehn Jahren ein Tool entwickelt, wo wir gesagt haben, die

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Leute können selbst die Lösungen für Sanierungen determinieren und wir haben dann am Ende die Ökologie, die wärmetechnische Performance und die Kosten gehabt als Parameter, die halt quasi nicht gegeneinander austauschbar waren, wo man halt gesagt hat eine Lösung verursacht diese Kosten und jenen Heizwärmebedarf und jenen Öko-Impact und zu glauben, dass die meisten Menschen irgendwie sozusagen die wärmetechnische Performance oder die Ökologie hergenommen haben, das Kriterium ist ein Irrglaube; es waren immer die Kosten. Das ist am Ende des Tages so eine Sache, wir leben in Zeiten, wo wir eine hohe Inflationsrate haben, die Bauindustrie stöhnt eh schon in dem Sinne, natürlich ist das ein Thema. Ökologischen Bauen ist die nächste Sache, weil da gibt es jetzt 22 grundsätzliche Stoßrichtungen; das eine ist, dass ich die Bauteile optimiere und das andere ist, dass ich nicht die Bauteile optimiere, dafür aber die die Gesamtmasse des Bauwerkes optimiere. Ein Beispiel: wenn man sich die Schule anschaut vom Helmut Richter am Enkplatz, dann ist das ein Stahlglaskonstrukt, das aber so wenig wie möglich hat. Damals war Ökologie kein Thema, aber wenn ich jetzt sowas mir anschaue und sage okay, da ist so wenig wie möglich da, ist es ja auch ein eigentlicher Zugang zur Ökologie. Langfristig muss man sich dann schauen, wie schaut es aus, wenn da drinnen jetzt, wie es in der Richterschule leider der Fall war, weil es auch nicht richtig fertig gebaut haben, ein Glashaus entsteht, wo die Leute im Sommer gar gekocht werden, das ist halt die komplexe Geschichte, es ist ja nicht mit einem Einzahlwert erledigt, also weder der Heizwärmebedarf noch die Baukosten, noch die Ökoperformance, in Wirklichkeit geht es ja darum, dass man dieses komplexe Konstrukt versucht, besser zu verstehen. Und das, was ja wir nicht brauchen, ist im Grunde genommen die 27te in die Breite gehende, wie auch immer geartete Indikatorengeschichte, wo man sagt, OK, ich tippe 3 Werte in meinen Taschenrechner ein und dann habe ich einen Wert und so ist es, so macht es nämlich die Praxis aktuell. Es geht darum, Mittel und Wege zu finden, wie man Bauwerke oder die gebaute Umwelt als Ganzes so erfassen kann und entsprechend sozusagen dann dieses komplexe Geflecht aus Nutzern, aus Materialien, was auch immer immer versuchen kann zu evaluieren, und das ist ja etwas, woran wir nach wie vor uns die Zähne ausbeißen, weil am Ende des Tages habe ich einen neuen Indikator, was sagt mir der aus? Nichts, weil dieser auf Standardwerten basiert und die Hersteller nicht gezwungen sind, die Daten herzugeben. Einer, der Lehmbauplatten verkauft, sagt: Ich mache Marketing damit. Natürlich möchte ich diese Werte, dann kommt er vielleicht auf drauf, die Energie, die ich für den Ofen brauche, um den Lehm zu trocknen, die ist aber leider Gottes ziemlich groß und dementsprechend ist mein primärer Energieinhalt relativ groß pro Kilogramm. Dann wird es wahrscheinlich nicht mehr verwendet, das ist so eine Sache. Einzahlwerte sind problematisch und die Datenqualitäten sind ein großes Problem. Aber das Hauptproblem ist der Nutzer, denn überspitzt formuliert, wenn jetzt die Großmutter immer im Winter gelüftet hat im Schlafzimmer und sagt, sie kann sonst nicht schlafen, kannst du die Hütte noch so gut dämmen und wirst trotzdem absurde Energieverluste haben. Das sind so ein paar Punkte, die Materialität allein macht nicht alles aus.

Wolfram
Ja, da stimme ich dir komplett zu. Es ist sehr komplex und es hängt von sehr vielen Faktoren ab. Natürlich hängt das auch von unseren kapitalistischen Systemen ab und auch von den Nutzern, wie man agiert. Aber das ist ja nicht Thema des Interviews. Wie siehst du denn eigentlich den Prozess der Ökobilanz? Kann dieser Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?

Pont
Rein prinzipiell ist es so, dass wir bei den Ökobilanzierungen diese unterschiedlichen Domänen haben, die mit Buchstaben gezeichnet sind, also ABCD, verschiedene Phasen und verschiedene Betrachtungswinkel. Ich kann das so machen, dass ich versuche, es möglichst exakt und möglichst detailgenau zu machen. Wenn das sehr detailgetreu ist, ist wahrscheinlich der Aufwand für diese

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Ökologie größer ist als das, was es bringt. Und wenn man irgendwann bei den Standard-Werten angelangt sind, beginnt es halt lächerlich zu werden. Also ich gebe ein Beispiel, stellen wir uns vor, wir bauen ein Mobiltelefon, jetzt absichtlich kein Gebäude, sondern ein Mobiltelefon, und wir wollen irgendeine seltene Erde aus einem chinesischen Bergwerk verwenden dazu. Jetzt wissen wir, in Variante ABC wird so viel Kilogramm verwendet, mehr oder weniger und dann schaue ich nach, wo kommen die Daten her. Der Hersteller in China gibt mir gar nichts, irgendwo gibt es eine Datenbank, die halt die von Wissenschaftlern erstellt wurde, da steht; Transport und Abbau und Einbau kostet so und so viel Energieeinheiten so und so viel Kosteneinheiten so und so viel Versäuerungseinheiten und so weiter und sofort. All das global Warming Potential. Aber sagt das irgendwas über das reale Kilogramm aus, das aus dem Bergwerk geholt wurde? Mit welchen Maschinen, von wem transportiert, wie wohin gebracht? Nein, natürlich nicht. Das heißt, wenn man sagen möchte, man möchte es wirklich exakt als Modell der Welt verwenden, scheitert das am Detailgrad und an den Standardwerten, wofür es aber sehr gut geeignet ist. Und das ist eigentlich auch der Sinn und Zweck von den meisten dieser Benchmarking-Geschichten; für Vergleichszwecke. Also wenn ich mir jetzt überlege, zum Beispiel, ich krieg das gleiche in meinen Handy-Werk in Oberösterreich, wo halt das Fairphone oder so irgendwas produziert wird, dann habe ich unterschiedliche Varianten und ich weiß, der Standardwert ist halt so und so und ich hab dann die unterschiedlichen Varianten und kann sagen, dieser Standardwert fürs Handy, der ist da am niedrigsten bei dieser Variante; dann sagt mir das schon was aus. Worauf ich hinaus möchte; ein relativer Vergleich, wunderbar, als absoluter Vergleich eine ganz schlechte Geschichte. Das ist auch wahr vom Energieausweis her; der Energieausweis ist auch ursprünglich integriert gewesen, um unterschiedliche Gebäudevarianten und unterschiedliche Bauwerke miteinander zu vergleichen, nicht um dem Endnutzer zu sagen, so viel Energie wirst du verbrauchen. Jetzt haben wir das Energieausweisvorlagegesetz seit 2006 und 2012, da steht genau das drinnen und es hat tatsächlich einen Gerichtsprozess gegeben, irgendwo in Innsbruck, glaube ich. Wo jemand geklagt hat und gesagt: Komisch, also meine Energierechnungen sagen aber sehr viel mehr aus als was im Energieausweis drinnen gestanden ist, und der Richter hat dem Kläger recht gegeben gegenüber dem Aussteller, das ist ganz, ganz kritisch, denn ich übernehme dann eine Haftbarkeit für etwas, was ich eigentlich gar nicht in der Hand habe. Das heißt, das Wesentliche ist, dass man sagt, unter der Annahme, das und dann gibt es eine lange Liste von, dass dieser Standardwert zutrifft, falls diese Konstruktionsweise verwendet wurde. Wenn der Satz aber ist, das hat jetzt diese und jenen Öko-Impact, denn das ist ganz genauso, dann muss man ganz ehrlich sagen, hat der Aussteller sehr viel nicht verstanden oder der Mensch, der das macht, aber die meisten, die sowas machen, wissen das eh und sagen ganz deutlich, unter den Annahmen, kommt das heraus. Es ist schwierig, denn wir hätten ja die Wunschvorstellung, dass wir die Welt ganz genau verstehen, dass wir ganz genau Modelle von allem haben. Digitale Zwillinge sind in aller Munde, ich habe da einen großen Skeptizismus aus dem einfachen Grund, weil jedes Modell eine Reduzierung der Realität darstellt und dementsprechend, wenn die Reduzierung ausschlagkräftig ist, wunderbar, aber in vielen Fällen wird es ja nicht so ausschlagkräftig sein und es wird eine Abweichung existieren. Man spricht dann auch vom sogenannten “Performance Gap”. Das ist vielleicht ein Begriff, der ganz interessant ist. Das heißt, das, was ich ausgerechnet habe, unterscheidet sich signifikant von dem, was man zum Beispiel in der Realität beobachten kann. Bei den Energieausweisen ist es zum Beispiel so, dass wir sehr oft vom “Rebound Effekt” sprechen. “Rebound Effekt” bedeutet; Ich habe jetzt eine Sanierung durchgeführt und das sollte jetzt eigentlich nur noch 10 Kilowattstunden pro Quadratmeter ein Jahr verbrauchen und dann schaue ich mir die Energierechnungen an und bin bei 60. Das klingt jetzt drastisch, Faktor sechs. Aber das haben wir beobachtet, das kann passieren. Das wäre also so, dass man sagt, der Nutzer macht jetzt irgendetwas, zum Beispiel extensiv lüften oder viel, viel, viel wärmer hochheizen, was diese Energieperformance wieder nach oben treibt, obwohl es eigentlich niedriger sein sollte.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Umgekehrter Rebound Effekt, dass ich zum Beispiel annehme, das bestimmte Bauwerke schlecht performen, obwohl sie das gar nicht tun. Es ist sehr oft begründet, Häuser zu beobachten, warum? Weil die Leute eh wissen, wenn sie jetzt alle Räume heizen, dann pfeift die Wärme da durch die Hülle raus, dementsprechend heizen sie halt nur die Küche und das Wohnzimmer; im Schlafzimmer hat es 15 Grad. Sowas macht der Energieausweisaussteller nicht und ich gehe davon aus, dass das bei der Ökobilanzierung eine ganz ähnliche Sache sein wird. Man wird nicht auf den Schraubenkopf des LKWs in China, der das Material vom Bergwerk zum Zug gebracht hat, irgendwie referenzieren und dessen Herstellungsprozess darstellen können. Das Problem an der ganzen Geschichte ist diese Kaskade an Dingen, die muss ich irgendwann einmal abschneiden und sagen, bis dahin beobachte ich es und dann nicht weiter. Also wie gesagt, die Interpretation von der ganzen Geschichte ist das Wesentliche. Ich kann alles machen, ich muss alles dokumentieren und ich muss den Satz sagen; Unter der Annahme, dass das zutrifft, dann kommt das heraus, ja.

Wolfram
Das ist also immer so ein Problem, die Realität abzubilden und nicht jetzt irgendwie ein Problem der Manipulation oder auch der falschen Daten. Die Realität darstellen ist nicht unmöglich, aber schwierig.

Pont
Das ist ein heikles Thema, weil natürlich die Manipulation ein Thema ist. Wir leben in einer Zeit, wo wir mit Daten überschüttet werden und nicht die Zeit haben, das zu überprüfen. Wir müssen uns manches Mal auf darauf verlassen. Die Bösartigkeit im Sinne von, jemand macht es absichtlich falsch, um sich einen Vorteil zu erlangen, das werden wir nie ausschließen. Der Punkt ist, die Frage ist immer, ob eine Böswilligkeit dahintersteckt oder ob es ein “Ich weiß es nicht"dahintersteckt. Und ich kann es nur sagen, von den Energieausweisen her ist es zumeist keine Bösartigkeit oder Böswilligkeit, sondern das sind 2 Dinge, nämlich auf der einen Seite der Interpretationsspielraum bei vielen Dingen, das wird bei den Ökobilanzierungen ziemlich ähnlich sein. Und der zweite Punkt? Am Ende des Tages die Annahmequalität, also der Interpretationsspielraum und für welchen Auftraggeber mache ich das. Ich gebe ein Beispiel, die Behörde möchte beim Energieausweis, dass das möglichst akkurat ist, dass es möglichst vorsichtig und realistisch gerechnet wird. Was will der Makler und der Gebäudeeigentümer, der das verkaufen möchte? Der will was anderes, der möchte einen möglichst guten Wert dort stehen haben. Was will der Endnutzer haben, der will das vielleicht irgendwie verwenden, um jetzt eine Mietreduktion herauszubekommen. In Deutschland gibt es bei den Energieausweisen die Möglichkeit, Verbrauchsdaten von drei Jahren bei Wohngebäuden heranzuziehen, das ist in Österreich nicht erlaubt. In Österreich müssen wir immer rechnen, also immer mit dem normativen Rechenverfahren und die Frage ist jetzt immer die, macht irgendjemand das bösartig? Schön rechnen kann man es und das ist die dünne Linie zwischen begehe ich da jetzt absichtlich ein Verbrechen oder bewege ich mich im Interpretationsspielraum des Möglichen? Das ist eine dünne rote Linie, an der einige Leute entlang tanzen mögen. Formulieren wir es so, wenn du exakte Daten haben möchtest, musst du exakt die Berechnungsvorschriften und exakte Annahmen irgendwo niederlegen und sagen, das und das darfst du annehmen und das und das musst du ganz deutlich so und so klarlegen. Was ich kritisiere bei der ganzen Geschichte, ist eine reine “ein Wert, ein Ergebnis” Herausgabe, wie es bei den Energieausweisen in den Immobilieninseraten beispielsweise passiert. Da steht der Heizwärmebedarf und die Energieklasse. Wie das berechnet wurde, mit welchem Energieausweisverfahren, das sich in den vergangenen 20 Jahren viermal geändert hat, steht nicht dort. Mit welchem Verfahren es gerechnet, mit welchem Programm es gerechnet wurde, welche Annahmen getätigt wurden, steht auch nicht dort und das steht meistens nicht einmal im Energieausweis drinnen. Eigentlich müsste jeder schreiben am Anfang: “Folgende Annahmen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

wurden getätigt. Folgende Daten wurden aus Bauplänen entnommen. Folgende Standardwerte wurden verwendet", das macht kein Mensch, aber in dem Moment wo so eine Annahme von einem anderen eins zu eins produziert werden könnte, ist es gut dokumentiert. Das klingt einfach, ist aber eine harsche Anforderung. Vielleicht ist das eine spannende Referenz; wir haben ein Projekt gemacht, 2015, 2016, das hat geheißen, Eden, wie der Garten Eden oder das Edenprojekt von Greenshaw, ist auch auf nachhaltig wirtschaften zu finden. Es ist darum gegangen, genau diese Datenunsicherheiten und diese Sensitivität der Energieausweise bei bestimmten Annahmen zu testen. Das haben wir gemacht damals, das ist vielleicht eine ganz lustige Referenz.

Wolfram
Der Name ist spannend, ich recherchiere das nachher. Jetzt zur nächsten Frage. Wenn ich jetzt eine Lehmbauplatte einer Ökobilanz, beziehungsweise einen Lifecycle-Assessment unterziehen würde, wie würde ich anfangen?

Pont
Ich mache selbst keine solche, weder die die Messungen noch diese LCA Geschichten, aber so wie wir es rudimentär gemacht haben, ist es so zu sagen, ich schaue mal, was es für Daten gibt, ich identifiziere Datenlücken. Ich versuche, diese Datenlücken gegebenenfalls durch Herstellerinformationen zu schließen oder aber durch die Standardwerte, wenn es nicht anders geht. Und dann ist es relativ klar. Dann muss ich schauen, was an Masse verbaut ist. In dem Sinne, wie welche Masse in Kubikmetern oder in Kilogramm, je nachdem wie es halt einfacher geht. Damit entsprechend Einheiten multiplizieren und komme so auf die entsprechenden Emissionsdaten und Energieverbrauchsdaten und kann das meistens dann in die entsprechende Punkteschematik umrechnen, die es gibt. Das ist im Grunde genommen der ganze Prozess. Lustig wäre es, dass man eine Bauplanung oder eine Sanierungsplanung so weit im Detail schon kennt, dass man bei diesen Massenermittlungen nicht im Dunklen tappt. Also das ist eine wesentliche Geschichte, also es macht zum Beispiel überhaupt keinen Sinn, Ökobilanzierung für den Wettbewerb zu verlangen, das habe ich auch schon gesehen, wo die Leute sagen, machen Sie eine für den Wettbewerb, wo du weißt, es wird in den folgenden Phasen noch 17-mal herumgeändert und die Massen werden sich verändern. Es ist sinnbefreit. Wenn es darum geht, diese Daten für die Elemente zu erheben, also tatsächlich, wie man selbst zum Beispiel zur Grauenergie, Versäuerungs- und global Warming Potential kommt, da muss man sich natürlich die Herstellungsprozesse anschauen und entsprechend auch die Erhebung. Und da sind wir dann meistens fast schon in einer elektrotechnischen oder maschinenbautechnischen Domäne, beziehungsweise Thermodynamikdomäne, zumindestens für bestimmte Prozesse. Weil es ist jetzt nicht so, dass du als Architekt oder Bauingenieur in die Firma gehst und sagst, ich beobachte jetzt den Prozess, wie diese Platte hergestellt wird, und dann habe ich ganz cool meine Daten, sondern das muss du dann irgendwie sozusagen aus dem ganzen Ding herauslösen, also aus dem ganzen Prozess. Es gibt auch Energiekosten, es gibt Emissionen, Energieaufwand. Das müsste man sich im Detail anschauen und das geht nicht ohne Firmenunterstützung, das muss man auch ehrlich sagen, weil wenn die das nicht offenlegen, hast du keine Chance, deswegen landet man ja immer bei den Standardwerten, weil Firmen meistens keine rechtliche Verpflichtung haben und einem meistens ablehnend werden, wenn man danach fragt.

Wolfram
Das wäre auch die größte Schwierigkeit bei diesem Prozess also - die Hersteller und die Bereitstellung ihrer Daten.

Pont

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Die Problematik ist, ich kann es zum Beispiel nur von den Vakuumgläsern sagen, wir haben da auch versucht eine Ökobilanzierung bei unseren Projekten zu machen, das war mit Franz Tolleschall, damals von der Holzforschung, jetzt bei IBO, der das mit uns gemacht hat. Da war eine chinesische Firma und da wurde dann tatsächlich angefragt und die haben gesagt, sie können diese Daten nicht herausgeben, weil sie ansonsten wesentliche Informationen den Konkurrenten frei ins Haus liefern würden, und das wollen sie nicht. Das ist das Killerargument, das oft gebracht wird. Weil wenn man sieht, dass das weniger energieeffizient, energieintensiv ist, dann könnte man ja, wie auch immer, mit einer Zauberkugel den Herstellungsprozess magischerweise nachvollziehen. Das ist die Argumentation, die man hört.

Wolfram
Es fehlt also der Wille und der Anreiz.

Pont
Manches Mal haben sie auch nur Angst vor dem Aufwand, weil das kostet sie ja auch was und sie werden es messtechnisch nicht so einfach haben. Irgendwie klar. Liebe Firma XYS, die jetzt ein KMU ist und gerade begonnen hat, Hanf-Dämmplatten zu machen, bitte sagt es mir wieviel CO_2 ihr pro Kilogramm eures Produkts irgendwie sozusagen emittiert, dann kommt, woher soll ich das wissen? Und dementsprechend müssten sie sich natürlich jemanden holen, einen Experten, der das auditiert und mitmacht in dem Sinne und wahrscheinlich würde er dann sagen, es tut uns leid, wir sind gerade erst beim Markt betreten, wir haben nicht das Potenzial, das zu machen, also manches Mal scheitert es vielleicht einfach nur weniger am Willen, sondern einfach an der Notwendigkeit, wirtschaftlich zu agieren. Vielleicht kann das der Fall sein, das kannst du jetzt beim Wienerberger oder bei irgendeiner großen Firma natürlich nicht mehr sagen. Aber auch hier wird es schon irgendeine Mischung sein, eine Mischung aus, vielleicht haben wir diese Daten und wollen Sie nicht herausgeben oder wir haben die Daten nicht und wollen Sie nicht erheben. Hängt auch vom Produkt ab. Ein Beispiel, angenommen, deine Lehmbauplatten liegen in irgendeinem Stadel und trocknen dort vor sich hin und dann gibt es einen Winter, der sehr feucht ist und sehr kalt ist und dann beschließt der Hersteller, dass er dort Elektroheizungen montiert, damit er Prozess schneller geht und im nächsten Jahr macht er das nicht, das macht natürlich einen Unterschied für die Ökobilanz. Das ist jetzt die Frage, ob man herstellerseitig oder bauwerkseitig unterwegs ist. Das bauwerkseitige ist sehr einfach im Vergleich zum anderen.

Wolfram
Kommen wir jetzt zu dieser Problematik von Trockenbauwände mit Gipskarton. Wenn die dann verputzt werden, dann sind die ja nicht mehr wieder verwertbar und verunreinigt, obwohl der Hersteller sagt, dass man die eigentlich wiederverwenden könnte; aber in der Praxis werden die dann entsorgt.

Pont
Bei Ökobilanzierungen selbst nicht. Da gibt es einen Entsorgungsindikator, also das ist im Grunde genommen eine Beschreibung. Die Traumvorstellung, die wir immer alle haben, ist, dass wir etwas zusammenbauen, wie einen Lego-Bausatz und nachher wieder auseinander bauen, und dann das B-Modell bauen können, das spielt es bei den Bauwerken im Regelfall nicht, weil man da immer irgendwelche Verunreinigungen und Verbindungen, was auch immer, hat. Wenn man jetzt verputzt, ist das auch eine Sache, man kann sich da jetzt grob einen Merksatz sozusagen einprägen; in dem Moment, wo du Folien klebst oder wo du irgendwie mit irgendeinem Glatscher tust, also irgendetwas nasses machst, wirst du die Trennbarkeit wahrscheinlich negativ beeinflussen. Die Sortentrennung ist ein Thema, das sehr groß ist. Beispielsweise gibt es Ziegel, die

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

mit Dämmstoffen ausgeschäumt werden. Und da geben die Hersteller selbst zu, sie haben noch kein Verfahren entwickelt, wie sie das wieder trennen können, aber in der Zukunft wird es das sicher geben. Das ist ein großes Thema, dass die Kreislauffähigkeit von solchen Sachen auf der Baustelle negativ beeinflusst wird.

Wolfram
Das wird jetzt auch nicht bei einer Ökobilanzerstellung miteinbezogen.

Pont
Die Frage der Detaillierung ist am Ende des Tages normalerweise bei den Ökobilanzierungen, es wird halt schichtweise vom Einzelelement das hingenommen. Die Verbindung, dass beide Materialien in irgendeiner Art und Weise verändert von der Wiederverwertbarkeit, steht da halt nicht drinnen, aber die Ökobilanzierung geht ja generell von Nutzungsdauern aus. Der Entsorgungsindikator geht von der Trennbarkeit und von den Nutzbarkeiten aus. Die Kreislauffähigkeit in der Ökobilanzierung selbst ist noch nicht abgebildet. Also es ist noch nicht so, dass man sagt, wenn ich jetzt weiß, nach 30 Jahren muss ich meine Gipskartonwand neu machen, weil es halt runtergegammelt ist oder so irgendetwas, dann werde ich jetzt nicht das Gipspanel nehmen und woanders verwenden, weil das wird wahrscheinlich keiner haben wollen oder kein Nutzer akzeptieren. Es wäre mir neu, dass Baufirmen, die etwas abtragen, das mit herzchirurgischer Präzision machen und hier die Sachen zu Tode streicheln. Das ist auch ein Thema, Reuse, recycle, sind ja zwei unterschiedliche Dinge, also wiederverwenden oder wiederverwerten, die Frage ist immer, wo wir sind, wenn es darum geht, wieder zu verwenden und wenn ich was habe, was ich nur mit großer Mühe auseinander bekomme, wird es nicht funktionieren; wieder verwerten eventuell schon und das muss man sich im Detail anschauen, aber wie gesagt, zumindestens in den mir bekannten, in Österreich verwendeten Ökobilanzierungen, OI 3 et cetera ,ist zumindestens dieser spezifische Kreislaufparameter nicht oder nur rudimentär abgebildet. Und das ist auch sicherlich der Forschungsinhalt, der wesentlich ist, weil einen Stahlträger wiederzuverwenden ist kein großes Thema, aber ein EPS-Paneel mit drei Ecken abgeschlagen, wird kaum wieder verwendet.

Wolfram
Wenn sie dann so eine Ökobilanz machen, wie werten Sie die Ergebnisse aus, ist da viel Interpretationsspielraum dabei?

Pont
Prinzipiell schon. Man sollte das auch immer mit einer Vorsicht genießen. Ich sage bei diesen Studien immer den Studierenden, Diplomanden, wem auch immer, und auch bei Reviews von Papers, dass es eine gute Idee ist, bei der Schlussfolgerung zwei Sektionen hineinzuschreiben, nämlich eine Limitations of the Study, also was sind die Einschränkungen, und das andere ist Future Research, was könnte ich besser machen, was könnte ich noch detaillierter machen. Das heißt nicht, dass ich das selbst machen muss, sondern, was Vorschläge für die Zukunft wären. Die Auswertung findet meistens über Grafiken und Tabellen statt, also Boardcharts. Solche Sachen hängen jetzt davon ab, wie man jetzt bestimmte Daten miteinander vergleichen kann. Und es ist halt auch wesentlich, dass man, wenn man die diskutiert, dass man nicht den Satz verwendet, das Bauwerk hat jetzt diese und jene ökologische Performance, sondern dass man einfach sagt, anhand der Berechnungen, gibt es das folgende Bild, das unter der Annahme, dass diese Eingabedaten richtig sind. Ich weiß, der Satz ist sperrig und ich habe es jetzt eh schon 5-mal gesagt, aber das ist halt irgendwie zu betonen. Kann man bestimmte Aussagen treffen und noch einmal, die Frage ist jetzt, vergleiche ich Varianten miteinander, also zum Beispiel Verwendung von

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

verschiedenen Materialien für die gleiche Wand oder vergleiche ich sogar Bauwerke miteinander hinsichtlich des Öko-Impacts? Ich möchte stark davor warnen, Absolutwerte als die Wahrheit oder die Wirklichkeit anzusehen. Also ich meine, da sind wir eh bei Wasserquick, der gesagt hat, die Konstruktion der Wirklichkeit ist etwas, was bei jedem von uns unterschiedlich stattfindet und das ist halt in der Wissenschaft auch nicht anders. Es wird natürlich so sein, wenn ich jetzt mich als Politiker oder Hersteller selbst inszenieren möchte und sagen möchte, schau, ich habe das so toll kreislauffähig gemacht und das ist jetzt so eine niedrige Ökobilanzierung, wird es eine andere Interpretation sein als von Greenpeace oder von der Wissenschaft, nicht? Im Grunde genommen, wenn ich das in einem Wort beschreiben soll, soll die Interpretation vorsichtig passieren.

Wolfram
Ja, da ist öfters ein Bias dabei bei gewissen Personen.

Pont
Absolut. Ja, Greenwashing ist leider Gottes etwas, was wir alltäglich machen. Ich mache in meinen Vorlesungen Übungen immer den Spaß am Anfang, dass ich die Studierenden frage, was bedeutet nachhaltig, was bedeutet ökologisch und dann stellst du fest, diese Geschichten sind jedem bewusst, aber wenn du dann fragst, was bedeuten diese Begriffe im Detail, dann beginnt es meistens, leise zu werden und das ist halt irgendwie total schlimm, weil die werfen alle mit diesen Begriffen um sich rundherum, aber wirklich, wenn du nicht heißt, was das bedeutet, ist das schlimm. Ich zeige am Anfang von vielen Lehrveranstaltungen immer so eine traditionelle Architektur aus Indonesien, die sich dadurch auszeichnet, dass die ganzen Materialien alles nachwachsende Rohstoffe aus 500 bis 1000 Meter Umgebung sind. Sind. Und dann sehe ich meistens ein Entwurfsplakat von irgendeinem Wohnbau, wo steht: “Wir haben das nachhaltige Gebäude entwickelt”, haha, also das sind halt zwei Unterschiede in dem Sinne, der Punkt ist einfach an der ganzen Geschichte; auch da sind wir wieder bei dem Komplexitätsgrad, weil nicht einmal die Indonesier selber wollen noch in diesen traditionellen Hütten wohnen, das heißt NutzerInnen und Anforderungen sind jetzt andere, aber ich finde es gleichermaßen lächerlich, wenn wir jetzt behaupten, wir hätten jetzt irgendwie auf der grünen Wiese irgendwie ein Einfamilienhaus hingestellt, und das ist nachhaltig und ökologisch, weil das ist nicht der Fall.

Wolfram
Das ist nie der Fall.

Pont
Das ist nie der Fall, richtig? Ja, und das ist halt genau der Punkt, das ökologischste Gebäude, oder nein, anders, das nachhaltigste Gebäude, um die Begrifflichkeit wirklich richtig zu verwenden, ist das, das nicht gebaut wurde.

Wolfram
Da stimme ich absolut zu.

Pont
Und da geht es noch weiter. Und jetzt begebe ich mich auf dünnen Eis aus dem einfachen Grund, weil es auch aufgezeichnet wird. Die unangenehme Wahrheit, die keiner hören möchte, ist, dass wir zu viele sind, zu alt werden und zu einem zu hohen Lebensstandard irgendwie sozusagen voraussetzen. Und wenn bestimmte Personengruppen auf der Welt den westlichen Standard erreichen wollen und die gleichen Prozesse machen, wie es in den USA oder in England, von mir aus auch in Österreich passiert, dann brauchen wir gar nicht mehr weiter tun, weil da brauchen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

wir sieben Planeten, dass sich das ausgeht. Ich glaube, dass man diese Diskussion holistisch führen muss. Und ich habe es vorher eh schon gesagt. Rebound, Rebound, ja es, es nutzt ja nichts, wenn die Leute einen Energiekostenzuschuss bekommen in ihrer Wohnung, weil die Inflation so hoch ist, und dann haben sie 200€ mehr und fliegen mit Ryanair nach Mallorca. Es ist so, wie wenn ich das Geld in eine Tasche stecke und aus der anderen wieder rausnehme. Ich gewinne nichts damit. Das ist eine größere Problematik. Aber wir hatten eine Bevölkerungsexplosion und der steigende Wohlstand auf allen Ebenen verlangt immer mehr Ressourcen. Wir gehen auch nicht mit den Ressourcen nachhaltig um, wir verschwenden es wortwörtlich. Es ist auch das Umdenken viel zu langsam. In den 80er Jahren, wo ich ein Kind war, gab es den Friedensreich Hundertwasser, damals schon betagt, und der hat sich dadurch ausgezeichnet, dass er zum Beispiel Kunstprojekte gemacht hat, aber auch sehr ökologische Technologien, zum Beispiel eine Pflanzenkläranlage implementiert hat. Und dann hat er oben bei der Pflanzenkläranlage sein Geschäft entrichtet, ist aufgestanden und herumgelaufen, hat ein Glas genommen, hat unten aus der Kläranlage das Wasser getrunken, um zu zeigen, dass funktioniert. Natürlich haben die Leute diesen Menschen als Spinner abgetan, heute reden wir von Geist der Wissenschaft, ich würde eher sagen, der Mann war ein Pionier und war ein Visionär, ich meine, vielleicht war er ein bisschen zu plakativ, aber am Ende des Tages, wenn irgendwer heute zu den Menschen hingehst und du sagst, willst du ein gebrauchtes Auto, magst du eine gebrauchte Wohnung oder ein gebrauchtes Bauteil verwenden, dann haftet dem auch in irgendeiner Art und Weise etwas Negatives an. Ich mein, man muss die Leute nur fragen, wie viele Leute kaufen sich ein gebrauchtes Handy, niemand. Dementsprechend wir müssen da irgendwo eine Modularisierung vornehmen und irgendwie das so verändern, dass wir das im Griff haben, und das ist ein Prozess, der braucht wahrscheinlich weniger Technologie oder Wirtschaft, der braucht Psychologen.

Wolfram
Das ist ein gesellschaftliches Problem; von Geburt an wird einem erzählt; Heiraten, Kinder kriegen, Haus bauen.

Pont
Ja, ja, Baumpflanzen, das ist das Schönste dran. Gott sei Dank habe ich außer das Baumpflanzen nichts von alledem. Das habe ich bisher vermeiden können. Es ist halt eine Einstellungsfrage und ich meine, wir sind jetzt einen Tag vor der vor der Rede unseres superkompetenten Bundeskanzlers, der den Verbrenner-Motor wieder propagiert und das Schnitzel irgendwie inszeniert. Wir sind im Moment gerade bei der bei der Phase, wir negieren das Problem ja, das ist ja originell, und wenn das Entscheidungsträger machen, dann schaut es halt übel aus, denn die Leute können dann sagen, der Politiker hat mir das gesagt und ich mache das jetzt so. Also das ist schwierig, der Widerstand sitzt im Kopf.

Wolfram
Es ist halt so, wenn die Politiker was anderes sagen, als was die Leute hören wollen, dann wählen sie halt FPÖ und dann haben wir sowieso ein Problem.

Pont
Die Welt ist, was das angeht, im Moment nicht besonders gut aufgestellt. Das 2024-Jahr, wird , was das angeht, sehr unlustig werden und was passiert, wenn man nicht erkennt, dass Nachhaltigkeit drei Säulen hat, nämlich soziales, ökonomisches und ökologisches und jedes ökologische zwangsweise den Vorrang haben muss, weil ohne eine funktionstüchtige Biosphäre braucht man über Soziales und Ökonomie gar nicht mehr nachdenken, weil das ist Wahnsinn im wahrsten Sinne des Wortes, das kann man wunderbar jetzt gerade in Argentinien sehen, die haben einen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Turbokapitalisten und einen Schwachkopf, also wirklich einen Schwachkopf. Was dieser Mann anrichtet, das wird in den Geschichtsbüchern stehen, ja, aber ja gut, Trump steht auch wieder vor der Tür.

Wolfram
Also jetzt wird es langsam depressiv, hat man nachdenkt.

Pont
Zurück zum Lehm. Ich muss ich auch ein bisschen Stoff geben, wie viele Fragen haben wir denn noch?

Wolfram
Es sind noch mehr 4 Fragen. Das ist eigentlich jetzt schon der Endspurt.

Pont
Dann machen wir den.

Wolfram
Ja, also jetzt geht es eigentlich nur darum, was sind deine Tools in Sachen Bereich Bauphysik oder Ökobilanz, also welche Software, Werkzeuge, etc.

Pont
Das ist leicht. Wir verwenden Archipysik, auch für den OI-3 Indikator, das ist das Einfachste. An manchen detaillierteren Aufstellungen, die Software Athena und Gabi und was ich persönlich sehr mag, aber was leider Gottes vom Interface total veraltet ist, ist das Gemis, das globale Emissionsmodell-Modellierungssystem. Und das ist sozusagen so ein Prozessverlinkungstool, das eigentlich sicherlich the most capable ist, ansonsten die üblichen Normen. Das sind die Werkzeuge.

Wolfram
Welche Entitäten oder Personen zeigen Interesse an einer Ökobilanzerstellung oder Bauphysikbewertung?

Pont
Es müssen die Leute sehr viele Dinge inzwischen nachweisen. Es gibt in der Bauordnung einige Dinge und in den Richtlinien einige Dinge wie der Energieausweis, Vorlagen, das Gesetz sagt bestimmte Dinge aus, aber das ist vor allem auf die Indikatoren der operativen Energie der Investitionsenergie und Emissionen ist im Regelfall dann ein Thema, wenn man Öko-Zertifizierungen haben möchte, also DGNB Energy Globe, wie sie alle heißen, die verlangen spezifische Dinge, die gibt es auch international. Lead oder Pream heißen die amerikanischen oder britischen, das sind meistens so Zertifizierungssysteme, die die dem Gebäude dann sozusagen den grünen Anstrich geben, wenn man so möchte. Da sagt man, das ist “Lead” zertifiziert oder ÖKNI. Also das kommt dann meistens von den Bauherren, beziehungsweise vielleicht auch bei öffentlichen Bauwerken von öffentlicher Hand, dass das eine Vorgabe ist. Manchmal steht es bei Wettbewerben auch drinnen aus dem privaten Sektor. Aber nur dann, wenn Förderungen vorhanden sind.

Wolfram
Hast du aus deiner Arbeit als Universitätsangestellte mit Leben öfters zu tun und in welchem Kontext?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Pont
Ich betreue gerade eine Diplomarbeit von einer Kollegin, die im urbanen Raum Lehmbaukonstruktionen einsetzen möchte und hier schauen möchte, wie sozusagen bestimmte Bauteile sich ersetzen ließen, also herkömmliche Bauteile durch Lehmbauteile. Also das ist so an der Schnittstelle Entwurf und Technologie. Wir hatten mehrfach mit ökologischen Baukonstruktionen, Stroh, et cetera ,zu tun. Also es kommt immer wieder das Thema natürlich auf in dem Sinne. Ja, ansonsten halt in Entwurfsübungen, beziehungsweise in der Grundlagenlehre machen wir es auch manches Mal, dass wir auf die Ökoindikatoren eh ganz rudimentär, also OI 3 hinweisen. Und dann halt eben zeigen, wie das bei bestimmten Materialien aussieht. Aber immer in Konjunktion halt auch mit den Vor- und Nachteilen auf anderen Domänen, also thermische, hygrische, schalltechnisch so etwas, aber prinzipiell glaube ich, dass man zurück zu sehr einfachen Konstruktionen gehen muss. Wir leben in einer Zeit, wo wir eine luftdichte Gebäudehülle verlangt bekommen, um dann Löcher hineinzuschneiden, damit wir lüften können. Wir sollten das mal kritisch hinterfragen. Und die ganzen ökologischen Baukonstruktionen werden immer sozusagen, in den Winkel gestellt, so auf die Art und Weise, als wären sie nicht imstande, diese Anforderungen zu erfüllen, aber diese Anforderungen sind künstlich. Diese Anforderungen hat sich irgendjemand mal ausgedacht mit der Aussage, bauen wir schadenfrei. Also die die Art und Weise, wie hier paradigmatisch gedacht wird, muss man hinterfragen, das ist etwas, was ich versuche in der Lehrforschung durchs Land zu reden. Es machen sich genug Leute lustig darüber.

Wolfram
Je einfacher, desto simpler ist es und desto leichter kann man es zerlegen und wiederverwenden.

Pont
Richtig. Aber wir scheitern in unserem Breiten immer daran, dass wir irgendwo Folien verwenden müssen. Also ein Schrägdach braucht ein Unterdach. Das hat eine Folie. Und meistens braucht es eine Dampfsperre. Und dementsprechend kommst du ohne die Folien nicht aus in vertikal und horizontalen Bauteilen, die nicht Schrägdächer sind, normalerweise müsste es eigentlich gehen, aber wenn Leute in Breitengraden halt ein Flachdach haben wollen, wo es sehr viel regnet und Schnee gibt, brauchst du irgendwie etwas bituminöses oder irgendeine Kunststoffabdichtung. Man müsste wahrscheinlich holistischer denken und sagen, die Bautechnik sollte wieder so sein, dass es jeweils an das Lokalklima angepasst ist.

Wolfram
Und jetzt habe ich noch eine abschließende Frage. Wenn jetzt ein Bauherr ein Haus mit, zum Beispiel, Stampflehmwänden baut, was ist für sie als Bauphysikier die größte Sorge?

Pont
Also der Stampflehm neigt dazu, das Raumklima recht gut zu regulieren. Ich habe also dementsprechend bei normalen Gebäudenutzungen nicht wirklich irgendwelche Bedenken. Wäre das jetzt ein Veranstaltungszentrum oder ein Büro mit kleinen Versammlungsorten, müsste man sich das ein bisschen im Detail anschauen. Wenn der jetzt ein Hallenbad haben möchte und das Hallenbad soll mit Stampflehm rundherum Wänden beschränkt werden, dann werde ich ihm halt sagen, das ist jetzt von der Raumfeuchtigkeit nicht vielleicht das Maß der Dinge, könnte man aber technisch in den Griff bekommen, indem man schaut, dass man zum Beispiel sensorgestützte Entlüftung macht und sagt, bei bestimmten Feuchtigkeiten wird halt gelüftet. Dann geht es darum, dass feuchter Lehm nicht mit Konstruktionen aus Holz in Verbindung kommt. Da geht es einfach um Feuchtigkeitsvermeidung im Bauprozess. Es ist alles Wasserdampf oder feuchtigkeitsbasiert, die Sorge, dass man verhindern sollte, dass irgendwo flüssiges Wasser dazukommt, wo man

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

es nicht in der Kontrolle hat, weil die Lehmkonstruktion das zwar schon abkönnen, aber halt dann mit der Zeit irgendwo bei laufender Durchfeuchtung und Austrocknung auf der einen Seite brüchig werden, auf der anderen Seite vielleicht sich setzen, beziehungsweise auch vielleicht sich auswaschen. Solche Dinge könnte man sich ja überlegen. Dass es keine Wassereinlagerungen gibt, Frostsprengungen beispielsweise sind ein Thema. Dass es keine Schallbrücken gibt, das ist nämlich auch eine Sache. Immer, wenn man mit irgendwas herumpatzt in dem Sinne muss man schauen, dass das schön entkoppelt ist. Das heißt, zum Beispiel, Fußbodenkonstruktion und Wand sollten schön entkoppelt sein. Und dass die Nutzerinnen und Nutzer sich bewusst sind, was das für Material ist und dass das eventuell eine gewisse Pflege erfordert, tut es eh nicht wirklich im Vergleich zu vielem anderen, aber das ist halt ein Thema ist. Ja, solche Dinge wie gekippte Fenster bei Starkregen, wo es dann rein regnet und in die Wand hineinzieht, sollte man halt auch tunlichst vermeiden. Also das heißt? Die detaillierte Ausformung, dass bestimmte Nutzerflows gar nicht passieren können. Im englischen würde man sagen, the command over over the whole construction in dem Sinne nämlich, dass man sagt, die Konstruktionen sind so durchkonstruiert und so durch exerziert, dass es nicht zu Kondensat, Wassereindrigungen oder sonstigen wasserbasierten Problemen kommen kann. Das wäre die wesentlichste Sache. Wo gewartet werden muss, eine Zugänglichkeit irgendwie sicherzustellen. Das sind die wesentlichsten Punkte. Neben allen anderen bauphysikalischen Dingen. Brandschutz ist ein Thema, das lege ich eh jetzt sehr gutmütig aus, kein Problem.

Wolfram
Gut, ja, das war die letzte Frage. Hast du Fragen?

Pont
Nein, ich würde mich nur interessieren, sozusagen dann das fertige Werk irgendwann mal lesen zu dürfen. Es würde mir taugen, also nicht mein eigenes Ding, das ist mir relativ wurscht in dem Sinne aber, aber was halt irgendwie so dabei rausgekommen ist. Und falls du einen Zweitprüfer brauchst, sag Bescheid. Ich mach das bei der bei den bei den Architekten immer so, dass die Prüfungsgespräche meistens dann nach der Präsentation so eher eine Diskussion sind. Also da geht es dann halt ein bisschen in die Richtung, dass man halt sieht, wie man sich beschäftigt hat. Also das ist kein Thema, ich muss nur weiterreiten, weil ich eigentlich 3 Minuten zu spät am anderen Meeting bin und der Kollege langsam lästig wird am Handy. Ich schick dir am Nachmittag noch die Einverständniserklärung und wenn Fragen auftauchen, melde dich einfach, überhaupt kein Problem.

Wolfram
OK, passt super, dann sag ich danke für das Interview.

Pont
Gerne und wenn sie noch Fragen haben, mein Kollege, der Matthias Schuss, wäre auch ein guter Interviewpartner eventuell. Dann Wiederschauen.

Wolfram
Danke ebenfalls und Wiederschauen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

A.0.4 ExpertenInneninterview (Transkript) - Kreislaufanalyse im Baustoffbereich Lehm - Fraunhofer Institut - Albrecht Stefan - 2024-01-17

Wolfram
Ich sage mal danke, dass sie sich Zeit genommen haben, es ist ja nicht selbstverständlich und ich würde auch gleich mit der ersten Frage anfangen, und zwar was wäre notwendig, um einen Lehmbauteilkatalog zu erstellen, der alle Daten im Bereich Ökobilanz abbilden kann?

Albrecht
Ja, im Prinzip ist es relativ einfach beantwortet; letztendlich brauchen wir den Prozess, Daten zum Abbau vom Lehm, also im Prinzip immer die Energiebilanz für typische Transporte oder Aufwendungen, die für Vorbereitungen für den Markt notwendig sind; Trocknung oder ähnliches. Und dass man für die Erstellung von Lehmbauteilen selbst den Zugang zu den Informationen über den Lebenszyklus ermöglicht. Also ab Herstellung über die Nutzung bis zum Lebensende; Daten, die es ermöglichen, dann eine Ökobilanz zu berechnen. Oder einzelne Daten und ganz idealerweise gibt es natürlich nicht nur ein Satz aus Daten dazu, sondern entweder aus unterschiedlichen Quellen oder auch von unterschiedlichen Firmen, die das bereitstellen.

Wolfram
In Österreich gibt es den OE 3 Index, sagt ihnen der ihnen etwas?

Albrecht
Mhm, der sagt mir ein bisschen was ja.

Wolfram
Also der Öko-Indikator 3, zur ökologischen Bewertung der Materialien, gibt es da was ähnliches in Deutschland auch?

Albrecht
Na gut, der ist, ja sag ich mal, eine einfach vereinfachte Form einer Ökobilanz, also ohne, dass ich da super im Detail drin bin, aber der ja gleich mal ausgewählte Größen aus der Ökobilanz letztendlich nimmt. Also in Deutschland ist es üblich, dass man Datensätze, die entweder so in der Öko-bau, das ist eine deutsche Datenbank, drin sind, die aber auch nach der EN 15 804, also der Herstellung von EPDs, im Prinzip folgen und da ist ja dieser OI 3 Index, sag ich mal so ein bisschen reduzierte Form, also im Prinzip werden die Daten im Hintergrund entsprechend genutzt, nur nicht aggregiert. Mir ist jetzt persönlich nichts bekannt, was aktuell angewendet wird, aber das ist ja vom gedanklichen relativ nahe dran.

Wolfram
Wann kommen Ökobilanzen beziehungsweise EPDs zum Einsatz, und wie sehr genau und wo?

Albrecht
Jetzt im Speziellen im Bauwesen oder ganz allgemein?

Wolfram
Sagen wir mal allgemein Baustoffe.

Albrecht
Naja, letztendlich ist es in der Nachhaltigkeit die Zertifizierung von Gebäuden nach DGNB, das

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

selbe in Österreich, die heißt glaube ich, ökologische Gesellschaft für nachhaltige Ingenieurswissenschaft bzw. Österreichische Gesellschaft für nachhaltige Ingenieurswissenschaften, und da werden standardmäßig EPDs von allen möglichen Produkten genutzt und zusammengebastelt und werden hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zertifiziert, zunehmend auch im Bereich der EU-Taxonomie, also auch auf europäischer Ebene. Das ist, glaube ich, mittlerweile relativ standardisiert in Deutschland und Österreich, eigentlich in ganz Europa, in Neuseeland, Australien, USA, Kanada, Südamerika, also in der vollen Breite.

Wolfram
Wie sehen Sie selbst den Prozess der Ökobilanz? Kann dieser die Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen?

Albrecht
Ja, definitiv, er muss ja auch und ich glaube sogar, das es ein sehr geeignetes Instrument dazu ist. Sagen wir mal, Ökobilanzen ist der ganze breite Begriff. Die EPD ist ja, sage ich mal, eine spezifische Form von Ökobilanzen, die Produkt- und herstellerspezifisch erfolgt. Die Ökobilanz an sich kann auch breitere Formen annehmen, aber ja, im Prinzip ist sie sehr gut geeignet. Ich meine, wir haben Emissionen, die A, den Lebenszyklus abbilden, das ist schon mal eine Stärke, also die nicht nur einen Teil davon rausnehmen, wir haben Prozesse, Datenbanken, die es auch ermöglichen, Transporte, das Lebensende in der Deponierung, Verbrennung, wo auch immer entsprechend abzubilden und letztendlich haben wir über die EN 15804 eine europäische Norm, in der auch erstmal festgehalten wird, nach welchen Randbedingungen diese Berechnungen zu erfolgen haben, und wir haben dann in den einzelnen Bereichen noch sogenannte Produktkategorieregeln, die das sogar noch deutlich präziser formulieren, wie Daten aufgenommen werden, wie diese berechnet werden, wie die Systemgrenzen erstellt werden und von dem erhalte ich mittlerweile eine hoch belastbare Möglichkeit, die Ökobilanzen unterschiedlichen Baustoffen hier in geeigneter Form auch abzubilden. Wenn ich manipulieren will, kann ich das immer, aber das kann ich mit jeder Methode der Welt, aber insgesamt muss man sagen, ist das schon eigentlich ein sehr gut geeignetes, belastbares Tool geworden. Und die Emissionen, muss ich natürlich immer sagen, die für meine herstellerspezifischen Prozesse oder die zum Beispiel für den Transport oder für andere Prozesse bilanziert werden, sind da wirklich gut hinterlegt. Ich kann jedem empfehlen, mal in eine Software oder eine Datenbank wie Ecoinvent oder LCA Expert, früher Gabi reinzuschauen, und das ist ja letztendlich standardisiert erfolgt und ich glaube, das ist schon sehr, sehr gut.

Wolfram
Also wenn ich für eine Lehmbauplatte eine Ökobilanz erstellen will, was wäre der erste Schritt? Wie schaut das aus und wie geht man am besten vor?

Albrecht
Naja, man kann schon einmal in die sogenannte Öko-bau Datenbank gucken, da gibt es einen Datensatz für Lehm bzw. Lehmbaustoffen, aber es kommt ein bisschen drauf an, ob natürlich ein Hersteller dabei ist oder nicht. Gibt es die Vorgaben auch in der Ökobilanz, Norm, Ziel und Untersuchungs-Rahmen zu definieren? Wollen wir einzelne Schritte aus dem Lebenszyklus oder den gesamten Lebenszyklus uns anschauen; haben wir einen speziellen Fokus? An wen richtet sich das Ganze? Dann geht es darum, die Energiebilanz zu erheben, besser, es wird detailliert und von uns aufgenommen. Das bedingt natürlich, dass es jemanden gibt, der diesen Prozess auch kennt, der ihn versteht, der weiß, was in der Lehmgrube passiert. Wieviel Energieaufwand für die Trocknung haben wir und so weiter? Also das ist die Grundvoraussetzung, dass es jemanden

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

gibt, ein Unternehmen, einen Verband oder wie auch immer, der eine solche Daten letztendlich ein Stück weit zugänglich macht. Und dann kann endlich die Modellbildung erfolgen und je nach Ziel ist es eben die Frage, habe ich sozusagen einen durchschnittlichen Lebenszyklus oder habe ich mehrere Lehmgruben an unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlichen Gegebenheiten. Das verändert auch ein bisschen die Sicht auf die Transporte. Was wird aus dem Lehm gemacht? Also die Lehmbauplatte, die noch technisch oder natürlich getrocknet werden muss, hier geht es letztendlich darum, die Systeme, also die die technische Modellbildung, aufzustellen und das ist das A und O. Jetzt ist natürlich immer die Frage: was wollen wir damit machen, was ist das Ziel dieser Studie? Ein Datensatz, eine Studie, eine Idee, wie auch immer, und je nach Ziel ist es eben, ein Stück weit auszutarieren. Aber da gibt es eigentlich ganz gut und ganz sinnvoll standardisierte Vorgehensweisen und dann ist es eben die Frage: werden es unterschiedliche Produkte, werden es Lehmbauplatten für die Fassadengestaltung zu Beispiel? Es muss noch weitere Prozesse geben, die dem Ganzem unterzogen werden, wird der Lehm gestampft oder vorher irgendwie technisch in Form gebracht und so weiter, das muss ich ja letztendlich alles in dieser Energiebilanz bzw. Ökobilanz entsprechend wiederfinden.

Wolfram
Das ist einiges und klingt aufwändig.

Albrecht
Es hört sich schlimmer an, als es ist. Also es ist immer die Frage, wollen wir ein Modell erstellen? In der Ökobilanz-Software oder brauchen wir noch einen großen Bericht? Das ist einfach immer noch der entsprechende Punkt. Der Bericht ist mehr Aufwand als das Modell.

Wolfram
Wie bekommen Sie dann diese ganzen Daten? Sie versuchen, dann zu sagen OK, der Baustoff verursacht beim Transport so viele Emissionen, wie bekommen sie dann solche Daten zum Beispiel?

Albrecht
Na, der Transport ist noch das einfachste, weil da weiß ich, ich habe den Transport von A nach B und dann muss ich nur noch wissen, wieviel wird über welche Strecke transportiert? Und die Emissionen, die gibt es in der Ökobilanz-Software hinterlegt, also da gibt es Datensätze. Voraussetzung ist natürlich, dass man dann ein geeignetes Software-Instrument einfach hat. Irgendeine Ausgangsbasis an Datengrundlage brauche ich und der Transport ist daneben ein Transport Modul, da werden die Emissionen entsprechend berechnet, indem ich sage, wie viel wie weit transportiert wird und mehr brauche ich letztendlich nicht. Ich habe in solchen Softwares mittlerweile auch Module drin, die sagen, wir haben einen Bagger, der ein Loch gräbt, und dann muss ich irgendwann noch wissen, wie lang ist er aktiv? Also ich kann das über Motor-Laufzeiten gut berechnen, wenn Sie Auto fahren, wissen die auch, was Sie Sprit verbraucht haben, und dann können sie ja eigentlich sehr präzise auch berechnen, was die Emissionen waren und so kann man eben Emissionen für eine Tätigkeit auch entsprechend vorhersagen und dann muss ich letztendlich wissen, wie wird Lehm unverarbeitet ausgegraben. Das ist wahrscheinlich erstmal nicht so tragisch, dann ist die Frage, was mache ich mit dem Lehm? Transportiere ich den tatsächlich wo hin? Von der Bezugsgröße her, beziehe ich mich auf ein Kilogramm oder eine Tonne und dann ist eben die Frage, wird das noch technisch oder natürlich getrocknet? Wenn er getrocknet ist, ist die Ökobilanz unspannend, denn da passiert ja nicht viel. Wenn er technisch getrocknet wird, dann brauche ich natürlich auch Energie. Ich muss halt diesen technischen Prozess, der damit in Zusammenhang steht, mir mal irgendwie skizzieren und verstehen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Und wenn wir jetzt so eine ganze Ökobilanz erstellen, was wäre jetzt die größte Schwierigkeit? Also wo steckt die meiste Arbeit drin, oder was ist die Herausforderung, welche Teilstücke davon?

Albrecht
Naja, in vielen Stellen haben wir gar nicht so viele Schwierigkeiten, sondern die größte Herausforderung ist, wir brauchen irgendjemanden, der diesen Prozess kennt, der ihn versteht, also wenn wir eine Ökobilanz mit Firmen machen, das kommt relativ häufig vor, dann ist da jemand, der auch von der Firma beauftragt worden ist zu sagen, wir haben diesen Aufwand. Wir müssen ja wissen, wie viel Masse in unserem Produkt landet. Wie viele Abfälle haben wir? Was für einen Aufwand brauchen und haben unsere Maschinen, um dieses Produkt herzustellen? Das ist vielleicht beim Lehm sogar noch ein bisschen einfacher, weil das ist ein sehr unverarbeitetes Produkt ist und sehr naturnah. Aber wir brauchen natürlich irgendjemand, der Bescheid weiß und die Daten bereitstellt. In den meisten Fällen wissen sie, wie schwer das Ding ist, und man weiß, wie schwer ist es nach einer möglichen Trocknung ist. Und dann muss man einen finden, der es dann auch noch bilanziert.

Wolfram
Es fehlt an Personal bei den Firmen vor allem, besonders in diesem Bereich.

Albrecht
Es kommt auf die Größe der Firmen drauf an, das muss man ehrlich sagen. Größere Firmen haben in der Regel eigenes Personal. Also wenn wir jetzt mal den Baubereich verlassen, die Firmen Daimler oder Volkswagen haben eigene Arbeitsgruppen, die sich mit Ökobilanzen auseinandersetzten, die großen Baustoffhersteller auch mit Holz, oder? Heidelberg Materials, oder andere kleine und mittlere Unternehmen haben das teilweise. Die müssen sich dann eben für die Erstellung einer Ökobilanz oder einer EPD auf externe Hilfe sozusagen berufen. Das kann ein Forschungsinstitut sei wie bei uns jetzt (Fraunhofer Institut) oder auch irgendein Ingenieurbüro, also ich glaube, die größte Hürde ist die Entscheidung irgendwann zu sagen, wir wollen so was machen und sind auch bereit, ein bisschen Zeit zu investieren oder eben nicht. Ansonsten ist sehr viel möglich.

Wolfram
Spezifischer bei Trockenbauwände haben wir die Probelmatik, dass der der Gipskarton gerne als rezyklierbar beschrieben wird, aber der wird dann durch den Zementputz so verunreinigt, dass man eigentlich diesen nicht mehr wiederverwenden kann; sind dann solche Problemstellungen auch bei Ökobilanzen miteinbezogen?

Albrecht
In aller Regel schon. Was tatsächlich die Frage ist, wo es in der Realität landet, und das wird in der Regel schon so abgebildet, wie die Realität aussieht. Das macht nicht immer jeden glücklich. Das muss man auch ehrlicherweise sagen, also die Abbildung von diesen erfolgt in der Regel schon so, wie es dann auch in der Realität aus aussieht. Das heißt, das geht dann halt auch bei mineralischen Werkstoffen, oder irgendeine Verfüllung oder Deponierung oder wohin auch immer. So ist es in der Regel vorgesehen. Unschärfen, würde ich mal sagen, werden immer vorkommen, das wird man auch nicht los, aber in der Regel gilt schon das Gebot, diese Modelle auch so abzustellen oder abzubilden, wie es auch in der Realität ist oder wie man sich letztendlich in irgendeinem Gremium geeinigt hat. Das gilt für alle gleichermaßen, also es gibt in vielen Produktkategorieregeln auch gewisse Annahmen. Es gibt gewisse Kriterien, wo man sich eben darauf geeinigt hat zu sagen, vielleicht kann ich die letzten ein Prozent Masse nicht im Detail bilanzieren,

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

aber wir einigen uns darauf, dass 95 Prozent oder 99 Prozent dermaßen so entsprechend bilanziert sein muss und der Rest geht im Rauschen unter, also ja, das Modell ist immer der Versuch die Realitäten ein Stück weit nachzubilden, da wird es im kleinsten Detail dann immer Unschärfen oder Ungenauigkeiten geben, aber im Großen und Ganzen versucht man das natürlich schon auch entsprechend abzubilden.

Wolfram
Das wäre dann auch wahrscheinlich der gleiche Fall für verbindende Elemente, also zum Beispiel für Schrauben, Nägel zwischen Bauteilschichten, und mehr.

Albrecht
Ja, definitiv. Also das ist immer so ein bisschen auch eine Frage der Größe und der Masse und dem Wissen in den entsprechenden Bereichen. Manchmal wird es vereinfacht, weggelassen. Wir haben aber auch schon Ökobilanzen für Schrauben gerechnet, wenn es den Schraubenhersteller interessiert. Und jetzt? Für Ausschreibungen wird es immer mehr relevant; es ist immer so eine Frage, wenn ich es detailliert wissen möchte, dann muss ich natürlich das mit bilanzieren. Es ist auch eine Frage der Zeit, die man hat, ja.

Wolfram
Welche Werkzeuge verwenden sie und wie effektiv ist der Einsatz dieser Werkzeuge beziehungsweise Software?

Albrecht
Das ist schon gleich mal eine umfangreichere Frage; also für die Erstellung von von tatsächlich Öko- Bilanzen für Bauprodukte oder Bauteile nutzen wir sogar unterschiedliche Tools. Wir am Fraunhofer Institut für Bauphysik nutzen das Tool “LCA Experts “ (früher auch als Gabi) auf dem Markt. Wir haben auch eine Version von Open LCA, die auch eine ECO invent Datenbank nutzt, also das heißt, wir haben auch unterschiedliche Datenbanken, die wir im Einzelfall entsprechend nutzen können. Und unsere Kollegen in einem Nachbarinstitut nutzen auch noch Umberto als Produkt-Tool, das sind aber wirklich Tools, wie sie eher, sag ich mal, für die Erstellung von EPDs eingesetzt werden im Automobilbereich, in der Chemieindustrie und ähnliches. Für die Öko-Bilanzierung von Gebäuden, haben wir für DGNB am Institut ein Tool namens Generes. Eine Software für Öko-Bilanzierung von Gebäuden, die nutzen wir deshalb, weil wir die selber entwickelt haben, es gibt aber auch E-LCA, Carla oder andere auch noch vergleichbare Tools, mit denen zu arbeiten ist, die vor allem die Ökobau-Daten plus EPDs nutzen, also das ist so ein bisschen ein Unterschied zu den vorher genannten Tools.

Wolfram
Wie werten sie die Ergebnisse aus? Entsteht dabei ein großer Intepretationsraum?

Albrecht
Wenn ich eine EPD erstelle, ist der Interpretationsspielraum gering, da habe ich definierte Regeln. Da habe ich ein Ergebnis, da geht es eher darum zu sagen, warum ist es so wie es ist? Hängt es von Energieerzeugungs-Prozessen ab, hängt es vom Material ab? Sie haben natürlich, wenn Sie Zement oder Eisen und Stahl herstellen, andere Emissionen, wie wenn sie bei Baustoffe wie Holz oder Lehm aus der Natur nehmen und da gibt es natürlich schon, sage ich mal zum Verständnis, Spielräume. Interpretationsspielräume im klassischen Sinn würde ich sagen Nein, wenn wir ehrlich sind. Im klassischen Produktvergleich haben wir Randbedingungen, die vielfältiger sind, da gibt es natürlich dann auch einen größeren Interpretationsspielraum, weil ich

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

vielleicht auch mehrere Variablen habe, die ich einstellen kann. Ein Beispiel sind Transportstudien, dies immer mal wieder gibt. Ich transportiere was in Europa von A nach B und da gibt es natürlich einen Unterschied, ob ich was von Frankreich nach Nord- oder nach Südspanien transportiere, denn das kann vorkommen und keines ist richtig oder falsch, sondern da ist es manchmal auch eine Abwägung dessen, was wir letztendlich als Erkenntnis haben wollen, also es gibt eine vergleichende Ökobilanz, da ist der Interpretationsspielraum etwas größer, aber gewollt größer, weil die Variationsmöglichkeit größer ist. Also von dem her würde ich sagen, Öko-Bilanzen in diesem Bereich sind dann Transport- oder Parameter-Studien, da ist dann schon auch ein kleines bisschen Expertenwissen nötig. Da kann ich nicht mehr in einer Minute einmal in die Ergebnisse gucken und sagen, A ist besser als B, da muss ich mir dann zumindest mal die Mühe machen, die Studie auch durchzulesen, zu verstehen, um was es geht und was auch Ziel und Untersuchungsrahmen der Studie war. Jetzt beschränkt bei EPDS, da haben sich diese Gedanken schon andere gemacht: "Da rechne ich stur nach Norm", da kann ich natürlich unterschiedliche Fenster miteinander vergleichen, weil sie alle nach dem gleichen Rechenregeln gerechnet haben. Sie haben alle die gleiche Bezugsgröße und so weiter. Also von dem her ist es eine vielschichtige Frage.

Wolfram
Das wäre so etwas, als würde man ein Energieausweis ausrechnen. Da haben wir ein fixes Ergebnis nach Normen, oder?

Albrecht
Ja, wenn ich bilanziere, wie gebaut, würde ich sagen ja, aber wenn ich was lernen will, dann muss ich mich mehr damit auseinandersetzen. Wenn ich dann sagen will, ich will zukünftig meinen Footprint oder meine Ökobilanz auch verbessern, dann muss ich mir natürlich die Mühe machen, auch reinzuschauen und zu verstehen, was es ist. Dann reicht mir vielleicht nicht eine Gebäudebilanz, sondern da muss ich vielleicht mal 10 machen, um dann ein bisschen mehr zu verstehen und wenn man das als Interpretationsspielraum definieren möchte, dann brauche ich dann einen Mehraufwand und da kann ich schon Dinge lernen, das macht ja einen Unterschied, was für eine Art von Zement ich benutze. Auch da gibt es mittlerweile eine große Beschreibung. Also man kann auch was lernen und darauf bezogen habe ich Interpretationsspielraum.

Wolfram
Nun, wenn ich jetzt zu Ihnen hingehe und sage, ich hätte gerne ein EPD für eine Lehmbauplatte, wie viel würde das kosten?

Albrecht
Ich würde mal sagen, die Lehmbauplatte ist ein relativ einfaches Produkt und ich würde mal sagen, je nach Anbieter bewegen wir uns da im Bereich von 15000 - 20000€. Für eine EPD, die verifiziert ist.

Wolfram
Okay, ziemlich viel.

Albrecht
Das Problem ist nicht die Modellerstellung, die ist relativ gut machbar, aber wenn ich wirklich eine EPD möchte, die ich nachher beim Institut für Bauen und Umwelt oder bei einem anderen EPD System gelistet haben will, dann bin ich eben gefordert, auch die Dokumentation nach Normen zu machen, das heißt, wir schreiben einen Hintergrundbericht. Der hat in der Regel 50 - 70 Seiten, der alle Annahmen im Modell dokumentiert. Wir haben einen Vordergrundbericht, das

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ist das, was nachher veröffentlicht wird auf den Seiten vom Institut für Bauen und Umwelt oder anderen EPD Systemen. Die wird extern verifiziert, das heißt, ein externer Gutachter, der sich das anschaut, da ist sozusagen die Modellbildung noch der kleinste Aufwand, wenn ich nur für mich diese Modellbildung machen möchte, dann bin ich in einem anderen Preisgebiet, aber dann ist es nicht dokumentiert und verifiziert. Es ist wird in vielen Ausschreibungen schon im Baubereich nach EPDs gefordert. Ja, es gibt darüber hinaus ja auch die die Möglichkeit, sogenannte Serien EPDs zu erstellen, das heißt, da habe ich die Möglichkeit, unterschiedliche Variationen einer Platte beispielsweise in einer EPD unterzubringen. Da habe ich dann ein Modell, das mir vielleicht 5 oder 10 Varianten einer beispielsweise Lehmbauplatte abbildet. Da ist es dann schon nicht mehr ganz so dramatisch, aber das ist schon mal üblicher Preis, wenn man die Normen einhalten möchte. Dann ist es so, wenn sie nur den Ökobilanzwert haben wollen, dann könnten sie in die Ökobau Datenbank gehen. Da gibt es so einen groben Wert. Das ist schon mal besser als nichts. Erkennt man vielleicht das Modell nicht im Detail dahinter aber ja also, das ist immer eben so eine Sache wie gesagt in dem Moment, wo es herstellerspezifisch wird, ist der Aufwand größer für einen normgerechten Bericht und das ist deutlich mehr Arbeit als das Ökobilanz-Modell.

Wolfram
Was ich noch gemacht habe, ist dieses Whitepaper zur Aufskalierung dieses Prozesses der Ökobilanzierung zu studieren. Kommt das schon in der Wirtschaft oder bei Firmen an?

Albrecht
Es ist eine interessante Frage, ja wird zunehmend relevanter. Worum es da ja ein Stück weit geht, das machen ja vor allem meine Kollegen, ich glaube, das White Paper ist hauptsächlich vom Herrn Wehner geschrieben. Es geht darum, ein Stück weit Bausteine zu automatisieren, die immer wieder kommen. Es ist häufig dann der Fall, dass Unternehmen eine sehr große Produktvielfalt haben. Es sind in irgendeinem System ja Informationen zu diesem Produkt hinterlegt. Wie viel wiegt es, woher kommt es? Und so weiter wie eine Art Stückliste oder ähnliches. Wie, kann ich ja entweder jedes Mal händisch aufnehmen und in meinem Modell übertragen, oder ich kann natürlich das, was sich immer wiederholt auch sozusagen standardisieren oder automatisieren. Das ist natürlich gerade bei komplexeren Produkten schon durchaus relevant, da ist dann in der Stückliste halt immer irgendeine kryptische Bezeichnung für irgendwas und irgendwann. Dann weiß ich, das Aluminiumprofil wird irgendwie aus primärem oder sekundärem Aluminium hergestellt und da ist irgendein Verarbeitungsprozeß dran, den muss ich ja nicht jedes Mal neu und händisch da wieder anknüpfen, sondern wenn ich einmal weiß, dass dieser Prozess da ist, dann kann ich das immer wieder machen, egal ob ich dann nachher 1550 oder hundert EPDs erstelle. Es ist immer der gleiche Prozess, und das ist damit ein Stück weit gemeint und letztendlich ist es in der Erstellung von Dokumentationen auch ähnlich. Ich muss dann diesen Prozess wie die aus dieser Stückliste des Aluminiumbauteils nicht hundert mal händisch beschreiben. Die erste EPD und die zweite werden dadurch nicht schneller, aber natürlich die fünfte und die 10. Und die 50. Das ist deutlich effizienter, und das ist das, was sich dahinter verbirgt, dass die Dinge, die im Zuge des Prozesses der Erstellung sichtbar werden, skalierbar sind. Es gibt mittlerweile viele Firmen, in denen genau das ein Thema ist. Warum? Früher gab es die Anforderungen gleich mal eine EPD, vielleicht gemeinsam mit anderen zu machen, eine Durchschnitts EPD im Rahmen der Eu -Taxonomie und einer Zunahme der Verschärfung in der Ausschreibung. Das ist häufig für viele Firmen nicht mehr ausreichend, sondern sie brauchen tatsächlich für einzelne Produkte für einzelne Standorte EPDs, aus welchen Gründen auch immer. Das heißt, diese Anforderungen haben deutlich zugenommen. Wenn wir jetzt mal rechnen, ich brauche hundert EPDs, die mich jedes Mal 15000€ kosten, dann ist es ja durchaus ein Aufwand. Das kann man natürlich bei EPDs, die Produkte sind, die sich zu 90 Prozent ähneln, natürlich nicht machen und da ist der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Preis natürlich dann auch ein ganz anderer. Da steckt der Fokus dann tatsächlich eher in dieser Automatisierung und auf Skalierung von Prozessen. Da kann ich andere Preise erzielen, das ist richtig. Wenn sie hundert von der Art bestellen, dann wird es natürlich pro Ökobilanz schon günstiger.

Wolfram
Wie funktioniert das, was ist der Unterschied zum händischen Ausfüllen eines PDFs oder werden dann einfach Name und Daten getauscht und durchgerechnet und es geht immer so weiter?

Albrecht
Wie gesagt, bei uns ist es häufig so. Wie am Anfang gefragt, was sind die größten Schwierigkeiten? Also wie gesagt, ich versuche immer erstmal Personen zu gewinnen, die einem Daten aufbereiten und zur Verfügung stellen und das ist eben häufig in Excel Sheets, diese werden aus irgendeinem RP System entnommen. SAP ist ein Beispiel, da kommt dann irgendeine Stückliste raus. Diese erste Stückliste mal in die Ökobilanz zu überführen, das ist ein Aufwand. Wenn ich nun sage, jetzt haben wir diese Stückliste ausgefüllt oder überführt in ein Ökobilanz-Modell und eigentlich haben wir doch im gesamten Unternehmen immer die gleiche Form, dann kann ich das ja natürlich auch daneben anfangen, ein Stück weit zu automatisieren und über ein Data Science Tool wie Nine beispielsweise, dass es relativ einfach ermöglicht, irgendwelche Daten auszulesen, umzubauen, anzupassen oder ein sehr, sehr intelligentes Excel Sheet. Wobei Excel nicht das ganz ideale Tool ist, aber das ist jetzt keine kein Hexenwerk, sondern es geht wirklich darum, Dinge, die gleich sind, die sich immer wiederholen, zu automatisieren.

Wolfram
Theoretisch, wenn wir jetzt dann einen Lehmstein haben mit einer Rohdichte von 1000 und einen mit 500, dann würde man einfach nur die paar Daten auswechseln, um der Effekt wäre der gleiche?

Albrecht
Das ist jetzt ein einfaches Beispiel. Bei Lehmbausteinen ist es vielleicht nochmal einfacher. Ein sehr wenig verarbeitetes Produkt, das irgendwie aus der Natur kommt, dass in Form gebracht und getrocknet wird, in der Regel ja auch nicht gebrannt, oder?

Wolfram
Nein.

Albrecht
Formgebracht und getrocknet, das heißt, wir haben hier vielleicht gar nicht so viele technische Prozesse, da ist auch sozusagen der der Automatisierungsgrad, vielleicht sogar überschaubar. Da liegt der Automatisierungsgrad vielleicht eher daran, ich habe einmal eine saubere Dokumentation und dann passen sich meine Grafiken automatisiert an und so weiter. Da brauche ich nicht mal größere Programmierkenntnisse, wenn ich von Anfang an mit dem Ziel, nicht nur ein Produkt, sondern für für 50 Produkte Ökobilanzen zu erstellen, das ist eigentlich die größere Kunst zu wissen, an welchen Hebeln man drehen muss. Da verändern sich nur wenig Parameter und 90 Prozent bleiben gleich und die 90 Prozent mache ich natürlich nicht nochmal. Wenn ich einen Bericht habe, dann kopiere ich den 10-mal und mach das händisch und theoretisch gibt es aber irgendein Tool, das das noch schneller kann. Wenn sich Dinge wiederholen, ist es die einfachste Form von Automatisierung und für manche Dinge ist es aber eben einfacher, einmal zu programmieren oder es über ein Tool zu machen. Auch in Excel lässt sich da schon echt enorm viel machen. Ich glaube, Österreicher rechnen meist auch über das Institut für Bauen und Umwelt, bin ich mir aber nicht sicher.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Ja, die machen das hauptsächlich, aber da habe ich leider kein Interview bekommen.

Albrecht
Also ich glaube, die größte Aufgabe ist es, sich zu überlegen, was ich letztendlich will und benötige ich das, was ist der wichtigste Teil und natürlich die Frage, wer erstellt diesen Lehmbauteilkatalog? Also sind es Hersteller? Da ist der größte Aufwand auch dann, sich mit den Herstellern und anderen abzustimmen, also das ist dann eher eine Frage, wer macht es wie, oder soll das ihr Aufwand werden? Sie schreiben gerade ihre Masterarbeit, oder?

Wolfram
Ja, wie man ein gesamtes Lehmbauteil im Endeffekt bauphysikalisch bewertet und auf EPD bilanziert und das soll als Basis dienen für einen zukünftigen Lehmbauteilkatalog.

Albrecht
Ich kann einen entsprechenden U-Wert Bereich und klar, so eine Systematik oder Systematisierung kann ich natürlich für so einen Lehmbauteilkatalog mir schon zunutze machen. Dieses "ich hol den Lehm aus der Erde, ich trockne den Lehm" das ist ja, unterstell ich jetzt mal, zu 90 Prozent oder 95 Prozent bei allen Lehmbauteilen gleich; dann ist ja wahrscheinlich nur noch die Frage, wie mache ich eine große, dünne Platte und eine kleine, dicke Platte und so weiter? Das glaube ich schon, dass man das sehr gut systematisieren kann, ja. Zu deiner Arbeit hängt es davon ab zu sagen, holen wir den Lehm aus der Grube, bringen wir den wo hin? Die Ökobau Datenbank hat sicher einige Daten dazu. Dann kann ich ein Modell aufbauen, dann kann ich immer noch Daten vom Lehm oder vom Lehmbauteil einholen und wie mache ich sozusagen aus diesem getrockneten Lehm eine Lehmbauplatte, dann ist ihre Expertise gefragt; das wird gepresst oder es wird extrudiert oder es wird geschnitten. Das kriegt man aber auch in der Ökobilanz in jede Form gepresst und der Konstruktionsaufbau, das ist Bauwissen, dass sie dann da einbringen müssen.

Wolfram
Ich habe jetzt viel für die Diplomarbeit an Material bekommen. Danke für das Interview.

Albrecht
Ja und wenn Sie noch mal eine Frage haben, dürfen Sie sich gerne melden.

Wolfram
Das könnte noch passieren, also melde ich mich vielleicht noch.

Albrecht
Ja, da müssen sie mir eine E-Mail schreiben oder ähnliches, das geht schon.

Wolfram
Dann sag ich danke, dass Sie sich Zeit genommen haben.

Albrecht
Ja gerne und Ihnen viel Erfolg, ich bin gespannt, was rauskommt, das würde mich sehr interessieren.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Ja, meine Betreuerin erhofft sich, dass mein Diplom mal zu einem Forschungsprojekt ala datalehm führt.

Albrecht
Es macht jetzt vielleicht erstmal den Eindruck, es ist alles wahnsinnig aufwendig, wenn man da allerdings wie gesagt ein bisschen Zeit investiert, hat man es drauf. Und die Frage jetzt; muss ich für jedes Produkt auch eine Ökobilanz erzeugen oder kann ich ein grundlegendes Ökobilanzen-Modell für die Lehmbauteile erzeugen? Das ist nochmal ein Unterschied also, das müssen Sie sich bewusst sein, also EPDs sind wirklich mit diesen Bericht zu erstellen, dokumentieren; verifizieren lassen vom IBO, das ist viel mehr Aufwand als dieses Ökobilanz-Modell zu erstellen, das ist wirklich machbar. Und wenn ich wirklich sage, ich will so eine Art datalehm mit EPDs, für unterschiedliche Bauteile mit Lehm, da brauchen Sie jemanden, der das von extern begutachtet, dann ist der Aufwand pro Stück um ein Vielfaches viel mehr als eine Ökobilanz, das müssen Sie sich einfach bewusst sein, wie gesagt, die EPD ist wirklich verifiziert. Alles, was wir zum Beispiel in der Ökobau Datenbank haben, sind zum Großteil keine EPDs, sondern da hat jemand Daten erstellt und die in diese Form gebracht, und dass sie eine vergleichbare Form haben, ist dann doch noch mal einen Unterschied. Wie gesagt, es ist nicht die Bilanz, die aufwendig ist, sondern wirklich dieses, ich habe nachher ein Dokument, das beim Institut für Bauen und Umwelt gelistet ist, mit Ökobilanz, Ergebnissen und davon ist das Dokument und der ganze Prozess dahinter 90 Prozent der Aufgabe und nicht das Ökobilanz-Modell. Nur, dass es mal in die richtige Richtung gerückt wird.

Wolfram
Die EPD muss wahrscheinlich zehnmal verifiziert werden, oder?

Albrecht
Man schreibt da 70 Seiten Bericht für irgendeinen irgendwas, das ist für den Hintergrund auch richtig und das ist auch für die Ausschreibung relevant. Aber dieses reine Modell erstellen, die Ökobilanz auswerten, das macht man dreimal und dann kann man es auch und dann ist es gar nicht mehr so dramatisch, das wollte ich damit nur sagen.

Wolfram
Ja, ich glaube, das ist auch einfacher für die Diplomarbeit, wenn wir dann irgendwas testen, dass wir einfach eine Ökobilanz machen anstatt einer EPD.

Albrecht
Ja, das kann man auch nicht, weil man braucht ja auch einen der der das finanziert, also das kostet immer Geld. Wenn sie dann nochmal Fragen dazu haben, können Sie mich gerne anschreiben, jederzeit gerne.

Wolfram
Ja gerne, das wird vielleicht kommen, aber es war ein sehr lehrreiches Interview.

Albrecht
Ja, dann wünsche ich Ihnen auch und viel Erfolg und wie gesagt, sie können auch gerne meine Kontaktdaten an ihre Betreuerin weitergeben, falls es dann mal Bedarf gibt, und machen Sie es gut.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Ebenfalls danke schön und tschau.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

A.0.5 ExpertenInneninterview (Transkript) - LCA und Bauphysik - FH Campus - Alfred Weninger-Vycudyl und Alexander Sieh - 2024-03-11

Interviewbeginn mit Weninger-Vycudil (LCA, Ökobilanzen)

Wolfram
Mit welche Fragen wollen Sie anfangen?

Weninger-Vycudil
Ich habe mit Lehmbau grundsätzlich überhaupt nichts zu tun, weil ich aus der Infrastruktur komme und die Zeit, wo man Lehmbau im Straßenbau oder irgendwo im Infrastrukturbau eingesetzt hat, sind schon wirklich sehr, sehr lange vorbei. Was ich Ihnen ein bisschen beantworten kann, sind die Prozesse, vor allem bei der Ökobilanzherstellung; da war ja auch bei uns das Lifecycle Management, die Vorlesung mache ich, das war also die Frage, wie sehen Sie den Prozess der Ökobilanzierung? Wie erarbeitet man die Daten, die zur Berechnung der Ökobilanz benötigt werden, sind die auch geprüft? Was sind die größten Schwierigkeiten bei diesem Prozess? Das sind so diese drei Fragen, wo ich Ihnen vielleicht Antworten geben kann. Wie sehen Sie den Prozess der Ökobilanzherstellung, kann diese Emissionen wahrheitsgetreu aufzeigen, also ich glaube, das hat sich in der Zwischenzeit klar herauskristallisiert, dass die eine Bewertungssäule in der Nachhaltigkeit darstellen muss. Aber es ist nur eine davon, also wenn man immer sagt, ich habe auch die Ökonomie und die sozialen Aspekte zu beachten, dann ist sie halt eine von diesen drei Säulen, ob sie jetzt in einem Prozess jetzt die Wichtigste darstellt, oder weniger wichtig, hängt immer von der örtlichen Situation ab, um welche Fragestellung es sich natürlich auch dreht, aber allein die Ökobilanz ohne ökonomische Beurteilung einer bestimmten Alternative, einer Lösung, ohne die sozialen Aspekte ein wenig zu betrachten, ist halt nur ein Teil im gesamten Prozess. Die Frage, kann dieser Emission wahrheitsgetreu darstellen, das geht grundsätzlich wahrscheinlich niemals, weil man natürlich auch bei der Ökobilanz entsprechende Abgrenzungen machen muss. Das beginnt bei der Herstellung, das geht natürlich in die Kategorien hinein. Wichtig ist, dass, wenn ich Alternativen miteinander vergleiche, dass ich die Grenzen gleich habe, das heißt, was nehme ich dazu, was ist drinnen in der Ökobilanz, und man kommt nie daran vorbei, dass man bestimmte Mittelwerte braucht; ich kann nie einen Prozess ganz genau abbilden, das wird nicht funktionieren. Sobald sie zum Beispiel Maschinen im Einsatz haben in der Herstellung, zum Beispiel beim Abbau vom Lehm, müssen sie schon mal Annahmen tätigen. Wie schaut die Ökobilanz der Maschine anteilsmäßig beim Abbau von Material aus? Und da ist natürlich jede Maschine, die sie einsetzen, anders, und jetzt können sie natürlich nachschauen, wer hat die Maschine hergestellt, welcher Hersteller ist das und wie hat der seine Ökobilanz abgegrenzt. Für diese Maschine ist wichtig, dass, wenn sie unterschiedliche Alternativen vergleichen, dass sie auch hier bis ins kleinste Detail hier sehr ähnlich den Vergleich durchführen. Und damit ist dieser wahrheitsgetreu. Mir gefällt das Wort nicht. Wahrheit ist sowieso immer schwieriges Wort, das auch zu interpretieren und mit Zahlen zu hinterlegen.

Wolfram
Sie würde also vorschlagen, dass man mehrere Berechnungen macht und dann vergleicht.

Weninger-Vycudil
Ich habe ihnen da die EN 15978, das ist, ich sag einmal jene, die die Phasen am besten darstellt, hier ausgedruckt. Ich kann Ihnen das auch mitgeben, da sieht man A1 oder A0, B und C, das ist die Herstellung. B ist Erhaltung und Nutzung, und dass darf ich auch nicht vergessen, die Phase C, das ist das End-of-Livestage, also was tue ich mit dem Material, wenn ich einmal am Ende der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

technischen Nutzungsdauer bin, beziehungsweise es wieder abbreche möchte oder wieder in den Recyclingprozess hinzuführe, das heißt; wenn ich nur diesen einen Aspekt betrachte, dann ist die Ökobilanz nicht vollständig. Die Ökobilanz gehört in die Lebenszyklusbewertung hineingenommen, das heißt, wenn ich eine ökonomische Beurteilung mache, habe ich die Kosten, die jetzt anfallen, die bei bestimmten Erhaltungsmaßnahmen anfallen und wo ich dann irgendwann einmal mit dem Material, wenn ich es abbreche oder außer Dienst stelle, mich frage, wie gehe ich damit um, dann kann man überlegen, wenn es jetzt nicht ein Neubau ist, sondern jetzt schon ein Abbruch, dass ich diese Frage schon jetzt hinein nehme bei einer Beurteilung, aber was man sieht in den Ökobilanzen, ist, dass man einfach auf die Phasen B und C oft verzichtet, obwohl man ganz genau weiß, dass diese beiden Phasen oft das Ergebnis zu 180 Grad umdrehen können. Bei der bei der Lehmbauweise ist vor allem diese Phase C oder C 1 für End-of-Livestage eine ganz interessante Fragestellung, die in der Ökobilanz beantwortet werden muss. Was mache ich mit dem Material? Kann ich das wiederverwenden, in welchen Ausmaß an Ort und Stelle, wo auch immer, und das kann natürlich das Ergebnis wirklich sehr stark auch ins Positive hinüber drehen, umgekehrt kann die Erhaltung, wenn ich sehr viel während der technischen Nutzungsdauer machen muss, das muss man abschätzen. Wie lang, hängt wahrscheinlich vom Objekt ab, wie lang, was so eine Konstruktion auch aushält, wie viel, was ich dazwischen eben investieren muss. Unter Umständen ist das eine Frage, die sie in ihrer Arbeit beantworten, das wird schon Sinn machen, dass ich das auch mitnehme.

Wolfram
Wahrscheinlich ja.

Weninger-Vycudil
Sie müssen auch auf in der Ökobilanz immer den Lebenszyklus betrachten. Das ist das Entscheidende. Ich kann nicht nur sagen, ich schau mir nur die Herstellung an und vergiss auf den Rest von den 120 Jahren, wie das Bauwerk ist und vor allem, ich muss mir Gedanken darüber machen, was ich am Ende mit dem Material tue, und deswegen bin ich immer sehr skeptisch, wenn man sagt, bei der Herstellung ist das Material super, wenn man sich keine Gedanken darüber macht; was tue ich auch mal in 120 Jahren mit dem Material. Und das ist genau das, was wir auch hier unter Nachhaltigkeit verstehen und auch versuchen, den Studierenden hier ein wenig beizubringen.

Wolfram
Sie sagen, dass nur diese ersten Phasen für die Firmen interessant sind und der Rest nicht.

Weninger-Vycudil
Wenn ich dann auch die ökonomische Beurteilung mache, dann komplett, vor allem wenn es um Alternativen geht. Eine klassische Bauweise, was auch immer die klassische Bauweise jetzt ist, eine Betonwand oder ein Ziegelmauerwerk, da muss ich mir einfach die Erhaltung auf jeden Fall anschauen, denn es gibt Bauweisen, die am Anfang sehr viel CO_2 unter Anführungszeichen verbrauchen, dafür in der Haltung sehr human sind. Das heißt, wenn ich 50 Jahre lang nichts tun muss, dann schaut das anders aus, als wenn ich alle 15 Jahre immer etwas tun muss, was auch wieder CO_2 verursacht. Ich will es jetzt nicht auf dem Hochbau beziehen, aber gerade in der Infrastruktur ist das ein Thema; wie oft muss ich zum Beispiel eine Straßenbefestigung anpassen, innerhalb von 50 Jahren technischer Nutzungsdauer und vor allem wie intensiv? Die Geschichte ist, dass eine Betondecke problematisch ist, wenn ich mir die CO 2 Bilanz anschaue, denn der Bitumen ist viel besser als der Zement. Wenn ich die beiden vergleiche bei der Herstellung, schneidet der Asphalt besser ab, wenn die Erhaltung dazurechne, kann es mir wieder umdrehen, es kann sein, dass die Betondecke dann besser wird. Und das ist das

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Entscheidende auch bei der Ökobilanzerstellung. Die Fachhochschule hier ist gar nicht in dem Bereich tätig, um hier Kennzahlen für Ökobilanzen herzustellen. Ich denke mal, dass es auch hier gute Werte bereits gibt, wenn wir Ökobilanzen berechnen, wir in der Infrastruktur greifen meistens auf die Datenbank von der Schweiz zurück. Die Ecoinvent-Datenbank, da würde ich sagen, ist momentan die Beste europaweit, wo man sich auf die Werte ja durchwegs verlassen kann.

Wolfram
Was sind ihre "Tools", also welche Software oder Werkzeuge nutzen Sie?

Weninger-Vycudil
Software haben wir nicht, wenn wir Ökobilanzen machen, dann machen wir es klassisch. Im Excel kann man das, aber wir haben jetzt ein Forschungsprojekt bei uns, das heißt Sabina, da geht es im Prinzip genau um einen sogenannten Nachhaltigkeitsbilanzrechner für den Straßenoberbau, das setzt man dann Online in eine Softwarelösung um, das ist ein Projekt, das man gemeinsam mit der UTEC AG aus der Schweiz, die sind da federführenden mit der TU Braunschweig, macht, und wir sind auch Partner in dem Projekt, also vor allem für die Lebenszyklusbetrachtung verantwortlich; bis 2027 sollte das Projekt dann abgeschlossen sein. Und da greifen wir auch auf die gleichen Daten zurück, da haben wir uns geeinigt mit dem Auftraggeber.

Wolfram
Haben Sie dann auch öfters mit Firmen zu tun, oder gibt es interne Personen in der Universität, die jetzt sagen, wir wollen die Ökobilanz von einem Lehmbauteil berechnen?

Weninger-Vycudil
Ich selbst mache mit dem Lehmbau nichts. Ich weiß nicht, ob man überhaupt schon eine Lehmbau Ökobilanz bei uns an der FH jemals aufgestellt hat; und vielleicht im Rahmen von Masterarbeiten, das weiß ich nicht, ich bin auch immer sehr vorsichtig, Daten von der Industrie zu nehmen, man muss immer aufpassen, von wo sie herkommen. Das schönste Beispiel ist, wenn man sie vergleicht, die Ergebnisse der Zementindustrie, da gibt es, sagen wir mal, sehr angelehnte Institutionen und Vertretungen, die ganz andere Werte liefern als nicht so nah entstehende Unternehmen. Dasselbe ist im Zusammenhang mit dem Kalkstein, denn man muss dann ins Detail hineinschauen, was tatsächlich in diesen Werten alles drinnen steckt, weil wenn er dann die Hälfte weglässt, was ein anderer nicht tut, dann schaut das CO_2 Äquivalent, die Tonne oder das Kilogramm pro Tonne bei der Herstellung oder beim Einbau ein bisschen anders aus. Da muss man sehr vorsichtig sein, deswegen am besten neutrale Grundlagen zu verwenden, wie zum Beispiel die Ecoinvent aus der Schweiz, wo man sicher sein kann, dass eigentlich hier eher unabhängige Institutionen für diese Werte sich verantworten. Ich kenne es aus der Infrastruktur, vor allem sehr stark den Vergleich zwischen Asphalt und Beton und je nachdem, welche Seite die Studie beauftragt hat, werden sich massive Unterschiede ergeben. Immer zwei Werte von Datenbanken mindestens einmal vergleichen, zum Beispiel die Öko-baudat und die Ecoinvent, da kommen in der Regel auch so ähnliche Werte heraus. Auch sollte man in der Literatur schauen; wer hat die Studie beauftragt? Ich kann Ihnen ein Beispiel bei mir zeigen, drüben liegt das Handbuch vom Betonverein. Da kommt der Beton viel besser raus bei der Ökobilanz als wie der Asphalt. Ich kenne genauso eine Studie von der Asphaltindustrie von der deutschen Gesellschaft, die den Asphalt unterstützt, da ist das Ergebnis umgekehrt so. Neutral zu betrachten, das ist das Entscheidende. Also die Werte, die ich verwende, auch tatsächlich von einer neutralen Grundlage zu nehmen. Ich würde niemanden unterstellen, dass die Werte jetzt nicht seriös erstellt worden sind. Aber das ist mein Statement am Anfang, wenn ich eine Ökobilanz betrachte, muss ich immer schauen, was alles in diesen Werten hineingerechnet wurde. Das heißt, wenn sie dann den Einbau einer Tonne Lehm

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

berechnen, wie viel CO_2 damit produziert wird, muss klar sein, was da hineingerechnet wurde. Und wie weit ist derjenige gegangen, der diesen Wert dann zur Verfügung gestellt hat?

Wolfram
Wie werden gesamte Bauteilschichten behandelt? Werden die verbindenden Elemente zwischen den Schichten auch miteinbezogen?

Weninger-Vycudil
Die Ökobilanz ist keine Materialbilanz nur, sondern auch eine Bauteilbilanz, bis hin zu einem gesamten Gebäude, das heißt, ich schau mir das komplette Fertige an, im Englischen sagt man, das ganze Asset muss ich betrachten. Und da kann es natürlich sehr wohl sein, dass ich dann Elemente benötige, die von der Ökobilanz nicht so gut ausschauen. Ich gebe Ihnen ein schnelles Beispiel aus dem Infrastrukturbau: Wir haben unterhalb einer Betondecke immer ungebundene Schichten. Und wenn ich bei einer Ökobilanz für diese Bauweise nicht alle Schichten in der Ökobilanz mitberücksichtige, dann ist das Ergebnis wieder falsch. Es kann passieren, dass dann plötzlich diese anderen Elemente mir jetzt die Ökobilanz unter Anführungszeichen "verschlechtern", sie können aber auch durchwegs die Ökobilanz verbessern. Aber ich darf nicht nur das Material anschauen, ich muss die Bauweise, ich muss die Lösung, die bautechnische Lösung, immer in der Ökobilanz als gesamtes Betrachten, sonst funktioniert es nicht so wirklich und das bedeutet aber auch, dass vielleicht bei manchen Lösungen ein anderes Ergebnis rauskommt. Die Lehmbauweise, ich nenn es wirklich konkret, ist für die Variante X, für die Bauvorhaben Y ist es eine gute Lösung, für das Bauvorhaben Z ist es keine gute Lösung. Da muss man halt auch wirklich aufpassen und nie vergessen, hier auch diese Phasen ABCD hineinzunehmen nach EN 15643.

Wolfram
Man muss das gesamte betrachten, und man wird umfangreiches Wissen benötigen.

Weninger-Vycudil
Absolut. Das ist die Herausforderung, sage ich, wenn wir schon das Wort Nachhaltigkeit in den Mund nehmen, erstens diese Abgrenzung zu machen, zu schauen, wie weit das geht, was berücksichtigen wir alles, wenn es eine sehr einfache Lösung ist, dann ist es jetzt nicht so komplex, wie wenn es ein Gebäude ist. Wenn ich mir da drüben anschaue, unser neues Gebäude, wenn ich da die Ökobilanz aufstelle, fängt es beim Fundament an, hört bei der Fassade auf, der ganze Betrieb spielt da eine wesentliche Rolle, wie kühle ich das Gebäude, wie heize ich das Gebäude, und das heißt, da kann ich nicht einfach sagen, ich schaue mir jetzt nur die Wände an oder die konstruktiven Elemente, die dann unter Umständen überhaupt nur einen kleinen Anteil von der Gesamtökobilanz ausmachen.

Wolfram
Es geht um den ganzen Lebenszyklus. Also es steht wahrscheinlich 100 Jahre mindestens.

Weninger-Vycudil
Das ist schon mal das Erste, einfach einmal abzuschätzen, wie lange steht das Ding überhaupt, wie lange wird es genutzt. Jetzt können wir sagen, wir rechnen die Ökobilanz bis halt zu dem Zeitpunkt, wo dann die die primäre Nutzung, mit der sie eben gebaut wurde, dann vielleicht nicht mehr gegeben ist. Dann kann ich sagen, dann breche ich es ab und alles, was danach kommt, ist reine Spekulation.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Die größten Schwierigkeiten haben sie auch schon erwähnt. Die Verunreinigung haben sie auch erwähnt. Mit den Trockenbauwände ist es auch ähnlich, weil da wird auch behauptet, der Gipskarton ist rezyklierbar, aber dann kommt der Putz drauf und damit ist er verunreinigt.

Weninger-Vycudil
Das ist genau das Problem, das habe ich bei jedem Baumaterial. Wie kann ich es wieder verwenden? Kann ich zum Beispiel den Betonaufbruch, der hier bei den konstruktiven Elementen bei dem Gebäude da entsteht, auch wirklich wiederverwenden? Wenn ja, wo? Geht das so einfach? Und das hängt von Fall zu Fall ab. Das heißt, wo bau ich das wieder ein und da haben wir genau das Problem bei den Gipskartonwänden, wir haben das vor allem bei den Komposit-Baustoffen, wie kann ich das trennen voneinander? Was tue ich mit dem Holz? Das wird auch so ein großes Thema sein, das heißt also, ich bin mir nicht so hundertprozentig sicher, ob man das Holz, außer, dass man es verbrennt, wirklich in dem Ausmaß wieder als Baumaterial, als konstruktive Elemente wieder verwenden kann; meiner Meinung nach Nein. In hoffentlich 70 Jahren, so hoffe ich, wird das Haus noch stehen. Hat man vielleicht dann andere Methoden?

Wolfram
Es kommt drauf an. Wie ist das Holz behandelt worden, welche Verbindungen wurden verwendet?

Weninger-Vycudil
Absolut korrekt. Wie ist es gebaut worden, was ist da drinnen alles und da muss man sich schon Gedanken drüber machen. Was tue ich eben bei End-of-Livestage, das ist das und das kann ich mir natürlich dann positiv in die Bilanz hineinrechnen, wenn ich da ein hohes Recyclingpotenzial habe. Jetzt habe ich CO_2 da in diese Lösung investiert und das hole ich mir wieder raus, weil ich das Material noch viermal verwenden kann. Stahl kann ich wiederverwenden, aber ich brauche wieder wahnsinnig viel Energie, um das wieder in den Stahlproduktionsprozess wieder hineinzubringen. Das heißt, das ist super, das ist 100 Prozent rezyklierbares Material. Aber die CO_2 Bilanz fürs Recycling schaut nicht so ganz gut aus.

Wolfram
Da gibt es aber auch schon ein Forschungsprojekt, wo man versucht, Solarstrom für diesen Zweck zu verwenden.

Weninger-Vycudil
Das kommt dann noch dazu; die Technologien ändern sich über die Zeit. Jetzt eine Aussage zu tätigen; in 50 Jahren muss ich das wegschmeißen, ist meiner Meinung nach auch nicht unbedingt immer seriös. Ich kann aber sagen, da gibt es innovative Technologien, da können wir was machen, da können wir vielleicht sogar in die Materialien mehr CO_2 speichern als jetzt. Aber wenn ich heute die Ökobilanz erstelle, bleibt mir oft nichts anderes übrig, als dass ich sage, ich muss eine Annahme auch für diese Phase treffen. Im Prinzip ist das der jetzige Stand der Technologie, man kann vielleicht ein bisschen Innovationspotenzial dazugeben, also wenn ich sag, ich muss dann mit Strom sehr viel machen, dann kann ich natürlich auch sagen, der Strom wird in 2030 Jahren vom Mix her wahrscheinlich etwas anders aussehen als wie jetzt.

Wolfram
Danke, das war jetzt sehr hilfreich. Sie sind auch sehr detailliert reingegangen, das bringt mir sehr viel Material. Ich hätte eigentlich keine Fragen mehr und bedanke mich.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Interviewbeginn mit Alexander Sieh (Bauphysik)

Wolfram
Welche Prozesse wären notwendig um ein Lehmbauteilkatalog, so inspiriert von Dataholz, zu erstellen, da auch alle Daten in den Bereichen Bauphysik und Ökobilanz abbilden könnte? Bei ihnen geht es ja primär um Bauphysik.

Sieh
Wichtig ist es einmal, dass man mal die Bauteile festlegt, also Dataholz hat eine gute Auswahl. Geht es um Decken, geht es um Dächer, also auf jeden Fall einmal so eine Liste oder eine Aufstellung an Bauteilen, die ich einmal am Anfang präsentieren möchte; sozusagen auch so eine Grundsammlung von wichtigen und gängigen üblichen Baustoffen mit Lehm. Der Katalog wird sicher automatisch wachsen, weil dann, wenn man einmal so ein eine Datenbank lebt, so war es auch bei Dataholz, kommt dann die Frage, warum hat man diese Variante nicht? Wir haben diesen Baustoff nicht drinnen und dann wird es halt dann Schritt für Schritt immer wieder ergänzt. Natürlich braucht man auch dahinter eine Struktur, eine Institution wie die Holzforschung, die die Aufbauten dann auch zusammenstellt, ausarbeitet und dann das Ganze dann auch bereitstellt. Bei Dataholz hast du am Schluss diese Daten, diese Produktblätter, wo du dann alle Kennwerte drin hast, wo du eine grafische Darstellung hast, wo du wirklich eine Aufbereitung hast, die du dann leichter bei den Gutachten oder bei den bauphysikalischen Berechnungen anhängen kannst. Also das wäre so mal das, was ich für notwendig erachten würde im Prozess, aber zuerst sollte man mal festlegen, welche Bauteile möchte ich im Überblick im Katalog erstellen.

Wolfram
Die zweite Frage haben Sie eh auch schon beantwortet, nämlich: Wie legen sie fest, welche Baustoffe und -teile gemessen werden? Was sind die Parameter?

Sieh
Wenn ich jetzt bei Dataholz bin, da geht es ja um die Bauteile. Wenn ich in die OIB-Richtlinien reingehe, also in die Anforderungen für die Bauphysik reinschaue, dann habe ich Anforderungen an den Wärmeschutz, zum Beispiel dann den U-Wert, dann habe ich Anforderungen an den Schallschutz. Also das sind immer Anforderungen, die an den gesamten Bauteil gestellt werden und je nachdem, um welchen Bauteil es sich handelt, definiert hier dann auch die OIB-Richtlinie, zum Beispiel für den Wärmeschutz, für den Schallschutz, für den Brandschutz, für den Feuchteschutz, dann auch die Anforderungsgrößen. Und die muss ich dann in meinen Datenblättern, die ich erstelle, auch für die Nebenbauteile, dann erfüllen und nachweisen. Das Setup, oder das Szenario der Anforderungen, die der Bauteil erfüllen muss, es ist ja egal, ob es jetzt ein Gips, ein Lehmputz oder Kalkzementputz ist. Ich muss diese auch mit der Variante Lehm erfüllen, denn im Endeffekt interessiert das den Planer oder der Baufirma oder den Architekten, der das umsetzt, denn der hat seine Anforderungen und er sucht jetzt dann in so einer Datenbank nach einfachen Lösungen. Die müssen dann auch so aufbereitet sein, dass er sie einfach dann auch seinem Gutachten beilegen kann und damit dann problemlos dann seine Nachweise führen kann. Deswegen ist das auch sehr wichtig und das letzte, was jetzt noch dazu sagt, das war bei der Holzforschung so seriös, da steht dann auch dann immer dahinter, welche Prüfinstitute oder welche Universitäten da mitgearbeitet haben im Hintergrund und wer manche Daten halt zu deklarieren hatte, man sieht dann auch im Endeffekt fundierte und verlässliche, seriöse Daten, die da kommuniziert werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wolfram
Theoretisch kann man dann alle Bauteile schon mal aussortieren, die diese Anforderungen eh nicht erfüllen. Da kommen wir schon viel weiter.

Sieh
Das hat man auch bei dataholz, du kannst ja suchen und sagen, ich brauche einen Bauteil mit einem Feuerwiderstand REI 90 ja und einen U-Wert kleiner 0,15 und dann werden dir dann schon die verbleibenden Bauteile vorgeschlagen. Ich weiß jetzt gar nicht, wie viele hundert Bauteile oder Varianten schon bei dataholz dahinter liegen; du kannst ja nicht alle durchschauen; du brauchst eine Filtermöglichkeit.

Wolfram
Das ist dann Webentwicklung, wenn es denn so weit kommt. Wie wählen sie den gemessenen Baustoff? Eine Lehmtrockenbauplatte kann eine Rohdichte von 700 oder 1450 kg/m3 haben, was einen gewaltigen Unterschied macht, und laut der deutschen Industrienorm gäbe es neun Rohdichteklassen zu diesen Platten. Wie grenzt man das effektiv ein oder geht man da jede Rohdichteklasse dann durch?

Sieh
Bei den Trockenbauplatten würde ich dann eher über den Hersteller mal gehen. Ich kenne diese Lemix-Platte zum Beispiel von Hartkeramik, ich würde mir dann eigentlich mal dann das ein Produkt heraussuchen und ehrlich gesagt bauphysikalisch fragen: Wie dicht die Lehmbauplatte sein muss, vielleicht hätte es ein bisschen Einfluss auf die auf den Schallschutz, die Masse, aber sonst? Eigentlich suche ich eine Funktion, ich suche eine Lehmbauplatte, die innen meine Wand abschließt. Da ist jetzt für mich so die Rohdichte nicht so wichtig. Eher die Anforderung. Also ich würde dann eher schauen, erfüllt mein Bauteil die Anforderungen an Schall, so wie ich mir das ausgesucht habe und wenn ich draufkomme, 700 Kilogramm ist zu leicht, vielleicht brauche ich die mit höherer Dichte, die dann schwerer ist. Dann würde ich, wenn ich einen höhere Schallschutzanforderung habe, anfangen, die Platten zu variieren. Also ich würde als Bauphysiker oder halt als Bauingenieur einfach immer fragen, welche Funktion habe ich, was will ich erreichen, und daraus ableiten, welches Produkt ich dann im Endeffekt nehme.

Wolfram
Ganz simpel: was wird gefordert? Welche Prüfmethoden wenden sie an, wenn sie nun einen Baustoff auf alle bauphysikalischen Werte prüfen? Haben sie ein Baustofflabor?

Sieh
In der Leistungserklärung muss für den Baustoff schon Produkteigenschaften deklariert werden und geprüft werden, also jedes Produkt, wenn es von der Grundlage her auf einer harmonisierten Norm basiert, muss ja schon in seinen Produktdaten die Wärmeleitfähigkeit, das Brandverhalten dokumentiert haben; in meiner Vorlesung, zum Beispiel, die Leistungserklärungen eines Putzes und mit der Bauproduktenverordnung muss man das eigentlich eh für alle Baustoffe machen. Das ist eine Leistungserklärung für einen Gipsmaschinenputz. Und da sehen Sie dann das Brandverhalten A1, das ist nach der ÖNORM EN 13 279 - 1 als Produkt deklariert. Bei der Luftschalldämmung ist jetzt kein Wert hinterlegt, aber auch beim Wärmewärmedurchlasswiderstand ist nichts hinterlegt. In den Produktnormen, in dieser Prüfnorm, da ist drinnen definiert wie ich dann meine Kennwerte, meine Leistungen, also dann in der Leistungserklärung dann deklarieren muss. Messen muss man halt am Prüfinstitut wie die MA 39 zum Beispiel, wo man

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

dann seine Produkte auf Grundlage dieser Produktnorm dann deklariert. Das geht sicher auch bei Lehm, da kann man sicher eine Produktnorm für Lehm deklarieren. Aber wir machen keine Messungen.

Wolfram
Wie kommen sie dann an ihre Daten?

Sieh
Die erste, wo ich dann nachschauen würde, wäre zum Beispiel mal das baubook, da sind viele Herstellerwerte drinnen dann und auch so genormte Standardwerte für Bauprodukte. Die würde ich mir dann heraussuchen, aber natürlich im zweiten Schritt, weil wenn es dann konkreter wird, dann müssen wir ein Produkt festlegen, wie sie ja gesagt haben, es gibt ja eine sehr hohe Bandbreite. Da muss ich dann noch was Konkretes festlegen.

Wolfram
Haben Sie eigentlich als Bauphysiker öfters, also als Universitätsangestellter mit Lehm öfters zu tun? Und in welchem Kontext?

Sieh
Bei mir ist es zum Beispiel ein Teil meiner Vorlesung "Innovative Baustoffe", da ist natürlich der Lehm dabei. Eine Vorlesungseinheit dreht sich um den Lehm, vor allem halt wegen seiner guten Sorptions-Eigenschaften, das Raumklima gut regulieren zu können, dass es Feuchtigkeit aufnehmen kann, auch Feuchtigkeit abgeben kann. Lehm als innovativer Baustoff, vor allem für ein besseres Raumklima. Über den Lehmputz, die Vorteile des Lehmputzes dann, das ist im Endeffekt wieder diese Plastizität, dass dieser Feuchtigkeit aufnimmt, dann aber auch wieder abgeben kann. Das ist ein reversibler Prozess und ich habe auch die Lehmplatten drin. Ich habe auch die Herstellung hier. Zum Beispiel da steht auch drinnen normativ geregelt werden; Lehmputze mit der DIN 18947, ebenso Lehmputzmörtel. In Österreich gibt es weder Lehmnormen, noch Regeln; man orientiert sich an der deutschen Industrienorm; da sind wir ja schon bei dem Problem, dass wir ansprechen könnten. Es wäre gut, wenn es mal eine Norm gäbe. Der erste Schritt, bevor man eine Datenbank erstellt.

Wolfram
Es gibt gewisse Arbeitsgruppen von Netzwerk Lehm, die Young Earth Builders, die sich mit dem Thema Norm beschäftigen. Es ist keine einfache Arbeit, und zurzeit orientiert man sich nach der DIN, weil das ja das Nächstbeste ist. Europäische Normen gibt es leider nicht, beziehungsweise man findet was und das ist dann einfach nur Clay; nicht genau definiert mit irgendwelchen Werten.

Sieh
Ja, das ist so der erste Schritt, den man endlich gehen soll. Dass man dann auf physikalischen Parameter zeigt von Lehmputzen und von Lehmbauplatten im Vergleich zu den gängigen Produkten und danach die Ökobilanz am Schluss. Die Feuchteaufnahme drinnen, eine Feuchtebilanz für den Raum, um einfach zu zeigen, dass vor allem beim, wenn man sehr dicht wohnt, den Raum hat für viele Personen; dass man die Wände auch aktivieren muss für die Feuchtespeicherung und Feuchteregulierung.

Wolfram
Wo haben Sie die Daten für den Lehmputz? Da haben sie jetzt bauphysikalische Werte hergezeigt.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Sieh
Die bauphysikalischen Werte, die stammen eben aus dem Baubook. Teilweise auch vom Hersteller. Ich habe jetzt exemplarisch bei den Lehmbauplatten zum Beispiel die Lemixplatte gezeigt. Und da habe ich dann deren Wasserdampfsorptionsklassen dann herausgenommen. Selbst habe ich ein paar Messungen aus früherer Zeit von einem Baustoffhersteller, wo ich angestellt war.

Wolfram
Welche Tools und Werkzeuge verwenden Sie eigentlich, wenn Sie jetzt Werte berechnen?

Sieh
U-Werte kann man im Excel lösen oder halt in einem Zweizeiler selbst. Sonst, Archiphysik, ist das stärkste Bauphysik-Tool. Da wäre es auch wichtig, wenn man Nebenprodukte oder Konstruktionen etablieren möchte, dass man natürlich auch die Schnittstelle zu Archiphysik herstellt, dass auch Standardaufbauten noch integriert sind, die man dann auch leicht auswählen kann bei der Planung.

Wolfram
Als abschließende Frage: Wenn jetzt ein Bauherr ein Haus z.B. mit Stampflehmwänden baut, was wäre für Sie als Bauphysiker die größte Sorge?

Sieh
Die größte Schadensursache, die wir haben im Gebäudebereich, ist die Feuchtigkeit. Die Feuchtigkeit vom Boden, Regen, Schlagregen, dann teilweise Feuchtigkeit von innen, natürlich auch dann durch die Nutzung. Es wird auch Feuchtigkeit durch Menschen abgegeben. Die Feuchtigkeit beim Duschen, die entsteht, und dann habe ich halt auch immer dann klimatisch bedingt, oder durch das Raumklima bedingt, halt auch einen Diffusionsstrom und Konvektionsstrom der Feuchtigkeit durch Bauteile, die an die Außenluft angrenzen. Im Labor ist alles ohne diese Problematik, aber zum Beispiel, wenn irgendwo mal ein Wasserschaden ist, oder Hochwasser sein sollte, wie reagiert dann so ein Baustoff auf solche Beanspruchungen? Es ist halt auch einfach wichtig, dass du robuste und verzeihende Baustoffe hast. Du musst wirklich davon ausgehen, dass nicht alles hundertprozentig gut rennt in der Lebenszeit eines Gebäudes oder eines Bauteils. Auf einem Rohrbruch musst du reagieren oder der Baustoff muss das aushalten können. Ich war ja früher auch bei Wienerberger. Wir haben auch mit Lehmwänden Projekte geführt und das war auch sehr interessant. Besonders bei nichttragenden Innenwänden. Außen kann ich vielleicht mit anderen Systemen arbeiten, vielleicht mit einer Holzmassivwand oder einer Holzständerwand, zum Beispiel mit Lehmbauplatten, aber innen, die meisten Wände sind ja heute schon nicht tragend, also die meisten Flächen auch, und da würde ich dann auch mit einem starken Sicherheitsbewußtsein halt dann auch mit nicht tragenden Lehmwänden Potenzial sehen. Die können den Raum super regulieren, können auch Speichermasse reinbringen, das wäre für mich eine schöne Kombination, eine andere Außenhülle und innen dann Lehm. Ich kann auch vielleicht etwas zur Ökobilanz sagen. Natürlich sind die Ökobilanzen auch im Baubook hinterlegt. Die werden oft von Unabhängigen, vom IBO, zum Beispiel in Österreich, erstellt, aber natürlich, im Hintergrund steckt immer ja ein Auftraggeber, also eine Firma, ein Hersteller, der diese beauftragt und die Daten, oder die Grundlagen, bekommt das IBO für die Erstellung der Ökobilanz vom Bauprodukten. Das hängt auch immer vom Hersteller ab. Und natürlich wissen ja Hersteller auch, was ist CO_2, was ist energieintensiv, was ist was und was nicht. Und es ist ja auch so, dass jeder ja versucht, dann auch gute Werte zu deklarieren, weil er ja im Wettbewerb ist. Ich glaube, da bräuchte es halt dann, wie bei den klassischen bauphysikalischen Werten, eben Produktnormen. Bei bauphysikalischen Werten kann ich das leicht kontrollieren, aber bei

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Ökobilanzen zum Beispiel ist es relativ schwierig, wenn einer vielleicht sehr gute Werte deklariert, das Ganze dann in Frage zu stellen. Wenn man es ernst meint, bräuchte man da auch wirklich einen unabhängigen Prozess, ebenso die Pflicht zur Deklaration. Du müsstest dann halt aber auch eine Infrastruktur dafür schaffen, dass man für diese unzähligen, vielen Baustoffe dann unabhängig prüfen kann, da wird das IBO einfach zu klein sein. Dann kann man mal schauen, welche Bandbreite man da bekommt, obwohl es eigentlich physikalisch oder chemisch dieselben Produkte sind, und wie gut oder wie schlecht manche dann abschneiden. Es ist auch sehr länderlastig, das Ganze dann, und deswegen muss man auch immer aufpassen, was man da wirklich ausrechnet.

Wolfram
Das waren sonst alle Fragen. Ich würde sagen, danke fürs Interview, und danke, dass Sie sich Zeit genommen haben.

Sieh
Gerne ja.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

A.0.6 IW1

Wohnungstrennwand nichttragend

Lemix-Trennwand einseitig beplankt, verputzt

Daten

flächenbezogene Masse: 135,08kg/m²

Rohdichte*Dicke aller Schichten, summiert

U-Wert: 0,78 W/m²K

händische Berechnung nach ÖNORM

Rw: 52 dB

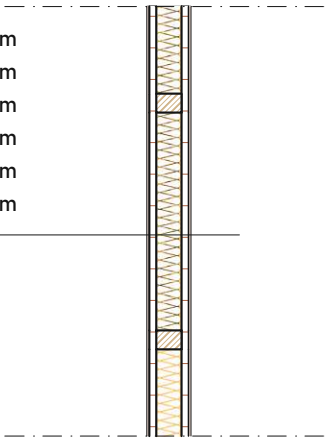
gemessen durch das IAB WEIMAR nach EN-Norm

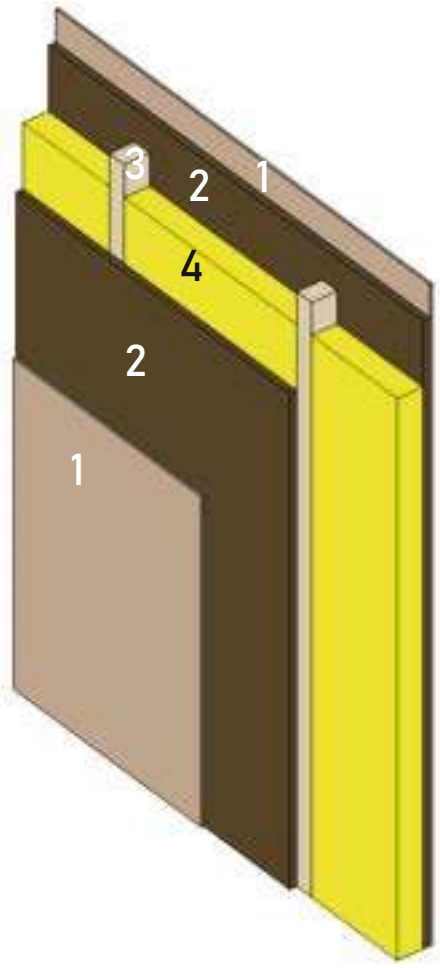
Feuerwiderstandsklasse REI 90

gemessen durch das MFPA Leipzig nach EN-Norm

Aufbau

Lehmputz getrocknet	00,80cm
Lemix-Platte	02,20cm
Jutedämmung	08,00cm
mit Holz-UK	8x6 cm
Lemix Platte	02,20cm
Lehmputz getrocknet	00,80cm





Baustoffe

1: Lehmputz Mineral 20 Rohdichte von 2000kg kg/m³, A1

Bauphysik	λ = 0,81 W/(mK)	c = 0,936kj/kgK
	μ = 10	E dyn = -MN/m²

2: LEMIX PLATTE, D22 Rohdichte von 1450kg kg/m³, A1

Bauphysik	λ = 0,353 W/(mK)	c = 1,1kj/kgK
	μ = 5/10	E dyn = -MN/m²

3: Holzständer Rohdichte von 425kg kg/m³, D

Bauphysik	λ = 0,11 W/(mK)	c = 1,6kj/kgK
	μ = -	E dyn = -MN/m²

4: Jutedämmung Rohdichte von 500kg kg/m³, E

Bauphysik	λ = 0,17 W/(mK)	c = 3,35kj/kgK
	μ = 2.4	E dyn = -MN/m²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wohnungstrennwand nichttragend

Lemix-Trennwand einseitig beplankt, verputzt

Bewertung auf Vegleichsbasis

Herkömmliche Baustoffe, die durch die Lehmbaustoffe ersetzt werden, sollen als Vergleichsbasis dienen.
Alle Daten wurden den Rohdichten angepasst (Ökowerte mit einem Faktor multipliziert.)
(hier: LEMIX - baubook: Lehmbauplatte *2,9; baubook: Gipskarton (900kg/m³)*1,61)
Die Quellen und Bewertungen müssen die gleiche Datenbasis aufweisen.

LEMIX PLATTE, D22	Vgl.	Gipskartonplatte (1450kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total	-0,0954 kg CO_2	0,294 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total	8,32 MJ/kg	5,77 MJ/kg

Lehmputz Mineral 20	Vgl.	Zementputz (2000kg/m³)
Das globale Erwärmungspotenzial total	0,0876 kg CO_2	0,178 kg CO_2
Die nicht erneuerbare Primärenergie total	1,42 MJ/kg	1,82 MJ/kg

LEMIX PLATTE, D22

LCA	GWP-total = -0,0954kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000740 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,001659kg SO_2 eq/kg	EP = 0,001021 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,0001499 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 6,87 MJ/kg	PENRT = 8,32 MJ/kg

Lehmputz Mineral 20

LCA	GWP-total = 0,0876kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000107 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,000275kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000125 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,00003 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 0,122 MJ/kg	PENRT = 1,42 MJ/kg

Holzständer

LCA	GWP-total = -1,41 kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000112 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,00007kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000239 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,000379 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 16,8 MJ/kg	PENRT = 1,74 MJ/kg

Jute

LCA	GWP-total = 0,179kg CO_2 Äq/kg	ODP = 0,00000000111 kg CFC-11 Äq/kg
	AP = 0,0159kg SO_2 eq/kg	EP = 0,000108 kg PO_4^{-3} Äq/kg
	POCP = 0,000586 kg C_2H_2 Äq/kg	
	PERT = 16,5 MJ/kg	PENRT = 24,1 MJ/kg

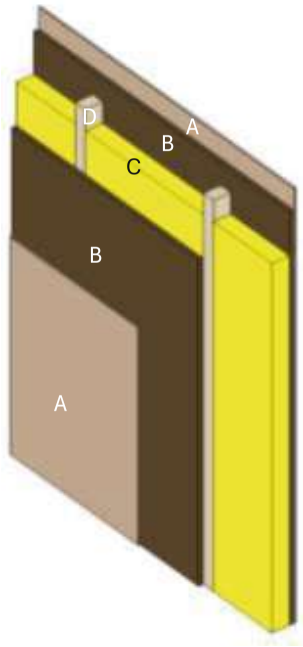
Legende

GWP total = Global Warming Potential ODP = Abbaupotenzial der Ozonschicht
AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser
EP = Eutrophierungspotenzial POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon
PERT = Erneuerbare Primärenergie total PENRT = Nicht erneuerbare Primärenergie total

Quellen:
Die bauphysikalischen Daten wurden mit dem baubook des IBOs ergänzt, die Lemix mit den Daten der Herstellerfirma Hart Keramik AG.
Die LCA Daten stammen aus dem baubook des IBOs, Stand 2020, ecoinvent A1.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



	Baustoff	Dicke (m)	Rohdichte (kg/m³)	flächenbezogene Masse (kg/m²)
A	Lehmputz	0,008	2000	16
B	Lemix	0,022	1450	31,9
C	Jutedämmung	0,08	500	40
D	Holzständer*	0,08	425	34
B	Lemix	0,022	1450	31,9
A	Lehmputz	0,008	2000	16

* Die 2 Holzständer machen auf einer Länge von 1m 0,12m der Schicht aus. Somit wird die Jutedämmung mit einen Wert von 0,88 multipliziert, die Holzständer mit 0,12.

Summe	135,08

A.0.8 U-Wert-Berechnung

	Baustoff	Dicke (m)	λ [W/(mK)]	R - Abschnitt 1 und 2
	Rsi (innen)			0,13
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
C	Jutedämmung	0,08	0,17	0,470588235
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
			Summe 1	**0,869779582**
	Rsi (innen)			0,13
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
D	Holzständer	0,08	0,11	0,727272727
B	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
A	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
	Der Grenzwert ergibt sich aus 0.94/ Summe 1+0.06/Summe 2(Teilflächen).		**Summe 2**	**1,126464074**
			Oberer Grenzwert	**1,133997594**
C	Jutedämmung	0,08	0,0356	2,247191011
			Summe 1	**2,247191011**
D	Holzständer	0,08	0,11	0,727272727
			Summe 2	**0,727272727**
	Ergibt sich aus 0.94/ Summe 1+0.06/Summe 2(Teilflächen).		**Summe1+2**	**0,5008**
	Rsi (innen)			0,13
	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
	Summe1+2	1	0,5008	1,996805112
	Lemix	0,022	0,353	0,062322946
	Lehmputz	0,008	1,1	0,007272727
	Rsi (innen)			0,13
	Zum Abschluss werden oberer und unterer Grenzwert addiert und durch 2 geteilt.		**Unterer Grenzwert**	**0,417362887**
			Mittlerer U-Wert	**0,77568024**

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Lemix
Die Marken-Lehmplatte

Nachweise LEMIX Lehmplatten

Brandverhalten / Feuerwiderstand / Schallschutz

Bauteil	Brandverhalten		Feuerwiderstand		Schallschutz	
	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis	Einstufung	Nachweis
Lehmplatte	A1	KB-Hoch 171381 Prüfinstitut Hoch vom 13.12.17	/	/	/	/
Lehmplatten vertikal 2 x 16 mm	/	/	F30	GS 3.2/18-282-1 MFPA Leipzig vom 27.08.2018	/	/
Trennwand Holzständer 60 x 60mm Jutedämmung 60mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI45 (F30)	PB 3.2/16-288-3 MFPA Leipzig vom 02.10.2017		
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI90 (F90)	PB 3.2/18-288-1 MFPA Leipzig vom 14.01.2019	52 dB	PB 1725 IAB Weimar vom 20.04.2017
Trennwand Holzständer 60 x 80mm Jutedämmung 80mm Beidseitig LEMIX 16mm doppellagig	/	/	EI120 (F120)	PB 3.2/18-111-1 MFPA Leipzig vom 31.05.2018	56 dB	PB 1872-rep01 IAB Weimar vom 08.08.2018
Trennwand zweischalig Holzständer doppelreihig 60 x 60mm Holzweichfaserdämmung je 40mm Beidseitig LEMIX 22mm	/	/	EI60 (F60)	PB 3.2/20-326-2 MFPA Leipzig vom 28.10.2021	65 dB	PB 0147-21 IAB Weimar vom 22.12.2021

Stand 01/22

A.0.10 ArchiPhysik Schallschutz

1

Nachweis des Schallschutzes

ÖNORM B 8115-4:2003 09 01

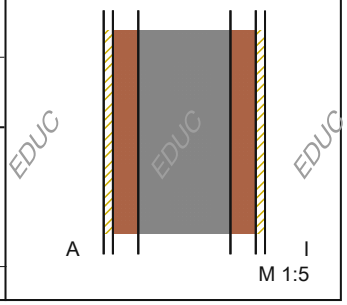
Luftschall von opaken Bauteilen

Objekt	VerfasserIn der Unterlagen
Lehmbau Auftraggeber	

Bauteilbezeichnung	Bauteil Nr.
Lemix Wohnungstrennwand	**Lehm**
Bauteiltyp	
Wohnungstrennwand	**WW**

bewertetes Schalldämm-Maß R_w **54** dB

erforderlich 52 dB



Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	Typ	d	ρ	ρ · d	E_{dyn}	s'
	von außen nach innen		Dicke	Dichte	Flächengewicht	dyn. E-Modul	dyn. Steifigkeit
Nr	Bezeichnung		m	kg/m³	kg/m²	MN/m²	MN/m³
1	Lehmputz getrocknet		0,0080	2 000,0	16,00		
2	Lemix	V	0,0220	1 450,0	31,90		
3	Jute	DS	0,0800	500,0	40,00	0,35	4,38
4	Lemix	V	0,0220	1 450,0	31,90		
5	Lehmputz getrocknet		0,0080	2 000,0	16,00		
Dicke des Bauteils			0,1400				
Flächenbezogene Masse m' des Bauteils				m_{1}'	103,80		
Flächenbezogene Masse m' der biegeweichen Schale					31,90		
Flächenbezogene Masse m' der biegeweichen Schale					31,90		

bewertetes Schalldämm-Maß

gemäß ÖNORM B 8115-4:2003 und gemäß ON EN 12354-2:2000

mehrschaliger Bauteil - zwei biegeweiche Schalen

vollflächig über Dämmschicht verbunden			ja	
Resonanzfrequenz	ÖN B 8115-4:2003, Tabelle 4	f_0	83,8	Hz
bewertetes Luftschallverbesserungsmaß	ÖN B 8115-4:2003, Tabelle 5	ΔR_w	14,8	dB
bewert. Schalldämm-Maß der Masseschicht	$R_w = 32,4 \cdot \log(m_{1}') - 26$	R_w	39,3	dB
Gesamtes bewert. Schalldämm-Maß	$R_{w,ges} = R_w + \Delta R_w$	R_w	54,1	dB

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Prüfinstitut Hoch
Lerchenweg 1
D-97650 Fladungen
Tel.: 09778-7480-200
hoch.fladungen@t-online.de www.brandverhalten.de

Hoch Fladungen

Prüfinstitut für das Brandverhalten von Bauprodukten, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hoch
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

KLASSIFIZIERUNGSBERICHT
CLASSIFICATION REPORT
KB-Hoch-171381

Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1[1]
Reaction to fire classification according to DIN EN 13501-1[1]

Auftraggeber *applicant*	**HART KERAMIK AG** Mitterteicher Straße 6 D-95652 Waldsassen
Bezeichnung des Prüfmaterials *name of the material*	**„HART Lehmbauplatte / Lemix 2.0"** mit einer Dicke von 16 - 22mm / *with a thickness of 16 - 22 mm*
Beschreibung des Bauproduktes *description of the building material*	Lehmbauplatte, einseitig kaschiert mit einem Jutegewebe *loam panel, laminated on one side with jute mesh*
Klassifizierung *classification*	**A1**
Geltungsdauer *validity*	**31.12.2022** (vgl. 5.1 / *cf. 5.1*)

Dieser Bericht umfasst 6 Seiten. / *The report includes 6 pages.*

Dieser Bericht ist zweisprachig. Für rechtliche Belange gilt nur der deutsche Wortlaut.
This report has been issued bilingually. For legal interests only the German original version is valid.

[1] DIN EN 13501-1 (01-2010)

Mitglied der EGOLF
notified body no.: 1508

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

DAkkS

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.