

## **Dataholz.de**

Anpassung des österreichischen Kataloges geprüfter Holzbauteile  
www.dataholz.com auf die Rahmenbedingungen in Deutschland,  
Erstellen einer Plattform mit in Deutschland baurechtlich verwendbaren  
Bauteilaufbauten www.dataholz.de

Abschlussbericht über o.g. Forschungsvorhaben  
gefördert unter dem AZ 32350/02-25  
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

### **Forschungsstelle:**

Technische Universität München  
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt und Fakultät für Architektur  
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter  
Professur für Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann  
Arcisstraße 21  
80333 München

**Projektleitung:**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Univ. Prof. DI. Hermann Kaufmann

Dr. Norman Werther (TUM)

**Projektbearbeitung:****TUM – Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion**

Samuel Ebert, M.Sc.

Christoph Kurzer, M.Eng.

Carla Matthäus M.Sc.

Stephan Ott, M.Sc.

Michael Rauch, M.Sc.

**TUM – Professur für Entwerfen und Holzbau**

Dipl. Ing. Maren Kohaus

Dipl. Ing. (FH) Sandra Schuster

Manfred Stieglmeier M. Eng.

**Holzforschung Austria**

Dr. Christian Lux

Dr. Bernd Nusser

DI Sylvia Polleres

DI Bettina Plößnig-Weigel

**Müller-BBM GmbH**

Dr.-Ing. Andreas Meier

Marina Meisinger M.Sc.

## **Externer Projektbeirat**

Dipl. Ing. Architekt Michael Deppisch  
Dipl.-Ing Architektin Sabine Djahanschah  
Dipl.-Ing. Alexander Gump  
Rechtsanwalt Alexander Habla  
Dipl. Ing. Architekt Rainer Hofmann  
Dipl.-Ing. Georg Keilholz  
Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Kfm. Alexander Kirst  
Dipl.-Ing. Peter Schober  
Prof. Dipl.-Ing. Kurt Schwaner  
Zimmermeister Stefan Weyer

## **Bearbeitungszeitraum:**

22.09.2015 bis 31.08.2019

gefördert von:

## **Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

An der Bornau 2  
49090 Osnabrück



Ort und Datum:

München, 01. Dezember 2019

**Zitiervorschlag:**

Rauch; Werther; Kurzer; Winter; Kaufmann et.al: dataholz.de - Abschlussbericht zum Forschungsprojekt dataholz.de. München, 2019

**Bezugsmöglichkeit des Berichts:**

Technische Universität München  
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt  
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter  
Arcisstraße 21  
80333 München

Fon: 089-289-22416

Fax: 089-289-23014

[dataholz.bgu@tum.de](mailto:dataholz.bgu@tum.de)

<https://www.hb.bgu.tum.de>

Dieser Bericht ist über die Website des Lehrstuhls in elektronischer Form abrufbar.

**DOI:** 10.14459/2018md1369570

06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az	32350/02-25	Referat	Fördersumme <b>693.146 €</b>		
<b>Antragstitel</b>		Anpassung des österreichischen Kataloges geprüfter Holzbauteile <i>www.dataholz.com</i> auf die Rahmenbedingungen in Deutschland, Erstellen einer Plattform mit in Deutschland baurechtlich verwendbaren Bauteilaufbauten <i>www.dataholz.de</i>			
<b>Stichworte</b>					
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
<b>47 Monate</b>		<b>22.09.2015</b>		<b>31.08.2019</b>	
Zwischenberichte		5			
<b>Bewilligungsempfänger</b>		Technische Universität München Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter Arcisstraße 21 80333 München		Tel: 089-289-22416 Fax: 089-289-23014	
				<b>Projektleitung:</b> Dr. Norman Werther	
				<b>Bearbeitung TUM:</b> Lehrstuhl Holzbau Baukonstruktion und Professur für Entwerfen und Holzbau	
<b>Kooperationspartner</b>		Fakultät für Architektur, Professur für Entwerfen und Holzbau der Technischen Universität München Holzforschung Austria – Österreichische Gesellschaft für Holzforschung			
<p><b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b></p> <p>Das Streben nach Nachhaltigkeit ist eine der großen Herausforderungen zukünftigen Denkens und Handelns. Der Bausektor liefert gegenwärtig einen hohen Beitrag zum globalen Ressourcenverbrauch. Ein möglicher Lösungsweg, um Ziele wie Ressourceneffizienz und CO<sub>2</sub> Einsparung im Baubereich umzusetzen, ist der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen. Beide Ziele können mit modernen Holzgebäuden wesentlich unterstützt werden. Hemmnisse, wie die scheinbar hohe Komplexität, eine große Variantenvielfalt oder aufwendige Nachweisverfahren hindern trotz dieser ökologischen Vorteile Bauherren und Planer daran sich für diesen Baustoff zu entscheiden. Standardisierung, Übersichtlichkeit und Planungssicherheit sind Schlagworte, die hierfür als Lösungsstrategien herangezogen werden können. Aufbauend auf der bestehenden Plattform <i>dataholz.com</i> soll auch für den deutschen Markt eine Möglichkeit geschaffen werden, diese Lösungsstrategien umzusetzen und den Bauherren, Planern, Behörden und Ausführenden ein Hilfsmittel an die Hand zu geben, diese Bauweise kennen zu lernen, besser zu verstehen und effizienter planen oder ausführen zu können. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Holzforschung Austria soll ein länderübergreifendes Hilfsmittel in Form einer digitalen Datenbank erstellt werden, dass sowohl für versierte als auch für neue Anwender ein praxisorientiertes Informationsangebot zur Realisierung von Holzbauwerken bietet. Das Forschungsvorhaben soll die Akzeptanz des Baustoffes Holz bei Bauherren, Investoren, Planern und Behörden steigern und eine erhebliche Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit gegenüber alternativen Baustoffen bewirken. Dadurch kann ein Beitrag zur Verbreitung des nachwachsenden Rohstoffes Holz im Bausektor geleistet werden.</p>					
<p><b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b></p>					

Das Forschungsprojekt gliedert sich in neun Arbeitspakete, die sich im Wesentlichen auf die Bereiche Bauteile, Fügungen / Konstruktionsdetails und Referenzprojekte aufteilen.

Zu Beginn wurde, unterstützt durch einen externen Beirat mit Vertretern aus Wissenschaft und Praxis, eine geeignete Bauteilauswahl bestehend aus praxistauglichen und häufig verwendeten Holzbauteilen getroffen. In enger Abstimmung mit Vertretern der Bauaufsicht, Prüfstellen und Herstellern, wurden mögliche Nachweismethoden ausgewählt. Auf dieser Grundlage erfolgte die technische Bearbeitung der Bauteilnachweise. In dieser Phase wurden nachvollziehbare Nachweisdokumente für den Brand-, Schall-, und Wärmeschutz sowie ökologische Kennwerte für das Portfolio von über 300 Bauteilvarianten erstellt.

Parallel erfolgte in Abstimmung mit dem Beirat eine Auswahl von baupraktisch relevanten Bauteilfügungen, die als Leitdetails inklusive technischer Informationen für den späteren Anwender aufbereitet und dargestellt werden.

Um die Anwendung von Bauteilen sowie Fügungen am Praxisbeispiel zu verdeutlichen, wurden im Anschluss 15 Referenzprojekte mit den wesentlichen Inhalten wie Grundriss- und Schnittdarstellungen, ausgewählten Fügungspunkten inklusive Montageablauf und Kenndaten zu Projektkosten und Projektbeteiligten dargestellt.

Dieses umfangreiche Informationsangebot wurde für den späteren Nutzer übersichtlich und praxisgerecht aufbereitet. Zusammen mit der Holzforschung Austria als Projektpartner konnte die in Österreich existierende Plattform dataholz.com hinsichtlich des Layouts und der Übersichtlichkeit überarbeitet und um die erarbeiteten Inhalte erweitert werden.

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Im Rahmen der Projektlaufzeit ist es gelungen, die bis dato nur in Österreich anwendbare Plattform dataholz.com auf den deutschen Anwendungsbereich zu erweitern. Durch die unterschiedlichen baurechtlichen Randbedingungen wurden für den deutschen Markt relevanten Bauteile ergänzt und um zusätzliche, national gültige Nachweisdokumente erweitert. Die aktuelle Plattform liefert als länderübergreifende Datenbank Bauherren, Planern, Ausführenden und Behörden eine Wissenssammlung zum Thema Holzbau. Die hinterlegten Nachweisdokumente werden kostenfrei bereitgestellt und können als Vorlage für den Nachweisersteller oder als Hilfsmittel im baurechtlichen Genehmigungsprozess genutzt werden. Über 260 Bauteile, 80 Bauteilfügungen und 15 Referenzprojekte bilden den Startpunkt für eine dynamische und erweiterbare Plattform, deren Pflege für die nächsten fünf Jahre durch ein Anschlussprojekt des Verband des Bayerischen Zimmerer- und Holzbaugewerbe sichergestellt wird.

Trotz enger Abstimmungsgespräche mit Vertretern der Bauaufsicht, dem DIBt und Materialprüfanstalten verhindert das komplexe Nachweissystem in Deutschland gegenwärtig eine vollständig herstellernerneutrale Nachweiserbringung für alle Bauteile. Für einige Konstruktionen existieren nur herstellerspezifische allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder Zulassungen. Die im Projekt angestoßenen Diskussionspunkte mit der Bauaufsicht und die enge Zusammenarbeit mit dem DIBt sind die Grundlage, um in Zukunft eine erweiterte Herstellerneutralität im brandschutztechnischen Nachweisverfahren für Holzbauteile zu gewährleisten.

## ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

### Schriftliche Veröffentlichungen

Artikel – Holzbau Quardriga (Ausgabe 4/2017) „dataholz.com wird dataholz.eu“;

Artikel – HFA Magazin (01/2018) „dataholz.eu – Optischer und technischer Relaunch mit vielen Verbesserungen für den Nutzer“;

Interview – Mikado (06/2018) „Eine Datenback für alle“;

Artikel – Holzzentralblatt (08/2018) „Optischer und technischer Relaunch von dataholz“;

Beitrag – Tagungsband Zimmerer- und Holzbaugewerbetag (10/2018) „dataholz.eu – Einfaches Planen mit Bauteilkatalog“;

Beitrag – Tagungsband vom The Sixth International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (10/2018) “Comparative evaluation of the ecological properties of timber construction components of the dataholz.eu platform”;  
Artikel – Holzbau Quardriga (Ausgabe 3/2019) “dataholz – Jetzt auch in Deutschland”;  
Artikel – Holzbaureport (09/2019) „dataholz“;  
Beitrag – Tagungsband Forum Holzbau Urban Köln (10/2019) „dataholz.eu – Bibliothek für Bauteile, Bauteilfügungen und Referenzprojekte“

#### Vorträge und Präsentationen

Seminar – Holzbau Aktuell (04/2018) „dataholz – next step“;  
Fachvortrag – Bayrischer Zimmerer- und Holzbaugewerbetag (10/2018) – „dataholz.eu – Einfaches Planen mit Bauteilkatalog“;  
Fachvortrag – International Symposium – Life-Cycle Civil Engineering (Ghent, 10/2018) “Comparative evaluation of the ecological properties of timber construction components of the dataholz.eu platform”;  
Vortrag – Bezirksversammlungen des Zimmererverbands (7 Veranstaltungen, 01 bis 03/2019) „dataholz – Standardisierung und Planungssicherheit“;  
Fachvortrag – Zimmererverbandstag Eresing (01/2019) „Holzbau-Winterseminar in Eresing“;  
Präsentation – Bauphysik Forum 2019 (04/2019) „dataholz.eu – geballtes Holzbauwissen per Knopfdruck“;  
Fortbildungsseminar – Bayerische Ingenieurkammer Bau (2 Veranstaltungen, 07 und 11/2019) „dataholz.eu Hightech-Lösungen für Brand- und Schallschutz“;  
Fachvortrag – Holz[Bau]Physik-Kongress (03/2020) „Neue Informationen zu dataholz“

#### **Fazit**

Im Rahmen der Projektlaufzeit wurde die Plattform durch die Projektbearbeiter für den Beirat und die Öffentlichkeit freigeschalten und konnte somit in der siebenmonatigen Evaluierungsphase bereits dem „Praxistest“ unterzogen werden. Die Rückmeldungen bestätigen, dass die Plattform als nützliches Hilfsmittel im Planungs- sowie Ausführungsprozess in Deutschland herangezogen werden kann und die Planung für den im Holzbau tätigen Nutzer vereinfacht. Die im Projekt entwickelte Systematik zu den neuen Filterfunktionen, dem angepassten Layout sowie den kostenfreien Downloadmöglichkeiten der Nachweise musste sich in dieser Phase bereits bewähren. Es kann schon jetzt ein direkter positiver Einfluss des Projektergebnisses auf die praktische Anwendung im Holzbau festgestellt werden.

Hier wurde auch die hohe Relevanz der stetigen Weiterentwicklung und Ergänzung um neue Erkenntnisse und bautechnische Entwicklungen betont. Die bereits eingeleitete Nachlaufphase, welche nicht Gegenstand dieses Projektes ist, stellt die Pflege und Weiterentwicklung der Plattform in den nächsten fünf Jahren sicher.

Die Konfliktpunkte zu den in Deutschland geltenden baurechtlichen Randbedingungen können durch ein Forschungsvorhaben nicht gelöst werden. Durch die enge Zusammenarbeit mit Bauaufsicht und dem deutschen Institut für Bautechnik konnten dennoch Lösungsmöglichkeiten diskutiert werden, die direkt in die aktuellen Überarbeitungen der technischen Baubestimmungen einfließen.



---

 INHALTSVERZEICHNIS

<b>Projektkennblatt</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>XI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>XV</b>
<b>1 Projektbeschreibung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Hintergrund .....	1
1.2 Die Plattform dataholz.eu .....	3
1.3 Projektziele .....	4
1.4 Projektbeteiligte:.....	5
<b>2 Auswahl der Bauteile für „dataholz.eu“</b> .....	<b>8</b>
2.1 Bestehende Grundlage, Motivation und Zielsetzung .....	8
2.2 Vorgehen und Methodik bei der Bauteilauswahl.....	8
2.3 Ergebnisse der Bauteilauswahl.....	13
<b>3 Baurechtliche Rahmenbedingungen</b> .....	<b>15</b>
3.1 Allgemeines .....	15
3.2 Begrifflichkeiten .....	15
3.3 Anforderungen an Bauteile .....	17
3.4 Nachweismethodik in Deutschland.....	18
<b>4 Technische Bearbeitung der Bauteilnachweise</b> .....	<b>29</b>
4.1 Brandschutztechnische Nachweismethodik .....	29
4.2 Schallschutztechnische Nachweismethodik .....	37
4.3 Wärmeschutztechnische Nachweismethodik .....	48
4.4 Feuchteschutztechnische Nachweismethodik und Holzschutz .....	53
4.5 Ökologische Bauteilbewertung .....	55
<b>5 Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen</b> .....	<b>63</b>
5.1 Vorgehensweise .....	63
5.2 Auswahl relevanter Detailpunkte.....	65
5.3 Auswahl darzustellender Bauteile .....	65
5.4 Konzept zur Darstellung der grafischen/textlichen Informationen.....	66
5.5 „Ausblick“ – weiteres Vorgehen - Aktualisierung .....	69
<b>6 Referenzprojekte</b> .....	<b>71</b>
6.1 Allgemeines .....	71
6.2 Vorgehen .....	72

6.3	Auswahl der Referenzprojekte .....	72
6.4	Inhalt und Darstellung .....	74
<b>7</b>	<b>Layout und Abfrageoptionen .....</b>	<b>75</b>
7.1	Anpassung des Layouts.....	75
7.2	Entwicklung eines parametrischen Zeichentools .....	77
7.3	Abfragemöglichkeiten, Filterfunktion.....	78
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>80</b>
8.1	Zusammenfassung .....	80
8.2	Ausblick .....	81
<b>9</b>	<b>Referenzen.....</b>	<b>83</b>
9.1	Literatur .....	83

## **Anhang**

Anhang A:	Nomenklatur – Bauteilübersicht.....	
Anhang B:	Brandschutztechnische Nachweise.....	
Anhang C:	Schalltechnische Nachweise - Prüfergebnisse.....	
Anhang D:	Wärme- und Feuchtetechnische Nachweise .....	
Anhang E:	Ökologische Bauteilbewertung .....	
Anhang F:	Bauteilfügungen.....	
Anhang G:	Referenzprojekte .....	
Anhang H:	Parametrisches Zeichnungstool .....	

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Startseite der neuen Plattform „dataholz.eu“ [4] .....	3
Abbildung 2-1: Anzahl Bauteildownloads Top 10 der Außenwände [3] .....	9
Abbildung 2-2: Anzahl Bauteildownloads Top 10 der Innenwände [3].....	9
Abbildung 2-3: Nomenklatur und Logik der Bauteilbenennung [4].....	10
Abbildung 2-4: Bauteilvariante iwrsso01a mit zugehörigen Untervarianten [4] .....	11
Abbildung 2-5: Zusammenstellung der Wandbauteile .....	13
Abbildung 2-6: Zusammenstellung der Deckenbauteile .....	13
Abbildung 3-1: Anforderungen - Europa - National - Länderebene.....	18
Abbildung 4-1: Überblick über brandschutztechnische Nachweismethoden auf Basis von technischen Regeln in „dataholz.eu“ für Deutschland .....	34
Abbildung 4-2: Überblick über brandschutztechnische Nachweismethoden auf Basis von Verwendbarkeitsnachweisen in „dataholz.eu“ für Deutschland .....	35
Abbildung 4-3: Anzahl der Bauteile, die einen Feuerwiderstand von 30, 60 bzw. 90 Minuten erreichen, unterteilt nach Bauweise .....	36
Abbildung 4-4: Verteilung der Nachweise der Bauteilvarianten .....	36
Abbildung 4-5: Schallübertragungswege – Luftschall nach DIN 4109-2:2018 Bild 1.....	38
Abbildung 4-6:Schallübertragungswege für den Trittschall.....	38
Abbildung 4-7 Korrektursummand K zur Berücksichtigung der Flankenübertragung [13] ...	41
Abbildung 4-8: Prüfstände des Akustic Centers Austria der Holzforschung Austria (© ACR/schewig-fotodesign) .....	44
Abbildung 4-9: Schallmessung Dach – Senderraum (oben) .....	45
Abbildung 4-10: Schallmessungen Decke - Empfangsraum (unten).....	45
Abbildung 4-11: Schallmessungen Außenwand - Empfangsraum.....	45
Abbildung 4-12: Schallmessung Trennwand - Bau des Prüfkörpers im Prüfraumen.....	45
Abbildung 4-13: Schallschutztechnische Beurteilung mit wesentlichen Zusatzinformationen [4] .....	47
Abbildung 4-14: Schalltechnische Beurteilung Nr. M135147/44 für die Bauteilvariante gdmnx01a-00 [19].....	47
Abbildung 4-15: Gefälledämmung bei einem Flachdach .....	51
Abbildung 4-16: Anzahl der Außenwände je Konstruktionsweise, die einen bestimmten U-Wert erreichen .....	51
Abbildung 4-17: Anzahl der Dächer je Konstruktionsweise, die einen bestimmten U-Wert erreichen.....	52

Abbildung 4-18: Lebenszyklusphasen gemäß DIN EN 15978:2012-10 .....	56
Abbildung 4-19: Flussdiagramm des biogenen Kohlenstoffs bei Kohlenstoffneutralität der Quelle aus [23] basierend auf DIN EN 16485:2014-07 .....	58
Abbildung 4-20: Konstruktionsbeispiel einer Holzrahmenbauwand (awrhho01a-09) [4].....	59
Abbildung 4-21: Darstellung der GWP-Emissionen (links) und der erneuerbaren Primärenergie (PERE und PERM) (Rechts) über den Lebenszyklus für das Beispiel awrhho01a-09 aus [23] .....	60
Abbildung 4-22: Darstellung der ökologischen Kennwerte für das Beispiel awrhho01a-09 auf "dataholz.de" [4].....	61
Abbildung 4-23: Abbildung aller ökologischen Indikatoren gegliedert nach Herstellung, Entsorgung und gesamter Lebenszyklus für das Beispiel awrhho01a-09 auf „dataholz.de“ [4] .....	61
Abbildung 5-1 (oben): Vergleich der ursprünglich im Forschungsantrag vorgesehenen Vorgehensweise und des tatsächlichen Prozesses bei der Bearbeitung der Bauteilfügungen. ....	64
Abbildung 5-2 (unten) : Überblick über die Ergebnisse der Phase 0 „ Analyse der bisher dargestellten Bauteilfügungen“, 25.09.2017) und Phase I „Auswahl relevanter Detailpunkte für die neue Internetpräsenz“ .....	64
Abbildung 5-3: Beispielhafte Darstellung der bisherigen Informationstiefe eines Detailpunktes, AW-GD, Stand: 22.09.2017 .....	67
Abbildung 5-4: Beispielhafte Darstellung eines Datenblatts [4].....	70
Abbildung 6-1: Vergleich des Informationsgehalts der Bauteilanschlüsse unter der Rubrik Bauteilfügungen und Referenzprojekte .....	71
Abbildung 7-1: Übersicht der vier Bereiche auf der Startseite von „dataholz.eu“ [4] .....	75
Abbildung 7-2: Darstellung einer Außenwand mit dem jeweiligen Schichtaufbau und den Baustoffkenndaten [4] .....	76
Abbildung 7-3: Bauteil awrhhi04-08 als pdf Dokument mit bauphysikalischer und ökologischer Bewertung [4].....	76
Abbildung 7-4: Bauteil awrhhi12-00 mit den zugehörigen deutschen Verwendbarkeitsnachweisen, z.B. für den Brandschutz der Verweis auf die DIN 4102-4 und für den Wärmeschutz und Schallschutz der Verweis auf Berechnung und Beurteilung, welche der eingeloggte Nutzer öffnen und downloaden kann [4].....	77
Abbildung 7-5: Filtermöglichkeiten am Beispiel Außenwand – Gültigkeitsbereich Deutschland, sowie weitere konstruktive als auch bauphysikalische Suchparameter [4]....	79
Abbildung 7-6: Anzeige der exakten Treffer, als auch Bauteile mit besseren Kennwerten bei der Suche von hinterlüfteten Holztafel-Außenwänden mit REI 30 bzw. F 30 Anforderung [4] .....	79

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Übersicht und Kategorisierung der Bauteile in dataholz.eu mit dem Anwendungsbereich Deutschland.....	14
Tabelle 3-1: Relevante technische Regeln.....	20
Tabelle 4-1: Gebäudeklassen der MBO .....	29
Tabelle 4-2: Übersetzung des Feuerwiderstandes der Landesbauordnung.....	30
Tabelle 4-3: Vergleich der Anforderungen des Brandschutzes in den Landesbauordnungen .....	31
Tabelle 4-4: Brandschutztechnische Anforderungen in den Gebäudeklassen.....	32
Tabelle 4-5: Baurechtliche Anforderungen in Österreich in Anlehnung an [21].....	33
Tabelle 4-6: Schallschutztechnische Anforderungen an Trennwände und Decken nach DIN 4109 und VDI-Richtlinien .....	39
Tabelle 4-7: Schallschutztechnische Anforderungen an Außenbauteile nach DIN 4109 und VDI-Richtlinien.....	39
Tabelle 4-8: U-Werte des Referenzgebäudes (Wohnnutzung) nach EnEV 2016.....	49
Tabelle 4-9: Umrechnung des Wärmedurchlasswiderstandes in U-Wert der Bauteile .....	49
Tabelle 4-10: Wärmeübergangswiderstände nach DIN EN ISO 6949:2015 .....	50
Tabelle 4-11: Anforderungen an den $s_d$ -Wert nach DIN 68800-2 S.11, um feuchtetechnisch sichere Bauteile zu erhalten.....	53
Tabelle 4-12: Anforderungen an den $s_d$ -Wert (DIN 68800/4108).....	53

## Abkürzungsverzeichnis

ABM	Arbeitsgemeinschaft der Brandschutzlaboratorien Deutscher Materialprüfanstalten
abP	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
abZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
BRL	Bauregelliste des DIBt
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ETA	Europäische technische Bewertung
ETK	Einheits-Temperaturzeitkurve nach DIN EN 1991-1-2
GF	Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283-2
GKF	Gipskartonfeuerschutzplatte nach DIN 18180 bzw. Gipsplatte Typ F nach DIN EN 520
GK	Gebäudeklasse nach deutscher Musterbauordnung (MBO) Fassung Nov. 2002
GWP	Global Warming Potential
HFA	Holzforschung Austria
K <sub>2</sub> 60	Kapselkriterium nach DIN EN 13501-2 für 60 Minuten Brandeinwirkung
M-BBM	Müller-BBM GmbH
MBO	Musterbauordnung
MVV TB	Musterverwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen
OiB	Österreichisches Institut für Bautechnik
PENRE	Nicht erneuerbare Primärenergie zur energetischen Nutzung
PENRM	Nicht erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung
R, E, I	Leistungseigenschaften entsprechend dem europäischen Klassifizierungssystem nach DIN EN 13501-1 für <i>Résistance</i> (Tragfähigkeit), <i>Étanchéité</i> (Raumabschluss), <i>Isolation</i> (Wärmedämmung unter Brandeinwirkung)
TUM	Technische Universität München
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
ZIE	Zustimmung im Einzelfall

## Kurzfassung

Der Holzbau - insbesondere der mehrgeschossige Holzbau - hat sich in den europäischen Ländern in den vergangenen Jahren zu einer hochleistungsfähigen Bauweise entwickelt und gewinnt zusehends weiter an Bedeutung. Eine außerordentliche Produkt- und Konstruktionsvielfalt über die unterschiedlichen Bauweisen, wie Holztafel-, Holzskelett- und Holzmassivbau bietet den Planern und ausführenden Firmen aktuell jedoch auch eine derart große Variantenvielfalt, dass sich dies für eine intensive Marktdurchdringung in Verbindung mit der vielschichtigen Verknüpfung von Leistungsnachweisen als hinderlich herausstellt. Für sämtliche Varianten müssen zur Planungs- und Genehmigungssicherheit sowie zur Bauwerkserstellung baurechtliche Verwendbarkeitsnachweise und Leistungsnachweise für Bauphysik, Brandschutz und Tragwerk vorliegen. Hierfür ist eine Vielzahl an Produktregelungen auf Basis nationaler und europäischer Normen und Zulassungen zu beachten.

Zur Lösung dieser Situation wurde im Nachbarland Österreich 2004 durch die Holzforschung Austria (HFA) ein interaktiver Bauteilkatalog mit nahezu 1.500 Holzkonstruktionen und Bauteilanschlüssen entwickelt, deren nationale Verwendbarkeitsnachweise durch akkreditierte Prüfstellen erstellt und durch die HFA auf der Plattform „dataholz.com“ öffentlich und kostenfrei zur Verfügung gestellt wurden. Die österreichischen Behörden erkennen eine Zitation dieser Nachweise als bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis im baurechtlichen Genehmigungsverfahren an. Eine derartige Informationsquelle war bis jetzt in Deutschland noch nicht vorhanden.

Im Rahmen von „dataholz.de“ wurde dieses Prinzip auf die in Deutschland geltenden Rahmenbedingungen übertragen. Hierzu wurden für häufig verwendete Konstruktionsvarianten Angaben zu Bauphysik (Wärme-, Schall- und Feuchteschutz) sowie Brandschutz und ökologische Kenndaten erarbeitet und digital auf der interaktiven Plattform „dataholz.eu“ kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die Bauteile wurden hinsichtlich ihrer Leistungseigenschaften beurteilt und nationale baurechtliche Verwendbarkeitsnachweise u.a. in Zusammenarbeit mit externen Spezialisten und akkreditierten Prüfanstalten erarbeitet, um eine direkte Anwendbarkeit zu gewährleisten. Bauteilanschlüsse und Bauteilfügungen, ergänzt durch technische Konstruktionsgrundlagen, erweitern die Plattform zu einem umfangreichen Werkzeug für Planer und Ausführende im Holzbau. Spezifisch ausgewählte Referenzbauwerke mit Grundrissen, Schnitten und Details sowie grundlegenden Informationen zu Abmessungen, Kosten und Projektbeteiligten vervollständigen die neue Online Plattform. Durch „dataholz.eu“ wird eine Standardisierung erreicht, die zu einer gesteigerten Übersichtlichkeit, Planungssicherung und Kalkulierbarkeit von Holzbauten führt. Häufig wiederholende, objektbezogene Diskussionen und Problemstellungen werden einheitlich gelöst und ermöglichen hierdurch einen erheblichen Zeitgewinn im Planungs-, Genehmigungs- und Ausführungsprozess. Für versierte als auch neue Anwender wurde durch die Onlineplattform ein praxisorientiertes Informationsangebot zur Realisierung von Holzbauwerken geschaffen. Dadurch soll die Akzeptanz des Baustoffes Holz bei Bauherren, Investoren, Planern und Behörden steigen und eine erhebliche Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber alternativen Baustoffen bewirken. Durch die erleichterte Anwendung wird ein steigender Marktanteil des ökologischen und nachhaltigen Rohstoffes Holz in Deutschland erwartet.



# 1 Projektbeschreibung

## 1.1 Hintergrund

Das Streben nach Nachhaltigkeit ist eine der großen Herausforderungen zukünftigen Denkens und Handelns. Heute werden Lösungen angestrebt, die ökologisches Gleichgewicht, ökonomische Sicherheit und soziale Gerechtigkeit als Dreieck der Nachhaltigkeit verbinden. Aufgrund dieser Entwicklungen haben die Parteien der Bundesregierung gemeinsam mit der Wirtschaft und den Verbänden eine Charta für eine stärkere Holzverwendung verabschiedet.

Der Bausektor als wirtschaftlich starker, ökologisch und sozial bedeutender Bereich hat politisch eine große Verantwortung bei der Umsetzung dieser Ziele. Diese können jedoch nur durch einen vermehrten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wie z.B. Holz bei der Errichtung von Bauwerken erreicht werden.

Den ökologischen Vorteilen von Holzkonstruktionen im Vergleich zu den übrigen Baustoffen steht häufig ein höherer Planungsaufwand entgegen. Im Hinblick auf die Umsetzung der Charta Holz besteht die Aufgabe darin, Lösungen anzubieten, die eine einfache und praxisgerechte Planung von Holzbauwerken ermöglichen. Hier müssen den Planenden und Ausführenden Hilfen zur Verfügung gestellt werden, die eine Entscheidung für den Baustoff Holz ermöglichen, da die technischen, optischen und haptischen Eigenschaften dieses Materials von den Bauherren selbst überwiegend sehr positiv bewertet werden.

Trotz des aktuell höheren Planungsaufwandes und der gegenwärtig noch höheren Herstellkosten im Vergleich zu konventionellen Bauweisen, wie Stahlbeton- oder Mauerwerksbauweisen hat der Holzbau - und hier insbesondere der mehrgeschossige Holzbau - in den europäischen Ländern wesentlich an Bedeutung gewonnen. Im Gegensatz zu den konventionellen Bauweisen weist er eine außerordentliche Produkt- und Konstruktionsvielfalt auf, die für eine intensive Marktdurchdringung inzwischen sogar hinderlich erscheint. Im Holzbau unerfahrene Planer finden sich in der umfangreichen Vielfalt der Angebote von Holztafel- über Holzskelett- bis Holzmassivbau nur schwer zurecht. Anbietende Firmen aus dem Zimmerer- und Fertigbaubereich sehen sich einer zunehmenden Herausforderung in Arbeitsvorbereitung und Lagerhaltung gegenüber. Zwar wird von einigen Planern und Bauherren die Vielfalt ebenso wie die Möglichkeit hoher Vorfertigungsgrade geschätzt, denn die Bauweise bietet damit den Vorteil, optimal auf individuelle Anforderungen geplanter Bauvorhaben reagieren und Bauzeiten auf der Baustelle reduzieren zu können. Zur Gewährleistung der notwendigen Planungs- und Genehmigungssicherheit ist es jedoch erforderlich für alle diese Varianten auch die baurechtliche Verwendbarkeit sicher zu stellen, um alle Anforderungen aus der Bauphysik und dem Brandschutz entsprechend der regulativen Anforderungen nachweislich zu gewährleisten. Dazu ist die Beachtung einer Vielzahl von Produktregelungen auf der Basis nationaler und europäischer Normen und Zulassungen erforderlich, häufig gepaart mit zusätzlichen nationalen Besonderheiten in der Nachweisführung.

Ausgehend von dieser unübersichtlichen und selbst für geübte Holzbauplaner und Ausführende kaum noch zu überblickenden Regelungslage und Produkt- wie Bauartenvielfalt scheitert der Einsatz des Baustoffs Holz häufig an der Unsicherheit der Planer, Behörden und Bauherren.

Um den erfahrenen Planern und Ausführenden weitere Planungssicherheit zu geben und insbesondere ungeübten Planern und Bauherren den Zugang zum Holzbau zu erleichtern, fehlt es an gebündelten Informationen, die schnell und einfach abrufbar sind, alle wesentlichen Details übersichtlich enthalten und gleichzeitig die erforderliche baurechtliche Verwendbarkeit sicherstellen.

Ausgehend von der zuvor beschriebenen Situation stellt die Holzforschung Austria (HFA) zur Förderung des Holzbaus seit dem Jahr 2004 den interaktiven Katalog geprüfter Holzkonstruktionen dataholz.com bereit. Dieser bietet Architekten, Planern, Baubehörden und Ausführenden eine Sammlung bauphysikalischer und ökologischer Daten für Werkstoffe und fast 1.500 Holzkonstruktionen und Bauteilanschlüsse zusammen. Die von akkreditierten Prüfanstalten verifizierten Kennwerte sind als Dokumente hinterlegt, und können von den österreichischen Baubehörden über einen „Behördenzugang“ geprüft werden. Um die Daten aus „dataholz.com“ in Österreich anwenden zu können, wurde „dataholz.com“ in der Checkliste 4.1.1 des OIB [1] als anerkannter Nachweis für bauphysikalische Kennwerte aufgenommen. Dieser digitale Katalog geprüfter Holzkonstruktionen ist ein absolutes Novum in der Baubranche. Ein aufwändiger Nachweis für Brand-, Wärme- und Schallschutz durch die Anwender kann durch Verweis auf die Bauteilnummer in „dataholz.com“ bzw. die Vorlage der Datenblätter in Österreich entfallen. Der Einsatz von Holz im Hochbau wird wesentlich erleichtert, die Vorbereitungszeit für Projekte verkürzt und die nötigen baurechtlichen Nachweise auf Knopfdruck verfügbar gemacht. Die auf einer Datenbank basierende Umsetzung erlaubt dem Benutzer einen einfachen und raschen Zugang - wahlweise über die Auswahl der Konstruktion oder über bauphysikalische Parameter - zu der gesuchten Information. Der Inhalt des Kataloges wird, soweit möglich, ständig aktualisiert und erweitert. Die Kennwerte und Datenblätter können zur Einreichungen und Nachweisführungen bei Behörden als Service von proHolz Austria bzw. des Fachverbandes der Holzindustrie Österreichs unentgeltlich verwendet werden. Diese Datenbank besitzt eine hohe Akzeptanz sowohl bei Planern, Ausführenden, Bauherren als auch Entscheidungsträgern in den österreichischen Behörden. Von den 1.600.000 jährlichen Seitenzugriffen (Stand 2013) fanden bereits 15 % von Deutschland aus statt. Die Plattform ist demnach unter den Planern in Deutschland bereits eine bekannte Informationsquelle, was eine sehr hohe Akzeptanz einer künftigen „deutschen Version“ als „dataholz.eu“ erwarten lässt. Gegenwärtig ist der Nutzen der in Österreich existierenden Plattform in Deutschland sehr begrenzt, da die angegebenen Nachweise weder als geregelte Nachweise, noch als Verwendbarkeitsnachweise anerkannt sind. In Deutschland ist derzeit keine vergleichbare Informationsquelle vorhanden und somit stellt das in Österreich bewährte Modell auf deutsche Rahmenbedingungen zu übertragen, seit längerem einen zentralen Wunsch der deutschen Holzwirtschaft, Planern und Ausführenden dar.

## 1.2 Die Plattform dataholz.eu

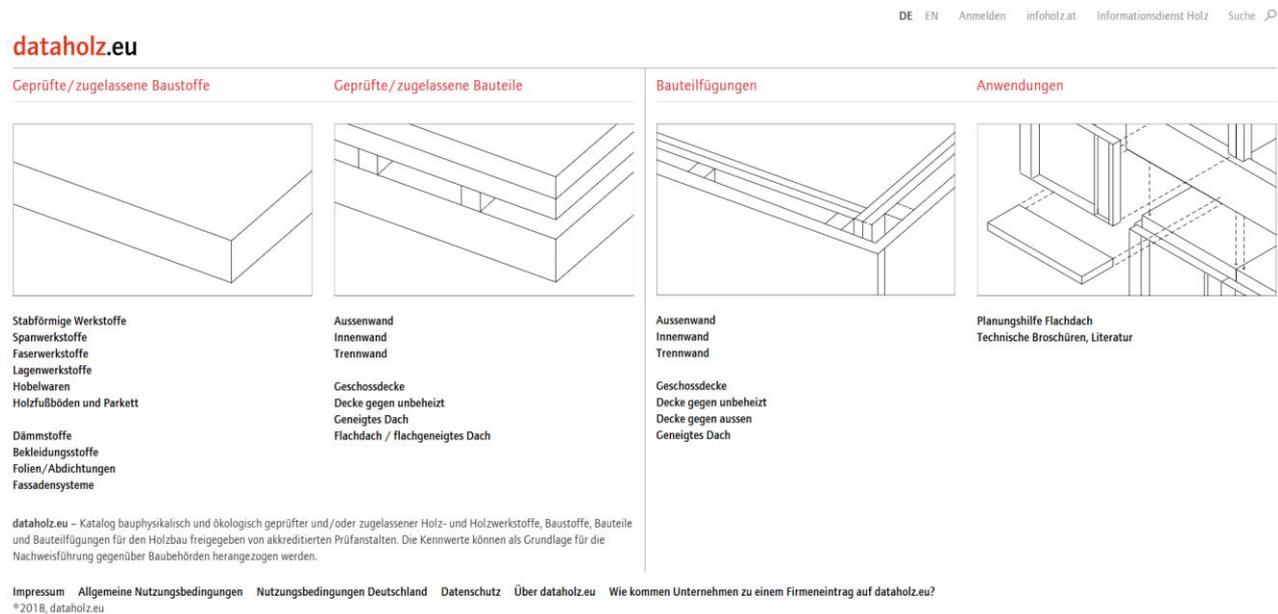


Abbildung 1-1: Startseite der neuen Plattform „dataholz.eu“ [4]

Der Name des Forschungsprojektes „dataholz.de“ soll die Anwendbarkeit der zukünftigen Plattform in Deutschland hervorheben. Das Ergebnis des Gemeinschaftsprojektes zwischen der Technischen Universität München und Holzforschung Austria stellt aber nicht zwei unterschiedliche Plattformen dar, sondern vielmehr eine länderübergreifende Plattform mit komplett überarbeitetem Layout, die ausgehend von Deutschland und Österreich im europäischen Raum eine hohe Akzeptanz erreichen soll. Der Name wurde aus diesen Gründen von ursprünglich „dataholz.com“ auf „dataholz.eu“ abgeändert. Dabei teilt sich die Plattform in folgende vier Bereiche auf:

- Geprüfte / zugelassene Baustoffe
- Geprüfte / zugelassene Bauteile (vgl. Kapitel 3 & 4)
- Bauteilfugungen (vgl. Kapitel 5)
- Anwendung (vgl. Kapitel 6)

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde der Bereich Bauteile, Bauteilfugungen und Anwendung auf die deutschen Rahmenbedingungen angepasst. Der Bereich Baustoffe enthält europäisch harmonisierte und herstellereinspezifische Baustoffe, die entsprechend in Deutschland verwendet werden können. Der Abschnitt „Geprüfte / zugelassene Bauteile“ wurde aufgrund der baurechtlichen Diskrepanz zwischen den Ländern durch nationale Nachweisdokumente und somit einer Anwendung für Deutschland überarbeitet und durch die Ergänzung neuer Aufbauten aktualisiert (vgl. Kapitel 3 & 4). Der Bereich Bauteilfugungen wurden länderübergreifend aktualisiert (vgl. Kapitel 4.5.1) und durch praktisch relevante Anschlüsse inklusive technischer Hinweise ergänzt. Abschließend steht dem Nutzer unter „Anwendung“ ein komplett neu erarbeiteter Teil mit realisierten Referenzprojekten inklusive projektspezifischer Daten zur Verfügung (vgl. Kapitel 6). Durch weitere Verlinkungen auf aktuell gültige technische Dokumentationen wird dem Anwender ein Informationsangebot zu holzbauspezifischen Lösungen angeboten.

## 1.3 Projektziele

Übergeordnetes Projektziel ist es, eine in Deutschland nutzbare Plattform zu erstellen, indem eine Auswahl von Konstruktionen getroffen und für diese die vollständige baurechtliche Verwendbarkeit nachgewiesen wird. Hierdurch erhält der Architekt, Planer, Holzbaubetrieb, Investor und interessierte Bauherren ein Werkzeug zur Erleichterung der Planung und Ausführung von Gebäuden. Die wesentlichen Ziele und Erleichterungen des Projektes „dataholz.de“ finden sich auch in den entsprechenden Arbeitspaketen wieder und lassen sich in die folgenden Stichpunkte zusammenfassen:

- Direkte baurechtliche Verwendbarkeit der aktuell im Holz-Geschossbau nachgefragten und angewendeten Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen. Die sehr große Vielfalt der österreichischen Konstruktionen wird auf eine wesentliche Auswahl reduziert, um mit dem Planungsinstrument „dataholz.eu“ eine Standardisierung auf bewährte und sinnvolle Konstruktionen zu gewährleisten. Es wird erwartet, dass durch die Konzentration und daraus folgend, die vermehrte Nachfrage bestimmter Konstruktionen eine Verbesserung der Kostensituation mit sich bringt.  
→ Verweis auf Kapitel 2: Auswahl der Bauteile für „dataholz.eu“
- Kostenfreie und jederzeit abrufbare Bereitstellung aller für die direkte Anwendung erforderlichen Bauteilnachweise und -daten (Brand-, Schall-, Wärme-, Feuchteschutz, Ökodatensätze) zu Baustoffen, Bauweisen und Konstruktionsarten auf dem neuesten Stand des Holzbaus (2017).  
→ Verweis auf Kapitel 4: Technische Bearbeitung der Bauteilnachweise
- Akzeptanz von Nachweisen der Plattform „dataholz.de“ durch Genehmigungsbehörden in Deutschland durch eine Bereitstellung von vollständig nachgewiesenen Bauteilen und deren Nachweise.  
→ Verweis auf Kapitel 3: Baurechtliche Rahmenbedingungen
- Anstreben von Hersteller- und Produktneutralität  
→ Verweis auf Kapitel 3: Baurechtliche Rahmenbedingungen
- Unabhängige Bereitstellung der Informationen durch anerkannte Forschungseinrichtungen und akkreditierte Prüfstellen.  
→ Verweis auf Kapitel 4: Technische Bearbeitung der Bauteilnachweise
- Praxisorientiertes Informationsangebot mit Konstruktionsdetails und Bauteilaufbauten durch einfache Navigation und individuell wählbare Anforderungen zur Bauteilsuche, Verknüpfung der Datenbank mit Beispielprojekten.  
→ Verweis auf Kapitel 5: Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen und Kapitel 6: Bereitstellung von Referenzprojekten
- Geschlossene Darstellung des Holzbaus nach außen, Informationsbündelung und Erleichterung der Planung.  
→ Verweis auf Kapitel 7: Layout und Abfrageoptionen

- Nach der Projektlaufzeit Bereitstellung von „dataholz.eu“ und Übergabe an einen für die Laufzeit von 5 Jahren gesicherten Betrieb der Plattform (Serverbetrieb durch HFA, Wartung der deutschen Daten und Änderungs- sowie Auskunftsservice durch eine deutsche, neutrale Stelle, z.B. TUM) HINWEIS: Der nachlaufende Betrieb von „dataholz.de“ ist nicht Bestandteil dieses Abschlussberichtes.  
→ Verweis auf Kapitel 8: Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Realisierung des Vorhabens und der oben genannten Ziele wird eine erheblich verbesserte Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus gegenüber anderen Baustoffen und Bauverfahren und eine höhere Akzeptanz des Holzbaus bei Bauherren, Investoren, Planern und Behörden erwartet.

Zusätzlich wird durch das Bereitstellen nachgewiesener und praxisbewährter Konstruktionen ein wesentlicher Beitrag zur Qualitätssicherung geleistet. Technisch geprüfte Inhalte werden auf der frei zugänglichen, Länderübergreifend gültigen Internetseite [www.dataholz.eu](http://www.dataholz.eu) dargestellt. Die neue Webseite basiert auf der seit über zehn Jahren erfolgreichen Internetpräsenz der HFA [www.dataholz.com](http://www.dataholz.com) und wurde in enger Zusammenarbeit mit dieser überarbeitet, modernisiert und für die zusätzliche Nutzung in Deutschland angepasst.

## 1.4 Projektbeteiligte:

Zur Umsetzung des Forschungsprojektes wurde ein Projektteam gebildet, um unterschiedliche Kompetenzen zu bündeln und die jeweiligen spezifischen Fachkenntnisse mit einzubringen. Zusätzlich wurde ein Beirat aus externen Beratern mit hinzugezogen, um die für das Projekt erforderliche Praxisrelevanz sicherzustellen. Das Projektteam setzt sich folgendermaßen zusammen:

### **Technische Universität München**

#### **Ingenieurfaculty Bau Geo Umwelt, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion**

##### **(Antragsteller - Projektleitung)**

*Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter*

Speziell baukonstruktive, holzspezifische und brandschutztechnische Lösungsentwicklungen zählen zu den Kernkompetenzen des Lehrstuhls. Die Einbindung in die europäische und nationale Holzbaunormung sowie der Kontakt zu den bauaufsichtlichen Gremien waren notwendige Voraussetzung zur Bearbeitung der Themen baurechtliche Grundlagen, Bauteilauswahl sowie Führung technischer Nachweise für Bauteile und Bauteilfügungen.

### **Technische Universität München**

#### **Fakultät für Architektur, Professur für Entwerfen und Holzbau (Antragsteller)**

*Univ.-Prof. Hermann Kaufmann*

Die Themenschwerpunkte der klassischen Baustoffkunde und der Entwicklung von modernen Werkstoff- und Fügetechniken sowie Praxisnähe und Forschungstätigkeit zu den Themen des Holzbaus an der Hochhausgrenze waren notwendig, um die für „dataholz.eu“ vorgesehenen Bauteilfügungen sowie repräsentative Referenzprojekte zusammenzustellen und die Bauteilauswahl zu begleiten.

### Die Holzforschung Austria (Kooperationspartner):

Als Kooperationspartner und Initiator von dataholz.com stellt die Holzforschung Austria die grundlegenden Daten wie Prüfberichte, Klassifizierungsberichte der bisher erfassten Bauteile sowie die für die Onlineplattform notwendige IT-Infrastruktur zur Verfügung

### Der Projektbeirat:

Zur Sicherstellung der praktischen Relevanz und Fortschrittskontrolle bei der Bearbeitung wurde ein Projektbeirat gegründet. Durch Beratung und Abstimmung über die durch die Projektbearbeiter getroffene Bauteilauswahl, Bauteilfügungen, Referenzprojekte sowie grafische und technische Umsetzung bringen die Beiratsmitglieder ihre spezifischen Erfahrungen aus Praxis und Wissenschaft mit ein. Neben schriftlichen Abstimmungsprozessen wurden die Projektergebnisse in sieben gemeinsamen Beiratssitzungen diskutiert und verabschiedet.

Der Beirat setzt sich aus den folgenden Mitgliedern zusammen:

- Frau Djahanschah als Vertreter der DBU
- Herr Schober als Vertreter der HFA
- Herr Habla als Vertreter der Fördergesellschaft des Zimmerer- und Holzbaugewerbes mbH
- Herr Kirst als Vertreter Landesbeirat Holz Bayern
- Herr Gump, Herr Keilholz und Herr Weyer als Vertreter von namhaften Holzbaunternehmen
- Herr Deppisch und Herr Hofmann als Vertreter von Architekten im Holzbau
- Herr Prof. Schwaner als Vertreter von Holzbauingenieuren

Die sieben Beiratssitzungen wurden in folgende Schwerpunkte gegliedert:

Beiratssitzung	Termin	Inhalt
1	11.02.2016 München	Projektstruktur und Projektplanung
2	09.06.2016 München	Bauteilauswahl – Vorschlag
3	21.10.2016 Berlin	Finale Bauteilauswahl Filterkriterien und Layout
4	29.03.2017 München	Nachweiswege und Nachweisführung für Brand, Schall, Wärme und Ökodaten
5	04.10.2017 München	Demo- Website Konfliktpunkte bei den brandschutztechnischen Nachweisen Erforderliche Bauteilprüfungen – Schall

6	27.02.2018 München	Referenzprojekte und Bauteilfügungen Ergebnisse der Bauteilprüfungen - Schall Testversion „dataholz.eu“ mit Anwendungsbereich Deutschland
7	27.11.2018 München	Finaler Stand dataholz.eu Ergebnisse aus den Abstimmungsgesprächen mit der Bauaufsicht Abstimmung - Nachlaufphase
8	12.09.2019 München	Auswertung der Nutzerzahlen in der Testphase der deutschen Bauteile Überblick über die Wartungsphase Ergebnisse der baurechtlichen und normativen Bemühungen

### **Brandprüfstellen:**

Die notwendigen Brandversuche wurden an der MFPA Leipzig GmbH, Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig mbH durchgeführt. Zusätzlich wurden in diesem Zuge auch die Abstimmungen zu den baurechtlichen Themen bezüglich der Verwendbarkeitsnachweise wie abP, abZ oder ETA geführt.

### **Schallprüfstellen**

Die notwendigen Schallversuche wurden an der Holzforschung Austria durchgeführt. Durch die moderne Forschungseinrichtung war eine wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Untersuchung der Massivholzbauteile möglich.

### **Schalltechnische Bewertung**

Die Ergebnisse bestehender und neuer schalltechnischer Versuche und die daraus folgende Bauteilbewertung wurde durch die Ingenieurgesellschaften Müller-BBM GmbH – Herrn Dr. Meier und Frau Meisinger – erbracht. Dadurch wird gewährleistet, dass die schalltechnische Bewertung nach den in Deutschland üblichen und zulässigen Kriterien erfolgt.

## 2 Auswahl der Bauteile für „dataholz.eu“

### 2.1 Bestehende Grundlage, Motivation und Zielsetzung

Die bestehende Plattform „dataholz.com“ hat sich seit deren Einführung 2004 stetig weiterentwickelt. Fortlaufend wurden neue Bauteile ergänzt, um einen sehr großen Anteil aller in Österreich gebräuchlichen Holzbaukonstruktionen abzudecken. Auf diese Weise kommt die große Anzahl von ca. 250 Grundbauteilen mit insgesamt rund 1900 Bauteilvarianten zustande.

Praktisch häufig benötigt und angewendet wird von dieser Anzahl naturgemäß nur ein Bruchteil. Zahlreiche Bauteile erfüllen sehr spezielle Anforderungen, die nur in weniger häufigen Fällen tatsächlich benötigt und genutzt werden. Außerdem ist die Annahme naheliegend, dass durch im Laufe der Zeit veränderte technische Anforderungen und Erkenntnisse, gestalterische Vorlieben und Ähnliches einige Bauteile als mehr oder weniger „überholt“ betrachtet werden können.

Aus diesem Sachverhalt ergibt sich, dass es für eine sinnvolle Anwendbarkeit von „dataholz.eu“ in Deutschland nicht erforderlich ist, alle Bauteile mit, in Deutschland gültigen, baurechtlichen Verwendbarkeitsnachweisen auszustatten. Diese Überlegung ist gerade auch vor dem Hintergrund relevant, dass die Erstellung von in Deutschland gültigen Verwendbarkeitsnachweisen mit einem hohen Aufwand verbunden ist.

Ein Ziel des Projektes lag daher darin, sich zunächst auf die wichtigsten und am häufigsten nachgefragten Bauteile zu beschränken.

### 2.2 Vorgehen und Methodik bei der Bauteilauswahl

Durch die gezielte Bauteilauswahl und die enge Abstimmung mit dem Projektbeirat wird dem praktischen Anwender ein Portfolio von in Deutschland üblichen Bauteilen zur Verfügung gestellt. Um diese Anforderung zu gewährleisten und aus dem bestehenden Portfolio der Holzforschung Austria eine geeignete Auswahl treffen zu können, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Zusammenstellung von üblichen Bauteilaufbauten aus Konstruktionskatalogen, „dataholz.com“ oder aktuellen Forschungsvorhaben [2]. In diesem Arbeitspaket wurden auch in Deutschland notwendige, bis jetzt in Österreich aber noch nicht vorhandene Bauteile hinzugefügt. Beispielhaft können gekapselte Bauteile genannt werden, die in Deutschland zum Nachweis von hochfeuerhemmenden Konstruktionen erforderlich sind. Hierfür wurden die Brandschutzklassen REI 60 K<sub>2</sub>60 und REI 90 K<sub>2</sub>60 hinzugefügt. Außerdem werden dem Anwender zukünftig Bauteile mit Holzfaserdämmung und Bauteile mit GKB-Platten zur Verfügung gestellt.
- Auswertung und Abgleich der Auswahl mit dem Ranking der in Deutschland nachgefragten Bauteile auf „dataholz.com“ [3]. Die Downloads und Klicks der Bauteile werden durch die Onlineplattform gezählt und können länderspezifisch zugeordnet werden. Diese Möglichkeit kann auch in Zukunft genutzt werden, um die Bauteile auf dataholz.eu zu evaluieren. Die in Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 dargestellten Bauteilvarianten sind entsprechend der Namenskonvention (vgl. Abbildung 2-3) von „dataholz.com“ bezeichnet (vgl. Abbildung 2-3).

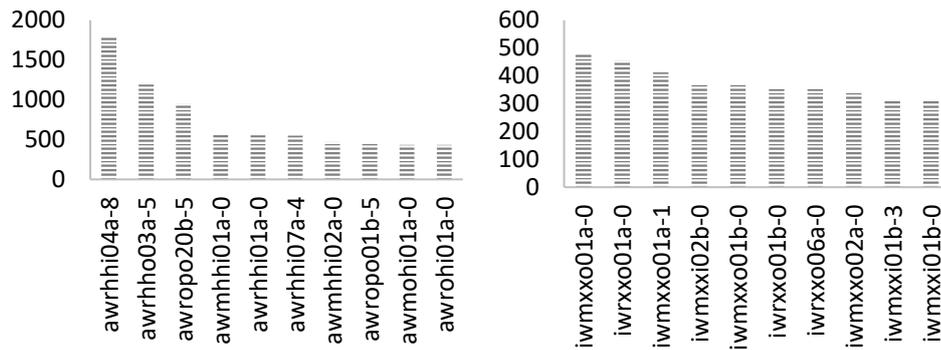


Abbildung 2-1: Anzahl Bauteildownloads Top 10 der Außenwände [3]

Abbildung 2-2: Anzahl Bauteildownloads Top 10 der Innenwände [3]

- Abstimmung der durch die Projektbearbeiter getroffenen Bauteilauswahl mit dem Projektbeirat hinsichtlich architektonischer, konstruktiver, ökonomischer und ökologischer Aspekte.
- Gegebenenfalls Modifikation der Bauteile um die gewünschten Leistungseigenschaften der Bauteile zu gewährleisten. Dieser Arbeitsschritt erfolgte im Rahmen der Nachweiserstellung hinsichtlich brandschutztechnischer und bauphysikalischer Aspekte.

Die im vorgenannten Prozess ausgewählten Bauteile wurden auf der Plattform „dataholz.eu“ implementiert und wie folgt kategorisiert:

- Wände (Außenwände, Innenwände, Trennwände)
  - Außenwände: Tragende Wände für den Abschluss des Gebäudes nach außen mit entsprechenden Anforderungen an Schall-, Brand- und Wärmeschutz.
  - Innenwände: tragende und nicht- tragende Wände als Bauteil im Gebäude bzw. innerhalb einer Nutzungseinheit. Die raumabschließende Funktion der Bauteile ist jeweils mit angegeben.
  - Trennwände: tragende Wände zur Unterteilung von Nutzungseinheiten mit entsprechenden Anforderungen an Schall- und Brandschutz.
- Decken (Geschossdecken, Decken gegen unbeheizt)
  - Geschossdecken: Decken innerhalb und zwischen Nutzungseinheiten mit Anforderungen an Schall-, Brand- und Wärmeschutz.
  - Decken gegen unbeheizt: Decken innerhalb oder zwischen Nutzungseinheiten als oberer Abschluss gegen einen unbeheizten Innenraum.
  - Dächer (Geneigte Dächer, Flach geneigte Dächer/Flachdächer) Abgrenzung nach DIN 68800-2:2012-02

- Geneigtes Dach: Dach mit einer Neigung  $\alpha \geq 5^\circ$
- Flach geneigtes Dach bzw. Flachdach
  - Flach geneigtes Dach: Dach mit einer Neigung  $3^\circ \leq \alpha < 5^\circ$
  - Flachdach: Dach mit einer Neigung  $2\% \leq \alpha < 3^\circ$  (5%)

Die genannten Kategorien basieren auf der bestehenden Systematik von „dataholz.com“ in Österreich und wurde im Rahmen der Projektbearbeitung aktualisiert. Somit konnten die bestehenden Bauteile eingruppiert und die Nomenklatur, die die Gliederung widerspiegelt, größtenteils beibehalten werden. Die für den Erstanwender kryptisch wirkende Namensgebung der Bauteile enthält für den regelmäßigen Nutzer die notwendigen Informationen, um nur aus dem Namen, ohne zusätzliche Informationen, auf die zugehörige Kategorie und den prinzipiellen Bauteilaufbau zu schließen. Die gewählte Systematik ist in Abbildung 2-3 dargestellt.

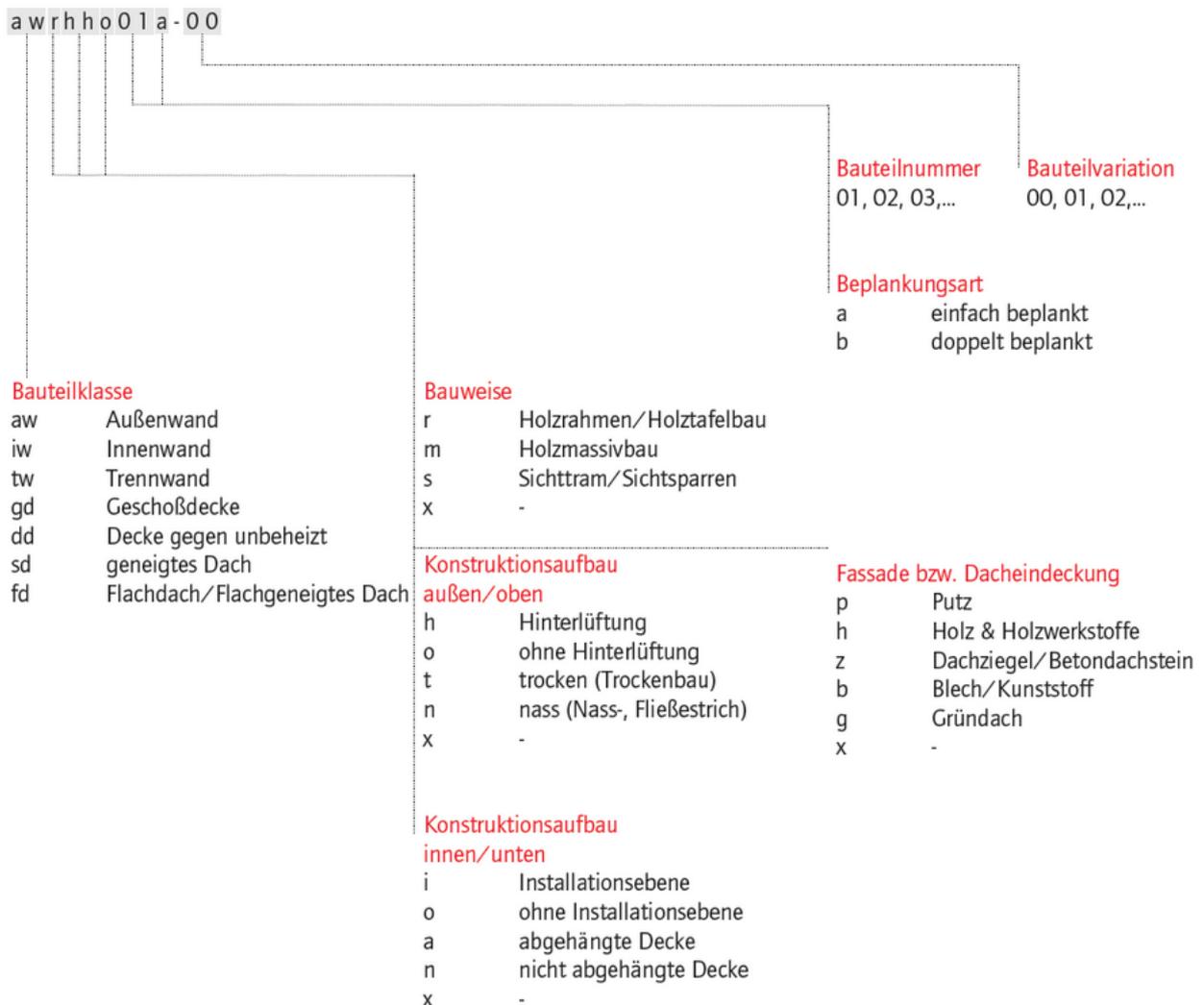


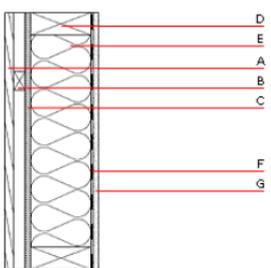
Abbildung 2-3: Nomenklatur und Logik der Bauteilbenennung [4]

Werden im Rahmen der Nachlaufzeit neue Bauteile ergänzt, ist eine Einordnung in diese Systematik möglich. Bei Bedarf können auch neue Kategorien ergänzt werden.

Unterschiedliche Materialien und Dicken führen zu identischen Bauteilen hinsichtlich des Schichtenaufbaus. Aus diesem Grund wird in „dataholz.eu“ zwischen Bauteil und Bauteilvariante unterschieden. Zu jedem Bauteil gibt es unterschiedliche Varianten, die hinsichtlich der Dicke, der Dämmstoffe und folglich auch der brandschutztechnischen und bauphysikalischen Leistungseigenschaften variieren (vgl. Abbildung 2-4).

Gepüfte/zugelassene Bauteile > Aussenwand > awrhh05a

Schnitt Aufbau



**Aussenwand awrhh05a**  
Aussenwand Holzrahmen/Holztafel, hinterlüftet/belüftet, ohne Installationsebene, geschalt

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (außen nach innen)

	Dicke [mm]	Baustoff	Wärmeschutz		p	c	Brandverhaltensklasse EN
			λ	μ min - max			
A	24,0	Holz Lärche Aussenwandverkleidung	0,155	50	600	1,600	D
B	30,0	Holz Fichte Lattung versetzt (30/50; 30/80)-Hinterlüftung	0,120	50	450	1,600	D
C	15,0	MDF	0,140	11	600	1,700	D
D		-variables Konstruktionsholz					
E		-variabler Dämmstoff					
F		Dampfbremse sd > 1m			1000		
G	15,0	Gipsfaserplatte oder	0,320	21	1000	1,100	A2
G	15,0	Gipsplatte Typ DF (GKF)	0,250	10	800	1,050	A2

**Bauteilvarianten**

	Schichtdicke		Baustoff	Σ	Brand REI	Wärme U [W/(m²K)]	Diffusion	Schall R <sub>w</sub> (C,C <sub>2</sub> )	Öko OIG <sub>kon</sub>	Masse m [kg/m²]
	Dicke [mm]									
awrhh05a-00	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; ≥16; <1000°C]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,27	geeignet	45 (-2,-8)	-9,50	29,1
	E	160,0								
awrhh05a-01	D	120,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; ≥16; <1000°C]	204,0	30 von innen 30 von aussen	0,34	geeignet	44 (-2,-8)	-12,02	26,6
	E	120,0								
awrhh05a-02	D	200,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; ≥16; <1000°C]	284,0	30 von innen 30 von aussen	0,22	geeignet	46 (-2,-8)	-6,98	31,6
	E	200,0								
awrhh05a-03	D	240,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; ≥16; <1000°C]	324,0	30 von innen 30 von aussen	0,19	geeignet	47 (-2,-8)	-4,46	34,1
	E	240,0								
awrhh05a-04	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [035; 50; <1000°C]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,24	geeignet	46 (-2,-8)	11,01	34,0
	E	160,0								
awrhh05a-05	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; 33; ≥1000°C]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,26	geeignet	45 (-2,-8)	-7,50	48,2
	E	160,0								
awrhh05a-06	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Zellulosefaser [040; 50]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,27	geeignet	45 (-2,-8)	-14,87	34,7
	E	160,0								
awrhh05a-07	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Schafwolle [0,041; R=26]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,29	geeignet	45 (-2,-8)	-16,68	29,1
	E	160,0								
awrhh05a-08	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-400) Mineralwolle [040; ≥16; <1000°C]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,29	geeignet	45 (-2,-8)	-9,83	33,3
	E	160,0								
awrhh05a-09	D	160,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Holzfaserdämmung [039; 45]	244,0	30 von innen 30 von aussen	0,26	geeignet	45 (-2,-8)		49,9
	E	160,0								
awrhh05a-10	D	200,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; 30; ≥1000°C]	284,0	30 von innen 30 von aussen	0,21	geeignet	46 (-2,-8)		50,5
	E	200,0								
awrhh05a-11	D	200,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Holzfaserdämmung [039; 45]	284,0	30 von innen 30 von aussen	0,21	geeignet	46 (-2,-8)		53,3
	E	200,0								
awrhh05a-12	D	240,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Mineralwolle [040; 30; ≥1000°C]	324,0	30 von innen 30 von aussen	0,18	geeignet	47 (-2,-8)		53,4
	E	240,0								
awrhh05a-13	D	240,0	Konstruktionsholz (60/-; e-625) Holzfaserdämmung [039; 45]	324,0	30 von innen 30 von aussen	0,18	geeignet	47 (-2,-8)		56,6
	E	240,0								

Abbildung 2-4: Bauteilvariante iwrsso01a mit zugehörigen Untervarianten [4]

Um die marktüblichen Dämmstoffe zu berücksichtigen, wurden je Bauteil Untervarianten mit Mineralwoll-, Holz- und Zellulosefaserdämmstoffen erzeugt. Die Aufnahme von Bauteilen mit Holzfaserdämmung stellt hier eine Neuerung gegenüber der bestehenden Plattform in Österreich dar. Zudem wird die Bauteildicke jeweils variiert, so dass Bauteile mit unterschiedlichen wärme- und schallschutztechnischen Eigenschaften entstehen und sich folglich eine höhere Flexibilität für den Einsatz der Bauteile ergibt. Als weiterer Punkt wird die Art der Bekleidung variiert, so dass Bauteile mit unterschiedlichen brandschutztechnischen Eigenschaften von Feuerwiderstandsdauern zwischen 30 und 90 Minuten entstehen.

In Bezug auf die Fassade wird zwischen Putz- und vorgehängter (Holz-)Fassade unterschieden. Von den vorgeschlagenen Varianten der Holzfassade kann auch abgewichen werden und alternative Vorhangfassaden zur Anwendung kommen. Auf diese Art und Weise kann eine hohe Flexibilität für die architektonische Gestaltung erhalten bleiben ohne die Anzahl an Bauteilen unnötig zu steigern.

Bei den Wandaufbauten werden auf der Innenseite zusätzliche Varianten mit und ohne Installationssebene/Vorsatzschale angeboten. Bei den Dächern wurden standardmäßig Aufbauten mit Ziegel-/Betondachsteinen, einer Blecheindeckung sowie Foliendächern bei entsprechenden Flachdachvarianten mit aufgenommen.

Zur praktischen Anwendung sind Abweichungen von den dargestellten Konstruktionen möglich. Veränderungen von Schichten, die einen Beitrag zu Brand-, Schall-, Wärme-, oder Feuchteschutz sowie den Ökodaten liefern, führen in den meisten Fällen zu abweichenden Leistungseigenschaften des Bauteils. Die für den Nachweis berücksichtigten Schichten können den zur Verfügung gestellten Nachweisen entnommen werden.

Durch die Filterfunktion können Untervarianten mit spezifischen Eigenschaften ausgewählt werden, die nicht der Auswahl entsprechenden Varianten werden grau hinterlegt (vgl. Abbildung 2-4).

## 2.3 Ergebnisse der Bauteilauswahl

Alle für dataholz.eu ausgewählten Bauteile können auf der Onlineplattform eingesehen werden und sind in ihrem spezifischen Aufbau nicht Gegenstand dieses Abschlussberichtes. Die folgende Übersicht soll lediglich einen Überblick und die Systematik der vorhandenen Bauteile für Wände und Decken darstellen. (vgl. Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6). Durch die laufende Aktualisierung können der aktuelle Stand der Plattform und die Darstellung in diesem Bericht variieren.

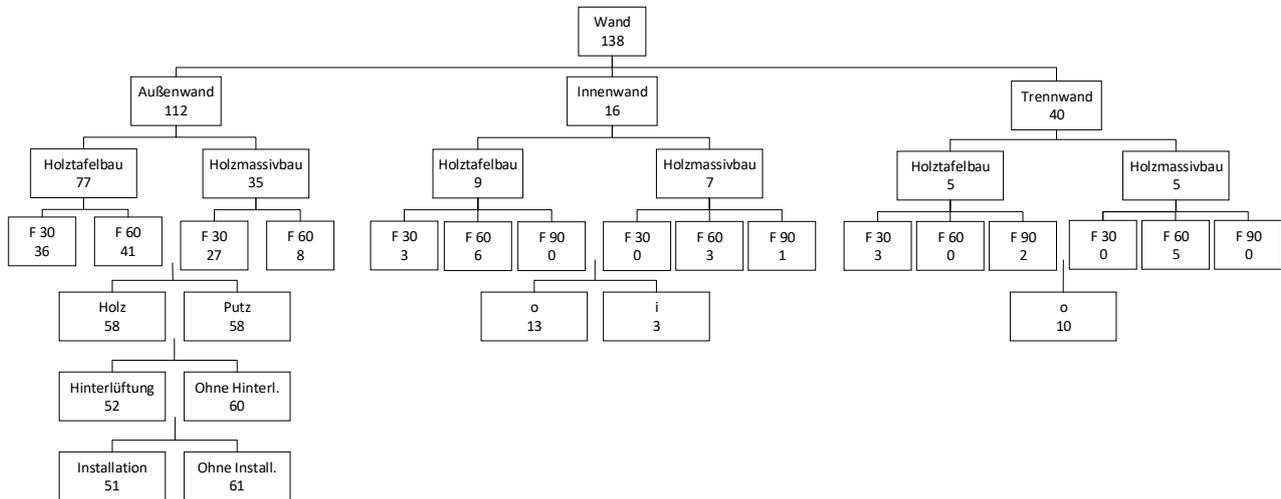


Abbildung 2-5: Zusammenstellung der Wandbauteile

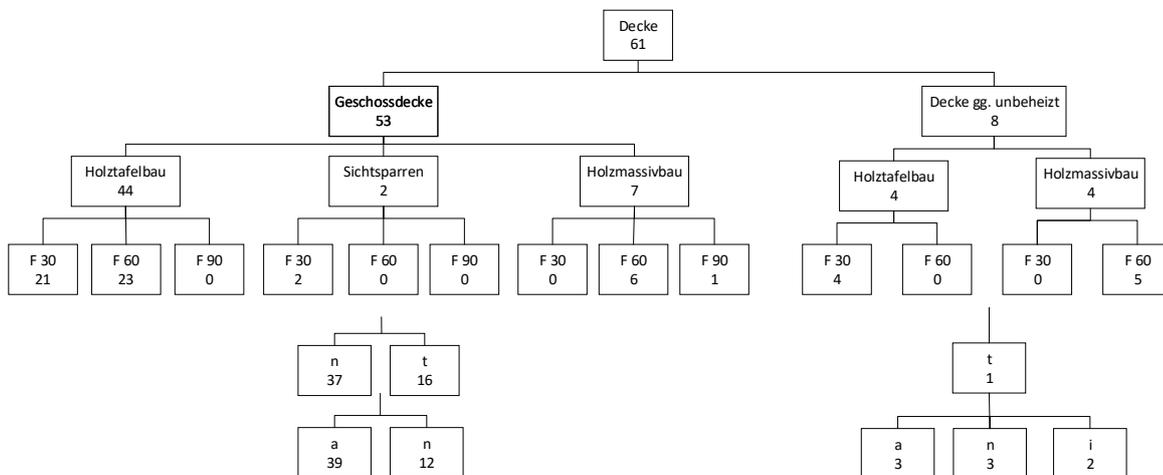
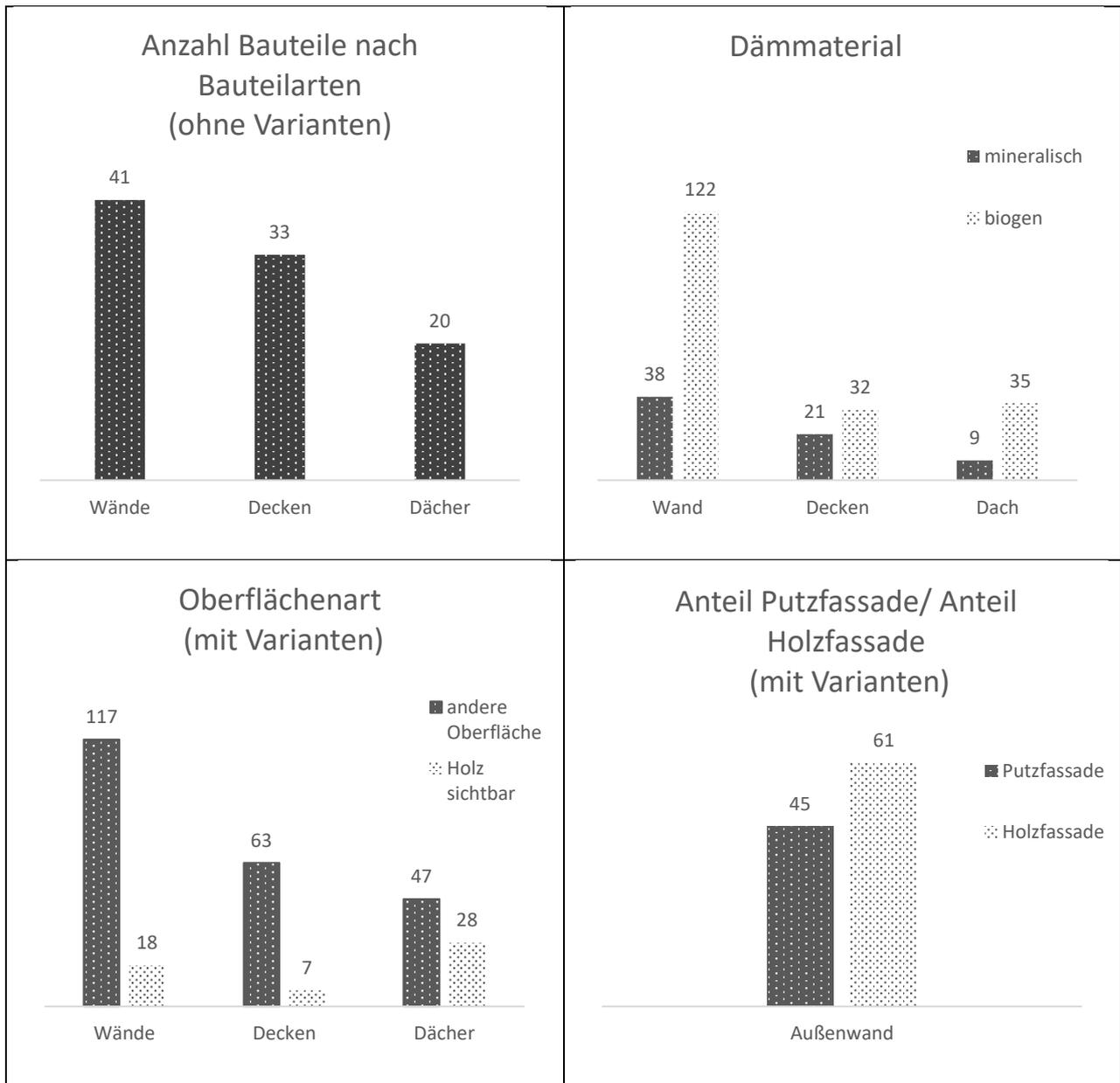


Abbildung 2-6: Zusammenstellung der Deckenbauteile

Tabelle 2-1: Übersicht und Kategorisierung der Bauteile in dataholz.eu mit dem Anwendungsbereich Deutschland



Die in Tabelle 2-1 dargestellte Übersicht stellt das Bauteilportfolio zum Veröffentlichungszeitpunkt dar. Technische Innovationen, die Änderung baurechtlicher Randbedingungen oder neue Einsatzbereiche können zukünftig zu ergänzenden oder auch abweichenden Konstruktionen führen. Als dynamische und digitale Plattform bietet dataholz.eu die Möglichkeit, weitere Bauteile zu implementieren um auch in Zukunft den aktuellen Stand des Holzbaus abzubilden.

## 3 Baurechtliche Rahmenbedingungen

### 3.1 Allgemeines

Das Amtsblatt der Europäischen Union [5] gibt die für Bauwerke notwendigen Grundanforderungen vor. Diese teilen sich in die Bereiche: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (1); Brandschutz (2); Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (3); Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung (4); Schallschutz (5); Wärmeschutz (6) und Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen (7) und gelten innerhalb der europäischen Union für Bauprodukte. Die notwendigen Anforderungen zur Sicherstellung des national gewünschten Sicherheitsniveaus sowie zur Berücksichtigung spezifischer nationaler Anforderungen (z.B. aufgrund klimatischer Randbedingungen) liegen weiterhin auf Nationaler- bzw. in Deutschland auf Bundesländerebene. Über die Landesbauordnungen sowie zusätzlich erlassene Vorschriften wird die Einhaltung der gewünschten Anforderungen definiert. Darauf basierend müssen Hersteller von Bauprodukten bzw. Bausätzen, Planer sowie Ausführende diese Anforderungen anhand der dort aufgeführten normativen Verfahren oder Verwendbarkeitsnachweise gegenüber den Bauherren bzw. der Bauaufsicht nachweisen. Ziel des Projektes „dataholz.de“ ist die Entwicklung einer Datenbank mit in Deutschland verwendbaren Bauteilen, die diese Anforderungen einhalten. Der föderalistische Aufbau in Deutschland teilt die Regelungskompetenzen auf Länder- und Bundesebene auf. Regelungen zum Baurecht sowie zugehörige Entscheidungen hinsichtlich eingeführter technischer Baubestimmungen sowie von Verwendbarkeitsnachweisen obliegen somit den entsprechenden Baubehörden oder Ministerien auf Länderebene. Diese Verteilung der Regelungskompetenz führt dazu, dass gegenwärtig in Deutschland je nach Bundesland eine eigene Bauordnung sowie spezifische Verordnungen oder unterschiedliche technische Baubestimmungen gelten. Die Musterbauordnung als Rahmendokument wurde im Großteil der Länder umgesetzt, teilweise aber modifiziert. Beispielsweise wurde in Baden-Württemberg oder Berlin durch eine Entkopplung von Feuerwiderstand und Brennbarkeit der Anwendungsbereich für Holzbauteile im Vergleich zu Bayern bis zur Gebäudeklasse fünf (Höhe des obersten Geschossfußbodens  $\leq 22\text{m}$ ) vergrößert. Eine Plattform wie „dataholz.de“ auf nationaler bzw. „dataholz.eu“ auf europäischer Ebene führt somit zwangsweise zu Konfliktsituationen hinsichtlich der baurechtlichen Verwendbarkeit von Bauteilen über die Grenzen unterschiedlicher brandschutztechnischer Anforderungszonen. Aus diesem Grund können für Bauteile nur Leistungseigenschaften angegeben werden. Die entsprechende Anwendbarkeit für das spezifische Objekt muss abhängig von den standortbezogenen, baurechtlichen Rahmenbedingungen geprüft werden.

### 3.2 Begrifflichkeiten

Zur Erläuterung der baurechtlichen Randbedingungen ist eine einheitliche Sprache unumgänglich. Die für das Projekt notwendigen bauordnungsrechtlichen Begrifflichkeiten werden im folgenden Abschnitt definiert.

#### 1. Bauliche Anlage

Laut MBO §2 Abs. 1 Satz 1 wird eine bauliche Anlage wie folgt definiert: „*Bauliche Anlagen sind mit dem Erdboden verbundene, aus Bauprodukten hergestellte Anlagen; eine Verbindung mit dem Boden besteht auch dann, wenn die Anlage durch eigene Schwere auf dem*

*Boden ruht oder auf ortsfesten Bahnen begrenzt beweglich ist oder wenn die Anlage nach ihrem Verwendungszweck dazu bestimmt ist, überwiegend ortsfest benutzt zu werden.“*  
Bauliche Anlagen können als Synonym für ein Bauwerk betrachtet werden. Zu baulichen Anlagen zählen aber beispielsweise auch Aufschüttungen und Abgrabungen, die somit von Gebäuden abzugrenzen sind.

## 2. Bauwerk

„Bauwerke“ sind Bauten des Hoch- und Tiefbaus (Art. 2 Nr. 2 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011)

## 3. Gebäude

Gebäude sind selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen (MBO 2016: §2 Abs. 2 Satz 1).

## 4. Bauarten

Laut MBO §2 Abs. 11 ist eine Bauart das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen

## 5. Bauprodukte sind

- a. Produkte, Baustoffe, Bauteile und Anlagen sowie Bausätze gemäß Art. 2 Nr. 2 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen eingebaut zu werden,
- b. aus Produkten, Baustoffen, Bauteilen sowie Bausätzen gemäß Art. 2 Nr. 2 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden.

## 6. Bausätze

Ein Bausatz ist ein Bauprodukt, das von einem einzigen Hersteller als Satz von mindestens zwei getrennten Komponenten, die zusammengefügt werden müssen, um ins Bauwerk eingefügt zu werden, in Verkehr gebracht wird; (EU) Nr. 305/2011). Hiervon Abzugrenzen sind die normativen Begrifflichkeiten wie Baustoff oder Bauteil. Eine Zuordnung zwischen normativen Begrifflichkeiten ist nicht eindeutig möglich. Ein Bauteil kann z.B. ein Bauprodukt oder eine Bauart sein.

## 7. Baustoff

Ein Baustoff ist ein Material, das aus einem einzigen Stoff oder aus einem fein verteilten Gemisch besteht, z. B. Metall, Stein, Holz, Beton, Mineralwolle mit gleichmäßig verteiltem Bindemittel, Polymere.(Definition nach DIN EN 13501-1:2017-08)

## 8. Bauteil

Ein Bauteil ist ein bestimmtes Teil eines Bauwerks, z. B. Wand, Trennwand, Türelement, Decke, Dach, Balken oder Stützen (Definition nach DIN EN 1363-1:2012-10)

### 3.3 Anforderungen an Bauteile

#### 3.3.1 Anforderungen

Im Wesentlichen sind zwischen den Anforderungen an die bauliche Anlage und die einzelnen Bauprodukte bzw. Bauarten zu unterscheiden. Die in der MVV TB (Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) [6] genannten Grundanforderungen an Standsicherheit, Brand- und Schallschutz beziehen sich auf das Bauwerk und müssen im Planungsprozess durch den Planer oder Fachplaner objektspezifisch nachgewiesen werden. Die erbrachten Gesamtnachweise müssen je nach Gebäudeklasse zusätzlich bauaufsichtlich geprüft oder durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden.

Zusätzlich werden Anforderungen an den Wärmeschutz und je nach Bauvorhaben auf privatrechtlicher Basis an die ökologischen Leistungseigenschaften gestellt, die ebenso nachgewiesen werden müssen.

Eine Plattform wie „dataholz.eu“ kann nicht den objektspezifischen Gesamtnachweis zur Verfügung stellen, sondern soll dem Planer und Ausführenden Bauteilnachweise zur Verfügung stellen, die in den Gesamtnachweis implementiert werden können. Aus den Planungsunterlagen, z.B. dem Nachweis der Standsicherheit oder dem Brandschutznachweis, resultieren die geforderten Leistungseigenschaften der Einzelbauteile, wie z.B. für Wände, Decken, die auf einer Plattform wie „dataholz.eu“ zur Verfügung stehen.

#### 3.3.2 Die Leistungseigenschaften in „dataholz.eu“

In „dataholz.eu“ werden pro Bauteil die Leistungseigenschaften Brand, Schall, Wärme und Ökodata dargestellt, die baurechtlich in privatrechtliche und bauaufsichtlich einzuhaltende Anforderungen eingeteilt werden. Abhängig davon ergibt sich der notwendige Nachweis zur Bestätigung der Leistungseigenschaft für den Planer oder Ausführenden. Die Bauregellisten und die Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen, bzw. in Zukunft die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen regelt hierzu, welche technischen Baubestimmungen eingeführt sind und welcher Nachweis zu erbringen ist, falls keine technischen Regeln zur Verfügung stehen. Hierzu werden im nachfolgenden Kapitel die möglichen Nachweismethoden dargestellt. Die Darstellung der genauen Vorgehensweise zur Erbringung der Nachweise erfolgt in Kapitel 4 dieses Berichts.

#### 3.3.3 Länderspezifische, nationale und europäische Anforderungen

„dataholz.eu“ stellt eine europäische Plattform dar. Dem entgegen steht die Einhaltung von länderspezifischen bzw. national gestellten Anforderungen. Für dataholz.de sind die in Deutschland länderspezifisch gestellten Anforderungen, die national gestellten Anforderungen und die europäisch gestellten Anforderungen relevant. Zur Erläuterung wird hier auf die MBO verwiesen, die als Muster für alle Bundesländer gilt.

#### § 3 MBO

*„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen,*

nicht gefährdet werden; dabei sind die Grundanforderungen an Bauwerke gemäß Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zu berücksichtigen. <sup>2</sup>Dies gilt auch für die Beseitigung von Anlagen und bei der Änderung ihrer Nutzung.“

Diese sehr allgemein dargestellten Anforderungen müssen im heutigen Rechtssystem spezifiziert und genauer definiert werden. Hierfür ist zwischen europäischer, nationaler und Länderebene zu unterscheiden.

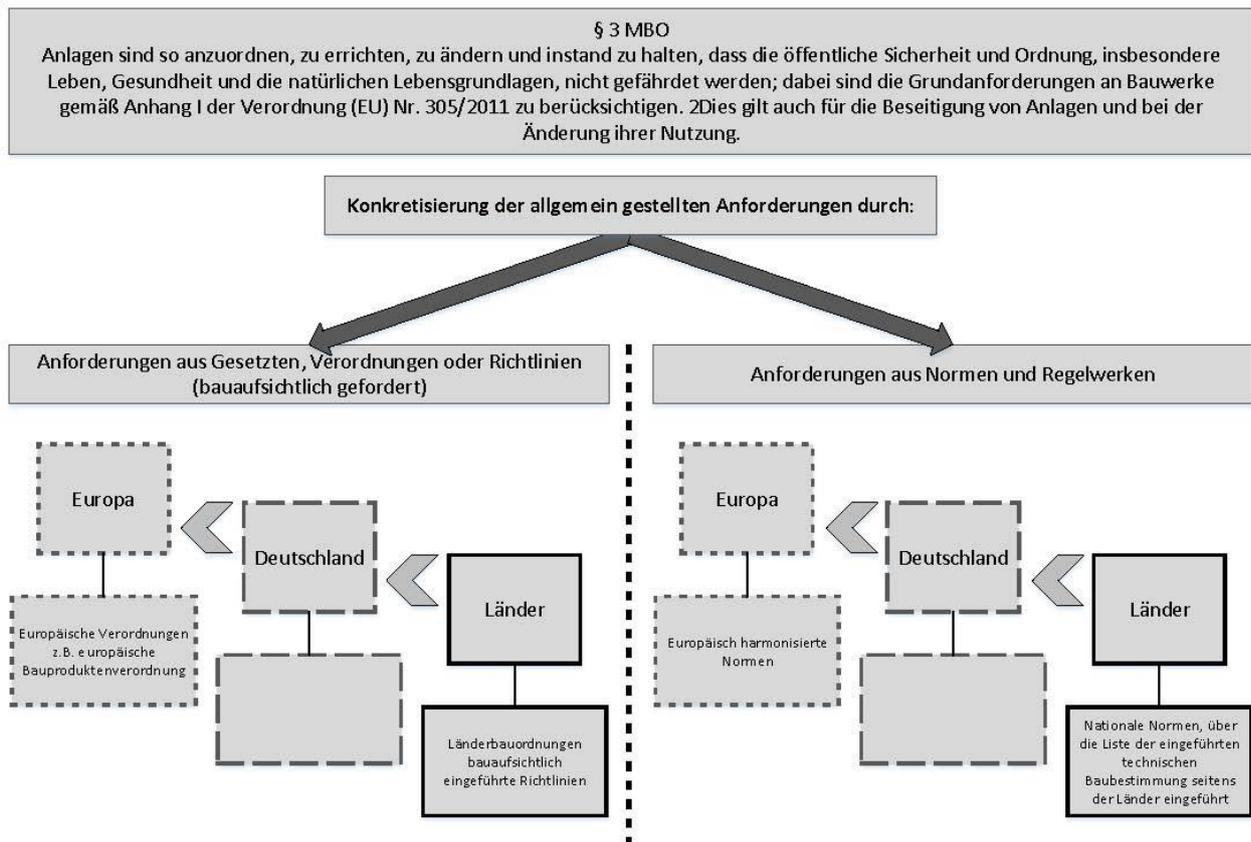


Abbildung 3-1: Anforderungen - Europa - National - Länderebene

Aus den entsprechenden Landesbauordnungen können auch die Anforderungen an Holzbauteile entnommen werden (vgl. Kapitel 4.1).

### 3.4 Nachweismethodik in Deutschland

Im Rahmen der objektspezifischen Bauwerksnachweise müssen die Anforderungen an die zur Anwendung kommenden Bauteile definiert werden. Der Nachweisersteller in Deutschland kann hier auf die Bauteilnachweise der in „dataholz.eu“ aufgeführten Konstruktionen zurückgreifen und diese im Rahmen des Gesamtnachweises mit heranziehen. Ein reiner Verweis auf die Leistungseigenschaften auf Basis der Datenblätter in „dataholz.eu“, wie es in Österreich möglich ist, ist aufgrund der deutschen Nachweissystematik nicht umsetzbar. Neben dem Nachweisersteller muss in

Deutschland auch die prüfende Bauaufsicht bzw. der Prüfsachverständige den Zugriff auf die Nachweisdokumente erhalten. Aus diesem Grund wird der in Österreich nur für Behörden zulässige Login-Bereich für alle Anwender freigeschaltet, die einen entsprechenden Zugriff benötigen. Die Bauteilnachweise kann der Nachweisersteller dem objektspezifischen Gesamtnachweis beilegen, um die Leistungseigenschaft des Bauteils zu bestätigen. Neben dem Planer muss auch der Ausführende die Übereinstimmung des tatsächlich gebauten Bauteils mit dem Nachweis erklären. Nicht wesentliche Abweichungen sind hier möglich. Um die Bauteile nachzuweisen sind in Deutschland folgende Möglichkeiten gegeben:

1. Nachweise auf Basis technischer Regeln (z.B. DIN 4102-4:2016-05 bzw. DIN EN 1995-1-2:2010-12)
2. Falls es keine Technischen Baubestimmungen und keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder das Bauteil wesentlich von einer Technischen Baubestimmung abweicht, erfolgt der Nachweis durch Verwendbarkeitsnachweis (z.B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder Europäisch Technische Bewertungen bzw. in Zukunft auch allgemeine oder vorhabenbezogenen Bauartgenehmigungen)

Der Nachweisersteller muss die Leistungseigenschaft der Bauteile mittels der oben dargestellten Nachweisverfahren belegen. Der Ausführende muss die Übereinstimmung erklären. Die Einzelheiten zu den Nachweisverfahren für die Bereiche Brand, Schall, Wärme und Ökodaten werden in Kapitel 4 dieses Berichts erläutert.

### **3.4.1 Technische Regeln – der aktuelle Stand**

Baurechtlich relevant sind die Nachweise für die Tragfähigkeit, den Brand-, den Schall- und den Wärmeschutz. In der Regel sind bei der Tragfähigkeit und dem Brandschutz die baurechtlich bzw. normativ vorgegebenen Anforderungen maßgebend. Die baurechtlichen Vorgaben für den Mindestschallschutz bzw. den Mindestwärmeschutz weichen häufig von den privatrechtlich vereinbarten Zielgrößen ab. Die entsprechenden Anforderungen können dem Abschnitt 4.1 bis 4.5 entnommen werden. Aus baurechtlicher Sicht ist zwischen den durch die Liste der eingeführten technischen Baubestimmungen bzw. durch die Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Baubestimmungen und den durch das DIN veröffentlichten Normen bzw. dem Entwurf einer zukünftigen Norm zu unterscheiden. Als Zielwerte wurden für das Projekt die jeweilig aktuell vorliegenden, veröffentlichten Normen oder Entwürfe herangezogen. Allein im Projektverlauf von 2015 bis 2018 wurden die normativen Grundlagen für die brand- und schalltechnischen Anforderungen und Nachweismethoden mehrfach geändert. Durch die länderübergreifenden Unterschiede und um keinen „überholten“ Stand abzubilden, wurde im Rahmen des Projektes auf die aktuell veröffentlichten Normen bzw. Normenentwürfe zurückgegriffen. Aus Sicht der Autoren spiegeln diese Regeln den gegenwärtigen und zukünftig relevanten Stand der Technik wider.

Durch den stetigen Änderungsprozess wurden für die Nachweiserstellung die Grundlagen bis einschließlich der in 2018 veröffentlichten technischen Regeln berücksichtigt.

Tabelle 3-1: Relevante technische Regeln

Anforderung	Anforderung entsprechend, bzw. Nachweise nach:	Datum der technischen Regel
Brand	DIN 4102-4 MBO MVV-TB M-HFHolzR	2016-05 2016-05 2017 2004-07
Schall	DIN 4109-1/2 DIN EN 4109- 33	2018-01 2016-07
Wärme	DIN EN ISO 6946 DIN 4108-2 EnEV 2016	2015-06 2013-02 2016
Feuchte	DIN 4108-3 DIN 4108-7 DIN 68800-2 (Anhang A)	2014-11 2011-01 2012-02
Ökodat	DIN EN 14040 DIN EN 14044 DIN EN 15804 DIN EN 15978	2009-11 2006-10 2014-07 2012-10

### 3.4.2 Verwendbarkeitsnachweise, abP, abZ, ETA und ZiE

Da für sämtliche verbauten Bauprodukte und Bauarten ein Nachweis über die Eignung zur Verwendung vorliegen muss, enthält die Bauregelliste bzw. zukünftig die MVV TB neben den geregelten auch die nicht geregelten Bauprodukte und Bauarten und Angaben zur Art der Nachweisführung und notwendigen Verwendbarkeitsnachweise.

Für nicht geregelte Bauprodukte oder Bauarten ergibt sich die Verwendbarkeit aus einer Übereinstimmung mit einem allgemein gültigen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP), einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) oder eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE). Für Bauarten sind eine allgemeine Bauartgenehmigung anstelle einer abZ bzw. eine objektspezifische Bauartgenehmigung statt einer ZiE erforderlich.

Auf europäischer Ebene kann eine ETA (European Technical Assessment) als europäischer Verwendbarkeitsnachweis verwendet werden.

### 3.4.3 Verwendbarkeitsnachweise und technische Regeln - Anwendungsmöglichkeit für „dataholz.eu“ in Deutschland

Im Rahmen der Projektlaufzeit wurden eine Vielzahl von Abstimmungsgesprächen mit Baubehörden, dem Deutschen Institut für Bautechnik sowie akkreditierten Prüf- und Zertifizierungsstellen geführt, um die baurechtlichen Randbedingungen abzustimmen.

Tabelle 3-2 zeigt eine Kurzübersicht über die Abstimmungsgespräche, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurden.

Tabelle 3-2: Baurechtliche Abstimmungsgespräche

Gesprächspartner	Datum	Ergebnis
Oberste Baubehörde Bayern	22.04.2015	<b>Vorabstimmung dataholz.de:</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzlich wird das Vorhaben seitens der Obersten Baubehörde begrüßt.</li> <li>• Für „dataholz.eu“ sind Verwendbarkeitsnachweise notwendig, einen Verwendungsgrundsatz vergleichbar zu Österreich ist in Deutschland nicht möglich.</li> <li>• Der Schallschutz ist in der Regel privatrechtlich zu definieren. Gutachten und Bewertungen aus dataholz.com können daher übernommen, bzw. als Grundlage herangezogen werden.</li> </ul>
MFPA Leipzig	Februar 2017	<p><b>Abstimmungsgespräche zur Ausstellung von abPs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstimmung über die für dataholz.de in Deutschland notwendigen Extrapolationsregelungen → abPs sind möglich, aber nur unter Einhaltung gewisser Randbedingungen des ABM (Arbeitsgemeinschaft der Brandschutzlaboratorien Deutscher Materialprüfanstalten)</li> </ul>
MFPA Leipzig	Mai - Juni 2017	<p><b>Abstimmungsgespräch über die notwendige Anzahl an abPs:</b></p> <p>Die aus „dataholz.com“ vorhandenen Prüfberichte und die damit in Zukunft abzudeckenden Konstruktionen inklusive der notwendigen Extrapolationen wurden an die MFPA übermittelt. Mehrere Abstimmungsgespräche wurden zusammen mit der MFPA geführt, um die notwendige Anzahl und den Inhalt möglicher abPs abzustimmen.</p>
DIN - Projektteam Holzbau zur E DIN 4102-4/A1	17.07.2017	<p><b>Abstimmungsgespräch mit Fr. Hahn zu neuen Konstruktionen:</b></p> <p>Telefonat mit Frau Hahn, über die geplanten Konstruktionen im A1-Papier → es können noch Konstruktionen hinzugefügt werden, wenn die notwendigen Grundlagen vorliegen</p> <p>→ Konstruktionen wurden aufbereitet und im August 2017 eingereicht</p>
MFPA Leipzig	August 2017	<p><b>Abstimmungsgespräch abPs:</b></p> <p>Abstimmungsgespräch zur Rückmeldung der MFPA zu den im Juni übermittelten Prüfberichten und den für „dataholz.eu“ notwendigen Extrapolationsbedingungen. Verweis auf die Regelungen des ABM</p>

		<p>(Arbeitsgemeinschaft der Brandschutzlaboratorien Deutscher Materialprüfanstalten)</p> <p>→ Über abPs ist eine allgemeine, herstellerneutrale Beschreibung der Konstruktionen nur in Teilbereichen möglich. (z.B. wird im abP keine Extrapolation von Dämmstoffen mit einem höheren Schmelzpunkt und einer höheren Rohdichte zugelassen)</p> <p>→ Bei Mineralwolldämmstoffen mit einem Schmelzpunkt größer 1000°C wird im abP der Hersteller mit angegeben</p> <p><b>Eine Extrapolation aus den vorliegenden Prüfberichten ist nur bedingt möglich. Eine herstellerneutrale Beschreibung im abP ist nur in Teilbereichen möglich</b></p>
DIBt – Telefonat	03.08.2017	<p><b>Telefonat mit Frau Tiemann:</b></p> <p>Für die Konstruktionen in dataholz.de könnte eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erstellt werden. Die dort notwendigen Extrapolationen können im Zuge der Erstellung abgestimmt werden.</p> <p>Hinweis: Um nicht geregelten Konstruktionen zu geregelten zu machen wäre eine Aufnahme in die DIN 4102-4 sinnvoll.</p> <p>→ abZ aus Zeitgründen im Projektrahmen nicht realisierbar, das Risiko der möglichen Extrapolationen besteht weiterhin</p>
Holzbau Deutschland	August 2017	<p><b>Abstimmungsgespräch mit Herrn Niedermeyer:</b></p> <p>Seitens HB- Deutschland wird eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Holzkonstruktionen erstellt. Abstimmung, ob die Konstruktionen von dataholz.de in die Verbandszulassung von Holzbau Deutschland mit aufgenommen werden können.</p> <p>→ Konstruktionen wurden an HB- Deutschland weitergeleitet</p> <p>→ Zulassung ist Ende 2018 noch in Arbeit, aufgrund der hohen Anzahl und der aufwendigen Abstimmungsprozesse werden die Konstruktionen vermutlich nicht mit aufgenommen</p>
Oberste Baubehörde Bayern	August 2017	<p><b>Anfrage zur Abgrenzung geregelter und nicht geregelter Bauprodukte im Rahmen des Forschungsprojektes dataholz.de:</b></p>

		<p>Anfrage, ob „Eingeführte technische Baubestimmungen“ des Nachbarlandes Österreich in Deutschland als technische Regel herangezogen werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Anfrage soll in der Fachkommission Bautechnik besprochen werden</li> <li>➔ Aufgrund des aktuellen Wandel im Baurecht (MVV TB sowie neue Bauordnungen) kann die Anfrage nicht abschließen beantwortet werden</li> </ul>
Oberste Baubehörde Bayern	22.03.2018	<p><b>Abstimmungsgespräch zur Anfrage von August 2017:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Die Bauordnung wird aktuell noch überarbeitet. In diesem Zuge wird es Änderungen in der Nachweissystematik geben. Der Nachweis über Verwendbarkeitsnachweise ist eine mögliche Lösung. Die Einschränkung durch die Regelungen hinsichtlich möglicher Extrapolationen muss mit dem DIBt abgestimmt werden und fällt nicht in den Bereich der Bauaufsicht</li> </ul>
DIBt	31.10.2018	<p><b>Termin im DIBt zusammen mit Prof. Winter zum Thema Extrapolationsbedingungen und Nachweis der Leistungseigenschaften von Bauprodukten und Bauarten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ dataholz.de: Ein möglicher Weg wäre die Verbandszulassung</li> <li>➔ Die gegenseitige Anerkennung von Nachweisen aus anderen Ländern ist noch nicht final geklärt. Hierzu wird es in Zukunft eine Regelung geben</li> <li>➔ Eine Veröffentlichung der ABM- Beschlüsse wird diskutiert</li> <li>➔ Aus Sicht des DIBt ist langfristig ein herstellernerutraler Nachweis anzustreben, gegenwärtig existieren nur eingeschränkte Möglichkeiten die Leistungseigenschaft von Bauprodukten zu beurteilen.</li> </ul>
Ausschuss E DIN 4102-4/A1	November 2018 – August 2019	<p><b>Ausschusssitzung DIN 4102-4/A1</b></p> <p>Der Entwurf des A1-Papiers zur DIN 4102-4 wurde veröffentlicht. Aufgrund der hohen Zahl an inhaltlichen Einsprüchen wurde eine Ausschusssitzung einberufen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Das laufende Verfahren zum A1-Papier wird eingestellt und ein neues Verfahren eröffnet. Es wird einen neuen Entwurf unter Berücksichtigung der vorhandenen Einsprüche geben.</li> </ul>

		<p>→ Es wird eine Arbeitsgruppe zur Einarbeitung der Einsprüche geben. In der Arbeitsgruppe wird ein Mitglied der TUM teilnehmen</p>
--	--	--

Ziel dieser Gespräche war die Abstimmung möglicher Nachweissysteme für eine Plattform wie „dataholz.eu“. Der Unterschied zwischen Verwendbarkeitsnachweisen und normativen Nachweisen liegt in der Herstellerneutralität der darin geregelten Produkte bzw. Bauarten. Ein Verwendbarkeitsnachweis wird in der Regel herstellerspezifisch für ein Produkt bzw. eine Bauart eines Herstellers erstellt um die Verwendbarkeit eines nicht über technische Regeln abgedeckten Produktes/ bzw. einer Bauart zu gewährleisten. Da ein klassisches Bauprodukt im Holzbau, wie z.B. eine Holztafelbauwand aus mehreren Einzelprodukten unterschiedlicher Hersteller besteht, stellt sich hier die Frage nach der Abgrenzung zwischen austauschbaren und nicht austauschbaren Produkten innerhalb der Konstruktion. Werden Verwendbarkeitsnachweise beispielsweise durch einen Hersteller von Gipsplatten finanziert, ist dessen Interesse groß, die eigenen Produkte (z.B. Gipsbeplankung) herstellerspezifisch und alle anderen Produkte möglichst allgemein zu definieren um das Anwendungsspektrum der Konstruktion zu erhöhen. Liegt für ein Produkt eine europäisch harmonisierte Produktnorm vor, stellt diese die Grundlage zur Beschreibung und Definition der Leistungseigenschaften dar und ermöglicht prinzipiell eine allgemeine, herstellerunabhängige Beschreibung. Liegt keine harmonisierte Produktnorm vor ist streng genommen nur die Verwendung des tatsächlich geprüften Produktes möglich. Hier stellt sich die Frage, inwieweit das dort beschriebene und geprüfte Produkt durch ein alternatives Produkt mit gleichen oder besseren Eigenschaften ersetzt werden darf und wie diese Eigenschaften nachgewiesen werden müssen. Die Festlegungen entsprechender Regelungen, die den direkten und erweiterten Anwendungsbereich von abPs umfasst, trifft in Deutschland die Arbeitsgemeinschaft der Brandschutzlaboratorien Deutscher Materialprüfanstalten (ABM) für die Ausstellung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen. Alternativ werden diese Regeln im Zuge der Erstellung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung durch das DIBt und den zugehörigen Sachverständigenausschuss (SVA) bestimmt. Die in den Bemessungs- und Anwendungsnormen zum Feuerwiderstand wie z.B. der DIN EN 1995-1-2 oder der DIN 4102-4 definierten Parameter und zulässigen Extrapolationen (wie z.B. Austausch einer Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$  und eine Rohdichte  $\geq 30\text{kg/m}^3$  durch eine alternative Mineralwolle mit gleichem Schmelzpunkt und höherer Rohdichte) werden seitens der Prüfstellen für die Anwendung in Verwendbarkeitsnachweisen bzw. der Erweiterung des Anwendungsbereiches nicht oder nur teilweise herangezogen.

Aus den oben genannten Gründen ist die Erstellung herstellerunabhängiger Verwendbarkeitsnachweise in Form eines abPs nach den aktuell gültigen Regeln stark eingeschränkt und somit ist diese Art des Nachweises im Rahmen von dataholz.eu nicht sinnvoll anwendbar.

Die Problematik wurde zusammen mit den Bauaufsichten und dem DIBt diskutiert. Da hier keine kurzfristige Lösung in Form eines erweiterten Anwendungsbereiches für herstellerneutrale Produktbeschreibungen zu erwarten ist, werden diese Abstimmungsgespräche über die Projektlaufzeit hinaus weitergeführt. Ziel wäre eine Beschreibung der Produkte über harmonisierte Produktnormen und gegebenenfalls zusätzliche, für die zu beschreibende Leistungseigenschaft notwendige Materialparameter. Da der Prozess der Erstellung europäisch harmonisierter Produktnormen mehrere

Jahre in Anspruch nimmt, wäre auch für nicht harmonisierte Produkte eine Beschreibung auf Basis der relevanten Parameter für die Leistungseigenschaft - im Falle von dataholz.eu, dem Feuerwiderstand - anzustreben. Diese Parameter könnten z.B. aus geltenden Normen oder Europäischen Bewertungsdokumenten (EADs), die die Grundlage zur Erstellung von ETAs darstellen, entnommen werden.

### 3.4.4 Deutschland im baurechtlichen Wandel

Parallel zur Projektbearbeitung und gegenwärtig noch nicht abgeschlossen, findet in Deutschland ein baurechtlicher Wandel mit wesentlichen Auswirkungen auf die Verwendbarkeit von Bauprodukten und Bauarten statt. Auslöser ist das Urteil des Europäischen Gerichtshofes vom 16.10.2014 in der Rechtssache C100/13 [7, 8], welches Deutschland eine Vertragsverletzung in Bezug auf den freien Warenverkehr durch Zusatzanforderungen an bereits europäisch harmonisierte Bauprodukte unterstellt. Die zum Zeitpunkt des Urteils gültigen Bauregellisten enthielten Zusatzanforderungen an diese geregelten Bauprodukte und führten somit zu unzulässigen Handelshemmnissen. Das rechtskräftige Urteil hat sich konkret nur auf die Produkte „Rohrleitungsdichtungen aus thermoplastischen Elastomeren“, „Dämmstoffe aus Mineralwolle“ und „Tore, Fenster und Außentüren“ bezogen. Parallel wurde die dem Urteil zugrunde gelegte Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) [8] durch die neue Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) abgelöst. In diesem Zuge wurde die Übertragbarkeit des Urteils auf weitere Produkte geprüft und eine umfassende Änderung des Bauordnungsrechts angestoßen. Die Folge ist eine neue Musterbauordnung (MBO) und sukzessive eine Anpassung der jeweiligen Landesbauordnungen. Zeitgleich wird die bestehende Bauregelliste sowie die Liste der eingeführten technischen Baubestimmungen (ETB) [9] durch ein Rahmendokument die (Muster-) Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen ersetzt [6], die ebenfalls in den entsprechenden Ländern umgesetzt werden muss. Der aktuelle Stand der Umsetzung kann auf der Website des DIBt [10] eingesehen werden. Gegenwärtig (Stand 15.08.2019) wurde die VV-TB in den meisten Bundesländern umgesetzt. Trotz der Einführung durch die Bundesländern sind noch nicht alle Inhalte final geklärt und besonders im Holzbau gibt es vorhandene Regelungslücken, die anhand folgender Beispiele dargestellt werden:

- Die zulässigen Nachweismethoden für Bauprodukte oder Bauarten sind in vielen Bundesländern nicht eindeutig geregelt. Beispielsweise ist unklar, ob eingeführte technische Regeln wie z.B. der nationale Anhang zur DIN EN 1995-1-2 aus Österreich als rechnerischer Nachweis für den Feuerwiderstand in Deutschland mit herangezogen werden darf. Aufgrund der Übergangssituation (Änderung der Bauordnungen) werden seitens der Baubehörden keine finalen Aussagen zu zukünftig möglichen Nachweisverfahren getätigt.
- Nationale Verwendbarkeitsnachweise werden nur noch mit nationalen Klassifikationen ausgestellt. Bestehende nationale Nachweisdokumente mit einer europäischen Klassifikation sind somit nur noch bis zu deren Ablaufdatum gültig und müssen zukünftig national klassifiziert werden. Bauteile mit europäischen Klassifikationen können über eine Zuordnungstabelle in baurechtliche Anforderungen überführt werden. Wie mit Nachweisen aus dem europäischen Ausland umgegangen wird, ist bis dato noch unklar und gegenwärtig Diskussionsthema in der Bauaufsicht.

- Hochfeuerhemmende Bauteile sind über die Musterrichtlinie für hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR) [11] geregelt. Die dort geforderte brandschutztechnische Klassifikation REI 60 nach DIN EN 13501 mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung K<sub>2</sub>60 widerspricht den in der MVV TB angestrebten nationalen Klassifikationen.
- Die Zuordnungstabellen der MVV TB enthalten gegenwärtig keine rechnerischen Verfahren nach DIN EN 1995-1-2 für den Raumabschluss und schließen die Norm auch bei den Tabellen der Tragfähigkeit aus [10].

Dies hat zur Folge, dass sich die geltenden Regeln der Nachweisführung im Projektverlauf ändern. Die für das Forschungsprojekt herangezogenen Verwendbarkeitsnachweise sind nur bis zu deren Ablaufdatum gültig. Zukünftig werden abhängig von den Inhalten der MVV TB und der gültigen technischen Regeln Anpassungsarbeiten notwendig, um baurechtlich gültige Nachweise zur Verfügung zu stellen.

Auf der Plattform an sich werden Leistungseigenschaften der Bauteile dargestellt, die durch die hinterlegten Verwendbarkeitsnachweise bestätigt werden. Somit besteht die Möglichkeit, dass Eigenschaften der Bauteile durch sich zukünftig ändernde Nachweise ebenfalls mit angepasst werden müssen.

### 3.4.5 Diskussion in der aktuellen Systematik von Brandschutznachweisen

Praktisch etablierte Lösungen in der brandschutztechnischen Nachweissystematik spiegeln nicht den typischen Ablaufprozess im Vergleich zur Standsicherheit wider. Gegenwärtig werden Bauteile im Holzbau größtenteils über herstellereigenspezifische Verwendbarkeitsnachweise hinsichtlich der brandschutztechnischen Leistungseigenschaften nachgewiesen. Tabellierte Verfahren nach DIN 4102-4: 2016-05 oder Rechenverfahren nach DIN EN 1995-1-2: 2010-12 decken nur teilweise die baupraktisch geforderten Bauteilvarianten ab. Massivholzkonstruktionen oder biogene Dämmstoffe wie Zellulose können nicht normativ nachgewiesen werden. Zusätzlich stellt sich hier die Frage der Verantwortlichkeiten. Während der Tragwerksplaner neben der Entwurfsplanung auch die Bauteilbemessung und Ausführungsplanung durchführt, wird die Leistung des Brandschutzplaners häufig auf eine schutzzielorientierte Beurteilung des Gebäudes hinsichtlich der baurechtlichen Anforderungen begrenzt. Die Einhaltung der Anforderungen wird über das objektspezifische Brandschutzkonzept erbracht und ist zur Erlangung der Baugenehmigung erforderlich. Die im Brandschutzkonzept definierten Anforderungen wie feuerhemmend, hochfeuerhemmend oder feuerbeständig müssen in die Leistungsklassen der Bauteile (z.B. F30, F60, REI 60 K<sub>2</sub>60 oder F90) übersetzt werden. Diese Übersetzung wird, wenn überhaupt, durch den Architekten in der Planung erbracht. Der rechnerische Nachweis der Leistungseigenschaft Tragfähigkeit erfolgt dann über eine Bemessung für den Brandfall unter Berücksichtigung des Abbrandes oder durch herstellereigenspezifische Nachweisdokumente seitens des Tragwerksplaners. Durch die Trennung von Tragfähigkeit und Raumabschluss in den rechnerischen Nachweisen nach DIN EN 1995-1-2: 2010-12 ist die Zuständigkeit für den Nachweis des Raumabschlusses nicht eindeutig geklärt.

Aus Sicht der Autoren sind diese Nachweise durch den Tragwerksplaner im Rahmen der Feuerwiderstandsbemessung, zu der auch der Raumabschluss gehört, zu erbringen. Die Prüfung - falls

erforderlich - des rechnerischen Nachweises liegt beim Prüfenieur für Standsicherheit. Zur Nachweisführung können entsprechend den Regeln der Tragwerksplanung technische Regeln anstelle eingeführter technischer Baubestimmungen herangezogen werden, falls die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird. Falls nicht vorhanden, müssen entsprechende Verwendbarkeitsnachweise vorliegen.

Der Prüfsachverständige für Brandschutz oder die Baubehörde prüft den Brandschutznachweis nur hinsichtlich der Einhaltung der bauaufsichtlich geforderten Schutzziele, nicht aber die Richtigkeit des rechnerischen Nachweises, der die Leistungseigenschaft bestätigt.

Nach §85a der MBO 2016 gilt folgendes:

*„Die Anforderungen nach § 3 können durch Technische Baubestimmungen konkretisiert werden. Die Technischen Baubestimmungen sind zu beachten. Von den in den Technischen Baubestimmungen enthaltenen Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die Anforderungen erfüllt werden und in der Technischen Baubestimmung eine Abweichung nicht ausgeschlossen ist; §§ 16a Abs. 2, 17 Abs. 1 und 67 Abs. 1 bleiben unberührt.“*

Die brandschutztechnische Nachweissystematik ist somit identisch mit derjenigen für die Tragwerksplanung. Der Nachweisberechtigte kann von Technischen Baubestimmungen – bei prüfpflichtigen Bauvorhaben mit Zustimmung des Prüfers – abweichen, sofern er die Gleichwertigkeit nachweisen kann. Die Verantwortung liegt bei dem Nachweisersteller und der Ausführende muss die Übereinstimmung mit den Vorgaben des Nachweiserstellers gewährleisten. Nicht wesentliche Abweichungen sind möglich.

Gegenwärtig ist es üblich, dass der Nachweis auf Basis herstellerspezifischer Prüfzeugnisse (abP) in Kombination mit gutachterlichen Stellungnahmen zur Bestätigung nicht wesentlicher Abweichungen vom brandschutztechnischen Verwendbarkeitsnachweis erfolgt. Wird eine wesentliche Abweichung festgestellt, ist ein neuer allgemeiner Verwendbarkeitsnachweis bzw. eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bzw. vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG) erforderlich.

Da die Zuständigkeiten hinsichtlich der brandschutztechnischen Nachweisführung sowie der Prüfung rechnerischer Nachweise nicht eindeutig geregelt sind und bezüglich der Anerkennung der Gleichwertigkeit von Nachweisen, die nicht als technische Baubestimmung eingeführt sind, keine klare Lösung besteht, werden in „dataholz.eu“ alle von den eingeführten technischen Baubestimmungen abweichenden Bauteile über herstellernerneutrale oder herstellerspezifische Verwendbarkeitsnachweise in Kombination mit gutachterlichen Stellungnahmen als Beleg für äquivalente Leistungseigenschaften nachgewiesen.

### **3.4.6 Abgrenzung der Nachweise in Deutschland zu „dataholz.com“ in Österreich**

In Österreich gelten abweichende baurechtliche Rahmenbedingungen, die auch zu einer anderen Anwendungssystematik als in Deutschland führen. „dataholz.eu“, vormals „dataholz.com“, ist seit 2004 im vollen Umfang online. Die Inhalte der online Plattform, insbesondere jene die Bauteile betreffend, gelten in Österreich als baubehördlich anerkannt und können somit als Nachweis bei der Baubehörde im Zuge der Baueinreichung durch den Planer/Architekten eingebracht werden.

Behördenvertreter haben die Möglichkeit mit Hilfe eines eigenen „Behördenzugangs“ die hinterlegten Prüfzeugnisse, Klassifizierungen und Berechnungen einzusehen und zu prüfen. Ebenfalls können sie die Nachweisdokumente downloaden. Des Weiteren werden die Datenblätter im Zuge des ÜA-Verfahrens für vorgefertigte geschlossene Holzbauteile gegenüber den sogenannten Registrierungsstellen (=Landesstellen) als Nachweis verwendet. Hier müssen die Herstellwerke (z.B. Zimmereibetriebe, Fertighaushersteller, ...) ihre Standard-Bauteile definieren und auch bauphysikalisch nachweisen. Als Ergebnis erhalten die Firmen eine Registrierungsbescheinigung, die gesetzlich für das „auf den Markt bringen“ eines geschlossenen, vorgefertigten Holzbauteils gefordert ist und dürfen damit ihre Elemente mit dem ÜA-Zeichen versehen. Ebenfalls werden die Datenblätter in der Nachweisführung bei bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. Bewertungen des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) herangezogen. Mittlerweile ist „dataholz.eu“ auch in diversen Normen verankert, wie z.B. in der ÖNORM B 2320 „Wohnhäuser als Holz – technische Anforderungen.“

## 4 Technische Bearbeitung der Bauteilnachweise

### 4.1 Brandschutztechnische Nachweismethodik

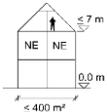
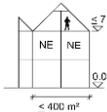
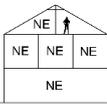
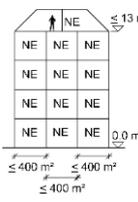
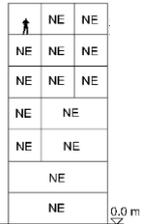
#### 4.1.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten

Der Brandschutz stellt eine Kernthematik bei der Beurteilung von Gebäuden im Bauordnungsrecht der Bundesländer dar. Aufgrund der im Abschnitt 3.3.3 erläuterten Problematik mit den 16 teils divergierenden Landesbauordnungen werden in „dataholz.eu“ Leistungseigenschaften und keine baurechtlichen Anforderungen angegeben. Um eine einheitliche Grundlage zu schaffen, werden die im nachfolgenden Abschnitt verwendeten wichtigsten Begrifflichkeiten und Grundlauge entsprechend der Musterbauordnung (MBO) kurz erläutert. Begrifflichkeiten aus dem Abschnitt 3.2 werden hier nicht nochmals wiedergegeben.

#### Gebäudeklassen

Nach §2 Abs. 3 der MBO werden Gebäude in fünf unterschiedliche Gebäudeklassen (GKL) differenziert. Zur Einstufung der Gebäude werden die Höhe des obersten Geschossfußbodens eines möglichen Aufenthaltsraumes sowie die Anzahl und Größe von vorhandenen Nutzungseinheiten herangezogen. Aus der dargestellten Tabelle können die Kriterien zur Einstufung der Gebäude in Gebäudeklassen entnommen werden.

Tabelle 4-1: Gebäudeklassen der MBO

Gebäudeklasse	1 <sup>(1)</sup>	2	3	4	5 <sup>(2)</sup>
Gesamtfläche	≤ 400 m <sup>2</sup>	≤ 400 m <sup>2</sup>			
Fläche einer Nutzungseinheiten				≤ 400 m <sup>2</sup>	
Anzahl der Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2			
Höhe des obersten Geschossfußboden	≤ 7 m	≤ 7 m	≤ 7 m	≤ 13 m	≤ 22 m <sup>(3)</sup>
					

<sup>(1)</sup> zusätzlich: freistehende land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude

<sup>(2)</sup> einschließlich unterirdischer Gebäude

<sup>(3)</sup> Gebäude mit einer Höhe des obersten Geschossfußbodens von mehr als 22 m gehören zur Gebäudeklasse 5, gelten aber zusätzlich als Hochhaus. Die Muster-Hochhaus-Richtlinie (MHHR) stellt höhere Anforderungen als die MBO für die Gebäudeklasse 5, so dass die Abgrenzung der Gebäudebetrachtung im Rahmen dieses Projektes bis zur Hochhausgrenze von 22 m erfolgt.

## Brandverhalten

Im Bauordnungsrecht werden mit dem Begriff Brandverhalten die verwendbaren Baustoffe brandschutztechnisch beurteilt. Bauteile werden im Hinblick auf ihr Brandverhalten durch die Festlegung der zu verwendenden Baustoffe indirekt geregelt. In Deutschland gelten grundsätzlich die vier folgenden Kategorien: nichtbrennbar, schwerentflammbar, normalentflammbar und leichtentflammbar. Nach §26 Abs. 1 sind leichtentflammbare Baustoffe unzulässig, außer sie sind in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht leichtentflammbar. Eine Zuordnung von üblichen Baustoffen trifft die DIN 4102-4:2016-05 oder kann durch Prüfungen des Baustoffs erfolgen.

## Feuerwiderstandsfähigkeit

Nach §26 Abs. 2 der MBO werden für Bauteile, an die brandschutztechnische Anforderungen bestehen, drei Kategorie der Feuerwiderstandsfähigkeit festgelegt. Die Bezeichnungen lauten feuerbeständig, hochfeuerhemmend und feuerhemmend. Damit einhergehend werden in der Musterbauordnung Festlegungen zum Brandverhalten der verwendbaren Baustoffe für die jeweiligen Kategorien der Feuerwiderstandsfähigkeit getroffen. Je nach Bauteil kann die Anforderung des Feuerwiderstandes bei tragenden und aussteifenden Bauteilen die Eigenschaft der Standsicherheit und bei raumabschließenden Bauteilen den Widerstand gegen die Brandausbreitung in andere Nutzungseinheiten festlegen. Die Übersetzung der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauordnungen erfolgt in der Regel über die jeweiligen Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen der Bundesländer. Die Angaben zur Übersetzung der Feuerwiderstandsfähigkeit sind dem Teil A2 der Muster-Verwaltungsvorschrift für Technische Baubestimmungen (MVV TB) entnommen. [6]

Tabelle 4-2: Übersetzung des Feuerwiderstandes der Landesbauordnung

Feuerwiderstandsfähigkeit	Dauer des Funktionserhalts unter Brandbeanspruchung
feuerbeständig	über mindestens 90 Minuten
hochfeuerhemmend	über mindestens 60 Minuten
feuerhemmend	über mindestens 30 Minuten

### 4.1.2 Anforderungen

Im Gegensatz zur Standsicherheit, zum Schall-, Wärme- und Feuchteschutz werden für den Brandschutz spezifische technische Anforderungen an die Bauteile und die Baustoffe in den jeweiligen Landesbauordnungen geregelt. Aufgrund der Souveränität der Bundesländer im Bauordnungsrecht können die jeweiligen Bundesländer unabhängige Landesbauordnungen veröffentlichen. Die Musterbauordnung (MBO), die durch die Bauministerkonferenz der Bundesländer veröffentlicht wird, dient rein als Vorbild und besitzt keinerlei Verbindlichkeit. Durch diesen Sachverhalt können in Deutschland im Rahmen des Brandschutzes unterschiedliche rechtliche Anforderungen an das Gebäude bzw. Bauteil gestellt werden. Zur Verdeutlichung dieser Problematik kann beispielhaft der Vergleich der Brennbarkeit der verwendbaren Baustoffe in Abhängigkeit der Anforderung der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile in Tabelle 4-3 herangezogen werden. Da bereits bei solch wesentlichen rechtlichen Anforderungen Unterschiede in den Landesbauordnungen auftreten, müssen für jedes Bauvorhaben die tatsächlich gültigen brandschutztechnischen Anforderungen immer bauvorhabenbezogen festgestellt werden.

Tabelle 4-3: Vergleich der brandschutztechnischen Anforderungen für mehrgeschossige Gebäude in den Landesbauordnungen

Vergleich der Anforderung zur Brennbarkeit der Baustoffe in Abhängigkeit zur Feuerwiderstandsdauer der Bauteile (Stand: Dezember 2019)		
	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
MBO und Bundesländer mit identischer Regelung <sup>1)</sup>	Mindestanforderung: Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nicht-brennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben.	Mindestanforderung: Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben.
Nordrheinwestfalen	Mindestanforderung: wie MBO Zusatz: Abweichend zur Mindestanforderung sind tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, die hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen, <u>aus brennbaren Baustoffen</u> zulässig, wenn die geforderte Feuerwiderstandsdauer nachgewiesen wird und die Bauteile so hergestellt und eingebaut werden, dass Feuer und Rauch nicht über Grenzen von Brand- und Rauchschutzbereichen, insbesondere Geschosstrennungen, hinweg übertragen werden können.	
Baden-Württemberg	Mindestanforderung: wie MBO Zusatz: Abweichend zur Mindestanforderung sind tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, die hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen, <u>aus brennbaren Baustoffen</u> zulässig, wenn die hinsichtlich der Standsicherheit und des Raumabschlusses geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen und die Bauteile und ihre Anschlüsse ausreichend lang widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sind.	
Berlin	Mindestanforderung: wie MBO Zusatz: Abweichend zur Mindestanforderung sind tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, die hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen, in <u>Holzbauweise</u> zulässig, wenn die erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit gewährleistet wird.	
Hamburg	Mindestanforderung: wie MBO Zusatz: Bei Gebäuden mit einer Höhe von bis zu 22m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 200m <sup>2</sup> und Brandabschnitten von nicht mehr als 800m <sup>2</sup> pro Geschoss sind abweichend von der Mindestanforderung tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, die hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen, in <u>Massivholzbauweise</u> zulässig, wenn die geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen wird.	
Hessen	Mindestanforderung: wie MBO Zusatz: Abweichend von der Mindestanforderung sind andere Bauteile, die feuerbeständig oder hochfeuerhemmend sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig, sofern sie den Technischen Baubestimmungen nach § 90 entsprechen. Dieses gilt nicht für Wände nach §33 Abs.3 Satz 1 und Wände nach §38 Abs. Abs. 4 Satz 1 Nr. 1.	
<sup>1)</sup> Bayern, Brandenburg, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen		

In diesem Forschungsbericht werden die bauordnungsrechtlichen Anforderungen im Brandschutz, die an ein Gebäude bzw. Bauteil gestellt werden, beispielhaft an der Musterbauordnung (MBO) hergeleitet und dargestellt. Eine differenzierte Betrachtung ist nicht zielführend, da die Bauteilaufbauten in der „dataholz.eu“-Datenbank nur die Leistungseigenschaft ausweisen und einen entsprechenden Verwendbarkeitsnachweis bereitstellen. Die bauvorhabenbezogene Verwendbarkeit nach den bauordnungsrechtlichen Brandschutzanforderungen der jeweiligen Landesbauordnung muss vom Architekten oder Fachplaner bestimmt werden.

Mit der Novellierung der Musterbauordnung im Jahr 2002 wurden die Gebäudeklassen erstmalig im Bauordnungsrecht eingeführt. Die Neuerung ermöglichte die Verwendung von Holz bei Gebäuden mit einer Fußbodenoberkante von nicht mehr als 13 m, jedoch wurde die Begrenzung der Größe von Nutzungseinheiten auf 400 m<sup>2</sup> als weiteres Entscheidungskriterium eingeführt. Eine Darstellung der brandschutztechnischen Anforderungen ist in der Tabelle 4-4 für die unterschiedlichen Gebäudeklassen aufgeführt. Die Anforderungen unterscheiden sich nicht nur in Abhängigkeit

von der Gebäudeklasse, sondern auch dahingehend, ob die entsprechenden Geschosse ober- oder unterirdisch vorliegen.

Tabelle 4-4: Brandschutztechnische Anforderungen in den Gebäudeklassen nach MBO

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Generelle Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen in oberirdischen Geschossen		fh (30 min)	fh (30 min)	hfh (60 min)	fb (90 min)
Generelle Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen in unterirdischen Geschossen	fh (30 min)	fh (30 min)	fb (90 min)	fb (90 min)	fb (90 min)
Konstruktionen unter Verwendung brennbarer Baustoffe	baurechtlich zulässig				unzulässig
<b>fh</b> – feuerhemmend; <b>hfh</b> – hochfeuerhemmend; <b>fb</b> - feuerbeständig					

Wie dargestellt, können seit der Novellierung der Musterbauordnung in 2002 brennbare Baustoffe auch in der Gebäudeklasse 4 eingesetzt werden. Für die bauordnungsrechtlich konforme Umsetzung der brandschutztechnischen Anforderung „hochfeuerhemmend“ dient die „Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR)“ [11], welche im Jahr 2004 von der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) als Muster-Richtlinie eingeführt wurde. Diese ist als verbindliche Richtlinie inzwischen in allen Bundesländern eingeführt und ermöglicht die Umsetzung von Gebäuden bis 13 m Höhe im Holzbau.[11]

Neben einem Feuerwiderstand von 60 Minuten müssen hochfeuerhemmende Bauteile allseitig mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen bekleidet sein, die eine Entzündung der tragenden Holzbauteile während eines Zeitraumes von mindestens 60 Minuten wirksam verhindern (K<sub>2</sub>60). Diese Anforderung wird als sogenanntes „Kapselkriterium“ bezeichnet und die Leistungsfähigkeit des Bekleidungssystems auf Basis einer Brandprüfung nach DIN EN 14135:2004-11 nachgewiesen. Die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung und das damit hochfeuerhemmende Bauteil benötigt einen Verwendbarkeitsnachweis in Form eines allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP), welches in der Regel von Herstellern entsprechender Brandschutzbekleidungen erwirkt wird. Eine normative Regelung ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorgesehen.

Die M-HFH HolzR hat das Ziel das Entzünden von brennbaren Bestandteilen der Holzbaukonstruktion tragender, aufstreichender und/oder raumabschließender Bauteile sowie Hohlraumbrände für mindestens 60 Minuten auszuschließen. Hierdurch wird innerhalb dieser Beanspruchungszeit ein äquivalentes Verhalten im Brandverhalten der Holzbaukonstruktion mit Kapselung zu nichtbrennbaren mineralischen Konstruktionen sichergestellt. [11]

### 4.1.3 Vergleich der baurechtlichen Situation in Deutschland und Österreich

Die ursprüngliche Plattform dataholz.com wurde in Österreich von der Holzforschung Austria (HFA) entwickelt und muss dementsprechend auch den baurechtlich gestellten Anforderungen von Österreich entsprechen. Ein Vergleich des Baurechtes (Tabelle 4-5) zwischen Österreich und Deutschland, auf Basis der MBO, zeigt ähnliche Anforderungen für die gleichen Gebäudetypen auf. Wesentlich ist jedoch, dass Österreich in der Gebäudeklasse 4 keine Anforderung an eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung (nicht brennbar) für tragende, aussteifende und/oder raumabschließende Bauteile stellt. [21]

Tabelle 4-5: Baurechtliche Anforderungen in Österreich in Anlehnung an [12]

	Österreich		
	GKL 4 (7m<H<11m)	GKL 5 ≤ 6 oberirdische Geschosse (H≥11m)	GKL 5 > 6 oberirdische Geschosse (H≥11m)
<b>Tragende Bauteile</b>			
Im obersten Geschoss	R 30	R 60	R 60
In sonstigen oberirdischen Geschossen	R 60	R 90	R 90 und A2
<b>Trennwände</b>			
Im obersten Geschoss	(R)EI 60	(R)EI 60	(R)EI 60
In sonstigen oberirdischen Geschossen	(R)EI 60	(R)EI 90	(R)EI 90 und A2
<b>Brandabschnittsbildende Wände und Decken</b>			
An der Nachbargrundstücks-, bzw. Bauplatzgrenze	(R)EI 90 und A2	(R)EI 90 und A2	(R)EI 90 und A2
Sonstige brandabschnittsbildende Wände und Decken	(R)EI 90	(R)EI 90	(R)EI 90 und A2
<b>Decken und Dachschrägen ≤ 60°</b>			
Decken über oberstem Geschoss	R 30	R 60	R 60
Trenndecken über oberstem Geschoss	REI 60	REI 60	REI 60
Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschossen	REI 60	REI 90	REI 90 und A2
Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschossen	R 30	R 60	R 90 und A2
<b>Wände von Treppenhäusern</b>			
In oberirdischen Geschossen <sup>(1)</sup>	(R)EI 60	(R)EI 90 und A2	(R)EI 90 und A2
Außentreppen	A2	A2	A2
Aufzugsschachtwände	A2 (Schachтин-nenseite)	A2 (Schachtumweh-rung)	A2 (Schachtumweh-rung)

<sup>(1)</sup> Anforderungen an den Feuerwiderstand sind nicht erforderlich für Außenwände von Treppenhäusern, die aus Baustoffen A2 bestehen und die durch andere an diese Außenwände anschließenden Gebäudeteile im Brandfall nicht gefährdet werden können.

**A2:** nichtbrennbar nach DIN EN 13501 (aus nichtbrennbaren Baustoffen)

**H:** Gebäudehöhe bis Oberkante Fertigfußboden des obersten Geschosses

#### 4.1.4 Nachweise auf Basis technischer Regeln

Grundsätzlich können Bauteile mithilfe der entsprechenden rechnerischen und tabellarischen Nachweise, auf Basis der in Deutschland bauaufsichtlich eingeführten Normen, in Feuerwiderstandsklassen eingestuft werden. Hierzu können im Wesentlichen die Normen DIN EN 1995-1-2:2010-12 und DIN 4102-4:2016-05 für den Holzbau herangezogen werden. Das A1-Papier zur Erweiterung der DIN 4102-4:2016-05 auf nationaler Ebene wurde als Entwurf im November 2018 veröffentlicht. (vgl. Abbildung 4-1).

Im Rahmen des Projekts wurde daran gearbeitet neue Bauteile bei der Erstellung des A1-Papiers zur DIN 4102-4:2016-05 als Vorschlag einzureichen, für welche brandschutztechnische Prüfergebnisse vorliegen. Des Weiteren wurden Gespräche mit der Obersten Bauaufsicht zur Anerkennung von europäischen technischen Regelungen geführt, die in anderen europäischen Staaten baurechtlich eingeführt sind.

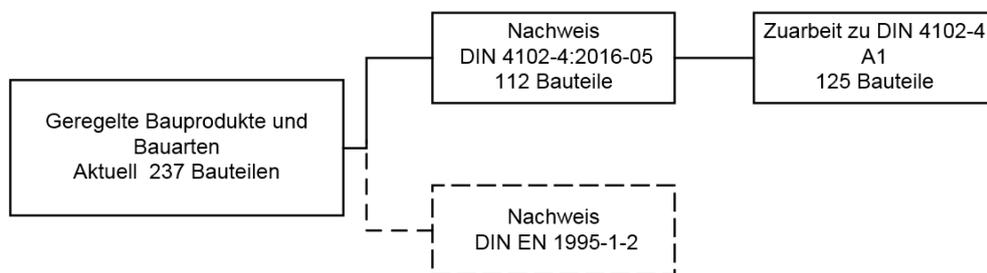


Abbildung 4-1: Überblick über brandschutztechnische Nachweismethoden auf Basis von technischen Regeln in „dataholz.eu“ für Deutschland

Bei der Projektbearbeitung wurden die vorhandenen Bauteile im Tabellenverfahren nach DIN 4102-4:2016-05 herstellerneutral nachgewiesen. Für den Nachweis nach DIN 4102-4:2016-05 sind in einigen Fällen Anpassungen der Bauteilaufbauten sowie Einschränkungen der ursprünglichen Bauteile erforderlich. In bestimmten Fällen wird z.B. eine Erhöhung der Dicke der Brandschutzbekleidungen und eine Einschränkung auf mineralische Dämmstoffe mit Schmelzpunkt > 1000°C erforderlich. Der konkrete Ablauf zur Erstellung eines beispielhaften brandschutztechnischen Nachweises der Feuerwiderstandsklassifikation wird ausführlich im Anhang B abgebildet.

Die rechnerischen Nachweise nach DIN EN 1995-1-2:2010-12 blieben bei der Nachweisführung auf dataholz.eu bisher unberücksichtigt, da der Anwendungsbereich des Eurocodes nur Bauteile abdeckt, die bereits über die DIN 4102-4:2016-05 nachweisbar sind. Die Rechenverfahren weisen allgemein sehr limitierende Einschränkungen zum Anwendungsbereich auf und decken deswegen nur sehr wenig praxisrelevante Bauteilaufbauten ab.

#### 4.1.5 Nachweise auf Basis vorliegender Verwendbarkeitsnachweise und gutachterlicher Stellungnahmen

Die Verwendbarkeitsnachweise stellen eine weitere Methode zum Nachweis des Feuerwiderstandes von Bauteilen dar (vgl. Kapitel 3). Zum Nachweis der Bauteile, die nicht über technische Regeln abgedeckt werden können, wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens die Möglichkeiten eines Nachweises über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ), allgemeine bauaufsichtliche

Prüfungen (abP), European Technical Assessment (ETA) oder Zulassung im Einzelfall (ZiE) untersucht (vgl. Abbildung 4-2). Grundsätzlich sind die ZiE aufgrund der langen Dauer zur Erstellung und die ETA aufgrund der notwendigen Angabe von Herstellwerken für das Vorhaben „dataholz.eu“ auszuschließen.

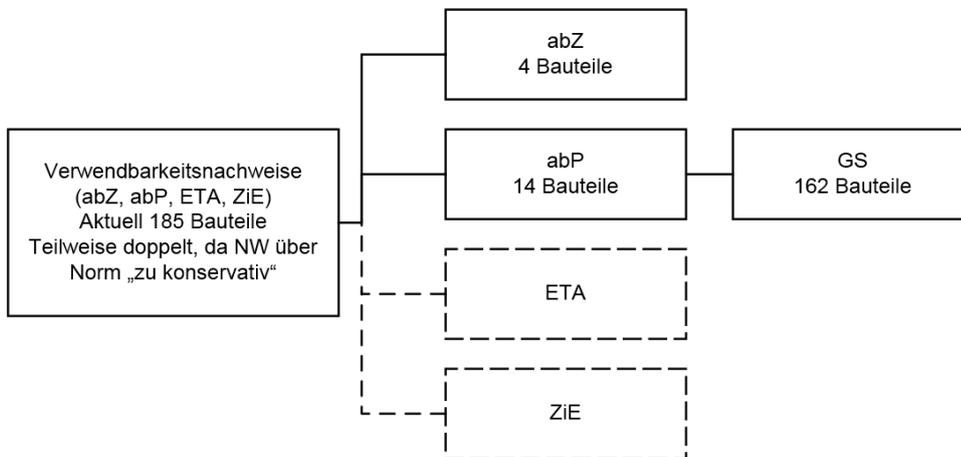


Abbildung 4-2: Überblick über brandschutztechnische Nachweismethoden auf Basis von Verwendbarkeitsnachweisen in „dataholz.eu“ für Deutschland

Um die ausgewählten Bauteile, die nicht durch die DIN 4102-4:2016-05 abgedeckt werden, nachzuweisen, wurde zu Projektbeginn der Weg über die Erstellung herstellernerneutraler abPs gewählt. Um möglichst viele Bauteile abdecken und sicher beurteilen zu können, wurde zusätzlich angestrebt, auf Basis der bei der HFA vorhandenen Prüfberichte und neuer, bei deutschen Prüfstellen durchzuführenden Brandprüfungen in Zusammenarbeit mit den Prüfstellen gemeinsam akzeptierte und vom DIBt zu bestätigende Extrapolations- und Beurteilungsbedingungen aufzustellen. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden die vorhandenen Prüfberichte der HFA gesichtet und ein Prüfplan für weiterhin nötige Prüfungen zusammengestellt. Ziel war es, vergleichende Bewertungen z.B. hinsichtlich Beplankungsdicken- und Arten, Dämmstoffen, Massivholzbauweisen, Bauteildicken durchzuführen, um anschließend wissenschaftlich verifizierte Beurteilungsbedingungen aufstellen zu können. Dieses Vorgehen scheiterte an internen Regelungen der Materialprüfanstalten bei der Ausstellung von abP's, abermals nicht- herstellernerneutralen Beschreibung einzelner Produkte im Bauteil, welche jedoch als Grundvoraussetzung des Forschungsvorhabens angedacht waren (vgl. Kapitel 3). Die Durchführung der Großbrandversuche sowie die Erstellung der abP's im Rahmen des Forschungsprojektes wurde zurückgestellt.

Um den gewünschten Bauteilumfang abdecken zu können, wurden somit als Interimslösung herstellereinspezifische Verwendbarkeitsnachweise mit herangezogen.

#### 4.1.6 Ergebnisse in Bezug auf die brandschutztechnischen Eigenschaften

Die brandschutztechnischen Nachweise für die einzelnen Bauteilvarianten werden auf der Onlineplattform dataholz.eu für den Nutzer bereitgestellt. Je nach Art des Nachweises werden Verweise auf die entsprechende Passage in der Norm, Downloads von PDFs oder Verlinkungen zum Downloadbereich von Herstellern bereitgestellt. In Abbildung 4-3 ist die aktuelle Verteilung der Feuerwiderstandsklassen der Bauteilaufbauten erkennbar mit der Unterscheidung der Bauweise in Holztafelbau und Holzmassivbau.

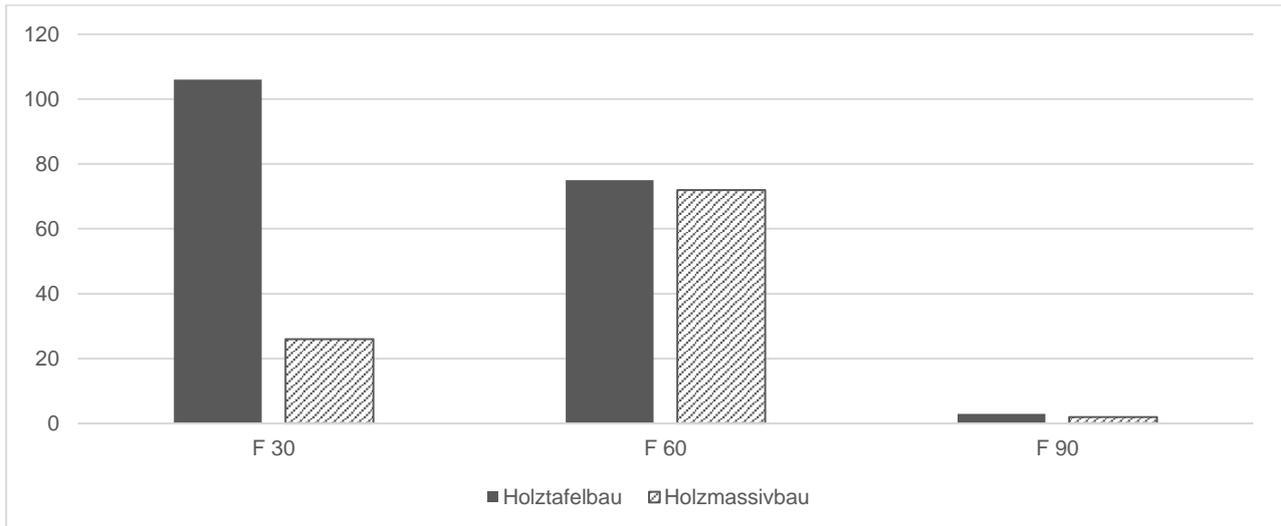


Abbildung 4-3: Anzahl der Bauteile, die einen Feuerwiderstand von 30, 60 bzw. 90 Minuten erreichen, unterteilt nach Bauweise

Insgesamt werden bis zur Beendigung der operativen Projektlaufzeit (September 2019) auf „dataholz.eu“ über 290 Bauteilvarianten für die Anwendung in Deutschland bereitgestellt. Zur Erfüllung der Kapselung von Holzbauteilen in der Gebäudeklasse 4 nach MBO und MVV TB sind grundsätzlich 15 Bauteilaufbauten enthalten und welche mit den entsprechend gültigen Nachweisen genutzt werden können.

Zum jetzigen Zeitpunkt der Berichterstellung sind ca. 40% der Bauteilvarianten durch den Nachweis auf Basis technischer Regeln (vgl. Abschnitt 4.1.4) und ca. 60% durch Verwendbarkeitsnachweise und gutachterliche Stellungnahmen (vgl. Abschnitt 4.1.5) abgedeckt. Mit der Erscheinung des A1-Papiers wird der Anteil auf ca. 80% der Nachweise auf Basis technischer Regeln ansteigen (vgl. Abbildung 4-4).

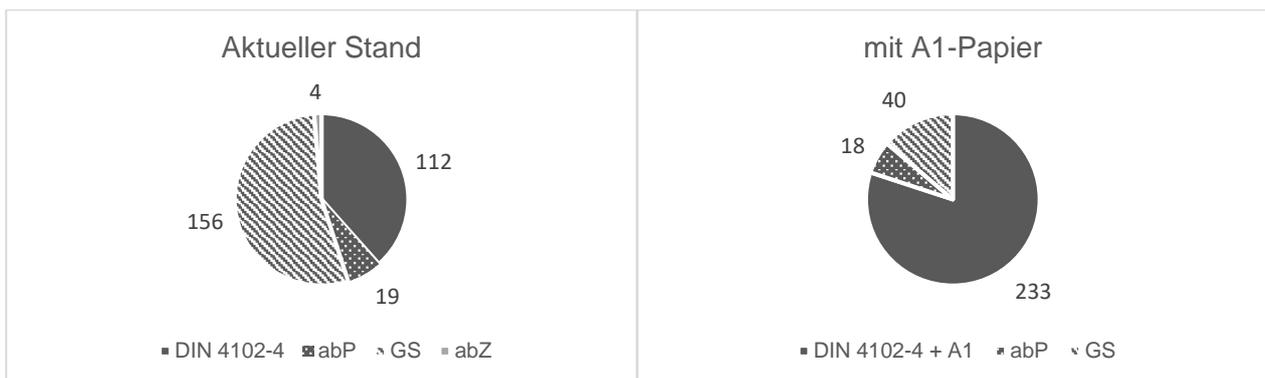


Abbildung 4-4: Verteilung der Nachweise der Bauteilvarianten

## 4.2 Schallschutztechnische Nachweismethodik

### 4.2.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten

Der Schallschutz stellt eine Kernthematik bei der Planung und Erstellung moderner mehrgeschossiger Holzbauten dar. Um eine einheitliche Grundlage zu schaffen werden die im nachfolgenden Abschnitt verwendeten wichtigsten Begrifflichkeiten und Grundlagen entsprechend DIN 4109-2:2018-01 kurz erläutert.

#### **Bewerteter Norm-Trittschallpegel ( $L_{n,w}$ )**

Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke ohne flankierende Übertragung, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche von  $A_0 = 10 \text{ m}^2$

#### **Bewerteter Norm-Trittschallpegel im Bau ( $L'_{n,w}$ )**

Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke am Bau unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche von  $A_0 = 10 \text{ m}^2$

#### **Korrektursummand K**

Korrektursummand zur Berücksichtigung der Flankenübertragung

#### **bewertetes Schalldämm-Maß ( $R_w$ )**

Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes eines Bauteils ohne flankierende Übertragung

#### **bewertetes Bau-Schalldämm-Maß ( $R'_{w}$ )**

Einzahlangabe der Schalldämmung zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege

#### **bewertetes Flankendämm-Maß ( $R_{ij,w}$ )**

Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes für die flankierende Übertragung auf dem Übertragungsweg ij, bei welchem das Bauteil i im Senderraum angeregt und über das Bauteil j im Empfangsraum Schalleistung abgestrahlt wird

Entscheidend für die schalltechnische Beurteilung von Gebäuden ist die Schallübertragung zwischen den Nutzungseinheiten und der Schalleintrag externer Lärmquellen durch die Außenbauteile. Zusätzlich müssen innere Lärmquellen, z.B. durch technische Anlagen, mitberücksichtigt werden. Dabei ist zwischen dem direkten Übertragungsweg durch das Bauteil und dem Übertragungsweg über flankierende Bauteile bzw. die Stoßstellen zu differenzieren. Die Übertragungswege gelten für die zwei unterschiedlichen Arten der Schallübertragung, den Luftschall (vgl. Abbildung 4-5) und den Körperschall (vgl. Abbildung 4-6), der im Bauwesen als Trittschall bezeichnet wird. Die Luftschalldämpfung wird entsprechend DIN 4109:2018 als Schalldämm-Maß ( $R_w$ ) angegeben, wodurch sich ein normativer Mindestwert als Anforderung ergibt. Im Gegensatz dazu wird die Trittschallübertragung ( $L_{n,w}$ ) über den Norm-Trittschallpegel beurteilt, es ergibt sich folglich ein zulässiger Maximalwert.

Für den Gesamtnachweis der Schallübertragung zwischen Senderraum und Empfangsraum ist immer eine Betrachtung der flächigen Bauteile und der Flanken notwendig. Hierfür stellt die DIN 4109-2:2018-01 rechnerische Verfahren vor, womit unter Berücksichtigung geometrischer Randbedingungen sowie der spezifischen Stoßstellen und der flankierenden Bauteile ein bewerte-

tes Bau-Schalldämm-Maß bzw. ein bewerteter Norm- Trittschallpegel am Bau prognostiziert werden kann. Aufgrund der geometrischen Randbedingungen sowie des Einflusses der Stoßstellen ist ein Nachweis nur objektspezifisch möglich. Im Rahmen des Projektes dataholz.de sind diese Randbedingungen jedoch nicht bekannt. Im Hinblick auf die schallschutztechnischen Leistungseigenschaften werden somit für flächige Bauteile das bewerte Schalldämm-Maß ( $R_w$ ) sowie der bewertete Norm-Trittschallpegel ( $L_{n,w}$ ) angegeben. Diese Werte können für den jeweiligen objektspezifischen Nachweis als Eingangsgrößen herangezogen werden. Im Bereich der Bauteilanschlüsse wurde zur Abschätzung auf Prognosewerte zurückgegriffen, die in Abschnitt 4.2.4 erläutert werden. Weitere Informationen hierzu können der Literatur des Informationsdienstes Holz entnommen werden. [13, 14]

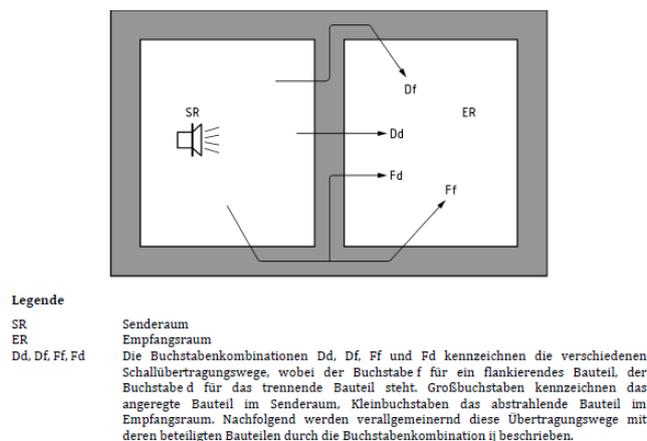


Abbildung 4-5: Schallübertragungswege – Luftschall nach DIN 4109-2:2018 Bild 1

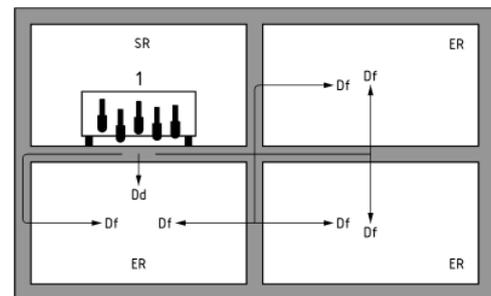


Abbildung 4-6: Schallübertragungswege für den Trittschall

## 4.2.2 Anforderungen

Entsprechen §15 der Musterbauordnung müssen Gebäude einen Ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. Um den Nutzer vor unzumutbaren Belästigungen zu schützen und diese Anforderung zu konkretisieren werden in der DIN 4109-1:2018-01 (gegenwärtig noch nicht in den Bundesländern eingeführt) Anforderungen definiert, die als öffentlich-rechtliche Mindestanforderungen zu sehen sind. Die gegenwärtig eingeführte Version der DIN 4109 von 1989 ist fast 30 Jahre alt und nicht mehr anerkannte Regel der Technik. Diese Aussage wird auch durch die Urteile deutscher Gerichte gestützt. Alternative technische Regeln, wie der erhöhte Schallschutz nach Beiblatt 2 zur DIN 4109 oder die Regelungen des Vereins Deutscher Ingenieure werden somit als privatrechtliche Vertragsgrundlage für Bauvorhaben herangezogen, um den Schallschutz zu regeln.

Bei der Auswahl von Bauteilen für den mehrgeschossigen Holzbau wird empfohlen, mindestens den Regelungen der DIN 4109-1:2018-01 zu folgen und den Nachweis des Schallschutzes objektspezifisch über ein schalltechnisches Gutachten zu erbringen. Bei der Festlegung der angestrebten Zielwerte ist die laut MBO §15 die Art der Nutzung maßgebend. Folglich müssen mit steigendem Standard auch bessere Werte für den Schallschutz erbracht werden. Empfehlungen bzw. Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz sind z.B. in DIN 4109:1989-11 Beiblatt 2 und speziell für den Wohnungsbau in der VDI Richtlinie VDI 4100 [15] enthalten.

In den VDI-Richtlinien 4100 wird zwischen einem erhöhten Schallschutz der Stufe I bis III unterschieden (vgl. Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: Schallschutztechnische Anforderungen an Trennwände und Decken nach DIN 4109 und VDI-Richtlinien

Bauteil	Mindestanforderung		Erhöhter Schallschutz			
	DIN 4109: 1989-11	DIN 4109-1 2018-01	Beiblatt 2 (1989-11)	VDI 4100 I 2012-10	VDI 4100 II 2012-10	VDI 4100 III 2012-10
Trennwand (Luftschall)	$R'_{w} \geq 53$	<b><math>R'_{w} \geq 53</math></b>	$R'_{w} \geq 55$	$R'_{w} \geq 56$	$R'_{w} \geq 59$	$R'_{w} \geq 64$
Decke (Luftschall)	$R'_{w} \geq 54$	<b><math>R'_{w} \geq 54</math></b>	$R'_{w} \geq 55$	$R'_{w} \geq 56$	$R'_{w} \geq 59$	$R'_{w} \geq 64$
Decke (Trittschall)	$L'_{n,w} \leq 53$	<b><math>L'_{n,w} \leq 50</math></b>	$L'_{n,w} \leq 46$	$L'_{n,w} \leq 51$	$L'_{n,w} \leq 44$	$L'_{n,w} \leq 37$

An die Außenbauteile werden Anforderungen gestellt, die abhängig vom Standort des Gebäudes und dem dort vorhandenen Außenlärm sind. Während es bei Innenbauteilen eher entscheidend ist, ob Lärm aus fremden Wohn- oder Arbeitsbereichen oder innerhalb des eigenen Bereiches übertragen wird, hängen die Anforderungen an Außenbauteile von der Schutzbedürftigkeit der Räume allgemein und vom außen herrschenden Lärmpegel ab. Je lauter die Umgebung und je schutzbedürftiger ein Raum, desto höher sind die Anforderungen an das Schalldämm-Maß seiner Außenflächen. Diese in Tabelle 4-7 dargestellten Anforderungen gelten damit für Außenwände und für Dächer.

Tabelle 4-7: Schallschutztechnische Anforderungen an Außenbauteile nach DIN 4109 und VDI-Richtlinien

Außenlärm		Mindestanforderung	Erhöhter Schallschutz		
		DIN 4109-1:2018-01	VDI 4100 I 2012-10	VDI 4100 II 2012-10	VDI 4100 III 2012-10
I + II	(bis 60 dB)	$R'_{w,ges} \geq 30$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 5 \text{ dB}$
III	(bis 65 dB)	$R'_{w,ges} \geq 35$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 5 \text{ dB}$
IV	(bis 70 dB)	$R'_{w,ges} \geq 40$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 5 \text{ dB}$
V	(bis 75 dB)	$R'_{w,ges} \geq 45$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 0 \text{ dB}$	$R'_{w} + 5 \text{ dB}$

Gegenüber Außenlärm bestehen öffentlich-rechtliche Anforderungen gemäß DIN 4109-1:2018-01 Abschnitt 5. Der Schallschutzanforderungswert, den die Schalldämmung eines Außenbauteils mindestens erreichen muss, hängt vom konkreten maßgeblichen Außenlärmpegel des jeweiligen Fassadenbereichs, der Nutzungsart des dahinterliegenden Raumes und der Raumgeometrie ab, wie aus Tab. 8 und 9 der Norm hervorgeht.

Hinsichtlich des Trittschallschutzes im Holzbau ist anzumerken, dass auch bei Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Anforderungswerte je nach Verhalten der Decken im tieffrequenten Bereich unter 100 Hz Trittschallgeräusche durch Bewohner häufig als besonders belästigend empfunden werden. Dementsprechend sollten Deckenaufbauten mit gutem Verhalten bezüglich dieses Frequenzspektrums bevorzugt verwendet werden.

Wird von den jeweiligen Projektbeteiligten ein erhöhter Schallschutz über das gesetzliche Mindestniveau hinaus gewünscht, kann ein erhöhter Schallschutz vertraglich vereinbart werden. Da die vertraglich vereinbarten dB- Werte für den späteren Käufer bzw. Nutzer häufig nicht greifbar sind, sollte dieser genau über die Bedeutung der vereinbarten Werte informiert werden. Hierfür kann auf Hilfsmittel wie z.B. den Schallschutzausweis der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V. zurückgegriffen werden. Hier sind auch Möglichkeiten gegeben, den Schallschutz verbal zu beschreiben. [16]

### 4.2.3 Rechnerischer Nachweis unter Berücksichtigung der Flankenübertragung

Der rechnerische Nachweis des Luft- und Trittschallschutzes kann nach DIN 4109-2:2018-01 erfolgen. Neben den Eigenschaften der flächigen Bauteile sind dabei die Einflüsse der Flankenübertragung zu berücksichtigen. DIN 4109:2018 sieht hierbei vor, für jedes Raumpaars die einzelnen Schallübertragungswege individuell zu betrachten (vgl. Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6). Bei üblichen Einbausituationen (ein Trennbauteil, vier flankierende Bauteile) ergeben sich so insgesamt 13 Übertragungswege. Daten zur den Schalldämmmaßen flächiger Bauteile und typischer Bauteilfügen (Flankenübertragung  $D_f$ ) sind für den Holzbau z.B. in DIN EN 4109-33:2016-07 angegeben.

Einen vereinfachten Nachweis wie in DIN 4109:1989-11 Beiblatt 1, mit einem „pauschalen Vorhaltenmaß“ zur Berücksichtigung der Flankenübertragung für das bewertete Bau-Schalldämmmaß gibt es nach DIN 4109-2: 2018-01 in Verbindung mit DIN 4109-33:2016-07 nicht mehr. Hier war es bisher üblich, ungeachtet der konkreten Einbausituation eine Abminderung des Bauteil-Schalldämmmaßes  $R_w$  um 5 dB vorzunehmen, um das gewünschte Bau-Schalldämmmaß  $R'_w$  zu erhalten. Analog konnte der bewertete Norm-Trittschallpegel am Bau  $L'_{n,w}$  mit einem Korrektursummand K vereinfacht global unter Kenntnis des Trittschalpegels der Decke ermittelt werden. Alternativ steht für einige Bauteilfügungen im Holzbau auch nach DIN 4109-2: 2018-01 ein Verfahren zur Abschätzung des Einflusses der flankierenden Bauteile für den Norm-Trittschallpegel am Bau zur Verfügung. Hierbei wird jedoch die Kenntnis des Aufbaus der zu fügenden Wand- und Deckenbauteile vorausgesetzt.

#### 4.2.4 Abschätzung des bewerteten Bau-Schalldämmmaßes und des bewerteten Norm-Trittschallpegels am Bau

Es wird empfohlen, zur zweckmäßigen Abschätzung des Bau-Schalldämmmaßes  $R'_w$  und des Norm-Trittschallpegels am Bau  $L'_{n,w}$  auf die vereinfachenden Ansätze der DIN 4109:1989 bzw. entsprechender Literaturangaben (vgl. Informationsdienst Holz [13, 14, 17]) zurückzugreifen. Insbesondere die Hefte der Informationsdienst Holz – Reihe bieten umfangreiche und gut aufbereitete Informationen zu dieser Thematik, die auch nach der Einführung der neuen DIN 4109:2018 noch ihre Gültigkeit haben.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden im Hinblick auf die Abschätzung des Bau-Schalldämmmaßes bzw. des Norm-Trittschallpegels vereinfachend folgende Ansätze gewählt:

$$R'_w = R_{w,R} - 5 \text{ dB} \geq R'_{w,erf} \quad \text{Gl. 4-1}$$

mit	$R'_w$ [dB]	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
	$R_w$ [dB]	Bewertetes Schalldämm-Maß
		$R'_{w,R} = R'_{w,P} - 2 \text{ dB}$
	$R_{w,R}$ [dB]	Bewertetes Schalldämm-Maß - Rechenwert
	$R_{w,P}$ [dB]	Bewertetes Schalldämm-Maß – geprüfter Wert
	$R'_{w,erf}$ [dB]	Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

und

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K \leq L'_{n,w,erf} \quad \text{Gl. 4-2}$$

mit	$L'_{n,w}$ [dB]	Bewerteter Norm-Trittschallpegel im Bau
	$L_{n,w}$ [dB]	Bewerteter Norm-Trittschallpegel
	$K$ [dB]	Korrekturwert Flankenübertragung Trittschall
	$L'_{n,w,erf}$ [dB]	Erforderlicher bewerteter Norm-Trittschallpegel im Bau

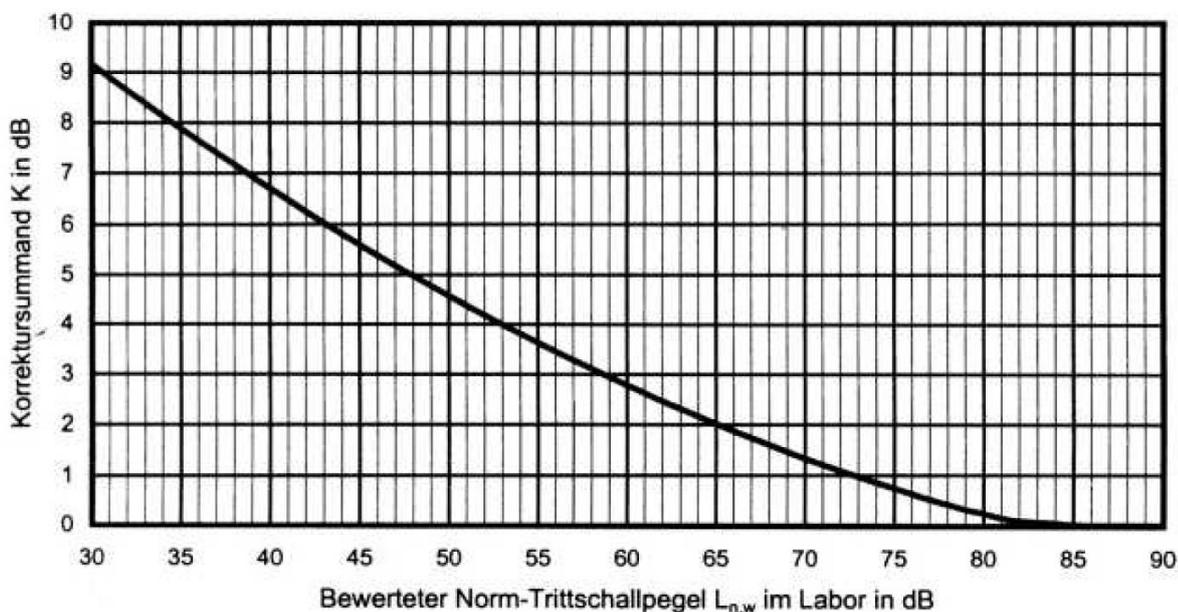


Abbildung 4-7 Korrektursummand K zur Berücksichtigung der Flankenübertragung [13]

## Art des Nachweises

$$\mathit{erf} R'_w \leq \mathit{vorh} R'_w \quad \text{Gl. 4-3}$$

$$\mathit{erf} L'_w \geq \mathit{vorh} L'_w \quad \text{Gl. 4-4}$$

Eine wesentliche Änderung in der neuen Norm betrifft das Sicherheitskonzept. In DIN 4109:1989-11 wurde ein Sicherheitsabschlag (das sogenannte Vorhaltemaß) an der Bauteilkenngröße vorgenommen. Die daraus resultierende Kenngröße für das Bauteil wurde als Rechenwert bezeichnet, z.B. für die Luftschalldämmung einer Wand oder Decke  $R_{w,R} = R_w - 2 \text{ dB}$  (mit  $R_{w,R}$ : Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes und  $R_w$ : Laborprüfwert bzw. für die Flankenschalldämmung von Bauteilen). Beim Trittschall wurde äquivalent ebenfalls ein Vorhaltemaß von 2 dB angesetzt. Im Unterschied hierzu wird in der neuen DIN 4109:2018 die Prognoseberechnung (vgl. Gleichung 49, DIN 4109-02:2018-01) mit den Bauteilkennwerten ohne Sicherheitsabschlag / Vorhaltemaß durchgeführt und der Sicherheitsabschlag dann am Endergebnis des resultierenden  $R'_w$  eingerechnet

### 4.2.5 Ermittlung der schallschutztechnischen Eigenschaften für flächige Bauteile

#### 4.2.5.1 Anspruch an die Qualität der Kennwerte

An die schalltechnischen Kennwerte der Bauteile in „dataholz.eu“ besteht der Anspruch, dass diese eine möglichst hohe Qualität erfüllen und vollständig nachvollziehbar sind. Die bis zu Projektbeginn vorhandenen Daten in „dataholz.com“ wurden alle über eine schalltechnische Bewertung auf Basis von Bauteilprüfungen durchgeführt. Da teilweise die zugehörigen Prüfberichte nicht mehr verfügbar waren, oder keine Angaben zu den damals angewendeten Konstruktionsregeln vorliegen, war es erforderlich, alle in Deutschland verfügbaren Bauteile erneut zu bewerten. Die bestehenden Werte werden geprüft und es ist eine vollständige Nachvollziehbarkeit der Daten für spätere Untersuchungen gewährleistet.

#### 4.2.5.2 Vorgehen zur Ermittlung der schallschutztechnischen Bauteileigenschaften

Um die schalltechnischen Eigenschaften zu ermitteln wurden drei Leistungspakete definiert, die eine möglichst effiziente Bewertung der Bauteile garantieren.

- |           |  |
|-----------|--|
| Paket I   | Kategorisierung der Bauteile, einerseits in normativ nach DIN 4109 zu beurteilende und andererseits durch Bauteilprüfungen zu untersuchende Bauteilaufbauten sowie Bewertung der durch die Norm abgedeckten Konstruktionen.  |
| Paket II  | Analyse und Abgleich der zu prüfenden Bauteile mit den aus „dataholz.com“ vorliegenden Prüfberichten und schallschutztechnischen Beurteilungen hinsichtlich einer Übertragbarkeit nach Deutschland und zur Ermittlung der experimentell notwendigen Bauteilprüfungen. Alle über die bestehenden Prüfberichte und Extrapolationsregeln zu beurteilenden Bauteile wurden in diesem Paket bewertet. |
| Paket III | Durchführen von schalltechnischen Bauteilprüfungen nach DIN EN ISO 10140 zur Bewertung der Luftschalldämmung sowie der Trittschalldämmung und Erstellen einer schalltechnischen Beurteilung der durch die Prüfung abgedeckten  |

Konstruktionen. Die ermittelten Werte dienen als Eingangswerte zur Berechnung nach DIN 4109-2:2016 oder als Grundlage für die Erstellung eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses.

Um eine hohe Qualität der späteren Beurteilungen zu gewährleisten wurden die Leistungspakete I und II an das Ingenieurbüro Müller BBM GmbH vergeben, das Prüf- und Zertifizierungsstelle zur schalltechnischen Bewertung von Bauteilen in Deutschland ist. Somit konnten auf Basis der vorhandenen Prüfberichte aus „dataholz.com“ zusammen mit den tabellierten Aufbauten der DIN 4109-33 und den Konstruktionsregeln der DIN EN 12354 Beurteilungen für alle Holztafelbauelemente und einen Teil der Holzmassivbauelemente erstellt werden. Zusätzlich wurden als Ergebnis des Pakets Nr. II, die zur Beurteilung der restlichen Bauteile notwendigen Schallprüfungen ermittelt.

Das Leistungspaket III wurde von der Holzforschung Austria in Zusammenarbeit mit Müller BBM bearbeitet. Die Vorgaben für die Prüfungen wurden als Ergebnis des Arbeitspakets II von Müller BBM an die HFA übergeben und die notwendigen Schallprüfungen abgestimmt. Die Prüfungen selbst wurden bei der HFA durchgeführt und die Ergebnisse an Müller BBM zur Beurteilung der restlichen Bauteile übermittelt.

Durch diese Vorgehensweise konnten alle Bauteile einheitlich durch eine in Deutschland akkreditierte Prüfstelle transparent und nachvollziehbar bewertet werden.

#### **4.2.6 Ermittlung der Kennwerte für flächige Bauteile nach DIN 4109-33**

Die schallschutztechnische Bewertung der Bauteile selbst kann über zwei Wege erfolgen: Einerseits können die Eingangsgrößen aus technischen Regeln, hier aus DIN 4109-33:2016, herangezogen werden, andererseits können sie messtechnisch nach EN ISO 10140 bzw. EN ISO 10848 bestimmt werden. Die DIN 4109-33:2016 enthält tabellierte Werte für Wand- Dach und Deckenaufbauten für Bauteile in Holztafel- und auch Holzmassivbauweisen. Durch die strikte Vorgabe an die Bauteilkonfiguration sowie an die zu verwendeten Produkte scheidet dieser Nachweis für den Großteil der Konstruktionen aus. Beispielhaft kann die Anforderung an die dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung von  $s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$  genannt werden, die gegenwärtig nicht mehr am Markt verfügbar ist. Eine Untersuchung zusammen mit Müller BBM hat ergeben, dass lediglich 13 von 324 untersuchten Konstruktionen über die tabellierten Werte der DIN 4109-33:2016 abdeckbar sind [18].

#### **4.2.7 Schalltechnische Bauteilprüfungen**

Im Zuge des Projektes war es aufgrund fehlender bzw. ausreichender schallschutztechnischer Beurteilungsgrundlagen speziell im Bereich der Holzmassivbauteile notwendig, neue Bauteilprüfungen durchzuführen. Gemeinsam mit Müller BBM, HFA und TUM wurden 21 Prüfungen festgelegt, welche im Akustic Center Austria durchgeführt wurden. (vgl. Abbildung 4-8).



Abbildung 4-8: Prüfstände des Akustic Centers Austria der Holzforschung Austria (© ACR/schewig-fotodesign)

Die Prüfungen wurden im Zeitraum von Februar bis April 2018 durchgeführt. Die Art und Anzahl der zu prüfenden Bauteile ergab sich aus dem Paket II der schalltechnischen Untersuchung (vgl. Abschnitt 4.2.5.2). Die genauen Aufbauten, sowie die Ergebnisse der Prüfungen können dem Anhang C bzw. den spezifischen Bauteilen auf „dataholz.eu“ entnommen werden. Abbildung 4-9 bis Abbildung 4-12 sowie Tabelle 4-8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigen Ausschnitte aus den schalltechnischen Prüfungen sowie eine Übersicht über die erzielten Ergebnisse.



Abbildung 4-9: Schallmessung Dach – Senderaum (oben)



Abbildung 4-10: Schallmessungen Decke - Empfangsraum (unten)



Abbildung 4-11: Schallmessungen Außenwand - Empfangsraum



Abbildung 4-12: Schallmessung Trennwand - Bau des Prüfkörpers im Prüfraum

Tabelle 4-8: Ergebnisse der Bauteilprüfungen dataholz.de

Typ	$R_w$ bzw. $L_{n,w}$																												
Dach (12 Bauteile)	<table border="1"> <caption>Data for Schalldämmmaß <math>R_w</math> [dB]</caption> <thead> <tr> <th>Component</th> <th>Value 1 [dB]</th> <th>Value 2 [dB]</th> <th>Value 3 [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DA01</td> <td>48</td> <td>40</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>DA02</td> <td>42</td> <td>42</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>DA03</td> <td>49</td> <td>41</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>DA04</td> <td>41</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>DA05</td> <td>41</td> <td>40</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>DA06</td> <td>40</td> <td>41</td> <td>39</td> </tr> </tbody> </table>	Component	Value 1 [dB]	Value 2 [dB]	Value 3 [dB]	DA01	48	40	43	DA02	42	42	42	DA03	49	41	40	DA04	41	40	40	DA05	41	40	41	DA06	40	41	39
Component	Value 1 [dB]	Value 2 [dB]	Value 3 [dB]																										
DA01	48	40	43																										
DA02	42	42	42																										
DA03	49	41	40																										
DA04	41	40	40																										
DA05	41	40	41																										
DA06	40	41	39																										

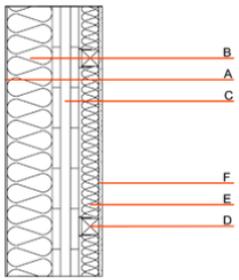
Decke (4 Bauteile)	<p>gemessenes Schalldämmmaß <math>R_w</math> [dB]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteil</th> <th>gemessenes <math>R_w</math> [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DE01</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>DE02</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>DE03</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>DE04</td> <td>62</td> </tr> </tbody> </table>	Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]	DE01	72	DE02	78	DE03	68	DE04	62	<p>gemessener Schallpegel <math>L_{n,w}</math> [dB]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteil</th> <th>gemessener <math>L_{n,w}</math> [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DE01</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>DE02</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>DE03</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>DE04</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Bauteil	gemessener $L_{n,w}$ [dB]	DE01	46	DE02	42	DE03	46	DE04	50
Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]																					
DE01	72																					
DE02	78																					
DE03	68																					
DE04	62																					
Bauteil	gemessener $L_{n,w}$ [dB]																					
DE01	46																					
DE02	42																					
DE03	46																					
DE04	50																					
Trennwände (4 Bauteile)	<p>gemessenes Schalldämmmaß <math>R_w</math> [dB]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteil</th> <th>gemessenes <math>R_w</math> [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TW01</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>TW02</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>TW03</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>TW04</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]	TW01	50	TW02	68	TW03	72	TW04	45											
Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]																					
TW01	50																					
TW02	68																					
TW03	72																					
TW04	45																					
Außenwände (8 Bauteile)	<p>gemessenes Schalldämmmaß <math>R_w</math> [dB]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteil</th> <th>gemessenes <math>R_w</math> [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AW01</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>AW01</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>AW02</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>AW03</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>AW04</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>AW05</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>AW06</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>AW07</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table>	Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]	AW01	55	AW01	42	AW02	43	AW03	39	AW04	35	AW05	36	AW06	48	AW07	48			
Bauteil	gemessenes $R_w$ [dB]																					
AW01	55																					
AW01	42																					
AW02	43																					
AW03	39																					
AW04	35																					
AW05	36																					
AW06	48																					
AW07	48																					

#### 4.2.8 Ergebnisse der Beurteilungen

Hinsichtlich der Ergebnisse der geprüften bzw. der Beurteilung weiterer Bauteile wurden wiederholt gemeinsame Telefonkonferenzen (HFA-Müller-BBM) abgehalten, um Beurteilungen beruhend auf einem beiderseitigen Konsens zu erhalten und so Abweichungen in den Beurteilungen identer Bauteilaufbauten zu vermeiden. In diesem Zuge wurden ebenfalls Beurteilungen alter (bereits in „dataholz.com“ verwendeter) Bauteile angepasst. Des Weiteren konnten durch diese Abstimmungen und durch das Vergleichen verschiedener Messergebnisse auch Zusatzinformationen über beispielsweise unterschiedliche Auswirkungen bzw. die Einflüsse unterschiedlicher Rohdichten bei WDVS-Dämmplatten auf mineralischer Basis gewonnen werden. Diese werden nun in „dataholz.eu“ ebenfalls als Zusatzinformation unter den jeweiligen Bauteilen in der schallschutztechnischen Bewertung angeführt. Ebenso wurde nach gemeinsamen Analysen von durchgeführten Messungen bei Dachaufbauten mit Unterdeckplatten festgestellt, dass unterschiedliche Rohdichten jener Platten einen hohen Einfluss auf den Schallschutz haben und ein  $\Delta R_w = -6$  dB verursachen können (z.B. sdmhbi01a). Solche Informationen sind als Mehrwert zu sehen und können den Planer in seiner Produktentscheidung sehr behilflich sein.

Geprüfte/zugelassene Bauteile > Aussenwand > awmopi01a > 09

Schnitt Aufbau



Datenblatt Aussenwand  
awmopi01a-09

**Aussenwand awmopi01a-09**  
Aussenwand Holzmassivbau, nicht hinterlüftet, mit Installationsebene, geputzt

**Bauphysikalische Beurteilung**

**Brandschutz**  
REI von innen 90  
REI von aussen 60  
max. Wandhöhe = 3 m; max. einwirkende Last  $E_{dB}$  = 35 kN/lfm  
Klassifizierung durch MA39/HFA  
**Brandschutz Deutschland**  
Klassifizierung: REI60 (von innen/von außen); ACHTUNG: REI90 (von innen) in Deutschland möglich mit 2x12,5mm GKF/GF  
Last  $E_{dB}$  gemäß des deutschen Verwendbarkeitsnachweises  
Nachweis: herstellerspezifisch

**Wärmeschutz**  
U 0,15 W/(m²K)  
Diffusionsverhalten geeignet  
Berechnung durch TUM  
↓ Nachweis Wärmeschutz Berechnung

**Schallschutz**  
 $R_w (C; C_{tr})$  51 dB (-3; -9)  
 $L_{n,w} (C_i)$   
Bei Verwendung von leichteren WDVS-Dämmplatten ( $\rho$  ca. 90kg/m³) ergibt sich  $R_w=49dB$ .  
Beurteilung durch Müller-BBM  
↓ Nachweis Schallschutz Beurteilung

Abbildung 4-13: Schallschutztechnische Beurteilung mit wesentlichen Zusatzinformationen [4]

Die notwendige Transparenz zur späteren Nachvollziehbarkeit wird dadurch erreicht, dass zu jeder Bauteilvariante die entsprechenden Beurteilungsgrundlagen in dem zugehörigen, herunterladbaren PDF-Dokument mit angegeben werden (vgl. Abbildung 4-14).

Bauteil-variante	Aufbau	Beurteilungsgrundlagen	Bewertetes Schalldämm-Maß	Bewerteter Trittschall-pegel
			$R_w (C; C_{tr})$ /dB	$L_{n,w}$ /dB
gdmnxa01a-00	50 mm Zement-/ Anhydritestrich Trennlage 30 mm Trittschalldämmung MW-T ( $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ ) 50 mm Schüttung elastisch gebunden ( $m' = 75 \text{ kg/m}^2$ ) Rieselschutz 134 mm BSP 70 mm Lattung auf Schwingbügel 50 mm Mineralwolle 12,5 mm GKF/ GF	0911_18_04_M05 (Luftschall DE02) 0911_18_04_M06 (Trittschall DE02) TGM-VA AB 10733 TGM-VA AB 10734 Massegesetz DIN EN ISO 12354-1 (Ausgabe November 2017) Bachelorarbeit L. Huissel	79 (-7;-16)	44 (1)

Abbildung 4-14: Schalltechnische Beurteilung Nr. M135147/44 für die Bauteilvariante gdmnxa01a-00 [19]

Die detaillierten Beurteilungen und Ergebnisse aller Bauteile können dem Bericht „Schallschutz – Forschungsvorhaben dataholz.eu“ von Müller- BBM entnommen werden [20].

## 4.3 Wärmeschutztechnische Nachweismethodik

### 4.3.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten

Der Wärmeschutz auf Bauteilebene betrachtet die zu limitierenden Wärmeströme am Gebäude. Neben dem ökologischen Aspekt dient der Wärmeschutz auch dem Erhalt der Gebäudesubstanz, der Wirtschaftlichkeit und der Nutzbarkeit des Gebäudes. Nachstehend werden die wesentlichen Grundlagen für die wärmeschutztechnische Bewertung der Bauteile von „dataholz.eu“ erläutert.

#### Wärmestrom

Der Wärmestrom ( $\Phi$ ) bezeichnet die transportierte Wärmemenge pro Zeiteinheit. Im Bauwesen wird allgemein der Wärmestrom in Watt [W] verwendet.

#### Wärmestromdichte

Bei Bauteilen beschreibt die Wärmestromdichte ( $q$ ) den Wärmestrom pro Flächeneinheit. In der Regel wird die Wärmestromdichte in  $W/m^2$  angegeben.

#### Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient ( $U$ ) von Bauteilen wird allgemein auch als U-Wert im Bauwesen bezeichnet. Der U-Wert gibt ein Verhältnis von Wärmestromdichte zum Temperaturgefälle zwischen dem Innen- und Außenraum an. Die Berechnung ist nach der DIN EN ISO 6946:2015-06 für die Bauteile von „dataholz.eu“ erfolgt und wird in  $W/(m^2 K)$  ausgewiesen.

#### Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) ist eine materialabhängige Eigenschaft, welche die quantitative Aussage zur Wärmeleitung der verschiedenen Materialien im Bauwesen wiedergibt. Je geringer die Wärmeleitfähigkeit eines Materials ist, desto geeigneter ist das Material zur Wärmedämmung. Die Angabe von Werten der Wärmeleitfähigkeit von Baumaterialien wird in  $W/(m K)$  ausgewiesen.

#### Wärmedurchgangswiderstand

Der Wärmedurchgangswiderstand ( $R_T$ ) ist der Kehrwert vom U-Wert. Jede Bauteilschicht besitzt einen gewissen Wärmedurchlasswiderstand ( $R$ ), der sich aus dem Quotienten der Schichtdicke und der Wärmeleitfähigkeit errechnen lässt. Die Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Schichten werden unter Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände zum Wärmedurchgangswiderstand des Bauteils aufsummiert.

#### Wärmeübergangswiderstand

Beim Wärmeübergang an den Bauteiloberflächen ist durch den Unterschied des Aggregatzustands der beteiligten Stoffe am Wärmestrom ein Widerstandseffekt zu berücksichtigen. Die Bezeichnung des Wärmeübergangswiderstandes wird für innen mit  $R_{si}$  und für außen mit  $R_{se}$  unterschieden.

### 4.3.2 Anforderungen

Neben den Landesbauordnungen, die grundsätzlich zwar einen adäquaten Wärmeschutz für Gebäude fordern, gilt bundesweit die Energieeinsparverordnung (EnEV) für Neubauten und energeti-

sche Sanierungen von Bestandsgebäuden. Im Wesentlichen wird durch die EnEV der höchstzulässige Jahres-Primärenergiebedarf eines Gebäudes limitiert. Seit 2014 gilt die Energieeinsparverordnung 2014, deren Anforderungen 2016 erhöht wurden. Somit gelten seit Januar 2016 die aktuell gültigen Grenzwerte für Wohngebäude und Nichtwohngebäude. Grundsätzlich werden keine Anforderungen an einzelne Bauteile gestellt, dennoch wird im Rahmen der EnEV auf den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 verwiesen und dessen Einhaltung gefordert. Da die Nachweisführung der EnEV über den Vergleich mit einem Referenzgebäude erfolgt, werden die anzuwendenden U-Werten der Bauteile des Referenzgebäudes gegeben (vgl. Tabelle 4-9). Für den ersten Entwurf eines Gebäudes können diese Werte als richtungsweisend herangezogen werden.

Tabelle 4-9: U-Werte des Referenzgebäudes (Wohnnutzung) nach EnEV 2016

<b>U-Wert der Bauteile des Referenzgebäudes (Wohnnutzung) nach EnEV 2016</b>		
Art des Bauteils	Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19\text{ °C}$
Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	0,28 W/(m <sup>2</sup> K) (0,21 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>	0,35 W/(m <sup>2</sup> K) (0,26 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>
Bodenplatte, Außenwand gegen Erdreich, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	0,35 W/(m <sup>2</sup> K) (0,26 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>	0,35 W/(m <sup>2</sup> K) (0,26 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>
Dach, oberste Geschossdecke	0,20 W/(m <sup>2</sup> K) (0,15 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>	0,35 W/(m <sup>2</sup> K) (0,26 W/(m <sup>2</sup> K)) <sup>1</sup>
<sup>1</sup> Berücksichtigung des ab Januar 2016 gültigen Faktor 0,75 für den höchstzulässige Jahres-Primärenergiebedarf		

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 gilt grundsätzlich für jedes Bauteil, welches zur thermischen Hülle gehört. Beim Mindestwärmeschutz werden die Grenzwerte nach dem flächenbezogenen Gewicht der Bauteile differenziert. In Tabelle 4-10 wird der Wärmedurchlasswiderstandes (Maximalwerte) sowie vereinfacht dessen Kehrwert zum Vergleich mit den Werten in Tabelle 4-9 für die unterschiedlichen Bauteile ausgewiesen.

Tabelle 4-10: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen

<b>Umrechnung des Wärmedurchlasswiderstands in U-Wert der Bauteile</b>		
Art des Bauteils <sup>1</sup>	flächenbezogene Masse des Bauteils	
	m' $\geq 100\text{ kg/m}^2$	m' $< 100\text{ kg/m}^2$
Dach, Geschossdecke gegen Außenluft nach oben, Außenwand, Außenwand gegen Erdreich, Wände zu unbeheizten Räumen	0,83 W/(m <sup>2</sup> K)	0,57 W/(m <sup>2</sup> K)
Bodenplatte	1,11 W/(m <sup>2</sup> K)	0,57 W/(m <sup>2</sup> K)
Geschossdecke gegen Außenluft nach unten	0,57 W/(m <sup>2</sup> K)	0,57 W/(m <sup>2</sup> K)
<sup>1</sup> Beim Holztafelbau sind für das Gefach die Anforderungen ( $R_G \geq 1,75\text{ (m}^2\text{ K)/W}$ ) einzuhalten. Zusätzlich gilt für das gesamte Bauteil im Mittel ein Anforderungswert ( $R_M \geq 1,0\text{ (m}^2\text{ K)/W}$ ).		

Der normative Mindestwärmeschutz wird bei Einhaltung der U-Werte des Referenzgebäudes aus der EnEV im Regelfall erfüllt.

### 4.3.3 Nachweis auf Basis technischer Regeln

Die Berechnung der Wärmeübergangs- und –durchlasswiderstände erfolgt nach DIN EN ISO 6949:2015. Für die Materialien wurden die Wärmeleitfähigkeiten in Anlehnung an „dataholz.com“ angenommen. Die aktuellen Werte werden auf der Plattform [www.dataholz.eu](http://www.dataholz.eu) zu jedem Baustoff mit aufgeführt. Es wurde bei der Berechnung auch der Einfluss der konstruktiven Holzbauteile, wie Ständer oder Lattung anteilmäßig berücksichtigt. Für die Wärmeübergangswiderstände an den Bauteiloberflächen sind die in Tabelle 4-111 angegebenen Werte anzunehmen. Sollte das Bauteil außenseitig eine bewegte Luftschicht (z.B. hinterlüftete Dacheindeckung oder Vorhangfassade) besitzen, dann wird für  $R_{se}$  der Wert von  $R_{si}$  eingesetzt.

Tabelle 4-11: Wärmeübergangswiderstände nach DIN EN ISO 6949:2015

Wärmeübergangswiderstände nach DIN EN ISO 6949:2015		
	Wärmestrom aufwärts	Wärmestrom horizontal
$R_{si}$	0,10 m <sup>2</sup> K/W	0,13 m <sup>2</sup> K/W
$R_{se}$	0,04 m <sup>2</sup> K/W	0,04 m <sup>2</sup> K/W

Nachstehende Gleichungen zeigen die Berechnung für mehrschichtige Bauteile. Der anteilmäßige Einfluss der konstruktiven Holzbauteile wurde weiterführend dazu innerhalb der spezifischen Berechnungen in einem Excel-Tool berücksichtigt.

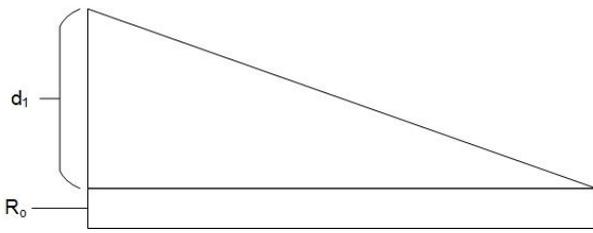
$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U \left[ \frac{W}{m^2 K} \right] \quad (\text{Gl. 4-5})$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} \left[ \frac{m^2 K}{W} \right] \quad (\text{Gl. 4-6})$$

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} \left[ \frac{m^2 K}{W} \right] \quad (\text{Gl. 4-7})$$

- mit:
- $R_T$ : Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteils in m<sup>2</sup> K/W
  - $\Delta U$ : Korrekturwert zur Berücksichtigung von Luftspalten, Dämmschichten durchdringenden Befestigungselementen und Niederschlag auf Umkehrdächern in W/(m<sup>2</sup> K)
  - $R_{si}$  /  $R_{se}$ : innerer / äußerer Wärmeübergangswiderstand in m<sup>2</sup> K/W
  - $R$ : Summe der Wärmedurchgangswiderstände der Bauteilschichten
  - $d$ : Schichtdicke in m
  - $\lambda$ : Wärmeleitfähigkeit der Bauteilschicht in W/(m K)

Bei den Flachdächern mit Gefälledämmung muss bei der Berechnung der U-Werte zusätzlich beachtet werden, wie die Gefälledämmung ausgeführt wird. Folgende in Abbildung 4-15 dargestellte Ausführung der Gefälledämmung wird im entwickelten Excel-Tool und bei den U-Werten auf „dataholz.eu“ angenommen.



mit:  $R_0$  : Wärmedurchgangswiderstand der Grunddämmung in  $m^2 K/W$  mit der Dicke  $d_0$  der Dämmschicht

$d_1$ : Maximale Dicke der Zusatzdämmung

Abbildung 4-15: Gefälledämmung bei einem Flachdach

Ein entsprechendes Beispiel zur Berechnung des U-Wertes der Bauteile ist im Anhang D dargestellt.

### 4.3.4 Ergebnisse in Bezug auf wärmeschutztechnische Eigenschaften

Zur Ermöglichung einer variablen Planung von Holzgebäuden werden mit den Bauteilen für ‚dataholz.de‘ die Varianz der baupraktischen U-Werte abgedeckt. Zur Übersichtlichkeit der vorhandenen Bauteile und deren Eingruppierung dienen die Abbildung 4-16 für Außenwände und die Abbildung 4-17 für Dächer.

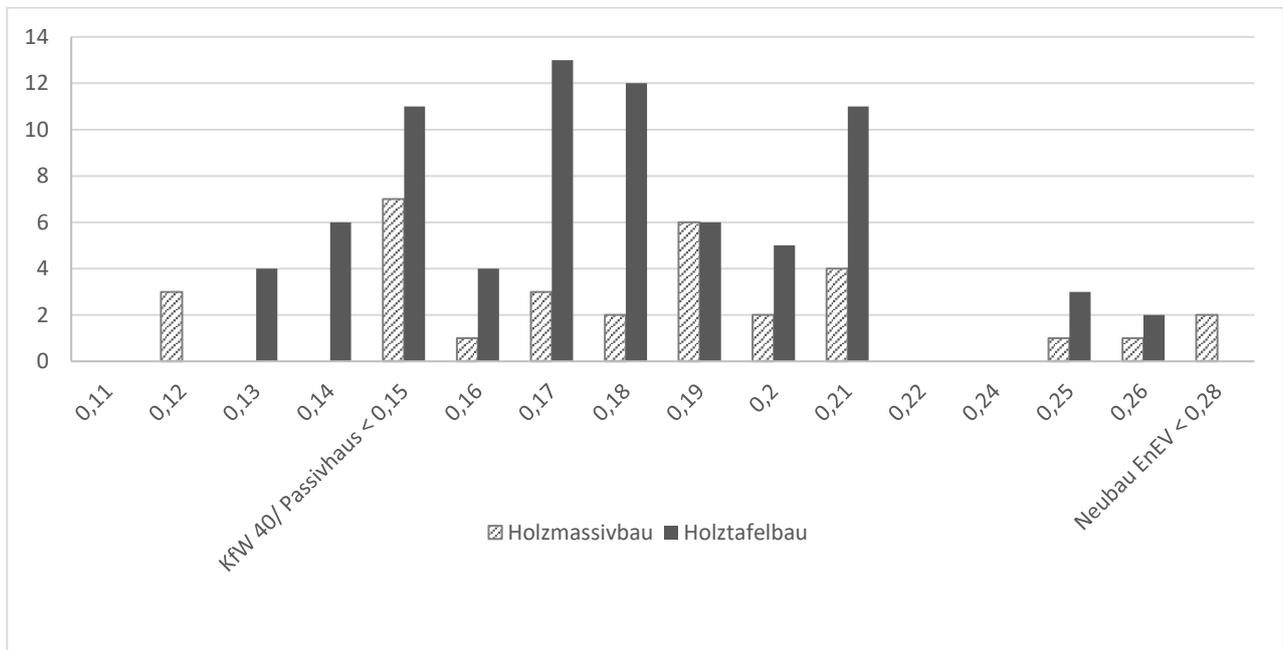


Abbildung 4-16: Anzahl der Außenwände je Konstruktionsweise, die einen bestimmten U-Wert erreichen

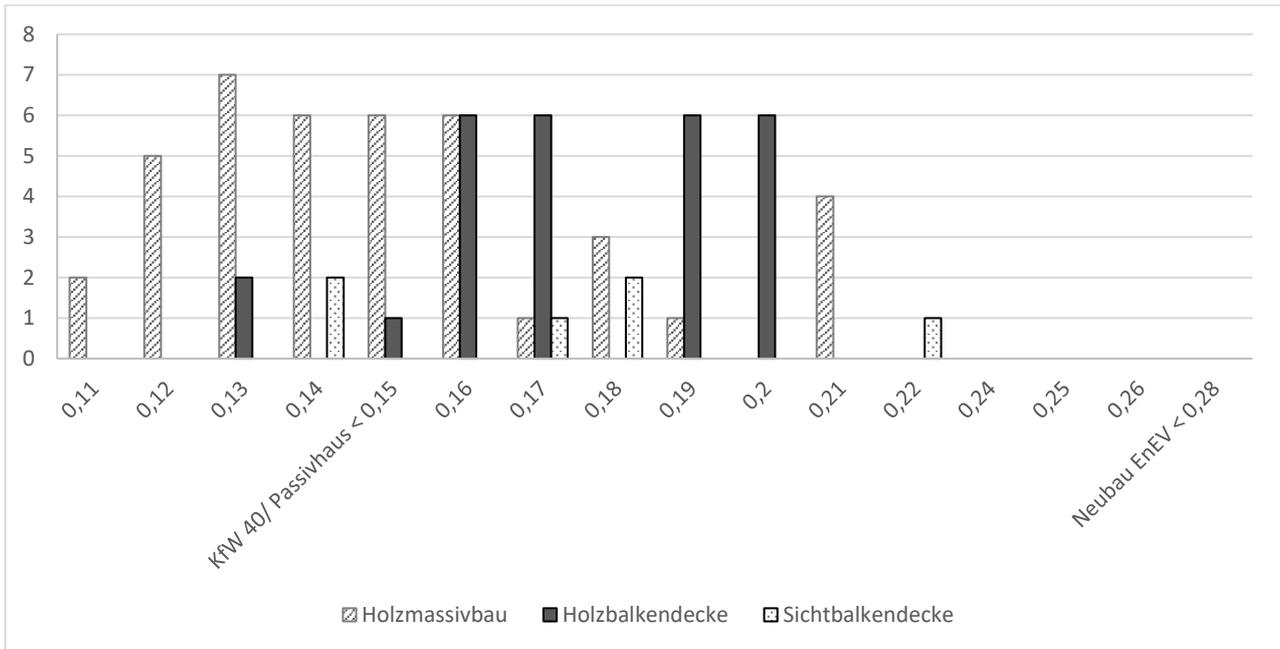


Abbildung 4-17: Anzahl der Dächer je Konstruktionsweise, die einen bestimmten U-Wert erreichen

### 4.4 Feuchteschutztechnische Nachweismethodik und Holzschutz

Bei Konstruktionen in Holzbauweise ist der Feuchteschutz ein wesentlicher Planungsbestandteil, um Schäden an der Oberfläche und innerhalb der Konstruktion auszuschließen. Aufgabe des Planers ist es, durch planerische und konstruktive Maßnahmen den Eintritt von Feuchtigkeit zu minimieren und das Abführen von eingedrungener Feuchtigkeit sicherzustellen und damit den Befall von holzerstörenden Organismen auszuschließen. Neben dem Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2014-11 ist für beidseitig geschlossenen Holzbaukonstruktionen innerhalb der grundsätzlichen baulichen Maßnahmen das Austrocknungsverhalten mit einer zusätzlichen Trocknungsreserve nach DIN 68800-2:2012-02 nachzuweisen.

Nach DIN 4108-3:2014-11 in Verbindung mit den grundsätzlichen Maßnahmen zur Luftdichtheit nach DIN 4108-7:2011-01 sind Bauteile unter gewissen Randbedingungen ohne rechnerischen Nachweis zulässig. Zusätzlich werden in DIN 68800-2:2012-02 Anhang A Konstruktionen aufgeführt, die in Bezug auf den Feuchte- und Holzschutz als bewährt und nachgewiesen angesehen werden können. Für diese Konstruktionen darf der feuchteschutztechnische Nachweis und Zuordnung zur Gebrauchsklasse 0 als erbracht angesehen werden. Neben diesen Konstruktionen aus DIN 68800-2:2012-02 Anhang A werden in DIN 68800-2:2012-02 Grenzwerte für die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke ( $s_{d,i}$ -Wert) der außen- und innenliegenden Bauteilschichten angegeben (vgl. Tabelle 4-12). Feuchteschutztechnische Nachweise für Bauteile, die diese Verhältnisse einhalten, können als erbracht angesehen werden. Das Prinzip hinter dieser Vorgehensweise ist die Vermeidung von Tauwasserausfall durch einen diffusionsoffenen Aufbau und die Gewährleistung der Austrocknung des Bauteils. Konvektionsströme sind durch die luftdichte Ausführung der Gebäudehülle zu begrenzen.

Tabelle 4-12: Anforderungen an den  $s_{d,i}$ -Wert nach DIN 68800-2 S.11, um feuchteteknisch sichere Bauteile zu erhalten

Außen $s_{d,e}$ Wert	Innen $s_{d,i}$ - Wert
$\leq 0,1$ m	$\geq 1,0$ m
$\leq 0,3$ m	$\geq 2,0$ m
$0,3 \text{ m}^a \leq s_d \leq 4,0 \text{ m}^a$	$6 \times s_{d, \text{außen}}^a$
Dabei sind zusätzliche Dämmschichten auf der Raumseite bis 20% des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes zulässig.	
<sup>a</sup> Nur bei werksseitiger Vorfertigung nach Holztafelbaurichtlinie.	

In Teilbereichen abweichende Regelungen enthält die DIN 4103-8, wobei die hierin enthaltenen Angaben zu nicht belüfteten Dächern in DIN 68800-2:2012-02 nur bedingt Anwendung finden, um z.B. eine sommerliche Rücktrocknung infolge von Umkehrdiffusion hin zur Innenseite zu ermöglichen. (vgl. Tabelle 4-13).

Tabelle 4-13: Anforderungen an den  $s_{d,i}$ -Wert nach DIN 4108-3:2014-11

Zeile	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke in Metern		
	Außen $s_{d,e}^a$	Innen $s_{d,i}^a$	
1	$\leq 0,1$	$\geq 1,0$	Bei belüftete Dächer
2	$0,1 < s_{d,e} \leq 0,3$	$\geq 2,0$	
3	$0,3 < s_{d,e} \leq 2,0$	$\geq 6 \cdot s_{d,e}$	
4	$\leq 0,5$	$\geq 10$	

5	>0,5	$\geq 100$	Bei nicht belüfteten Dächern
<sup>a</sup> $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht <sup>b</sup> $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht			

Weiterführende Anforderung an die Höhe der Lüftungsebene werden in DIN 68800-2:2012-02 und DIN 4108-3:2014-11 an nach außen diffusionsoffene Konstruktionen, wie z.B. bei Dächern mit Metalleindeckungen gestellt. Bei entsprechenden Dächern mit einer Dachneigung ( $\alpha \leq 15^\circ$ ) muss der belüftete Hohlraum eine Höhe von mindestens 80 mm aufweisen. Bei steileren Dächern ( $\alpha > 15^\circ$ ) ist der Mindestwert der Höhe des Lüftungsquerschnitts auf 40 mm festgelegt. Entsprechend Anmerkung werden den Anwender von „dataholz.eu“ in den Beschreibungen der Bauteile gegeben.

Werden die nachweisfreien Randbedingungen nach DIN 68800-2:2012-02 nicht eingehalten, so kann stattdessen ein rechnerischer Feuchtenachweis immer auch auf Basis der DIN 4108-3:2014-11 als auch mit DIN EN 15026:2007-07 erfolgen. DIN 4108-3:2014-11 umfasst das sogenannte Glaser-Verfahren. Das Wasserdampfdiffusionsverhalten der Bauteile kann hierüber vereinfacht betrachtet werden. Eine quantitative Aussage zu den realen Feuchtezuständen ist hierüber jedoch nicht möglich. Berechnungen zum Feuchtegehalt einzelner Schichten unter realen Klimarandbedingungen und Bauteileigenschaften sind für kritische Bauteile auf Basis der DIN EN 15026:2007-07 möglich. Weiterführend werden hierzu die zugehörigen Randbedingungen und Hinweise der WTA Merkblätter, zur hygrothermischen Simulation von Holzbaukonstruktionen empfohlen. Der Nachweis nach dem Glaser-Verfahren war für die untersuchten Bauteile jedoch ausreichend.

Bei allen Bauteilen von dataholz.de wurde die Tau- und Verdunstungsperiode sowie das Rücktrocknungspotential betrachtet und nachgewiesen. Kritische Bauteile, die den Feuchteschutz nicht oder nur sehr knapp erfüllten, wurden in ihrem Aufbau modifiziert (z.B. durch Einbringen einer Dampfbremse). Mit diesem Vorgehen konnten sämtliche für „dataholz.eu“ ausgewählte Bauteile als „diffusionstechnisch geeignet“ eingestuft werden. Zudem lassen sich diese Bauteile auf Basis der DIN 68800-2:2012-02 der Gebrauchsklasse 0 zuordnen.

Allgemein ist bei Holzkonstruktionen darauf zu achten, dass die Holzfeuchte beim Einbau 20 M-% nicht übersteigt. Werden bei der Planung zusätzliche Installationsebenen eingefügt, muss beachtet werden, dass die innenseitige Dämmung nach DIN 68800-2:2012-02 nicht mehr als 20 % der Gesamtdämmwirkung beträgt. Anderenfalls ist ein spezifischer Nachweis über das Glaser-Verfahren oder eine hygrothermische Simulation durch den Planer notwendig. Die luftdichte Ausbildung der Gebäudehülle, zur Vermeidung von konvektiven Feuchteinträgen ist wesentliche Grundlage für die Funktionsfähigkeit der in „dataholz.eu“ gelisteten Bauteile und Anschlüsse.

## 4.5 Ökologische Bauteilbewertung

### 4.5.1 Allgemeines Vorgehen

Im Rahmen dieses Projekts werden für die Bauteile, die in den Bauteilkatalog „dataholz.eu“ aufgenommen werden – neben anderen Kennwerten – auch quantifizierte Umweltinformationen bereitgestellt. Die Kommunikation der Umweltqualität erfolgt gemäß der wissenschaftlichen Methode der Ökobilanzierung nach den Grundsätzen gemäß DIN EN 14044:2006-10 und 14040:2009-11 sowie entsprechend den Grundregeln für Bauprodukte gemäß DIN EN 15804:2014-07 und den Berechnungsregeln im Kontext von Gebäuden gemäß DIN EN 15978:2012-10.

Besonderer Fokus bei den nachfolgenden Überlegungen und Ausführungen liegt auf den wesentlichen Grundsätzen der Ökobilanzierung nach DIN EN 14040:2009-11, auf die in den folgenden Ausführungen immer wieder Bezug genommen wird:

- Lebenswegbetrachtung
- Umweltbezogene Ausrichtung
- Relativer Ansatz und funktionelle Einheit
- Iterativer Ansatz
- Transparenz
- Ganzheitlichkeit
- Priorität des wissenschaftlichen Ansatzes

### 4.5.2 Ziel und Untersuchungsrahmen

Ziel der Ökobilanzberechnungen ist es den Anwendern der Plattform „dataholz.eu“ einen Überblick und eine Beurteilung der Input- und Output-Flüsse der Umweltauswirkungen der Bauteile im Verlauf des Lebensweges zu ermöglichen. Das Untersuchungsobjekt umfasst ca. 350 Bauteile in Holzbauweise, die für den deutschen Markt auf der Plattform „dataholz.eu“ gelistet sind. Die Daten sind sowohl für Ökobilanz-Experten, als auch für Anwender der Plattform (Architekten, Fachplaner, Bauherren, Baufirmen, Bauprodukthersteller u.a.) bestimmt. Die Daten ermöglichen eine erste Abschätzung und einen Vergleich unterschiedlicher Bauteile mit unterschiedlichen Eigenschaften und sollen den Anwendern verdeutlichen inwiefern Entwurfsentscheidungen eine Auswirkung auf die ökologische Qualität des Bauteils haben. Zudem können mit den Ergebnissen und den veröffentlichten Werten durch Skalierung erste Abschätzungen für vollständige Ökobilanzberechnungen von ganzen Gebäuden getroffen werden, wie sie beispielsweise für Zertifizierungen nach BNB und DGNB gefordert sind. Die Veröffentlichung der Daten erfolgt über die Datenbank „dataholz.eu“ und die detaillierte Darstellung der Berechnung mit erläuternden Kommentaren ist über den Behördenzugang der Datenbank einzusehen. Die Vervollständigung der Ökobilanz erfolgt in Form des folgenden Teilschnitts dieses Projektberichtes.

Der Untersuchungsrahmen der Ökobilanzstudie umfasst in seiner ersten Berechnung über 350 Bauteile, bestehend aus Außenwand-, Dach-, Decken-, Trennwand- und Innenwandbauteilen. Die Bauteile bestehen sowohl aus Holztafel- als auch aus Holzmassivbauteilen und variieren bezüglich des Dämmstoffes (Zellulose, Holzfaser, Mineralfaser), der Dämmstoffdicke, der Bauteilschichten

und/oder der Bekleidung/Beplankung. Das untersuchte Bauteil kann durch die funktionelle Einheit 1,0 m<sup>2</sup>-Konstruktionsfläche beschrieben werden und variiert aufgrund der bewusst gewählten Vielzahl an Bauteildatensätzen in der Funktion bzgl. Wärmeschutz (U-Wert), Brandschutz (Feuerwiderstandsfähigkeit), Schallschutz (Tritt-/Luft-Schalldämmmaß) und/oder der Masse, Dicke und sichtbaren Oberfläche. Das untersuchte System umfasst lediglich die Bauteilschichten und Bestandteile, die in der Übersicht „Schichtaufbau“ des jeweiligen Bauteils in der Datenbank abgebildet werden (vgl. [4]). Verbindungsmittel, Bodenbeläge, Anstriche, Treppen sowie Fenster, Türen und TGA-Bauteile werden in der Sachbilanz und der Berechnung nicht berücksichtigt.

Im Sinne des Grundsatzes der Lebenswegbetrachtung wurden die Bauteile über den gesamten Lebenszyklus berechnet. Die Berechnung bezieht sich ausschließlich auf den Lebenszyklus von der Wiege bis zum Werkstor (cradle to gate) mit Optionen. Das ergänzende Modul D wurde berechnet, wird in dieser Betrachtung allerdings nicht berücksichtigt. Dementsprechend umfasst die Berechnung die Lebenszyklusphasen A1-A3 der Herstellung, A4 und A5 der Errichtung sowie C1-C4 der Entsorgung. Eine Betrachtung der Instandhaltung (B3) und Austausch (B4) in der Nutzungsphase (B), z.B. durch Austausch bestimmter Bauteilschichten bedarf den Kontext der Einbausituation und wurde daher nicht berücksichtigt. Datensätze, die die Entsorgungsphase (C) nicht abdecken werden ergänzend mit entsprechenden End-of-Life-Datensätzen verknüpft sofern die einzelnen Stoffflüsse größer als 5,0 % des Masseneinsatzes betragen.

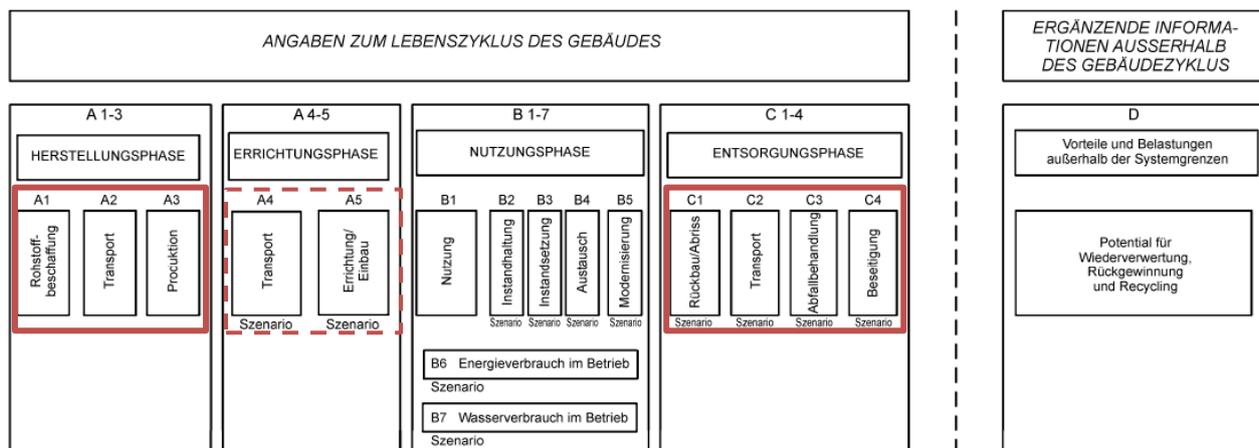


Abbildung 4-18: Lebenszyklusphasen gemäß DIN EN 15978:2012-10

Die regionale Systemgrenze bezieht sich auf Deutschland, weshalb im Sinne der Projektziele primär Bauteile für die nationale Verwendung in Deutschland berechnet werden und bezüglich der Hintergrunddaten bevorzugt deutsche Durchschnittsdatsätze der Kategorie B (kritisch geprüfte Ökobilanzdaten) der ÖKOBAUDAT [21] verwendet werden. Die verwendete Datengrundlage bildet dementsprechend die ÖKOBAUDAT des BMUB Version 2017-I mit dem Stand vom 27.11.2017 [22]. In Bezug auf die Datenqualität wurden Datensätze herangezogen, die konform der Anforderungen nach DIN EN 15804 sind. Aus diesem Grund wurden teilweise kritisch geprüfte EPDs (eng. „Environmental Product Declaration“ – Kategorie A) herangezogen, wenn keine Durchschnittsdatsätze vorhanden waren. Auf generische Daten wurde hinsichtlich der Vergleichbarkeit weitestgehend verzichtet und nur in Ausnahmefällen zurückgegriffen, wenn keine alternativen Daten zur Verfügung standen. Aufgrund der fehlenden Entsorgungsphasen müssen diese im Falle einer Verwendung von generischen Datensätzen einzeln ergänzt werden. Im Sinne des Grundsatzes der

Transparenz wurde bei jeder Berechnung des Lebenszyklus die Wahl des Datensatzes für die jeweilige Bauteilschicht sowie optional die einzelnen Lebenszyklusphasen der jeweiligen Datensätze nachvollziehbar dargestellt. Diese sind auf der ersten Ausgabeseite des Berechnungsblattes unter 'Lebenszyklusphasen' durch 'x' Markierung gekennzeichnet (vgl. Abschnitt 4.5.4). Gesonderte Allokationsverfahren mussten in der Berechnung nicht angesetzt werden und auf Baustoffebene wurden die Verfahren zur Allokation gemäß den jeweiligen Datensätzen und EPDs verwendet.

In Anlehnung an die bestehende Auswahl der Wirkungskategorien auf „dataholz.com“ und in Anbetracht der Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen und des Ressourceneinsatzes gemäß DIN EN 15804:2014-07 wurden folgende Wirkungskategorien ausgewählt:

- Auswahl folgender Indikatoren der Umweltauswirkung:
  - GWP – Treibhausgaspotential
  - EP – Überdüngungspotential
  - AP – Versauerungspotential
  - ODP – Ozonabbaupotential
  - POCP – Photochemische Ozonbildung
  
- Auswahl folgender Indikatoren des Ressourceneinsatzes:
  - PERE – Primärenergie erneuerbar energetische Verwendung
  - PERM – Primärenergie erneuerbar stoffliche Verwendung
  - PERT – Gesamte erneuerbare Primärenergie
  - PENRE – Primärenergie nicht-erneuerbar Material energetische Verwendung
  - PENRM – Primärenergie nicht-erneuerbar Energie stoffliche Verwendung
  - PENRT – Gesamte nicht erneuerbare Primärenergie

Nicht betrachtet wurden die Indikatoren zur Verknappung abiotischer Ressourcen sowie bzgl. Sekundärstoffen, (nicht) erneuerbaren Sekundärbrennstoffen und Süßwasserressourcen.

Im Rahmen der Auswertung der Berechnungsergebnisse werden signifikante Parameter identifiziert, die Ergebnisse werden einer Konsistenz- und Vollständigkeitsprüfung unterzogen und ergänzende Indikatoren für den Nutzer der Plattform entwickelt, um einfach und nachvollziehbare Schlussfolgerungen zuzulassen. Eine kritische Prüfung durch interne oder externe Sachverständige gemäß ISO 14044 6.2 und ISO 14040 7.3.2 ebenso wie eine kritische Prüfung durch einen Ausschuss interessierter Kreise gemäß ISO 14044 6.3 und ISO 14040 7.3.3 ist aus finanziellen und zeitlichen Gründen sowie aus Gründen der Machbarkeit aufgrund der stetigen Anpassung und Ergänzung der Daten nicht vorgesehen.

### 4.5.3 Vorgehensweise und Berechnungsmethodik

Die untersuchten Bauteile bestehen zu einem großen Teil aus Holz und Holzwerkstoffen, also nachwachsenden Rohstoffe, die – aufgrund ihrer Fähigkeit im Rahmen der Photosynthese Kohlenstoff in der Zellstruktur zu speichern – eine besondere Betrachtung erfordern, um fehlerhafte und missverständliche Interpretationen der Umweltqualität zu vermeiden. Der Umgang mit diesem biogenen Kohlenstoff, der in der Biomasse der Holz- und Holzwerkstoffe enthalten ist, wird in den Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen gemäß DIN EN 16485:2014-07 geregelt und spiegelt sich in den Ergebnissen des Wirkungsindikators GWP wieder. Dementsprechend wird

unter der Bedingung der Kohlenstoffneutralität (z.B. durch nachhaltige Forstwirtschaft), die Menge an biogenen Kohlenstoff bei Eintritt in das Produktsystem der Bilanz gutgeschrieben (negativer Betrag) und bei Verlassen des betrachteten Produktsystems als Belastung angerechnet (positiver Betrag). Nachfolgende Abbildung 4-19 stellt diesen Zusammenhang dar:

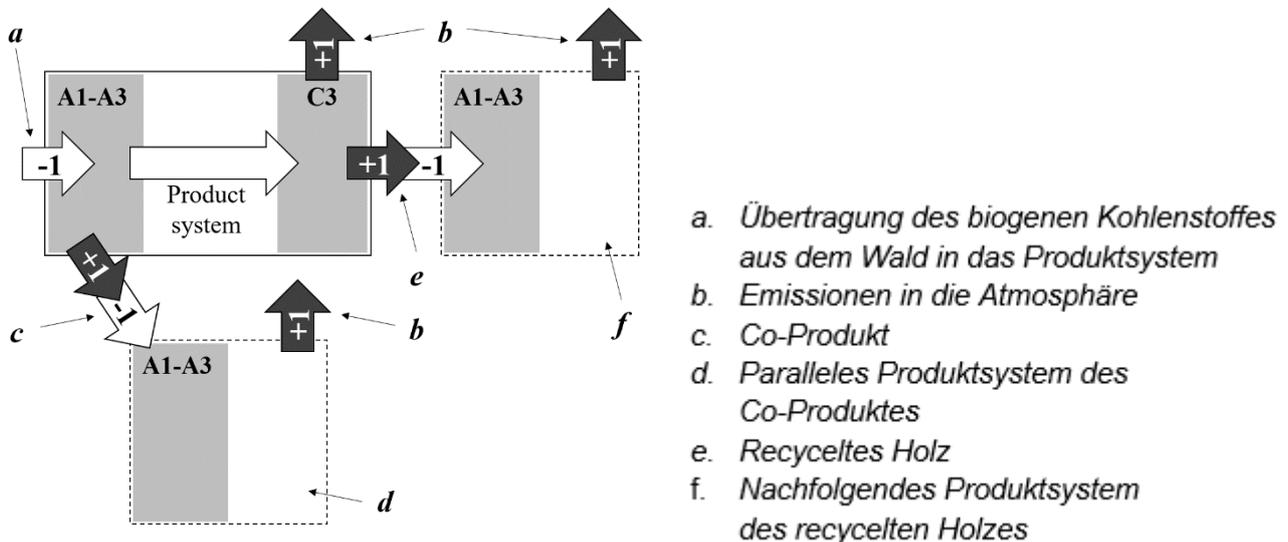


Abbildung 4-19: Flussdiagramm des biogenen Kohlenstoffs bei Kohlenstoffneutralität der Quelle aus [23] basierend auf DIN EN 16485:2014-07

Aus diesem Grund wurde besonders darauf Wert gelegt, dass die Systemgrenzen und die betrachteten Datensätze die End-of-Life-Phase mit berücksichtigen, da ansonsten eine Gutschrift für den biogenen Kohlenstoff, der in den nachwachsenden Materialien enthalten ist mit den Emissionen, die in der Herstellung auftreten vermischt wird und keine eindeutige Aussage zu dem Ausmaß der Emissionen ersichtlich ist (vgl. Abschnitt 4.5.2.).

Für die Berechnung und das Ausweisen des biogenen Kohlenstoffs wurde auf die Hintergrundliteratur zu den ÖKOBAUDAT-Datensätzen für Bauprodukte aus Holz vonseiten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts zurückgegriffen [24]. Da der Holzanteil und der Feuchteanteil in die Berechnung des biogenen Kohlenstoffs mit einfließen, wurde auf eine einheitliche und konsistente Verwendung dieser Parameter geachtet, basierend auf der Literatur, den Basisdaten [24] sowie einzelnen EPDs und Datensätzen [21] entnommen. Die Berechnung des biogenen Kohlenstoffs erfolgte auf Grundlage der DIN EN 16449:2014-06 wie folgt:

$$P_{CO_2} = \frac{44}{12} \times c_f \times \frac{\rho_\omega \times V_\omega}{1 + \omega/100} \quad (\text{Gl. 4-8})$$

Dabei ist:

- $P_{CO_2}$  der als Kohlenstoffdioxidemission aus dem Produktsystem in die Atmosphäre oxidierte biogene Kohlenstoff (z. B. Energieträger am Lebensende) [kg];
- $c_f$  der Kohlenstoffanteil der Holzbiomasse (darrtrockene Masse) mit 0,5 als Standardwert;
- $\omega$  der Feuchtegehalt des Produkts [z. B. 12 M %];
- $\rho_\omega$  die Rohdichte der Holzbiomasse des Produkts bei diesem Feuchtegehalt [kg/m<sup>3</sup>];
- $V_\omega$  das Volumen des Vollholzprodukts bei diesem Feuchtegehalt [m<sup>3</sup>].

Um eine einheitliche Verwendung und vereinfachte Kommunikation zu ermöglichen, wurde der Kohlenstoffgehalt in Kohlenstoffdioxid-Äquivalent angegeben. Dieser Zusammenhang wird im Folgenden anhand einer beispielhaften Konstruktion illustriert und verdeutlicht. Als Beispiel wird eine Außenwand (hier: awrhho01a-09 – Holztafelbauweise) herangezogen. Der Aufbau und die einzelnen Schichten ergeben sich zu:

- |    |          |  |
|----|----------|--|
| A. | 24,0 mm  | Holz Lärche Fassade                                  |
| B. | 30,0 mm  | Holz Fichte Lattung versetzt (30/50) – Hinterlüftung |
| C. | 15,0 mm  | MDF  |
| D. | 160,0 mm | Konstruktionsholz (60/160; e=625)                    |
| E. | 160,0 mm | Mineralwolle [040; 30; $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ] |
| F. | 15,0 mm  | OSB (luftdicht verklebt)                             |
| G. | 15,0 mm  | Gipsplatte Typ DF (GKF)                              |

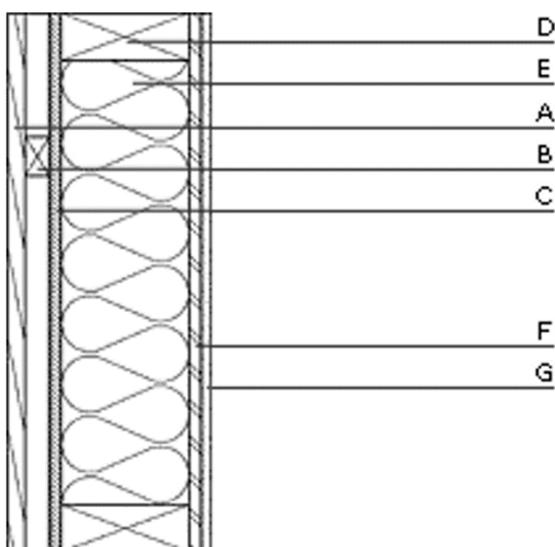


Abbildung 4-20: Konstruktionsbeispiel einer Holzrahmenbauwand (awrhho01a-09) [4]

Der Fluss der GWP-Emissionen inkl. des biogenen Kohlenstoffs über den Lebenszyklus verdeutlicht die zuvor genannte Problematik einer singulären Betrachtung der Lebenszyklusphasen A1-3 Herstellung und C1-4 Entsorgung. In der Herstellungsphase wird dem betrachteten System der biogene Kohlenstoff gutgeschrieben, da er der Umgebung des Systems entzogen wird (dargestellt durch den weißen Pfeil in Abbildung 4-21 und Abbildung 4-19). Durch diese Berechnung wird in dieser Phase von den eigentlichen GWP-Emissionen (Betrag:  $18,2 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ ) die Menge an inhärenten biogenen Kohlenstoff (Betrag:  $-65,2 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ ) abgezogen, wodurch sich negative Beträge (Betrag:  $-47,0 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ ) ergeben. In der Entsorgungsphase verlässt der Anteil an inhärenten biogenen Kohlenstoff das System wieder und wird diesem als Emission angerechnet (dargestellt durch den schwarzen Pfeil). Das bedeutet, dass in Summe, über den gesamten Lebenszyklus hinweg der biogene Kohlenstoff der Konstruktion sich egalisiert und lediglich die Emissionen aus den einzelnen Lebenszyklusphasen übrig bleiben (Betrag:  $27,5 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ ). Nachfolgende Abbildung verdeutlicht diese Zusammenhänge:

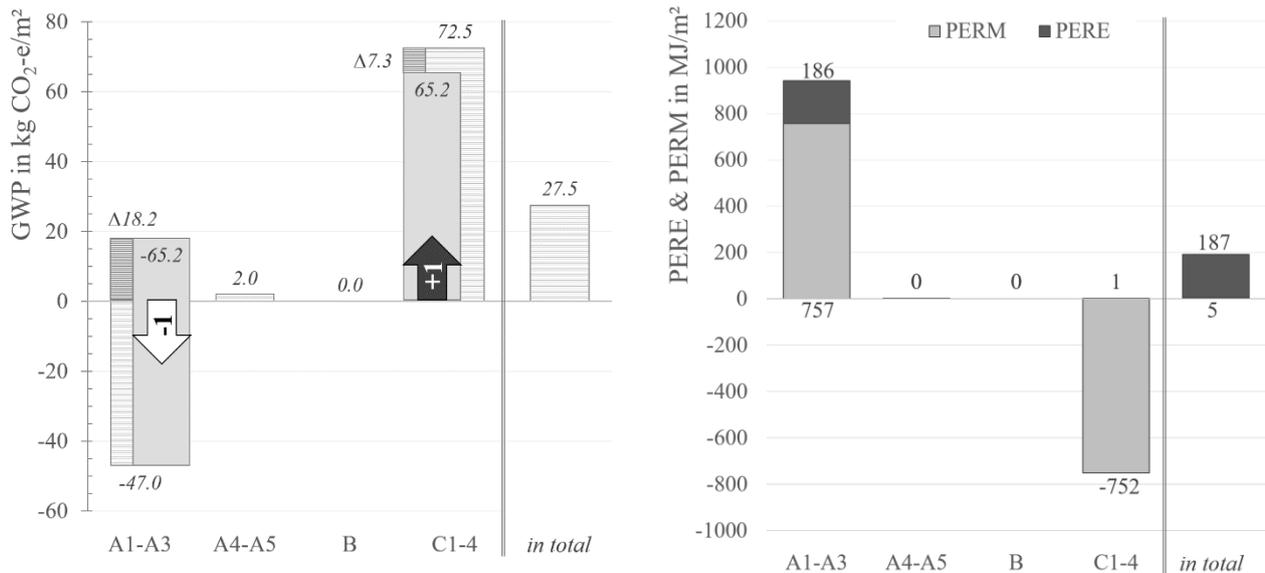


Abbildung 4-21: Darstellung der GWP-Emissionen (links) und der erneuerbaren Primärenergie (PERE und PERM) (Rechts) über den Lebenszyklus für das Beispiel awrhh01a-09 aus [23]

In ähnlicher Weise verhält sich der Indikator PERM (Primärenergie erneuerbar - Energie der stofflichen Verwendung). Da Holzprodukte erneuerbare Primärenergie (PERM) enthalten und diese in der Herstellungsphase der Umgebung entzogen wird, wird diese dem System zu Beginn als Belastung (Betrag: 757,0 MJ/m<sup>2</sup>) angerechnet und in der Entsorgungsphase abzgl. möglicher Verluste als Gutschrift wieder abgezogen (Betrag: -752,0 MJ/m<sup>2</sup>). Auf diese Weise bleibt auch in diesem Fall in der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus lediglich die tatsächliche eingesetzte Energie über, die – anders als beim Indikator GWP – auch als eigener Indikator der Primärenergie zur energetischen Nutzung (PERE) ausgewiesen werden kann. Analog verhält sich die Betrachtung für den Anteil der nicht erneuerbaren Energie PENRE und PENRM.

#### 4.5.4 Darstellung und Kommunikation der Ergebnisse

In Bezug auf die Ziele (vgl. Kapitel 4.5.2) und die Problematik und Besonderheiten des vorhergehenden Kapitels (vgl. Kapitel 4.5.3), wurde bei der Darstellung der Ergebnisse darauf geachtet, den Grundprinzipien der Lebenswegbetrachtung, Ganzheitlichkeit und insbesondere der Transparenz Rechnung zu tragen. Aufgrund der Vielzahl an Informationen, die auf der Datenbank „dataholz.eu“ dargestellt werden, wurden mehrere Detailebenen entwickelt. Für eine möglichst einfache und reduzierte Kommunikation der Ergebnisse wurden mit dem Projektbeirat vier relevante Indikatoren entwickelt und ausgewählt, die als Kennwerte primär an den Nutzer der Datenbank vermittelt werden:

- **Verbaute Menge an nawaros** | Dieser Kennwert umfasst die Menge an nachwachsenden Rohstoffen in [kg]
- **Biogener Kohlenstoff** | Dieser Wert beschreibt den in der Konstruktion gebundenen biogenen Kohlenstoff in [kg CO<sub>2</sub>-Äq.]
- **Einsatz an Primärenergie** | Dieser Kennwert umfasst die Primärenergie, die zur energetischen Nutzung benötigt wird, als Summe der Indikatoren PERE + PENRE in [MJ]
- **Davon Anteil erneuerbar** | Dieser Wert ergänzt den oberen Kennwert um den erneuerbaren Anteil, als das Verhältnis von: PERE / (PERE + PENRE) in [MJ]

Im Rahmen der Auswertung wurden Konsistenz- und Sensitivitätsprüfungen durchgeführt, für die Berechnungen selber sowie für einzelne Parameter (z.B. Art des Dämmstoffes, Holztafel- und Massivholzbauweise u.a.). Die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse zeigt, dass mit Erhöhung der Menge an nawaros je m<sup>2</sup> Konstruktionsfläche eines Bauteils und damit verbunden des biogenen Kohlenstoffs ein erhöhter Bedarf an Primärenergie einhergeht (vgl. [23]). Mit der Auswahl dieser Kennwerte wird die konkurrierende Relation der Ergebnisse zwischen Ressourceneinsatz und Kohlenstoffspeicherung berücksichtigt. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass einer dieser Kennwerte singulär und auf Kosten der gegenläufigen Wirkung optimiert wird. Im Optimalfall kann der Nutzer differenzieren einerseits zwischen dem Beitrag der Konstruktion zu einem temporären Kohlenstoffspeicher von Holzprodukten<sup>1</sup> und wie viel Primärenergie dafür eingesetzt werden muss sowie andererseits wie viel von dieser Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Die Darstellung der Kennwerte auf der Website sieht wie folgt aus:

Ökologische Bewertung (pro m <sup>2</sup> Konstruktionsfläche)	
Datenbasis Datenbank GaBi (ÖKOBAUDAT)	
Verbaute Menge an nawaros	44,6 kg
Biogener Kohlenstoff	65,2 kgCO <sub>2</sub> Äqv.
Einsatz an Primärenergie	640,2 MJ
Davon Anteil erneuerbar	29,3 %

Abbildung 4-22: Darstellung der ökologischen Kennwerte für das Beispiel awrhho01a-09 auf "dataholz.de" [4]

Die Darstellung aller Ergebnisse (Ökologische Bewertung im Detail) orientiert sich an der DIN EN 15804:2014-07 und umfasst – im Sinne der Ganzheitlichkeit – alle Indikatoren des Untersuchungsrahmens sowie eine Aufgliederung in die Lebenszyklusphasen Herstellung, Entsorgung und gesamter Lebenszyklus:

Ökologische Bewertung im Detail...											
Lebenszyklus Phase	Umweltindikatoren					Ressourceneinsatz					
	GWP [kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	AP [kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	EP [kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	ODP [kg R11 Äqv.]	POCP [kg Ethen Äqv.]	PERE [MJ]	PERM [MJ]	PERT [MJ]	PENRE [MJ]	PENRM [MJ]	PENRT [MJ]
A1 - A3	-46,994	0,108	0,019	1,58E-6	0,028	186,134	756,882	943,139	435,885	32,390	468,350
C1 - C4	72,518	0,002	0,002	8,96E-8	0,000	0,922	-751,746	-750,825	10,800	-24,350	-13,550
A1 - C4	27,493	0,112	0,021	1,68E-6	0,028	187,441	5,395	192,958	452,748	8,090	460,910

Abbildung 4-23: Abbildung aller ökologischen Indikatoren gegliedert nach Herstellung, Entsorgung und gesamter Lebenszyklus für das Beispiel awrhho01a-09 auf „dataholz.de“ [4]

<sup>1</sup> Ausführliche Diskussion der Thematik der Kohlenstoffspeicherung und des Beitrags des Holzbaus findet sich in Hafner, A.; Rüter, S.; Ebert, S. (2017): Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden. Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren. (THG-Holzbau) [25].

Ergänzend dazu wurde ein Datenblatt für jede berechnete Konstruktion erstellt, das eine vollständige Übersicht und eine maximale Transparenz in der Kommunikation ermöglicht. Dieses Datenblatt kann für angemeldete Benutzer auf „dataholz.eu“ heruntergeladen werden. Die Darstellung enthält neben einer ausführlichen Auflistung aller Kennwerte und Indikatoren eine detaillierte Aufgliederung aller einzelnen Schichten mit den jeweiligen Angaben welcher Datensatz der ÖKOBAUDAT für die jeweilige Schicht verwendet wurde sowie welche Phasen des Lebenszyklus in der Berechnung berücksichtigt wurden. Außerdem werden ergänzende Erläuterungen zu der jeweiligen Bedeutung und dahinterstehenden Problematik der Indikatoren sowie zur Berechnungsmethode und zum Untersuchungsrahmen getroffen.

Auf diese Weise werden Umweltinformationen der Bauteile bereitgestellt, die sowohl einen allgemeinen Überblick über alle Umweltauswirkungen geben, als auch der Umgang und die Interpretation der Ergebnisse soweit vereinfachen, dass Nutzer Handlungs- und Optimierungsansätze davon ableiten können. Bei der Verwendung der Daten sind allerdings folgende Aspekte zu beachten:

- Die Datenqualität bezieht sich auf die aktuellen Möglichkeiten (ÖKOBAUDAT des BMUB Version 2017-I mit dem Stand vom 27.11.2017). Es wird empfohlen bei wesentlichen Veränderungen der Datenqualität in Zukunft die Berechnungen zu aktualisieren oder zu ergänzen, um die Validität der Berechnungen zu erhöhen (vgl. Abschnitt 4.5.2)
- Die Berechnung bezieht sich auf die Bauteilebene und benötigt weiterführende Ergänzungen für eine Berechnung auf Gebäudeebene (vgl. Systemgrenzen, Abschnitt 4.5.2)
- Die Funktion der einzelnen Bauteile variiert bewusst in Bezug auf Tragfähigkeit, Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und Masse. Vergleiche der ökologischen Bewertung zwischen den einzelnen Bauteilen sind daher nur mit Einschränkungen und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen funktionalen Eigenschaften nach sorgfältiger Prüfung möglich.
- Bei der Interpretation der Umweltinformationen und der einzelnen Indikatoren müssen die Besonderheiten der Holzprodukte (biogener Kohlenstoff) und zusätzliche Wechselwirkungen unter den Indikatoren (vgl. Abschnitt 4.5.3) berücksichtigt werden.

## 5 Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen

Die Anwendungsmöglichkeiten der in der Datenbank enthaltenen Bauteile (s. Forschungsantrag, AP2) sollen in beispielhaften „Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen“ (AP3) und als „Beispiele/Referenzprojekte“ (AP4) exemplarisch dargestellt werden. Der Forschungsantrag sah vor, dass die bis dato in der Datenbank dargestellten Bauteilanschlüsse auf ihre Relevanz überprüft und grafisch wie auch inhaltlich an die aktuellen deutschen Anforderungen angepasst werden. Nachdem die Darstellung von beispielhaften Referenzprojekten (vgl. Kapitel 6 dieses Berichtes, Referenzprojekte) als neue Rubrik in der Internetpräsenz eingeführt werden sollte, war eine enge Abstimmung der zu transportierenden Inhalte zwischen AP3 und AP4 notwendig und eine einheitliche grafische Darstellung musste erarbeitet werden, um die zu transportierenden Inhalte didaktisch aufzubereiten (vgl. Abbildung 6-1).

### 5.1 Vorgehensweise

Nach der Analyse der bestehenden 69 Bauteilanschlüsse und nach der Prüfung der Relevanz der dargestellten Bauteilfügungen hat sich die im Forschungsbericht zunächst angedachte einfache „Übersetzung“ der vorhandenen österreichischen Details in eine sich an deutsche Normen und Richtlinien orientierende Version im Hinblick auf die didaktischen Anforderungen der neuen Internetpräsenz als ungeeignet herausgestellt.

Abbildung 5-2 visualisiert schematisch, welche Detailpunkte beim Bearbeitungsstand am 25.09.2017 in der österreichischen Datenbank dargestellt waren. Dabei zeigte sich, dass bei manchen relevanten Detailpunkten nur eine Detailvariante dargestellt war (siehe Detailpunkt AW+FD, SD+SD, AW+SD, DgU+DgU), andere nur drei bis vier Detailvarianten zeigten, und manche Detailpunkte, wie z.B. der Sockel, in 20 Varianten dargestellt wurden. 16 Details der 69 Details bezogen sich auf „Sonderpunkte“, wie z.B. die Einbindung der Balkone in/an die Außenwand, Nassrauman-schlüsse, Fensterdetails und die Ausführung von Installationsschächten. Diese Detailpunkte sind bei der Planung von Holzbauten zwar von Relevanz, beziehen sich aber nicht originär auf die praktische Anwendung der Bauteile der Datenbank (AW, TW, IW, GD, DgU, SD, FD), und entsprechen somit nicht der didaktischen Absicht, praxisnahe Ausführungsbeispiele für die Anwendung der Bauteile der Datenbank zu geben. Die Analyse der bestehenden Details hat gezeigt, dass es von großer Bedeutung ist, sowohl bei der Auswahl der Detailpunkte als auch bei der Auswahl der einzelnen Bauteile für die Fügepunkte, ein Konzept zu entwickeln, das klar aufzeigt, nach welchen Kriterien gewisse Bauteilaufbauten ausgewählt und kombiniert wurden. Demzufolge wurde die Vorgehensweise für AP3 „Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen“ wie folgt angepasst (vgl. Abbildung 5-1):

- **Phase I:** Auswahl relevanter Detailpunkte für die neue Internetpräsenz von „dataholz.eu“ (vgl. Abschnitt 5.2)
- **Phase II:** Aufstellen eines Kriterienkataloges zur Auswahl der darzustellenden Bauteile der Datenbank (vgl. Abschnitt 5.3)
- **Phase III:** Entwicklung der exemplarischen Bauteilfügungen unter Einbeziehung des fachlichen Inputs der Projektbeteiligten und des Projektbeirates (vgl. Abschnitt 5.3)
- **Phase IV:** Entwicklung eines Konzepts zur Darstellung der grafischen und textlichen Informationen (vgl. Abschnitt 5.4)



## 5.2 Auswahl relevanter Detailpunkte

Mit dem Projektbeirat wurde beschlossen, dass für die folgenden Detailpunkte (vgl. Abbildung 5-2, rot dargestellt), ein Konzept entwickelt werden sollte, welche Bauteilaufbauten in welchen Kombinationen in welcher Detailtiefe dargestellt werden. Zunächst wurden folgende Detailpunkte zur weiteren Bearbeitung ausgewählt (Abkürzung der Bauteile, siehe Abbildung 2-3, Nomenklatur und Logik der aufgenommenen Bauteile) und dem Projektbeirat vorgestellt:

1.AW+GD 2.AW+TW 3.AW+IW 4.TW+GD 5.IW+GD 6.AW+FD 7.AW+Boden 8.AW+SD

Dem Beirat wurde empfohlen, die in Abbildung 5-2 grau dargestellten Detailpunkte zu einem späteren Zeitpunkt in die laufende Plattform einarbeiten zu lassen.

## 5.3 Auswahl darzustellender Bauteile

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes soll didaktisch aufgezeigt werden, welche Bauteilkombinationen üblich sind und nach welchen Kriterien eine Bauteilauswahl bei der Planung eines Projektes erfolgen kann.

Für jeden Detailpunkt wurde demzufolge eine Matrix erstellt (siehe Anhang F), die ausgewählte Kombinationsmöglichkeiten aufzeigt. Grundlegend wurde, analog der Filtermöglichkeiten der Datenbank, immer zwischen Massivholzbauweise und Holztafelbauweise/Rahmenbauweise mit Gefächdämmung unterschieden. Um in den Bauteilkombinationen unterschiedliche bauphysikalische (wie z.B. Brandschutz, Schallschutz, Feuchteschutz, Luftdichtheit), baupraktische (Auflagersituation, Leitungsführung, Montageprozess) und/oder auch ästhetische Anforderungen (wie z.B. Oberflächenmaterialität, Detaillierung) zu berücksichtigen, wurden für jeden ausgewählten Detailpunkt exemplarische Bauteilvarianten mit den folgenden Kriterien ausgewählt:

- sichtbar belassene Holzbauteile/Konstruktion
- Bauteile mit zusätzlichen, direkten Bekleidungen/Beplankungen (z.B. um Oberflächenbeschaffenheiten und/oder Kapselkriterien, wie z.B.  $K_260$  bei Holztafelbauteilen, bzw. „ $K_260$ -Äquivalent“ bei Holzmassivbauteilen, variieren zu können)
- Bauteile mit zusätzlicher Installationsebene/optionaler Installationsebene zur Leitungsführung

Hierbei sollte bei den Fügepunkten immer „kostengünstige“, „höherwertige“ und „hochwertige“ Varianten dargestellt werden, um so unterschiedlichen ökonomischen und bauphysikalischen Anforderungen entsprechen zu können.

- „**kostengünstiger**“ (= z.B. für 1-2 Nutzungseinheiten, mit geringeren Schall- und Brandschutzanforderungen)
- „**höherwertiger**“ (= z.B. für mehrere Nutzungseinheiten, in einer höheren „Gebäudeklasse“, mit höheren Schall- und Brandschutzanforderungen.)
- „**hochwertig**“ (= z.B. für mehrere Nutzungseinheiten, in einer höheren Gebäudeklasse mit hohen Schall- und Brandschutzanforderungen, wie z.B.  $K_260$ -Kapselung, sowie z.B. zusätzlichen Installationsebenen für eine verdeckte Leitungsführung)

Für jeden Detailpunkt wurden somit zwischen neun und vierzehn unterschiedliche Bauteilkombinationen identifiziert, sodass insgesamt 79 Bauteilfügungen weiterbearbeitet wurden:

- AW+GD: 14 Varianten
- AW+TW: 13 Varianten
- AW+IW: 13 Varianten
- TW+GD: 9 Varianten
- IW+GD: 10 Varianten
- AW+FD: 10 Varianten
- AW+Boden: 10 Varianten
- 79 Bauteilfügungen

Diese Vielzahl von Varianten zeigt ein breites Anwendungsspektrum und gibt in der vergleichenden Darstellungsweise dem Anwender die Möglichkeit baupraktische Besonderheiten (z.B. Verminderung der Flankenübertragung durch Elastomerlager und z.B. Ausführungsart der luftdichten Ebene) zu erkennen, nachzuvollziehen und auf das eigene Projekt zu übertragen.

Prämisse für die BauteilAuswahl war, dass Bauteile, in mehreren Detailpunkten Verwendung finden sollten, und in den relevanten Fügepunkten, wie z.B. bei dem Verlauf der Gebäudehülle mit den Detailpunkten „Attika“, „Einbindung der Geschossdecke“ und „Sockel“, mit der gleichen BauteilAuswahl nachvollziehbar dargestellt werden (vgl. Detaildarstellung im Kapitel 6).

In einem iterativen Prozess wurden die Beiträge der projektbeteiligten Institutionen der TUM, der Holzforschung Austria und den Experten des Projektbeirats immer wieder zusammengeführt, abgestimmt und in die Details eingearbeitet.

Somit hat sich die BauteilAuswahl im Laufe des Forschungsprojektes zum Teil auch verändert (siehe Anhang F), da sich erst bei der Bearbeitung aller Detailpunkte gezeigt hat, dass sich manche Bauteile besser für eine exemplarische Bauteilfügung auf der Plattform von „dataholz.eu“ eignen, da sie z.B. einen höheren Vorfertigungsgrad ermöglichen als andere Bauteile.

Eine Übersicht der einzelnen Bewertungsmatrizen sowie eine grafische Darstellung jeder Detailvariante ist für jeden der Detailpunkte im Anhang ersichtlich (siehe Anhang F).

## 5.4 Konzept zur Darstellung der grafischen/textlichen Informationen

In den ursprünglich vor der Überarbeitung dargestellten Details wurden in einer zweidimensionalen Schnittzeichnung und zum Teil auch in dreidimensionaler, axonometrischer Darstellung (vgl. Abbildung 5-3) die folgenden Informationen gegeben:

Grafische Informationen der bisherigen Details, in 2D und 3D-Sprengzeichnung:

- Zeichnungsausschnitt, ca. M 1:10
- grafisch hervorgehobener, kontinuierlicher Verlauf der funktionalen Schichten, sowie z.T. sehr detaillierte Aussagen zur Art der Schichtenausbildung (vgl. z.B. Material und Einteilung der äußeren Bekleidungsschicht)
- Grad der Vorfertigung sowohl in 2D als auch z.T. in 3D Zeichnungen (vgl. z.B. Folienverlauf, Einteilung der Stöße der Dämmebenen, etc.)
- z.T. auch Darstellung von Verbindungsmitteln (Schrauben, etc.)

Textliche Informationen der bisherigen Details:

- Hinweis auf die beispielhaft verwendeten Bauteile, gemäß Bauteilkatalog (z.B. „awmohi 01a“, „tdmxa 01a“) mit Benennung der Bauteilschichten, ohne Maßangaben
- z.T. bauphysikalische Hinweise (z.B. Ausbildung der Fugen, etc.)
- z.T. Hinweis auf zusätzlich benötigte Baustoffe (z.B. „Vogelschutzgitter“, „Klebeband“)
- z.T. Kommentierung / Anmerkungen, wie z.B. Hinweis auf die Notwendigkeit, die funktionalen Schichten zusammenzufügen (z.B. Luftdichtheitsebene, Winddichtheitsebene, Damppfusionsregulierende Schicht, etc.)

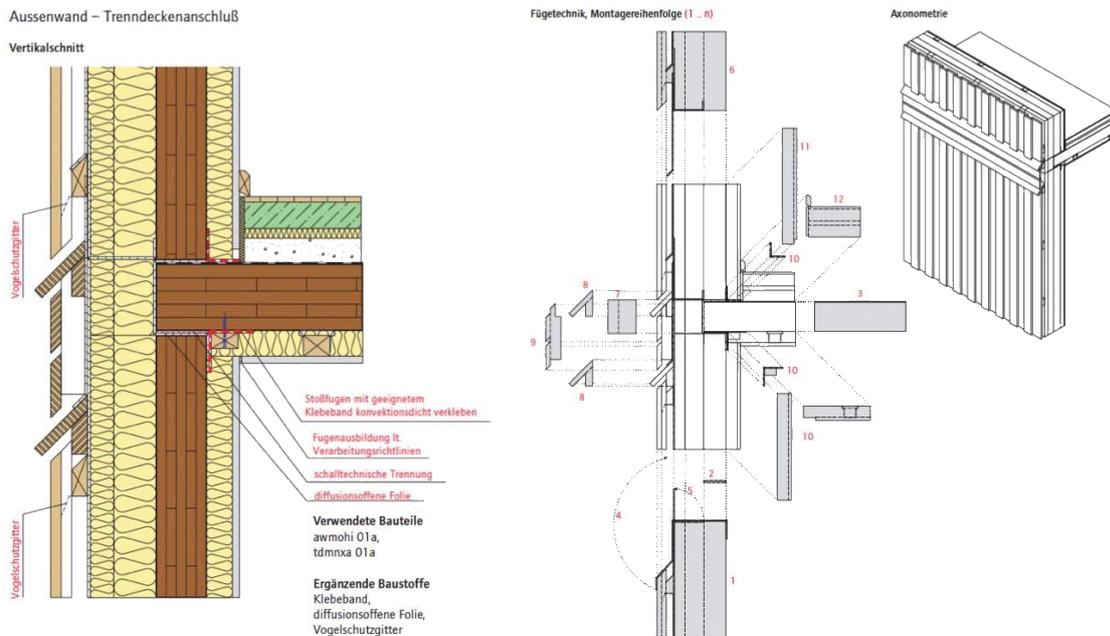


Abbildung 5-3: Beispielhafte Darstellung der bisherigen Informationstiefe eines Detailpunktes von „www.dataholz.at“, AW-GD, Stand: 22.09.2017

### 5.4.1 Inhaltliche und grafische Umsetzung

Nach Diskussion zur Ausrichtung und zum Umfang der innerhalb des Projektes geplanten Überarbeitung der Details legten die Projektpartner gemeinsam fest, dass in den zukünftigen Details exemplarisch übliche Bauteilfügungen mittels Bauteilen aus der Datenbank wie nachfolgend erläutert, dargestellt werden sollen. Themen, die nicht explizit für die Fügungen relevant sind, wie z.B. Spenglerdetails oder Ausführungsarten von Unterkonstruktionen etc., sollen nicht vertieft dargestellt, sondern werden als Grundlagenwissen vorausgesetzt. Gleiches gilt z.B. auch für die Materialisierung der Fassadenbekleidung. Diese sollte in den neuen Details lediglich grafisch abstrakt dargestellt werden, um sich nicht auf eine bestimmte Materialisierungsart festlegen zu müssen und so, auch andere Ausführungsarten zu ermöglichen.

Folgende Informationen werden in dem zukünftigen Datenblatt der Bauteilfügung (vgl. Abbildung 5-4) gegeben:

- Zweidimensionale Zeichnung, M1:10 mit Angabe der exemplarisch dargestellten Bauteile (mit direkter Verlinkung zur Datenbank), und Benennung der Bauteilschichten
- grafisch hervorgehobener, kontinuierlicher Verlauf der funktionalen Schichten
- keine allzu projektspezifischen Angaben, wie z.B. exakte Maße von Auflagern, Bemaßung von Dämmschichtdicken, Angaben zu Verbindungsmitteln, etc.

- Darstellung des Montageprozesses unter Annahme eines möglichst hohen Vorfertigungsgrades der gewählten Bauteile, wie z.B. bei der Überlappung von Folien, die Art der Abklebungen und Elementierungen einzelner Bauteilschichten. Da es sich jedoch nur um eine mögliche Art des Montageprozesses handelt, die sich projektspezifisch durchaus verändern kann, wurde bei den Bauteilfügungen keine zusätzliche dreidimensionale Sprengzeichnung mehr hinzugefügt. Dieser Aspekt des Vorfertigungsgrades und der damit zusammenhängenden Montagereihenfolge wird nun in den Referenzprojekten, an konkret ausgeführten Beispielen, visualisiert (vgl. Kapitel 6 Referenzprojekte)
- Textliche „Anmerkungen“ auf jedem Datenblatt, die auf Besonderheiten der Fügung hinweisen.
- Angabe einer bauphysikalischen Bewertung des Fügepunktes in den „Leistungseigenschaften“ (Hiermit wird dem Wunsch des Projektbeirats Rechnung getragen und explizit für die „beispielhaft dargestellten Bauteile“ ein Nachweis gegeben.)

Das Konzept für die Erstellung der Bauteilfügungen und der Datenblätter sind an der Professur Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann entwickelt worden, und gemeinsam mit der HFA und dem Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Prof. Stefan Winter im Laufe der Projektlaufzeit inhaltlich immer wieder abgeglichen worden. In einem Praktikerworkshop lieferten darüber hinaus Beiratsmitglieder praxisrelevante Hinweise, die in die finalen Datenblätter mit eingeflossen sind. Die Bewertung der Leistungsnachweise erfolgte am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion.

#### 5.4.2 Kennwerte in den Leistungsnachweisen

Infolge der Notwendigkeit die bauordnungsrechtlichen Leistungseigenschaften für die Gesamtkonstruktion bzw. das Bauwerk nachzuweisen, erfolgt innerhalb der Datenblätter die Detaillierung und Angabe von Kennwerten hinsichtlich des Wärme- und Feuchteschutzes, des Schallschutzes und des Brandschutzes für die exemplarisch gewählten flächigen Bauteile. Ziel ist es dem Anwender einerseits, den Einfluss der Fugen und konstruktiver Elemente auf die Leistungsfähigkeit der flächigen Bauteile aufzuzeigen und so Auswirkungen von Wärmebrücken oder Schallnebenwegen bereits innerhalb der frühen Planungsphase mit abschätzen zu können. Andererseits sind die Bauteilfügungen, wie im Hinblick auf den Brandschutz, so ausgebildet, dass im Anschlussbereich mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit wie für die flächigen Bauteile erreichen und so die geforderte Begrenzung zur Ausbreitung von Feuer und Rauch für die gesamte Konstruktion gegeben ist. Ebenso wurden die Details so ausgebildet, dass bezüglich des Holzschutzes die Zuordnung zur Gebrauchsklasse 0 weiterhin erhalten bleibt.

Im Hinblick auf die vorgenannten bauphysikalischen Leistungseigenschaften wurden die Bauteilfügungen weitestgehend optimiert. Der als Eingangswert für den Transmissionswärmeverlust relevante längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient wurde für jede spezifische Konfiguration mit dem Programm „Therm 7.6“ ermittelt. Zum Zweck der Vorplanung im Bereich des Schallschutzes wurde der Einfluss von Schallnebenwegen und flankierenden Bauteilen vereinfacht über den Ansatz eines globalen Abzugs eines Vorhaltemaßes für  $R'_w$  bzw. Aufschlag eines Korrektursummanden für  $L'_{n,w}$  bezogen auf die flächigen Bauteile berücksichtigt. Basis der brandschutztechnischen Detaillierung waren die umfangreichen praktischen Erfahrung und Ergebnisse von durchgeführten Brandversuchen des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion sowie nationale und internationale Forschungsergebnisse.

Anzumerken bleibt, dass die aufgeführten Kennwerte als Planungsinstrument anzusehen sind und im objektspezifischen Nachweis unter Kenntnis der realen Ausführung, Abmessung und weiterführender Randbedingungen jeweils abschließend zu prüfen sind.

## 5.5 „Ausblick“ – weiteres Vorgehen - Aktualisierung

Die Bearbeitung des AP3, Konstruktionsdetails/Bauteilfügungen hat gezeigt, dass neben den im Rahmen des Forschungsantrages bearbeiteten und dargestellten Detailpunkten noch weitere praxisrelevante Bauteilfügungen vorliegen und diese zukünftig dargestellt werden sollten (vgl. Abbildung 5-2), wie z.B. AW-AW, TW-TW, GD-GD, TW-FD. Auch Sonderpunkte, wie Anschlüsse an Dachterrassen, Fenster-/Türanschlüsse, Loggien, Balkone, Anschlüsse an Stahlbetonbauteile, wie Stahlbetontreppenhauskernen, sind hierbei für den Holzbau von zentraler Bedeutung.

Werden zukünftig auch die für den mehrgeschossigen Holzbau relevanten Hybridbauteile, wie z.B. Holzbetonverbunddecken, in die Datenbank mit aufgenommen, müssen auch diese Bauteile in den bereits bearbeiteten Fügepunkten mit dargestellt werden.

**Eine laufende Ergänzung der beispielhaft verwendeten Bauteile muss zwingend erfolgen, um den Überblick über die Möglichkeiten des zeitgenössischen Holzbaus auf der Plattform aktuell zu halten.**

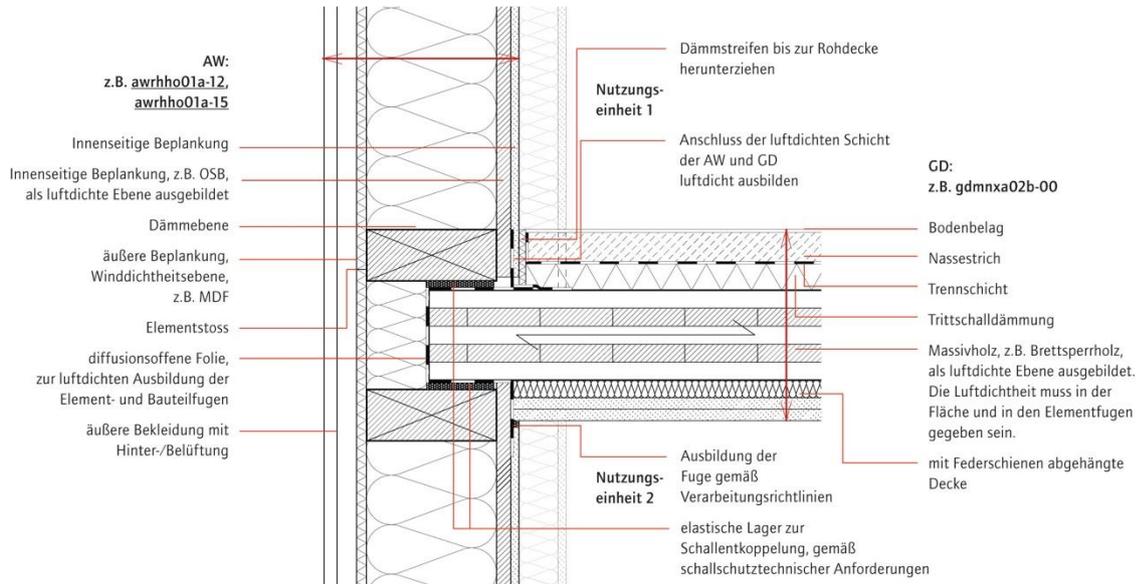
Bezeichnung: awrxgdm08  
 Stand: 01.09.2018  
 Quelle: Technische Universität München  
 Holzforschung Austria  
 TUM: KOM, WEN  
 Bearbeiter: HFA: POS, PLB

### Detailpunkt awrxgdm08

AW: Holztafel-/Holzrahmenbau, direkt beplankt, mit optionaler Installationsebene

GD: Holzmassiv, mit abgehängter Decke, K<sub>2</sub>60

2 Nutzungseinheiten, 60 Minuten Feuerwiderstand



### Anmerkungen

Werden Leitungen innerhalb der Außenwand geführt, ist hinsichtlich der Luftdichtheit ein hoher Verfertigungsgrad notwendig, um Fehlerquellen zu minimieren. Anforderungen an den Brandschutz und die Luftdichtheit sind auch im Durchdringungsbereich sicherzustellen (DIN 4102-4).

Bei der Planung einer zusätzlichen Installationsebene kann die luftdichte Abklebung auch auf der äußeren GK-Beplankung erfolgen.

Erfüllt die äußere Beplankung der Installationsebene auch bauphysikalische, z.B. luftdichte oder brandschutztechnische Anforderungen, kann auf die direkte GK-Beplankung des Bauteils verzichtet werden.

Wird die Leitungsführung innerhalb des Deckenbauteils notwendig, ist dem Bereich der Durchdringung gesondert Rechnung zu tragen [FireIn Timber].

### Leistungseigenschaften

Die detaillierten Bauteilaufbauten und Materialien sowie die Leistungseigenschaften der Einzelbauteile sind den jeweiligen Bauteildatenblättern zu entnehmen (siehe LINK in der Zeichnung). Bei dem dargestellten Detail werden unter der Verwendung von den oben beispielhaft genannten Bauteilen die folgenden Prognosewerte erreicht. Die luftdichte Ausführung auch im Bereich der Bauteilanschlüsse ist sicherzustellen. Ein genauer Nachweis der Leistungseigenschaften ist immer projektspezifisch zu erbringen.

#### Wärmeschutz

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (W/(mK))  
 $\Psi = 0,035$ ; eine luftdichte Gebäudehülle wird vorausgesetzt.

#### Schallschutz

Das bewertete Bau- Schalldämm- Maß ( $R'_w$ ) sowie der bewertete Norm- Trittschallpegel ( $L'_{n,w}$ ) müssen entsprechend DIN 4109-02 bzw. ÖNORM B 8115 objektspezifisch ermittelt werden. Eine Abschätzung zur Vorplanung kann durch die unten angeführten pauschalen Zu- bzw. Abschläge getroffen werden.

$$R_w(\text{Bauteil}) - 5\text{dB} = R'_w(\text{Bauteil})$$

$$R'_w \text{ awrhho01a-12: } 48\text{ dB} - 5\text{dB} = 43\text{ dB}$$

$$R'_w \text{ gdmnxa02b-00: } 88\text{ dB} - 5\text{ dB} = 83\text{ dB}$$

$$L'_{n,w}(\text{Bauteil}) + \text{Korrektursummand (INFO Holz Heft)} = L'_{n,w}(\text{Bauteil})$$

$$L'_{n,w} \text{ gdmnxa02b-00: } 48\text{ dB} + 5\text{ dB} = 53\text{ dB}$$

#### Feuerwiderstand

Bei Ausführung analog der dargestellten konstruktiven Randbedingungen wird die Feuerwiderstandsfähigkeit der flächigen Bauteile auch im Bereich der Bauteilfugungen sichergestellt. Für gekapselte K260 Bauteile können Ausführungsvarianten der Bauteilfugungen auch dem Konstruktions- und Detailkatalog [Merk et al.] entnommen werden.

#### Literatur:

- \_Merk M.; Werther N.; Gräfe M.; Fülle C.; Leopold N.; Sprinz D.; Busch M.; Brunn M.: „Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4“ Abschlussbericht des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Band F 2923, Fraunhofer IRB Verlag ISBN 978-3-8167-9353-3, 08/2014
- \_Holtz F. et al.: „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“, Holzbau Handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3 Informationsdienst Holz, SSN-Nr. 0466-2114, 05/1999
- \_Teibinger M.; Matzinger I.; Dolezal F.: Bauen mit Brettspertholz im Geschoßbau, 3. überarbeitete Auflage (2013), 151 S., Holzforschung Austria (Hrsg.), Wien, 2018
- \_Teibinger M.; Matzinger I.; Dolezal F.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau, 5. Aufl., 80 S., Holzforschung Austria (Hrsg.), Wien, 2016

Abbildung 5-4: Beispielhafte Darstellung eines Datenblatts [4]

## 6 Referenzprojekte

### 6.1 Allgemeines

In der bisherigen Plattform „dataholz.com“ war eine Rubrik Referenzprojekte nicht angelegt. Im Forschungsprojekt dataholz.de sollte der direkte Bezug zu realisierten Projekten in Holzbauweise dem Nutzer aufgezeigt werden, um die Plattform noch relevanter für die Praxis zu machen. Neben den gefügten Bauteilen wird es künftig eine Rubrik mit gebauten Beispielen geben. Die beiden Themenfelder Bauteilfügungen und Referenzprojekte wurden daher zu Beginn der Arbeit in einer Analyse im Zusammenhang betrachtet, um Inhalte zu identifizieren, die möglicherweise in Abhängigkeit zueinander dargestellt werden sollten.

Das Resultat der Analyse mündete im Entwurf einer Struktur, die den Informationsgehalt beider Themenfelder in Relation zueinander zeigt. Während bei den Bauteilfügungen der Schwerpunkt auf der Didaktik und dem technischen Verständnis liegt, stehen bei den Referenzprojekten gebaute Anschlüsse, in Abhängigkeit zu anderen Gewerken, mit hoher Ausführungstreue im Vordergrund. Bei letzterem erschien die Darstellung des Montageablaufs und des Vorfertigungsgrades der Bauteile von großer Relevanz. Aus diesem Grund wurde vorgeschlagen, die ursprünglich bei den Bauteilfügungen angelegte 3D-Grafik künftig bei den Referenzprojekten vorzusehen.

Dem Vorschlag wurde seitens des Projektbeirats zugestimmt und der weiteren Vorgehensweise zugrunde gelegt.

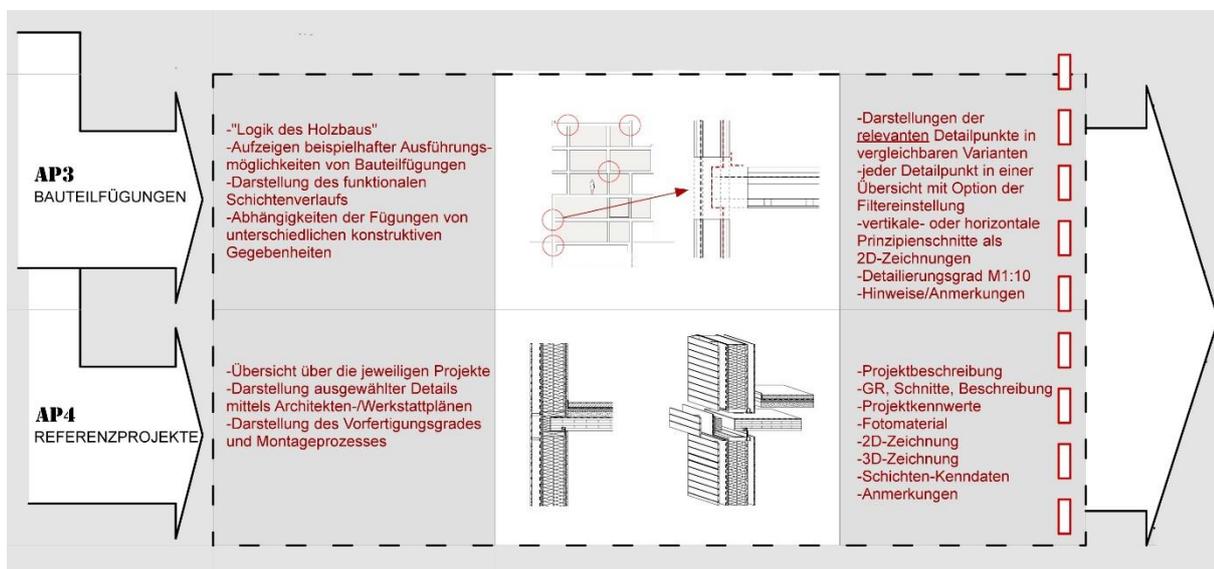


Abbildung 6-1: Vergleich des Informationsgehalts der Bauteilanschlüsse unter der Rubrik Bauteilfügungen und Referenzprojekte

In der Online-Anwendung sollte dem Nutzer die Möglichkeit eingeräumt werden, sowohl über das Anforderungsmenü als auch über die Projektdatenbank zu den Bauteilaufbauten zu gelangen. Die Detaildarstellungen der Referenzprojekte werden direkt mit entsprechenden oder vergleichbaren Bauteilaufbauten verlinkt. Damit wird die Praxistauglichkeit der Webseite insbesondere für Neueinsteiger erhöht.

## 6.2 Vorgehen

Die Idee des Forschungsantrages dem Nutzer einen direkten Bezug zu realisierten Projekten in Holzbauweise aufzuzeigen, wurde aufgegriffen und hinterfragt. Daraus resultiert die Annahme, dass der direkte Bezug zur Praxis am deutlichsten durch die Darstellung anhand der Zeichnungen des ausführenden Holzbauunternehmens zu vermitteln ist. Abweichend von anderen „Best Practice Plattformen“, wurde vorgeschlagen, keine sogenannten „Leuchtturmprojekte“, zu zeigen, die in der Regel Sonderlösungen im Detail beinhalten, sondern sogenannte „Schwarzbrotprojekte“, die in der Praxis am häufigsten realisiert werden. Der Fokus liegt hier auf einer vertieften Darstellung der relevanten Detailanschlüsse. Basis der Zeichnungen soll nicht die Architektenzeichnung sein, die häufig nicht der Realisierung entspricht, sondern eine neu aufbereitete Zeichnung in der Detailtiefe eines Architektendetails, jedoch basierend auf der Holzbauplanung. Der Zeitaufwand für die Umsetzung dieser Idee ist aufgrund des intensiven Abstimmungsprozess und Korrekturläufe mit Architekten und ausführenden Firmen bis zur Fertigstellung von komplett neuen Zeichnungen, deutlich höher einzustufen, als für die im Forschungsantrag beschriebene Vorgehensweise. Um eine Entscheidungsgrundlage zu erhalten, wird ein Konzept samt Pflichtenheft der Inhalte für zwei Referenzprojekte ausgearbeitet.

Auf dieser Basis wurde ein Layout-Vorschlag erstellt, der zunächst nur einen Detailanschluss beinhaltete, aber die Möglichkeit bot, den kompletten Fassadenschnitt aus den drei wesentlichen Anschlüssen, Sockel – Deckeneinbindung – Dachanschluss, zu vervollständigen. Der Vorschlag fand Akzeptanz und war Grundlage der weiteren Ausarbeitung.

Bis zum Abschluss des Forschungsprojekts werden 15 Projekte mit textlicher Erläuterung, Fotos, 2D Zeichnungen und 3 Detailanschlüssen sowie der jeweils zugehörigen 3D Grafik auf der Plattform abgebildet sein.

Nach erfolgter Reinzeichnung in der beschriebenen Form werden die Projekte samt Text und Fotomaterial zur Weiterbearbeitung an den Grafiker und Webdesigner übermittelt, bevor die Online-Stellung durch die Holzforschung Austria erfolgt.

Hinweis: Entgegen der Planung im Forschungsantrag, ca. 20 Projekte aus dem Detail-Atlas Projekt in die „dataholz.eu“-Plattform zu übernehmen, wurde bei der Bearbeitung festgestellt, dass die Rechte an den Zeichnungen aus dem Atlas ausschließlich beim Detail-Verlag liegen, der die Zeichnungen für den Detail-Atlas zudem selbst erstellt hat. Unter Angabe der Quelle des Detail-Verlags wurde für 2 Projekte vom Detail-Verlag eine Ausnahme eingeräumt. Dennoch können die Zeichnungen nicht einfach übernommen werden, sondern benötigten eine grafische Anpassung an die anderen Referenzprojekte, zumal sie nur in Druckversion (pdf) und nicht digital zur Verfügung standen. Von diesem Angebot wurde schließlich nicht Gebrauch gemacht. Die Projekte, die sowohl im Detail-Atlas als auch auf der Plattform „dataholz.eu“ dargestellt sind, wurden für „dataholz.eu“ neu gezeichnet.

## 6.3 Auswahl der Referenzprojekte

Bevor eine Auswahl von Projekten getroffen werden konnte, wurden Kriterien festgelegt, die für alle Projekte gleichermaßen gelten sollten. Hervorzuheben ist das Kriterium der Konformität mit den

Bauteilen aus „dataholz.eu“. Es muss jedoch einschränkend festgestellt werden, dass Projekte exakt mit Details gemäß den Aufbauten aus „dataholz.eu“ und der Erfüllung der übrigen Kriterien kaum zu finden sind. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, dass sich aus diesem Grund nur vier Projekte aus dem Detail-Atlas eignen, unabhängig von der rechtlichen Lage. Zudem sind die Fassadenschnitte der Architekten in der Regel durch Fenster und Balkone geschnitten. Fensteranschlüsse sind in „dataholz.eu“ jedoch generell nicht enthalten.

#### **Die Auswahlkriterien im Einzelnen:**

- Weitgehende Konformität der Bauteilaufbauten mit dataholz.eu
- Standardlösungen, keine Sonderkonstruktionen
- Keine Bauweisen, die in „dataholz.eu“ nicht enthalten sind, z. B. Hybridbauweisen
- Projekte aus dem Gültigkeitsbereich von „dataholz.eu“, also Österreich und Deutschland
- Hohe architektonische Qualität
- Mehrgeschossige Gebäude, jedoch keine Einfamilienhäuser

#### **Aus diesen Rahmenbedingungen resultierte die Auswahl der folgenden 15 Projekte:**

- Wohnanlage in Ansbach - D, Deppisch Architekten
- OMG Gymnasium in Neufahrn – D, Deppisch Architekten
- Wohnbebauung Dantebad in München – D, Florian Nagler Architekten
- Gemeindezentrum in St. Gerold – A, Cukrowicz Nachbaur Architekten
- Wohnanlage Mühlweg in Wien – A, Hermann Kaufmann Architekten
- Wohnanlage Unterfeldstraße in Ludesch – A, Hermann Kaufmann Architekten
- Wohnanlage Hummelkaserne in Graz – A, SPS Architekten
- Wohnanlage Samer Mösl Lerchenstraße in Salzburg – A, SPS Architekten
- Wohnanlage Hollerstauden in Ingolstadt – D, Bogevisch Büro
- Wohnanlage Garmisch in Garmisch-Partenkirchen – D, Beer Bembé Dellinger Architekten
- Volksschule Viktor Kaplan in Graz –A, Hohensinn Architektur
- Holz 8 Wohnbebauung in Bad Aibling – D, Schankula Architekten
- Gemeindezentrum in Kuchl – A, LP Architekten
- Holztechnikum in Kuchl – A, LP Architekten
- Kindergarten Talfeld in Biberach – D, Johannes Kaufmann Architektur

Die Darstellung der Projekte ist beispielhaft an einem Projekt im Anhang G dargestellt.

## 6.4 Inhalt und Darstellung

Jedes Referenzprojekt wird anhand eines Lageplans, Grundriss EG, einem Schnitt und einer Projektbeschreibung beschrieben und dargestellt. Dem liegen die Zeichnungen der Architekten zugrunde, die in eine grafisch einheitliche zeichnerische Darstellung gebracht wurden.

Vertiefte Informationen bieten die jeweiligen Projektkennwerte zum Gebäude: Neben Angaben zu den ausführenden Firmen, den Baukosten und der Bauzeit werden technische Kenndaten (wie z.B. U-Werte etc.), Angaben zur jeweiligen Bauweise und Angaben zur Tragwerkskonzeption gemacht. Die Informationen wurden von den jeweiligen Architekturbüros zur Verfügung gestellt.

Angaben zu Brand- und Schallschutz wurden abgefragt. Die Rückmeldungen von Architekten und ausführenden Firmen enthielten meist keine Angaben zum Thema Schallschutz. ZUM Brandschutz wurden Angaben abgebildet. Unabhängig von den Referenzprojekten sind im Bereich Bauteilfü- gungen dazu Angaben enthalten. U-Werte wurden von den Planern meist geliefert.

Im Weiteren erfolgen zeichnerische und textliche Angaben zur Detailausführung bzw. Bauteilfü- gung im Bereich Attika, Wand-Decke-Wand und Sockel des jeweiligen Projekts:

Das jeweilige Detail wird zunächst als 2D-Grafik dargestellt. Neben der Beschriftung der unter- schiedlichen Materialien werden die jeweiligen Fügungen stichpunktartig in ihrer Ausführung be- schrieben, um den Aufbau der Gebäudehülle/ der Geschossdecke oder des Dachaufbaus zu ver- deutlichen. Das Bedienmenü sieht an dieser Stelle eine direkte Verlinkung mit dem entsprechenden oder vergleichbaren Bauteil der Bauteilsammlung „dataholz.eu“ vor.

Über einen weiteren Reiter kann der Anwender den 3D Aufbau / Montageablauf aufrufen. Hier wird mittels einer isometrischen Explosionszeichnung der Montageablauf erläutert und der jeweilige Vorfertigungsgrad verdeutlicht. Für den Benutzer stellt diese Abfragemöglichkeit einen erheblichen Mehrwert dar.

Die 2D und 3D Zeichnungen wurden auf Grundlage der Werk- und Detailplanung der jeweiligen Architekten bearbeitet. Gleichzeitig wurde die Werkstattplanung der ausführenden Firma hinzuge- zogen, um die tatsächliche Ausführung, den jeweiligen Vorfertigungsgrad und den Montageablauf zu verifizieren. Ergänzend werden die komplette inhaltliche Aufbereitung und der terminologische Abgleich mit den Begriffen der Datenbank vorgenommen.

## 7 Layout und Abfrageoptionen

### 7.1 Anpassung des Layouts

Seit Ende 2017 ist „dataholz.eu“ mit seinem neuen Layout online. Dabei wurde das Augenmerk besonders auf eine noch übersichtlichere und zeitgemäße Gestaltung sowie eine verbesserte Nutzerfreundlichkeit gelegt. Vor allem für die stark steigende Anzahl an mobilen Nutzern wurden Anpassungen durchgeführt.

Die Internetplattform „dataholz.eu“ wurde im Zuge des Projektes in vier Bereiche gegliedert. Die Bereiche Baustoffe und Bauteile sind dabei durch eine klare Zuordnung im baurechtlichen Teil zu finden, der einerseits begrifflich als auch grafisch von den Bereichen der zusätzlichen Informationen getrennt ist. In diesem Teil sind die Bauteilfügungen sowie der Bereich Anwendungen mit den Referenzprojekten (gebaute mehrgeschossige Holzbauprojekte) zu finden. Der interessierte Nutzer hat in dieser Rubrik auch die Möglichkeit weitere Informationen zu wichtigen holzbautechnischen Themen, beispielsweise zum Sockelanschluss, Fensterbankanschluss, Sanierung sowie Flachdach zu erhalten. Die Startseite ist folgend in Abbildung 7-1 dargestellt.

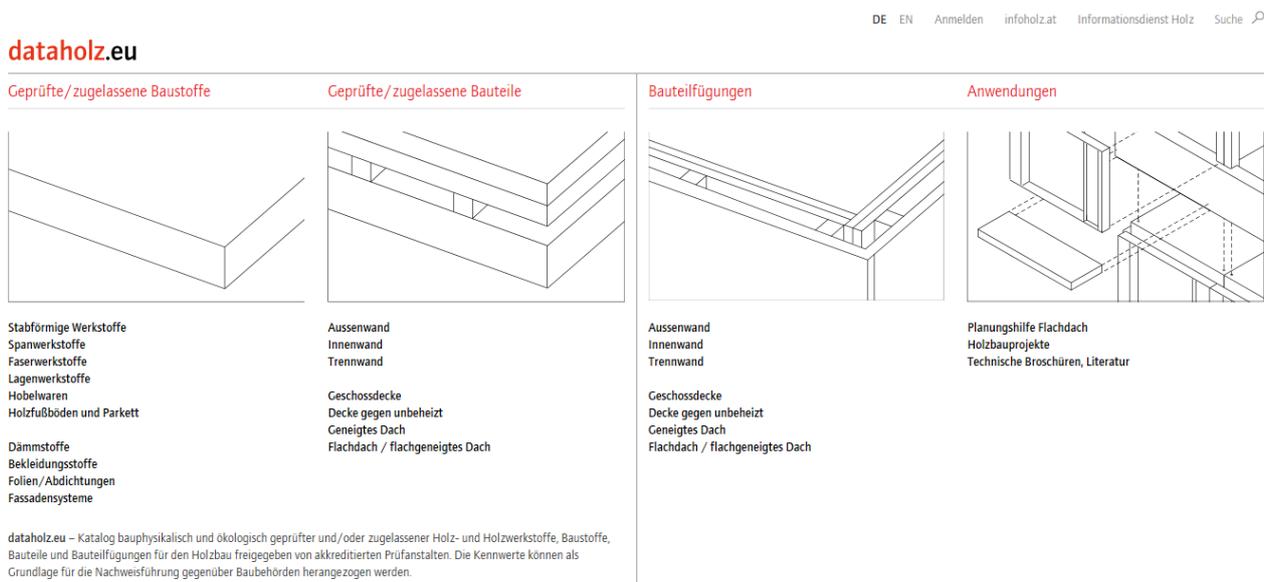
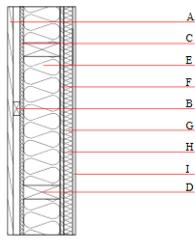


Abbildung 7-1: Übersicht der vier Bereiche auf der Startseite von „dataholz.eu“ [4]

Das Kernstück bilden nach wie vor die detailliert dargestellten Holzkonstruktionen im Bereich der geprüften/zugelassenen Bauteile, welche genaue Angaben zum Schichtaufbau sowie die notwendigen bauphysikalischen und ökologischen Kenngrößen beinhalten. Die Bauteile werden übersichtlich, sowohl grafisch als Schnitt und 3-D Ansicht als auch textlich in Tabellenform mit den jeweiligen Schichten und dazugehörigen Baustoffkennwerten dargestellt (vgl. Abbildung 7-2). Gemeinsam mit den bauphysikalischen und ökologischen Bewertungen ist die Gesamtinformation am Ende als einzelnes PDF-Dokument downloadbar (vgl. Abbildung 7-3).

Schnitt Aufbau



Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (außen nach innen)

	Dicke [mm]	Baustoff	Wärmeschutz				Brandverhaltensklasse EN
			λ	μ min – max	p	c	
A	24,0	Holz Lärche Außenwandverkleidung	0,155	50	600	1,600	D
B	30,0	Holz Fichte Lattung versetzt (30/50; 30/80)-Hinterlüftung	0,120	50	450	1,600	D
C	15,0	MDF	0,140	11	600	1,700	D
D	160,0	Konstruktionsholz (60/./.; e=625)	0,120	50	450	1,600	D
E	160,0	Mineralwolle [040; 33; ≥1000°C]	0,040	1	33	1,030	A1
F	15,0	OSB	0,130	200	650	1,700	D
G	40,0	Holz Fichte Querlattung (a=400) ≥ 40mm	0,120	50	450	1,600	D
H	40,0	Mineralwolle [040; 33; ≥1000°C]	0,040	1	33	1,030	A1
I	12,5	Gipsplatte Typ DF (GKF) oder	0,250	10	800	1,050	A2
I	12,5	Gipsfaserplatte	0,320	21	1000	1,100	A2

Abbildung 7-2: Darstellung einer Außenwand mit dem jeweiligen Schichtaufbau und den Baustoffkennwerten [4]

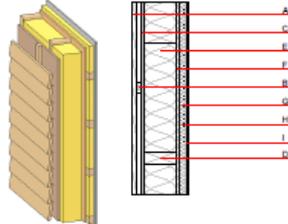


Bezeichnung: awrhh04-08  
Stand: 19.04.18  
Quelle: Holzforschung Austria  
Bearbeiter: HFA, SP

Außenwand - awrhh04-08  
Außenwand, Holzrahmen-/Holztafel, hinterlüftet/belüftet, mit Installationsebene, geschalt, andere Oberfläche

Bauphysikalische Bewertung

<b>Wärmeschutz</b>	RSI von innen	50
	RSI von außen	33
	max. Wärmefluss = 2 m. max. Leit. E <sub>tot</sub> = 15,2 W/m	
	Klassifizierung durch MU30	
<b>Durchschallung</b>	RSD (von innen/ RSD (von außen)	
	Leit. E <sub>tot</sub> gemäß des deutschen Voreinstufungssystems	
	Nachweis: RSD (von innen) herabstufungsfähig: RSD (von außen) DIN 4103-4:2016-05	
<b>Wärmeschutz</b>	U	0,21 W/(m²K)
	Diffusionsverhältnis	geeignet
	Berechnung durch TUM	
<b>Schallschutz</b>	R <sub>w</sub> (C,C <sub>w</sub> )	50(2);10 dB
	L <sub>w</sub> (C)	
	Wird die Lattung der Hinterlüftungsebene mit dem Konstruktionsholz verschraubt, die Lattung der Innendämmebene vorwärts angebracht und ebenfalls mit dem Konstruktionsholz verschraubt so ergibt sich Rw(C20+ 40) (-1,5)	
	Bestätigung durch MA30	
	Bestätigung durch M006-006	
<b>Rückbauvermögen</b>	Masse	58,90 kg/m²
	Berechnet mit GAF	



Bezeichnung: awrhh04-08  
Stand: 19.04.18  
Quelle: Holzforschung Austria  
Bearbeiter: HFA, SP

Ökologische Bewertung (je m² Konstruktionsfläche)

<b>Datenbank: awrcert</b>	CO <sub>2</sub> eq	6,9				
	Berechnung durch ISO					
<b>Datenbank: Gaf (ÖNORM AUSTRI)</b>	Verbleibende Menge an Ressourcen					
	Biogene Kohlenstoff im kg CO <sub>2</sub> Äq.	kg				
	Gesamte Rohstoffmenge	Mt				
	Die um Anteil erneuerbar	%				
	Berechnung durch TUM					
<b>Ökologische Bewertung im Detail</b>	Datenbank: Datenbank: awrcert					
<b>GWP</b>	<b>AP</b>	<b>PEI ne</b>	<b>PEI a</b>	<b>EP</b>	<b>POCP</b>	
(kg CO <sub>2</sub> Äq.)	(kg SO <sub>2</sub> Äq.)	(Pt)	(Pt)	(kg PO <sub>x</sub> Äq.)	(kg C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> Äq.)	
43,4	0,230	244,7	1.006,9	Q660	Q352	
<b>Datenbank: Datenbank: Gaf (ÖNORM AUSTRI)</b>	<b>GWP</b>	<b>AP</b>	<b>EP</b>	<b>POCP</b>		
	(kg CO <sub>2</sub> Äq.)	(kg SO <sub>2</sub> Äq.)	(kg PO <sub>x</sub> Äq.)	(kg C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> Äq.)		
	47,7423	0,1156	Q2168	1.682,6	Q2085	
	72,0338	0,0023	Q3023	1,0167	46,4	
	27,7471	0,1199	Q2226	1,854	Q2051	
<b>Datenbank: Datenbank: Gaf (ÖNORM AUSTRI)</b>	<b>PEI ne</b>	<b>PEI a</b>	<b>PEI ne</b>	<b>PEI ne</b>	<b>PEI ne</b>	
	(Pt)	(Pt)	(Pt)	(Pt)	(Pt)	
	192,84	75,8712	602,621	615,7882	21,0244	
	0,9128	154,088	213,6882	11,6807	21,0002	
	102,0815	5,4555	187,6289	433,7371	10,1801	

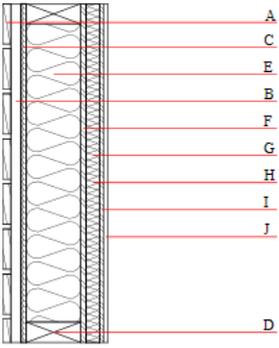
dataholz.eu - Kalkül bauphysikalisch und ökologisch geprüft und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilansätze für den Holzbau, insbesondere als verbundene Holzbauteile.  
Die Kennwerte können als Grundlage für Nachweise gegenüber Baubehörden herangezogen werden.

dataholz.eu - Kalkül bauphysikalisch und ökologisch geprüft und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilansätze für den Holzbau, insbesondere als verbundene Holzbauteile.  
Die Kennwerte können als Grundlage für Nachweise gegenüber Baubehörden herangezogen werden.

Abbildung 7-3: Bauteil awrhh04-08 als pdf Dokument mit bauphysikalischer und ökologischer Bewertung [4]

Am Datenblatt sind die zugehörigen deutschen Verwendbarkeitsnachweise (vgl. Abbildung 7-4) aufgeführt. Diese sind im eingeloggten Zustand in weiterer Folge auch downloadbar.

Schnitt    Aufbau



Datenblatt Aussenwand  
awrhh12a-00

### Aussenwand awrhh12a-00

Aussenwand Holzrahmen/Holztafel, hinterlüftet/belüftet, mit Installationsebene, geschalt

**Bauphysikalische Beurteilung**

Brandschutz	REI von innen	30
	REI von aussen	30
	max. Wandhöhe = 3 m; max. Last $E_{d,fl}$ = 32 kN/m	
	Klassifizierung durch HFA	
<b>Brandschutz Deutschland</b>		
Klassifizierung: F30 (von innen/von außen)		
Last $E_{d,fl}$ gemäß des deutschen Verwendbarkeitsnachweises		
Nachweis: DIN 4102-4:2016-05, Tabelle 10.7, Zeile 1		
↓ Nachweis Brandschutz Berechnung		
Wärmeschutz	U	0,20 W/(m²K)
	Diffusionsverhalten	geeignet
	Berechnung durch TUM	
↓ Nachweis Wärmeschutz Berechnung		
Schallschutz	$R_w (C; C_w)$	52 dB (-1; -6)
	$L_{nw} (C_i)$	
	Beurteilung durch Müller-BBM	
↓ Nachweis Schallschutz Beurteilung		
Flächenbezogene Masse	m	64,7 kg/m²

Abbildung 7-4: Bauteil awrhh12-00 mit den zugehörigen deutschen Verwendbarkeitsnachweisen, z.B. für den Brandschutz der Verweis auf die DIN 4102-4 und für den Wärmeschutz und Schallschutz der Verweis auf Berechnung und Beurteilung, welche der eingeloggte Nutzer öffnen und downloaden kann [4]

## 7.2 Entwicklung eines parametrischen Zeichentools

In der bisherigen Darstellung der Bauteile war es nicht möglich bei veränderter Wahl von Schichtstärken eines Bauteils eine aktualisierte Darstellung im Aufbau zu erhalten. Durch eine parametrische Eingabe der Bauteil-Zeichnung in Verknüpfung mit der Liste der Bauteilparameter sollte ein Tool entwickelt werden, das dieser Anforderung gerecht wird.

Die Professur Entwerfen und Holzbau entwickelte dafür ein parametrisches Tool, das in mehreren Schritten auf Grundlage variabler Daten einer Excel Tabelle eine parametrische Umsetzung der verschiedenen Bauteilaufbauten ermöglicht.

Die Methodik basiert auf folgender Vorgehensweise:

- Grundlage: Excel Tabelle mit unterschiedlichen Schichtangaben zum jeweiligen Bauteil
- Einlesen der Daten in das Rhino Plug-in Grasshopper, generieren von 3D Aufbauten
- Implementierung über Schnittstelle ArchiCAD
- Definition der Darstellungsparameter in ArchiCAD:  
Definition von Materialzuweisungen, Beschriftung  
Festlegung der Oberflächen, Darstellung  
Anordnung auf einem Layout
- Export der Bauteile in verschiedenen Dateiformaten (dwg, IFC, pdf)

Die Funktionsfähigkeit der Methode wurde an ca. 100 Aufbauten in verschiedenen grafischen Darstellungen erprobt. Ziel der Entwicklung war die Erstellung aller geplanten und zukünftigen Bauteile auf Grundlage der ohnehin vorhandenen Exceltabellen.

Während des Projektverlaufs entschieden sich die Projektpartner gegen die parametrische Darstellung. Die Gründe hierfür liegen im Wesentlichen an der aufwendigen Umsetzung, die dauerhaft verfügbare Kompetenzen erfordert hätte um die Entwicklung anzuwenden und weiterzuentwickeln. Gleichzeitig bedarf es zur Anwendung der Methode unterschiedlicher Softwareprogramme, deren Anschaffung sowie die Schulung der Bearbeiter im Rahmen des Forschungsprojekts nicht vorgesehen waren.

Die Entwicklungsstufen und die methodische Vorgehensweise wurden in Form einer Gebrauchsanweisung protokolliert und liegen für eine spätere Nutzung vor. Im Anhang H wird die Vorgehensweise exemplarisch dargestellt.

### 7.3 Abfragemöglichkeiten, Filterfunktion

Eine wesentliche Änderung im Bereich der Bauteile ist die Einstellung des Gültigkeitsbereiches. Mit dieser Filtersetzung ist es möglich, alle Bauteile, welche in Deutschland auch baurechtlich Verwendung finden können, also jene mit deutscher Nachweisführung anzuzeigen und ausschließlich unter diesen zu suchen. Für Nutzer mit einer deutschen IP-Adresse wird mit Aufrufen der Seite diese Filterung automatisch gesetzt. Eine Anpassung der Begrifflichkeiten (z.B. Holzrahmenbau – Holztafelbau) wurde dabei auch durchgeführt.

Weitere neue Filtermöglichkeiten sind ebenfalls hinzugekommen, um das gesuchte Bauteil wesentlich rascher zu finden. Beispielsweise die Vorauswahl der gewünschten Beplankungswerkstoffe (Definition „äußere Beplankung“ und „innere Beplankung“) oder auch die Filterung nach konkreten Dämmstoffen. Dem speziellen Wunsch der Architektenvertreter im Beirat des Forschungsprojektes eine Filterung für die „Oberfläche innen“ zu ermöglichen, um bei jeder Bauteilklasse (Wand, Decke, Dach) entsprechende Bauteile mit innenliegender Holzoberfläche zu finden, wurde ebenfalls nachgekommen und entsprechend umgesetzt. Darüber hinaus bieten neue Filterparameter bei der bauphysikalischen Beurteilung für den Nutzer weitreichende Verbesserungen – jetzt ist es auch möglich beim Brandschutz „von innen“ und „von außen“ zu unterscheiden und die Bauteile entsprechend zu filtern. Ebenso ist die Suche nach Bauteilen mit brandschutztechnischen Kapselkriterien für Deutschland möglich.

Um all diese umfangreichen Filterungen zu ermöglichen, war es notwendig in der dahinterliegenden Datenbank größere Änderungen durchzuführen. Beginnend von der Neuerstellung diverser Strukturen, über die Zuordnungen neuer Parameter bis hin zur Möglichkeit in den Bauteilklassen jeder einzelnen Bauteilschicht einer bestimmten Gruppenschicht zuzuordnen, wurden diese Punkte eingearbeitet. Die jetzigen Filtermöglichkeiten am Beispiel der Bauteilklasse Außenwand sind in Abbildung 7-5 ersichtlich. Dabei werden nun auch mit dem Setzen jedes Suchparameters die möglichen Bauteile und deren Anzahl automatisch mitreduziert und angezeigt.

Gültigkeitsbereich  Alle Bauteile  Deutschland (Testversion)

Filter	Konstruktion	Äußere Beplankung	Innere Beplankung	Brandschutz von innen	Wärmeschutz
4 Bauteile	<input checked="" type="radio"/> Holzrahmen/Holztafel <input type="radio"/> Holzmassiv	<input checked="" type="radio"/> MDF <input type="radio"/> OSB	<input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Holzschalung <input type="radio"/> Gipsfaserplatte <input type="radio"/> Gipsplatte	<input type="radio"/> REI30 <input type="radio"/> REI45 <input type="radio"/> REI60 <input type="radio"/> REI60 / K <sub>2</sub> 60 <input type="radio"/> REI90 <input type="radio"/> REI90 / K <sub>2</sub> 60	<input type="radio"/> U ≤0,15 W/(m²K) <input type="radio"/> U 0,16–0,20 W/(m²K) <input type="radio"/> U ≥0,21 W/(m²K)
<b>Reset</b>	<b>Fassade Putz</b> <input type="radio"/> WDVS EPS-F <input type="radio"/> WDVS WF <input type="radio"/> WDVS WW <input type="radio"/> WDVS MW-PT	<input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Holzschalung <input type="radio"/> Gipsfaserplatte	<b>Installationsebene</b> <input type="radio"/> gedämmt <input type="radio"/> ungedämmt <input type="radio"/> ohne	<b>Schallschutz</b> <input type="radio"/> R <sub>w</sub> ≤43 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> 44–47 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> 48–57 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> ≥58 dB	
	<b>Fassade Holz</b> <input checked="" type="radio"/> hinterlüftete/belüftete Fassade <input type="radio"/> nicht hinterlüftete Fassade	<b>Dämmstoff</b> <input type="radio"/> Mineralwolle <1000°C <input type="radio"/> Mineralwolle ≥1000°C <input type="radio"/> Zellulose <input type="radio"/> Schafwolle <input type="radio"/> Holzfaser	<b>Oberfläche Innen</b> <input type="radio"/> Holz sichtbar <input type="radio"/> andere Oberfläche	<b>Brandschutz von aussen</b> <input type="radio"/> REI30 <input type="radio"/> REI45 <input type="radio"/> REI60 <input type="radio"/> REI60 / K <sub>2</sub> 60 <input type="radio"/> REI90 <input type="radio"/> REI90 / K <sub>2</sub> 60	

Abbildung 7-5: Filtermöglichkeiten am Beispiel Außenwand – Gültigkeitsbereich Deutschland, sowie weitere konstruktive als auch bauphysikalische Suchparameter [4]

Hinsichtlich der Treffer werden neben den exakten Treffern/Bauteilen der gesuchten bauphysikalischen Filterparameter auch jene Bauteile angezeigt, die bessere Kennwerte aufweisen (vgl. Abbildung 7-6)

Gültigkeitsbereich  Alle Bauteile  Deutschland (Testversion)

Filter	Konstruktion	Äußere Beplankung	Innere Beplankung	Brandschutz von innen	Wärmeschutz
4 Bauteile	<input checked="" type="radio"/> Holzrahmen/Holztafel <input type="radio"/> Holzmassiv	<input checked="" type="radio"/> MDF <input type="radio"/> OSB	<input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Holzschalung <input type="radio"/> Gipsfaserplatte <input type="radio"/> Gipsplatte	<input checked="" type="radio"/> REI30 <input type="radio"/> REI45 <input type="radio"/> REI60 <input type="radio"/> REI60 / K <sub>2</sub> 60 <input type="radio"/> REI90 <input type="radio"/> REI90 / K <sub>2</sub> 60	<input type="radio"/> U ≤0,15 W/(m²K) <input type="radio"/> U 0,16–0,20 W/(m²K) <input type="radio"/> U >0,21 W/(m²K)
<b>Reset</b>	<b>Fassade Putz</b> <input type="radio"/> WDVS EPS-F <input type="radio"/> WDVS WF <input type="radio"/> WDVS WW <input type="radio"/> WDVS MW-PT	<input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Holzschalung <input type="radio"/> Gipsfaserplatte	<b>Installationsebene</b> <input type="radio"/> gedämmt <input type="radio"/> ungedämmt <input type="radio"/> ohne	<b>Schallschutz</b> <input type="radio"/> R <sub>w</sub> ≤43 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> 44–47 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> 48–57 dB <input type="radio"/> R <sub>w</sub> ≥58 dB	
	<b>Fassade Holz</b> <input checked="" type="radio"/> hinterlüftete/belüftete Fassade <input type="radio"/> nicht hinterlüftete Fassade	<b>Dämmstoff</b> <input type="radio"/> Mineralwolle <1000°C <input type="radio"/> Mineralwolle ≥1000°C <input type="radio"/> Zellulose <input type="radio"/> Schafwolle <input type="radio"/> Holzfaser	<b>Oberfläche Innen</b> <input type="radio"/> Holz sichtbar <input type="radio"/> andere Oberfläche	<b>Brandschutz von aussen</b> <input type="radio"/> REI30 <input type="radio"/> REI45 <input type="radio"/> REI60 <input type="radio"/> REI60 / K <sub>2</sub> 60 <input type="radio"/> REI90 <input type="radio"/> REI90 / K <sub>2</sub> 60	

Exakte Treffer



awrhh12a  
6 Varianten



awrrho05a  
6 Varianten

Treffer mit besseren Kennwerten



awrhh04a  
9 Varianten



awrrho11a  
9 Varianten

Abbildung 7-6: Anzeige der exakten Treffer, als auch Bauteile mit besseren Kennwerten bei der Suche von hinterlüfteten Holztafel-Außenwänden mit REI 30 bzw. F 30 Anforderung [4]

## **8 Zusammenfassung und Ausblick**

### **8.1 Zusammenfassung**

#### **8.1.1 Baurechtliche Grundlagen**

„dataholz.com“, ist eine Plattform die in Österreich seit 2004 zur Verfügung steht. Der Grund, dass die dort vorhandenen Bauteile in Deutschland nicht verwendet werden können, liegt an den unterschiedlichen baurechtlichen Rahmenbedingungen der beiden Länder. Durch das Forschungsvorhaben wurde eine Möglichkeit erarbeitet, ausgewählte Konstruktionen in Deutschland baurechtskonform einzusetzen.

Durch den Wandel der baurechtlichen Rahmenbedingungen, bedingt durch das Urteil des europäischen Gerichtshofes, welches zu einer Änderung der Musterbauordnungen sowie der Landesbauordnungen und zur Einführung der neuen Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen geführt hat, wurden die für das Forschungsprojekt zur maßgebenden Rahmenbedingungen während der Laufzeit mehrmals geändert. Die gewählten Nachweisformate über technische Regeln oder herstellernerneutrale bzw. herstellereinspezifische Verwendbarkeitsnachweise in Kombination mit gutachterlichen Stellungnahmen mussten für die über 300 Bauteilvarianten mehrfach angepasst werden. Abschließend konnten durch diese aufwendigen Prozesse Kernprobleme in den Entwürfen der Verwaltungsvorschrift herausgearbeitet und kommentiert und Lösungsmöglichkeiten erarbeitet werden. Die Ergebnisse wurden durch die enge Zusammenarbeit mit der Bauaufsicht und dem DIBt direkt an die verantwortlichen Stellen weitergegeben, um diese in den aktuell laufenden Überarbeitungsprozess der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen mit zu berücksichtigen. Die Anhörung der neuen MVV TB 2019/1 [19] enthält bereits erste Korrekturen, die im Laufe des Forschungsprojektes identifiziert wurden.

#### **8.1.2 Technische Bearbeitung der Bauteilnachweise**

Im Rahmen der Technischen Bearbeitung der Bauteilnachweise ist zwischen den Nachweisen zu Brand,- Schall,- Wärme und Feuchteschutz, sowie Ökodaten zu unterscheiden. Für die Nachweise zu Wärme- und Feuchteschutz stehen technische Regeln zur Beurteilung der ausgewählten Konstruktionen zu Verfügung. Ebenso ist ein rechnerischer Nachweis zu den Kenndaten der ökologischen Bewertung möglich. Diese Nachweise wurden im Forschungsprojekt am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TUM für alle Konstruktionen erarbeitet. Das Forschungsvorhaben hat gezeigt, dass die in Deutschland verfügbaren technischen Regeln für den Nachweis des Schall- und Brandschutzes von Holzkonstruktionen nur bedingt geeignet sind. Die tabellierten Aufbauten der DIN 4109-33:2017-07 decken nur einzelne ausgewählte Konstruktionen ab. Um die entsprechenden schalltechnischen Nachweise dennoch erarbeiten zu können, wurde zusammen mit Müller BBM und der HFA als Partner eine Matrix zur Bauteilbewertung entwickelt. Basierend auf den ursprünglichen Prüfungen aus „dataholz.com“ in Kombination mit neuen Bauteilprüfungen für Massivholzelemente konnten für alle Konstruktionsvarianten schalltechnische Bewertungen durchgeführt werden. Bezüglich der brandschutztechnischen Nachweisführung sind die in Deutschland gül-

tigen, technisch eingeführten Baubestimmungen ebenfalls nicht ausreichend, um die Konstruktionen aus „dataholz.com“ abzudecken. Über tabellierte Bauteilaufbauten nach DIN 4102-4:2016-05 konnten ca. 34% der vorhandenen Bauteile bewertet werden. Rechnerische Nachweise über den aktuellen Eurocode DIN 1995-1-2:2010-12 ermöglichten für die vorgesehenen Bauteile ebenfalls keinen Nachweis. Durch die starke Einschränkung von Erweiterungen (z.B. Austausch von Dämmstoffen aus Steinwolle) der gegenwärtig existierenden Verwendbarkeitsnachweise (wie z.B. abPs) hat sich die Nachweisführung über herstellernerneutrale Verwendbarkeitsnachweise als nicht zielführend erwiesen. Um alle ausgewählten Bauteile nachweisen zu können wurde auf herstellerspezifische Nachweise zurückgegriffen. Im Zuge der Überarbeitung der DIN 4102-4/A1 konnte in Abstimmung mit der DIN erreicht werden, dass die Ergebnisse aus „dataholz.com“ mit in den Überarbeitungsprozess einfließen können, um in Zukunft eine größere Herstellerneutralität zu erreichen. Somit konnte eine Möglichkeit geschaffen werden, die Nachweismöglichkeiten für Holzbauteile, nicht nur im Rahmen von „dataholz.eu“ zu erweitern.

### **8.1.3 Konstruktionsdetails und Bauteilfügungen**

Neben flächigen Bauteilen wurden die in „dataholz.com“ existierenden Konstruktionsdetails und Bauteilfügungen geprüft und überarbeitet. Um eine möglichst hohe Anzahl an relevanten Anschlusssituationen zu identifizieren, wurden anhand einer Matrix eine Auswahl von 79 Bauteilanschlüssen identifiziert und für die Plattform aufbereitet. Neben der zeichnerischen Darstellung wurden technische Anmerkungen und Leistungseigenschaften zu Brand-, Schall- und Wärmeschutz ermittelt und angegeben.

### **8.1.4 Referenzprojekte**

Als komplettes Novum wurde im Rahmen des Forschungsprojektes der Bereich Holzbauprojekte erarbeitet. Praktische Beispiele mit Bildern, Grundrissen, Schnitten und Anschlussdetails wurden auf der Plattform dargestellt. Ergänzende Informationen zu Projektbeteiligten, Kosten, sowie bauphysikalische Kennwerte konnten ermittelt werden und dienen dem Anwender als Richtwert und Planungshilfe für ähnliche Projekte.

### **8.1.5 Layout und Abfrageoptionen**

Das Projekt umfasst auch die Entwicklung eines neuen, moderneren Layouts. Es konnte in Abstimmung mit dem Beirat ein Konzept für ein neues, moderneres und übersichtlicheres Layout erarbeitet werden. Um die Suche spezifischer Bauteile zu vereinfachen wurden neue Suche und Filterfunktionen implementiert. Der Anwender wird somit schnell durch unterschiedliche Anforderungen wie z.B. Fassadenoberfläche, Dämmstoffe oder bauphysikalische Eigenschaften zu Brand-, Schall,- oder Wärmeschutz zum gewünschten Bauteil navigiert.

## **8.2 Ausblick**

Als kostenfreie, dynamische Onlineplattform wurde im Projekt dataholz.de eine Basis geschaffen, um Behörden, Planern, Ausführenden oder auch den Bauherren ein Werkzeug zur Realisierung moderner Holzgebäude an die Hand gegeben. Durch die Standardisierung und die Vereinfachungen in der Nachweisführung sowie die einfache Verfügbarkeit von Informationen wurde ein Beitrag

zu einer breiteren Marktakzeptanz des Holzbaus geliefert. Die in Deutschland gegenwärtig vorhandenen baurechtlichen und nachweisspezifischen Hemmnisse wurden an die einflussnehmenden Stellen, das DIBt und die Bauaufsichten weitergeleitet und wurden dort diskutiert. Die hier erarbeiteten Erkenntnisse können in Zukunft den Einsatz und die baurechtliche Nachweisführung von Holzbauteilen wesentlich vereinfachen und somit zu einer wachsenden Verbreitung des Holzbaus beitragen. Der aktuelle Status Quo der Plattform ist ein Start, um eine derartige Plattform auch in Deutschland zu etablieren. Aktuelle Auswertungen der Seitenzugriffe zeigen schon jetzt ein hohes Interesse deutscher Nutzer. Eine ständige Datenpflege, zur Gewährleistung eines immer aktuellen Standes, sowie eine stetige Weiterentwicklung, um neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis zu etablieren, ist dabei unabdingbar. Hierfür ist die direkt anschließende 5-jährige Nachlaufphase bereits eingeleitet.

Die aktuell in „dataholz.eu“ implementierten Bauteile tragen zu einer Standardisierung im Holzbau bei. Die dort implementierten Bauteile können in Zukunft parametrisch erfasst und als Grundlage für einen Systembaukasten im Holzbau dienen. Durch die Verknüpfung von Bauteilen und bauphysikalischen Grundlagen, können Bauteile über definierte Anforderungen gefiltert und zugeordnet werden.

Um dem Gedanken des BIM (Building-Information- Modells) gerecht zu werden, können die gegenwärtig in 2-D realisierten Bauteile in Zukunft als parametrische 3-D Bauteile mit entsprechenden Leistungseigenschaften digitalisiert werden.

Die Plattform soll in Zukunft zu einem erweiterten Einsatz von biogenen, nachwachsenden Rohstoffen und somit zu einer langfristig nachhaltigeren Baukultur beitragen.

## 9 Referenzen

### 9.1 Literatur

#### Literaturverzeichnis

- [1] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: *4.1.1 Checkliste - Vorgefertigte Wand- und Deckenbauteile mit hölzerner Tragkonstruktion* (idF v. 28. 2. 2008) (2008-02-28). URL <https://www.oib.or.at/de/checklisten> – Überprüfungsdatum 2018-07-09
- [2] GRÄFE, Martin ; MERK, Michael ; WERTHER, Norman; FÜLLE, Claudia (Mitarb.); LEOPOLD, Nadine (Mitarb.); SPRINZ, Dietmar (Mitarb.); BUSCH, Matthias (Mitarb.); BRUNN, Markus (Mitarb.) : *Regeldetailkatalog für den mehrgeschossigen Holzbau in Gebäudeklasse 4*. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2015 (Bauforschung für die Praxis 111)
- [3] POLLERES, Sylvia: *Bauteilranking dataholz*. E-Mail. 2016-02-17. RAUCH, Michael (Adressat)
- [4] HFA AUSTRIA: *dataholz.eu*. URL <https://www.dataholz.eu/> – Überprüfungsdatum 2019-09-02
- [5] DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN: *RICHTLINIE DES RATES vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG) (ABl. L 40 vom 11.2.1989, S. 12)* (idF v. 1998) – Überprüfungsdatum 2016-09-16
- [6] *Muster- Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)* (in Kraft getr. am 2017) (2017)
- [7] REFERAT ZD 5: *EuGH verurteilt Deutschland wegen Handelshemmnissen bei Bauprodukten : Urteil vom 16.10.2014, Rs. C -100/13*. Berlin, 17.10.2014 – Überprüfungsdatum 2018-07-25
- [8] KRAUSE-CZERANKA, Thomas: *Die Novellierung der Regelungen für Bauprodukte und Bauarten durch die MBO 2016 und die MVV TB*. Herausgeber. In: *Bauprodukte Aktuell* 1.2018 (2018), Nr. 1
- [9] DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK VERTRETEN DURCH DEN PRÄSIDENTEN GERHARD BREITSCHAFT: *Bauregellisten : Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C*. Berlin, 06.10.2015
- [10] DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: *Stand der Umsetzung der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen (MLTB) und der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in den Ländern (Stand 15.08.2019)* – Überprüfungsdatum 2019-12-12
- [11] FACHKOMMISSION BAUAUFSICHT DER BAUMINISTERKONFERENZ: *Muster-Richtlinie über brand-schutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise- M-HFHolzR* (in Kraft getr. am 07/2004) (07/2004) – Überprüfungsdatum 2018-10-16
- [12] HAFNER, Anette ; SCHÄFER, Sabrina ; KRAUSE, Karina ; RAUCH, Michael ; MERK, Michael ; WERTHER, Norman ; OPITSCH, Wolf: *Methodenentwicklung zur Beschreibung von Zielwerten zum Primärenergieaufwand und CO2-Äquivalent von Baukonstruktionen zur Verknüpfung mit Grundstücksvergaben und Qualitätssicherung bis zur Entwurfsplanung*. Bochum, 01/2017

- [13] ENTWICKLUNGSGEMEINSCHAFT HOLZBAU (EGH) IN DER DGFH E.V. (Hrsg.); HOLTZ, Fritz (Mitarb.); HESSINGER, Joachim (Mitarb.); BUSCHBACHER, Hans-Peter (Mitarb.); RABOLD, Andreas (Mitarb.) : *holzbau handbuch : Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken*. München, 1999 (Reihe 3 - Bauphysik Teil 3, Folge 3)
- [14] ENTWICKLUNGSGEMEINSCHAFT HOLZBAU (EGH) IN DER DGFH E.V. (Hrsg.); HOLTZ, Fritz (Mitarb.); HESSINGER, Joachim (Mitarb.); RABOLD, Andreas (Mitarb.); BUSCHBACHER, Hans-Peter (Mitarb.) : *holzbau handbuch : Schallschutz. Wände und Dächer*. München, 2004 (Reihe 3 - Bauphysik Teil 3, Folge 4)
- [15] Richtlinie VDI 4100. 2012-10. *Schallschutz im Hochbau*
- [16] DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR AKUSTIK E.V. (Hrsg.): *Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis*. Berlin, 2018
- [17] ENTWICKLUNGSGEMEINSCHAFT HOLZBAU (EGH) IN DER DGFH E.V. (Hrsg.); SCHULZE, Horst (Mitarb.): *holzbau handbuch : Grundlagen des Schallschutzes*. München, 1998 (Reihe 3 - Bauphysik Teil 3, Folge 1)
- [18] MEISINIGER, Marina ; MEIER, Andreas: *Schallschutz – Forschungsvorhaben dataholz.de : Kategorisierung von Bauteilen in Holzbauweise - Normativ nach DIN 4109 zu beurteilende Bauteilaufbauten (Stufe I)*. München, 05.07.2017 (M135147/01)
- [19] MEIER, Andreas: *dataholz.eu, Schalltechnische Beurteilung, gdmnxa01a(Geschossdecke Holzmassivbau)*. München, 04.07.2018
- [20] MEISINIGER, Marina ; MEIER, Andreas: *Schallschutz - Forschungsvorhaben dataholz.eu : Schalltechnische Beurteilung von Bauteilaufbauten des Bauteilkatalogs*. München, 28.09.2018 (M135147/04)
- [21] BBSR/BBR; BROCKMANN, Tanja (Mitarb.); FIGL, Hildegund (Mitarb.); KERZ, Nicolas (Mitarb.); KUSCHE, Oliver (Mitarb.); RÖSSIG, Stephan (Mitarb.) : *ÖKOBAUDAT : Grundlage für die Gebäudeökobilanzierung*. Forschung für die Praxis | Band 09,. Stand: Januar 2017. Bonn : Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2017 (Schriftenreihe Zukunft Bauen Band 09)
- [22] BMUB: *ÖKOBAUDAT : Version 2017-I*. URL <http://www.oekobaudat.de/>
- [23] EBERT, Samuel ; OTT, Stephan: *Method and assessment decisions in the evaluation of the LCA-results of timber construction components*. Accepted Paper for IALCCE 2018 in Ghent. München : 2018
- [24] RÜTER, Sebastian ; DIEDERICHS, Stefan: *Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz*. Abschlussbericht. Hamburg, 2012 (Arbeitsbericht aus dem Institut für Holztechnologie und Holzbiologie Nr. 2012/1)
- [25] HAFNER, Annette ; RÜTER, Sebastian ; EBERT, Samuel: *Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden : Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren*. (THG-Holzbau), 2017

# Anhang A: Nomenklatur – Bauteilübersicht

## dataholz.eu

Geprüfte/zugelassene Bauteile > Namenskonventionen

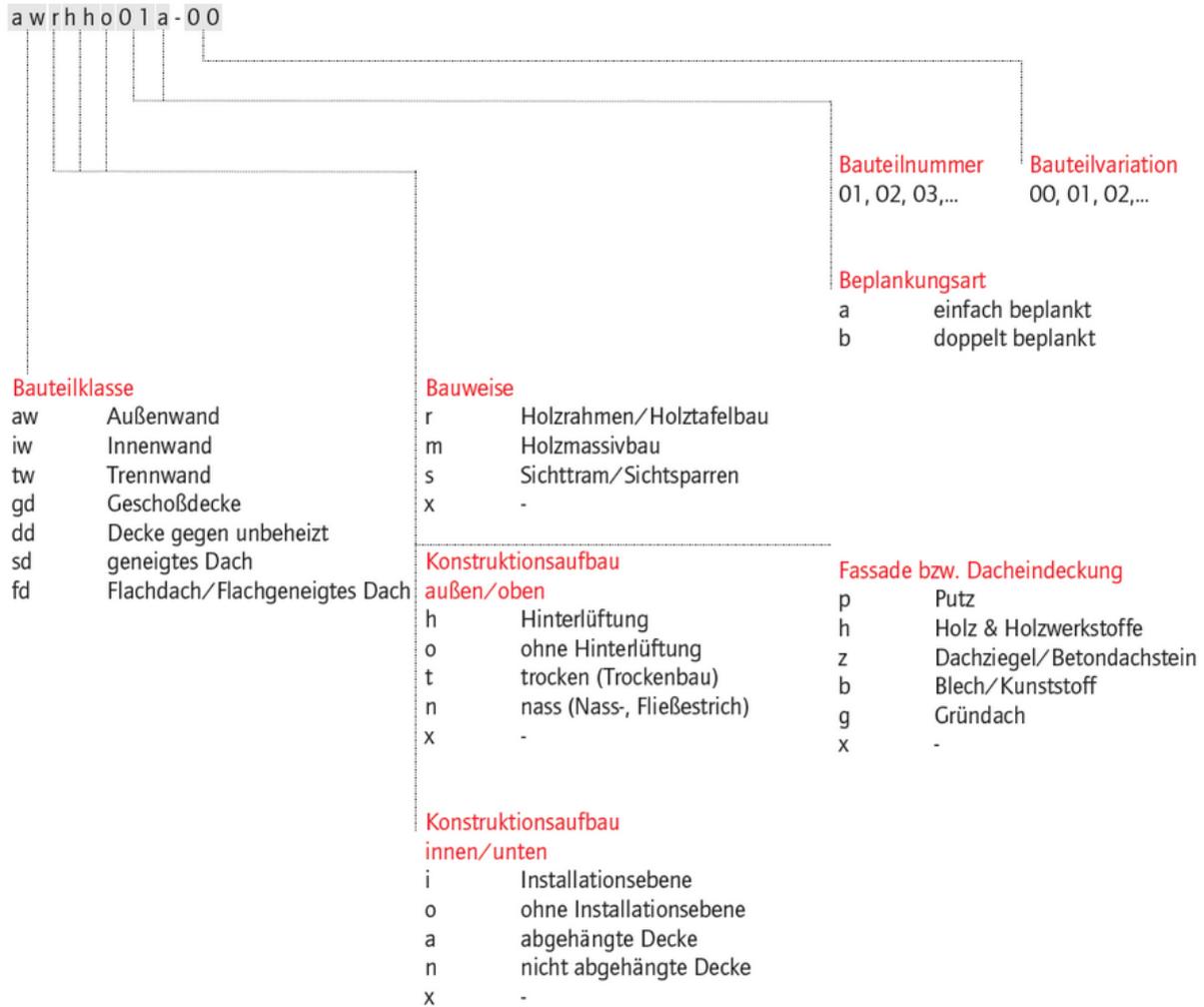


Abbildung A-1: Nomenklatur dataholz.eu – Anhang



## Anhang B: Brandschutztechnische Nachweise

Für jede Bauteilvariante von „dataholz.eu“ wurde ein in Deutschland gültiger Verwendbarkeitsnachweis erstellt bzw. herausgesucht. Im Rahmen des Projektablaufes hat sich durch die Randbedingungen des deutschen Baurechtes (vgl. Kapitel 3) der folgende Ablauf als sinnvoll herausgestellt. Hinsichtlich des Zieles einer möglichst produktneutralen Plattform wurde für jede Bauteilvariante die mögliche brandschutztechnische Klassifizierung nach DIN 4102-4:2016-05 überprüft. Hierbei wurden im Wesentlichen die Tabellen 10.5 bis 10.15 der DIN 4102-4:2016-05 benutzt. Z.B. für die Bauteilvariante „gdrnxa05b-04“ wurde die Zeile 4 der Tabelle 10.11 aus der DIN 4102-4:2016-05 zur Bewertung der brandschutztechnischen Klassifizierung herangezogen (vgl. Abb. B-1).

**Tabelle 10.11 — Decken in Holztafelbauart mit brandschutztechnisch notwendiger Dämmschicht**

**Legende**

- 1 schwimmender Estrich oder schwimmender Fußboden
- 2 obere Beplankung oder Schalung
- 3 Holzrippe
- 4 (brandschutztechnisch) notwendige Dämmschicht mit Befestigung nach 10.7.4
- 5 untere Beplankung oder Bekleidung
- 6 Bekleidung

Zeile	Holzrippen nach 10.7.2 Mindestbreite <i>b</i> mm	Untere Beplankung oder Bekleidung nach 10.7.3				Notwendige Dämmschicht nach 10.7.4		Obere Beplankung oder Schalung nach 10.7.3	Schwimmender Estrich oder schwimmender Fußboden nach 10.7.5 aus				Feuerwiderstandsklasse-Benennung
		Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	Feuerschutzplatten (GKF)	Zul. Spannweite <sup>f</sup>	aus Mineralwolle	aus Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	Dämm-schicht mit $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$	Mörtel, Gips oder Gussasphalt	Holzwerkstoffplatten, Brettern oder Parkett	Gipsplatten			
											Mindestdicke	dicke	
		<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>l</i>	<i>D</i>	$\rho$	<i>d</i> <sub>3</sub>	<i>d</i> <sub>4</sub>	<i>d</i> <sub>5</sub>	<i>d</i> <sub>5</sub>	<i>d</i> <sub>5</sub>	
mm	mm	mm	mm	mm	kg/m <sup>3</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
1		16 <sup>a</sup>			625	60	30	13 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>	20			
2	40	16 <sup>a</sup>			625	60	30	13 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>		16		F 30-B
3		16 <sup>a</sup>			625	60	30	12 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>			9,5	
4			12,5 + 12,5	500	60	60	30	13 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>	20			
5	40		12,5 + 12,5	500	60	60	30	13 <sup>b</sup>	30 <sup>d</sup>		25		F 60-B
6			12,5 + 12,5	500	60	60	30	13 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>			18 <sup>e</sup>	

<sup>a</sup> Ersetzbar durch

- a)  $\geq 13 \text{ mm}$  dicke Holzwerkstoffplatten (untere Lage) + 9,5 mm dicke GKB- oder GKF-Platten (raumseitige Lage) oder
- b)  $\geq 12,5 \text{ mm}$  dicke Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Spannweite  $l \leq 500 \text{ mm}$  oder
- c) Bretterschalung nach 10.7.3(1), Aufzählungen 6) und 7), mit einer Dicke nach Bild 10.16 von  $d_D \geq 16 \text{ mm}$ .

<sup>b</sup> Ersetzbar durch Bretterschalung (gespundet) mit  $d \geq 21 \text{ mm}$ .

<sup>c</sup> Ersetzbar durch  $\geq 9,5 \text{ mm}$  dicke Gipsplatten.

<sup>d</sup> Ersetzbar durch  $\geq 15 \text{ mm}$  dicke Gipsplatten.

<sup>e</sup> Erreichbar z. B. mit  $2 \times 9,5 \text{ mm}$ .

<sup>f</sup> Siehe 10.7.3(8) bis 10.7.3(10).

Abbildung B-1: Tabelle 10.11 aus DIN 4102-4:2016-05

Bauteilvarianten, die durch den normativen Nachweis die gewünschte Klassifizierung erreichen, werden auf „dataholz.eu“ ohne herstellereinspezifischen Verwendbarkeitsnachweis veröffentlicht. Die

Produktneutralität ist hierbei der maßgebende Faktor. Für den eingeloggtten Nutzer wird die brandschutztechnische Klassifizierung nach DIN 4102-4:2016-05 als textlicher Hinweis gegeben (vgl. Abb. B-2). Die DIN 4102-4:2016-05 wird auf dataholz.eu nicht veröffentlicht und ist daher vom Anwender separat zu beschaffen.

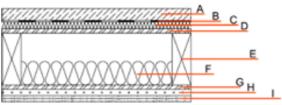
DE EN Anmelden infoholz.at Informationsdienst Holz Fenstereimbau.info Suche

**dataholz.eu** Baustoffe Bauteile Bauteilfügungen Anwendungen

Geprüfte/zugelassene Bauteile > Geschossdecke > gdrnxa05b > 04

Gültigkeitsbereich  Alle Bauteile  Deutschland

Schnitt Aufbau



Datenblatt Geschossdecke gdrnxa05b-04

### Geschossdecke gdrnxa05b-04

Geschossdecke Holzrahmen/Holztafel, mit Abhängung, nass, ohne Schüttung

Bauphysikalische Beurteilung

Brandschutz	REI	60
	max. Spannweite = 5 m; max. Last $E_{d,fi}$ = 3,66 kN/m <sup>2</sup> (ohne Fußbodenaufbau und 12 mm OSB; mit Deckenbalken 80/200) Klassifizierung durch IBS <b>Brandschutz Deutschland</b> Klassifizierung: F60 Last $E_{d,fi}$ gemäß des deutschen Verwendbarkeitsnachweises <b>Nachweis: DIN 4102-4:2016-05, Tabelle 10.11, Zeile 4</b>	
Wärmeschutz	U	0,25 W/(m <sup>2</sup> K)
	Diffusionsverhalten	geeignet
Schallschutz	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	58 dB (-1; -7)
	$L_{n,w}$ (C <sub>i</sub> )	60 dB (0)

Abbildung B-2: Screenshot von „dataholz.eu“ mit Darstellung der normativen Klassifikation

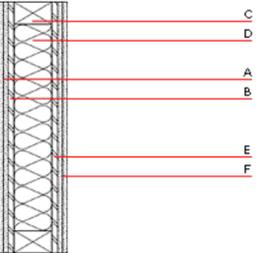
Bauteilvarianten, die mit der normativen Nachweismethodik nicht die gewünschte brandschutztechnische Klassifizierung erreichen, wurden mit herstellerspezifischen Verwendbarkeitsnachweisen ausgestattet. Hierbei wurden in der Regel die allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse (abP) von den Herstellern zur Erbringung des Nachweises der Leistungseigenschaft herangezogen. In „dataholz.eu“ wird dem eingeloggtten Nutzer der Nachweis deutlich als herstellerspezifisch gekennzeichnet.

**dataholz.eu** Baustoffe Bauteile Bauteilfügungen Anwendungen

Geprüfte/zugelassene Bauteile > Innenwand > iwrxo10b > 00

Gültigkeitsbereich  Alle Bauteile  Deutschland

Schnitt Aufbau



Datenblatt Innenwand iwrxo10b-00

### Innenwand iwrxo10b-00

Innenwand Holzrahmen/Holztafel, ohne Installationsebene, andere Oberfläche

Bauphysikalische Beurteilung

Brandschutz	REI	90/K <sub>2</sub> 60
	REI 90, max. Wandhöhe = 3 m; max. Last $E_{d,fi}$ = 19,0 kN/m Klassifizierung durch HFA <b>Brandschutz Deutschland</b> Klassifizierung: F90 + K <sub>2</sub> 60 Last $E_{d,fi}$ gemäß des deutschen Verwendbarkeitsnachweises Nachweis: herstellerspezifisch <b>Herstellerspezifische Nachweise...</b> ± F90: abP P-SAC-02/III-668 (Knauf Bauprodukte GmbH & Co. KG) ± REI60 K260: abP P-SAC-02/III-392 (Knauf Bauprodukte GmbH & Co. KG)	
Wärmeschutz	U	
	Diffusionsverhalten	
Schallschutz	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	56 dB
	$L_{n,w}$ (C <sub>i</sub> )	Beurteilung durch Müller-BBM

Abbildung B-3: Screenshot von „dataholz.eu“ mit Darstellung eines herstellerspezifischen Verwendbarkeitsnachweises

zeichnet und das entsprechende Dokument als Download bzw. Link zur Verfügung gestellt (vgl. Abb. B-3). Z.B. bei der Bauteilvariante „iwrxxo10b-00“ konnte die K<sub>2</sub>60-Kapselung nur mit einem Nachweis vom Hersteller erbracht werden. Für jede Bauteilvariante wurde immer ein Hersteller-nachweis herausgesucht. Jedoch können weitere Verwendbarkeitsnachweise von Herstellern aufgenommen werden, wenn diese das während der Wartung von „dataholz.eu“ schriftlich erbitten.

Die folgenden Verwendbarkeitsnachweise wurden für die brandschutztechnische Klassifizierung aller Bauteilvarianten in der Projektlaufphase von dataholz.de herangezogen und auf dataholz.eu zum Nachweis der Leistungseigenschaft veröffentlicht.

- DIN 4102-4:2016-05 Norm (herstellerneutral)
- P-SAC-02/III-635 Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.
- P-SAC-02/III-691 Binderholz Bausysteme GmbH
- P-SAC-02/III-320 Fermacell GmbH
- P-SAC-02/III-669 Steico SE
- P-SAC-02/III-752 Egger Holzwerkstoffe Wismar GmbH & Co. KG
- P-3144/4494-MPA Egger Holzwerkstoffe Wismar GmbH & Co. KG
- P-SAC-02/III-392 Knauf Gips KG
- P-SAC-02/III-393 Knauf Gips KG
- P-SAC-02/III-671 Saint-Gobain Rigips GmbH (Link)
- P-SAC-02/III-672 Saint-Gobain Rigips GmbH (Link)
- P-SAC-02/III-673 Saint-Gobain Rigips GmbH (Link)

Weil besonders die herstellereigene Verwendbarkeitsnachweise eine befristete Gültigkeit besitzen, werden diese in regelmäßigen Abständen in der Wartungsphase aktualisiert und bei Bedarf durch neue Verwendbarkeitsnachweise ersetzt. Deswegen können in Zukunft hier aufgelistete Nachweise entfallen und neue hinzukommen auf „dataholz.eu“.



## **Anhang C: Schalltechnische Nachweise - Prüfergebnisse**

Im Rahmen des Forschungsprojektes „dataholz.de“ wurde Müller-BBM mit der schalltechnischen Bewertung der deutschen Bauteile beauftragt. Zur besseren Übersicht wurden von Müller-BBM eine Gegenüberstellung der erreichten bewerteten Luftschalldämm-Maße  $R_w$  der Außen-, Innen- und Trennwände sowie der Steildächer bzw. der bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  der Geschossdecken aus dataholz.eu erarbeitet.

MÜLLER-BBM

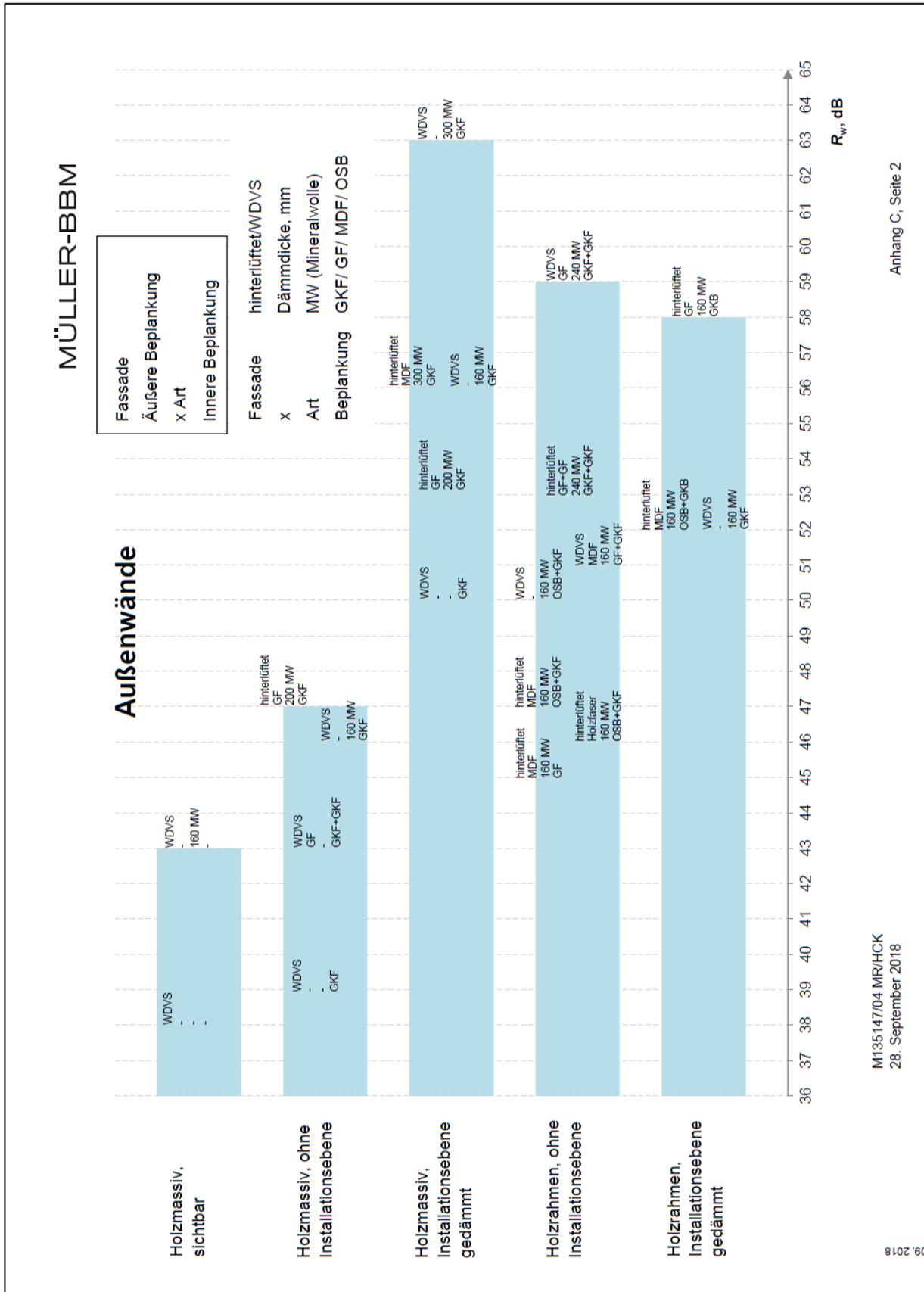
### Anhang C

Gegenüberstellung der erreichten  
bewerteten Luftschalldämm-Maße  $R_w$   
der Außen-, Innen- und Trennwände sowie  
der Steildächer  
bzw. der bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$   
der Geschossdecken aus dataholz.eu

S:\mlb\m135147\m135147\_04\_ber\_1d.DOCX:28.09.2018

M135147/04 MR/HCK  
28. September 2018

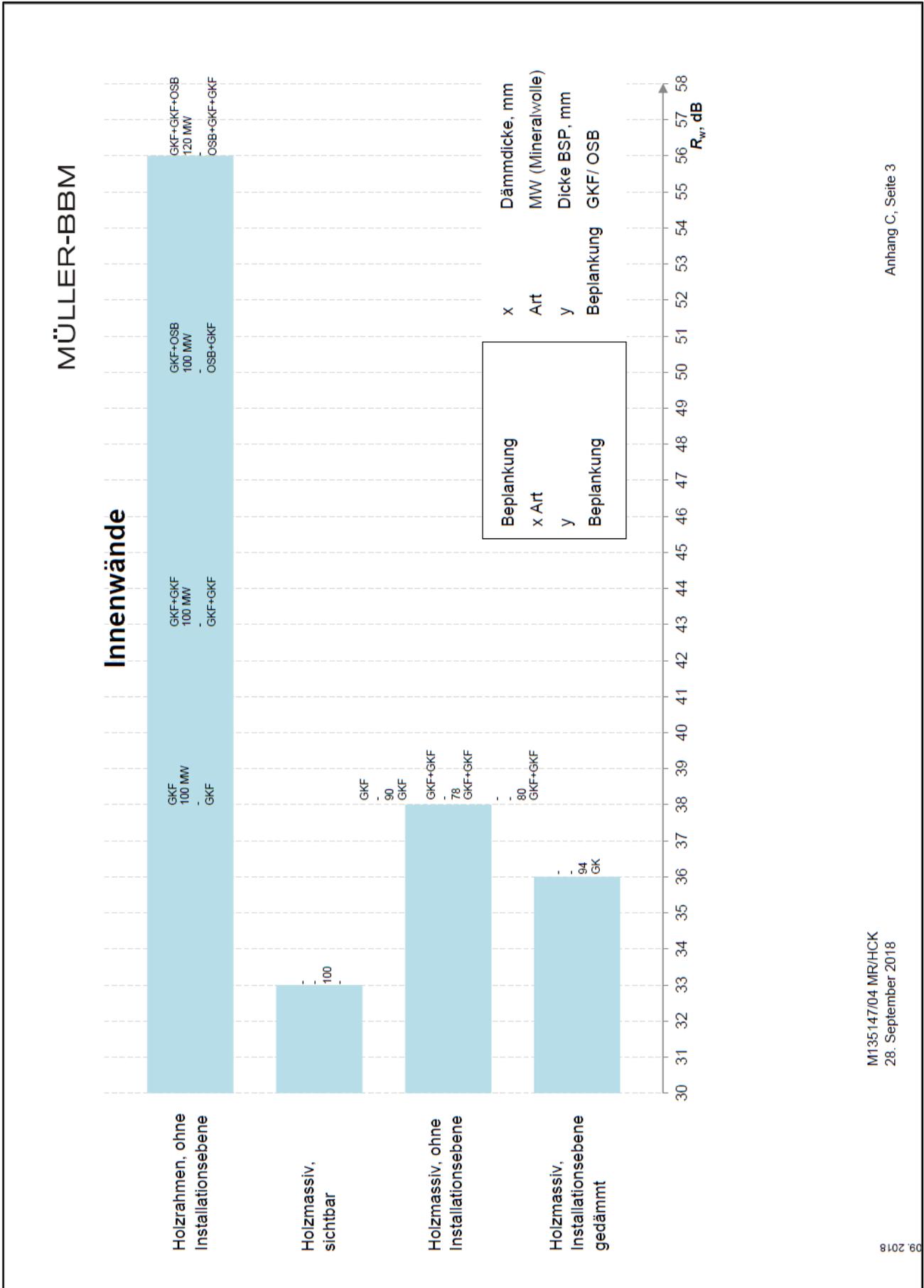
Anhang C, Seite 1

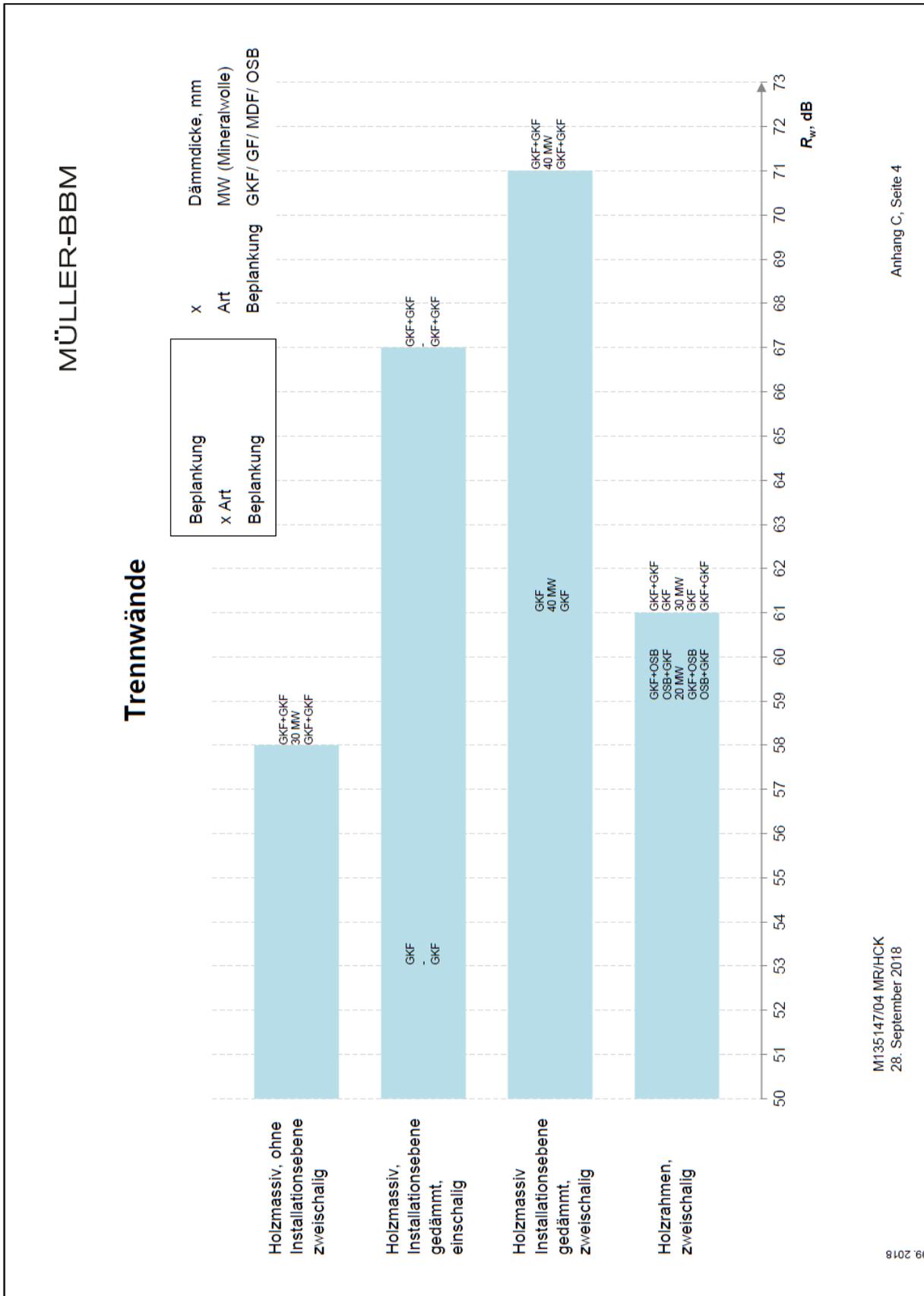


MI135147/04 MR/HCK  
28. September 2018

09.2018

Anhang C, Seite 2







## Anhang D: Wärme- und Feuchtetechnische Nachweise

In den dargestellten Abbildungen (D-1 bis D-3) ist die Verteilung der U-Wert der veröffentlichten Bauteilvarianten auf „dataholz.eu“ wiedergegeben.

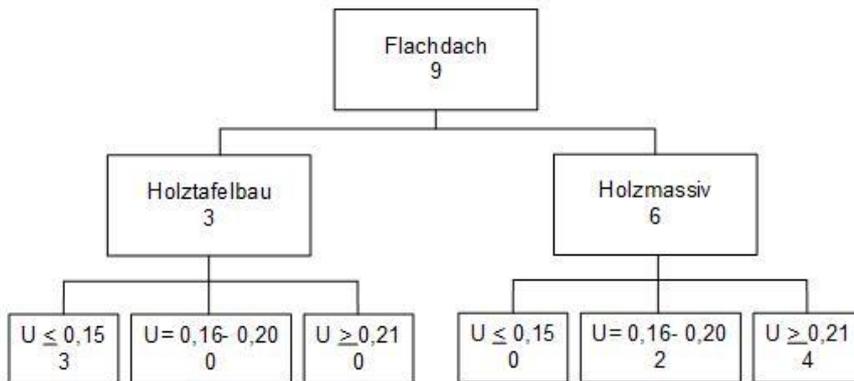
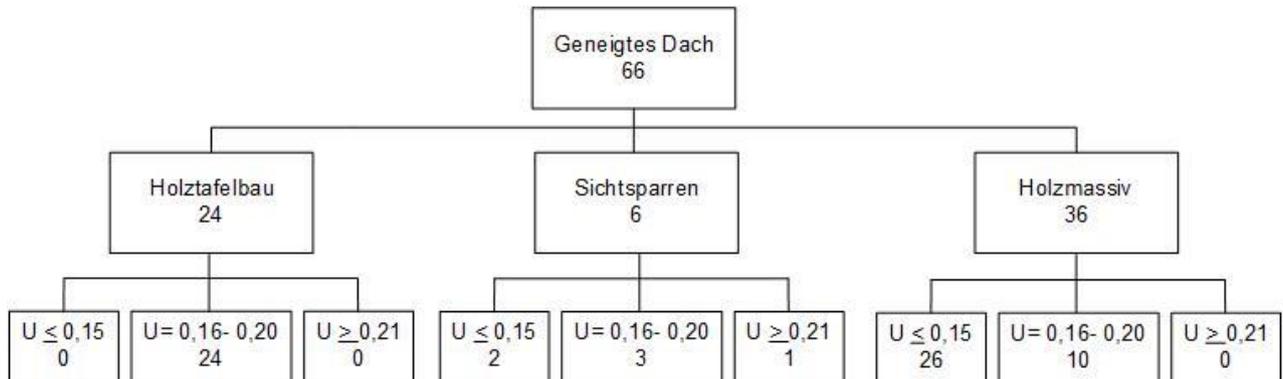


Abbildung D-1: Übersicht der vorhandenen Verteilung der U-Wert auf „dataholz.eu“ für das Hauptbauteil Dach

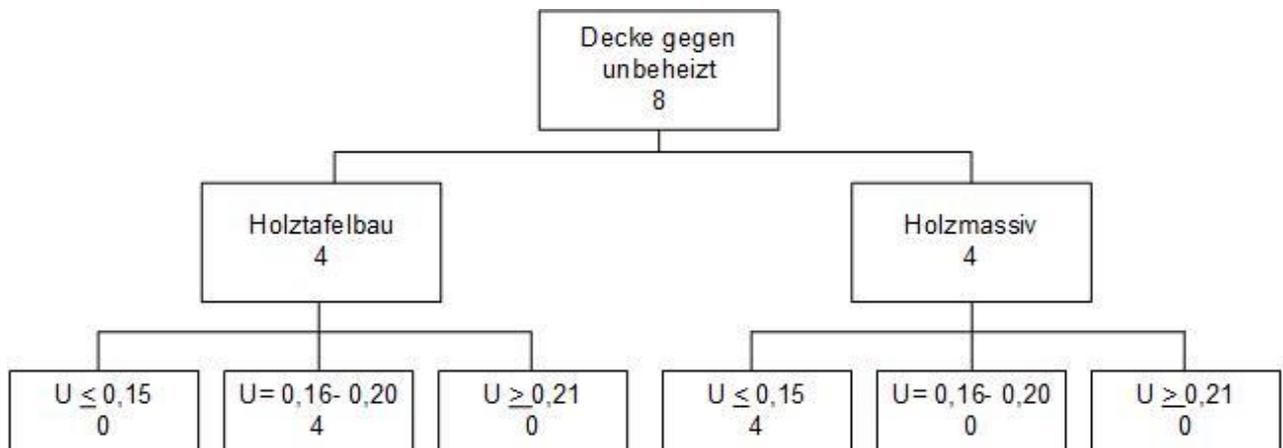


Abbildung D-2: Übersicht der vorhandenen Verteilung der U-Wert auf „dataholz.eu“ für das Hauptbauteil Decke

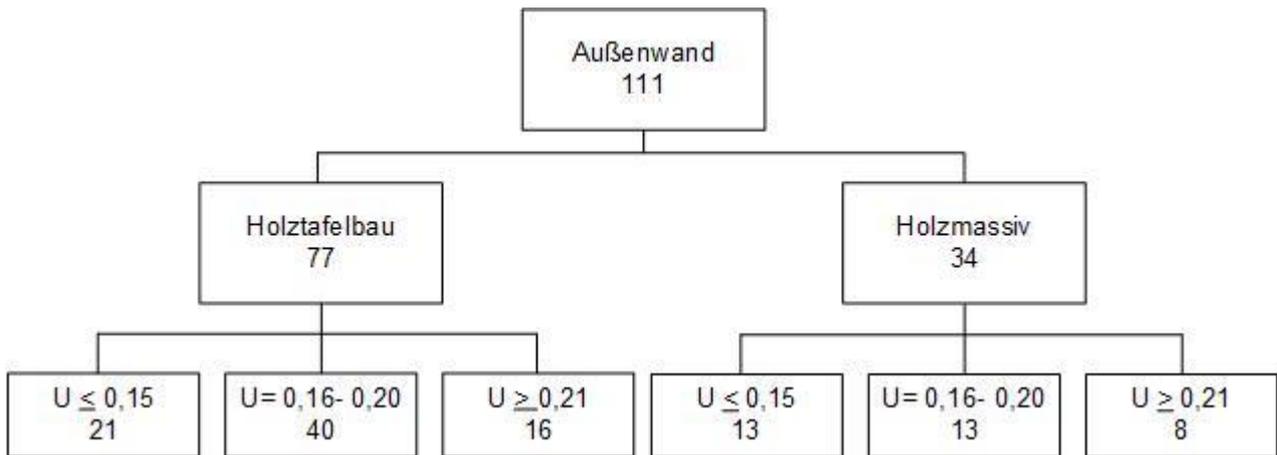


Abbildung D-3: Übersicht der vorhandenen Verteilung der U-Wert auf „dataholz.eu“ für das Hauptbauteil Außenwand

Die Geschossdecken, Innenwände und Trennwände werden an dieser Stelle nicht aufgelistet, weil diese Bauteilvarianten im Rahmen von „dataholz.de“ keine U-Werte ermittelt wurden.

Jeder eingeloggte Nutzer kann die rechnerische Bestimmung des U-Wertes einer jeden Bauteilvariante herunterladen. Im einseitige PDF-Dokument werden Angaben zu den wesentlichen Kennwerten zur Berechnung des U-Wertes und der U-Wert der Bauteilvariante dargestellt. (vgl. Abb. D-4)

dataholz.eu

Wärme- und Feuchteschutztechnische Bauteilnachweise



Bauteilnummer Bauteilbezeichnung

sdrhbi02a-01 Steildach

**Wärmeschutz: U-Wert nach DIN EN ISO 6946:2015-06**

Wärmeübergangswiderstand innen  $R_{si}$ : 0,10  $m^2KW$

	Bereich 1	Bereich 2	Dicke $d$ in mm	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $W/(mK)$
1.	GKF		12,5	0,250
2.	Schalung		24,0	0,120
3.	OSB		15,0	0,130
4.	Zellulose	KVH b=60 a=625	200,0	0,040 0,120
5.	Schalung		24,0	0,120
6.	Hinterlüftung			
7.	Außenwandverkleidung			

Wärmeübergangswiderstand außen  $R_{se}$ : 0,10  $m^2KW$

Dicke des Bauteils: 276 mm

Flächenanteil: 90,4% 9,6%

**U<sub>m</sub>-Wert: 0,199  $W/(m^2K)$**

$\Delta deq$  3,0 cm **U<sub>Gefach</sub>-Wert: 0,173  $W/(m^2K)$**

⇒ **U-Wert 0,20**

Dieser Nachweis wurde im Rahmen des Forschungsprojektes dataholz.de<sup>1</sup> am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München erstellt. Der Nachweisberechtigte bestätigt hiermit die Prüfung hinsichtlich der Gültigkeit und objektspezifischen Anwendbarkeit im Rahmen der Nachweisführung.

\_\_\_\_\_  
Datum, Ort

\_\_\_\_\_  
Unterschrift, Stempel

<sup>1</sup> DOI 10.14459/2018md1369570

Abbildung D-4: Beispielhafter Wärmeschutznachweis von „dataholz.eu“ für die Bauteilvariante sdrhbi02a-01



## Anhang E: Ökologische Bauteilbewertung

Im Rahmen von dataholz.de wurden alle Bauteilvarianten ökologisch bewertet. Diese Bewertung kann der eingeloggte Nutzer herunterladen und zu seiner Planung hinzufügen (vgl. Abb. E-3). Allgemein verteilen sich die Ökologischen Bewertungen wie in den Abbildungen E-1 und E-2 dargestellt.

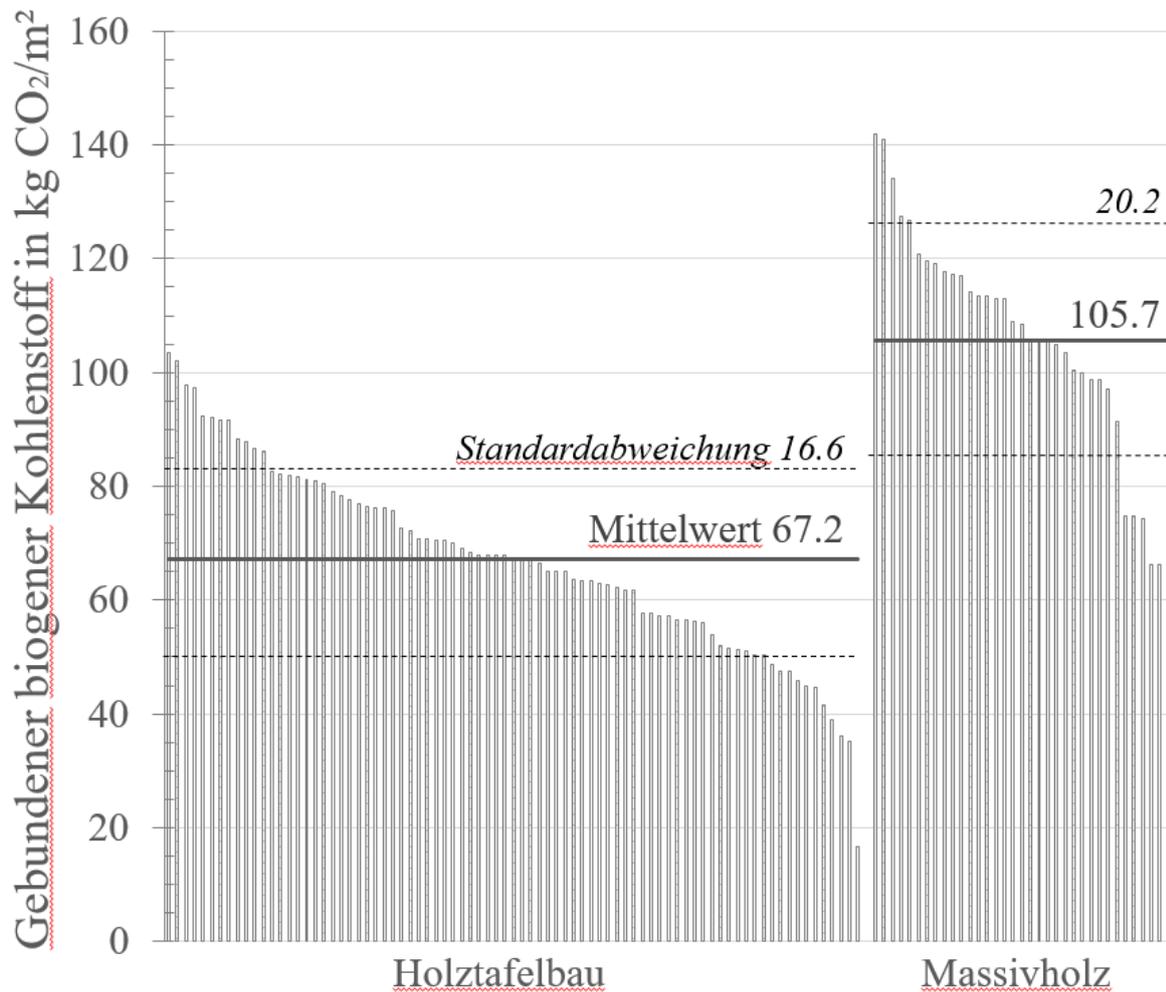


Abbildung E-1: Übersicht über die Verteilung der Bauteilvarianten auf „dataholz.eu“ hinsichtlich des gebundenen biogenen Kohlenstoffes je Quadratmeter

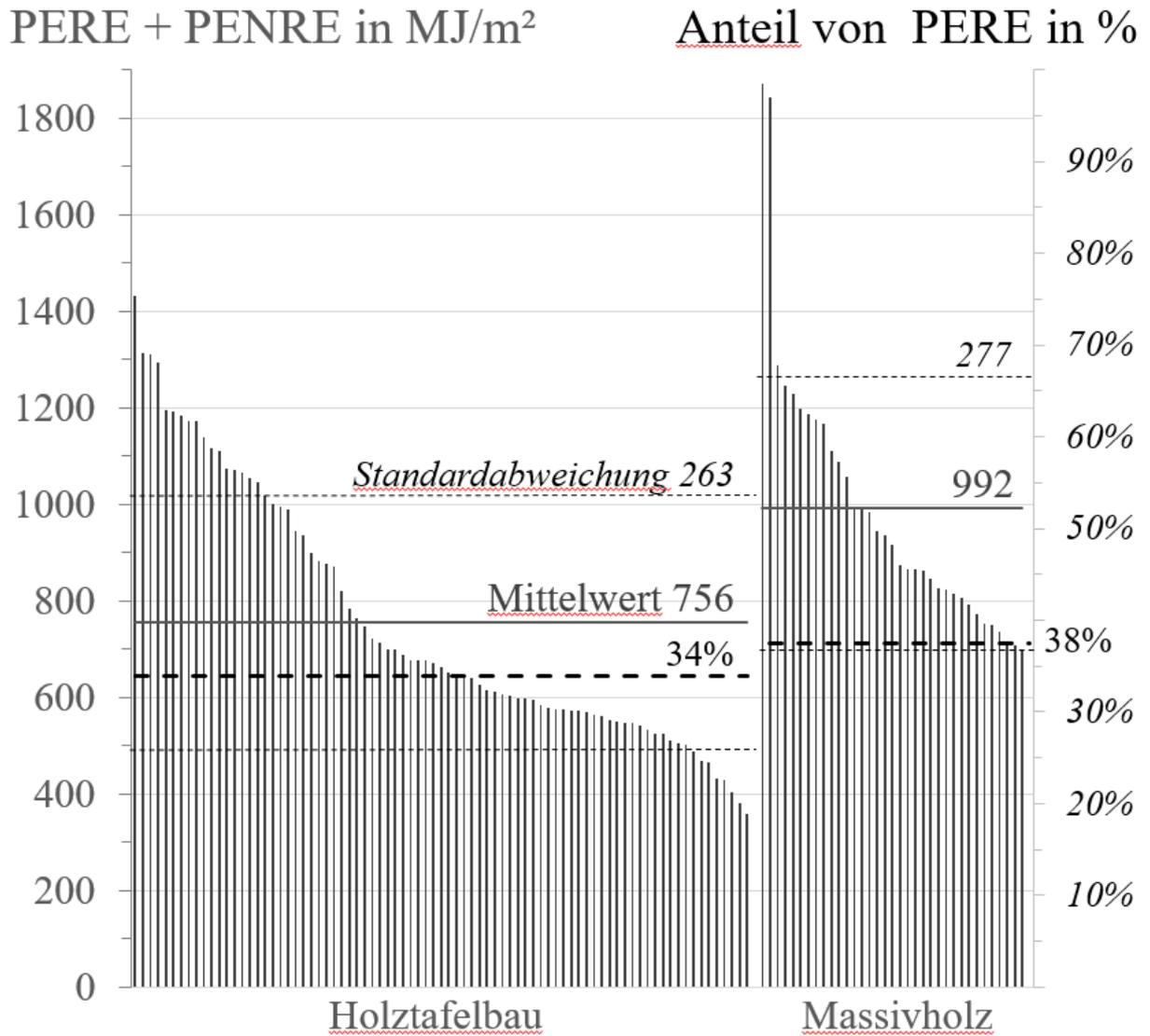


Abbildung E-2: Übersicht über die Verteilung der Bauteilvarianten auf „dataholz.eu“ hinsichtlich des PERE und PENRE

**dataholz.eu**

Ökobilanzielle Berechnung\* der Umweltauswirkungen und des Ressourceneinsatzes



Bauteilnummer

Bauteilbezeichnung

sdrhbi02a-01

geneigtes Dach Holzrahmen/Holztafel

**Ökobilanzierung | Berechnung nach DIN EN 15804 & 15978 basierend auf DIN EN ISO 14040 & 14044**

Dicke [mm]	Baustoff / Schicht [gemäß Aufbau]	Ökologie
		alle Werte bezogen auf 1 m <sup>2</sup> Konstruktionsfläche
A	Blecheindeckung	Über den gesamten Lebenszyklus (cradle-to-gate m. Optionen):  <b>Stoffliche Nutzung: Biogener Kohlenstoff</b> Verbaute Menge an nawaras: <b>62,88 [kg]</b> Biogener Kohlenstoff in kg CO <sub>2</sub> -äq.: <b>90,34 [kg CO<sub>2</sub>]</b>  <b>Energetische Nutzung: Benötigte Primärenergie</b> Einsatz an Primärenergie: <b>768,15 [MJ]</b> davon Anteil erneuerbar: <b>32,97 [%]</b>
B	Unterlage	
C	24,0 Holz Fichte Vollschalung	
D	80,0 Holz Fichte Konterlattung (80/60)	
E	0,5 Unterdeckbahn	
F	24,0 Holz Fichte Vollschalung	
G	200,0 Konstruktionsvollholz, b = 80 mm; e = 625 mm	
H	200,0 Zellulosefaser	
I	15,0 OSB	
J	24,0 Holz Fichte Sparschalung (24/100; a=400)	
K	12,5 Gipsplatte Typ DF (GKF) oder Gipsfaserplatte	
L		
M		
N		
O		
		<b>Datenbank</b> OKOBAUDAT BMUB, Version: 2017-I vom 27.11.2017

**Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau**

(von außen nach innen, Maße in mm)

Deklar. Einheit	Datensatz (ÖKOBAUDAT)	Lebenszyklusphasen				Modul D	nawara
		A1-A3	A4-A5	B	C1-C4		
A qm	Feuerverzinktes Stahlblech	x			x	x	
B qm	PE-HD mit PP-Vlies zur Abdichtung	x					
C m3	Hobelware (Durchschnitt DE)				x	x	x
D m3	Nadelschnittholz - getrocknet (Durchschnitt DE)	x			x	x	x
E qm	Unterspannbahn PP	x					
F m3	Hobelware (Durchschnitt DE)				x	x	x
G m3	Konstruktionsvollholz (Durchschnitt DE)	x			x	x	x
H m3	ISOCELL-Einblasdämmstoff aus Zellulosefasern Raum ausfüllend 65	x			x	x	x
I m3	Oriented Strand Board (Durchschnitt DE)	x			x	x	x
J m3	Hobelware (Durchschnitt DE)	x			x	x	x
K qm	Rigips Feuerschutzplatte RF,RFI - 12,5 mm (820 kg/m <sup>3</sup> u. 10,25	x	x	x	x	x	
L							
M							
N							
O							

**Ökologische Bewertung im Detail**

**Ökologische Bewertung der Umweltindikatoren**

Lebenszyklus (Phasen)	GWP [kg CO <sub>2</sub> -äq.]	AP [kg SO <sub>2</sub> -äq.]	EP [kg PO <sub>4</sub> -äq.]	ODP [kg R11 -äq.]	POCP [kg Ethen-äq.]	
Herstellung A1-A3	-64,254	0,119	0,018	1,11E-06	0,026	cradle-to-gate (ctg)
Entsorgungsphase C	101,298	0,005	0,006	1,46E-07	0,001	End-of-life
Lebenszyklus A/B/C	37,005	0,126	0,025	1,26E-06	0,027	ctg mit Optionen

**Ökologische Bewertung des Ressourceneinsatzes**

Lebenszyklus (Phasen)	PERE [MJ]	PERM [MJ]	PERT [MJ]	PENRE [MJ]	PENRM [MJ]	PENRT [MJ]
Herstellung A1-A3	252,02	1041,62	1297,17	493,58	79,10	572,79
Entsorgungsphase C	0,90	-892,61	-891,71	16,05	-6,45	9,60
Lebenszyklus A/B/C	253,30	149,27	406,09	514,86	72,69	587,68

\*Berechnet durch den Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München

**dataholz.eu**

Ökobilanzielle Berechnung der Umweltauswirkungen und des Ressourceneinsatzes

**Ökobilanzierung | Berechnung nach DIN EN 15978:2012-10 basierend auf DIN EN ISO 14040 & 14044****Abkürzungsverzeichnis**

<b>stoffl. Nutzung</b>	<i>Verbaute Menge an nachwachsenden Rohstoffen</i> umfasst alle als nawaro-deklarierte Schichten <i>Biog. Kohlenstoff</i> beschreibt den i.d. Konstruktion gebundenen Kohlenstoff in kg CO <sub>2</sub> -äq.	
<b>energ. Nutzung</b>	<i>Einsatz an Primärenergie</i> umfasst die Primärenergie zur energetischen Nutzung: PERE + PENRE <i>Der erneuerbare Anteil</i> beschreibt das Verhältnis: PERE / (PERE + PENRE)	
<b>A1 - A3</b>	Herstellungsphase (Product stage)	} <i>Lebenszyklusphasen eines Gebäudes</i>
<b>A4 - A5</b>	Errichtungsphase (Construction stage)	
<b>B</b>	Nutzungsphase (Use stage)	
<b>C1 - C4</b>	Entsorgungsphase (End of life stage)	
<b>Modul D</b>	Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen (Lebenszyklus)	
<b>GWP</b>	Globales Erwärmungspotential	[kg CO <sub>2</sub> -äq.]   "Treibhauspotential"
<b>AP</b>	Versauerungspotential	[kg SO <sub>2</sub> -äq.]   "Versauerung von Böden/Gewässern"
<b>EP</b>	Eutrophierungspotential	[kg PO <sub>4</sub> -äq.]   "Überdüngung v. Böden/Gewässern"
<b>ODP</b>	Ozonabbaupotential	[kg R11-äq.]   "Abbau der stratosphär. Ozonschicht"
<b>POCP</b>	Bodennahe Ozonbildungspotential	[kg Ethen-äq.]   "Sommermog"
<b>PERM</b>	Erneuerbare Primärenergie zur <b>stofflichen Nutzung</b>	[MJ]   "im Material enthalten"
<b>PENRM</b>	Nicht erneuerbare Primärenergie zur <b>stofflichen Nutzung</b>	[MJ]   "im Material enthalten"
<b>PERE</b>	Erneuerbare Primärenergie zur <b>energetischen Nutzung</b>	[MJ]   "für die Prozesse benötigt"
<b>PENRE</b>	Nicht erneuerbare Primärenergie zur <b>energetischen Nutzung</b>	[MJ]   "für die Prozesse benötigt"
<b>PERT</b>	Gesamte erneuerbare Primärenergie	[MJ]
<b>PENRT</b>	Gesamte nicht erneuerbare Primärenergie	[MJ]

**Anmerkungen zur Auswertung****Methode und Annahmen**

- Die Betrachtung findet auf Bauteilebene statt und nicht auf Gebäudeebene, weshalb als *Funktionelle Einheit* ein Quadratmeter des ungestörten Bauteils angesetzt wird [m<sup>2</sup>-Konstruktionsfläche].
- Verwendete *Datengrundlage* bildet die ÖKOBAUDAT des BMUB Version 2017-I mit dem Stand vom 27.11.2017.
- Die für die Berechnung notwendige *Rohdichte* wurde konsistent aus den Ökobilanz-Datensätzen entnommen.
- Die Angaben für den *Biogenen Kohlenstoff* wurden entnommen aus [Rüter, Diederichs (2012), *Ökobilanz Basisdaten für Bauprodukte aus Holz*, Johannes-Heinrich von Thünen Insitut, Hamburg, 2012/04].
- Die Umrechnung des Kohlenstoffgehaltes erfolgte gemäß der DIN EN 16449:2014-06: *Berechnung des biogenen Kohlenstoffgehaltes im Holz und Umrechnung in Kohlenstoffdioxid*.

**Systemgrenzen Lebenszyklus**

- Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Lebenszyklus von der *Wiege bis zum Werkstar (cradle to gate)* mit *Optionen*. Eine Betrachtung des ergänzenden *Modul D* wird in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.
- Für den *Lebenszyklus* werden optional die einzelnen Lebenszyklusphasen der jeweiligen Datensätze berücksichtigt. Diese werden auf der ersten Seite unter 'Lebenszyklusphasen' durch 'x' Markierung dargestellt.
- Datensätze, die die *Entsorgungsphase* (C) nicht abdecken werden ergänzend mit entsprechenden End-of-Life-Datensätzen verknüpft sofern die einzelnen Stoffflüsse größer als 5,0 % des Masseneinsatzes betragen.
- Eine Betrachtung der Instandhaltung (B3) und Austausch (B4) in der *Nutzungsphase* (B), z.B. durch Austausch bestimmter Bauteilschichten bedarf den Kontext der Einbausituation und wurde daher nicht berücksichtigt.
- Es wurden lediglich die Bestandteile erfasst, die in der Übersicht "Schichtaubau" abgebildet werden. Verbindungsmittel, Bodenbeläge, Treppen sowie Fenster, Türen und TGA-Bauteile wurden nicht berücksichtigt.

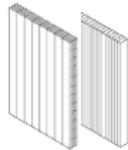
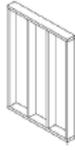
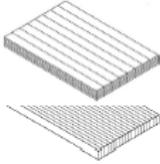
Weitere Angaben bzgl. der Methode und der Berechnung im 'Abschlussbericht Forschungsprojekt dataholz.de DOI 10.14459/2018md1369570'

Abbildung E-3: Ökologische Bewertung der Bauteilvariante „sdrhbi02a-01“

# Anhang F: Bauteilfügungen

## Detailpunkt AW - GD

Um Bauteilfügungen auszuwählen, die für die Praxis einen hohen Nutzen haben, wurden primär Bauteilfügungen bearbeitet, die im mehrgeschossigen Holzbau angewendet werden können. Aus diesem Grund wurden z.B. Kombinationen von „Balkendecken/Holztafelbau“ mit massiven Holz- wänden nicht näher betrachtet, sondern vermehrt Varianten mit Massivholzdecken dargestellt.

DETAILPUNKT AW-GD  =EINBINDUNG DER GESCHOSSDECKE IN DIE AUSSENWAND		 AW_HOLZMASSIVBAU			 AW_HOLZTAFELBAU		
		AW_Massiv sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Inst.	AW_Holztafel sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.
		 GD_MASSIVHOLZBAU	GD_Massiv sicht	AW-GD 01 awmoho03a-00 + gdmnxn02-04	AW-GD 02 awmoho03a-04 (opt. mit Inst.) + gdmnxn03-00	AW-GD 14 awmohi02a-04 + gdmnxn03-00	AW-GD 05 awrhho05a-11 + gdmnxn02-04
GD_direkt beplankt	AW-GD 03 awmoho03a-00 + gdmnxn01a-00 +Abhangvariante		AW-GD 04 awmoho03a-04 (opt. mit Inst.) + gdmnxn01a-00 +Abhangvariante	AW-GD 13 awmohi02a-04 + gdmnxn01a-00 +Abhangvariante			
GD_Massiv mit Abhang.	siehe AW-GD 03  dort als Alternative enhalten			siehe AW-GD 13  dort als Alternative enhalten		AW-GD 07 awrhho04b-09 + gdmnxn02b-00	AW-GD 08 awrhho01a-12 (opt. mit Inst.) + gdmnxn02b-00
 GD_HOLZTAFELBAU	GD_Balken sicht				AW-GD 09 awrhho05a-11 + gdstxx01-00	siehe AW-GD 09	AW-GD 10 awrhho05a-11 (mit opt. Inst.) + gdstxx01-00
	GD_direkt beplankt						
	GD_Balken mit Abhang.					AW_GD 11 awrhho01a-12 + gdmxa07b-04	AW_GD 12 awrhho04b-09 (mit opt. Inst.) + gdrxa07b-13

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb.'18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⬜ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-1: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail AW-GD, Grafik: M.Kohaus

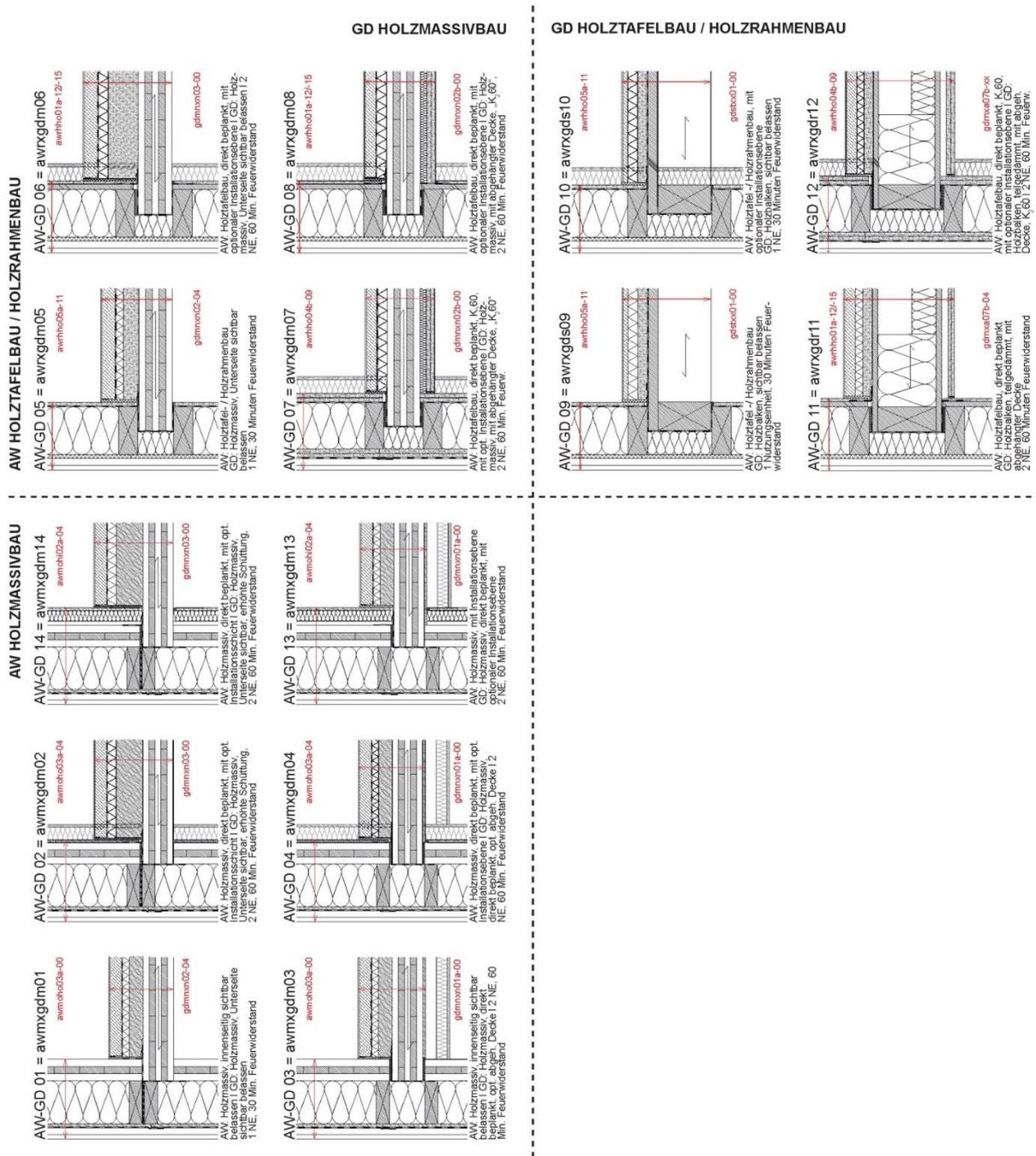


Abbildung F-2: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes AW-GD (Einbindung der Geschossdecke) mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt AW - TW

Es wurden 1-schalige und 2-schalige Trennwände in Massivholzbauweise, sowie 2-schalige Trennwände in Holztafelbau-/Rahmenbauweise ausgewählt. Bei der Verwendung von zusätzlichen Installationswänden kann das Außenwandbauteil auch als ein durchgehendes Element vorgefertigt werden (vgl. AW-TW 03 und 04, sowie 12 und 13).

DETAILPUNKT AW-TW  = TRENnung VON 2 NUTZUNGS- EINHEITEN								
			AW_HOLZMASSIVBAU			AW_HOLZTAFELBAU		
			AW_Massiv sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.	AW_Holztafel sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.
	TW_HOLZMASSIVBAU	TW_Massiv 1-schalig, beids. mit Vorsechale	<b>NICHT AUSGEWÄHLT</b> AW-TW 01 awmoho03a-00 + twmxxo04a-02	<b>NICHT AUSGEWÄHLT</b> AW-TW 02 awmoho03a-04 + twmxxo04a-02	AW-TW 03 awmohi02a-04 + twmxxo04b-00	AW-TW 04 awrhho01a-12 + twmxxo04a-02	AW-TW 05 awrhho04b-09 (opt. Install.) + twmxxo04b-00	
		TW_Massiv 2-schalig, beids. dir. beplankt	AW-TW 06 awmoho03a-00 + twmxxo03b-00	AW-TW 07 awmoho03a-04 + twmxxo03b-00	AW-TW 08 awmohi02a-04 + twmxxo03b-00	AW-TW 09 awrhho01a-12 + twmxxo03b-00	AW-TW 10 awrhho04b-09 (opt. Install.) + twmxxo03b-00	
	TW_HOLZ- TAFELBAU	TW_Holztafel, 2-schalig	AW-TW 11 awmoho03a-00 + twrxxo07a-07	AW-TW 12 awmoho03a-04 + twrxxo07a-07	AW-TW 13 awmohi02a-04 + twmxxo07a-07	AW-TW 14 awrhho01a-12 + twrxxo07a-07	AW-TW 15 awrhho04b-09 (opt. Install.) + twrxxo03b-06	

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb. '18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-3: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail AW-TW, Grafik: M.Kohaus

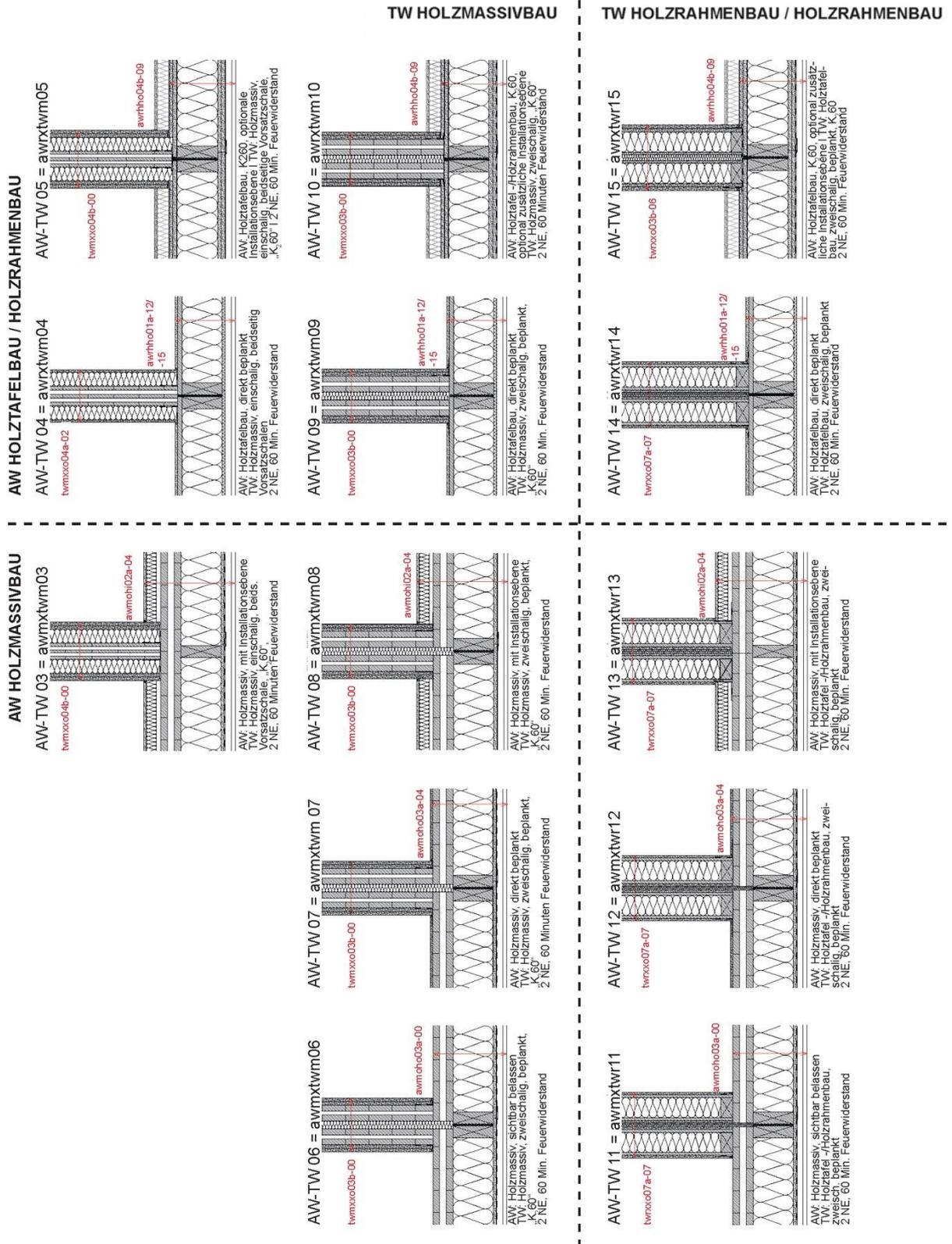
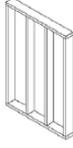
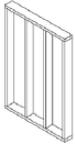


Abbildung F-4: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes AW-TW mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt AW - IW

Obwohl zwar Innenwände der Bauteildatenbank in der Matrix und den Fügungen (s.u.) dargestellt wurden, ist der direkte Verweis auf die konkreten IW-Bauteile, inkl. Verlinkung in den Datenblättern selbst herausgenommen worden, um der in Österreich und Deutschland unterschiedlichen Begriffsdefinition von Innenwandbauteilen hinsichtlich der Brandbeanspruchung Rechnung zu tragen.

DETAILPUNKT AW-IW  = EINBINDUNG EINER INNENWAND IN DIE AUSSENWAND								
			AW_HOLZMASSIVBAU			AW_HOLZTAFELBAU		
			AW_Massiv sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.	AW_Holztafel sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.
	IW_HOLZMASSIVBAU	IW_Massiv beids. direkt beplankt	AW-IW 01 awmoho03a-00 + iwmxxo01a-00	AW-IW 02 awmoho03a-04 + iwmxxo01a-00	AW-IW 03 awmohi02a-04 + iwmxxo01b-00		AW-IW 04 awrhho01a-12 + iwmxxo01a-00	AW-IW 05 awrhho04b-09 (mit opt.Inst.) + iwmxxo01b-01
		IW_Massiv 1-seitig beplankt 1-seitig Veranzerschiebe	AW-IW 06 awmoho03a-00 + iwmxxo02a-00	AW-IW 07 awmoho03a-04 + iwmxxo02a-00	AW-IW 08 awmohi02a-04 + iwmxxo02a-00			
	IW_HOLZTAFELBAU	IW_Holztafel 1-schalig	AW-IW 09 awmoho03a-00 + iwrxxo01a-08	AW-IW 10 awmoho03a-04 + iwrxxo01b-08	AW-IW 11 awmohi02a-04 + iwrxxo01b-08		AW-IW 12 awrhho01a-12 + iwrxxo01a-08	AW-IW 13 awrhho04b-09 (mit opt.Inst.) + iwrxxo10b-00

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb. '18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-5: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail AW-IW, Grafik: M.Kohaus

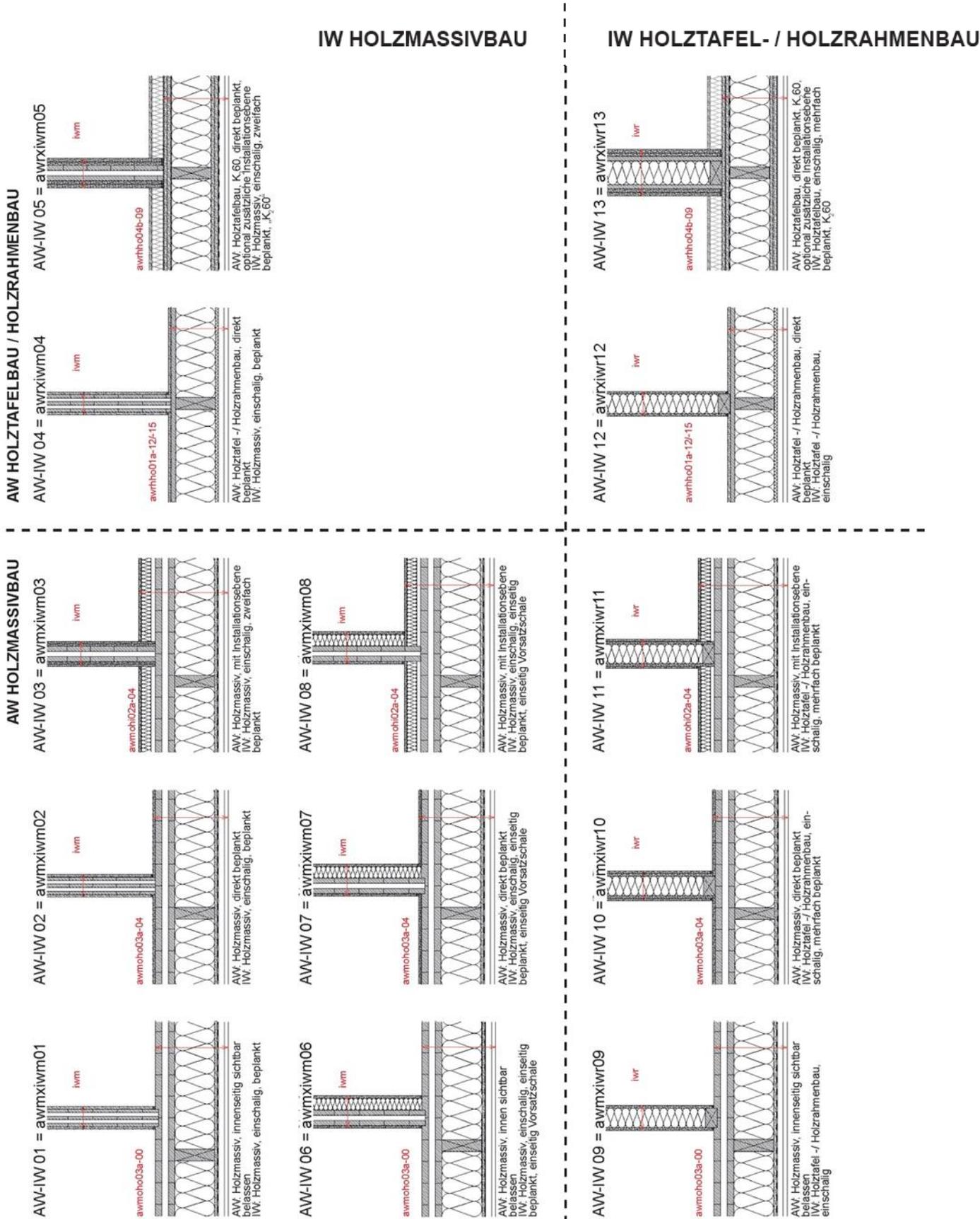
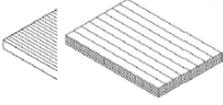
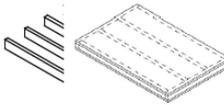
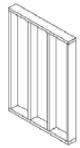


Abbildung F-6: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes AW-IW mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt TW - GD

Bei der Auswahl der Bauteile wurden Kombinationen für zwei bis vier Nutzungseinheiten ausgewählt, die die Abhängigkeit von sichtbar belassenen Konstruktionen, durchlaufenden Decken, und mögliche verdeckte Leitungsführungen aufzeigen. Schwerpunkt lag hier auch in der Darstellung der luftdichten Anschlüsse, die Brandschutz- und Schallschutz beeinflussen.

DETAILPUNKT TW-GD = TRENNUNG VON 2-4 NUTZUNGSEINHEITEN		 GD_HOLZMASSIVBAU			 GD_HOLZTAFELBAU/BALKEN				
		TW_HOLZMASSIVBAU		TW_HOLZTAFELBAU					
		TW_Massiv 1-schalig, beids. mit Zusatzschalen	TW_Massiv 2-schalig, beids. dir. beplankt <small>alternativ: mit entlegenen Schalen</small>	TW_Holztafel, 2-schalig	TD_Massiv sicht	TD_direkt beplankt	TD_Massiv mit Abhang.	TD_Balken sicht	TD_direkt beplankt
	TW_Massiv 1-schalig, beids. mit Zusatzschalen <b>NICHT AUSGEWÄHLT</b> TW-GD 01 aus Schallschutzgründen entfallen	TW_Massiv 2-schalig, beids. dir. beplankt <small>alternativ: mit entlegenen Schalen</small> TW-GD 05 twmxxo03b-00 + gdmnxx03-00	TW_Holztafel, 2-schalig TW-GD 09 twrxxo07a-07 + gdmnxx03-00	TW-GD 02 twmxxo04a-02 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	in TW-GD 02 als Option enthalten	TW-GD 06 twmxxo03b-00 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	TW-GD 07 twmxxo03b-00 + gdstxx01-00	TW-GD 03 aus Schallschutzgründen entfallen	TW-GD 08 twmxxo03b-00 + gdrnxa07b-04
	TW-GD 01 aus Schallschutzgründen entfallen	TW-GD 05 twmxxo03b-00 + gdmnxx03-00	TW-GD 09 twrxxo07a-07 + gdmnxx03-00	TW-GD 02 twmxxo04a-02 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	in TW-GD 02 als Option enthalten	TW-GD 06 twmxxo03b-00 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	TW-GD 07 twmxxo03b-00 + gdstxx01-00	TW-GD 03 aus Schallschutzgründen entfallen	TW-GD 08 twmxxo03b-00 + gdrnxa07b-04
	TW-GD 09 twrxxo07a-07 + gdmnxx03-00	TW-GD 10 twrxxo03b-06 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	TW-GD 11 twrxxo07a-07 + gdstxx01-00	TW-GD 12 twrxxo03b-06 + gdrnxa07b-13	in TW-GD 09 als Option enthalten	TW-GD 11 twrxxo07a-07 + gdstxx01-00	TW-GD 12 twrxxo03b-06 + gdrnxa07b-13	TW-GD 12 twrxxo03b-06 + gdrnxa07b-13	

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb. '18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-7: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail TW-GD, Grafik: M.Kohaus

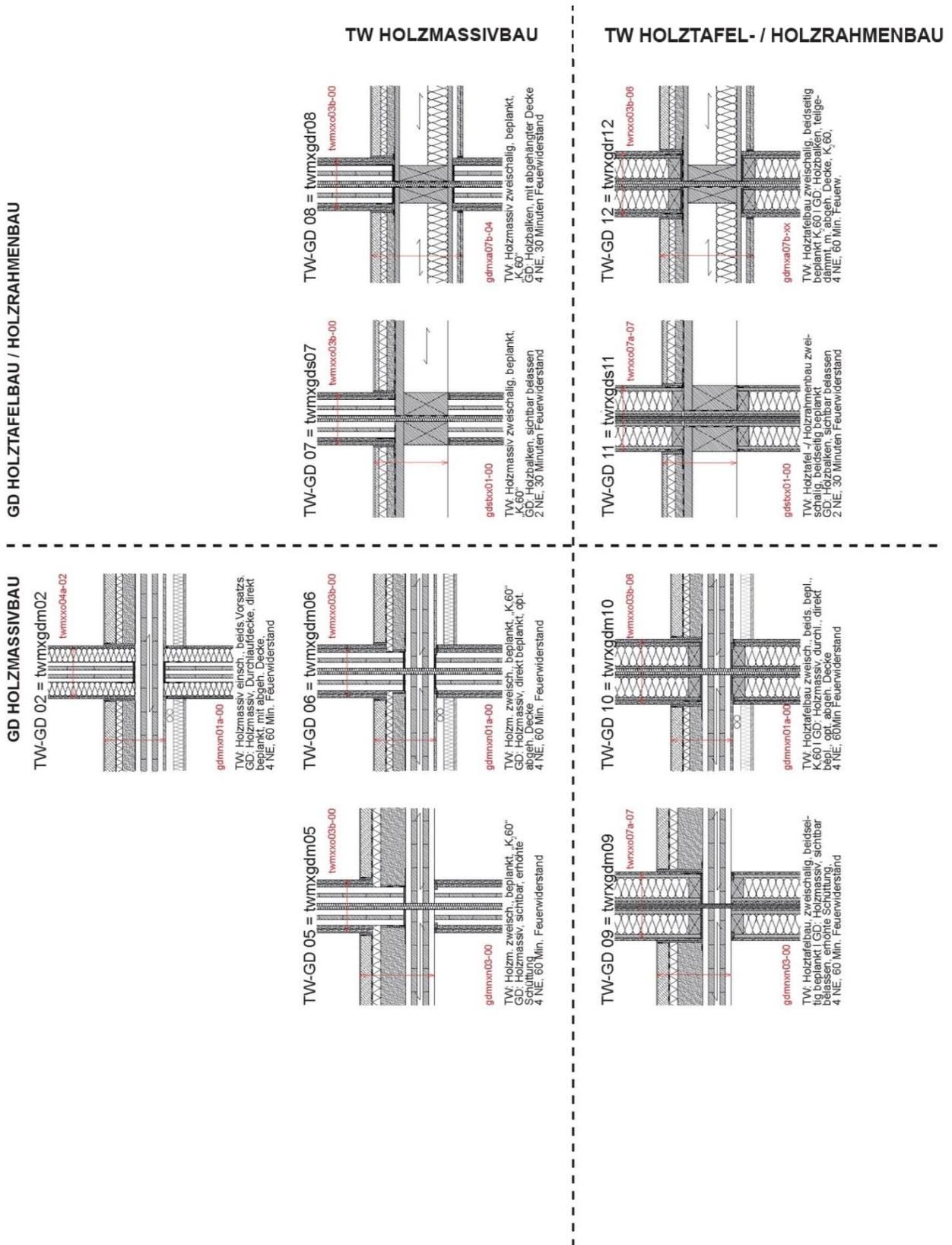
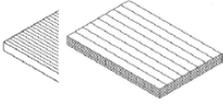
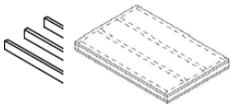
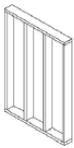


Abbildung F-8: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes TW-GD mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt IW - GD

Obwohl zwar Innenwände der Bauteildatenbank in der Matrix und den Fügungen (s.u.) dargestellt wurden, ist der direkte Verweis auf die konkreten IW-Bauteile, inkl. Verlinkung in den Datenblättern selbst herausgenommen worden, um der in Österreich und Deutschland unterschiedlichen Begriffsdefinition von Innenwandbauteilen hinsichtlich der Brandbeanspruchung Rechnung zu tragen.

DETAILPUNKT IW-GD  = TRENUNG VON 1-2 NUTZUNGS- EINHEITEN								
			GD_HOLZMASSIVBAU			GD_HOLZTAFELBAU/BALKEN		
			TD_Massiv sicht	TD_direkt beplankt	TD_Massiv mit Abhang.	TD_Balken sicht	TD_direkt beplankt	TD_Balken mit Abhang.
	IW_HOLZMASSIVBAU	IW_Massiv 1-schichtig, sicht	IW-GD 01 iwmxxo01a-01 + gdmnxx02-04	IW-GD 02 iwmxxo01a-01 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	siehe IW-GD 02 dort als Alternative enhalten			
		IW_Massiv beids. dir. beplankt	IW-GD 03 iwmxxo01a-00 + gdmnxx03-00	IW-GD 04 iwmxxo01b-00 + gdmnxx01a-00 +opt. Abhang	siehe IW-GD 04 dort als Alternative enhalten	IW-GD 05 iwmxxo01a-00 + gdstxx01-00	IW-GD 06 iwmxxo01b-00 + gdrxxa02a-00	
	IW_HOLZ- TAFELBAU	IW_Holztafel	IW-GD 07 iwrxxo01a-08 + gdmnxx03-00		IW-GD 08 iwrxxo10b-00 + gdmnxx02b-00	IW-GD 09 iwrxxo01a-08 + gdstxx01-00	IW-GD 10 iwrxxo10b-00 + gdrnxx07b-13	

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb. '18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

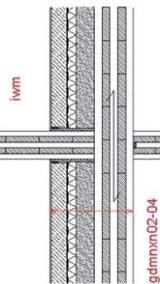
⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-9: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail IW-GD, Grafik: M.Kohaus

GD HOLZTAFFELBAU / HOLZRAHMENBAU

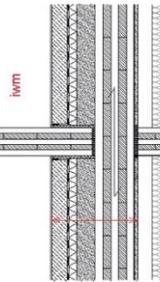
GD HOLZMASSIVBAU

IW-GD 01 = iwmxgdm01



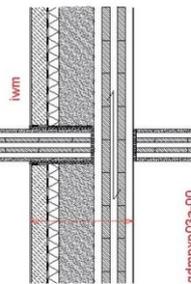
IW: Holzmassiv, sichtbar belassen  
GD: Holzmassiv, Durchlaufdecke, sichtbar belassen

IW-GD 02 = iwmxgdm02



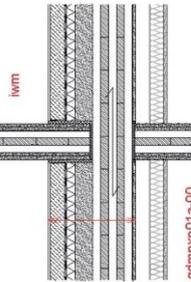
IW: Holzmassiv, sichtbar belassen  
GD: Holzmassiv, Durchlaufdecke, direkt beplankt, mit optionaler Installationsebene

IW-GD 03 = iwmxgdm03



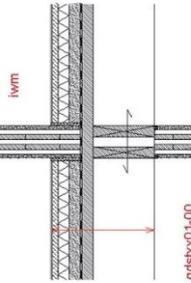
IW: Holzmassiv, einfach beplankt  
GD: Holzmassiv, Durchlaufdecke, sichtbar belassen, Schallschutz durch erhöhte Schüttung

IW-GD 04 = iwmxgdm04



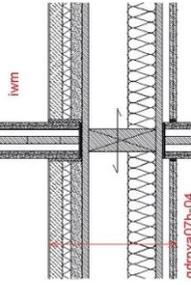
IW: Holzmassiv, mehrfach beplankt  
GD: Holzmassiv, mehrfach beplankt, mit optionaler Installationsebene

IW-GD 05 = iwmxgds05



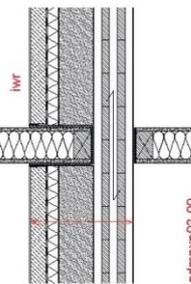
IW: Holzmassiv, einfach beplankt  
GD: Holzmassiv, sichtbar belassen

IW-GD 06 = iwmxgdr06



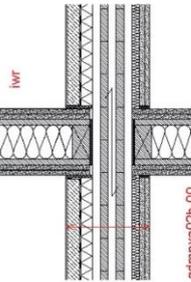
IW: Holzmassiv, mehrfach beplankt  
GD: Holzmassiv, mit abgehängter Decke

IW-GD 07 = iwrxgdm07



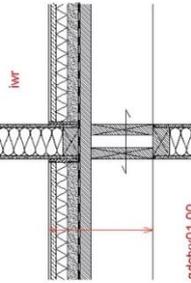
IW: Holztafel-/Holzrahmenbau, einfach, einfach beplankt  
GD: Holztafel-/Holzrahmenbau, sichtbar belassen, erhöhte Schüttung

IW-GD 08 = iwrxgdm08



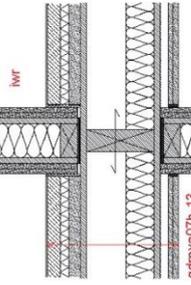
IW: Holztafel-/Holzrahmenbau, einfach, mehrfach beplankt  
GD: Holztafel-/Holzrahmenbau, abgehängt m. Federschi., K 60-Aquivalent

IW-GD 09 = iwrxgds09



IW: Holztafel-/Holzrahmenbau, einfach, einfach beplankt  
GD: Holzmassiv, sichtbar belassen

IW-GD 10 = iwrxgdr10



IW: Holztafel-/Holzrahmenbau, einfach, einfach beplankt  
GD: Holztafel-/Holzrahmenbau, abgehängter Decke, K 60

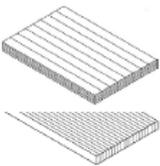
IW HOLZMASSIVBAU

IW HOLZTAFFEL- / HOLZRAHMENBAU

Abbildung F-10: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes IW-GD mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt AW - FD

Um bei der Ausbildung der Attika die Kontinuität des Schichtenverlaufes in den Vordergrund zu stellen, wurde bei dem Detailpunkt kein Dachüberstand dargestellt. Als gängigster Dachaufbau wurde eine außenseitig gedämmte Konstruktion ohne Hinter-/Belüftung gewählt. Das vornehmlich bei Industriebauten und auch kleinen Loggien ausgeführte Variante einer zwischengedämmten Konstruktion wurde zwar auch dargestellt (AW-FD 11, 12), jedoch mit dem Verweis, das es sich hierbei um eine äußerst sensible Konstruktion handelt.

DETAILPUNKT AW-FD =ATTIKA FLACHDACH							
		AW_HOLZMASSIVBAU			AW_HOLZTAFELBAU		
		AW_Massiv sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Inst.	AW_Holztafel sicht	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.
	FD_MASSIVHOLZBAU	FD_sicht	AW-FD 01 awmoho03a-00 + fdmnko01-00 ✓	AW-FD 02 awmoho03a-04 (opt. mit Install.) + fdmnko01-00 ✓	stattdessen AW-FD 02 ✓	AW-FD 03 awrhho01a-12/-15 + fdmnko01-00 ✓	AW-FD 04 awrhho01a-12/-15 + Install. + fdmnko01-00 ✓
		FD_direkt beplankt					
		FD_mit Install.	AW-FD 05 awmoho03a-00 + fdmbi01a-00 ✓	AW-FD 06 awmoho03a-04 (opt. mit Install.) + fdmbi01a-00 ✓	stattdessen AW-FD 06 ✓	AW-FD 07 awrhho01a-12/-15 + fdmbi01a-00 ✓	AW-FD 08 awrhho01a-12/-15 + Install. + fdmbi01a-00 ✓
	FD_HOLZTAFELBAU	FD_sicht				AW-FD 09 entfällt, da kein passendes Bauteil vorhanden ✓	AW-FD 10 entfällt, da kein passendes Bauteil vorhanden ✓
		SD_direkt beplankt					
		FD_mit Install.				AW-FD 11 awrhho01a-12/-15 + fdroba01a-01 + Zusatzdämmung ✓	AW-FD 12 awrhho04b-09 (opt. Install.) + fdroba01a-01 + Zusatzdämmung ✓

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

✓ = ursprünglich (Stand Feb.'18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

Abbildung F-11: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail AW-FD, Grafik: M.Kohaus



Abbildung F-12: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes AW-FD (Attika) mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

### Detailpunkt AW – Boden, Sockel

Es wurden Fügepunkte mit den bereits in anderen Details verwendeten Außenwandbauteilen gewählt, die bei einer Ausführung mit einer oberhalb und unterhalb gedämmten Bodenplatte möglich sind. Als Varianz wird die Spritzwasserhöhe, sowie das Verhältnis von Oberkante Gelände und Oberkante Fertigfußboden reduziert.

DETAILPUNKT AW-BODEN = SOCKEL		AW_HOLZMASSIVBAU			AW_HOLZTAFELBAU		
		AW_Massiv sicht			AW_Holztafel sicht		
		AW_direkt beplankt	AW_mit Install.	AW_mit Install.	AW_direkt beplankt	AW_mit Install.	
	STB-UNTERHALB GEDÄMMT	30cm Spritzwasser-sersch., gemäß DIN 68800	SOCKEL 11 awmoho03a-00 + 30cm Spritzw., unten gedämmt	SOCKEL 01 awmoho03a-04 (opt. mit Install.) + 30cm Spritzw., unten gedämmt	siehe SOCKEL 01	SOCKEL 06 awrrho01a-12 awrrho01a-15 (opt. mit Install.) + 30cm Spritzw., unten gedämmt	siehe SOCKEL 06
		15cm Spritzwasser-sersch., gemäß DIN 68800	SOCKEL 12 awmoho03a-00 + 15cm Spritzw., unten gedämmt	SOCKEL 02 awmoho03a-04 (opt. mit Install.) + 15cm Spritzw., unten gedämmt	siehe SOCKEL 02	SOCKEL 07 awrrho01a-12 awrrho01a-15 (opt. mit Install.) + 15cm Spritzw., unten gedämmt	siehe SOCKEL 07
		Ebenengleich, mit StB-Aufkantung		siehe SOCKEL 04	SOCKEL 04 awmoho02a-04 + StB-Aufkantung unten gedämmt	siehe SOCKEL 09	SOCKEL 09 awrrho01a-12 + mit Install. + StB-Aufkantung unten gedämmt
	STB-OBERHALB GEDÄMMT	30cm Spritzwasser-sersch., gemäß DIN 68800		entfällt			entfällt
		15cm Spritzwasser-sersch., gemäß DIN 68800		SOCKEL 05 awmoho03a-04 (opt. mit Install.) + 15cm Spritzw., oben gedämmt	siehe nun SOCKEL 05	SOCKEL 10 awrrho01a-12 (opt. mit Install.) + 15cm Spritzw., oben gedämmt	siehe nun SOCKEL 10
		Ebenengleich, mit StB-Aufkantung			entfällt		

Text= Detailnummer mit Angabe der final festgelegten Bauteilkombination

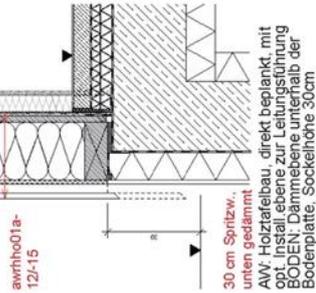
✓ = ursprünglich (Stand Feb. '18) von TUM ausgesucht detaillierter darzustellen

⊠ = war bisher in dataholz.com detaillierter dargestellt

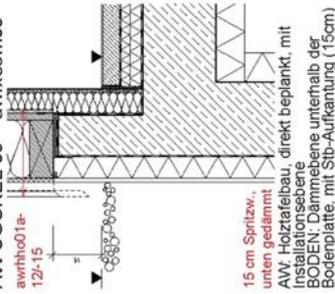
Abbildung F-13: Überblick über die ursprünglich (Projektbeirat 27.02.2018) vorgesehenen Bauteilfügungen (grün) und die final bearbeiteten Bauteilfügungen, Detail AW-Boden, Grafik: M.Kohaus

**AW HOLZTAFELBAU / HOLZRAHMENBAU**

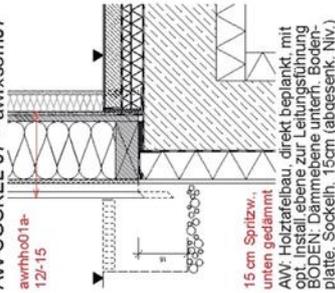
**AW-SOCKEL 06 = awrxsom06**



**AW-SOCKEL 09 = awrxsom09**

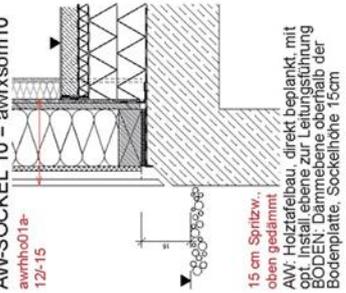


**AW-SOCKEL 07 = awrxsom07**



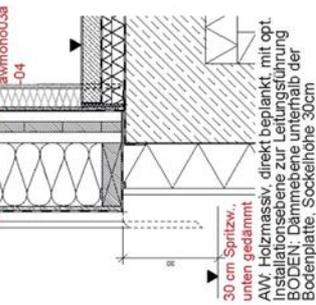
**STB OBERHALB GEDÄMMT**

**AW-SOCKEL 10 = awrxsom10**

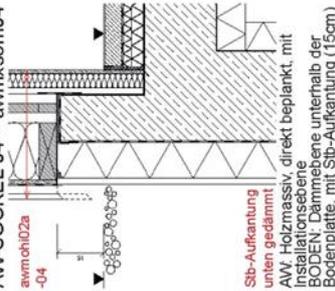


**AW HOLZMASSIVBAU**

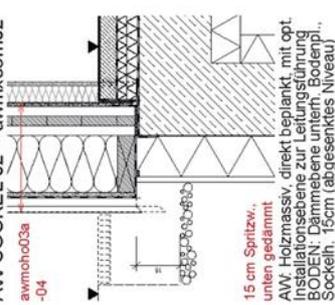
**AW-SOCKEL 01 = awmxsom01**



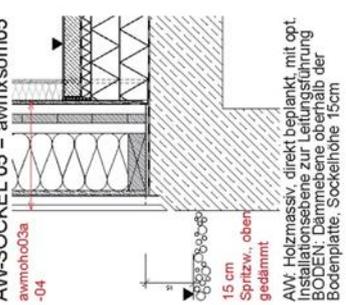
**AW-SOCKEL 04 = awmxsom04**



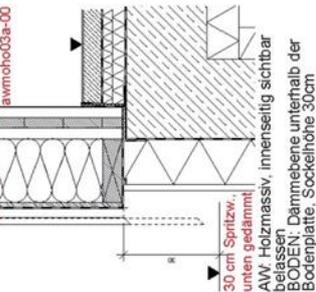
**AW-SOCKEL 02 = awmxsom02**



**AW-SOCKEL 05 = awmxsom05**



**AW-SOCKEL 11 = awmxsom11**



**AW-SOCKEL 12 = awmxsom12**

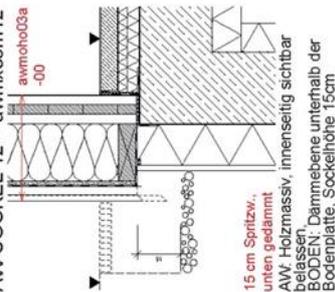


Abbildung F-14: Überblick über die in den Datenblättern dargestellten Details des Detailpunktes Sockel mit den ausgewählten Bauteilen der online-Datenbank, Grafik: M.Kohaus

## Anhang G: Referenzprojekte

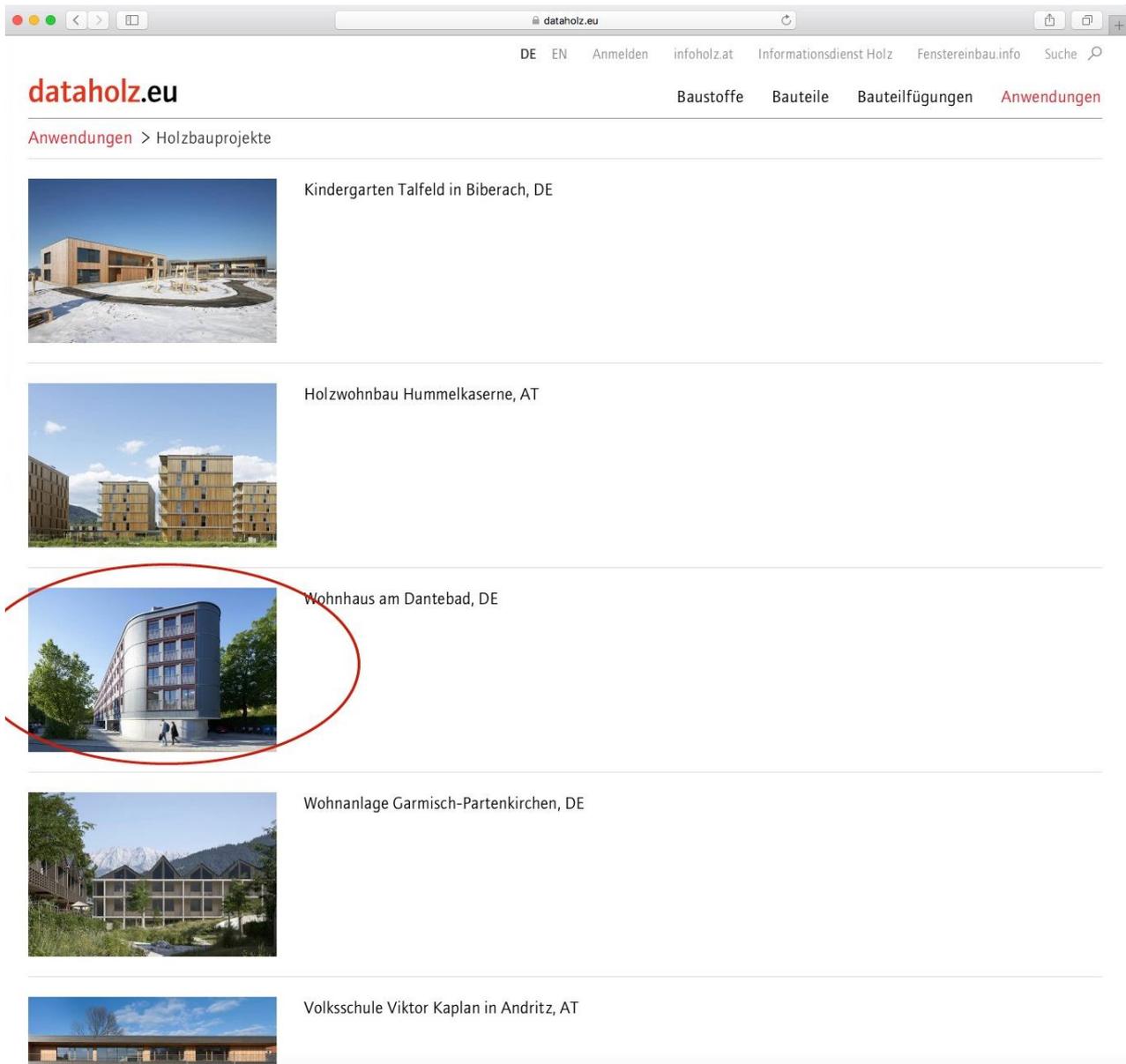
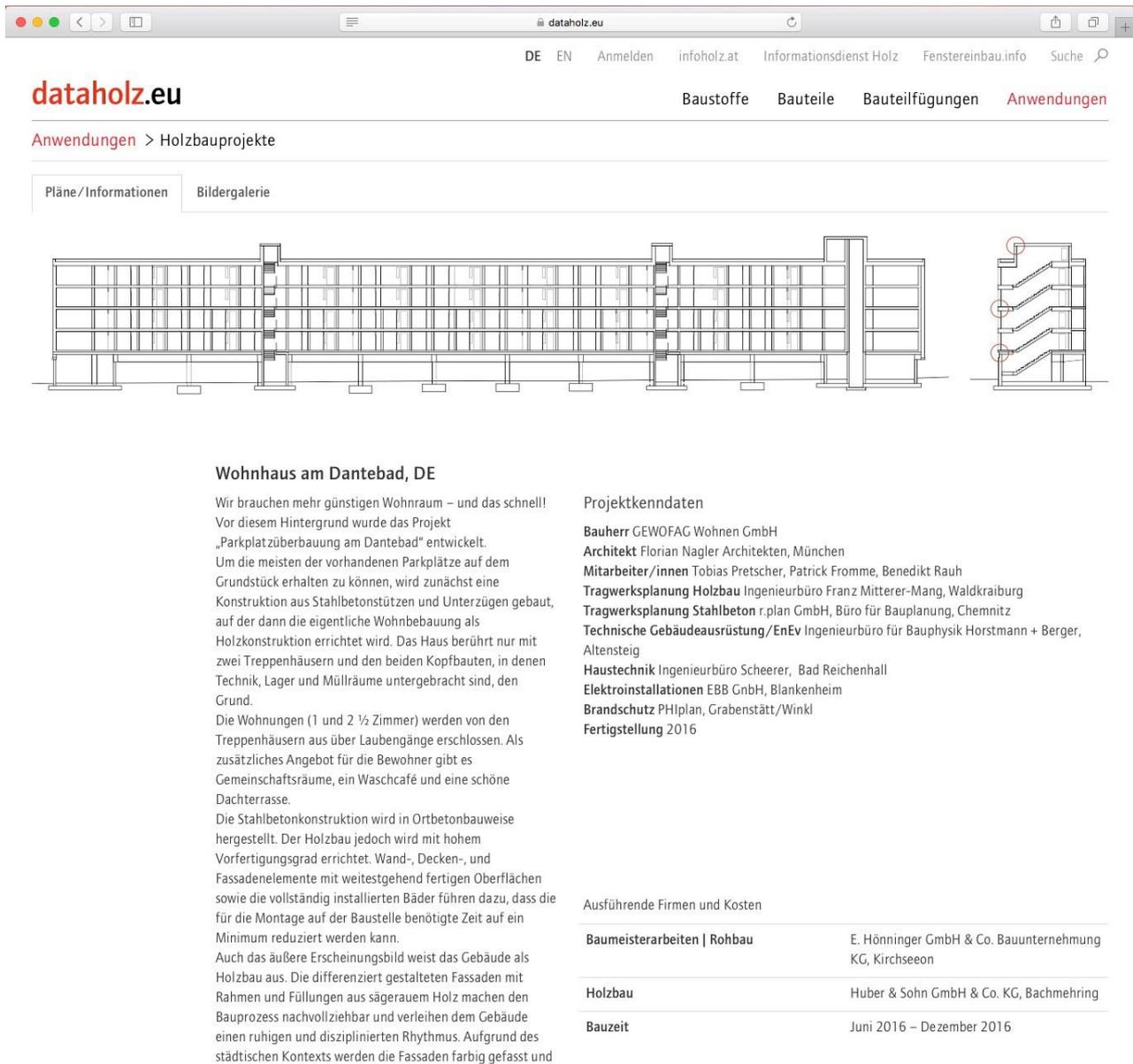


Abbildung G-1: Auswahlliste der Referenzprojekte auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier



**dataholz.eu** Baustoffe Bauteile Bauteilfügungen Anwendungen

Anwendungen > Holzbauprojekte

Pläne/Informationen Bildergalerie

### Wohnhaus am Dantebad, DE

Wir brauchen mehr günstigen Wohnraum – und das schnell! Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt „Parkplatzüberbauung am Dantebad“ entwickelt. Um die meisten der vorhandenen Parkplätze auf dem Grundstück erhalten zu können, wird zunächst eine Konstruktion aus Stahlbetonstützen und Unterzügen gebaut, auf der dann die eigentliche Wohnbebauung als Holzkonstruktion errichtet wird. Das Haus berührt nur mit zwei Treppenhäusern und den beiden Kopfbauten, in denen Technik, Lager und Müllräume untergebracht sind, den Grund.

Die Wohnungen (1 und 2 ½ Zimmer) werden von den Treppenhäusern aus über Laubengänge erschlossen. Als zusätzliches Angebot für die Bewohner gibt es Gemeinschaftsräume, ein Waschcafé und eine schöne Dachterrasse.

Die Stahlbetonkonstruktion wird in Ortbetonbauweise hergestellt. Der Holzbau jedoch wird mit hohem Vorfertigungsgrad errichtet. Wand-, Decken-, und Fassadenelemente mit weitestgehend fertigen Oberflächen sowie die vollständig installierten Bäder führen dazu, dass die für die Montage auf der Baustelle benötigte Zeit auf ein Minimum reduziert werden kann.

Auch das äußere Erscheinungsbild weist das Gebäude als Holzbau aus. Die differenziert gestalteten Fassaden mit Rahmen und Füllungen aus sägeraum Holz machen den Bauprozess nachvollziehbar und verleihen dem Gebäude einen ruhigen und disziplinierten Rhythmus. Aufgrund des städtischen Kontexts werden die Fassaden farbig gefasst und

### Projektkennndaten

**Bauherr** GEWOFAG Wohnen GmbH  
**Architekt** Florian Nagler Architekten, München  
**Mitarbeiter/innen** Tobias Pretscher, Patrick Fromme, Benedikt Rauh  
**Tragwerksplanung Holzbau** Ingenieurbüro Franz Mitterer-Mang, Waldkraiburg  
**Tragwerksplanung Stahlbeton** r.plan GmbH, Büro für Bauplanung, Chemnitz  
**Technische Gebäudeausrüstung/EnEv** Ingenieurbüro für Bauphysik Horstmann + Berger, Altensteig  
**Haustechnik** Ingenieurbüro Scheerer, Bad Reichenhall  
**Elektroinstallationen** EBB GmbH, Blankenheim  
**Brandschutz** PHIplan, Grabenstätt/Winkl  
**Fertigstellung** 2016

### Ausführende Firmen und Kosten

<b>Baumeisterarbeiten   Rohbau</b>	E. Hönninger GmbH & Co. Bauunternehmung KG, Kirchseeon
<b>Holzbau</b>	Huber & Sohn GmbH & Co. KG, Bachmehring
<b>Bauzeit</b>	Juni 2016 – Dezember 2016

Abbildung G-2: Darstellung eines Referenzprojektes auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier

fügen sich so ganz selbstverständlich in das städtische Umfeld ein.

Technische Kenndaten	
<b>Bruttogeschossfläche BGF (nach DIN 277)</b>	A: 4630 m <sup>2</sup> / B: 722m <sup>2</sup> / C: 625m <sup>2</sup>
<b>Bruttorauminhalt BRI (nach DIN 277)</b>	A: 14008m <sup>3</sup> /B: 2157m <sup>3</sup> /C: 192 m <sup>3</sup>
<b>Nutzfläche</b>	1-7: 3.540 m <sup>2</sup>
<b>Hüllfläche</b>	5543 m <sup>2</sup>
<b>A/V Verhältnis</b>	0,43
Gebäudehülle U-Werte	
<b>Außenwand (Ost und West)</b>	0,22 W/m <sup>2</sup> K
<b>Außenwand (Nord und Süd)</b>	0,19 W/m <sup>2</sup> K
<b>Dach</b>	0,13 W/m <sup>2</sup> K
<b>Decke über unbeheiztem EG</b>	0,20 W/m <sup>2</sup> K
<b>Fenster</b>	1,00 W/m <sup>2</sup> K
Bauweise	
<b>Außenwände</b>	vorgefertigte Holzrahmenelemente (Holztafelbau) mit Gefachdämmung aus Mineralwolle
<b>tragende Innenwände und Decken</b>	Brettsper Holz (wohnungsgroße Brettsper Holzelemente) auf Tragkonstruktion aus Stahlbetonstützen und -unterzügen)
<b>Gebäudeklasse</b>	GK 4
<b>Energetischer Standard</b>	EnEv 2016
<b>Jahresprimärenergiebedarf</b>	10,59 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Einsatz regenerativer Energie</b>	Fernwärme

Abbildung G-3: Darstellung eines Referenzprojektes auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier

dataholz.eu

Aussenwand-Decke (EG)

Detailschnitt 3D-Aufbau / Montageablauf

**Vergleichbare Aufbauten**

**Aussenwand: awrhh04b**

**Aussenwand**

- Vorgefertigtes Holzrahmenelement, tragend
- Innen: keine Installationsebene, 2x18mm GKF
- Außen: hinter-/belüftete Bekleidung
- Vorfertigungsgrad: sehr hoch (alle Schichten)

**Decke/"Sockel"**

- Stahlbetonelemente
- Feuchtigkeitsabdichtung, Dämmung, Trittschalldämmung und Nassestrich

Die Abbildungen stellen einen Planungsvorschlag dar. Anwendbarkeit, Vollständigkeit und Übereinstimmung mit dem jeweiligen Stand der Technik sind eigenverantwortlich zu prüfen. Der Planungsvorschlag ersetzt keinesfalls projektbezogene planerische Detailvorgaben.

Holzbauprojekte

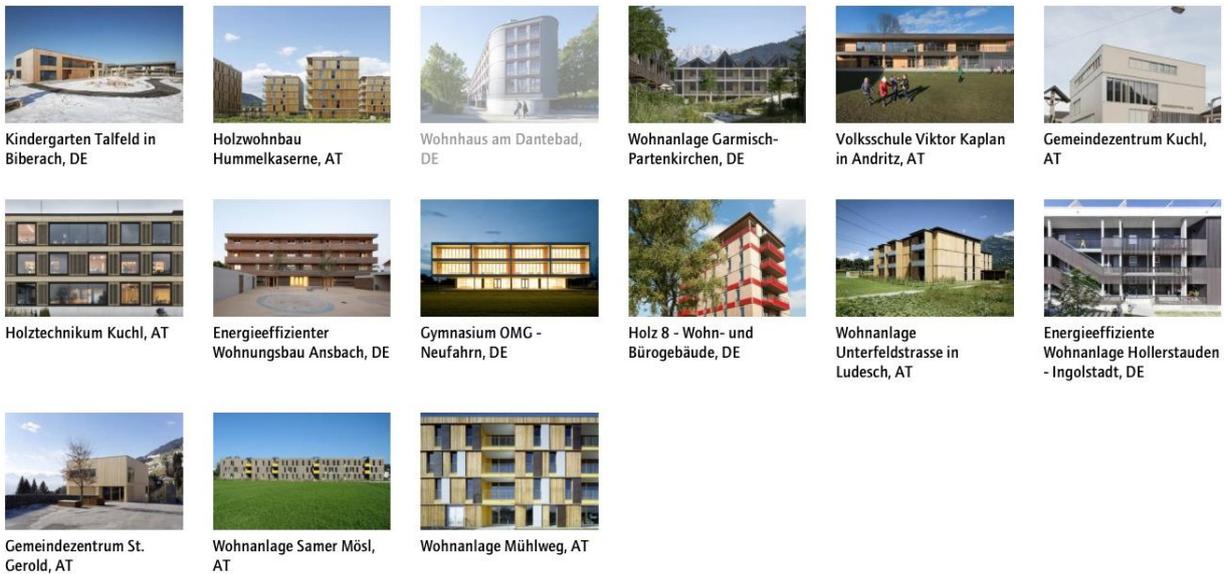


Abbildung G-4: Darstellung der projektspezifischen Deatilpunkte auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier

**Vergleichbare Aufbauten**

**Aussenwand: awrho04b**  
**Flachdach fdmnko01**

**Aussenwand**

- Vorgefertigtes Holzrahmenelement, tragend
- Innen: keine Installationsebene, 2x18mm GKF
- Außen: hinter-/belüftete Bekleidung
- Vorfertigungsgrad: sehr hoch (alle Schichten)

**Flachdach**

- Brettspertholz, Industrie-Sichtqualität, innen sichtbar belassene Untersicht
- Außen: Dachabdichtung, Schüttung, Dämmung und Gefälledämmung, Dachabdichtung, extensive Begrünung/Kiesschüttung
- Vorfertigungsgrad: gering, Brettspertholz abgebunden

**Attika**

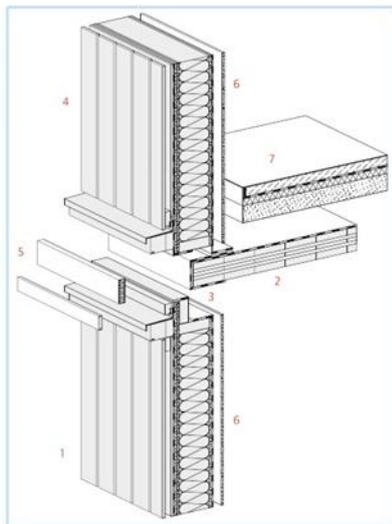
- vorgefertigtes Attikaelement aus Brettspertholz

**Technical Drawing Labels:**

- Externe Begrünung / Kiesschüttung
- 40mm Drainagekanal
- Keim-Rahmenstruktur
- Dachabdichtungsbahn Bitumen 3-Berg
- 20 - 200mm Dämmung EPS im Gefälle
- 30mm Dämmung PU
- 30mm Spaltöffnung Längsgehenden
- Dampfsperre
- 180mm Brettspertholz
- 18mm Hölz. Lichte Aussenwandbekleidung
- 25mm Hölz. Nachbühnlattung
- 18mm Hölz. Nachbühnlattung
- 40mm offene Fassadebahn
- 12,5mm Gipskartplatte
- 60 - 200mm Kantholzschub
- 200mm Mineralwolle H1000 C
- 12,5mm Gipskartplatte
- Dampfsperre
- 12,5mm Gipskartplatte

Aussenwand-Decke

Detailschnitt 3D-Aufbau / Montageablauf



Informationen zum Montageablauf

- 1 Montage der vorgefertigten Holzrahmen-Außenwände
- 2 Auflegen der Brettspertholzdeckenelemente, Verschraubung mit Holzrahmenelement
- 3 Eingelegte Folie luftdicht verkleben
- 4 Aufstellen der oberen vorgefertigten Holzrahmen-Außenwände
- 5 Ergänzen der Fassade im Stirnbereich Decke; Verklebung der diffusionsoffenen Fassadebahn
- 6 Montage der Innenwandbekleidung
- 7 Einbringen des Fußbodenaufbaus

Abbildung G-5: Enthaltene 3-D Details eines Referenzprojektes auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier

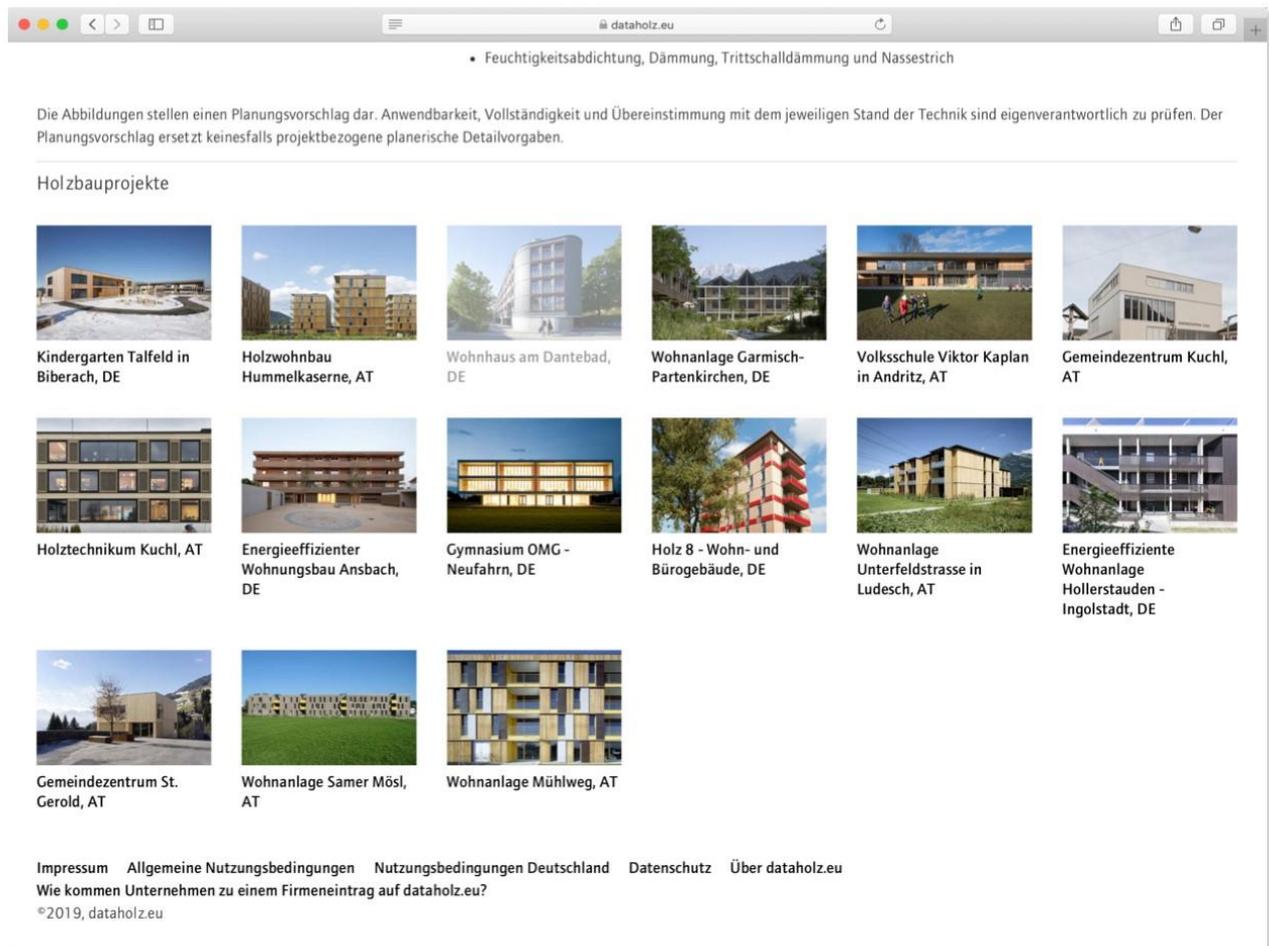


Abbildung G-6: Übersicht der verfügbaren Referenzprojekte auf dataholz.eu, Grafik: M.Stieglmeier

## **Anhang H: Parametrisches Zeichnungstool**

### **Schritt 1**

Die Daten werden in eine Exceltabelle eingegeben. Dabei ist zu beachten, dass für jede Schicht „Hilfsparameter“ notwendig sind. Dadurch kann „Grasshopper“ beispielsweise erkennen, welches Material verwendet werden oder ob die Schicht in die vorherige integriert werden soll. (Zwischendämmung)

### **Schritt 2**

Mithilfe des Plugins "Grasshopper" für Rhino können aus den eingegebenen Daten 3D Aufbauten generiert werden. Die einzelnen Schichten werden parametrisch durch die Daten aus der Excel-Tabelle erstellt. Durch eine weitere Schnittstelle "Grasshopper — ARCHICAD Live Connection" wird die Verbindung zwischen Rhino (Grasshopper) und ArchiCAD hergestellt. Dadurch können nun Materialinformationen aus der ArchiCAD-Datei gelesen werden. Auf diesem Weg werden auch die 3D Aufbauten zu ArchiCAD transportiert.

### **Schritt 3**

Die automatisch generierten Objekte können in ArchiCAD auf einem Layout platziert werden. Sobald der Aufbau in Grasshopper geändert wird, verändern sich auch in ArchiCAD die jeweiligen Darstellungen. Die Informationen sämtlicher Materialien, Oberflächen und Bezeichnungen werden in ArchiCAD eingestellt. Aktuell muss noch eine automatisierte Beschriftung entwickelt werden, die mit den parametrischen Aufbauten mitwandert. (verschiedene Schichtstärken verursachen Verschiebungen auf dem Layout)

### **Schritt 4**

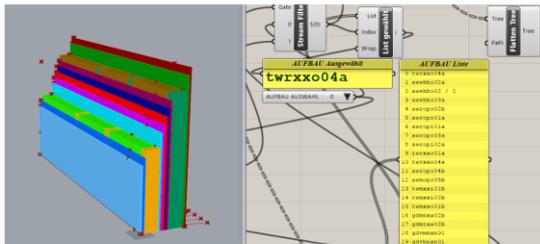
Danach können einzelne Elemente wie Schnitt, Ansicht oder Perspektive als PDF oder DWG exportiert werden. Außerdem können BIM-Informationen über andere Formate weitergegeben werden. (Bsp: IFC-Schnittstelle)



Untervarianten	A	A1	A2	B	B1	B2	C	C1	C2
	Schicht1	Lage	Material	Schicht2	Lage	Material	Schicht3	Lage	Material
twrxo04a	12,5	0	106	15	0	107	100	0	205
awehho02a	24	0	204	30	0	202	16	0	108
awehho02 / 2	24	0	204	30	0	202	16	0	108
awehho03a	24	0	204	30	0	202	0,5	0	401
awropo02b	7	0	111	60	0	305	120	0	207
awropo01a	7	0	111	60	0	305	160	0	206
awropi01a	7	0	111	60	0	305	160	0	206
awropo03a	7	0	111	60	0	305	15	0	108
awropi02a	7	0	111	60	0	305	15	0	108
twrxo01a	12,5	0	106	15	0	107	100	0	205

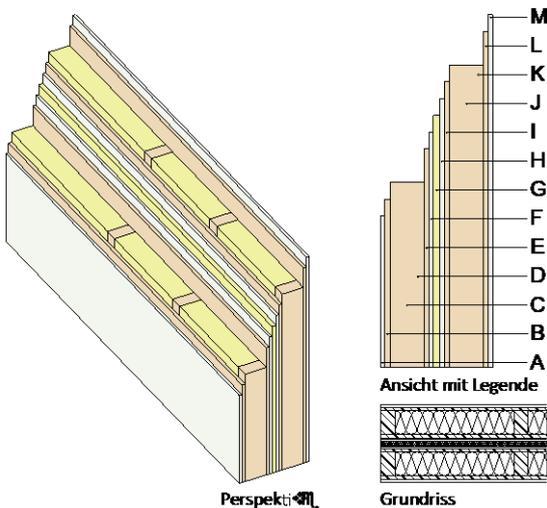
## Schritt 1

- Eingabe der Daten in eine Tabelle
- Informationen, wie Stärke oder Material



## Schritt 2

- Einlesen der Daten aus der Tabelle in das Plugin "Grasshopper"
- Generierung von 3D Aufbauten
- Transfer zu ArchiCAD



## Schritt 3

- Definition der Darstellung in ArchiCAD
- Parametrischer Aufbau
- Definition von Materialien, Oberflächen und Bezeichnungen
- Anordnung auf ein Layout

## Schritt 4

- Export der verschiedenen Elemente
- Formate (PDF, DWG oder IFC)
- Transport von BIM Elementen

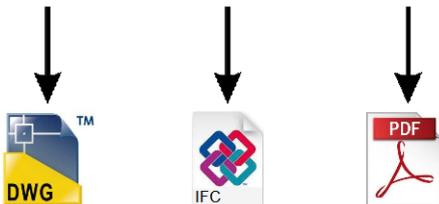


Abbildung H-1: Überblick über den Ablauf des parametrischen Entstehungsprozess der variablen Zeichnungen der Bauteilaufbauten