

Sys.Wood: Resiliente Holzbau- konstruktionen im Holzbau

Leitfaden



Autoren

Technische Universität Graz

Dipl.-Ing. Johannes Würzler

Dipl.-Ing. Dr.techn. Ernst Alexander Dengg

Institut für Architekturtechnologie – Professur für Architektur und Holzbau

Rechbauerstraße 12, 1. OG

8010 Graz

Schlüsselwörter

Bauteilaufbauten, Hochbaukonstruktionen, Detailanschlüsse, FMEA-Bewertung

Veröffentlichung

24.02.2026

© 2026 Verlag der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Herausgeber FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Markus Wallner-Novak
Institut Architektur und Bauingenieurwesen
FH JOANNEUM

Umschlaggestaltung Larissa Ornig, Holzcluster Steiermark

Verlag der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Alte Poststraße 149

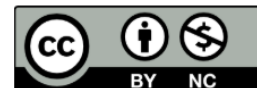
A-8020 Graz

www.fh-joanneum.at

DOI: <https://doi.org/10.60588/mbeb-z771>

Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons CC BY-NC Lizenz.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten ausschließlich für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet durch entsprechende Quellenangaben) kann weitere Nutzungsgenehmigungen durch die jeweiligen Rechteinhaber erfordern. Es wurden keine Inhalte automatisiert generiert. Sofern Anwendungen auf der Basis künstlicher Intelligenz eingesetzt wurden, erfolgte dies ausschließlich zur sprachlichen Korrektur und redaktionellen Unterstützung. Die fachliche und inhaltliche Verantwortung für die Beiträge sowie die Verantwortung für die Fotorechte liegen bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzfassung

Der vorliegende *Leitfaden Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau* bildet das anwendungsorientierte Kernstück des gleichnamigen Arbeitspakets im Forschungsprojekt Sys.Wood zur Entwicklung technisch resilienter Hochbaukonstruktionen im mehrgeschoßigen Holzbau.

Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass Schäden im Holzbau in der Regel nicht auf fehlerhafte Bauteilaufbauten zurückzuführen sind, sondern vielmehr an Anschlussstellen, Knotenpunkten und funktionalen Übergängen zwischen Tragwerk, Gebäudehülle und Ausbau entstehen. Ziel des Arbeitspaketes ist es, Planer:innen ein strukturiertes Arbeitsinstrument zur Verfügung zu stellen, mit dem Anschlussdetails fachübergreifend abgestimmt, fehlertolerant und dauerhaft ausgebildet werden können.

Der Fokus liegt auf praxiserprobten Lösungen des mehrgeschoßigen Holzbaus innerhalb klar definierter Systemgrenzen. Resilienz wird dabei als konstruktive Qualität definiert, die sich in der fehlertoleranten, redundant ausgelegten, zugänglichen sowie reparier- und adaptierbaren Ausbildung von Bauteilen und Anschlussdetails über den gesamten Lebenszyklus manifestiert.

Im Rahmen des Forschungsprojekts *Sys.Wood* wurden bestehende Konstruktionen analysiert, bewertet und weiterentwickelt. Die Ergebnisse wurden als modulare Arbeitswerkzeuge aufbereitet, bestehend aus systematisch aufgebauten Bauteilaufbauten, einem Detailkatalog, Checklisten, Best-Practice-Beispielen sowie einer speziell entwickelten FMEA-basierten Bewertungsmethodik. Diese Werkzeuge ermöglichen es, typische Anschlussdetails der Gebäudehülle strukturiert darzustellen, vergleichbar zu bewerten und überprüfbar zu machen.

Als zentrale Schlussfolgerung ist festzuhalten, dass resiliente Holzbaudetails konstruktiv so auszubilden sind, dass sie auch bei Ausführungsabweichungen oder Nutzungsänderungen funktionsfähig bleiben und über den gesamten Lebenszyklus hinweg reparier- und anpassbar sind.

Abstract

The guideline *Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau* (Resilient Timber Building Structures) constitutes the application-oriented core of the corresponding work package within the Sys.Wood research project, which addresses the development of technically resilient structural systems for multi-storey timber construction. The underlying premise is that damage in timber buildings rarely originates from deficiencies in entire structural assemblies, but predominantly arises at interfaces, junctions, and transitions between load-bearing systems, the building envelope, and interior construction layers.

The objective is to provide planners with a structured working instrument that supports the interdisciplinary coordination of connection details, ensuring fault tolerance, durability, and long-term performance. The focus is placed on practice-proven solutions for multi-storey timber construction within clearly defined system boundaries.

Resilience is defined as a constructive quality characterized by fault tolerance, functional redundancy, accessibility, and the capacity for repair, replacement, and adaptation throughout the building's entire life cycle.

Within the Sys.Wood research project, existing construction systems were analysed, evaluated, and further developed. The results were translated into modular planning tools, including systematically structured building assemblies, a detail catalogue, checklists, best-practice examples, and a specifically developed FMEA-based evaluation methodology. These tools allow for the structured representation, assessment, and verification of typical envelope connection details.

The central conclusion is that resilient timber connection details must be designed to remain functional even in the presence of execution deviations or changes in use, while enabling repair and adaptation throughout the building's service life.

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung und Anwendungsrahmen	1
1.1 Resilienz als Planungsprinzip.....	1
1.2 Systemgrenzen	1
1.3 Integration bauphysikalischer Anforderungen als Grundlage resilienter Holzbaudetails	2
1.3.1 Feuchte- und Wärmeschutz.....	2
1.3.2 Schallschutz	2
1.3.3 Brandschutz	3
1.4 Arbeitsmethoden	4
1.4.1 Workshops	4
1.4.2 FMEA-Bewertung.....	4
1.5 Anwendung der Arbeitswerkzeuge	5
2 Bauteilaufbauten	6
2.1 Anwendung	6
2.2 Übersicht Bauteilaufbauten.....	7
2.2.1 Außenwandaufbauten - Beispiel.....	8
2.2.2 Boden- und Deckenaufbauten - Beispiel	9
2.2.3 Dachaufbauten - Beispiel.....	10
3 Detailkatalog	11
3.1 Anwendung	11
3.2 Übersicht Anschlussdetails	12
3.2.1 Sockelanschlussdetails - Beispiel	13
3.2.2 Deckenanschlussdetails - Beispiel.....	14
3.2.3 Flachdachanschlussdetails - Beispiel.....	15
4 Checklisten	16
4.1 Anwendung	16
Checkliste Sockelanschlussdetail.....	17
5 Best-Practice-Beispiele.....	19
5.1 Anwendung	19
5.2 Best-Practice-Beispiel – Fassadenschnitt 01	20
6 Leitfaden FMEA-Bewertung	22
6.1 Qualitative Bewertung mittels FMEA	22
6.1.1 Ziel der Bewertung.....	22
6.1.2 Systematische FMEA als Bewertungsmethode für Holzbaudetails.....	22
6.1.3 Anwendung, Lesbarkeit und Interpretation der FMEA.....	24
6.1.4 FMEA-Fragenset.....	26
7 Zusammenfassung	29
8 Literaturverzeichnis	30

1 Zielsetzung und Anwendungsrahmen

Das vorliegende Dokument bildet das anwendungsorientierte Kernstück des Leitfadens *Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau* und behandelt den Praxisteil des gleichnamigen Arbeitspakets des Sys.Wood Forschungsprojekts. Es besteht aus fünf eigenständigen Kapiteln, die jeweils ein ausgearbeitetes Arbeitswerkzeug behandeln. Diese sind: *Bauteilaufbautenkatalog*, *Detailkatalog*, *Checklisten*, *Best-Practice-Beispiele* sowie das *FMEA-Bewertungsinstrument*. Diese Arbeitswerkzeuge sollen Planer:innen bei der Entwicklung, Überprüfung und Optimierung konstruktiver Lösungen unterstützen und verstehen sich als strukturierte Orientierung im Planungsprozess. Sie stützen sich auf anerkannte, dem Stand der Technik entsprechende und übertragbare Lösungen des mehrgeschoßigen Holzbaus und wurden iterativ mittels Fehleranalysen und Expertenworkshops ausgewählt und entwickelt.

1.1 Resilienz als Planungsprinzip

Resilienz wird dabei als konstruktive Qualität definiert, die sich in der fehlertoleranten, redundant ausgelegten, zugänglichen sowie reparier- und adaptierbaren Ausbildung von Bauteilen und Anschlussdetails über den gesamten Lebenszyklus manifestiert. Resiliente Holzbaudetails sind so konzipiert, dass sie auch bei Ausführungsabweichungen, Nutzungsänderungen oder lokalen Schäden weitestgehend funktionsfähig bleiben bzw. mit vertretbarem Aufwand instandgesetzt werden können.

Ein zentrales Prinzip ist dabei die klare Trennung von Tragwerk, Gebäudehülle und Ausbau. Einfach strukturierte, schichtarme Systeme haben sich gegenüber komplexen Aufbauten mit mehreren Funktionen in einer Ebene als zuverlässiger erwiesen. Die technische Resilienz wird dabei nicht als starres Regelwerk verstanden, sondern als Ergebnis bewusster planerischer Entscheidungen.

1.2 Systemgrenzen

Der Leitfaden bietet mit seiner systematisch aufgebauten Sammlung erprobter Bauteilaufbauten, Anschlussdetails, Prüfinstrumente und Bewertungswerkzeuge eine umfassende Planungshilfe unter Berücksichtigung der nachfolgend definierten Systemgrenzen (vgl. Abbildung 1.1). Sonderkonstruktionen und projektspezifische Einzellösungen werden dabei bewusst ausgeklammert.

Systemgrenzen:

- **Bauweisen:** Holzrahmen- und Holzmassivbauweise
- **Fassadensysteme:** geschlossene, hinterlüftete Holzfassaden und Putzfassaden
- **Gebäudeklassen:** GK3 bis GK5 $\leq$ 6 oberirdischer Geschoße
- **Detailkategorien:** Sockel-, Decken- und Dachrandanschlussdetails (Flach- und Steildach)

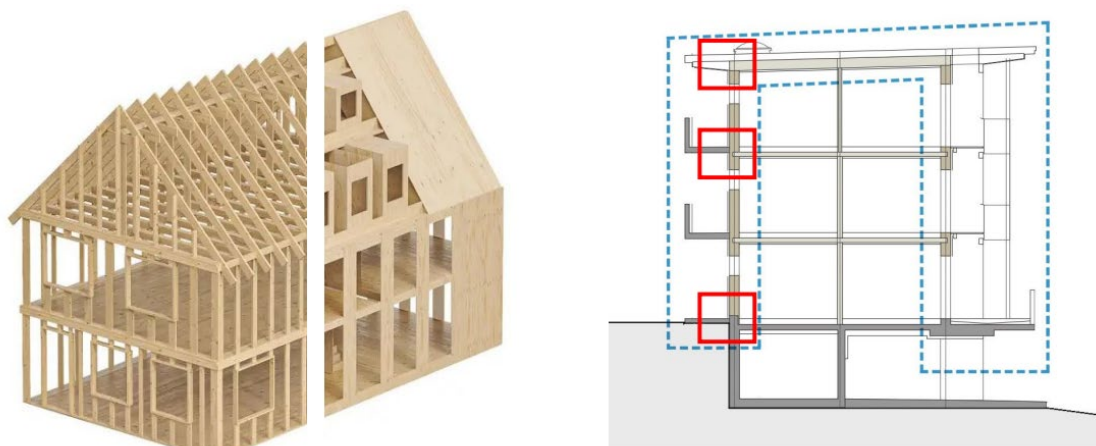


Abbildung 1.1 Systemgrenzen, Holzrahmen- und Holzmassivbauweise und Detailkategorien: Sockel-, Decken- und Dachrandanschlussdetails (Flach- und Steildach)

1.3 Integration bauphysikalischer Anforderungen als Grundlage resilienter Holzbaudetails

Die Überlagerung bauphysikalischer Anforderungen zwischen Feuchte-, Wärme-, Brand-, Schallschutz usw. bildet die Grundlage resilienter Holzbaudetails. Planerische Entscheidungen in diesen Bereichen beeinflussen unmittelbar Dauerhaftigkeit, Nutzungssicherheit und Wartungsaufwand. Der ausgearbeitete Leitfaden versteht sich daher auch als vorbereitendes Instrument für die Fachplanung und als Orientierungshilfe zur frühzeitigen Abstimmung bauphysikalischer Anforderungen.

1.3.1 Feuchte- und Wärmeschutz

Feuchte- und Wärmeschutz zählen zu den zentralen Grundlagen im Holzbau. Während Mindestanforderungen an den Wärmeschutz – etwa über U-Werte gemäß OIB-Richtlinie 6 – klar definiert sind, stellt der Umgang mit Feuchtigkeit die größere planerische Herausforderung dar. Holz reagiert sensibel auf Feuchte, weshalb ungewollte Wassereinträge unbedingt zu vermeiden sind. Gleichzeitig müssen Konstruktionen so geplant werden, dass eingedrungene Feuchtigkeit schadlos austrocknen kann.

Entscheidend ist eine klare Schichtenlogik: innen sorgt i.d.R. eine luft- und dampfbremsende Ebene für Strömungsdichtheit, außen schützt eine winddichte, aber diffusionsoffene Schicht vor Witterung und ermöglicht Austrocknung (vgl. Abbildung 1.2). Alle Bauteilschichten – von der Dämmung bis zur Abdichtung – müssen funktional aufeinander abgestimmt sein. Entsprechende Nachweise zur Vermeidung von schädlichem Kondensat werden beispielsweise in der ÖNORM B 8110-2 behandelt. Besondere Aufmerksamkeit erfordern Anschlüsse und Durchdringungen, da hier häufig Undichtheiten entstehen können. Bewährte Standardaufbauten bieten eine gute Grundlage, ersetzen jedoch nicht sorgfältige Detailplanung und saubere Ausführung. Ein gut geplanter Feuchteschutz ist der Schlüssel zur Dauerhaftigkeit von Holzbauten.

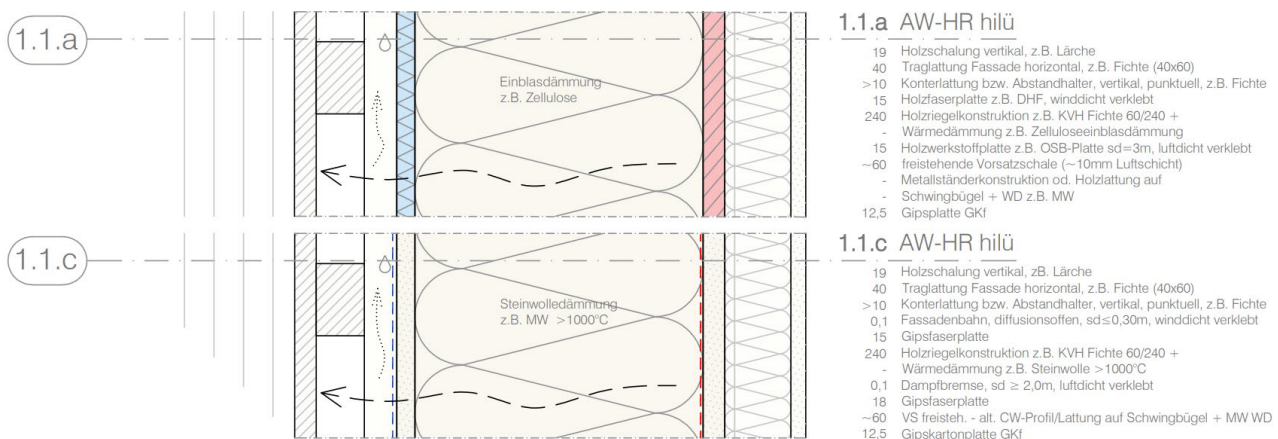


Abbildung 1.2 Hier sind abhängig von Brandschutzanforderungen zwei Außenwandaufbauten (Vertikalschnitt) am Beispiel einer Holzrahmen-Außenwand mit geschlossener und hinterlüfteter Holzfassade dargestellt. Durch die bauphysikalischen Anforderungen an die Wärmedämmung wird der Taupunkt möglichst weit nach Außen bewegt, die Hinterlüftungsebene erlaubt kontinuierliche Austrocknung, i.d.R. gilt innenseitig luftdichte, dampfbremsende Bauteilschicht (rot), außenseitig winddichte (blau), diffusionsoffene die beim **Aufbau 1.1.a AW-HR** (vgl. Kapitel 2 Bauteilaufbauten) durch z.B. einer OSB-Platte innen und einer DHF-Platte außen übernommen werden. Im **Aufbau 1.1.c AW-HR** (vgl. Kapitel 2 Bauteilaufbauten) werden diese Bauteilschichten brandschutzbedingt durch z.B. Gipsfaserplatten ersetzt, die bauphysikalischen Anforderungen werden entsprechend durch eine Dampfbremse innen sowie einer Fassadenbahn außen übernommen. Des Weiteren übernimmt die geschlossene Holzfassade den Schutz gegen Einwirkungen durch mechanische Belastung, Witterung und Kleintieren. Das Bauteil ist ein funktionierendes Zusammenspiel aller Bauteilschichten und ihrer bauphysikalischen Eigenschaften

1.3.2 Schallschutz

Der Schallschutz im Holzbau ist stark detailabhängig und wird maßgeblich durch Fügungen, Anschlüsse und konstruktive Trennungen bestimmt. Aufgrund der vergleichsweise geringen Flächenmassen vieler Holzbaukonstruktionen basiert die schalltechnische Wirksamkeit häufig auf dem Prinzip des Feder-Masse-

Systems. Zweischalige Aufbauten mit elastisch entkoppelten Ebenen ermöglichen dabei eine deutliche Reduktion der Luft- und Trittschallübertragung. Entscheidend ist dabei die Vermeidung starrer Schallbrücken sowie die Reduktion von Flankenübertragungen an Anschlussdetails. Klar definierte Trennebenen zwischen Nutzungseinheiten sowie konsequent entkoppelte Konstruktionen haben sich als robuste Lösungen bewährt. Vorsatzschalen und abgehängte Decken übernehmen dabei zentrale Funktionen als Installations- und Schutzelemente und verbessern zugleich Brand-, Wärme- und Schallschutz. Bei Geschoßdecken kann die fehlende Masse durch Schüttungen oder zusätzliche schallwirksame Schichten kompensiert werden. Sichtbare Massivholzelemente erfordern häufig ergänzende Maßnahmen zur Sicherstellung ausreichender Schalldämmwerte.

1.3.3 Brandschutz

Neben dem Feuchteschutz stellt der Brandschutz eine der zentralen Herausforderungen im mehrgeschoßigen Holzbau dar. In Österreich sind in der Praxis Anforderungen an den Brandschutz überwiegend zwischen Gebäudeklasse (GK) 3 im mehrheitlich im ländlichen Bereich und GK 5 (mit bis zu sechs oberirdischen Geschoßen) im urbanen Kontext zu erfüllen. Mit steigender Gebäudeklasse erhöhen sich die Anforderungen an Tragwerk, Bauteile, Fassaden und Fluchtwege. Ziel ist es, Personenschutz, Standsicherheit im Brandfall sowie eine wirksame Begrenzung der Brand- und Rauchausbreitung sicherzustellen. Dabei ist zwischen Anforderungen an das Brandverhalten der Baustoffe und an den Feuerwiderstand der Bauteile zu unterscheiden. Erst diese Zuordnung ermöglicht, Schichtaufbauten, Bekleidungen und Anschlussdetails zielgerichtet auszulegen und nachzuweisen.

Grundsätzlich gilt: Je höher die Gebäudeklasse, desto höher die Anforderungen an Feuerwiderstand und konstruktive Maßnahmen. Während in GK 3 und GK 4 häufig Feuerwiderstandsklassen von REI 60 gefordert sind, liegen die Anforderungen ab GK 5 meist bei REI 90 (vgl. Abbildung 1.4). Diese Vorgaben wirken sich meist direkt auf Querschnitte, Bekleidungen, Dämmstoffe und Anschlussdetails aus. Die maßgeblichen Grundlagen bilden die OIB-Richtlinie 2, die ÖNORM B 2332 für Holzfassaden sowie die ÖNORM B 1995 (Eurocode 5 – Holzbau). Für bestimmte Anwendungen können genormte und geprüfte Bauteilaufbauten – etwa gemäß ÖNORM B 1995-1-2 oder aus Datenbanken wie dataholz.eu [1] – ohne zusätzlichen rechnerischen Nachweis eingesetzt werden. Diese nachweisfreien Aufbauten erleichtern die Planung, können jedoch nicht die projektbezogene Gesamtbetrachtung ersetzen.

Bei Holzfassaden sind ab Gebäudeklasse 4 zusätzliche brandschutztechnische Maßnahmen erforderlich, um eine unkontrollierte Brandausbreitung über die Gebäudehülle zu verhindern. Dazu zählen insbesondere nicht brennbare Bauteilschichten innerhalb des Fassadenaufbaus sowie konstruktive Maßnahmen zur Unterbrechung möglicher Brandweiterleitungen in der Hinterlüftungsebene. Die konkrete Ausführung richtet sich nach den geltenden Normen und den projektspezifischen Rahmenbedingungen. Unter bestimmten Voraussetzungen können Ausnahmen von einzelnen Maßnahmen vorgesehen sein, sofern die brandschutztechnischen Schutzziele dennoch nachweislich erfüllt werden (vgl. Abbildung 1.3).

	> 22 m								
> 6									
≤ 6									
	≤ 14 m								
≤ 4	≤ 11 m								
≤ 3	≤ 7 m								
2									
1									
G	Flucht-niveau	GK1	2	3	4	5	6		

keine
30
60
90
90 + A2

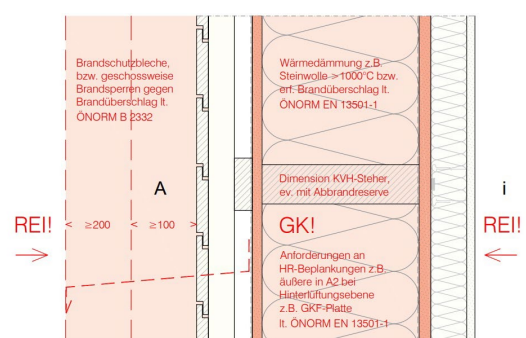


Abbildung 1.4 Diese Tabelle zeigt die erforderlichen Feuerwiderstandsklassen der obersten Geschoßdecke in Abhängigkeit von der Geschoßanzahl (G) bzw. Gebäudeklassen lt. OIB-Richtlinie 2. [2]

Abbildung 1.3 Der Horizontalschnitt des Bauteilaufbaus 1.1.c AW-HR (vgl. Kapitel 2 Bauteilaufbauten) zeigt mögliche Brandschutzmaßnahmen abhängig von projektspezifischen Anforderungen.

Fachplanung im Planungsprozess

Mit steigender Komplexität und zunehmenden Anforderungen an ein Bauvorhaben ist es wesentlich, Fachplaner:innen frühzeitig in den Planungsprozess einzubinden. Unterschiedliche Anforderungen an einzelne Bauteile – etwa hinsichtlich Brandschutzes, Bauphysik oder Schallschutz – führen häufig zu komplexen Abhängigkeiten und planerischen Wechselwirkungen. Eine qualifizierte Brandschutzplanung kann durch fundierte Brandschutzkonzepte oder die Berücksichtigung von Abbrandreserven konstruktive Erleichterungen und wirtschaftliche Optimierungen ermöglichen. In Kombination mit bauphysikalischer Expertise im Bereich Feuchte-, Wärme- und Schallschutz lassen sich Aufbaustärken reduzieren und Kennwerte gezielt verbessern.

1.4 Arbeitsmethoden

1.4.1 Workshops

Ein zentrales Element dieses Arbeitspakets war der iterative Arbeitsprozess in Form mehrerer interdisziplinärer Workshops, die als wichtige Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft fungierten. Beteiligt waren überwiegend Expert:innen aus Architektur, Ingenieurwesen und Holzbau sowie aus der Fachplanung in den Bereichen Bauphysik, Brandschutz und Ausführung. Die Workshops und begleitenden Arbeitsgruppen waren als offene Arbeitsformate konzipiert und dienten neben einer gezielten Eingrenzung der betrachteten Bauteilaufbauten auch der subjektiven, kritisch-reflektierenden Analyse ausgewählter Holzbaudetails, wobei die FMEA-Bewertungen als prinzipielle Entscheidungshilfe eingesetzt wurden. Ziel war es, unterschiedliche Perspektiven und praktische Erfahrungen zusammenzuführen und darauf aufbauend resiliente Lösungsansätze zu entwickeln.

Die Rückmeldungen aus den Workshops umfassten eine Vielzahl konstruktiver Korrekturen, Hinweise zur Ausführbarkeit, zur Reparierbarkeit sowie zur Reduktion von Schichtkomplexität. Diese stark praxisnahen Rückmeldungen wurden gesammelt, systematisch ausgewertet, in mehreren Iterationsschleifen in die Holzbaudetails eingearbeitet und in der Ausarbeitung des Leitfadens verwendet.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Dos and Don'ts.
Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_dos&donts_planung

Inhaltliche Schwerpunkte der Workshops:

- Eingrenzung und Auswahl relevanter Bauteilaufbauten und Anschlussdetails
- Kritische Analyse und Bewertung der Details auf Basis einer praxisnahen Betrachtungsweise
- Ableitung von Verbesserungsvorschlägen und Weiterentwicklung der Details
- Einbindung des Know-hows von Expert:innen aus Praxis und Fachplanung

1.4.2 FMEA-Bewertung

Die FMEA ist eine etablierte Methode zur Identifikation und Bewertung potenzieller Fehler sowie deren Ursachen und Auswirkungen [3]. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die FMEA-Methodik gezielt für die Anwendung auf Holzanschlussdetails angepasst und in ihrer Anwendung vereinfacht, indem relevante Einflussfaktoren zusammengefasst wurden (vgl. [FMEA-Bewertungen](#)). Ziel der Bewertung ist nicht die abschließende Beurteilung eines Details, sondern die Sichtbarmachung möglicher Schwachstellen und der damit verbundenen Risiken. Darauf aufbauend werden entsprechende Verbesserungspotenziale aufgezeigt; die Bewertung soll vorrangig als Analyse-, Planungs- und Kommunikationswerkzeug innerhalb eines Planungsteams dienen. Der Bewertungsvorgang im Forschungsprojekt zielt primär auf die subjektive Einschätzung von Expert:innen ab, die sich auf den individuellen Wissens- und Erfahrungsstand der bewertenden Person stützt.

Im Forschungsprojekt wurden ausgewählte und für die FMEA-Bewertung aufbereitete Anschlussdetails entsprechend den eingegrenzten Detailkategorien beurteilt. Diese setzten sich aus zum Zeitpunkt der Recherche aktuellen Online-Angeboten auf Plattformen wie dataholz.eu [1], bigwood.at [4] und natuREbuild.at

[5] sowie aus bestehenden und etablierten Sammlungen, etwa dem Leitdetailkatalog für den Holzwohnbau aus 2003 [6], zusammen. Ergänzend wurden Details realisierter Holzwohnbauten aus der Steiermark berücksichtigt, die im Rahmen des Forschungsprojekts Long-Life-Wood [7] bereits einer vergleichbaren Beurteilung unterzogen worden waren.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: FMEA-Bewertungen.
Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_ergebnisse_fmea-bewertungen

1.5 Anwendung der Arbeitswerkzeuge

Die dargestellten Inhalte der Arbeitswerkzeuge basieren auf interdisziplinären Workshops, qualitative Bewertungen sowie der Anwendung einer vereinfachten Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA). Ziel ist dabei nicht die Festlegung normativer Musterlösungen, sondern die Bereitstellung resilienter Referenzsysteme, die projektspezifisch angepasst und weiterentwickelt werden können.

Jedes der folgenden Kapitel bzw. Arbeitswerkzeuge kann eigenständig angewandt werden – sei es zur Auswahl geeigneter Bauteilaufbauten, zur vertieften Betrachtung einzelner Anschlussdetails, zur strukturierten Qualitätsprüfung mittels Checklisten, zur Veranschaulichung systemischer Referenzbeispiele (Best-Practice-Beispiele), oder zur qualitativen Bewertung über die FMEA. Gleichzeitig greifen die Kapitel systematisch ineinander und bilden gemeinsam ein konsistentes Planungswerkzeug.

Die Anwendung der Arbeitswerkzeuge ist idealerweise in einer logisch strukturierten und aufeinander aufbauenden Abfolge durchzuführen:

1. Auswahl eines geeigneten **Bauteilaufbaus** - je nach projektspezifischen Anforderungen
2. Ableitung und Ausarbeitung der **Anschlussdetails** - bestehender bzw. neu geplanter
3. Prüfung mittels **Checklisten** - je nach Detailkategorie
4. Abgleich bzw. Kombination mit den systemischen **Best-Practice-Beispielen**
5. Optionale qualitative Beurteilung mittels **Leitfaden FMEA-Bewertung**



Die Anwendung der einzelnen Schritte wird in den anschließenden Kapiteln (2 Bauteilaufbauten, 3 Detailkatalog, 4 Checklisten, 5 Best-Practice-Beispiele und 6 Leitfaden FMEA-Bewertung) des Leitfadens im Detail erörtert. Die empfohlene Vorgehensweise bei der Anwendung der oben genannten Planungswerkzeuge, ist in den jeweiligen Modulen in der Einleitung in diesen farbig hinterlegten Bereichen zu finden.

Diese Struktur unterstützt eine frühzeitige Risikoerkennung, eine klare Schichtenlogik und eine konsistente Abstimmung bauphysikalischer, brandschutztechnischer und konstruktiver Anforderungen. Die dargestellten Lösungen sind exemplarisch. Sie ersetzen keine projektspezifische Fachplanung, sondern dienen als vorbereitendes Instrument und als strukturierte Orientierungshilfe im Planungsprozess.

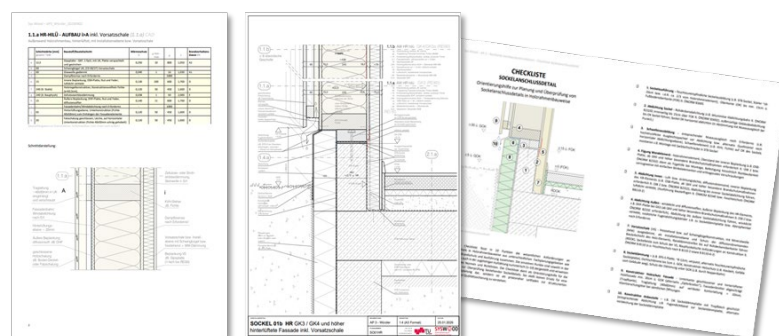


Abbildung 1.5 Übersicht der Arbeitswerkzeuge Bauteilaufbauten, Detailkatalog und Checklisten

2 Bauteilaufbauten

Der Bauteilaufbautenkatalog umfasst eine bewusst reduzierte Auswahl an Konstruktionen entsprechend den definierten Systemgrenzen des Arbeitspaketes des Forschungsprojektes bzw. des Leitfadens (vgl. 1.2 Systemgrenzen). Behandelt werden ausschließlich Bauteile der Außenhülle im mehrgeschoßigen Holzbau in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise, jeweils in Kombination mit geschlossenen und hinterlüfteten Holzfassaden und Putzfassaden innerhalb der Gebäudeklassen GK 3 bis GK 5 (≤ 6 oberirdische Geschoße). Die dargestellten Aufbauten bilden die konstruktive Grundlage für die im Detailkatalog ausgearbeiteten Sockel-, Decken- und Dachrandanschlüsse.

2.1 Anwendung

Die im Bauteilaufbautenkatalog dargestellten Konstruktionen sowie die darauf aufbauenden Anschlussdetails des Detailkatalogs werden in folgende vier Gruppen zusammengefasst:

- Außenwandaufbauten
- Boden- und Deckenaufbauten
- Dachaufbauten (Flachdach- und Steildachaufbauten)

Es ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass diese Auswahl nur einen kleinen Teil möglicher Aufbauvarianten abbilden kann. Bauteilaufbauten sind maßgeblich von den projektspezifischen Anforderungen abhängig, insbesondere im Abgleich zwischen bauphysikalischen und brandschutztechnischen Vorgaben. So kann beispielsweise eine entsprechend dimensionierte Lage Gipsfaserplatten erhöhte brandschutztechnische Anforderungen erfüllen, während in anderen Fällen eine doppelte Beplankung aus Gipskartonplatten mit unterschiedlichen Klassifizierungen erforderlich sein kann. Ebenso können Dämmmaterialien je nach wärme- und brandschutztechnischer Anforderung in ihrer Art und Dicke variieren. Die dargestellten Bauteilaufbauten sind daher als Referenzsysteme zu verstehen und projektspezifisch anzupassen sowie durch die entsprechende Fachplanung zu begleiten.

Auswahl eines geeigneten Bauteilaufbaus je nach projektspezifischen Anforderungen



Je nach angestrebter Bauweise (Holzrahmen- oder Holzmassivbauweise), Fassadenausführung (geschlossene und hinterlüftete oder verputzte Fassade) sowie den projektspezifischen Anforderungen, wie etwa Brandschutz (REI), Wärmeschutz (U-Wert) und Schallschutz (Rw, Ln,w), werden die dargestellten Bauteilaufbauten entsprechend ausgewählt.

Exemplarische Auswahl

Auf der folgenden Seite befindet sich ein aufgelisteter Überblick über die Bauteilaufbauten. Exemplarisch werden auf den darauffolgenden Seiten vier ausgewählte Bauteilaufbauten dargestellt. Dabei handelt es sich um den Außenwandaufbau **1.1.a AW-HR** (Außenwandaufbau in Holzrahmenbauweise mit geschlossener, hinterlüfteter Holzfassade und innenliegender Vorsatzschale), **2.2.b GD-HM** (Geschoßdecke in Massivholzbauweise mit Rohdeckenuntersicht) sowie **3.2.a SD-HR** (Steildachaufbau als Sparrendach mit Zwischensparrendämmung und Blecheindeckung).



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Bauteilaufbauten.
Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bauteilaufbauten

2.2 Übersicht Bauteilaufbauten

Bauteilaufbauten	Bezeichnung in Plänen
1.0 Außenwandaufbauten	
1.1 Holzrahmen, geschlossene und hinterlüftete Fassade	
1.1.a AW-HR hilü	(1.1.a)
1.1.b AW-HR hilü	(1.1.b)
1.1.c AW-HR hilü	(1.1.c)
1.2 Holzrahmen, verputzte Fassade	
1.2.a AW-HR Putz	(1.2.a)
1.2.b AW-HR Putz	(1.2.b)
1.2.c AW-HR Putz	(1.2.c)
1.3 Holzmassiv, geschlossene und hinterlüftete Fassade	
1.3.a AW-HM hilü	(1.3.a)
1.3.b AW-HM hilü	(1.3.b)
1.4 Holzmassiv, verputzte Fassade	
1.4.a AW-HM Putz	(1.4.a)
1.4.b AW-HM Putz	(1.4.b)
1.5 Sockelbereich	
1.5.a AW-STB, gedämmt	(1.5.a)
2.0 Boden- und Deckenaufbauten	
2.1 Bodenaufbauten	
2.1.a EB-KD, Boden erdberührt bzw. Kellerdecke	(1.1.a)
2.2 Deckenaufbauten	
2.2.a GD-MH, Geschoßdecke, Holzmassiv, abgehängt	(2.2.a)
2.2.b GD-MH, Geschoßdecke, Holzmassiv, Untersicht	(2.2.b)
2.2.c GD-MH, Geschoßdecke, Holzmassiv, Untersicht	(2.2.c)
3.0 Dachaufbauten	
3.1 Flachdachaufbauten	
3.1.a FD-MH, Flachdach, Holzmassiv, abgehängt	(3.1.a)
3.1.b FD-MH, Flachdach, Holzmassiv, Untersicht	(3.1.b)
3.1.c FD-MH, Flachdach, Holzmassiv, Untersicht	(3.1.c)
3.2 Steildachaufbauten	
3.2.a SD-SP, Sparrendach, Zwischensparrendämmung	(3.2.a)
3.2.b SD-SP, Sparrendach, Zwischensparrendämmung	(3.2.b)

Legende für Tabelle und Schnittdarstellungen:

a	Hell eingefärbte Bereiche: Bauteilschichten werden i.d.R. vor Ort hergestellt bzw. montiert
b	Dunkel eingefärbte Bereiche: Bauteilschichten werden i.d.R. kontrolliert vorgefertigt und als gesamter Bauteil montiert

2.2.1 Außenwandaufbauten - Beispiel

1.1.a AW-HR hilü mit Vorsatzschale – 1.1.a in Detailzeichnung

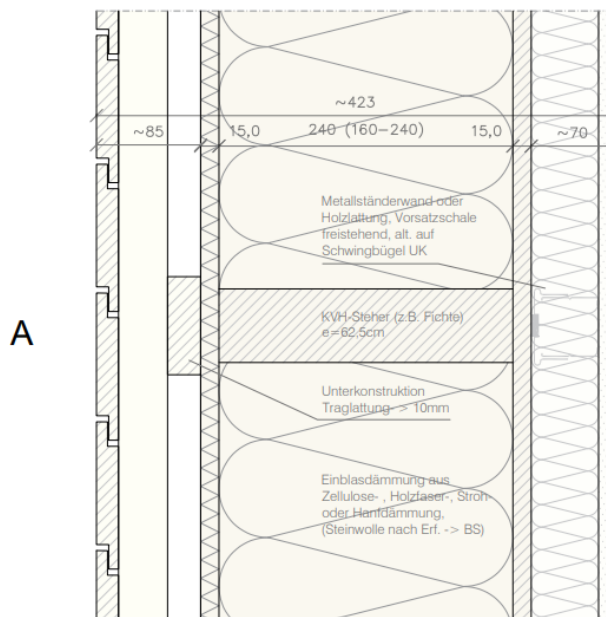
Außenwand Holzrahmenbau, geschlossene und hinterlüftet Holzfassade, mit Installationsebene bzw. Vorsatzschale

Brandschutz REI von innen 60 REI von außen 30 **Wärmeschutz** $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ **Schallschutz** $R_w = 52(-3; -10) \text{ dB}$

	Dicke [mm] ~412	Baustoff/Bauteilschicht	λ (W/mK)	μ	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	Brennbarkeit EN
a	19	Falزشchalung vertikal, geschlossen, Lärche	0,120	50	450	1,600	D
b	40	Traglattung horizontal, Fichte (40x60mm)	0,120	50	450	1,600	D
c	~15	Konterlattung/Abstandhalter, Hinterlüftungsebene >10mm, vertikal, punktuell					
d	15	Äußere Beplankung, DHF-Platte, Nut und Feder, diffusionsoffen, winddicht verklebt	0,140	11	600	1,700	D
e	240	Zelluloseeinblasdämmung	0,038	1	50	2,000	E
f	240	Holzrahmenkonstruktion, Konstruktionsvollholz Fichte 60/240 (e=62,5cm),	0,120	50	450	1,600	D
g	15	Innere Beplankung, OSB-Platte, Nut und Feder, luftdicht verklebt, sd~3m	0,130	200	600	1,700	D
h	60	Metallständerwand auf Schwingbügel UK (alt. Vorsatzschale freistehend)					
i	50	Steinwollgedämmung, MW 040, <1000°C	0,040	1	16	1,030	A1
j	12,5	Gipsplatte – Typ DF bzw. GKf, 1-fach, Platte verspachtelt und gestrichen	0,250	10	800	1,050	A2

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von außen nach innen, Maße in mm), VGL. Aufbau aus dataholz.eu: Außenwand – awrhh08a 3 [8]

Schnittdarstellung (horizontal):



2.2.2 Boden- und Deckenaufbauten - Beispiel

GD-MH mit Sichtdecke – 2.2.c in Detailzeichnung

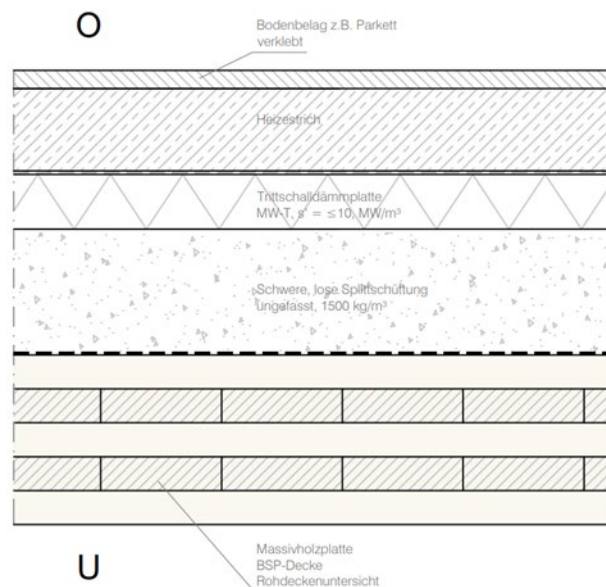
Aufbau Regelgeschoßdecke, Massivholzdecke mit Rohdeckenuntersicht

Brandschutz REI 30-60-90 **Wärmeschutz** $U = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ **Schallschutz** $L_{n,w} (CI) = 45 \text{ dB}$

	Dicke [mm]	Baustoff/Bauteilschicht	λ (W/mK)	μ	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	Brennbarkeit EN
	~355						
a	~15	Bodenbelag, Holzparkett verklebt	0,130	50	630	2,000	D
b	70	Heizestrich	1,500	50	2000	1,080	A1
c	-	Trennschicht, PE-Folie					
d	30	Trittschalldämmplatte MW-T, $s' = \leq 10$, MW/m ³	0,033	1	105	1,030	A2-s1, d0
e	100	Schwere Splittschüttung (elastisch gebunden)	0,700	2	1500	1,000	A1
f	160	Brettsper Holz-Decke, min. 5-lagig, nach statischem Erfordernis	0,120	50	475	1,600	D-s2, d0

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von oben nach unten, Maße in mm), VGL. Bauteilkatalog WHSB, 01.04.-05 Bauteilaufbau_Decke_Trenndecke, Ausgabe 2024 | 3 [9]

Schnittdarstellung (vertikal):



2.2.3 Dachaufbauten - Beispiel

z.B. 3.2.b SD-SP Sparrendach – 3.2.b in Detailzeichnung

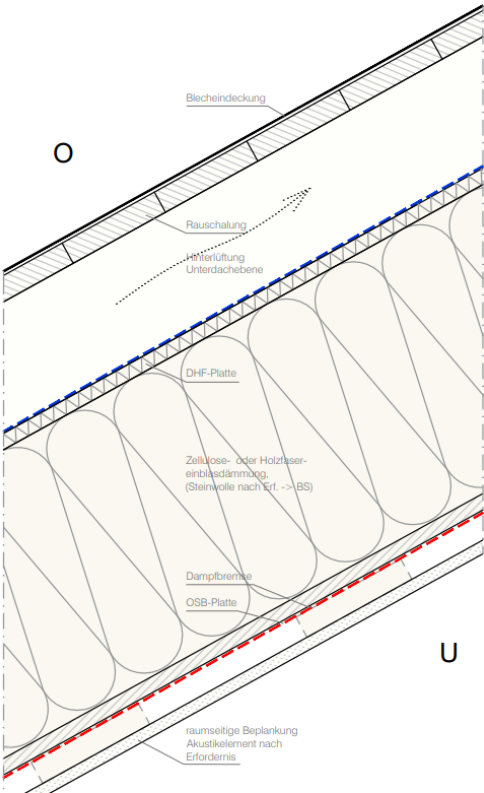
Aufbau Steildach mit Zwischensparrendämmung und Blecheindeckung

Brandschutz REI 60 Wärmeschutz U= 0,13 W/m²K Schallschutz Rw=48dB

	Dicke [mm] ~494	Baustoff/Bauteilschicht	λ (W/mK)	μ	P (kg/m³)	C (J/kgK)	Brennbarkeit EN
a	~	Blecheindeckung			2300		A1
b	-	Trennlage nach Erfordernis					
c	24	Rauschalung, Fichte	0,130	50	500	1,600	D
d	120	Konterlattung (60/120mm) dazwischen Hinterlüftung	0,130	50	500	1,600	D
e	-	Abdichtung (Unterdachbahn lt. ÖN B 4119)		100	330		E
f	15	Holzfaserplatte (winddicht verklebt)	0,100	11	626	1,700	D-s2, d0
g	280	Sparrenkonstruktion, KVH Fichte 60/280mm (e=62,5cm)	0,130	50	450	1,600	D-s2, d0
h	280	dazwischen Einblasdämmung, Zellulosefaser (040;50)	0,038	3	65	2,110	B-s2, d0
i	15	OSB-Platte	0,130	200	620		D-s2, d0
j	-	Dampfbremse		50000	600		E
k	24	Unterkonstruktion, Fichte, dazwischen Luft	0,130	50	500	1,600	D
l	15	Gipskartonplatte GKf	0,230	10	800	960	A2, s1-d0

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von oben nach unten, Maße in mm), VGL. Bauteilkatalog WHSB, 01.04.-05 Bauteilaufbau_Dach_Steildach_Satteldach-28, Ausgabe 2024 I 3 [9]

Schnittdarstellung (vertikal):



3 Detailkatalog

Der Detailkatalog ist das zentrale Ergebnis aus den gewonnenen Erkenntnissen des Arbeitspakets *Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau*. Er zeigt ausgewählte Sockel-, Decken-, Flachdach- und Steildachanschlüsse in Ausführungsqualität und veranschaulicht deren systematische Abstimmung mit den zuvor definierten Bauteilaufbauten innerhalb der definierten Systemgrenzen (vgl. 1.2 Systemgrenzen). Die dargestellten Details basieren auf interdisziplinären Analysen und qualitativen Bewertungen und wurden hinsichtlich bauphysikalischer Anforderungen, Brandschutz, konstruktivem Holzschutz sowie Wartbarkeit und Reparaturfähigkeit überprüft. Ziel ist nicht die Festlegung einer einzigen „richtigen“ Lösung, sondern die Darstellung resilienter Anschlussprinzipien mit klarer Schichtenführung, kontrollierter Feuchteableitung und konstruktiver Fehlertoleranz.

Ziel dieses Kapitels ist es, die normativen Rahmenbedingungen verständlich zu strukturieren und gleichzeitig praxisnahe Orientierung für resiliente, fehlertolerante Anschlusslösungen zu bieten. Die dargestellten Inhalte sind als Leitlinien zu verstehen und im jeweiligen Projektkontext fachlich zu prüfen und weiterzuentwickeln.

3.1 Anwendung

Die im Bauteilaufbautenkatalog dargestellten Konstruktionen sowie die darauf aufbauenden Anschlussdetails des Detailkatalogs werden in folgende vier Gruppen zusammengefasst: **Außenwandaufbauten**, **Boden- und Deckenaufbauten** und **Dachaufbauten** (Flachdach- und Steildachaufbauten).

Es ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass diese Auswahl nur einen kleinen Teil möglicher Aufbauvarianten abbilden kann. Bauteilaufbauten sind maßgeblich von den projektspezifischen Anforderungen abhängig, insbesondere im Abgleich zwischen bauphysikalischen und brandschutztechnischen Vorgaben. So kann beispielsweise eine entsprechend dimensionierte Lage Gipsfaserplatten erhöhte brandschutztechnische Anforderungen erfüllen, während in anderen Fällen eine doppelte Beplankung aus Gipskartonplatten mit unterschiedlichen Klassifizierungen erforderlich sein kann. Ebenso können Dämmmaterialien je nach wärme- und brandschutztechnischer Anforderung in ihrer Art und Dicke variieren. Die dargestellten Bauteilaufbauten sind daher als Referenzsysteme zu verstehen und projektspezifisch anzupassen sowie durch die entsprechende Fachplanung zu begleiten.

★

Auswahl eines geeigneten Bauteilaufbaus je nach projektspezifischen Anforderungen

Je nach angestrebter Bauweise (Holzrahmen- oder Holzmassivbauweise), Fassadenausführung (geschlossene und hinterlüftete oder verputzte Fassade) sowie den projektspezifischen Anforderungen, wie etwa Brandschutz (REI), Wärmeschutz (U-Wert) und Schallschutz (R_w, L_{n,w}), werden die dargestellten Bauteilaufbauten entsprechend ausgewählt.

Exemplarische Auswahl

Auf der folgenden Seite findet sich eine Übersicht der Anschlussdetails (vgl. Kapitel 2 Bauteilaufbauten), die im Rahmen des Forschungsprojekts ausgearbeitet wurden. Exemplarisch werden auf den nächsten Seiten das Sockelanschlussdetail **SO01HR**, das Deckenanschlussdetail **DE05HR** und das Dachrandanschlussdetail **FD03HM** dargestellt.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Detailkatalog.
Hintergrunddokumentation.
https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_detailkatalog

3.2 Übersicht Anschlussdetails

Anschlussdetails	Plan-Nr.
1.0 Sockelanschlussdetails	
1.1 Sockelanschluss 01 HRn-AW, hinterlüftete Fassade	SO01H
1.2 Sockelanschluss 02 HRn-AW, verputzte Fassade	SO02HR
1.3 Sockelanschluss 03 HM-AW, hinterlüftete Fassade	SO03HM
1.4 Sockelanschluss 04 HM-AW, verputzte Fassade	SO04HM
2.0 Deckenanschlussdetails	
2.1 Deckenanschluss 01 HR-AW, hinterlüftete Fassade, VS	DE01HR
2.2 Deckenanschluss 02 HR-AW, verputzte Fassade, VS	DE02HR
2.3 Deckenanschluss 03 HM-AW, hinterlüftete Fassade, VS	DE03HM
2.4 Deckenanschluss 04 HM-AW, verputzte Fassade, VS	DE04HM
2.5 Deckenanschluss 05 HR-AW, verputzte zu hinterlüftete Fassade	DE05HR
3.0 Flachdachanschlussdetails	
Flachdach – Holzmassivdecke, Attika	
3.1 Flachdachanschluss 01 HR-AW, hinterlüftete Fassade, Attika	FD01HR
3.2 Flachdachanschluss 02 HR-AW, verputzte Fassade, Attika	FD02HR
3.3 Flachdachanschluss 03 HM-AW, hinterlüftete Fassade, Attika	FD03HM
3.4 Flachdachanschluss 04 HM-AW, verputzte Fassade, Attika	FD04HM
Flachdach – Holzmassivdecke auskragend, Attika	
3.5 Flachdachanschluss 05 HR-AW, hinterlüftete Fassade, HM-Decke auskragend	FD05HR
3.6 Flachdachanschluss 06 HR-AW, verputzte Fassade, HM-Decke auskragend	FD06HR
3.7 Flachdachanschluss 07 HM-AW, hinterlüftete Fassade, HM-Decke auskragend	FD07HM
3.8 Flachdachanschluss 08 HM-AW, verputzte Fassade, HM-Decke auskragend	FD08HM
4.0 Steildachanschlussdetails	
4.1 Steildachanschluss 01 HR-AW, hinterlüftete Fassade, Zwischensparren-WD	SD01H
4.2 Steildachanschluss 02 HR-AW, verputzte Fassade, Zwischensparren-WD	SD02HR
4.3 Steildachanschluss 03 HM-AW, hinterlüftete Fassade, Zwischensparren-WD	SD03HM
4.4 Steildachanschluss 04 HM-AW, hinterlüftete Fassade Zwischensparren-WD	SD04HR

Legende Detailzeichnungen:

a	Hell eingefärbte Bereiche: Bauteilschichten werden i.d.R. vor Ort hergestellt bzw. montiert
b	Dunkel eingefärbte Bereiche: Bauteilschichten werden i.d.R. kontrolliert vorgefertigt und als gesamter Bauteil montiert

3.2.1 Sockelanschlusdetails - Beispiel

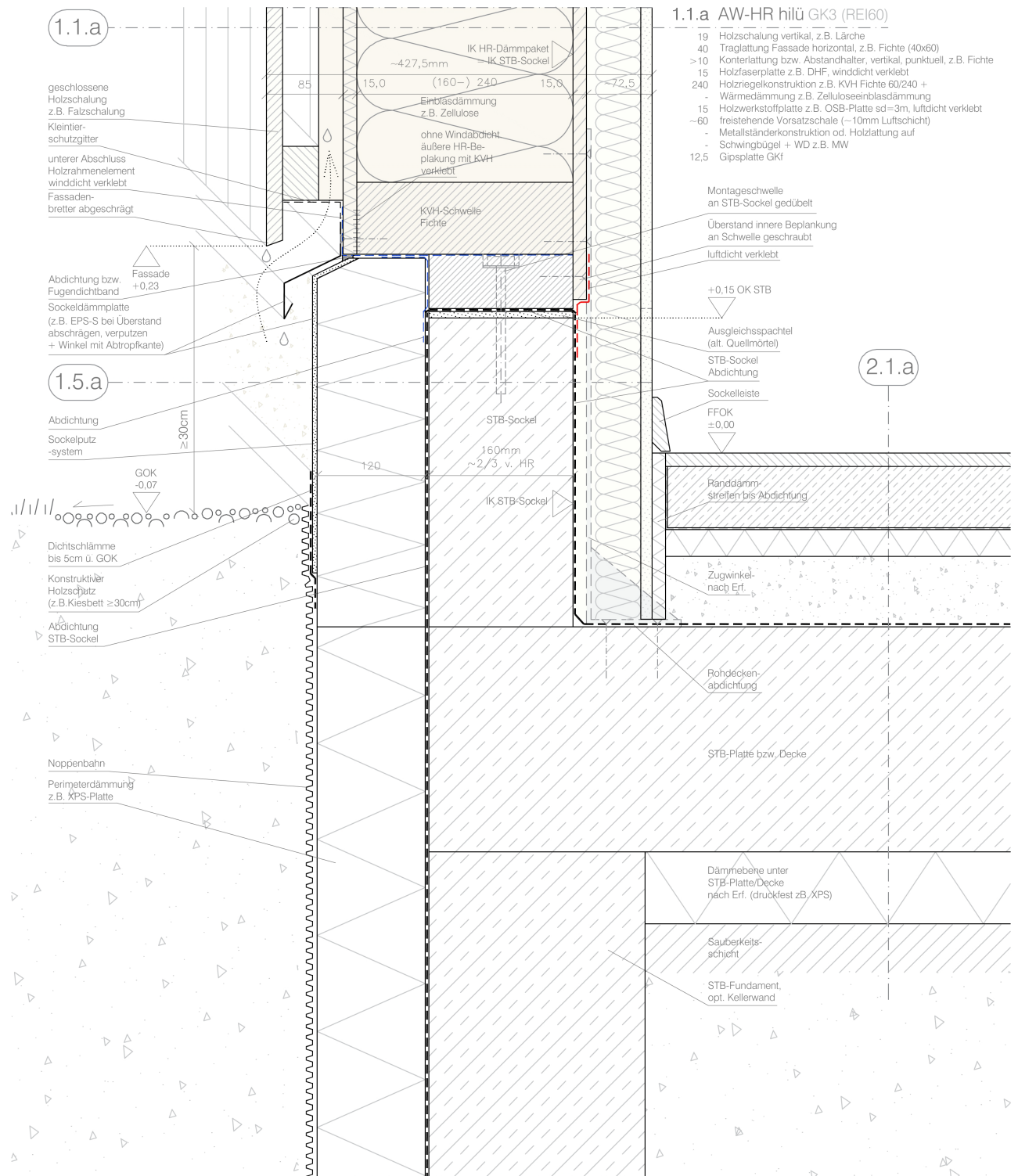


Abbildung 3.1 SO01H Sockelanschluss 01 HR-AW, hinterlüftete Fassade

3.2.2 Deckenanschlusdetails - Beispiel

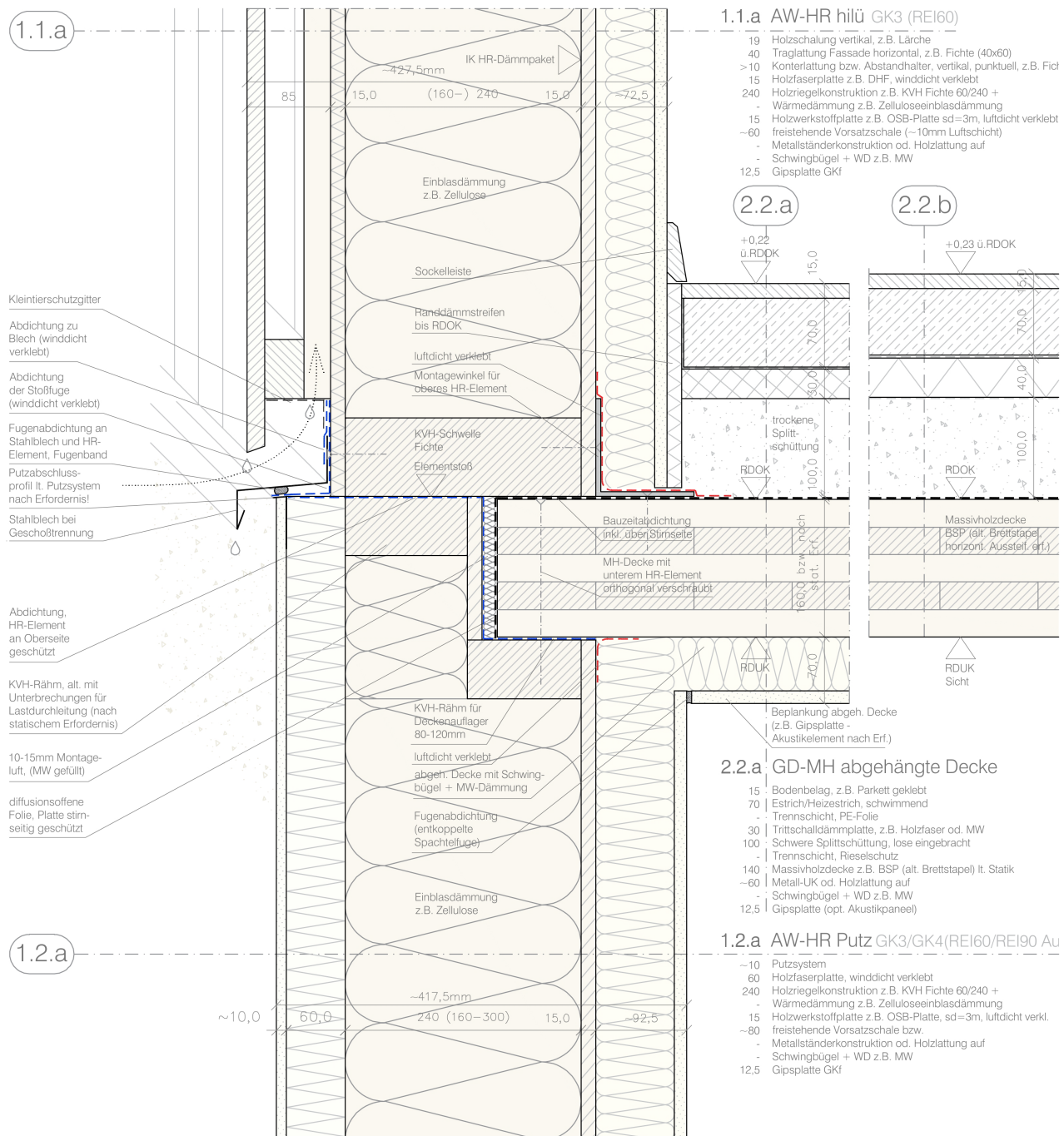


Abbildung 3.2 DE05HR Deckenanschluss 05 HR-AW, verputzte zu hinterlüftete Fassade

3.2.3 Flachdachanschlussdetails - Beispiel

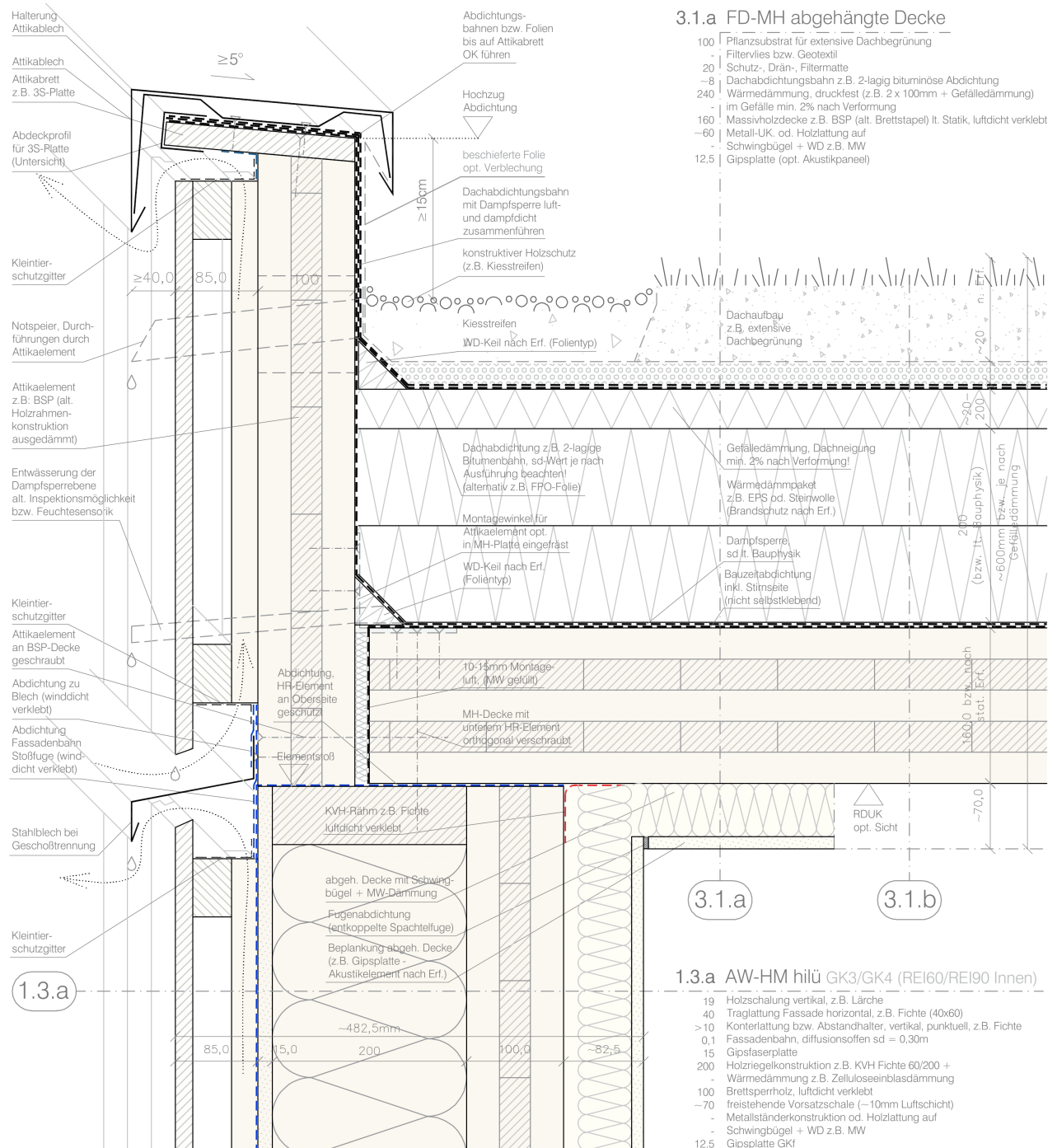


Abbildung 3.3 FD03HM Flachdachanschluss 03 HM-AW, hinterlüftete Fassade, Attika

4 Checklisten

Die vorliegenden Checklisten dienen als praxisnahes Instrument zur strukturierten Planung und Überprüfung von Anschlussdetails im mehrgeschoßigen Holzbau. Entsprechend den definierten Systemgrenzen beschränken sich die behandelten Inhalte auf Bauteile der Außenhülle in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise, kombiniert mit geschlossenen oder hinterlüfteten Holzfassaden sowie Putzfassaden (vgl. 1.2 Systemgrenzen). In den Detailkategorien *Sockel-, Decken-, Flach- und Steildachanschlüsse*, werden **zehn zentrale Planungsschwerpunkte** aus den Fachplanungsbereichen Statik, Bauphysik und Brandschutz unter Berücksichtigung holzbaurelevanter Anforderungen (z.B. konstruktiver Holzschutz) angeführt. Die numerische Gliederung ermöglicht eine übersichtliche Zusammenführung konstruktiver, fachplanerischer und normativer Aspekte und unterstützt eine nachvollziehbare Dokumentation. In ihrer Systematik orientieren sich die Checklisten primär an der Holzrahmenbauweise, da diese im Projektkontext als besonders fehlertolerant und reparaturfreundlich eingestuft wurde. Die formulierten Planungsschwerpunkte sind grundsätzlich auch auf Holzmassivbauweisen übertragbar, sofern sie projektspezifisch angepasst werden.

Ziel ist es, Planer:innen ein strukturiertes Kontroll- und Kommunikationswerkzeug zur Verfügung zu stellen, das sowohl in frühen Planungsphasen als auch zur Überprüfung bestehender Detailausbildungen eingesetzt werden kann. Die Checklisten ersetzen keine projektspezifische Fachplanung, unterstützen jedoch die Qualitätssicherung, die interdisziplinäre Abstimmung und die frühzeitige Identifikation kritischer Schnittstellen. In Kombination mit Bauteilaufbauten, Detailkatalog und FMEA-Bewertung bilden sie ein konsistentes Instrument zur Entwicklung resilienter und fehlertoleranter Holzbaudetails.

4.1 Anwendung

Bei der Planung eines Anschlussdetails wird die entsprechende Checkliste zur Überprüfung möglichst früh im Planungsprozess hinzugezogen und anhand der zehn zentralen Planungsschwerpunkten abgeglichen. Bei der Überprüfung bereits bestehender Details wird die entsprechende Checkliste gewählt, welche der vorliegenden Konstruktion am ähnlichsten ist und ebenfalls anhand der zehn Planungsschwerpunkten abgeglichen. Den Anwender:innen steht es frei die Checklisten im Sinne ihrer individuellen Anforderungen und entsprechend zu adaptieren bzw. weiterentwickeln.

Überprüfung mittels Checklisten – je nach Detailkategorie



Je nach Planung oder Überprüfung eines bestehenden bzw. angestrebten Anschlussdetails kann aus vier Checklisten gewählt werden. Anhand von zehn zentralen Planungsschwerpunkten wird die konstruktive Qualität im Hinblick auf Resilienz systematisch geprüft und gezielt weiterentwickelt.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Checklisten.
Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_checklisten_anschlussdetails

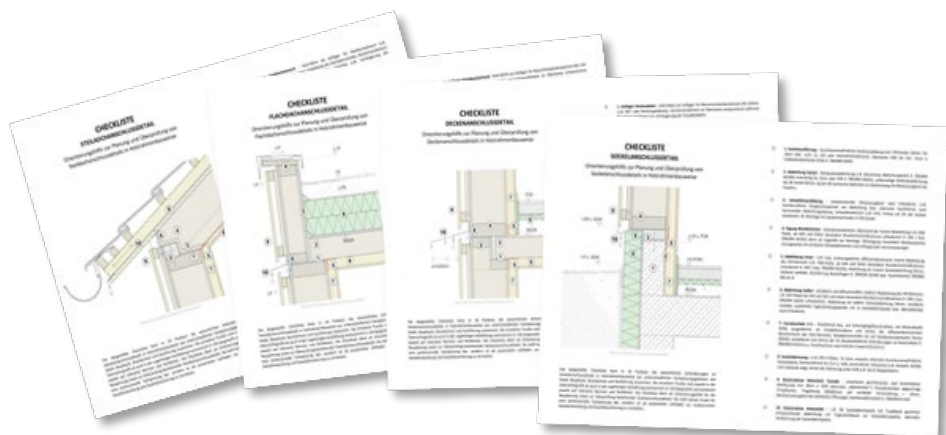
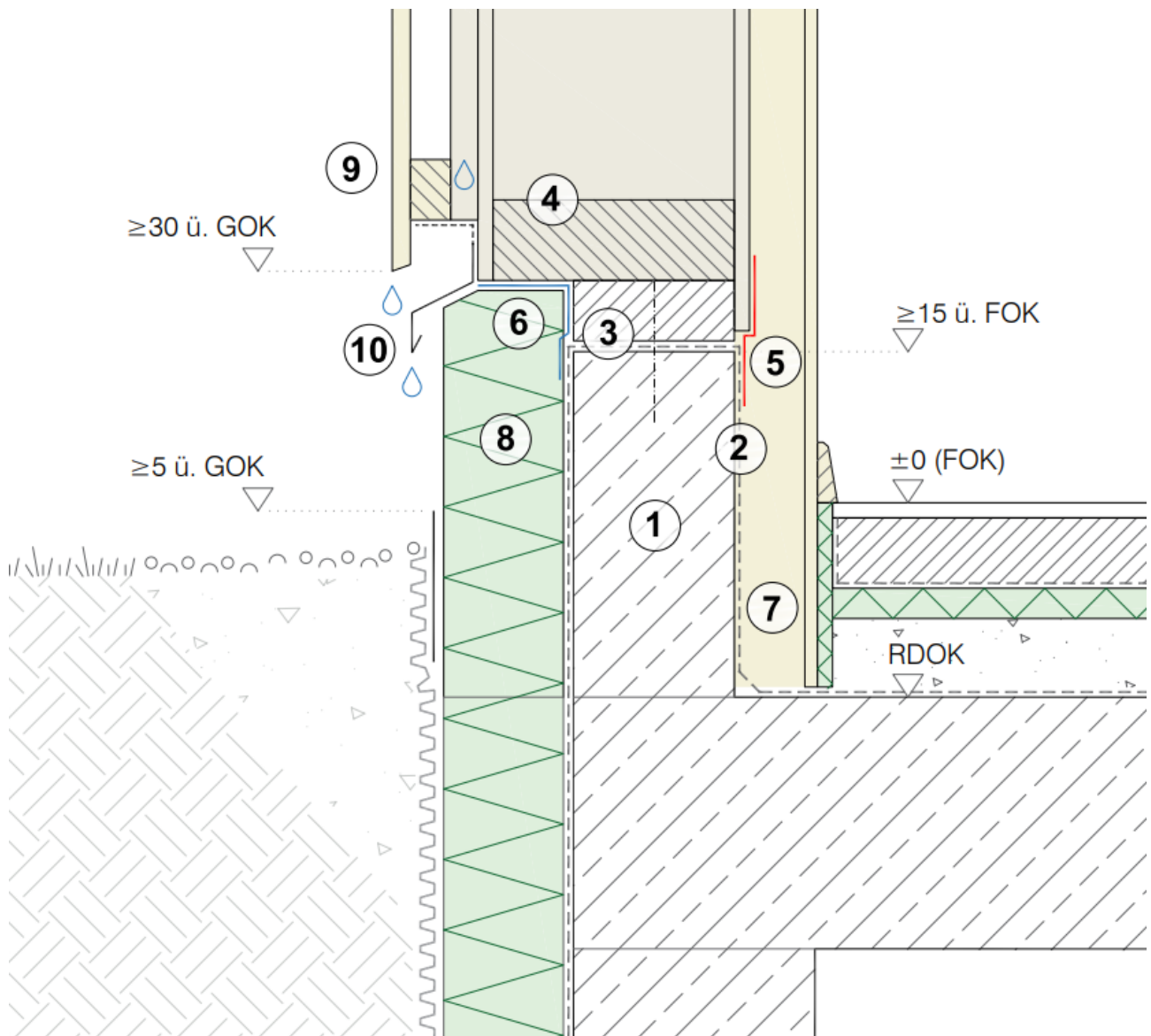


Abbildung 4.1 Checklisten für Sockel, Decken, Flachdach- und Steildachanschlussdetails

Checkliste Sockelanschlussdetail

CHECKLISTE SOCKELANSCHLUSSDETAIL

Orientierungshilfe zur Planung und Überprüfung von



Sockelanschlussdetails in Holzrahmenbauweise

Übersicht Checkliste Sockelanschlussdetail

Die dargestellte Checkliste fasst in 10 Punkten die wesentlichen Anforderungen an Sockelanschlussdetails in Holzrahmenbauweise aus unterschiedlichen Fachplanungsgebieten wie Statik, Bauphysik, Brandschutz und Ausführung zusammen. Die einzelnen Punkte sind sowohl in der Übersichtsgrafik als auch in der zugehörigen Aufzählung numerisch (1–10) dargestellt und verweisen jeweils auf relevante Normen und Richtlinien. Die Checkliste dient als Orientierungshilfe für die Neuplanung sowie zur Überprüfung bestehender Sockelanschlussdetails. Sie stellt keinen Ersatz für eine professionelle Fachplanung dar, sondern ist als praxisnaher Leitfaden zur strukturierten Detailentwicklung und Qualitätssicherung zu verstehen.

- ☐ **1. Sockelausführung** – feuchteunempfindliche Sockelausbildung (z.B. STB-Sockel, Stärke ~16-20cm bzw. i.d.R. ca. 2/3 vom Holzrahmenelement), Oberkante (OK) bis min. 15cm ü. Fußbodenoberkante (FOK) lt. ÖNORM B3691
- ☐ **2. Abdichtung Sockel** - Rohdeckenabdichtung (z.B. bituminöse Abdichtungsbahn lt. ÖNORM B2320) innenseitig bis 15cm über FOK lt. ÖNORM B3692), außenseitige Gebäudeabdichtung bis OK Sockel führen, Sockel OK horizontal abdichten (in Abstimmung mit Niveaueausgleich bei Punkt3.)
- ☐ **3. Schwellenausbildung** - entsprechender Niveaueausgleich nach Erfordernis (z.B. hochdruckfeste Ausgleichsspachtel vor Abdichtung bzw. alternativ Quellschutt lt. ÖNORM B2320), Schwellenelement (z.B. KVH, Fichte) auf OK des Sockels montieren z.B. Montage mit Sackbohrschraube in STB-Sockel
- ☐ **4. Fügung Wandelement** - Holzrahmenelement, Überstand der inneren Beplankung (z.B. OSB-Platte, ab GK4 und höher besondere Brandschutzmaßnahmen erforderlich lt. OIB RL 2 bzw. ÖNORM B2332) dient als Fügehilfe bei Montage, Befestigung hinsichtlich Rückbaubarkeit vorzugsweise mit einfachen Winkелеlementen und orthogonalen Verschraubungen
- ☐ **5. Abdichtung Innen** - Luft- bzw. strömungsdichte, diffusionsbremsend, innere Beplankung des HR-Elements (z.B. OSB-Platte, ab GK4 und höher besondere Brandschutzmaßnahmen erforderlich lt. OIB RL 2 bzw. ÖNORM B2332), Abdichtung bis innerer Sockelabdichtung führen, luftdicht verklebt, (Ausführung Bauteilfugen lt. ÖNORM B2340 bzw. Feuchteschutz ÖNORM B8110-2)
- ☐ **6. Abdichtung Außen** - winddicht und diffusionsoffen, äußerer Beplankung des HR-Elements, z.B. DHF-Platte bei GK3 (ab GK4 und höher besondere Brandschutzmaßnahmen lt. OIB RL 2 bzw. ÖNORM B2332 erforderlich), Abdichtung bis äußere Sockelabdichtung führen, winddicht verklebt, zusätzliche Fugendichtungsbänder z.B. zu Sockeldämmplatte bzw. Abtropfwinkel nach Erfordernis
- ☐ **7. Vorsatzschale (VS)** - freistehend bzw. auf Schwingbügelkonstruktion, mit Mineralwolle (MW) ausgedämmt, als Installationsebene und Schutz der diffusionsbremsenden Bauteilschicht des Holz-Elements, Randdämmstreifen bis auf Rohdeckenoberkante führen (RDOK), Sockelleiste zum Schutz der VS, Bauphysikalische Anforderungen an Konstruktion lt. ÖNORM B 8110 (v.a. Feuchteschutz nach B 8110-2 sowie B 8110-6-2)
- ☐ **8. Sockeldämmung** – (z.B. EPS-S Platte, ~8-12cm, verputzt, alternativ feuchteunempfindliche Sockelplatte), Dichtschlämme bis 5cm ü. GOK, konstruktiver Holzschutz (z.B. Kiesbett, Gefälle vom Gebäude weg), Schutz der Dämmung unter GOK (z.B. durch Noppenbahn)
- ☐ **9. Konstruktiver Holzschutz Fassade** - Unterkante geschlossener und hinterlüfteter Holzfassade min. 30cm ü. GOK (alternativ „Opferbretter“), Fassadenbretter abgeschrägt (Tropfkante), Traglattung (40x60mm) auf vertikaler Konterlattung > 10mm, Kleintierschutzgitter bei sämtlichen Öffnungen, Holzfassadensystem lt. ÖNORM B 2332
- ☐ **10. Konstruktive Anbauteile** – z.B. OK Sockeldämmplatte mit Tropfblech geschützt (entsprechende Abdichtung z.B. Fugendichtband zur Sockeldämmplatte, alternativ Verblechung der Sockeldämmplatte)

5 Best-Practice-Beispiele

Die Best-Practice-Beispiele veranschaulichen die systematische Abstimmung von Bauteilaufbauten und Anschlussdetails innerhalb eines durchgängigen Fassadensystems. Anhand von vier exemplarischen Fassadenschnitten wird der überwiegende Teil der im Leitfaden behandelten Konstruktionen sowie die zugehörigen Dachrand- und Anschlusslösungen zusammenhängend dargestellt. Grundsätzlich gilt, dass – je nach gewählter Bauweise, Fassadensystem und unter Einhaltung der projektspezifischen Anforderungen – die einzelnen Anschlussdetails des Detailkatalogs miteinander kombiniert werden können. Voraussetzung dafür ist die abgestimmte Berücksichtigung von Dämmstärken, Dämmmaterialität sowie den entsprechenden brandschutztechnischen Ausführungen. Entsprechend den definierten Systemgrenzen beschränken sich die behandelten Inhalte auf Anschlussdetails der Außenhülle in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise, kombiniert mit geschlossenen oder hinterlüfteten Holzfassaden sowie Putzfassaden (vgl. 1.2 Systemgrenzen). Die Fassadenschnitte dienen nicht als verbindliche Musterlösungen, sondern als systemische Referenzbeispiele, die das Zusammenwirken von Sockel-, Decken- und Dachanschlüssen innerhalb eines Gesamtsystems verdeutlichen. Sie zeigen, dass resiliente Holzbaudetails nicht isoliert, sondern stets im Kontext der gesamten Gebäudehülle zu betrachten sind. Ziel dieses Kapitels ist es, das konstruktive Zusammenspiel der einzelnen Detailkategorien nachvollziehbar darzustellen und Planer:innen eine Orientierung für die konsistente, projektspezifische Weiterentwicklung ihrer eigenen Detailstrategien zu bieten.

5.1 Anwendung

Planer:innen können aus den angebotenen Fassadenschnitten geeignete Best-Practice-Beispiele auswählen und auf dieser Grundlage eine projektspezifische Kombination zusammenstellen. Eine sinnvolle Abstimmung der Anschlussdetails hinsichtlich Bauweise und Fassadensystem ist dabei Voraussetzung für ein funktionierendes Zusammenspiel innerhalb des Fassadenschnitts. Deckenanschlussdetails können beispielsweise als konstruktiver Übergang von einer verputzten Fassadenausführung im Erdgeschoß zu einer hinterlüfteten Fassade in den oberen Geschoßen ausgebildet werden.

Abgleich bzw. Kombination mit den systemischen Best-Practice-Beispielen



Je nach angestrebter Bauweise (Holzrahmen- oder Holzmassivbauweise), Fassadenausführung (geschlossene und hinterlüftete oder verputzte Fassade) sowie den projektspezifischen Anforderungen, werden passende Anschlussdetails innerhalb eines Gesamtsystems verdeutlicht als Fassadenschnitt zusammengestellt.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Best-Practice-Beispiele. Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_best-practice-beispiele



Abbildung 5.1 Best-Practice-Beispiele exemplarisch für verschiedene Außenwandausführungen bzw. Dachtypen

5.2 Best-Practice-Beispiel – Fassadenschnitt 01

Dachrandanschlussdetail: Plannummer SD01HR

Steildachanschluss 01 Holzrahmen-AW, hinterlüftete Fassade, Zwischensparrendämmung

Bauteilaufbauten:

1.1.a AW-HR hilü mit Vorsatzschale - *1.1.a in Detailzeichnung*

Außenwand Holzrahmenbau, geschlossene und hinterlüftet Holzfassade, mit Installationsebene bzw. Vorsatzschale

3.2.a SD-SP Sparrendach - *3.2.a in Detailzeichnung*

Aufbau Steildach mit Zwischensparrendämmung und Ziegeldachsteindeckung

Deckenanschlussdetail: Plannummer DE01HR

Deckenanschluss 01 Holzrahmen-AW, hinterlüftete Fassade inkl. Vorsatzschale

Bauteilaufbauten:

1.1.a AW-HR hilü mit Vorsatzschale - *1.1.a in Detailzeichnung*

Außenwand Holzrahmenbau, geschlossene und hinterlüftet Holzfassade, mit Installationsebene bzw. Vorsatzschale

2.2.a GD-MH mit abgehängter Decke - *2.2.a in Detailzeichnung*

Aufbau Regelgeschoßdecke, Massivholzdecke

2.2.b GD-MH mit Sichtdecke - *2.2.b in Detailzeichnung*

Aufbau Regelgeschoßdecke, Massivholzdecke mit Rohdeckenuntersicht

Sockelanschlussdetail: Plannummer SO01HR

Sockelanschluss 01 Holzrahmen-AW, hinterlüftete Fassade inkl. Vorsatzschale

Bauteilaufbauten:

1.1.a AW-HR hilü mit Vorsatzschale - *1.1.a in Detailzeichnung*

Außenwand Holzrahmenbau, geschlossene und hinterlüftet Holzfassade, mit Installationsebene bzw. Vorsatzschale

1.5.a STB-Sockel mit Vorsatzschale - *1.5.b in Detailzeichnung*

Außenwand Stahlbetonsockel, verputzt, mit Installationsebene bzw. Vorsatzschale

2.1.a EB-KD Boden bzw. Decke - *2.1.a in Detailzeichnung*

Aufbau erdberührter Boden bzw. Kellerdecke

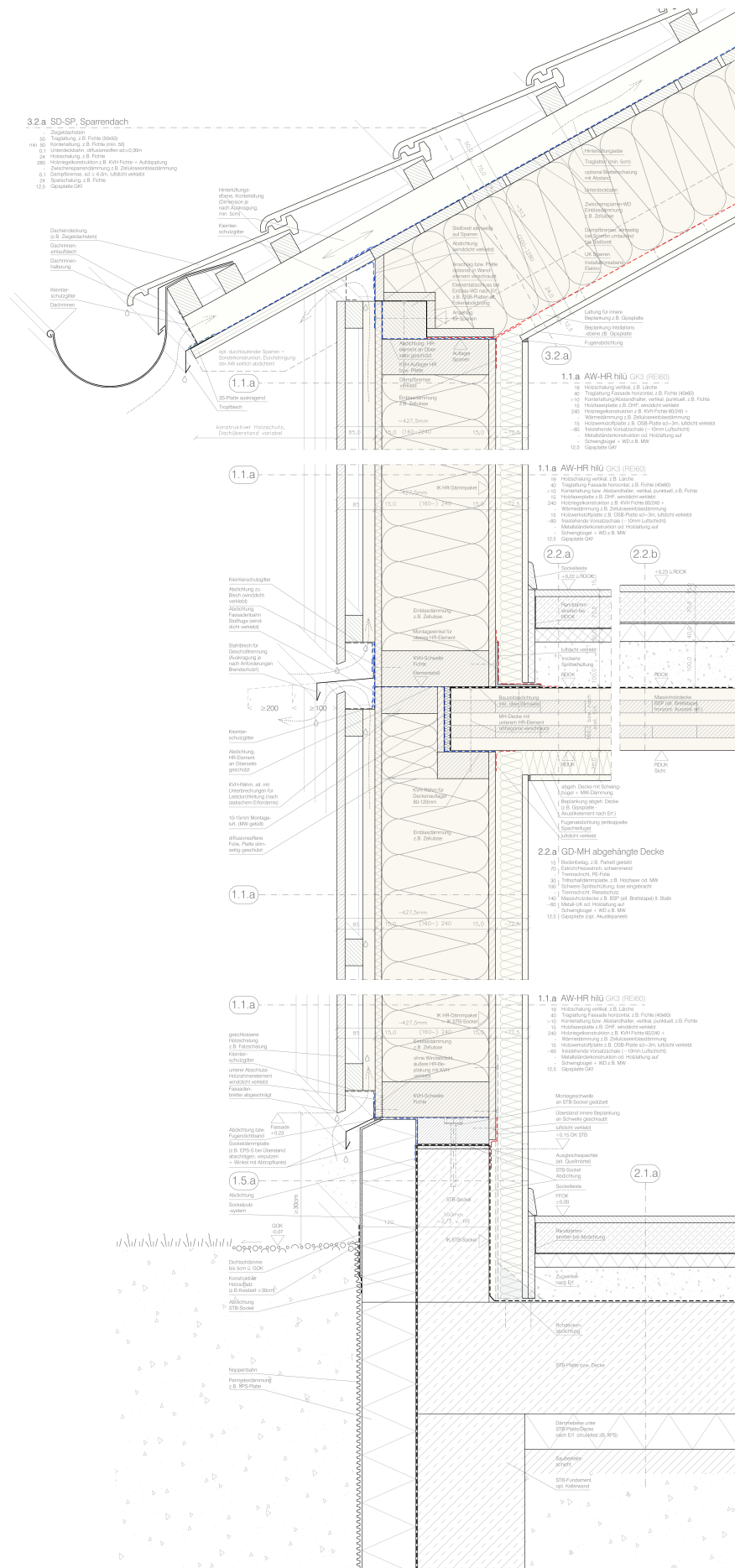


Abbildung 5.2 Fassadenschnitt mit den Anschlussdetails SD01HR, DE01HR und SO01HR

6 Leitfaden FMEA-Bewertung

Optionale qualitative Beurteilung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)



Anwender:innen der FMEA-Bewertung erhalten ein Instrument zur systematischen Identifikation und Bewertung potenzieller Risiken von Anschlussdetails. Die Interpretation des Zusammenspiels von Auftretenswahrscheinlichkeit, Risikobedeutung und Entdeckungswahrscheinlichkeit potenzieller Fehler ermöglicht die Priorisierung kritischer Detailpunkte und unterstützt die gezielte Optimierung konstruktiver Lösungen.

6.1 Qualitative Bewertung mittels FMEA

Die Planung von Holzbaudetails erfordert frühzeitige Entscheidungen, obwohl in frühen Planungsphasen häufig noch keine vollständigen Informationen für die fachplanerische und praktische Umsetzung zur Verfügung stehen bzw. noch keine technischen Detailausarbeitungen vorliegen. Die *qualitative Bewertung* mittels einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) unterstützt Planende dabei, potenzielle Risiken systematisch zu erkennen, Varianten vergleichbar zu machen und fundierte Entscheidungen zu treffen.

6.1.1 Ziel der Bewertung

Ziel der Bewertung ist nicht die abschließende Beurteilung eines Details, sondern die Sichtbarmachung möglicher Schwachstellen und der damit verbundenen Risiken. Darauf aufbauend werden entsprechende Verbesserungspotenziale aufgezeigt; die Bewertung soll vorrangig als Analyse-, Planungs- und Kommunikationswerkzeug innerhalb eines Planungsteams dienen. Der Bewertungsvorgang im Forschungsprojekt zielt primär auf die subjektive Einschätzung von Expert:innen ab, die sich auf den individuellen Wissens- und Erfahrungsstand der bewertenden Person stützt.

6.1.2 Systematische FMEA als Bewertungsmethode für Holzbaudetails

Die FMEA ist eine etablierte Methode zur Identifikation und Bewertung potenzieller Fehler sowie deren Ursachen und Auswirkungen [10]. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die FMEA-Methodik gezielt für die Anwendung auf Holzanschlussdetails angepasst und in ihrer Anwendung vereinfacht, indem relevante Einflussfaktoren zusammengefasst wurden. Die differenzierte Bewertung erfolgt dabei über die zentralen FMEA-Kategorien, die jeweils in Bezug auf definierte Einflussbereiche betrachtet werden.

FMEA-Kategorien

- Auftretenswahrscheinlichkeit (AW)
- Risikobedeutung (RB)
- Entdeckungswahrscheinlichkeit (EW)

Einflussbereiche (gruppiert)

- bauphysikalische Einflüsse (Bph)
- umweltbezogene Einflüsse (Um)
- benutzungsbezogene Einflüsse (Bn)

Insgesamt ergibt sich aus den gruppierten Einflussfaktoren und den FMEA-Kategorien ein Fragenset aus neun Einzelfragen (**3 FMEA-Kategorien × 3 Einflussbereiche**), das für jedes untersuchte Holzbaudetail einheitlich angewendet wird (vgl. Kapitel 6.1.4 FMEA-Fragenset).



Abbildung 6.1 Übersicht der Einflussbereiche - Die verschiedenen Einflüsse auf die Holzbaudetails wurden anhand ihres Auftretens in drei Einflussbereiche gruppiert, um eine einfachere Anwendung im Rahmen des Forschungsprojektes zu ermöglichen. (rot: bauphysikalische Einflüsse, blau: umweltbezogene Einflüsse, schwarz: benutzungsbezogene Einflüsse)

Die verschiedenen Einflussfaktoren wurden im Zuge der vereinfachten Anwendung der FMEA zu drei übergeordneten Einflussbereichen zusammengefasst. Den Bereich der bauphysikalischen Einflüsse bilden unter anderem Tauwasser, Bauteilfeuchte sowie Diffusions- und Konvektionsprozesse. Die umweltbezogenen Einflüsse umfassen Schlagregen, Spritzwasser, Schneeverwehungen, Schnee- und Eisansammlungen sowie Oberflächen- und Staunässe. Mögliche Beschädigungen, Veränderungen oder Beeinträchtigungen infolge der Nutzung, etwa durch Reinigung, Wartung oder Fehler in Planung und Ausführung, werden dem benutzungsbezogenen Einflussbereich zugeordnet (vgl. Abbildung 6.1).

SysWood - FMEA Bewertung

ANALYSE

Detail-FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse)

Sockelanschlussdetail 01

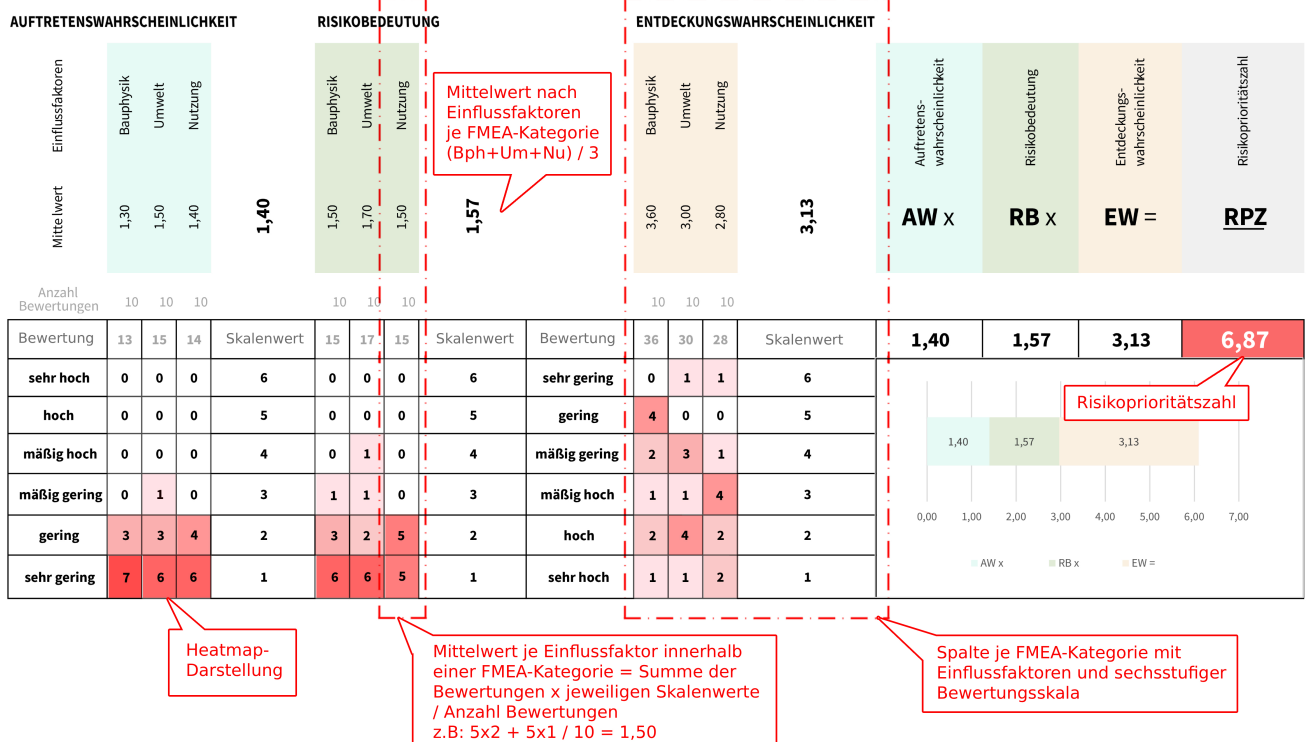


Abbildung 6.2 Beispiel einer FMEA-Bewertungsmatrix zur Auswertung eines Sockeldetails auf Basis von zehn Bewertungen. Die Bewertung erfolgt je FMEA-Kategorie - Auftretenswahrscheinlichkeit, Risikobedeutung und Entdeckungswahrscheinlichkeit – anhand der Einflussfaktoren Bauphysik (Bph), Umwelt (Um) und Nutzung (Bn) auf der sechsstufigen Skala; aus den aggregierten Mittelwerten wird durch Multiplikation die Risikoprioritätszahl (RPZ) ermittelt, während die rot markierten Felder die Häufigkeit der Bewertungen in Form einer Heatmap darstellen.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: FMEA - Bewertungsmatrix. Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_fmea_bewertungsmatrix

Für eine detailliertere Bewertung können die Einflussbereiche bei Bedarf weiter untergliedert oder um zusätzliche Einflussfaktoren ergänzt werden. Mit jeder Erweiterung erhöht sich jedoch auch die Anzahl der zu beantwortenden Fragen. Werden beispielsweise fünf Einflussfaktoren definiert und jeweils mit den drei FMEA-Kategorien verknüpft, ergibt sich ein Fragenset von 15 Einzelbewertungen (5 Einflussfaktoren x 3 FMEA-Kategorien). Auf diese Weise kann die Analyse gezielt vertieft und qualitativ stärker auf einzelne Einflussbereiche ausgerichtet werden.

Im Fokus steht nicht der exakte Wert der Risikoprioritätszahl (RPZ), sondern die qualitative Einschätzung möglicher Schadensmechanismen. Das FMEA-Tool wird damit zu einem praxisnahen Instrument für die Bewertung und Optimierung typischer Holzbaudetails [3].

6.1.3 Anwendung, Lesbarkeit und Interpretation der FMEA

Anwendung

Die Anwendung der FMEA erfolgt in der Regel mittels Tabellen-Kalkulations-Software oder entsprechenden Online-Tools, kann jedoch auch durch manuelle Einträge in Formblätter durchgeführt werden (vgl. Abbildung 6.2). Digitale Anwendungen erleichtern dabei insbesondere die Berechnung und strukturierte Auswertung der erfassten Daten. Die Bewertungen werden je Detailkategorie anhand der drei FMEA-Kategorien Auftretenswahrscheinlichkeit (**AW**), Risikobedeutung (**RB**) und Entdeckungswahrscheinlichkeit (**EW**) durchgeführt. Für diese werden jeweils ein Wert in Form des arithmetischen Mittels aus den Einflussbereichen Bauphysik (Bph), Umwelt (Um) und Benutzung (Bn) auf einer sechsstufigen Skala von 1 bis 6 gebildet. Diese drei aggregierten Werte werden multipliziert, um die Risikoprioritätszahl (RPZ) zu erhalten, welche als nichtlinearer Kennwert zur vergleichenden Bewertung und Priorisierung konstruktiver Details dient (vgl. Die verschiedenen Einflussfaktoren wurden im Zuge der vereinfachten Anwendung der FMEA zu drei übergeordneten Einflussbereichen zusammengefasst. Den Bereich der bauphysikalischen Einflüsse bilden unter anderem Tauwasser, Bauteilfeuchte sowie Diffusions- und Konvektionsprozesse. Die umweltbezogenen Einflüsse umfassen Schlagregen, Spritzwasser, Schneeeverwehungen, Schnee- und Eisansammlungen sowie Oberflächen- und Staunässe. Mögliche Beschädigungen, Veränderungen oder Beeinträchtigungen infolge der Nutzung, etwa durch Reinigung, Wartung oder Fehler in Planung und Ausführung, werden dem benutzungsbezogenen Einflussbereich zugeordnet (vgl. Abbildung 6.1).

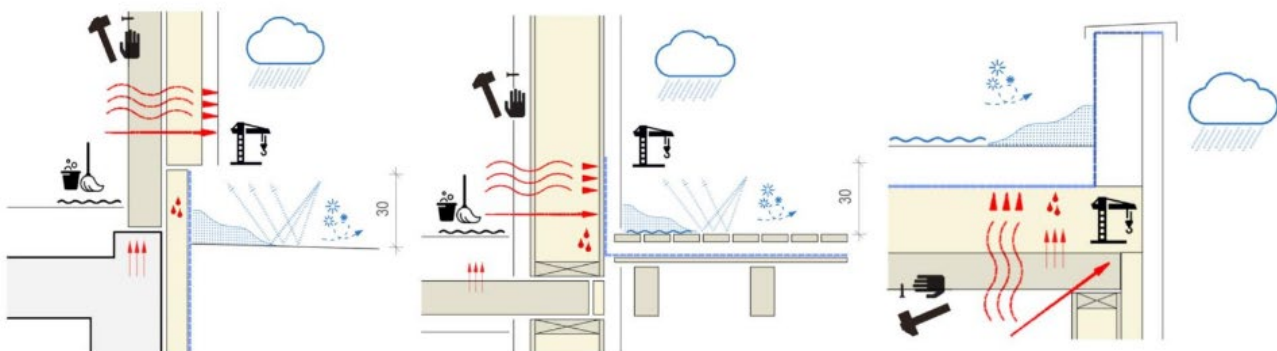


Abbildung 6.3 Piktogramm-Darstellung der Detailkategorien und der möglichen Einflüsse je nach Gruppe

Generelle Vorgehensweise zur Anwendung der FMEA:

1. **Anschlussdetail auswählen**

Auswahl eines bestehenden oder neu entwickelten Anschluss- bzw. Konstruktionsdetails.

2. **Fragen beantworten**

Die Fragen aus dem Fragenset (6.1.4 FMEA-Fragenset) zu den einzelnen Einflussbereichen sukzessive durchgehen und beantworten.

3. **Bewertungen eintragen**

Die jeweilige Einschätzung gemäß der Bewertungsskala (6.1.4 FMEA-Fragenset) in das entsprechende Feld eintragen.

4. **Mittelwerte einzelner Einflussfaktoren bilden**

Mittelwerte je Einflussfaktoren innerhalb einer FMEA-Kategorie ist die Summe der Bewertungen multipliziert mit dem jeweiligen Skalenwerte durch die Anzahl der Bewertungen (vgl. Abbildung 6.2)

5. **Gesamtmittelwerte je FMEA-Kategorien ermitteln**

Die drei Mittelwerte der einzelnen Einflussfaktoren berechnen (vgl. Abbildung 6.2)

6. Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnen

Die Mittelwerte der FMEA-Kategorien miteinander multiplizieren. Die RPZ dient als orientierender Vergleichswert zwischen vergleichbaren Details.

7. Ergebnisse interpretieren

Mittelwerte je FMEA-Kategorie (EW, RB und AW) vergleichen und im Planungsteam fachlich diskutieren (vgl. Abbildung 6.4).

Lesbarkeit und Interpretation

Die je Detail errechnete Risikoprioritätszahl stellt keinen Grenzwert dar, sondern ist als Orientierungshilfe zu verstehen, da sie als nichtlineare Größe bei entsprechend hohen oder niedrigen Bewertungen einzelner Einflussfaktoren deutlich variieren kann [10].

Ergänzend werden die Ergebnisse in Matrizen und Heatmaps visualisiert (vgl. Abbildung 6.2), um kritische Bereiche rasch erkennbar zu machen. Entscheidend ist die Interpretation der einzelnen Kennwerte im Zusammenhang mit dem betrachteten Detail und den projektbezogenen Rahmenbedingungen. Hohe Werte bei der Auftretenswahrscheinlichkeit und der Risikobedeutung bei gleichzeitig niedriger Entdeckungswahrscheinlichkeit weisen beispielsweise auf besonders kritische Detailpunkte hin, welche gezielt überprüft und entsprechend konstruktiv überarbeitet werden sollten.

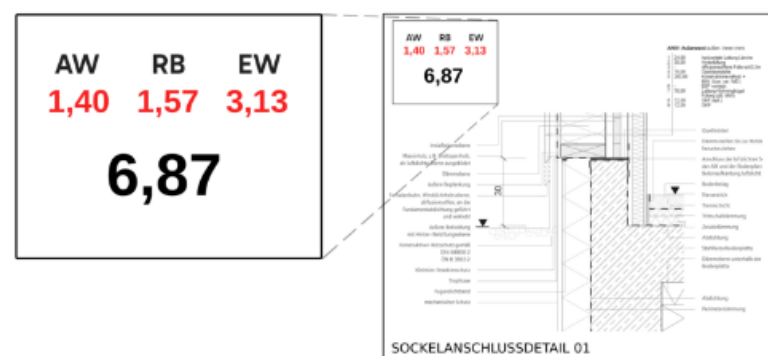


Abbildung 6.4 Mögliche Darstellung der Bewertung ist eine informative "FMEA-Plakette" eines Sockeldetails in Form einer interpretierbaren Matrizze der RPZ, ergänzt um die jeweiligen Mittelwerte der drei FMEA-Kategorien

Online-Tool und Kriterienkatalog im Forschungsprojekt

Um die Anwendung der FMEA im Planungsalltag zu erleichtern, wurde das Bewertungsverfahren im Rahmen des Forschungsprojekts als Online-Tool umgesetzt. Diese digitale Umsetzung hat sich insbesondere in Workshops und interdisziplinären Arbeitsgruppen als effizient und gut anwendbar erwiesen, da sie die Einstiegshürde senkt und die Durchführung der Bewertung auch ohne vertiefte methodische Vorkenntnisse unterstützt.

Ergänzend wurden für jede Detailkategorie Kriterienkataloge erstellt, die während des Bewertungsvorgangs als Orientierungshilfe dienen und es ermöglichen, auch bei fehlender spezifischer Expertise einzelne Detailpunkte dennoch mit einem angemessenen Genauigkeitsgrad zu beurteilen.



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: FMEA – Kriterienkataloge. Hintergrunddokumentation.

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_fmea_kriterienkataloge

6.1.4 FMEA-Fragenset

Fragenblock AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT

Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens durch Einflüsse aus a.) **Bauphysik**, b.) **Umwelt** und c.) **Benutzung**? In den folgenden drei Fragen wird die Auftretenswahrscheinlichkeit durch die drei Einflussfaktoren separat erfragt.

Frage 01:

a) AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **BAUPHYSIK**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach den bauphysikalischen Einflussfaktoren (*Diffusion - Konvektion, Tauwasser und Bauteilfeuchte*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
bauphysikalische Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 02:

b) AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **UMWELT**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach umweltbezogenen Einflussfaktoren (*Schlagregen, Spritzwasser, Oberflächen- bzw. Staunässe, Schnee- und Eisansammlung, Schneeverwehungen*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
umweltbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 03:

c) AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **BENUTZUNG**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach benutzungsbezogenen Einflussfaktoren (*Beschädigung oder Veränderung von Bauteilen und Aufbauten durch unsachgemäße Benutzung/Reinigung und Folgeschäden durch Planungs- und Ausführungsfehler*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
benutzungsbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zusätzlich zur subjektiven Beurteilung können Kriterienkatalog für die jeweilige Detailkategorie herangezogen werden. **allgemeine Kriterien Auftretenswahrscheinlichkeit** (downloadlink in Kapitel 6.1.3 Anwendung, Lesbarkeit und Interpretation der FMEA)

Fragenblock RISIKOBEDEUTUNG

Wie hoch ist die Bedeutung des Risikos eines Schadens durch Einflüsse aus a.) **Bauphysik**, b.) **Umwelt** und c.) **Benutzung**? In den folgenden drei Fragen wird die Risikobedeutung durch die drei Einflussfaktoren separat erfragt.

Frage 04:

a) RISIKOBEDEUTUNG durch Einflussbereich **BAUPHYSIK**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Risikobedeutung von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach bauphysikalischen Einflussfaktoren (*Diffusion - Konvektion, Tauwasser und Bauteilfeuchte*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
bauphysikalische Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 05:

b) RISIKOBEDEUTUNG durch Einflussbereich **UMWELT**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Risikobedeutung von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach umweltbezogenen Einflussfaktoren (*Schlagregen, Spritzwasser, Oberflächen- bzw. Staunässe, Schnee- und Eisansammlung, Schneeverwehungen*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
umweltbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 06:

c) RISIKOBEDEUTUNG durch Einflussbereich **BENUTZUNG**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Risikobedeutung von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach benutzungsbezogenen Einflussfaktoren (*Beschädigung oder Veränderung von Bauteilen und Aufbauten durch unsachgemäße Benutzung/Reinigung und Folgeschäden durch Planungs- und Ausführungsfehler*)

	sehr hoch (6)	hoch (5)	mäßig hoch (4)	mäßig gering (3)	gering (2)	sehr gering (1)	keine Angabe
benutzungsbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zusätzlich zur subjektiven Beurteilung können Kriterienkatalog für die jeweilige Detailkategorie herangezogen werden. **allgemeine Kriterien Risikobedeutung** (downloadlink in Kapitel 6.1.3 Anwendung, Lesbarkeit und Interpretation der FMEA)

Fragenblock ENTDECKUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT

Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung eines Schadens durch Einflüsse aus a.) **Bauphysik**, b.) **Umwelt** und c.) **Benutzung**? In den folgenden drei Fragen wird die Entdeckungswahrscheinlichkeit durch die drei Einflussfaktoren separat erfragt.

Frage 07:

a) ENTDECKUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **BAUPHYSIK**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Entdeckungswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach bauphysikalischen Einflussfaktoren (*Diffusion - Konvektion, Tauwasser und Bauteilfeuchte*)

	sehr hoch (1)	hoch (2)	mäßig hoch (3)	mäßig gering (4)	gering (5)	sehr gering (6)	keine Angabe
bauphysikalische Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 08:

b) ENTDECKUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **UMWELT**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Entdeckungswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach umweltbezogenen Einflussfaktoren (*Schlagregen, Spritzwasser, Oberflächen- bzw. Staunässe, Schnee- und Eisansammlung, Schneeverwehungen*)

	sehr hoch (1)	hoch (2)	mäßig hoch (3)	mäßig gering (4)	gering (5)	sehr gering (6)	keine Angabe
umweltbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Frage 09:

c) ENTDECKUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT durch Einflussbereich **BENUTZUNG**

Bewertet werden mögliche auftretende Schäden anhand ihrer Entdeckungswahrscheinlichkeit von sehr hoch (schlecht) bis sehr gering (gut) nach benutzungsbezogenen Einflussfaktoren (*Beschädigung oder Veränderung von Bauteilen und Aufbauten durch unsachgemäße Benutzung/Reinigung und Folgeschäden durch Planungs- und Ausführungsfehler*)

	sehr hoch (1)	hoch (2)	mäßig hoch (3)	mäßig gering (4)	gering (5)	sehr gering (6)	keine Angabe
benutzungsbezogene Einflüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zusätzlich zur subjektiven Beurteilung können Kriterienkatalog für die jeweilige Detailkategorie herangezogen werden. **allgemeine Kriterien Entdeckungswahrscheinlichkeit** (downloadlink in Kapitel 6.1.3 Anwendung, Lesbarkeit und Interpretation der FMEA)

7 Zusammenfassung

Der vorliegende Leitfaden verdeutlicht, dass die technische Qualität und Dauerhaftigkeit von Holzhochbauten maßgeblich von der Ausbildung ihrer Anschlussdetails abhängen. Schäden entstehen im mehrgeschoßigen Holzbau nur selten durch das Versagen ganzer Bauteile, sondern überwiegend an Schnittstellen, Übergängen und konstruktiven Knotenpunkten. Die gezielte Auseinandersetzung mit diesen sensiblen Bereichen bildet daher den Kern einer resilienten Planungsstrategie.

Resilienz wird im Rahmen des Sys.Wood-Forschungsprojekts nicht als isolierte technische Eigenschaft verstanden, sondern als integratives Planungsprinzip. Sie manifestiert sich in fehlertoleranten Konstruktionen, klarer Schichtenlogik, funktionaler Redundanz sowie in der Zugänglichkeit und Reparierbarkeit von Bauteilen über deren gesamten Lebenszyklus hinweg. Entscheidend ist dabei das frühzeitige, fachübergreifende Abstimmen bauphysikalischer, brandschutztechnischer und konstruktiver Anforderungen.

Mit den entwickelten Arbeitswerkzeugen – Bauteilaufbauten, Detailkatalog, Checklisten, Best-Practice-Beispielen und FMEA-Bewertung – steht Planer:innen ein modular aufgebautes Instrumentarium zur Verfügung, das sowohl analytische als auch konstruktive Unterstützung bietet. Die Werkzeuge ermöglichen eine strukturierte Auswahl geeigneter Systeme, die gezielte Überprüfung kritischer Detailpunkte sowie eine qualitative Risikobewertung im Sinne einer vorausschauenden Planung. Besonders die vereinfachte FMEA-Methode trägt dazu bei, potenzielle Schwachstellen frühzeitig zu identifizieren und konstruktive Optimierungspotenziale sichtbar zu machen.

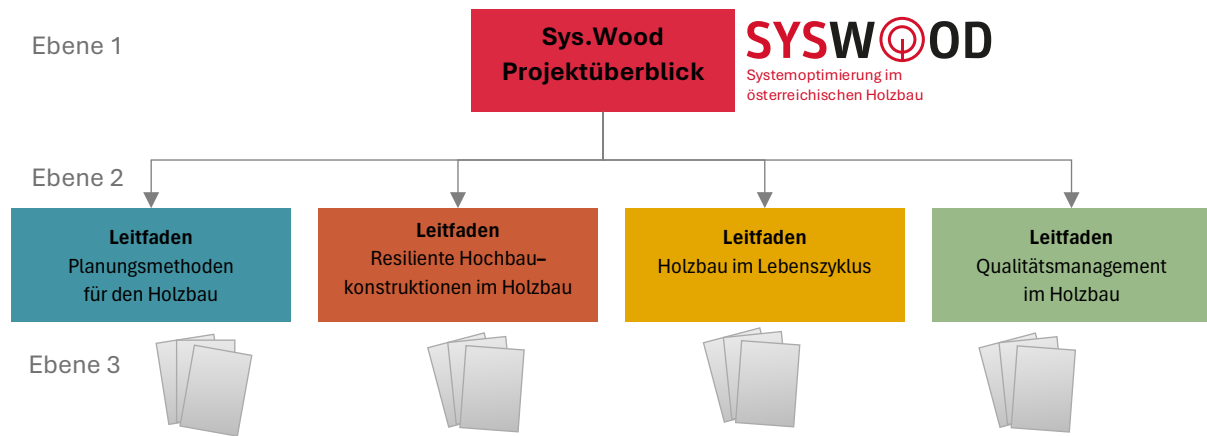
Gleichzeitig wird deutlich, dass resiliente Holzbaudetails nicht durch starre Musterlösungen entstehen, sondern durch bewusste planerische Entscheidungen innerhalb klar definierter Systemgrenzen. Die dargestellten Lösungen verstehen sich daher als Referenzsysteme, die projektspezifisch angepasst und fachlich weiterentwickelt werden müssen.

Die zentrale Erkenntnis des Leitfadens liegt in der Bedeutung einer systemischen Betrachtung: Einzelne Details können nur dann dauerhaft funktionieren, wenn sie als Teil eines abgestimmten Gesamtsystems der Gebäudehülle verstanden werden. Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau entstehen somit aus der konsequenten Verbindung von konstruktiver Klarheit, interdisziplinärer Zusammenarbeit und methodischer Bewertung.

Der Leitfaden leistet damit einen praxisorientierten Beitrag zur Qualitätssicherung im mehrgeschoßigen Holzbau und schafft eine fundierte Grundlage für die nachhaltige, langlebige und anpassungsfähige Entwicklung zukünftiger Holzhochbauten.

8 Literaturverzeichnis

- [1] dataholz.eu. (o. D.). Geprüfte/zugelassene Bauteile. Abgerufen am 1. Januar 2026, von <https://www.dataholz.eu/index.htm>
- [2] Höfferl, B. (2021, April). Mehrgeschossiger Wohnbau - Planen und Bauen (proHolz Fokus). proHolz Austria. https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/fokus-mehrgeschossiger-holzbau/proHolz_Fokus-Mehrgeschossiger-Holzbau.pdf
- [3] Austrian Standards. (2023). Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) (OVE EN IEC 60812:2023-10-01). Austrian Standards.
- [4] BIGWOOD. (o. D.). BIGWOOD - think BIG in WOOD. Abgerufen am 19. Februar 2026, von <https://bigwood.at/>
- [5] natuREbuilt. (o. D.). natuREbuilt. Abgerufen am 15. März 2024, von <https://www.naturebuilt.at/>
- [6] Ebner, H. (Hrsg.). (2003). Leitdetails für den Holzwohnbau [Bericht für Auftraggeber]. Technische Universität Graz. <http://www.bauphysik.tugraz.ac.at>
- [7] Technische Universität Graz. (2021). LoLiWood - Long Life Wood - Resilienz im mehrgeschoßigen Holzwohnbau [Forschungsprojekt].
- [8] dataholz.eu. (o. D.). Aussenwand awrhh08a. Abgerufen am 7. Januar 2026, von <https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awrhh08a.htm>
- [9] Weissenseer Holz-System-Bau GmbH. (2024). Bauteilkatalog Weissenseer Holz-System-Bau GmbH (Ausgabe 2024 I/3) [Unternehmenspublikation].
- [10] Ciani, L., Guidi, G., und Patrizi, G. (2019). A critical comparison of alternative risk priority numbers in failure modes, effects, and criticality analysis. IEEE Access, 7, 92398-92409. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2928120>



Systemoptimierung im österreichischen Holzbau Sys.Wood Projektüberblick und Ergebnisse

Ernst Alexander Dengg, Alireza Fadaei, Alexander Gerger, Benjamin Kromoser, Nadine Ladstätter, Gottfried Mauerhofer, Marc Pantscharowitsch, Katharina Schachner, Phillip Süß, Marius Valente, Markus Wallner-Novak, Johannes Würzler (in alphabetischer Reihenfolge)

DOI: <https://doi.org/10.60588/2p3j-9655>

ISBN print: 978-3-903318-66-3

ISBN eBook: 978-3-903318-67-0

Sys.Wood: Planungsmethoden für den Holzbau, Leitfaden

Benjamin Kromoser, Marc Pantscharowitsch

DOI: <https://doi.org/10.60588/06k6-0x54>

Sys.Wood: BIM-Übergabe Mock-Ups, Hintergrunddokumentation

Benjamin Kromoser, Marc Pantscharowitsch

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bim-mockups

Sys.Wood: Best Practice Beispiel Bauteilkatalog, Hintergrunddokumentation

Benjamin Kromoser, Marc Pantscharowitsch

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bestpractice-bauteilkatalog

Sys.Wood: Allgemeines Prozesskettenmodell Holzbau

Nadine Ladstätter, Gottfried Mauerhofer, Phillip Süß, Benjamin Kromoser, Marc Pantscharowitsch

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bestpractice-bauteilkatalog

Sys.Wood: Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau, Leitfaden

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

DOI: <https://doi.org/10.60588/mbeb-z771>

Sys.Wood: FMEA-Bewertungen, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_ergebnisse_fmea-bewertungen

Sys.Wood: Bauteilaufbauten, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bauteilaufbauten

Sys.Wood: Detailkatalog, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_detailkatalog

Sys.Wood: Checklisten, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_checklisten_anschlussdetails

Sys.Wood: Best-Practice-Beispiele, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_best-practice-beispiele

Sys.Wood: FMEA - Bewertungsmatrix, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_fmea_bewertungsmatrix

Sys.Wood: FMEA - Kriterienkataloge, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_fmea_kriterienkataloge

Sys.Wood: Do-Donts, Hintergrunddokumentation

Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_dos&donts_planung

Sys.Wood: Holzbau im Lebenszyklus, Leitfaden

Alireza Fadai, Alexander Gerger, Katharina Schachner, Marius Valente, Markus Wallner-Novak

DOI: <https://doi.org/10.60588/rw1-r893>

Sys.Wood: Wartungshandbuch Mieter, Hintergrunddokumentation

Katharina Schachner, Markus Wallner-Novak

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_wartung_mieter

Sys.Wood: Wartungshandbuch Verwalter, Hintergrunddokumentation

Katharina Schachner, Markus Wallner-Novak

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_wartung_verwalter

Sys.Wood: Wartungshandbuch Ausführende, Hintergrunddokumentation

Katharina Schachner, Markus Wallner-Novak

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_wartung_ausfuehrende

Sys.Wood: Best Practice Kreislaufwirtschaft, Hintergrunddokumentation

Alireza Fadai, Alexander Gerger, Fabian Ulrych, Marius Valente

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_bestpracticekreislauf

Sys.Wood: Ökologische Bewertung, Hintergrunddokumentation

Alireza Fadai, Alexander Gerger, Katharina Schachner, Fabian Ulrych, Marius Valente, Markus Wallner-Novak

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_lca

Sys.Wood: Zerlegbare Verbindungen im Holzbau, Hintergrunddokumentation

Alireza Fadai, Alexander Gerger, Jasmin Prünner, Marius Valente

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_zerlegbare_verbindungen

Sys.Wood: Vertikal Vorgespannte Wandelemente, Hintergrunddokumentation

Alireza Fadai, Alexander Gerger, Jasmin, Prünner, Markus Wallner-Novak

https://www.holzcluster-steiermark.at/download/syswood_vorspannung

Sys.Wood: Qualitätsmanagement im Holzbau, Leitfaden

Nadine Ladstätter, Phillip Süß, Gottfried Mauerhofer

DOI: <https://doi.org/10.60588/tzwz-1455>

ISBN eBook: 978-3-903318-71-7

Projektpartner: FH JOANNEUM // Holzcluster Steiermark //
Nussmüller.Architekten // RWT Plus ZT GmbH // BOKU Wien //
ENW // WOODPLAN GmbH // weissenseer // TU Graz // Pöll //
Strobl Bau - Holzbau GmbH // O.K. Energiehaus // TU Wien