

Systemoptimierung im österreichischen Holzbau

Sys.Wood

Projektüberblick und Ergebnisse

SYSW@OOD

Systemoptimierung im
österreichischen Holzbau



Sys.Wood

Systemoptimierung im österreichischen Holzbau

Projektüberblick und Ergebnisse

Autor:innen

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

Schlüsselwörter

Holzbau, HolzbauDetails, Kreislaufwirtschaft, Lebenszyklusanalyse, Ökobilanz, Planungsmethoden, Planungsprozesse, Qualitätsmanagement, Repair, Resiliente Konstruktionen, Reuse, Systemoptimierung, Vorfertigung, Wartung

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

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

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

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

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

Das kooperative Forschungsprojekt **Sys.Wood – Systemoptimierung im österreichischen Holzbau** befasst sich mit der ganzheitlichen Weiterentwicklung des Holzbaus entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Ausgangspunkt ist der anhaltende Aufschwung des Holzbaus sowie dessen zukünftige Entwicklung, insbesondere die zunehmende Bedeutung des mehrgeschoßigen Holzbaus in Österreich. Parallel dazu steigen die technischen, organisatorischen und digitalen Anforderungen, die vor allem von kleinen und mittleren Unternehmen zu bewältigen sind.

Ziel des Projekts ist es, Planungs-, Vorfertigungs-, Bau- und Nutzungsprozesse systematisch zu analysieren, bestehende Schnittstellen zu identifizieren und darauf aufbauend Methoden und Prinzipien für eine robuste, effiziente und zukunftsfähige Holzbaupraxis zu entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt auf der Verknüpfung humaner und digitaler Prozesse, der Erhöhung der Ausführungsqualität sowie der Integration lebenszyklus- und kreislaufwirtschaftlicher Ansätze.

Die inhaltliche Bearbeitung erfolgt in vier zentralen Arbeitspaketen: einem Arbeitspaket zu den **Planungsmethoden für den Holzbau** mit Schwerpunkt auf digitalen und organisatorischen Schnittstellen, einem Arbeitspaket zu **technisch resilienten Hochbaukonstruktionen** mit der Bewertung und Optimierung bewährter Holzbaudetails, einem Arbeitspaket zu **Holzbau im Lebenszyklus** mit Fokus auf Instandhaltung (Repair) und Wiederverwendung (Reuse) sowie einem Arbeitspaket zum **Qualitätsmanagement im Holzbau**, insbesondere durch die Übertragung von Lean-Management-Prinzipien auf holzbauspezifische Prozesse.

Die Ergebnisse werden in enger Kooperation zwischen Wissenschaft und Praxis erarbeitet und in Form von Leitfäden, Best-Practice-Beispielen, einer kooperativen Online-Wissensplattform sowie Fachveranstaltungen der Branche zugänglich gemacht und im vorliegenden Projektüberblick zusammengefasst.

Sys.Wood leistet damit einen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Ressourceneffizienz und Resilienz des österreichischen Holzbaus.

Abstract

The cooperative research project **Sys.Wood – System Optimisation in Austrian Timber Construction** focuses on the holistic advancement of timber construction along the entire value chain. Its starting point is the continued growth of timber construction and its future development, particularly the increasing relevance of multi-storey timber buildings in Austria. At the same time, technical, organisational, and digital requirements are increasing, posing specific challenges for small and medium-sized enterprises.

The objective of the project is to systematically analyse planning, prefabrication, construction and use phases, to identify existing interfaces, and to develop methods and principles that support a robust, efficient, and future-oriented timber construction practice. Particular emphasis is placed on the integration of human and digital processes, the enhancement of execution quality, and the incorporation of life cycle and circular economy approaches.

The project is structured into four core work packages: one addressing **planning methods for timber construction**, with a focus on digital and organisational interfaces; one focusing on **technically resilient building constructions**, including the evaluation and optimisation of proven timber construction details; one dedicated to **timber construction in the life cycle**, with emphasis on maintenance (repair) and reuse; and one addressing **quality management in timber construction**, particularly through the transfer of lean management principles to timber-specific processes.

The results are developed in close cooperation between research institutions and industry partners and are made accessible through guidelines, best-practice examples, a cooperative online knowledge platform and professional dissemination events. They are summarised in the present project overview.

Sys.Wood thus contributes to strengthening the competitiveness, resource efficiency, and resilience of Austrian timber construction.

Inhaltsverzeichnis

1 Projektbeschreibung Sys.Wood	1
1.1 Eckdaten des Projekts	1
1.2 Motivation	1
1.3 Ziel und Aufbau des Projekts Sys.Wood	5
1.4 Darstellung der Projektergebnisse auf drei Ebenen	6
1.5 Zusammenfassung und Ausblick	6
2 Planungsmethoden für den Holzbau	7
2.1 Ausgangslage und Zielsetzung	7
2.2 Methodik	8
2.3 Kernproblemfelder und Lösungsstrategien	9
2.4 Adressatenspezifische Maßnahmen	10
2.5 Werkzeuge für die Praxis.....	10
2.6 Fazit	11
3 Resiliente Hochbaukonstruktionen	13
3.1 Zielsetzung und Anwendungsrahmen.....	13
3.2 Qualitative Bewertung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse	13
3.3 Workshops und Feedbackschleifen	16
3.4 Output: Leitfaden und Arbeitswerkzeuge	16
4 Holzbau im Lebenszyklus	19
4.1 Einleitung	19
4.2 Repair – Werterhalt durch Wartung	20
4.3 Kreislaufwirtschaft und Zerlegbarkeit (Reuse).....	21
4.4 Lebenszyklusanalyse und ökologische Bewertung	23
5 Qualitätsmanagement im Holzbau	27
5.1 IST-Prozesse.....	28
5.2 Probleme erkennen.....	28
5.3 Wissen	28
5.4 Schnittstellen Lösungen	29
5.5 Strukturierte Umsetzung von Werkzeugen zur kontinuierlichen Verbesserung.....	29
5.6 Lean Methoden und Werkzeuge	30
5.7 Empfehlungen	31
6 Literaturverzeichnis	33

1 Projektbeschreibung Sys.Wood

1.1 Eckdaten des Projekts

Das kooperative Forschungsprojekt **Sys.Wood – Systemoptimierung im österreichischen Holzbau** wird im Rahmen des Programms **Think.Wood.Innovation** der Österreichischen Holzinitiative durchgeführt und aus Mitteln des Waldfonds des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert.

Ziel des Projekts ist die systemische Weiterentwicklung des Holzbaus in Österreich unter besonderer Berücksichtigung von Planungsprozessen, Qualitätsmanagement, Ausführungsqualität, Lebenszyklusbetrachtung und Kreislauffähigkeit.

Das Konsortium setzt sich aus **neun Unternehmenspartnern** aus Planung, Ausführung und Holzbauindustrie sowie **fünf wissenschaftlichen Partnerinstitutionen** zusammen. Die Projektbearbeitung erfolgt interdisziplinär und praxisnah entlang realisierter Holzbauprojekte. Der Fokus liegt bewusst auf kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die den österreichischen Holzbau maßgeblich prägen und die gleichzeitig mit komplexen digitalen, organisatorischen und personellen Schnittstellen konfrontiert sind.

Die Projektlaufzeit erstreckt sich über drei Jahre und ist in vier fachliche Arbeitspakete gegliedert, die gemeinsam den gesamten Lebenszyklus von Holz-Hochbauten abdecken – von der frühen Planung über Vorfertigung und Ausführung bis hin zu Nutzung, Instandhaltung und Wiederverwendung (Abbildung 1.1). Die beiden Arbeitspakete Projektmanagement und Dissemination begleiten das Projekt über die gesamte Laufzeit.

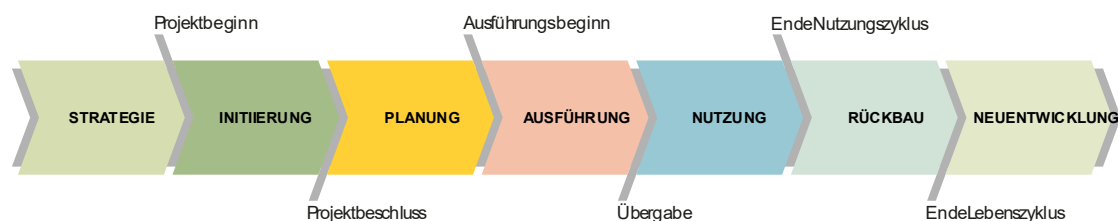


Abbildung 1.1 Prozesskette im Hochbau als Ausgangspunkt für das Projekt Sys.Wood

1.2 Motivation

1.2.1 Struktur des Holzbaus in Österreich

Holzbauanteile in Österreich – Statistische Einordnung

Ein Blick auf die verfügbaren Statistiken zeigt, dass der ausgewiesene Holzbauanteil in Österreich stark von der jeweils herangezogenen Bezugsgröße abhängt. Objektbezogene Auswertungen führen zu deutlich höheren Anteilen als flächen- oder volumenbezogene Betrachtungen, da sie kleinvolumige Bauaufgaben überproportional gewichten.

Eine Auswertung [1] weist für das Jahr 2008 einen Holzbauanteil von rund 40 % aller Bauvorhaben in Österreich aus. Dieser Wert basiert auf der Anzahl der errichteten Bauwerke über sämtliche Gebäudetypen und Größenklassen hinweg und umfasst insbesondere Einfamilienhäuser, landwirtschaftliche Bauten sowie Dachkonstruktionen. Aussagen über tatsächlich verbaute Materialmengen oder den städtischen Geschoßwohnungsbau lassen sich daraus nur eingeschränkt ableiten.

Wird der Holzbauanteil hingegen auf Basis der Nettonutzfläche neu errichteter Gebäude ausgewertet, ergibt sich ein deutlich differenzierteres Bild. Für das Jahr 2023 lag der Holzbauanteil bei rund 11,5 % der neu errichteten Nutzfläche in Wohnbauten und Bauten für andere Zwecke [2]. In dieser flächenbezogenen

Auswertung werden ausschließlich Gebäude berücksichtigt, deren vertikale Tragstruktur aus Holz besteht. Decken- und Dachkonstruktionen aus Holz sind nicht inkludiert.

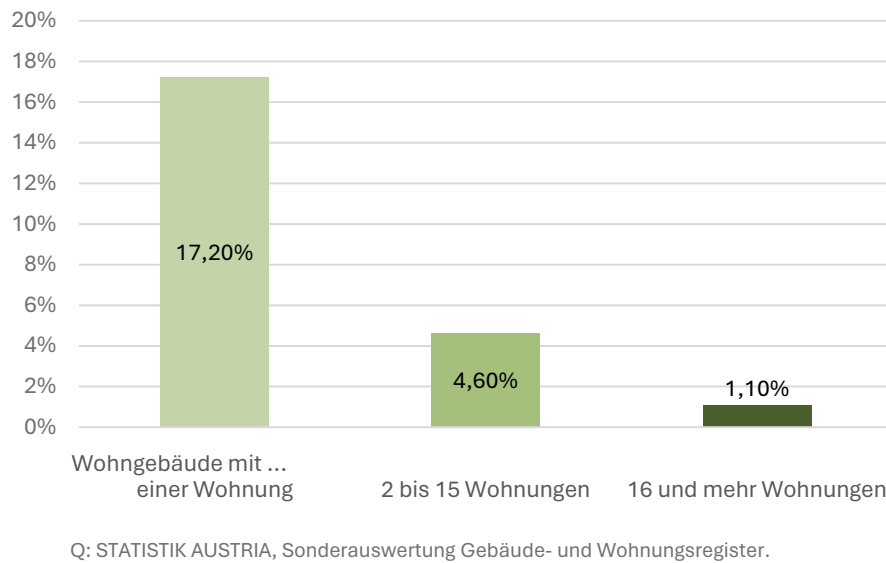


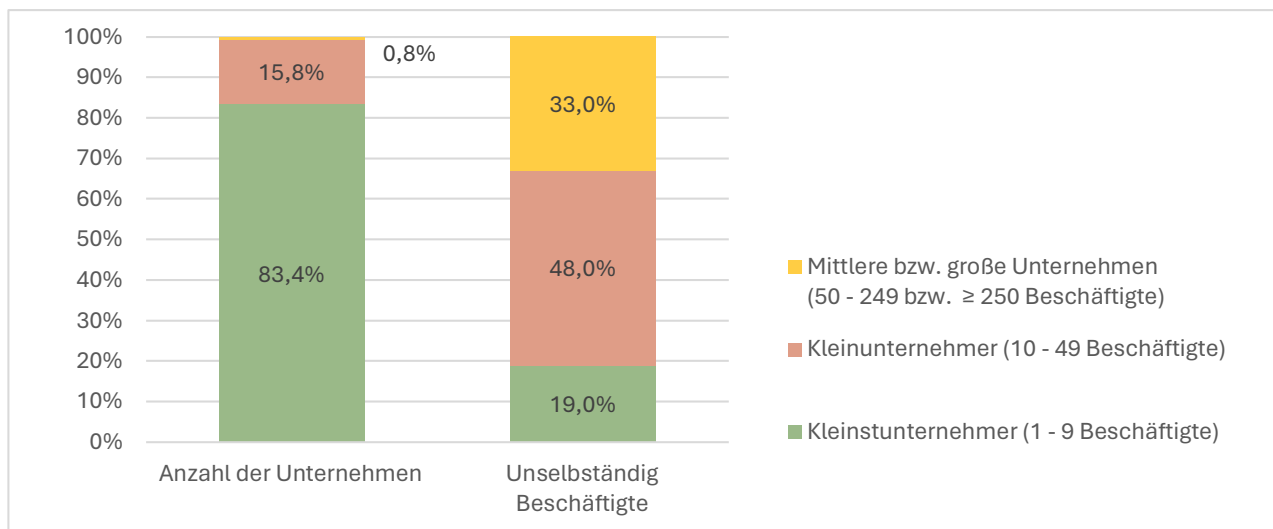
Abbildung 1.2 Anteil der Holzbauweise an Wohngebäuden in Österreich bezogen auf die Nettonutzfläche [2]

Innerhalb des Wohnbaus zeigt sich im Zeitraum 2013 bis 2023 eine klare Differenzierung nach Gebäudegröße [2]. Während Einfamilienhäuser einen Holzbauanteil von rund 17 % der Nutzfläche erreichen, sinkt dieser bei Wohngebäuden mit zwei bis fünfzehn Wohnungen auf 4,6 % und liegt bei großvolumigen Wohnbauten mit sechzehn und mehr Wohnungen bei 1,1 % (siehe Abbildung 1.2). Diese Auswertung deckt sich mit [6].

Insgesamt konnte der Holzbau in den vergangenen zwei Jahrzehnten seine Marktanteile kontinuierlich erhöhen (durchschnittliche jährliche Zuwachsraten bezogen auf die Nutzfläche von 5 % p.a. von 2003 bis 2008 laut [1] bzw. 1,1 % p.a. im Wohnbau von 2013 bis 2023 laut [2]).

Zusammenfassend lässt sich jedoch feststellen, dass der Holzbau im kleinteiligen Wohnbau sowie bei kleineren Bauvorhaben etabliert ist, während er im volumenrelevanten mehrgeschoßigen Wohnbau weiterhin als Nischenbauweise mit hohem Entwicklungspotenzial einzuordnen ist.

Struktur der ausführenden Holzbauunternehmen



Q: WKO Statistik Holzbau: Branchendaten, 2025 [3]

Abbildung 1.3 Anzahl der Unternehmen und der unselbständig Beschäftigten in diesen Unternehmen im österreichischen Holzbau

Die Struktur der ausführenden Holzbauunternehmen in Österreich ist stark kleinbetrieblich geprägt. Nach Daten der Wirtschaftskammer Österreich [3] entfallen 83 % der im Fachverband Holzbau erfassten Unternehmen auf Kleinstbetriebe, wie in Abbildung 1.3 dargestellt. Insgesamt sind etwa 2.130 Zimmereien registriert, in denen rund 12.000 unselbständig Beschäftigte tätig sind.

Betrachtet man die Verteilung der Beschäftigten nach Unternehmensgröße, zeigt sich eine Konzentration der Arbeitsplätze in kleinen und mittleren Betrieben. Kleinunternehmen vereinen knapp die Hälfte der unselbständig Beschäftigten im Holzbau, während mittlere Unternehmen rund ein Drittel stellen. Kleinstunternehmen beschäftigen demgegenüber etwa ein Fünftel der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer.

Die kleinbetriebliche Struktur des österreichischen Holzbaus wird künftig dazu führen, dass größere Bauvolumen zunehmend nicht mehr durch einzelne Unternehmen, sondern durch kooperative Zusammenschlüsse mehrerer Betriebe realisiert werden. Damit wird sich der Fokus von der Leistungsfähigkeit einzelner Unternehmen hin zur Qualität der gemeinsamen Prozesse, Schnittstellen und Koordinationsmechanismen verlagern. Insbesondere im Umgang mit komplexen Planungsprozessen, digitalen Schnittstellen sowie steigenden Anforderungen an Qualitätssicherung und Lebenszyklusbetrachtung gewinnt die systematische Abstimmung zwischen den beteiligten Akteuren an Bedeutung.

1.2.2 Emissionen im Bauwesen und Notwendigkeit einer Bauwende

Emissionen und Ressourcenverbrauch im Bauwesen

Das Bauwesen stellt einen zentralen Hebel zur Erreichung der nationalen und europäischen Klima- und Ressourcenziele dar. Seine Bedeutung ergibt sich nicht nur aus dem Energiebedarf während der Nutzungsphase von Gebäuden, sondern auch aus den erheblichen Emissionen sowie dem hohen Material- und Primärrohstoffverbrauch, die durch Materialherstellung und Bauprozesse bei der Errichtung verursacht werden.

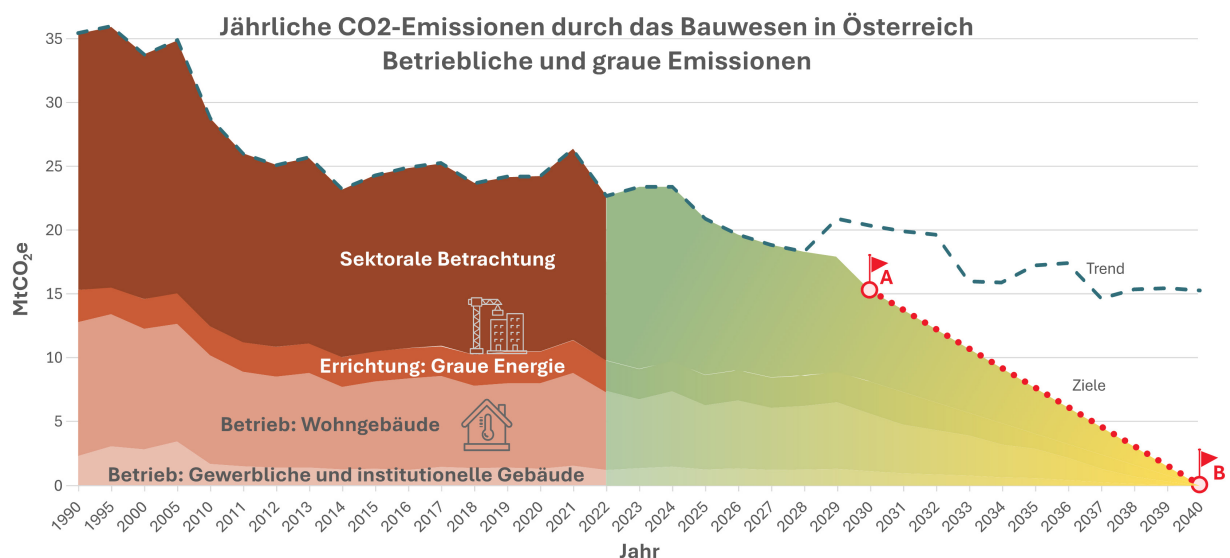


Abbildung 1.4 Jährliche CO₂-Emissionen des Bauwesens in Österreich, differenziert nach betrieblichen Emissionen von Wohngebäuden sowie gewerblichen und institutionellen Gebäuden und ausgewählten grauen Emissionen aus der Baustoffherstellung. Die betrieblichen Emissionen basieren auf dem Austrian National Inventory Report (REP-0909, Umweltbundesamt) [4] und entsprechen der IPCC-/UNFCCC-Berichterstattung zur stationären Verbrennung (Sektoren 1.A.4.a.1 und 1.A.4.b.1). Die dargestellten grauen Emissionen umfassen prozessbedingte CO₂-Emissionen aus der Zement- und Klinkerproduktion, der Kalkproduktion sowie der Glasherstellung (Sektoren 2.A.1 bis 2.A.3). Die als sektorale Betrachtung gekennzeichnete Darstellung erweitert diese inventarbasierte Sicht um Emissionen aus der Errichtung und materialbezogenen Wertschöpfungsketten und orientiert sich an internationalen Einordnungen des Sektors „Buildings and construction“ [5]. Sie dient der Einordnung der österreichischen Emissionsanteile in einen ganzheitlichen sektoralen Kontext.

Auf Basis der österreichischen Treibhausgasinventare [4] entfallen auf den Betrieb von Wohngebäuden sowie gewerblichen und institutionellen Gebäuden rund 10 bis 13 % der nationalen Treibhausgasemissionen. Diese inventarbasierten Werte, die in Abbildung 1.4 dargestellt sind, erfassen primär Emissionen aus stationärer Verbrennung während der Nutzungsphase. Emissionen aus der Herstellung von Baustoffen, aus Bauprozessen sowie aus vorgelagerten Wertschöpfungsketten werden hingegen anderen Sektoren zugeordnet und sind in dieser Betrachtung nur eingeschränkt abgebildet.

Internationale Synthesen [5] zeigen unter Anwendung weiter gefasster Systemgrenzen ein umfassenderes Bild: Wird der Sektor „Buildings and construction“ ganzheitlich betrachtet – unter Einbeziehung von Gebäudebetrieb, Errichtung, energie- und prozessbedingter Baustoffherstellung sowie vorgelagerter Energieketten – so verursacht das Bauwesen weltweit 2023 34 % der energie- und prozessbezogenen CO₂-Emissionen. Der in Abbildung 4 ergänzend dargestellte Anteil dient der Einordnung der österreichischen Inventardaten in diesem erweiterten sektoralen Zusammenhang.

Die **Bauwende**

Vor dem Hintergrund der Auswirkungen des Bauwesens auf Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbrauch wird die Notwendigkeit einer **Bauwende** deutlich.

Der Begriff der **Bauwende** bezeichnet den Wandel des Bauwesens hin zu klimaverträglichen, ressourceneffizienten und kreislauffähigen Bauwerken.

Erforderlich ist eine systemische Transformation des Bauwesens, bei der Planungsprozesse, Bauweisen, Materialwahl, Vorfertigung, Nutzungsdauer, Instandhaltung und Rückbau integrativ gedacht werden und die den Blick von isolierten Einzelmaßnahmen auf ganzheitliche, lebenszyklusorientierte Systemlösungen lenkt.

Der Holzbau bietet hierfür günstige Voraussetzungen. Als nachwachsender Rohstoff ermöglicht Holz die biogene Speicherung von Kohlenstoff, weist im Vergleich zu mineralischen Baustoffen geringe prozessbedingte Emissionen in der Baustoffherstellung auf und erlaubt durch einen hohen Vorfertigungsgrad effiziente, qualitätsgesicherte Bauprozesse.

Für die nachhaltige Wirksamkeit des Holzbaus ist jedoch eine Verschiebung von kleinvolumigen Bauaufgaben hin zu mehrgeschoßigen Holzbauweisen entscheidend. Der derzeit geringe Marktanteil in diesem Segment ist nicht als Ausdruck fehlender technischer Leistungsfähigkeit des Holzbaus zu interpretieren, sondern vielmehr als Hinweis auf bestehende organisatorische, prozessuale, digitale und qualitätssichernde Hemmnisse entlang der Wertschöpfungskette Holz. Dies zeigt die oben erwähnte Auswertung [6] bezogen auf die Anzahl an Wohneinheiten in der Steiermark, in der rund 15 % der mehrgeschoßigen Gebäude in Holzbauweise errichtet wurden, während der entsprechende Anteil im österreichweiten Durchschnitt lediglich etwa 3 % beträgt [7].

Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen eröffnen integrierte Planungsprozesse, klar abgestimmte Schnittstellen sowie lebenszyklusorientierte, ökologisch bewertete und auf Kreislauffähigkeit ausgerichtete Strategien wesentliche Entwicklungspotenziale. Für die Abwicklung von Projekten mit größerem Holzbauvolumen gewinnen daher neue Formen der Kooperation zunehmend an Bedeutung.

Genau an dieser Schnittstelle setzt das Forschungsprojekt Sys.Wood – Systemoptimierung im österreichischen Holzbau an. Ziel ist es, den Holzbau als integrales System zu untersuchen und gezielt weiterzuentwickeln. Durch die systematische Optimierung von Planungsmethoden, Hochbaudetails, Qualitätsmanagement sowie lebenszyklusorientierten Strategien leistet Sys.Wood einen strukturellen Beitrag zur Reduktion betrieblicher und materialbedingter Emissionen. Gleichzeitig stärkt das Projekt die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Holzbaubranche und unterstützt damit die übergeordneten Zielsetzungen des Waldfonds und der FFG im Hinblick auf Klimaschutz, Ressourceneffizienz und nachhaltige Wertschöpfung.



Gerade vor dem Hintergrund klein- und mittelbetrieblicher Strukturen wird deutlich, dass die wirksame Umsetzung der **Bauwende** im Holzbau eine frühzeitige und durchgängige Abstimmung von Planungs-, Produktions- und Ausführungsprozessen sowie eine verlässliche Kooperation zwischen den Betrieben und den weiteren beteiligten Akteuren erfordert.

1.3 Ziel und Aufbau des Projekts Sys.Wood

Das Ziel von Sys.Wood ist die **systematische Analyse und Optimierung des österreichischen Holzbaus** entlang zentraler Fragestellungen. Aufbauend auf realen Projekten und betrieblichen Abläufen werden Schwachstellen in Planung, Ausführung und Nutzung von Holzbauten identifiziert, Potenziale aufgezeigt und praxisnahe Handlungsempfehlungen entwickelt.

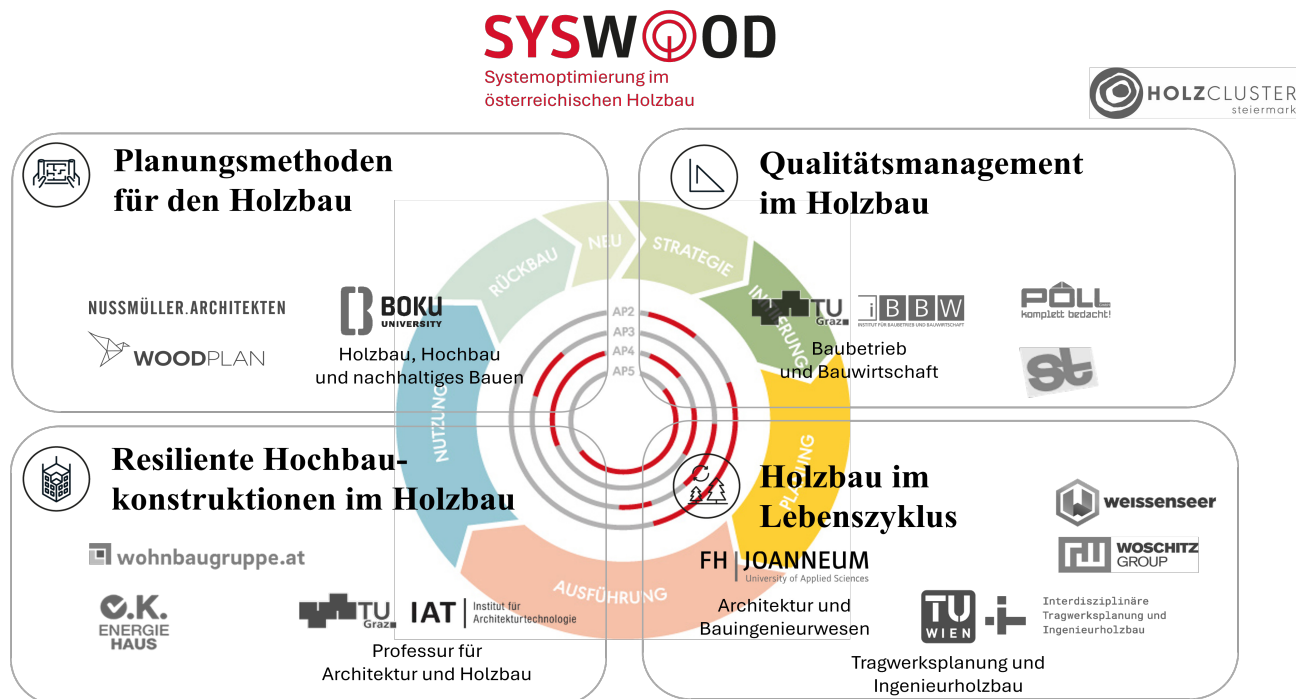


Abbildung 1.5 Strukturierung von Sys.Wood in vier fachliche Arbeitspakete und Darstellung des Konsortiums mit neun Wirtschaftspartner:innen und fünf wissenschaftlichen Partnerinstituten.

Die inhaltliche Bearbeitung erfolgt in vier fachlichen und zwei administrativen Arbeitspaketen:

- **AP1 – Projektmanagement**
Koordination, Qualitätssicherung und Abstimmung im Konsortium.
- **AP2 – Planungsmethoden für den Holzbau**
Analyse digitaler und humaner Schnittstellen, Prozessketten, BIM-basierter Planung und Datenflüsse.
- **AP3 – Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau**
Bewertung und Weiterentwicklung resillenter, fehlertoleranter Holzbaudetails mittels FMEA-basierter Methoden.
- **AP4 – Holzbau im Lebenszyklus**
Ökobilanzierung unter Berücksichtigung des Vorfertigungsgrads, Strategien zu Instandhaltung (Repair) und Wiederverwendung (Reuse).
- **AP5 – Qualitätsmanagement im Holzbau**
Übertragung von Lean-Management-Ansätzen auf Holzbau-KMU, inklusive digitaler Lernformate.
- **AP6 – Dissemination**
Aufbereitung, Kommunikation und Transfer der Ergebnisse in die Branche.

Die Arbeitspakete greifen inhaltlich ineinander und wurden in der in Abbildung 1.5 dargestellten Struktur des Projektkonsortiums umgesetzt. Die interdisziplinäre Bearbeitung durch alle Konsortialpartner:innen führt zur Zusammenführung von Erkenntnissen aus den Bereichen Planung, Konstruktion, Lebenszyklusbetrachtung und Qualitätsmanagement und ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des österreichischen Holzbaus als System.

1.4 Darstellung der Projektergebnisse auf drei Ebenen

Die Ergebnisse von Sys.Wood werden in einer **dreistufigen Struktur** aufbereitet, um einen einfachen Zugang für unterschiedliche Zielgruppen zu ermöglichen. Die Inhalte reichen vom Projektüberblick, über Leitfäden zur praxisnahen Anwendung der Ergebnisse aus den fachlichen Arbeitspaketen bis hin zu detaillierten Dokumentationen und wissenschaftlichen Unterlagen, wie in Abbildung 1.6 dargestellt.

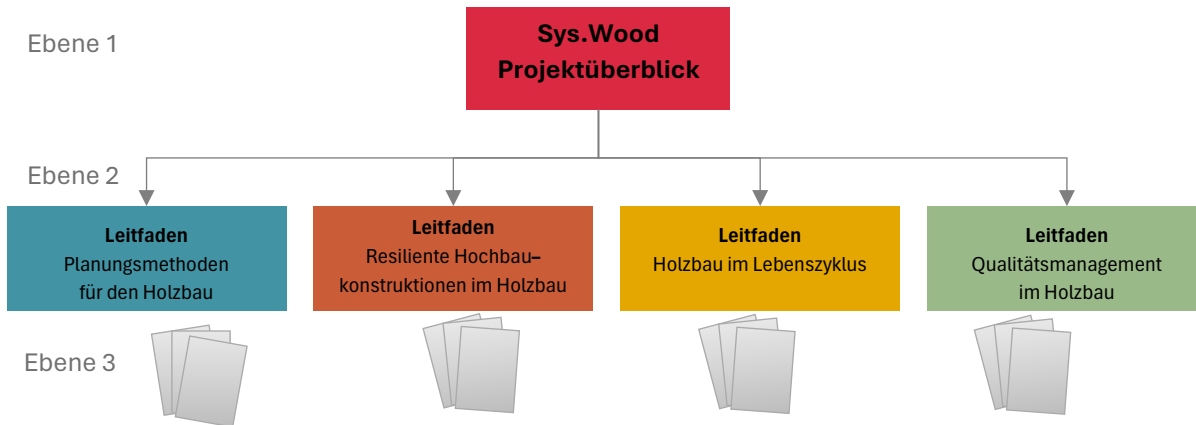


Abbildung 1.6 Überblick Dokumentenstruktur

Ebene 1: Projektüberblick und Ergebnisse

Der vorliegende Projektbericht bildet die **wissenschaftliche Klammer** des Forschungsprojekts. Er dokumentiert Methodik, Systemgrenzen, Datengrundlagen und Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete in konsistenter Form. Neben der Nachvollziehbarkeit der Forschung dient er als Grundlage für die gezielte Vertiefung in einzelne Themenbereiche.

Ebene 2: Leitfäden je Arbeitspaket

Aufbauend auf dem Projektbericht werden **vier thematische Leitfäden** erarbeitet – jeweils einer zu den zentralen Arbeitspaketen AP2 bis AP5. Diese Leitfäden übersetzen die wissenschaftlichen Erkenntnisse in **handlungsorientierte Empfehlungen** für Planung, Ausführung und Betrieb von Holzbauten. Ziel ist eine praxistaugliche Anwendung in KMU-Strukturen, ohne den wissenschaftlichen Anspruch zu verlieren.

Ebene 3: Vertiefende Dokumente und Hintergrundinformationen

Ergänzend entstehen Detaildokumente, Werkzeuge und Hintergrundmaterialien, darunter:

- Prozesskettenmodelle und abstrahierte Wertschöpfungsketten
- Kriterienkataloge und Detailbewertungen
- Ergebnisse von Fragenkatalogen und Auswertungstools
- Wartungshandbücher für Holzbauten
- Best-Practice-Sammlungen zu Repair und Reuse

Diese Ebene dient der Vertiefung und Weiterverwendung der Projektergebnisse und wird über die Projektplattform öffentlich zugänglich gemacht. Die Leitfäden sind über die angegebenen Web-Links und QR-Codes am Ende der zugehörigen Kapitel erreichbar.

1.5 Zusammenfassung und Ausblick

Sys.Wood zeigt, dass die erfolgreiche Umsetzung der **Bauwende** im Holzbau weniger von neuer Materialtechnologie als von der Optimierung bestehender Systeme abhängt. Durch die integrale Betrachtung von Planung, Konstruktion, Qualitätssicherung und Lebenszyklus liefert das Projekt belastbare Grundlagen für einen technisch resilienten, digitalen und kreislauffähigen Holzbau.

Die strukturierte Ergebnisaufbereitung auf drei Ebenen stellt sicher, dass sowohl Wissenschaft als auch Praxis nachhaltig von den Erkenntnissen profitieren. Damit leistet Sys.Wood einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung des Holzbaus als tragende Säule einer klimaverträglichen Baukultur in Österreich.

2 Planungsmethoden für den Holzbau

2.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der moderne Holzbau befindet sich in einem tiefgreifenden Transformationsprozess. Er entwickelt sich zunehmend von einer handwerklichen Baustellenfertigung hin zu einer industriellen Vorfertigung. Dieser Wandel bietet enorme Potenziale hinsichtlich Ausführungsqualität, Baugeschwindigkeit und Kostensicherheit, stellt jedoch die etablierten Planungsprozesse vor fundamentale Herausforderungen.

Im Gegensatz zum konventionellen mineralischen Massivbau, bei dem Entscheidungen oft noch während der Bauphase vor Ort getroffen werden können, erfordert der hohe Vorfertigungsgrad im Holzbau eine frühzeitige Festlegung der Bauteilaufbauten und Details. Änderungen in späten Projektphasen, insbesondere während der Ausführungsphase, würden im Holzbau steigende Kosten und Terminverzögerungen verursachen, da Bauelemente oft nicht mehr oder nur sehr aufwändig auf der Baustelle angepasst werden können (siehe Abbildung 2.1).

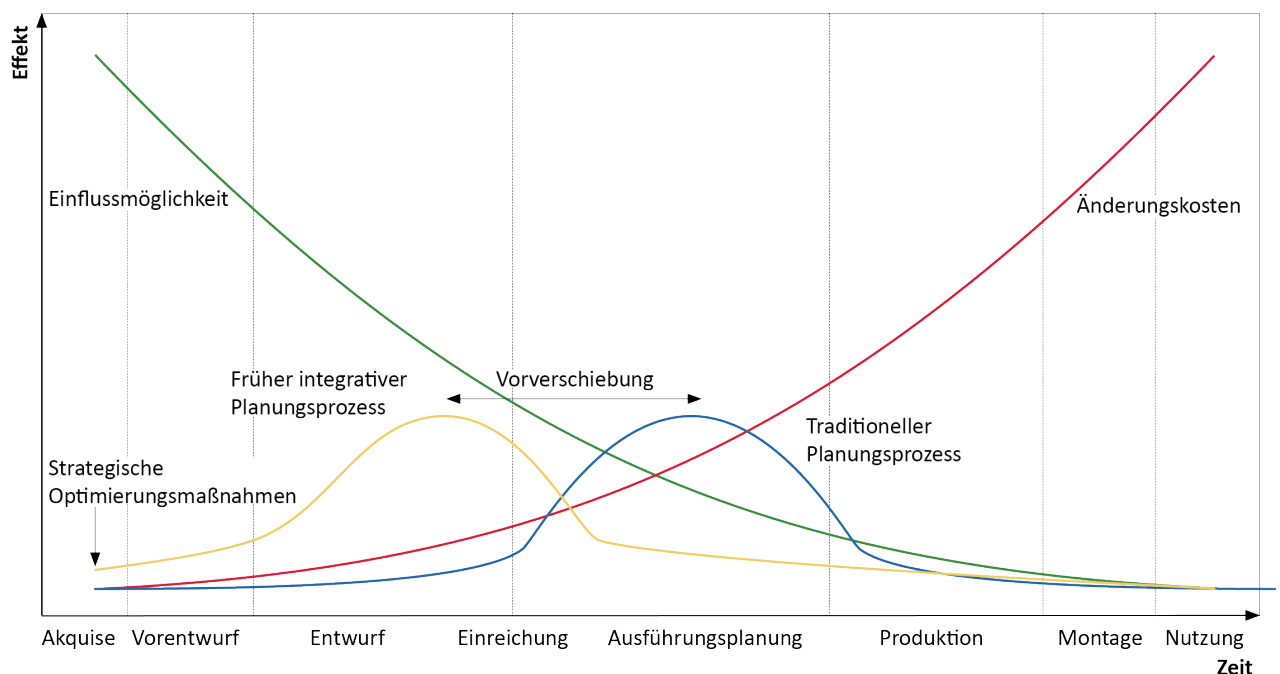


Abbildung 2.1 Einflussmöglichkeiten und Änderungskosten bei frühem integrativen Planungsprozess und traditionellem Planungsprozess im Vergleich. Angelehnt an [8] und [9]

Der im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte Handlungsleitfaden adressiert diese Problematik. Er richtet sich an Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Projektentwicklung und Architektur über die Fachplanung bis hin zur Produktion und Montage. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Bedürfnissen kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU), die die österreichische Holzbaubranche maßgeblich prägen. Die Grenzen des betrachteten Systems sind in Abbildung 2.2 ersichtlich.

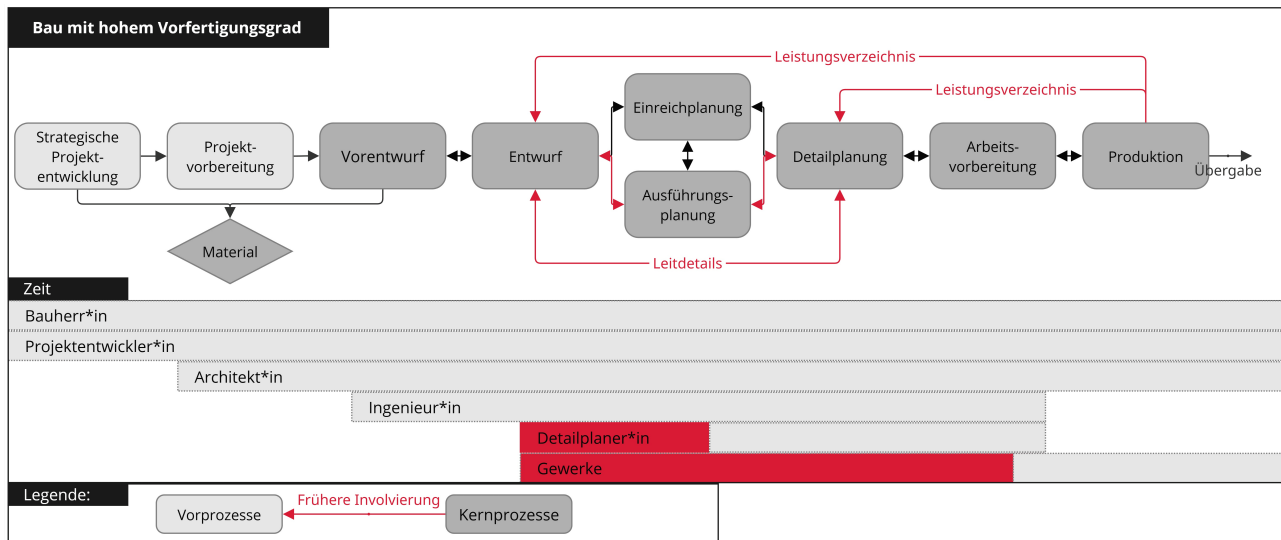


Abbildung 2.2 Systemgrenzen des Projekts Sys.Wood – Planungsmethoden für den Holzbau.
In Rot sind potenzielle Optimierungsmaßnahmen dargestellt.

Ziel dieses Arbeitspakets war es, prävalente Schnittstellenprobleme wissenschaftlich zu identifizieren und einen praxisorientierten Handlungsleitfaden bereitzustellen. Dieser soll Unternehmen unterstützen, von punktuellen Problemlösungen zu einer strukturierten, resilienten Projektabwicklung überzugehen und Fehlerquellen durch standardisierte Prozesse zu minimieren.

2.2 Methodik

Die Ergebnisse basieren auf einem mehrteiligen Forschungsansatz, der wissenschaftliche Analyse mit praktischer Expertise aus der Bauwirtschaft verknüpft. Die zugrundeliegenden Daten wurden mittels dreier wesentlicher Methoden erhoben (siehe Abbildung 2.3):

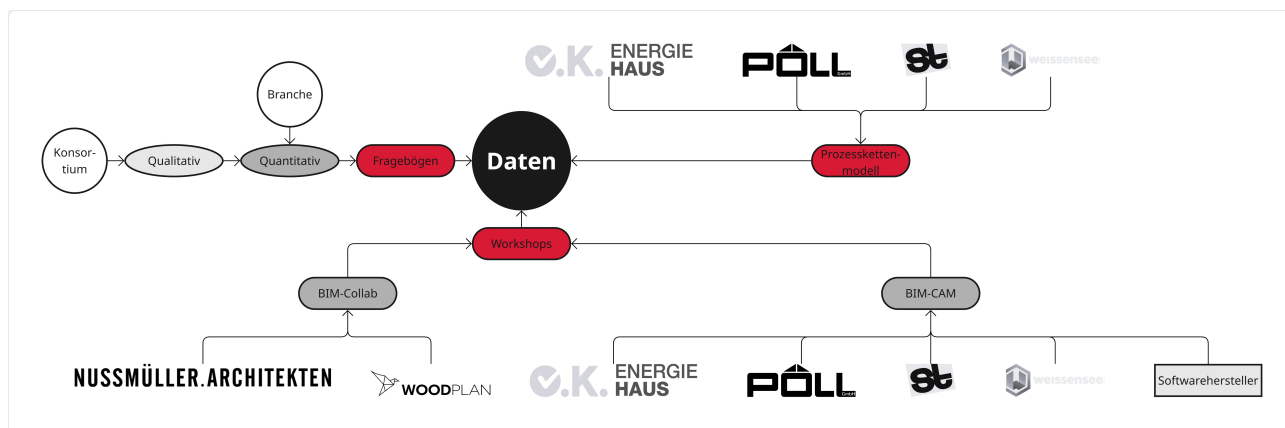


Abbildung 2.3 Struktur der Datenerhebung mit projektinternen und externen Quellen

- Qualitative und Quantitative Erhebungen: Die Basis bilden qualitative Interviews mit den Projektpartner:innen zur Sammlung von Erfahrungswerten sowie eine branchenweite quantitative Umfrage zur Validierung der Relevanz dieser Probleme.
- Prozessmodellierung: Es wurde ein allgemeingültiges [Prozesskettenmodell](#) entwickelt. Hierfür wurden die individuellen Prozessketten der produzierenden Partnerunternehmen erhoben, ausgewertet und zu einer gemeinsamen, übertragbaren Prozesslogik verdichtet.
- Workshops und Fallstudien: Zur detaillierten Analyse digitaler Schnittstellen wurden spezifische Workshops durchgeführt:
 - Ein Workshop zur BIM-Kollaboration (Fokus: Architektur – Fachplanung) inkl. [Mock-Up Tests](#) zum Datenaustausch.
 - Ein Workshop zur Schnittstelle BIM-CAM (Fokus: Planung – maschinelle Fertigung).

2.3 Kernproblemfelder und Lösungsstrategien

Die Untersuchung identifizierte drei zentrale Bereiche, in denen Prozessbrüche regelmäßig zu Mehraufwand, Redundanzen und Informationsverlusten führen: Prozessstrukturen, digitale Schnittstellen und humane Schnittstellen (vgl. Abbildung 2.2).

2.3.1 Prozessstrukturen und Strategische Planung

Herausforderung: Konventionelle Vergabemodelle trennen Planung und Ausführung strikt und hierarchisch. Dadurch fließt das fertigungsspezifische Know-how der Holzbaubetriebe oft zu spät in den Planungsprozess ein. Die Folge sind aufwändige Umplanungen nach der Vergabe, da der Entwurf nicht auf die Produktionslogik abgestimmt ist oder Optimierungspotenziale ungenutzt bleiben.

Lösungsansätze:

- **Der integrative Planungsprozess:** Der Leitfaden fordert eine Verschiebung der Entscheidungen in frühe Projektphasen (Vorentwurf/Entwurf).
- **Einsatz von Leitdetails und Bauteilkatalogen:** Bereits in der Entwurfsphase sollten herstellerneutrale Leitdetails (z. B. aus dataholz.eu oder dem *Sys.Wood Detailkatalog*) genutzt werden. Produzierende Unternehmen sind angehalten, eigene Bauteilkataloge mit definierten bauphysikalischen Kennwerten bereitzustellen (Best Practice Beispiel, im [Handlungsleitfaden](#) näher beschrieben: Weissenseer Holz-System-Bau GmbH), um Planern verlässliche Grundlagen zu bieten.
- **Prozesskettenmodellierung:** Die Etablierung eines visualisierten Prozessmodells (z. B. als Swim-Lane-Diagramm) im Unternehmen hilft, Abhängigkeiten, Datenflüsse und Freigabeprozesse transparent zu machen.
- **Alternative Vergabemodelle:** Der Einsatz von kooperativen Modellen wie Bauteams, Werkgruppen oder dem wettbewerblichen Dialog ermöglicht es, Planende und Ausführende frühzeitig in die technische Diskussion einzubinden und Know-how transparent auszutauschen.

2.3.2 Digitale Schnittstellen (BIM- und Datenaustausch)

Herausforderung: Die digitale Durchgängigkeit wird durch inkompatible Softwarelösungen und fehlerhafte IFC-Exporte massiv behindert. In Fallstudien (z.B.: Archicad zu Revit) traten signifikante Übertragungsfehler auf, darunter:

- **Verlust von Schichtaufbauten:** Mehrschichtige Bauteile werden oft als monolithische Körper importiert, was die Ergebnisse der Massenermittlung und der Bauphysik verfälscht.
- **Geometrie statt Intelligenz:** Parametrische Objekte (Türen, Fenster) werden zu einfachen Geometrien, wodurch die Bearbeitbarkeit in der Zielsoftware verloren geht.
- **Fehlerhafte Referenzen:** Probleme bei der Übertragung von Referenzlinien und Geschoßdeckenpositionen führen zu maßlichen Abweichungen.

Dies zwingt Planer oft zur manuellen Nachmodellierung (Redundante Modellerstellung), was eine ineffiziente Nutzung von Ressourcen darstellt.

Lösungsansätze:

- **Standardisierung der Datenübergabe:** Der Leitfaden definiert konkrete Maßnahmen zur Sicherstellung der Datenqualität.
- **Software-Kompatibilität & Round-Trip-Tests:** Vor Projektstart ist die Durchführung von Testläufen mit Mock-Ups zwingend erforderlich, um Mapping-Fehler zwischen den verwendeten Softwarelösungen zu identifizieren und Einstellungen anzupassen.
- **BIM-Format (IFC4) mit holzbauspezifischer Konfiguration:** Es wird die konsequente Nutzung von IFC4 und spezifischen Property Sets (z. B. `Pset_MaterialWood`, `Pset_TimberDesign`) empfohlen. Bauteile müssen strukturierte Informationen enthalten (z. B. Festigkeitsklassen, Holzfeuchte) und sollten

realitätsgetreu als einzelne Instanzen (z. B. einzelne Wandtafeln statt einer durchgehenden Wand) modelliert werden.

- **Definierte Übergabepunkte (LOIN: Level of Information Need):** Der [Leitfaden](#) spezifiziert sieben kritische Übergangspunkte (vom Vorentwurf bis zum Facility Management) mit exakt definierten Anforderungen an Geometrie, Information und Dokumentation.
 - Beispiel Übergang 3 (Genehmigung zur Ausführung): Fokus auf exakte Schichtaufbauten (IfcMaterialLayerSet) und Materialspezifikationen (StrengthGrade).
 - Beispiel Übergang 4 (Ausführung zur Fertigung): Fokus auf maschinenlesbare Daten (Tag-IDs für CNC, IfcElementAssembly).

2.3.3 Humane Schnittstellen (Kollaboration)

Herausforderung: Neben technischen Hürden scheitern Projekte oft an unklaren Kommunikationsregeln. Fehlende Vereinbarungen zu Zuständigkeiten, informelle Absprachen und unstrukturierte Meetings führen zu Missverständnissen und Ineffizienz. Zeitmangel und Budgetrestriktionen verschärfen diese Herausforderungen.

Lösungsansätze:

- **Strukturierte Kommunikation**
- **Kommunikationsmatrix:** Einführung einer verbindlichen Matrix, die regelt: Wer liefert was, an wen, wann, in welchem Format und mit welcher Priorität.
- **Freeze-Punkte:** Definition verbindlicher Zeitpunkte, an denen Planungsstände eingefroren werden. Dies verhindert das parallele Arbeiten an veralteten Versionen und schafft Planungssicherheit für nachgelagerte Gewerke.
- **CDE (Common Data Environment):** Zentrale Datenhaltung als Single Source of Truth zur Vermeidung von Versionskonflikten und zur lückenlosen Sicherung der Änderungshistorie.

2.4 Adressatenspezifische Maßnahmen

Der Handlungsleitfaden differenziert Maßnahmen nach Unternehmensgröße, um der Struktur der österreichischen Holzbaubranche gerecht zu werden.

- **Für Großunternehmen:** Es wird empfohlen, kleinere Partner (KMU) frühzeitig zu involvieren und deren Software-Umgebung bereits in der Anbahnungsphase zu sondieren, um Schnittstellenprobleme präventiv zu lösen.
- **Für KMU:** Kleine Unternehmen sollten eine Strategie der Software-Offenheit verfolgen, indem sie auf robuste Schnittstellen (OpenBIM) setzen. Zudem wird empfohlen, als feste Arbeitsgemeinschaften aufzutreten, um auch bei komplexen Vergabeverfahren und Großprojekten wettbewerbsfähig zu bleiben.

2.5 Werkzeuge für die Praxis

Um den Transfer von der Theorie in die tägliche Baupraxis zu gewährleisten, stellt der Handlungsleitfaden im Anhang konkrete Hilfsmittel bereit (siehe Abbildung 2.4)

1. **Checkliste Problemanalyse:** Ein Instrument zur projektspezifischen Identifikation des eigenen Reifegrades und spezifischer Schwachstellen im Unternehmen, unterteilt in strategische, digitale und humane Kategorien.
2. **Checkliste Maßnahmenenergreifung:** Ein Katalog an projektspezifischen sofort umsetzbaren Schritten, von der Definition von LOINs bis zur Einführung strukturierter Jour-Fixe-Termine.
3. **BIM-Übergabezeitpunkte, Inhalte und Detaillierung:** Eine detaillierte Auflistung der benötigten IFC-Parameter und Property Sets für jeden der sieben definierten Projektphasen-Übergänge, um den Datenverlust zwischen Softwarelösungen zu minimieren.

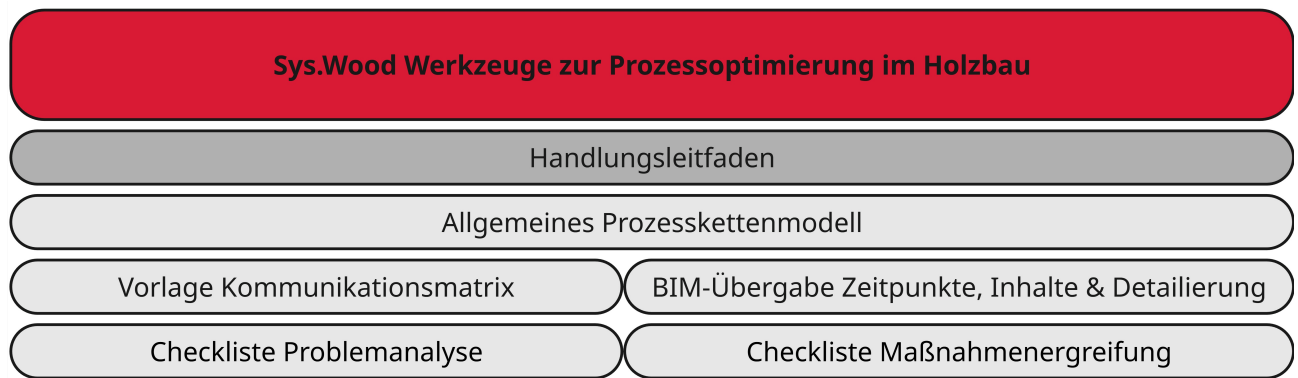


Abbildung 2.4 Sys.Wood Werkzeuge zur Prozessoptimierung im Holzbau

2.6 Fazit

Das Arbeitspaket Planungsmethoden zeigt deutlich, dass Effizienz im modernen Holzbau weniger eine Frage einzelner Software-Tools ist, sondern vielmehr das Ergebnis einer bewussten, ganzheitlichen Prozessgestaltung. Die Ergebnisse belegen, dass durch

1. frontgelagerte Entscheidungen in der Planung,
2. standardisierte digitale Übergaben mittels definierter IFC-Parameter und
3. disziplinierte Kommunikationsregeln

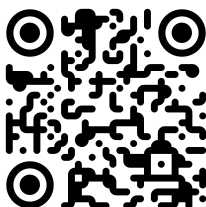
die typischen Reibungsverluste drastisch reduziert werden können.

Der ausgearbeitete [Handungsleitfaden](#) bietet hierfür keinen starren theoretischen Rahmen, sondern einen flexiblen Baukasten. Er befähigt Unternehmen, ihre Planungsmethodik projektspezifisch und systematisch zu professionalisieren und so die Vorteile der industriellen Vorfertigung voll auszuschöpfen. Damit leistet das Arbeitspaket einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit des heimischen Holzbaus und zur Etablierung einer digitalen und automatisierten Baukultur.



Industrielle Vorfertigung im Holzbau erfordert frontgelagerte Planungsentscheidungen, durchgängige Open-BIM-Schnittstellen sowie verbindliche Kommunikationsregeln. Der entwickelte Handungsleitfaden übersetzt diese Anforderungen in praxisnahe Prozesse für Planung, Produktion und Montage, mit besonderem Fokus auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU).

Weiterführende Information zum Arbeitspaket Planungsmethoden für den Holzbau



Benjamin Kromoser, Marc Pantscharowitsch: Sys.Wood: Leitfaden
Planungsmethoden für den Holzbau. <https://doi.org/10.60588/06k6-0x54>

3 Resiliente Hochbaukonstruktionen

3.1 Zielsetzung und Anwendungsrahmen

Das gegenständliche Arbeitspaket befasst sich mit der Bewertung bestehender und der Entwicklung neuer technisch resilienter Hochbaukonstruktionen im mehrgeschoßigen Holzbau. Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass Schäden im Holzbau im Regelfall nicht durch das Versagen ganzer Bauteile bzw. Bauteilgruppen entstehen, sondern überwiegend an deren Koppelstellen, komplexeren Knotenpunkten bzw. Schnittstellen zwischen Tragwerk, Gebäudehülle und Ausbau. Ziel ist es daher, Planerinnen und Planern ein strukturiertes Werkzeug zur Verfügung zu stellen, mit dem Holzbaudetails allen bauphysikalischen Anforderungen entsprechend, fehlertolerant und möglichst dauerhaft – also technisch resilient – ausgebildet werden können.

Der Fokus liegt auf Lösungen des mehrgeschoßigen Holzbaus, die von führenden Holzbaubetrieben angewendet werden, dem Stand der Technik entsprechen und innerhalb der nachfolgend definierten Systemgrenzen übertragbar sind. Sonderkonstruktionen und projektspezifische Einzellösungen werden bewusst ausgeklammert.

Systemgrenzen für das Arbeitspaket

- Bauweisen: Holzrahmen- und Holzmassivbauweise
- Fassadensysteme: Geschlossene und hinterlüftete Holz- bzw. Putzfassaden
- Gebäudeklassen: GK3 bis GK5 ≤ 6 oberirdischer Geschoße
- Detailkategorien: Sockel-, Decken- und Dachrandanschlussdetails (Flach- und Steildach)

3.1.1 Resilienz als Planungsprinzip

Resilienz wird im Projekt als konstruktive Qualität verstanden, die sich durch Fehlertoleranz, funktionelle Redundanz, Zugänglichkeit, Reparier- bzw. Tauschbarkeit und Adaptierbarkeit über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes ausdrückt. 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.

3.1.2 Bauphysikalische Anforderungen im Holzbaudetail

Die Überlagerung bauphysikalischer Anforderungen zwischen Feuchte-, Wärme-, Brand-, Schallschutz usw. bilden 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.

3.2 Qualitative Bewertung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse

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 (vgl. Kapitel 2 Planungsmethoden für den Holzbau). 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.

3.2.1 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 Expertinnen und Experten ab, die sich auf den individuellen Wissens- und Erfahrungsstand der bewertenden Person stützt.

3.2.2 Systematische Fehler- und Risikoanalyse als Bewertungsmethode für Holzbaudetails

Die FMEA ist eine etablierte Methode zur Identifikation und Bewertung potenzieller Fehler sowie deren Ursachen und Auswirkungen (vgl. [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)

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. (vgl. [10])

SysWood - FMEA Bewertung

ANALYSE

Detail-FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse)

Sockelanschlussdetail 01

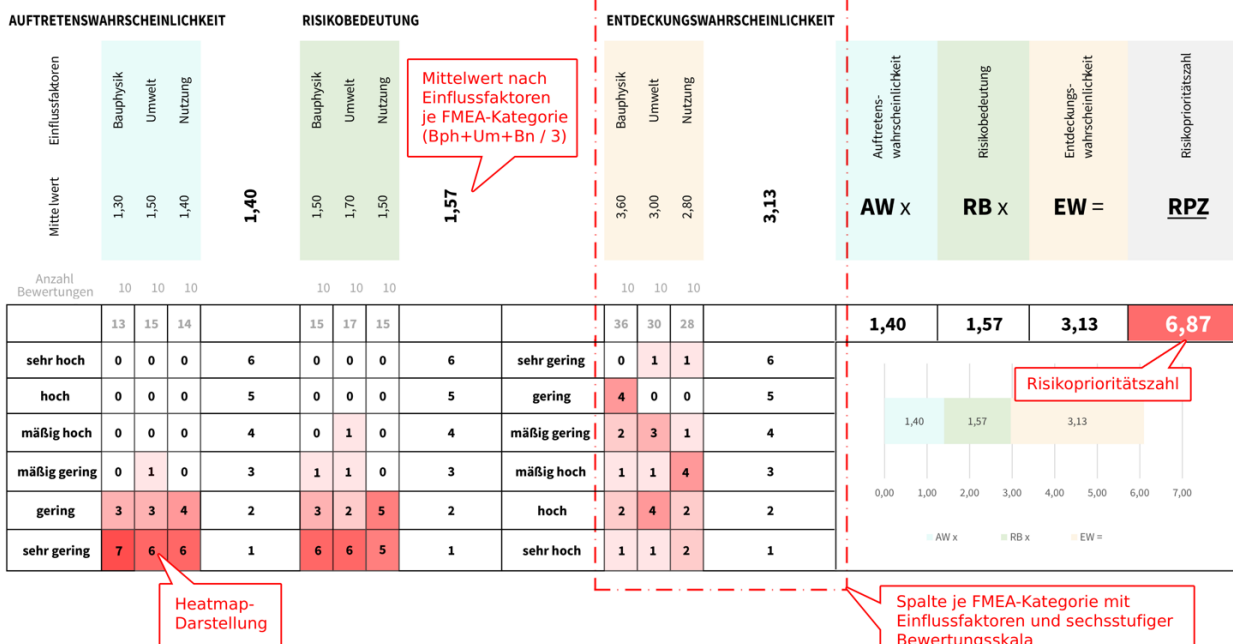


Abbildung 3.1 Beispiel einer FMEA-Bewertungsmatrix zur Auswertung eines Sockeldetails auf Basis von zehn Bewertungen. Die Bewertung erfolgt je FMEA-Kategorie - Auftretenswahrscheinlichkeit, Risikobedeutung und Entdeckungswahrscheinlichkeit – anhand der Einflussfaktoren Bauphysik (Bph), Umwelt (Um) und 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.

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 3.2).

3.2.3 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. 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. Abbildung 3.1).

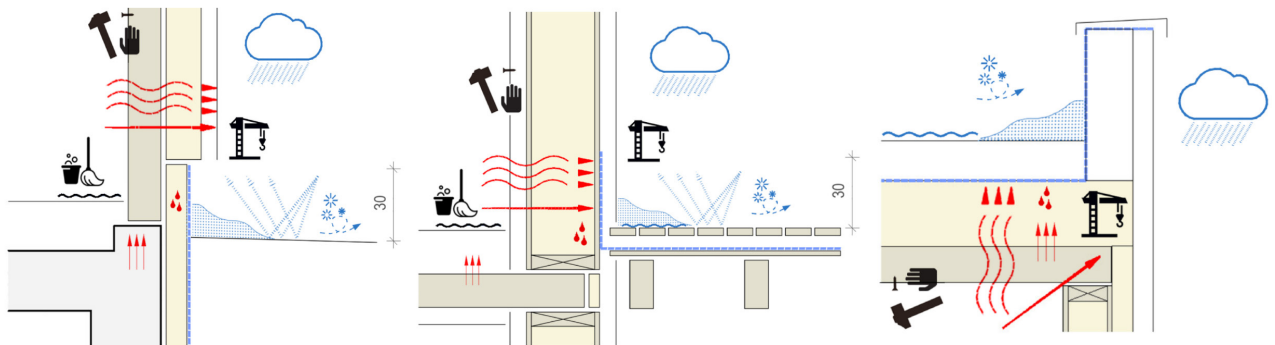


Abbildung 3.2 Piktogramm-Darstellung der Detailkategorien und der möglichen Einflüsse je nach Gruppe

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 (vgl. [11], S. 92399).

Ergänzend werden die Ergebnisse in Matrizen und Heatmaps visualisiert (vgl. Abbildung 3.3), 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.

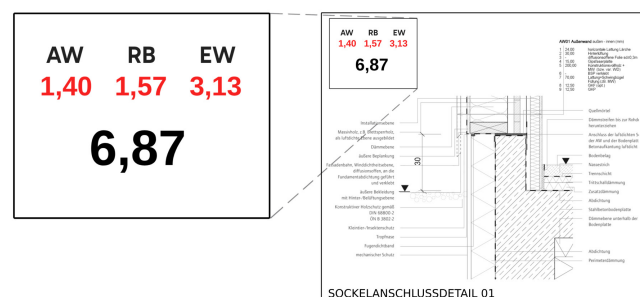


Abbildung 3.3 Mögliche Darstellung der Bewertung ist eine informative "FMEA-Plakette" eines Sockeldetails in Form einer interpretierbaren Matrice der Risikoprioritätszahl, ergänzt um die jeweiligen Mittelwerte der drei FMEA-Kategorien.

Online-Tool und Kriterienkataloge

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.

3.3 Workshops und Feedbackschleifen

3.3.1 Inhalt und Format

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 Expertinnen und Experten 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.

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 Expertinnen und Experten aus Praxis und Fachplanung, insbesondere aus Bauphysik, Brandschutz und Ausführung

3.3.2 Erkenntnisse und Ableitung

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 und in mehreren Iterationsschleifen in die Holzbaudetails, welche in den finalen Leitfäden verwendet wurden, eingearbeitet.

Aus den Feedbackschleifen konnten übergreifende Erkenntnisse abgeleitet werden, etwa die Bedeutung von Vorsatzschalen als fehlertolerante Standardlösung, die Vorteile der Holzrahmenbauweise hinsichtlich der Reparier- und Tauschbarkeit sowie die Notwendigkeit erhöhter planerischer Sorgfalt bei der Verwendung von Massivholzelementen, insbesondere bei Dachrandanschlüssen von Flachdächern. Diese übereinstimmenden Ergebnisse bilden eine wesentliche Grundlage für die Ausarbeitung des Detailkatalogs.

3.4 Output: Leitfaden und Arbeitswerkzeuge

Der Leitfaden richtet sich an unterschiedliche Planungsphasen und Erfahrungsstufen. Er dient sowohl als Einstiegshilfe für frühe Entwurfsentscheidungen als auch als Kontroll- und Optimierungsinstrument für bereits bestehende Detailentwicklungen. Die entwickelten Werkzeuge (vgl. Abbildung 3.4) sind als dynamische Planungsinstrumente zu verstehen. Empfohlen wird ein iteratives Vorgehen: Auswahl eines geeigneten Leitdetails, Anpassung an projektspezifische Anforderungen (z. B. Gebäudeklasse hinsichtlich Brandschutzes), optionale Bewertung mittels FMEA, Abstimmung hinsichtlich Fachplanung und anschließende Überarbeitung der Detailausbildung.

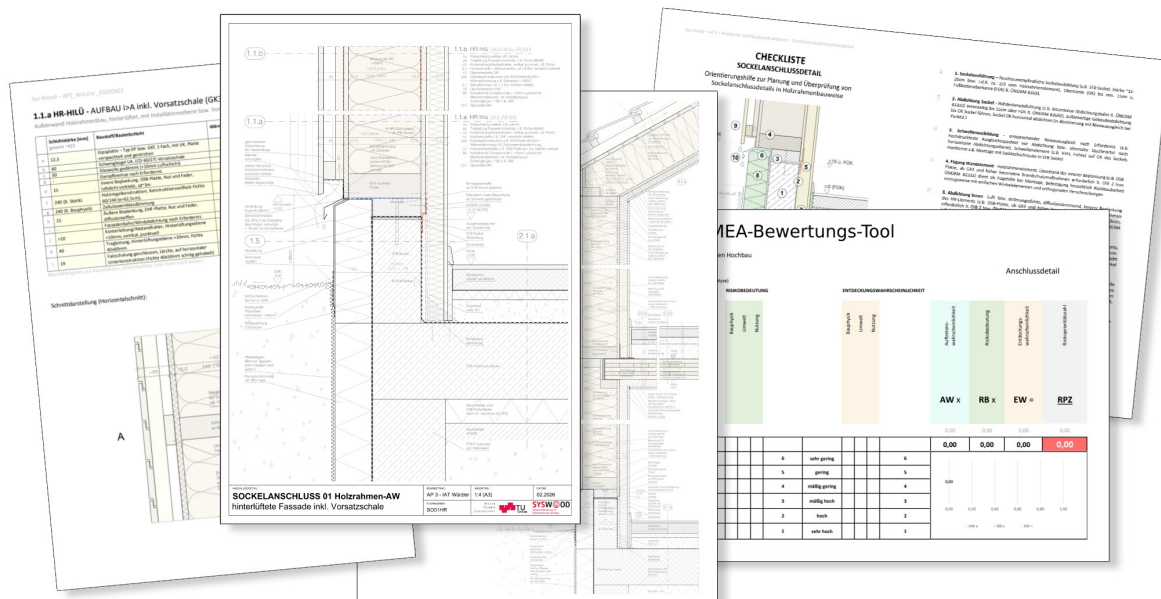


Abbildung 3.4 [Leitfaden Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau](#): Bauteilaufbauten, Detailkatalog, Best-Practice Beispiele, FMEA Bewertungs-Tool und Checklisten

3.4.1 Werkzeug zur systematischen Risiko- und Fehlerbewertung

Das in Kapitel 3.2.2 beschriebene FMEA-Bewertungsinstrument wird im begleitenden Leitfaden näher beschrieben und als Hintergrunddokument bereitgestellt. Es richtet sich an planende und ausführende Fachpersonen im Holzbau und beschreibt die Anwendung der Methode. Ergänzend stehen Blanko-Bewertungsblätter für alle Detailkategorien sowie das vollständige 3×3-Fragenset zur Verfügung. In der Forschungsarbeit hat sich das Instrument insbesondere als strukturierter Kriterienkatalog und onlinegestütztes Tool im Rahmen von Workshops bewährt und unterstützt eine nachvollziehbare und vergleichbare Bewertung von Risiken in der Planung.

3.4.2 Bauteilaufbauten und Sys.Wood-Detailkatalog

Aufbauten

Der Sys.Wood-Detailkatalog bildet den praktischen Kern des [Leitfadens zu diesem Arbeitspaket](#). Er enthält eine Auswahl an Bauteilaufbauten für Außenwände, Decken und Dächer, die von Expertinnen und Experten ausführender Unternehmen als bewährt eingestuft wurden. Dessen ungeachtet sind sämtliche Aufbauten und Details vordergründig als Referenzen zu verstehen und müssen projektspezifisch überprüft sowie gegebenenfalls angepasst werden.

Detailkatalog

Den Hauptteil des Katalogs bilden überarbeitete Holzbaudetails, die im Rahmen der Bewertungen und Workshops als besonders resilient eingeschätzt wurden. Sie sind nach Detailkategorien (Sockel-, Decken- und Dachrandanschlüsse für Flach- und Steildächer) sowie nach Bauweise und Fassadenart gegliedert.

3.4.3 Best-Practice Beispiele und Checklisten

Best-Practice Beispiele

Die gezeigten durchgängigen Fassadenschnitte sollen als *Best-Practice Beispiele* verstanden werden und veranschaulichen das Zusammenspiel von Sockel-, Decken- und Dachanschlussdetails über mehrere Geschoße hinweg. Abhängig von Bauweise und Fassadenlösung ist eine sinnvolle Kombination unterschiedlicher Detailvarianten möglich, sofern diese konstruktiv und bauphysikalisch aufeinander abgestimmt werden. Die dargestellten Beispiele sind nicht als einzige gültige Lösung zu verstehen, sondern als anschauliche Referenz für eine konsistente und resiliente Gesamtstrategie (vgl. Abbildung 3.5).

Checklisten

Zur systematischen Anwendung enthält der Leitfaden angepasste Checklisten für jede Detailkategorie. Diese fassen jeweils zehn kritische Punkte zusammen, die unter anderem auf Fachplanungsbereichen wie Tragwerk, Bauphysik und Brandschutz basieren und durch ergänzende Kriterien wie beispielsweise Langlebigkeit und Demontierbarkeit erweitert werden. Sie unterstützen sowohl die Planung neuer als auch die Kontrolle bestehender Details (vgl. Abbildung 3.6).

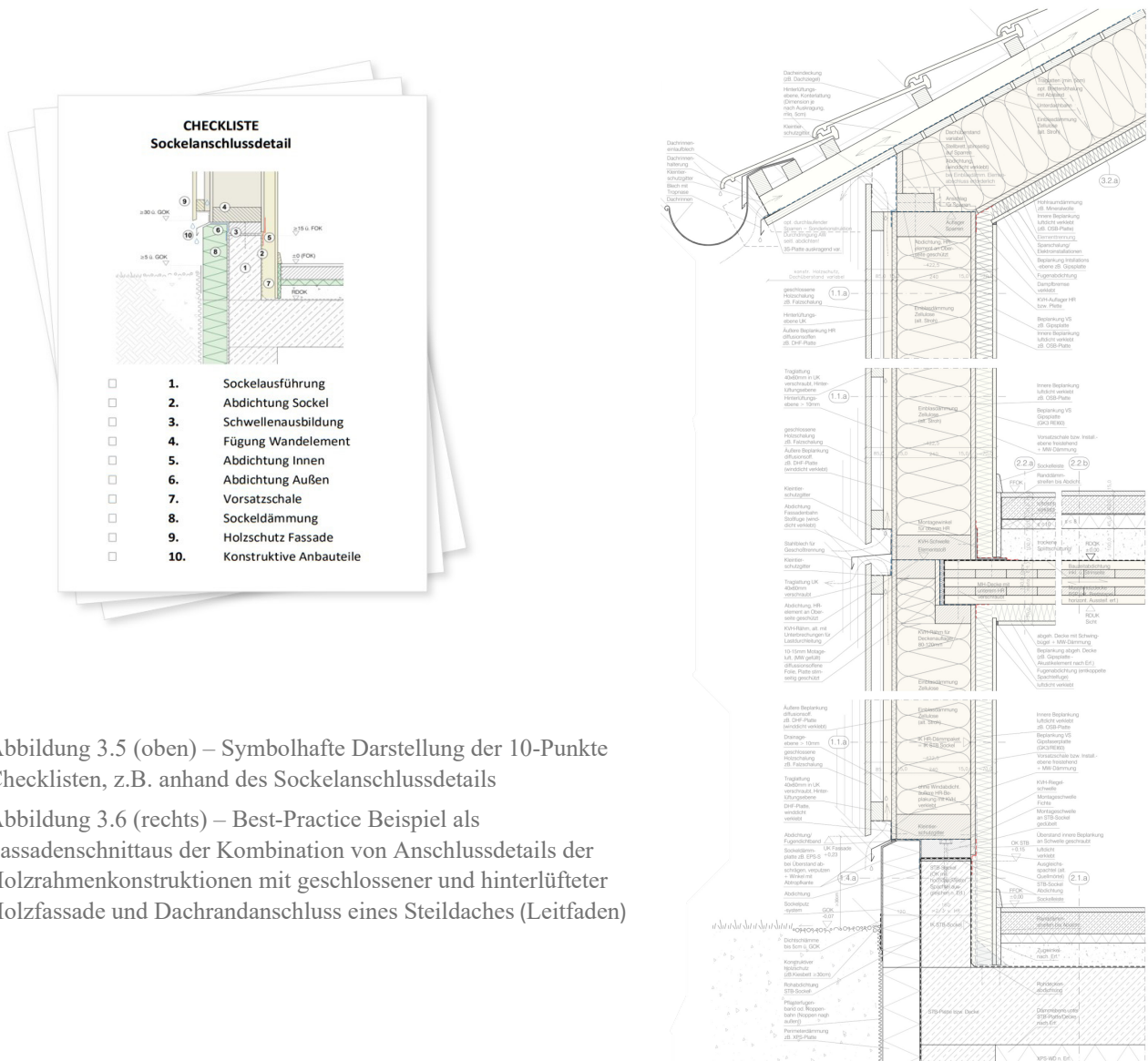


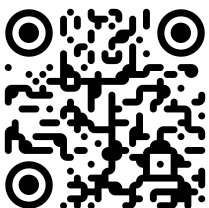
Abbildung 3.5 (oben) – Symbolhafte Darstellung der 10-Punkte Checklisten, z.B. anhand des Sockelanschlusssdetails

Abbildung 3.6 (rechts) – Best-Practice Beispiel als Fassadenschnittaus der Kombination von Anschlussdetails der Holzrahmenkonstruktionen mit geschlossener und hinterlüfteter Holzfassade und Dachrandanschluss eines Steildaches (Leitfaden)



Die technische Resilienz von Holzbaukonstruktionen wird maßgeblich nicht durch einzelne Bauteile, sondern durch die Qualität ihrer Anschlussdetails und bauphysikalischen Schnittstellen bestimmt. Sie lässt sich durch frühzeitige, systematische und qualitative Bewertung gezielt planen und verbessern.

Weiterführende Information zum Arbeitspaket Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau



Ernst Alexander Dengg, Johannes Würzler: Sys.Wood: Leitfaden Resiliente Hochbaukonstruktionen im Holzbau. <https://doi.org/10.60588/mbeb-z771>

4 Holzbau im Lebenszyklus

4.1 Einleitung

Die im Startkapitel beschriebene **Bauwende** erfordert eine grundlegende Neuausrichtung des Bauwesens: Weg von linear organisierten Planungs-, Bau- und Nutzungsprozessen hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. Dabei rücken neben der Reduktion betrieblicher Emissionen insbesondere der Ressourcenverbrauch, die grauen (indirekten) Emissionen durch etwa Herstellung, Transport und Materialentsorgung in den Fokus. Um diese grauen Emissionen zu vermeiden, sind Kriterien der Kreislauffähigkeit zu beachten: **Bauteile und Materialien sollen wieder- und weiterverwendet** werden und so möglichst lange im Stoffkreislauf verbleiben.

Der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen kommt daher eine zentrale Rolle zu. Die österreichische Kreislaufstrategie [12] formuliert das Ziel, Stoffkreisläufe zu schließen, den Primärrohstoffbedarf zu reduzieren und die Wertschöpfung von Materialien möglichst lange zu erhalten. Auch bei nachwachsenden Rohstoffen wie Holz ist der Ressourcenverbrauch im Sinne einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung zu begrenzen. Gleichzeitig ist die Nutzung der Ressource Bauholz an langfristig verfügbare Entnahmemengen anzupassen und auf Stoffströme mit möglichst langer Bindungsdauer im Bauwesen auszurichten. Für den Gebäudesektor bedeutet dies eine Abkehr vom bisherigen Einmalgebrauch von Baustoffen und Konstruktionen hin zu langlebigen, anpassungsfähigen und rückbaubaren Systemen. Die in Abbildung dargestellten zehn R-Strategien der Kreislaufwirtschaft wurden der Broschüre *Ressourcennutzung in Österreich* [13] entnommen und inhaltlich an die Anforderungen des Holzbaus angepasst, wie in Abbildung 4.1 dargestellt.

Der Holzbau nimmt in diesem Transformationsprozess der **Bauwende** eine besondere Stellung ein. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, ermöglicht einen hohen Vorfertigungsgrad und bietet aufgrund seiner materialtechnischen Eigenschaften günstige Voraussetzungen für Reparatur, Wiederverwendung und Weiterverwendung. Gleichzeitig erfordert die konsequente Umsetzung zirkulärer Prinzipien im Holzbau eine präzise Planung, konstruktive Entscheidungen in frühen Projektphasen sowie eine lebenszyklusorientierte Bewertung von Bauteilen und Gebäuden unter Einbeziehung aller Inhalte von Sys.Wood.

Dieses Arbeitspaket verortet sich an der Schnittstelle zwischen **Bauwende** und Kreislaufwirtschaft und greift die zehn R-Strategien als übergeordneten Orientierungsrahmen auf. Der Fokus liegt dabei auf jenen Strategien, die im Holzbau einen besonders hohen Hebel für Ressourceneffizienz und Lebensdauer entfalten – von der Reduktion des Ressourcenverbrauchs über die Verlängerung der Nutzungsdauer bis hin zur gezielten Vorbereitung von Wiederverwendung und Rückführung in Kreisläufe. Ziel ist es, diese Strategien in den drei Themenfeldern **Repair**, **Reuse** und **Assessment** konkret umzusetzen.

Der Schwerpunkt **Repair** adressiert Maßnahmen zur Werterhaltung und Verlängerung der Nutzungsdauer von Holzbauten. Darauf aufbauend untersucht **Reuse** die technischen, konstruktiven und prozessualen Voraussetzungen für die Wieder- und Weiterverwendung von Bauteilen und Konstruktionen. Ergänzend dazu werden im Rahmen des **Assessment** die ökologischen Wirkungen dieser Strategien lebenszyklusorientiert bewertet.

Damit überführt dieses Arbeitspaket die zehn R-Strategien von einem konzeptionellen Rahmen in einen konkreten, bewertbaren Handlungsleitfaden und zugehörige Hintergrunddokumente für reale Holzbaukonstruktionen, Bauteile und Prozesse. Es leistet einen Beitrag zur konkreten Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Holzbau sowie zur inhaltlichen Konkretisierung der **Bauwende** auf Bauteil- und Gebäudeebene.



Quelle: BMK 2022, Ressourcennutzung in Österreich 2024, Bericht, Seite 90
Bearbeitung und Anpassung im Rahmen des Sys.Wood-Projekts

Abbildung 4.1 Anwendung der 10 R-Strategien der Kreislaufwirtschaft im Holzbau. Darstellung aus der österreichischen Kreislaufstrategie [13]

4.2 Repair – Werterhalt durch Wartung

Der Schwerpunkt dieses Kapitels liegt auf der R-Strategie **Repair**, die als zentrale Maßnahme zur Werterhaltung und Verlängerung der Nutzungsdauer von Holzbauten verstanden wird. Ergänzend wird auch die R-Strategie **Refurbish** berücksichtigt, da Maßnahmen zur Ertüchtigung, Anpassung und Aufwertung bestehender Bauteile und Bauwerke einen wesentlichen Beitrag zur Lebensdauerverlängerung leisten und in der Praxis eng mit Instandhaltungs- und Wartungsstrategien verknüpft sind.

Beide Strategien gelten als zentrale Hebel der Kreislaufwirtschaft, um die Nutzungsdauer von Bauwerken zu verlängern, deren funktionalen und wirtschaftlichen Wert zu erhalten und frühzeitige Erneuerungs- oder Ersatzmaßnahmen zu vermeiden.

Zur Erarbeitung der Inhalte wurden Recherchen durchgeführt, die sowohl die Auswertung einschlägiger Fachliteratur als auch qualitative Interviews mit Expert:innen aus Planung, Ausführung und Gebäudebetrieb umfassten. Die Untersuchungen stützten sich auf technische Dokumentationen, Herstellervorgaben, Betriebsanleitungen sowie relevante Richtlinien und Normen. Auf dieser Basis wurden Inspektionsintervalle und Instandhaltungsmaßnahmen für die in Abbildung 4.2 dargestellten Bauelemente festgelegt und nutzungsbedingte Einflüsse beschrieben.

Die Ergebnisse zeigen, dass unabhängig von der Bauweise das Thema Wartung im Hochbau von zentraler Bedeutung ist und der Holzbau bei sachgerechter Planung und Ausführung gegenüber anderen Baustoffen keinen erhöhten Wartungsaufwand aufweist. Entscheidend sind vielmehr die Zugänglichkeit der Bauteile, klare Zuständigkeiten der beteiligten Personen sowie strukturierte Wartungsprozesse.

Auf Basis eines einheitlichen, fachlich fundierten [Wartungshandbuchs](#) wurden drei zielgruppenspezifische Fassungen erarbeitet. Diese Fassungen richten sich spezifisch an Mieter:innen, Eigentümer:innen bzw. Gebäudeverwaltungen sowie ausführende Unternehmen und stellen jeweils auf den Handlungsspielraum und die Verantwortlichkeiten der jeweiligen Nutzergruppe ab. Die als Hintergrunddokumente verfügbaren Broschüren bieten verständliche, praxisnahe Beschreibungen zur systematischen Bauwerkserhaltung. Durch die Anwendung präventiver Maßnahmen können die Nutzungsdauer von Bauteilen verlängert, Ressourcen geschont und Sanierungskosten reduziert werden. Damit leisten die beschriebenen Wartungsbroschüren einen konkreten Beitrag zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Sinne der **Bauwende** und schließen eine bislang häufig vernachlässigte Lücke in der Instandhaltungspraxis.

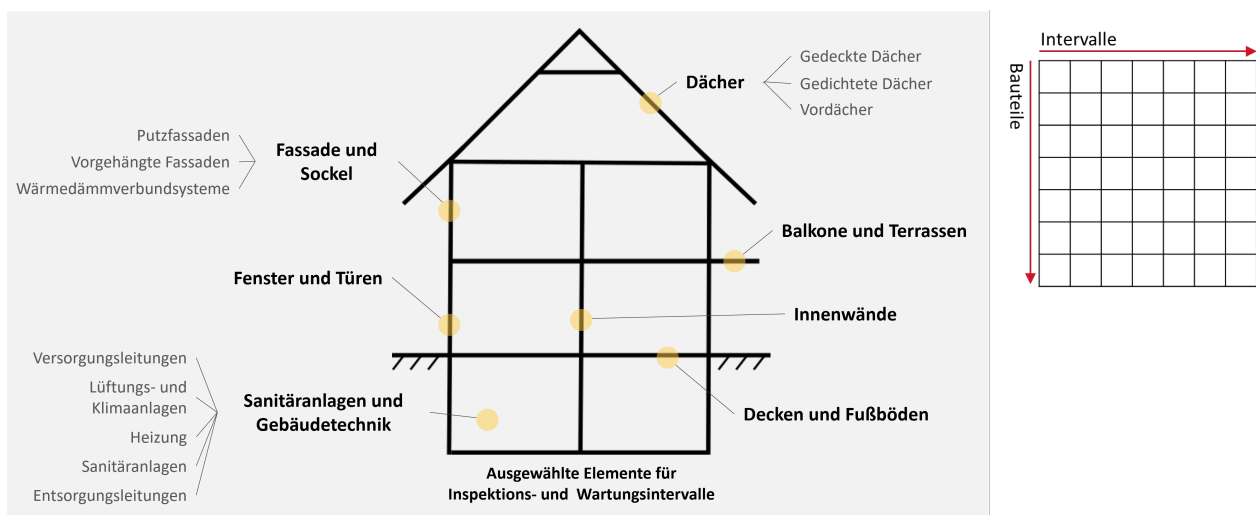


Abbildung 4.2 Ausgewählte Bauelemente für Inspektions- und Wartungsintervalle (links)
Strukturaufbau der Inspektions- und Wartungstabellen (rechts)

4.3 Kreislaufwirtschaft und Zerlegbarkeit (Reuse)

4.3.1 Best Practice Katalog

Die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im österreichischen Holzbau, insbesondere im Hinblick auf die Wiederverwendung von Bauteilen (**Reuse**), wird maßgeblich durch die Ausführungsart der konstruktiven Fügungen bestimmt. Deshalb untersuchte das Forschungsprojekt kreislauffähige Fügungen und deren Bewertbarkeit umfassend.

Dem Vorurteil „Kreislaufwirtschaft ist eine Utopie“ wurde zunächst mit einem [Best-Practice-Katalog](#) begegnet. Dieser stellt ausgewählte Projekte vor, die bereits im Kreislauf geführt wurden, zerlegbar geplant sind oder einen Reuse-Anteil aufweisen. Die Darstellung reicht von Gesamtprojekten bis zu einzelnen Detaillösungen. Der geographische Schwerpunkt liegt auf der DACH-Region und wurde durch internationale Beispiele ergänzt. Jedes Projekt ist auf zwei Seiten zusammengefasst, wobei die zentralen Erkenntnisse zur Kreislauffähigkeit kompakt präsentiert werden.

Aus mehr als 20 betrachteten Projekten wurden Aussagen zu Bauweise und Nutzungsart abgeleitet, wodurch erkennbare Trends für künftige Entwicklungen identifiziert werden konnten. Ziel des Katalogs ist es, die Bandbreite des Themas Kreislaufwirtschaft im Holzbau zu dokumentieren und als Inspirationsquelle für zukünftige, kreislauffähige Holzbauprojekte zu dienen.

4.3.2 Kreislauffähige Fügungen

Im Kontext der Kreislaufwirtschaft kommt der Ausführungsart konstruktiver Fügungen eine zentrale Bedeutung zu, da sie maßgeblich über die Trennbarkeit, Reparaturfähigkeit und Wiederverwendbarkeit von Bauteilen und Konstruktionen entscheidet. Im Forschungsprojekt wurden daher Holzleichtbauweisen sowie Holzmassivbauweisen eingehend analysiert. Ausgehend vom Status quo werden bauweisespezifische Herausforderungen für eine zirkuläre Baupraxis aufgezeigt und Erkenntnisse aus aktuellem Forschungsstand berücksichtigt.

Aufbauend auf der Problemanalyse werden mögliche Lösungsansätze präsentiert: Zum einen als Individuallösungen anhand realisierter Projekte, zum anderen als Industrielösungen in Form verfügbarer Verbindungssysteme. Der Fokus liegt dabei auf Produkten, die in der DACH-Region erhältlich sind. Zur besseren Übersicht werden diese nach ihrer Beanspruchungsrichtung in Gruppen gegliedert.

Ausgehend von den drei Übertragungsmechanismen für Fügungen im Holzbau – Formschluss, Kraftschluss und Stoffschluss – bieten die jeweiligen Ausführungen unterschiedliche Potenziale für Kreislauffähigkeit. Im Brettsperrholz-Massivbau dominieren derzeit Verbindungen mit Blechformteilen in Kombination mit Schrauben, Nägeln und anderen stiftförmigen Verbindungsmitteln. Der verbreitete Einsatz von Zugankern und Schubwinkeln geht mit einem hohen Anteil an Schrauben und Nägeln einher, was zusätzlichen Montageaufwand und Einschränkungen für die Wiederverwendbarkeit bedeutet. Vor diesem Hintergrund stellen die Forschungspartner:innen die Frage:

“Gibt es praktikable Alternativen zu aktuell verbreiteten Lösungen?”

4.3.3 Vertikale Vorspannung

Als besonders vielversprechender Ansatz wurde eine Kombination aus form- und kraftschlüssiger Fügung identifiziert: die **vertikale Vorspannung von Brettsperrholz-Wänden** mit Aktivierung von Reibung und Verzahnung der Deckenplatten, wie in Abbildung 4.3 schematisch dargestellt.

Brettsperrholz zeichnet sich als massives Bauelement durch hohe Tragfähigkeit und eine hohe Elementsteifigkeit aus. Im Holzbau werden horizontale Einwirkungen durch aussteifende Wände bis in das Fundament abgetragen. Projektabhängig – insbesondere im mehrgeschoßigen Holzbau – treten dabei hohe Lastkonzentrationen in einzelnen Wandscheiben auf. Konventionelle Lösungen mit Zugverbindern an den Wandenden sowie Schubwinkel entlang der Fuge an Wandkopf und Wandfuß führen zu einer deutlichen Reduktion der Systemsteifigkeit und weisen bei einseitiger Montage an der Wandinnenseite eine begrenzte Tragfähigkeit auf.

Für hohe Beanspruchungen werden daher häufig zentrische Verbindungen ausgeführt, beispielsweise durch außen liegende ebene Bleche und innen liegende gekantete Bleche oder durch eingeschlitzte T-förmige Stahlprofile, die über Anker oder Schweißgrund mit dem Untergrund sowie über Stabdübel mit der Brettsperrholz-Wand verbunden werden. Im Hybridbau von BSP mit Stahlbeton kann alternativ die Randausbildung der Decken so konzipiert werden, dass die Lastabtragung über Pressung des Stahlbetons erfolgt.

Eine grundsätzlich **zerlegbare Alternative** stellt die zentrische Vorspannung von Wandelementen dar. Analog zum Stahlbetonbau wird durch das gezielte Überdrücken der Fuge die Steifigkeit der Wandscheiben deutlich erhöht, da die Verformung nicht mehr primär durch die Zugdehnung einzelner Verankerungspunkte an den Wandenden und die Verschiebung der Schubwinkel bestimmt wird. Durch die Vorspannung werden Druckspannungen aktiviert, die einerseits planmäßig Reibungskräfte in der Fuge erzeugen und damit einen Tragwiderstand gegen Verschieben bilden, und andererseits den Zugkräften verformungsarm entgegenwirken. Als besonders geeignete Lösung für eine effiziente Lastdurchleitung und eine erhöhte Schubtragfähigkeit wird in der Literatur [14] eine Verzahnung von Wand- und Deckenelementen beschrieben. Im Forschungsprojekt wurde eine einseitige Ausnehmung der Wandelemente untersucht, wie in Abbildung 4.3 dargestellt.

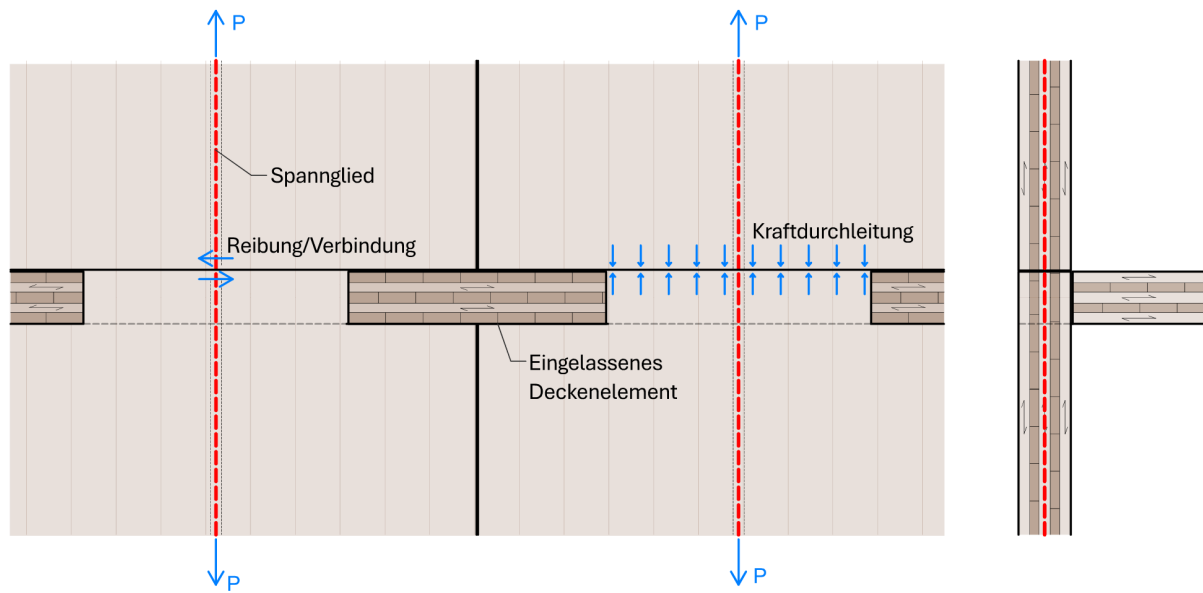


Abbildung 4.3 Schema für ein vertikal vorgespanntes Brettsperrholz-System

Begleitet durch wissenschaftliche Arbeiten von Studierenden der TU Wien [15] und der FH JOANNEUM wurde das beschriebene Vorspannsystem im Verlauf des Forschungsprojektes hinsichtlich Machbarkeit, Tragwerksmodellierung und konstruktiver Umsetzung untersucht. Ein zentrales Ergebnis ist die Beschreibung des nichtlinearen Tragverhaltens sowie die Ermittlung der Arbeitslinie einer aussteifenden Wandscheibe, die ein hohes Potential im Hinblick auf die Erdbebensicherheit und Robustheit von BSP-Konstruktionen aufweist.

Zur Untersuchung der Machbarkeit wurden Tragwerksmodelle angewendet, Verbindungsdetails entwickelt und konstruiert, Vorspannkonzepte analysiert und Variantenstudien durchgeführt. Die Untersuchungen bauen auf etablierten Modellansätzen aus der wissenschaftlichen Literatur auf und zeigen das Potenzial des Bausystems auf [14, 16]. Zur experimentellen Verifizierung wurden im Forschungsprojekt Versuchsaufbauten entwickelt. Die Versuchsaufbauten dienen Orientierungsversuchen, auf deren Basis ein sinnvoller Forschungsbedarf für mögliche Anschlussprojekte abgeleitet werden kann.

Abschließend wurde die Leistungsfähigkeit zirkulärer Fügungen anhand einer Vergleichsrechnung für ein fiktives fünfgeschoßiges Gebäude mit der Aussteifung durch Brettsperrholzwände untersucht und diskutiert. Dabei werden die Fügungen einer aussteifenden BSP-Wand in drei Varianten betrachtet:

- a) Verbindungen mittels Zugankern und Schubwinkel,
- b) ein System von Ringverbindern sowie
- c) eine vertikale Vorspannung mit aktivierter Reibung.

Die Beispielrechnungen zeigen die jeweiligen Anwendungsgrenzen und Leistungsunterschiede der betrachteten Verbindungssysteme auf und sind im [Leitfaden](#) zum Arbeitspaket angeführt.

4.4 Lebenszyklusanalyse und ökologische Bewertung

Die ökologische Bewertung von Projekten gewinnt immer stärker an Bedeutung. Mit der nächsten Generation der Richtlinien des österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) ab 2027 wird das Thema erstmals rechtlich verbindlich vorgeschrieben werden. Mit Life-Cycle Assessment (LCA, deutsch: Lebenszyklusanalyse) steht im Bauwesen seit einigen Jahren die Möglichkeit zur Bewertung nach dem in Abbildung 4.4 dargestellten Phasenmodell zur Verfügung. Die bestehenden Bewertungssysteme fokussieren aktuell mehrheitlich auf zwei Phasen: Die Herstellung (A1-A3) und die Verwertung (C3-C4). In dieser Betrachtung bestehen Lücke, wodurch Projekte noch nicht ganzheitlich abgebildet werden können. Aus diesem Grund fokussierte das Forschungsprojekt auf zwei weitere relevante Bereiche zum Schluss dieser Lücken: Vorfertigung im Werk (A3) sowie Austausch (B4) und Rückbau (C1).

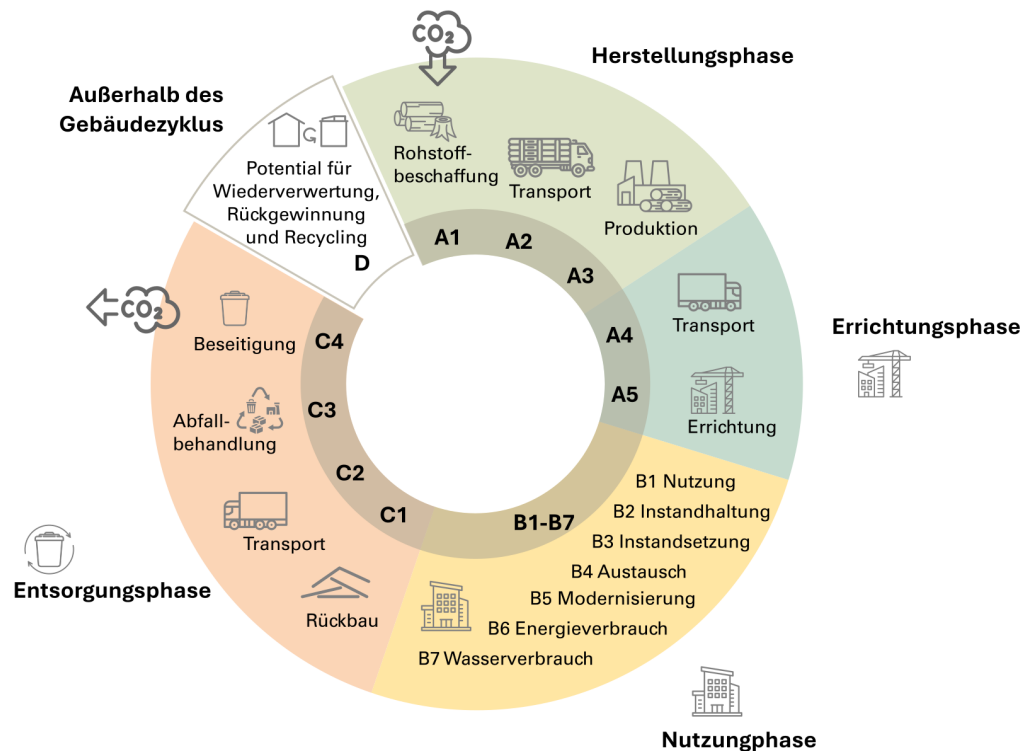


Abbildung 4.4: Schematische Darstellung des Lebenszyklus eines Bauwerks mit den Modulen A1–A5 für Herstellung und Errichtung, B für Nutzung, C für Rückbau und Entsorgung sowie den Kreislaufpotenzialen in Modul D gemäß EN 15978.

4.4.1 Vorfertigung im Werk (A3)

Die Ergebnisse zeigen, dass die ökologischen Aufwände der Vorfertigung im Holzbau gering sind und im Rahmen normgemäßer Gebäudeökobilanzen einen geringen Beitrag zur Erhöhung des Gesamt-Treibhauspotenzials leisten. Die Emissionen aus der Vorfertigung liegen deutlich unter jenen der materialbezogenen Sachbilanz und beeinflussen das Gesamtergebnis eines Bauteils nur geringfügig.

Der ökologische Mehrwert der Vorfertigung liegt daher weniger in einer direkten Emissionsreduktion, sondern in systemischen Vorteilen entlang der Wertschöpfungskette. Dazu zählen eine präzisere Materialplanung, reduzierte Materialverluste, eine gleichbleibende Bauteilqualität sowie verbesserte Voraussetzungen für Automatisierung und Digitalisierung. Gleichzeitig führt ein hoher Vorfertigungsgrad zu einer **Entlastung der Baustelle**, da Arbeitsvorgänge, Maschinen- und Energieeinsatz vor Ort reduziert werden.

In der Ökobilanz spiegelt sich dies in einer Verschiebung von Aufwänden aus der Bauphase (A5) in vorgelagerte, kontrollierte Produktionsprozesse (A3) wider, ohne zusätzliche Emissionen außerhalb der bestehenden Systemgrenzen zu verursachen. Auch Transportprozesse (A4) bleiben durch standardisierte Logistik gut kontrollierbar. Insgesamt stellt die **Vorfertigung damit einen zentralen Hebel für Ressourceneffizienz, Prozessqualität und Kreislauffähigkeit** dar und kann als ökologisch robuste Bauweise eingeordnet werden.

4.4.2 Bewertungssysteme

Für eine umfassende ökologische Bewertung sind nicht nur die Emissionen ausgehend von der Herstellungsphase von Interesse, sondern auch jene Emissionen, die im Laufe der Nutzungsdauer durch Sanierung und letztlich Rückbau/Demontage anfallen. Dafür werden Informationen zur Produktlebensdauer sowie der Fügung der Elemente benötigt. Im Hinblick auf die Beurteilung der Kreislauffähigkeit wird seitens Institutionen und Wissenschaftlern auf ein Spektrum unterschiedlicher Herangehensweisen zurückgegriffen.

Die Analyse der Produkte und Komponenten erfolgt mittels unterschiedlicher Methoden und Indikatoren, deren Entwicklung derzeit im Gange ist. Es sei darauf hingewiesen, dass die Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, kurz LCA) nicht als Instrument zur Evaluierung der Kreislauffähigkeit eines Produktes zu verstehen ist. Stattdessen werden durch sie die potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktes ermittelt. Infolge der signifikanten Relevanz, die das Thema Kreislaufwirtschaft für die Branche erlangt hat, wurde damit begonnen, Kreislaufwirtschaftsindikatoren in ihre Programme zu integrieren. Ziel des Forschungsprojektes war es die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Systeme zu untersuchen. Im Zuge des Forschungsprojektes wurden hierfür drei Leitfäden/Systeme miteinander verglichen: Zifa 1.0 [17], der Katalog kreislauffähiger Holzbauteile [18] sowie der Leitfaden „Rückbauorientiertes Planen und Bauen im Holzbau [19]. Die ausgewählten Bewertungssysteme legen den Fokus auf verschiedene Zielgruppen (z.B.: Handwerker, Planer) und Themengebiete. Die Schwerpunkte reichen von der Demontierbarkeit des Verbindungstyps der jeweiligen Schichten, über den Schädigungsgrad der Schichten durch Demontage bis hin zum Zirkularitätspotenzial durch etwa Wiederverwendung oder Recycling. Durch die Analyse konnten Gemeinsamkeiten der Systeme aufgezeigt werden. Hinter unterschiedlichen Begriffen konnten gemeinsame Begriffsinhalte identifiziert werden. Diese terminologischen Abweichungen machten die Erstellung eines gemeinsamen Glossars erforderlich.

Um die Vergleichbarkeit weiter zu erhöhen, wurden die unterschiedlichen Bewertungsskalen normiert. Anhand eines Beispielaufbaus erfolgt die Anwendung und Auswertung der Leitfäden. Die Ergebnisse verdeutlichen die variierenden Bewertungslogiken, zeigen bestehende Herausforderungen bei der Vergleichbarkeit auf und machen deutlich, wo Potenzial für eine künftige Angleichung und Harmonisierung besteht.

4.4.3 Nutzungsphase und Wiederverwendungsszenarien

Nachhaltiges Bauen im Sinne der Kreislaufwirtschaft verlangt eine systematische, mehrstufige Optimierung der Planung: Bauteile sollen nicht nur aus nachhaltigen Rohstoffen bestehen, sondern auch möglichst lange im Nutzungskreislauf verbleiben und mehrfach wiederverwendet werden.

In diesem Arbeitspaket wurden Hochbaudetails aus dem im Projekt entwickelten Detailkatalog analysiert. Schwerpunkt der Forschung war die Auswertung des Treibhauspotenzials GWP für die Module A sowie C über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren. Als Referenz standen in der Praxis übliche Stahlbetonaufbauten den entwickelten Holzaufbauten gegenüber. Die Ergebnisse zeigen, dass Außenwände in Holzbauteile einen um rund 35 % geringeren „GWP-Fußabdruck“ aufweisen als vergleichbare Stahlbetonkonstruktionen.

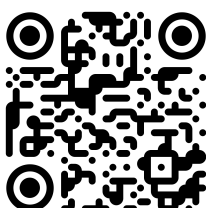
Für das Modul B wurden auf Basis der Lebensdauern der einzelnen Bauteilschichten Sanierungszyklen abgeleitet: Demnach ist ein Austausch der Fassadenverkleidung nach etwa 30 Jahren zu erwarten. Zusätzlich wurde eine Außenwand hinsichtlich ihrer Trennbarkeit (Demontage- und Wiederverwendungsfähigkeit) optimiert, sodass die Tragkonstruktion in einen weiteren Nutzungszyklus überführt werden kann. Im Vergleich zu einer vollständigen Neuerrichtung lässt sich dadurch mehr als 25 % des GWP einsparen.

Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial kreislaugerechter Planung im Holzbau zur signifikanten Reduktion der Klimaauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus von Gebäudebauteilen.



Der ökologische und ressourcenschonende Mehrwert des Holzbaus resultiert nicht allein aus dem Baustoff Holz, sondern aus einer konsequent lebenszyklusorientierten Planung. Diese zielt auf Konstruktionen ab, die wartungsfreundlich, reparaturfähig, zerlegbar und wiederverwendbar sind und damit Ressourcenschonung auf Bauteil- und Gebäudeebene ermöglichen.

Weiterführende Information zum Arbeitspaket Holz im Lebenszyklus



Alireza Fadai, Alexander Gerger, Katharina Schachner, Fabian Ulrych, Marius Valente, Markus Wallner-Novak: Sys.Wood: Leitfaden Holzbau im Lebenszyklus.
<https://doi.org/10.60588/rw1-r893>

5 Qualitätsmanagement im Holzbau

Qualitätsmanagement wird in vielen Unternehmen traditionell über die Zufriedenheit der Kund:innen definiert. Die Auswertung der Mitarbeitendenbefragungen zeigt jedoch, dass Qualität ihre Grundlage im Inneren der Organisation hat: Sie entsteht aus klaren Strukturen, definierten Zuständigkeiten, wirksamer Kommunikation sowie einer gelebten Verantwortungskultur. Dieses Verständnis deckt sich mit dem Qualitätsansatz der ISO 9001, die die Wirksamkeit von Qualitätsmanagementsystemen maßgeblich an internen Faktoren wie Führung, Rollenverteilung, Kommunikation, Wissen und Organisationskultur knüpft.

Die Befragungen in mittelständischen Holzbauunternehmen zeigen, dass Qualität im österreichischen Holzbau durch klar benennbare **Erfolgsfaktoren** und **Barrieren** geprägt ist. Wiederkehrend genannt werden auf der Erfolgsseite unter anderen die Ziel- und Prozessdefinition, Messbarkeit, Kommunikation, Qualitätskontrolle, Dokumentation, Verbindliches Engagement des Top-Managements und klare Verantwortungszuordnung. Als Hemmnisse treten insbesondere „Reden ohne Umsetzung“, fehlende Zuständigkeiten sowie ineffiziente Kommunikation hervor. Insgesamt wird Qualität damit nicht isoliert betrachtet, sondern als Zusammenspiel organisatorischer und prozessualer Elemente verstanden.

Für die Einordnung im Projektkontext ist die Perspektive des Projektmanagements hilfreich (Abbildung 5.1): Die Wechselwirkungen zwischen **Kosten**, **Terminen** und **Qualität** werden häufig über das „magische Dreieck“ beschrieben. Diese drei Größen stehen in einem engen Abhängigkeitsverhältnis. Verändert sich eine Zielgröße, beeinflusst dies die beiden anderen unmittelbar. Eine frühere Fertigstellung bei gleichbleibender Qualität führt typischerweise zu steigenden Kosten.

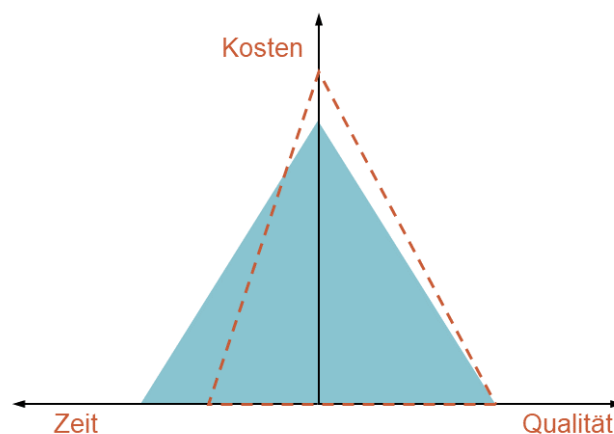
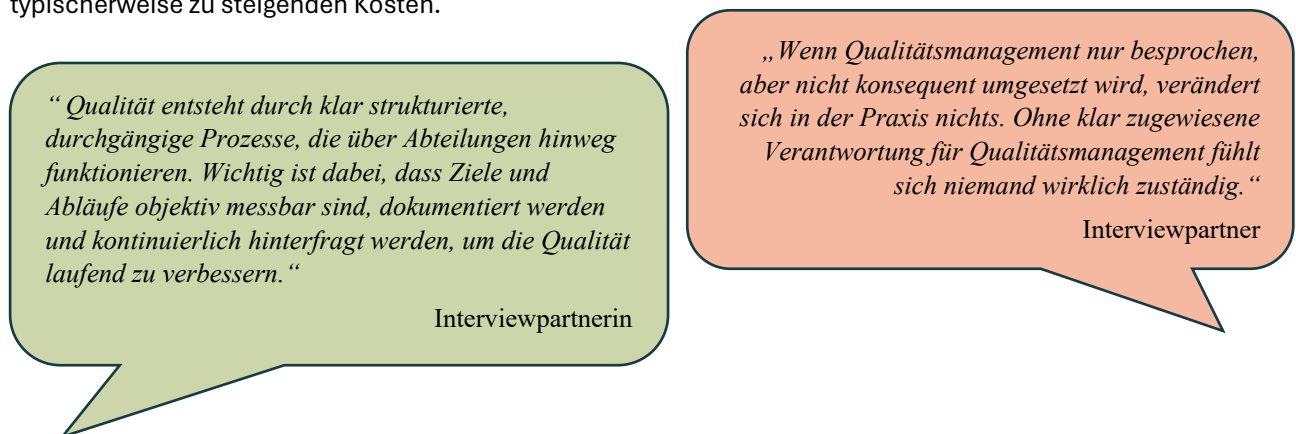


Abbildung 5.1 Das Magische Dreieck

Vor diesem Hintergrund setzt dieses Arbeitspaketbewusst beim Qualitätsmanagement an. Qualität wirkt als verbindendes Element zwischen Kosten, Terminen und Kundennutzen. **Lean Management** wurde als methodischer Ordnungsrahmen gewählt, da Qualität darin nicht als nachgelagerte Kontrolle, sondern als Bestandteil stabiler und robuster Prozesse verstanden wird. Ziel ist nicht die Einführung eines Parallel-Systems, sondern die Bündelung und Stärkung bereits wirksamer Prinzipien im Sinne einer konsistenten Vorgehenslogik.

Ein Kernbestandteil von Lean Management ist der **kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP)**. KVP beschreibt ein systematisches, dauerhaftes Vorgehen, bei dem Abläufe regelmäßig hinterfragt, verbessert und auf ihren Nutzen überprüft werden. Verbesserungen erfolgen schrittweise und werden im Arbeitsalltag verankert. Leitgedanke ist, dass Probleme dort gelöst werden, wo sie entstehen, und zwar durch jene Personen, die täglich in den Prozessen arbeiten. Die zugehörige Darstellung (Abbildung 5.2) verdeutlicht Verbesserung als fortschreitende Entwicklung: Standards als Ausgangspunkt, KVP als wiederkehrender Zyklus sowie Transparenz und Vertrauen als Voraussetzung für nachhaltige Wirkung.

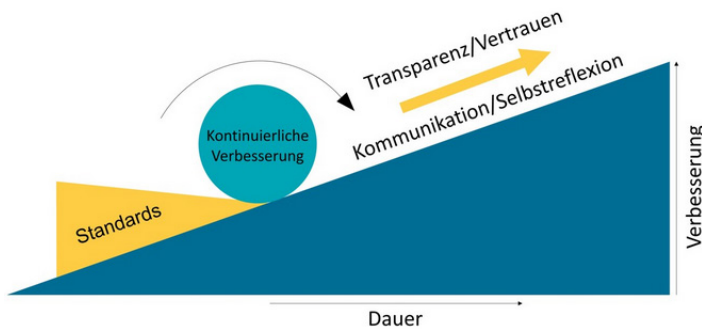


Abbildung 5.2 Der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP)

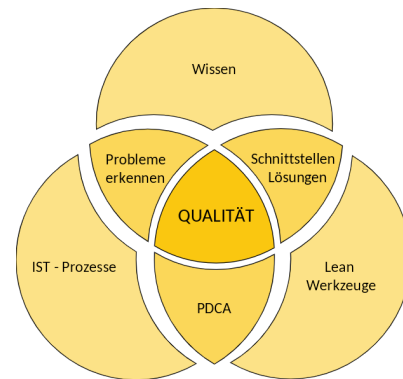


Abbildung 5.3 Wie setzt sich Qualität zusammen?

Zur Strukturierung dieses Qualitätsverständnisses wird ein entwickeltes Drei-Kreise-Modell herangezogen (Abbildung 5.3). Die drei Kreise stehen für:

- Wissen (Kompetenzaufbau, gemeinsames Begriffsverständnis),
- IST-Prozesse (Transparenz über Abläufe, Schnittstellen, Verantwortlichkeiten),
- Lean-Werkzeuge (methodische Unterstützung zur gezielten Verbesserung).

In den Überlappungen entstehen die zentralen Potenziale: Probleme früh erkennen, Schnittstellen wirksam gestalten und praxisnahe Lösungen ableiten. Im Zentrum steht Qualität als Schnittpunkt aller drei Dimensionen. Der KVP ist genau dort verortet: Er wird erst voll wirksam, wenn Wissen vorhanden ist, Prozesse transparent sind und Werkzeuge gezielt eingesetzt werden. Die Systematik bildet den Orientierungsrahmen für die folgenden Kapitel.

5.1 IST-Prozesse

Ausgangspunkt jeder Qualitätsentwicklung ist ein klares Verständnis der **eigenen Unternehmensprozesse**. Prozesse beschreiben wiederkehrende Abläufe mit definierten Inputs, Verantwortlichkeiten, Schnittstellen und Outputs. Im Holzbau ist dieses Prozessverständnis besonders relevant, weil Planung, Vorfertigung, Logistik und Montage eng gekoppelt sind und spätere Änderungen oft zu überproportionalen negativen Auswirkungen führen. Auf Basis der im Projekt erarbeiteten [Prozesskette](#) (in Abstimmung mit Planungsmethoden für den Holzbau) werden Zusammenarbeit, Übergaben und Verantwortlichkeiten sichtbar gemacht.

5.2 Probleme erkennen

Die systematische Identifikation von Problemen erfordert Transparenz der laufenden Prozesse und Schnittstellen. Erst wenn Abläufe und Zuständigkeiten verstanden sind, lassen sich Schwachstellen in Wertschöpfung und Kommunikation erkennen und als Ausgangspunkt für Verbesserungen nutzen. Die Lean Philosophie fokussiert dabei die Kernwertschöpfung der Organisation und identifiziert systematisch zusätzliche Prozessschritte, welche nicht wertschöpfend sind und somit als Verschwendung gelten.

Für die gezielte Verbesserung ist ergänzend spezifisches Wissen zu Lean Baumanagement aufzubauen.

5.3 Wissen

Im Projekt Sys.Wood wurde dazu eine digitale Wissensplattform entwickelt, die Prinzipien, Wirkbereiche und Werkzeuge von Lean strukturiert und praxisorientiert vermittelt. Ziel ist, Probleme frühzeitig zu erkennen,

Ursachen zu verstehen und geeignete Maßnahmen ableiten zu können. Im folgenden Kapitel wird die Wissensplattform vorgestellt. Die Lernstrecke ist modular aufgebaut und visuell in thematische Bereiche gegliedert. Inhalte werden durch Präsentationen, Videos und interaktive Übungen vermittelt, um Transfer und Anwendbarkeit zu sichern. Die Struktur umfasst (Abbildung 5.4):

- Einführung in Lean (Grundlagen, Prinzipien),
- Vertiefung nach Lean-Bereichen (Arbeitsbereiche für die Umsetzung der Prinzipien),
- Checkpoints zur Selbstkontrolle,
- Qualitätsmanagement-Inhalte (Auswirkung auf die gelieferte Qualität),
- Ausgewählte Werkzeuge (spezifische Umsetzung, um die Prozesse und die Qualität zu verbessern).

Der Aufbau unterstützt eine zielgruppenspezifische, schrittweise Wissensentwicklung mit klarer Orientierung je Modul.

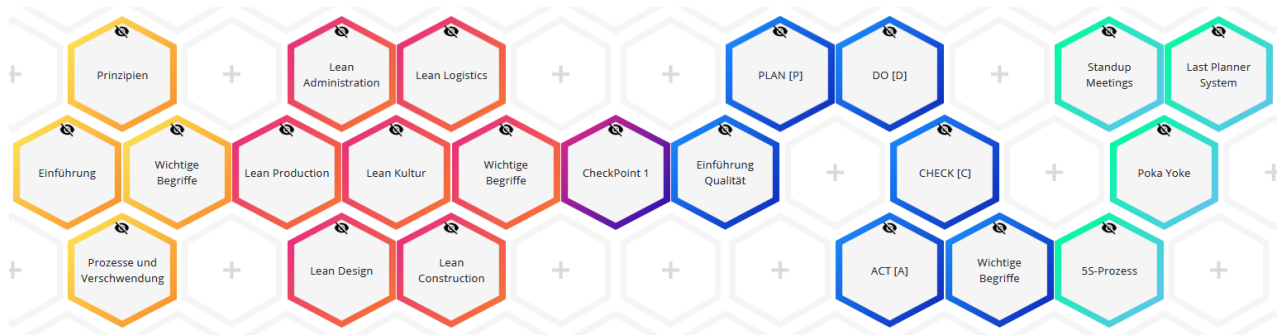


Abbildung 5.4 Die Lean Lernstrecke als Wissensvermittlungstool

5.4 Schnittstellen Lösungen

Mit dem Verständnis der eigenen Prozesse, den identifizierten Schwachstellen und dem Wissen über Lean Management Werkzeuge können die Schnittstellen in den Abläufen fokussiert werden. Sofern das richtige Werkzeug an der richtigen Stelle im Prozess angewendet wird, verbessert sich dessen Performance und die Qualität. Abbildung 5.5 zeigt einen schematischen Ausschnitt des im Sys.Wood Projekt abstrahierten Prozesskettenmodells für Holzbauunternehmen und die möglichen Anwendungsstellen für auf die Qualitätsverbesserung abzielende Lean Werkzeuge. Die Umsetzung der Lean Werkzeuge und Methoden am Prozess bleibt unternehmensspezifisch.

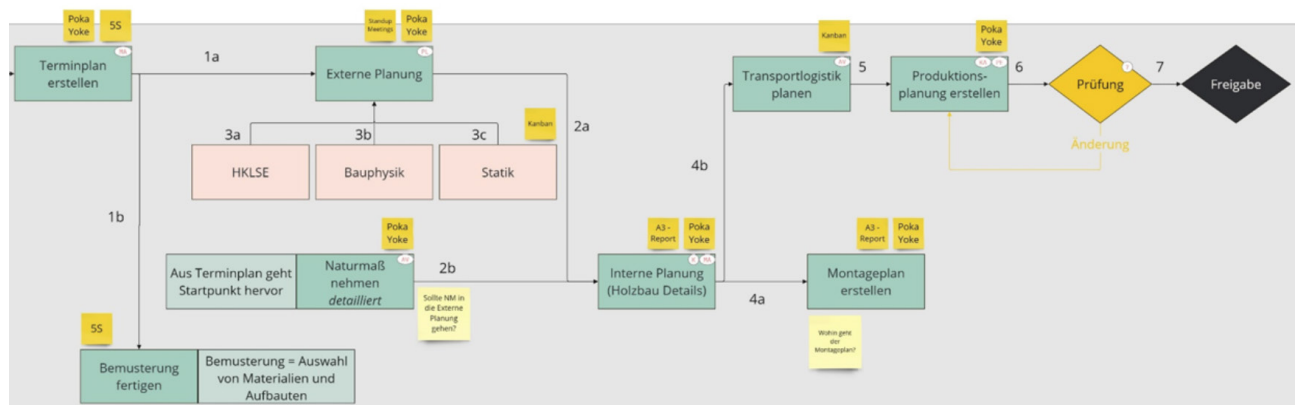


Abbildung 5.5 Ausschnitt des Prozesskettenmodells in der Einreichplanungs-Phase mit identifizierten Lean-Werkzeugen

5.5 Strukturierte Umsetzung von Werkzeugen zur kontinuierlichen Verbesserung

Wurden Werkzeuge für die Qualitätsverbesserung ausgewählt, müssen diese systematisch und nachvollziehbar umgesetzt werden. Dies funktioniert mit dem PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act).

Der PDCA-Zyklus ist ein zentraler Bezugsrahmen für die systematische Planung, Umsetzung, Überprüfung und Weiterentwicklung qualitätsrelevanter Aspekte. Er ist als wiederkehrender Lern- und Verbesserungsprozess zu verstehen (Abbildung 5.6).

- **Plan:** Anforderungen klären, messbare Kriterien und Kennzahlen definieren, Ressourcen und Methoden festlegen.
- **Do:** Maßnahmen im realen Prozess umsetzen, Praktikabilität und Schnittstellenwirkungen sichtbar machen.
- **Check:** SOLL/IST-Vergleich, Abweichungen erkennen, Ursachen analysieren (ohne Schuldzuweisung).
- **Act:** Lösungen standardisieren, anpassen oder verwerfen; daraus entsteht ein neuer Standard als Ausgangspunkt des nächsten Zyklus.

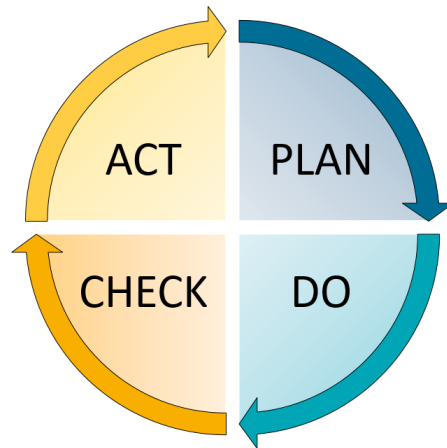


Abbildung 5.6 Der PDCA-Zyklus

5.5.1 Anwendung des Verbesserungsprozesses anhand eines Anwendungsfalles

Als praxisnahes Beispiel wurde in einem Holzbauunternehmen ein kritischer Bereich rund um eine Abbund-Maschine betrachtet. Wiederkehrende Probleme betrafen unter anderen Informationsverluste, Unterbrechungen und Fehler, die häufig erst spät erkannt wurden. Als Ansatzpunkt wurde die Schichtübergabe identifiziert. In der Plan-Phase wurden Prüfkriterien definiert und Checklisten als Poka-Yoke-Element geplant. In der Do-Phase wurden Checklisten eingeführt und eine digitale Fehlerdokumentation (QR-Code) pilotiert. In der Check-Phase wurden Daten ausgewertet und Feedback eingeholt. In der Act-Phase wurden wirksame Elemente standardisiert und in Arbeitsanweisungen überführt. Die Datenerfassung läuft weiter, um neue Abweichungen frühzeitig zu erkennen.

5.6 Lean Methoden und Werkzeuge

Lean Baumanagement stellt kein starres Methodenset dar, sondern ein flexibles System aus Denkweisen, Prinzipien und Werkzeugen, das je nach Problemstellung gezielt eingesetzt wird. Werkzeuge dienen dabei nicht als Selbstzweck, sondern als unterstützende Elemente, um Prozesse transparent zu machen, Schnittstellen zu stabilisieren und Qualität im täglichen Arbeiten abzusichern. Ihre Wirksamkeit entfalten sie nur dann, wenn sie in ein übergeordnetes Prozessverständnis eingebettet sind und systematisch angewendet werden, etwa im Rahmen des PDCA-Zyklus. Entscheidend ist daher nicht die Anzahl eingesetzter Werkzeuge, sondern deren passgenaue Auswahl, einfache Gestaltung und konsequente Nutzung im Arbeitsalltag. Werkzeuge und Methoden, die in diesem Arbeitspaket näher behandelt wurden, sind das Last Planner System, Standup-Meetings, der 5S-Prozess und Poka Yoke.

Das **Last Planner System (LPS)** ist ein kollaboratives Planungs- und Steuerungssystem aus dem Lean Construction, das darauf abzielt, die Zuverlässigkeit von Planung zu erhöhen und Arbeitsabläufe stabiler zu gestalten. Im Mittelpunkt stehen verbindliche Zusagen jener Personen, die die Arbeit tatsächlich ausführen oder unmittelbar koordinieren, den sogenannten Last Plannern. Diese Methodik basiert auf mehreren Ebenen mit unterschiedlicher Detailtiefe der Bauplanung. Die Gesamtprozessanalyse (GPA) umfasst alle zu erledigenden Tätigkeiten und die gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Gewerke. Der Meilenstein- und Phasenplan (MPP)

bringt die GPA in eine zeitliche Reihenfolge, sodass das Terminkorsett gehalten werden kann. Die 6 Wochen Vorschau (6WV) ist die tagesgenaue Planung der zu erledigenden Arbeiten, welche mit Zusagen der Last Planner gesteuert werden. Das Team evaluiert gemeinsam den aktuellen Baufortschritt und lernt aus jeder Abweichung durch die gemeinsame Störungsanalyse.

Standup-Meetings strukturieren die Kommunikation entlang klarer Regeln und fördern Transparenz über Fortschritt, Hindernisse und Schnittstellen, ohne in zeitintensive Diskussionsabzudriften. Das Ziel ist ein gemeinsames Verständnis der Regelkommunikation innerhalb wiederkehrender Meetings für eine Organisation. Der Meetingstandard besteht zumindest aus einem Grund für die Besprechung, einer fixierten Agenda, dem Ort des Meetings, einem fixierten Zeitpunkt, der Liste der Anwesenden und eingeladenen Personen und übergeordneten Kommunikationsregeln. Zu den Kommunikationsregeln zählen beispielsweise eine Sprechreihenfolge, Abstimmungskriterien, ein Stopp-Signal für Abzudriften oder unternehmensspezifische Sonderregeln.

5S (Sortieren, Systematisieren, Säubern, Standardisieren und Selbstdisziplin) ist ein praxisorientiertes Ordnungs- und Arbeitskonzept, das darauf abzielt, Arbeitsplätze so zu gestalten, dass Qualität, Sicherheit und Effizienz im täglichen Arbeiten unterstützt werden. Die Methode wird nicht als einmalige Aufräumaktion verstanden, sondern als dauerhaft angewandter Prozess, der kontinuierliche Verbesserung ermöglicht und Qualität im Arbeitsalltag verankert. Die Anwendung von 5S beginnt mit dem bewussten Hinterfragen des bestehenden Arbeitsumfeldes. Im ersten Schritt werden alle Gegenstände im Arbeitsbereich systematisch überprüft und danach unterschieden, ob sie für die tägliche Arbeit notwendig sind oder nicht. Nicht benötigte Materialien, Werkzeuge oder Abfälle werden konsequent entfernt. Im nächsten Schritt werden die verbleibenden, notwendigen Arbeitsmittel sinnvoll angeordnet. Ziel ist es, häufig verwendete Gegenstände schnell und ohne Umwege verfügbar zu machen und unnötige Bewegungen zu vermeiden. Darauf folgt die Herstellung von Sauberkeit. Der Arbeitsplatz wird gründlich gereinigt, gleichzeitig werden Ursachen für Verschmutzungen identifiziert, um erneuter Unordnung oder Verunreinigung gezielt vorzubeugen. Damit diese Verbesserungen nicht nur kurzfristig wirken, werden sie im vierten Schritt standardisiert. Visuelle Hilfsmittel, Checklisten oder einfache Standards helfen dabei, die neuen Zustände einheitlich und nachvollziehbar festzuhalten. Der letzte Schritt, die Selbstdisziplin, stellt sicher, dass die zuvor eingeführten Maßnahmen dauerhaft eingehalten werden. 5S wird damit zu einem festen Bestandteil der täglichen Arbeit und nicht zu einer einmaligen Maßnahme.

Poka Yoke ist eine Methode zur systematischen Fehlervermeidung und Fehlervermeidung in Prozessen. Ziel ist es, Fehler entweder bereits im Vorfeld zu verhindern oder sie unmittelbar bei ihrer Entstehung zu erkennen, bevor daraus qualitätsrelevante Defekte entstehen. Dabei wird Poka Yoke nicht als nachgelagerte Qualitätskontrolle verstanden, sondern als integraler Bestandteil des jeweiligen Prozesses. Die Anwendung von Poka Yoke setzt bei der Analyse bestehender Prozesse an. Es wird untersucht, an welchen Stellen Fehler typischerweise auftreten können und welche Ursachen ihnen zugrunde liegen. Auf dieser Grundlage werden einfache technische, visuelle oder organisatorische Maßnahmen entwickelt, die fehlerhafte Handlungen erschweren oder unmöglich machen. Poka-Yoke-Lösungen können dabei passiv gestaltet sein, indem sie auf Abweichungen aufmerksam machen, oder aktiv in den Prozess eingreifen, sodass Fehler nicht weitergegeben werden können. Ziel ist es, dass Produkte nach relevanten Prozessschritten überprüfbar sind und nur dann weiterbearbeitet werden, wenn definierte Mindestanforderungen erfüllt sind.

Gemeinsam tragen diese Werkzeuge dazu bei, Qualität nicht nachträglich zu kontrollieren, sondern systematisch im Prozess zu verankern.

5.7 Empfehlungen

Der Handlungsleitfaden zielt darauf ab, eine strukturierte Orientierung für den österreichischen Holzbau zu bieten, wie Prozess- und Bauqualität durch Lean Baumanagement nachhaltig gesteigert werden kann. Die Empfehlungen wurden in einer Roundtable-Diskussion mit Wirtschaftspartner:innen abgeleitet, mit Fokus auf Lean entlang des Projektlebenszyklus, Verantwortlichkeiten, Leistungsbildern, Kommunikationsstrukturen, Schnittstellen sowie Änderungen und Vorfertigung.

5.7.1 Branchenempfehlung für die Umsetzung von Lean Baumanagement

Lean Management in der Planung entscheidet im Holzbau maßgeblich darüber, ob Vorfertigung, Schnittstellen und Entscheidungsprozesse als stabiler Gesamtprozess wirken oder ob sie zu Nacharbeit, Terminverschiebungen und Qualitätsverlusten führen. Insbesondere im öffentlichen Kontext zeigt sich, dass Lean nicht als zusätzliche Methode verstanden werden darf, sondern als strukturierendes Führungs- und Koordinationsprinzip. Dieses Kapitel fasst die zentralen Erkenntnisse der Roundtable-Diskussion zusammen und leitet daraus praxisnahe Empfehlungen zu Verantwortlichkeiten, Leistungsbildern, Vergütung, Änderungsmanagement und Early Contractor Involvement im Holzbau ab.

Die Ergebnisse zeigen, dass Lean Management in der Planung als übergeordnete Koordinationsaufgabe zu verstehen ist, deren Wirksamkeit von klaren Rollen, definierten Leistungsbildern, angemessener Vergütung sowie strukturierten Änderungs- und Freigabeprozessen abhängt.

5.7.2 Konkrete Empfehlung für die erfolgreiche Anwendung von Lean Baumanagement im österreichischen Holzbau

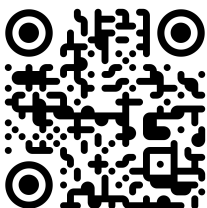
Die erfolgreiche Anwendung von Lean Baumanagement im österreichischen Holzbau erfordert ein schrittweises, systematisches Vorgehen, das sowohl die spezifischen Rahmenbedingungen der Holzbaubranche als auch die organisatorische Reife der jeweiligen Unternehmung berücksichtigt. Lean Baumanagement ist dabei nicht als isolierte Methodensammlung zu verstehen, sondern als kontinuierlicher Lern- und Entwicklungsprozess, der an den bestehenden Abläufen ansetzt und diese gezielt weiterentwickelt. Die nachfolgenden Schritte dienen als strukturierte Orientierung für eine angeleitete praxisnahe Umsetzung:

★	1. Internes Prozessverständnis in der Holzbauunternehmung aufbauen
★	2. Schnittstellen, Potenziale und Probleme systematisch erkennen
★	3. Wissen zu Lean Baumanagement gezielt aufbauen
★	4. Geeignete Werkzeuge und Methoden für identifizierte Prozessthemen auswählen
★	5. Systematische Umsetzung und kontinuierliche Verbesserung (PDCA)

Qualität im Holzbau entsteht durch stabile Planungs- und Ausführungsprozesse, gelebte Verantwortung in klar definierten Zuständigkeiten und kontinuierliche Prozessverbesserung – nicht durch punktuelle Einzelmaßnahmen.

	Die Ergebnisse zeigen, dass Lean Management in der Planung als übergeordnete Koordinationsaufgabe zu verstehen ist, deren Wirksamkeit von klaren Rollen, definierten Leistungsbildern, angemessener Vergütung sowie strukturierten Änderungs- und Freigabeprozessen abhängt.
---	--

Weiterführende Information zum Arbeitspaket Qualitätsmanagement im Holzbau



Nadine Ladstätter, Phillip Süß, Gottfried Mauerhofer: Sys.Wood: Leitfaden Qualitätsmanagement im Holzbau. <https://doi.org/10.60588/tzwz-1455>

6 Literaturverzeichnis

- [1] Stingl, Robert; Zukal, Marie Louise; Teischinger, Alfred (Hrsg.) (2011): Holzbauanteil in Österreich. Statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. Unter Mitarbeit von Alfred Teischinger. 1. Aufl. Wien: ProHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der Österreichischen Holzwirtschaft zur Förderung der Anwendung von Holz (Zuschnitt Attachment).
- [2] Katrin Schöber; Stefan Anzengruber, Doris Dörr, Benedikt Ehrntraut, Johanna Einfalt-Schneider, Janina Enachescu, Richard Heuberger, Jana Korunovska, Arba Rexhepi, Jakob Steininger, Lena Wittmann (Hrsg.): Wohnen 2024 - Zahlen, Daten und Indikatoren der Wohnstatistik.
- [3] Wirtschaftskammer Österreich – Abteilung für Statistik: WKO Branchendaten Holzbau. Unter Mitarbeit von Ulrike Oschischnig. Online verfügbar unter <https://www.wko.at/statistik/BranchenFV/b-107.pdf>, zuletzt geprüft am 2.2.26.
- [4] Umweltbundesamt GmbH (2024): Austrias National Inventory Report 2024. Submission under Regulation (EU) No 2018/1999. Vienna. Online verfügbar unter <https://www.data.gv.at/datasets/e1f02109-339d-4217-8cbe-f993af474cbf?locale=de>, zuletzt geprüft am 02.02.2026.
- [5] UN Environment and International Energy Agency. (2025). Not just another brick in the wall: 2024/25 Global Status Report for Buildings and Construction.
- [6] Koppelhuber, Jörg; Grünefeldt, Nina; Bok, Marco: Holzbauanteil Mehrgeschoßiger Holzwohnbau in Österreich 2008 – 2019: Verlag der Technischen Universität Graz.
- [7] Sibille, Elisabeth; Simader, Günther; Dolna-Gruber, Christoph; Bosak, Alexander; Treitler, Lorenz (2025): Gebäudereport 2025. Wien.
- [8] The American Institute of Architects National and California Council, “Integrated Project Delivery: A Guide.” The American Institute of Architects, 2007.
- [9] H. Kaufmann and S. Winter, *Atlas mehrgeschossiger Holzbau: Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele*, 4. Auflage., vol. Edition Detail. in Edition Detail, vol. Edition Detail. München, 2022. [Online]. Available: <https://permalink.obvsg.at/bok/AC16691189>
- [10] ÖNORM EN/IEC 60812: Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA), International Electrotechnical Commission, Genf, aktuelle Ausgabe.
- [11] Ciani, Lorenzo/Guidi, Giulia/Patrizi, Gabriele: A Critical Comparison of Alternative Risk Priority Numbers in Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis, in: IEEE Access 7 (2019), S. 92398–92409
- [12] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Hrsg. (2022). Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft: Die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie.
- [13] Eisenmenger, N., Baumgart, A., Krausmann, F., Haas, W., Neubauer, M., & Gierlinger, S. (2024). Ressourcennutzung 2024 in Österreich. Band 4.
- [14] Gräfe, M., Dietsch, P., & Hipper, A. (2019). *Vorspannung von Brettsperrholzkonstruktionen. Forschungsinitiative ZukunftBau.*
- [15] Prünner, J. (2025): Kreislauffähige Verbindungen im Holzbau: FE-Modellierung vorgespannter BSP-Wände. Diplomarbeit. TU Wien. DOI: [10.34726/hss.2025.131445](https://doi.org/10.34726/hss.2025.131445)
- [16] Baas et al. (2021): *Post-tensioned Timber Wall Buildings: Design & Construction Practice in New Zealand and United States*. WCTE 2020, Chile.

- [17] Kromoser et al. (2023): *Orientierungsleitfaden ZiFa 1.0*. Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) im Auftrag der Stadt Wien. Wien
- [18] Dolezal et al. (2024): Katalog kreislauffähiger Holzbauteile. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie (IBO) und Holzforschung Austria (HFA) im Auftrag des Fachverbands der Holzindustrie Österreichs. Wien
- [19] Koppelhuber et al. (2024): Leitfaden – Rückbauorientiertes Planen und Bauen im Holzbau. Koppelhuber² und Partner im Auftrag der Holzindustrie Österreich.

SYSWOOD

Systemoptimierung im
österreichischen Holzbau



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