

Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Endbericht

Impressum

Förderkennzeichen

IP08.70

Laufzeit

07/2024 bis 06/2025

Auftraggeberin

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
Referat 54 Holzbau-Offensive
Kernerplatz 10

70182 Stuttgart

Auftragnehmerin

Universität Stuttgart
Keplerstr. 11

70174 Stuttgart

Autoren

Christian Stoy
Maximilian Benn
Christopher Hagmann
Martina Bauer
Franz Arlart
Michael Fleck
Stefan Leupertz
Jens Prömse

Stand

21. Juli 2025

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Ausgangslage	6
1.2	Zielsetzung.....	7
1.3	Vorgehensweise	7
1.3.1	Etappe 1: Identifikation.....	8
1.3.2	Etappe 2: Adaption.....	9
1.4	Aufbau des Berichts.....	10
2	Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz.....	11
2.1	Grundlagen	11
2.2	Experteninterviews (kostentreibende technische Regeln des Schosswohnungsbau mit Holz)	13
2.2.1	Vorgehen.....	14
2.2.2	Teilnehmende	14
2.2.3	Interviewergebnisse	15
2.3	Prüfung der Voraussetzungen für eine privatautonome Abstandnahme	19
2.4	Zwischenfazit	20
3	Konstruktionsalternativen: Grundlagen und Vorgehensweise	21
3.1	Grundlagen	21
3.1.1	Konstruktive Systeme im Geschosswohnungsbau mit Holz	21
3.1.2	Abgrenzung der Betrachtung	23
3.2	Vorgehensweise	24
3.2.1	Entwicklung der Konstruktionsalternativen	25
3.2.2	Experteninterviews (Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen)	26
3.2.3	Teilnehmende	27
3.3	Zwischenfazit	28
4	Finanzielle Auswirkungen: Grundlagen und Vorgehensweise	29
4.1	Grundlagen	29
4.2	Vorgehensweise	29
4.2.1	Identifikation von Referenzobjekten	29
4.2.2	Erstellung von Mengen- und Kostenmodellen	31
4.2.3	Prognose der finanziellen Auswirkungen	31
4.3	Zwischenfazit	36
5	Schallschutz	37
5.1	Relevanz und normativer Rahmen	37
5.1.1	Herleitung und Systematisierung der Schallschutzniveaus	37
5.1.2	Bedeutung tieffrequenter Trittschallanteile im Holzbau.....	39
5.1.3	Definition der Schallschutzniveaus	39
5.1.4	Differenzierung konstruktiver Qualitätsstufen und Integration elastischer Bodenbeläge in die schalltechnische Bewertung von Deckensystemen	43
5.1.5	Untersuchungsumfang und Abgrenzungen.....	44
5.2	Konstruktionsalternativen.....	46
5.2.1	Referenzobjekt 1	46
5.2.2	Referenzobjekt 2	53
5.2.3	Referenzobjekt 3	60
5.3	Finanzielle Auswirkungen	67
5.3.1	Auswirkung auf die Kosten der Ausführungsart.....	67
5.3.2	Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare	68

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

5.3.3	Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m ²] WFL	69
5.4	Zwischenfazit	70
6	Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten	72
6.1	Relevanz und normativer Rahmen	72
6.1.1	Bedeutung der Schwingungen im Holzbau	72
6.1.2	Bedeutung der Durchbiegungen im Holzbau	73
6.1.3	Herleitung und Systematisierung der Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus	73
6.1.4	Definition der Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus	77
6.2	Konstruktionsalternativen	79
6.2.1	Referenzobjekt 1	79
6.2.2	Referenzobjekt 2	80
6.2.3	Referenzobjekt 3	81
6.3	Finanzielle Bewertung	82
6.3.1	Auswirkung auf die Kosten der Ausführungsart	82
6.3.2	Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare	82
6.3.3	Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare pro m ² WFL	83
6.4	Zwischenfazit	84
7	Barrierefreiheit	85
7.1	Relevanz und normativer Rahmen	85
7.2	Konstruktionsalternativen und finanzielle Bewertung	86
7.2.1	Handlungsfeld: Gehwege und Erschließungsflächen	86
7.2.2	Handlungsfeld: Flure und Verkehrsflächen	86
7.2.3	Handlungsfeld: Rampen außen	87
7.2.4	Handlungsfeld: Treppen und Stufen innen	87
7.2.5	Handlungsfeld: Aufzugsanlagen	87
7.2.6	Handlungsfeld: Türen innen	87
7.2.7	Handlungsfeld: Fenster und Glasflächen, innen	88
7.2.8	Handlungsfeld: Foyer / Eingang	88
7.2.9	Handlungsfeld: Sanitäranlagen	88
7.3	Zwischenfazit	88
8	Prozessalternativen	90
8.1	Rechtliche Grundlagen	90
8.1.1	Vorweg: Die falsche Anwendung des Rechts	90
8.1.2	Das Kernproblem: Die Überregulierung des Bauens	92
8.1.3	Das materielle Recht / Anerkannte Regeln der Technik / Qualitäts- und Komfortstandards	92
8.1.4	Das öffentliche Baurecht	94
8.2	Entwicklung der Prozessalternativen	95
8.2.1	Schallschutz	96
8.2.2	Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten	102
8.2.3	Barrierefreiheit	105
8.2.4	Exkurs: Alternative - Generelle Kooperationsvereinbarung „Einfach Bauen“	105
8.3	Zusammenfassung der Ergebnisse und Zwischenfazit	106
9	Schlussbemerkungen	108
9.1	Ergebnisse im Überblick	108
9.2	Ausblick	110
	Verzeichnisse	113
	Abbildungsverzeichnis	113
	Tabellenverzeichnis	115

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

Abkürzungsverzeichnis.....	116
Literatur	117
Anhänge	121
A 1: Kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz	121
A 2: Gesamtübersicht entwickelter Schallschutzniveaus	121
A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)	121
A 4: Kostenkennwertkatalog für Maßnahmen des barrierefreien Bauens	121

Zusammenfassung

Nach allgemeiner Meinung stellen die anerkannten Regeln der Technik (aRdT) den geschuldeten Mindeststandard dar, dem die Werkleistung grundsätzlich zu genügen hat, solange nicht ausdrücklich etwas anderes vereinbart wurde. Dies verengt Handlungsspielräume und beeinträchtigt die Umsetzung innovativer und nachhaltiger Bauvorhaben. Das Forschungsvorhaben entwickelt daher Konstruktions- und Prozessalternativen für die privatautonome Abstandnahme von den aRdT mit dem beispielhaften Fokus auf den Geschosswohnungsbau mit Holz, um Bauherrenschaften, Planenden und ausführenden Unternehmen dazu zu befähigen, durch gezielte Abweichungen von bautechnischen Standards innovative Konstruktionen juristisch abgesichert zu vereinbaren, das resultierende Kostensenkungspotenzial zu nutzen und Handlungsspielräume zu eröffnen.

In einer initialen Literaturrecherche werden 55 potenziell kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz identifiziert und im folgenden Schritt mittels halbstrukturierter Experteninterviews validiert und auf ihr Kostensenkungspotenzial hin überprüft. Die Interviewauswertung resultiert in einer konsolidierten Liste von 30 technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz mit hohem Kostensenkungspotenzial als Grundlage der weiteren Untersuchungen. Innerhalb der identifizierten technischen Regeln werden geeignete Themenfelder zur weiteren Untersuchung eingegrenzt. Diese umfassen die Themenfelder des Schallschutzes, der Barrierefreiheit sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens, Letzteres insbesondere im Zusammenhang mit den einschlägigen Eurocodes.

In den Themenfeldern des Schallschutzes sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens werden zunächst verschiedene Schallschutz- bzw. Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus definiert. Spezifische Konstruktionsalternativen zur Erreichung unterschiedlicher Niveaus werden anschließend auf Grundlage von drei beispielhaften Referenzobjekten entwickelt sowie im Rahmen strukturierter Experteninterviews validiert und konstruktiv optimiert.

Im Themenfeld des Schallschutzes werden fünf Schallschutzniveaus definiert, beginnend mit dem Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ bis zum Schallschutzniveau „KOMFORT“. Die Konstruktionsalternativen fokussieren auf Wohnungstrennwände sowie Wohnungstrenndecken, wobei sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schallschutzniveaus ein signifikantes Potenzial zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] eröffnet. So kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus in Abhängigkeit vom Ausgangs- und Endniveau im Bereich der Wohnungstrenndecken eine Reduktion der Aufbaustärke um bis zu 30 % und im Bereich der Wohnungstrennwände um bis zu 43 % realisiert werden. Im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens werden drei Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus definiert, beginnend mit dem Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ bis „KOMFORT“. Die Konstruktionsalternativen fokussieren auf die statischen Querschnitte von Wohnungstrenndecken, wobei sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus ein signifikantes Potenzial zur Holzeinsparung in [m³] sowie zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] eröffnet. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus in Abhängigkeit vom Ausgangs- und Endniveau in der Tragkonstruktion der Deckenbalken eine Holzeinsparung in [m³] von bis zu 19 % sowie eine Reduktion der Aufbaustärke in [cm] um bis zu 9 % realisiert werden.

Auf Grundlage der objektspezifischen Konstruktionsalternativen wird die Prognose der finanziellen Auswirkungen durchgeführt. Jede Konstruktionsalternative wird dabei unter Anwendung des Referenzobjektansatzes finanziell bewertet und in Relation zueinander gesetzt. Grundlage der Prognose bilden die drei beispielhaften Referenzobjekte mit ihren spezifischen konstruktiven und finanziellen Eigenschaften.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Im Themenfeld des Schallschutzes zeigt die Prognose der finanziellen Auswirkungen ein substantielles Kostensenkungspotenzial auf. So kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Kostensenkung von ca. 7 % im Median, bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare, realisiert werden. Im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens zeigt die Prognose der finanziellen Auswirkungen ebenfalls ein Kostensenkungspotenzial auf, wenngleich in geringerem Umfang. Durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ kann eine Kostensenkung von ca. 1 % im Median, bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare, realisiert werden. Im Themenfeld der Barrierefreiheit werden bestehende Ergebnisse mittels Indexierung aufbereitet und stellen Kostenkennwerte in neun Handlungsfeldern zur Verfügung.

Die rechtssichere und haftungsfreie Umsetzung der Konstruktionsalternativen wird durch Prozessalternativen unterstützt, welche insbesondere vertragliche Absprachen zu den gemeinsamen Vertragszielen, den verabredeten Qualitäts- und Komfortstandards sowie den für die Realisierung abgesenkter bautechnischer Standards maßgeblichen Parametern umfassen. Die Konstruktionsalternativen lassen sich rechtssicher umsetzen, wenn sich die Projektbeteiligten rechtzeitig darüber verständigen, welche Projektziele und Qualitäts- und Komfortstandards sie verwirklichen möchten und von welchen bautechnisch aRdT sie abweichen wollen.

Die Konstruktions- und Prozessalternativen sowie die Prognose der finanziellen Auswirkungen befähigen Bauherrenschaften, Planende und ausführende Unternehmen, durch gezielte Abweichungen von bautechnischen Standards innovative Konstruktionen juristisch abgesichert zu vereinbaren, das identifizierte Kostensenkungspotenzial zu nutzen und Handlungsspielräume zu eröffnen. Die Ergebnisse tragen damit bei zur Reduzierung der Kosten im Kontext des Geschosswohnungsbaus mit Holz und setzen breitenwirksame Impulse in der Transformation zum ökologischen und klimagerechten Bauen in Baden-Württemberg.

Zur Steigerung der wirtschaftlichen Verwertbarkeit sowie der betrieblichen Umsetzung und Skalierung der Ergebnisse empfehlen sich im Zuge weiterer Forschung einerseits deren Anwendung, Überprüfung und Optimierung im Rahmen von Pilotprojekten oder Reallaboren. Andererseits empfehlen die Forschenden die Übertragung und Adaption des Vorgehens und der Ergebnisse auf weitere Anwendungsfelder, z. B. gebäudetechnische Standards, und Objektarten, z. B. Massivbauten.

1 Einleitung

Das nachfolgende Kapitel erläutert die Grundlagen des Forschungsvorhabens. Neben der Ausgangslage und Zielsetzung steht vor allem die Darstellung der gewählten Vorgehensweise im Mittelpunkt der Textausführungen.

1.1 Ausgangslage

Der Baupreisindex für den Neubau von Wohngebäuden des Statistischen Bundesamtes ist zwischen dem 1. Quartal 2000 und dem 4. Quartal 2023 um 109 % gestiegen (Statistisches Bundesamt 2023). Der Bauwerkskostenindex der Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e. V. (ARGE e.V.) verzeichnet im gleichen Zeitraum eine Steigerung von 144 % (Walberg et al. 2019). Der Bauwerkskostenindex der ARGE e.V. berücksichtigt im Gegensatz zum Baupreisindex auch bauliche bzw. technische Anforderungen sowie resultierende Effekte von Mengen- bzw. Ausführungsänderungen. Die Differenz von rund 35 % zwischen Baupreisindex und Bauwerkskostenindex wird somit vor allem durch veränderte und gestiegene Anforderungen erklärt (Walberg et al. 2019). Dies bedeutet, dass gemäß Bauwerkskostenindex knapp ein Viertel der Kostensteigerungen zwischen dem 1. Quartal 2000 und dem 4. Quartal 2023 auf gesetzliche Regelungen, anerkannte Regeln der Technik (aRdT) und Standards zurückzuführen ist. Eine Studie von Stoy et al. zeigte in diesem Zusammenhang, dass mehr als 7.500 Baunormen das Planen und Bauen in Deutschland regulieren (Stoy et al. 2023). Die Regulierungen im Wohnungsbau beeinträchtigt somit die Schaffung von bezahlbarem und bedarfsgerechtem Wohnraum sowie das klimagerechte Bauen und Sanieren.

Sagner und Voigtländer (2018) nennen hier die Niederlande als positives Gegenbeispiel. Dort gelang es, durch die Überprüfung und teilweise Streichung bestehender Baunormen den Kostenanstieg für den Neubau von Wohngebäuden einzudämmen. Assmann und Dirk (2020) identifizierten darüber hinaus serielle und modulare Bauweisen als vielversprechende Ansätze kosteneffizienteren Bauens, insbesondere im Zusammenhang mit dem Holzbau. Einsparpotenziale können hierbei vor allem durch eine erhöhte Planungssicherheit und eine verkürzte Bauzeit realisiert werden. Auch das Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen (2018) hat die Regulierung als einen zentralen Kostentreiber im Bau identifiziert und den Forschungsbedarf hinsichtlich des Kostensenkungspotenzials durch Reformen in diesem Bereich betont (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2018).

Als aktuelle Initiativen zur Kostensenkung durch Abweichungen von technischen Regeln sind insbesondere der „Hamburg-Standard“ der Freien und Hansestadt Hamburg sowie der „Regelstandard Erleichtertes Bauen“ des Landes Schleswig-Holstein zu nennen. Der „Hamburg-Standard“ entstand durch die interdisziplinäre Analyse bestehender Planungs-, Bau- und Verwaltungsprozesse und zielt ab auf die signifikante Senkung der Baukosten unter rechtssicheren Rahmenbedingungen bei gleichbleibender Wohnqualität. Der Standard richtet sich an alle Akteure der Wohnungsbau-Wertschöpfungskette und soll sich langfristig in bezahlbareren Miet- und Kaufpreisen niederschlagen. Er vereint zentrale Maßnahmen zur Kostensenkung in drei übergeordneten Handlungsfeldern „Kostenreduzierende Baustandards“, „Optimierte Prozesse und Planung“ sowie „Beschleunigte Verfahren“ (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen und Initiative kostenreduziertes Bauen 2025). Der „Regelstandard Erleichtertes Bauen“ des Landes Schleswig-Holstein wurde von der Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V. (ARGE e.V.) im Auftrag des Landes Schleswig-Holstein mit dem Ziel entwickelt, Baukosten in der Sozialen Wohnraumförderung zu senken (Ministerium für Inneres, Kommunales, Wohnen und Sport des Landes Schleswig-Holstein 2024; Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V. 2024). Er definiert förderfähige Maßnahmen, die auf Basis geltender Normen

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

eine wirtschaftliche Realisierung ermöglichen. Durch strukturelle und technische Optimierungen, insbesondere bei Baukonstruktion und technischer Ausstattung, lassen sich laut Praxisbeispielen Einsparungen von etwa 25 % erzielen.

Die Arbeitsgruppe Recht des Strategiedialogs „Bezahlbares Wohnen und innovatives Bauen“ des Landes Baden-Württemberg hebt in diesem Zusammenhang hervor, dass „die Öffnung von (rechtlichen) Freiräumen durch die Zurückdrängung der rechtlichen Relevanz von technischen Standards und anerkannten Regeln der Technik (aRdT)“ notwendige rechtliche Spielräume schafft, um kosteneffizientes und nachhaltiges Bauen rechtssicher zu ermöglichen (Leupertz 06.06.2025, 2). Dies kann jedoch nur ein erster Schritt auf dem Weg zu neuen Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen sein. Der entscheidende Faktor für eine umfassende und übertragbare Kostensenkung im Wohnungsbau liegt in einer zielgerichteten und abgestimmten Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten. Diese muss mit einer klaren und gemeinsamen Zieldefinition beginnen. Im Mittelpunkt steht also nicht die Entwicklung neuer, vereinfachter Gebäudetypen, sondern die Optimierung des Entstehungsprozesses.

1.2 Zielsetzung

Vor dem beschriebenen Hintergrund entwickelt das Forschungsvorhaben Konstruktions- und Prozessalternativen für die privatautonome Abstandnahme von den technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz. Der Holzbau steht dabei als Beitrag zum nachhaltigen und klimagerechten Bauen im Fokus. Das erste Ziel ist die Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz und die Prüfung, ob eine privatautonome Abstandnahme zulässig ist. Das zweite Ziel ist die Entwicklung kostengünstiger, gleichwohl funktionstauglicher Konstruktionsalternativen unter Vermeidung besonders kostentreibender technischer Regeln. Das dritte Ziel ist die Entwicklung von Prozessalternativen zur privatautonomen Abstandnahme von besonders kostentreibenden technischen Regeln. Das vierte Ziel ist die Prognose der finanziellen Auswirkungen, welche sich aus der Umsetzung der Konstruktionsalternativen ergeben.

Die Forschungsergebnisse tragen damit bei zur Reduzierung der Baukosten im Kontext des Geschosswohnungsbaus mit Holz und setzen breitenwirksame Impulse in der Transformation zum ökologischen und klimagerechten Bauen in der Bau- und Immobilienwirtschaft in Baden-Württemberg. Nachhaltige und innovative Konstruktionsalternativen im Geschosswohnungsbau mit Holz sollen juristisch abgesichert in die Umsetzung gebracht und auf diesem Wege Kosten im Geschosswohnungsbau gesenkt werden.

1.3 Vorgehensweise

Das Forschungsvorhaben gliedert sich in zwei Etappen und neun Arbeitspakete, deren chronologische Abfolge in Abb. 1 dargestellt ist. Nachfolgend werden die Arbeitspakete inhaltlich vorgestellt.

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

Etappe 1	AP 1.1	Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz
	AP 1.2	Interviewrunde I – Überprüfung kostentreibender technischer Regeln
	AP 1.3	Identifikation der betrachteten Themenfelder
	AP 1.4	Dokumentation: Zwischenbericht
Etappe 2	AP 2.1	Entwicklung von Konstruktionsalternativen
	AP 2.2	Interviewrunde II – Optimierung der Konstruktionsalternativen
	AP 2.3	Prognose finanzieller Auswirkungen
	AP 2.4	Entwicklung von Prozessalternativen
	AP 2.5	Dokumentation: Endbericht

Abb. 1: Chronologische Abfolge der Arbeitspakete des Forschungsvorhabens

1.3.1 Etappe 1: Identifikation

Arbeitspaket 1.1:

Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz

Ergebnis: Überblick über kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz

Das Arbeitspaket 1.1 widmet sich der Identifikation kostentreibender technischer Regeln (tR) des Geschosswohnungsbaus mit Holz. Hierzu wird initial eine Literaturrecherche durchgeführt und auf Grundlage einschlägiger Publikationen baurelevante technische Regeln identifiziert, welche in besonderem Maße kostentreibend wirken. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart bearbeitet.

Arbeitspaket 1.2: Experteninterviews (kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz)

Ergebnis: Eingrenzung kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz mit hohem Kostensenkungspotenzial

Experteninterviews mit Stakeholdern und Marktteilnehmenden dienen der Validierung der zuvor identifizierten kostentreibenden technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz sowie der Eingrenzung auf technische Regeln mit hohem Kostensenkungspotenzial. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart unter aktiver Mitarbeit von Stakeholdern und Marktteilnehmenden aus der Bauwirtschaft bearbeitet.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Arbeitspaket 1.3: Identifikation der betrachteten Themenfelder

Ergebnis: Eingrenzung betrachteter Themenfelder

Die im Arbeitspaket 1.2 identifizierten technischen Regeln mit hohem Kostensenkungspotenzial werden in Arbeitspaket 1.3 dahingehend geprüft, ob von ihnen grundsätzlich privatautonom Abstand genommen werden könnte. Darauf aufbauend werden die im weiteren Vorgehen betrachteten Themenfelder eingegrenzt. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart und der 3D2L GmbH bearbeitet.

Arbeitspaket 1.4: Dokumentation

Ergebnis: Zwischenbericht

Die Ergebnisse der Etappe 1 werden in einem Zwischenbericht dokumentiert. Dieser enthält die Ergebnisse der Arbeitspakete 1.1 bis 1.3 sowie eine dem bisherigen Projektverlauf angepasste Aktualisierung des Vorgehens in Etappe 2. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie sowie dem Institut für Industriebau, Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart bearbeitet.

1.3.2 Etappe 2: Adaption

Arbeitspaket 2.1: Entwicklung von Konstruktionsalternativen

Ergebnis: Konstruktionsalternativen zu technischen Regeln

Das Arbeitspaket 2.1 umfasst die Entwicklung von Konstruktionsalternativen zu den in Arbeitspaket 1.3 identifizierten kostentreibenden technischen Regeln. Hierbei werden Konstruktionsalternativen konzipiert, die u. a. eine kostengünstigere Erreichung von unterschiedlichen Anforderungsniveaus als die entsprechenden technischen Regeln erlauben. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Industriebau, Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart bearbeitet.

Arbeitspaket 2.2: Experteninterviews (Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen)

Ergebnis: Optimierte Konstruktionsalternativen

Experteninterviews Stakeholdern und Marktteilnehmenden dienen der Validierung und Optimierung der in Arbeitspaket 2.1 entwickelten Konstruktionsalternativen. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Industriebau, Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart unter aktiver Mitarbeit von Stakeholdern und Marktteilnehmern aus der Bauwirtschaft bearbeitet.

Arbeitspaket 2.3: Prognose der finanziellen Auswirkungen

Ergebnis: Prognose der finanziellen Auswirkungen der Konstruktionsalternativen

Die finanziellen Auswirkungen, welche sich aus der Umsetzung der in Arbeitspaket 2.2 optimierten Konstruktionsalternativen ergeben, werden prognostiziert. Dabei kommt ein Referenzobjektansatz zum Tragen, der bereits an anderer Stelle erprobt wurde. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart bearbeitet.

Arbeitspaket 2.4: Entwicklung von Prozessalternativen

Ergebnis: Prozessalternativen für die privatautonome Abstandnahme von technischen Regeln

Das Arbeitspaket 2.4 umfasst die Entwicklung von Prozessalternativen zu den in Arbeitspaket 1.3 identifizierten betrachteten Themenfeldern. Hierbei werden insbesondere die notwendigen Schritte, Aufklärungen und Dokumentationen für die privatautonome Abstandnahme von den spezifischen technischen Regeln entwickelt. Dieses Arbeitspaket wird von der 3D2L GmbH bearbeitet.

Arbeitspaket 2.5: Dokumentation

Ergebnis: Konstruktions- und Prozessalternativen für den kostengünstigen und nachhaltigen Geschosswohnungsbau mit Holz

Die Forschungsergebnisse werden final dokumentiert als zur weiteren Verwendung und Verbreitung bereitgestellt. Die Dokumentation enthält konkrete Konstruktionsalternativen und Textbausteine zur rechtskonformen Anwendung abgeleitet aus den Forschungsergebnissen. Dieses Arbeitspaket wird vom Institut für Bauökonomie sowie dem Institut für Industriebau, Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart sowie der 3D2L GmbH bearbeitet.

1.4 Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht stellt die Grundlagen, das angewendete Vorgehen sowie Ergebnisse des Forschungsvorhabens vor. Dazu wird in Kapitel 1 der inhaltliche Rahmen des Vorhabens erläutert, der mit der Auftraggeberin abgestimmt und konkretisiert ist. In Kapitel 2 werden die Ergebnisse der Literaturrecherche und der Interviewrunde I präsentiert. In Kapitel 3 werden Grundlagen und Vorgehensweise bei der Entwicklung der Konstruktionsalternativen erläutert. In Kapitel 4 werden Grundlagen und Vorgehensweise bei der Prognose der finanziellen Auswirkungen einzelner Konstruktionsalternativen erläutert. Kapitel 5 umfasst die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens im Themenfeld des Schallschutzes. Kapitel 6 umfasst die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens. Kapitel 7 umfasst die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens im Themenfeld der Barrierefreiheit auf Grundlage einschlägiger Publikationen. Kapitel 8 umfasst die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens im Themenfeld der Prozessalternativen zur privatautonomen Abstandnahme von den zuvor identifizierten technischen Regeln. Kapitel 9 fasst die Ergebnisse in knapper Form zusammen und skizziert die Empfehlungen der Forschungsnehmenden für zukünftige Arbeiten. Die Anhänge zum vorliegenden Hauptdokument liefern ergänzende Informationen. Sie werden innerhalb des Hauptdokuments bei Bedarf in Bezug genommen und stellen ebenfalls die Ergebnisse des Forschungsvorhabens dar.

2 Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz

Arbeitspaket 1.1 des Forschungsvorhabens umfasst die Recherche relevanter Publikationen zur Identifikation kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz sowie darauf aufbauend die Eingrenzung der zu betrachtenden Themenfelder. Ziel ist es, eine validierte Liste kostentreibender technischer Regeln mit hohem Kosteneinfluss als Grundlage der folgenden Arbeitspakete zu definieren. Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Grundlagen, Vorgehensweise und Ergebnisse des Arbeitspakets 1.1.

2.1 Grundlagen

Das vorliegende Forschungsvorhaben verfolgt ein forschungssynthetisierendes Vorgehen, das die Erkenntnisse thematisch geeigneter Publikationen zusammenfasst und vergleicht. Bei der Konzeption von Literaturrecherchen ist in Abhängigkeit zum Forschungsziel und den Beschränkungen des Forschungskontexts zwischen mehreren Reviewtypen und den damit verbundenen Methodiken zu wählen (Booth et al. 2016). Die Auswahl eines geeigneten systematischen Reviewtyps wird unter Anwendung der TREAD-Faktoren nach Booth et al. (2016) durchgeführt. Das Akronym TREAD beschreibt die fünf bei der Auswahl des Reviewtyps zu berücksichtigenden Faktoren und deren Beschränkungen. Diese beinhalten die Zeit (englisch *time*), die Ressourcen (englisch *resources*), die Expertise (englisch *expertise*), die Zielgruppe und Zielsetzung (englisch *audience and purpose*) sowie die verfügbaren Daten (englisch *data*). Tab. 1 zeigt die Beschränkungen und vorhabenspezifischen Ausprägungen gemäß der TREAD-Methode.

Tab. 1: Spezifische Beschränkungen und Ausprägungen der TREAD-Methode im Forschungsvorhaben

TREAD-Faktor	Beschränkung	Ausprägung
Time	Verfügbare Zeit für die Literaturrecherche	01. Juli bis 27. September 2024
Resources	Verfügbare Ressourcen für die Literaturrecherche	Zwei Forschende aus den Bereichen Architektur, Bauökonomie
Expertise	Bedarf an spezifischem Expertenwissen für die Durchführung der Literaturrecherche	Erfahrung in der Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation von Literaturrecherchen
Audience and Purpose	Abstimmung der Ziele der Literaturrecherche mit den Bedürfnissen des Zielpublikums	Existierende Literatur zu kostentreibenden technischen Regeln
Data	Quantität, Qualität und Verfügbarkeit der Daten	Qualitative und quantitative Daten, Verfügbarkeit primär in Forschungsberichten

Die bei der Literaturrecherche verwendeten Datenbanken umfassen Web of Science (WoS), Google Scholar, den Katalog der Universitätsbibliothek Stuttgart und Suchmaschinen. Die Einschlusskriterien umfassen den Publikationszeitraum zwischen 2015 und 2024, die Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch sowie qualitative und quantitative Daten. Auf Grundlage des beschriebenen Vorgehens identifizieren die Forschungsnehmenden die in Tab. 2 dargestellten Publikationen.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Tab. 2: Aktuelle Publikationen zu kostentreibenden technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus

Autor(en)	Jahr	Titel
Stoy et al.	2023	Prüfung der Kostenauswirkungen von Baunormen auf den Wohnungsbau und Einsparpotenziale - Umsetzung von Empfehlungen der Baukostensenkungskommission.
Walberg und Gniechwitz	2019	Auswirkungen energetischer Standards auf die Bauwerkskosten und die Energieeffizienz im Geschosswohnungsbau in Deutschland
Stoy und Hagmann	2018a	Ermittlung der Erfüllungskosten ausgewählter Normenanpassungen.
Stoy und Hagmann	2017	Untersuchungen zur Kostenrelevanz von Normen und Standards (techn./rechtl.) im Wohnungsbau sowie zu Einflussmöglichkeiten; Erarbeitung einer Handlungsempfehlung zur Folgekostenabschätzung sowie Vorbereitung und Ausrichtung eines Symposiums.
Enseling	2016	Häuser sparsamer als verlangt - Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung
Neitzel et al.	2015	Bericht der Baukostensenkungskommission im Rahmen des Bündnisses für bezahlbares Wohnen und Bauen.
Stoy und Hagmann	2015	Einfluss von Qualitätsstufen beim Bauen.

Die Auswertung der in Tab. 2 aufgeführten Publikationen identifiziert zunächst geeignete Sekundärdatenquellen als Grundlage für die darauffolgenden Arbeitspakete. Die Eignungsbewertung wird dabei unter Berücksichtigung der Kriterien Einschlägigkeit, Vollständigkeit und Aktualität durchgeführt. Unter den ausgewerteten Studien und Publikationen identifizierten die Forschungsnehmenden das im Auftrag des Bundesinstituts für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR) erstellte Forschungsvorhaben „Prüfung der Kostenauswirkungen von Baunormen auf den Wohnungsbau und Einsparpotenziale - Umsetzung von Empfehlungen der Baukostensenkungskommission“ als geeignetste Sekundärdatenquelle (Stoy et al. 2023). Ausschlaggebend für diese Einschätzung sind die Zielsetzung, das methodische Vorgehen und die Aktualität des Forschungsvorhabens. Die Autoren untersuchten unter anderem die Anzahl, Art und Eigenschaften sogenannter Baunormen einschließlich einer Fokussierung auf den Geschosswohnungsbau – ohne expliziten Fokus auf den Holzbau. Die Ergebnisse zeigen, dass zum Zeitpunkt des Verfassens insgesamt 355 Baunormen des Geschosswohnungsbaus den DIN-spezifischen Status einer Norm, eines Normentwurfs, einer technischen Regel, eines Entwurfs einer technischen Regel, einer Vornorm oder eines Entwurfs einer Vornorm besitzen. Innerhalb der Baunormen identifizierten die Autoren mittels Befragungen 55 Baunormen, die von Fachleuten als auffällig hinsichtlich des Einflusses auf die Kosten angesehen werden.

Das vorliegende Forschungsvorhaben legt folglich die von Stoy et al. (2023) publizierte Liste der 55 kostentreibenden Baunormen zugrunde. Aus diesen exkludiert werden die folgenden Baunormen, die seit Veröffentlichung des genannten Forschungsvorhabens zurückgezogen wurden:

- DIN 4109-2/A1 DIN 4109-2/A1:2020-05 „Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen; Änderung A1“

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- DIN V 4108-6:2003-06 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs“
- DIN VDE 0100-420/A2 * VDE 0100-420/A2:2018-09 „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-42: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen thermische Auswirkungen; Deutsche und Englische Fassung HD 60364-4-42:2011/prAB:2017“

Zusätzlich nennt die ausgewertete Literatur die steigenden energetischen Anforderungen im Zuge der Energieeinsparverordnung (EnEV) bzw. seit 2020 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und die damit einhergehenden Investitionen als kostentreibende Faktoren sowohl im Neubau als auch bei Maßnahmen im Bestand (Enseling 2016; Walberg und Gniechwitz 2019). Weiterhin sind die Regelungen der 2022 erlassenen Verwaltungsvorschrift „Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg“ (HolzBauRL Baden-Württemberg) vor dem Hintergrund der Zielsetzung des vorliegenden Forschungsvorhabens zu berücksichtigen. Unter Würdigung der genannten Publikationen zum kostensteigernden Einfluss insbesondere der energetischen Anforderungen sowie der Miteinbeziehung der HolzBauRL Baden-Württemberg werden die kostentreibenden Baunormen gemäß Stoy et al. (2023) erweitert um alle im GEG-Gesetz sowie in der HolzBauRL Baden-Württemberg genannten technischen Regeln, soweit diese nicht bereits Teil der Untersuchungen sind (Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden vom 2023; Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg vom 2022).

Unter Anwendung des beschriebenen und in Tab. 3 zusammengefassten Vorgehens legt das Forschungsvorhaben dem folgenden Arbeitspaket 1.2 insgesamt 64 kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz zugrunde.

Tab. 3: Anzahl betrachteter kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz

Quelle	Anzahl inkludierter/ exkludierter technischer Regeln
Stoy et al. (2023)	55
Stoy et al. (2023) (zurückgezogen)	- 3
GEG-Gesetz	+ 11
HolzBauRL	+ 1
Summe	64

2.2 Experteninterviews (kostentreibende technische Regeln des Schosswohnungsbau mit Holz)

Arbeitspaket 1.2 umfasst Interviews zur Validierung der identifizierten kostentreibenden technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz sowie zur Eingrenzung auf jene technischen Regeln mit einem hohen Kostensenkungspotenzial. Vorgehen, Teilnehmende und Ergebnisse dieser Interviews werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

2.2.1 Vorgehen

Die Interviews werden mittels halbstrukturierter Einzelinterviews mit Fachpersonen aus den Expertisegebieten Planung (Architektur, Tragwerk sowie Bauphysik und Akustik), Bauherrenschaft und Ausführung durchgeführt. Die Befragungsmethode wird aufgrund der qualitativen und quantitativen Fragestellungen gewählt. Die Teilnehmenden werden aufgrund von Empfehlungen seitens der Auftraggeberin sowie Kontakten der Auftragnehmenden ausgewählt. Die Teilnahmekriterien umfassen eine Tätigkeit im Gebäudesektor sowie Erfahrung im Geschosswohnungsbau mit Holz, vorzugsweise in Baden-Württemberg. Die Interviews gliedert sich in vier Teile: Teil 1 dient der Erfassung des beruflichen Hintergrunds der Teilnehmenden, Teil 2 der Überprüfung der Kostenrelevanz der betrachteten 64 technischen Regeln zur Exklusion nicht kostenrelevanter technischer Regeln, Teil 3 der Vollständigkeitsprüfung zur Ergänzung fehlender kostenrelevanter technischer Regeln und Teil 4 der Evaluation des Kosteneinflusses durch baukonstruktive Abweichungen von den benannten technischen Regeln im Hinblick auf den Holzbau auf einer Likert-Skala von 1 (geringes Potenzial) bis 4 (hohes Potenzial). Der Fokus liegt auf baukonstruktiven und beispielsweise nicht auf gebäudetechnischen Abweichungen von technischen Regeln, um explizit den Holzbau mit seinen spezifischen Anforderungen in den Mittelpunkt zu stellen. Dabei wird davon ausgegangen, dass gebäudetechnische Anlagen im Gegensatz zu baukonstruktiven Bauteilen im Allgemeinen weniger holzbauspezifisch sind. Sie sind bei Geschosswohngebäuden unterschiedlicher Konstruktionsmaterialien in ähnlicher Weise anzutreffen.

Die Dauer und Verständlichkeit des Interviewleitfadens wird mittels einer Testbefragung überprüft. Aus logistischen Gründen werden Videokonferenzen als Medium gewählt, den Teilnehmenden wird der Fragebogen und die Liste der betrachteten technischen Regeln vorab zugesandt. Der Befragungszeitraum lag zwischen Oktober und November 2024.

Die Auswertung erfolgte auf zwei Arten. Die offenen Fragen der Teile 1 bis 3 werden transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Für die geschlossenen Fragen des Teils 4 wird je technischer Regel der Mittelwert sowie die Standardabweichung (englisch *standard deviation*, SD) der abgegebenen Bewertungen ermittelt, so dass auf Basis dieser deskriptiven Angaben eine vergleichende Betrachtung erfolgen konnte.

2.2.2 Teilnehmende

Die Teilnehmenden umfassen insgesamt 17 Expertinnen und Experten, diese sind sowohl auf Auftraggebenden als auch auf Auftragnehmendenseite tätig, 15 davon mit Sitz in Deutschland, zwei Personen mit Sitz in Österreich. Gemäß Vorhabenbeschreibung wird während der Kontaktaufnahme die Akquise von Teilnehmenden insbesondere aus Baden-Württemberg angestrebt. Tab. 4 zeigt die Verteilung der Teilnehmenden hinsichtlich deren Expertisen.

Tab. 4: Teilnehmende der Experteninterviews

Expertise	Anzahl Teilnehmende
Bauherrschaft	4
Planende (Architektur)	4
Planende (Tragwerk)	3

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Expertise	Anzahl Teilnehmende
Planende (Bauphysik und Akustik)	3
Ausführende	3
Summe	17

2.2.3 Interviewergebnisse

Ausgehend von der in Arbeitspaket 1.2 definierten Grundmenge von 64 kostentreibenden technischen Regeln überprüfen die in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Teile 2 bis 4 der Interviews die Kostenrelevanz, die Vollständigkeit und den Kosteneinfluss der aufgeführten technischen Regeln. Die Überprüfung der Kostenrelevanz mittels Teil 2 der Befragung resultiert in der Exklusion von zwei technischen Regeln, da die gemäß der Literaturlauswertung unterstellte kostentreibende Wirkung von den Teilnehmenden nicht bestätigt wird. Die Überprüfung der Vollständigkeit mittels Teil 3 der Befragung resultiert in der Inklusion von 25 zusätzlichen technischen Regeln, die zuvor in der ausgewerteten Literatur keine Erwähnung finden, von den Teilnehmenden allerdings als kostenrelevant wahrgenommen werden. Hierbei ist hervorzuheben, dass nur jene technischen Regeln zusätzlichen inkludiert werden, die von mindestens zwei Teilnehmenden genannt werden. Die Überprüfung des Kosteneinflusspotenzials im Rahmen von Teil 4 der Interviews resultiert in der Exklusion von 57 technischen Regeln. Die Forschungsnehmenden folgen hierbei dem Ausschlusskriterien, dass jene technischen Regeln exkludiert werden, deren Kostensenkungspotenzial auf einer Likert-Skala von 1 (geringes Potenzial) bis 4 (hohes Potenzial) mit $\leq 2,5$ im Mittelwert (MW) bewertet werden. Tab. 5 fasst die Befragungsergebnisse quantitativ zusammen. Die vollständige Liste der im Rahmen der Interviews betrachteten technischen Regeln ist in Anhang „A 1: Kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz“ angefügt.

Tab. 5: Quantitative Zusammenfassung der Interviewergebnisse

Teilschritt AP 1.2	Anzahl inkludierter/ exkludierter technischer Regeln
Ergebnis AP 1.1	64
Interview Teil 2: Kostenrelevanz	- 2
Interview Teil 3: Vollständigkeit	+ 25
Interview Teil 4: Kosteneinfluss	- 57
Summe	30

In qualitativer Hinsicht offenbart die Auswertung der Interviewergebnisse zwar eine Vielzahl technischer Regeln, die von den Teilnehmenden als komplexitäts- und kostenrelevant wahrgenommen werden. Gleichzeitig wird das Kostensenkungspotenzial durch baukonstruktive Abweichungen im Holzbau für die genannten technischen Regeln aber vielfach gering bis moderat eingeschätzt. Mit Blick auf Teil 2 der Interviews konstatieren die Forschungsnehmenden, dass folgende technische Regeln, trotz Nennung in der Literatur, von den Teilnehmenden nicht als kostenrelevant wahrgenommen werden:

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- DIN EN 1090-2 „Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2018 und
- DIN EN 1090-3 „Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-3:2019.

Die Überprüfung der Vollständigkeit im Zuge des Teil 3 ergab die Inklusion zusätzlicher technischer Regeln, insbesondere zu folgenden Themen:

- Abdichtungen (DIN-Reihen 18531 und 18533),
- Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (DIN-Reihe 4102),
- Energetische Bewertung von Gebäuden (DIN-Reihe 18599),
- Eurocodes zu Bemessung und Konstruktion (DIN-Reihen 1991 bis 1998) und
- Raumluftechnik (DIN-Reihe 1946).

Die Bewertung des Kosteneinflusspotenzials im Zuge des Teil 4 der Befragung unter Anwendung des ersten Ausschlusskriteriums (Potenzial $\leq 2,5$) ergab die Exklusion zahlreicher technischer Regeln aufgrund eines geringen Potenzials, insbesondere zu folgenden Themen:

- Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (DIN-Reihe 4102) und
- Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten (DIN-Reihe 1996).

Die Anwendung des zweiten Ausschlusskriteriums (Anzahl Bewertungen ≤ 1) ergab die Exklusion zahlreicher technischer Regeln aufgrund einer zu geringen Anzahl an Bewertungen, insbesondere zu folgenden Themen:

- Abdichtungen (DIN-Reihen 18531 und 18533),
- Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (DIN-Reihe 4102),
- Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken (DIN-Reihe 1992),
- Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten (DIN-Reihe 1993) und
- Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten (DIN-Reihe 1996).

Auf Grundlage der Befragungsauswertung sowie unter Anwendung der beschriebenen Ausschlusskriterien können insgesamt 30 kostenrelevante technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz mit hohem Kosteneinflusspotenzial identifiziert werden. Tab. 6 führt die identifizierten technischen Regeln sowie deren spezifisches Potenzial mit dem Mittelwert auf.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Tab. 6: Kostenrelevante technische Regeln mit spezifischem Kosteneinflusspotenzial im Mittelwert (MW)

Nummer	Titel	MW	SD
DIN 18005-1:2018-01	Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung	2,73	1,29
DIN 18040-2:2011-09	Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 2: Wohnungen	2,55	0,99
DIN 4109-2:2018-01	Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen	3,00	1,04
DIN 4109-33:2016-07	Schallschutz im Hochbau - Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau	3,00	1,04
DIN 4109-34:2016-07	Schallschutz im Hochbau - Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen	2,60	1,11
DIN 4109-34/A1:2019-12	Schallschutz im Hochbau - Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen; Änderung A1	2,60	1,11
DIN 4109-35:2016-07	Schallschutz im Hochbau - Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden	2,60	1,11
DIN 4109-35/A1:2019-12	Schallschutz im Hochbau - Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden; Änderung A1	2,60	1,11
DIN 4109-36:2016-07	Schallschutz im Hochbau - Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Gebäudetechnische Anlagen	2,90	1,04
DIN 4109-5:2020-08	Schallschutz im Hochbau - Teil 5: Erhöhte Anforderungen	3,38	0,92
DIN EN 13053:2020-05	Lüftung von Gebäuden - Zentrale raumluftechnische Geräte - Leistungskennndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2019	2,56	0,93
DIN EN 1946-2:1999-04	Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen - Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften - Teil 2: Messung nach Verfahren mit dem Plattengerät; Deutsche Fassung	4,00	0,00
DIN EN 1995-1-1:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008	3,00	1,00
DIN EN 1995-1-2:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009	3,00	1,00

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Nummer	Titel	MW	SD
DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall	3,00	1,00
DIN EN 1998-1:2010-12	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009	4,00	0,00
DIN EN 1998-1/A1:2013-05	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004/A1:2013	4,00	0,00
DIN EN 1998-1/NA:2023-11	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau	4,00	0,00
DIN EN 1998-3:2010-12	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005 + AC:2010	4,00	0,00
DIN EN 1998-3 Beurichtigung 1:2013-09	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005 + AC:2010, Beurichtigung zu DIN EN 1998-3:2010-12; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005/AC:2013	4,00	0,00
DIN EN ISO 12631:2018-01	Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (ISO 12631:2017); Deutsche Fassung EN ISO 12631:2017	2,75	0,83
DIN EN ISO 717-1:2021-05	Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 717-1:2020	2,82	1,19
DIN V 18599-1:2018-09	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger	3,50	0,50
DIN V 18599-2:2018-09	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen	3,50	0,50
DIN V 18599-5:2018-09	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen	3,00	1,00

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Nummer	Titel	MW	SD
DIN V 18599-6:2018-09	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau	3,00	1,00
DIN V 18599-7:2018-09	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau	3,00	1,00
DIN VDE 0100-420 * VDE 0100-420:2022-06	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-42: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen thermische Auswirkungen (IEC 60364-4-42:2010, modifiziert + A1:2014); Deutsche Übernahme HD 60364-4-42:2011 + A1:2015	2,60	1,20
VDI 4100:2012-10	Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz	3,14	1,06
VDI 6008 Blatt 1:2012-12	Barrierefreie Lebensräume - Allgemeine Anforderungen und Planungsgrundlagen	2,60	1,11

Innerhalb der identifizierten 30 kostentreibenden technischen Regeln werden in Abstimmung mit der Auftraggeberin geeignete Themenfelder zur Entwicklung von Konstruktionsalternativen definiert. Diese werden den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt. Zu nennen sind hierbei die Themenfelder des Schallschutzes, der Barrierefreiheit sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens, Letzteres insbesondere im Zusammenhang mit den einschlägigen Eurocodes. Weitere Themenfelder werden exkludiert, beispielsweise die Themenfelder „Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen“ und „Energetische Bewertung von Gebäuden“ aufgrund des nicht unerheblichen Einflusses geltender Fördermechanismen auf die Relevanz der einschlägigen technischen Regeln aus den weiteren Untersuchungen exkludiert.

2.3 Prüfung der Voraussetzungen für eine privatautonome Abstandnahme

Arbeitspaket 1.3 umfasst die Prüfung sämtlicher, in Tab. 6 aufgeführten, technischen Regeln dahingehend, ob von ihnen privatautonom Abstand genommen werden kann, da sie beispielsweise unter den Rechtsbegriff der „anerkannten Regeln der Technik“ subsumiert werden *könnten*. Hierzu wird jede einzelne Norm mit Blick auf ihren Regelungsgehalt juristisch geprüft. Dabei kann offenbleiben, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Gericht im Streitfall tatsächlich das Vorliegen von aRdT bejahen würde. Entscheidend ist mit Blick auf den Sinn und Zweck des NORMholz-Projektes nämlich nur, ob bei einer der angeführten technischen Regeln ein nicht völlig zu vernachlässigendes Risiko besteht, dass ein Gericht im Einzelfall zu dem Schluss kommen könnte, dass es sich um eine aRdT handle. Denn dieses Risiko in Kauf zu nehmen, kann insbesondere denjenigen nicht zugemutet werden, die die technische Regel umzusetzen haben. Insofern muss selbst dann für eine rechtssichere Abbedingung der jeweiligen Norm gesorgt werden, wenn ihre Eigenschaft als aRdT nicht zweifelsfrei bejaht werden kann.

Insofern können nur diejenigen technischen Regeln bzw. Normen von vorherein bei der Planung und Ausführung unberücksichtigt bleiben, bei denen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit festgestellt werden kann, dass es sich nicht um aRdT handelt. Allerdings müssen diese Normen

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

dann noch dahingehend untersucht werden, ob es sich bei ihnen nicht um Vorgaben derzeit üblicher Standards hinsichtlich Qualität oder Komfort handelt. Mit Blick auf den Umstand, dass diese Vorgaben konkludent zum Gegenstand der vertraglichen Vereinbarungen werden können, müssen diese Normen nämlich ebenfalls durch die Projektbeteiligten rechtssicher abbedungen werden können. Allerdings liegt hier die Schwelle wesentlich niedriger als bei potenziellen aRdT.

Zusätzlich ist zu prüfen, inwiefern sich die Abstandnahme von den identifizierten technischen Regeln durch die Bezugnahme in Verordnungen, Gesetzen oder dgl. erschwert oder sogar verbietet. Die Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO BW) ist beispielsweise relevant. Eine Abstandnahme von technischen Regeln, die aufgrund der LBO BW verbindlich erklärt werden, ist nicht ohne weiteres möglich und wird deshalb nicht innerhalb des Forschungsvorhabens betrachtet.

2.4 Zwischenfazit

Auf Grundlage der Literaturlauswertung identifizieren die Forschungsnehmenden zunächst 64 technische Regeln, die im Geschosswohnungsbau mit Holz potenziell kostenrelevant sind. Darauf aufbauend werden mittels der Befragung von insgesamt 17 Expertinnen und Experten 30 technische Regeln identifiziert die nach Ansicht von mindestens zwei Teilnehmenden sowohl kostenrelevant sind als auch ein hohes Kosteneinflusspotenzial durch baukonstruktive Abweichungen im Holzbau aufweisen. Hierbei sind insbesondere technische Regeln aus den Themenfeldern Schallschutz, Barrierefreiheit sowie Bemessung und Konstruktion zu nennen. Die genannten Themenfelder bilden folglich den Schwerpunkt der folgenden Untersuchungen, wobei auch die Möglichkeit der Abstandnahme juristisch zu bewerten ist.

3 Konstruktionsalternativen: Grundlagen und Vorgehensweise

Ausgehend von den identifizierten technischen Regeln mit hohem Kostensenkungspotenzial im Geschosswohnungsbau mit Holz befassen sich die Arbeitspakete 2.1 und 2.2 mit der Entwicklung sowie konstruktiven Optimierung von Konstruktionsalternativen, insbesondere zur Umsetzung unterschiedlicher Komfortniveaus in den Themenfeldern des Schallschutzes sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens. Das nachfolgende Kapitel erläutert die methodischen Grundlagen sowie die Vorgehensweise dieser Arbeitspakete.

3.1 Grundlagen

Die Entwicklung der Konstruktionsalternativen wird für gängige konstruktive Systeme auf Grundlage einschlägiger Fachliteratur, normativer Vorgaben sowie branchenspezifischer Datenbanken durchgeführt. Der Entwicklungsprozess umfasst drei Prozessschritte: (1) Die systematische Analyse konstruktiver Systeme im Geschosswohnungsbau mit Holz, (2) Die Eingrenzung der betrachteten Gebäudetypen und konstruktiven Systeme sowie (3) Die Entwicklung, Validierung und Optimierung von Konstruktionsalternativen. Die Vorgehensweise der Prozessschritte wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

3.1.1 Konstruktive Systeme im Geschosswohnungsbau mit Holz

Sowohl die Gebäudetypologie des Geschosswohnungsbaus als auch der Holzbau zeichnen sich durch eine große Bandbreite an architektonischen Ausprägungen, tragwerksplanerischen Konzepten und baukonstruktiven Ausführungsformen aus. Zur systematischen Analyse relevanter konstruktiver Systeme bedarf es daher einer präzisen Eingrenzung des Untersuchungsgegenstands. Im Kontext des Geschosswohnungsbaus mit Holz kommen unterschiedliche konstruktive Systeme zur Anwendung, die sich hinsichtlich ihrer statischen Wirkprinzipien, des Materialeinsatzes, der baukonstruktiven Eigenschaften sowie des Vorfertigungsgrads signifikant unterscheiden:

- **Holzskelettbau:** Ein offenes, rasterförmiges Tragsystem aus punktuell angeordneten Stützen und horizontalen Trägern. Diese Bauweise ermöglicht eine hohe Flexibilität in der Grundrissgestaltung, stellt jedoch erhöhte Anforderungen an die Aussteifung sowie die Ausbildung konstruktiver Anschlussdetails. Sie erlaubt einen geringen Materialeinsatz, benötigt allerdings zusätzliche additive Hüllelemente.
- **Holztafel- bzw. Holzständerbau:** Eine weit verbreitete, industriell vorgefertigte Bauweise mit flächigen Wand- und Deckenelementen. Diese bestehen aus einem Holzrahmen mit stehenden und liegenden Stäben, integriertem Dämmmaterial sowie beidseitiger Beplankung. Durch Optimierung der Einzelelemente ergibt sich ein geringer Materialeinsatz.
- **Massivholzbau:** Die Konstruktion erfolgt mit großformatigen Vollholzprodukten wie Brettsperrholz (engl.: „cross-laminated timber“, CLT), Brettstapelholz (BSP) oder Dübelholz. Diese Bauweise zeichnet sich durch eine hohe Steifigkeit und eine überdurchschnittliche Tragfähigkeit aus. Diese kann jedoch im niedriggeschossigen Wohnungsbau mit Holz meist nicht voll ausgenutzt werden, sodass sich insbesondere bei Wänden ein erhöhter Materialeinsatz ergibt.
- **Hybridbauweisen:** Kombinationen von Holz mit anderen Baustoffen, insbesondere Stahlbeton, beispielsweise in Form von Holz-Beton-Verbunddecken. Diese Systeme verbessern Schallschutz und Schwingungsverhalten, sind jedoch im mittelhohen Geschosswohnungsbau

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

aufgrund typischer Spannweiten und brandschutztechnischer Anforderungen häufig überdimensioniert und wirtschaftlich nur eingeschränkt sinnvoll, da sich hieraus ein hoher Materialeinsatz sowie ein zusätzlicher Primärenergiebedarf ergibt.

Grundsätzlich lassen sich Holzbaukonstruktionen in stabförmige und flächenhafte Systeme unterteilen, wie in Abb. 2 dargestellt.

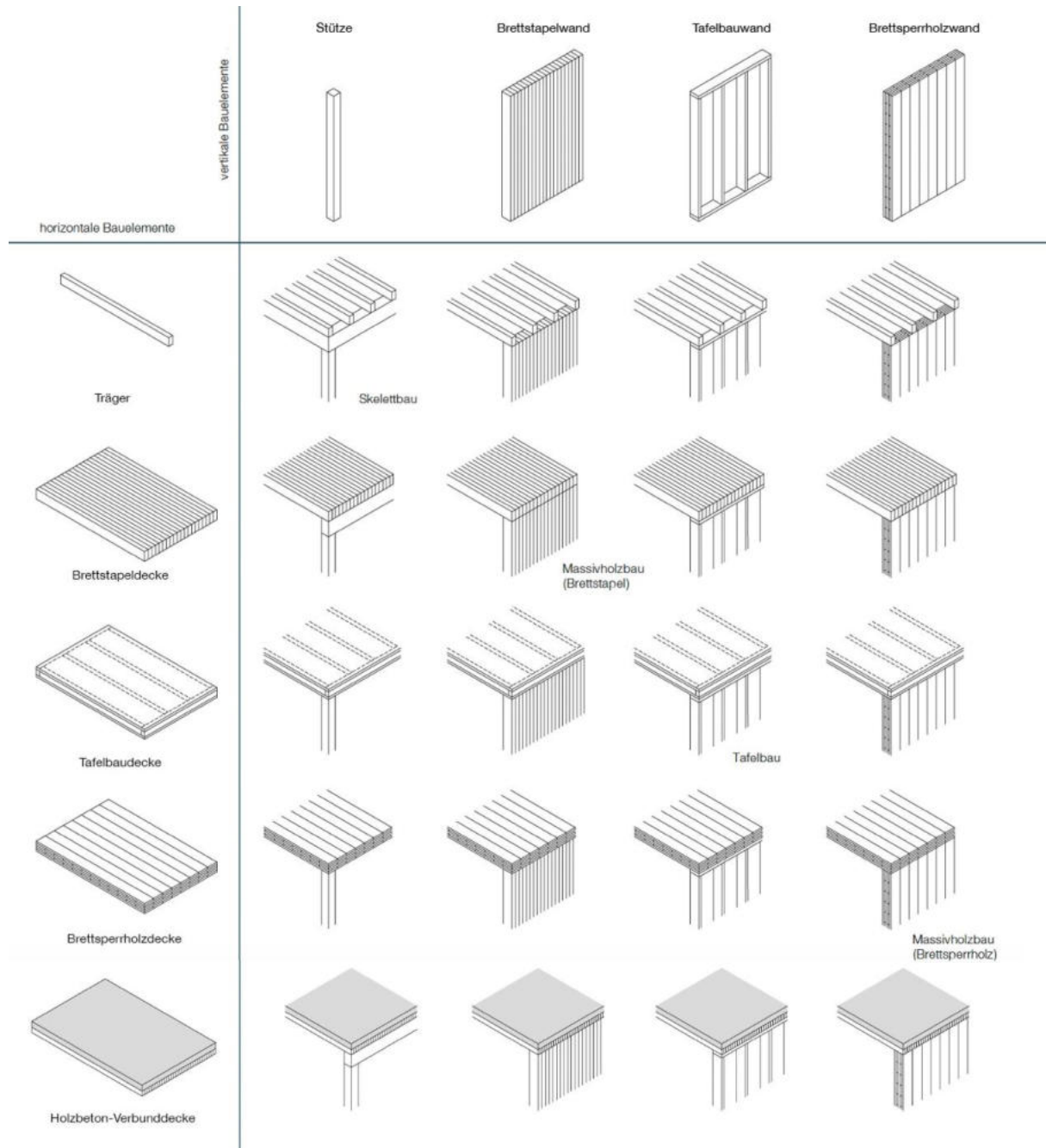


Abb. 2: Systematik zur Kategorisierung horizontaler und vertikaler Bauteile im Holzbau unter Berücksichtigung konstruktiver Fügungsprinzipien (Quelle: Atlas mehrgeschossiger Holzbau, 2024)

Stabförmige Systeme bestehen aus linienförmigen Traggliedern wie Stützen, Trägern oder Rahmenelementen, die punktuell Lasten aufnehmen und weiterleiten. Zu den typischen Ausprägungen zählt

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

der Holzskelettbau. Demgegenüber nutzen flächenhafte Systeme großformatige Wand- und Deckenplatten zur flächigen Lastabtragung. Hierunter fallen insbesondere der Holztafelbau sowie der Massivholzbau auf Basis von Brettspertholz oder Brettstapelholz. Diese Bauweisen zeichnen sich aus durch eine hohe Maßgenauigkeit, kurze Montagezeiten sowie deren besondere Eignung für den Geschosswohnungsbau mit Holz.

3.1.2 Abgrenzung der Betrachtung

Die Eingrenzung der betrachteten Gebäudetypen basiert auf statistischen Daten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg, der Datenabruf erfolgt über die GENESIS-Datenbank des Statistischen Bundesamtes. Die detaillierte Herleitung wird in Abschnitt 4.2.1 erläutert. Ziel ist es, charakteristische Referenzdaten zu definieren, die ein typisches Abbild Geschosswohnungsbau mit Holz in Baden-Württemberg darstellen.

Die Definition der Gebäudeklassen erfolgt gemäß den Bestimmungen der LBO BW. Zur Ableitung gängiger Konstruktionslösungen werden exemplarisch realisierte baukonstruktive Aufbauten analysiert. Ein besonders relevanter Parameter für die konstruktive Ausprägung ist die Gebäudehöhe, da diese maßgeblich die Einordnung in die Gebäudeklassen gemäß Landesbauordnung des Landes Baden-Württemberg (LBO BW) beeinflusst und zugleich nicht veränderbare brandschutztechnische und sicherheitsrelevante Anforderungen determiniert (Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010). Die Auswahl der betrachteten Bauweisen stützt sich auf folgende, durch Auswertung der in Abschnitt 4.2.1 erläuterten Referenzobjekte als charakteristisch identifizierte Parameter:

- Gebäudeklassen 3 und 4 gemäß LBO BW
- Feuerwiderstandsklassen F30 und F60 gemäß DIN 4102 bzw. EN 13501
- Spannweiten im Bereich von 3 bis 6 Metern
- Tragende Wände in Schottenbauweise
- Verwendete konstruktive Systeme: Holztafelbau, Massivholzbau sowie ergänzend Holz-Beton-Verbundbauweise

Im Rahmen dieser Untersuchungen wird auf eine vertiefende Betrachtung des Holzskelettbaus verzichtet, da diese Bauweise im Segment der betrachteten Gebäudeklassen 3 und 4 nach der Landesbauordnung Baden-Württemberg nicht als typisches konstruktives System anzusehen ist. Ebenso werden Holz-Beton-Verbundsysteme lediglich am Rande behandelt, da ihre Anwendung unter den gegebenen Rahmenbedingungen – insbesondere hinsichtlich üblicher Spannweiten und brandschutztechnischer Anforderungen – weder technisch notwendig noch wirtschaftlich vorteilhaft erscheint.

Die weitergehende Analyse der identifizierten konstruktiven Systeme erfolgt auf Basis einschlägiger Fachliteratur, normativer Vorgaben sowie branchenspezifischer Datenbanken. Zu den herangezogenen Quellen zählen unter anderem:

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Tab. 7: Relevante Fachquellen zu Konstruktionslösungen im Geschosswohnungsbau mit Holz

Autor(en)	Jahr	Titel
Holzforschung Austria	2025	dataholz.eu: Technische Details und geprüfte Bauteilaufbauten im Holzbau.
Informationsverein Holz e.V.	2025	Informationsdienst Holz: Technische Richtlinien, Leitfäden und Marktübersichten zum modernen Holzbau.
Holzwirtschaft Schweiz	2025	Lignum-Datenbank: Konstruktionsdetails und Bauteilkatalog für den Holzbau (Schweiz).
ZÜBLIN Timber GmbH	2025	ZÜBLIN Timber: Technische Produktinformationen, Systemlösungen und Planungsunterlagen der Hersteller.
Blödt und Rabold	2025	Cost-effective construction and acoustic requirements: Is there a need to adjust the standards?
Nusser et al.	2024	Resonanzfrequenzen und Trittschallübertragung. Forschung zur Schallschutznormung im Holzbau.
Kaufmann et al. 2024	2024	Atlas mehrgeschossiger Holzbau – Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele.
Kolb et al.	2024	Holzbau mit System. Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile.
Winter et al. 2023	2023	Planungshilfe mehrgeschossiger Holzbau der Wohnungswirtschaft Bayern.
Moro	2022	Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail
Rabold	2020	Planungs- und Nachweisverfahren von Holzdecken unter Berücksichtigung der tieffrequenten Trittschallübertragung
Huß et al.	2018	Holzbau - Raummodule
Cheret et al.	2013	Urbaner Holzbau. Chancen und Potenziale für die Stadt
Hamm	2012	Schwingungen bei Holzdecken. Konstruktionsregeln für die Praxis.
Fastl und Zwicker	2007	Psychoacoustics – Facts and Models

3.2 Vorgehensweise

Das Arbeitspaket 2.1 untersucht systematisch gängige konstruktive Systeme im Geschosswohnungsbau mit Holz. Parallel erfolgt eine vertiefte Analyse der in Arbeitspaket 1 identifizierten Themenfelder und einschlägigen technischen Regeln. Die Konstruktionsalternativen werden in Arbeitspaket 2.2 im Rahmen strukturierter Interviews hinsichtlich Plausibilität, Umsetzbarkeit und Normkonformität bzw. -abweichung validiert und optimiert. Vorgehen, Teilnehmende und Ergebnisse dieser Interviews werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3.2.1 Entwicklung der Konstruktionsalternativen

Die in den vorhergehenden Abschnitten dargestellten bauteilspezifischen und holzbaurelevanten Datengrundlagen bilden das methodische Fundament für die systematische Herleitung typisierter Konstruktionsalternativen im Geschosswohnungsbau mit Holz. Ziel ist die Entwicklung praxisnaher, wissenschaftlich fundierter Konstruktionsalternativen für relevante Bauteilgruppen unter Berücksichtigung technischer Leistungsfähigkeit und ökonomischer Effizienz.

Fokus der Untersuchungen sind vorrangig jene Bauteilgruppen, die in signifikanter Weise zur Kostenwirtschaftlichkeit sowie zur funktionalen Performance des Geschosswohnungsbaus mit Holz beitragen. Hierzu zählen insbesondere Wohnungstrenndecken, Wohnungstrennwände sowie angrenzende flankierende Bauteile. Basierend auf etablierten konstruktiven Prinzipien und belastbaren Aufbaudaten aus den in Tab. 7 aufgeführten technischen Datenbanken werden im weiteren Verlauf vereinfachte, typisierte Bauteilkonfigurationen erarbeitet. Die Entwicklung der Konstruktionsalternativen erfolgt auf Grundlage relevanter bautechnischer Leistungsanforderungen. Im Einzelnen werden folgende Dimensionen separat betrachtet:

- **Schallschutz**, gemäß DIN 4109,
- **Verformungsverhalten und Schwingungsempfindlichkeit**, auf Grundlage von Eurocode 5 DIN EN 1995-1-1 2010-12/14 zusammen mit DIN EN 1995-1-1 NA 2013.

Als technischer und normativer Referenzrahmen dienen u. a. der „Hamburg-Standard“ der Freien und Hansestadt Hamburg sowie die „Leitlinie und Prozessempfehlung“ zum Gebäudetyp E des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), auf die im weiteren Vorgehen systematisch Bezug genommen wird (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen und Initiative kostenreduziertes Bauen 2025; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 2024).

Ein weiteres Ziel der Entwicklung besteht in der Definition abgestufter Komfortniveaus – von einem erhöhten Komfortstandard bis hin zu einem funktionalen Mindeststandard. Abweichungen von bestehenden etablierten Verfahren und Standards werden dabei explizit kenntlich gemacht, um ein differenziertes Anforderungsprofil zu ermöglichen, das im Rahmen zukünftiger Bauprozesse gezielt wählbar ist. Die einzelnen Komfortniveaus werden sowohl verbal-deskriptiv als auch konstruktiv beschrieben, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Randbedingungen und bautechnischer Konstellationen. Dabei wird gewährleistet, dass sämtliche Varianten die geltenden bauordnungsrechtlichen und sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen, insbesondere jene der LBO BW.

Die Entwicklung der Konstruktionsalternativen und vereinfachten Bemessungsstandards erfolgt in einem kollaborativen Prozess unter Einbindung der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwesen. Ihre praktische Anwendbarkeit sowie ihre technische Belastbarkeit werden im Rahmen unternehmensbezogener Validierungsinterviews mit Expertinnen und Experten aus den Bereichen Holzbaufachplanung, Tragwerksplanung und Ausführung validiert und optimiert.

Zur praxisnahen Überprüfung der Konstruktionsalternativen sowie zur differenzierten Bewertung schallschutztechnischer und finanzieller Aspekte werden drei Referenzobjekte aus dem Geschosswohnungsbau mit Holz herangezogen. Die Auswahl dieser Objekte sowie deren Herleitung wird in Abschnitt 4.2.1 erläutert. Die Bauten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Gebäudeklassen, der strukturellen Ausbildung tragender Bauteile sowie der verwendeten Wand- und Deckensysteme. Nachfolgend sind die Referenzobjekte zusammenfassend dargestellt:

Referenzobjekt 1 – Geschosswohnungsbau, Ansbach

- **Gebäudetypologie:** Zwei Baukörper im urbanen Wohnumfeld
- **Gebäudeklassen:** 3-geschossiger Baukörper: Gebäudeklasse 3 (GK 3) und 4-geschossiger Baukörper: Gebäudeklasse 4 (GK 4)
- **Decken:** Geschossdecken aus Brettspertholz
- **Tragende Innen- und Wohnungstrennwände:** Massivholz (Brettspertholz)
- **Außenwände:** Vorgefertigte Holzrahmenelemente in Holztafelbauweise mit Gefachdämmung aus Mineralwolle

Referenzobjekt 2 – Geschosswohnungsbau, Hamburg

- **Gebäudetypologie:** Drei Vollgeschosse mit standardisiertem Wohnungsgrundriss
- **Gebäudeklasse:** 3-geschossiger Baukörper: Gebäudeklasse 3 (GK 3)
- **Decken:** Holztafeldeckenelemente
- **Tragende Innen- und Wohnungstrennwände:** Holzrahmenelemente in Tafelbauweise mit Gefachdämmung aus Holzfaserdämmstoff
- **Außenwände:** Holzrahmenelemente mit Holzfaserdämmung, raumseitig beplankt mit Gipskarton- bzw. Holzmehrschichtplatten

Referenzobjekt 3 – Doppelhaus, Gummersbach

- **Gebäudetypologie:** Zweigeschossige Doppelhausbebauung mit drei Wohneinheiten
- **Gebäudeklasse:** 2-geschossiger Baukörper: Gebäudeklasse 3 (GK 3)
- **Decken:** Holztafeldeckenelemente
- **Wohnungstrennwand:** Stahlbeton
- **Tragende Innenwände und Außenwände:** Holzrahmenelemente in Holztafelbauweise mit Gefachdämmung aus Holzfaserdämmstoff, raumseitig beplankt mit Gipskartonplatten
- **Nichttragende Innenwände:** Leichtbauweise (Trockenbau)

3.2.2 Experteninterviews (Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen)

Zur Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen werden themenspezifische Experteninterviews durchgeführt. Diese erfolgen in Form strukturierter Einzelinterviews mit einer Dauer von jeweils 90 bis 150 Minuten. Ziel ist die Validierung der Konstruktionsalternativen durch ausgewiesene Expertinnen und Experten aus den Bereichen Holzbau-Planung, Tragwerksplanung, Statik,

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Bauphysik und -akustik, Barrierefreiheit sowie Ausführung und die Konstruktionsalternativen auf Grundlage kritischer Überprüfungen zu Optimieren.

Die Wahl der Interviewmethode gründet sich auf die explorative Fragestellung. Die Auswahl der Teilnehmenden erfolgt auf Basis des fachlichen Netzwerks der Forschungsnehmenden sowie weiterer Empfehlungen von Seiten der Interviewteilnehmenden. Teilnahmevoraussetzung ist eine aktuelle berufliche Tätigkeit im Holzbau sowie einschlägige Praxiserfahrung im Geschosswohnungsbau mit Holz, vorzugsweise in Baden-Württemberg. Die Interviews gliedern sich in vier aufeinander aufbauende Phasen:

1. **Einführung:** Erläuterung des Forschungsvorhabens, der Zielstellung und des methodischen Rahmens.
2. **Präsentation:** Vorstellung der themenspezifischen Herangehensweisen sowie der bisherigen Ergebnisse hinsichtlich der Konstruktionsalternativen.
3. **Diskussion und Validierung:** Fachliche Kommentierung, Bewertung und Optimierungsvorschläge zu den präsentierten Varianten durch die Teilnehmenden.
4. **Verifizierung von Alternativen für die Referenzobjekte:** Überprüfung exemplarischer Konstruktionsalternativen für die drei ausgewählten Referenzobjekte.
5. **Rückfragen und Ergänzungen:** Möglichkeit zur Klärung offener Aspekte und Einbringung weiterführender Anmerkungen seitens der Expertinnen und Experten.

Die Verständlichkeit sowie die Dauer der Interviews werden vorab mittels Testbefragungen evaluiert. Aus organisatorischen Gründen werden die Interviews im Format videobasierter Konferenzen durchgeführt. Den Teilnehmenden werden die relevanten Unterlagen, einschließlich der Konstruktionsvarianten, vorab zur Verfügung gestellt. Der Befragungszeitraum erstreckte sich von März bis April 2025. Die Auswertung der Interviews basiert auf transkribierten Gesprächsprotokollen und wird mittels qualitativer Inhaltsanalyse vorgenommen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden systematisch dokumentiert, kritisch reflektiert und in die weitere konzeptionelle Entwicklung sowie in die Standardisierungsprozesse integriert.

3.2.3 Teilnehmende

Die Optimierung der Konstruktionsalternativen umfasst insgesamt acht strukturierte Einzelinterviews mit ausgewiesenen Expertinnen und Experten aus zentralen Disziplinen des Geschosswohnungsbaus mit Holz. Die Teilnehmenden sind sowohl auf Seiten der Auftraggebenden als auch der Auftragnehmenden tätig, sieben von ihnen mit Sitz in Deutschland – mehrheitlich in Baden-Württemberg – sowie eine Person aus Österreich. Die Interviews dienen der validierenden Rückkopplung hinsichtlich der Konstruktionsalternativen, insbesondere für deren Auswahl für die drei Referenzobjekte. Tab. 8 zeigt die Verteilung der Teilnehmenden hinsichtlich deren Expertisen.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Tab. 8: Teilnehmende der Experteninterviews „Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen“

Expertise	Anzahl Teilnehmende/Interviewrunden
Holzbau-Planung	1
Tragwerk	2
Bauphysik und Bauakustik	2
Barrierefreiheit	1
Realisierung und Umsetzung	2
Summe	8

3.3 Zwischenfazit

Die im Rahmen der fachspezifisch durchgeführten Interviews erwiesen sich als zentrales methodisches Instrument zur Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse bilden im Folgenden die Grundlage für die typologische Systematisierung sowie für die vertiefte technische Ausarbeitung konstruktiver Optionen, wie sie in den Kapiteln 5 und 6 erläutert werden.

Neben den hier untersuchten Themenfeldern der normativen Vorgaben rückte im Verlauf der qualitativen Erhebungen insbesondere der bauliche Brandschutz als bedeutendes Kosten- und Einflusskriterium im Geschosswohnungsbau mit Holz in den Fokus. Aufgrund seiner hohen Relevanz in sicherheits- und bauordnungsrechtlicher Hinsicht und der damit verbundenen eingeschränkten Abweichungsmöglichkeit ist eine vertiefte Analyse dieses Themenfelds nicht Gegenstand der weiteren Untersuchungen. Ein wiederkehrendes Thema in nahezu allen Workshops ist das planerische Verständnis für eine holzbaukompatible Entwurfslogik. Besonders hervorgehoben wird die Bedeutung kurzer Spannweiten, materialspezifischer Tragwerkskonzepte sowie die konstruktiven und finanziellen Vorteile einer klaren Trennung zwischen tragenden und nichttragenden Wandbauteilen – mit besonderem Augenmerk auf Wohnungstrennwände. Kritisch gesehen wird zudem die zunehmende Technisierung des Geschosswohnungsbaus. Diese Entwicklungen werden einerseits als potenziell kostenintensiv und wartungsanfällig eingeschätzt, andererseits im Kontext steigender gesellschaftlicher Komfortanforderungen als zunehmend relevant bewertet. Auf Grund des mangelnden Bezugs zur Baukonstruktion ist dieses Themenfeld im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens nicht Teil der weiteren Untersuchungen.

Schließlich werden gängige Ausbau- und Qualitätsstandards einer kritischen Reflexion unterzogen und um kontextabhängige Parameter erweitert. Ziel ist es, eine differenziertere Bewertung von Anforderungsqualitäten zu ermöglichen und damit eine fundierte, projektspezifisch abgestimmte Auswahl geeigneter Konstruktionslösungen im Planungs- und Bauprozess zu unterstützen. Die themenspezifische Auswertung dieser Aspekte mit jeweiligen baukonstruktiven Optionen erfolgt in den Kapiteln 5 und 6.

4 Finanzielle Auswirkungen: Grundlagen und Vorgehensweise

Ausgehend von den in den Arbeitspaketen 2.1 und 2.2 Konstruktionsalternativen in den Themenfeldern Schallschutz, Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten befasst sich Arbeitspaket 2.3 mit der Prognose von deren finanziellen Auswirkungen. Das nachfolgende Kapitel stellt die methodischen Grundlagen sowie die Vorgehensweise dieses Arbeitspakete dar.

4.1 Grundlagen

Die finanziellen Auswirkungen werden anhand beispielhafter Referenzobjekte mit ihren spezifischen Eigenschaften prognostiziert. Dabei kommt ein Referenzobjektansatz zum Einsatz, wie er bereits in vergleichbaren Forschungsvorhaben wie beispielsweise von Stoy und Hagmann (2015) und Walberg et al. (2014) angewendet wurde. Der Referenzobjektansatz umfasst drei Prozessschritte: (1) Die Identifikation von Referenzobjekten, (2) Die Erstellung von Mengen- und Kostenmodellen sowie (3) Die Prognose der finanziellen Auswirkungen jeder Konstruktionsalternative. Die Vorgehensweise der Prozessschritte wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

4.2 Vorgehensweise

4.2.1 Identifikation von Referenzobjekten

Als Anwendungsobjekte des Referenzobjektansatzes dienen beispielhaft Dokumentationen aus dem Objektkatalog des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI). Dabei handelt es sich um real existierende Objekte, die auch durch weitere bzw. andere Objekte aus anderen Datenbanken ergänzt bzw. ersetzt werden könnten. Die Identifikation geeigneter Referenzobjekte umfasst die Definition der Auswahlkriterien und die Kriterien-basierte Identifikation geeigneter Referenzobjekte.

Definition der Auswahlkriterien

Im ersten Schritt werden vorhabenspezifische Auswahlkriterien definiert und in Anforderungen an potenzielle Referenzobjekte überführt. Ziel ist es, unter Anwendung der Auswahlkriterien eine hohe Repräsentativität der selektierten Referenzobjekte für den Geschosswohnungsbau mit Holz in Baden-Württemberg zu gewährleisten. Die Definition der Auswahlkriterien erfolgt auf Grundlage ausgewählter Neubaustatistiken des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg. Quantitative Festlegungen einzelner Auswahlkriterien erfolgen vorrangig mittels quantitativer Methoden wie Mittelwertberechnungen und Häufigkeitsverteilungen. Die berücksichtigten und den Auswahlkriterien zugrunde gelegten Statistiken umfassen:

- Statistik 31121-0100 „Baufertigstellungen im Hochbau: Bundesländer, Jahre, Bautätigkeiten, Gebäudeart“ (Statistisches Bundesamt 2025a)
- Statistik 31121-0104 „Baufertigstellungen neuer Gebäude: Bundesländer, Jahre, Gebäudeart, Energieverwendung, Energieart“ (Statistisches Bundesamt 2025b)
- Statistik 31121-0105 „Baufertigstellungen neuer Gebäude: Bundesländer, Jahre, Gebäudeart, überwiegend verwendeter Baustoff“ (Statistisches Bundesamt 2025c)
- Statistik 31121-0107 „Baufertigstellungen neuer Gebäude: Bundesländer, Jahre, Gebäudeart, Geschosshzahl“ (Statistisches Bundesamt 2025d)

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Statistik 31121-0109 „Baufertigstellungen von Wohnungen in neuen Gebäuden: Bundesländer, Jahre, Gebäudeart, Anzahl der Räume“ (Statistisches Bundesamt 2025e)

Unter Anwendung des beschriebenen Vorgehens werden zunächst sechs Auswahlkriterien als Grundlage der Kriterien-basierten Identifikation geeigneter Referenzobjekte definiert. Die Reihenfolge der Auswertungsergebnisse sowie der daraus abgeleiteten Auswahlkriterien folgt der Nummerierung der Statistiken auf der GENESIS-Datenbank und stellt keine Rangfolge hinsichtlich deren Relevanz dar. Folgende Auswahlkriterien werden definiert:

1. Das Referenzobjekt muss ein Mehrfamilienhaus sein und in Holzbauweise erstellt sein.
2. Das Referenzobjekt sollte idealerweise neun Wohnungen beinhalten.
3. Das Referenzobjekt sollte ca. 27 Wohnräume besitzen.
4. Das Referenzobjekt sollte durchschnittlich 720 Quadratmeter Wohnfläche besitzen, die einzelnen Wohneinheiten durchschnittlich 80 Quadratmeter Wohnfläche.
5. Das Referenzobjekt sollte zwei bis maximal drei Vollgeschosse besitzen.
6. Das Referenzobjekt sollte primär Umweltthermie nutzen.

Darüber hinaus erfordert die Prognose der finanziellen Auswirkungen einzelner konstruktiver Alternativen eine Dokumentationstiefe der verwendeten Referenzobjekte mindestens bis zur dritten Ebene gemäß DIN 276. Diesem Umstand wird durch die Definition eines entsprechenden Auswahlkriteriums Rechnung getragen:

7. Das Referenzobjekt sollte eine Dokumentationstiefe mindestens bis zur dritten Ebene gemäß DIN 276 aufweisen.

Kriterien-basierte Identifikation von Referenzobjekten

Basierend auf den zuvor definierten Auswahlkriterien werden geeignete Referenzobjekte aus dem Objektkatalog identifiziert. Dabei wird in einem mehrstufigen Selektionsprozess eine überschaubare Anzahl von Referenzobjekten selektiert. Der Selektionsprozess umfasst die iterative Durchführung von Suchdurchläufen im Objektkatalog unter Anwendung variierender Modifikationen der zuvor definierten Auswahlkriterien. Unter Anwendung des beschriebenen Vorgehens werden die folgenden drei Referenzobjekte identifiziert:

1. Objekt 6100-1336 – im Folgenden „Referenzobjekt 1“
2. Objekt 6100-1587 – im Folgenden „Referenzobjekt 2“
3. Objekt 6100-1593 – im Folgenden „Referenzobjekt 3“

Die genannten Referenzobjekte werden im weiteren Verlauf zur Prognose der finanziellen Auswirkungen einzelner Konstruktionsalternativen zugrunde gelegt.

4.2.2 Erstellung von Mengen- und Kostenmodellen

Zur Prognose der finanziellen Auswirkungen der Konstruktionsalternativen einzelner Referenzobjekte bedarf es vollständiger Mengen- und Kostenmodelle zur Abbildung aller relevanten Ausführungsarten. Dabei ist die Darstellung von Kostenkennwerten bis auf Positionsebene unabdingbare Voraussetzung zur Ermittlung aussagekräftiger Prognosen. Dieser Voraussetzung entgegen steht der Umstand, dass die Kostendokumentation der identifizierten Referenzobjekte lediglich bis zur dritten Ebene nach DIN 276 verfügbar ist. Die Forschungsnehmenden überprüfen daher initial die Referenzobjekte und identifizieren relevante Kostengruppen der dritten Ebene. Für diese wird anschließend eine Positionsebene im Bereich aller relevanten Ausführungsarten generiert. Die indexierten und detaillierten Kosten der einzelnen Referenzobjekte werden anschließend in spezifische Mengen- und Kostenmodelle übertragen.

Indexierung der Referenzobjekte

Zunächst ist es erforderlich, dass die Kostendaten der Referenzobjekte auf das Land Baden-Württemberg und den aktuellen Kostenstand indexiert werden. Die Daten werden auf einen typischen Regionalfaktor des Landes Baden-Württemberg (gewählt wird der Landkreis Reutlingen) und das 1. Quartal 2025 indexiert. Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben (einschließlich Mehrwertsteuer).

Übertragung in Mengen- und Kostenmodellen

Die Kostenkennwerte relevanter Ausführungsarten in Holzbauweise werden zur Detaillierung der entsprechenden Kostenkennwerte je Referenzobjekt angewendet. Die so angereicherten Dokumentationen der verwendeten Referenzobjekte werden in Mengen- und Kostenmodelle übertragen. Dabei werden relevante Ausführungsarten in Vorbereitung auf die Prognose der finanziellen Auswirkungen einzelner Konstruktionsalternativen isoliert aufgeführt.

4.2.3 Prognose der finanziellen Auswirkungen

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen erfolgt auf Grundlage der entwickelten Mengen- und Kostenmodelle. Untersucht werden dabei sowohl die Auswirkungen auf Ebene der Ausführungsalternativen als auch auf Ebene der Referenzobjekte. Die beschriebene Vorgehensweise wird in fünf Schritten umgesetzt, die im Folgenden beispielhaft für das Bauteil Decke innerhalb der Konstruktionsalternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“ erläutert werden. Die konstruktive Spezifizierung der genannten Alternative ist in Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)“ zu finden.

Identifikation spezifischer Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts

Für jedes Referenzobjekt werden im ersten Schritt geeignete Konstruktionsalternativen identifiziert und sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht spezifiziert. Qualitative Angaben beziehen sich auf Spezifikationen beispielsweise der Materialwahl. Quantitative Angaben beziehen sich vornehmlich auf die Mengenangaben spezifischer Bauteile. Die Alternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“ ist als Tafelbaudecke mit Holzfaserdämmung und einer Gesamtstärke von 473 mm spezifiziert.

Identifikation der realisierten Ausführungsarten

Im zweiten Schritt werden die im Referenzobjekt realisierten Ausführungsarten inklusive Kostenkennwerten und Mengen identifiziert oder, falls nötig, rechnerisch hergeleitet. Die Kostengruppen der zweiten bzw. dritten Ebene stellen einen Mischpreis aller in einem Referenzobjekt ausgeführten Ausführungsarten einer Kostengruppe dar, beispielsweise nichttragende Innenwände sowohl in Massivbauweise als auch in Holztafel- bzw. Holzständerbauweise. Dies erfordert zunächst die Ermittlung der Kostenkennwerte der Ausführungsvarianten in Holzbauweise in diesem Referenzobjekt. Zur Bestimmung der Kostenkennwerte der Ausführungsarten in Holzbauweise bestehen zwei Optionen. Die erste Option ist die Identifikation von Ausführungsarten innerhalb der Datenbank, die jenen des Referenzobjekts exakt entsprechen. Die in der Datenbank angebotenen Kostenkennwerte einzelner Ausführungsarten sind dabei synthetisch generiert auf Grundlage der Mittelwerte einschlägiger Gebäude im Objektkatalog. Die Anwendbarkeit dieser Vorgehensweise wird jedoch von der Verfügbarkeit passender Ausführungsarten stark eingeschränkt.

Die zweite Option ist daher das Herausrechnen des Anteils der Ausführungsarten in Holzbauweise innerhalb des Mischpreises eines Referenzobjekts, wobei all jene Ausführungen zu exkludieren sind, die nicht Gegenstand der weiteren Untersuchungen sind. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Kostenkalkulation von Massivbau- und insbesondere Stahlbetonwänden in der Regel detaillierter dokumentiert und standardisiert ist, als die von Holzwänden.“ Decken werden im Referenzobjekt 1 als Geschossdecken aus Brettsper Holz realisiert. Tab. 9 zeigt den spezifischen Kostenkennwert sowie die Mengen der Ausführungsalternative im Referenzobjekt, wie sie in das Mengen- und Kostenmodell übernommen werden.

Tab. 9: Realisierte Ausführungsart inklusive Kostenkennwert und Menge

KG 350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen	Menge	KKW	Kosten
Geschossdecken aus Brettsper Holz	4.214 m ²	448 €/m ²	1.287.213 €

Finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternativen

Im dritten Schritt wird die finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternativen mittels Entwicklung von Kostenkennwerten und Multiplikation mit den Mengen der realisierten Ausführungsarten durchgeführt. Der Aufbau der Konstruktionsalternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“ ist in Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)“ spezifiziert. Im Rahmen der finanziellen Modellierung der Konstruktionsalternativen werden die Kostenkennwerte je Einzelposition unter Verwendung der Sirados-Baudaten generiert. Dabei müssen die Einzelpositionen der Sirados-Baudatenbank zwingend qualitativ mit den jeweiligen Schichten der Konstruktionsalternative übereinstimmen. Im Falle quantitativer Abweichungen werden lediglich die Materialkosten der Einzelposition interpoliert. Tab. 10 zeigt die so modellierten Kostenkennwert der Konstruktionsalternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“ mittels Multiplikation mit den relevanten Mengen des Referenzobjekts 1.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Tab. 10: Finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternative

KG 350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen	Menge	KKW	Kosten
	2.899 m ²	412 €/m ²	1.736.584 €
entspricht:			
2 mm Linoleum	2.899 m ²	37 €/m ²	157.700 €
50 mm Zement- oder Anhydridestrich	2.899 m ²	23 €/m ²	98.735 €
0,2 mm Trennschicht PE-Folie	2.899 m ²	2 €/m ²	9.036 €
30 mm Trittschalldämmung Holzfaser (s' ≤ 30 MN/m ³)	2.899 m ²	12 €/m ²	51.920 €
60 mm elastisch geb. (PUR) Schüttung (m' ≥ 90 MN/m ³)	2.899 m ²	80 €/m ²	337.140 €
0,2 mm Rieselschutzvlies	2.899 m ²	5 €/m ²	19.859 €
22 mm Holzwerkstoffplatte	2.899 m ²	36 €/m ²	151.625 €
220 mm Holzbalken (80/220; e = 625 mm)	2.899 m ²	121 €/m ²	510.523 €
200 mm Holzfaserdämmung als Hohlraumdämpfung	2.899 m ²	55 €/m ²	231.573 €
0,2 mm Rieselschutzvlies	2.899 m ²	5 €/m ²	19.859 €
65 mm Abhängung mit CD-Profilen	2.899 m ²	24 €/m ²	102.105 €
25 mm Gipskartonplatten, zweilagig	2.899 m ²	48 €/m ²	204.209 €

Finanziellen Auswirkung je Konstruktionsalternative

Die realisierten Ausführungsarten werden im vierten Schritt rechnerisch durch die finanziellen Modellierungen der Konstruktionsalternativen ersetzt. Dazu werden die realisierten Ausführungsarten rechnerisch aus den Kosten des Mengen- und Kostenmodells exkludiert und die finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternativen in das Mengen- und Kostenmodell implantiert. Tab. 11 zeigt die Ermittlung der finanziellen Auswirkung der Konstruktionsalternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“ im Referenzobjekt 1.

Tab. 11: Finanzielle Auswirkung auf die absoluten Kosten

KG 350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen	Menge	KKW	Kosten
Bauwerkskosten (Zustand realisierte Ausführungsart)			5.509.500 €

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

abzgl. Decke – realisiert	2.899 m ²	- 447 €/m ²	- 1.297.213 €
zzgl. Decke – Alternative 1	2.899 m ²	449 €/m ²	1.302.889 €
Kosten (Zustand Alternative 1)			5.515.175 €

Es folgen in Zwischenschritten mehrere kleine Kostenanpassungen, welche durch den Umstand notwendig werden, dass die Aufbaustärke des betrachteten Grobelements Decke variiert. Im Fall des dargestellten Beispiels beträgt die Aufbaustärke der Decke im Referenzobjekt 494 mm, die Aufbaustärke der Alternative 1 beträgt 473 mm und ist somit 21 mm geringer. Diese 21 mm pro Etage muss nun je Laufmeter Außenwand abgezogen werden, um die ursprünglichen 3,10 m lichter Geschosshöhe des Referenzobjekts weiterhin beizubehalten. Die veränderte Bezugsmenge Außenwandfläche führt bei gleichbleibender baulicher Qualität – d. h. bei gleichbleibendem Kostenkennwert – zu veränderten Kosten in der KG 330.

In gleicher Weise wird auch die Innenwandfläche angepasst und führt zu veränderten Kosten in der Kostengruppe 340.

Nach der geometrischen Anpassung der Außen- und Innenwände bezüglich der Geschosshöhe erfolgt nun noch eine qualitative Anpassung der Flankenausbildungen an der Innenseite der Außenwände, an Wohnungstrennwänden und an Innenwänden zum Treppenhaus. Bei diesem Schritt wird die im Referenzobjekt bestehende Flankenausbildung an den zuvor genannten Elementen jeweils soweit zurückgebaut, dass die im Untersuchungsszenario gewünschte Flankenausbildung aufgebaut werden kann.

Auf Anpassungen in der KG 400, z. B. aufgrund veränderter Leitungslängen, verändertem beheizbaren Volumen und dgl., wird aufgrund des erwarteten geringen Kosteneinflusses verzichtet.

Als abschließende Anpassung erfolgt eine Kostenanpassung bezüglich der Honorare in der Kosten-
gruppe 700.

Nach Durchführung all dieser Einzelschritte werden die Kostenauswirkungen je Referenzobjekt ins Verhältnis zum heutigen Stand des jeweiligen Referenzobjekts und dessen Kosten gesetzt, um die absoluten und prozentualen Kostenauswirkungen sichtbar zu machen. Dazu werden für die realisierte Ausführungsart und die Konstruktionsalternative die Kostenkennwerte bezogen sowohl auf die Wohnfläche als auch die Grobelementmenge ermittelt. Es besteht durch den konkreten Projektbezug die Möglichkeit, nicht nur die reine finanzielle Auswirkung in Prozent, sondern beispielsweise auch die Veränderungen der Kosten je [m²] Wohnfläche abzubilden. Tab. 12 zeigt die Prognose der finanziellen Auswirkungen der Alternative 1 im Referenzobjekt 1.

Tab. 12: Finanzielle Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare

Kostendifferenz realisierte Ausführungsart – Alternative 1			22.958 €

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

Finanzielle Auswirkung realisierte Ausführungsart – Alternative 1	Menge	KKW	Kosten
Wohnfläche Referenzobjekt 1	2.319 m² WFL		
Kennwerte auf Basis realisierter Ausführungsart	2.319 m² WFL	2.376 €/m² WFL	5.509.500 €
Kennwerte auf Basis Konstruktionsalternative „Tafeldeckenelement – Aufbau A“	2.319 m² WFL	2.386 €/m² WFL	5.532.458 €
Veränderung der Kosten		9,90 €/m² WFL	
		7,92 €/m² DEF	
		0,4 % an absoluten Kosten	

Prognose der finanziellen Auswirkungen

Abschließend wird die Prognose der finanziellen Auswirkungen eines Schallschutzniveaus auf Grundlage aller Konstruktionsalternativen dieses Schallschutzniveaus bezogen auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ durchgeführt. Grundlage dieses Bezugspunkts ist die Festlegung der DIN 4109-1:2018-01 als zu beachtende technische Regel gemäß Verwaltungsvorschrift Technische Bauvorschriften des Landes Baden-Württemberg (VwV TB). Die Darstellung der finanziellen Auswirkungen wird auf Grundlage der prozentualen Differenzen aller Konstruktionsalternativen eines Schallschutz- bzw. Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus aus den drei Referenzobjekten entwickelt und einer vergleichenden Betrachtung unterzogen. Bezugspunkt im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens ist das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS“.

Abgrenzung der Betrachtung

Die Kennwertvergleiche zur Prognose der finanziellen Auswirkungen konzentrieren sich im Wesentlichen auf das eigentliche Bauwerk, also auf die Kostengruppen 300 und 400 gemäß DIN 276-1:2018-12. Ergänzend werden auch die Auswirkungen auf die Honorare (innerhalb Kostengruppe 700) betrachtet. Andere Komponenten der Baunebenkosten lassen sich mit den vorliegenden Daten kaum fundiert untersuchen. Die Kosten für das Grundstück (Kostengruppe 100), für Vorbereitende Maßnahmen (Kostengruppe 200), für Außenanlagen und Freiflächen (Kostengruppe 500) sowie für Ausstattung und Kunstwerke (Kostengruppe 600) bleiben folglich unberücksichtigt, da sie keinen direkten Bezug zu den betrachteten Aspekten aufweisen.

4.3 Zwischenfazit

Die finanziellen Auswirkungen werden mithilfe eines Referenzobjektansatzes prognostiziert, der auf beispielhaften Objekten mit spezifischen Eigenschaften basiert. Dieser Ansatz umfasst die Identifikation geeigneter Objekte, die Erstellung von Mengen- und Kostenmodellen sowie die Bewertung alternativer Konstruktionsvarianten.

Als Grundlage für den Referenzobjektansatz dienen exemplarisch realisierte Bauprojekte, die bei Bedarf durch weitere Objekte aus anderen Datenquellen ergänzt oder ersetzt werden können. Die Auswahl geeigneter Referenzobjekte erfolgt in zwei Schritten. Initial werden Auswahlkriterien auf Grundlage ausgewählter Neubaustatistiken des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg definiert. Diese dienen anschließend der Kriterien-basierten Identifikation von Referenzobjekten. Basierend auf den zuvor definierten Auswahlkriterien werden geeignete Referenzobjekte identifiziert.

Als Grundlage der Prognose der finanziellen Auswirkungen verschiedener Konstruktionsalternativen werden vollständige Mengen- und Kostenmodelle erstellt, die alle relevanten Ausführungsarten bis auf Positionsebene abbilden. Da die vorhandenen Kostendaten der Referenzobjekte nur bis zur dritten Ebene nach DIN 276 reichen, werden zunächst relevante Kostengruppen identifiziert und bis auf Positionsebene detailliert. Anschließend werden die Kostendaten auf das Bundesland Baden-Württemberg, konkret den Landkreis Reutlingen, sowie den Kostenstand des 1. Quartals 2025 indexiert. Die detaillierten Bruttokosten werden daraufhin in objektspezifische Mengen- und Kostenmodelle übertragen. Dabei liegt der Fokus auf der Ausweisung kostenrelevanter Ausführungsarten – insbesondere im Holzbau – zur gezielten Bewertung einzelner Konstruktionsalternativen.

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen erfolgt in fünf Schritten. Im ersten Schritt werden spezifische Konstruktionsalternativen für jedes Referenzobjekt identifiziert und sowohl qualitativ als auch quantitativ beschrieben. Im zweiten Schritt werden die im Referenzobjekt realisierten Ausführungsarten einschließlich ihrer Kostenkennwerte und Mengen erfasst oder, falls erforderlich, rechnerisch abgeleitet. Der dritte Schritt umfasst die finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternativen, bei der die entwickelten Kostenkennwerte mit den jeweiligen Mengen der Bauteile multipliziert werden. Anschließend werden im vierten Schritt die realisierten Ausführungsarten im Mengen- und Kostenmodell durch die modellierten Alternativen ersetzt. Dabei erfolgen auch notwendige geometrische und qualitative Anpassungen, etwa bei der Geschosshöhe oder den Flankenausbildungen. Die finanzielle Auswirkung eines bestimmten Schallschutzniveaus wird auf Basis aller zugehörigen Konstruktionsalternativen im Vergleich zum Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ bewertet. Grundlage dieses Bezugspunkts ist die Festlegung der 4109-1:2018-01 als verbindliche technische Regel gemäß der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Landes Baden-Württemberg. Die Bewertung erfolgt anhand prozentualer Kostendifferenzen, die aus den drei Referenzobjekten abgeleitet und vergleichend dargestellt werden.

5 Schallschutz

Die im nachfolgenden Kapitel erläuterten Ergebnisse beziehen sich auf die Entwicklung und Optimierung von Konstruktionsalternativen im Themenfeld des Schallschutzes, die eine wirtschaftliche Erfüllung unterschiedlicher Anforderungsniveaus ermöglichen. Diese Alternativen werden auf Grundlage des zuvor beschriebenen Referenzobjektansatzes einer finanziellen Bewertung unterzogen. Der Schallschutz zählt zu den zentralen bauphysikalischen Herausforderungen im Geschosswohnungsbau mit Holz und stellt zugleich einen maßgeblichen Kostenfaktor im Planungs- und Ausführungsprozess dar.

5.1 Relevanz und normativer Rahmen

Die normativen Grundlagen – insbesondere DIN 4109, Teil 1 und 5, sowie die ergänzende VDI-Richtlinie 4100 – definieren sowohl die Mindestanforderungen als auch gesteigerte Komfortstandards. Während DIN 4109-1:2018-01 die grundlegenden Grenzwerte für den bauordnungsrechtlich in der VwV TB relevanten Mindestschallschutz festlegt, beschreibt DIN 4109-5:2020-08 weiterführende Anforderungen, die im Geschosswohnungsbau zunehmend dem Marktstandard entsprechen (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom 05.02.2025).

Insbesondere im Geschosswohnungsbau zeigt sich, dass ohne explizite vertragliche Regelungen häufig über die Mindestanforderungen der DIN 4109-1:2018-01 hinaus gebaut wird. In der Praxis erfüllen viele Projekte damit implizit das Schallschutzniveau der DIN 4109-5:2020-08, deren Anwendung zunehmend als technischer Konsens im Sinne eines „quasi-vertraglichen“ Mindeststandards verstanden wird. Diese Entwicklung reflektiert einerseits gestiegene Nutzererwartungen, führt andererseits aber auch zu spürbaren Kostensteigerungen im Geschosswohnungsbau mit Holz. Zudem ist der Schallschutz nur begrenzt objektivierbar, da akustische Störungen stark von individuellen Wahrnehmungsschwellen abhängen. Die Definition allgemeingültiger Störgrenzen erweist sich daher als methodisch herausfordernd.

5.1.1 Herleitung und Systematisierung der Schallschutzniveaus

Auf Grundlage des bestehenden normativen Rahmens wird eine fünfstufige Klassifikation akustischer Leistungsniveaus hergeleitet und systematisiert, die eine Definition von Schallschutzniveaus im Geschosswohnungsbau mit Holz ermöglicht. Theoretische Grundlage der Herleitung und Systematisierung ist eine umfassende Analyse normativer Regelwerke sowie einschlägiger Fachliteratur und Forschungsvorhaben. Die Spannweite dieser Schallschutzniveaus reicht von dem neu konzipierten und über § 73a der Landesbauordnung Baden-Württemberg gestützten Einstiegsniveau „BASIS NORMHOLZ“, über den bauordnungsrechtlich verbindlichen Mindestschallschutz gemäß DIN 4109-1:2018-01, eine qualitätsoptimierte Zwischenstufe „BASIS+“, bis hin zur Kategorie des erhöhten Schallschutzes nach DIN 4109-5:2020-08 sowie einer abschließenden Komfortklasse mit nochmals gesteigerten Anforderungen an akustische Leistungsfähigkeit und Nutzerkomfort. Auf die juristische Einordnung dieser Schallschutzniveaus im Zusammenhang mit der Landesbauordnung Baden-Württemberg wird in der nachfolgenden textlichen Übersicht eingegangen.

Die Schallschutzniveaus „BASIS+“ und „KOMFORT“ werden inhaltlich aus den Forschungsarbeiten des Informationsdienstes Holz sowie des Holzbau Deutschland Instituts übernommen (Informationsverein Holz e.V. 2025; Holzbau Deutschland Institut e. V. 2025). Diese beiden Klassen adressieren über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende akustische Qualitätsstufen und finden zunehmend Anwendung im qualitätsorientierten Geschosswohnungsbau mit Holz.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Darüber hinaus wird das neue Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ konzipiert, das unterhalb der gegenwärtigen Mindestanforderungen gemäß DIN 4109-1:2018-01 angesiedelt ist. Wie bereits erläutert, gestattet § 73a LBO BW Abweichungen von den Technischen Baubestimmungen, in denen auch die DIN 4109-1:2018-01 referenziert wird, sofern die bauordnungsrechtlichen Schutzziele – namentlich Sicherheit, Gesundheitsschutz, Energieeffizienz sowie Klimaschutz – in gleichwertiger Weise gewährleistet werden. Die VwV TB konkretisiert diesen Ermessensspielraum und ermöglicht alternative Lösungsansätze, sofern die grundlegenden inhaltlichen Anforderungen adäquat und vergleichbar umgesetzt sind. Im vorliegenden Fall erfolgt dies durch eine ergänzende Betrachtung der tiefen Frequenzbereiche, welche eine erweiterte Bewertung der Schallschutzwirkung erlaubt.

Ziel dieses Schallschutzniveaus ist es, eine ökonomisch optimierte, funktional reduzierte und zugleich subjektiv angemessene Mindestlösung für den Schallschutz bereitzustellen. Die konzeptionelle Grundlage stützt sich auf eine bauhistorische Rückführung: Für die Luftschalldämmung wird der Zielwert aus der DIN 4109:1962-09 übernommen, der – bei leicht abgesenktem Schallschutzniveau – ein bewährtes Schutzziel historischer Bauweisen widerspiegelt. Im Bereich des Trittschalls wird ein arithmetischer Mittelwert aus den Anforderungen der Normfassungen von 1962 und 2018 gebildet, um sowohl technischen als auch wahrnehmungspsychologischen Aspekten Rechnung zu tragen. Ein zentrales Abgrenzungsmerkmal zur DIN 4109-1 besteht in der bewussten Einbeziehung des Spektrumanpassungswerts $C_{1,50-2500}$, der tieffrequente Schallanteile berücksichtigt und somit eine realitätsnähere Bewertung der Trittschallwahrnehmung ermöglicht. Auf die Bedeutung tieffrequenter Trittschallanteile im Holzbau wird im folgenden Abschnitt vertieft eingegangen. Dadurch kann trotz nominal abgesenkter Zielwerte in konventionellen Kenngrößen (z. B. R'_w oder $L'_{n,w}$) eine signifikant höhere Nutzerakzeptanz erreicht werden. Zur kontextuellen Einordnung wird in Abb. 3 ein historischer Vergleich der Schallschutzmindestanforderungen im Geschosswohnungsbau bereitgestellt, welcher die Entwicklung schallschutztechnischer Zielwerte seit der ersten Normfassung von 1938 bis heute nachvollzieht.

	DIN 4110 1938 ¹	DIN 4109 1944 ¹	BASIS NORMHOLZ DIN 4109 1962	TGL ² DDR 10687/03 1989 ³	DIN 4109 1989 ⁵	DIN 4109 2016 ⁵	DIN 4109 2018 ⁵
Luftschall Wohnungstrennwände	$D \geq 48 \text{ dB}$ ($f = 100 \text{ Hz} - 550 \text{ Hz}$) $D \geq 59 \text{ dB}$ ($f = 550 \text{ Hz} - 3000 \text{ Hz}$)	$D \geq 48 \text{ dB}$ ($\approx R'_w \geq 52 \text{ dB}$)	$R'_w \geq 52 \text{ dB}$ $R'_w \geq 52 \text{ dB}$	$R'_w \geq 51 \text{ dB}$	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$
Luftschall Wohnungstrenndecken	$D \geq 48 \text{ dB}$ ($f = 100 \text{ Hz} - 550 \text{ Hz}$) $D \geq 59 \text{ dB}$ ($f = 550 \text{ Hz} - 3000 \text{ Hz}$)	$D \geq 48 \text{ dB}$ ($\approx R'_w \geq 52 \text{ dB}$)	$R'_w \geq 52 \text{ dB}$ $R'_w \geq 52 \text{ dB}$	$R'_w \geq 51 \text{ dB}$	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$
Trittschall Wohnungstrenndecken	$T = 80 \text{ phon}$ (mit Hammerwerk) $T = 20-40 \text{ phon}$ (beim Gehen)	$T \leq 85 \text{ phon}$ ($\approx L'_{n,w} \leq 62 \text{ dB}$)	$L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$ $L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}^4$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$

Aufgeführt sind nur geänderte Normausgaben, bei denen es zu Wertänderungen gekommen ist.

¹ Die Einheiten entsprechen nicht direkt den heute gebräuchlichen Größen im Schallschutz, Umrechnung nur näherungsweise möglich.

² TGL steht für "Technische Güte- und Lieferbedingungen" und waren Vorschrift mit Gesetzescharakter in der DDR.

³ Zuvor waren in der DDR keine faktischen Bauteilgrenzwerte festgelegt.

⁴ In der DDR sind nach Norm Einsatz von weichfedernden Bodenbelägen auf Massivdecken in der Berechnung gestattet.

⁵ Seit 1989 ist der erhöhte Schallschutz definiert, zuerst als 4109-Beibaltt 2, zusätzlich seit 1994 VDI 4100 und seit 2020 DIN 4109-5

Abb. 3: Historie der Schallschutzmindestanforderungen im Geschosswohnungsbau

Hervorzuheben ist dabei die Ausgabe von 1962, die als maßgeblicher Referenzpunkt für die Ableitung des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ dient. In die Entwicklung der vorliegenden

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Schallschutzklassifikation flossen zudem Überlegungen aus dem Modell des „Hamburg-Standards“ sowie dem Konzept des Gebäudetyps E ein (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen und Initiative kostenreduziertes Bauen 2025; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 2024). Beide Ansätze betrachten den in DIN 4109-1:2018-01 definierten Mindestschallschutz als das jeweils niedrigste akzeptable Schutzniveau mit wenigen Ausnahmen im Bereich von Balkonen, Dachterrassen oder Bodenplatten.

5.1.2 Bedeutung tieffrequenter Trittschallanteile im Holzbau

Eine der zentralen schallschutztechnischen Herausforderungen im Geschosswohnungsbau mit Holz liegt in der unzureichenden normativen Berücksichtigung tieffrequenter Trittschallübertragungen. Die derzeit maßgebliche Bewertungsmethodik nach DIN EN ISO 717-2, auf der auch die DIN 4109-1:2018-01 und DIN 4109-5:2020-08 basieren, beschränkt sich auf den Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz. Frequenzanteile unterhalb von 100 Hz – die bei leichten Holzdecken infolge geringer Masse und steifer Lagerung besonders ausgeprägt auftreten – werden systematisch ausgeblendet. Diese tiefen Frequenzen sind jedoch maßgeblich für die subjektive Störwirkung von Trittschall verantwortlich und beeinflussen die wahrgenommene akustische Qualität erheblich.

Darüber hinaus ist die in der Norm verankerte Prüfmethodik mit einem standardisierten Hammerwerk nur eingeschränkt geeignet, Gehschall realitätsnah abzubilden. In mehreren Studien wurde nachgewiesen, dass insbesondere tieffrequente Schallkomponenten im Holzbau eine erhöhte störende Wirkung entfalten und eine zentrale Rolle für die Nutzerakzeptanz spielen (Fastl und Zwicker 2007). Zur Schließung dieser Bewertungs- und Wahrnehmungslücke wird im Rahmen des Forschungsvorhabens der Spektrumanpassungswert $C_{1,50-2500}$ als zusätzliches Beurteilungskriterium für die Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“, „BASIS+“ und „KOMFORT“ eingeführt. Dieser erweitert den relevanten Frequenzbereich auf 50 Hz bis 2500 Hz und erlaubt eine deutlich differenziertere, nutzerorientierte Beurteilung der Trittschallübertragung – insbesondere im kritischen Tieftonbereich. Empirische Untersuchungen zeigen, dass durch gezielte konstruktive Maßnahmen signifikante Verbesserungen im tieffrequenten Bereich erzielt werden können. Der $C_{1,50-2500}$ -Wert hat sich dabei als valider und praxisrelevanter Indikator für die wahrgenommene akustische Qualität erwiesen und zeigt in vielen Fällen eine höhere Korrelation zur Nutzerzufriedenheit als der klassische $L'_{n,w}$ -Wert allein.

5.1.3 Definition der Schallschutzniveaus

Die differenzierte Definition unterschiedlicher Schallschutzniveaus erlaubt es, bautechnische Lösungen gezielt hinsichtlich ihres funktionalen Anspruchs, ihres konstruktiven Aufwands und ihrer finanziellen Auswirkungen zu systematisieren. Gleichzeitig unterstützt sie Planende und Bauherrenschaften dabei, die Auswahl geeigneter Schallschutzniveaus projekt- und nutzungsbezogen zu treffen. Ergänzend zu der in Abb. 4 dargestellten rein technischen Einordnung über bewertete Schalldämmmaße (z. B. R'_w , $L'_{n,w}$, $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$) wird besonderes Augenmerk auf eine verbal-deskriptive Charakterisierung der wahrnehmbaren Schallschutzwirkung gelegt. So wird die subjektive Störwirkung typischer Geräusche (z. B. Tritt-, Roll- oder Luftschall) in den jeweiligen Schallschutzniveaus vergleichend beschrieben, um ein praxisnahes Verständnis für die akustische Qualität zu vermitteln, das über rein numerische Kennwerte hinausgeht.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

BASIS NORMHOLZ	DIN 4109-1	BASIS +	DIN 4109-5	KOMFORT
Unterhalb der Norm, jedoch mit Fokus auf tiefe Frequenzen	Mindest-Schallschutz	Mittlerer Standard	Erhöhter Schallschutz	
1 Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 52 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 59 \text{ dB}$
2 Reihenhaustrennwand	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$ $R_w + C_{50-5000} \geq 62 \text{ dB}^{1) 5)}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{50-5000} \geq 62 \text{ dB}^{1) 5)}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}^{6) 8)}$ $R'_w \geq 62 \text{ dB}^{7)}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ $R_w + C_{50-5000} \geq 65 \text{ dB}^{1) 5)}$
3 Wohnungstrenndecke	$R'_w \geq 52 \text{ dB}$	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$
4 Wohnungstrenndecke Trittschall	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 50 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 47 \text{ dB}^{2)}$
5 Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
6 Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
7 Treppenlauf und Podeste	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 47 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
8 Außenlärm	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Anforderungen der DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $C_{n,50-5000}$ für das opake Bauteil ⁴⁾
9 Weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2020	nach DIN 4109-5:2020

- Ergänzender Luftschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken.
- Ergänzender Trittschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken.
- Sonderregelung für Deckenkonstruktionen in Holzbauweise, ansonsten $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$.
- Für Fensterflächenanteile über 30% gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung.
- Anforderung an die Doppelschalwand, beide Wände.
- Gilt für Haustrennwände im untersten Geschoss des Gebäudes.
- Gilt für Haustrennwände oberhalb des untersten Geschosses des Gebäudes.
- Wird eine Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Außengewänden ausgeführt, gilt $R'_w \geq 64 \text{ dB}$.

Abb. 4: Klassifikation der Schallschutzanforderungen in fünf Schallschutzniveaus

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Nachfolgend werden die fünf Schallschutzniveaus vergleichend beschrieben:

BASIS NORMHOLZ

Bei der Wahl des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ wird ein Schallschutz realisiert, der unterhalb der Mindestanforderungen gemäß DIN 4109-1:2018-01 liegt. Die Werte orientieren sich an der DIN 4109-1:1962-09 aus dem Jahr 1962; beim Trittschallschutz wird ein Mittelwert zwischen dem Stand von 1962 und 2018 gewählt. Der Fokus liegt auf der Wahrnehmung tieffrequenter Geräusche und der gezielten Verbesserung der Schalldämmung im unteren Frequenzbereich – insbesondere unter Einbeziehung des Korrekturfaktors $C_{1,50-2500}$. Obwohl die nominalen Kennwerte, wie beispielsweise der $L'_{n,w}$, geringer ausfallen, führt die gezielte Einbeziehung der tieffrequenten Anteile zu einer Schalldämmwirkung, die subjektiv als ausreichend empfunden wird. Dies macht das Konzept insbesondere für ökonomisch orientierte Bauvorhaben attraktiv, da ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kosten und Schallschutz erreicht wird.

Juristisch stützt sich diese Herangehensweise auf § 73a der Landesbauordnung Baden-Württemberg, wonach von den vorgeschriebenen Technischen Baubestimmungen abgewichen werden darf, sofern eine alternative Lösung die grundlegenden Zielsetzungen in gleicher Weise erfüllt. Diese Zielsetzungen umfassen die Wahrung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, den Schutz von Leib, Leben und Gesundheit sowie die Berücksichtigung von Energieeffizienz und Klimaschutz. Die VwV TB konkretisiert diesen Spielraum, indem sie ausdrücklich zulässt, dass von den standardisierten Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen abgewichen werden kann, sofern die inhaltlichen Anforderungen vergleichbar umgesetzt werden. Somit wird eine nachvollziehbare und rechtlich fundierte Alternative etabliert, die den spezifischen Anforderungen des Holzbaus gerecht wird, ohne die essenziellen bauordnungsrechtlichen Ziele zu kompromittieren.

DIN 4109-1

Wird das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ vereinbart, so sind die dargestellten Mindestwerte eingehalten. Für eine wirksame Vereinbarung muss jedoch deutlich kommuniziert und dokumentiert werden, dass hier nur der Mindestschallschutz sichergestellt ist. Diese Stufe liegt in vielen Bereichen unter dem, was durch übliche Konstruktionen erreichbar ist, und kann nur dann vereinbart werden, wenn dem Käufer, Nutzer oder Investor klar verständlich gemacht wird, dass hier nur Mindestwerte erbracht werden und was diese bedeuten (verbale Beschreibung des Schallschutzniveaus).

BASIS+

Bei Anwendung des Schallschutzniveaus „BASIS+“ liegt der Schallschutz über den genannten Mindestanforderungen des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“. Bei Einhaltung dieser Werte kann von einem mittleren Standard ausgegangen werden. Die Berücksichtigung tiefer Frequenzen beim Trittschall durch den $C_{1,50-2500}$ führt zu einer spürbaren Verbesserung der akustischen Eigenschaften. Diese Klasse wird durch kosteneffiziente Konstruktionen erreicht. Die Berücksichtigung der Spektrumanpassungswerte führt zu einer gehörrichtigen Bewertung der üblichen Störpotenziale.

DIN 4109-5

In diesem Schallschutzniveau wird ein erhöhter Schallschutz entsprechend der DIN 4109-5:2020-08 gefordert. Im Vergleich zum Schallschutzniveau „BASIS+“ werden hier strengere Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung gestellt. Die DIN 4109-5:2020-08 erhöht die Anforderungen an die Luftschalldämmung und senkt die maximal zulässigen Trittschallpegel, berücksichtigt jedoch keine

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

tieffrequenten Anteile unter 100 Hz. Daher ist eine Verbesserung des subjektiv empfundenen Trittschalls gegenüber den Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“ und „BASIS+“ zwar messbar, aber nicht in allen Fällen deutlich wahrnehmbar. Diese Klasse wird vor allem im gehobenen Geschosswohnungsbau oder bei speziellen Nutzungsanforderungen eingesetzt und bietet guten akustischen Standard.

KOMFORT

In dieser Klasse darf von einem erhöhten Schallschutz ausgegangen werden. Darüber hinaus finden für den Trittschall die Spektrumanpassungswerte für tiefe Frequenzen eine stärkere Würdigung als bei der Klasse BASIS+. Im Gegensatz zum bauaufsichtlich eingeführten Verfahren sind die Spektrumanpassungswerte nur auf das Bauteil ohne weitere Flankenbetrachtungen anzuwenden. Gegenüber den Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“ und „BASIS+“ ist mit einer weiteren, deutlich wahrnehmbaren Verbesserung zu rechnen. Das Schallschutzniveau „KOMFORT“ lässt sich durch optimierte und frequenzgerecht abgestimmte Bauteile erreichen. Es ist aber auch mit höheren Baukosten zu rechnen. Diese erbringen dafür einen deutlich erhöhten akustischen Komfort.

Auf Grundlage dieser Charakteristika jedes Schallschutzniveaus können konkrete, verbal-deskriptive Charakterisierungen abgeleitet werden, wie in Abb. 5 dargestellt. Eine detaillierte Gesamtübersicht ist in Anhang „A 2: Gesamtübersicht entwickelter Schallschutzniveaus“ enthalten.

BASIS NORMHOLZ

DIN 4109-1

BASIS +

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

Verbale Beschreibung der Klasse Basis NORMHOLZ*

Verbale Beschreibung der Klasse DIN 4109-1

Verbale Beschreibung der Klasse BASIS +

Laute Sprache:	Deutlich verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar, deutlich hörbar
Gehgeräusche:	Im Allgemeinen nicht störend ¹⁾

Laute Sprache:	Verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Im Allgemeinen verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar, noch hörbar
Gehgeräusche:	Im Allgemeinen störend

Laute Sprache:	Im Allgemeinen verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht verstehbar, teilweise hörbar
Gehgeräusche:	Nicht mehr störend ¹⁾

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht.
* Die hier angegebene subjektive Wahrnehmung wurde anhand vergleichender Werte aus der DEGA – Empfehlung 103 näherungsweise vorgenommen.

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht.

DIN 4109-5

KOMFORT

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

Verbale Beschreibung der Klasse DIN 4109-5

Verbale Beschreibung der Klasse KOMFORT

Laute Sprache:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Nicht verstehbar, kaum hörbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht verstehbar, kaum hörbar
Gehgeräusche:	Noch hörbar

Laute Sprache:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht hörbar
Gehgeräusche:	Nicht störend bzw. kaum wahrnehmbar ¹⁾

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht. Es ist davon auszugehen, dass der A-bewertete Pegel unter 33 dB (A) liegt und damit nur noch selten wahrgenommen wird.

Abb. 5: Verbal-deskriptive Charakterisierung der wahrnehmbaren Schallschutzwirkung der fünf Schallschutzniveaus

5.1.4 Differenzierung konstruktiver Qualitätsstufen und Integration elastischer Bodenbeläge in die schalltechnische Bewertung von Deckensystemen

Auf Grundlage der fünf Schallschutzniveaus erfolgt eine systematische Klassifizierung unterschiedlicher Deckenkonstruktionen anhand gestufter Qualitätskategorien, welche die schalltechnische Leistungsfähigkeit aller Schallschutzniveaus differenziert abbilden. Die Deklaration dieser Konstruktionen erfolgt in strukturierter Form mittels Matrixdarstellungen, in denen neben den vertikalen Bauteilschichtungen auch die flankierenden Übertragungswege berücksichtigt werden (siehe Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)“). Durch diese integrative Betrachtung können sowohl direkte als auch indirekte Schallübertragungsmechanismen differenziert bewertet und konstruktiv optimiert werden. Die Zuordnung der Konstruktionen zu den jeweiligen Schallschutzniveaus basiert überwiegend auf Messdaten im eingebauten Zustand, bereitgestellt durch den Informationsdienst Holz (Informationsverein Holz e.V. 2025). In einigen Fällen werden ergänzend Aufbauten einbezogen, zu denen ausschließlich Laborwerte vorliegen. Eine qualitative Zuordnung flankenspezifisch interpolierter Schallwerte zu den jeweiligen Schallschutzniveaus erfolgte näherungsweise. Die Plausibilität dieser Zuordnung wird im Rahmen der Experteninterviews validiert.

Zur Erweiterung der bestehenden Klassifizierung wird zudem eine zusätzliche Subkategorie eingeführt, in der elastisch federnde Oberbeläge – wie etwa Linoleum, schwimmend verlegtes Parkett auf Korkunterlage oder textile Bodenbeläge – in die akustische Gesamtbeurteilung einbezogen werden. Diese Erweiterung trägt dem Umstand Rechnung, dass solche Beläge in der gebauten Praxis häufig eine schalldämpfende Funktion übernehmen und somit potenziell zur Verbesserung des Trittschallschutzes beitragen.

Nach derzeit gültiger Normenlage gemäß DIN 4109-2:2018-01, die die rechnerischen Nachweisverfahren für den baulichen Schallschutz im Hochbau regelt, ist die Einbeziehung elastischer Bodenbeläge in den rechnerischen Nachweis des Trittschallschutzes für den Geschosswohnungsbau jedoch nicht zulässig. Die Norm beschränkt sich explizit auf den Rohdeckenauflauf ohne abschließenden Oberbelag. Der Ausschluss solcher Beläge basiert auf der Annahme, dass deren schalltechnische Eigenschaften über die Nutzungsdauer hinweg Veränderungen unterliegen können, was zu einer verminderten Langzeitverlässlichkeit des Nachweisergebnisses führen würde.

Nichtsdestotrotz eröffnet ein praxisorientierter Ansatz, bei dem elastische Bodenbeläge unter klar definierten Rahmenbedingungen in die akustische Bewertung einbezogen werden, ein Potenzial zur Reduzierung der Baukosten insbesondere bei Wohnungstrenndecken. In diesem Zusammenhang erscheint es juristisch möglich, vertraglich festzulegen, dass die zu erreichenden Schallschutzwerte – entgegen der DIN 4109-2:2018-01 – unter Berücksichtigung des Bodenbelags gemessen werden. Dies würde tendenziell zu günstigeren Nachweisergebnissen führen und somit Planer sowie ausführende Unternehmen aus haftungsrechtlicher Sicht entlasten. Zudem sollte der Auftraggebende explizit darauf hingewiesen werden, dass eine Entfernung oder Veränderung des Bodenbelags zu einer negativen Beeinträchtigung der Schallschutzwirkung führen kann.

Ein Rückblick auf historische Regelwerke zeigt, dass der Umgang mit Bodenbelägen normativ unterschiedlich gehandhabt wurde. So berücksichtigte etwa die TGL 10605/01 (Ausgabe 1989) der ehemaligen DDR explizit den Einfluss des Bodenbelags in der Trittschallbewertung. Diese Abweichung im normativen Verständnis macht deutlich, dass die Frage der Berücksichtigung nutzungsabhängiger Schichten nicht nur technischer, sondern auch normativer Natur ist. Sie reflektiert das Spannungsfeld zwischen realistischer Abbildung baulicher Gegebenheiten mit Kostensenkungspotenzial einerseits und der notwendigen rechnerischen Nachweisverfahrenstabilität andererseits.

5.1.5 Untersuchungsumfang und Abgrenzungen

Der analytische Schwerpunkt im Themenfeld des Schallschutzes liegt auf der akustischen Bewertung von Wohnungstrenndecken und Wohnungstrennwänden, da diese als primäre Übertragungswege für Luft- und Körperschall fungieren und zugleich in der Kostenstruktur des Geschosswohnungsbau mit Holz eine zentrale Rolle einnehmen. Gegenstand der Untersuchungen ist folglich sowohl die vertikale als auch die horizontale Körperschallübertragung einschließlich relevanter Nebenwege (z. B. Flankenübertragung über angrenzende Bauteile). Innenliegende, nichttragende sowie tragende Innenwände innerhalb einzelner Nutzungseinheiten werden explizit aus der Analyse ausgenommen, da sie keine signifikante Funktion bei der akustischen Entkopplung zwischen getrennten Nutzungseinheiten übernehmen. Auch Außenwände werden nicht im Detail akustisch untersucht, da ihr Schalldämmvermögen im Wesentlichen durch externe Faktoren – wie städtebauliche Lage, Exposition oder spezifische Anforderungen an die Gebäudehülle – determiniert ist. Gleichwohl wird die Flankenübertragung über Außenwände im Kontext der Wohnungstrenndecken planerisch mitberücksichtigt, um eine realitätsnahe und konsistente Gesamtbewertung des Schallschutzes zu gewährleisten.

Im Rahmen der Analyse der Wohnungstrenndecken werden unterschiedliche Konstruktionsprinzipien untersucht, darunter Tafelbauweisen, Massivholzdecken mit Schüttung sowie Holz-Beton-Verbunddecken. Letztere finden lediglich randständig Berücksichtigung, da sie im Geschosswohnungsbau mit Holz aufgrund typischerweise geringer Spannweiten und reduzierter brandschutztechnischer Anforderungen in den Gebäudeklassen 3 und 4 nur begrenzte anwendungstechnische und wirtschaftliche Relevanz aufweisen. Kastendeckenelemente werden aus den Untersuchungen exkludiert, da sie im kostenoptimierten Geschosswohnungsbau aus ökonomischer Sicht keine praktikable Konstruktionslösung darstellen. Bezüglich der Wohnungstrennwände konzentriert sich die Analyse auf Wandaufbauten in Tafelbauweise sowie auf massive Holzbaukonstruktionen, die hinsichtlich ihres schalltechnischen Potenzials systematisch vergleichend bewertet werden.

Zur methodischen Einführung wird eine exemplarisch entwickelte Matrix generischer Konstruktionsvarianten von Wohnungstrenndecken in Massivholzbauweise mit ergänzendem Schüttungsaufbau vorgestellt, wie in Abb. 6 dargestellt. Diese systematische Darstellung fungiert sowohl als analytisches Referenzmodell als auch als Bewertungsgrundlage für die nachfolgenden Referenzobjekte. Weitere typologisierte Matrixdarstellungen alternativer Decken- und Wandaufbauten in Massivholz-, Holz-Beton-Verbund- und Tafelbauweise sind ergänzend im Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln“ dokumentiert.

Im Weiteren richtet sich der Fokus der Analyse auf jene in den Interviews verifizierten Konstruktionsalternativen mit hohem Kostensenkungspotenzial bezogen beispielhaft auf die drei betrachteten Referenzobjekte. Ziel ist es, die jeweiligen Bauteilzusammensetzungen im Kontext ihrer schallschutztechnischen Leistungsmerkmale vergleichend zu untersuchen und schallschutzniveau-spezifisch zu bewerten. Die Einordnung erfolgt unter Bezugnahme auf die zuvor definierte Klassifikation in fünf Schallschutzniveaus. Im Rahmen der bauakustischen Analyse werden dabei insbesondere die Wohnungstrenndecken sowie -wände eingehend untersucht.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

	AUFBAU A Massivholz	AUFBAU B Massivholz	AUFBAU C Massivholz	AUFBAU D Massivholz	AUFBAU E Massivholz	AUFBAU F Massivholz	AUFBAU G Massivholz	AUFBAU H Massivholz * Interdisziplinäre Bodenbelag nach DIN 4109-34 (Abweichung notwendig)
Deckenausbildung								
	BASIS + $L_{w,0} = 23 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 26 \text{ dB}$ $R_w = 82 \text{ dB}$	KOMFORT $L_{w,0} = 36 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 4 \text{ dB}$ $R_w = 77 \text{ dB}$	BASIS + $L_{w,0} = 40 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 8 \text{ dB}$ $R_w = 72 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 43,9 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 10 \text{ dB}$ $R_w = 75,9 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 50 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 1 \text{ dB}$ $R_w = 69 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 50 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 3 \text{ dB}$ $R_w = 62 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 51,7 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 5 \text{ dB}$ $R_w = 54 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 56 \text{ dB}$ (ohne Beleg) $C_{w,0,1000} = 3 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$ $\Delta L_{w,0,1000} = \text{ca. } 4 \text{ dB}$
	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	KOMFORT $L_{w,0} = 48 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 48 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 51 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 51 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 58 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 51 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 58 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 59 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 59 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$
	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 43 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 29 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 57 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 47,2 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 48 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 51 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 51 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	BASIS NORMHOLZ $L_{w,0} = 57 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 52 \text{ dB}$	BASIS NORMHOLZ $L_{w,0} = 57 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 52 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 58 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 55 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 58 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 55 \text{ dB}$
	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 47 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 48 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 50 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 51 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 52 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 55 \text{ dB}$	BASIS NORMHOLZ $L_{w,0} = 53 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 51 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 54 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	NICHT ERFÜLLT $L_{w,0} = 55 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$
	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 42 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 60 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 48 \text{ dB}$ $R_w = 56 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 50 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 51 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 52 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 55 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 52 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 55 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 53 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 57 \text{ dB}$	DIN 4109-1 $L_{w,0} = 53 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 53 \text{ dB}$ $R_w = 57 \text{ dB}$
Wand- und Flankenausbildung								
	BASIS NORMHOLZ $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 43 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 29 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$
	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 43 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 29 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$
	BASIS + $L_{w,0} = 46 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 43 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 29 \text{ dB}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$	DIN 4109-5 $L_{w,0} = 45 \text{ dB}$ $C_{w,0,1000} = 42 \text{ dB}$ $R_w = 58 \text{ dB}$

</

Abb. 6: Systematische Übersicht konstruktiver Ausführungsvarianten von Massivholz-Wohnungstrenndeckensystemen mit Schüttungsaufbau

5.2 Konstruktionsalternativen

Im folgenden Abschnitt werden exemplarisch Konstruktionsalternativen hinsichtlich des Schallschutzes am Beispiel der in den vorhergehenden Kapiteln erläuterten Referenzobjekte systematisch-methodisch aufgearbeitet. Die analytische Grundlage bildet jeweils der realisierte bauliche Ist-Zustand, welcher unter besonderer Berücksichtigung des schichtweisen Bauteilaufbaus differenziert dokumentiert sowie typologisch klassifiziert wird. Auf dieser Basis erfolgt – unter Rückgriff auf die im Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)“ verorteten schematischen Matrixdarstellungen zu den Bauteilkonfigurationen von Wohnungstrenndecken und -wänden – eine belastbare Ableitung potenzieller Schallschutzniveaus sowie deren kategoriale Einordnung auf Grundlage schalltechnischer Wirkzusammenhänge.

5.2.1 Referenzobjekt 1

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 1 stützt sich primär auf eine umfassende Projektdokumentation, welche über die Forschungsdatenbank dataholz.eu verfügbar ist (Holzforschung Austria 2025). Ergänzend wird einschlägige Fachliteratur herangezogen, insbesondere ein vertiefender Beitrag in der Fachzeitschrift „DETAIL“ (Deppisch Architekten 2014).

Konstruktive Ausführung – Bestand

- **Wohnungstrenndecke:**
Die Deckenkonstruktion besteht aus Brettsper Holzplatten in Kombination mit einem mehrschichtigen Schüttungsaufbau. Die flankierenden Anschlusspunkte an die Außenwände sind mittels einer Holzwerkstoffplatte sowie einer zweilagigen Gipsfaserplattenbeplankung ausgebildet. In Bezug auf die im Forschungsvorhaben entwickelte Typenmatrix kann diese Ausführung der „Massivholzdeckenelement“ zugeordnet werden. Die ermittelten Schalldämmwerte entsprechen dem Schallschutzniveau „KOMFORT“.
- **Wohnungstrennwand:**
Die nichttragenden Wohnungstrennwände sind ebenfalls als Brettsper Holzelemente mit beidseitigen Vorsatzschalen ausgeführt. Die Konstruktion entspricht typologisch weitgehend dem System „Massivholz Wohnungstrennwand – Aufbau IV“ und erfüllt die Anforderungen der Schallschutzniveaus „DIN 4109-5“.

Besonders hervorzuheben ist bei der bestehenden konstruktiven Ausführung der Einsatz von Elastomerlagerungen an den Anschlusspunkten zwischen Wohnungstrenndecke und Außenwand bzw. Wohnungstrennwand.

Konstruktionsalternativen

Im Rahmen der Ableitung konstruktiver Varianten werden systematisch alternative Ausführungen basierend auf der erarbeiteten Bauteilmatrix und Empfehlungen aus den Interviews entwickelt. Ziel ist es, alternative Lösungen für vier weitere Standards zu definieren. Dabei finden nicht nur die Geschosstrenndecken und Wohnungstrennwände Berücksichtigung, sondern auch flankierende Bauteile wie die Außenwände, deren Ausführung abhängig vom der angestrebten Schallschutzniveau entsprechend reduziert wird – beispielsweise durch den Verzicht auf Vorsatzschalen, den Einsatz vereinfachter Beplankungen oder das Weglassen von Elastomerlagerungen (z. B. im Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“). Abb. 7 bietet eine systematische Übersicht der Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 1.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

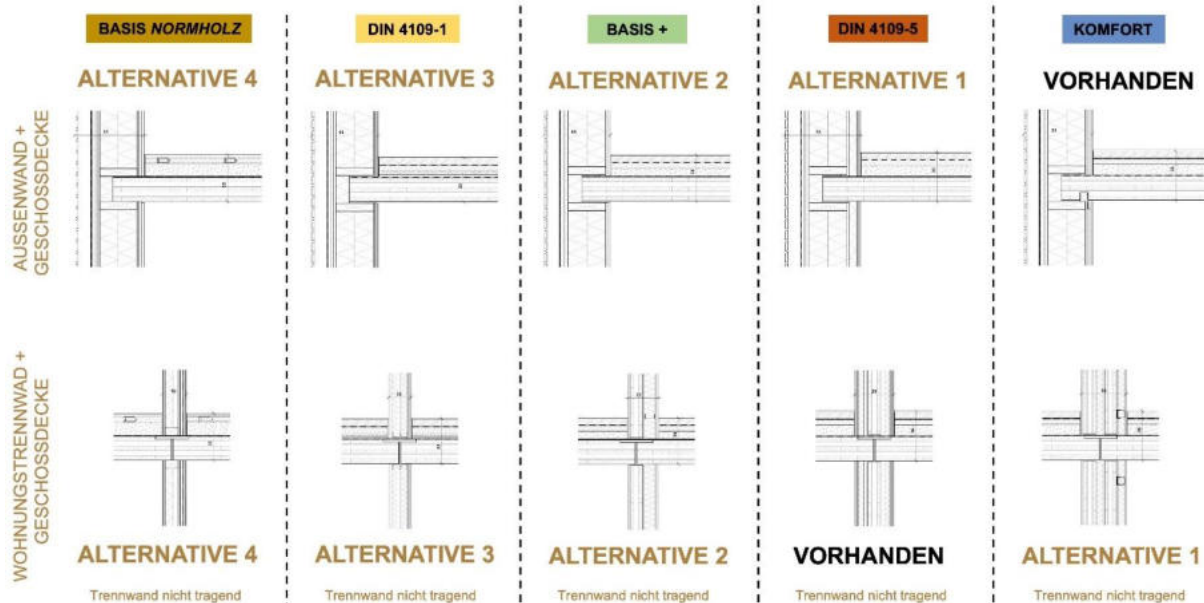


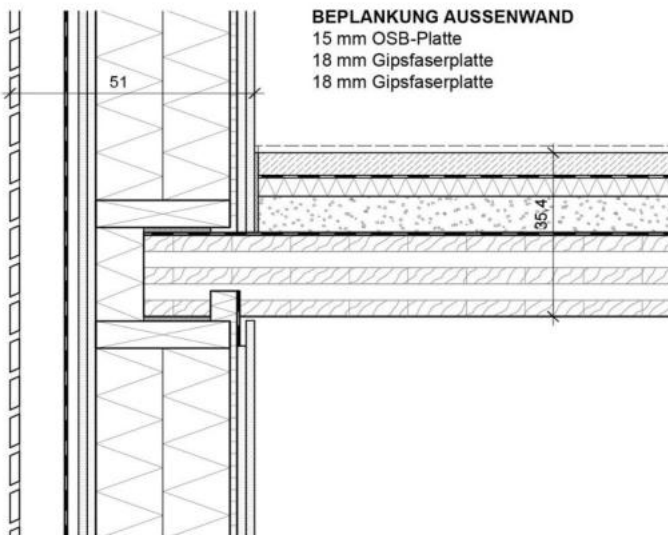
Abb. 7: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 1

Insbesondere bei den Wohnungstrennwänden – da es sich um nichttragende Elemente handelt – besteht die Möglichkeit einer erheblich vereinfachten Ausführung, etwa als Trockenbaukonstruktion in Holz- oder Metallständerbauweise. Eine zusammenfassende Darstellung der untersuchten Konstruktionsalternativen, ausgehend von den im Projekt realisierten Ausführungen, ist nachfolgend aufgeführt. Detaillierte Informationen zu den jeweiligen Bauteilaufbauten inklusive Schichtaufbau sind den Abbildungen Abb. 8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Abb. 12 auf den folgenden Seiten sowie dem Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln“ zu entnehmen.

Die Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 1 zeigen in Abhängigkeit von deren spezifischen Schallschutzniveaus ein signifikantes Potenzial zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] auf, was wiederum Optimierungspotenziale hinsichtlich des für die Wohnnutzung verfügbaren Nettoraumvolumens bzw. der verfügbaren Nettoraumfläche eröffnet. So kann im Bereich der Wohnungstrenndecken durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 10 % von 35,4 cm auf 32,1 cm realisiert werden. Im Bereich der Wohnungstrennwände kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 10 % von 35,4 cm auf 32,1 cm realisiert werden.

VORHANDEN KOMFORT

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



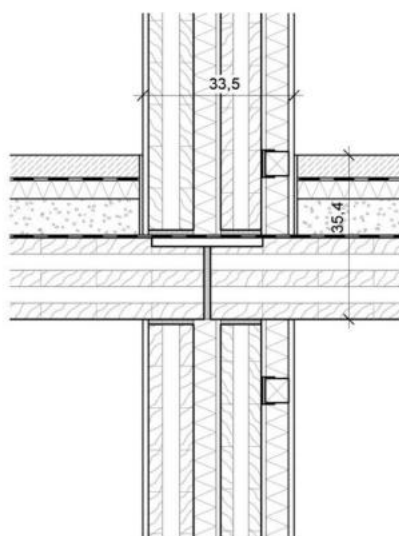
AUFBAU GESCHOSSDECKE
50 mm Zementheizestrich
(15 mm abgezogen für Fußbodenheizung)
0,2 mm Trennschicht PE-Folie
40 mm Trittschalldämmung MW
80 mm Elastisch geb. (PUR) Schüttung
0,2 mm Rieselschutzvlies
180 mm Brettsperholz
350,4 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU B_{MASSIVHOLZ}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch 2 Lagen Gipskarton auf Holzwerkstoffplatte und Elastomerlagerungen

ALTERNATIVE 1 KOMFORT

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
12,5 mm Gipsplatte
100 mm Brettsperholz, dreilagig
50 mm Mineralwolle
10 mm Luftschicht
90 mm Brettsperholz, dreilagig
60 mm Lattung auf Schwingbügel
12,5 mm Gipsplatte
335,0 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU IV_{MASSIVHOLZ}

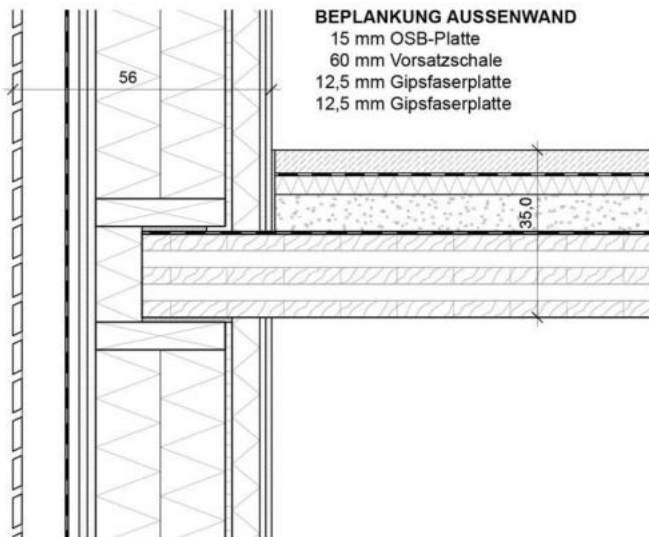
Trennwand könnte tragend ausgebildet werden, durch die Spannrichtung im Projekt jedoch nicht notwendig für den vertikalen Lastabtrag.

Abb. 8: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie die vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „KOMFORT“)

ALTERNATIVE 1

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE
50 mm Zementheizestrich
0,2 mm Trennschicht PE-Folie
40 mm Trittschalldämmung MW
80 mm Elastisch geb. (PUR) Schüttung
0,2 mm Rieselschutzvlies
180 mm Brettsper Holz
350,4 mm Gesamt

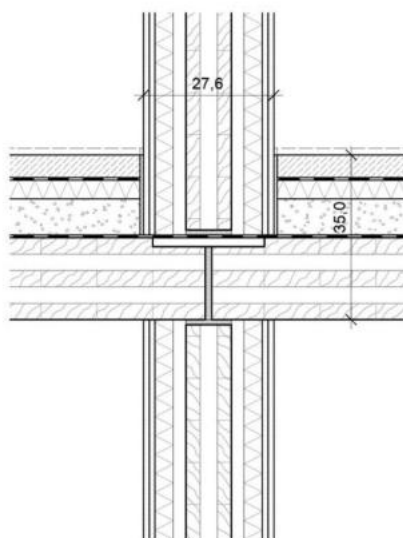
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU B_{MASSIVHOLZ}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch Vorsatzschale und Elastomerlagerungen

VORHANDEN

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
25 mm Gipsfaserplatte, zweilagig
40 mm Dämmung Mineralwolle
mit 27 mm Trockenbauprofil
28 mm Luftspalt
90 mm Brettsper Holz
28 mm Luftspalt
40 mm Dämmung Mineralwolle
mit 27 mm Trockenbauprofil
25 mm Gipsfaserplatte, zweilagig
267,0 mm Gesamt

IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT
AUFBAU IV_{MASSIVHOLZ}

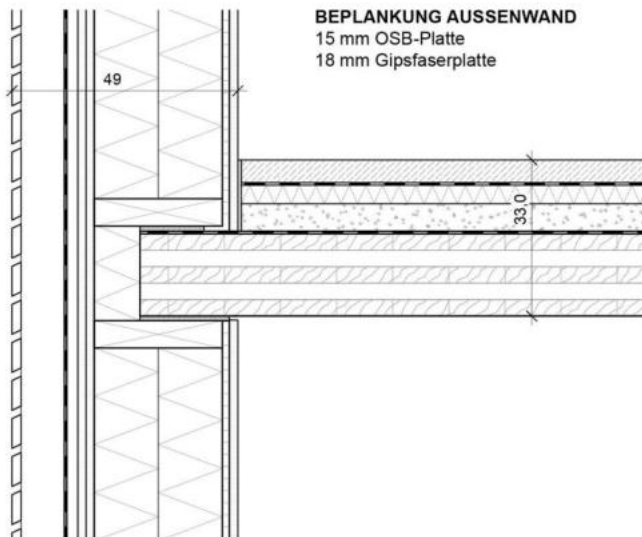
Trennwand konnte tragend ausgebildet werden, durch die Spannrichtung im Projekt jedoch nicht notwendig für den vertikalen Lastabtrag.

Abb. 9: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und Außenwände sowie die vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und -wände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)

ALTERNATIVE 2

BASIS +

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE
50 mm Zementheizestrich
0,2 mm Trennschicht PE-Folie
40 mm Trittschalldämmung MW
60 mm Elastisch geb. (PUR) Schüttung
0,2 mm Rieselschutzvlies
180 mm Brettspertholz
330,4 mm Gesamt

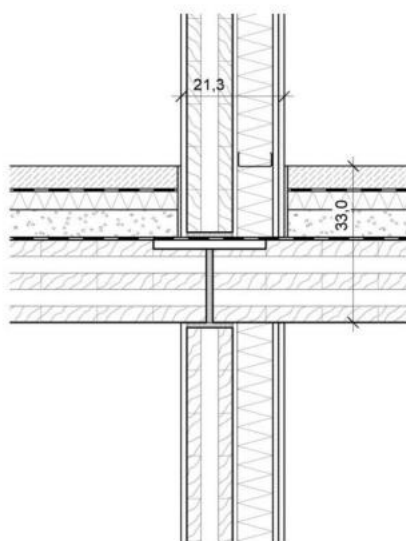
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU C_{MASSIVHOLZ}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte + Gipsfaserplatte und Elastomerlagerungen

ALTERNATIVE 2

BASIS +

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
12,5 mm Gipsplatte
90 mm Brettspertholz, dreilagig
10 mm Luftschicht
75 mm Trockenbauvorsatzschale
mit 75 mm Holzfaserdämmung
25 mm Gipsfaserplatte, zweilagig
212,5 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU II_{MASSIVHOLZ}

Annahme alle Anschlüsse entkoppelt.

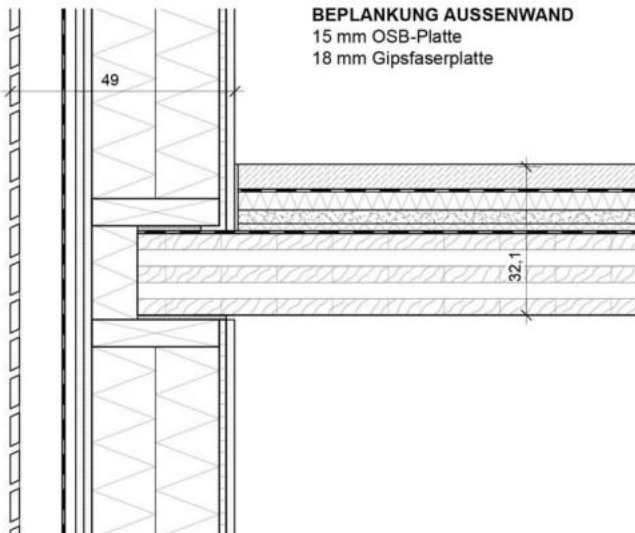
Trennwand konnte tragend ausgebildet werden, durch die Spannrichtung im Projekt jedoch nicht notwendig für den vertikalen Lastabtrag.

Abb. 10: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „BASIS +“)

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



BEPLANKUNG AUSSENWAND
15 mm OSB-Platte
18 mm Gipsfaserplatte

AUFBAU GESCHOSSDECKE

55 mm Zement- oder Anhydridestrich
0,2 mm Trennschicht PE-Folie
40 mm Trittschalldämmung MW ($s' \leq 6 \text{ MN/m}^2$)
30 mm Schüttung in Wabe, einlagig (84 kg/m^2)
16 mm Trittschalldämmmatte Polyurethan
180 mm Brettsperholz
321,2 mm Gesamt

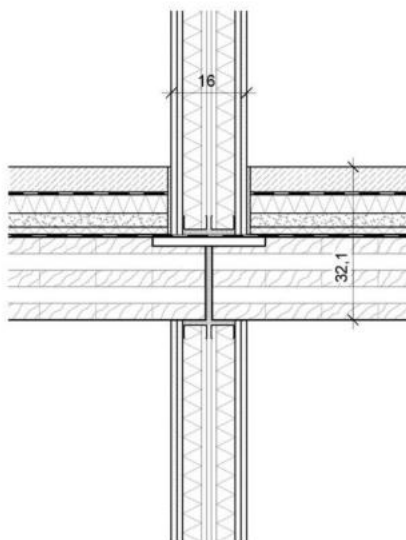
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU $D_{\text{MASSIVHOLZ}}$

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte + Gipsfaserplatte und Elastomerlagerungen

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

12,5 mm Gipskartonplatte
12,5 mm Gipskartonplatte
50 mm Metallständer, nicht tragend
mit 40 mm Holzfaserdämmung
10 mm Luftschicht
50 mm Metallständer, nicht tragend
mit 40 mm Holzfaserdämmung
12,5 mm Gipskartonplatte
12,5 mm Gipskartonplatte
160,0 mm Gesamt

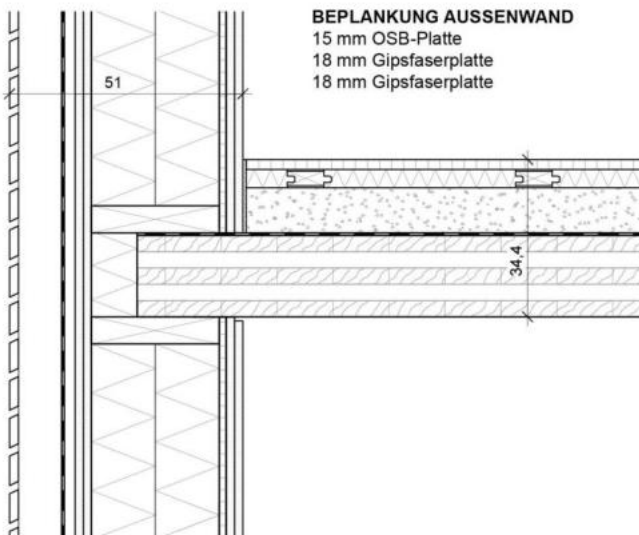
AUSFÜHRUNG ALS DOPPELSCHALIGE METALL-STÄNDER TRENNWAND

Trennwand nicht tragend ausgebildet.

Abb. 11: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



BEPLANKUNG AUSSENWAND

15 mm OSB-Platte
18 mm Gipsfaserplatte
18 mm Gipsfaserplatte

AUFBAU GESCHOSSDECKE

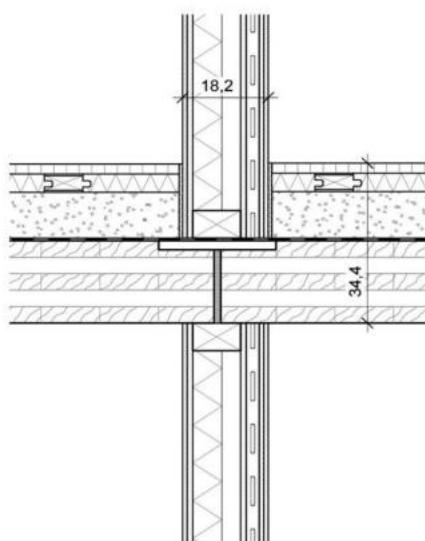
24 mm Dielenboden aus Holzdielen,
schwimmend verlegt
40 mm Trittschalldämmung Holzfasern
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$) mit Auflageleisten
dazwischenliegend
100 mm Elastisch geb. (PUR) Schüttung ($m' \geq 150 \text{ MN/m}^3$)
0,2 mm Rieselschutzvlies
180 mm Brettsperrholz
344,2 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU *E* _{MASSIVHOLZ}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte +
zwei Lagen Gipsfaserplatten, jedoch ohne Elastomer-
lagerungen (Kostenersparnis!)

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

10 mm Gipsfaserplatte
12,5 mm Gipsfaserplatte
100 mm Holzständer (60/100; $e = 625 \text{ mm}$)
mit 60 mm Holzfaserdämmung
12,5 mm Gipsfaserplatte
27 mm Vorsatzschale auf Federschiene
10 mm Gipsfaserplatte
10 mm Gipsfaserplatte
182,0 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU *III* _{TAFELBAU}

Trennwand nicht tragend ausgebildet, Anschluss ohne
Installationsebene an Außenwand, ohne Elastomer-
lager (Kostenersparnis!)

Abb. 12: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)

5.2.2 Referenzobjekt 2

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 2 stützt sich primär auf die Dokumentation sowie die strukturierte Leistungsbeschreibung aus der Datenbank. Die Auswertung erfolgt im Hinblick auf die für das Forschungsvorhaben relevante Typologisierung und Klassifizierung schalltechnischer Leistungskennwerte.

Konstruktive Ausführung – Bestand

- **Wohnungstrenndecke:**
Die Deckenebene ist als Holztafelkonstruktion realisiert, kombiniert mit einer Hohlraumdämmung aus Holzfasern sowie einem darüber liegenden mehrlagigen Schüttungsaufbau mit abschließendem Zementestrich. Schalltechnisch verbessert wird dieser Aufbau zudem durch eine abgehängte Unterdecke aus zweilagiger Gipskartonbeplankung. Die flankierenden Übergänge zu den Außenwandkonstruktionen sind durch vorgesetzte Vorsatzschalen akustisch optimiert. Auf Basis der entwickelten Bauteilklassifikation ist diese Ausführung der Kategorie „Tafelbau Außenwand“ zuzuordnen. Die resultierenden Schalldämmwerte entsprechen dem Schallschutzniveau „KOMFORT“.
- **Wohnungstrennwand:**
Die tragenden Wohnungstrennwände sind als doppelschalige, konstruktiv entkoppelte Tafelbauelemente ausgeführt. Typologisch ist dieser Aufbau mit dem System „Tafelbau Wohnungstrennwand“ zu vergleichen. Er erfüllt damit die Anforderungen dem erhöhten Schallschutzniveau „KOMFORT“ wobei insbesondere die getrennte Führung der beiden Schalen eine effektive Schallentkopplung gewährleistet.

Konstruktionsalternativen

Im Zuge der Untersuchungen bautechnischer Alternativen werden auf Grundlage der entwickelten Matrixdarstellungen beispielhaft differenzierte Varianten für reduzierte Schallschutzanforderungen abgeleitet. Im Fokus stehen insbesondere konstruktive Modifikationen an den Bodenaufbauten, an flankenwirksamen Bauteilen sowie den Deckenunterkonstruktionen. Die vereinfachte Ausführung durch Wegfall abgehängter Decken ermöglicht dabei nicht nur eine Reduktion des Schichtaufwands, sondern auch die architektonische Akzentuierung sichtbarer Tragstrukturen im Innenraum (z. B. Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“).

Im Bereich der Wohnungstrennwände werden signifikante Rationalisierungspotenziale durch die Umstellung tragender Wohnungstrennwände auf nichttragende Leichtbausysteme identifiziert. Ermöglicht wird dies insbesondere durch eine veränderte Deckenspannrichtung. Abb. 13 bietet eine systematische Übersicht der Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 2.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

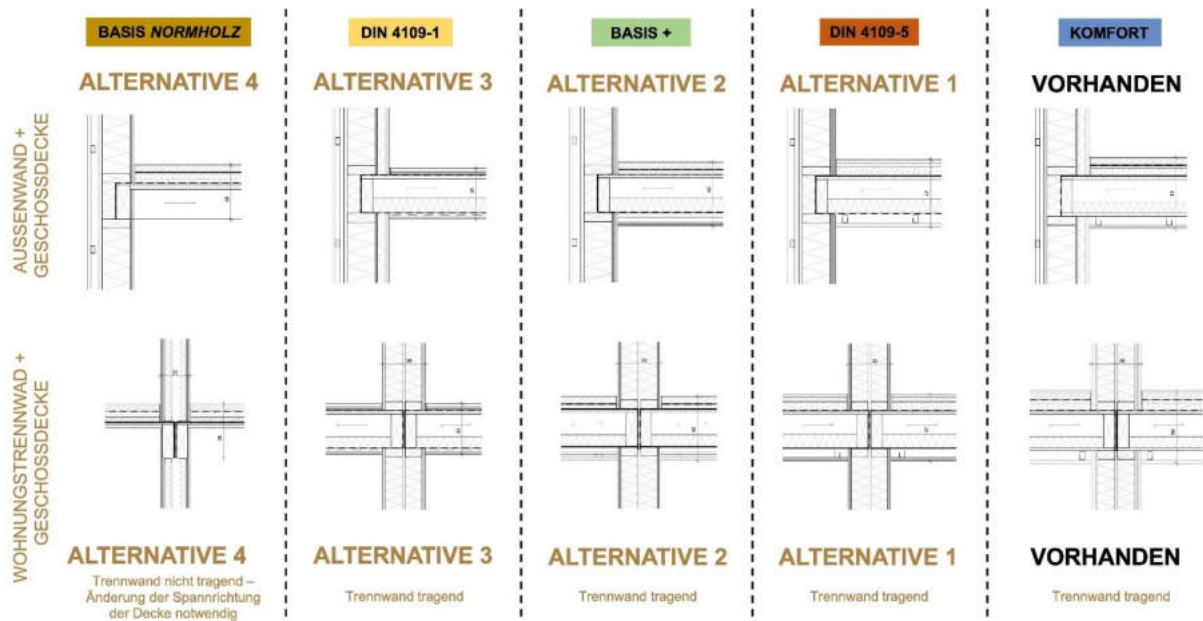


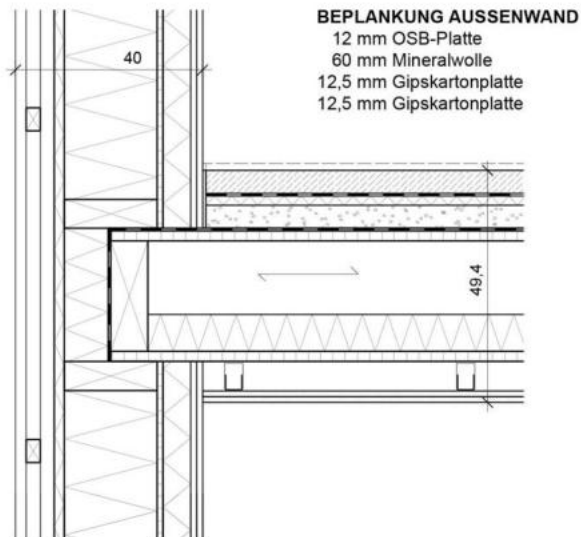
Abb. 13: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 2

Eine systematische Übersicht aller entwickelten Varianten im Vergleich zur ausgeführten Komfortausführung zeigt die Reduktionsmöglichkeiten. Detaillierte Informationen zu den jeweiligen Bauteilaufbauten inklusive Schichtaufbau sind den Abbildungen Abb. 14 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Abb. 18 auf den folgenden Seiten sowie dem Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln“ zu entnehmen.

Die Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 2 zeigen in Abhängigkeit von deren spezifischen Schallschutzniveaus ein signifikantes Potenzial zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] auf, was sich wiederum Optimierungspotenziale hinsichtlich des für die Wohnnutzung verfügbaren Nettoraumvolumens bzw. der verfügbaren Nettoraumfläche eröffnet. So kann im Bereich der Wohnungstrennwänden durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 30 % von 49,4 cm auf 34,6 cm realisiert werden. Im Bereich der Wohnungstrennwände kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 43 % von 34,6 cm auf 19,8 cm realisiert werden.

VORHANDEN KOMFORT

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



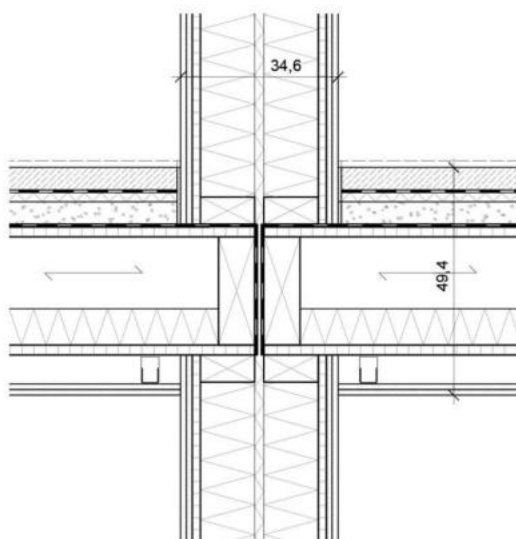
AUFBAU GESCHOSSDECKE
 50 mm Zementestrich
 (15 mm abgezogen für Fußbodenheizung)
 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
 20 mm Trittschalldämmung Glaswolle
 50 mm Schallschutzschüttung
 0,2 mm Rieselschutzvlies
 22 mm OSB-Platte
 240 mm Holzbalkendecke mit
 80 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
 22 mm OSB-Platte
 65 mm Abhängung mit CD-Profilen
 25 mm Gipskartonplatten, zweilagig
494,4 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU A_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch
Vorsatzschale

VORHANDEN KOMFORT

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
 12,5 mm Gipskartonplatte
 12,5 mm Gipskartonplatte
 18 mm OSB-Platte
 120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm)
 mit Holzfaserdämmung
 20 mm Trenndämmung Holzfaser
 120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm)
 mit Holzfaserdämmung
 18 mm OSB-Platte
 12,5 mm Gipskartonplatte
 12,5 mm Gipskartonplatte
346,0 mm Gesamt

IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{TAFELBAU}

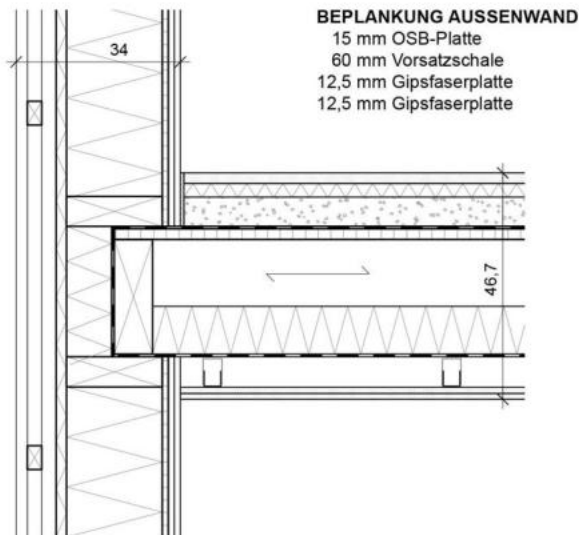
Trennwand tragend ausgebildet

Abb. 14: Vorhandene Ausführung für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „KOMFORT“)

ALTERNATIVE 1

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE

- 25 mm Trockenestrich Gipsfaserplatten
- 30 mm Trittschalldämmung Holzfaser (s' ≤ 30 MN/m³)
- 60 mm elastisch geb. (PUR) Schüttung (m' ≥ 90 MN/m³)
- 0,2 mm Rieselschutzvlies
- 22 mm OSB-Platte
- 240 mm Holzbalkendecke mit 80 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
- 0,2 mm Rieselschutzvlies
- 65 mm Abhängung mit CD-Profilen
- 25 mm Gipskartonplatten, zweilagig
- 467,4 mm Gesamt**

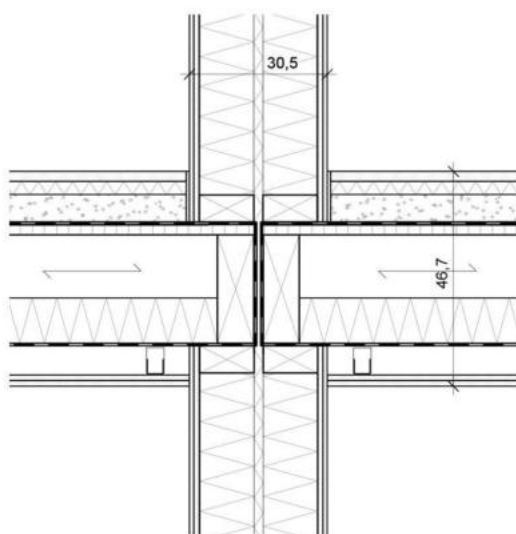
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU C_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte und zwei Lagen Gipskartonplatten

ALTERNATIVE 1

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

- 10 mm Gipsfaserplatte
- 12,5 mm Gipsfaserplatte
- 120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm) mit Holzfaserdämmung
- 20 mm Trenndämmung Holzfaser
- 120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm) mit Holzfaserdämmung
- 12,5 mm Gipsfaserplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte
- 305,0 mm Gesamt**

IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{TAFELBAU}

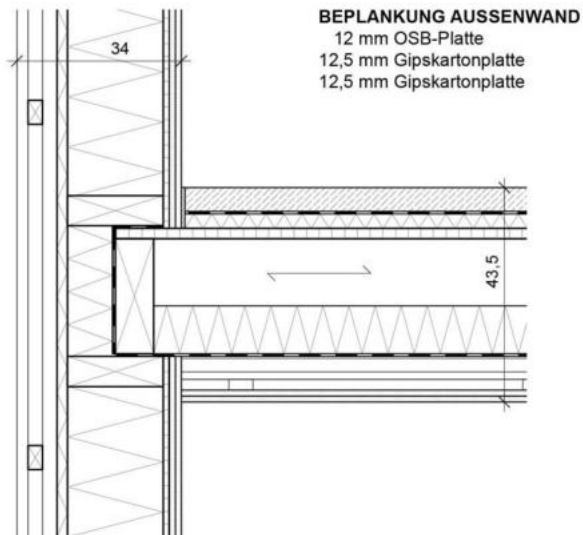
Trennwand tragend ausgebildet, mit vereinfachter Beplankung aus Gipsfaserplatten

Abb. 15: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)

ALTERNATIVE 2

BASIS +

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE

- 50 mm Zement- oder Anhydridestrich
- 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
- 30 mm Trittschalldämmung MW ($s' \leq 8 \text{ MN/m}^3$)
- 22 mm OSB-Platte
- 240 mm Holzbalkendecke mit
- 80 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
- 57 mm Abhängung mit Holzlattung
- 36 mm Gipsfaserplatten, zweilagig
- 435,2 mm Gesamt**

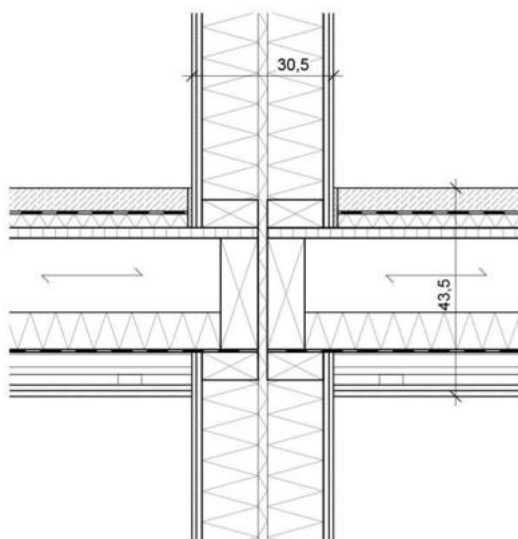
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU D_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte und zwei Lagen Gipskartonplatten

ALTERNATIVE 2

BASIS +

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

- 10 mm Gipsfaserplatte
- 12,5 mm Gipsfaserplatte
- 120 mm Holzständer (60/120; $e = 625 \text{ mm}$)
- mit Holzfaserdämmung
- 20 mm Trenndämmung Holzfaser
- 120 mm Holzständer (60/120; $e = 625 \text{ mm}$)
- mit Holzfaserdämmung
- 12,5 mm Gipsfaserplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte
- 305,0 mm Gesamt**

IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{TAFELBAU}

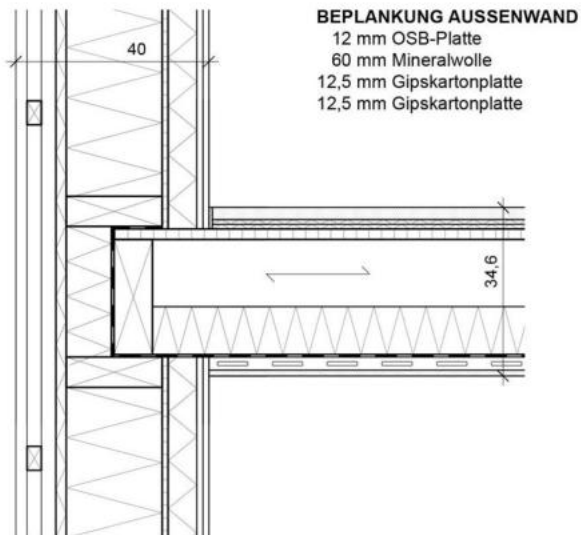
Trennwand tragend ausgebildet, mit vereinfachter Beplankung aus Gipsfaserplatten

Abb. 16: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „BASIS+“)

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



BEPLANKUNG AUSSENWAND

12 mm OSB-Platte
60 mm Mineralwolle
12,5 mm Gipskartonplatte
12,5 mm Gipskartonplatte

AUFBAU GESCHOSSDECKE

25 mm Zementgebundene Trockenestrichplatte
10 mm Trittschalldämmung Holzfaser
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$)
10 mm Trittschalldämmung Holzfaser
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$)
22 mm OSB-Platte
240 mm Holzbalkendecke mit
80 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
27 mm Abhängung mit Federschiene
12,5 mm Gipsbauplatte
346,5 mm Gesamt

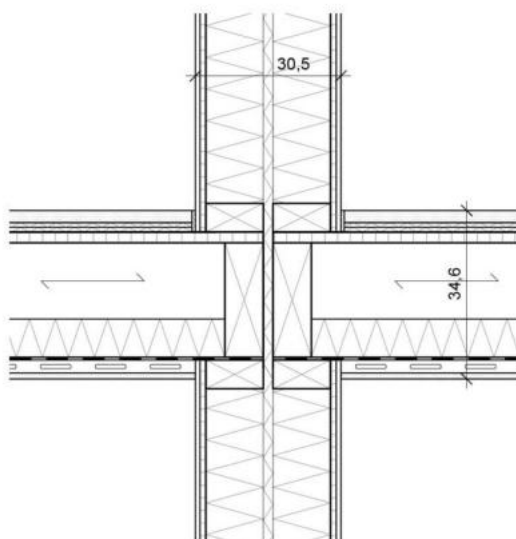
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU G_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch
Vorsatzschale

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

10 mm Gipsfaserplatte
12,5 mm Gipsfaserplatte
120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm)
mit Holzfaserdämmung
20 mm Trenndämmung Holzfaser
120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm)
mit Holzfaserdämmung
12,5 mm Gipsfaserplatte
10 mm Gipsfaserplatte
305,0 mm Gesamt

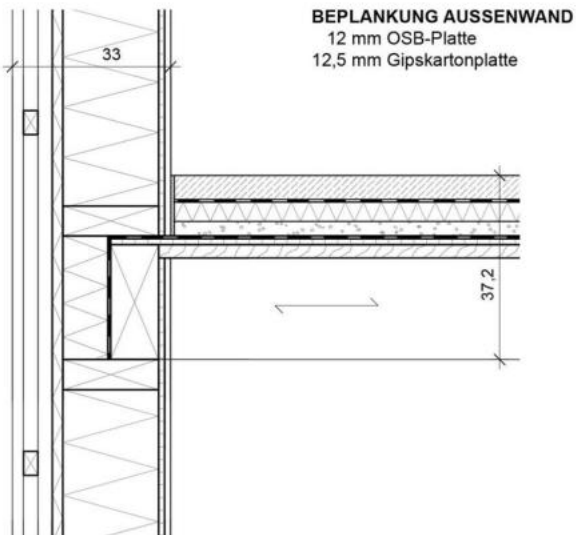
IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{TAFELBAU}

Trennwand tragend ausgebildet, mit vereinfachter Be-
plankung aus Gipsfaserplatten

Abb. 17: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



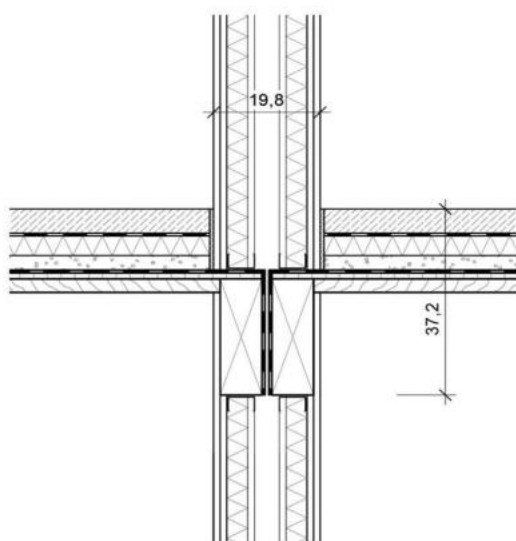
AUFBAU GESCHOSSDECKE
 50 mm Zement- oder Anhydridestrich
 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
 40 mm Trittschalldämmung MW ($s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$)
 30 mm elastisch geb. (PUR) Schüttung
 ($m' \geq 45 \text{ MN/m}^3$)
 0,2 mm Rieselschutzvlies
 12 mm Baufuniersperrholz
 28 mm Sichtholzschalung (Brandschutzschalung)
 zwischen den Balken
 240 mm Holzbalkendecke
372,4mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I TAFELBAU

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte +
eine Lage Gipskartonplatte, mit einer offenen Holz-
balkendecke

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
 12,5 mm Gipskartonplatte
 12,5 mm Gipskartonplatte
 50 mm Metallständer, nicht tragend
 mit 40 mm Holzfaserdämmung
 48 mm Luftschicht
 50 mm Metallständer, nicht tragend
 mit 40 mm Holzfaserdämmung
 12,5 mm Gipskartonplatte
 12,5 mm Gipskartonplatte
198,0 mm Gesamt

AUSFÜHRUNG ALS DOPPELSCHALIGE METALL- STÄNDER TRENNWAND

Trennwand nicht tragend ausgebildet, Tragrichtung
der Decke müsste geändert werden!

Abb. 18: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)

5.2.3 Referenzobjekt 3

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 3 stützt sich primär auf die projektspezifische Leistungsbeschreibung sowie ergänzende Planungsinformationen seitens der Architekten. Die Analyse erfolgte auf Basis der im Forschungsvorhaben entwickelten Typologie und Klassifikation schallschutzrelevanter Bauteilkennwerte.

Konstruktive Ausführung – Bestand

- **Wohnungstrenndecke:**
Die Deckenkonstruktion ist in Tafelbauweise mit integrierter Holzfaserdämmung ausgeführt. Ein entkoppelter Trittschallaufbau mit Zementestrich (ohne Schüttung) bildet den oberen Abschluss. Akustisch wirksam ergänzt wird dieser durch eine einlagige Gipskartonunterdecke auf Federschiene. Die Flankenbindung an Außenwände erfolgt über vorgesetzte Vorsatzschalen. Die Ausführung entspricht dem Aufbau „Tafelbau Außenwand“, die akustische Leistungsfähigkeit liegt auf dem Schallschutzniveau „BASIS+“.
- **Wohnungstrennwand:**
Die zwischen den Haushälften angeordnete Trennwand besteht aus einschaligem Stahlbeton mit partiell tragender Funktion für die benachbarte Deckenkonstruktion. Die Ausführung erfüllt die Anforderungen des Schallschutzniveaus „BASIS+“.

Konstruktionsalternativen

Im Rahmen der Variantenbildung werden bauteiltypologisch differenzierte Optimierungsansätze durch die Ergebnisse der Interviews verfolgt. Der Fokus liegt auf der Untersuchung konstruktiver Komplexität unter der Verbesserung bzw. Verringerung funktionaler Schallschutzniveaus.

Für die Decken werden sowohl akustisch aufgewertete Unterdeckenlösungen als auch reduzierte Varianten ohne Abhängung untersucht. Im Wandbereich werden einerseits hochleistungsfähige, entkoppelte Mehrschichtsysteme (Brettsperrholz mit Vorsatzschalen), andererseits ökonomisierte, mehrlagige Tafelbauelemente mit federnd gelagerten Bekleidungen modelliert. Abb. 19 bietet eine systematische Übersicht der Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 3.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

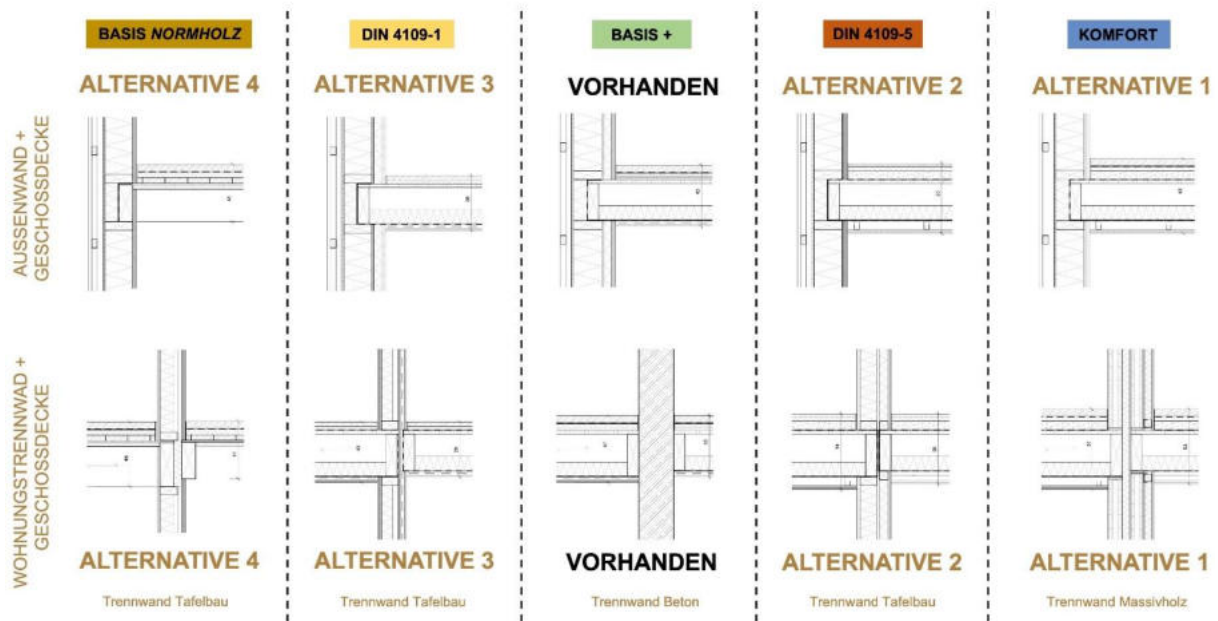


Abb. 19: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 3

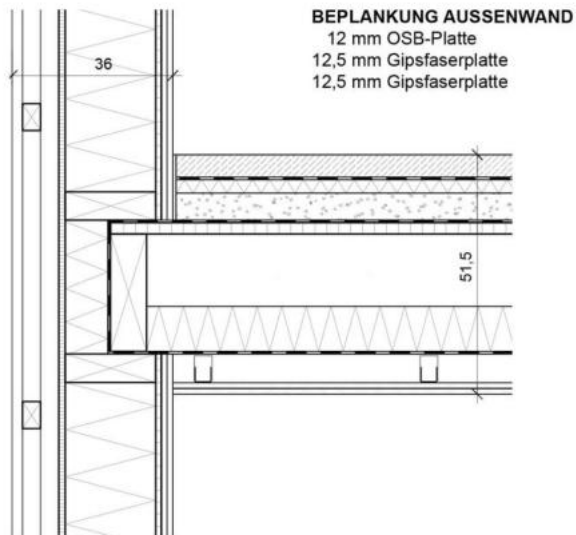
Detaillierte Informationen zu den jeweiligen Bauteilaufbauten inklusive Schichtaufbau sind den Abbildungen Abb. 20 bis Abb. 24 auf den folgenden Seiten sowie dem Anhang „A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln“ zu entnehmen.

Die Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 3 zeigen in Abhängigkeit von deren spezifischen Schallschutzniveaus ein signifikantes Potenzial zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] auf, was sich wiederum Optimierungspotenziale hinsichtlich des für die Wohnnutzung verfügbaren Nettoraumvolumens bzw. der verfügbaren Nettoraumfläche eröffnet. So kann im Bereich der Wohnungstrennwänden durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 27 % von 51,5 cm auf 38,0 cm realisiert werden. Im Bereich der Wohnungstrennwände kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 40 % von 33,5 cm auf 20,2 cm realisiert werden.

ALTERNATIVE 1

KOMFORT

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE

- 50 mm Zement- oder Anhydridestrich
- 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
- 30 mm Trittschalldämmung Holzfaser
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$)
- 60 mm elastisch geb. (PUR) Schüttung
($m' \geq 90 \text{ MN/m}^3$)
- 25 mm OSB-Platte
- 260 mm Holzbalkendecke mit
100 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
- 0,2 mm Rieselschutzvlies
- 65 mm Abhängung mit CD-Profilen
- 25 mm Gipskartonplatten, zweilagig
- 515,4 mm Gesamt**

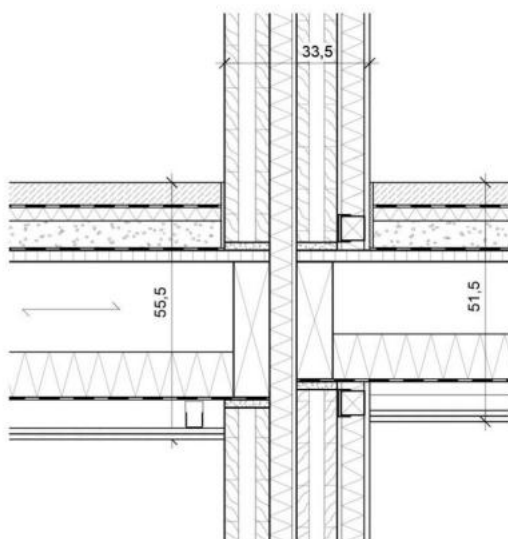
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU A_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB und zwei Lagen Gipsfaserplatten

ALTERNATIVE 1

KOMFORT

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

- 12,5 mm Gipsplatte
- 100 mm Brettsperrholz, dreilagig
- 50 mm Mineralwolle
- 10 mm Luftschicht
- 90 mm Brettsperrholz, dreilagig
- 60 mm Lattung auf Schwingbügel
- 12,5 mm Gipsplatte
- 335,0 mm Gesamt**

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{VMASSIVHOLZ}

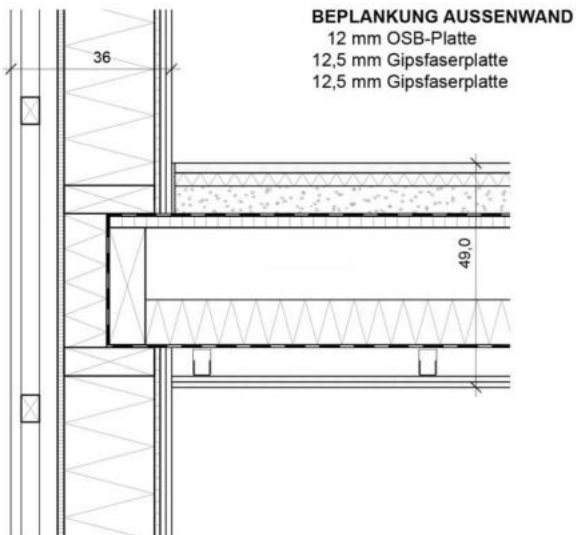
Trennwand auf der linken Wohnungsseite tragend ausgebildet, auf der rechten Wohnungsseite wäre keine Tragwirkung erforderlich entsprechend den Spannrichtungen des Projekts

Abb. 20: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „KOMFORT“)

ALTERNATIVE 2

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



BEPLANKUNG AUSSENWAND
12 mm OSB-Platte
12,5 mm Gipsfaserplatte
12,5 mm Gipsfaserplatte

AUFBAU GESCHOSSDECKE

25 mm Trockenestrich Gipsfaserplatten
30 mm Trittschalldämmung Holzfaser
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$)
60 mm elastisch geb. (PUR)
Schüttung ($m' \geq 90 \text{ MN/m}^3$)
0,2 mm Rieselschutzvlies
25 mm OSB-Platte
260 mm Holzbalkendecke mit
100 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
0,2 mm Rieselschutzvlies
65 mm Abhängung mit CD-Profilen
25 mm Gipskartonplatten, zweilagig
490,4 mm Gesamt

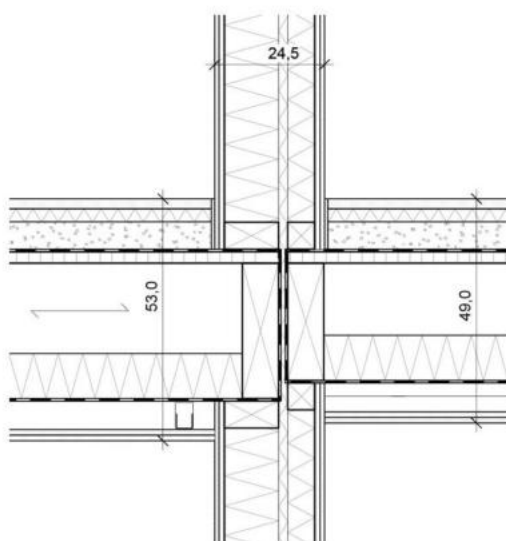
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU C_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte und
zwei Lagen Gipsfaserplatten

ALTERNATIVE 2

DIN 4109-5

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

10 mm Gipsfaserplatte
12,5 mm Gipsfaserplatte
120 mm Holzständer (60/120; $e = 625 \text{ mm}$)
mit Holzfaserdämmung
20 mm Trenndämmung Holzfaser
60 mm Holzständer (60/60; $e = 625 \text{ mm}$)
mit Holzfaserdämmung
12,5 mm Gipsfaserplatte
10 mm Gipsfaserplatte
305,0 mm Gesamt

IM WEITESTENS VERGLEICHBAR MIT AUFBAU I_{TAFELBAU}

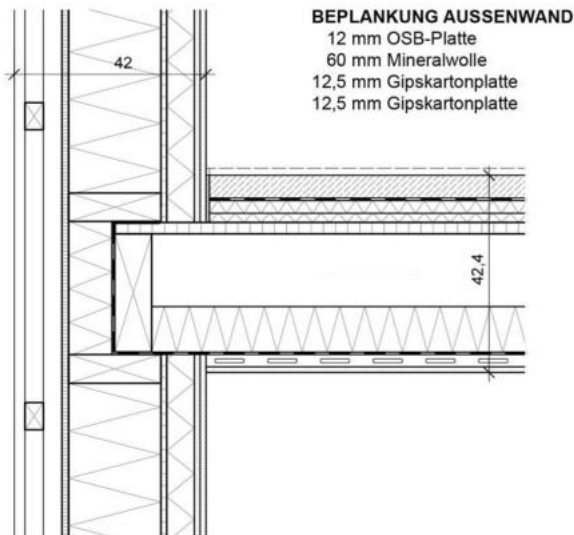
Trennwand auf der linken Wohnungsseite tragend
ausgebildet, auf der rechten Wohnungsseite nicht tra-
gend entsprechend den Spannrichtungen des Projekts

Abb. 21: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)

VORHANDEN

BASIS +

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



AUFBAU GESCHOSSDECKE
 50 mm Heizestrich (vermutlich Zement)
 (15 mm abgezogen für Fußbodenheizung)
 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
 30 mm Trittschalldämmung MW ($s' \leq 8 \text{ MN/m}^3$)
 20 mm Polystyrolplatten
 25 mm OSB-Platte
 260 mm Holzbalkendecke mit
 100 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
 0,2 mm Rieselschutzvlies
 27 mm Abhängung mit Federschiene
 12,5 mm Gipskartonplatte
424,9 mm Gesamt

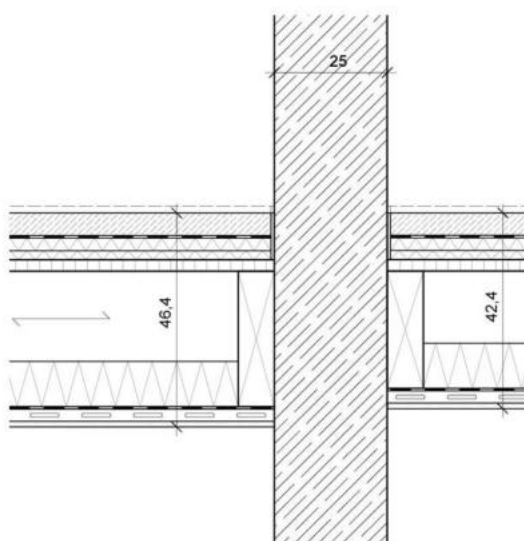
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU D_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch
Vorsatzschale

VORHANDEN

BASIS +

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
 250 mm Stahlbetonwand
250,0 mm Gesamt

AUSFÜHRUNG ALS STAHLBETON-MASSIVWAND

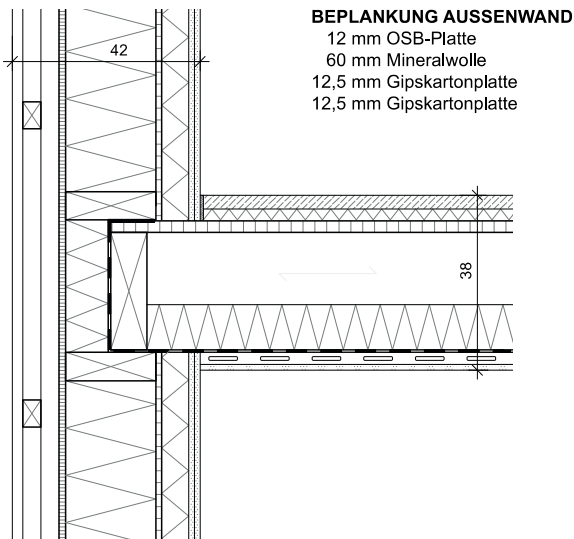
Trennwand auf der linken Wohnungsseite tragend ge-
nutzt, auf der rechten Wohnungsseite nicht tragend
entsprechend den Spannrichtungen des Projekts

Abb. 22: Vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts
3 (Schallschutzniveau „BASIS+“)

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



BEPLANKUNG AUSSENWAND

12 mm OSB-Platte
60 mm Mineralwolle
12,5 mm Gipskartonplatte
12,5 mm Gipskartonplatte

AUFBAU GESCHOSSDECKE

30 mm Gussasphaltestrich ($m' \geq 85 \text{ kg/m}^2$)
0,2 mm Trennschicht PE-Folie
25 mm Trittschalldämmung Holzfaser
($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$)
25 mm OSB-Platte
260 mm Holzbalkendecke mit
100 mm Holzfaser-Hohlraumdämmung
27 mm Abhängung mit Federschiene
12,5 mm Gipskartonplatte
379,7 mm Gesamt

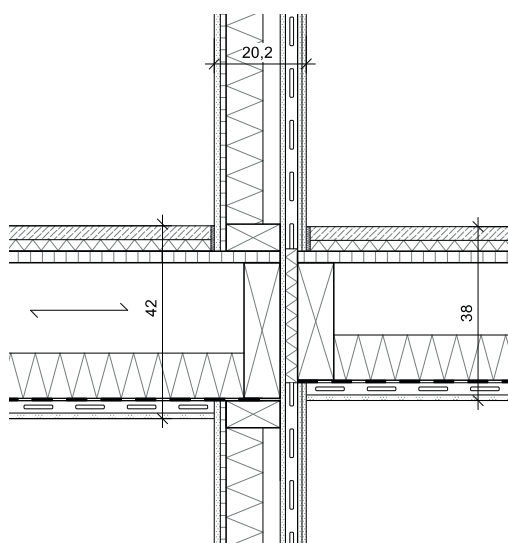
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU F_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand verbessert durch
Vorsatzschale

ALTERNATIVE 3

DIN 4109-1

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND

10 mm Gipsfaserplatte
12,5 mm Gipsfaserplatte
120 mm Holzständer (60/120; e = 625 mm)
mit 80 mm Holzfaserdämmung
12,5 mm Gipsfaserplatte
27 mm Vorsatzschale auf Federschiene
10 mm Gipsfaserplatte
10 mm Gipsfaserplatte
202,0 mm Gesamt

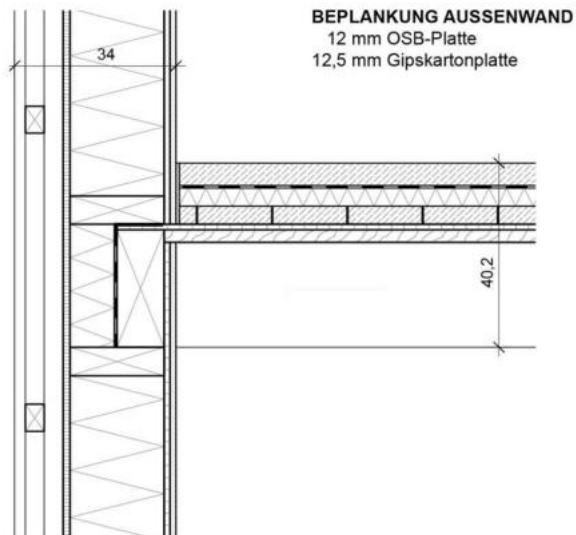
VERGLEICHBAR MIT AUFBAU IV_{TAFELBAU}

Trennwand auf der linken Wohnungsseite tragend
ausgebildet, auf der rechten Wohnungsseite nicht tragend
entsprechend den Spannrichtungen des Projekts

Abb. 23: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrenndecke/Aussenwand



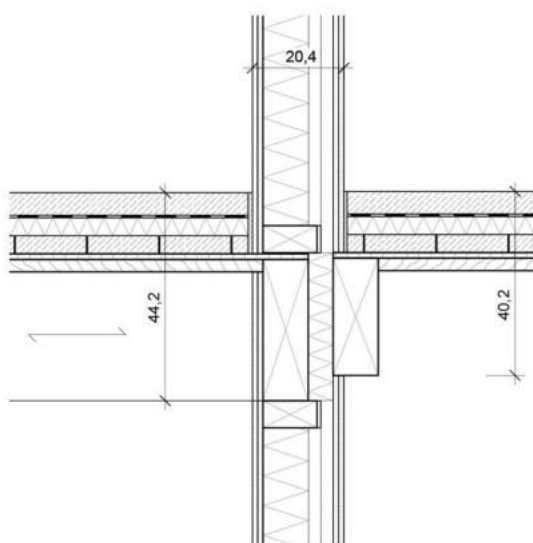
AUFBAU GESCHOSSDECKE
 50 mm Zement- oder Anhydridestrich
 0,2 mm Trennschicht PE-Folie
 40 mm Trittschalldämmung MW ($s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$)
 40 mm Betonsteinplatten ($m' \geq 6 \text{ MN/m}^3$)
 0,2 mm Rieselschutzvlies
 12 mm Baufuniersperrholz
 28 mm Sichtholzschalung (Brandschutzschalung)
 zwischen den Balken
 260 mm Holzbalkendecke
402,4mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU H_{TAFELBAU}

Flankenanschluss an Außenwand mit OSB-Platte + eine Lage Gipskartonplatte, mit einer offenen Holzbalkendecke

ALTERNATIVE 4 BASIS NORMHOLZ

Bauteil Wohnungstrennwand/Wohnungstrenndecke



AUFBAU WOHNUNGSTRENNWAND
 12,5 mm Gipskartonplatte
 12 mm Holzwerkstoffplatte
 120 mm Holzständer (60/120; $e = 625 \text{ mm}$)
 mit 80 mm Holzfaserdämmung
 12,5 mm Gipsplatte
 35 mm Schallentkoppelter Direktbefestiger
 mit Trockenbauprofil
 12,5 mm Gipsplatte
204,5 mm Gesamt

VERGLEICHBAR MIT AUFBAU III_{TAFELBAU}

Trennwand auf der linken Wohnungsseite tragend ausgebildet, auf der rechten Wohnungsseite nicht tragend entsprechend den Spannrichtungen des Projekts

Abb. 24: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)

5.3 Finanzielle Auswirkungen

Auf Grundlage der objektspezifischen Konstruktionsalternativen wird unter Anwendung des in Kapitel 4 beschriebenen Vorgehens die Prognose der finanziellen Auswirkungen jeder Konstruktionsalternative ermittelt und in Relation zueinander gesetzt. Wie in Kapitel 4 erläutert, stellen die Kosten der Konstruktionsalternativen des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“ dabei den Bezugspunkt zur Bestimmung von Mehr- oder Minderkosten dar. Die folgenden Abschnitte erläutern die Prognose der finanziellen Auswirkungen bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche, die absoluten Bauwerkskosten und Honorare sowie die die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche, jeweils in [%].

5.3.1 Auswirkung auf die Kosten der Ausführungsart

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der Wohnungstrenndecken bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche sind in Abb. 25 dargestellt.

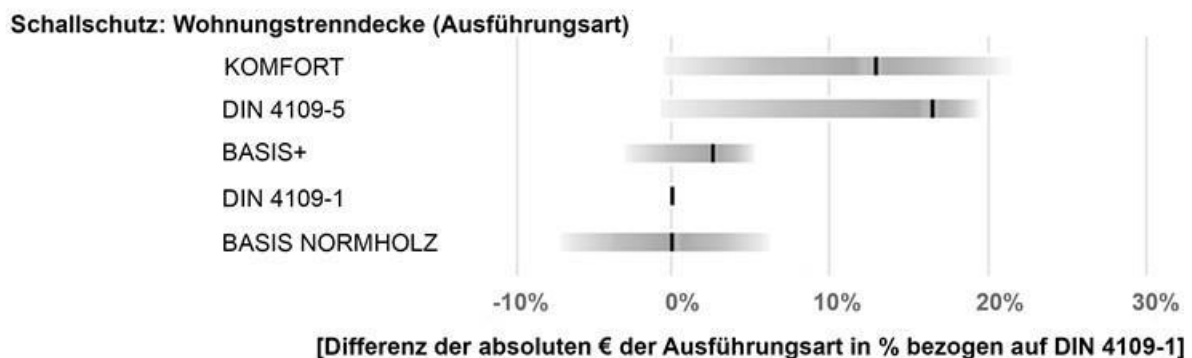


Abb. 25: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecken (absolute Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche in [%])

Bei Ausführung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ werden im Median um 12,85 % höhere absolute Kosten je [m²] Deckenfläche als beim Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ ermittelt. Das direkt darunter liegende Schallschutzniveau „DIN 4109-5“ verursacht mit 16,37 % im Median sogar noch höhere Kosten. Demgegenüber liegen die absoluten Kosten je [m²] Deckenfläche des Schallschutzniveaus „BASIS+“ lediglich um 2,35 % im Median über jenen des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“. Auch bei Ausführung des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ liegen die absoluten Kosten je [m²] Deckenfläche mit 0,05 % im Median über jenen des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“. Durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „DIN 4109-5“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ eine Kostensenkung von 16,37 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche realisiert werden.

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der Wohnungstrennwände bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Wandfläche sind in Abb. 26 dargestellt.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

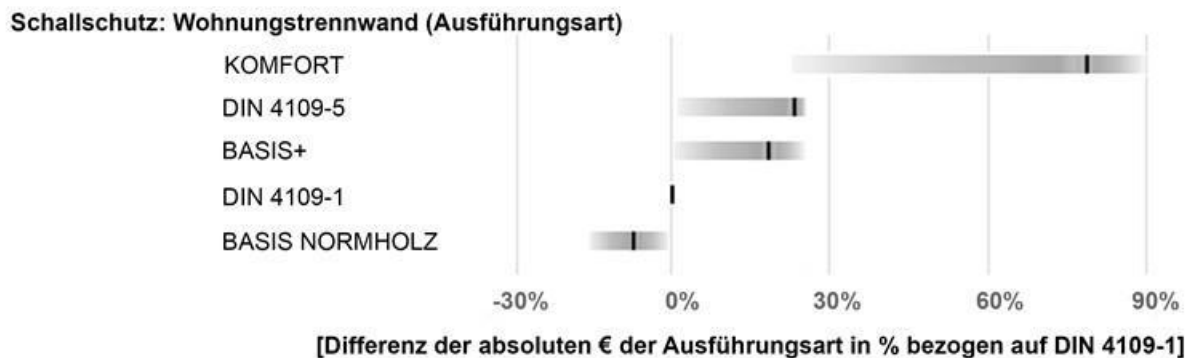


Abb. 26: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrennwände (absolute Kosten der Ausführungsart je [m²] Wandfläche in [%])

Bei Ausführung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ werden im Median um 78,09 % höhere absolute Kosten je [m²] Wandfläche als beim Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ ermittelt. Auch das direkt darunter liegende Schallschutzniveau „DIN 4109-5“ verursacht mit 21,46 % im Median merklich höhere absolute Kosten je [m²] Wandfläche. Ähnlich hoch liegen die absoluten Kosten je [m²] Wandfläche des Schallschutzniveaus „BASIS+“ mit 18,13 % im Median. Durch Ausführung des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ können in den untersuchten Referenzobjekten Kostensenkungen von 8,05 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten je [m²] Wandfläche realisiert werden. Durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ kann eine Kostensenkung von 86,14 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Wandfläche realisiert werden.

5.3.2 Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der Wohnungstrenndecken und -wände bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare sind in Abb. 27 dargestellt. Hierbei ist anzumerken, dass bei den Schallschutzniveaus „KOMFORT“, „DIN 4109-5“, „BASIS+“ sowie „DIN 4109-1“ des Referenzobjekts 1 zum Zweck finanzieller Vergleichbarkeit rechnerisch eine Schicht „24 mm Dielenboden aus Holzdielen, schwimmend“ hinzugefügt wird, analog zum Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

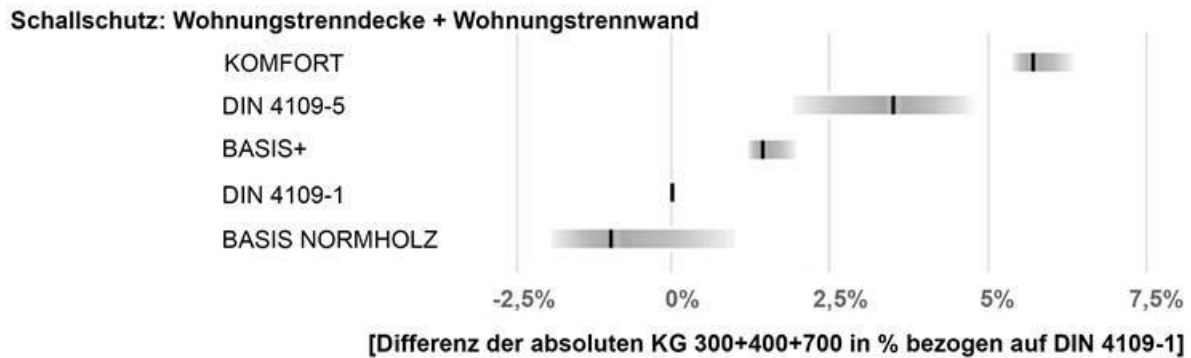


Abb. 27: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecken und -wände (absolute Bauwerkskosten und Honorare in [%])

Bei Ausführung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ werden im Median um 5,73 % höhere absolute Bauwerkskosten und Honorare als beim Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ ermittelt. Auch das direkt darunter liegende Schallschutzniveau „DIN 4109-5“ verursacht im Median um 3,49 % höhere höhere Bauwerkskosten und Honorare. Demgegenüber liegen die Bauwerkskosten und Honorare des Schallschutzniveaus „BASIS+“ lediglich um 1,39 % im Median über jenen des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“. Durch Ausführung des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ kann in den untersuchten Referenzobjekten eine Kostensenkung von 1,03 % im Median bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare realisiert werden.

5.3.3 Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der Wohnungstrenndecken und -wände bezogen auf die die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche sind in Abb. 28 dargestellt.

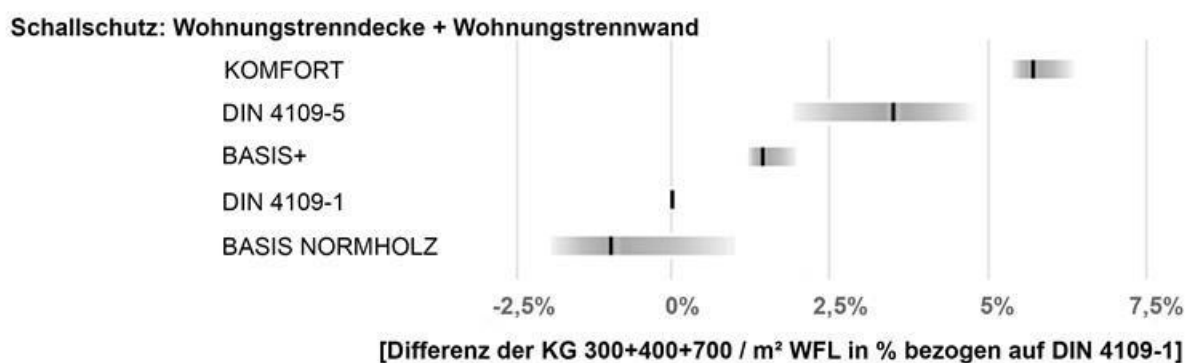


Abb. 28: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecke und -wand (Bauwerkskosten und Honorare / m² WFL in [%])

Im Vergleich zu den finanziellen Auswirkungen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare zeigen sich ähnliche Aussagen hinsichtlich der niveauspezifischen Mehr- und Minderkosten. Mit Blick

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

auf die Zielsetzung der Kostensenkung im Geschosswohnungsbau mit Holz illustriert dies, wie höhere Schallschutzniveaus unmittelbar zu höheren Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche. So kann bei einer Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Kostensenkung im Bereich der Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche von 6,77 % im Median bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL realisiert werden.

5.4 Zwischenfazit

Der Schallschutz stellt im Geschosswohnungsbau mit Holz eine besondere Herausforderung dar, insbesondere im Bereich der tieffrequenten Trittschallübertragung. Die aktuelle Normung trägt dem nur eingeschränkt Rechnung, da Frequenzen unterhalb von 100 Hz nicht ausreichend berücksichtigt werden. Gerade diese tieffrequenten Anteile sind jedoch im Holzbau besonders ausgeprägt und tragen wesentlich zur subjektiven Störwirkung bei. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, kommt der Spektrumanpassungswert $C_{1,50-2500}$ zum Einsatz, der eine realistischere Einschätzung ermöglicht. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird eine fünfstufige Systematik zur Bewertung des Schallschutzes im Holzbau definiert. Sie reicht von „BASIS NORMHOLZ“ über „DIN 4109-1“, „BASIS+“ und „DIN 4109-5“ bis hin zu „KOMFORT“. Die Einstufung orientiert sich an praxisnahen Messwerten und erlaubt eine differenzierte Einordnung, auch unter Berücksichtigung des § 73a LBO BW, der unter bestimmten Bedingungen Abweichungen von Technischen Baubestimmungen zulässt. Ein weiterer Baustein der Konstruktionsalternativen ist die Kategorisierung typischer Deckenaufbauten anhand ihrer akustischen Leistungsfähigkeit. Dabei werden insbesondere flankierende Schallübertragungswege und reale Einbaubedingungen berücksichtigt, um sowohl direkte als auch indirekte Schallübertragungsmechanismen differenziert bewerten und konstruktiv optimieren zu können. Ergänzend wird der Einfluss elastischer Bodenbeläge vor dem Hintergrund alternativer Berechnungsmethoden diskutiert. Nach derzeit gültiger Normenlage gemäß DIN 4109-2:2018-01, die die rechnerischen Nachweisverfahren für den baulichen Schallschutz im Hochbau regelt, ist die Einbeziehung elastischer Bodenbeläge in den rechnerischen Nachweis des Trittschallschutzes für den Geschosswohnungsbau jedoch nicht zulässig. Deren Einbeziehung in den Planungs- und Nachweisprozess kann somit substantiell zur Optimierung beitragen. Insgesamt bietet das entwickelte System eine fundierte Grundlage für Planende und Bauherrenschaften, um Schallschutzanforderungen im Geschosswohnungsbau mit Holz gezielt, nutzerorientiert und wirtschaftlich umzusetzen – unter besonderer Berücksichtigung realer Wohnqualität.

Die Konstruktionsalternativen der drei Referenzobjekte zielen ab auf eine Reduktion des baulichen Aufwands unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schallschutzniveaus. Dabei werden für Konstruktionsalternativen Wohnungstrenndecken, -wände sowie flankierende Bauteile wie Außenwände entwickelt. In Referenzobjekt 1 erfolgen Vereinfachungen u. a. durch Trockenbauweisen, reduzierte Beplankungen oder den Verzicht auf elastische Lagerungen (z. B. im Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“). In Referenzobjekt 2 steht die Modifikation flankenwirksamer Bauteile sowie die Vereinfachung der Deckenunterkonstruktion im Fokus. Der Wegfall abgehängter Decken reduziert nicht nur den Schichtaufbau, sondern lässt tragende Holzelemente sichtbar werden. Tragende Wohnungstrennwände werden durch nichttragende Leichtbausysteme ersetzt. In Referenzobjekt 3 werden bauteiltypologisch differenzierte Optimierungen verfolgt. Für Decken werden sowohl akustisch aufgewertete als auch konstruktiv reduzierte Lösungen analysiert. Im Wandbereich werden entweder entkoppelte Mehrschichtsysteme oder Tafelbauelemente mit federnd gelagerten Schalen vorgeschlagen.

Die Konstruktionsalternativen zielen unter anderem auf die Reduktion Aufbaustärke in [cm] im Bereich der Wohnungstrenndecken und -wände. Dabei kann – je nach Schallschutzniveau – bei den

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Wohnungstrenndecken eine Reduktion der Aufbaustärke in [cm] zwischen 10 % und 30 % sowie im Bereich der Wohnungstrennwände zwischen 10 % und 43 % erzielt werden.

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen erfolgt auf Basis der objektspezifischen Konstruktionsalternativen. Dabei dienen die Kosten des Schallschutzniveaus „DIN 4109-1“ als Bezugspunkt der Bewertung.

Bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart der Wohnungstrenndecken und -wände je [m²] Decken- bzw. Wandfläche in [%] der ergeben sich teils eklatante Differenzen. So kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „DIN 4109-5“ auf das Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ im Bereich der Wohnungstrenndecken eine Kostensenkung von 16,37 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche realisiert werden. Im Bereich der Wohnungstrennwände kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ sogar eine Kostensenkung von 86,14 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Wandfläche realisiert werden.

Bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare zeigt sich ebenfalls, dass höhere Schallschutzniveaus der Wohnungstrenndecken und -wände zu steigenden Kosten führen, wenngleich weniger stark ausgeprägt als bei den absoluten Kosten der Ausführungsart. Im Vergleich zum Schallschutzniveau „DIN 4109-1“ liegen die Bauwerkskosten und Honorare des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ im Median um 5,73 % höher, jene des Schallschutzniveaus „DIN 4109-5“ bei 3,49 % und jene des Schallschutzniveaus „BASIS+“ bei 1,39 %. Eine Absenkung auf „BASIS NORMHOLZ“ ermöglicht hingegen eine Kostensenkung von 1,03 % im Median verglichen zum Schallschutzniveau „DIN 4109-1“. Bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche bestätigen sich diese Relationen, so senkt eine Reduktion von „KOMFORT“ auf „BASIS NORMHOLZ“ die Kosten um 6,76 % im Median.

6 Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten

Die im nachfolgenden Kapitel erläuterten Ergebnisse beziehen sich auf die Entwicklung und Optimierung von Konstruktionsalternativen im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens, die eine wirtschaftliche Erfüllung unterschiedlicher Anforderungsniveaus ermöglichen. Diese Alternativen werden auf Grundlage des zuvor beschriebenen Referenzobjektansatzes einer finanziellen Bewertung unterzogen. Das Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten von Holzbauteilen bestimmt maßgeblich deren Gebrauchstauglichkeit. Bauphysikalische, baukonstruktive und ästhetische Randbedingungen bilden dabei im Geschosswohnungsbau mit Holz die maßgeblichen Grenzzustände und stellen zugleich einen wesentlichen Kostenfaktor im Planungs- und Ausführungsprozess dar.

6.1 Relevanz und normativer Rahmen

Grundlagen der Bemessung bilden die DIN EN 1995-1-1:2010-12 sowie der zugehörige Nationale Anhang DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08. Die Änderung A2:2014 kann hierbei vernachlässigt werden. Beide Normen sind in der VwV TB vom 1. März 2025 verankert (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom 05.02.2025).

In der Praxis werden insbesondere die strengen Maßgaben des Nationalen Anhangs als technischer Konsens im Sinne eines „quasi-vertraglichen“ Mindeststandards verstanden. Der Spielraum, den die Grundnorm theoretisch eröffnet, wird dadurch faktisch nicht genutzt. Diese Entwicklung reflektiert – ähnlich wie im Themenfeld des Schallschutzes – einerseits gestiegene Nutzererwartungen, führt andererseits jedoch auch zu merklichen Kostensteigerungen im Geschosswohnungsbau mit Holz. Insbesondere zeigt sich, dass ohne explizite vertragliche Regelungen in der Regel nach den Maßgaben des Nationalen Anhangs gebaut wird. Dabei handelt es sich jedoch nicht um verbindliche („Muss“-)Anforderungen, sondern um Empfehlungen, die „sollten“ eingehalten werden. Wie beim Schallschutz sind auch im Bereich des Schwingungsverhaltens viele Grenzwerte nur eingeschränkt objektivierbar, da deren Wahrnehmung stark vom individuellen Empfinden abhängt. Ebenso unterliegt der visuelle Eindruck von Durchbiegung einer subjektiven Bewertung, die stark vom ästhetischen Empfinden der Betrachtenden beeinflusst wird. Das menschliche Auge ist kaum in der Lage, die Biegung eines Balkens exakt wahrzunehmen. Die Definition allgemeingültiger Störgrenzen erweist sich daher auch in diesem Zusammenhang als methodisch herausfordernd.

6.1.1 Bedeutung der Schwingungen im Holzbau

Mit Schwingungen im Sinne der DIN EN 1995-1-1:2020-12 sind, im Unterschied zum Schallschutz, sehr langsame Schwingungen gemeint, also solche, die nicht mehr gehört, sondern „nur“ gefühlt werden können. Die Frequenzen liegen hier im Bereich von 0 Hz bis ca. 50 Hz.

Diese Schwingungen werden von Personen sehr unterschiedlich wahrgenommen, weshalb auch deren subjektive Bewertung folglich sehr unterschiedlich ausfällt. Um störende Schwingungen zu vermeiden, orientiert sich DIN EN 1995-1-1:2020-12 an einer Eigenfrequenz von 8 Hz. Bei Wohnungstrenndecken mit einer Eigenfrequenz von über 8 Hz sind praktisch keine Schwingungen mehr spürbar, ebenso können hier Resonanzeffekte ausgeschlossen werden. Für Wohnungstrenndecken unter 8 Hz Eigenfrequenz sollen daher, laut Norm gesonderte Untersuchungen angestellt werden.

Untersucht werden soll die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast F , an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung, sowie die Einhaltung einer Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion, d. h. dem maximalen

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Anfangswert der vertikalen Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude der Decke in [m/s] infolge eines an derjenigen Stelle der Decke aufgetragenen idealen Einheitsimpulses (1 Ns), der die größte Eigenfrequenz erzeugt. Anteile über 40 Hz dürfen vernachlässigt werden. Die Berechnungsmethode ist in DIN EN 1995-1-1:2020-12 geregelt.

Der Nationale Anhang verweist zudem im Rahmen des NA3 sowie des NA7 auf weitere mögliche Berechnungsmethoden, welche zusätzliche Randbedingungen wie die Steifigkeit des Bodenaufbaues berücksichtigen. Diese Berechnungen liefern jedoch nur subjektive Ergebnisse, welche dann z. B. als „besseres Verhalten“ oder „schlechteres Verhalten“ (Norm) eingestuft werden. Da diese Eigenschaften jedoch vereinbart werden müssten, orientiert man sich in der Praxis am oben erläuterten „8-Hz-Kriterium“.

6.1.2 Bedeutung der Durchbiegungen im Holzbau

Durchbiegungen stellen im Grunde eine rein visuelle Beeinträchtigung dar. Wie historische Bauten verdeutlichen, wurden diese Jahrhunderte lang einfach hingenommen. Heute gibt DIN EN 1995-1-1:2020-12 hier, für die Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben, eine Berechnungsmethode sowie eine Tabelle mit Grenzwerten für Anfangs-, End-, und Gesamtdurchbiegung vor. Die für den Geschosswohnungsbau maßgebenden Werte liegen hier im Bereich $l/150$ bis $l/300$. Der Nationale Anhang schränkt diese Werte jedoch auf $l/300$ für die Anfangsdurchbiegung und $l/300$ für die Enddurchbiegung ein.

6.1.3 Herleitung und Systematisierung der Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus

Auf Grundlage des bestehenden normativen Rahmens wird eine dreistufige Klassifikation schwingungs- und durchbiegungstechnischer Leistungsniveaus hergeleitet und systematisiert, die eine Definition von Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus im Geschosswohnungsbau mit Holz ermöglicht. Theoretische Grundlage der Herleitung und Systematisierung ist eine umfassende Analyse normativer Regelwerke sowie einschlägiger Fachliteratur und Forschungsvorhaben.

Die Konzeption der hier dargestellten Schwingungssystematik basiert auf der Analyse des derzeit gültigen normativen Regelwerks, welches im Nationalen Anhang auf die einschlägige Fachliteratur und Forschungsvorhaben verweist. Die Klassifizierung erfolgt in Anlehnung an die Vorgehensweise im Themenfeld des Schallschutzes. Die Untersuchungen beschränken sich auf im Geschosswohnungsbau mit Holz übliche Einfeldsysteme mit 3,5 bis 6 m Spannweite. Die Empfindungen des Schwingungsverhaltens werden der Publikation „Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis“ von Hamm (2012) entnommen. Diese basiert wiederum auf der im Nationalen Anhang 2013 DIN 1995-1-1 zitierten Forschungsarbeit von Winter et al. (2010).

Das Schwingungsniveau „KOMFORT“ stellt hierbei die in der Norm angegebenen Anforderungen an die Einhaltung einer Grenzfrequenz von 8 Hz ohne weitere Untersuchungen dar. Unter diesen Bedingungen wird die Durchbiegung mit den Grenzwerten des NA erst bei kleineren Spannweiten maßgebend.

Das Schwingungsniveau „BASIS“ lässt eine Unterschreitung der Grenzfrequenz bis auf 6 Hz unter Einhaltung einer Anfangsdurchbiegung von 1,0 mm zu. Der Schwingungsnachweis ist damit nicht mehr maßgebend. Die Dimensionierung erfolgt hier über den Durchbiegungsnachweis.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Im Schwingungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ gelten hinsichtlich der Schwingungen die Grundbedingungen des Schwingungsniveaus „BASIS“. Die Zulässigen Durchbiegungen wurden jedoch auf jeweils $l/200$ erhöht. Dies führt nach Ansicht der Forschungsnehmenden noch zu keiner Beeinträchtigung der Konstruktion, da bei Decken im Geschosswohnungsbau der Verkehrslastanteil und somit die wiederkehrenden Verformungen gegenüber dem Eigengewicht und den daraus resultierenden dauernden Verformungen am geringsten ist.

Für die jeweiligen Durchbiegungsniveaus werden die notwendigen Holzquerschnitte der Tragelemente für den Spannweitenbereich 3,5 bis 6 m ermittelt. Untersuchungsgegenstand sind dabei insbesondere Tafелеlemente sowie Massivholzdecken. Der Spannungsnachweis wird parallel mit der Festigkeitsklasse C24 für die Feuerwiderstandsklasse R30 geführt, wird dabei jedoch nur in einem Fall maßgebend für die Dimensionierung. Die gewählten Querschnitte orientieren sich an den in der Praxis üblichen Dimensionen für Konstruktionsvollholz (KVH) und Brettsperrholz (engl.: „Cross-laminated timber“, CLT). Für den Deckenaufbau wird ein für die jeweilige Konstruktion typischer Deckenaufbau aus den in Kapitel 5 erläuterten Konstruktionsalternativen des Schallschutzes gewählt. Im Bereich der Tafeldeckenelemente dient der Aufbau B_{Tafelbau} , im Bereich der Massivholzdecken der Aufbau $B_{\text{Massivholz}}$ als Grundlage. Die Deckenaufbauten erfüllen dabei sowohl die zuvor definierten Schallschutzniveaus als auch die Randbedingungen für den Schwingungsnachweis. Die Steifigkeit des Aufbaues wird beim Schwingungsnachweis berücksichtigt.

Die in Abb. 29 und Abb. 30 gezeigten rechnerischen Ergebnisse zeigen, dass für die Bemessung die Schwingungen und die Durchbiegung maßgebend sind.

Balkendecke bzw. Holztafeldecke

Neuer Standard		Mittlerer Standard	Erhöhter Standard
BASIS NORMHOLZ		BASIS	KOMFORT
Balkendecke e=62,5 cm	EC5 (DIN 1052: untergeordnete Bauteile)	EC5 (DIN 1052)	EC5 + NAD
Randbedingungen	R30 $W_{red,lin} = l/200$ $W_{rest} = l/200$ Grenzkriterium 6 Hz	R30 $W_{red,lin} = l/300$ $W_{rest} = l/200$ Grenzkriterium 6 Hz	R30 $W_{red,lin} = l/300$ $W_{rest} = l/200$ Grenzkriterium 8 Hz
Spannweite (m)	Schwingungen Balkenquerschnitt (cm)	Schwingungen Balkenquerschnitt (cm)	Schwingungen Balkenquerschnitt (cm)
3,5	6/18	nicht maßgebend	nicht maßgebend
4,0	6/20	nicht maßgebend	6/12
4,5	6/22	nicht maßgebend	8/22
5,0	8/24	nicht maßgebend	12/24
5,5	10/24	8/20	14/28
6,0	14/24	10/24	14/32
	Durchbiegung Balkenquerschnitt (cm)	Durchbiegung Balkenquerschnitt (cm)	Durchbiegung Balkenquerschnitt (cm)
	8/18	8/20	8/20
	8/22	8/24	8/24
	10/22	10/24	10/24
	10/24	14/24	14/24
	14/24	12/28	12/28
	14/28	12/32	12/32
	Biegespannungen (eta)	Biegespannungen (eta)	Biegespannungen (eta)
	1,06	-	-
	0,92	-	3,98
	0,94	-	1,17
	0,97	-	0,81
	0,84	2,12	0,62
	0,86	1,40	0,56

Abb. 29: Vergleichende Berechnung von Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten bei Holztafeldecken für die verschiedenen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus

Massivholzdecke

	Neuer Standard		Mittlerer Standard		Erhöhter Standard	
	BASIS NORMHOLZ		BASIS		KOMFORT	
Decke CLT Brettsper Holz	EC5 (DIN 1052: untergeordnete Bauteile)		EC5 (DIN 1052)		EC5 + NAD	
Randbedingungen	R30 $W_{rel,fin} = l/200$ $W_{rel} = l/200$ Grenzkriterium 6 Hz		R30 $W_{rel,fin} = l/300$ $W_{rel} = l/200$ Grenzkriterium 6 Hz		R30 $W_{rel,fin} = l/300$ $W_{rel} = l/200$ Grenzkriterium 8 Hz	
Spannweite (m)	Schwingungen Deckenhöhe (mm)	Durchbiegung Deckenhöhe (mm)	Biegespannungen (eta)	Schwingungen Deckenhöhe (mm)	Durchbiegung Deckenhöhe (mm)	Biegespannungen (eta)
3,5	nicht maßgebend	90	1,07 _{Brand}	nicht maßgebend	105	0,41
4,0	65	105	0,69 _{Brand}	70	120	0,39
4,5	100	115	0,62 _{Brand}	100	135	0,40
5,0	120	130	0,56	125	150	0,36
5,5	145	145	0,55	145	165	0,33
6,0	165	165	0,51	165	185	0,33
					>200, 7S	

Abb. 30: Vergleichende Berechnung von Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten bei Massivholzdecken für die verschiedenen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus

6.1.4 Definition der Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus

Der Nationale Anhang überlässt in einer Anmerkung die Festlegung der Grenzwerte für die Gebrauchstauglichkeit im Grunde heute schon den Vertragsparteien. *„Das Schwingungsverhalten von Decken sollte, ebenso wie die Begrenzung von Durchbiegungen, immer im Hinblick auf die vorgesehene Nutzung beurteilt werden und die Anforderungen, gegebenenfalls in Abstimmung mit der Bauherrenschaft, entsprechend festgelegt werden“* (1995-1-1/NA:2013-08, 60).

Analog dem Schallschutz werden daher für das Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten drei verschiedene Leistungsniveaus entwickelt, die sich auf normativen Standards stützen und eine strukturierte Einordnung von Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus im Geschosswohnungsbau mit Holz ermöglichen. Neben der rein technischen Einordnung über die Grenzwerte der Eigenfrequenz und Durchbiegung wird eine verbal-deskriptive Charakterisierung vorgenommen, wie in Abb. 31 dargestellt. So werden die subjektive Störwirkung der Empfindung des Schwingverhaltens sowie die visuelle Wahrnehmung beschrieben, um ein praxisnahes Verständnis für die Qualität einer Decke zu vermitteln, das über numerische Kennwerte hinausgeht. Folgende Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus werden definiert:

- **KOMFORT:** Schwingungen werden gar nicht oder nur gering spürbar, wenn man sich darauf konzentriert und nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind sichtbar.
- **BASIS:** Schwingungen werden als spürbar, jedoch nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind sichtbar.
- **BASIS NORMHOLZ:** Schwingungen werden als spürbar, jedoch nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind deutlicher sichtbar.

	Neuer Standard	Mittlerer Standard	Erhöhter Standard
	BASIS NORMHOLZ	BASIS	KOMFORT
		Durchbiegung EC5 + NAD Schwingungen < 6Hz	Durchbiegung EC5 + NAD
Technische Kennwerte			
Enddurchbiegung	$W_{net,fin} = l/200$	$W_{net,fin} = l/300$	$W_{net,fin} = l/300$
Anfangsdurchbiegung	$W_{inst} = l/200$	$W_{inst} = l/300$	$W_{inst} = l/300$
Grenzkriterium	6 Hz	6 Hz	8 Hz
Eigenfrequenz	a = 1-2 mm/kN	a = 1-2 mm/kN	a = 1-2 mm/kN
Steifigkeit			
Verbale Klassifikation			
	Schwingungen sind spürbar, werden jedoch nicht als störend wahrgenommen. Durchbiegungen sind deutlich erkennbar.	Schwingungen sind spürbar, werden jedoch nicht als störend wahrgenommen. Durchbiegungen sind erkennbar.	Schwingungen treten nicht oder nur bei gezielter Aufmerksamkeit geringfügig auf und werden nicht als störend wahrgenommen. Durchbiegungen sind erkennbar.

Abb. 31: Klassifikation der Schwingungs- und Durchbiegungsanforderungen in drei Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus

6.2 Konstruktionsalternativen

Im Folgenden werden für die drei Referenzobjekte die auf Grundlage der bestehenden Deckenkonstruktion entwickelten Konstruktionsalternativen im Themenfeld der Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens dargestellt.

6.2.1 Referenzobjekt 1

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 1 stützt sich primär auf die in Abschnitt 5.2.1 genannte Projektdokumentation und Fachliteratur (Holzforschung Austria 2025; Deppisch Architekten 2014). Das Deckensystem des Referenzobjekts 1 besteht aus einer Massivholzdecke mit CLT Brettsperrholzelementen. Der Aufbau besteht aus einem Heizestrich, einer Dämmlage und einer Schüttung, wie in Abb. 32 gezeigt. Die Spannweite beträgt ca. 5,40 m. Die Nutzlast wird auf Grundlage der veröffentlichten Dokumentationen mit $2,95 \text{ KN/m}^2$ angenommen. Als Verkehrslast wird nach Tabelle 6.1 DE, Kategorie A3, DIN EN 1991-NA ein Wert von $2,0 \text{ KN/m}^2$.

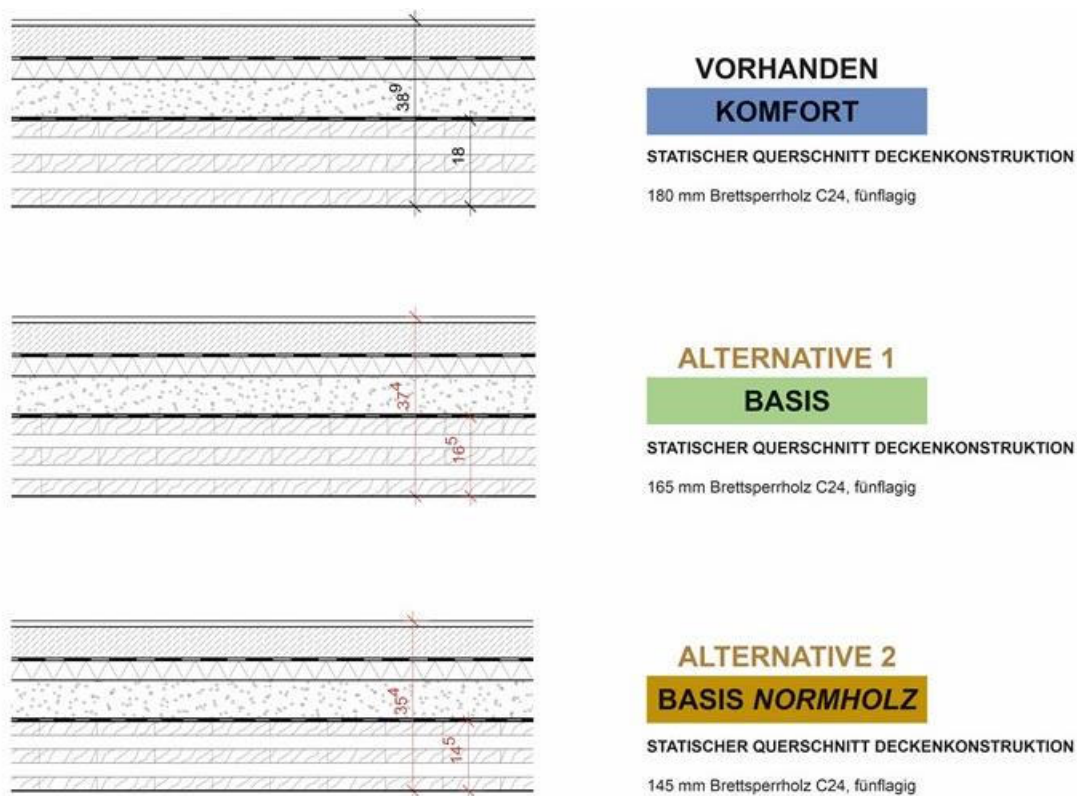


Abb. 32: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 1 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)

Zwischen den Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 1 zeigt sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus ein signifikantes Potenzial zur Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ sowie zur Reduktion der Aufbaustärke in $[\text{cm}]$. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ in der Tragkonstruktion der Deckenbalken eine Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ von 19 % realisiert werden. Weiterhin kann eine Reduktion der Aufbaustärke um ca. 9 % von 38,9 cm auf 35,4 cm realisiert werden.

6.2.2 Referenzobjekt 2

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 2 stützt sich primär auf die Dokumentation sowie die strukturierte Leistungsbeschreibung aus der Datenbank. Die Auswertung erfolgt im Hinblick auf die für das Forschungsvorhaben relevante Typologisierung und Klassifizierung schalltechnischer Leistungskennwerte. Das Deckensystem des Referenzobjekts 2 besteht aus einer Balkendecke, der Balkenabstand wird mit 62,5 cm angenommen, wie in Abb. 33 gezeigt. Der Aufbau besteht aus einem Heizestrich, Trittschalllage und einer Schüttung. Die Spannweite beträgt ca. 4,80 m. Die Nutzlast wird auf Grundlage der veröffentlichten Dokumentationen mit $2,90 \text{ KN/m}^2$ angenommen. Als Verkehrslast wird nach Tabelle 6.1 DE, Kategorie A3, DIN EN 1991-NA ein Wert von $2,0 \text{ KN/m}^2$



Abb. 33: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)

Zwischen den Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 2 zeigt sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus ein signifikantes Potenzial zur Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ sowie zur Reduktion der Aufbaustärke in $[\text{cm}]$. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ in der Tragkonstruktion der Deckenbalken eine Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ von 21 % realisiert werden bzw. 15 % bei Berücksichtigung der Schalung. Weiterhin kann eine Reduktion der Aufbaustärke um 4 % von 55,0 cm auf 53,0 cm realisiert werden.

6.2.3 Referenzobjekt 3

Die bauliche Bestandsanalyse des Referenzobjekts 3 stützt sich primär auf die projektspezifische Leistungsbeschreibung sowie ergänzende Planungsinformationen seitens der Architekten. Das Deckensystem des Referenzobjekts 3 besteht aus einer Balkendecke, der Balkenabstand beträgt hier ca. 75 cm, wie in Abb. 34 gezeigt. Der Aufbau besteht aus einem Heizestrich, einer Trittschalllage und einer Dämmung sowie einer Unterdecke. Die Spannweite beträgt ca. 4,60 m. Die Nutzlast wird auf Grundlage der veröffentlichten Dokumentationen mit $2,53 \text{ KN/m}^2$ angenommen. Als Verkehrslast wird nach Tabelle 6.1 DE, Kategorie A3, DIN EN 1991-NA ein Wert von $2,0 \text{ KN/m}^2$

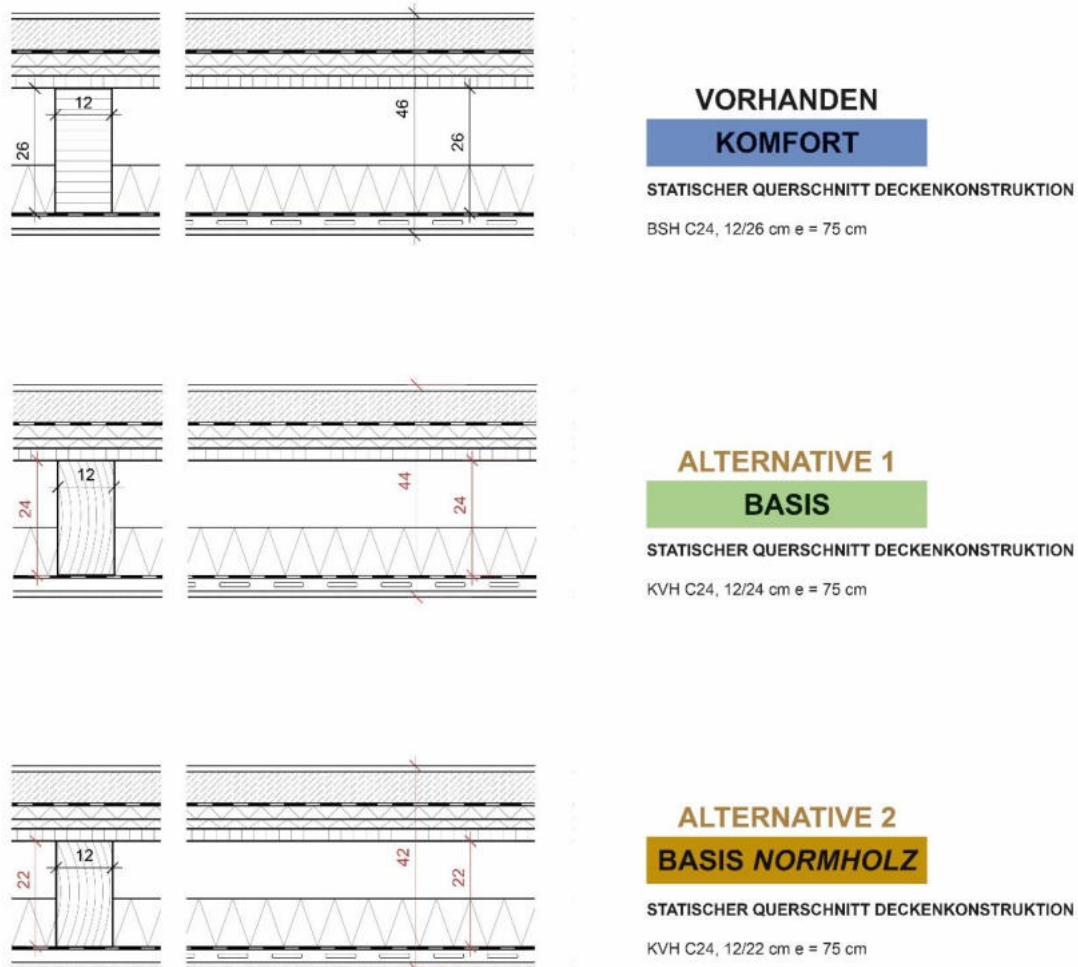


Abb. 34: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 3 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)

Zwischen den Konstruktionsalternativen des Referenzobjekts 3 zeigt sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus ein signifikantes Potenzial zur Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ sowie zur Reduktion der Aufbaustärke in $[\text{cm}]$. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ in der Tragkonstruktion der Deckenbalken eine Holzeinsparung in $[\text{m}^3]$ von 15 % realisiert werden. Weiterhin kann eine Reduktion der Aufbaustärke um 9 % von 46,0 cm auf 42,0 cm realisiert werden.

6.3 Finanzielle Bewertung

Auf Grundlage der objektspezifischen Konstruktionsalternativen und unter Anwendung des in Kapitel 4 beschriebenen Vorgehens wird die Prognose der finanziellen Auswirkungen jeder Konstruktionsalternative ermittelt und in Relation zueinander gesetzt. Bezugspunkt zur Bestimmung von Mehr- oder Minderkosten stellen dabei die Kosten der Konstruktionsalternativen des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ dar. Die folgenden Abschnitte erläutern die Prognose der finanziellen Auswirkungen bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche, die absoluten Bauwerkskosten und Honorare sowie die die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche, jeweils in [%].

6.3.1 Auswirkung auf die Kosten der Ausführungsart

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der statischen Querschnitte der Deckenkonstruktionen bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche sind in Abb. 35 dargestellt.



Abb. 35: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statische Querschnitte der Wohnungstrenndecken (absolute Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche in [%])

Bei Ausführung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ werden im Median um 2,92 % höhere absolute Kosten je [m²] Deckenfläche als beim Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS“ ermittelt. Demgegenüber liegen die absoluten Kosten je [m²] Deckenfläche des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS NORMHOLZ“ um 1,89 % unter jenen des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“. Durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ kann eine Kostensenkung von 4,81 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche realisiert werden.

6.3.2 Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der statischen Querschnitte der Deckenkonstruktionen bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare sind in Abb. 36 dargestellt.



Abb. 36: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken (absolute Bauwerkskosten und Honorare in [%])

Bei Ausführung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ werden im Median um +0,54 % höhere Bauwerkskosten und Honorare als beim Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS“ ermittelt. Durch Ausführung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS NORMHOLZ“ kann in den untersuchten Referenzobjekten eine Kostensenkung von -0,57 % im Median realisiert werden.

6.3.3 Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare pro m² WFL

Die Prognose der finanziellen Auswirkungen bei Umsetzung der Konstruktionsalternativen der statischen Querschnitte der Deckenkonstruktionen bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche sind in Abb. 37 dargestellt, Bezugsgröße sind.

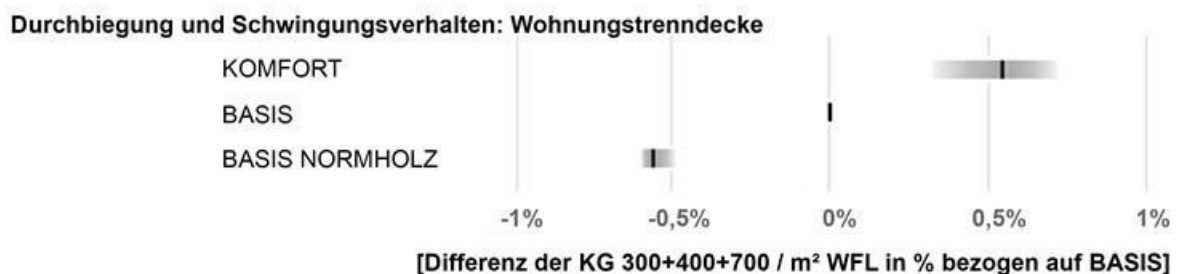


Abb. 37: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken (Bauwerkskosten und Honorare / m² WFL in [%])

Im Vergleich zu den finanziellen Auswirkungen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare zeigen sich ähnliche Aussagen hinsichtlich der niveauspezifischen Mehr- und Minderkosten. Mit Blick auf die Zielsetzung der Kostensenkung im Geschosswohnungsbau mit Holz illustriert dies, wie ein höheres Schwingungs- und Durchbiegungsniveau unmittelbar zu höheren Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche. So kann bei einer Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Kostensenkung im Bereich der Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche von 1,11 % im Median realisiert werden.

6.4 Zwischenfazit

Für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Holzdecken, insbesondere hinsichtlich ihres Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens, stellt die DIN EN 1995-1-1 etablierte Berechnungsverfahren zur Verfügung. In der praktischen Anwendung zeigt sich jedoch, dass die berechneten Werte für das Schwingungsverhalten in der Regel konservativ ausfallen und somit eine ausreichende Sicherheit gewährleisten.

Die Wahrnehmung von Durchbiegungen und Schwingungen unterliegt jedoch individuellen Empfindungen und ist stark subjektiv geprägt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass erst im Jahr 1993 die Schwingungsnachweise in die DIN 1052 aufgenommen wurden. Seither gilt neben einer Begrenzung der Durchbiegung insbesondere das sogenannte 8-Hz-Kriterium als maßgeblich für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (EC5, NA).

Die Festlegung starrer Grenzwerte im Nationalen Anhang (NA) kann jedoch kritisch gesehen werden, da eine Optimierung und Flexibilisierung derzeit lediglich über individuell vereinbarte Vertragsregelungen möglich sind. Aus wissenschaftlicher Sicht erscheint es daher zielführend, bereits in der Norm ein differenziertes Bewertungsspektrum vorzusehen, das durch eine verbale Beschreibung ergänzt wird, um die planerische Abstimmung zwischen Bauherrschaft und Fachplanenden zu erleichtern.

Die Konstruktionsalternativen zielen auf die Optimierung der statischen Querschnitte der Wohnungstrenndecken unter Wahrung eines vertretbaren Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens. Dabei können – je nach Schwingungs- und Durchbiegungsniveau – bei den Deckenkonstruktionen Holzeinsparungen in [m³] zwischen 15 % und 21 % sowie eine Reduktion der Aufbaustärke in [cm] zwischen 4 % und 9 % erzielt werden.

Die finanzielle Bewertung der statischen Querschnittsvarianten erfolgt auf Basis der objektspezifischen Konstruktionsalternativen. Dabei dienen die Kosten des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ als Bezugspunkt der Bewertung.

Bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart der Deckenkonstruktionen je [m²] Deckenfläche in [%] der ergeben sich teils Differenzen von +2,92 % im Median für das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“ bzw. -1,89 % für das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“. Durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ kann eine Kostensenkung von 4,81 % im Median bezogen auf die absoluten Kosten der Ausführungsart je [m²] Deckenfläche realisiert werden.

Bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare zeigt sich ebenfalls, dass höhere Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus zu steigenden Bauwerkskosten und Honoraren führen. Im Vergleich zum Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS“ liegen die absoluten Bauwerkskosten und Honorare des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ im Median um 0,54 % höher. Eine Absenkung auf „BASIS NORMHOLZ“ ermöglicht hingegen eine mediane Kostensenkung von 0,57 % im Vergleich zum Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“. Bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] Wohnfläche bestätigen sich diese Relationen, so senkt eine Reduktion von „KOMFORT“ auf „BASIS NORMHOLZ“ die Kosten um 1,11 % im Median.

7 Barrierefreiheit

Ausgehend von den in Etappe 1 identifizierten Themenfeldern befasst sich das nachfolgende Kapitel mit ausgewählten Konstruktionsalternativen im Themenfeld der Barrierefreiheit und deren finanzieller Bewertung. Das nachfolgende Kapitel stellt die Relevanz des Themenfelds sowie dessen normativen Rahmen vor und erläutert davon ausgehend die bei dessen Untersuchung gewählten Grundlagen sowie das angewandte Vorgehen.

7.1 Relevanz und normativer Rahmen

§35 LBO BW regelt zur Barrierefreiheit in Wohnungen, dass „in Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen [...] die Wohnungen eines Geschosses barrierefrei erreichbar sein müssen; diese Verpflichtung kann auch durch barrierefrei erreichbare Wohnungen in mehreren Geschossen erfüllt werden, wenn die gesamte Grundfläche dieser Wohnungen die Grundfläche der Nutzungseinheiten des Erdgeschosses nicht unterschreitet“ (Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010). Teil A4.1 der VwV TB konkretisiert die dabei einzuhaltenden technischen Regeln (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom 05.02.2025). Ausnahmen aufgrund schwieriger Geländeverhältnisse, wegen des Einbaus eines sonst nicht erforderlichen Aufzugs oder wegen ungünstiger vorhandener Bebauung sind möglich.

Das Bauordnungsrecht, sei es in Form der LBO oder der auf dieser Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen (§ 73 LBO), betrifft in erster Linie die konkreten baulich-technischen Anforderungen an Bauvorhaben. Dabei dient es insbesondere dazu, sicherzustellen, dass bauliche Anlagen sicher und gesundheitlich unbedenklich sind, wozu auch Vorgaben für die Verwendung von Bauprodukten beitragen sollen. Darüber hinaus trifft die LBO Regelungen zum Baugenehmigungsverfahren. Diesem Zweck entsprechend enthalten bauordnungsrechtliche Vorschriften zwingendes Recht; sie stehen insbesondere nicht zur Disposition der Vertragsparteien und können von diesen nicht durch rechtsgeschäftliche Abreden abbedungen oder geändert werden. Die Nichteinhaltung bauordnungsrechtlicher Vorschriften, jedenfalls soweit sie genehmigungsrelevant sind, stellt einen Planungs- und/oder Baumangel dar, auch wenn sich hieraus keine Funktionsbeeinträchtigungen für das jeweilige Bauwerk ergeben.

Vor dem beschriebenen Hintergrund sind die Untersuchung und / oder Entwicklung verschiedener Niveaus im Kontext der Barrierefreiheit nicht Untersuchungsgegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens. Unter Würdigung der in den Interviews wiederholt genannten kostentreibenden Auswirkungen der Barrierefreiheit wird jedoch auf einschlägige Forschungsergebnisse verwiesen. Zu nennen sind hierbei die Ergebnisse von Stoy und Hagmann (2018b) zu den wirtschaftlichen Aspekten des barrierefreien Bauens bei öffentlichen Neubauten und Umbauten. Das Forschungsvorhaben zielt ab auf drei Kernaspekte: die Übertragung prozentualer Neubaukostenkennwerte auf Bestandsmaßnahmen der Barrierefreiheit, die Entwicklung differenzierter Maßnahmenkennwerte basierend auf Recherchen und Befragungen sowie ein Grobkonzept zur Kostenbewertung auf Portfolioebene. Die Herleitung detaillierter Kennwerte basiert dabei auf Recherchen und wurde durch Befragungen validiert. Obgleich das beschriebene Forschungsvorhaben im Kontext der öffentlichen Neubauten und Umbauten durchgeführt wurde, kann deren Übertragbarkeit auf den Geschosswohnungsbau grundsätzlich unterstellt werden. Die folgenden Abschnitte erläutern die im beschriebenen Forschungsvorhaben angewendete Methodik, deren Aufbereitung im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens sowie die untersuchten Handlungsfelder der Barrierefreiheit.

7.2 Konstruktionsalternativen und finanzielle Bewertung

Die von Stoy und Hagmann (2018b) angewendete Methodik umfasst zwei Arbeitspakete, die sich wiederum in drei Unterarbeitspakete gliedern. Im Rahmen des Arbeitspakets 1a erfolgt eine Übertragung zuvor erarbeiteter prozentualer Kostenkennwerte für zehn Handlungsfelder der Barrierefreiheit. Diese Kennwerte wurden ursprünglich für Neubaumaßnahmen konzipiert und gelten als geeignet für die Anwendung in frühen Planungsphasen. Die Übertragbarkeit auf Bestandsmaßnahmen wird durch den Forschungsnehmer geprüft, insbesondere im Hinblick auf die veränderte Bezugsgröße der Prozentwerte. Im Rahmen des Arbeitspakets 1b werden die zuvor erarbeiteten Neubau-Kostenkennwerte auf Ebene einzelner Maßnahmen einer Prüfung und Erweiterung unterzogen. Zusätzlich werden neue Maßnahmenkennwerte durch systematische Preisanfragen bei Unternehmen sowie durch den synthetischen Aufbau eines Kostenmodells generiert. Hierbei erfolgt eine detaillierte Bewertung der Einzelmaßnahmen auf Leistungsebene. Die Plausibilisierung und Vervollständigung dieser Daten erfolgen durch begleitende Befragungen. Das Ergebnis dieses Arbeitspakets ist ein Entwurf eines mehrstufigen Kostenkennwertkatalogs mit übergeordneten Prozentkennwerten (für Neubau und Bestand) sowie spezifischen Maßnahmenkennwerten (für den Neubau). Abschließend wird im Rahmen des Arbeitspakets 2 eine standardisierte Befragung zur Validierung und Erweiterung der bisherigen Ergebnisse durchgeführt. Auf Grundlage der Befragungsauswertung entsteht ein überarbeiteter und validierter Kostenkennwertkatalog.

Das vorliegende Forschungsvorhaben bereitet die Ergebnisse von Stoy und Hagmann (2018b) mittels Indexierung und Anwendung eines Regionalkostenfaktors auf. Analog zum bisherigen Vorgehen werden die Daten auf einen typischen Regionalfaktor des Landes Baden-Württemberg (gewählt wird der Landkreis Reutlingen) und das 1. Quartal 2025 indexiert. Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben (einschließlich Mehrwertsteuer). Auf Grundlage der Ergebnisse von Stoy und Hagmann (2018b) werden insgesamt neun Handlungsfelder betrachtet. Im Folgenden werden die betrachteten Handlungsfelder zusammenfassend beschrieben. Die im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens aufbereiteten Kostenkennwerte sind im Anhang „A 4: Kostenkennwertkatalog für Maßnahmen des barrierefreien Bauens“ zu finden.

7.2.1 Handlungsfeld: Gehwege und Erschließungsflächen

Nachfolgend sind einige Kostenkennwerte genannt, die für die Kostenermittlung von taktilen Leitsystemen auf Gehwegen im Außenbereich herangezogen werden können. Alle Kennwerte beziehen sich auf die Belagsfläche, die mit Leitsystemen versehen ist. Der Anteil der Belagsfläche mit Leitsystemen an den Belagsflächen der Wege ist stark abhängig von der projektspezifischen Weglänge und der Breite des jeweiligen Belages mit Leitsystem (im Allgemeinen 15 bis 30 cm Breite). Zusätzlich ist zu beachten, dass nicht nur die Ausführungsart (System, Streifen oder Edelstahl-Indikatoren) auf den Kostenkennwert Einfluss nimmt, sondern auch die spezifischen Faktoren des Projekts, wie Art des Unterbaus und dgl.

7.2.2 Handlungsfeld: Flure und Verkehrsflächen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für Flure, diese werden vor allem bestimmt von der Notwendigkeit, die Flure gegebenenfalls zu verbreitern. Dabei entstehen zusätzliche Verkehrs- zu Lasten der Nutzungsflächen im Umfang von teilweise mehr als 20%. Die notwendigen baulichen Maßnahmen sind dabei projektspezifisch sehr unterschiedlich, da teilweise nur wenige Maßnahmen (bspw. nur Verbreiterung im Bereich von Begegnungsflächen zweier Rollstuhlfahrer) oder teilweise Flurverbreiterungen über die gesamte Flurlänge einschl. Eingriffen in die Konstruktion umgesetzt werden müssen. Bei der Ermittlung der Kosten für derartige Maßnahmen ist darauf zu achten, dass

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

alle betroffenen Bauteile berücksichtigt werden. Es kann sich dabei nicht allein um die Wandkonstruktionen, -bekleidungen sowie Deckenbeläge handeln, sondern bspw. auch um die entsprechenden Deckenbekleidungen und technischen Anlagen, die gegebenenfalls auch anzupassen sind.

7.2.3 Handlungsfeld: Rampen außen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten von Rampen in Außenanlagen. Die Kennwerte sind im Allgemeinen unabhängig vom Gebäude, sondern vor allem abhängig von der Art der Rampe zu sehen (Länge, Breite, Materialien und dgl.).

7.2.4 Handlungsfeld: Treppen und Stufen innen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für Treppen, diese werden vor allem bestimmt von der Notwendigkeit, die Treppen gegebenenfalls zu verbreitern bzw. neue Treppenanlagen zu ergänzen. Dabei entstehen im Allgemeinen zusätzliche Verkehrs- zu Lasten der Nutzungsflächen im Umfang von teilweise mehr als 2,5%. Die notwendigen baulichen Maßnahmen sind dabei projektspezifisch sehr unterschiedlich, da teilweise nur wenige Maßnahmen (bspw. nur Verbreiterung im Bereich von Podesten) oder teilweise Treppenverbreiterungen über die gesamte Lauflänge einschl. massiven Eingriffen in die Konstruktion umgesetzt werden müssen. Bei der Ermittlung der Kosten für derartige Maßnahmen ist darauf zu achten, dass alle betroffenen Bauteile berücksichtigt werden. Es kann sich dabei nicht allein um die Decken und Wände handeln, sondern bspw. auch um die entsprechenden Gründungen und technischen Anlagen, die gegebenenfalls auch anzupassen sind.

7.2.5 Handlungsfeld: Aufzugsanlagen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für Aufzugsanlagen im Bestand. Diese sind teilweise erheblich, wenn die Notwendigkeit besteht, eine neue Aufzugsanlage zu ergänzen (Mindestanforderung der Aufzugsgröße von 110 x 140 cm beachten). Dabei entstehen im Allgemeinen zusätzliche Verkehrsflächen, die sogar zu Lasten der Nutzungsflächen gehen, sollte keine Erweiterung möglich sein. Die notwendigen baulichen Maßnahmen sind grundsätzlich projektspezifisch sehr unterschiedlich, da teilweise nur wenige Maßnahmen (bspw. Ergänzung eines klappbaren Sitzes oder einer Notrufmöglichkeit) oder teilweise neue Aufzugsanlagen einschl. massiven Eingriffen in die Konstruktion umgesetzt werden müssen. Bei der Ermittlung der Kosten für derartige Maßnahmen ist darauf zu achten, dass alle betroffenen Bauteile berücksichtigt werden. Es kann sich dabei nicht allein um die Aufzugsanlage sowie die ggf. betroffenen Decken und Wände handeln, sondern bspw. auch um die entsprechenden Gründungen und weiteren technischen Anlagen, die gegebenenfalls auch anzupassen sind.

7.2.6 Handlungsfeld: Türen innen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für Maßnahmen, die bei den Innentüren relevant sind. Dabei ist zu beachten, dass bei Bestandsmaßnahmen zuerst die alte Tür ausgebaut und anschließend nach Vergrößerung der Wandöffnung eine neue Tür eingebaut werden kann. Daneben sind bei Türen, die erhalten bleiben können, weitere Maßnahmen möglich, die ebenfalls mit ausgewählten Kostenkennwerten benannt sind.

7.2.7 Handlungsfeld: Fenster und Glasflächen, innen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für Innenfenster, -türen und sonstige Glasflächen mit Markierungen. Bei raumhohen Glasflächen sind zwei Markierungen erforderlich. Mit einem Flächenmehraufwand ist im Bestand im Allgemeinen nicht zu rechnen. Darüber hinaus ist auch kein Austauschen der Bauteile notwendig, denn die Markierungen können nachträglich aufgebracht werden.

7.2.8 Handlungsfeld: Foyer / Eingang

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten für die Anbringung von Leitsystemen im Foyer und in Eingangsbereichen. Mit einem Flächenmehraufwand ist nicht zu rechnen. Die Kosten bestimmen sich im Wesentlichen durch die Länge eines erforderlichen Leitsystems. Diese Länge ergibt sich aus den Vorgaben im Leitfaden Barrierefreies Bauen und wird als Lauflinie vom Eingang bis zum Empfangstresen und von da aus zur vertikalen Erschließung gemessen. Ergänzend zu den nachfolgend aufgeführten Informations-Medien kann externen Besuchern / Nutzern ein WLAN-Info-System mit Gastaccount zur Verfügung gestellt werden.

7.2.9 Handlungsfeld: Sanitäranlagen

Das Handlungsfeld beschreibt die Mehrkosten von Sanitäranlagen im Kontext der Barrierefreiheit. Diese lassen sich an Einzelmaßnahmen festmachen, zusätzlich sind aber auch Flächenmehrungen möglich. So haben bspw. die Flächen der Sanitäranlagen gemäß Leitfaden für Barrierefreies Bauen je Stück eine Größe von 2.20 m x 2.20 m; auch kann eine Dusche für Personal notwendig werden. Die daraus resultierenden Mehrkosten lassen sich mit entsprechenden Kennwerten ermitteln, wobei auch Abbruch- und weitere Vorbereitungsarbeiten zu berücksichtigen sind. Die notwendigen baulichen Maßnahmen sind insbesondere im Bestand grundsätzlich projektspezifisch unterschiedlich, da teilweise nur wenige Maßnahmen (bspw. Einbau eines barrierefreien WCs) oder teilweise neue Sanitäranlagen einschl. Eingriffen in die Konstruktion für entsprechende Schächte und dgl. umgesetzt werden müssen. Bei der Ermittlung der Kosten für derartige Maßnahmen ist darauf zu achten, dass alle betroffenen Bauteile berücksichtigt werden. Es kann sich dabei nicht allein um die Sanitäranlagen (KG 410) handeln, sondern bspw. auch um die betroffenen Decken und Wände sowie weiteren technischen Anlagen, die gegebenenfalls anzupassen sind. Nachfolgend sind einige Kostenkennwerte für Verwaltungsgebäude durchschnittlichen Standards genannt, die für derartige Kostenermittlungen herangezogen werden können, wenn keinerlei projektspezifische Kennwerte vorliegen.

7.3 Zwischenfazit

§ 35 der Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO) schreibt für Wohngebäude mit mehr als zwei Einheiten die barrierefreie Erreichbarkeit mindestens eines Geschosses vor, wobei bestimmte Ausnahmen zulässig sind. Die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen konkretisiert die technischen Anforderungen. Das Bauordnungsrecht regelt verbindlich die baulich-technischen Anforderungen an Bauvorhaben sowie das Baugenehmigungsverfahren. Es dient der Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit und ist zwingendes öffentliches Recht. Verstöße gegen genehmigungsrelevante Vorschriften gelten als Planungs- oder Ausführungsmangel, auch wenn die Nutzung des Bauwerks dadurch nicht unmittelbar beeinträchtigt wird. Vertragsparteien können davon nicht abweichen.

Vor dem beschriebenen Hintergrund sind die Untersuchung und / oder Entwicklung verschiedener Niveaus im Kontext der Barrierefreiheit nicht Untersuchungsgegenstand des vorliegenden For-

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

schungsvorhabens. Unter Würdigung der in den Experteninterviews wiederholt genannten kosten-treibenden Auswirkungen der Barrierefreiheit kann jedoch auf die Ergebnisse von Stoy und Hagmann (2018b) verwiesen werden. Deren Ergebnisse werden für den Geschosswohnungsbau als grundsätzlich übertragbar eingestuft. Im vorliegenden Forschungsvorhaben erfolgt eine Aufbereitung dieser Daten durch Indexierung und Anwendung eines Regionalkostenfaktors für Baden-Württemberg (Landkreis Reutlingen, Stand 1. Quartal 2025). Dabei werden neun relevante Handlungsfelder betrachtet; das Feld „Büroarbeitsplätze“ wird aufgrund fehlender Relevanz exkludiert. Die aufbereiteten Maßnahmenkennwerte sind im Anhang „A 4: Kostenkennwertkatalog für Maßnahmen des barrierefreien Bauens“ zu finden.

8 Prozessalternativen

Die Entwicklung von kostensparenden Konstruktionsalternativen im Geschosswohnungsbau mit Holz begegnet nicht nur technischen Herausforderungen. Sie steht zudem in einem rechtlichen Kontext, mit dem die Frage aufgeworfen wird, ob und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen solche Konstruktionsalternativen in zulässiger Weise umgesetzt werden können, ohne die Beteiligten mit zusätzlichen vertragsrechtlichen Haftungsrisiken zu belasten. Solche Haftungsrisiken können nach derzeitiger Rechtslage unabhängig von der funktionsgerechten Ausführung der jeweiligen Vertragsleistung bereits dadurch entstehen, dass bei der Realisierung der Konstruktionsalternativen von technischen Regelwerken abgewichen wird. Etwas vereinfachend ausgedrückt: Der Planer und/oder Unternehmer läuft Gefahr, einen Mangel zu produzieren, obwohl seine Leistungen die Funktionalitätsanforderungen seines Vertragspartners voll erfüllen, wenn er dabei gegen bauordnungsrechtliche Vorschriften oder ganz allgemein gegen anerkannte Regeln der Technik (aRdT) verstößt.

Die sich hieraus für den Wohnungsbau ergebenden Konsequenzen sind weitreichend und inakzeptabel. Sie bedingen, dass in der Praxis aus Rechtsgründen auf kostensparende Konstruktionsalternativen entweder verzichtet wird oder dass die sich aus der Realisierung solcher alternativen Bauweisen ergebenden Haftungsrisiken eingepreist werden. Das Ergebnis ist dasselbe: Der Wohnungsbau ist unnötig teuer.

Vor diesem Hintergrund soll im Folgenden untersucht werden, auf welche Weise kostensparende Konstruktionsalternativen, insbesondere die soeben exemplarisch identifizierten zum Schallschutz, zur Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten sowie zur Barrierefreiheit, rechtssicher umgesetzt werden können. Daraus wiederum ergeben sich sowohl abstrakt generelle als auch konkrete Anforderungen an die Gestaltung von Bauverträgen zu Bauvorhaben im Geschosswohnungsbau mit Holz.

8.1 Rechtliche Grundlagen

8.1.1 Vorweg: Die falsche Anwendung des Rechts

Bauen findet hierzulande in Strukturen statt, die Innovation und effizientes Bauen nicht befördern, sondern massiv behindern. Diese Strukturen sind geprägt von Vertragsregeln, die Planung und Ausführung voneinander trennen und den ökonomischen Erfolg der Beteiligten systemisch an die hochkonfrontative Durchsetzung von Partikularinteressen in einer von Intransparenz gekennzeichneten Wettbewerbssituation knüpfen. Hinzu tritt ein durch öffentlich-rechtliche Vorschriften hoffnungslos überregulierter Markt, in dem Effizienz und Innovation im Keim erstickt und weitgehend unmöglich gemacht werden.

Beide Problembereiche müssen substanziell verändert und letztlich aufgelöst werden, um effizientes Bauen wirkungsvoll zu ermöglichen. Dazu bedarf es bei näherer Betrachtung einer grundsätzlichen Neuordnung der für die Realisierung von Bauvorhaben aller Art geltenden allgemeinen „Spielregeln“. Dieser Ansatz steht hier, wo es um Vorgehensweisen und alternativen im Umgang mit Normen in einem bestimmten Kontext geht, nicht im Fokus. Er muss allerdings mitgedacht werden, um eine belastbare Basis für konkrete Aussagen zu Prozessalternativen entwickeln und vorschlagen zu können. Deshalb dazu einleitend einige grundsätzliche Wahrnehmungen und Anmerkungen.

Die Entscheidung für die Durchführung einer Baumaßnahme, ganz gleich welcher Art, wird entscheidend beeinflusst durch die ökonomischen Erwartungen der Beteiligten. Der Besteller will für möglichst wenig Geld das bestmögliche Bauergebnis realisieren; der Unternehmer möchte mit möglichst geringem Aufwand möglichst viel Geld verdienen. Das ist legitim. Dann aber liegt es auf der Hand

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

und es bedarf keiner näheren Erläuterung, dass erfolgreiches Bauen nur gelingen kann, wenn die Verwirklichung solcher disparaten Interessen an die Erreichung eines gemeinsamen Ziels geknüpft wird.

Dieses gemeinsame Ziel gibt es. Es besteht darin, das jeweilige Projekt in Bezug auf die Faktoren Qualität, Kosten und Zeit möglichst störungsarm zu realisieren. Dann nämlich gibt der Besteller nicht mehr Geld aus, als er muss, und der Unternehmer verdient sein Geld mit der Erbringung der versprochenen Bauleistungen und nicht mit der streitanfälligen Verschwendung von Ressourcen für die Abarbeitung von Störfällen.

Es geht also ganz allgemein darum, Vertragsstrukturen zu etablieren, die diesem gemeinsamen Ziel „best for project“ Geltung verschaffen. Die gängige Vertragspraxis bewirkt das Gegenteil. Sie ist einerseits geprägt von dem Bestreben des Bestellers, im Wettbewerb um die Vergabe der Bauleistungen möglichst niedrige Preise zu erzielen und zugleich Risiken so weit wie möglich auf den Unternehmer zu verlagern. Unter diesen Rahmenbedingungen kann wiederum der Unternehmer nur bestehen, wenn er den für ihn oft unauskömmlichen Vertragspreis durch ein ausgefeiltes Claim-Management aufbessert. So entsteht ein über die Kalkulation des Unternehmers organisierter verdeckter Wettbewerb, der die Beteiligten nicht zu der effizienten Realisierung eines gemeinsamen Ziels motiviert, sondern, im Gegenteil, Konfrontation zum Projektprinzip für die Realisierung ihrer gegenläufigen ökonomischen Interessen erhebt.

Um diesen ökonomischen Wahnsinn zu beenden, müssen wir grundsätzlich umdenken. Die Gestaltung von Bauprojekten aller Art darf nicht länger bestimmt werden von dem auf Konfrontation ausgerichteten Ansatz, den Handlungsspielraum der Projektbeteiligten durch ein immer stärker ausdifferenziertes, auf Sanktionen für Nichtlösungen ausgerichtetes Rechtskorsett einzuengen; stattdessen muss ein Rechtsrahmen geschaffen werden, der es den Projektpartnern gestattet (und abverlangt!), gemeinsam Lösungen für Problemlagen zu suchen und umzusetzen.

Die sich hieraus ergebenden Anforderungen an die proaktive Gestaltung eines effizienten und störungsarmen Projektablaufs zwingen dazu, die Rahmenbedingungen für Bauprojekte neu auszurichten und die hieraus resultierenden Verträge entsprechend zu konzipieren. Das wiederum kann nur gelingen auf der Grundlage einer ganzheitlichen Betrachtung der Baumaßnahme unter Berücksichtigung der jeweiligen technischen, gestalterischen und ökonomischen Rahmenbedingungen. Es obliegt den Projektpartnern, diese Rahmenbedingungen nach ihren individuellen Bedürfnissen so zu definieren und festzulegen, dass die angestrebten Projektziele erreicht werden, ohne den ökonomischen Erfolg der Baumaßnahme zu gefährden. Dementsprechend muss es ihnen auf rechtlich abgesicherter Grundlage gestattet sein, die hierfür erforderlichen Maßnahmen in einem iterativen Prozess zu klären und gemeinsam Prioritäten festzulegen, die das erwünschte Bauergebnis im Fokus haben, ohne ökonomische Interessen preis zu geben. Nur so wird im Übrigen Innovation möglich, die nicht nur die Voraussetzung für nachhaltiges Bauen ist, sondern ihrerseits wiederum durch die sich aus der Realisierung von nachhaltigen Bauvorhaben ergebenden Anforderungen angeregt und befeuert wird.

Aus alledem folgt, dass effizientes und bezahlbares Bauen nur durch eine substanzielle Neuausrichtung der maßgeblichen rechtlichen Rahmenbedingungen möglich werden wird. Diese Erkenntnis wiederum stößt gerade im eher kleinteiligen Wohnungsbau auf konkrete rechtliche Hürden, die dem Zusammenspiel zwischen werkvertraglichen (Haftungs-) Regeln und Technischen Regelwerken entspringen.

8.1.2 Das Kernproblem: Die Überregulierung des Bauens

Die effiziente Umsetzung von Bauvorhaben im Allgemeinen und Wohnungsbauvorhaben im Besonderen scheitert allerdings nicht nur an grundlegend falsch austarierten Projekt- und Vertragsstrukturen. Sie wird auch behindert durch konkrete Vorgaben des Gesetz- und Verordnungsgebers. Eine selbst vom Fachmann nicht mehr zu überblickende und zu bewältigende Flut von DIN-Normen und sonstigen technischen Regelwerken einerseits sowie bauordnungsrechtlichen Vorschriften andererseits, schränkt den Handlungsspielraum der Baubeteiligten in einem Maße ein, das es fast unmöglich macht, Bauprojekte nachhaltig und dennoch bezahlbar zu verwirklichen. Die erzwungene Einhaltung von nicht selten unsinnig strengen Vorgaben für den Schallschutz, den Brandschutz, die Statik oder Barrierefreiheit von Gebäuden, um nur einige zu nennen, führt dazu, dass die im konkreten Einzelfall für die Bedarfe und (finanziellen) Möglichkeiten des Bestellers sinnvollen Nachhaltigkeits- und Effizienzziele nicht umgesetzt werden können, weil ihre Realisierung dann unmöglich oder viel zu teuer würde. Dieses Kernproblem adressiert das vorliegende Forschungsvorhaben, indem es kostensparende Konstruktionsalternativen im Geschosswohnungsbau mit Holz identifiziert. Daraus wiederum ergeben sich Anforderungen an die Prozesse, mit denen solche Alternativen rechtssicher umgesetzt werden können.

8.1.3 Das materielle Recht / Anerkannte Regeln der Technik / Qualitäts- und Komfortstandards

Anerkannte Regeln der Technik

§ 633 Abs. 2 BGB enthält als ungeschriebenes Tatbestandsmerkmal die Vorgabe, dass der Unternehmer für die vertragsgerechte (mangelfreie) Herstellung des versprochenen Werkes die aRdT einhalten muss (BGH, Urt. v. 20.03.1975 – VII ZR 221/73; Urt. v. 14.11.2017 – VII ZR 65/14). Anerkannt in diesem Sinne sind solche technischen Regeln allerdings nur, wenn sie von der technischen Wissenschaft als theoretisch richtig akzeptiert sind und von der Praxis in der Weise erfolgreich erprobt wurden, dass sie sich aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung als technisch geeignet, angemessen und notwendig erwiesen haben (statt vieler: Kniffka/Koeble/Jurgeleit/Sacher/Jurgeleit, 5. Aufl. 2020, 5. Teil Rn. 47 mwN). Es genügt also nicht, dass eine technische Regel objektiv funktioniert; sie muss sich auch in der Praxis bewährt haben, damit sie als anerkannt gelten kann. Nach einer in Rechtsprechung und Literatur weit verbreiteten Auffassung soll zudem die widerlegbare Vermutung gelten, dass DIN-Normen (und möglicherweise auch andere technische Regelwerke; bspw. DIN EN- und DIN EN ISO-Normen, VDE-Normen, VDI-Richtlinien etc.) aRdT enthalten, die dann folgerichtig nach hierfür maßgeblichen Rechtsgrundsätzen beachtet werden müssten (vgl. BGH, Urt. v. 24.05.2013 – V ZR 182/12 – zum Kaufrecht; OLG Hamm, Urt. v. 13.04.1994 – 12 U 171/93 mwN; kritisch hierzu unter Hervorhebung der Widerlegbarkeit: BGH, Urt. v. 14.06.2007 – VII ZR 45/06; Urt. v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07 – beide zu DIN 4109 (Schallschutz)). Maßstab für die vertragsgemäße Einhaltung der aRdT sind diejenigen, die im Zeitpunkt der Abnahme der Bauleistung gelten (BGH, Urt. v. 14.05.1998 – VII ZR 184/97; Urt. v. 14.11.2017 – VII ZR 65/14).

Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs handelt es sich bei aRdT um einen bautechnischen Mindeststandard, der als vertraglich zugesichert gilt, wenn die Vertragsparteien nicht anderes vereinbart haben (BGH, Urt. v. 14.05.1998 – VII ZR 184/97; Urt. v. 28.10.1999 – VII ZR 115/97). Die Einhaltung der aRdT ist also grundsätzlich disponibel. Sie stellen gleichwohl eine hohe Hürde auf dem Weg zum kostengünstigen Bauen dar, weil die Parteien in der Praxis nicht ohne weiteres rechtssicher vereinbaren können, abweichend von den aRdT bauen zu wollen. Denn die Rechtsprechung hat hohe Hürden für eine wirksame rechtsgeschäftliche Abstandnahme der Vertragsparteien

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

von der Einhaltung der aRdT als vertraglich geschuldeter Mindeststandard aufgestellt. Hierzu der BGH (Urt. v. 14.11.2017 – VII ZR 65/14, Rn. 29):

„Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs können die Parteien allerdings bei Vertragsschluss auch eine Vereinbarung treffen, nach der die Bauausführung hinter den aktuellen oder den künftigen allgemein anerkannten Regeln der Technik, soweit deren Einführung bereits absehbar ist, zurückbleibt. Dies erfordert, dass der Auftragnehmer den Auftraggeber auf die Bedeutung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und die mit der Nichteinhaltung verbundenen Konsequenzen und Risiken hinweist, es sei denn, diese sind dem Auftraggeber bekannt oder ergeben sich ohne Weiteres aus den Umständen. Ohne eine entsprechende Kenntnis kommt eine rechtsgeschäftliche Zustimmung des Auftraggebers zu einer hinter den allgemein anerkannten Regeln der Technik zurückbleibenden Ausführung regelmäßig nicht in Betracht (vgl. Bundesgerichtshof, Urteil v. 07.03.2013 – VII ZR 134/12, BauR 2013, 952 Rn. 15 = NZBau 2013, 295; Bundesgerichtshof, Urteil v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07, BGHZ 181, 225 Rn. 14; jeweils m.w.N.; vgl. auch Kniffka in Kniffka und Koeble (2014), 6. Teil Rn. 37). Die Parteien können eine solche Vereinbarung auch nach Vertragsschluss treffen.“

Daraus wird man ableiten müssen, dass eine generalisierende Vereinbarung der Vertragsparteien, etwa in der Präambel eines Vertrages, unspezifiziert auf die Einhaltung der aRdT verzichten zu wollen, kaum rechtssicher getroffen werden kann. Jedenfalls besteht die begründete Sorge, dass die Gerichte eine solche einvernehmliche Absichtserklärung nicht akzeptieren werden, wenn es im Haftungsfall um die Nichteinhaltung konkreter Anforderungen der aRdT an die bautechnische Ausführung einzelner Bauteile geht. Das gilt erst recht vor dem Hintergrund, dass derartige Erklärungen als Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) iSd § 305 BGB angesehen werden könnten, für die dann das Gebot der kundenfeindlichsten Auslegung zu Lasten des jeweiligen Verwenders gilt (vgl. statt aller: Grüneberg/Grüneberg, § 305c Rz. 18).

Dieser Zustand ist inakzeptabel. Er führt letztlich dazu, dass die Projektpartner auf innovative und kostengünstige Lösungen für die Realisierung von Bauprojekten verzichten, weil sie durch das kaum rechtssicher abdingbare Postulat der aRdT als vertraglich geschuldetem Mindeststandard auch dann in ein teures und innovationsfeindliches Leistungskorsett gezwungen werden, wenn sie den so definierten bautechnischen Standard gar nicht wollen und benötigen. Denn der Verzicht auf die Einhaltung der aRdT ist für Planer und Unternehmer unter den gegebenen Umständen mit erheblichen Haftungsrisiken verbunden, die entweder vermieden oder eingepreist werden und so in jedem Fall zu einer unnötigen Verteuerung von Wohnungsbauprojekten führen.

Qualitäts- und Komfortstandards

Von den aRdT als vertraglich geschuldetem Mindeststandard zu unterscheiden sind sonstige Beschaffenheiten, welche als zwischen den Parteien vereinbart gelten und deren Einhaltung deshalb gemäß § 633 Abs. 2 BGB in der beschriebenen Weise geschuldet ist. Solche Beschaffenheitsvorgaben finden sich insbesondere in der Leistungsbeschreibung des Bestellers, wobei der konkret geschuldete Leistungsumfang ggfls. durch Auslegung gemäß §§ 133, 157 BGB ermittelt werden muss (allg. zur Ermittlung des geschuldeten und verpreisten Leistungsumfangs durch Auslegung: Leupert, BauR 2019, 409). Das ist in der Praxis häufig der Fall und spielt in dem hier interessierenden Kontext insbesondere im Zusammenhang mit dem Schallschutz eine wichtige Rolle. So hat der BGH in seiner Entscheidung vom 04.06.2009 (BGH, Urt. v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07) ausdrücklich fest-

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

gestellt, dass die DIN 4109 in ihren Grundaussagen keine aRdT darstellt, weil sie nur die Mindestanforderungen zur Vermeidung unzumutbarer Belästigungen regelt. Auf dieser Grundlage hat der BGH folgende Leitsätze formuliert:

„1. Welcher Schallschutz für die Errichtung von Eigentumswohnungen geschuldet ist, ist in erster Linie durch Auslegung des Vertrags zu ermitteln. Wird ein üblicher Qualitäts- und Komfortstandard geschuldet, muss sich das einzuhaltende Schalldämm-Maß an dieser Vereinbarung orientieren. Der Umstand, dass im Vertrag auf eine „Schalldämmung nach DIN 4109“ Bezug genommen ist, lässt schon deshalb nicht die Annahme zu, es seien lediglich die Mindestmaße der DIN 4109 vereinbart, weil diese Werte in der Regel keine anerkannten Regeln der Technik für die Herstellung des Schallschutzes in Wohnungen sind, die üblichen Qualitäts- und Komfortstandards genügen (im Anschluss an BGHZ 172, 346 = NJW 2007, 2983 = NZBau 2007, 574 = NZM 2007, 651 = DNotZ 2008, 108 = DS 2009, 36 L).

2. Kann der Erwerber nach den Umständen erwarten, dass die Wohnung in Bezug auf den Schallschutz üblichen Qualitäts- und Komfortstandards entspricht, muss der Unternehmer, der hiervon vertraglich abweichen will, den Erwerber deutlich hierauf hinweisen und ihn über die Folgen einer solchen Bauweise für die Wohnqualität aufklären. Der Verweis des Unternehmers in der Leistungsbeschreibung auf „Schalldämmung nach DIN 4109“ genügt hierfür nicht.“

Daraus folgt:

- Der Besteller darf abseits technischer Vorgaben und Regeln die Realisierung üblicher Qualitäts- und Komfortstandards durch den Planer und/oder Unternehmer erwarten. Welche Standards das sind, ergibt sich aus dem Vertrag, der ggfls. ausgelegt werden muss.
- Soweit die konkreten Leistungsbeschreibungen (Beschaffensvereinbarungen) im Vertrag nicht geeignet sind, die Einhaltung der solcherart vertraglich vereinbarten Qualitäts- und Komfortstandards zu gewährleisten, schuldet der Planer/Unternehmer den zu ihrer Verwirklichung tatsächlich erforderlichen Aufwand.
- Eine Abweichung von solchen üblichen Qualitäts- und Komfortstandards ist rechtssicher nur möglich, wenn die Vertragsparteien dies ausdrücklich vereinbaren und der Besteller in gleicher Weise über die sich hieraus ergebenden Folgen für die Gebrauchstauglichkeit aufgeklärt wird, wie dies bei einer Abweichung von den aRdT nach obigen Grundsätzen erforderlich ist.

8.1.4 Das öffentliche Baurecht

Ausgangslage

Ein vielleicht noch größeres Problem für die sinnvolle Realisierung nachhaltigen Bauens stellt der Umstand dar, dass die in DIN-Normen und anderen technischen Regelwerken niedergelegten bautechnischen Standards mittlerweile tief in das öffentliche Bauordnungsrecht eingesickert sind und zu einer hoffnungslosen Überregulierung des gesamten Geschäftsfelds Bau geführt haben. Die schiere Zahl der Verordnungen, Vorschriften und Bestimmungen, die bei der Umsetzung von Bauvorhaben aller Art beachtet und eingehalten werden müssen, ist für die Praxis kaum noch handhabbar. Nicht wenige Bauprojekte „sterben“ vorzeitig, etwa weil sie an den Anforderungen des Brand- oder Denkmalschutzes scheitern.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Der Befund, der hier nicht näher vertieft werden soll, lautet, dass die bauordnungsrechtliche Regelungsdichte hierzulande viel zu hoch ist, die insoweit geltenden Sicherheits- und Komfortstandards zu streng sind und von Annahmen ausgehen, die in der Regel nicht auf das übergeordnete Prinzip der Kosteneffizienz und Nachhaltigkeit ausgerichtet sind. Auf diese Weise wird die Schaffung von bezahlbarem Wohnraum teilweise unmöglich, jedenfalls so kompliziert und teuer, dass die Produktion von Wohnraum seit Jahren stagniert oder sogar zurückgeht.

Rechtliche Auswirkungen

Weil der Planer/Unternehmer gemäß § 633 Abs. 2 BGB ein Werk mit den vereinbarten Beschaffenheiten schuldet, das im Übrigen für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst für die übliche Verwendung geeignet sein muss, leistet er nur dann vertragsgerecht, wenn er die für das jeweilige Bauvorhaben maßgeblichen bauordnungsrechtlichen Vorschriften beachtet und einhält. Welche das sind, ergibt im Zweifel wiederum die Auslegung des Vertrages.

Allerdings sind solche, im Bauordnungsrecht verankerte technische Vorgaben nicht dispositiv. Die Parteien können also nicht, wie bei den aRdT, rechtsgeschäftlich wirksam vereinbaren, sich nicht an die bauordnungsrechtlich verbindlichen technischen Bestimmungen halten zu wollen.

8.2 Entwicklung der Prozessalternativen

Die vorstehend dargestellten rechtlichen Grundsätze bilden den Rahmen, in dem nach derzeit geltendem Recht Prozessalternativen für kostengünstiges Bauen entwickelt werden können. Dieser Rahmen ist durch die Rechtsprechung eng gesteckt. Er wird zum einen markiert durch die hohen Anforderungen an die Aufklärung des Bestellers durch den Planer/Unternehmer, wenn von technischen Regeln und üblichen Standards abgewichen werden soll (siehe Abschnitt 8.1.3). Soweit technische Regeln in bauordnungsrechtlichen Vorschriften verankert sind, müssen sie innerhalb der sich aus jenen Vorschriften ergebenden Grenzen beachtet werden, und zwar grundsätzlich unabhängig davon, ob solche technischen Regeln sicherheitsrelevant sind oder nicht (siehe Abschnitt 8.1.4).

Die Verwirklichung von Konstruktionsalternativen im Geschosswohnungsbau mit Holz werden nur dann praktische Relevanz erlangen, wenn sie rechtssicher umgesetzt werden können. Im Folgenden wird deshalb, gesondert für die drei Konstruktionsalternativen zum Schallschutz (siehe Abschnitt 8.2.1), zum Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten (siehe Abschnitt 8.2.2) sowie zur Barrierefreiheit (siehe Abschnitt 8.2.3), herausgearbeitet, welche rechtsgeschäftlichen Vorkehrungen die Projektbeteiligten treffen müssen, um diese Rechtssicherheit zu gewährleisten. Zu diesem Zweck soll zunächst festgestellt werden, welche bautechnischen Standards gemäß § 633 Abs. 2 BGB geschuldet sind, wenn hierzu keine zusätzlichen Vereinbarungen getroffen werden. Sodann wird ermittelt, ob die jeweilige Konstruktionsalternative von diesen bautechnischen Standards abweicht. Schließlich wird erläutert, welche Maßnahmen die Projektpartner im Einzelfall konkret ergreifen können und müssen, um solche eventuellen Abweichungen rechtssicher umsetzen zu können.

Das Anliegen, die Kosten im Wohnungsbau zu senken, bietet aus den in Abschnitt 8.1.1 dargelegten Gründen Anlass, den Blick nicht nur auf die haftungsrechtlichen Konsequenzen zu richten, die sich aus der Realisierung von kostensparenden Konstruktionsalternativen ergeben, sondern die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten grundsätzlich so zu gestalten, dass solche Alternativen effizient umgesetzt werden können. Hierfür soll in Abschnitt 8.2.4 ein Vorschlag unterbreitet werden.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

8.2.1 Schallschutz

Ausgangslage

In Abschnitt 5.2 werden für den Schallschutz im Geschosswohnungsbau mit Holz für drei Referenzobjekte Konstruktionsalternativen entwickelt und untersucht. Abb. 4 erläutert die sich hieraus ergebenden Klassifikationen der Schallschutzanforderungen in fünf Schallschutzniveaus:

	BASIS NORMHOLZ	DIN 4109-1	BASIS +	DIN 4109-5	KOMFORT
	Unterhalb der Norm, jedoch mit Fokus auf tiefe Frequenzen	Mindest-Schallschutz	Mittlerer Standard	Erhöhter Schallschutz	
1 Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 52 \text{ dB}$	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 59 \text{ dB}$
2 Reihenhaustrennwand	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$ $R_{w,0} + C_{50,5000} \geq 62 \text{ dB}^{1) 5)}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$ $R_{w,0} + C_{50,5000} \geq 62 \text{ dB}^{1) 5)}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}^{6) 8)}$ $R_{w,0} \geq 62 \text{ dB}^{7)}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ $R_{w,0} + C_{50,5000} \geq 65 \text{ dB}^{1) 5)}$
3 Wohnungstrenndecke	$R'_{w,0} \geq 52 \text{ dB}$	$R'_{w,0} \geq 54 \text{ dB}$	$R'_{w,0} \geq 57 \text{ dB}$	$R'_{w,0} \geq 57 \text{ dB}$	$R'_{w,0} \geq 60 \text{ dB}$
4 Wohnungstrenndecke Trittschall	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w,0} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}^{100\text{dBu}}$ ($L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$)	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w,0} + C_{1,50-2500} \leq 50 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ $L_{n,w,0} + C_{1,50-2500} \leq 47 \text{ dB}^{2)}$
5 Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w,0} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
6 Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 57 \text{ dB}$ $L_{n,w,0} + C_{1,50-2500} \leq 54 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
7 Treppenlauf und Podeste	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 47 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
8 Außenlärm	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109	Anforderungen der DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $C_{50,5000}$ für das opake Bauteil 4)
9 Weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2020	nach DIN 4109-5:2020

- 1) Ergänzt der Luftschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken.
- 2) Ergänzt der Trittschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken.
- 3) Sonderregelung für Deckenkonstruktionen in Holzbauteile, ansonsten $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$.
- 4) Für Fensterflächenanteile über 30% gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung.
- 5) Anforderung an die Doppelschalenelemente, beide Wände.
- 6) Gilt für Haustrennwände im untersten Geschoss des Gebäudes.
- 7) Gilt für Haustrennwände oberhalb des untersten Geschosses des Gebäudes.
- 8) Wird eine Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Außengewänden ausgeführt, gilt $R'_w \geq 64 \text{ dB}$.

Abb. 4: Klassifikation der Schallschutzanforderungen in fünf Schallschutzniveaus

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Die Wahl der danach zur Verfügung stehenden Konstruktionsalternativen hat gravierende finanzielle Auswirkungen, wie sich aus den Ausführungen in Abschnitt 5.3 ergibt. Danach ist die von der Forschungsgruppe entwickelte Konstruktionsalternative „BASIS NORMHOLZ“ für alle Referenzobjekte die deutlich günstigste Variante. Allerdings entspricht der hierdurch gewährleistete Schallschutz nicht demjenigen, der durch die Konstruktionsalternativen „KOMFORT“, „DIN-4109-5“ und „BASIS+“ realisiert werden kann. Es ist also zu untersuchen, welche rechtsgeschäftlichen Anforderungen sich ergeben, um jenen reduzierten Schallschutz zur Einsparung von Kosten rechtssicher umsetzen zu können.

Die hierfür maßgeblichen rechtlichen Grundsätze gelten grundsätzlich gleichgerichtet für alle Verträge des Bestellers mit dem planenden Architekten und dem(n) ausführenden Unternehmer(n). Es ist dementsprechend darauf zu achten, dass diese Verträge mit gleichem Inhalt in Bezug auf die Leistungsverpflichtung „Schallschutz“ geschlossen werden. Das betrifft insbesondere die gebotene Aufklärung des Bestellers über die Abweichung von technischen Schallschutzstandards durch den Planer/Unternehmer. Zur Vereinfachung und Wahrung der Anschaulichkeit beziehen sich die folgenden Ausführungen auf die Verträge des Bestellers mit dem(n) ausführenden Unternehmer(n), wenn nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet.

Der nach dem Gesetz geschuldete Schallschutz im Geschosswohnungsbau

Wenn die Vertragsparteien keine anderweitigen Vereinbarungen getroffen haben, schuldet der Unternehmer nach den in Abschnitt 8.1.3 dargelegten Grundsätzen einen Schallschutz, den der Besteller nach den Umständen „üblicherweise“ erwarten darf. Das hat nach der Rechtsprechung des BGH nichts zu tun mit den Aussagen der DIN 4109-1:2018-01, die nur den Mindestschallschutz wiedergibt und nach der gesicherten Rechtsprechung des BGH keine nach § 633 Abs. 2 BGB als Mindeststandard einzuhaltende aRdT darstellt (BGH, Urt. v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07). Bewusst offen gelassen hat der BGH seinerzeit, ob „die Schallschutzwerte der VDI-Richtlinie 4100 für übliche Komfortwohnungen und die erhöhten Werte der DIN 4109 Beiblatt 2“ zur Bestimmung des geschuldeten Schallschutzniveaus herangezogen werden können. Auch insoweit handelt es sich allerdings nicht um aRdT, die geeignet sein könnten, die bautechnischen Anforderungen an den Schallschutz festzulegen.

Tatsächlich ist durch Auslegung des Vertrages (§§ 133, 157 BGB) zu ermitteln, welchen Qualitäts- und Komfortstandard der Unternehmer dem Besteller versprochen hat. Daraus ergeben sich dann auch die Anforderungen an den Schallschutz. Zu den hierfür maßgeblichen Grundsätzen der BGH (aaO, Rn. 12f.):

„Welchen Schallschutz die Parteien eines Vertrages über den Erwerb einer Eigentumswohnung vereinbart haben, richtet sich in erster Linie nach der im Vertrag getroffenen Vereinbarung. Der Senat hat in seinem nach Erlass des Berufungsurteils veröffentlichten Urteil vom 14. Juni 2007 (VII ZR 45/06, BGHZ 172, 346) darauf hingewiesen, dass insoweit die im Vertrag zum Ausdruck gebrachten Vorstellungen von der Qualität des Schallschutzes, also der Beeinträchtigung durch Geräusche, maßgeblich sind. Vorzunehmen ist eine Gesamtabwägung, in die nicht nur der Vertragstext einzubeziehen ist, sondern auch die erläuternden und präzisierenden Erklärungen der Vertragsparteien, die sonstigen vertragsbegleitenden Umstände, die konkreten Verhältnissen des Bauwerks und seines Umfeldes, der qualitative Zugschnitt, der architektonische Anspruch und die Zweckbestimmung des Gebäudes zu berücksichtigen sind (BGH, Urteil vom 14. Juni 2007 - VII ZR 45/06, aaO). Der Senat hat auch darauf hingewiesen, dass der Erwerber einer Wohnung oder Doppelhaushälfte mit üblichen Komfort- und Qualitätsansprüchen in der Regel einen diesem Wohnraum

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

entsprechenden Schallschutz erwarten darf und sich dieser Schallschutz nicht aus den Schalldämm-Maßen nach DIN 4109 ergibt. Denn die Anforderungen der DIN 4109 sollen nach ihrer in Ziffer 1 zum Ausdruck gebrachten Zweckbestimmung Menschen in Aufenthaltsräumen lediglich vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung schützen. Das entspricht in der Regel nicht einem üblichen Qualitäts- und Komfortstandard. Der Senat hat ferner darauf hingewiesen, dass die Schallschutzanforderungen der DIN 4109 hinsichtlich der Einhaltung der Schalldämm-Maße nur insoweit anerkannte Regeln der Technik darstellen, als es um die Abschirmung von unzumutbaren Belästigungen geht. Soweit weitergehende Schallschutzanforderungen an Bauwerke gestellt werden, wie z. B. die Einhaltung eines üblichen Komfortstandards oder eines Zustandes, in dem die Bewohner "im Allgemeinen Ruhe finden", sind die Schalldämm-Maße der DIN 4109 von vornherein nicht geeignet, als anerkannte Regeln der Technik zu gelten. Insoweit können aus den Regelwerken die Schallschutzstufen II und III der VDI-Richtlinie 4100 aus dem Jahre 1994 oder das Beiblatt 2 zur DIN 4109 Anhaltspunkte liefern."

Zur Bestimmung des geschuldeten Schallschutzmaßes muss also auf den gesamten Regelungsgehalt des zugrundeliegenden Vertrages einschließlich der sonstigen maßgeblichen Umstände abgestellt werden. Daraus ergibt sich, welchen Qualitäts- und Komfortstandard der Besteller allgemein erwarten darf. Dem muss wiederum der Schallschutz entsprechen. Welches Schalldämmmaß, oder, um die obigen fünf Klassifikationen aufzugreifen, welches Schallschutzniveau sich daraus ergibt, lässt sich nicht generell sagen. Es wird in jedem einzelnen Streitfall durch das Gericht festgestellt werden müssen, wobei es sich in aller Regel sachverständiger Hilfe bedienen wird.

Konkretisierung der Prozessalternative „Schallschutz“

Aus dem Vorstehenden ergeben sich auf erste Sicht erhebliche Unwägbarkeiten für die rechtsichere Umsetzung der in Betracht kommenden kostensparenden Konstruktionsalternativen. Im Folgenden soll betrachtet werden, welche Anforderungen erfüllt sein müssen, um die Konstruktionsalternative „BASIS NORMHOLZ“ gleichwohl realisieren zu können.

Hierfür müssen die Vertragsparteien (beginnend mit dem Planer) sicherstellen, dass

- sie ein gemeinsames, konsolidiertes Verständnis davon haben, welcher Schallschutz realisiert werden soll;
- dass dieses Verständnis in angemessener, zweckentsprechender Weise im Vertrag dokumentiert ist.

Daraus lassen sich wiederum Grundsätze für die Vertragsgestaltung ableiten:

- Die Vertragsparteien sollten im Vertrag konkrete Aussagen dazu treffen, welche Qualitäts- und Komforterwartungen der Besteller mit der Erteilung des Bauauftrages verbindet. Denn diese allgemeinen Qualitäts- und Komforterwartungen bilden nach obigen Erwägungen im Streitfall den Maßstab für die Festlegung des geschuldeten Schallschutzniveaus. Sie ersetzen bzw. konkretisieren den „üblichen“ Komfortstandard, den das Gericht andernfalls zur Ermittlung des geschuldeten Schallschutzmaßes zugrunde legen wird.
- Eine Bezugnahme auf die Festlegungen der DIN 4109 im Vertrag ist rechtstechnisch nicht erforderlich, und zwar auch dann nicht, wenn von der DIN abgewichen werden soll. Allerdings sollte referenziert werden, in welchem Verhältnis die gewählte Konstruktionsalternative zu den Vorgaben der DIN 4109 in ihren verschiedenen Ausprägungen steht.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Im Vertrag sollten das angestrebte Schallschutzniveau und die zu seiner Umsetzung vorgesehenen bautechnischen Maßnahmen konkret beschrieben werden.
- Die vertraglichen Festlegungen zum geschuldeten Komfortstandard und zum Schallschutzniveau sollten individuell ausgehandelt und auch demensprechend dokumentiert werden, um dem Einwand AGB-widriger Abreden mit den sich aus § 307 BGB ergebenden (Unwirksamkeits-) Konsequenzen zu entgehen.
- Es ist zu berücksichtigen, dass die DIN 4109-1:2018-01 die grundlegenden Grenzwerte für den bauordnungsrechtlich in der VwV TB vorgegebenen Mindestschallschutz festlegt.

Allgemeine Anforderungen an die Beschreibung der Prozessalternative „Schallschutz“

Für die Beschreibung der Prozessalternative „Schallschutz“ soll unterstellt werden, dass die Vertragsparteien übereinstimmend davon ausgehen, das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ realisieren zu wollen. Denn bei der Wahl des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ wird kostensparend ein Schallschutz realisiert, der unterhalb der Mindestanforderungen gemäß DIN 4109-1:2018-01 liegt, allerdings durch die gezielte Einbeziehung der tieffrequenten Kennwerte für die Geräuscentwicklung zu einer Schalldämmwirkung führt, die subjektiv als ausreichend empfunden wird. Dieser Schallschutz entspricht, ebenso wie der nach DIN 4109-1:2018-01, grundsätzlich nicht den Qualitäts- und Komfortansprüchen, die mit der Herstellung von Geschosswohnungen mit einem erhöhten oder hohen allgemeinen Komfortstandard einhergehen. Ohne entsprechende vertragliche Regelungen bestünde also die erhebliche Gefahr, dass die Realisierung des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ als Mangel der Planungs- und/oder der Ausführungsleistungen iSd § 633 Abs. 2 BGB anzusehen wäre, wofür der Planer und/oder der Unternehmer haftungsrechtlich einzustehen hätten.

Die Erwägungen geltend entsprechend für den Fall, dass die Parteien sich für die qualitätsoptimierte Zwischenstufe „BASIS+“ entscheiden, die ebenfalls nicht ohne weiteres den „üblichen“ Qualitäts- und Komfortstandards im Geschosswohnungsbau in Bezug auf den Schallschutz entspricht.

Empfehlungen für die rechtssichere Durchführung der Konstruktionsalternative Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“

Die Verwirklichung der Konstruktionsalternative Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ wird nur als bewusste Entscheidung der jeweiligen Vertragsparteien in Betracht kommen. Sie ist bisher keine „gängige“ Alternative der bautechnischen Realisierung des Schallschutzes im Geschosswohnungsbau mit Holz und wird entscheidend durch das übergeordnete Ziel des Bestellers initiiert, in erheblichem Umfang Kosten sparen zu wollen. Dieser Umstand liefert den Anknüpfungspunkt für die Annahme, dass die Vertragsparteien ohnehin ein gemeinsames Bewusstsein entwickelt haben, nicht nach allgemein gültigen Standards bauen zu wollen. Ihnen ist dringend anzuraten, dieses gemeinsame Bewusstsein im Vertrag zu dokumentieren und entsprechend zu entwickeln. Für die Konkretisierung des so ausgerichteten Parteiwillens bieten sich folgende Maßnahmen an:

- Der Vertrag sollte eine **Präambel** umfassen, in der die gemeinsamen Vertragsziele festgehalten und erläutert werden. Dazu gehören Angaben zu folgenden Punkten:
 - Der ausdrückliche Hinweis auf das gemeinsame Vertragsziel der Parteien, kostensparend bauen und hierfür ggfls. Abstriche bei Qualitäts- und Komfortstandards in Kauf nehmen zu wollen;

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- der Hinweis, dass die Parteien bewusst eine Herstellung in Holzbauweise gewählt haben;
 - die Beschreibung der allgemeinen Qualitäts- und Komforterwartungen des Bestellers einschließlich seiner Erwartungen an die Verwendungseignung (§ 632 Abs. 2 Satz 2 BGB);
 - der Hinweis darauf, dass die Parteien die Möglichkeiten für die Gewährleistung eines jenen Erwartungen entsprechenden Schallschutzes konkret erörtert und abgewogen haben.
- Der Vertrag sollte, abseits der bautechnischen Ausführungsvorgaben in der Leistungsbeschreibung, eine **eigenständige textliche Passage** beinhalten, in der die für die Realisierung des Schallschutzes maßgeblichen Parameter so beschrieben werden, dass kein Zweifel daran bestehen kann, dass die Wahl des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ (oder „BASIS+“) eine informierte und bewusste Entscheidung insbesondere des Bestellers ist.

Hierfür wird empfohlen, die erwogenen Konstruktionsalternativen kurz vergleichend zu beschreiben. Dafür bietet sich die in Abschnitt 5.1.3 bereitgestellte und in Abb. 5 gezeigte verbal-deskriptive Charakterisierung der wahrnehmbaren Schallschutzwirkung der fünf Schallschutzniveaus an. So wird deutlich, auf welcher Grundlage und mit welchem Bewusstsein die Vertragspartner die Auswahlentscheidung getroffen haben.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

BASIS NORMHOLZ

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

Verbale Beschreibung der Klasse Basis NORMHOLZ*

Laute Sprache:	Deutlich verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar, deutlich hörbar
Gehgeräusche:	Im Allgemeinen nicht störend ¹⁾

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht.
* Die hier angegebene subjektive Wahrnehmung wurde anhand vergleichender Werte aus der DEGA – Empfehlung 103 näherungsweise vorgenommen.

DIN 4109-1

Verbale Beschreibung der Klasse DIN 4109-1

Laute Sprache:	Verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Im Allgemeinen verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar, noch hörbar
Gehgeräusche:	Im Allgemeinen störend

BASIS +

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

Verbale Beschreibung der Klasse BASIS +

Laute Sprache:	Im Allgemeinen verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht verstehbar, teilweise hörbar
Gehgeräusche:	Nicht mehr störend ¹⁾

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht.

DIN 4109-5

Verbale Beschreibung der Klasse DIN 4109-5

Laute Sprache:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Nicht verstehbar, kaum hörbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht verstehbar, kaum hörbar
Gehgeräusche:	Noch hörbar

KOMFORT

MIT BERÜCKSICHTIGUNG TIEFER FREQUENZEN

Verbale Beschreibung der Klasse KOMFORT

Laute Sprache:	Im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise:	Nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise:	Nicht hörbar
Gehgeräusche:	Nicht störend bzw. kaum wahrnehmbar ¹⁾

1) Dies wird durch Berücksichtigung des $C_{1,50-2500}$ erreicht. Es ist davon auszugehen, dass der A-bewerte Pegel unter 33 dB (A) liegt und damit nur noch selten wahrgenommen wird.

Abb. 5: Verbal-deskriptive Charakterisierung der wahrnehmbaren Schallschutzwirkung der fünf Schallschutzniveaus

Berücksichtigung der bauordnungsrechtlichen Mindestanforderungen der VwV TB

(Jedenfalls) Mit der Verwirklichung der Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ weicht das Bauvorhaben von dem bauordnungsrechtlich nach den Bestimmungen der VwV TB BW verbindlichen Mindestschallschutz gemäß DIN 4109-1:2018-01 und den Vorgaben zum Schallschutznachweis gemäß DIN 4109-2:2018-01 ab. Diese Abweichung steht nicht zur (rechtsgeschäftlichen) Disposition der Vertragsparteien. Ihre anderweitigen vertraglichen Abreden sind also nicht geeignet, eine Unterschreitung dieses im Bauordnungsrecht verankerten Mindeststandards zu rechtfertigen.

Eine solche Abweichung ist gemäß § 73a Abs. 1 Satz 2 LBO BW gleichwohl zulässig,

„wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die Anforderungen erfüllt werden und in der Technischen Baubestimmung eine Abweichung nicht ausgeschlossen ist.“

Die gültige VwV TB BW 2025 sieht keinen solchen Ausschluss vor, sondern konkretisiert den durch § 73a LBO gewährten Spielraum, indem sie ausdrücklich zulässt, dass

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

von den standardisierten Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregeln abgewichen werden kann, sofern die inhaltlichen Anforderungen vergleichbar umgesetzt werden.

Dementsprechend ist ein Abweichen von allen eingeführten Regelwerken bauordnungsrechtlich grundsätzlich möglich, solange die mit diesen Technischen Regeln verfolgten Schutzziele gleichermaßen erreicht werden. Einer behördlichen Genehmigung bedarf es hierfür nicht.

Maßgebliche Schutzziele sind gemäß § 3 Abs. 1, 2 LBO BW die Wahrung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, Leib, Leben und Gesundheit sowie die Berücksichtigung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes. Diese werden durch die Wahl des Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ nicht in einer Weise beeinträchtigt, die der bauordnungsrechtlichen Zulässigkeit dieser Konstruktionsalternative entgegenstehen könnte. Denn obwohl die nominalen Kennwerte bei dieser Konstruktionsalternative geringer ausfallen als diejenigen gemäß DIN 4109-1:2018-01, führt die dieser Konstruktionsvariante inhärente gezielte Einbeziehung der tieffrequenten Anteile zu einer Schalldämmwirkung, die subjektiv als ausreichend empfunden wird; auf die Ausführungen in Abschnitt 5.1.2 wird verwiesen. Es ist bei objektiver Betrachtungsweise nichts dafür ersichtlich, dass durch die Wahl eines Schallschutzniveaus „BASIS NORMHOLZ“ die in § 3 Abs. 1, 2 LBO BW definierten Schutzziele beeinträchtigt werden könnten.

In Erwägung dessen ist es bauordnungsrechtlich grundsätzlich zulässig, nach der Konstruktionsvariante „BASIS NORMHOLZ“ zu bauen.

Empfehlung: Gleichwertigkeitsnachweis vorsehen und ggfls. vorbereiten

Unproblematisch ist diese bauordnungsrechtliche Konstellation gleichwohl nicht. Denn im Streitfall obliegt es der Bauherrenschaft, die Gleichwertigkeit der von ihm gewählten Konstruktionsalternative gegenüber den Bautechnischen Vorgaben der VwV TB BW zum Schallschutz darzulegen und ggfls. zu beweisen. Die bauordnungsrechtlichen Vorgaben und Maßstäbe für die behördliche Gleichwertigkeitsprüfung sind allerdings unbestimmt und lassen Wertungen der zuständigen Baugenehmigungsbehörde zu. Dem darin liegenden Versagungsrisiko sollten die Parteien durch eine rechtzeitige Abstimmung mit der zuständigen Baugenehmigungsbehörde begegnen. Jedenfalls sollten sie darauf vorbereitet sein, die von Ihnen gewählte Abweichung bei Bedarf schlüssig nach obigen Kriterien begründen und dokumentieren zu können.

8.2.2 Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten

Ausgangslage

In Kapitel 6 sind für das Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens im Geschosswohnungsbau mit Holz für drei Referenzobjekte Konstruktionsalternativen entwickelt und untersucht worden. Nach den dortigen Ausführungen sind für die Entwicklung und Ausführung von kostensparenden konstruktiven Alternativlösungen folgende Technische Regelwerke zu berücksichtigen:

- Grundlagen für die Bemessung des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens von Holzbauteilen ist die DIN EN 1995-1-1:2010-12. Zu beachten ist zudem der Nationale Anhang DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, der die Bemessungsvorgaben als „Soll-Maßgaben“ konkretisiert und einschränkt. Auf die Ausführungen in den Abschnitten 6.1.1 bis 6.1.3 wird verwiesen.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Beide Normen sind in der VwV TB BW vom 1. März 2025 verankert und deshalb bauordnungsrechtlich zu berücksichtigen.

Für die rechtliche Relevanz dieser Bemessungsvorgaben ist zu unterscheiden:

- Soweit sich aus den Regelungen der DIN EN 1995-1-1:2010-12 und des Nationalen Anhangs DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 Vorgaben für die konstruktive Gestaltung von Holzbauteilen ergeben, ist nicht ganz klar, ob es sich insoweit um aRdT handelt, von denen nach obigen Grundsätzen nur kraft ausdrücklicher Vereinbarung und vorheriger Aufklärung rechtsicher abgewichen werden könnte. Ein allgemeiner Rechtssatz, wonach widerlegbar vermutet wird, dass DIN-Normen aRdT enthalten, besteht nach der Rechtsprechung des BGH nicht. Allerdings spricht hier einiges dafür, beide Normen als aRdT zu behandeln, weil die sich aus ihnen ergebenden Bemessungsparameter in der Praxis bekannt sind und befolgt werden. Dementsprechend heißt es in Abschnitt 6.1, zweiter Absatz:

„In der Praxis werden hierbei die strengen Maßgaben des nationalen Anhangs als technischer Konsens im Sinne eines „quasi-vertraglichen“ Mindeststandards verstanden.“

In Erwägung dessen sollen die o. g. bautechnischen Regelwerke hier als aRdT behandelt werden.

- Von den konstruktiven bautechnischen Anforderungen zu unterscheiden sind deren Auswirkungen auf die Gebrauchstauglichkeit des jeweiligen Gebäudes bzw. der jeweiligen Wohnung. In diesem Zusammenhang geht es um die Erfüllung der vertraglich abgesicherten Komfortexpectationen des jeweiligen Nutzers durch die konstruktive Umsetzung der Bauaufgabe. Das betrifft hier insbesondere die Hörbarkeit von Schwingungen (siehe Abschnitt 6.1.1) sowie die Sichtbarkeit von Durchbiegungen (siehe Abschnitt 6.1.2). Insoweit kann ein Mangel auch ohne einen konkreten Verstoß gegen aRdT vorliegen.
- Schließlich ist festzustellen, dass die Auswahl konstruktiver Varianten nach allgemeinen Haftungsgrundsätzen in keinem Fall zu einer Beeinträchtigung sicherheitsrelevanter Parameter des betroffenen Bauteils und des Gesamtgebäudes führen darf.

In Abschnitt 6.3 ist dargelegt, dass die Ausführung von Geschosswohnungen mit einem abgesenkten Schwingungs- und Durchbiegungsniveau zu nicht unerheblichen Kostensenkungen führen kann. Zur Realisierung solcher Einsparmöglichkeiten sind Nachteile hinsichtlich der Wahrnehmung des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens hinzunehmen. Um diese Nachteile bewerten und beschreiben zu können, sind drei Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus festgelegt und deskriptiv wie folgt beschrieben worden (siehe Abschnitt 6.1.3).

- **KOMFORT:** Schwingungen werden gar nicht oder nur gering spürbar, wenn man sich darauf konzentriert und nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind sichtbar.
- **BASIS:** Schwingungen werden als spürbar, jedoch nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind sichtbar.
- **BASIS NORMHOLZ:** Schwingungen werden als spürbar, jedoch nicht als störend empfunden. Durchbiegungen sind deutlicher sichtbar.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Empfehlungen für die rechtssichere Durchführung der Konstruktionsalternative Schwingungen / Durchbiegungen „BASIS NORMHOLZ“

Für die rechtssichere Realisierung der vorgeschlagenen Konstruktionsalternative „BASIS NORMHOLZ“ kann im Wesentlichen auf die Ausführungen zum Schallschutz verwiesen werden, die nahezu deckungsgleich auch für das Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens gelten. Daraus folgt, dass der Vertrag folgende Punkte adressieren sollte:

- Der Vertrag sollte eine **Präambel** umfassen, in der die gemeinsamen Vertragsziele und die Nutzungsanforderungen bezogen auf die Gebrauchstauglichkeit des Gebäudes festgehalten und erläutert werden. Darüber sollten die allgemeinen Qualitäts- und Komforterwartungen des Bestellers beschrieben und festgelegt werden.
 - Der ausdrückliche Hinweis auf das gemeinsame Vertragsziel der Parteien, kostensparend bauen und hierfür ggfls. Abstriche bei Qualitäts- und Komfortstandards in Kauf nehmen zu wollen;
 - der Hinweis, dass die Parteien bewusst eine Herstellung in Holzbauweise gewählt haben;
 - die Beschreibung der allgemeinen Qualitäts- und Komforterwartungen des Bestellers einschließlich seiner Erwartungen an die Verwendungseignung (§ 632 Abs. 2 Satz 2 BGB);
 - der Hinweis darauf, dass die Parteien die Möglichkeiten für die Gewährleistung eines jenen Erwartungen entsprechenden Schallschutzes konkret erörtert und abgewogen haben.
- Der Vertrag sollte, abseits der bautechnischen Ausführungsvorgaben in der Leistungsbeschreibung, eine **eigenständige textliche Passage** beinhalten, in der die für die Realisierung der konstruktiven Alternative maßgeblichen Parameter so beschrieben werden, dass kein Zweifel daran bestehen kann, dass die Wahl des konstruktiven Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS NORMHOLZ“ eine informierte und bewusste Entscheidung insbesondere des Bestellers ist.

Hierfür wird empfohlen, die erwogenen Konstruktionsalternativen kurz vergleichend zu beschreiben. Dafür bieten sich die soeben dargestellten, deskriptiven Konstruktionsvarianten an. So wird deutlich, auf welcher Grundlage und mit welchem Bewusstsein die Vertragspartner die Auswahlentscheidung getroffen haben.

Berücksichtigung der bauordnungsrechtlichen Mindestanforderungen der VwV TB

Für die Berücksichtigung der bauordnungsrechtlichen Vorgaben der VwV TB BW gelten die Ausführungen unter 8.2.1 entsprechend. Hinsichtlich des Schwingungsverhaltens einzelner Bauteile und deren Durchbiegung ist in besonderer Weise darauf zu achten, dass Abweichungen vom Nationalen Anhang DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 gemäß § 73a LBO BW unter den dort genannten Voraussetzungen zulässig sind, allerdings nachvollziehbar und plausibel in Bezug auf ihre Gleichwertigkeit begründet werden müssen. Dafür reicht der schlichte Hinweis auf Kostensenkungen in aller Regel nicht aus.

8.2.3 Barrierefreiheit

Die Gewährleistung von Barrierefreiheit im Wohnungsbau ist ein wesentlicher Kostentreiber. Für die rechtssichere Umsetzung von kostengünstigen Konstruktionsalternativen gelten allerdings andere Grundsätze als diejenigen, die für den Schallschutz sowie das Schwingungs- und sowie Durchbiegungsverhalten zu berücksichtigen sind. Denn Eingriffe in die durch § 35 LBO BW gewährleistete Barrierefreiheit in Wohnungen sind privatrechtlich nicht zulässig, soweit sich nicht durch die Durchführungsbestimmungen der VwV TB BW in beschränktem Umfang zugelassen sind (siehe oben 8.1.4). Die Vertragsparteien können Kosten also nicht dadurch einsparen, dass sie auf die Einhaltung der in der LBO BW festgeschriebenen Anforderungen an die Gewährleistung von Barrierefreiheit ganz oder teilweise vertraglich verzichten. Ob es Ihnen überhaupt freisteht, darüber zu entscheiden, auf welche Weise sie solche Anforderungen an die Barrierefreiheit bautechnisch umsetzen wollen, ist ebenfalls mit Blick auf den Inhalt der einschlägigen bauordnungsrechtlicher Vorschriften zu entscheiden. Sehen diese bspw. für die Gewährleistung von Barrierefreiheit bestimmte Flurbreiten vor, müssen diese Vorgaben eingehalten werden.

Dies vorweggeschickt verzichtet der Forschungsbericht auf die Darstellung konkreter Prozessalternativen im Zusammenhang mit der Herstellung von Barrierefreiheit im Geschosswohnungsbau mit Holz. Stattdessen benennt der Forschungsbericht in Abschnitt 7.2 Handlungsfelder mit Einsparpotenzial in Bezug auf die Herstellung von Barrierefreiheit im Geschosswohnungsbau.

8.2.4 Exkurs: Alternative - Generelle Kooperationsvereinbarung „Einfach Bauen“

Die vorstehend diskutierte haftungsrechtlich motivierte Absenkung von baulichen Standards und bautechnischen Anforderungen ist geeignet, zur Absenkung von Baukosten im Wohnungsbau beizutragen. Sie löst allerdings das in Abschnitt 8.1.1 beschriebene eigentliche Problem einer strukturellen Ineffizienz des Herstellungsprozesses Bau nicht. Vielmehr ist die Öffnung von (rechtlichen) Freiräumen durch die Zurückdrängung der rechtlichen Relevanz von technischen Standards und aRdT nur eine Voraussetzung, um es den Projektpartnern rechtssicher ermöglichen zu können, kostensparend und nachhaltig zu bauen. Schon das setzt, wie die vorstehenden Ausführungen und Prozessempfehlungen zeigen, zwingend eine frühzeitige Abstimmung der Vertragspartner über die gemeinsamen Projektziele und die für ihre Verwirklichung maßgeblichen Parameter voraus. Eine solche Abstimmung findet in der Praxis allerdings kaum statt. Dabei liegt der eigentliche Hebel für eine signifikante und skalierbare Absenkung von Kosten im Wohnungsbau in der zweckentsprechenden Gestaltung der Zusammenarbeit der Projektbeteiligten, die bei einer verlässlichen und abgestimmten Festlegung der gemeinsamen Ziele beginnt, dann allerdings weit über den Zeitpunkt des Vertragsschlusses hinausreicht. Es geht also im Kern um den Prozess der Herstellung von Bauwerken, für dessen grundsätzliche Neugestaltung hier einige Impulse gesetzt werden sollen.

Die Entscheidung, einfach, kostengünstig und ggfls. nachhaltig bauen zu wollen, trifft im Ausgangspunkt der Besteller. Er wird sie allerdings nur treffen, wenn er berechtigten Anlass für die Annahme haben kann, das gewünschte Ergebnis auch realisieren zu können. Dafür benötigt er Rat und Verlässlichkeit seiner Projektpartner, deren er nur zuteilwird, wenn die gemeinsamen Projektziele aufeinander abgestimmt sind. Dass diese Abstimmung in zweckentsprechender Weise stattfindet, gewährleistet weder das Gesetz noch der (Bau-) Vertrag, die darauf fixiert sind, den verpreisten Leistungsumfang zu definieren, ohne die auf die Herstellung des Bauprodukts ausgerichtete Zusammenarbeit der Beteiligten zu adressieren. Das hat Folgen; die beiden wichtigsten sind:

- Die Projektbeteiligten entwickeln keine Vorstellung von gemeinsamen Projektzielen und deren Verwirklichung. Sie agieren deshalb strukturell konfrontativ und nicht kollaborativ. Auf diese Weise wird Optimierungs- und Einsparpotenzial nicht genutzt und Ressourcen werden, insbesondere für die Bearbeitung streitiger Sachverhalte, verschwendet.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Die einvernehmliche Abstandnahme von kostentreibenden baulichen Standards und aRdT ist rechtsgeschäftlich kaum rechtssicher möglich. Deshalb wird allein aus Haftungsgründen allgemein erheblich teurer gebaut als gewollt und nötig.

Um dieser Misere wirksam und umfassend zu begegnen, ließe sich daran denken, dass der Besteller mit seinen Projektpartnern, beginnend mit dem Planer, gestaltende Kooperationsvereinbarungen schließt, die dem eigentlichen Austauschvertrag Bau vorausgehen und diesen gewissermaßen überlagern. Gegenstand einer solchen flankierenden Kooperationsvereinbarung, die gleichlautend mit allen Projektbeteiligten geschlossen werden müsste, könnten folgende Themenbereiche sein:

- Verpflichtung der Projektbeteiligten zur Zusammenarbeit
- Festlegung von Spielregeln der Projektabwicklung
- Festlegung der Projektziele und der Nutzungsanforderungen des Bestellers
- Festlegung von bautechnischen Standards und sonstigen Anforderungen
- Identifizierung und konkrete Beschreibung von aRdT und sonstigen baulichen Standards, von denen abgewichen werden soll.

Der Abschluss einer solchen multilateralen Kooperationsvereinbarung wäre allerdings mit erheblichem Aufwand für alle Beteiligten verbunden und würde deshalb gerade im eher kleinteiligen Bereich des Wohnungsbaus mit Verbrauchern wohl auf Zurückhaltung stoßen. Im Übrigen würde eine solche überlagernde Kooperationsvereinbarung der AGB-rechtlichen Inhaltskontrolle und deshalb in gleicher Weise wie der Bauvertrag der Gefahr unterliegen, gerade in den Punkten unwirksam zu sein, in denen die Parteien bewusst von den Maßstäben des gesetzlichen Leitbilds eines Bauvertrages abweichen, insbesondere um bautechnische Standards zu unterschreiten.

Vor diesem Hintergrund hat die Arbeitsgruppe Recht im *Strategiedialog Bezahlbares Wohnen und Innovatives Bauen BW* den Vorschlag unterbreitet, eine bundesweit einheitlich geltende Rechtsverordnung ähnlichen Inhalts zu schaffen, die der Praxis in Form einer bereitliegenden Vertragsordnung einen wirkmächtigen Vorschlag unterbreiten würde, Wohnungsbauvorhaben skaliert kostengünstig und verschwundungsarm zu realisieren. Es bleibt abzuwarten, ob dieser Vorschlag von der Politik aufgegriffen werden wird.

8.3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Zwischenfazit

Mit den identifizierten Konstruktionsalternativen zum Schallschutz sowie zum Schwingungs- und zu Durchbiegungsverhalten sowie der Prognose von deren finanziellen Auswirkungen ist belegt, dass die Kosten im Geschosswohnungsbau mit Holz signifikant gesenkt werden können, ohne sicherheitsrelevante Baustandards antasten oder Qualitäts- und Komfortstandards in einem Maße senken zu müssen, das mit der zweckentsprechenden Nutzung von Wohnraum nicht mehr in Einklang zu bringen wäre. Lediglich für den Umgang mit den Anforderungen der Barrierefreiheit ergeben sich keine durchgreifenden Möglichkeiten, Baukosten durch die privatautonome Abstandnahme von bautechnischen Anforderungen durchgreifend zu senken.

Die rechtssichere und haftungsfreie Umsetzung dieses Kostensenkungspotenzials setzt vertragliche Absprachen der Parteien zu folgenden Punkten voraus:

- Der Vertrag sollte eine **Präambel** enthalten, in der die gemeinsamen Vertragsziele sowie die verabredeten Qualitäts- und Komfortstandards festgehalten und erläutert werden.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Der Vertrag sollte darüber hinaus eine **eigenständige textliche Passage** beinhalten, in der die für die Realisierung abgesenkter bautechnischer Standards maßgeblichen Parameter so beschrieben werden, dass kein Zweifel daran bestehen kann, dass die Wahl dieser Standards eine informierte und bewusste Entscheidung insbesondere des Bestellers ist.

Die rechtssichere Realisierung von kostensparenden Konstruktionsalternativen muss die Bedeutung bauordnungsrechtlicher Vorschriften im Blick behalten, über deren Geltungsanspruch die Vertragsparteien nicht privatautonom disponieren können. Allerdings eröffnet § 73a LBO BW für den Schallschutz die Möglichkeit, von bauordnungsrechtlich eingeführten Technischen Regelwerken abzuweichen, solange die mit diesen Technischen Regeln verfolgten Schutzziele hierdurch gleichermaßen erreicht werden. Gleiches gilt im Ergebnis für Abweichungen von bautechnischen Regeln zum Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten von Holzbauteilen. Den Vertragsparteien ist zu raten, sich wegen des Gleichwertigkeitserfordernis frühzeitig mit der zuständigen Baubehörde ins Benehmen zu setzen und in jedem Fall plausibel begründen zu können, eine gleichwertige Konstruktionsalternative ausgewählt zu haben.

9 Schlussbemerkungen

Innerhalb des abschließenden Hauptkapitels wird der Forschungsprozess zusammengefasst. Dabei wird auf die Aufgabenstellung, Vorgehensweise und die wesentlichen Ergebnisse eingegangen. Zusätzlich werden in einem separaten Unterkapitel einige Empfehlungen der Forschungsnehmenden an die Auftraggebende gegeben, die sich im Wesentlichen der wirtschaftlichen Verwertbarkeit sowie der betrieblichen Umsetzung und Skalierung der Ergebnisse im Rahmen weiterer Forschung widmen.

9.1 Ergebnisse im Überblick

Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens ist eine Literaturrecherche zur Identifikation relevanter Publikationen zu potenziell kostentreibenden technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz. Mittels systematischer Auswertung der identifizierten Quellen können zunächst 55 technische Regeln identifiziert werden, die in Kombination mit aktuellen Anforderungen aus einschlägigen Gesetzen und Richtlinien auf 64 technische Regeln erweitert werden. Darauf aufbauend erfolgt eine Validierung der identifizierten technischen Regeln mittels halbstrukturierter Experteninterviews mit 17 Fachpersonen aus den Bereichen Bauherrenschaft, Planung und Ausführung. Die systematische Auswertung der Experteninterviews resultiert zunächst in der Exklusion von zwei technischen Regeln aufgrund mangelnder Kostenrelevanz sowie der Inklusion von insgesamt 25 zuvor unberücksichtigten technischen Regeln mit spezifischer Relevanz für den Geschosswohnungsbau mit Holz. Maßgeblich für die Menge der betrachteten technischen Regeln ist jedoch die Bewertung ihres Kostensenkungspotenzials: 57 technische Regeln werden aufgrund eines zu geringen Kostensenkungspotenzials aus den weiteren Untersuchungen exkludiert. Die Anwendung der beschriebenen Inklusions- und Exklusionskriterien resultiert in einer konsolidierten Liste von 30 technischen Regeln mit hohem Kostensenkungspotenzial im Geschosswohnungsbau mit Holz.

Innerhalb der identifizierten technischen Regeln werden geeignete Themenfelder zur weiteren Untersuchung eingegrenzt. Diese umfassen die Themenfelder des Schallschutzes, der Barrierefreiheit sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens, Letzteres insbesondere im Zusammenhang mit den einschlägigen Eurocodes. Weitere Themenfelder wie das wärmetechnische Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen sowie die energetische Bewertung von Gebäuden werden aufgrund des Einflusses bestehender Fördermechanismen aus den weiteren Untersuchungen exkludiert. Die unter Anwendung des beschriebenen Vorgehens identifizierten technischen Regeln bilden im Folgenden die Grundlage für die Entwicklung der Konstruktions- und Prozessalternativen.

In den Themenfeldern des Schallschutzes sowie des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens werden auf Grundlage des bestehenden normativen Rahmens sowie einschlägiger Fachliteratur verschiedene Komfortniveaus etabliert und spezifische Konstruktionsalternativen zur deren Erreichung auf Grundlage von drei beispielhaften Referenzobjekten des Geschosswohnungsbaus mit Holz entwickelt. Diese werden anschließend im Rahmen strukturierter Experteninterviews validiert und konstruktiv optimiert, um den baulichen Aufwand zur Erreichung unterschiedlicher Schallschutzniveaus zu überprüfen und vergleichbar darzustellen.

Im Themenfeld des Schallschutzes wird auf Grundlage der DIN 4109-1 sowie der DIN 4109-5 eine fünfstufige Klassifikation definiert, beginnend mit dem Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ bis zum Schallschutzniveau „KOMFORT“. Insbesondere die bislang normativ für den Holzbau unzureichend berücksichtigten tieffrequenten Trittschallanteile werden dabei systematisch untersucht und einbezogen. Die Konstruktionsalternativen fokussieren Wohnungstrennwände sowie Wohnungs-

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

trenndecken, wobei sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schallschutzniveaus ein signifikantes Potenzial zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] eröffnet. So kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus, abhängig vom Ausgangs- und Endniveau, im Bereich der Wohnungstrenndecken eine Reduktion der Aufbaustärke um bis zu 30 % und im Bereich der Wohnungstrennwände um bis zu 43 % realisiert werden.

Im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens wird auf Grundlage der EN 1995-1-1 sowie des zugehörigen nationalen Anwendungsdokuments eine dreistufige Klassifikation definiert, beginnend mit dem Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „BASIS NORMHOLZ“ bis zum Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“. Die Konstruktionsalternativen fokussieren die statischen Querschnitte von Wohnungstrenndecken, wobei sich in Abhängigkeit von deren spezifischen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus ein signifikantes Potenzial zur Holzeinsparung in [m³] sowie zur Reduktion der Aufbaustärke in [cm] eröffnet. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus in Abhängigkeit vom Ausgangs- und Endniveau in der Tragkonstruktion der Deckenbalken eine Holzeinsparung in [m³] von bis zu 19 % sowie der Aufbaustärke in [cm] um bis zu 9 % realisiert werden.

Auf Grundlage der objektspezifischen Konstruktionsalternativen wird die Prognose der finanziellen Auswirkungen jeder Konstruktionsalternative ermittelt und in Relation zueinander gesetzt. Grundlage der Prognose sind die drei Referenzobjekte mit ihren spezifischen konstruktiven und finanziellen Eigenschaften. Dabei kommt ein Referenzobjektansatz mit drei Prozessschritten zum Einsatz. Diese umfassen die Identifikation von Referenzobjekten, die Erstellung von Mengen- und Kostenmodellen sowie die Prognose der finanziellen Auswirkungen der Konstruktionsalternativen.

Im Themenfeld des Schallschutzes zeigt die Prognose der finanziellen Auswirkungen ein substantielles Kostensenkungspotenzial auf, bezogen sowohl auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare als auch auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL. So kann durch eine Absenkung des Schallschutzniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Kostensenkung von ca. 7 % im Median bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare realisiert werden. Bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL ergibt sich ein nahezu identisches Bild. Im Themenfeld des Schwingungs- und Durchbiegungsverhaltens zeigt die Prognose der finanziellen Auswirkungen ebenfalls ein Kostensenkungspotenzial, bezogen sowohl auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare als auch auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL, wenngleich in geringerem Umfang als im Themenfeld des Schallschutzes. So kann durch eine Absenkung des Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „KOMFORT“ auf das Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“ eine Kostensenkung von ca. 1 % im Median bezogen auf die absoluten Bauwerkskosten und Honorare realisiert werden. Bezogen auf die Bauwerkskosten und Honorare je [m²] WFL ergibt sich ein nahezu identisches Bild. Im Themenfeld der Barrierefreiheit werden bestehende Ergebnisse mittels Indexierung und Anwendung eines Regionalkostenfaktors aufbereitet und stellen Kostenkennwerte in neun Handlungsfeldern zur Verfügung.

Die rechtssichere und haftungsfreie Umsetzung der Konstruktionsalternativen wird durch Prozessalternativen unterstützt, welche insbesondere vertragliche Absprachen zu den gemeinsamen Vertragszielen, den verabredeten Qualitäts- und Komfortstandards sowie den für die Realisierung abgesenkter bautechnischer Standards maßgeblichen Parametern umfassen. Die Konstruktionsalternativen lassen sich rechtssicher umsetzen, wenn sich die Projektbeteiligten rechtzeitig darüber verständigen, welche Projektziele und Qualitäts- und Komfortstandards sie verwirklichen möchten und von welchen bautechnisch aRdT sie abweichen wollen. Sie sind gehalten, dieses Einverständnis nachvollziehbar zu dokumentieren und zum Gegenstand ihrer rechtsgeschäftlichen Vereinbarungen zu machen.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Die Konstruktions- und Prozessalternativen sowie die Prognose der finanziellen Auswirkungen befähigen Bauherrenschaften, Planende und ausführende Unternehmen, durch gezielte Abweichungen von bautechnischen Standards innovative Konstruktionen juristisch abgesichert zu vereinbaren, das identifizierte Kostensenkungspotenzial zu nutzen und Handlungsspielräume zu eröffnen. Die Ergebnisse tragen damit bei zur Reduzierung der Bauwerkskosten im Kontext des Geschosswohnungsbaus mit Holz und setzen breitenwirksame Impulse in der Transformation zum ökologischen und klimagerechten Bauen in Baden-Württemberg.

9.2 Ausblick

Zur Steigerung der wirtschaftlichen Verwertbarkeit sowie der betrieblichen Umsetzung und Skalierung der Ergebnisse empfehlen sich im Zuge weiterer Forschung deren Anwendung, Überprüfung und Optimierung im Rahmen von Pilotprojekten oder Reallaboren. Dabei sollten bei der Verwertung der Konstruktions- und Prozessalternativen sowie der Validierung der Prognose der finanziellen Auswirkungen individuelle Vorgehensweisen verfolgt werden:

- Die Prozessalternativen sollten frühzeitig und proaktiv in die relevanten Abstimmungs- und Planungsprozesse eingebracht werden, um etwaige Optimierungspotenziale unmittelbar identifizieren und notwendige Anpassungen vornehmen zu können. Ein gemeinsames, konsolidiertes Verständnis der gemeinsamen Vertragsziele sowie der verabredeten Qualitäts- und Komfortstandards kann so etabliert und während des gesamten Projektverlaufs sichergestellt werden.
- Die Konstruktionsalternativen sollten im Rahmen projektspezifischer Adaptionen an konkrete Bauaufgaben und Zielsetzungen angepasst werden. Dabei sind insbesondere die physikalischen Auswirkungen bauherren- oder projektspezifischer Anpassungen zu eruieren und adäquat in den Prozessalternativen abzubilden.
- Die Prognose der finanziellen Auswirkungen kann in einer vergleichenden Betrachtung den tatsächlich realisierten Kosten ausgeführter Konstruktionsalternativen gegenübergestellt und validiert werden. Das tatsächliche Kostensenkungspotenzial kann so quantifiziert werden und im Rahmen der wirtschaftlichen Verwertung in die Investitionskostenrechnungen insbesondere von Bauherrenschaften des Geschosswohnungsbaus einfließen.
- Im Rahmen einer Begleitforschung sollte die Anwendung unterstützt und dokumentiert werden. Darüber hinaus sollten die aktuell verfügbaren Grundlagen weiterentwickelt werden.

Zusätzlich empfiehlt sich eine Übertragung und Adaption des Vorgehens bzw. der Ergebnisse auf weitere Anwendungsfelder innerhalb des Holzbaus. Diese umfassen insbesondere die Untersuchung weiterer technischer Regeln, Gebäudeklassen, Gebäudetypologien, Nutzungsarten und Lebenszyklusphasen.

- Die Untersuchung weiterer technischer Regeln kann zusätzliche Einsparpotenziale aufzeigen und durch die Entwicklung entsprechender Konstruktions- und Prozessalternativen für Bauherrenschaften, Planende und ausführende Unternehmen erschließen.
- Die Untersuchung höherer Gebäudeklassen, insbesondere der Gebäudeklasse 5, sowie von Sonderbauten wie Hochhäusern erlaubt die Überprüfung der Ergebnisse im Kontext höherer sowie komplexerer Anforderungen, insbesondere an den Brandschutz.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Die Untersuchung weiterer Gebäudetypologien, beispielsweise Einfamilien- und Zweifamilien- oder Reihenhäuser, bietet das Potenzial, mittels begrenzter Adaptionen der Ergebnisse zahlreiche weitere Anwendungsbereiche zu erschließen. Die genannten Gebäudetypologien zeichnen sich insbesondere durch spezifische Anforderungen an die Tragstruktur sowie die bauakustischen Anforderungen innerhalb oder zwischen Nutzungseinheiten aus. Diese wären im Rahmen der Adaption adäquat zu berücksichtigen und zu dokumentieren.
- Die Untersuchung weiterer Nutzungsarten, beispielsweise des Bildungs-, Verwaltungs- oder Industriebaus, bietet ebenfalls das Potenzial, mittels begrenzter Adaptionen der Ergebnisse zahlreiche weitere Anwendungsbereiche zu erschließen. Die notwendigen Adaptionen wären dabei auf Grundlage umfangreicher Analysen funktionaler, betrieblicher und rechtlicher Rahmenbedingungen umzusetzen und adäquat zu dokumentieren.
- Schließlich stellt das Bauen im Bestand, insbesondere im Kontext von Umnutzung, Aufstockung und Erweiterung, einen potenziellen Anwendungsbereich von zunehmender Relevanz dar. Die Übertragung und Adaption sowohl der Konstruktions- als auch der Prozessalternativen würde dabei zweifellos umfangreiche bauherren- und projektspezifische Anpassungen erfordern und damit einen der komplexeren Ansätze zur Verwertung der Ergebnisse darstellen. Demgegenüber kann allerdings auf die unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit immer zwingender gebotene Untersuchung dieses Anwendungsbereichs sowie dessen Beitrag zum ökologischen und klimagerechten Bauen verwiesen werden.

Darüber hinaus erlaubt das entwickelte Vorgehen weitere Forschung sowie die vergleichende Betrachtung anderer Bauweisen als der Holzbauweise:

- Analog zum vorliegenden Forschungsvorhaben können dabei initial spezifische, kostentreibende technische Regeln, beispielsweise des Massivbaus, identifiziert werden. Darauf aufbauend empfehlen sich die Entwicklung und Optimierung von Konstruktions- und Prozessalternativen sowie die Prognose der finanziellen Auswirkungen ersterer. Von besonderem Forschungsinteresse wäre dabei die Fragestellung, inwieweit beispielsweise der Massivbau divergierende Einsparpotenziale im Vergleich zur Holzbauweise aufweist.

Hinsichtlich der entwickelten Prozessalternativen zeigt sich, dass die zur Umsetzung der Konstruktionsalternativen einzuhaltenden Prozesse zwar nicht trivial, aber realisierbar sind. Sie führen über die rechtssichere Vermeidung unerwünschter Haftung hinaus dazu, dass die Vertragspartner sich rechtzeitig über die Verwirklichung ihrer gemeinsamen Projektziele austauschen und die für ihre Baumaßnahme maßgeblichen Standards einvernehmlich festlegen müssen. Es ließe sich denken und es wäre wünschenswert, diesen Ansatz weiter auszubauen und skalierbar für die Wohnungsbaupraxis anzubieten:

- Die Arbeitsgruppe Recht im Strategiedialog Bezahlbares Wohnen und Innovatives Bauen BW hat dafür mittlerweile einen Vorschlag unterbreitet, der den Erlass einer bundesweit einheitlich geltenden Rechtsverordnung für die Gestaltung von Wohnungsbauverträgen aller Art vorsieht.

Ein weiteres Feld zukünftiger Forschung leitet sich ab aus der Erkenntnis, dass die Möglichkeiten der Projektbeteiligten, Standards durch rechtsgeschäftliche Vereinbarungen zu senken und dadurch Kosten zu sparen, stark eingeschränkt sind, wenn bauordnungsrechtliche Vorgaben tangiert sind. Dies ist bei vielen kostenintensiven bautechnischen Anforderungen der Fall und führt im Themenfeld

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

der Anforderungen an die Barrierefreiheit im Geschosswohnungsbau dazu, dass sich keine Möglichkeiten für die Vertragspartner ergeben haben, Kosten durch rechtsgeschäftliche Abreden strukturell zu senken. Es erscheint daher sinnvoll und wird hiermit angeregt, das entwickelte Vorgehen auf den Bereich des Bauordnungsrechts zu übertragen:

- Diese beschriebenen Zusammenhänge, etwa in Bezug auf den Brandschutz und bauordnungsrechtlich adaptierte Berechnungsverfahren, können unter Anwendung des entwickelten Vorgehens untersucht werden. Dabei ist insbesondere die Kostenrelevanz ausgewählter bauordnungsrechtlicher Vorgaben zu fokussieren, um davon gegebenenfalls Argumente für die Umsetzung notwendiger Anpassungen abzuleiten.

Insgesamt zeigt sich, dass eine transdisziplinär angelegte Verwertung, Umsetzung und Skalierung der erarbeiteten Systematiken und Ergebnisse weitere Potenziale zur Stärkung adaptiver, wirtschaftlicher und nachhaltiger Prozess- und Planungsansätze im Geschosswohnungsbau mit Holz eröffnen kann.

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Chronologische Abfolge der Arbeitspakete des Forschungsvorhabens	8
Abb. 2: Systematik zur Kategorisierung horizontaler und vertikaler Bauteile im Holzbau unter Berücksichtigung konstruktiver Fügungsprinzipien (Quelle: Atlas mehrgeschossiger Holzbau, 2024).....	22
Abb. 3: Historie der Schallschutzmindestanforderungen im Geschosswohnungsbau	38
Abb. 4: Klassifikation der Schallschutzanforderungen in fünf Schallschutzniveaus	40
Abb. 5: Verbal-deskriptive Charakterisierung der wahrnehmbaren Schallschutzwirkung der fünf Schallschutzniveaus.....	42
Abb. 6: Systematische Übersicht konstruktiver Ausführungsvarianten von Massivholz-Wohnungstrenndeckensystemen mit Schüttungsaufbau.....	45
Abb. 7: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 1	47
Abb. 8: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie die vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „KOMFORT“).....	48
Abb. 9: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und Außenwände sowie die vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und -wände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)	49
Abb. 10: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „BASIS +“).....	50
Abb. 11: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)	51
Abb. 12: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 1 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)	52
Abb. 13: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 2	54
Abb. 14: Vorhandene Ausführung für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „KOMFORT“).....	55
Abb. 15: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)	56
Abb. 16: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „BASIS+“).....	57
Abb. 17: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)	58
Abb. 18: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 2 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)	59
Abb. 19: Systematische Übersicht baukonstruktiver Alternativen im Themenfeld des Schallschutzes des Referenzobjekts 3	61

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Abb. 20: Konstruktionsalternative 1 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „KOMFORT“)	62
Abb. 21: Konstruktionsalternative 2 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „DIN 4109-5“)	63
Abb. 22: Vorhandene Ausführung der Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „BASIS+“)	64
Abb. 23: Konstruktionsalternative 3 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „DIN 4109-1“)	65
Abb. 24: Konstruktionsalternative 4 für Wohnungstrenndecken und -wände sowie Außenwände des Referenzobjekts 3 (Schallschutzniveau „BASIS NORMHOLZ“)	66
Abb. 25: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecken (absolute Kosten der Ausführungsart je [m ²] Deckenfläche in [%])	67
Abb. 26: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrennwände (absolute Kosten der Ausführungsart je [m ²] Wandfläche in [%])	68
Abb. 27: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecken und -wände (absolute Bauwerkskosten und Honorare in [%])	69
Abb. 28: Prognose der finanziellen Auswirkungen – Wohnungstrenndecke und -wand (Bauwerkskosten und Honorare / m ² WFL in [%])	69
Abb. 29: Vergleichende Berechnung von Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten bei Holztafeldecken für die verschiedenen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus	75
Abb. 30: Vergleichende Berechnung von Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten bei Massivholzdecken für die verschiedenen Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus	76
Abb. 31: Klassifikation der Schwingungs- und Durchbiegungsanforderungen in drei Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus	78
Abb. 32: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 1 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)	79
Abb. 33: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)	80
Abb. 34: Vorhandener statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken des Referenzobjekts 3 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveau „KOMFORT“) sowie Konstruktionsalternativen 1 und 2 (Schwingungs- und Durchbiegungsniveaus „BASIS“ bzw. „BASIS NORMHOLZ“)	81
Abb. 35: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statische Querschnitte der Wohnungstrenndecken (absolute Kosten der Ausführungsart je [m ²] Deckenfläche in [%])	82
Abb. 36: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken (absolute Bauwerkskosten und Honorare in [%])	83
Abb. 37: Prognose der finanziellen Auswirkungen – statischer Querschnitt der Wohnungstrenndecken (Bauwerkskosten und Honorare / m ² WFL in [%])	83

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Spezifische Beschränkungen und Ausprägungen der TREAD-Methode im Forschungsvorhaben	11
Tab. 2: Aktuelle Publikationen zu kostentreibenden technischen Regeln des Geschosswohnungsbaus ...	12
Tab. 3: Anzahl betrachteter kostentreibender technischer Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz	13
Tab. 4: Teilnehmende der Experteninterviews	14
Tab. 5: Quantitative Zusammenfassung der Interviewergebnisse	15
Tab. 6: Kostenrelevante technische Regeln mit spezifischem Kosteneinflusspotenzial im Mittelwert (MW)	17
Tab. 7: Relevante Fachquellen zu Konstruktionslösungen im Geschosswohnungsbau mit Holz	24
Tab. 8: Teilnehmende der Experteninterviews „Validierung und Optimierung der Konstruktionsalternativen“	28
Tab. 9: Realisierte Ausführungsart inklusive Kostenkennwert und Menge	32
Tab. 10: Finanzielle Modellierung der Konstruktionsalternative	33
Tab. 11: Finanzielle Auswirkung auf die absoluten Kosten	33
Tab. 12: Finanzielle Auswirkung auf die Bauwerkskosten und Honorare	34

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AP	Arbeitspaket
aRdT	anerkannte Regeln der Technik
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH
BSP	Brettspertholz
CLT	engl.: „Cross-laminated timber“
dB	Dezibel (Einheit)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
Hz	Hertz (Einheit)
KG	Kostengruppe
KKW	Kostenkennwert
KVH	Konstruktionsvollholz
$L_{n,w}$	Normtrittschallpegel
$L'_{n,w}$	Bewerteter Normtrittschallpegel
R_w	Labor-Schalldämmwert
R'_w	Bau-Schalldämmmaß
Tab.	Tabelle
tR	Technische Regeln
VwV TB	Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Landes Baden-Württemberg
WFL	Wohnfläche

Literatur

- 1995-1-1/NA:2013-08. Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau. Berlin.
- (2023). Preisindizes für die Bauwirtschaft - Fachserie 17 Reihe 4. November 2022 (4. Vierteljahresausgabe). Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Baupreise-Immobilienpreisindex/Publikationen/bauwirtschaft-preise-artikel.html> (abgerufen am 31.10.2023).
- Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V. (Hg.) (2024). Regelstandard Erleichtertes Bauen. Der Förderstandard der Sozialen Wohnraumförderung in Schleswig-Holstein. Kiel. Online verfügbar unter <https://epflicht.ub.uni-kiel.de/s/mriuNjoa4TjCAj75>.
- Assmann/Dirk (2020). Internationale Baupolitik. Was Deutschland von anderen Ländern lernen kann. Potsdam. Online verfügbar unter <https://shop.freiheit.org/#!/Publikation/919> (abgerufen am 31.10.2023).
- Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen/Initiative kostenreduziertes Bauen (Hg.) (2025). Abschlusserklärung. Initiative kostenreduziertes Bauen. Hamburg. Online verfügbar unter <https://www.bezahlbar-bauen.hamburg/> (abgerufen am 07.05.2025).
- Blödt, Adrian/Rabold, Andreas (2025). Cost-effective construction and acoustic requirements: Is there a need to adjust the standards? In: DAS | DAGA 2025, 17.-20.03.2025. Kopenhagen.
- Booth, Andrew/Sutton, Anthea/Papaioannou, Diana (2016). Systematic approaches to a successful literature review. Los Angeles, Sage.
- Bundesgerichtshof, Urteil v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07.
- Bundesgerichtshof, Urteil v. 07.03.2013 – VII ZR 134/12.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg.) (2018). Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen. Bericht 2014 bis 2017. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Bonn. Online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/buendnis-bezahlbares-wohnen.html> (abgerufen am 06.11.2023).
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hg.) (2024). Gebäudetyp E - Leitlinie und Prozessempfehlung. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmwsb.bund.de/Shared-Docs/kurzmeldungen/Webs/BMWSB/DE/2024/07/gebaeudetyp-e.html>.
- Cheret, Peter/Schwaner, Kurt/Seidel, Arnim (Hg.) (2013). Urbaner Holzbau. Chancen und Potenziale für die Stadt. Berlin, DOM publishers.
- Deppisch Architekten (2014). Energieeffizienter geförderter Wohnbau in Ansbach. DETAIL (1/2), 33–37.
- Enseling, Andreas (2016). Häuser sparsamer als verlangt - Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung. Mehrfamilienhäuser. Online verfügbar unter https://www.iwu.de/publikationen/buergerinformationen/weitere-informationen/_Flyer-Mehrkosten-geg-EnEV-MFH.pdf.
- Fastl, Hugo/Zwicker, Eberhard (2007). Psychoacoustics. Facts and models. 3. Aufl. Berlin/New York, Springer.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden vom 2023.

Hamm, Patricia (2012). Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis. In: 2. Internationales Forum Holzbau Beaune 2012, Beaune, Frankreich., 08.-09.03.2012.

Holzbau Deutschland Institut e. V. (Hrsg.) (2025). Holzbau Deutschland Institut. Online verfügbar unter <https://www.institut-holzbau.de/> (abgerufen am 10.06.2025).

Holzforschung Austria (Hrsg.) (2025). dataholz.eu. Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter Holzbauteile. Online verfügbar unter <https://www.dataholz.eu/index.htm> (abgerufen am 08.06.2025).

Holzwirtschaft Schweiz (Hrsg.) (2025). Lignumdata. Bauteile, Bauprodukte und Holzarten. Online verfügbar unter <https://lignumdata.ch/> (abgerufen am 08.06.2025).

Huß, Wolfgang/Kaufmann, Matthias/Merz, Konrad (2018). Holzbau - Raummodule. Raummodule. München, DETAIL.

Informationsverein Holz e.V. (Hrsg.) (2025). Informationsdienst Holz. Online verfügbar unter <https://informationsdienst-holz.de/> (abgerufen am 08.06.2025).

Kaufmann, Hermann/Krötsch, Stefan/Winter, Stefan (2024). Atlas mehrgeschossiger Holzbau. Grundlagen - Konstruktionen - Beispiele. 5. Aufl. München, Detail Business Information GmbH.

Kniffka, Rolf/Koeble, Wolfgang (Hg.) (2014). Kompendium des Baurechts. Privates Baurecht und Bauprozess. 4. Aufl. München, Beck.

Kolb, Josef/Kolb, Hanspeter/Müller, Andreas (2024). Holzbau mit System. Tragkonstruktion und Schichtaufbau. 4. Aufl. Basel, De Gruyter.

Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010.

Leupertz, Stefan (2025). Informationspapier. „Rechtsverordnung Gebäudetyp-E“. Stuttgart.

Ministerium für Inneres, Kommunales, Wohnen und Sport des Landes Schleswig-Holstein (Hg.) (2024). Regelstandard Erleichtertes Bauen. der Förderstandard der Sozialen Wohnraumförderung in Schleswig-Holstein. Kiel. Online verfügbar unter https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wohnen/Downloads/regelstandard_erleichtertesBauen.pdf?__blob%3DpublicationFile%26v%3D2&tbm=ilp&cs=1&sa=X&ved=2ahUKEwiOiIPFnLaIAxUu0wIHHScoOolQv5AHegQIABAD.

Moro, José Luis (2022). Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail. Band 2 · Konzeption. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.

Neitzel, Michael/Dangel, Daniel/Gottschalk, Wiebke/Schröder, Heike/Raschper, Norbert/Wiblishauser, Brigitte (2015). Bericht der Baukostensenkungskommission. Endbericht. Online verfügbar unter <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/wohnen/buendnis-bezahlbares-wohnen-baukostensenkungskommission.html> (abgerufen am 07.11.2023).

Nusser, Bernd/Lux, Christian/Neusser, Maximilian/Vavřík-Kirchsteiger, Selina/Urbán, Daniel/Niemczanowski, Alexander/Stenitzer, Alexander/Ferk, Heinz/Müllner, Herbert (2024). Resonanzfrequenzen und Trittschallübertragung. Forschung zur Schallschutznormung im Holzbau. Wien/Graz.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Rabold, Andreas (2020). Planungs- und Nachweisverfahren von Holzdecken unter Berücksichtigung der tieffrequenten Trittschallübertragung. In: DAGA 2020 - 46. Jahrestagung für Akustik, Hannover, 16.-19.03.2020, 1093–1096.
- Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg vom 2022.
- Sagner, Pekka/Voigtländer, Michael (2018). Es geht auch günstiger: Vorbild Niederlande. IW-Kurzbericht 60/2018. Online verfügbar unter <https://www.iwkoeln.de/studien/pekka-sagner-michael-voigtlaender-vorbild-niederlande.html> (abgerufen am 07.11.2023).
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2025a). Genesis-Online, Statistik 31121-0100. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/31121-0100/search/s/MzExMjEtMDEwMA==> (abgerufen am 08.05.2025).
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2025b). Genesis-Online, Statistik 31121-0104. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/31121-0104/search/s/MzExMjEtMDEwNA==> (abgerufen am 08.05.2025).
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2025c). Genesis-Online, Statistik 31121-0105. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/31121-0105/search/s/MzExMjEtMDEwNQ==> (abgerufen am 08.05.2025).
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2025d). Genesis-Online, Statistik 31121-0107. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/31121-0107/search/s/MzExMjEtMDEwNw==> (abgerufen am 08.05.2025).
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2025e). Genesis-Online, Statistik 31121-0109. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/31121-0109/search/s/MzExMjEtMDEwOQ==> (abgerufen am 08.05.2025).
- Stoy, Christian/Hagmann, Christopher (2015). Einfluss von Qualitätsstufen beim Bauen - Endbericht. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Stoy, Christian/Hagmann, Christopher (2017). Untersuchungen zur Kostenrelevanz von Normen und Standards (techn./rechtl.) im Wohnungsbau sowie zu Einflussmöglichkeiten; Erarbeitung einer Handlungsempfehlung zur Folgekostenabschätzung sowie Vorbereitung und Ausrichtung eines Symposiums.
- Stoy, Christian/Hagmann, Christopher (2018a). Ermittlung der Erfüllungskosten ausgewählter Normenanpassungen. Berlin.
- Stoy, Christian/Hagmann, Christopher (2018b). Wirtschaftliche Aspekte barrierefreien Bauens bei öffentlichen Neubauten und Umbauten – Abschätzung von Mehrkosten. Endbericht.
- Stoy, Christian/Hagmann, Christopher/Johrendt, Reinhold (2023). Prüfung der Kostenauswirkungen von Baunormen auf den Wohnungsbau und Einsparpotenziale. Umsetzung von Empfehlungen der Baukostensenkungskommission. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/4Herausforderungen/2019/kostenauswirkungen-baunormen/01_start.html (abgerufen am 09.11.2023).
- Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom 05.02.2025.

Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz: Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen

- Walberg, Dietmar/Gniechwitz, Timo (2019). Auswirkungen energetischer Standards auf die Bauwerkskosten und die Energieeffizienz im Geschosswohnungsbau in Deutschland. Zusammenfassung und Dokumentation der aktuellsten Untersuchungsergebnisse der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. zu Aspekten des energieeffizienten Bauens und den damit verbundenen Kosten.
- Walberg, Dietmar/Gniechwitz, Timo/Höltig, Julia/Schulze, Thorsten/Petersen, Cäcilie (2019). Gutachten zum Thema Baukosten und Kostenfaktoren im Wohnungsbau in Schleswig-Holstein. Erhebung, Erfassung und Feststellung der Baukosten und Kostenfaktoren der letzten Jahre in Schleswig-Holstein und seinen Regionen. Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V. Kiel. Bauforschungsbericht.
- Walberg, Dietmar/Gniechwitz, Timo/Schulze, Thorsten/Cramer, Antje (2014). Optimierter Wohnungsbau. Untersuchung und Umsetzungsbetrachtung zum bautechnisch und kostenoptimierten Mietwohnungsbau in Deutschland. Kiel. Bauforschungsbericht.
- Winter, Stefan/Hamm, Patricia/Richter, Antje (2010). Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken. München.
- Winter, Stefan/Kainz, Niklas/Kurzer, Christoph/Fochler, David/Saile, Bettina/Werther, Norman (2023). Planungshilfe mehrgeschossiger Holzbau. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München.
- ZÜBLIN Timber GmbH (Hrsg.) (2025). ZÜBLIN Timber. Online verfügbar unter <https://www.zueblin-timber.com/downloads.html> (abgerufen am 08.06.2025).

**Endbericht: Geschosswohnungsbau mit Holz:
Vorgehensweisen und Alternativen zum Umgang mit Normen**

Anhänge

A 1: Kostentreibende technische Regeln des Geschosswohnungsbaus mit Holz

Siehe Anhang 1

A 2: Gesamtübersicht entwickelter Schallschutzniveaus

Siehe Anhang 2

A 3: Konstruktionsalternativen zu kostentreibenden technischen Regeln (Schallschutz)

Siehe Anhang 3

A 4: Kostenkennwertkatalog für Maßnahmen des barrierefreien Bauens

Siehe Anhang 4