

HOLZBAU IM SYSTEM

Standardisierte Holzbausysteme für
Schulen und Kindertagesstätten



**HANDLUNGS-
EMPFEHLUNG
PRAXISBEISPIELE**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
info@fnr.de
www.fnr.de

Folgen Sie uns: www.fnr.de/social-media

Gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Text

Prof. Dipl.-Ing. Martin Wollensak, M. A. Ahmad Milad Toryalai, M. A. Fiete Wulff
auf Grundlage des Forschungsvorhabens „Standard Holzbausysteme mit nachwachsenden Rohstoffen zur Förderung der Verwendung von Holz plus nachwachsende Rohstoffe bei öffentlichen Gebäuden“ (FKZ: 2220HV089A-D)

Redaktion und Gestaltung

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Bilder

Titel: Hochschule Wismar
Sofern nicht am Bild vermerkt: Prof. Martin Wollensak (Hochschule Wismar, Fachgebiet Energie- und Ressourcensparendes Planen und Bauen)
Zeichnungen, Modelle, Visualisierungen sofern nicht am Bild vermerkt: Hochschule Wismar

Bestell-Nr. 1475
1. Auflage | FNR 2025

HOLZBAU IM SYSTEM

Standardisierte Holzbausysteme für
Schulen und Kindertagesstätten



VORWORT

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die vorliegende Broschüre ist das Ergebnis des Verbundvorhabens „Standard-Holzbausysteme mit nachwachsenden Rohstoffen zur Förderung der Verwendung von Holz plus nachwachsenden Rohstoffen bei öffentlichen Gebäuden“ – kurz: HO_SY. „Holzbau im System“ lautet auch der Titel dieses Leitfadens, der Planung und Bau klimagerechter Kindertagesstätten und Schulgebäude durch die öffentliche Hand mit Hilfe standardisierter Holzbausysteme ab sofort erleichtern kann und wird.

Holz als nachwachsender, CO₂-bindender Baustoff ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer klimafreundlichen Bauwirtschaft und wesentlich für das Erreichen der nationalen Klimaziele. Gerade die öffentliche Hand als Bauherrin muss dabei Vorreiterin sein und bleiben. Denn die Holzbauintiative des Bundes und die Charta für Holz 2.0 des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) sehen Städte, Gemeinden und kommunale Bauträger als bedeutende Akteure im Bausektor mit erheblichem Einfluss auf die Baukultur. Öffentliche Bauherren können und sollen mit ihren Bauwerken zeigen, dass nachhaltiges Bauen mit Holz nicht nur klimafreundlich, sondern auch wirtschaftlich konkurrenzfähig und architektonisch vielfältig sein kann.

Die hier vorgestellten standardisierten Holzbausysteme samt Bauteilkatalog wurden entwickelt im BMLEH-geförderten Projekt HO_SY unter Federführung von Prof. Martin Wollensak und dessen Fachbereich Energie- und ressourcensparendes Planen und Bauen der Hochschule Wismar zusammen mit Projektbeteiligten der Technischen Universität Braunschweig, des Hauptverbands der Deutschen Holzindustrie (HDH) und des Praxispartners Haas Fertigbau GmbH.

Der Leitfaden versteht sich als ein praxisorientierter und wissenschaftlich fundierter Wegweiser zum dauerhaften Verankern von Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen im öffentlichen Bau. Er erleichtert die Planung, Ausschreibung und Realisierung von Holzbauprojekten und ist offen zugänglich für Bauherren, Planer und Ausführende. Die Systeme lassen sich auf verschiedenste Bedürfnisse anpassen und erlauben in Kombination mit weiteren klimafreundlichen Baumaterialien die Planung und Umsetzung individuell zugeschnittener Lösungen. Zudem werden die Umweltwirkungen der kreislauffähigen Holzbauten über den gesamten Lebenszyklus dargestellt.



Liebe Holzbau-Enthusiasten,

wir möchten Sie als Bauherren ermutigen, diese innovativen Holzbausysteme für Ihre Kita- und Schulbauvorhaben zu nutzen und damit nachhaltig in die Zukunft zu investieren. Das verstärkt nicht nur die Akzeptanz ressourcenschonender Bauweisen in der öffentlichen Wahrnehmung, sondern wirkt zugleich innovationsfördernd auf Forst- und Bauwirtschaft und auf mittelständische Handwerksbetriebe. Außerdem sichert die Nachfrage nach regionalem Holz Arbeitsplätze und Wertschöpfung vor Ort in ländlichen Regionen. Und nicht zuletzt unterstützt jedes neue Holzbauprojekt die Zielsetzung der Holzbauintiative, den Anteil des Holzbaus im öffentlichen Bereich deutlich zu erhöhen und den Wandel zu einer klimaneutralen, ressourcenschonenden Baupraxis aktiv zu gestalten.

Interessante Einblicke bei der Lektüre dieser Broschüre und jederzeit gutes Gelingen für Ihre Holzbauprojekte wünscht Ihnen

Dr.-Ing. Andreas Schütte,

Geschäftsführer der
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

INHALT

1	Ausgangslage	4
	Einordnung/Zielstellung	4
	Herausforderungen	6
	Umfrage Systembedarf	8
	Baubedarf an öffentlichen Gebäuden	9
	Nutzungsbedarfe	9
	Gebäudetypen	9
	Angestrebte Qualitäten	10
2	Schulen und Kitas aus Holz in Deutschland	12
	93 Projektbeispiele im Vergleich	12
	Fallbeispiele	16
	Systemanforderungen	22
	Beispielhafte Information zu gängigen Systemanbietern im Schulbau	26
3	Holzbausysteme für Schulen und Kitas	30
	Systemanforderung Nutzungstypen	30
	Holztafelbauweise – Mittelflurerschließung – Klassenraum Plus	32
	Holzmodulbauweise – Mittelzonenerschließung – Lerncluster Nutzungstyp	38
	Holzskelettbauweise – Nutzungseinheit Erschließung – Offene Lernlandschaft Nutzungstyp	44
	Auswertung/Vergleich	50
4	Standard-Holzbau-Systemansatz	56
	Systemansatz/Konzept	56
	Entwicklung eines geeigneten Standard-Holzbausystems für öffentliche Gebäude	58
	Holzbau im System, Typologie Standard	60
	Holzbau im System, Typologie StandardPlus	66
	Holzbau im System, Typologie AllStandard	70
	Vorteile der Typologien	74
5	Blick in die Zukunft	76
6	Konfigurator Holzbau im System	78
7	Systemerprobung	84
	Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund	84
	Sanierung und Erweiterung Kinder- & Jugendcampus Stralsund	86
	Future school campus Süsel	89
8	Anhang	91
	Steckbrief/Projektdaten	91
	Autorinnen und Autoren	92
	Abbildungsverzeichnis	93
	Tabellenverzeichnis	95
	Literaturverzeichnis	96

1 AUSGANGSLAGE

Einordnung/Zielstellung

Der Leitfaden „Holzbau im System“ dient als Handlungsempfehlung und Orientierungshilfe für die Planung nachhaltiger und umweltgerechter öffentlicher Bildungsbauten.

Er richtet sich an öffentliche Bauherrschaften, Architekturbüros, Fachplanende, Ingenieurbüros sowie ausführende Holzbauunternehmen und Anbieter von Systemlösungen.

Er bietet eine kompakte Übersicht über wesentliche Aspekte des systemischen Holzbbaus für öffentliche Gebäude und unterstützt die an der Planung und Umsetzung von Projekten Beteiligten bei der strukturierten Entscheidungsfindung über den Bau zukunftsweisender umweltgerechter Gebäude.

Ziel ist, die Anwendung von nachwachsenden Rohstoffen im öffentlichen Bau zu fördern und gleichzeitig Planungssicherheit, Kostenkontrolle und Genehmigungsfähigkeit durch systematisierte Bausteine zu verbessern.

Der Leitfaden versteht sich als praxisnahe Orientierungshilfe und enthält Handlungsempfehlungen zur Auswahl und Anwendung geeigneter Holzbausysteme für den Bau nachhaltiger öffentlicher Gebäude.

Anwendung und Mehrwert

Der Leitfaden ist kein statisches Handbuch, sondern eine Handlungsempfehlung für den strukturierten Einstieg in die systematisierte Planung öffentlicher Bildungsbauten aus Holz.

Er dient der Integration von Aspekten und Zielen der Nachhaltigkeit, der Vorfertigung, der pädagogischen Qualität und der Wirtschaftlichkeit in der frühen Projektphase.

Zugleich kann er durch Handlungsempfehlungen die Kommunikation zwischen den Akteurinnen und Akteuren unterstützen und als Grundlage für Ausschreibungen, Vergaben und Machbarkeitsstudien genutzt werden.

Zielgruppen

- Entscheidungsträger im öffentlichen Bau (Kommunen, Schulträger, Bauämter)
- Architektinnen und Architekten, Fachplanende und Generalplanende
- Ingenieurbüros für Tragwerk, TGA und Bauphysik
- KMU im Holzbau sowie Anbieter modularer Systemlösungen

Der Leitfaden „Holzbau im System“ bietet:

- einen Überblick über bestehende, eingeführte und neu entwickelte Systemansätze, mit besonderem Fokus auf ihre Eignung für pädagogische Nutzungen,
- einen Einblick in die Auswertung von Erkenntnissen aus der Analyse von 93 realisierten Bildungsbauten in Holzbaweise,
- einen Einblick in aktuelle Anforderungen, künftige Herausforderungen und pädagogisch-architektonische Potenziale im Holzbau,
- einen Überblick über die Kategorisierung typischer Holzbausysteme und deren Einsatzbereiche (u.a. Tafel-, Modul- und Skelettbauweise),
- einen Einblick über Systemanbieter sowie praktische Checklisten für die Ausschreibung und Systemwahl,
- einen Ausblick auf die Nutzung eines offenen nachhaltigen systemischen Ansatzes inklusive Bauteilloge, Elementierung und Vorfertigung,
- Anwendungen der Systemerprobung der Ganztagesnutzung am Beispiel innovativer Pilotprojekte (unter anderem offener Lernlandschaften mit jahrgangsübergreifenden Lernfamilien, Experimentarium, Energiekonzept),
- einen Einblick in den entwickelten webbasierten Systemkonfigurator der Planenden und Nutzenden erstmals einfache digitale Werkzeuge zur Verfügung stellt, um Holzbausysteme nutzungsbasiert, kostensicher und genehmigungsfähig auszuwählen.

Die Anwendung und Systemplanung des eingefügten Systems wird beispielhaft am Umsetzungsprojekt dargestellt.

Hintergrund

Der Leitfaden „Holzbau im System“ entstand im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts „Standard-Holzbausysteme mit nachwachsenden Rohstoffen zur Förderung der Verwendung von Holz plus nachwachsende Rohstoffe bei öffentlichen Gebäuden“ – HO_SY (FKZ:2220HV089A-D), welches von November 2021 bis Dezember 2024 über das Förderprogramm Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen

”

Überforderte Planungsprozesse, begrenzte Ressourcen, steigende Kosten und gesellschaftliche Transformation. Ein systemischer Ansatz mit nutzungsbezogener Konstruktion aus nachwachsenden Rohstoffen schafft Raum für Qualität, Geschwindigkeit, Kostendisziplin und Gemeinwohl.

“

„Holzbau im System“ im Bau von Kitas und Schulen
Zitat: Prof. Wollensak, Juli 2024

cen (FPNR) des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimatschutz (BMLEH) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert wurde. In Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Wismar, der TU Braunschweig, dem Hauptverband der Deutschen Holzindustrie (HDH) und der Firma Haas Fertigbau wurde das Ziel verfolgt, standardisierte Holzbausysteme für öffentliche Bildungsbauten zu entwickeln. Der vorliegende Leitfaden bündelt die aus der Zusammenarbeit gewonnenen Erkenntnisse und Werkzeuge für praktische Anwendungen.

Bauen mit Holz

Das Forschungsprojekt HO_SY verfolgte das Ziel, den Holzbau – insbesondere für Kitas und Schulen – zu fördern und weiterzuentwickeln. Unter Betrachtung der Zwischenbilanz 2024 droht Deutschland, seine Ziele zur EU-Klimaschutzverordnung (ESR) zwischen 2021 und 2030 deutlich zu verfehlen – vor allem wegen unzureichender Fortschritte in den Sektoren Verkehr und Gebäude. Die bessere Nutzung von Holz bei öffentlichen Gebäuden kann einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in Deutschland leisten.

Gründe dafür, dass die Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen beim Bau von öffentlichen Gebäuden noch unzureichend ist, sind unter anderem die Vielzahl unterschiedlicher verfügbarer Holzbausysteme, regulatorische Hemmnisse und höhere Planungsaufwendungen. Die frühzeitige Festlegung auf spezifische Systeme führt zu Einschränkungen im Wettbewerb und Unsicherheiten bei der Kostenplanung. Durch das entwickelte offene Standard-Holzbausystem wird der öffentliche Holzbau erleichtert. Es werden Antworten auf Hemmnisse gegeben, zum Beispiel durch die Möglichkeit der Verkürzung von Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeiten.

Die Entwurfsgrundlagen werden untersucht und ein offen zugängliches, nachhaltiges und modulares Holzbausystem mit einem Standard-Bauteilkatalog entwickelt. Die Beiträge aller Projektbeteiligten, deren Berechnungen, Nachweise und Beispiele zur Integration technischer Gebäudeausrüstung wurden zielführend koordiniert.

Der interdisziplinär entwickelte systemische Ansatz ermöglicht eine Vielzahl von Planungslösungen, die auf die individuellen Nutzungsbedarfe bei der Konzeption und dem Bau von Kitas und Schulen abgestimmt sind, ohne auf die gestalterische Individualität und Vielfalt zu verzichten. Das entwickelte Holzbausystem berücksichtigt ökonomische und ökologische Aspekte, die klimafreundliche Holzbauten wettbewerbsfähiger gegenüber herkömmlichen Bauweisen macht.

Am Beispiel von Umsetzungsprojekten wird die Anwendung getestet und bilanziert sowie die Übertragbarkeit des systemischen Ansatzes auf andere Bereiche des Bauens untersucht.

Systembau und Nutzung

Marktübliche Bausysteme für öffentliche Gebäude bieten Lösungsansätze für die aktuellen Herausforderungen. Allerdings antworten sie bisher zu wenig auf die Nutzungsbedarfe für öffentliche Gebäude. Vor allem geprägt von ökonomischen Zielstellungen wird oft das Ziel verfolgt, Planende und Bauende möglichst frühzeitig an die Anbietenden zu binden.

Das Vergaberecht bei öffentlichen Gebäuden steht häufig im Widerspruch zu einer frühzeitigen Bindung an ein Unternehmen. Um sicherzustellen, dass öffentliche Auftraggeber bei der Beschaffung von Bauleistungen im Sinne einer örtlichen Baukultur und der regionalen Wertschöpfung vor Ort einen fairen und transparenten Wettbewerb ermöglichen, sind nutzungsgerechte kosten- und ressourcensparende Systemlösungsansätze gefragt, die einen freien Wettbewerb zulassen.

Das von der Hochschule Wismar und seinen Verbundpartnern entwickelte und am Beispiel von Umsetzungsprojekten (Neubau Schule/Kita/Bauen mit Bestand) überprüfte Holzbausystem antwortet in seiner Struktur auf die dargestellten Problemstellungen. Es ist offen verfügbar und unterstützt mit seinem Angebot an systemischen Bauteillösungen die Entwicklung eines für die Nutzung und auf den Ort abgestimmten Konzepts.

Als offenes System ist es für alle Anwendenden nutzbar und beliebig durch eigens entwickelte Systembauteile erweiterbar. Eine Beteiligung von KMU der Holzwirtschaft aus der Region ist bei Verwendung von Rahmen- und Holzbalkendeckenkonstruktionen – oder in Kooperation mit Systemanbietern von Tafel- und Hohlkastendeckenelementen – möglich.

Die Projektergebnisse werden auf der Website www.systaholz.eu dokumentiert und in einem praxisorientierten Leitfaden, der die Systemanwendung für Planende, Kommunen und ausführende Betriebe darstellt, aufgezeigt. Sie sollen weiterführend diskutiert und in einem Anschlussvorhaben konkretisiert werden.

Eine einfache, problemlose und schnelle Umsetzung des Holzbausystems soll mittels statischer und physikalischer Vorbemessungen, Systemausschreibungstexten und Richtpreisangaben (Typenstatik/Vorzertifizierungen) ermöglicht werden.



Website: www.systaholz.eu

Herausforderungen

Der Anteil öffentlicher Bauvorhaben am gesamten Markt für Hoch- und Tiefbau in Deutschland liegt bei rund einem Viertel. Im Jahr 2023 belief sich der Umsatz im öffentlichen Bau insgesamt auf etwa 44,6 Milliarden Euro, wovon der öffentliche Hochbau ca. 9,4 Milliarden Euro ausmachte (Zentralverband Deutsches Baugewerbe 2024). Im Gebäudebestand entfallen etwa 9 % der rund 2,7 Millionen Nichtwohngebäude in Deutschland auf die öffentliche Hand. Dies entspricht etwa 240.000 öffentlichen Gebäuden, von denen ein erheblicher Teil kommunal geführt wird (DESTATIS 2023a). Im Bildungsbereich tragen Länder und Kommunen als Schulträger die Verantwortung für die bauliche Ausstattung. Im Schuljahr 2022/23 gab es in Deutschland 32.666 allgemeinbildende Schulen (Kultusministerkonferenz 2023). Hinzu kommen 60.045 Kindertagesstätten, davon 19.930 Einrichtungen in öffentlicher Trägerschaft (DESTATIS 2023b). Im Bereich der beruflichen Bildung existieren rund 12.000 Einrichtungen (BIBB 2023), ergänzt durch 422 Hochschulen (DESTATIS 2023c).

Insgesamt ergibt sich somit ein Bestand von etwa 105.000 Gebäuden im schulischen und hochschulischen Bereich.

Instandhaltungslücken

Auf den Bereich Schulen entfällt laut KfW-Kommunalpanel 2021 mit 11 Milliarden Euro/Jahr der größte Anteil der geplanten kommunalen Investitionen.

Doch diese Mittel sind noch nicht ausreichend, die bereits vorhandene Infrastruktur zu erhalten, denn auf die Schulen entfällt mit 46,5 Milliarden Euro bzw. 31 % zugleich der größte Anteil des wahrgenommenen kommunalen Investitionsrückstands von insgesamt 149 Milliarden Euro.

Der öffentliche Bau ist ein wichtiger Auftraggeber für die Bauwirtschaft, und seine Entwicklung hat direkten Einfluss auf die gesamte Branche. Zusätzlich zu den reinen Bauinvestitionen gibt es auch andere Faktoren, die den öffentlichen Bau beeinflussen, wie zum Beispiel die Kapazitätsauslastung im Baugewerbe und die Verfügbarkeit von Fachkräften.

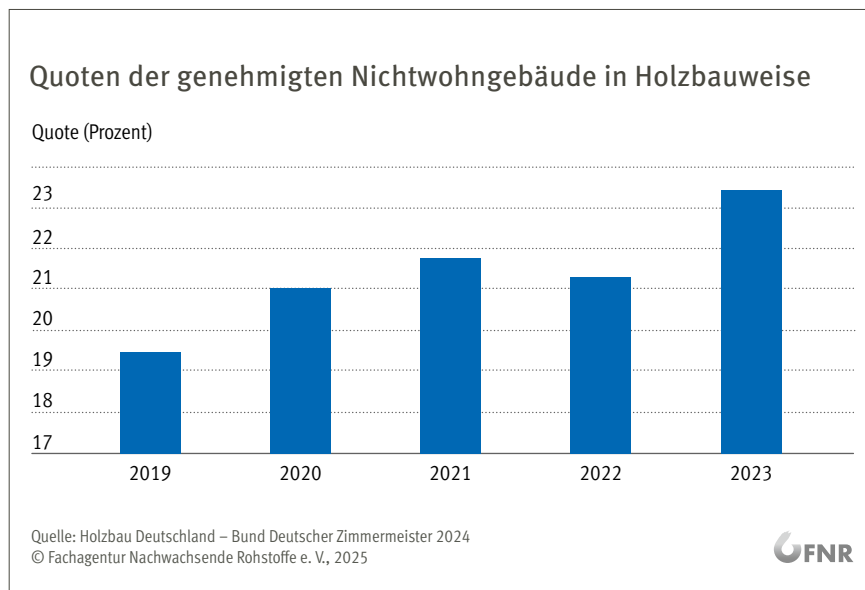


Abbildung 1:
Quoten der genehmigten
Nichtwohngebäude in
Holzbauweise

DEFIZITE IM BESTAND

1. Instandhaltungsrückstau: häufig hoher Modernisierungsbedarf durch veraltete Hülle/Technik.
2. Nutzungsdefizite: vorhandene Räume entsprechen häufig nicht den Bedarfen an zukunftsweisende moderne Lehr-/Lernformen, Ganztagesbetreuung, Essensversorgung.
3. Hohe Betriebskosten: häufig hoher Energieverbrauch im Betrieb durch Wärmeverluste und Kühlbedarf (unzureichender sommerlicher Wärmeschutz), Reinigungs-, Instandhaltungskosten.
4. Klimaschutzziele verfehlt: CO₂-Emissionen, Müllaufkommen und Wasserbedarf hoch, zum Beispiel durch Nutzung von fossilen Energieträgern (zu wenig erneuerbare Energien), fehlendes Müllkonzept und Brauch-/Regenwassernutzung, Versickerung und Retention.
5. Innenluftqualität häufig nicht ausreichend: durch z.B. unzureichende Lüftung oder Verwendung von Materialien mit Schadstoffbelastungen.
6. Geringe Raumauslastung: häufig nur monofunktional nutzbare Räume, wenig Doppelnutzung.
7. Digitale Ausstattung lückenhaft: wegen technischem Fortschritt und ständigem Erneuerungsbedarf.
8. Inklusion unzureichend umgesetzt: Barrierefreiheit entspricht nicht den Anforderungen und ist unvollständig.
9. Bestandsuntersuchung unvollständig: Dokumentation häufig unzureichend/uneinheitlich, fehlende Nutzung von digitalen Hilfsmitteln, z. B. Building Information Tools (BIM).



Bestand einer Schule in Stralsund

Vorbildfunktion

Die öffentliche Hand spielt eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung von Maßnahmen für den Klimaschutz und sollte als Vorbild vorangehen. Dies beinhaltet eine Vorbildfunktion bei der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden, im Neubau, bei der Beschaffung von nachhaltigen Materialien und bei der Förderung von klimafreundlichen Mobilitätskonzepten. Durch eine konsequente Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen können öffentliche Bauherrschaften nicht nur ihren eigenen ökologischen Fußabdruck verringern, sondern auch eine Signalwirkung für die gesamte Gesellschaft erzielen und so Zukunftsinvestitionen in den Klimaschutz fördern.

Die Vielfalt des Angebotes an Bauweisen und der Markt der Anbieter von Bausystemen haben sich entsprechend verändert. In den letzten Jahren hat das Bewusstsein für Umweltfragen und Nachhaltigkeit bei den verantwortlichen Entscheidenden zugenommen.

In diesem Kontext hat das Bauen mit Holz als ökologisch verträgliche Alternative zu herkömmlichen Baumaterialien an Bedeutung gewonnen.

Standards hinterfragen

Gesetzliche Regularien erweisen sich oft als Hindernis für die Holzverwendung bei öffentlichen Bauvorhaben. Zum Beispiel wurden öffentliche Bauwerke aus Holz oft als Sonderbauwerke der Gebäudeklassen 4 und 5 eingestuft, was erhöhte Brandschutzanforderungen mit sich brachte.

Darüber hinaus müssen öffentliche Gebäude erhöhte Anforderungen an Schall- und Feuchteschutz sowie an schadstoffreies Bauen erfüllen. Eine weitere Hürde für öffentliche Bauherrschaften ist die frühzeitige Entscheidung für eine der zahlreichen konkurrierenden Holzbauoptionen auf dem Markt, wie etwa Holzrahmenbau, Raumzellen, Holz-Massivbau oder Systeme mit Holz-Verbundmaterialien.

Ohne eine klare und frühe Festlegung auf ein bestimmtes System ist eine verlässliche Detail- und Baukostenplanung kaum möglich. Damit entstehen Risiken für Bauherren, die eine breite Anwendung des Holzbaus im öffentlichen Bereich bislang hemmen.

Schul- und Kitagebäude der öffentlichen Hand weisen häufig Defizite der Instandhaltung, Nutzung, Energieverbrauch, Digitalisierung, Klimaschutz, Raumbelastung, Schadstoffbelastung, Barrierefreiheit und Inklusion auf.

Zur Erfassung der Defizite ist zunächst eine qualifizierte Bestandsaufnahme erforderlich, z. B. in Form eines BIM-gestützten Zustandskatasters (siehe hierzu auch Leitfaden nachhaltiges Bauen Teil D).

Umfrage Systembedarf

Zur Identifizierung von Bedarfen, Hemmnissen und Chancen für ein standardisiertes Holzbausystem wurden zwei Befragungen durchgeführt: eine unter Kommunen und Städten sowie eine unter Architektinnen und Architekten, Planenden und Holzbauunternehmen. Beide Zielgruppen bestätigten grundsätzlich einen Bedarf an solchen Systemen, wobei die Erwartungen je nach Perspektive unterschiedlich ausfallen.

Bei den Kommunen zeigte sich, dass vor allem wirtschaftliche und funktionale Kriterien entscheidend sind. Baukosten, Unterhaltskosten und eine bewährte Bauweise stehen klar im Vordergrund, während Aspekte wie Förderung oder Finanzierung nachgeordnet sind.

Auch die Frage nach der Bauweise in Ausschreibungen zeigt ein differenziertes Bild: Knapp die Hälfte der Kommunen bevorzugt Holz, während ein ähnlich großer Anteil baustoffneutral ausschreibt. Nur ein sehr geringer Teil schließt Holz explizit aus.

Insgesamt machen die Ergebnisse deutlich, dass ein Bedarf für standardisierte Holzbausysteme vorhanden ist – sowohl auf Seiten der Kommunen als auch bei Planenden und Unternehmen. Während die einen vor allem auf Kostensicherheit und Praktikabilität achten, erwarten die anderen geprüfte Systeme, die Planung und Ausführung erleichtern. Detaillierte Ergebnisse und Auswertungen sind im Projektbericht dokumentiert.

Systembedarf

Der Holzbau gewinnt zunehmend an Bedeutung, da er zentrale Antworten auf aktuelle Herausforderungen im Bauwesen bietet. Neben ökologischen Vorteilen stehen dabei technologische Entwicklungen, gesellschaftliche Akzeptanz und regulatorische Rahmenbedingungen im Fokus. Besonders im öffentlichen Bauwesen – etwa bei Schulen und Kitas – lassen sich durch den Einsatz von Holz nachhaltige, gesunde und zukunftsfähige Gebäude realisieren.

Die Zukunft des Holzbaus ist vielversprechend, da die Bauindustrie verstärkt nachhaltige und umweltfreundliche Lösungen sucht.

Die folgend aufgeführten Aspekte sprechen für den Einsatz von Holz bei öffentlichen Gebäuden.

- 1. Nachhaltigkeit und Klimaschutz:** Die steigende Sensibilisierung für Umweltfragen und der Druck zur Reduzierung von CO₂-Emissionen könnten den Holzbau weiter fördern. Holz als nachwachsender Rohstoff und Kohlenstoffspeicher passt gut zu den Zielen des Klimaschutzes.
- 2. Innovative Bautechnologien:** Fortschritte in der Bautechnologie, wie etwa der Einsatz von digitalen

Planungstools, 3-D-Druck und Robotertechnik, könnten den Holzbau effizienter, kostengünstiger und vielfältiger gestalten.

3. **Mehrgeschossiger Holzbau:** Der Trend zu mehrgeschossigen Holzkonstruktionen könnte sich fortsetzen. Fortschritte in Brandschutztechnologien und Baustandards könnten den Einsatz von Holz in höheren Gebäuden weiter ermöglichen.
4. **Kreislaufwirtschaft im Bauwesen:** Der Holzbau passt gut zur Idee der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, indem Holz wiederverwendet, recycelt oder in biologischen Kreisläufen entsorgt werden kann.
5. **Architektonische Vielfalt:** Holz bietet eine breite Palette architektonischer Möglichkeiten. Zukünftige Bauvorhaben könnten die ästhetischen und gestalterischen Qualitäten von Holz stärker nutzen.
6. **Akzeptanz und Bildung:** Ein verstärktes Bewusstsein und eine positive Einstellung gegenüber dem Holzbau in der Gesellschaft, bei Bauherrschaften und Fachleuten könnten dazu beitragen, den Einsatz von Holz zu fördern. Bildungsprogramme und Schulungen könnten dazu beitragen, das nötige Fachwissen zu vermitteln.
7. **Regulatorische Anpassungen:** Die Anpassung von Bauvorschriften und Normen, um den Holzbau zu unterstützen und zu fördern, könnte die Akzeptanz und Umsetzung weiter erleichtern.
8. **Internationale Zusammenarbeit:** Durch den Austausch von Wissen, Erfahrungen und Best Practices auf internationaler Ebene könnten Länder voneinander lernen.

Angesichts der zunehmenden Sensibilisierung für Umweltfragen und nachhaltiges Bauen gewinnt der Einsatz von Holz als Baustoff, insbesondere im öffentlichen Sektor, an Bedeutung. Dieser Trend ist von ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Vorteilen geprägt, die insbesondere bei Schulen und Kitas relevant sind.

Holz als Baustoff zeichnet sich durch Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und die Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks aus.

Im Bereich öffentlicher Gebäude kann der Holzbau ein gesundes und angenehmes Raumklima bieten, das sich positiv auf das Lern- und Wohnumfeld der Nutzenden auswirkt. Gleichzeitig fördert der Holzbau in Schulen und Kitas frühzeitig ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Umweltschutz.

Diese Aspekte unterstreichen die Bedeutung des Holzbaus für öffentliche Einrichtungen und betonen seine Rolle bei der Schaffung nachhaltiger und zukunftsweisender Bauwerke.

Baubedarf an öffentlichen Gebäuden

Die Investitionen in die Wartung und die Instandhaltung von Gebäuden wurden im Zuge der Konsolidierung der öffentlichen Haushalte in den letzten 20 Jahren zurückgestellt. Infolgedessen ist ein großer Investitionsbedarf entstanden. Auch stehen für viele öffentliche Gebäude wegen ihres Lebensalters von über 50 Jahren Grundsanierungen an.

Dementsprechend stellt sich immer häufiger die Frage, ob der Gebäudebestand erneuert und modernisiert werden sollte oder besser Ersatzneubauten an anderer Stelle den zukünftigen Bedarf decken können.

Bei der vergleichenden Untersuchung ist auch eine Abschätzung der Klimafolgen und Umweltschäden zwingend erforderlich. Aus funktionalen und wirtschaftlichen Gründen und zur Vermeidung von Interimslösungen können durchaus auch Ersatzneubauten von Vorteil sein, wenn es sich um umweltverträgliche Gebäudekonzepte handelt, die zum Beispiel eine positive CO₂-Bilanz nachweisen können.

Standard-Holzbausysteme können sowohl im Hinblick auf die Erfüllung des Modernisierungsbedarfes als auch bei Interimslösungen wichtige Lösungsansätze zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes aufzeigen.

Nutzungsbedarfe

Neben finanziellen Engpässen und der Umsetzung der Inklusionsforderungen stehen Schulen vor großen funktionalen Herausforderungen im Zuge der Digitalisierung und einem grundlegenden Wandel im pädagogischen Verständnis von Schule und Unterricht (Ganztagsbetreuung/Mittag-essensversorgung).

Diese Faktoren stellen den Schulbau zusätzlich vor erhebliche Herausforderungen.

Gebäudetypen

Eine Vielzahl von Schulformen und verschiedene pädagogische Konzepte stehen für die Vermittlung von Bildung in Deutschland bereit (zum Beispiel: Grundschulen, Gesamtschulen, Regionalschulen, Gymnasien, Förderschulen, berufliche Schulen, Privatschulen und Abendgymnasien).

Die Bedarfe von Schulgebäuden sind wegen der Vielzahl an unterschiedlichen Typen und der föderalen Struktur des Bildungswesens sehr uneinheitlich. Auch haben sich die Anforderungen an die Gestaltung von Lernräumen in den letzten Jahren für alle Schulformen maßgeblich verändert.

Ein Grund dafür ist auch die Diskussion über die PISA-Studie 2022, die im Vergleich zur PISA-Studie 2018 einen deutlichen Rückgang der Leistungen ergab und eine Neuausrichtung der Schulgesetzgebung angestoßen hat. Die Diskussion über eine zukunftsweisende Ausrichtung der Nutzung kann zu veränderten Anforderungen an Schulräume mit baulichen Anpassungen führen, um optimale Lernbedingungen zu schaffen.

Damit stehen viele Schulen und Bildungseinrichtungen vor der Herausforderung, ihre Räumlichkeiten an die Bedürfnisse einer zeitgemäßen Pädagogik, der Inklusion und der Einbindung in die Gemeinschaft anzupassen. Eine Nutzungsvervariabilität und Flexibilität der vorhandenen Räume ist bei der Umsetzung zukunftsweisender Nutzungskonzepte von Vorteil.

Die klassischen Mittelflurschulen mit kleinen Klassenräumen sind häufig nur wenig für eine zukunftsweisende Umgestaltung geeignet.

Angestrebte Qualitäten

Wie können Bauherren und Nutzer gemeinsam ein Raumprogramm entwickeln, das die pädagogische Arbeit unterstützt?

Die Definition der Bedürfnisse der Nutzenden und ihre Integration in den Bauprozess sind entscheidend. Hierbei sind bewährte Techniken und Arbeitsmethoden für die Entwicklung dieser Grundlagen von großer Bedeutung. Hierfür müssen Pädagoginnen und Pädagogen, Architektinnen und Architekten sowie Gemeinden zusammenarbeiten, um erfolgreichen Schulbau zu verwirklichen, der nach den sich ständig weiterentwickelnden Bedürfnissen von Bildungseinrichtungen mit einem zukunftsorientierten Ansatz entworfen wird.

Angesichts der aktuellen Veränderung der pädagogischen Erfordernisse an einen zukunftsweisenden Schulneubau, der eine förderliche Lernumgebung bieten soll, sind besondere pädagogische Pflichten zu beachten.

Statt langen monofunktionalen Erschließungsfluren ist eine Raumgestaltung gefragt, die eine Nutzungsvervariabilität ermöglicht und verschiedene pädagogische Ansätze und Unterrichtsmodelle unterstützt. Dazu zählt die Cluster-Bildung oder das Ermöglichen von Gruppen- und Einzelarbeit (Differenzierung).

Des Weiteren brauchen zukunftsweisende Schulen als Räume verschiedene Lernumgebungen, darunter Klassenräume, Labore, Gemeinschaftsbereiche, Stillarbeitsplätze und Räume für kreative Tätigkeiten.



Bauen mit Bestand, Ansicht Gebäudehülle Plus Energie Schule Rostock

Wie können die zukünftigen Nutzungsbedarfe erfüllt werden?

Können wir mit Gebäudekonzepten zur Lösung der Probleme beitragen?

Welche Systeme werden dazu benötigt?

Ziele für einen zukunftsfähigen und nachhaltigen öffentlichen Bau

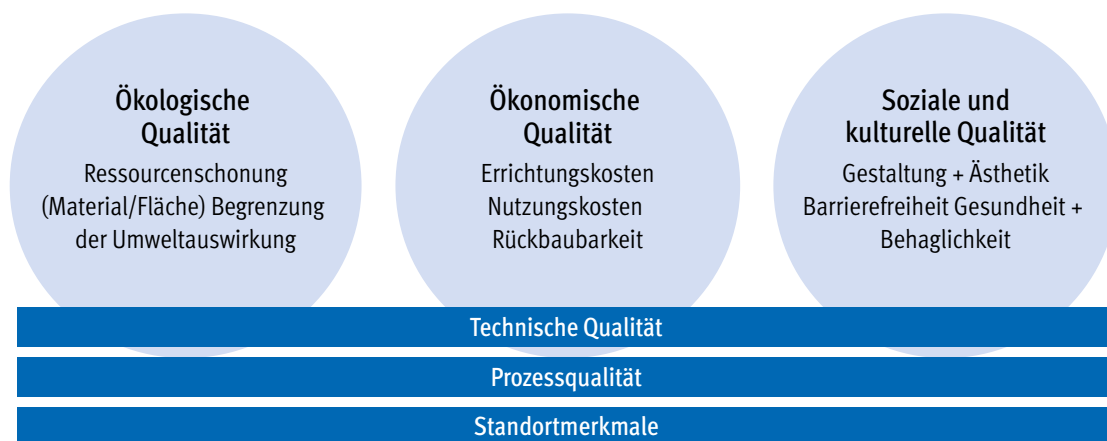
1. Neuen zukunftsfähigen Bildungskonzepten Raum bieten.
2. Einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.
3. Energie sparen und Material sowie Gewicht reduzieren – durch Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und erneuerbarer Energie.
4. Baukosten durch serielle und modulare Vorfertigung reduzieren.
5. Bauen mit hoch qualifizierten Arbeitskräften aus der Region.
6. Reduzierung von Regelungen und Bürokratie.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN BEDARFSERMITTLUNG

1. **Erstellung Bau-Zustandskataster + Priorisierung:** zur Erkennung von Maßnahmen für die Behebung des Instandhaltungsrückstaus, BIM-gestützt, Erstellung Rahmenpläne Instandsetzung.
2. **Erstellung Raumprogramm zur Erkennung der Nutzungsbedarfe:** für eine zukunftsweisende Entwicklung, Ganztagesbetreuung, Mittagessenversorgung, Cluster/Lernlandschaften, adaptives Raster, reversible Trennungen.
3. **Erfassung Betriebskosten, Monitoring:** zur Erkennung der Einsparungspotentiale, z. B. durch außenliegenden Sonnenschutz, Nachtauskühlung, Speichermassen, Hüllsanierung, PV.
4. **Bilanzierung LCC/LCA und CO₂-Budgets:** zur Ermittlung der Klimaschutz-Potentiale, Einsparung von Ressourcen Holzbau/Zirkularität, Materialpass, Nutzung erneuerbarer Energien, Reduzierung des Wasserverbrauchs.
5. **Messung Innenraumqualität:** Nachrüstung von Sensoren Lüftung/Akustik, Erstellung Schadstoffkataster, Sanierungsplan, emissionsarme Materialien.
6. **Untersuchung über mögliche Doppelnutzung von Räumen:** Flächen- und Belegungscontrolling, Multifunktionszonen, modulare Möblierung/Wände.
7. **Überprüfung Basis-IT-Ausstattung** (Strom/Netz), flächendeckendes WLAN, standardisierte Medienachsen.
8. **Überprüfung Barrierefreiheit:** DIN-gerechte Erschließung, barrierefreie WCs, taktile/visuelle Leitsysteme, Differenzierungs-/Rückzugs-/Therapieräume; Akustikstandards.
9. **Beauftragung ausführliche Bestandsdokumentation:** z. B. Erstellung BIM-Bestandsmodell, technische Prüfungen (Tragwerk/HLKS), Datengüte sichern.

Auf Grundlage der Handlungsempfehlungen können in einem Variantenvergleich unterschiedliche Handlungsoptionen zur Ermittlung des Modernisierungs- und Erweiterungsbedarfs mit LCC/LCA/CO₂/Zeit bewertet werden: seriell Sanieren vs. System-Neubau (Holz).

Qualitäten in der Gebäudeplanung



Quelle: Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen (AKH) 2025
© Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2025



Abbildung 2: Qualitäten in der Gebäudeplanung

2 SCHULEN UND KITAS AUS HOLZ IN DEUTSCHLAND

Zur Findung der Problemstellungen und Identifikation bereits bestehender Lösungsansätze dient die folgende Darstellung und Dokumentation ausgewählter Fallbeispiele im Vergleich.

Die gewählten Beispiele stehen stellvertretend für unterschiedliche Systemansätze und Typologien, die Wege zur Lösung der Problemstellungen für eine nutzungsgerechte Architektur aufzeigen können.

Die Auswahl der untersuchten Objekte erfolgte auf Grundlage zur Verfügung stehender Daten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

93 Projektbeispiele im Vergleich

Der Entwurf von Schulen und Kitas orientiert sich an lokalen Bedarfen und beachtet im besten Fall eine lokale Einbettung in die kulturelle Umgebung.

Dennoch gibt es wiederkehrende Charakteristiken wie die Gestaltung der Grundrisstypologie oder die Wahl von Bauteilen und deren Anordnungen im Bauwerk. Um einschätzen zu können, welche Charakteristiken im Schul- und Kita-Holzbau stärker ausgeprägt sind, wurde die folgende Studie durchgeführt. Sie dient nicht zuletzt als Entscheidungshilfe für die vielen verschiedenen Möglichkeiten in der Entwicklung eines Standard-Holzbausystems.

Im Entwurfsprozess fallen zahlreiche Entscheidungen an, die oft auf einer Abstimmung zwischen Bauherrschaften (Bedarfsformulierung), Architektinnen und Architekten

CHECKLISTE ERMITTLUNG MODERNISIERUNGSBEDARF (SCHULEN/KITAS)

1. **Datenlücken Bestandsdokumentation:** Möglichkeiten und Notwendigkeit der Ergänzung und Schließung der Lücke prüfen.
2. **Qualifizierte Bestandsanalyse fehlt:** Möglichkeiten und Notwendigkeit der fehlenden Unterlagen prüfen.
3. **LCA/LCC nicht vorhanden:** Möglichkeiten und Notwendigkeit der Aufstellung der Berechnungen prüfen.
4. **Nachnutzung/Re-Use ungeklärt:** Klärungsnotwendigkeit prüfen.
5. **Nutzungsdefizite (Ganztag, Inklusion, Cluster):** Möglichkeiten durch Veränderung der Organisation, Erweiterung, Aufstockung prüfen.
6. **Erweiterungsbedarf nicht quantifiziert:** Schulentwicklungsplanung, kommunale Entwicklungsplanung, Investitionsplanung, ISEK einsehen.
7. **Technikzustände unscharf (Energie, Lüftung, Akustik, Brand, Feuchte):** Ortsbegehung und Sichtung/Dokumentation.
8. **Barrierefreiheit unvollständig:** Konzeptentwicklung und Prüfung der Möglichkeit der Vervollständigung prüfen.
9. **Betrieb im Bau und Interimsflächen ungeplant:** Aufstellung und Ergänzung gemeinsam mit allen Beteiligten.
10. **Vergabe-/Förderfähigkeit ungesichert:** Notwendigkeit prüfen, Angebot für Förderkonzept erstellen.
11. **Markt-/Kapazitätsrisiken (KMU, Lieferketten) nicht bewertet:** Begleitende Planung einrichten (Baumanagement).
12. **Zirkularität fehlt (Materialpässe, Demontagekonzepte):** Auf Dokumentationspflichten verweisen.

Kategorie	Merkmal	Anzahl				
Nutzung	Kita	51				
	Schule	47				
Etagen	1	13				
	2	54				
	3	23				
	4	3				
Grundrisstypologie	Einbund	24				
	Einbund+	7				
	Zweibund	42				
	Zweibund+	21				
	Zentral/Block	14				
Gebäudedraufsicht	Cluster	19				
	Linie	50				
	Geschwungen	6				
	Winkelbau	16				
	U-Förmig	4				
	Block	30				
	Kamm	2				
Fassadenöffnungen	Gezackt	2				
	Raumhoch	73				
	Sturz	36				
	Brüstung	54				
	Schlitzte	7				
Tragwerk und Tragwerkselemente	Skelett	38				
	HTB	48				
	HMB	39				
	Modul	12				
Aussteifung	Streben	4				
	Scheiben	60				
	Kerne	21				
„Lage Schwelle +/o,- GOF“	+	39				
	o	19				
	-	8				
Dachform	Flach	64				
	Pult	14				
	Sattel	21				
	anders	9				
Dachbauteil	Sparren	34				
	Hohlkasten	9				
	Holzmassiv	25				
	FW-Binder	2				
	nicht identifiziert	22				
Dachüberstand	mit	28				
	ohne	72				
Laubengang	vorhanden	49				
Deckenmaterial	Holz	41				
	Beton	18				
	Hybrid	7				
	nicht identifiziert	28				
Deckenkonstruktion	HBD	9				
	Hohlkastendecke	6				
	Holzmassiv	25				
	Rippendecke Holz	2				
	nicht identifiziert	52				

Abbildung 3: Übersicht der Auswertung von 93 Schulen und Kitas in Holzbauweise

sowie anderen Fachplanenden basieren. Das Ergebnis dieser Abstimmungen ist am realen Bauwerk sichtbar und somit als Entscheidungspunkt erkennbar. Diese Punkte können als Grundlage für die Entwicklung dienen oder auch für die Abstimmung zwischen verschiedenen Fachplanenden.

Weiterhin kann eine favorisierte Auswahl nach gewünschten Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, Wiederverwendbarkeit oder Bietermöglichkeiten analysiert und bewertet werden. Dies wiederum bildet die Grundlage für die Bautypologie, welche in Ausschreibungen und der weiteren Planung berücksichtigt wird.

Allgemein fördert das Aufzeigen von Optionen unter Abwägung der projektspezifischen Besonderheiten die Schaffung einer fundierten Entscheidungsbasis. Ziel war es, nach Ab-

sprache mit den Projektbeteiligten, 100 Projekte zu sichten, um Gebäudeentwurf, Holzbausystem mit den jeweiligen Bauteilen und deren Anordnungen zu katalogisieren. Dies soll eine Grundlage zur Systemfindung von Standard-Systemen ermöglichen. Abbildung 3 zeigt eine entsprechende Übersicht der 93 analysierten Schulen und Kitas in Holzbauweise.

Die Untersuchung zeigt, dass in zahlreichen Schulen verschiedene Bausysteme verwendet werden.

Vertieft werden nachfolgend drei ausgewählte Beispiele, die grundlegende Unterschiede bei den realisierten Holzbausystemen aufweisen, vorgestellt. Diese sollen stellvertretend für die analysierten gebauten Beispiele unterschiedliche Möglichkeiten der Systemanwendung aufzeigen.



Innenraum Kita Wellenreiter



Kita Wellenreiter auf dem Campus der Hochschule Wismar

Eckdaten

- **Standort:** Pfarrkirchen, Deutschland (European Campus Rottal-Inn)
- **Baujahr:** Errichtet 2018
- **Bauherrschaft:** Landkreis Rottal-Inn
- **Architekt:** Architekt Thomas Renner (Landratsamt Rottal-Inn) in Zusammenarbeit mit Ingenieurgesellschaft Klein, Bauer + Graf Engineering und Ingenieurbüro Mitterer
- **Tragwerk:** Holztafelbau, Ausschöpfung von Wandhöhen bis 3,45 m
- **Holzbaufirma/Generalunternehmer:** Haas Fertigbau GmbH (Falkenberg) und Bauunternehmen Rießler (Pfarrkirchen)
- **Systembauweise:** Holztafelbau

Der European Campus Hochschule in Pfarrkirchen ist ein Hochschulgebäude, das auf der Grundlage der Tafelbauweise errichtet wurde. Es basiert auf dem typischen System von Haas Fertigbau, bei dem tragende Wände aus Holztafeln (Konstruktionsvollholz (KVH) und Holzplatten) erstellt werden. Das Raster beträgt 6,8x6,8 m, was eine klare Gliederung der Raumstruktur schafft. Die Klassenräume haben Größen von 80 bis 100 m² und sind durch Flure verbunden.

Im Vergleich zu den anderen Projekten ist die Flexibilität der Raumstruktur begrenzt, da die tragenden Wände fest in die Struktur integriert sind. Erweiterungen sind möglich, erfordern jedoch bauliche Eingriffe. Die Bauzeit variiert je nach Standort und Projektumfang, beträgt aber in der Regel zwölf bis 18 Monate. Das Gebäude kann auf QNG- oder BNB-Silber-Niveau zertifiziert werden, hat jedoch durch die fehlende Nutzung von Plusenergie und den höheren Rohstoffverbrauch (tragende Tafelwände) ein geringeres Potenzial für eine BNB-Gold-Zertifizierung.

Trotz der eingeschränkten Flexibilität der Raumaufteilung bietet der Campus eine stabile und standardisierte Bauweise, die durch die Vorfertigung von Wandelementen in der Haas-Produktionshalle effizient umgesetzt wird. Das Tafelbausystem mit einem Raster von 6,8x6,8 m bietet eine standardisierte Lösung, die durch die Verwendung von Tafelwänden (vorgefertigte Wände) schnell errichtet werden kann. Die Flexibilität der Nutzung ist jedoch aufgrund der tragenden Wände begrenzt.

Das pädagogische Konzept folgt dem klassischen Klassenraumprinzip. Die Räume sind klar voneinander abgegrenzt und der Fokus liegt auf festen Klassenräumen (80 bis 100 m²). Die räumliche Flexibilität ist eingeschränkt, da die Klassenräume durch tragende Wände klar voneinander getrennt sind. Anpassungen sind nur durch bauliche Eingriffe möglich.

Das Tafelbausystem von Haas Fertigbau ermöglicht eine standardisierte Bauweise, die jedoch in Bezug auf Nutzungsflexibilität eingeschränkt ist. Erweiterungen und bauliche Anpassungen sind nur durch Anbau und Eingriffe in die tragende Struktur möglich. Eine Aufstockung erfordert eine zusätzliche statische Verstärkung.

Die Baukosten hängen stark vom Standort und den individuellen Anforderungen ab, sie liegen jedoch typischerweise im Bereich von 2.000 bis 2.500 Euro/m², Stand 2019. Die Nutzung der Systembauweise ist an ein Angebot der Haas Fertigbau GmbH gebunden.

Die Tafelbauweise von Haas Fertigbau verwendet Fichtenholz für die tragenden Wandelemente. Die vorgefertigten Tafeln bestehen aus Konstruktionsvollholz und verleimten Holzplatten. Der Rückbau ist aufwendig, da die tragenden Wände nicht modular zerlegt werden können.

Das Raumklima hängt stark von der eingesetzten HLK-Technik (Heizung, Lüftung, Klima) ab. Die Tageslichtnutzung ist durch die Verwendung von tragenden Außenwandelementen eingeschränkt und die Gebäudegestaltung von der standardisierten Tafelbauweise geprägt. Hohe energetische Qualitäten und Gebäudezertifizierungen nach QNG- oder BNB-Standard sind problemlos möglich.

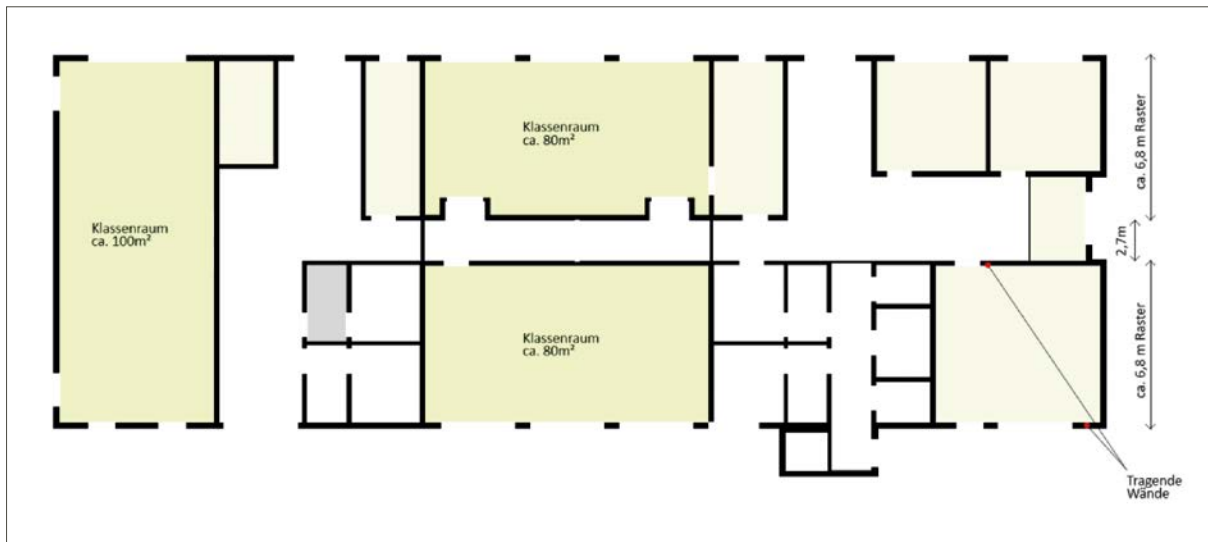


Abbildung 4: Schematischer Grundriss und Konstruktionsprinzip, European Campus Hochschule Pfarrkirchen

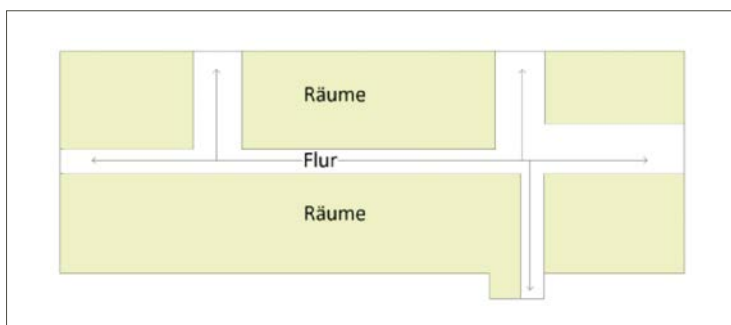


Abbildung 5: Grundrisslayout, European Campus Hochschule Pfarrkirchen

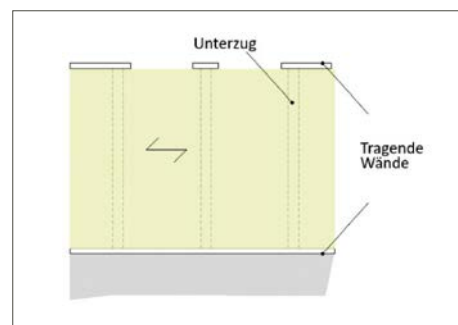


Abbildung 6: Konstruktion, European Campus Hochschule Pfarrkirchen

Eckdaten

- **Standort:** Berlin (unter anderem Bernhard-Grzimek-Grundschule Lichtenberg, Birken-Grundschule Spandau)
- **Baujahr:** Erste HOMEB-Projekte ab Ende 2020/Anfang 2021 realisiert; Pilot Lichtenberg bezugsfertig zum Schuljahresbeginn 2021
- **Bauherrschaft:** Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, Abt. V – Hochbau, Berlin
- **Architekt:** Architekturbüro NKBAK, Frankfurt am Main
- **Tragwerk:** Holzmodulbau mit GLVL-Trägern (verleimtes Furnierschichtholz)
- **Holzbaufirma/Generalunternehmer:** ARGE HOMEB und Kaufmann Bausysteme GmbH (Reuthe, Österreich)
- **Systembauweise:** vollmodularer Holzmodulbau (bis zu 90% Vorfertigung)

Die HOMEB Schulen in Berlin wurde im Rahmen der Berliner Schulbauoffensive errichtet. Sie basiert auf einer vollmodularen Holzbauweise, wobei die Raummodule zu 90 % in einer Produktionshalle vorgefertigt werden. Das Gebäude besteht aus drei Geschossen und bietet eine Bruttogrundfläche von 2.950 m². Das Raumkonzept folgt dem Stammgruppenprinzip, das Stammgruppenräume (62 m²) und Teilungsräume (40 m²) umfasst, die durch Verbindungstüren miteinander verbunden sind. Das System ermöglicht eine flexible Nutzung der Räume. Der Einsatz von motorisierten Fensterlüftungen sowie die Möglichkeit zur Integration von Gründächern und Fotovoltaikanlagen unterstreichen die Nachhaltigkeitsstrategie des Projekts.

Aufgrund der vollständigen Vorfertigung der Module beträgt die Bauzeit nur zehn Monate. Das Gebäude weist eine hohe Demontierbarkeit auf, da die Raummodule transportiert und an einem neuen Standort wiederverwendet werden können. Das Projekt erfüllt viele Kriterien für eine QNG- und BNB-Gold-Zertifizierung, insbesondere durch die Nutzung von zertifizierten Holzprodukten und die hohe Ressourceneffizienz.

Das vollständig modulare System ist auf Effizienz ausgelegt. Der hohe Vorfertigungsgrad (bis zu 90%) ermöglicht eine extrem kurze Bauzeit. Die Module sind demontierbar und transportfähig, was eine hohe Wiederverwendbarkeit gewährleistet. Das Konzept der vollmodularen Holzbauweise ermöglicht eine leichte horizontale Erweiterung durch das Hinzufügen zusätzlicher Module. Die Möglichkeit der Aufstockung ist eingeschränkt, da das Gebäude bereits drei Geschosse umfasst. Die Haustechnik ist in den Modulen integriert und vorinstalliert, wodurch eine nachträgliche Anpassung, Änderung oder Erweiterung nur eingeschränkt möglich ist.

Die Baukosten belaufen sich auf 6,4 Millionen Euro für eine Bruttogrundfläche von 2.950 m², was zu Kosten von 2.157 Euro/m² führt. Durch den Generalunternehmervertrag sind die finanziellen Risiken niedrig, da die Kosten bereits fixiert sind.

Das Gebäude besteht aus Raummodulen aus Fichtenholz, die zu 90 % in einer Produktionshalle vorgefertigt werden. Die Fassade besteht aus einer Mischung aus Holz- und Aluminiumverkleidungen. Durch die Nutzung zertifizierter Holzprodukte und die Integration eines Gründaches wird die Nachhaltigkeit des Gebäudes unterstützt.

Die LCA-Bilanz der HOMEB Schulen in Berlin ist sehr gut, da die Holzmodule mit einem hohen Vorfertigungsgrad gefertigt werden, was die Bauzeit verkürzt und die Bauemissionen reduziert. Die Module können bei einem Rückbau transportiert und an anderer Stelle wiederverwendet werden.

Die Raumqualität der HOMEB Schulen in Berlin ist hoch – mit Fensterbändern, natürlicher Belüftung durch motorisierte Fenster und Holzoberflächen, die zur Ästhetik und Akustik beitragen. Die Akustik im Flurbereich ist jedoch weniger optimiert.

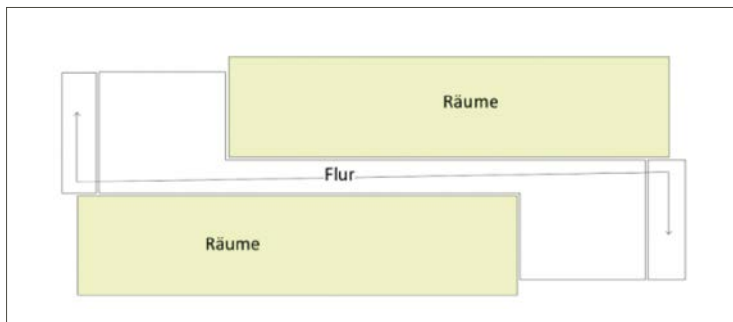


Abbildung 7: Grundrisslayout, HOMEB Schulen in Berlin

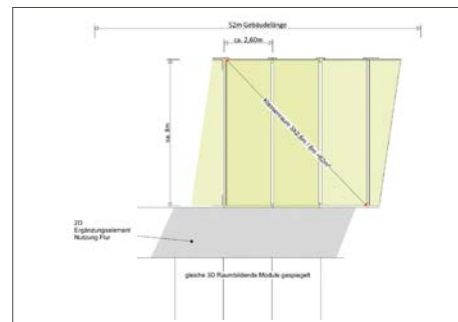


Abbildung 8: Klassenraumausschnitt, HOMEB Schulen in Berlin

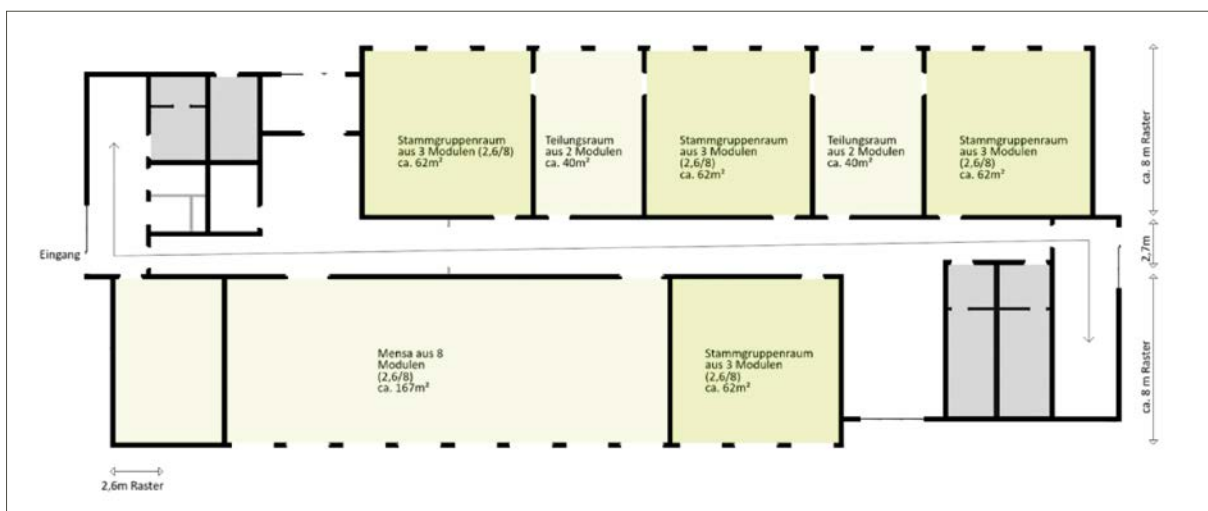


Abbildung 9: Konstruktionsprinzip, HOMEB Schulen in Berlin

Eckdaten

- **Standort:** Diedorf (bei Augsburg), Deutschland
- **Baujahr:** Fertigstellung im September 2015
- **Bauherrschaft:** Landkreis Augsburg, vertreten durch Landrat Martin Sailer
- **Architekt:** Arge Hermann Kaufmann + Partner ZT GmbH (Schwarzach/AT) und Florian Nagler Architekten GmbH (München)
- **Tragwerk:** Holzskelettbau mit Brettspertholz (BSP) und Holz-Beton-Verbunddecken (HBV)
- **Holzbaufirma:** Kaufmann Bausysteme GmbH (Reuthe/AT); ergänzend zudem Merk Timber GmbH (Aichach/DE)
- **Systembauweise:** Holzskelettbau

Das Schmuttertäl-Gymnasium in Diedorf ist ein innovatives Schulgebäude, das als Modellprojekt für nachhaltige Schulbauten gilt. Es wurde in Holzskelettbauweise mit Brettspertholz und Holz-Beton-Verbunddecken errichtet. Das architektonische Konzept basiert auf offenen Lernlandschaften, die eine flexible Raumaufteilung ermöglichen. Mit einem Raster von 2,70 m ist die Struktur flexibel und kann einfach an zukünftige pädagogische Anforderungen angepasst werden.

Das Gebäude ist ein Plusenergiehaus, das mehr Energie erzeugt, als es verbraucht. Die Akustik wird durch den Einsatz von Holzoberflächen optimiert, während die Tageslichtnutzung durch Oberlichter und große Glasflächen maximiert wird. Dank der nachhaltigen Materialwahl und der Demontierbarkeit der Holz-Beton-Verbundelemente hat das Schmuttertäl-Gymnasium ein hohes Potenzial für die QNG- und BNB-Gold-Zertifizierung. Mit einer Bruttogrundfläche von 16.046 m² ist das Projekt sowohl technisch als auch pädagogisch ein Vorbild für zukunftsorientierte Schulgebäude.

Die Lernlandschaften sind offen und variabel, die Rasterstruktur von 2,70x2,70 m ermöglicht flexible Raumnutzungen. Das Plusenergiehaus zeigt eine fortschrittliche Nachhaltigkeitsstrategie.

Dank der Holzskelettbauweise ist die Flexibilität und Erweiterbarkeit besonders hoch. Sowohl vertikale als auch horizontale Erweiterungen sind möglich, und die offene Lernlandschaft erlaubt eine Anpassung an veränderte pädagogische Anforderungen. Der Zugang zur Haustechnik ist einfach, da sie in zentralen Schächten verlegt ist.

Die Baukosten betragen ca. 18 Millionen Euro bei einer Bruttogrundfläche von 16.046 m², was einem Preis von rund 1.122 Euro/m² (KG 300) entspricht. Die Betriebskosten sind aufgrund der Plusenergiehaus-Technologie sehr niedrig, da das Gebäude mehr Energie produziert, als es verbraucht. Die Bauzeit ist durch die Vorfertigung von Holz- und Betonelementen kurz.

Das Gymnasium verwendet Brettspertholz und HBV-Decken, die sowohl als Konstruktionselemente als auch als sichtbare Systemelemente eingesetzt werden. Der Holzverbrauch für das Tragwerk ist aufgrund der Holzskelettbauweise hoch, allerdings trägt das Gymnasium durch die Plusenergie-Technologie zur Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks bei. Die Kombination aus BSP-Elementen und HBV-Decken reduziert den Rohstoffbedarf.

Bei der Analyse der Beispiele haben sich im Vergleich wichtige Systemanforderungen und für die Anwendung entscheidende Unterschiede bei den verwendeten Holzbausystemen herausgestellt.

Die Darstellung zeigt wichtige systemrelevante Anforderungen beispielhaft auf ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

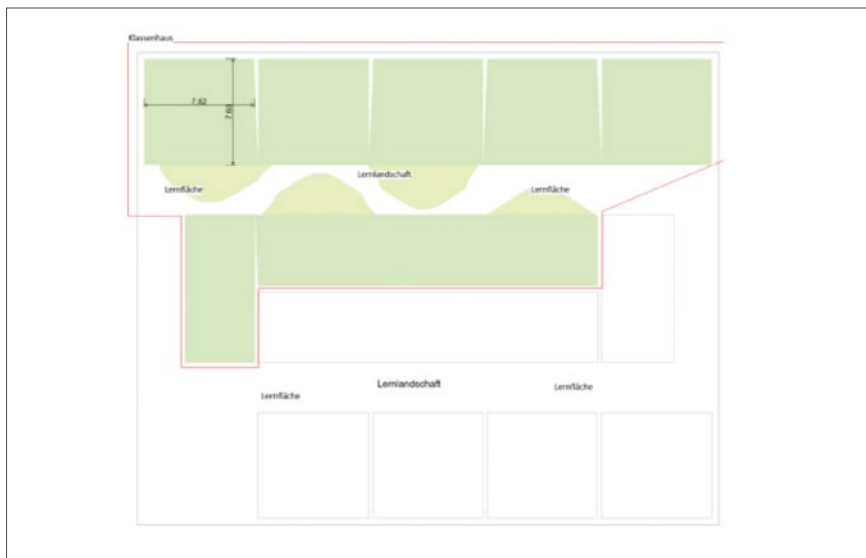


Abbildung 10: Schematische Darstellung einer Lernlandschaft, Schmuttertal-Gymnasium Diedorf

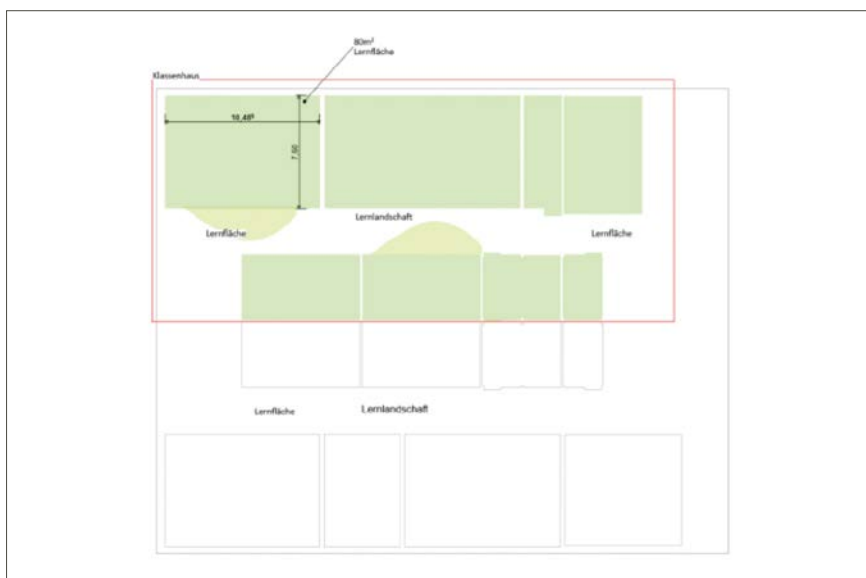


Abbildung 11: Schematische Darstellung einer Lernlandschaft, Schmuttertal-Gymnasium Diedorf

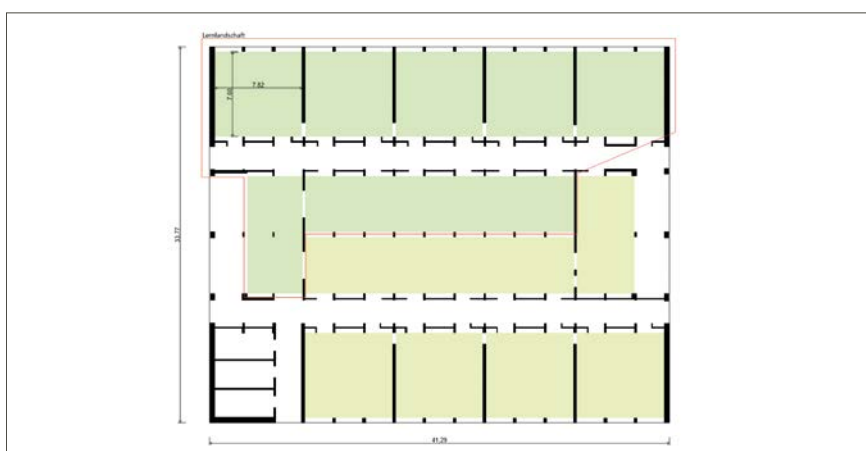


Abbildung 12: Schematischer Grundriss und Konstruktionsprinzip, Schmuttertal-Gymnasium Diedorf

Systemanforderungen

Zur Entwicklung geeigneter Bausysteme aus Holz ist eine Klärung der Systemanforderungen notwendig. Im Rahmen des Forschungsprojektes HO_SY wurde dazu ein umfangreiches Pflichtenheft erstellt, das die bauphysikalischen Standards – Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutzanforderungen – im Einzelnen beinhaltet.

Im Folgenden werden einige wichtige und systemrelevante Anforderungen beispielhaft ohne Anspruch auf Vollständigkeit dargestellt.

Die Diskussion der Systemanforderungen und Standarderfüllung unter den Bau- und Planungsbeteiligten hat sich als ein wesentlicher Aspekt herausgestellt. Wichtige Ansätze zu einer Neudefinition, Abwägung und Hinterfragung von baulichen Standards erfolgen mit dem Ziel, bezahlbarere Lösungen zu ermöglichen und Genehmigungsprozesse zu verkürzen.

Die Herausforderung dabei besteht vor allem in der rechtlichen Eindeutigkeit und Beibehaltung wichtiger Qualitätsmerkmale.

Die Erfüllung der (allgemein) anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) ist für den Entwurf und die Ausführung von baulichen Anlagen oder technischen Objekten gesetzlich vorgeschrieben. Dies gilt auch für die Anwendung und Entwicklung von Bausystemen.

Angesichts der Hemmnisse beim Bau von öffentlichen Gebäuden, wie komplizierte und langandauernde Genehmigungs- und Nachweisverfahren, ist im Zuge der Entbürokratisierungsbestrebungen und der Möglichkeiten der Digitalisierung eine weitreichende politische Diskussion über Standardhinterfragung und einfachere Prozesse und Verfahren entstanden.

Der Holzbau hat diesbezüglich durch die zur Umsetzung erforderlichen holzbauspezifischen komplexen Detailnachweise zur Erfüllung der statischen und physikalischen Anforderungen Nachteile.

Gesetzgebungen auf Bundesebene (z. B.: Holzbau-Musterverordnung, Gebäudetyp E) und der Länder (Hamburger-Standard, Einfach Gut, Gebäudetyp E, Bremer Weg etc.) bieten Ansätze der Vereinfachung und Beschleunigung der Planungs- und Bauprozesse.

Holzbausysteme bieten den Vorteil und die Möglichkeit, durch das Angebot typisierter und standardisierter Bauelemente die Planungs- und Genehmigungsprozesse zu beschleunigen. Sie können daher einen wichtigen Beitrag für den Abbau der Hemmnisse und zur Beschleunigung der Bauprozesse leisten.

Sie sollten daher offen zugänglich und für alle nutzbar sein.

Die föderale Struktur der Baugesetzgebung ist allerdings für die Zulassungen von Bausystemen nachteilig. Typenzulassungen, Zertifizierungen und Prüfzeugnisse sollten im Zuge der Vereinfachung, sofern eine Zulassung in einem Land besteht, offen für das gesamte Bundesgebiet zugelassen sein.

Qualitätssicherung

Die nachfolgend aufgeführten ausgewählten technischen Standards stehen stellvertretend für die Vielzahl an systemrelevanten Aspekten, die zur Erfüllung der Qualitätsstandards erforderlich sind.

Sie werden entsprechend den Grundanforderungen des Qualitätssiegels „Nachhaltiges Gebäude“ geführt und entsprechen den allgemein anerkannten Standards einer Nachhaltigkeitszertifizierung.

Eine ausführliche Darstellung der Anforderungen ist im Pflichtenheft des Forschungsvorhabens dokumentiert.

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Komfort, Innenraumlufthygiene, Benutzerfreundlichkeit von technischen Anlagen, aber auch Barrierefreiheit und Sicherheit sind besonders wichtige Qualitätsanforderungen, die in jedem Bau von Kitas und Schulen von übergeordneter Bedeutung sind. Daher sollten Nutzende sowie Planende im partizipativen Prozess bei der Auswahl zur Findung des passenden Systems mitwirken können.

Ökonomische Qualität

Die ökonomische Qualität des Holzbausystems und die Beurteilung der Kosten im Lebenszyklus sind für die Auswahl und Entscheidung über das gewählte System entscheidend. Die Ermittlung der Lebenszykluskosten (LCC) einschließlich der Merkmale wie Wertstabilität und Anpassbarkeit, sollte daher frühzeitig begonnen werden und, wenn möglich, über Typenzertifizierungen der Systembauteile erfolgen.

Ökologische Qualität

Klimaschutz und Umwelt sind für die öffentliche Hand unverzichtbare Kriterien geworden, die insbesondere bei Bildungsbauten zu Projekten mit Vorbildfunktion führen sollten. Ökologische Anforderungen umfassen unter anderem die Verwendung nachwachsender Rohstoffe, erneuerbarer Energien, eine positive CO₂-Bilanz sowie Recyclingfähigkeit. Die ökologische Qualität, mögliche Umweltwirkungen, das Treibhausgaspotenzial, die Inanspruchnahme von Ressourcen sowie Schad- und Risikostoffe in Baumaterialien sollten im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse bei der Auswahl des Systemansatzes frühzeitig ermittelt werden und über Typenzertifizierungen der Systembauteile nachgewiesen werden.

Technische Qualität

Die technische Qualität ist für die Entwicklung, Anwendung und Vermarktung von Bausystemen bedeutend, da die Umsetz- und Realisierbarkeit des Systems häufig von der Art und Ausführung bautechnischer Komponenten abhängig ist. Die Konzeption der Baukonstruktion, bestehend aus Tragwerk, Gebäudehülle und Technik, und ihre Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit sind prägende Faktoren für die technische Qualität eines Gebäudes. Die technischen Anforderungen betreffen Tragfähigkeit, Stabilität und Dauerhaftigkeit eines Gebäudes sowie bauphysikalische Aspekte des Wärme-, Schall-, Feuchte- und Brandschutzes. Aus den bauphysikalischen Aspekten leiten sich die notwendigen gebäudetechnischen Systemkomponenten ab.

Prozessqualität

Die Prozessqualität ist insbesondere für den Systembau entscheidend. Mit der Entscheidung über Art, Struktur und Organisation der systembildenden Prozesse werden die wichtigsten Anforderungen an Planung, Bau und Vorbereitung für eine gelingende Umsetzung festgelegt. Digitale Hilfsmittel (BIM, Konfigurator etc.) können bei der Umsetzung und Gestaltung der Prozesse unterstützen.

Komfort und Funktionalität

Die Nutzung steht im Vordergrund jeder Planung und die Erfüllung der damit verbundenen funktionalen Anforderungen ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Gebäuden. Geeignete Bausysteme sollten daher Räume ermöglichen, die eine komfortable, gesunde und inklusive Nutzung von Gebäuden bieten.

Bei der Auswahl von geeigneten Bausystemen für öffentliche Gebäude sollten aus Gründen des Komforts und der Funktionalität folgende Kriterien berücksichtigt werden, um die Grundanforderungen an Gesundheit, Leistungsfähigkeit, Nutzerzufriedenheit, Privatheit und Vertraulichkeit zu erfüllen (Auswahl ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Sicherstellung einer hohen Nutzerzufriedenheit.
- Barrierefreiheit auf dem Grundstück und im Gebäude.
- thermischen Komfort im Sommer und im Winter.
- Versorgung mit Tageslicht und Kunstlicht.
- Sichtbeziehungen nach außen.
- Schallschutz und Raumakustik.

Ressourceninanspruchnahme und Umweltwirkungen

Bei der Auswahl geeigneter Bausysteme für die Erstellung und Modernisierung von öffentlichen Gebäuden sollte berücksichtigt werden, dass die Errichtung von Bauwerken in erheblichem Umfang Ressourcen beansprucht und hohe Umweltwirkungen verursacht.

Bei der Auswahl von geeigneten Bausystemen für öffentliche Gebäude sollten aus Gründen des Ressourcen- und Umweltschutzes folgende Kriterien berücksichtigt werden

(Auswahl ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Flächeninanspruchnahme.
- Ressourceninanspruchnahme.
- Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion.
- Reduktion von Risiken für die Gesundheit und die lokale Umwelt.
- Trinkwasserbedarf in der Nutzungsphase.

Effizienz, Kosten und langfristige Wertstabilität

Der Bau von öffentlichen Gebäuden führt bei der Errichtung zu hohen Kosten und der Bindung von Kapital für einen langen Zeitraum. Gleichzeitig müssen sie dauerhaft instandgehalten und betrieben werden. Geeignete Bausysteme müssen daher so konzipiert werden, dass sie zu einem langfristigen Werterhalt mit angemessenen Baunutzungskosten führen.

Bei der Auswahl von geeigneten Bausystemen für öffentliche Gebäude sollten aus Gründen der Effizienz, der Kosten und der langfristigen Wertstabilität folgende Kriterien berücksichtigt werden (Auswahl ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Nutzerbedürfnisse und Nutzungsbedingungen für eine langfristige Nutzbarkeit.
- Flächeneffizienz als Merkmal der Qualität der Grundrisslösung.

Planungsprozesse und Voraussetzung für die Bewirtschaftung

Da unter Betrachtung der Lebenszyklusplanung bei der Erstellung eines Gebäudes mit der Festlegung eines Bausystems wichtige Grundlagen für die langfristige Bewirtschaftung geschaffen werden, sollten bei der Projektvorbereitung und Auswahl des geeigneten Bausystems die Aspekte zur Optimierung des Gebäudebetriebes bereits in der Planung Berücksichtigung finden. Die einzelnen Anforderungen sind detailliert in Kriteriensteckbriefen der QNG-registrierten Bewertungssysteme hinterlegt. Für die Findung geeigneter Holzbausysteme findet sich im ausführlichen Bericht des Vorhabens ein Pflichtenheft mit einer umfassenden Checkliste zu den spezifischen Anforderungen an Standard-Holzbausysteme für öffentliche Gebäude im Kita- und Schulbau.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR ERSTELLUNG EINES MODERNISIERUNGSKONZEPTES FÜR SCHULEN UND KITAS IN DEUTSCHLAND, ÖSTERREICH UND DER SCHWEIZ

1. **BIM-Bestandsmodell aufbauen:** vorhandene Pläne sichten, Vermessung/Scan, Verbräuche und Betriebsdaten der letzten 3 Jahre erfassen.
2. **Qualifizierte Bedarfsanforderung (QBA) erstellen:** mit Zustandsklassen, Maßnahmen- und Kostenpfaden.
3. **Ziele Planende–Bauende vereinbaren:** LCA/LCC ab LPH 1, CO₂-Emission, Nachhaltigkeits-Standard QNG, BNB, DGNB und Kostenziele festlegen.
4. **Szenarien abstimmen:** Weiternutzung, Umnutzung, Erweiterung, Rückbau, Re-Use-Quote definieren.
5. **Raumprogramm ermitteln:** Nutzungszeiten, Cluster/Differenzierung, Funktionsraster und pädagogisches Konzept abstimmen.
6. **Flächenbilanz und Fehlflächen vereinbaren:** Erweiterungsmodule (Aufstockung/Anbau).
7. **Messungen/Prüfungen bestimmen:** Thermo, Akustik, Luft, Feuchte, Monitoring/Zertifizierung, Typenaufbauten.
8. **Barrierefrei-Konzept entwickeln:** Erschließung, WCs, Leitsysteme, Orientierung.
9. **Interims- und Bauphasenlogistik abstimmen:** Lärm-/Sicherheitskonzept, Etappierung.
10. **Fördercheckliste besprechen:** Ausschreibung und Art und Termin der Vergabe von Leistungen abstimmen, funktionale Leistungsbeschreibung, Losbildung für KMU.
11. **Markt- und Kapazitätscheck Bausystem:** System anbietende, Vorfertigungsgrad, Terminrisiken steuern.
12. **Zirkularitätsplan konzipieren:** Definition Bauteil-/Modulgrößen, Material-/Gebäudepass, trennbare Schichten, Schraubverbindungen.



Neubau Unsekinder Schulgebäude in Stralsund, Modellfoto

Spezifische Anforderungen für den Holzsystembau

Besonders hervorzuheben im Holzsystembau für öffentliche Gebäude sind die besonderen regulatorischen, technologischen und logistischen Anforderungen. Diese lassen sich wie folgt beschreiben:

Öffentliche Bauprojekte unterliegen einer Vielzahl von zusätzlichen regulatorischen Vorgaben der öffentlichen Vergabe und Verfahrensabläufe, die unter anderem durch eine differenzierte Auslegung und Handhabung von Bauordnungen, Normen und des Brandschutzes bestimmt werden.

Technologische Anforderungen umfassen zusätzliche Vorgaben der Nachweisführung und Überwachung bei der Nutzung moderner industrialisierter Bauweisen, zum Beispiel mit hohem Vorfertigungsgrad und einer zunehmend automatisierten Produktion.

Auch bestehen gesonderte Anforderungen bezüglich Transport und Logistik, des Bauprodukt- und Lieferkettennachweises und der Untersuchung effizienter Transportwege durch Größenbegrenzungen für Bauelemente oder geeigneter Krantechnik für die Montage.

Ein öffentliches Gebäude muss über seine Lebensdauer hinweg flexibel und anpassungsfähig sein. Daher umfassen Nutzungsanforderungen eine variable Raumaufteilung sowie barrierefreie Gestaltung. Modularität und Anpassungsfähigkeit spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle, um Gebäude für unterschiedliche Zwecke nutzbar zu machen. Gleichzeitig sind einfache Montage- und Demontagemöglichkeiten gefordert, die durch eine hohe Vorfertigung im Werk erleichtert werden können.

Systembauweisen sind ohne Nutzung digitaler Hilfsmittel undenkbar geworden. Die Digitalisierung der Bauplanungs- und Vorfertigungsprozesse kann zur Vereinfachung der Systemanwendung führen.

Durch die Integration von Building Information Modeling (BIM) werden eine präzisere Planung, eine Simulation und die Verwaltung von Bauprojekten ermöglicht, was zu einer Reduzierung von Fehlern und damit insbesondere zu einer Steigerung der Effizienz beitragen kann.

Systemanforderung Vorfertigung

Transport von Tafeldecken und Kastenelementen

Der Transport von vorgefertigten Bauelementen wie Tafeldecken und Kastenelementen stellt eine Herausforderung dar, insbesondere im Hinblick auf Logistik und Handling. Die Wahl der Elementgröße spielt eine wesentliche Rolle bei der Optimierung der Transportkosten und der Maximierung der Effizienz auf der Baustelle.

Transportanforderungen und Logistik

Kleinere Deckenelemente, beispielsweise mit einer Breite von 1 m, bieten den Vorteil einer einfacheren Handhabung und eines flexibleren Transports. Diese kompakten Elemente können problemlos mit kleineren Transportfahrzeugen bewegt werden, was besonders bei Baustellen mit eingeschränktem Zugang oder in städtischen Gebieten von Vorteil ist.

Größere Deckenelemente mit Breiten von bis zu 2,4 oder 2,7 m erfordern hingegen spezielle Transportmittel. Dies kann zu höheren Baukosten führen, die durch die geringere Anzahl an Elementen pro Bauabschnitt jedoch teilweise kompensiert werden können. Die Reduktion der Anzahl der Transportfahrten trägt zur Zeit- und Kostenersparnis bei, wenn große Mengen an Elementen effizient gebündelt werden.

Lagerung auf der Baustelle

Die Lagerung von Tafeldecken und Kastenelementen auf der Baustelle muss ebenfalls berücksichtigt werden.

Schmale Elemente lassen sich einfacher stapeln und auf begrenztem Raum lagern, was insbesondere bei beengten Baustellen ein Vorteil sein kann.

Breitere Elemente erfordern eine durchdachte Lagerplanung, um die effiziente Entnahme und Montage sicherzustellen.

Auch besteht die Möglichkeit, Teilfertigungen oder Montagen zu größeren Einheiten, bei ausreichend zur Verfügung stehenden Baustellenflächen, in speziellen Baustellenfertigungen zu organisieren.

Digitale Werkzeuge, wie Building Information Modeling (BIM) und Logistik Software mit Lean-Management-Tools, können hier unterstützend eingesetzt werden, um Lager- und Montageprozesse zu optimieren und Engpässe zu vermeiden.

Systemanforderung Elementbreiten und Fuganteil

In der Baupraxis wird die Wahl der Elementbreite von Deckenelementen unter Berücksichtigung von Faktoren wie Flexibilität, Montageaufwand und Wirtschaftlichkeit getroffen.

Die nachfolgende Gegenüberstellung zeigt die spezifischen Vorteile von Deckenelementen mit einer Elementbreite von 1 m gegenüber breiteren Elementen mit einer Breite von 2,7 oder 2,4 m.

Kleinere Deckenelemente mit einer Breite von 1 m bieten eine größere Flexibilität bei der Montage. Die geringere Breite ermöglicht eine präzisere Anpassung, was bei Projekten mit komplexen Geometrien oder bei engen baulichen Rahmenbedingungen von Vorteil ist. Dies gilt insbesondere für kurvige Bauverläufe, bei denen kleinere Bauteile leichter anpassbar sind und Maßtoleranzen genauer eingehalten werden können.

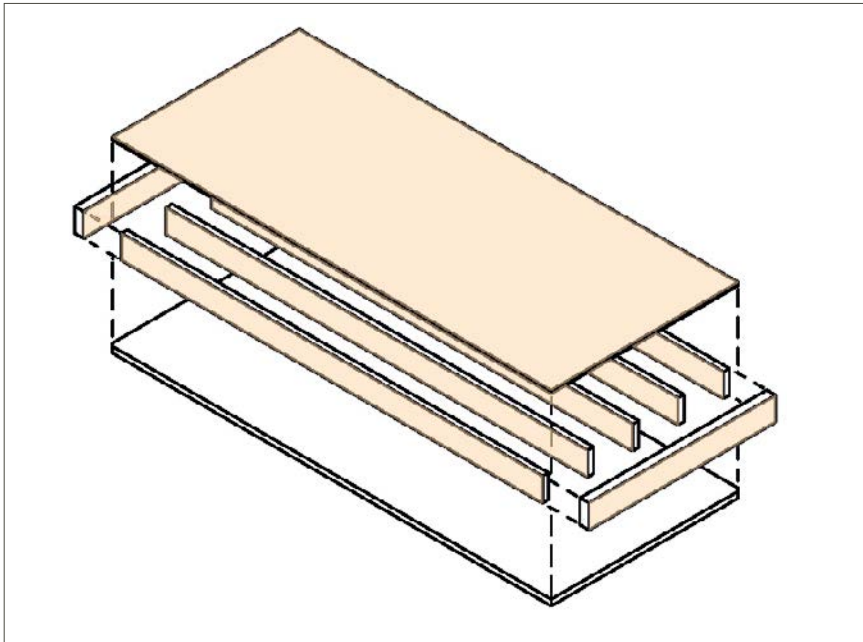


Abbildung 13: Konstruktion eines Holzbalkendeckenelementes

Deckenelemente mit 1 m Breite lassen sich aufgrund ihres niedrigeren Gewichts einfacher transportieren und handhaben. Die kompakte Größe erlaubt den Einsatz kleinerer Transportfahrzeuge, was den logistischen Aufwand und die Kosten reduziert. Die geringere Masse erleichtert zudem das Handling auf Baustellen mit beschränkter Hebekapazität und ermöglicht eine einfache Lagerung auch auf beengten Baustellen.

Schmale Deckenelemente bieten deutliche Vorteile bei beengten Platzverhältnissen. Die kompakte Bauweise erleichtert die Positionierung und den Einbau, was insbesondere bei Baustellen in urbanen oder schwer zugänglichen Bereichen relevant ist. Der geringere Platzbedarf im Einbauprozess ermöglicht eine reibungslose Integration, auch in Innenräumen oder bei der Nachrüstung bestehender Strukturen.

Breitere Deckenelemente (2,7 oder 2,4 m) bieten aufgrund ihrer größeren Abdeckung pro Bauteil einen wirtschaftlichen Vorteil. Durch die Reduzierung der Anzahl an Elementen pro Abschnitt sinkt die Anzahl der Fugen und Verbindungen, was sowohl den Materialaufwand für Verbindungsmittel als auch die Montagezeit und -kosten erheblich senkt. Zudem vermindert die geringere Fugenanzahl den Bedarf an Dichtungsmaterialien, wodurch die Baukosten weiter gesenkt werden können.

Der Einsatz von Deckenelementen mit 2,7 oder 2,4 m Breite kann die Montagezeiten aufgrund der geringeren Anzahl an zu montierenden Bauteilen signifikant verkürzen. Dies ist besonders bei großflächigen oder weniger komplexen Bauprojekten von Vorteil, bei denen eine schnelle Bauabwicklung gefordert ist. Breitere Elemente bieten zudem oft

eine höhere Tragfähigkeit und verbessern die strukturelle Stabilität, da weniger Fugen als Schwachstellen vorhanden sind, die den Kräften ausgesetzt sind. Dies führt zu einer robusteren und langlebigeren Baukonstruktion.

Breitere Elemente (2,7 und 2,4 m) benötigen durch die geringere Anzahl an Fugen auch weniger Wartung: Da Fugen und Verbindungen oft als potenzielle Schwachstellen im Bauwerk gelten, die durch Bewegungen, Witterungseinflüsse oder Materialermüdung beansprucht werden, reduziert eine niedrigere Fugenanzahl den Instandhaltungsaufwand und verlängert die Lebensdauer des Bauwerks.

Elemente mit einer Breite von 1 m bieten Vorteile in Bezug auf Flexibilität und präzise Anpassbarkeit, während breitere Elemente von 2,7 oder 2,4 m Effizienzgewinne bei Wirtschaftlichkeit, Stabilität und Wartungsaufwand aufweisen. Die Wahl der geeigneten Elementbreite hängt somit maßgeblich von den spezifischen Anforderungen des Bauprojekts ab.

Beispielhafte Information zu gängigen Systemanbietern im Schulbau

Die nachfolgende beispielhafte Auflistung von Anbietern erfolgt ohne Anspruch auf Vollständigkeit und ohne wertende Einordnung. Die aufgeführten Unternehmen stehen stellvertretend für jeweils unterschiedliche Systemansätze in Typologie und bei der Materialanwendung.

Haas Fertigbau GmbH

Die Haas Fertigbau GmbH ist eine der führenden Anbieterinnen im Bereich des modernen Holzbaus. Das Unternehmen

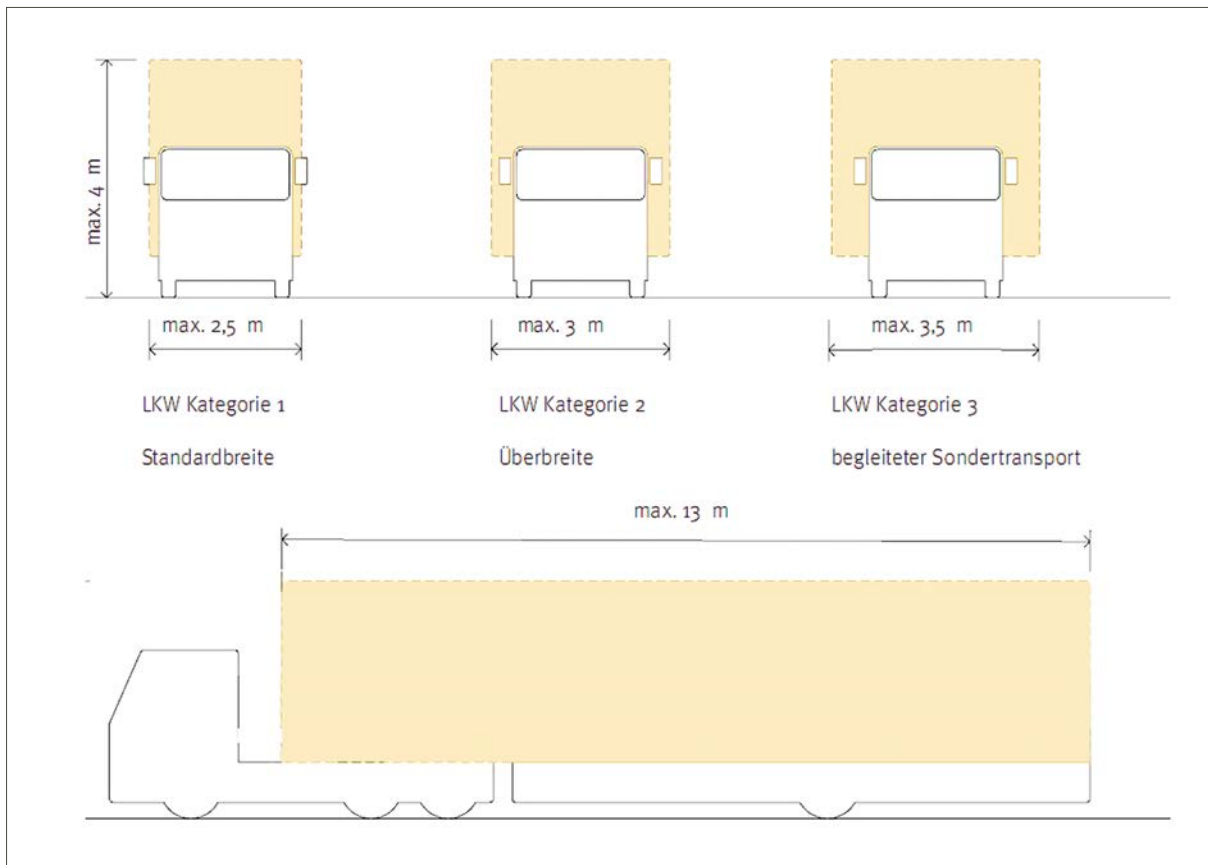


Abbildung 14: Transportkategorien

bietet standardisierte und individualisierbare Systeme für Bildungsbauten, insbesondere Schulen. Der Fokus liegt auf energieeffizienten und nachhaltigen Lösungen, wobei Holz als zentraler Baustoff eingesetzt wird. Haas nutzt dabei sowohl massives Holz als auch Holzverbundsysteme, die eine schnelle Bauzeit und eine hohe Kostenkontrolle ermöglichen. Die Anwendung erfolgt häufig in modularen Schulerweiterungen oder in Neubauten von Ganztagschulen.

Art der Nutzung: modularer Holzbau für Neubauten und Erweiterungen.

Kaufmann Bausysteme GmbH

Die Kaufmann Bausysteme GmbH ist spezialisiert auf die Entwicklung und Realisierung von innovativen Holzbau-lösungen mit Raummodulen. Mit einem Schwerpunkt auf nachhaltigem Bauen bietet das Unternehmen modulare Konzepte, die vor allem im Schulbau Anwendung finden. Kaufmann setzt dabei stark auf den Einsatz von Brettsperholz, das eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung der Gebäude erlaubt. Schulen von Kaufmann zeichnen sich durch ihre hohe Ästhetik und Funktionalität aus, kombiniert mit einer kurzen Bauzeit.

Art der Nutzung: Schulen aus Brettsperholz mit Fokus auf Design und Nachhaltigkeit.

CREE Buildings

CREE Buildings hat sich auf hybride Bauweisen spezialisiert, bei denen Holz in Kombination mit anderen Materialien wie Beton eingesetzt wird (Vorteile Brandschutz). CREEs „Lifecycle Tower“-System findet auch im Bildungsbau Anwendung. Durch die Hybridbauweise wird eine optimale Balance zwischen Ökologie und Funktionalität erreicht. Schulen, die mit CREE-Systemen gebaut werden, profitieren von den nachhaltigen Eigenschaften des Holzes und der Tragfähigkeit der hybriden Strukturen. Der modulare Ansatz erleichtert zudem die Erweiterung bestehender Schulen.

Art der Nutzung: hybrider Holzbau mit Betonanteil für nachhaltige Schulbauten.

Blumer-Lehmann AG

Die Blumer-Lehmann AG ist eine Vorreiterin im Bereich des industriellen Holzbaus. Mit umfassendem Know-how in der Anwendung von Brettschichtholz und Brettsperholz entwickelt das Unternehmen Schulbauten, die sowohl ästhetisch ansprechend als auch funktional sind. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Schaffung von gesundheitsfördernden

Lernumgebungen gelegt, die durch den Einsatz von naturbelassenem Holz unterstützt werden. Blumer-Lehmann realisiert vielfältige Bildungsprojekte, von Kindergärten bis zu großen Schulzentren.

Art der Nutzung: Brettspertholzbauweise für gesunde Lernumgebungen.

Lignatur AG

Die Lignatur AG ist eine spezialisierte Anbieterin von Holzbauelementen, insbesondere im Bereich von Holzdecken- und Dachelementen. Ihre Produkte werden häufig in Schulbauten eingesetzt, da sie sich durch eine hervorragende Schall- und Wärmedämmung auszeichnen. Diese Eigenschaften sind für die Akustik und das Raumklima in Schulen besonders wichtig. Lignatur arbeitet eng mit Architektinnen, Architekten und Planenden zusammen, um passgenaue Lösungen für individuelle Bauprojekte zu entwickeln.

KLEUSBERG Holding GmbH & Co. KG

Die KLEUSBERG Holding GmbH & Co. KG ist vor allem für ihre modularen Bausysteme, auch in hybrider Holzbauweise, bekannt, die in vielen Sektoren, darunter auch im Schulbau, Anwendung finden. Das Unternehmen verwendet vorgefertigte Holzelemente, die schnelle Bauzeiten und flexible Raumkonzepte ermöglichen. KLEUSBERGs Schulbauten zeichnen sich durch hohe Energieeffizienz und eine flexible Nachnutzung aus, wodurch sie für temporäre und permanente Bildungsbauten gleichermaßen geeignet sind.

Art der Nutzung: modulare Holzbauten für temporäre und dauerhafte Schulgebäude.

Brüggemann Holzbau GmbH & Co. KG

Die Brüggemann Holzbau GmbH & Co. KG bietet individuelle Holzbaulösungen mit einem Schwerpunkt auf moderne Bildungsbauten. Das Unternehmen kombiniert traditionelles Handwerk mit innovativer Technologie und legt besonderen Wert auf Nachhaltigkeit sowie hohe Materialeffizienz. Brüggemann entwickelt vorrangig kleinere bis mittlere Schulprojekte und zeichnet sich durch hohe Flexibilität sowie eine enge Zusammenarbeit mit seinen Kunden aus.

Art der Nutzung: individuelle Holzbaulösungen für kleinere Bildungsprojekte, die auf nachhaltige Bauweise, effiziente Materialnutzung und eine flexible Gestaltung abgestimmt sind.

KRUG Holzsystembinder GmbH

Die KRUG Holzsystembinder GmbH ist Spezialistin für Tragwerke aus Holz. Ihre Produkte werden häufig in großen Bildungsbauten verwendet, insbesondere in Turnhallen und anderen Mehrzweckgebäuden von Schulen. Durch die Verwendung von Brettschichtholz und innovativen Verbindungstechniken können große Spannweiten realisiert werden, was eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung der Gebäude erlaubt.

Art der Nutzung: Tragwerke aus Holz für große Schulgebäude

HEMNNISSE & VORBEHALTE HOLZBAU

- 1. Planung:** Genehmigung/Bauzeiten durch aufwendige Nachweisführungen lang und komplex.
- 2. Kosten:** Kostensicherheit durch frühe Bindung an Bauausführende, Preisvolatilität hoch.
- 3. Tragwerk:** Dimensionierung der Holzbauteile/Nachweisführung aufwendig, Schwingungen unsicher (Decken/Vibration).
- 4. Schallschutz:** Einhaltung erhöhter Schallschutzanforderungen aufwendig (horizontal/vertikal/Haustechnik).
- 5. Brandschutz:** erhöhte Anforderung durch evtl. erforderliche Kapselung, Abschottung, Fluchtwege.
- 6. Feuchteschutz/Baufeuchte:** Risiken bei Montage und Betrieb.
- 7. Sommerlicher Wärmeschutz:** Überhitzungsgefahr wegen fehlender Masse.
- 8. Ausschreibung/Vergabe:** funktional schwierig, Markt heterogen.
- 9. Dauerhaftigkeit:** konstruktiver Holzschutz notwendig, Wartungsintensität.
- 10. Schnittstellen TGA/Holzbau:** Abstimmung erforderlich wegen hoher Kollisions- und Fugenrisiken.
- 11. Transport/Logistik/Montage:** hohe Anforderungen an Maßhaltigkeit, Krane und Hilfsmittel, Baustellenabläufe und Prozesse.
- 12. Akzeptanz/Versicherung:** Vorbehalte bei Prüfenden und Verantwortlichen.

Zusammenfassung

Die vorgestellten Systemanbieter verdeutlichen die Vielfalt der Ansätze und Auswahlmöglichkeiten für den Schulbau mit Holz. Während Unternehmen wie Haas Fertigbau und Kleusberg auf modulare und standardisierte Lösungen setzen, bieten andere wie Kaufmann und Blumer-Lehmann hochwertige Brettsperrholzsysteme für ästhetisch anspruchsvolle und nachhaltige Bildungsbauten. Cree und Lignatur zeichnen sich durch spezialisierte Anwendungen aus, wie hybride Bauweisen oder akustisch optimierte Holzelemente. Der Jahresumsatz der Unternehmen spiegelt ihre Marktposition wider, wobei Haas Fertigbau und Kleusberg zu den größeren Anbietern gehören.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Systemanwendungen müssen zur Findung einer bedarfsgerechten Lösung im Einzelnen detailliert untersucht und miteinander verglichen werden. Angesichts des hohen Investitionsbedarfes und der Verantwortung zum sparsamen Umgang mit öffentlichen Mitteln sind langfristig nutzbare, dauerhafte Systemlösungen, die Anpassungen und Veränderungen an zeitgemäße Anforderungen ermöglichen, erstrebenswert.

Die frühzeitige Auswahl des Systemanbieters kann zu einer wettbewerbsschädlichen Auftragsbindung führen. Bei einigen Anbietern besteht auch die Möglichkeit, Systembauteile in Zusammenarbeit mit regionalen Zimmereibetrieben zu nutzen.

Die Wahl des geeigneten Systemanbieters hängt letztlich von den spezifischen Anforderungen des Bauprojektes ab, insbesondere hinsichtlich Nachhaltigkeit, Kosten und Funktionalität. Daher sollte eine Auftragsbindung für eine möglichst passende und zukunftsweisende Systemlösung möglichst spät im Rahmen einer Funktionalausschreibung unter Beteiligung auch regionaler KMU erfolgen.



Produktionshalle der Haas Fertigbau GmbH

3 HOLZBAUSYSTEME FÜR SCHULEN UND KITAS

Die am häufigsten bei Schulen und Kitas umgesetzten Holzbausysteme stellen Hybridsysteme bestehend aus einer Kombination unterschiedlichster Bauelemente und/oder Baustoffe dar. Der Vergleich der Objekte und Fallbeispiele zeigt Tendenzen auf, ohne aber gleichzeitig auszuschließen, dass im Einzelfall bei der Anwendung auch andere Ergebnisse erzielt werden können. Die nachfolgend aufgeführten Erkenntnisse und Unterschiede bei der Anwendung der Systeme zeigen daher ausschließlich Hinweise und Potenziale auf, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Holzrahmenbauweise

ist eine Bauweise, bei der Gebäude aus werkseitig vorgefertigten, flächigen Holzelementen (Holztafeln) zusammengesetzt werden. Die Holztafeln werden durch einen tragenden Rahmen aus technisch getrockneten Vollholzprofilen oder aus anderen stabförmigen Holzträgern gebildet und durch eine Beplankung aus Holzwerkstoffplatten oder Gipsbauplatten ausgesteift. Die Gefache zwischen den Holzträgern werden vollständig ausgedämmt. In der Regel enthalten die Holztafeln bereits werkseitig eine beidseitige Beplankung sowie Dämmung, Fenster, Türen, Installationen und andere Einbauten.

Holzmodulbauweise

ist eine Bauweise, bei der Gebäude aus vorgefertigten und holzbasierten Modulen hergestellt werden. Die industrielle Vorfertigung zeichnet sich typischerweise durch standardisierte, werkseitige, (teil-)automatisierte und güteüberwachte Prozessschritte mit Wiederholungsfaktor (serielle Fertigungsweise) aus. So entstehen gewerkeübergreifend

vorgefertigte Module in Form von großteiligen Wand-, Decken-, Dach-, Boden- oder Fassadenelementen oder gar Raummodulen (Raumzellen/Container).

Holzskelettbauweise

ist eine Bauweise, bei der die tragende Struktur eines Gebäudes aus senkrechten Stützen und waagerechten Trägern (Stützen-Riegel-Konstruktion) besteht. Die Aussteifung wird über Verbände erreicht, teilweise auch durch Ausfachungen aus Holztafelelementen.

Eine frühe Form des Holzskelettbaus ist das Fachwerk, bei dem die äußere Hülle und das Tragwerk in einer Ebene liegen.

Systemanforderung Nutzungstypen

Am Beispiel des Gebäudeteilausschnittes einer Nutzungseinheit für ein ausgewähltes dreigeschossiges Standard-Schulgebäude der Gebäudeklasse III werden nachfolgend, unter Berücksichtigung der nutzungsspezifischen Anforderungen, mögliche Anwendungen der Systeme in Grundriss und Schnitt vergleichend dargestellt. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen Konstruktion und Nutzung herausgestellt.

Aus Gründen des Vergleiches werden für den Systemausschnitt gleiche Dimensionen und Erschließungen gewählt, obwohl sich aus dem Nutzungskonzept und den spezifischen Anforderungen heraus durchaus sinnhaftere Systemlösungen für die Dimensionierung und Erschließung der Nutzungseinheiten ergeben können.

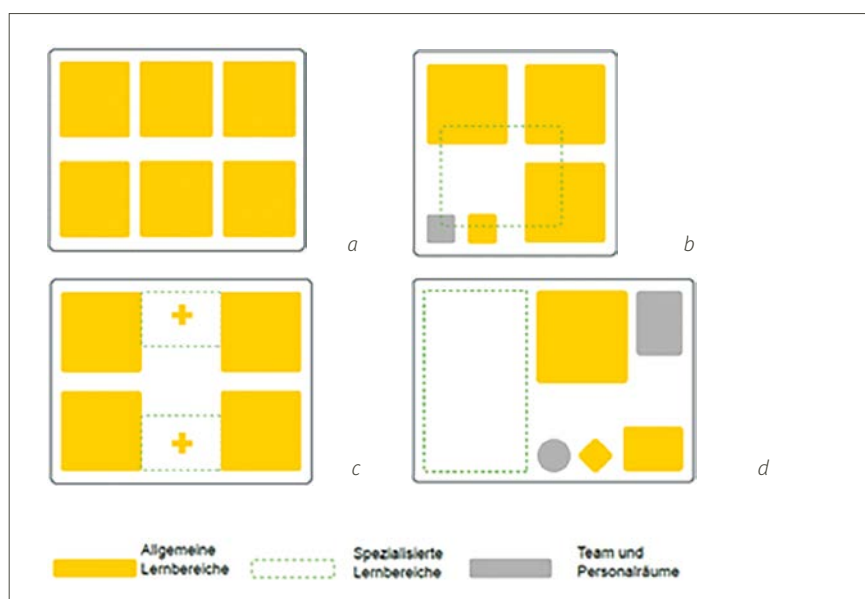
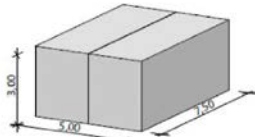
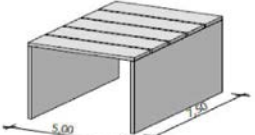
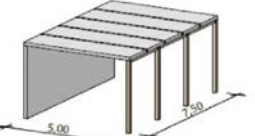
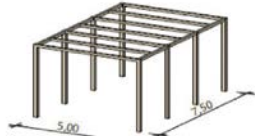


Abbildung 15:
a Lernsettings Klassenraum
b Lernsettings Cluster
c Lernsettings Klassenraum Plus
d Lernsettings, Offene Lernlandschaft

Tabelle 1: Vergleich Nutzungstyp und Bauweise

Nutzungstyp	Holztafelbauweise		Holzmodulbauweise		Holzskelettbauweise	
Klassenraum Plus	●	Gut möglich	◐	Teilweise möglich	●	Gut möglich
Cluster	◐	Teilweise möglich	●	Gut möglich	●	Gut möglich
Lernlandschaft	◑	Schwer oder nicht möglich	◑	Schwer oder nicht möglich	●	Gut möglich

Tabelle 2: Übersicht Holzbauweisen

Bauweise	Skizze	Systemelemente		Materialien
Holzmodulbauweisen		2 Raummodule		Holzrahmen Massivholzplatte Dämmung
Holztafelbauweisen		10	4 Wandelemente 5 Deckenelemente 1 Bodenplatte	Holzrahmen Massivholzplatte Dämmung
Holzhybridbauweisen		13	3 Wandelemente 5 Deckenelemente 1 Bodenplatte 4 Stützen	Holzrahmen Massivholzplatte Dämmung Stütze
		23	3 Wandelemente 8 Deckenelemente 1 Bodenplatte 7 Träger 4 Stützen	Holzrahmen Massivholzplatte Dämmung Stütze Träger
Holzskelettbauweisen		25	8 Deckenelemente 1 Bodenplatte 7 Träger 8 Stützen	Holzrahmen Massivholzplatte Dämmung
		23	8 Deckenelemente 1 Bodenplatte 7 Träger 4 Stützen 3 Leitern	
		23	8 Deckenelemente 1 Bodenplatte 7 Träger 6 Leitern	
Raum 5,0 x 7,5 m = 37,5m²; Lichthöhe 3 m, Volumen 112,5 m³				

Holztafelbauweise – Mittelflurschließung – Klassenraum Plus

Der Plan dieses Gebäudeteilausschnittes entsteht aus der Anwendung von 2-D-Holzelementen in der bekannten und häufig praktizierten Holztafelbauweise, umgesetzt in einem konsequent gerasterten, tragwerksoptimierten Entwurf mit quer zum Gebäude ausgerichtetem Primärtragwerk, tragenden Flur- und Außenwänden. Die Struktur orientiert sich an einem mittig geführten Flur mit beidseitiger Anordnung von Klassen- und Nebenräumen.

Der Grundriss zeigt die durch die tragenden Flur- und Außenwandelemente eingeschränkten Möglichkeiten und Grenzen der Holztafelbauweise in Bezug auf Raumorganisation, Tragstruktur und Vorfertigung.

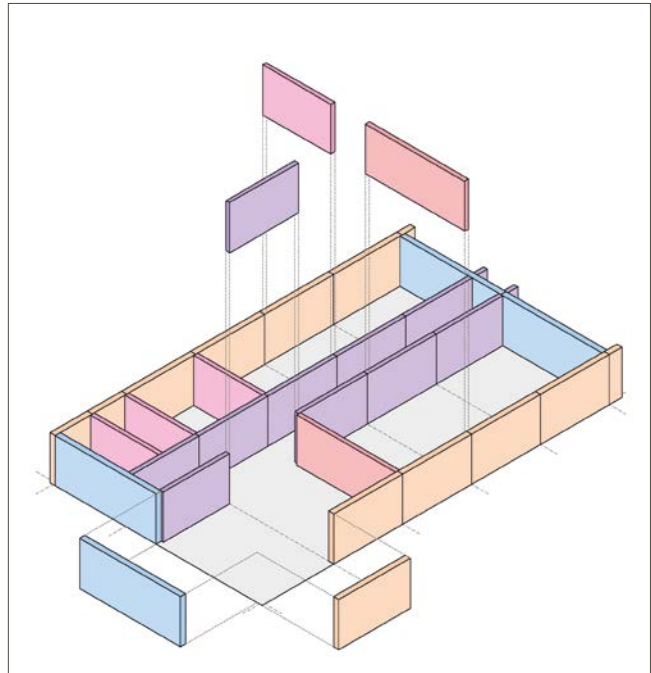


Abbildung 16: Konstruktionsprinzip Holztafelbauweise

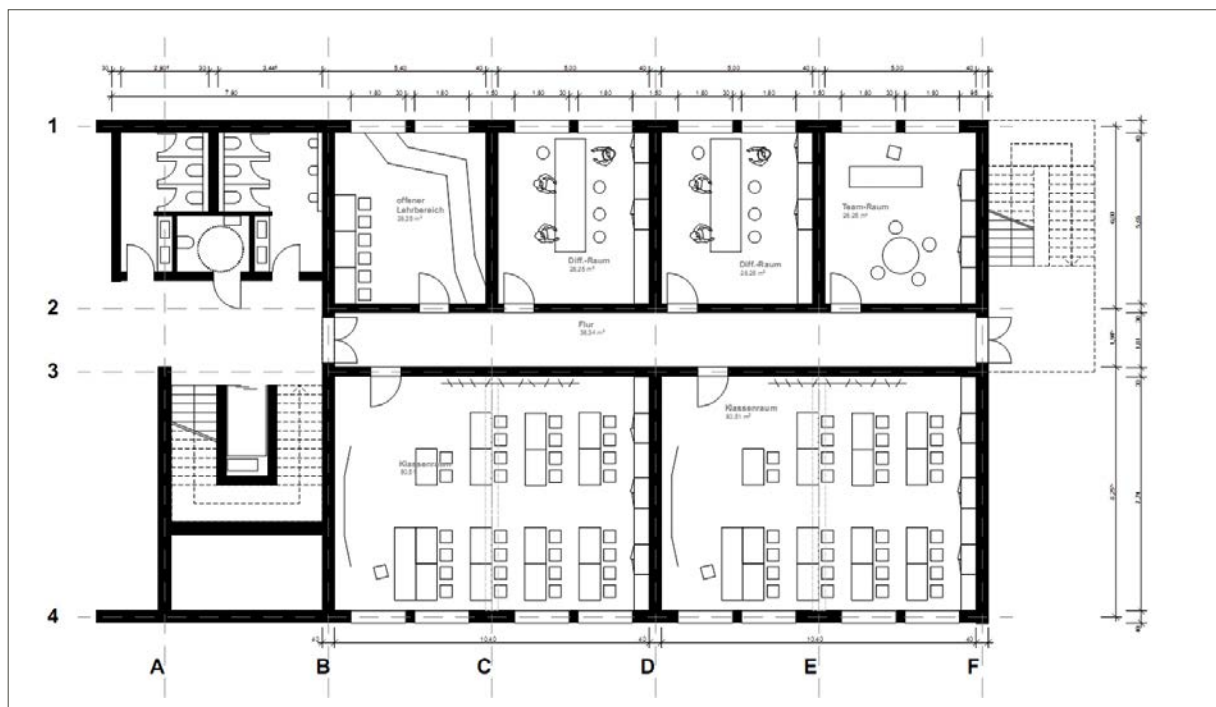


Abbildung 17: Gebäudeteilausschnitt Schulgebäude Holztafelbauweise (Klassenraum Plus)

Nutzungseinheit

Das Gebäude ist dreigeschossig konzipiert. Pro Geschoss umfasst das Raumprogramm:

- zwei Klassenräume (je $10,4 \times 7,74 \text{ m} = 80,5 \text{ m}^2$)
- zwei Differenzierungsräume (je $28,25 \text{ m}^2$)
- einen Teamraum ($28,25 \text{ m}^2$)
- einen offenen Lehrbereich ($28,25 \text{ m}^2$)

- einen Mittelgang (Flur) ($38,24 \text{ m}^2$)
- NF ca. 350 m^2 Gesamtfläche

Die Klassenräume und Nebenräume liegen beidseitig des zentralen Flurs, der ca. 2 m breit ist. Der Aufbau ist repetitiv, wirtschaftlich und entspricht dem typischen Rasterprinzip der Holzrahmenbauweise.

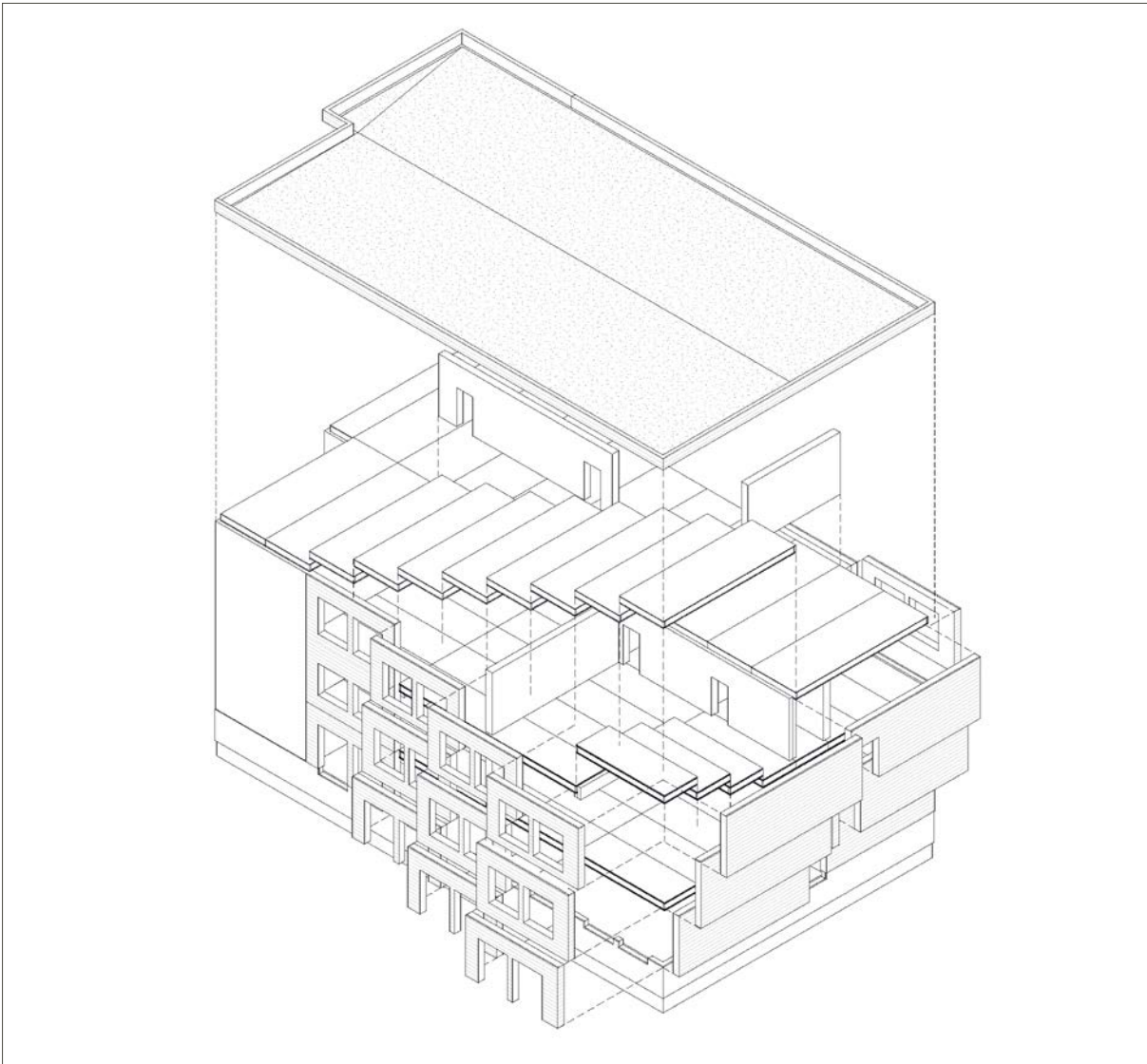
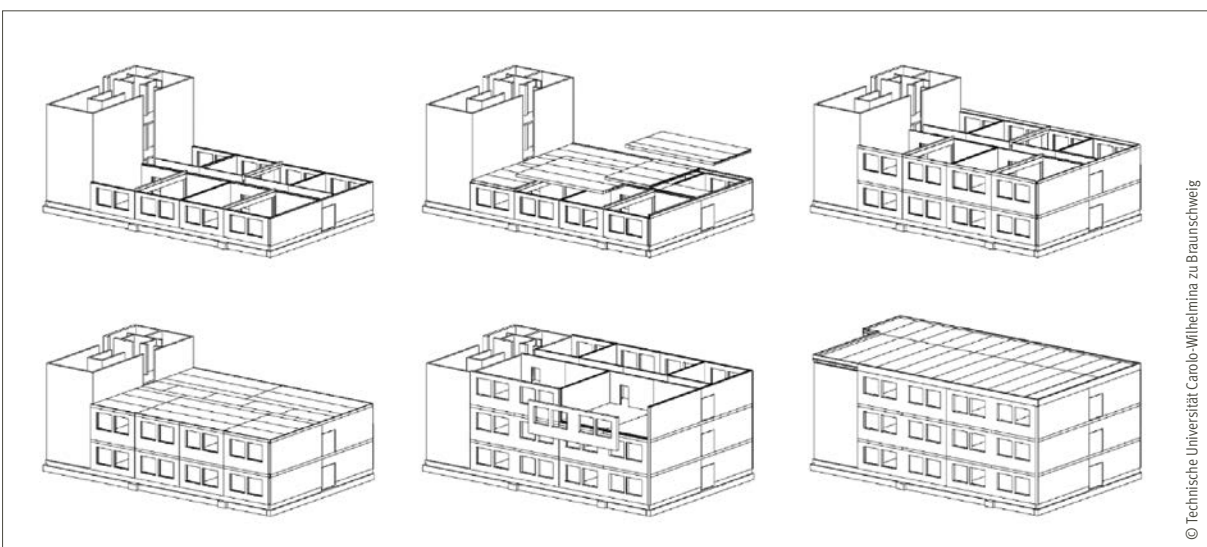


Abbildung 18: Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise



© Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Abbildung 19: Montageablauf Holztafelbauweise

Tabelle 3: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holztafelbauweise

Element	Abmessungen H × L × B (in Meter [m])	Konstruktion
Innenwandelement	3,30 × 10,80 × 0,39 m	Holzrahmenbau
Träger (integriert)	0,64 × 8,10 × 0,20 m	Konstruktionsvollholz/BSH
Träger (integriert)	0,64 × 8,10 × 0,20 m	Konstruktionsvollholz/BSH
Deckenelement	0,44 × 5,40 × 2,00 m	Holztafelement/Holzbalkendecke
Dachelement	0,38 × 8,10 × 2,70 m	Holztafelement/Holzbalkendecke
Außenwand	3,18–3,83 × 5,40 × 0,38 m	— (nicht spezifiziert)

SYSTEMANSATZ HOLZTAFELBAUWEISE

- **Planung:** Genehmigung/Bauzeiten durch aufwendige Nachweisführungen lang und komplex.
- **Kosten:** Kostensicherheit durch frühe Bindung an Bauausführende, Preisvolatilität hoch.
- **Tragwerk:** Dimensionierung der Holzbauteile/Nachweisführung aufwendig, Schwingungen unsicher (Decken/Vibration).
- **Schallschutz:** Einhaltung erhöhter Schallschutzanforderungen aufwendig (horizontal/vertikal/Haus-technik).
- **Brandschutz:** erhöhte Anforderung durch evtl. erforderliche Kapselung, Abschottung, Fluchtwege.
- **Feuchteschutz/Baufeuchte:** Risiken bei Montage und Betrieb.

Dach (Flachdach, Neigung 0,5°)

U-Wert: 0,13 W/m²K, 50 mm Extensivsubstrat (Dachbegrünung), REI 60 0,03 mm Filtervlies (zum Beispiel Thermofloc Dampfbremsvlies), R_w 52 (−4, −9) dB, 40 mm Festkörperdrainage, 188,50 kg/m², 0,03 mm Speichervlies (zum Beispiel Thermofloc), mit extensiver Dachbegrünung, 0,3 mm Abdichtungsbahn (zum Beispiel Pavatext Manfred, kalt, selbstklebend), >80 mm Gefälledämmung, 0,3 mm Unterdeckbahn, 25 mm OSB, 300 mm Konstruktionsholz (90/300) + 300 mm Zelluloseplatten, 0,3 mm feuchteadaptive Dampfbremse sd = 2,3, 40 mm Abhängung, 40 mm Holzfaserdämmplatten, 15 mm Holzfaserplatte

Geschossdecke

U-Wert: 0,25 W/m²K, 25 mm Trockenestrich (zum Beispiel Linoleum), REI 90, 30 mm Trittschalldämmung (zum Beispiel Holzfaserdämmplatten), R_w 64 (-2, -9) dB, 18 mm OSB, 75,30 kg/m², 290 mm Konstruktionsholz (80/290) + 100 mm Zellulose, NAWAROS: 33,64 %, 24 mm Sparschalung, Fichte, 27 mm Federschiene (zwischen Sparschalung), 25 mm Fermacell Gipsfaserplatte (2 × 12,5 mm)

Außenwand

U-Wert: 0,14 W/m²K, 19 mm Außenverkleidung, Lärche, REI 30, 30 mm Lattung (30/50), Lärche, R_w 46 (–2, –6) dB, 0,3 mm Windbremse (zum Beispiel Steico Multi UDB), 58,10 kg/m², 15 mm MDF-Platte (Holzfaser, 400 kg/m³), NAWAROS: 89,91 %, 240 mm Brettschichtholz (60/240) + 240 mm Zellulose, 15 mm OSB (luftdicht verklebt), 40 mm Querlattung (40/60), Fichte, 40 mm Holzfaserdämmplatten, 19 mm Holzverkleidung

Bodenplatte

Bezug OKFF $\pm 0,00$, 5 mm Bodenbelag (zum Beispiel Lino-
leum 3,2–4 mm), 50 mm Nassestrich, 5 mm Trennschicht
(zum Beispiel Hanf/Kokosfasern), 25 mm Trittschalldäm-
mung (zum Beispiel Holzfaser Agepan TEP), 35 mm Zu-
satzdämmung (zum Beispiel Holzfaser Agepan TEP), 5 mm
Abdichtung (zum Beispiel Rhepanol), 225 mm Stahlbe-
tonbodenplatte, 90 mm Dämmebene (zum Beispiel Glas-
schaumschotter, harte Dämmung)

Referenz:

dataholz.eu (awrxfr11, fdrobot01a-02, gdrtxa03b-03, awrhhhi09a-02, awrxsom09), Bauteile angepasst.

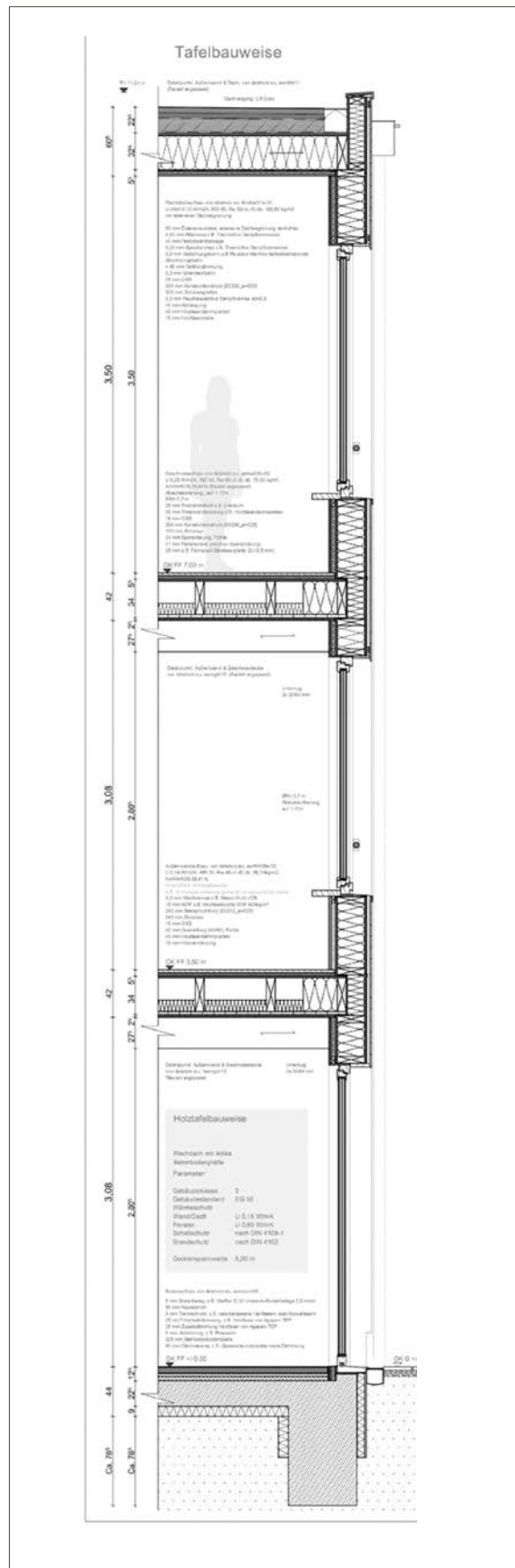


Abbildung 20: Fassadenschnitt Holztafelbauweise

Technikkonzept Grundrissausschnitt der Holztafelbauweise

Im System Holztafelbau sind alle Wände und Decken des Schultrakts in Holztafelbauweise angelegt. Ziel ist die höchste Vorfertigung aller benötigten Elemente bei Nutzung gleicher Produktionsabläufe.

Bei der Gebäudetechnik wird das Nutzungskonzept Klassenraum Plus berücksichtigt. Die Beheizung erfolgt über klassische Heizkörper. Die relativ festen Wandstrukturen ermöglichen es, Elektrokanäle innerhalb der Innenwände zu

führen, was eine saubere Leitungsführung begünstigt. Für die Lüftung kommen dezentrale Geräte zum Einsatz, die pro Klassenraum direkten Zugang zur Fassade haben. Auf diese Weise können Schächte und lange horizontale Verteilungswege vermieden werden, was den Installationsaufwand sowie Eingriffe in die Tragstruktur reduziert. Nachteilig ist jedoch der höhere Wartungsaufwand, da eine Vielzahl einzelner Geräte regelmäßig kontrolliert und instandgehalten werden muss. Die Dachelemente spannen von den Innenwänden zu den Außenwänden, wobei die Räume mit kurzer Spannweite als Einfeldträger geplant sind. Bei den langen Spannweiten sind die Dachelemente als Zweifeldträger ausgeführt. So lassen sich die Vorteile der geringeren Verformung statisch unbestimmter Systeme nutzen, wodurch weiterhin standardmäßiges Konstruktionsvollholz eingesetzt werden kann. Positiv wirkt sich auch die Belastung der aussteifenden Innenwände in Längsrichtung auf die Verankerung infolge der Windbemessung aus. Die Deckenelemente sind in Querrichtung als Einfeldträger von Außenwand zu Innenwand mit einer Spannweite von 5,3 m bemessen. In der Praxis können sie in Bereichen von Unterzügen und Innenwänden als Zweifeldträger verlegt werden. Damit werden der Produktions-, der Transport- und der Montageprozess optimiert und Schnittstellen reduziert. Die Flurdecken bestehen aus 12 cm hohen Brettstapelelementen. Bei maximalen Spannweiten von 2,3 m ermöglicht dieser schlanke Aufbau die Integration der Gebäudetechnik unterhalb der Decke, die durch eine Abhängung verkleidet wird. Die Deckenelemente werden in die Ausklingung des Unterzugs eingelegt und kreuzweise verschraubt. Der Unterzug aus BauBuche bietet im Vergleich zu Nadelholz nicht nur einen schlankeren Querschnitt, sondern vor allem eine hohe Querdruckfestigkeit. Dadurch kann in diesem Projekt eine Lastdurchleitung über zwei Etagen ohne zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen an den Auflagern erfolgen. Alternativen zum Unterzug aus BauBuche sind beispielsweise 2 × 240/680 GL28c oder ein HEB 400. Bei einer Ausführung in Nadelholz wären dagegen lokale Verstärkungen notwendig, die durch Stahlplatten in Verbindung mit querdruckverstärkenden Schrauben realisiert werden können.



Abbildung 21: Technikkonzept Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise

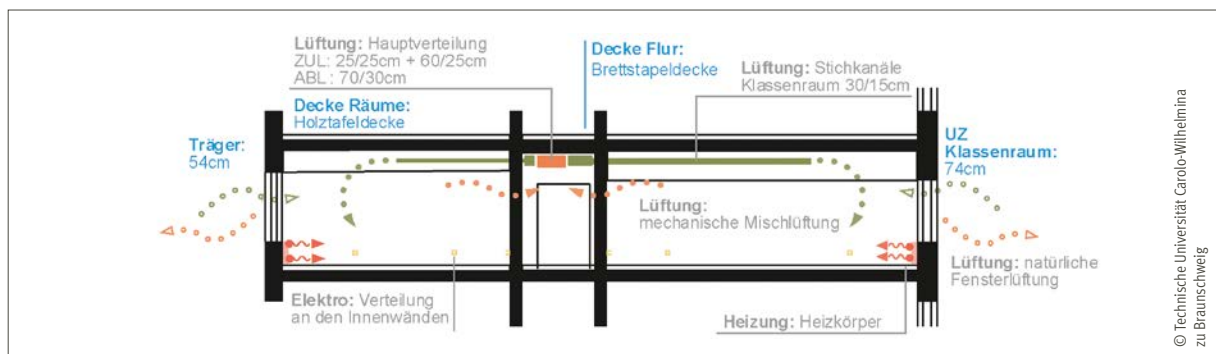


Abbildung 22: Variante Holztafelbau + Klassenraum: Schnitt Tragkonstruktion + Technik

Aussteifung

Der dreigeschossige Bau ist durch Holztafelelemente und das kopfseitig angeordnete Treppenhaus ausgesteift. Die Abbildungen 23(a) und (b) zeigen die angesetzten Flächen für die Bemessung der Holztafelelemente. Die Innenwände in a) nehmen die größten Lasten, resultierend aus den Windkräften und den auszusteifenden Lasten, auf. Die Außenwände in a) beteiligen sich auch in den Fassadenteil mit geringem Anteil an der Aussteifung. Die Hauptlasten werden hier über das Treppenhaus aufgenommen. (Anmerkung: Das Treppenhaus kann im System aus statischer Betrachtung in Holztafelbauweise ausgeführt werden). Die Holztafelelemente bilden, durch die kontinuierlich verbundenen OSB-Platten, an den Rippenscheiben aus. Diese eignen sich hervorragend zur Aussteifung bei niedrigem Materialeinsatz. Das Augenmerk liegt bei der Aussteifung neben den Verbindungen Platte-Rippe auch auf der Querpressung in Kopf- und Fußrippe bzw. der Lastdurchleitung und etagenweisen Zugverankerung der Elemente. Die jeweilige konstruktive Auswahl beeinflusst zusätzlich die maximale Anzahl der notwendigen auszusteifenden Holztafelelemente. Vorteile in der Holztafelbauweise sind neben einer gleichmäßigen werksseitigen Vorfertigung der Elemente auch die effiziente Materialnutzung und die einfache Anpassung der statisch notwendigen Bauteilkomponenten je Geschoss. Dies ist zum Beispiel bei der Auslegung der tragenden Innenwände ersichtlich. Im Dachgeschoss sind

die Rippen 8/10 cm² mit 62,5 cm, dem klassischen Versprungmaß, und im 1. OG und EG sind für die Lastabtragung der Decken die Rippen 6/16 cm² mit einem Abstand von 31,25 cm angeordnet. Lediglich die Fuß- und Kopfriple im EG ist zur Vermeidung von erhöhter Querpressung aus Furnierschichtholz gewählt.

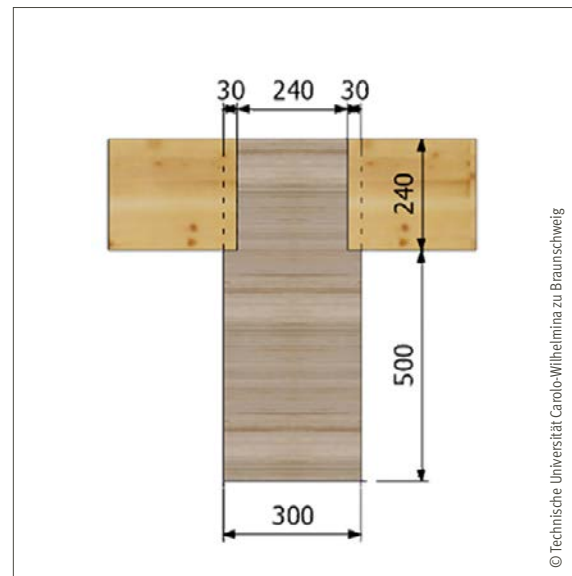


Abbildung 23(b): Anschluss an Unterzug

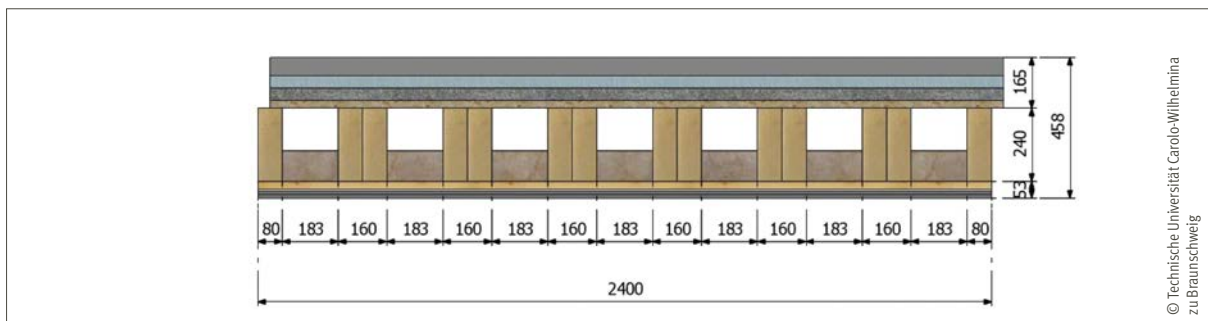


Abbildung 23(a): Holztafel-Deckenelement

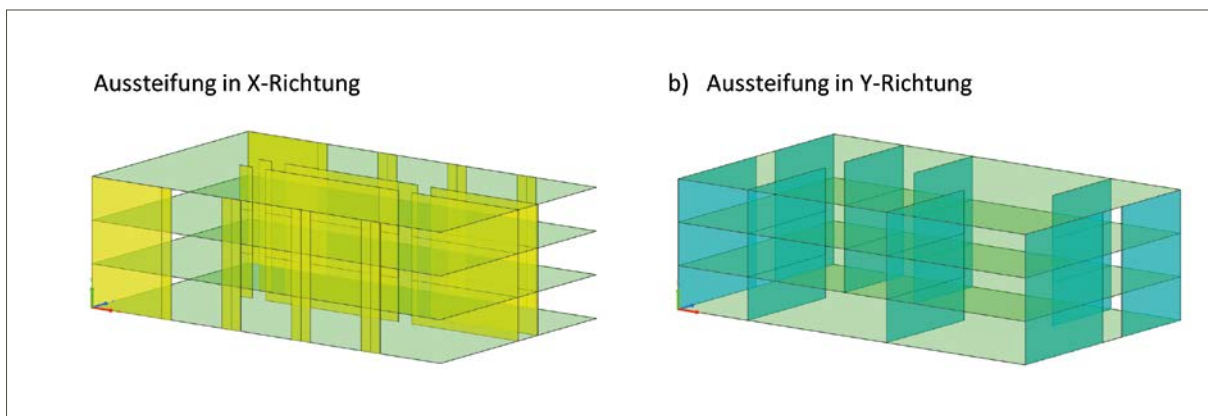


Abbildung 24: Simulation Aussteifung Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise

Holzmodulbauweise – Mittelzonenerschließung – Lerncluster

Der Plan dieses Gebäudeteilausschnittes entsteht durch den Einsatz vorgefertigter 3-D-Holzraummodule (Container) in Holzmodulbauweise, bei der ausschließlich Raumzellen längs zum Gebäude angeordnet werden, die größere Öffnungen der Lernräume flurseitig ermöglichen. Die tragenden Moduleinheiten werden werkseitig mit hohem Ausbaustandard (oder in Modulfertigung auf der Baustelle) möglichst vollständig vorproduziert und auf der Baustelle zusammengesetzt. Der Entwurf folgt einem Cluster-Nutzungskonzept, das den Flur in das räumliche Konzept teilweise einbezieht und die Anordnung von Klassenräumen mit offenen Lern- und Differenzierungsräumen kombiniert.

Der Grundriss zeigt die durch die Verwendung von gleichmäßigen Raummodulen erweiterten Möglichkeiten und Grenzen von Raumerweiterungen der Holzmodulbauweise in Bezug auf Raumorganisation, Tragstruktur und Vorfertigung.

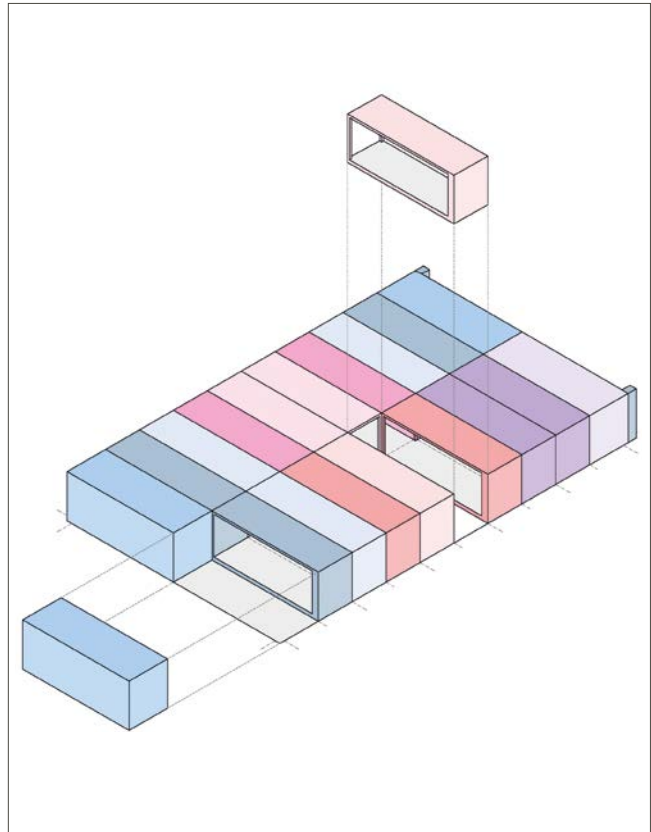


Abbildung 25: Konstruktionsprinzip Holzmodulbauweise

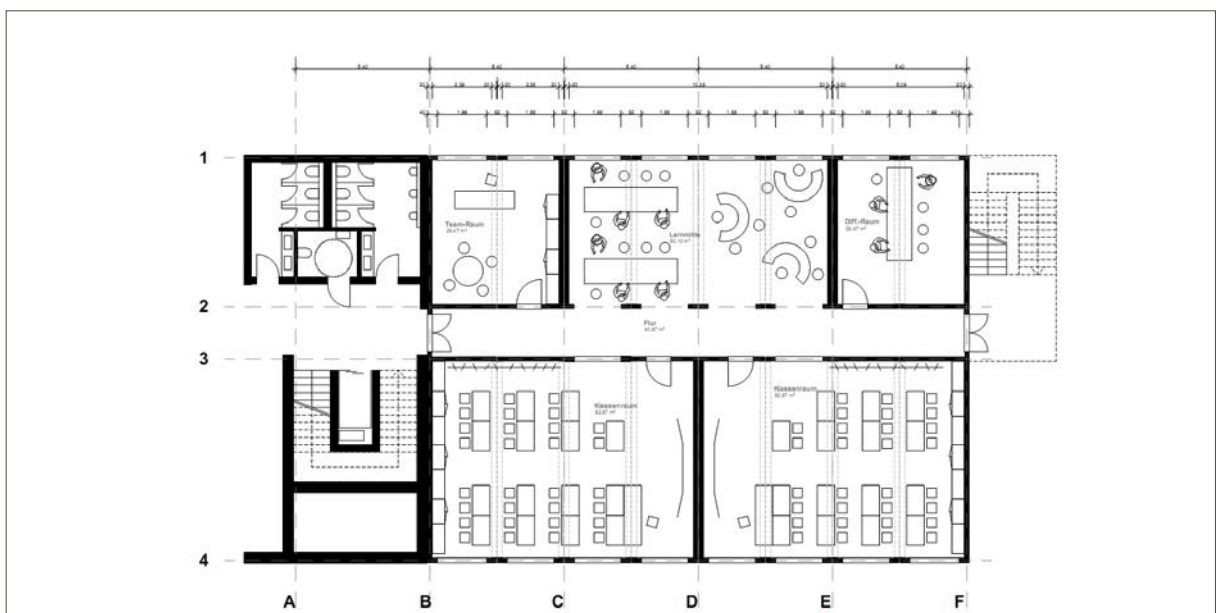


Abbildung 26: Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise (Cluster)

Nutzungseinheit

Der Grundriss ist kompakt organisiert und zeigt folgende Raumeinheiten:

- zwei Klassenräume, je ca. 83 m²
- eine Lernmitte mit ca. 60 m², zentral zwischen den Klassenräumen positioniert
- einen Differenzierungsraum, ca. 29,5 m²
- einen Teamraum, ca. 29,5 m²
- Flurfläche, ca. 41 m², als Verbindung zwischen Eingang und Cluster
- NF ca. 350 m² Gesamtfläche

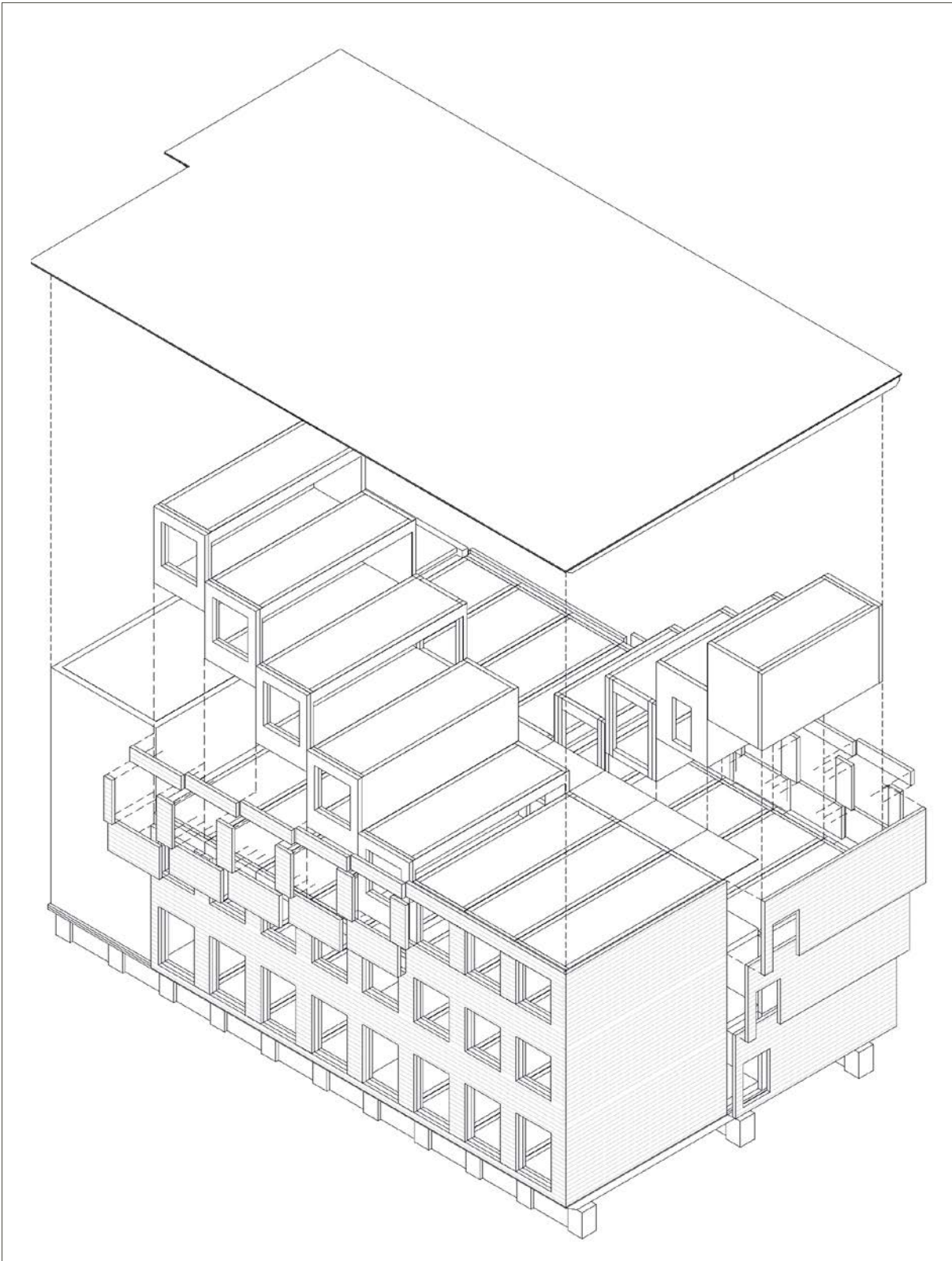


Abbildung 27: Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise

Tabelle 4: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holzmodulbauweise

Element	Abmessungen H × L × B (in Meter [m])	Konstruktion
Raummodul, Schule	3,50 × 8,48 × 2,70 m	Konstruktionsvollholz und Brettschichtholz
Technikmodul	3,50 × 6,38 × 2,70 m	Konstruktionsvollholz und Brettschichtholz
Flurelement	0,20 × 2,10 × 2,70 m	Brettschichtholz
Außenwand	3,50 × 2,70 × 0,16 m	Holzrahmenbau

Die Anordnung der Räume ist funktional klar und kompakt. Die Lernmitte übernimmt eine zentrale Rolle für offene Lernformen, Gruppenarbeit und Kommunikation. Die Klassenräume liegen symmetrisch an den Außenkanten des Baukörpers.

Dach

Dachneigung 0,5°, 30 mm Akustikauflage (Holzfaser), 140 mm Abhangdecke (Holzwerkstoff, Akustikverkleidung), 80 mm Brettschichtholzplatte, 200 mm Dachsparren (Holz) mit 200 mm Zellulose- oder Holzfaserdämmung, 12 mm OSB-Platte, 40 mm Lattung (Fichte), 5 mm Dacheindeckung (zum Beispiel Holzschindeln, Metallblech mit Recyclinganteil), optionale extensive Dachbegrünung

Außenwand

mehrschaliger Aufbau, Innenbekleidung (zum Beispiel Gipsfaserplatte), Installationsebene, 200 mm Dämmebene mit Zellulose/Holzfaser, 80 mm Brettschichtholzplatte, 40 mm Holzfaser-Dämmplatte, Außenbekleidung (zum Beispiel Lärche hinterlüftet oder vergleichbares Holzfassadensystem)

Geschossdecke

OK FF 7,00 m und 3,50 m, angelehnt an Schule Kleusberg, 30 mm Akustikauflage (Holzfaser), 140 mm Abhangdecke (Holzwerkstoff), 80 mm Brettschichtholzplatte, 60 mm Holzfaserdämmung, 200 mm Brettschichtholzplatte (zehnlagig), 2 mm Rieselschutz (zum Beispiel Papierbahn), 60 mm elastische Schüttung (zum Beispiel Blähglasgranulat), 30 mm Trittschalldämmung (Holzfaser), 25 mm Trockenestrich (Linoleumauflage möglich)

Bodenplatte/Fundament

OK FF ±0,00 m, angelehnt an Schule Kleusberg, 200 mm PRI-Dämmung → ersetzt durch Holzfaser-/Glasschaum-schotterdämmung, 640 mm Konstruktionsholz (Rahmen/Fundamenthölzer), 200 mm Brettschichtholzplatte (zehnlagig), 2 mm Rieselschutz (Papierbahn), 60 mm elastische Schüttung (Blähglas), 30 mm Trittschalldämmung (Holzfaser), 25 mm Trockenestrich (zum Beispiel Linoleum als Oberbelag)

Referenz

Bauteilaufbauten angelehnt an Schule Kleusberg, Modulare Schule Zürich sowie dataholz.eu (angepasst, nachhaltige Baustoffauswahl).

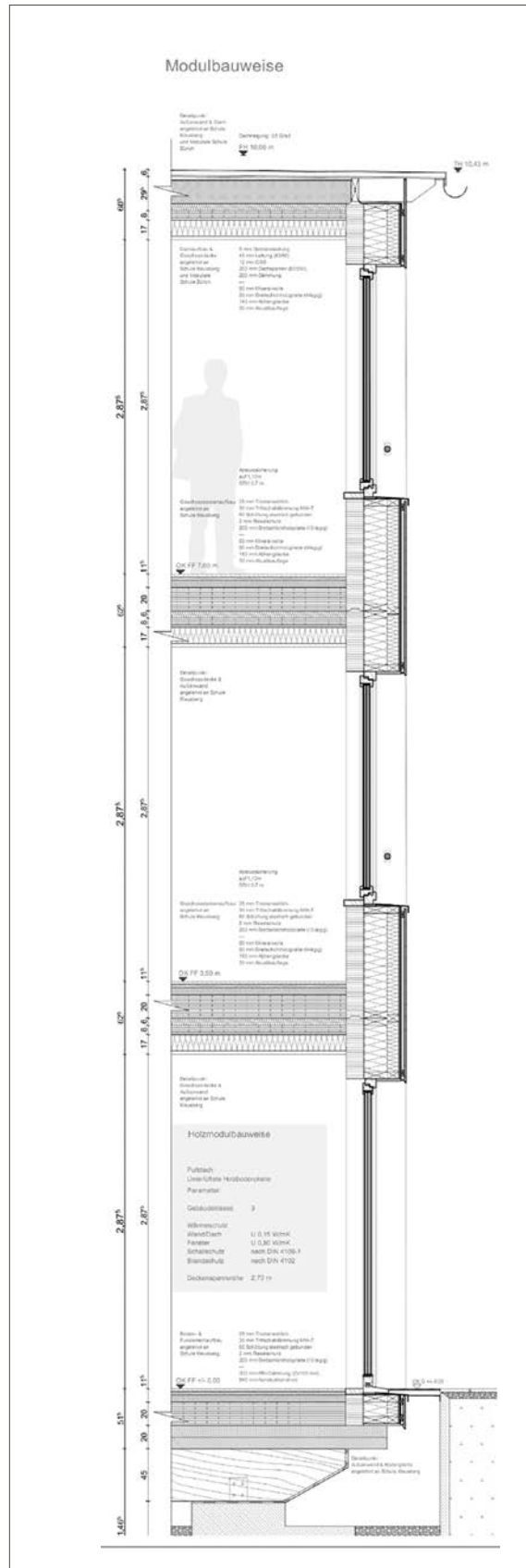


Abbildung 28: Fassadenschnitt Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise

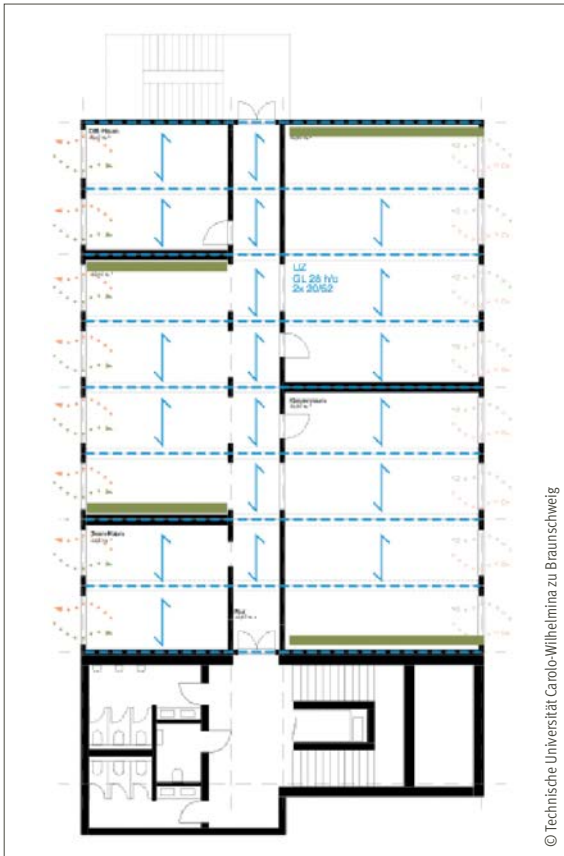


Abbildung 29: Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise, Grundriss

Technik Grundrissausschnitt der Holzmodulbauweise

Das Technikkonzept der Holzmodulbauweise orientiert sich an realisierten Beispielen von Raummodul-Schulen. Der hohe Vorfertigungsgrad ermöglicht es, gebäudetechnische Komponenten wie Deckenstrahlplatten für Heizen und Kühlen sowie dezentrale Lüftungsgeräte bereits im Werk in die Module zu integrieren. Auf diese Weise werden die Module mit weitgehend fertiggestellter Technik auf die Baustelle geliefert, was die Bauzeit erheblich verkürzt und die Ausführungsqualität sichert.

Die Kompaktheit des Grundrisses unterstützt die zentrale Anordnung der Lernmitte und die klare Zuweisung der technischen Funktionen. Der modulare Aufbau erleichtert zudem die Wiederholbarkeit und Standardisierung der Techniklösungen.

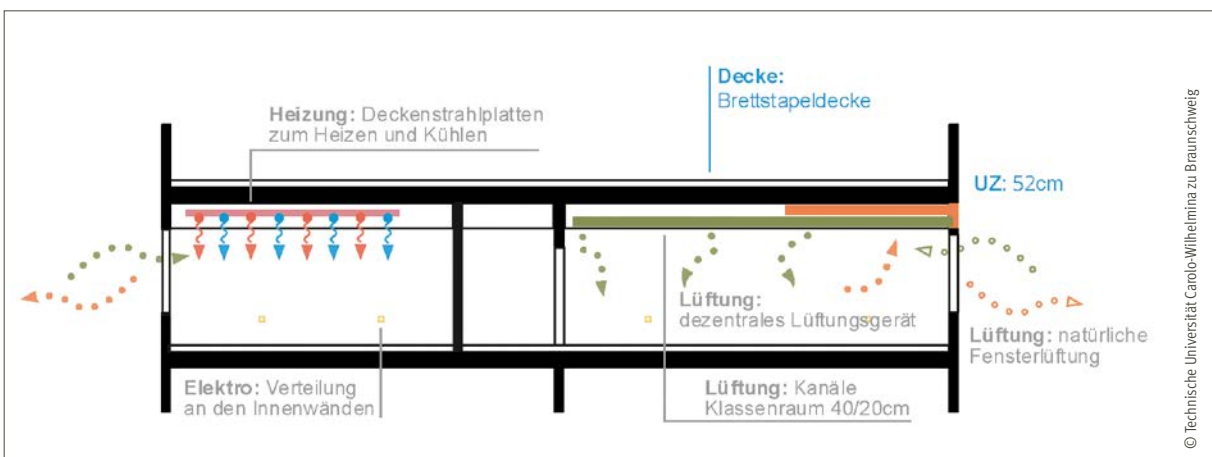


Abbildung 30: Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise, Schnitt: Tragkonstruktion + Technik

Tragkonzept Grundrissausschnitt der Holzmodulbauweise

Der Raummodulbau in Holzbauweise ist in verschiedenen Kombinationen der Holzbauelemente möglich. Die folgende Abbildung zeigt eine Auswahl von dreilagigen, 90 mm dicken Brettspertholzplatten als Boden. Der Bodenaufbau erfolgt bauseits, sodass Stützen und Rahmen unkompliziert bereits im Werk montiert werden können. Gleichzeitig dient diese Platte im nächsten Geschoss als obere Verstärkung der von der Außenwand nach innen verlaufenden Träger.

Die Träger im großen Modul sind dabei mit einem Querschnitt von 160/480 mm² ausgelegt, während die Träger im kleinen Modul 160/320 mm² messen. Die Fügung erfolgt über Schubdollen aus Eiche sowie durch eine Verschraubung der BSP-Platte auf dem Träger, wodurch bauseits ein Verbundträger entsteht.

Der äußere Wandaufbau erfolgt in Holzrahmenbauweise mit Holzquerschnitten von 60/200 mm² C24, die innenseitig beplankt sind. Die Innenwände besitzen Querschnitte von 60/100 mm². Zwischen den Trägern sind 100/160 mm²-Balken angebracht, die zusammen mit der oberseitig auf-

gebrachten Holzfaserplatte und den Trägern die Aussteifung des Moduls während des Transports und der Montage gewährleisten.

Die Aussteifung des Gebäudes in Modulbauweise kann analog zum Holztafelbausystem erfolgen.

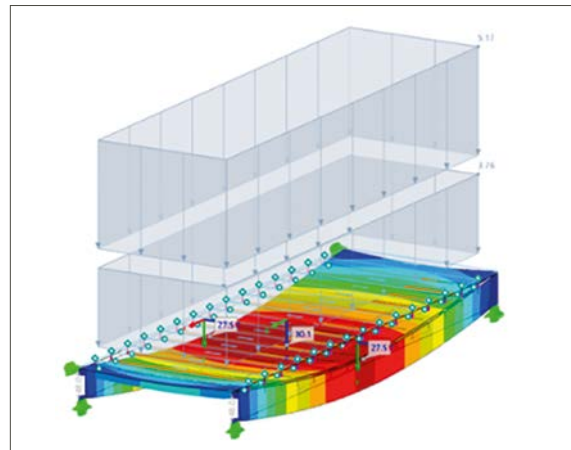
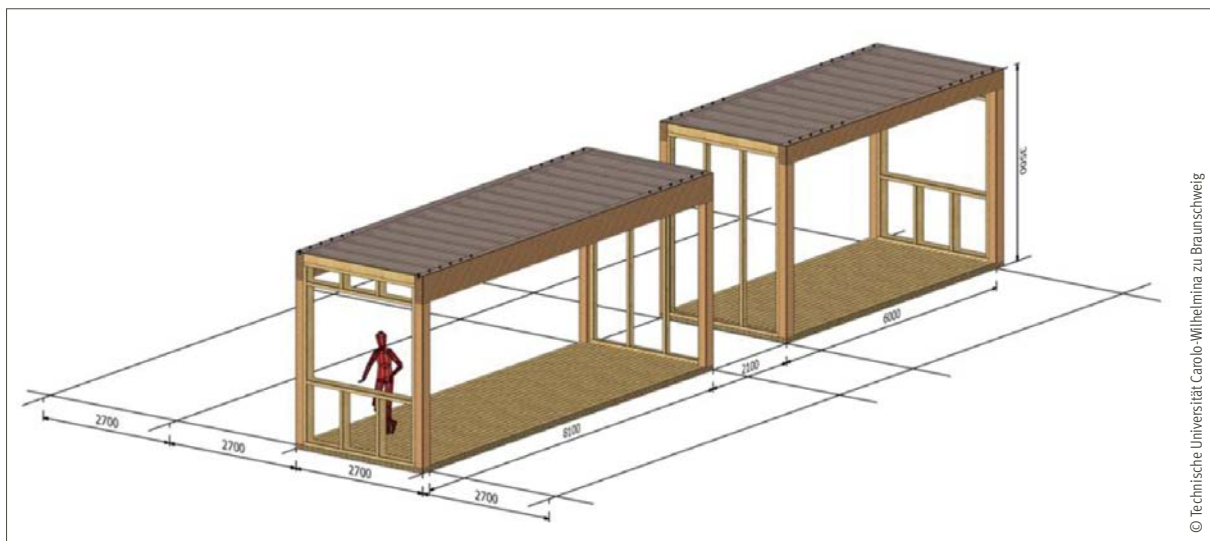


Abbildung 31: Endverformung Verbunddecke



© Technische Universität Carolus-Wilhelmina zu Braunschweig

Abbildung 32: Modul einer möglichen Tragstruktur, Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise

Holzskelettbauweise – Erschließung über Nutzungseinheit Lernlandschaft

Der Plan dieses Gebäudeteilausschnittes entsteht durch den Einsatz vorgefertigter linearer Holzelemente (Stützen/Träger und 2-D-Elemente) in Holzskelettbauweise, die in Quer- und Längsrichtung zum Gebäude angeordnet werden und damit die Möglichkeit zur Einrichtung eines räumlich offenen und flexiblen Lernumfeldes bieten, das auf maximale Anpassungsfähigkeit ausgelegt ist. Die tragende Struktur ist von der Raumorganisation entkoppelt, wodurch eine freie Gliederung der Nutzungsbereiche und vielfältige pädagogische Konzepte ermöglicht werden können.

Die Darstellung zeigt die mit der Verwendung von Stützen und Trägern sowie raumbildenden nicht tragenden Scheiben erweiterten Möglichkeiten und Grenzen der Holzskelettbauweise in Bezug auf Raumorganisation, Tragstruktur und Vorfertigung.

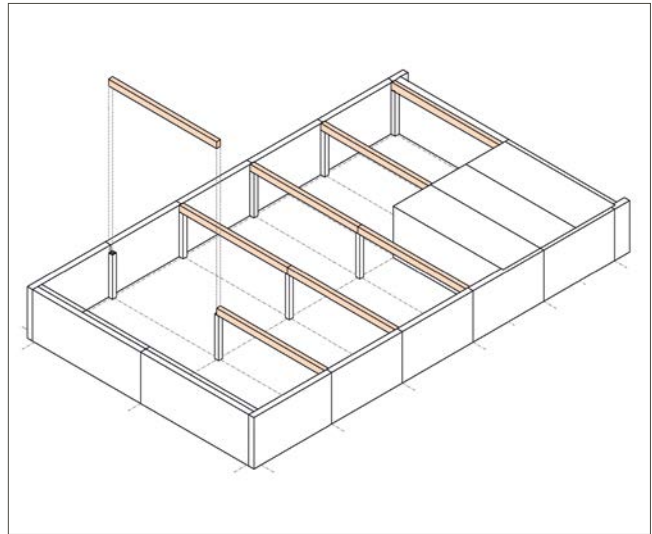


Abbildung 33: Axonometrie Holzskelettbauweise

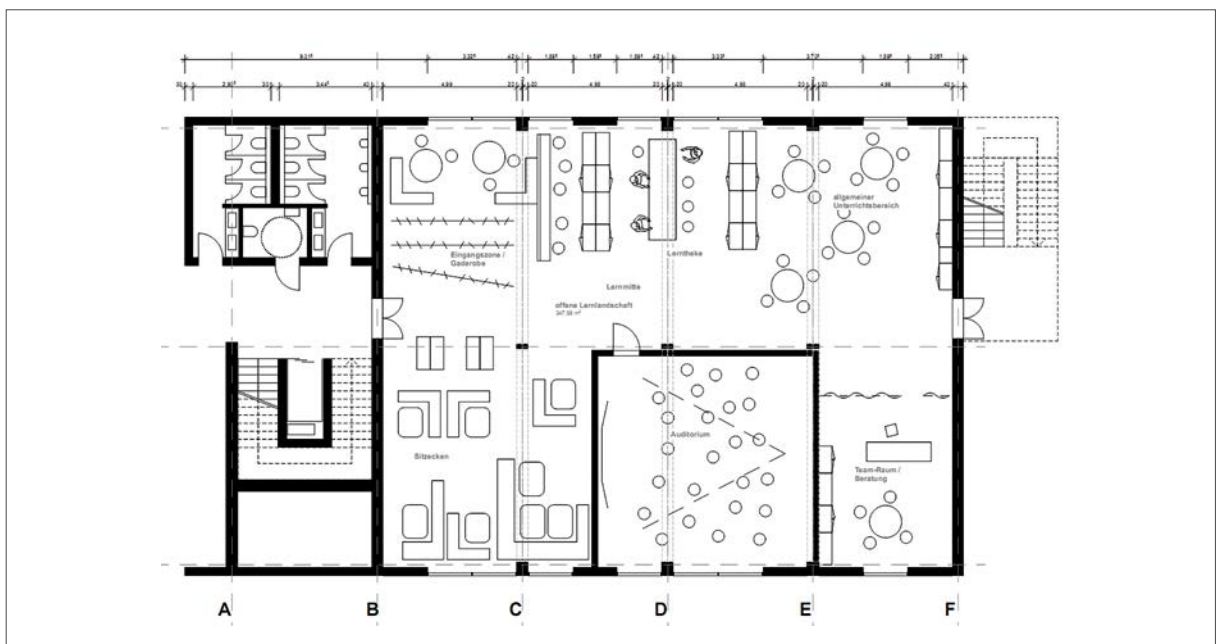


Abbildung 34: Gebäudeteilausschnittes in Holzskelettbauweise, Grundriss (offene Lernlandschaft)

Nutzungseinheit

Der Grundriss basiert auf einem offenen Lerncluster mit zentraler Kommunikationsfläche und nutzungsoffenen Raumzonen. Er umfasst eine Lernlandschaft (offene Fläche) mit ca. 350m² Gesamtnutzfläche, differenziert in die nachfolgend aufgelisteten Funktionen:

- Lernmitte
- allgemeiner Unterrichtsraum
- Auditorium
- Lerntheke und Sitznischen
- Teamraum/Beratungsraum
- Eingangsbereich/Garderobe

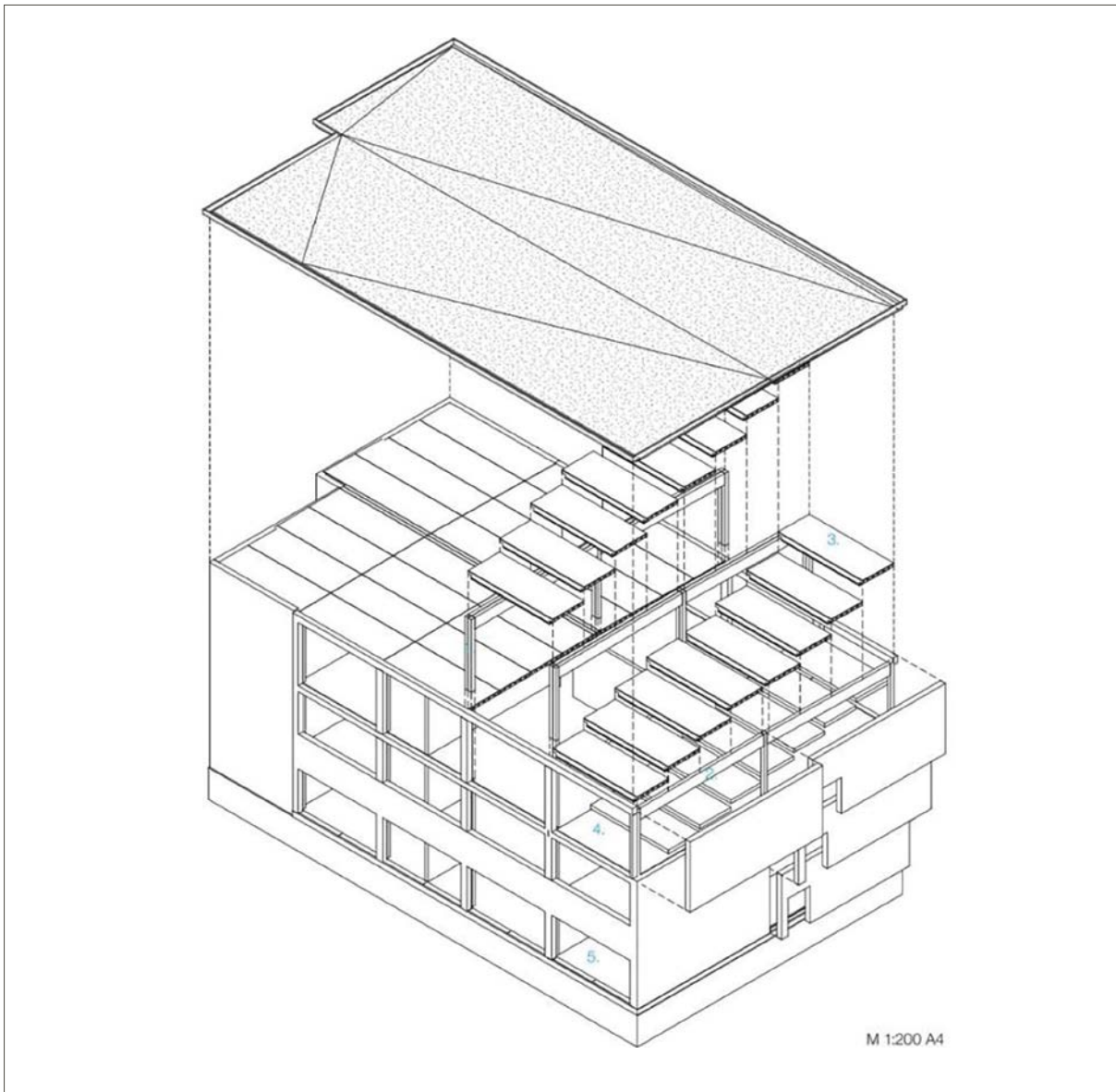


Abbildung 35: Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise

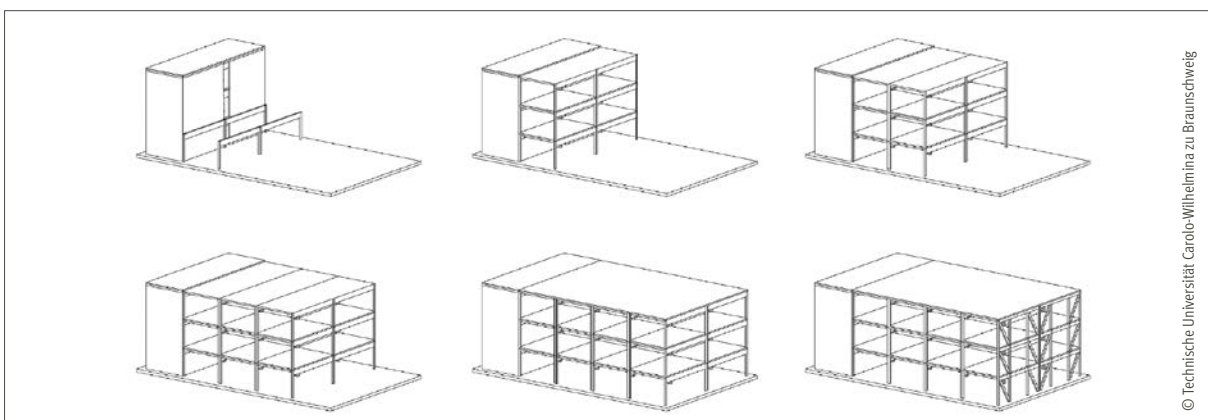


Abbildung 36: Auszug Montageablauf, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise

Die Räume sind nicht durch feste Wände getrennt, sondern über Möbel, Zonierungen und Akustikelemente gegliedert. Dadurch entsteht eine offene Raumstruktur mit hoher Transparenz, Sichtbeziehungen und Möglichkeiten zur informellen Nutzung.

Tabelle 5: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holzskelettbauweise

Element	Abmessungen H × L × B (in Meter [m])	Konstruktion
Stütze	3,50 × 0,20 × 0,20 m	Konstruktions- vollholz
Träger	0,64 × 8,10 × 0,20 m	Konstruktions- vollholz
Dachelement	0,38 × 5,40 × 2,00 m	Holzrahmenbau
Deckenelement	0,20 × 5,00 × 2,00 m	Brettschichtholz
Außenwand	3,50 × 5,40 × 0,31 m	Holzrahmenbau

Dach (Satteldach, extensiv begrünt)

U-Wert: 0,18 W/m²K REI 30 Rw 53 (-3, -9) dB Gewicht: 59,10 kg/m², 50 mm Extensivsubstrat, 0,03 mm Filtervlies, 40 mm Festkörperdrainage, 0,03 mm Speichervlies, 0,3 mm Abdichtungsbahn, >80 mm Gefälledämmung, 0,3 mm Unterdeckbahn

Außenwand

U-Wert: – mehrschaliger Aufbau, 24 mm Holzschalung, Fichte, 200 mm Konstruktionsholz (80/200, e=800), 200 mm Zellulosefaser (040; R=55), 15 mm OSB (luftdicht verklebt), 50 mm Querlattung, Fichte (50/80, a=400), 50 mm Zellulosefaser (040; R=55), 12,5 mm Gipsplatte Typ DF (GKF)

Geschossdecke

REI 60 Rw 62 (-5, -13) dB Gewicht: 202,50 kg/m² NAWAROS: 33,15 %, 25 mm Trockenestrich, 30 mm Trittschalldämmung MW-T, 60 mm elastische Schüttung, 2 mm Rieselschutz, 200 mm Brettsper Holz (achtlagig, verklebt), 2 x 20/64 mm Unterzüge

Bodenplatte

5 mm Bodenbelag, 50 mm Nassestrich, 5 mm Trennschicht, 25 mm Trittschalldämmung, 20 mm OSB, 300 mm Konstruktionsholz (140/300), 200 mm Mineralfaserdämmung, 10 mm Dichtbahn, 250 mm Dämmplatten, 10 mm Dichtbahn

Referenz

Angelehnt an dataholz.eu (gdmtn01-00, sdrhzi06a-06, awrxsom09), ARGE Diedorf, J. Roth, Gutmann Fassadensysteme, Kita Wildblume.

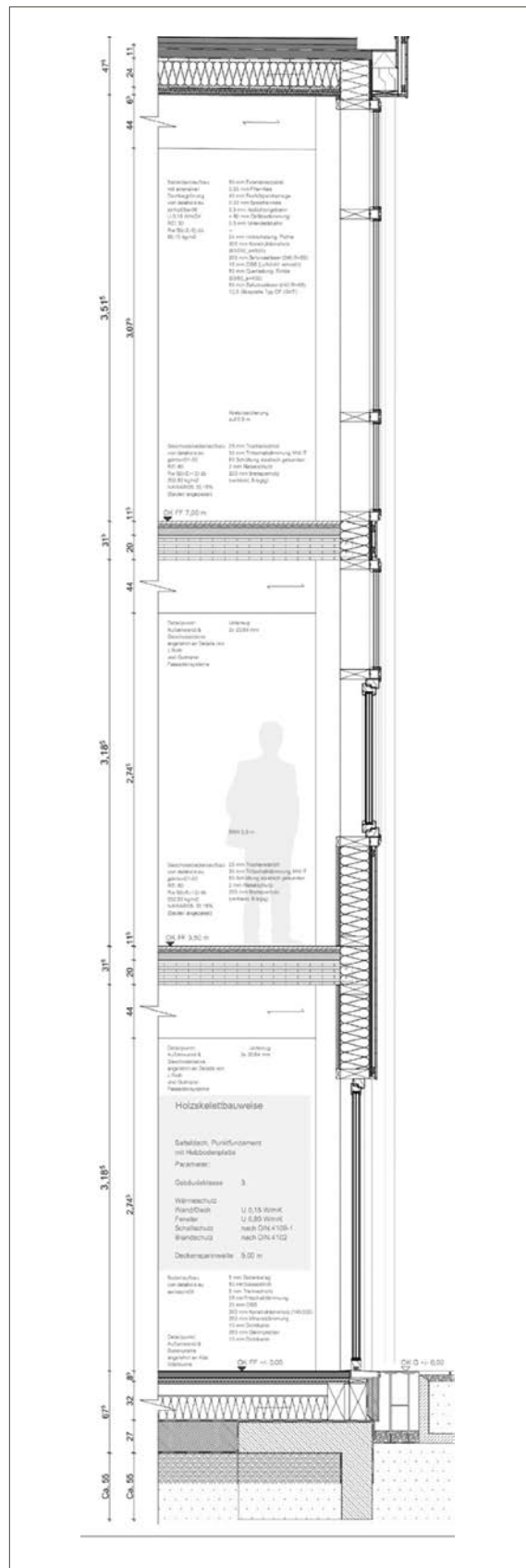


Abbildung 37: Fassadenschnitt, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise

Technik Grundrissausschnitt der Holzskelettbauweise

Die offene Holzskelettbauweise bietet die größte räumliche Flexibilität und stellt besondere Anforderungen an die Integration der Gebäudetechnik. Aufgrund der wenigen festen Wände wird eine Lösung mit Fußbodenheizung und -kühlung gewählt, die eine gleichmäßige Versorgung unabhängig von Raumaufteilungen ermöglicht.

Für die Elektroversorgung wird eine Sichtinstallation an der Decke vorgesehen. Zusätzlich können sogenannte „Energiewürfel“ eingesetzt werden, die von der Decke nach unten geführt werden und eine flexible Versorgung der Arbeitsbereiche ermöglichen. Diese Lösung unterstützt die offene und veränderbare Raumstruktur, da die Versorgungspunkte bedarfsgerecht verschoben werden können. Alternativ wäre eine Trassenführung im Boden denkbar, wird aber seltener angewendet.

Tragkonzept Grundrissausschnitt der Holzskelettbauweise

Der Holzskelettbau erweist sich durch seine vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten in der Wahl der Bauprodukte und der Anschlussausbildungen als eines der anspruchsvollsten, aber auch variantenreichsten Systeme in der Holzbauplanung.

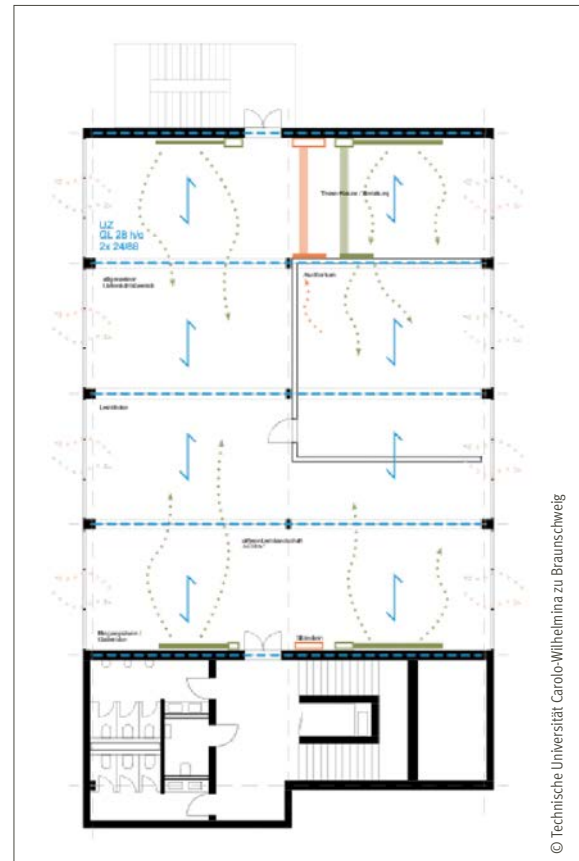


Abbildung 38: Konstruktion + Technikintegration, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise

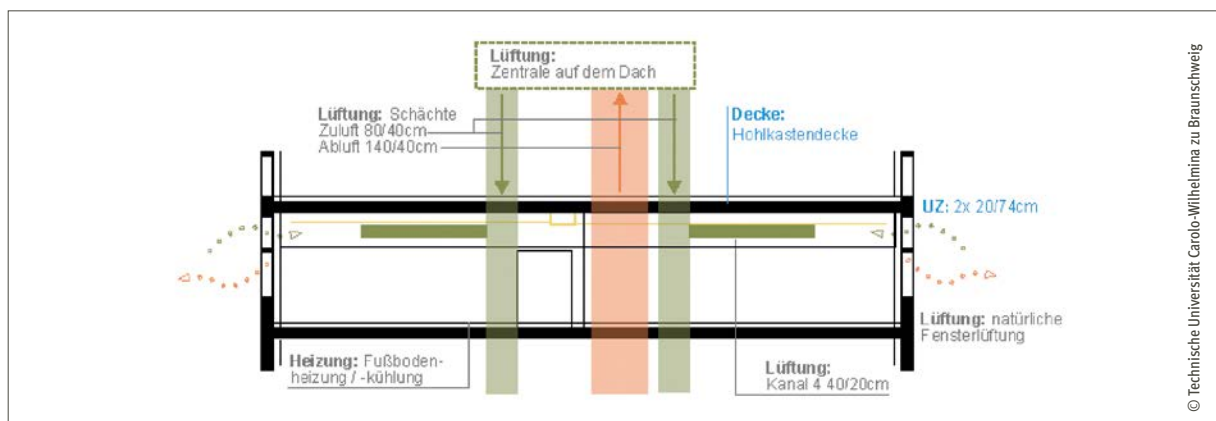


Abbildung 39: Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise, Schnitt: Tragkonstruktion + Technik

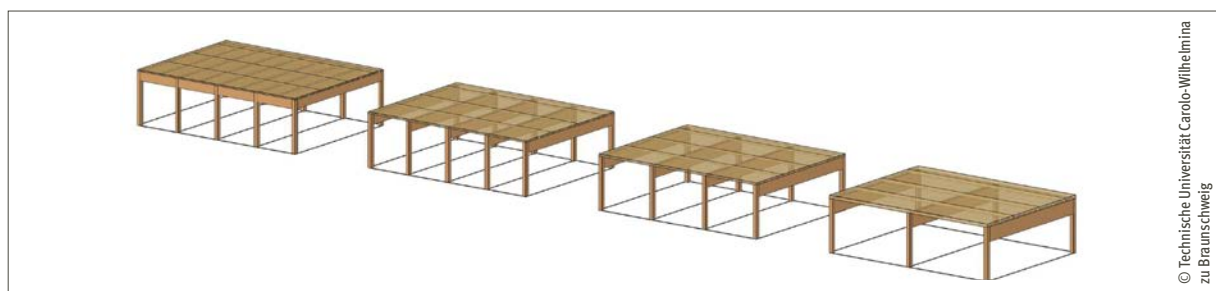


Abbildung 40: Voruntersuchung Raster HSK von 1,35 m; 2,7 m; 3,6 m; 5,4 m

Die Fügungen mit ihren Verbindungsmitteln sind typischerweise mit innen liegendem Stahlblech und Stiftverbindungen oder speziell für diese Bauweise entwickelten Metallverbindungen ausgeführt.

Voruntersuchung

Die Skelettbauweise ermöglicht eine sehr effiziente Ausnutzung der Holzquerschnitte, wobei als Nachteil die damit verbundenen großen Konstruktionshöhen der Träger zu nennen sind. Das Raster wird mit 2,7 bzw. 5,4 m in Gebäudelängsrichtung und die Spannweite der Träger mit 8,1 m festgelegt. Die Wahl des Deckensystems fällt auf massive Brettstapelelemente.

Das Diagramm in der Abbildung 41 zeigt den Holzeinsatz im Tragwerk mit der Aufzählung der notwendigen Fügepunkte der Holzskelettkonstruktion auf der Baustelle. Grundlage sind die vorhandenen Systeme, wobei von links nach rechts die Systemabmessungen 1,35 m, 2,7 m, 3,6 m und 5,4 m dargestellt sind. Die aufliegende Decke ist als Brettstapeldecke ausgebildet.

Die Analyse zeigt, dass mit zunehmenden Systemmaßen die Anzahl der Fügstellen abnimmt.

Eine Holzmassenoptimierung unter Berücksichtigung der Nutzung von Brettstapeldecken liegt bei Abmessungen von 2,70 bis 3,60 m vor.

Die Betrachtung der Holzmassen pro m² im System beträgt bei 1,35 m ca. 90 kg/m², bei 2,7 m ca. 74 kg/m², bei 3,6 m ca. 80 kg/m² und bei 5,4 m ca. 113 kg/m². Dies bezieht sich nur auf die Holzquerschnitte für die Kombinationen Decke/Träger.

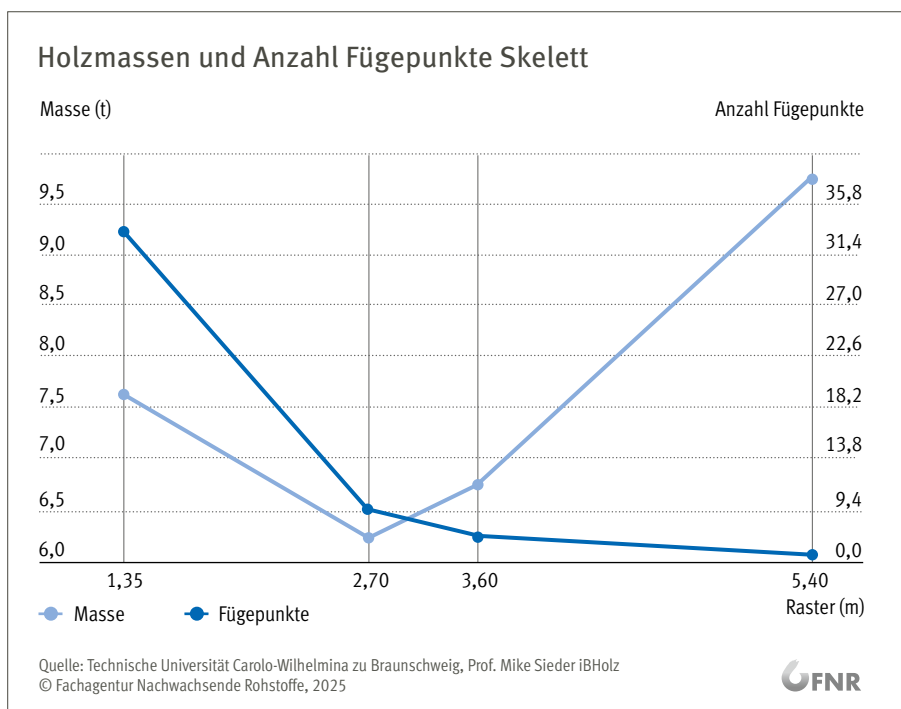


Abbildung 41: Voruntersuchung Massivholzdecken

Auswertung/Vergleich

Die drei untersuchten Holzbausysteme zeigen deutliche Unterschiede in Konstruktion, Nutzungsdisposition und baupraktischen Anwendungen.

Die Holztafelbauweise bietet eine bewährte, wirtschaftlich solide Bauweise, die insbesondere für das Konzept Klassenraum Plus geeignet ist. Sie ist regional gut umsetzbar und in ihren Kosten stabil, weist jedoch geringere Flexibilität in der Raumorganisation und eine eingeschränkte Demontierbarkeit auf.

Die Holzmodulbauweise zeichnet sich durch einen sehr hohen Vorfertigungsgrad und eine kurze Bauzeit aus. Sie ist vor allem für kompakte Cluster-Konzepte vorteilhaft, bleibt jedoch in ihrer Erweiterbarkeit und den räumlichen Zuschnitten eingeschränkt. Ihr Potenzial liegt in der Wiederverwendbarkeit von Modulen sowie in einer effizienten industriellen Fertigung.

Die Holzskelettbauweise bietet bei wenigen Festpunkten große planerische Freiheit und ist insbesondere für offene Lernlandschaften geeignet. Sie überzeugt durch hohe Raumqualität und Flexibilität, geht jedoch mit einem vergleichsweise höheren Kosten- und Materialaufwand einher.

In Bezug auf Ressourceneinsatz und Nachhaltigkeit der Tragkonstruktion ergeben sich differenzierte Befunde: Während die Holzmodulbauweise tendenziell mit einem höheren Materialeinsatz verbunden ist, erlaubt die Holzskelettbauweise eine lange Nutzungsdauer durch hohe Anpassungsfähigkeit. Die Holztafelbauweise liegt hier im mittleren Bereich und punktet vor allem durch ihre einfache und regional verbreitete Umsetzbarkeit.

Die Ergebnisse der Auswertung basieren größtenteils auf Fall- und Projektbeispielen, die im Rahmen des Forschungsprojekts HO_SY untersucht und bewertet wurden.

Im Anschluss werden die Aspekte Ressourcenverbrauch, Lebenszykluskosten und Lebenszyklusanalyse vertieft dargestellt, bevor die Themenbereiche Technikintegration sowie Statik und Konstruktion behandelt werden.

Auswertung/Vergleich Ressourceneinsatz

Zur Bewertung des ökologischen und materiellen Ressourceneinsatzes für die Erstellung der Baukonstruktion (Gebäudehülle und Tragwerk) verschiedener Holzbausysteme wurde der durchschnittliche Baustoffeinsatz pro Quadratmeter Bauteilfläche analysiert.

Tabelle 6: Vergleich der Holzbausysteme

Kriterium	Holzskellettbauweise	Holzmodulbauweise	Holztafelbauweise
Konstruktionssystem	Unter 50 % Vorfertigung, aber mit vielen planerischen Möglichkeiten	Modular, 90 % Vorfertigung mit begrenzten Möglichkeiten	Klassische Tafelbauweise, 50 % Vorfertigung mit begrenzten Möglichkeiten
Nutzungskonzept	Vorteilhaft für offene Lernlandschaften	Vorteilhaft für Cluster	Vorteilhaft für Klassenraum Plus
Erweiterbarkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit	Wenig eingeschränkt	Modulweise und begrenzt/vorbestimmt	Ergänzung im System
Kosten	Überdurchschnittlich	Durchschnittlich	Durchschnittlich
Ressourcenverbrauch (Holz) und Materialeinsatz	Unterdurchschnittlich	Überdurchschnittlich	Mittelwert
Lebenszyklusanalyse	Mittelwert bis hoch	Bis Mittelwert	Bis Mittelwert
Demontierbarkeit und Wiederverwendung	Gut	Wiederverwendbarkeit von Modulen nach kurzer Lebensdauer möglich	Schichtentrennung
Raumqualität	Projektspezifisch unterschiedlich	Projektspezifisch unterschiedlich	Projektspezifisch unterschiedlich
Zertifizierungspotenzial (QNG/BNB Gold)	Projektspezifisch unterschiedlich	Projektspezifisch unterschiedlich	Projektspezifisch unterschiedlich
Bauzeit und Bauprozess	Überdurchschnittlich	Unterdurchschnittlich	Durchschnittlich

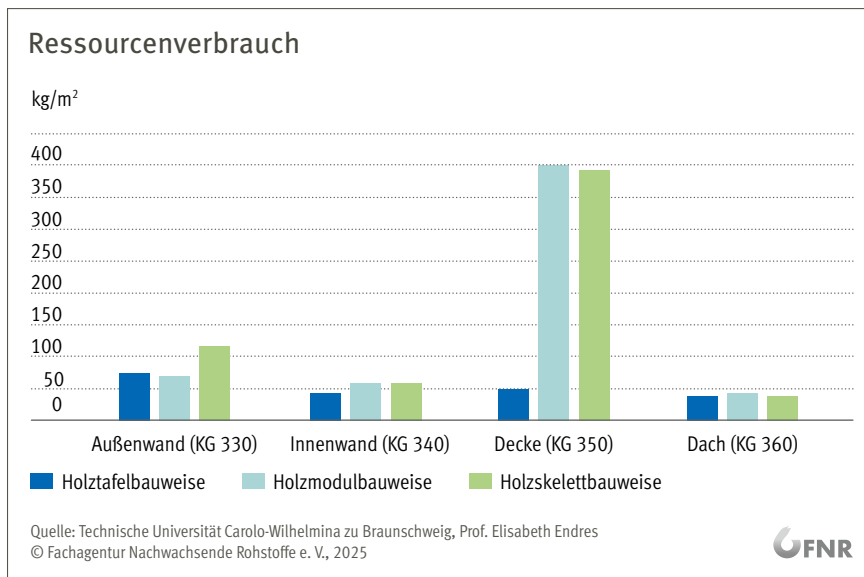


Abbildung 42: Ressourcenverbrauch der drei Systeme

Die Betrachtung umfasst die Bauteilgruppen Außenwand (KG 330), Innenwand (KG 340), Decke (KG 350) und Dach (KG 360). Für jedes Bauteil wurde die Masse der verbauten Materialien in Kilogramm je Quadratmeter ausgewertet.

Die Abbildung 42 gibt einen Überblick über die Gesamtmengen pro Bauteil und System.

Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede im Materialeinsatz. Die Holzskelettbauweise weist insbesondere bei Außenwänden eine deutlich höhere Materialintensität auf, was sich aus dem höheren Einsatz von Vollholz, Glas und Stahl ergibt. Im Bereich der Decken dominieren die Modul- und die Skelettbauweise aufgrund des Einbezugs von Betonfertigteilen mit sehr hohen spezifischen Massen.

Der geringste Materialeinsatz zeigt sich in der Tafelbauweise bei allen Bauteilen außer dem Dach. Dies spricht für eine materialeffiziente, jedoch zugleich strukturell eingeschränkte Lösung. Die Modulbauweise liegt im Mittel leicht über dem Niveau der Tafelbauweise, jedoch deutlich unterhalb der Skelettbauweise bei Außenwänden, was auf ein günstiges Verhältnis von Vorfertigung und Tragstruktur hindeutet.

Diese Analyse des Ressourcenverbrauchs ergänzt die Bewertung der Lebenszykluskosten und ermöglicht eine umfassendere Einordnung im Hinblick auf ökologische Nachhaltigkeit, Transportaufwand, Rückbaubarkeit und Kreislauffähigkeit der Systeme.

Auswertung/Vergleich Lebenszykluskosten

Die Kostenbewertung von Holzbausystemen für den Einsatz in Schulgebäuden muss über die Baukosten der Errichtungsphase hinausgehen. Um die ökonomische Nachhaltigkeit über den gesamten Gebäudelebenszyklus hinweg einschätzen zu können, bietet die Struktur der DIN EN 15804 einen etablierten Rahmen. Diese Norm unterteilt den Lebenszyklus eines Gebäudes in vier Module:

- **Modul A** – Herstellungs- und Errichtungsphase: Rohstoffbereitstellung, Transport, Baustoffherstellung sowie Bau und Einbau.
- **Modul B** – Nutzungsphase: Nutzung, Instandhaltung, Reparatur, Ersatz, Umbau/Erneuerung sowie Betriebsenergie- und Wasserbedarf.
- **Modul C** – Entsorgungsphase: Rückbau, Transport, Abfallbehandlung und Deponierung.
- **Modul D** – Potenziale außerhalb der Systemgrenzen: Rückbau-, Wiederverwendungs- und Recyclingpotenziale.

Diese Phasen bilden die Grundlage für die Ermittlung der Lebenszykluskosten eines Gebäudes. In der vorliegenden Analyse werden drei typische Konstruktionssysteme im Holzbau verglichen: die Holzrahmenbauweise, die 3-D-Modulbauweise und die Holzskelettbauweise. Der Vergleich umfasst sowohl die initialen Baukosten als auch alle relevanten Kosten während der Nutzung und Entsorgung.

Tabelle 7: Lebenszykluskosten pro m² Bruttogrundfläche

Bauweise	Lebenszykluskosten (Euro/m ² BGF)
Holztafelbauweise	8.536 Euro/m ²
Holzmodulbauweise	7.718 Euro/m ²
Holzskellettbauweise	10.301 Euro/m ²

Die Ergebnisse zeigen, dass die 3-D-Modulbauweise die geringsten Lebenszykluskosten aufweist. Neben der kurzen Bauzeit und der präzisen Vorfertigung im Werk tragen vor allem geringere Wartungs- und Betriebskosten zu dieser Wirtschaftlichkeit bei. Die Holzrahmenbauweise liegt im mittleren Bereich, während die Skelettbauweise – trotz ihrer architektonischen und funktionalen Flexibilität – die höchsten LCC verursacht. Dies ist auf individuellere Planung, erhöhte Anforderungen an die Gebäudetechnik sowie einen geringeren Vorfertigungsgrad zurückzuführen.

Tabelle 8: Vergleich der reinen Baukosten

Bauweise	Lebenszykluskosten (Euro/m ² BGF)
Holzrahmenbau	2.079,08 Euro/m ²
Modulbau	1.778,00 Euro/m ²
Skelettbau	2.822,80 Euro/m ²

Auch bei den Baukosten ist die Modulbauweise besonders wirtschaftlich. Die Werte liegen unter dem allgemeinen Mittelwert für Holzschulbauten, der gemäß dem BKI-Sonderband für die Kostengruppen 300 + 400 zwischen 2.060 Euro/m² und 3.125 Euro/m² rangiert (Mittelwert: 2.545 Euro/m²). Die hohe Kosteneffizienz ergibt sich aus dem standardisierten Aufbau, optimierten Fertigungsprozessen und minimalen Schnittstellenverlusten.

Da die Lebenszykluskosten entscheidend bestimmt werden von Faktoren, die von individuellen Vorgaben und situativen Rahmenbedingungen des Projektes geprägt sind, ist eine weitergehende Einordnung der Systeme nur bedingt möglich.

Die vorgenommene Einstufung basiert auf eigenen Datenrecherchen über ausgewertete Referenzprojekte.

Sie können als Orientierungshilfe und für Zielvereinbarungen dienen.

Für eine fundierte Abschätzung der Lebenszykluskosten ist in jedem Fall eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Referenzprojekte

Für die Validierung der Kosten wurden realisierte Bauvorhaben ausgewertet, die jeweils eindeutig einer Bauweise zugeordnet werden können.

Holzrahmenbauweise:

BKI 2023 Objektnummer; 4100-0167, 4100-0174, 4100-0175, 4100-0192, 4100-0198, 4200-0035

Skelettbauweise

BKI 2023, Objektnummer 4100-0179, 4100-0200, 4200-0032, 4200-0039

3-D-Modulbauweise

Integrierte Sekundarschule Mahlsdorf in Berlin (Kaufmann Bausysteme); HOMEB Schulen in Berlin; Kita Folsterhöhe in Saarbrücken; Grundschule Konrad-Wolf-Straße in Berlin; Grundschule Sewanstraße in Berlin

Auswertung/Vergleich Lebenszyklusanalyse

Eine direkte Gegenüberstellung der drei Holzbauweisen anhand einer klassischen Lebenszyklusanalyse ist nur eingeschränkt sinnvoll. Die Ergebnisse sind stark projektspezifisch und abhängig von verwendeten Baustoffen, Gebäudekonzepten sowie den Kriterien gängiger Zertifizierungssysteme (unter anderem BNB, DGNB). Zudem zeigt die Praxis, dass häufig Mischbauweisen zum Einsatz kommen, wodurch eine systembezogene Bewertung der Umweltwirkungen nur begrenzt aussagekräftig ist.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der Untersuchungen statt einer detaillierten LCA eine Analyse der Einsparpotenziale der Holzbauweisen im Vergleich zum konventionellen Massivbau vorgenommen. Grundlage bilden die Ergebnisse aus den 93 Projekten des Forschungsprojekts HO_SY, ergänzt durch Fachliteratur und Studien (unter anderem dena, BMUV, BMWBS, FNR).

Die nachfolgende Tabelle fasst die durchschnittlichen Einsparungen der drei untersuchten Holzbauweisen zusammen.

Tabelle 9: Einsparpotenziale der Holzbauweisen gegenüber konventionellen Bauweisen

Bauweise	Einsparpotenzial
Holzskelettbauweise	ca. 35–50 %
Holztafelbauweise	ca. 40–60 %
Holzmodulbauweise	ca. 60–70 %

Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere die Holzmodulbauweise durch ihren hohen Vorfertigungsgrad und optimierte Bauprozesse das größte Einsparpotenzial bietet. Aber auch Tafel- und Skelettbauweisen ermöglichen deutliche Reduktionen bei Bauzeit, CO₂-Emissionen und Ressourceneinsatz im Vergleich zu konventionellen Bauweisen.

Die dargestellten Ergebnisse werden durch Studien im Bereich des Bildungsbaus bestätigt. Exemplarisch zeigt das Schmuttertal-Gymnasium in Diedorf (Bayern), dass ein großmaßstäblicher Schulbau in Holzbauweise über den Lebenszyklus ein signifikant geringeres Treibhausgaspotenzial aufweist als ein vergleichbares Gebäude in Massivbauweise (proHolz Austria 2016; Keimfarben GmbH 2019). In der Ökobilanz wird deutlich, dass durch die Verwendung von Holz als Haupttragwerk in Kombination mit energieeffizienter Gebäudetechnik und Plusenergie-Standard erhebliche Mengen an Treibhausgasemissionen vermieden werden können.

Auf gesamtgesellschaftlicher Ebene verdeutlichen aktuelle Daten das Potenzial: Nach Angaben des Kommunalen Panels der KfW werden in Deutschland jährlich rund 9,8 Milliarden Euro in Schulinfrastruktur investiert. Zugleich besteht ein Sanierungsstau von über 45 Milliarden Euro (KfW 2022). Großstädte wie Frankfurt am Main investieren allein mehr als 1 Milliarden Euro in die Sanierung von etwa 100 Schulgebäuden und die Schaffung von 10.000 neuen Schulplätzen (BILD 2024). Würden diese Bau- und Sanierungsmaßnahmen systematisch in Holzbauweise realisiert, ließen sich – basierend auf typischen Substitutionsraten von 35–70 % gegenüber konventionellen Bauweisen – mehrere Millionen Tonnen CO₂ jährlich einsparen. Damit zeigt sich, dass Holzbau im Bildungswesen nicht nur aus einzelprojektspe-

zifischer Sicht, sondern auch auf nationaler Ebene erhebliche Beiträge zum Klimaschutz leisten kann.

Technikintegration in Systemvarianten: Möglichkeiten und Grenzen

Die drei vorgestellten Varianten werden hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Technikintegration beschrieben und mit passenden Technikkonzepten dargestellt. Dabei liegt der Fokus auf der Verbindung des jeweiligen Nutzungskonzepts mit den bau- und haustechnischen Anforderungen. Fachräume wie Chemie oder eine Mensa sind in den Grundrissen nicht enthalten. Ebenso wurde der Bereich des Erschließungskerns sowie der Sanitärebereiche ausgeklammert, da diese in allen Varianten identisch sind. In den übrigen Zonen ist lediglich ein Waschbecken pro Unterrichtsraum vorgesehen.

Ein zentrales Kriterium der Untersuchung ist die Lüftung. Alle drei Varianten sind teilweise natürlich belüftbar, zeigen jedoch Zonen, die eine vollständige natürliche Belüftung erschweren, etwa die Cluster-Mitte. Daher wurde die mechanische Lüftung als Standardlösung gewählt, um eine anspruchsvolle Integration darzustellen.

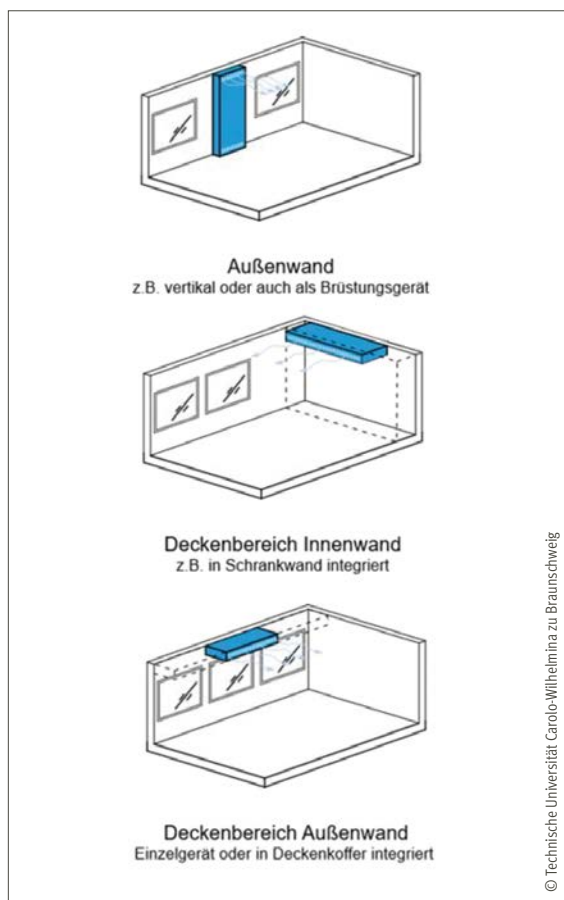


Abbildung 43: Möglichkeiten Technikkonzept

Tabelle 10: Möglichkeiten zur Technikintegration

Nutzungstyp		Holztafelbau Klassenraum Plus	Holzmodul Cluster	Holzskelettbau Lernlandschaft
Lüftung	natürlich	☐ Klassenräume eingeschränkt	☐ Mitte eingeschränkt möglich	☐ ggf. innenliegende Räume
	mechanisch zentral (Verteilung Wand/Decke)	● durch wenig genutzte Mittelzone	☐	☐ eingestellte Räume ggf. problematisch
	mechanisch dezentral	●	☐ ggf. Mitte eingeschränkt möglich	○ eingestellte Räume ggf. problematisch
Heizung	Fußbodenheizung	●	○ das System hat einen geringen Vorfertigungsgrad	●
	Deckensegel z.B. Deckenstrahlplatten	☐	● nur unter Beachtung der Geschosshöhe	☐ viele Schnittstellen auf der Baustelle
	Wandheizung	☐	☐	○
	Heizkörper z.B. Radiatoren, Niederheizkörper	●	☐	○
Elektrik	Wand	●	●	○ wenige feste Wände
	Decke	●	●	● viele Schnittstellen auf der Baustelle
	Boden	●	●	●

Durchführbarkeit: ○ schwer oder nicht möglich ☐ teilweise möglich ● gut möglich

Auswertung/Vergleich häufige Nutzung Mischform ohne System

Die Auswahl eines geeigneten Bausystems im Holzbau erfordert eine umfassende Analyse technologischer Entwicklungen sowie konstruktiver und wirtschaftlicher Aspekte. Durch kontinuierliche Innovationen und optimierte Fertigungstechniken eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Effizienz, die Nachhaltigkeit und die Anwendbarkeit von Holzbausystemen zu verbessern. Eine konsequente Elementierung der Bauteile stellt hierbei einen Ansatz dar, um ein leistungsfähiges System zu entwickeln, das insbesondere für den öffentlichen Bausektor geeignet ist.

Die Untersuchung bestehender Holzbauweisen – Holzrahmenbau, Holzmodulbau und Holzskelettbau – zeigt, dass jedes dieser Systeme spezifische Vorteile aufweist. Der Holzrahmenbau zeichnet sich durch eine hohe Materialeffizienz, wirtschaftliche Fertigung und eine weitgehende Vorfertigung aus, während der Holzskelettbau größere gestalterische Freiheiten sowie eine optimierte Lastabtragung bietet. Der Holzmodulbau wiederum ermöglicht durch einen hohen Vorfertigungsgrad eine signifikante Reduktion der Bauzeit.

Auswertung/Vergleich Zusammenfassung

Die Analyse der drei im Bildungsbau etablierten Holzbauweisen – Tafelbauweise, Modulbauweise und Skelettbauweise – wurde durchgeführt. Die Struktur der Bewertung orientiert sich an den Kriterien des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) sowie an den Qualitätsanforderungen der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), wie sie insbesondere im öffentlichen Hochbau Anwendung finden.

Die Einschätzungen basieren auf einer eigenständigen Bewertung des Projektteams, welche im Rahmen von Fachworkshops, Planungsdiskussionen und Expertengesprächen mit Architektinnen und Architekten, Fachplanenden, Holzbauunternehmen und Ausführenden entwickelt wurde. Grundlage der Bewertung sind auch die im vorangegangenen Kapitel bereits vorgestellten drei exemplarischen Teilgebäude, die jeweils systemtypisch für die Tafel-, Modul- und Skelettbauweise ausgelegt wurden. Anhand dieser Grundrisse konnten die spezifischen Eigenschaften, Potenziale und Begrenzungen jedes Systems anschaulich und praxisnah erprobt werden.

Die durchgeführte Umfrage und Analyse verdeutlicht den bestehenden Bedarf an öffentlich umsetzbaren Holzbausystemen für Schulen und Kitas, die bedarfsgerechte und nutzungsfähige Räume bereitstellen. Die Auswertung der Anbieter sowie der derzeit am Markt verfügbaren Konstruktionen zeigt, dass die bestehenden Systeme noch keine ausreichenden Lösungen für die Hemmnisse bei der Verwendung von Holz im Bauwesen liefern. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, ein System zu entwickeln, das gezielt Antworten auf diese Herausforderungen gibt.

Die drei derzeit am häufigsten eingesetzten Bauweisen – Holztafelbauweise, Holzmodulbauweise und Holzskelettbauweise – weisen jeweils spezifische Stärken, jedoch auch deutliche Einschränkungen auf. Die Holztafelbauweise ist kostengünstig, da sie einen hohen Vorfertigungsgrad und eine einfache Transportierbarkeit bietet. Sie ermöglicht jedoch nur eine geringe Nutzungsvariabilität, da eine Vielzahl festgelegter statischer Punkte im Grundriss die Flexibilität einschränkt.

Die Holzmodulbauweise überzeugt vor allem durch ihre kurze Montagezeit, den hohen Vorfertigungsgrad und die geringe Anzahl an Fugen. Allerdings führen systembedingte Transporte zu hohen Kosten, und die Nutzungsvariabilität ist ebenso begrenzt wie die Auswahl an unterschiedlichen Systemlösungen.

Die Holzskelettbauweise wiederum bietet ein hohes Maß an Nutzungsvariabilität und Veränderungsmöglichkeiten, da sie mit wenigen statischen Festpunkten auskommt. Sie ist zudem demontierbar und wiederverwendbar. Demgegenüber steht jedoch ein hoher Bedarf an unterschiedlichen Systemelementen und Bauteilen, was sich nachteilig auf Montagezeit, Ressourcenverbrauch und Kosten auswirkt.

Systemempfehlung

Basierend auf den vorangegangenen Überlegungen ergibt sich ein Systemansatz, der auf einer Weiterentwicklung des Holzrahmenbaus mit dem Ziel, dessen Effizienz mit den strukturellen Vorteilen des Holzskelettbaus zu kombinieren, besteht.

Das Konzept dieses optimierten Systems (siehe Kapitel 4) besteht in der Integration tragender Stützen als vorgefertigte Elemente, die dimensional an die Formate von Decken- und Wandelementen angepasst sind. Diese Stützelemente sollen unter präzisen Fertigungsbedingungen im Werk hergestellt und mit der Tafel- sowie Kastenbauweise kombiniert werden.

Durch diese konstruktive Weiterentwicklung entsteht eine hybride Bauweise, die die Vorzüge des Holzrahmenbaus – insbesondere in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Vorfertigung – mit den statischen Vorteilen großformatiger Stützen-

querschnitte aus dem Holzskelettbau verbindet. Die resultierende offene Holzrahmenbaukonstruktion bietet optimierte Tragfähigkeitseigenschaften und ermöglicht eine nachhaltige sowie ressourceneffiziente Bauweise.

Darüber hinaus gewährleistet das System eine hohe Flexibilität hinsichtlich architektonischer und funktionaler Anforderungen, wodurch es sich für öffentliche Gebäude eignet. Der erhöhte Vorfertigungsgrad trägt zu einer signifikanten Bauzeitverkürzung bei und verbessert die bauliche Qualität. Dies führt zu einer Reduktion der Gesamtlebenszykluskosten und steigert die wirtschaftliche Attraktivität des Systems im Vergleich zu konventionellen Bauweisen.

Schlussfolgerung

Ein zukunftsweisendes Holzbausystem muss die Vorteile aller drei Bauweisen in sich vereinen, ohne deren jeweilige Nachteile zu übernehmen. Das System müsste eine einfache Vorfertigung – idealerweise auch durch regionale Anbieter – ermöglichen, kostengünstig zu fertigen und gut transportierbar sein und gleichzeitig einen hohen Grad an Nutzungsvariabilität bieten. Ebenso sollte es aus wenigen großformatigen, vorgefertigten Systembauteilen bestehen, die reversibel verbunden, leicht montierbar und demontierbar sind, um eine Wiederverwendung zu ermöglichen. Des Weiteren müsste das System eine große Bandbreite an Nutzungsvarianten zulassen, sich individuell erweitern lassen und dabei Planungs- sowie Genehmigungsprozesse vereinfachen.

Zusammenfassend besteht das Ziel darin, einen offenen, standardisierten Systemansatz zu entwickeln, der von vielen Anbietern nutzbar ist und die aktuellen Markt- und Gesetzesanforderungen erfüllt. Länderspezifische Regelungen wie der „Gebäudetyp-E“ in Bayern oder der sogenannte „Hamburger Standard“ können dabei als Orientierung dienen. Auf Grundlage der bestehenden Standards und der geltenden Gesetzeslage soll das System so weiterentwickelt werden, dass es in der Praxis breit einsetzbar ist und sowohl wirtschaftliche als auch funktionale Vorteile bietet.

4 STANDARD-HOLZBAU-SYSTEMANSATZ

Konzeption des Systems

Die vorherige Analyse zeigt den Bedarf einer neuen systematischen Adaption der etablierten Holzbausysteme (Holztafel-, -modul- und -skelettbauweise). Das HO_SY-System ist ein offenes System mit Typenelementen, das sich flexibel an die jeweiligen Nutzungsanforderungen der Bauaufgabe anpassen kann. Die Systembauteile werden zunächst in wenigen Grundformaten und -maßen angeboten. Sofern erforderlich, kann der Katalog an Typenelementen beliebig erweitert und damit die Variantenvielfalt vergrößert werden.

Die Systemelemente wurden auf Basis der einfachen und allgemein durch jeden Betrieb anwendbaren Holzrahmenbauweise mit Holzbalkendecken in 2-D-Bauweise entwickelt. Die Grundsystembauteiltypen sind bei höheren Anforderungen einfach kombinierbar mit modular in industrieller Produktion vorgefertigten Holztafel- sowie Hohlkasten- oder Massivholzelementen. Auch können die 2-D-Systembauteile im Werk oder auf der Baustelle zu 3-D-Modulen verbunden werden, um einen höheren Vorfertigungsgrad zu erreichen.

HO_SY schafft so eine offene Plattform für individuelle Lösungen, die unabhängig von Herstellern oder markenspezifischen Systemen realisiert werden können. Dabei geht es zunächst um Anwendungen für Schulen, die durch ihre Größe und Anpassungsfähigkeit andere Voraussetzungen gegenüber dem Wohnungs- oder Bürobau haben. Ein weiterer Vorteil des HO_SY-Systems ist seine einfache Baubarkeit. Die Konstruktionen, wie etwa die sogenannten „Leitern“, können von jedem gebaut werden – auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen ohne hochspezialisierte Maschinen oder Technologien. Das System wurde bewusst so gestaltet, dass es eine breite Anwendung findet und insbesondere kleinere Betriebe in die Lage versetzt, kosteneffizient und nachhaltig zu bauen.

Geplant ist, auf der Systaholz.eu-Website (siehe Kapitel 6) die Systembauelemente mit Typenstatik, Ausschreibungs- und bauphysikalischen Systemberechnungen, Kostenkalkulationen und Ökobilanzierung für eine offene Nutzung bereitzustellen.

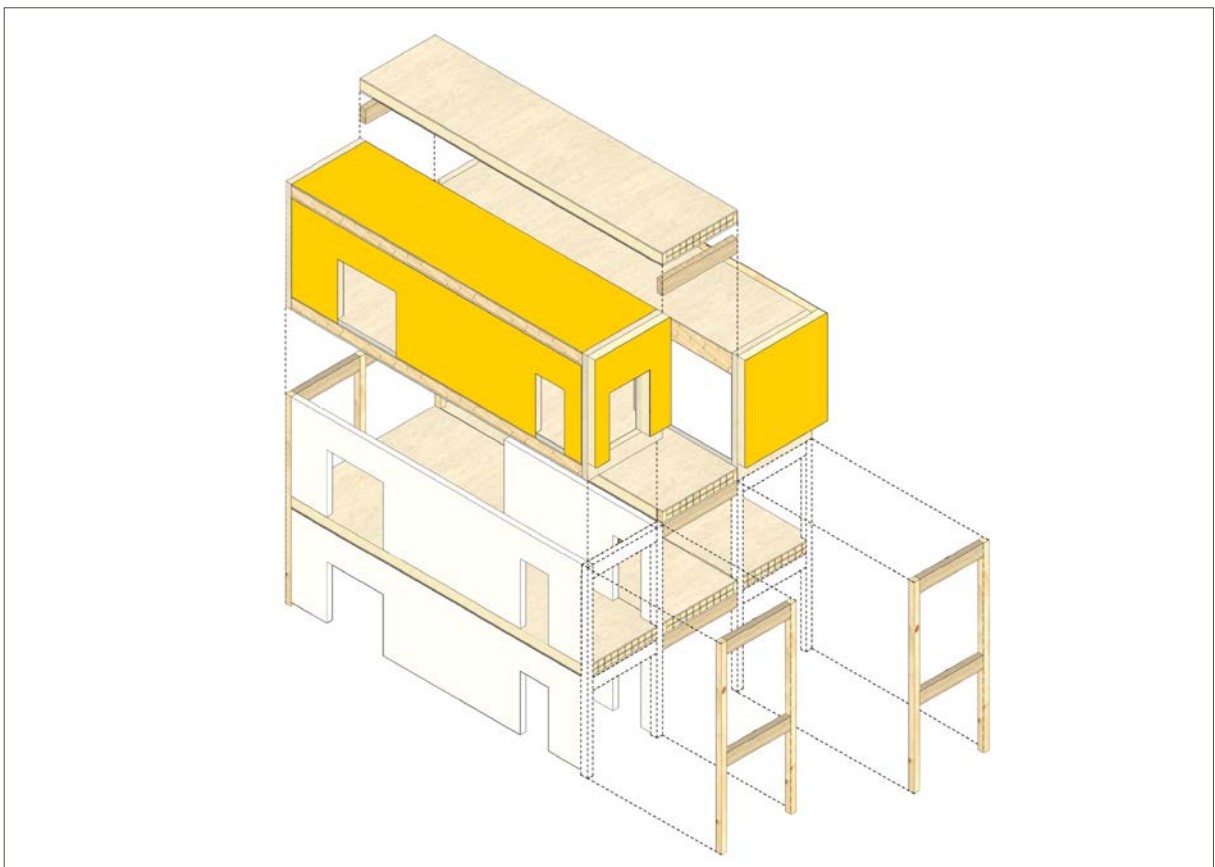
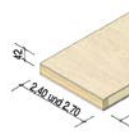
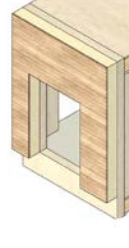


Abbildung 44: Holzbau im System, Systemansatz

Tabelle 11: Systemelemente, Standard Holzbausystem

Leiterstütze		Deckenelement		Träger	
Leiterstütze 60		Deckenelement 1080		Verbindungselement 780	
Höhe: 7,33 m Länge: 0,60 m Breite: 0,20–0,40 m		Höhe: 0,36 m Länge: 10,80 m Breite: 2,40–2,70 m		Höhe: 0,80 m Länge: 7,80 m Breite: 1,80 – 2,70 m	
Leiterstütze 90		Deckenelement 810		Außenwand 1050	
Höhe: 7,33 m Länge: 0,90 m Breite: 0,20–0,40 m		Höhe: 0,36 m Länge: 8,10 m Breite: 2,40–2,70 m		Höhe: 3,50 m Länge: 10,50 m Breite: 0,36 m	
Leiterstütze 180		Deckenelement 570		Träger 90	
Höhe: 7,33 m Länge: 1,80 m Breite: 0,20–0,40 m		Höhe: 0,34 m Länge: 5,70 m Breite: 2,40–2,70 m		Höhe: 0,90 m Länge: 7,80 m Breite: 0,20 – 0,40 m	
Leiterstütze 240		Deckenelement 190		Träger 60	
Höhe: 7,33 m Länge: 2,40 m Breite: 0,20–0,40 m		Höhe: 0,24 m Länge: 1,90 m Breite: 2,40–2,70 m		Höhe: 0,60 m Länge: 5,40 m Breite: 0,20 – 0,40 m	
Leiterstütze 270		Module		Träger 30	
Höhe: 7,33 m Länge: 2,70 m Breite: 0,20–0,40 m		Höhe: 3,92 m Länge: 5,70–10,80 m Breite: 2,40–2,70 m		Höhe: 0,30 m Länge: 7,80 m Breite: 0,20 – 0,40 m	

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN HOLZBAU IM SYSTEM

1. Frühabstimmung mit Behörden; Nutzung von Typenstatik/Typengenehmigung; Erstellung Terminplan.
2. Vereinbarung Zielkosten/Kostenbänder; Vereinbarung von Preisgleitklauseln; Aufstellung detaillierter Mengengerüste und Durchführung qualifiziertes Controlling.
3. Zielvereinbarung Technik: Entkopplungssysteme, Masse-Feder-Masse; flankierende Maßnahmen; leise Haustechnik.
4. Zielvereinbarung Tragwerk: Schwingungsnachweise, erhöhte Steifigkeit; Masseauflagen; geprüfte Deckenaufbauten.
5. Zielvereinbarung Brandschutz: Kapselklassen (z. B. K₂), frühzeitige Einbindung Brandschutzplanende/Sachverständige, REI-Nachweise, Brandriegel; sichere Flucht- und Rauchabschnitte.
6. Zielvereinbarung Wärmeschutz/Energie: Energiekonzept, außenliegender Sonnenschutz, Verschattung; Nachtlüftung; Speichermassen/Lehm.
7. Zielvereinbarung Feuchteschutz: konstruktiver Holzschutz (Sockel, Tropfkanten, Spritzwasserzone); Wartungsplan.
8. Zielvereinbarung Schallschutz: erhöhter Schallschutz, flankierende Maßnahmen.
9. Koordinationsmodell (BIM); Clash-Detection; Toleranz-/Fugenmanagement; Detaillisten.
10. Funktionale Leistungsbeschreibung; Losbildung; Referenzdetails; Eignungskriterien für KMU.
11. Hoher Vorfertigungsanteil, gesicherte Trockenkette von Werk bis Betrieb; Wetterdach; Luftdichtheit; Feuchtemonitoring.
12. Montage-Taktplanung; Erstellung Konzept Baustellenlogistik; Transportbreiten/Höhen prüfen; Kran- und Hubkonzept.
13. Nachweisführung/Monitoring; Versicherer/Prüfstellen früh einbinden; Referenzobjekte zeigen.

Entwicklung eines geeigneten Standard-Holzbausystems für öffentliche Gebäude

Die Aufgabe der Entwicklung eines geeigneten Standard-Holzbausystems für öffentliche Gebäude ist entstanden aus der Notwendigkeit, nachhaltige Lösungen als Antwort auf die Herausforderungen der Ressourcenverknappung fossiler und endlicher Rohstoffe, der Kostenexplosion im Bauwesen, des Fachkräftemangels und zunehmender Planungs- und Bauzeitverlängerungen zu finden.

Ziel ist der ressourcensparende Einsatz von Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen für den Bau öffentlicher Gebäude mit Vorbildfunktion. Dadurch sollen zukunftsweisende Nutzungskonzepte ermöglicht werden, die Antworten auf gesellschaftliche Herausforderungen aufzeigen und mit wenigen geregelten Systembauteilen einfach, schnell, kostengünstig, nachhaltig und – wenn nötig – auch experimentell Abhilfe leisten können.

Das System ist:

- Entwickelt als offenes, allgemein ohne Einschränkungen nutzbares Konstruktionssystem für den Bau von Schulen und öffentlichen Gebäuden
- Elementiert aus nur wenigen Systembauteilen (Elementen), seriell und modular vorgefertigt, vielfältig den modernen Anforderungen einer zukunftsweisenden Lernumgebung angepasst nutzbar und veränderbar
- Effizient kostengünstig, schnell und einfach zu erstellen und wirtschaftlich zu betreiben, die regionale Wertschöpfung unterstützend
- Einfach mit hohem Vorfertigungsgrad zu bauen im System (wie ein Regal), durch wenige Fachkräfte ohne Gerüst, beschäftigt in regionalen KMU und Zimmereibetrieben
- Experimentell mit festgelegten Kennwerten und Typenprüfung, die eine Abweichung von aufwendigen, zeitraubenden und kostentreibenden Richtwerten ermöglichen
- Erneuerbar, überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen vor Ort in regionalen Betrieben herzustellen
- Demontabel, weiterverwendbar und einfach zu erweiterndes System, das durch untereinander kombinierbare Systembauteile und Elemente universell einsetzbar, selektiv rückbaufähig, wieder- und weiterverwendbar ist

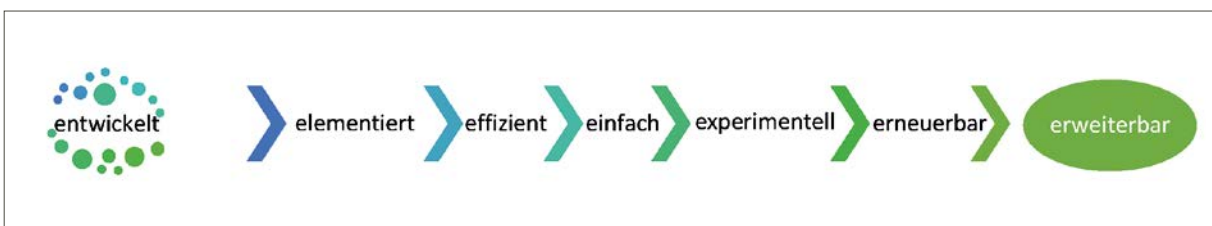


Abbildung 45: 7e-Prinzipien für ein offenes und nachhaltiges Standard-Holzbausystem

Die Typenelemente des offenen Systems ermöglichen den jeweiligen Nutzungsanforderungen entsprechend große oder kleine Räume, die individuell anpassbar an die Bedürfnisse der Nutzenden sind.

Typologien-Systemansatz

Das Forschungsprojekt HO_SY zielt darauf ab, das Wissen und die Akzeptanz für den Holzbau im öffentlichen Sektor zu stärken. Durch gezielte Informationskampagnen und Kooperationen mit den genannten Zielgruppen sollen die Vorteile des Holzbaus hinsichtlich Klimaschutz, Energieeffizienz und Ressourcenschonung hervorgehoben werden. Dies umfasst auch die Sensibilisierung für die Notwendigkeit nachhaltiger Waldbewirtschaftung und innovativer Baukonzepte, die eine breitere Verwendung von Holz ermöglichen.

Modulare Bausysteme bieten zahlreiche Vorteile für moderne Bauvorhaben. Sie ermöglichen eine schnelle Bauzeit durch standardisierte Fertigung und modulare Montage. Diese Systeme sind umweltfreundlicher, da sie weniger Baustellenabfall produzieren und ressourcenschonender sind. Sie fördern zudem die Kosteneffizienz durch optimierte Prozesse und wiederverwendbare Elemente. Ihre Flexibilität erlaubt es, unterschiedlichste Bauanforderungen zu erfüllen, sei es für Wohn-, Büro- oder öffentliche Gebäude.

Ein Hauptproblem modularer Systeme ist jedoch, dass sie oft auf proprietäre Lösungen ausgelegt sind, die schwer mit anderen Systemen kombinierbar sind. Diese spezifischen Konstruktionen sind häufig nicht leicht anpassbar und schränken die Planungsfreiheit ein. Zudem können sie bei der Renovierung oder Erweiterung von Bauwerken zu Kompatibilitätsproblemen führen, da sie auf spezielle Komponenten innerhalb des gleichen Systems angewiesen sind.

HO_SY stellt eine innovative Antwort auf diese Probleme dar. Es handelt sich um einen frei zugänglichen Katalog für Bauteile, der traditionelle Bauweisen wie den Skelettbau und den Tafelbau kombiniert. Diese Herangehensweise erlaubt es, sowohl Stabilität als auch Flexibilität in den Bauprozess zu integrieren.

Ein Vorteil des HO_SY-Systems ist seine einfache Baubarkeit. Die Konstruktionen, wie etwa die sogenannten „Leitern“, können von jedem gebaut werden – auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen ohne hoch spezialisierte Maschinen oder Technologien. Das System wurde bewusst so gestaltet, dass es eine breite Anwendung findet und insbesondere kleinere Betriebe in die Lage versetzt, kosteneffizient und nachhaltig zu bauen.

Durch die Kombination aus Skelettbau und Tafelbau wird eine robuste und zugleich anpassbare Bauweise ermöglicht, die den vielfältigen Anforderungen moderner Bauprojekte gerecht wird. HO_SY schafft so eine offene Plattform für individuelle Lösungen, die unabhängig von Herstellern oder markenspezifischen Systemen realisiert werden können. Dabei geht es um Anwendungen für Schulen, die durch ihre Größe und Anpassungsfähigkeit andere Voraussetzungen gegenüber dem Wohnungs- oder Bürobau haben.

Auf Grundlage weniger typisierter Standard-Holzbauelemente lassen sich zahlreiche unterschiedliche Systemtypen entwickeln, die passgenauen Raum für vielfältige Nutzungsanforderungen bieten. Durch das breite Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten und Lösungstypen innerhalb eines Systems entsteht eine große gestalterische Vielfalt und Individualität im Lösungsansatz.

Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten ermöglicht eine flexible Anpassung an unterschiedliche Projekte und Rahmenbedingungen.

Zur einfachen Handhabung stehen im Standardbausystem drei Grundtypen mit jeweils eigener Prägung bereit. Sie bilden die Basis für den Bau passender einfacher und nachhaltiger Lösungen.

Typologie Standard

Das Holzbausystem Typ Standard stellt den Basistyp dar und baut auf einem modularen Rasterprinzip auf. Es eignet sich für vielseitige Gebäudekonzepte, insbesondere für den schulischen Bildungsbau nach dem Klassenraum Plus-Prinzip, wie es durch die Montag Stiftung entwickelt wurde. Die Leiterstützen sind senkrecht zur Gebäudelänge angeordnet und übernehmen tragende Funktionen im Bereich der Außenwände.

Die modulare Elementierung folgt einem Grundraster von 1,80 bis 2,70 m, abhängig von den Transportmaßen. Ergänzend stehen Gebäudetiefen von 5,40 m, 7,80 m und 10,40 m zur Verfügung. Diese Maße erlauben klassische Klassenraumbreiten ebenso wie großzügige Lernzonen mit multifunktionalen Nutzungsmöglichkeiten.

Die Bauweise erfolgt mit großformatigen Holzelementen, um eine einfache Außenwandgestaltung zu ermöglichen und die Montageprozesse zu beschleunigen. Die klar definierte Tragstruktur mit Leiterstützen und Verbindungselementen gewährleistet eine hohe Serientauglichkeit bei gleichzeitiger Flexibilität für Erweiterungen.

Nutzungstypen: Klassenraum Plus

Besonderheiten: effiziente Tragstruktur, hohe Vorfertigung, einfache Fassadengestaltung, wirtschaftliche Vorteile durch Wiederholbarkeit.

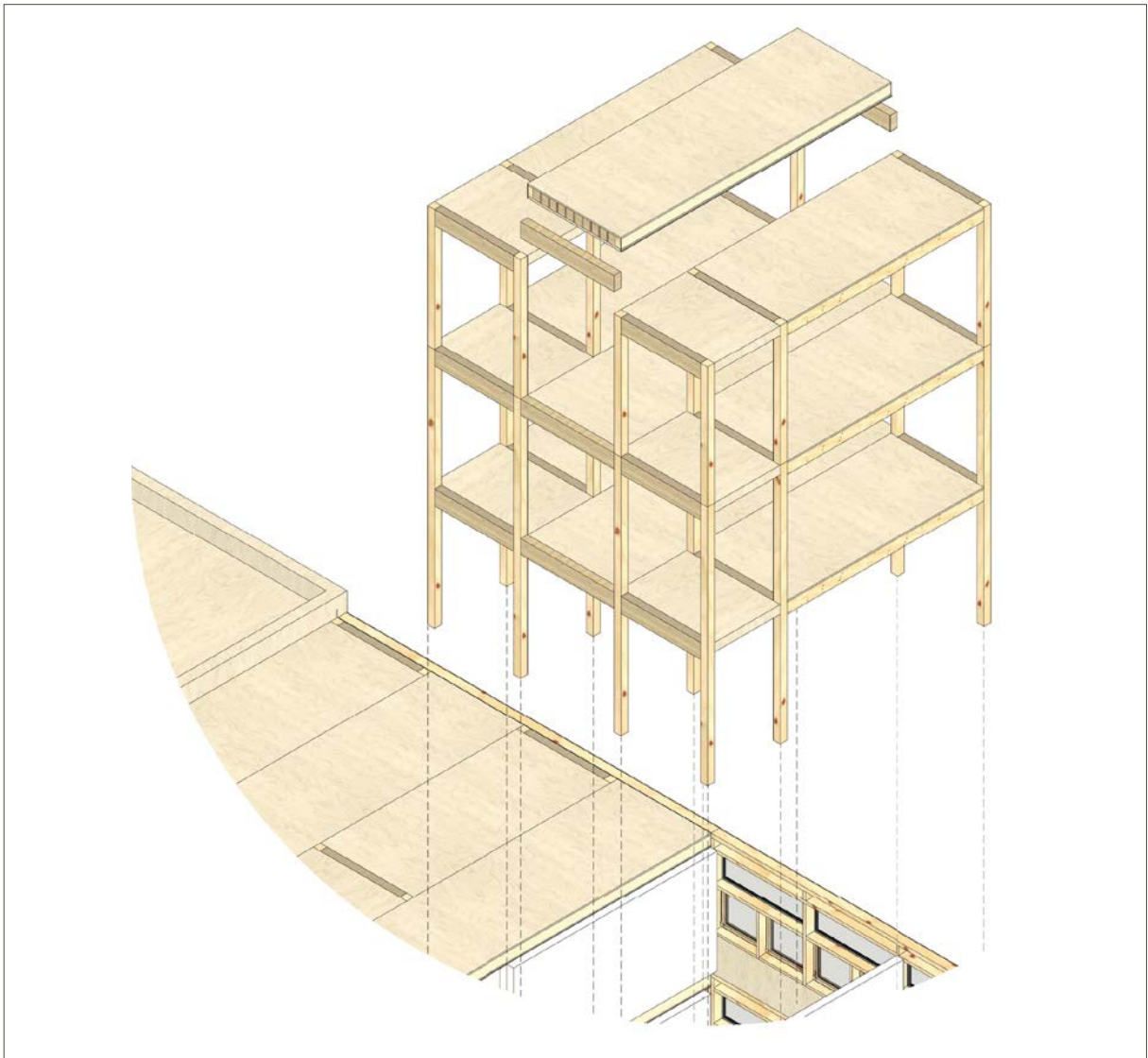


Abbildung 46: Holzbau im System, Typologie Standard, Explosionszeichnung

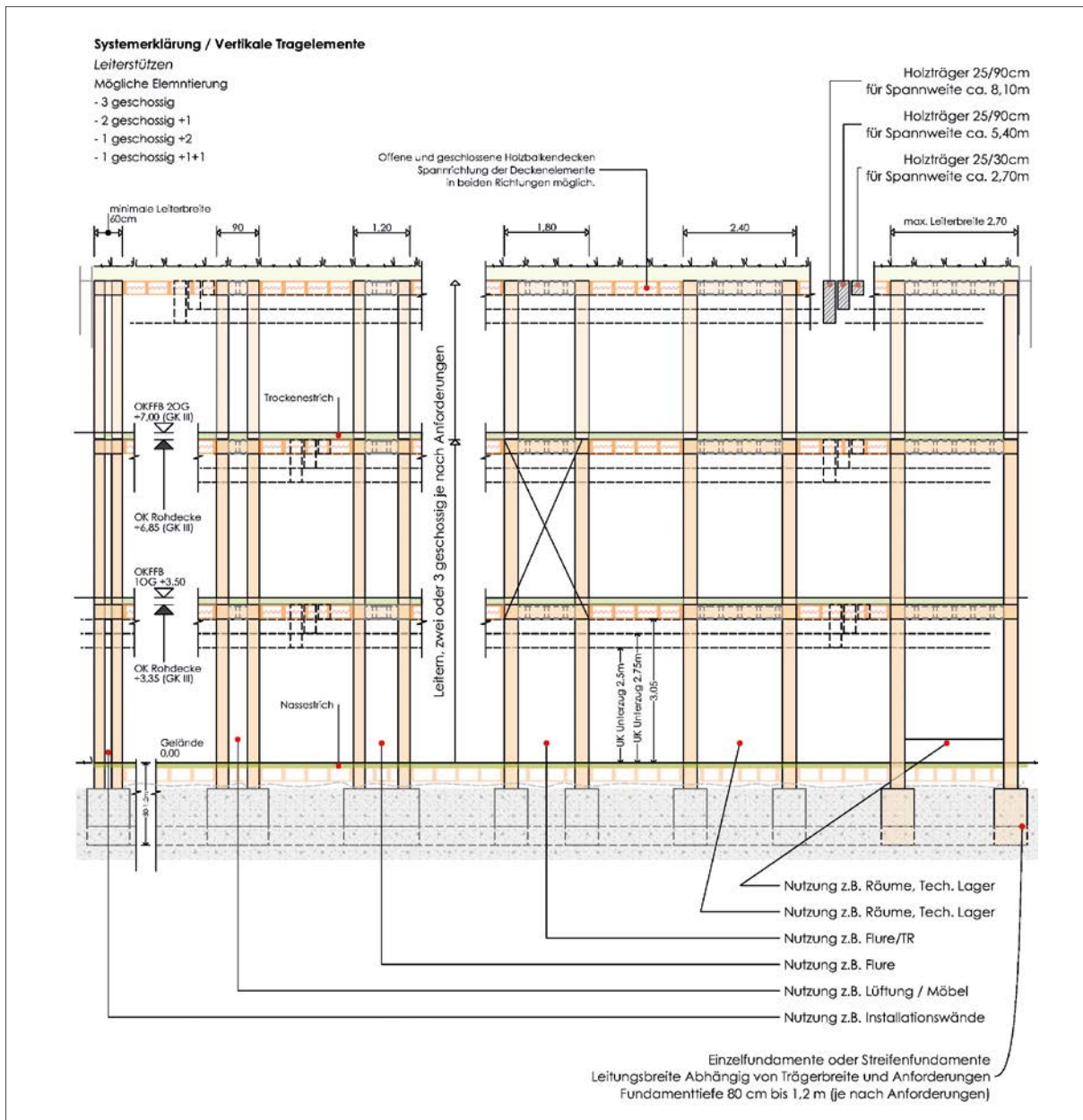
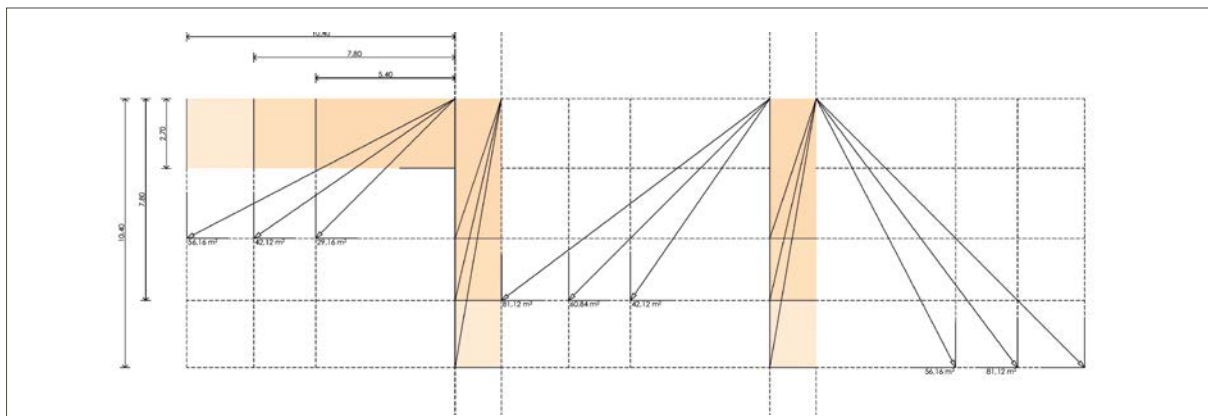


Abbildung 47: Standard Holzbausystem, vertikale Tragelemente



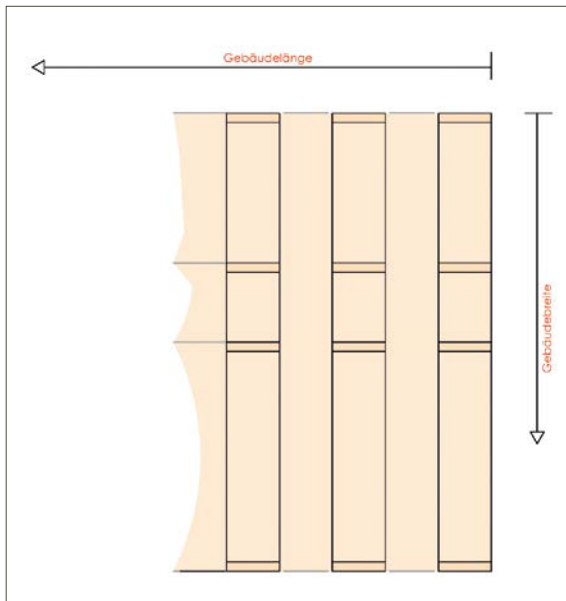


Abbildung 49: Holzbau im System, Typologie Standard, Rasterausrichtung

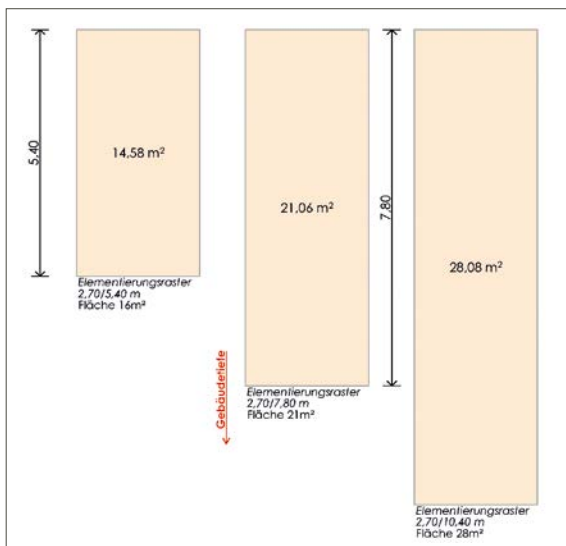


Abbildung 50: Standard Holzbausystem, Typologie Standard, Deckenelemente

Tabelle 12: Systemelemente für Gebäudeausschnitt

Holzbau im System Typologie Standard	
Leiterstütze 270 Höhe: 7,33 m Länge: 2,70 m Breite: 0,20–0,4 m Nutzung: Flexibel	
Geschossweise Leiterstütze 270 Höhe: 3,20 m Länge: 2,70 m Breite: ab 0,20–0,40 m Nutzung: Möbel	
Deckenelement 810 Höhe: 0,36 m Länge: 8,10 m Breite: 2,70 m Nutzung: Klassenräume	
Deckenelement 570 Höhe: 0,34 m Länge: 5,70 m Breite: 2,70 m Nutzung: Klassenräume	
Deckenelement 190 Höhe: 0,24 m Länge: 1,90 m Breite: 2,70 m Nutzung: Flur	
Aussenwand 1080 Höhe: 3,50 m Länge: 10,80 m Breite: 0,36 m	
Träger 270 Höhe: 0,30–0,40 m Länge: 2,70 m Breite: 0,20–0,40 m	

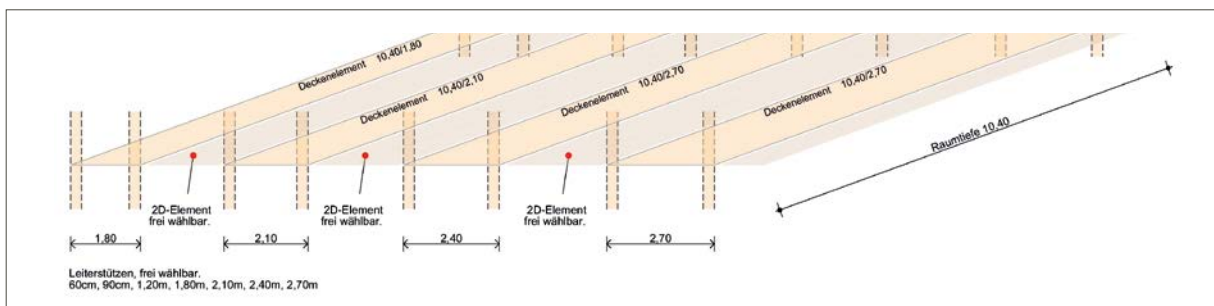


Abbildung 51: Holzbau im System, Typologie Standard, Deckenraster

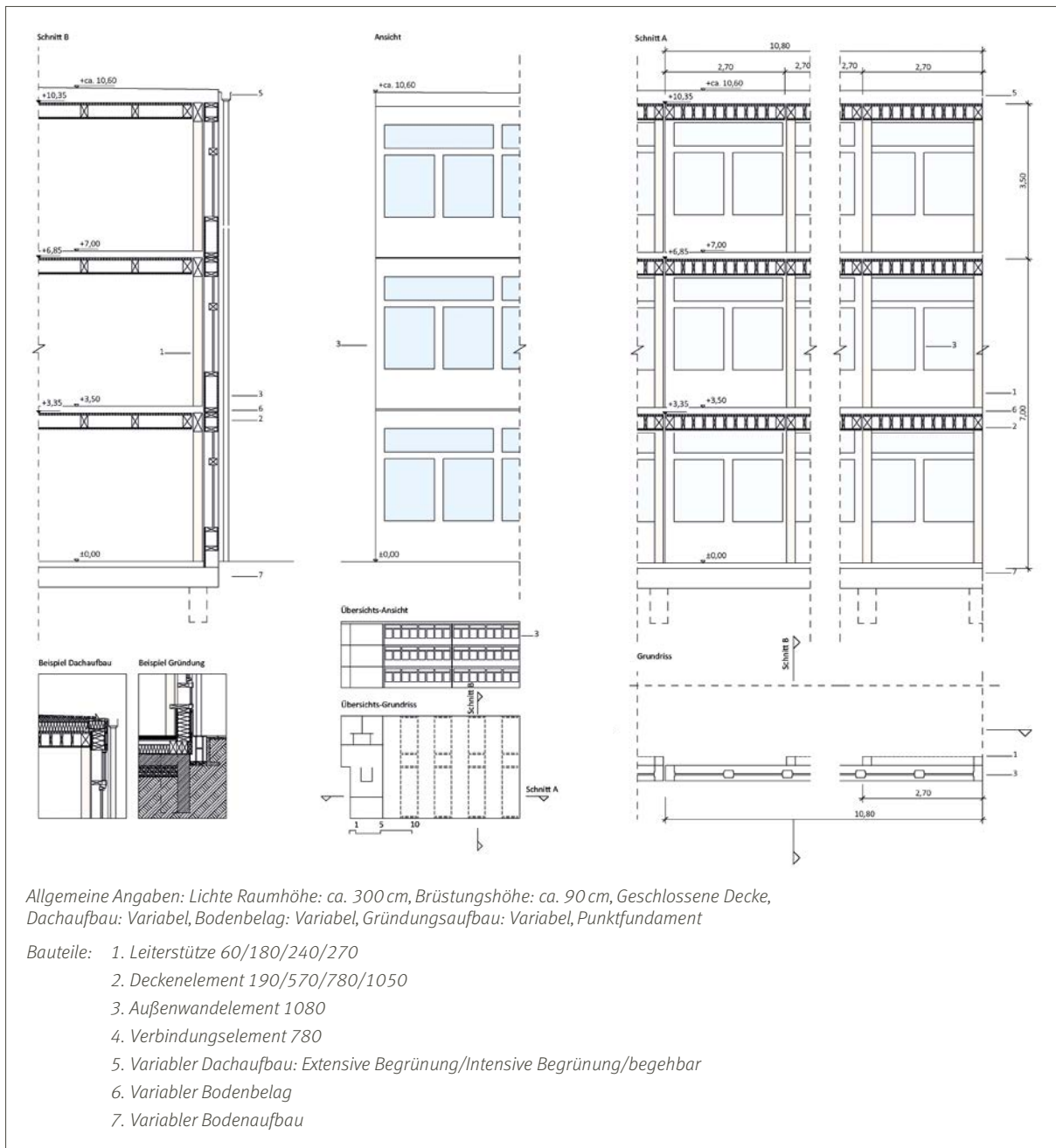


Abbildung 52: Holzbau im System, Gebäudeteilausschnitt, Typologie Standard, Fassadenschnitte und Ansichten

Montageablauf Holzbau im System, Typologie Standard

Bei der Montage der Typologie Standard werden zunächst die Leitern aufgestellt, gesichert und ins Lot gebracht. Anschließend erfolgt der Einbau der verbindenden Riegel, woraufhin die Deckenelemente von der Gebäudelängsseite eingeschwenkt werden. Die Öffnungen in den Leitern erleichtern dabei die Ausrichtung der Deckenelemente.

Die vertikale Errichtung in zwei Bauabschnitten ermöglicht einen einfach umzusetzenden Witterungsschutz während der Bauphase. Die Installation der Fassadenelemente kann abschnittsweise oder nach Fertigstellung der Leitern des zweiten Bauabschnitts erfolgen.

Lüftungsverteilung

Bei der Variante Standard verläuft die Spannrichtung der Decken parallel zur Fassade, wodurch die Hauptkanäle ohne Kreuzungen mit Unterzügen verlegt werden können. Herausfordernd ist die Führung der Stichleitungen in die Räume, da die Riegel der Leitern zwischen Flurzone und Räumen liegen. Eine Möglichkeit ist, die Zuluft weiterhin über den Flur einzuleiten und die Stichkanäle unterhalb der Riegel in die Räume zu führen. Alternativ kann die Zuluft in den Räumen verteilt werden. Beide Ansätze erfordern besondere Beachtung von Schall- und Brandschutz.

Holzbausystem Typologie Standard – Holzmassen der tragenden Konstruktion

Die Materialbilanz zeigt, dass die Deckenkonstruktion mit etwa 45 t den größten Anteil ausmacht. Damit liegt der Wert unterhalb der Massen des Holzskelettbauystems und des Raummodulsystems, jedoch über dem des Holztafelbauystems. Die Dachkonstruktion entspricht mit 11,25 t der des Holztafelbauystems. Innenwände/Stützen und die Längsfassade liegen mit jeweils etwa 12 t höher als bei den Vergleichssystemen. Insgesamt beträgt die Gesamtmasse des Standard-Systems 83,73 t und liegt damit im mittleren Bereich der untersuchten Systeme.

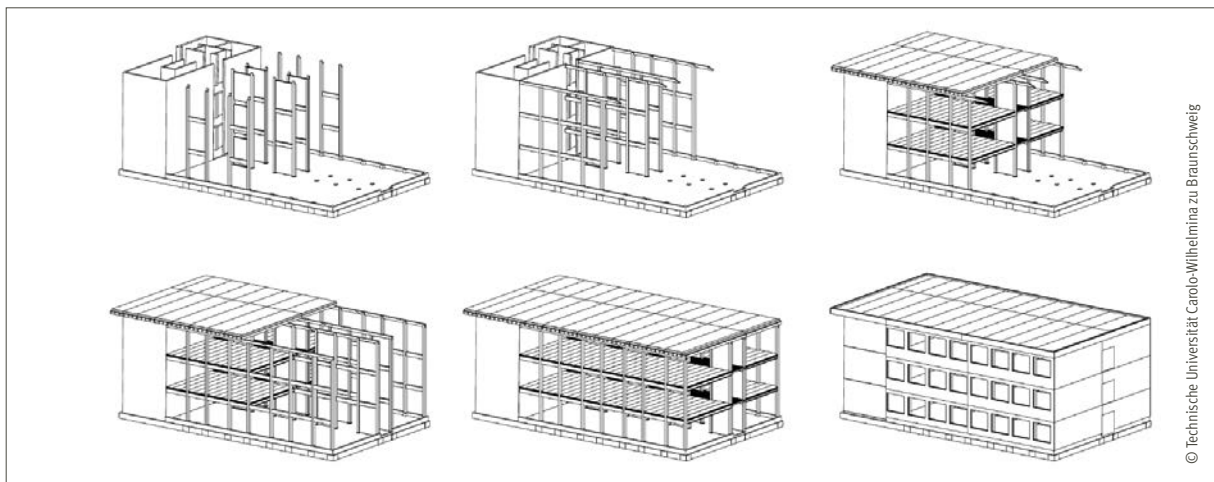


Abbildung 53: Auszug Montageablauf Typologie Standard (konstruktiver Entwurf)

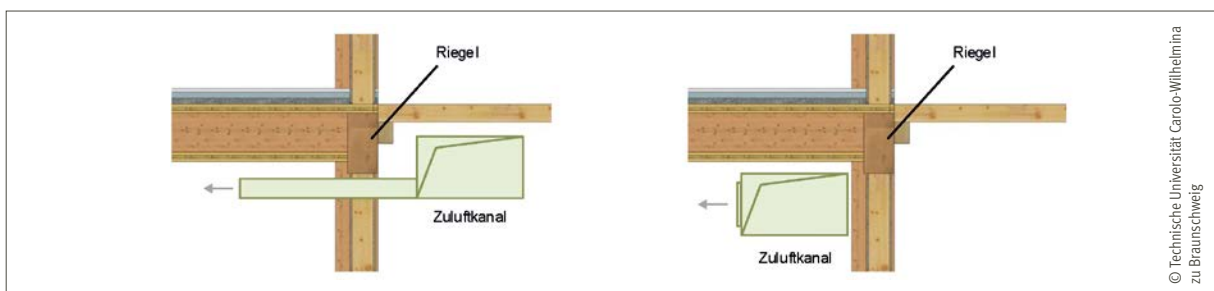
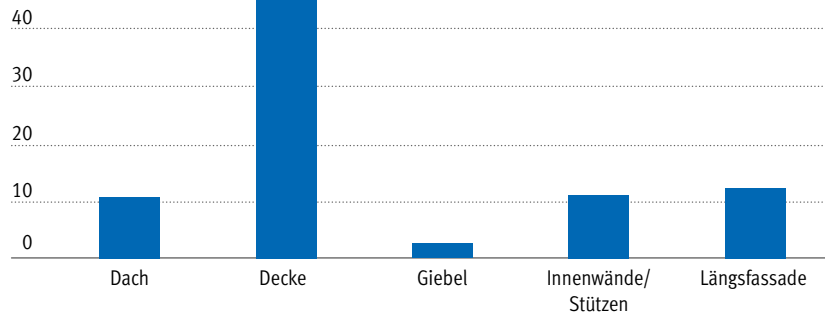


Abbildung 54: Umgang Kreuzung Riegel und Stich Zuluftkanal

Holzbausystem Typ Standard Holzmassen der tragenden Konstruktion

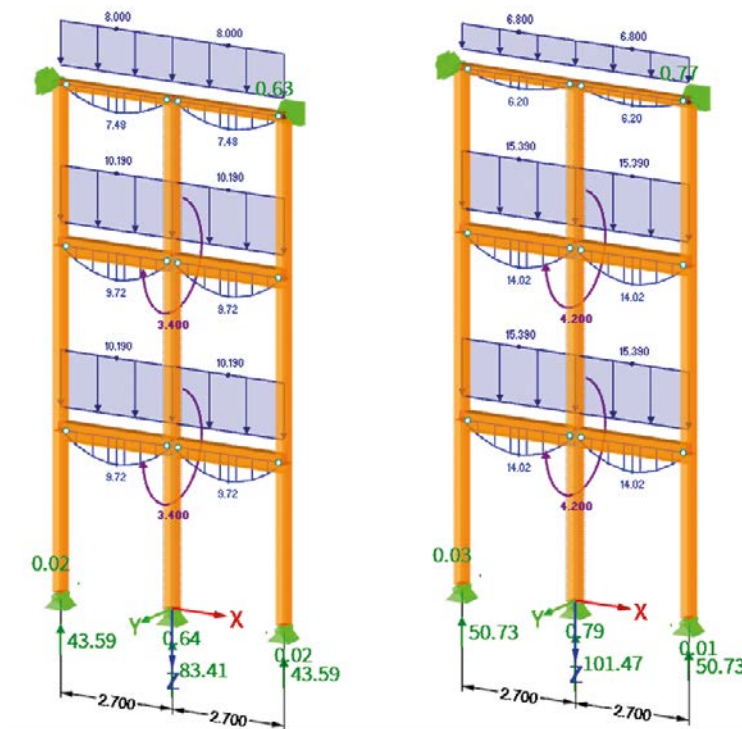
Masse (t)



Quelle: Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Prof. Mike Sieder iBHolz
© Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2025



Abbildung 55: Holzbausystem Typ Standard, Holzmassen der tragenden Konstruktion



© Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Abbildung 56: Statische Modelle mit Eigenlasten gk (links) und Nutzlasten qk (rechts)

Typologie StandardPlus

Der Typ StandardPlus erweitert das Standard-Holzbausystem um zusätzliche räumliche und funktionale Möglichkeiten. Die Leiterstützen sind hierbei parallel zur Gebäudelänge angeordnet und fungieren als sekundäre tragende Außenwände. Dies führt zu einer größeren Flexibilität bei der Raumgestaltung und ermöglicht eine effizientere Nutzung des Grundrisses.

Das Grundraster beträgt 1,80 bis 2,70 m, während die Gebäudetiefen flexibel innerhalb der Systemlogik gewählt werden können. Dadurch entstehen vielfältige Kombinationsmöglichkeiten, etwa für Clusterbildungen, kommunikative Übergangsbereiche oder offene Lernzonen.

Die Bauweise mit großformatigen Holzelementen erlaubt eine optimierte Fassadengestaltung und unterstützt modulare, erweiterbare Konzepte. Zusätzlich können 3D-Sonderelemente wie Sanitärzellen oder Technikmodule integriert werden, ohne die Systemlogik zu verlassen.

Nutzungstypen: Cluster-Typ, Klassenraum Plus

Besonderheiten: größere Raumflexibilität, optimierte Fassadengestaltung, Integration von Sondermodulen, stabil und erweiterbar.

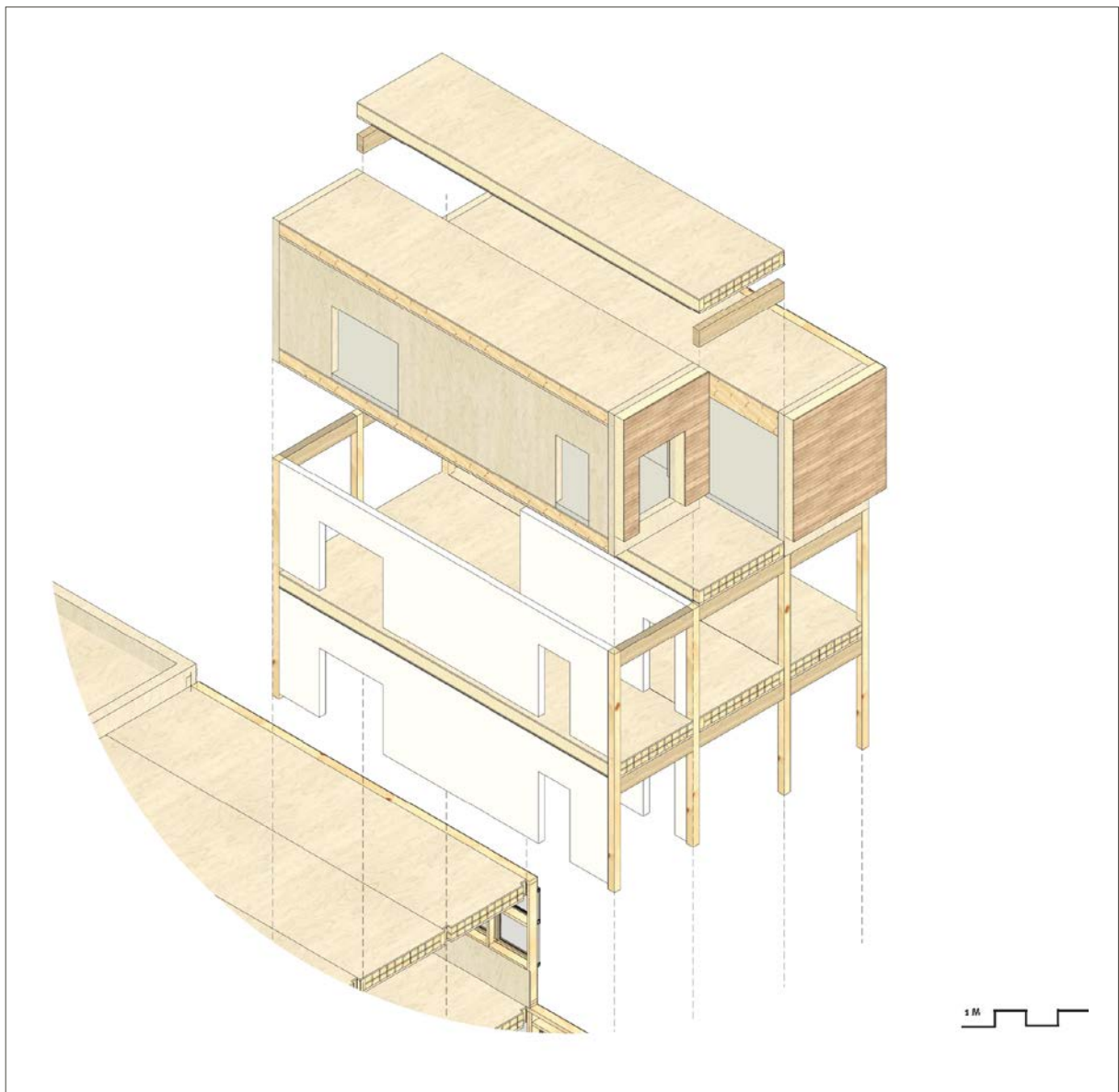


Abbildung 57: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Explosionszeichnung

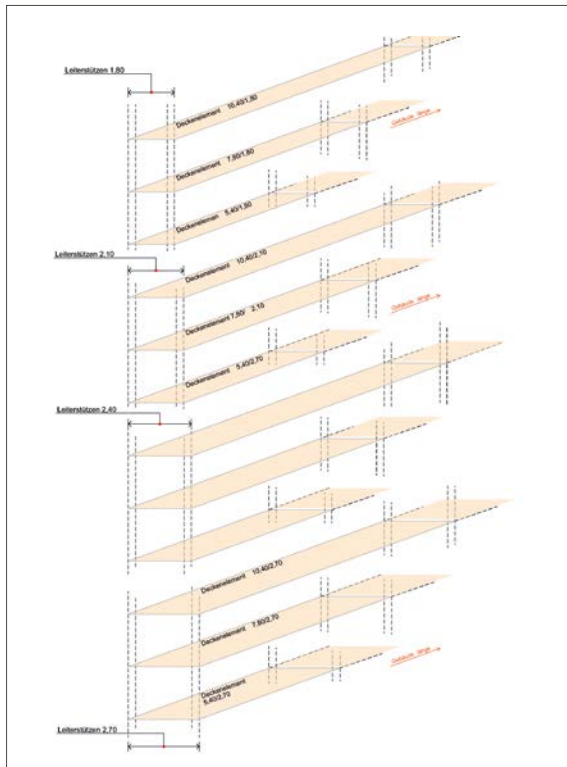


Abbildung 58: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Deckenelemente

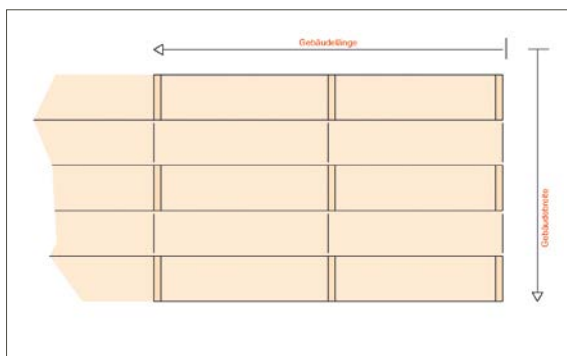


Abbildung 59: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Rasterausrichtung

Tabelle 13: Systemelemente für Gebäudeausschnitt

Holzbau im System Typologie StandardPlus	
Leiterstütze 240 Höhe: 6,93 m Länge: 2,40 m Breite: ab 0,20–0,40 m Nutzung: Klassenräume	
Geschossweise Leiterstütze 240 Höhe: 3,20 m Länge: 2,40 m Breite: ab 0,20–0,40 m Nutzung: Möbel	
Deckenelement 1080 Höhe: 0,24 m Länge: 1,90 m Breite: 2,70 m Nutzung: Klassenräume	
Fassadenelement 1080 Höhe: 3,50 m Länge: 10,80 m Breite: 0,36 m Nutzung: Klassenräume	
Klassenraum Modul 1121 Höhe: 3,92 m Länge: 11,21 m Breite: 2,40 m Nutzung: Flur	
Träger 240 Höhe: 0,30–0,40 m Länge: 2,40 m Breite: 0,20–0,40 m	



Allgemeine Angaben: Lichte Raumhöhe: ca. 300 cm, Brüstungshöhe: ca. 90 cm, Geschlossene Decke, Dachaufbau: Variabel, Bodenbelag: Variabel, Gründungsaufbau: Variabel, Punktfundament

- Bauteile:
1. Leiterstütze 60/180/240/270
 2. Deckenelement 190/570/780/1050
 3. Außenwandelement 1080
 4. Verbindungselement 780
 5. Variabler Dachaufbau: Extensive Begrünung/Intensive Begrünung/begehbar
 6. Variabler Bodenbelag
 7. Variabler Bodenaufbau

Abbildung 60: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Gebäudeteilausschnitt, Fassadenschnitte und Ansichten

Tragwerk und Technik Holzbau im System Typologie StandardPlus

Der Montageprozess der Typologie StandardPlus unterscheidet sich von der Typologie Standard durch die senkrechte Anordnung der Leitern zur Gebäudelängsseite. Eine besondere Herausforderung stellen die sehr großen Querschnitte bei gleichzeitig reduzierter Bauteilanzahl dar. Die großvolumigen Holzquerschnitte unterliegen werkstoffbedingten Formänderungen, die normalerweise entsprechende Montagetoleranzen erfordern. Daher ist bei der Umsetzung eine außergewöhnlich hohe Präzision in Fertigung und Montage erforderlich.

Es ist zu beachten, dass die dargestellte Spannrichtung der Decken ausschließlich zu Studienzwecken konzipiert wurde und derzeit nicht für die praktische Anwendung empfohlen wird.

Lüftungsverteilung

Durch die eingesetzten Hohlkastendecken treten beim StandardPlus-System keine Kreuzungen zwischen Unterzügen und Lüftungskanälen auf; lediglich die Riegel der Leitern können Kreuzungen verursachen. Aufgrund der großen Spannweiten entstehen jedoch größere Deckendurchmesser, sodass eine effiziente horizontale Luftverteilung bei verringerter Raumhöhe besonders wichtig ist.

Analog zur Modulbauweise sollte der Einsatz dezentraler Lüftungsgeräte geprüft werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Mittelzone mit einer Raumtiefe von mehr als 9 m eine besondere Herausforderung darstellt. Hier müssen Geräte ausgewählt werden, die tief in den Raum wirken und ausreichenden Volumenstrom sicherstellen. Alternativ ist auch der Einsatz einer zentralen Anlage möglich, ähnlich wie bei der Lüftungsverteilung im Holztafelbau oder im Standard-System.

Holzmassen-Überblick

Die Typologie StandardPlus benötigt deutlich größere Querschnittsdimensionen im Vergleich zu den anderen untersuchten Systemen.

Die Deckenkonstruktion erreicht aufgrund einer Spannweite von ca. 10,5 m eine Gesamtmasse von rund 77 t und ist damit die schwerste aller analysierten Varianten. Dies resultiert aus erhöhten BSP-Volumina mit oberer 60 mm und unterer 90 mm Beplankung sowie integrierten Trägern von 120/340 mm² in den Hohlkästen. Eine lichte Raumhöhe von 3 m ist mit dieser Geometrie bei einer dreigeschossigen Gebäudeklasse 3 nicht erreichbar.

Die Dachkonstruktion weist mit etwa 25 t eine deutlich höhere Masse als bei der Typologie Standard (11 t) und beim Holztafelbausystem (11 t) auf, liegt jedoch unterhalb des Holzskelettbausystems (33 t). Sie besteht überwiegend aus GL24h 80 × 340 und BSP C24 1200 × 60, was auf eine robuste, großformatige Dachausbildung hinweist.

Die Gesamtmasse der Typologie StandardPlus beträgt 118,98 t. Damit liegt sie knapp über dem Holzskelett-System mit Brettstapelelementen (118,91 t), deutlich über dem Raummodulsystem (94,81 t), der Typologie Standard (83,73 t) und dem Holztafelbausystem (69,05 t).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Annahme, weitspannende Systeme würden zu einem geringeren Holzmassenverbrauch führen, hier nicht bestätigt werden kann. Trotz reduzierter Anforderungen an die Schwingungsnachweise führen die großen Spannweiten zu einem erhöhten Materialeinsatz.

Holzbausystem Typologie StandardPlus Holzmassen der tragenden Konstruktion

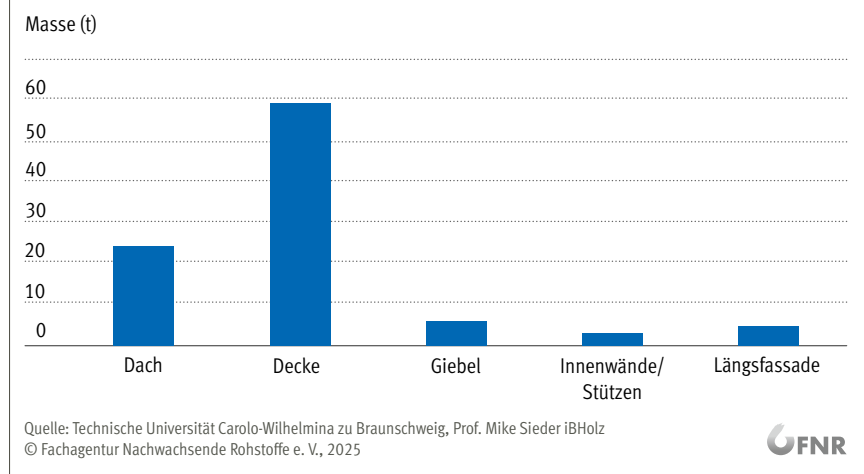


Abbildung 61: Holzbausystem Typologie StandardPlus, Holzmassen der tragenden Konstruktion

Typologie AllStandard

Der Typ AllStandard stellt die offenste und flexibelste Variante des Systems dar und ist für Bauprojekte mit komplexen Raumprogrammen und innovativen pädagogischen Konzepten entwickelt. AllStandard zeichnet sich durch die Möglichkeit aus, nahezu stützenfreie Räume zu realisieren, wodurch große funktionale Flächen für Lernlandschaften, Klassenräume und multifunktionale Bildungsbereiche entstehen.

Die Rasterbreiten liegen ebenfalls bei 1,80 bis 2,70 m, während die Längselemente flexibel bis 10,40 m anpassbar sind. Tragende Elemente können nach Bedarf frei positioniert werden, um offene Raumgestaltungen und städtebauliche Anpassungen zu ermöglichen.

Die Bauweise erfolgt mit großformatigen Holzelementen und lässt hybride Kombinationen zu, etwa mit Massivholzdecken oder Stahlelementen, um spezielle Anforderungen wie Aula, Sporthalle oder Bibliothek abzudecken.

Nutzungstypen: Lernlandschaften, Cluster-Typ, Klassenraum Plus.

Besonderheiten: maximale architektonische Freiheit, stützenfreie Räume, modulare Skalierbarkeit, Integration hybrider Elemente, hohe Anpassungsfähigkeit

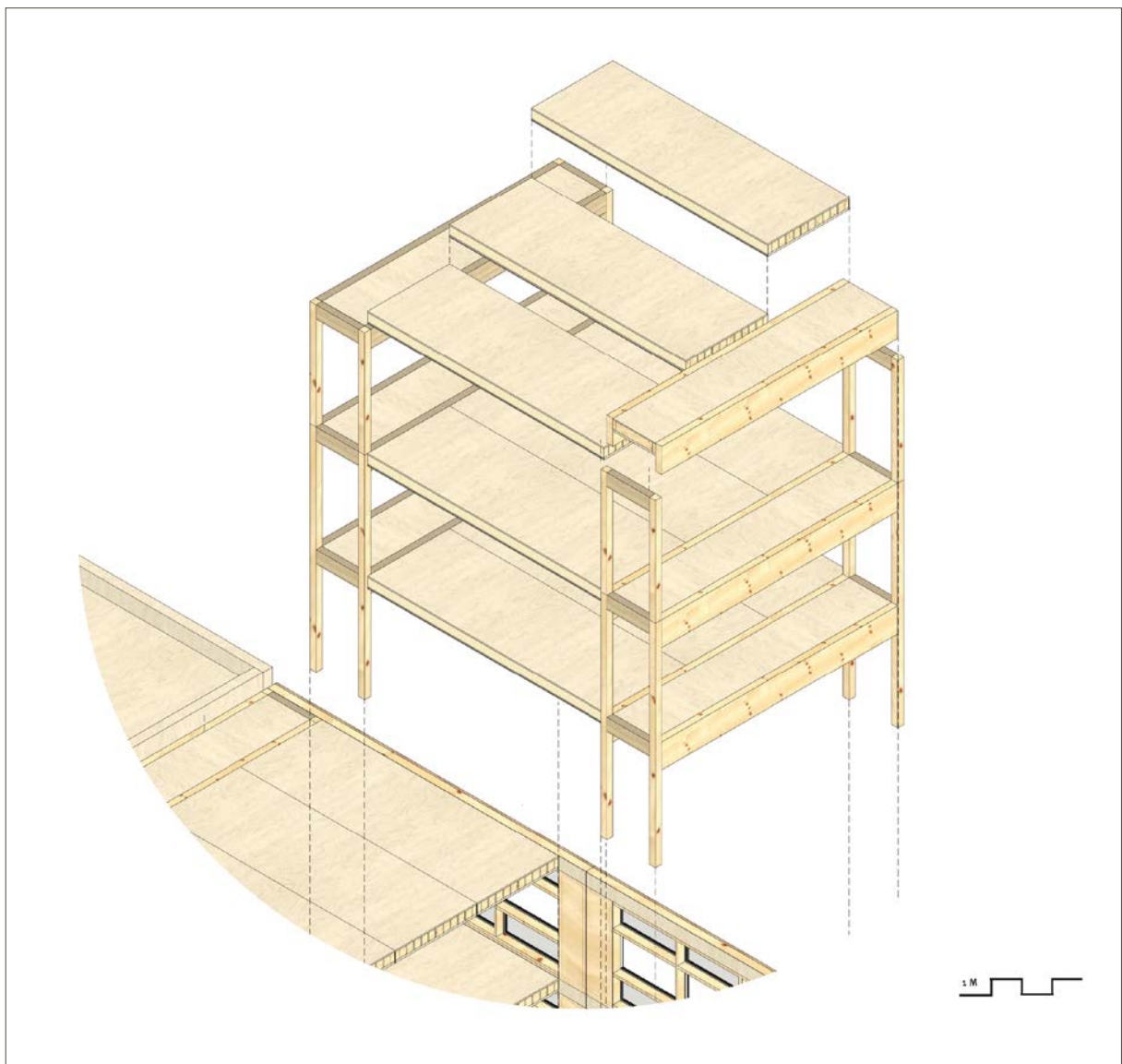


Abbildung 62: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Explosionszeichnung

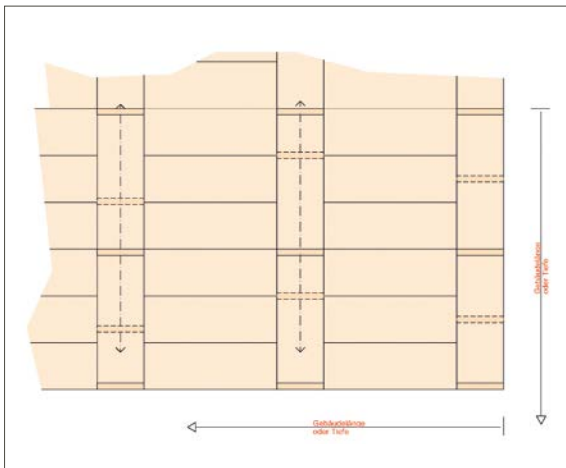


Abbildung 63: Holzbau im System,
Typologie AllStandard, Rasterausrichtung

Tabelle 13: Systemelemente für Gebäudeausschnitt

Holzbau im System Typologie AllStandard	
Leiterstütze 270 Höhe: 7,33 m Länge: 2,70 m Breite: ab 0,20–0,40 m Nutzung: Flexibel	
Geschossweise Leiterstütze 270 Höhe: 3,20 m Länge: 2,70 m Breite: ab 0,20–0,40 m Nutzung: Möbel	
Deckenelement 780 Höhe: 0,36 m Länge: 7,80 m Breite: 2,70 m Nutzung: Klassenräume	
Deckenelement 570 Höhe: 0,34 m Länge: 5,70 m Breite: 2,70 m Nutzung: Klassenräume	
Außenwand 1050 Höhe: 3,50 m Länge: 10,50 m Breite: 0,36 m	

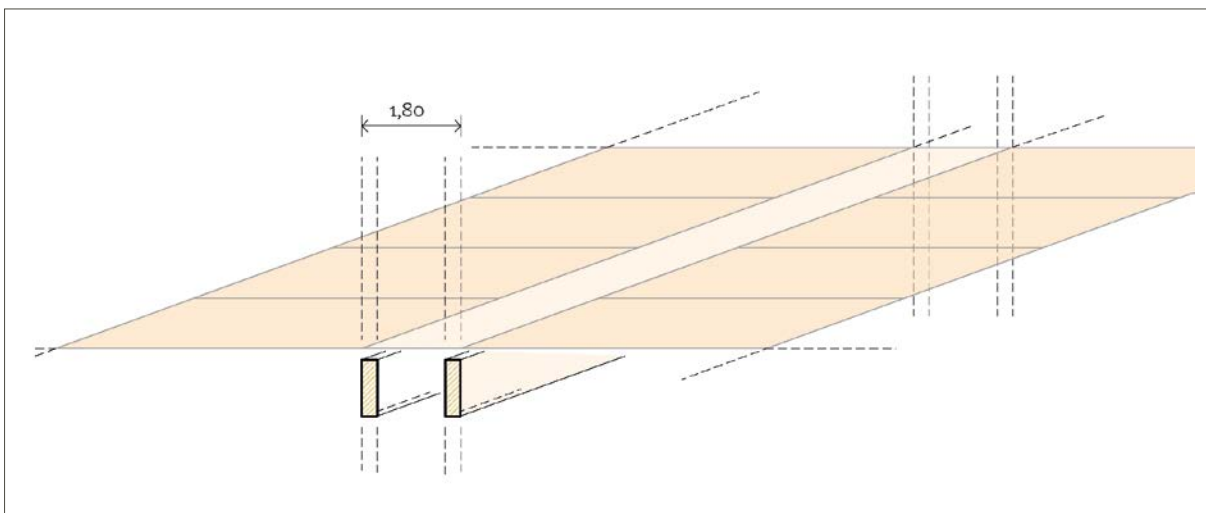


Abbildung 64: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Deckenelemente

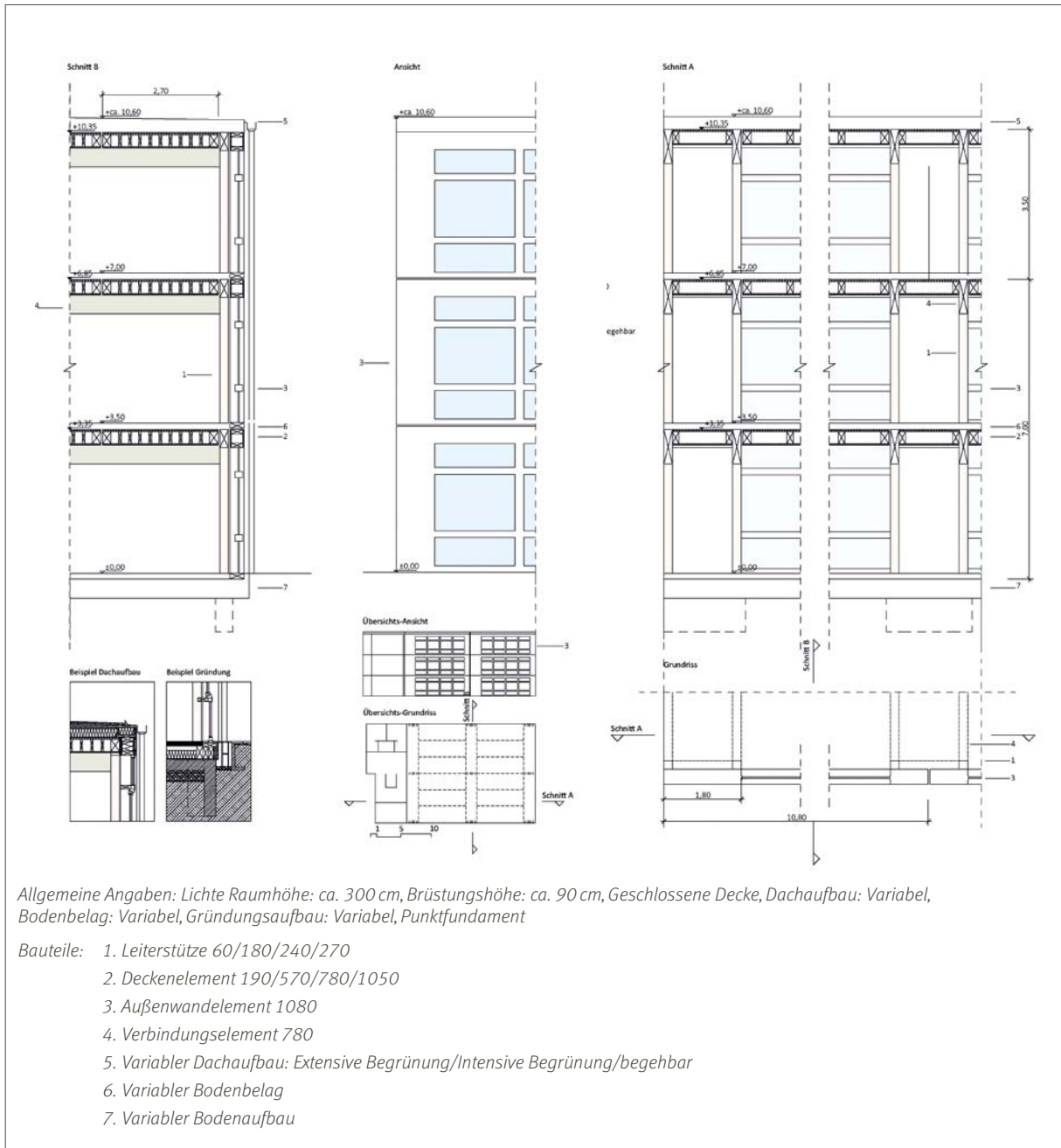


Abbildung 65: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Gebäudeteilausschnitt, Fassadenschnitte und Ansichten

Tragwerk und Technik Holzbau im System, Typologie AllStandard

Die Typologie AllStandard ist durch eine reduzierte Anzahl von Leitern geprägt. Diese erfordern jedoch aufgrund der hohen Knotenlasten von etwa 190 kN eine anspruchsvolle Anschlusstechnik zwischen Trägern und Stützen. Mit modernen Verbindungstechnologien ist die sichere Übertragung dieser Lasten möglich.

Das System stellt erhöhte Anforderungen an die Montage, da die Toleranzspielräume sehr gering sind und besondere Präzision erforderlich ist. Ein Vorteil ergibt sich durch die Ausführung der oberen BSP-Platten der Hohlkästen, die über die Unterzüge geführt werden und so einen geringen Deckenaufbau im Bereich der Leitern schaffen. Dieser kann zur Integration technischer Gebäudeausstattung genutzt werden.

Die vertikale Lastabtragung erfolgt über Kreuzverschraubungen in den innenliegenden Trägern. Durch die doppelten Unterzüge im Dachbereich werden günstigere Spannweiten als im StandardPlus-System erreicht, was zu einer Reduktion der Dachelementmassen führt. Der Montageprozess erfolgt, wie bei den anderen Typologien, in zwei separaten Bauabschnitten.

Montageablauf Holzbau im System, Typologie AllStandard

Die Montage des AllStandard-Systems ist gekennzeichnet durch eine minimierte Anzahl von Leitern und deren anspruchsvollere Anschlusssituation von den Trägern an die Stützen, welche sich durch die hohen anzuschließenden Knotenlasten von ca. 190 kN äußert. Durch den Einsatz moderner Verbindungstechnologien ist die Übertragung dieser hohen Lasten jedoch realisierbar. Ähnlich wie bei den anderen beiden Standard-Holzbausystemen erfordert dieses Konzept clevere Ideen für die Montage, da die Toleranzspielräume begrenzt sind, was besondere Aufmerksamkeit während der Bauphase erfordert. In dieser Konzeption werden die oberen BSP-Platten der Hohlkästen über die Unterzüge geführt und bilden in dem Bereich der Leitern einen geringen Deckenaufbau, welcher vorteilhaft für die Integration von TGA Elementen genutzt werden könnte. Die vertikale Lastabtragung wird durch eine Kreuzverschraubung durch die innenliegenden Träger realisiert. Durch die „doppelten“ Unterzüge im Dachbereich ist die Spannweite günstiger als im StandardPlus-System und führt zu einer Reduzierung der Dachelementmassen. Der Montageprozess ist wie zuvor in zwei separaten Bauabschnitten dargestellt.

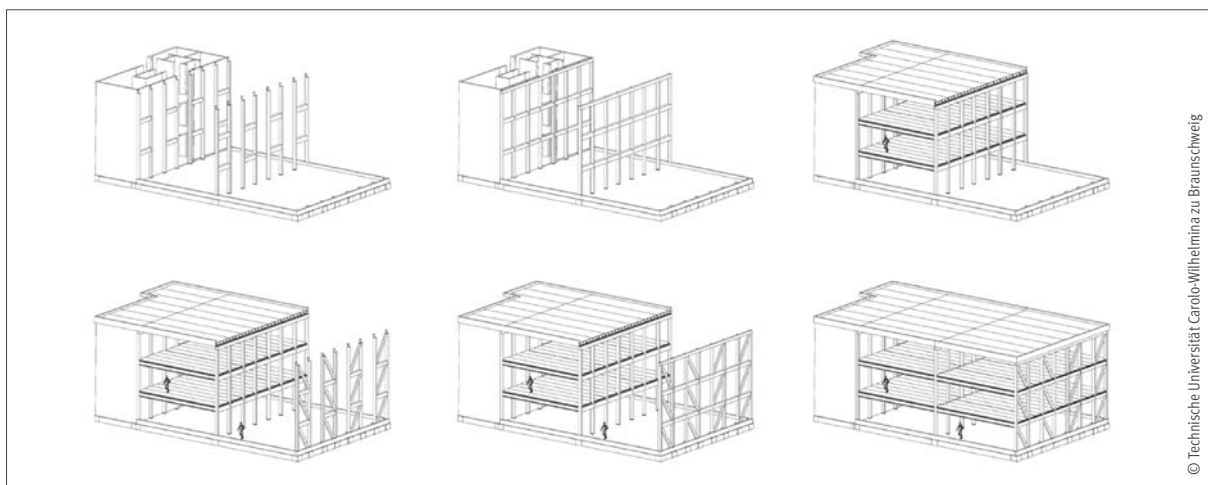


Abbildung 66: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Auszug Montageablauf

Holzmassen-Überblick

Die Holzmassen der Typologie AllStandard sind durch eine Kombination aus BSP C24 und GL24h-Querschnitten charakterisiert. Schnittholz wird lediglich im Dach und in den Fassadenelementen eingesetzt.

- Decke: Mit ca. 60 t bildet sie den größten Massenanteil, im mittleren Bereich der untersuchten Systeme (Standard-Plus: 77 t, Holzskelett: 69 t, Raummodul: 60 t, Standard: 45 t, Holztafel: 40,6 t). Die Decke ist in drei Hauptkomponenten gegliedert: BSP C24 1200×60, GL24h 80×260 (Hohlkästen) und GL24h 240×840 (Unterzüge).
- Dach: Etwa 15 t, zwischen den leichteren Systemen (Standard und Holztafel je 11 t) und den schwereren Konstruktionen (Holzskelett: 33 t, StandardPlus: 25 t).
- Innenwände/Stützen: Mit ca. 2 t die geringste Masse aller untersuchten Systeme, primär aus GL24h 240×320.
- Giebelkonstruktion: Rund 6 t.
- Längsfassade: Rund 8 t, überwiegend aus GL24h 240×280 und GL24h 160×280.

Die Gesamtmasse beträgt 91,13 t und liegt damit im mittleren Bereich der untersuchten Systeme – knapp unter der Raummodulbauweise (94,81 t), über dem Standard-System (83,73 t) und deutlich über dem Holztafelbau (69,05 t). Gleichzeitig ist sie merklich leichter als das Holzskelettsystem (119 t) und die Typologie StandardPlus (118,98 t).

Lüftungsverteilung

Die Lüftungsverteilung der Typologie AllStandard entspricht weitgehend derjenigen der Holzskelettbauweise. Eine Ausnahme bildet die Anordnung eingestellter Räume (z. B. Auditorium). Da die Schächte in der gleichen Achse wie die Leitern liegen, entstehen Kreuzungen zwischen Kanälen und Unterzügen. Werden die Räume je Geschoss ähnlich organisiert, kann ein zusätzlicher Schacht in der Mittelzone vorgesehen werden, um die Verteilung zu optimieren.

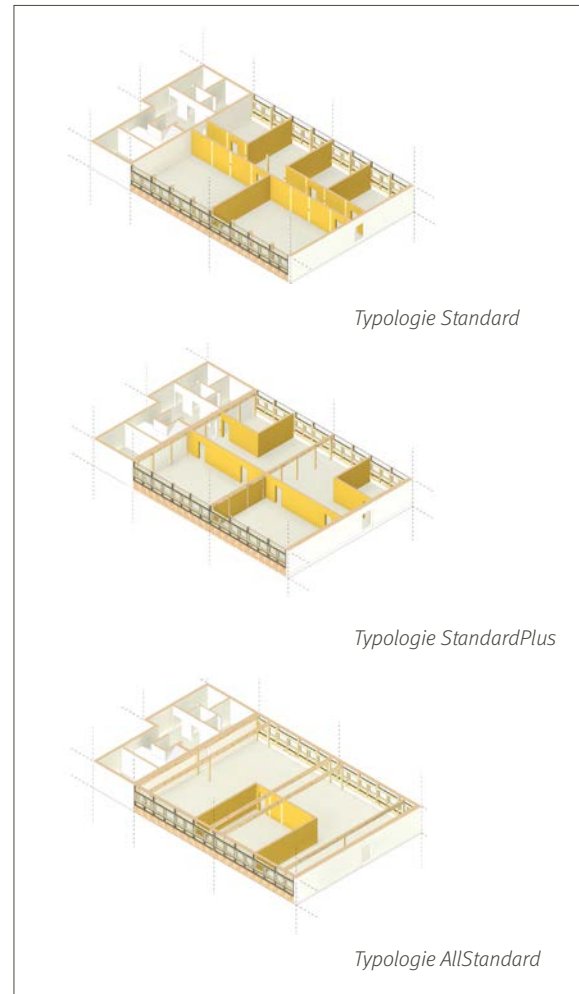
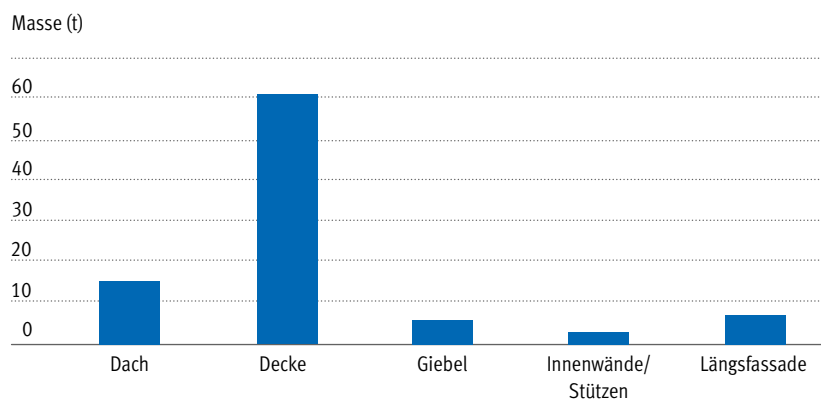


Abbildung 67: Horizontaler Schnitt Holzbau im System, Gebäudeteilausschnitt

Holzbausystem Typologie AllStandard Holzmassen der tragenden Konstruktion



Quelle: Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Prof. Mike Sieder iBHolz
© Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2025



Abbildung 68: Holzbausystem Typologie AllStandard | Holzmassen der tragenden Konstruktion im Vergleich

Vorteile der Typologien

Mit dem Standard-Holzbausystem wurde eine strukturelle und funktionale Grundlage geschaffen, die auf den realen Anforderungen des Bildungsbaus basiert und gleichzeitig offen für Weiterentwicklungen bleibt. Die Systemelemente – vertikale Leiterstützen, horizontale Deckenelemente, raumbildende 3-D-Module und ergänzende Sonderbauteile – sind so konzipiert, dass sie sich innerhalb eines klaren Rasters zu unterschiedlichen Raum- und Nutzungskonfigurationen kombinieren lassen. Dabei stand von Beginn an nicht das einzelne technische Bauteil, sondern ein systemischer, raumbezogener Denkansatz im Vordergrund.

Ein Vergleich der drei Systemvarianten zeigt, dass der Materialeinsatz für die Tragwerkskonstruktion unterschiedlich hoch ist:

- Der Typ StandardPlus benötigt ca. 27,8% mehr Holzelemente als der Typ Standard und etwa 15% mehr als der Typ AllStandard.
- Insgesamt liegt der Ressourcenbedarf für die Tragkonstruktion bei Schul- und Kitagebäuden jedoch bei weniger als 10% des Gesamtressourcenaufwands. Damit spielt dieser Aspekt bei der Systemwahl nur eine untergeordnete Rolle.

Überblick der Holzmassen Holzbausystem

Ein Gesamtvergleich der Systeme in Abbildung 69 zeigt, dass der geringste Holzverbrauch beim Holztafelbausystem vorliegt (rund 60% des StandardPlus-Systems).

Das Standardsystem folgt mit nur etwas höheren Massen durch effiziente Hohlkastenelemente, die unterzugsfreie Räume bei 8 m Spannweite ermöglichen.

Die Typologie AllStandard liegt leicht darüber: Hier sind die Deckenlasten vergleichbar mit der Raummodulbauweise, während durch den offenen Grundriss ohne Flure die Innenwandmassen reduziert werden.

Die schwersten Systeme sind der Holzskelettbau (mit Brettstapelementen) und die Typologie StandardPlus, jeweils bei rund 119 t.

Die Typologie StandardPlus verdeutlicht, dass weitspannende Systeme trotz effizienter Hohlkastenträger hohe Massen in den Deckenelementen erzeugen, was die Vorteile hinsichtlich Materialeinsatz deutlich relativiert.

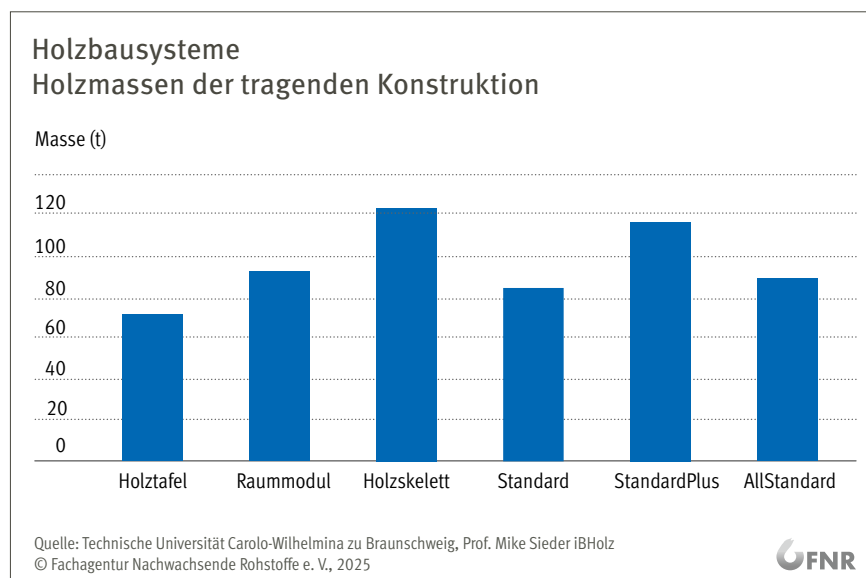


Abbildung 69: Holzbausysteme/
Holzmasse der tragenden Konstruktion im Vergleich

5 BLICK IN DIE ZUKUNFT

Die allgemeine Kritik am Bau von öffentlichen Gebäuden ist groß: die Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeiten sind zu lang und zu komplex, die technischen Baustandards zu hoch, die Auftragsvergabe ist zu wenig regional, die Umsetzung zu teuer, zu unsicher und schlecht für die Umwelt.

Antworten auf die Problemstellungen finden sich seit Längerem wieder in dem politischen Bemühen zum Bürokratieabbau, um Prozesse zu vereinfachen und den Bau von öffentlichen Gebäuden damit zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Mit der Formulierung und dem Beschluss der Bundesregierung zum Gebäudetyp-E-Gesetz im Dezember 2024 sowie weiteren Initiativen auf Länderebene – etwa Einfach gut Niedersachsen, Bremer Weg, Gebäudetyp-E Bayern, Programmen in Baden-Württemberg und Sachsen (Innovation Bauen mit Holz) – und der Einführung eines Hamburger-Standards zur Kostenreduzierung im Bauwesen werden wichtige Schritte sichtbar. Sie markieren eine neue Phase der Standardhinterfragung, die zugleich eine verbesserte Ausgangslage für die Umsetzung klimafreundlicher Systembauten im öffentlichen Bereich schafft.

Zeitgleich erfolgen Initiativen auf Bundes- und Länderebene für mehr serielles und modulares Bauen und um das Bauen

im Bestand zu stärken – mit dem Ziel, bezahlbare Gebäude wieder möglich zu machen.

Doch mangelt es an Fachkräften und Bauunternehmen, um eine sichtbare Steigerung der Bauaktivitäten umsetzen zu können. Der Digitalisierungsgrad der Unternehmen im Bauwesen und die Nutzung von technischen Hilfsmitteln bei der Umsetzung liegen im Vergleich zu anderen Branchen weit unter dem Durchschnitt.

Die Grundvoraussetzungen für eine schnelle Umsetzung von Projekten können im Bauwesen und im Holzbau nur von wenigen großen Planungsbüros und Firmen angeboten werden.

Dabei ist der freie Wettbewerb und die Einbeziehung von kleinen und mittleren Betrieben eine der Säulen für eine nachhaltige und soziale Marktwirtschaft, die der regionalen Wertschöpfung dient.

Unter diesem Hintergrund ist das Projekt HO_SY einzuordnen.

In einem interdisziplinären Team von Zimmerleuten, Holzbauenden, Architektinnen und Architekten sowie Ingenieurinnen und Ingenieuren wurde unter Leitung der Hochschule Wismar das im Leitfaden beschriebene Standard-Holzbau-system HO_SY entwickelt. Das geplante und im Rahmen von



Wissenschaftliche Mitarbeiterin Sayma Shehab Shilota und Studentin Shari-Maria Hoppe erproben mit der AR-Brille architektonische Entwurfsprozesse.

Umsetzungsprojekten überprüfte Holzbausystem antwortet in seiner Struktur auf die dargestellten Problemstellungen.

Mit nur wenigen geregelten Bauelementen können die Nutzungsbedarfe für den Bau von Schulen und Kitas auf einfache, kostengünstige und in hochwertiger Qualität zukunftsfähig umgesetzt werden.

Eine einfache, problemlose und schnelle Umsetzung des Holzbausystems soll mittels statischer und physikalischer Vorbemessungen, System-Ausschreibungstexten und Richtpreisangaben (Typenstatik/Vorzertifizierungen) zur Reduzierung der Planungs- und Genehmigungszeiten ermöglicht werden.

Das Holzbausystem ist offen verfügbar und unterstützt mit seinem Angebot an systemischen Bauteillösungen die Entwicklung eines auf die Nutzung und den Ort abgestimmten nachhaltigen baulichen Konzeptes. Als offenes System ist es für jeden Anwendenden nutzbar und beliebig durch eigens entwickelte Systembauteile erweiterbar. Eine Beteiligung von KMU der Holzwirtschaft aus der Region ist bei Verwendung von Rahmen- und Holzbalkendecken-Konstruktionen oder in Kooperation mit Systemanbietern von Tafel und Hohlkasten-deckenelementen möglich.

Die Ergebnisse sind offen auf der Website Systaholz.eu einsehbar. Als Hilfestellung für die Ermittlung des passenden Typen des Standard-Holzbausystems steht ein Konfigurator bereit, der in einem Anschlussvorhaben zusammen mit wichtigen Umsetzungselementen für die Bauteilnutzung, wie zum Beispiel Typenstatik, physikalischen Bauteilvorbemessungen, Funktionalbeschreibungen, Richtpreisangaben sowie Nachhaltigkeitsbilanzierungen, unter Berücksichtigung der Möglichkeiten der Standardhinterfragung, weiterentwickelt werden soll.

Mit dem jetzt vorliegenden System liegt ein allseitig offen nutzbares Standard-Holzbausystem vor, das Lösungsansätze für den einfachen, nachhaltigen und nutzungsgerechten Bau von öffentlichen Gebäuden, insbesondere von Schulen und Kitas, bietet.

STRATEGISCHE LEITLINIEN (ZIELVEREINBARUNGEN)

1. Systemwahl: Anforderungen klären, Pflichtenheft erstellen, Beteiligungsprozess einleiten und passendes Standard-Holzbausystem auswählen.
2. Klimaschutzstandard festlegen: z. B. Passivhaus, klimapositiv, QNG-Standard.
3. Standort bewerten: Belichtung, Emissionen und Eignung für erneuerbare Energien frühzeitig prüfen.
4. Nutzungstyp Lehr- und Lernraum definieren: Klassenraum Plus, Cluster oder offenes Lernen (Raster/Medien).
5. Differenzierung und Doppelnutzung ermöglichen: Nutzungstypen entsprechend ausarbeiten.
6. Erweiterungs- und Entwicklungsmöglichkeiten prüfen: Zonen, Ruhebereiche und Außenraum.
7. Funktionsmischung zulassen: Ganztagesnutzung und externe Nutzungsmöglichkeiten (hybrid nutzbar) berücksichtigen.
8. Lern- und Fachraumanteile festlegen und optimieren (Programm).
9. Checklisten und Pflichtenhefte anwenden (siehe Anhang).
10. Vorfertigung und Modularität maximieren (Taktung/Logistik).
11. Zirkularität und Materialpass verbindlich einführen.
12. Betrieb und Interimslösungen phasengerecht vorbereiten und absichern.

6 KONFIGURATOR HOLZBAU IM SYSTEM

Der Schulbau-Konfigurator ist ein digitales Werkzeug, das den komplexen Prozess der Schulbauplanung in klar strukturierte Schritte gliedert. Ziel ist es, die Vielzahl an Anforderungen – von Nutzungskonzepten über räumliche Funktionen bis hin zu Kosten- und Nachhaltigkeitsaspekten – transparent, nachvollziehbar und nutzerfreundlich abzubilden.

Die Anwendung führt Schritt für Schritt durch acht zentrale Themenfelder: beginnend mit den Grunddaten einer Schule über die Definition von Funktionsbereichen und Flächen bis hin zu Zeit- und Kostenangaben. Darauf aufbauend werden technische Fragen, Aspekte des Klimaschutzes sowie konkrete Systemempfehlungen einbezogen. Abschließend entstehen übersichtliche Ergebnisse, die sowohl in klassischer Form (PDF) als auch in digitalen Planungsformaten (IFC, DWG, DXF) verfügbar sind.

Durch diese Struktur lassen sich schulische Bauvorhaben nicht nur effizient vorbereiten, sondern auch in einer Sprache darstellen, die sowohl Fachleute als auch Verwaltungs- und Entscheidungstragende verstehen. Der Konfigurator schafft damit die Grundlage für eine zielgerichtete, nachhaltige und zukunftsfähige Schulbauplanung.

Im Folgenden werden die acht Schritte des Konfigurators vorgestellt. Jede Grafik zeigt die Inhalte des jeweiligen Abschnitts, ergänzt durch eine kurze Erläuterung.

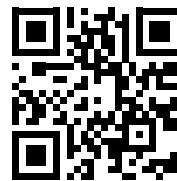
Aufbau des Konfigurators auf Systaholz.eu

1. Grunddaten

Die Grunddaten bilden die Basis des Konfigurators. Abgefragt werden Standort, Name der Schule, Schultyp, Anzahl der Klassen pro Jahrgang, Gesamtzahl der Schülerinnen und Schüler sowie Lehrform und pädagogisches Konzept. Diese Angaben stammen in der Regel von Schulträgern oder Verwaltungen und schaffen die Grundlage für alle weiteren Planungsschritte.

Grunddateneingabe: Basisinformationen, meist durch Schulträger/Verwaltung vorgegeben

- Standort
- Name der Schule
- Schultyp
- Anzahl Klassen je Jahrgang/Zügigkeit
- Anzahl Schülerinnen und Schüler
- Lehrform/Lehrkonzept



Website: www.systaholz.eu

Abbildung 70: Holzbau Konfigurator, Grunddaten, Screenshot 15.03.2025

2. Bereiche

Hier werden die funktionalen Bereiche der Schule definiert. Dazu zählen Fachbereiche (zum Beispiel Naturwissenschaften, Kunst, Musik), Gemeinschaftsflächen wie Bibliothek oder Mensa, Verwaltungsräume, Außenflächen sowie Servicebereiche. Mit dieser Eingabe wird das Nutzungsprofil der Schule klar strukturiert.

Bereiche: Funktionsprogramm der Schule

- Fachbereich (Naturwissenschaft, Musik etc.)
- Gemeinschaftsbereich (Bibliothek, Mensa, Aula)
- Verwaltungsbereich (Büros, Besprechungen)
- Außenbereich (Spielhöfe, Freiflächen)
- Servicebereich (Technik, Server, Sanitär)

Abbildung 71: Holzbau Konfigurator, Bereiche, Screenshot 15.03.2025

3. Grundstück und Flächenangaben

In diesem Schritt stehen die räumlichen Rahmenbedingungen im Mittelpunkt: Grundstücksgröße, bebaute und unbebaute Flächen, Brutto- und Nettogrundfläche sowie die Geschossigkeit. Diese Parameter beeinflussen maßgeblich die Dimensionierung, das Flächenangebot und die spätere Gebäudeorganisation.

Angaben zu Grundstück und Flächenangaben: Rahmenbedingungen für Dimensionierung und Kapazität

- Grundstücksformat/-größe
- Bebaute und unbebaute Fläche
- Bruttogrundfläche (BGF), Nettogrundfläche (NGF)
- Anzahl der Geschosse

Abbildung 72: Holzbau Konfigurator, Flächenangaben, Screenshot 15.03.2025

4. Zeitangaben

Die Zeitplanung berücksichtigt drei wesentliche Faktoren: Planungszeit, Vorfertigungszeit und Montagezeit auf der Baustelle. Damit können Bauherrschaften und Planende frühzeitig die Vorteile serieller Bauweisen nutzen und eine realistische Terminplanung aufstellen.

Zeitangaben: Fokus auf seriell Bauen und Zeitoptimierung

- Planungszeit
- Vorfertigungszeit
- Baustellen-/Montagezeit

Abbildung 73: Holzbau Konfigurator, Zeitangaben, Screenshot 15.03.2025

5. Baukosten

Der Konfigurator ermittelt eine erste Kostenschätzung nach DIN 276 (Ebene 1). Berücksichtigt werden vor allem die Kostengruppen 300 (Baukonstruktionen) und 400 (Technische Anlagen). So entsteht bereits in einer frühen Projektphase ein vorläufiger Kostenrahmen, der für die Entscheidungsfindung genutzt werden kann.

Vorläufiges Teilergebnis zu den Kosten: erste Kostenübersicht in KG 300/400

- Vorläufiger Kostenrahmen
- Kostenschätzung Ebene 1 nach DIN 276

Abbildung 74: Holzbau Konfigurator, Baukosten, Screenshot 15.03.2025

6. Übersicht 1

Die erste Übersicht fasst die grundlegenden Eingaben in einer Checkliste zusammen. Sie enthält außerdem erste technische Fragen zu Bauweise, Transport, lichter Höhe oder Sichtbarkeit der Holzkonstruktion. Ergänzt wird dies durch Angaben zu Energie- und Klimaschutzmaßnahmen wie Wärmepumpe oder Fotovoltaik.

Kontrolle und weitere Angaben Übersicht 1 (Zwischen- ergebnis): erste Checkliste (PDF-Download möglich)

- Technische Fragen (GU/Einzelunternehmen, Transport, Innenbereich, lichte Höhe, Sichtbarkeit der Holzkonstruktion)
- Klimaschutz/Energie (Wärmepumpe, PV, projektspezifische Angaben)

Abbildung 75: Holzbau Konfigurator, Übersicht, Screenshot 15.03.2025

7. Übersicht 2

Die zweite Übersicht geht stärker ins Detail: Sie enthält Vorschläge zu Grundrisstypologien, Konstruktionsprinzipien, passenden Systembauteilen, zur technischen Gebäudeausrüstung sowie zu einem ersten statischen Konzept. Auf dieser Ebene werden konkrete Empfehlungen für die weitere Planung abgeleitet.

Weitere Dateneingabe und Schlusskontrolle Übersicht 2 (Detail- ergebnis): Konkretisierung → direkte Zuweisung zu Bauweisen/Systemen

- Grundrisstypologie
- Konstruktionsprinzip
- Systembaukatalog
- Vorschläge für TGA
- Vorläufiges statisches Konzept



Abbildung 76: Holzbau Konfigurator, Konfiguration, Screenshot 15.03.2025

8. Ergebnis

Am Ende liefert der Konfigurator ein strukturiertes Ergebnis. Dieses kann als PDF-Bericht ausgegeben und zusätzlich in BIM-fähigen Formaten wie IFC, DWG oder DXF bereitgestellt werden. Dadurch sind die Resultate direkt in der weiteren Planung, Koordination und Ausführung nutzbar.

Holzbau im System: System Vorschlag, Typologievorschlag: Übergabe an Planende/Architektinnen und Architekten, BIM-fähig

- PDF (Bericht)
- Modell als IFC
- Gegebenenfalls DWG oder DXF

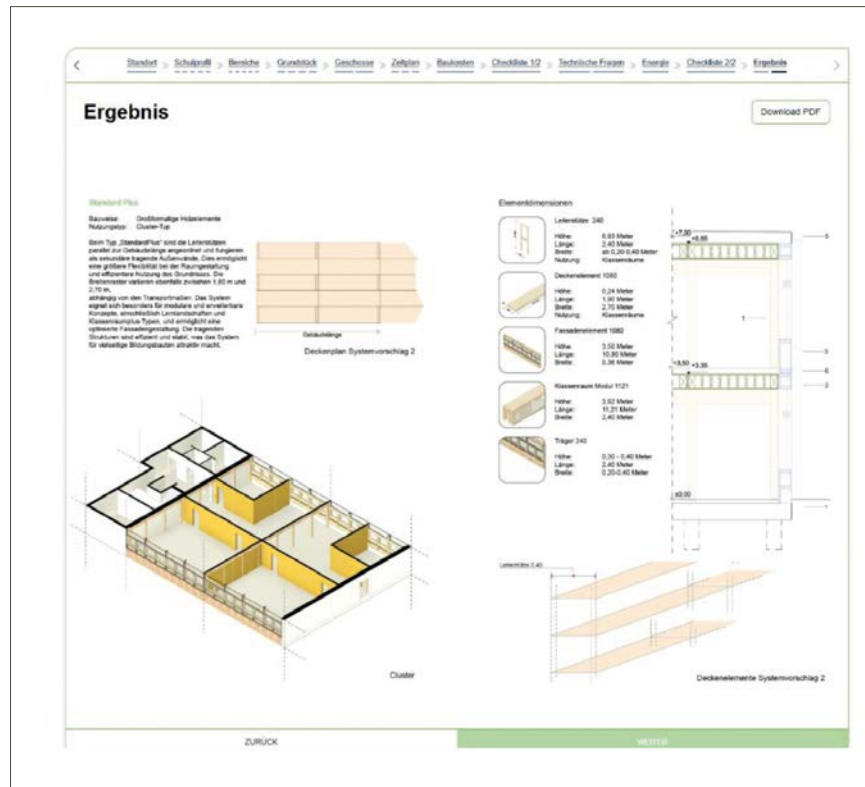


Abbildung 77: Holzbau Konfigurator, Konfiguration Ergebnispräsentation, Screenshot 15.03.2025

KLÄRUNGEN & ANFORDERUNGEN/PFLICHTEN

1. Systemanforderungen: Raster, Module, Transportgrenzen, Nutzungsfestpunkte.
2. Tragwerk: Spannweiten, Schwingungsverhalten, Deckensystem, Detailanforderungen.
3. Hülle/Energie: Tageslichtanteil, U-Werte, Luftdichtheit, Wärmebrücken.
4. Sommerlicher Wärmeschutz: Verschattung, Nachtauskühlung.
5. Lüftung/IAQ: Freie bzw. hybride Lüftung, Luftwechselrate, CO₂-Ziele, Filter.
6. Akustik/Schallschutz: R_w, L_{n,w}, Raumakustik (Nachhallzeit).
7. Brandschutz: Gebäudeklasse, Rettungswege, REI, Kapselklassen, Abschottungen.
8. Feuchteschutz: Baufeuchte, Trocknung, Monitoring.
9. GA-Integration: Leitungsführung horizontal/vertikal, Medienachsen, Wartung, Zugänglichkeit, Festpunkte und Objekte.
10. Digitalisierung: IT-Infrastruktur, WLAN, Redundanz.
11. Barrierefreiheit/Inklusion: Wege, WCs, Leitsysteme.
12. Äußere Anforderungen: Erschließung, Baugrund, Lärm, Logistik, Vergabe, Termine.

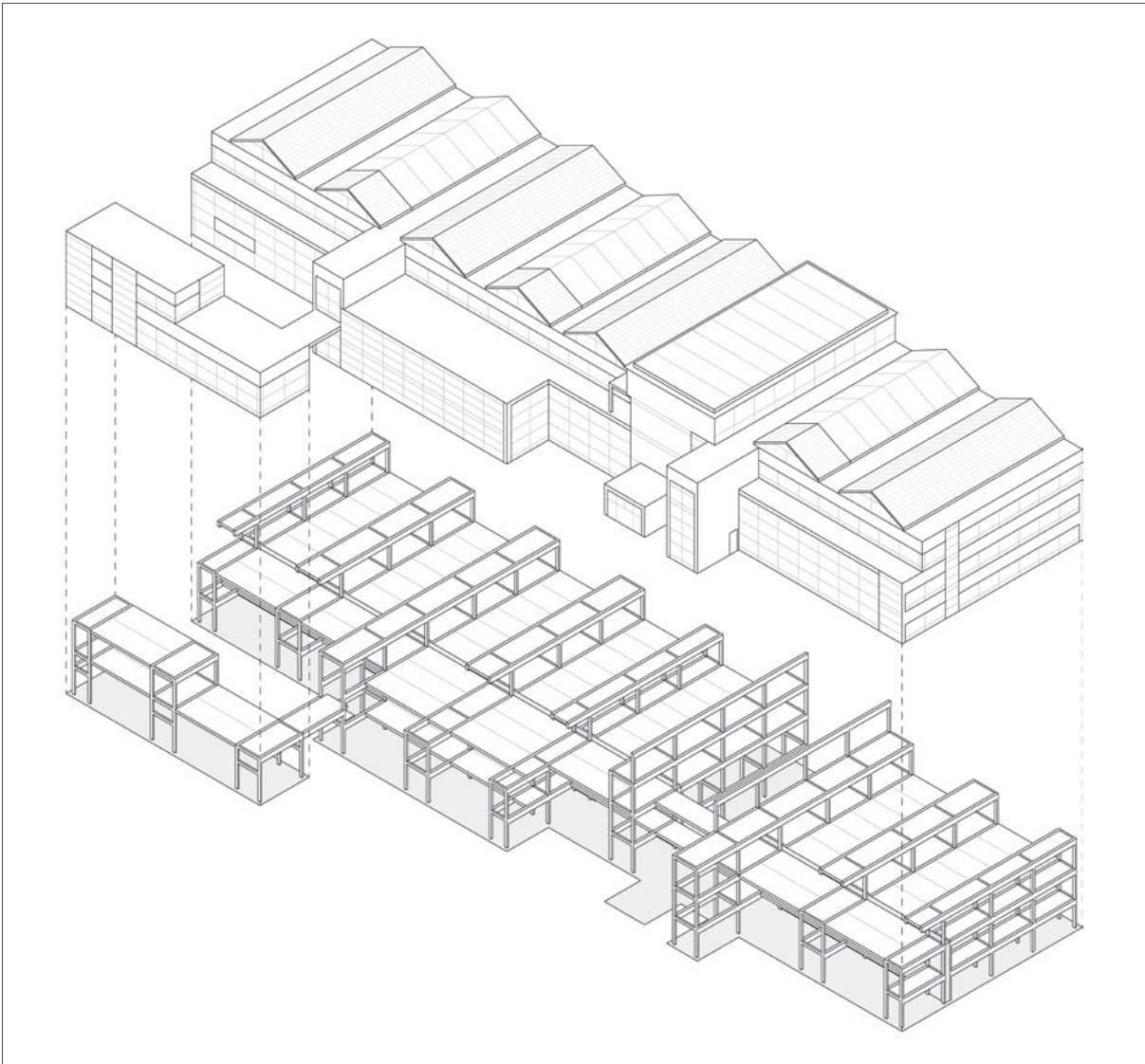


Abbildung 78: Explosion-Axonometrie Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund

7 SYSTEMERPROBUNG

Um möglichst praxisnahe Anwendung der Ergebnisse zu generieren und Erfahrungen bei der Konzeption und Planung zu erhalten, wurde am Beispiel von drei unterschiedlichen Projekten unter Beteiligung von Studierenden und Mitarbeitenden im praxisnahen Dialog die Systemanwendung erprobt.

Umnutzung und Erweiterung „UnseKinder“ Stralsund

- Standort: Arnold-Zweig-Straße 159, Stralsund
- Träger: UnseKinder gGmbH
- Forschungsteam: Hochschule Wismar – HO_SY, unter der Leitung von Prof. Martin Wollensak
- Ansatz: Transformation des Bestandsgebäudes Typ „Schusterschule“ durch serielle Holzbausysteme zu einem campusähnlichen Bildungsort für Kita, Hort und Schule

Ersatzneubau „Kinder- & Jugendcampus“ Stralsund

- Standort: Heinrich-Heine-Ring, Stralsund
- Träger: UnseKinder gGmbH
- Forschungsteam: Hochschule Wismar – HO_SY, unter der Leitung von Prof. Martin Wollensak
- Ansatz: Neubau eines klimapositiven Campus nach Holzbausystem mit Lernfamilien, Experimentarium und gemeinschaftlichen Flächen

Systemerprobung am Beispiel Grundschule Süsel

- Standort: Süsel, Schleswig-Holstein
- Träger: Gemeinde Süsel, Bürgermeister Boonekamp
- Forschungsteam: Hochschule Wismar – HO_SY, unter der Leitung von Prof. Martin Wollensak
- Ansatz: Erprobung der Integration serieller Holzbausysteme in die Bestandsmodernisierung mit Erweiterung zur Entwicklung zukunftsfähiger Lernlandschaften

Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund

Innovativer Lern- und Begegnungsort mit Lernlabor und Experimentierwerkstatt als energiepositiver Modellbau und Energiequelle für das Quartier Knieper West

Der Kinder- & Jugendcampus

Der Kinder- & Jugendcampus Stralsund versteht sich als ganzheitlicher Lern- und Begegnungsort für Kinder und Jugendliche vom ersten Lebensjahr bis zum Schulabschluss. Ziel ist es, junge Menschen zu selbstbewussten, unabhängigen Persönlichkeiten heranwachsen zu lassen, die ihre Umwelt aktiv und kreativ mitgestalten.

Das reformpädagogische Gesamtkonzept lässt sich mit den Worten innovativ, inklusiv und inspirierend beschreiben. Im Schulbereich werden die Kinder in altersübergreifenden Lernfamilien betreut, die Lernen, Austausch und soziales Miteinander verbinden.

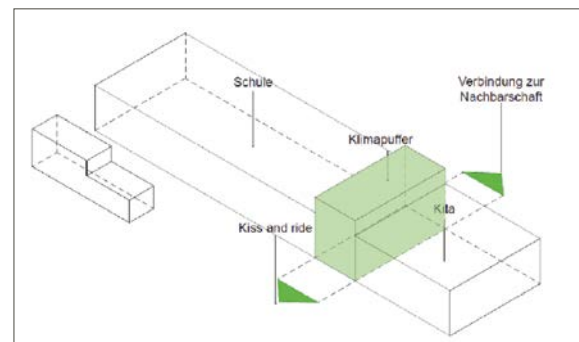


Abbildung 79: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund Gebäudekonzept



Gebäude- und Energiekonzept

Der Neubau wird als umweltgerechtes, nachhaltiges und klimapositives Modellgebäude realisiert, das mehr Energie erzeugt, als es selbst benötigt. Der Überschuss kann im Quartier genutzt werden. Damit demonstriert der Campus den dreifachen Nullstandard: Null Energie, Null Müll, Null Emissionen.

Dies wird erreicht durch

- die überwiegende Verwendung nachwachsender Rohstoffe im Rohbau,
- den Einsatz von wiederverwendeten Bauteilen im Ausbau (Re- und Upcycling),
- die Regenwassernutzung,
- die passive Nutzung der Sonnenenergie durch Südausrichtung und Klimapufferzonen,
- die aktive Nutzung der Sonnenenergie über Dach-Fotovoltaik und Agrothermiefelder,
- Solarthermie-Anlagen zur Deckung von Spitzenlasten,
- eine optimale Tageslichtnutzung und eine kontrollierte Nachtauskühlung im Sommer.

Flexibilität als Leitprinzip

Unter dem Leitsatz „Niemand weiß, wie Schule in 20 Jahren aussieht“ wird der Campus konsequent auf Wandelbarkeit ausgelegt. Neben der Option einer späteren Erweiterung ist auch im Inneren eine hohe Flexibilität vorgesehen.

Im Westteil entsteht eine Zukunftswerkstatt mit Experimentarium, deren Fachräume sich an wechselnde Anforderungen anpassen lassen. Die um Dachgärten angeordneten Lernfamilienflächen schaffen inspirierende Räume für Lernen, Aufenthalt und soziales Miteinander.

Im Grundschulbereich werden die Lernräume zugleich für Hortangebote genutzt, wodurch Synergien entstehen und die Flächen multifunktional eingesetzt werden können.

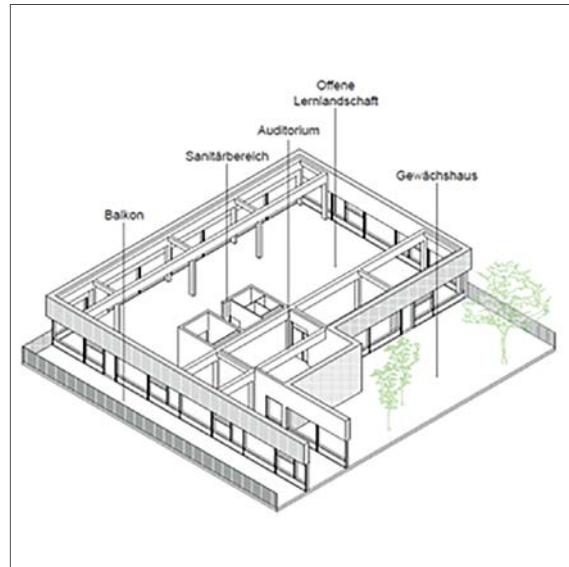


Abbildung 80: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Lernfamilie

Die Lernfamilien

Die Lernfamilien dienen als stufenübergreifende Lern- und Aufenthaltsräume. Sie bieten verschiedene Sitz- und Arbeitsgelegenheit, die von den Nutzenden selbst gestaltet werden können, wodurch der Lernprozess positiv beeinflusst werden kann.

Jede Lernfamilie verfügt über ein abgeschlossenes Auditorium, welches für kleinere Unterrichtskreise und Präsentationen genutzt werden kann. Zudem gibt es einen eigenen Sanitärbereich sowie einen Zugang zu einem Balkon und einem Gewächshaus. Dies soll den Kindern und Jugendlichen als Bewegungs- und Rückzugsfläche dienen, wo sie in den kurzen Denkpausen frische Luft schnappen können, was die Konzentration während des Lernprozesses fördert.



Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Lernfamilie Übersicht

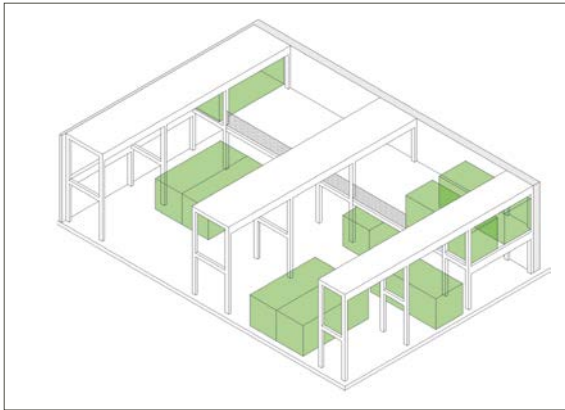


Abbildung 81: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Experimentarium

In den Gewächshäusern können Pflanzen angebaut oder Außenarbeitsflächen errichtet werden. Dadurch lernen Kinder viel über die Gartenarbeit sowie die damit zusammenhängende Geduld und Verantwortungsbewusstsein für die Pflanzen.

Experimentarium

Das Experimentarium ist eine offene Halle, die durch eine flexible Innenausstattung selbst gestaltet werden kann. Hier können Fachräume, wie Chemie, Biologie und Physik, eine Lehrküche und Therapieräume angeordnet werden.

Das Gebäudekonzept sieht hierbei einen Umgang mit umgebauten Containern vor. Durch diese sollen kleine Lernräume entstehen, die durch offene Arbeitsbereiche erweitert werden. Die Container könnten von den Kindern selbst gestaltet werden, um das Lernumfeld zu personalisieren. Dadurch würde der Raum mehr wertgeschätzt werden.

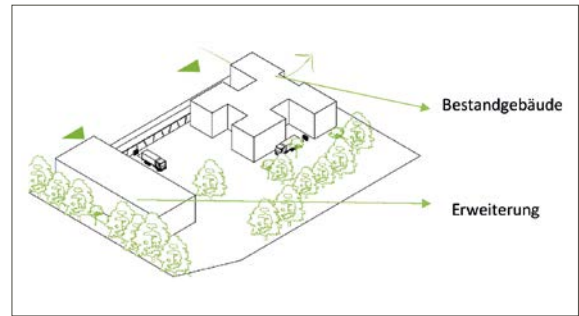


Abbildung 82: Sanierung und Erweiterung Kinder- & Jugendcampus in Stralsund

Durch das Einziehen einer Galerie kann auch, je nach Bedarf, mehr Fläche genutzt werden. Im Beispiel ist auf der Galerie eine offene Fläche für den Hort vorgesehen.

Sanierung und Erweiterung Kinder- & Jugendcampus Stralsund

Im Rahmen eines zweiten Erprobungsprojekts wird ein bestehendes Schulgebäude saniert und durch einen kleineren Erweiterungsbau ergänzt. Ziel ist es, ein innovatives Lern- und Begegnungsumfeld zu schaffen, das sowohl pädagogische Anforderungen als auch ökologische Zielsetzungen erfüllt.

Das Konzept basiert auf einem reformpädagogischen Ansatz mit altersübergreifenden Lernfamilien und flexiblen Flächen, die sich an veränderte Nutzungen anpassen lassen. Neben klassischen Unterrichtsbereichen entsteht ein Experimentarium als Zukunftswerkstatt, das unterschiedliche Fachdisziplinen integriert und eine praxisnahe Lernumgebung bietet.



Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Experimentarium Rendering

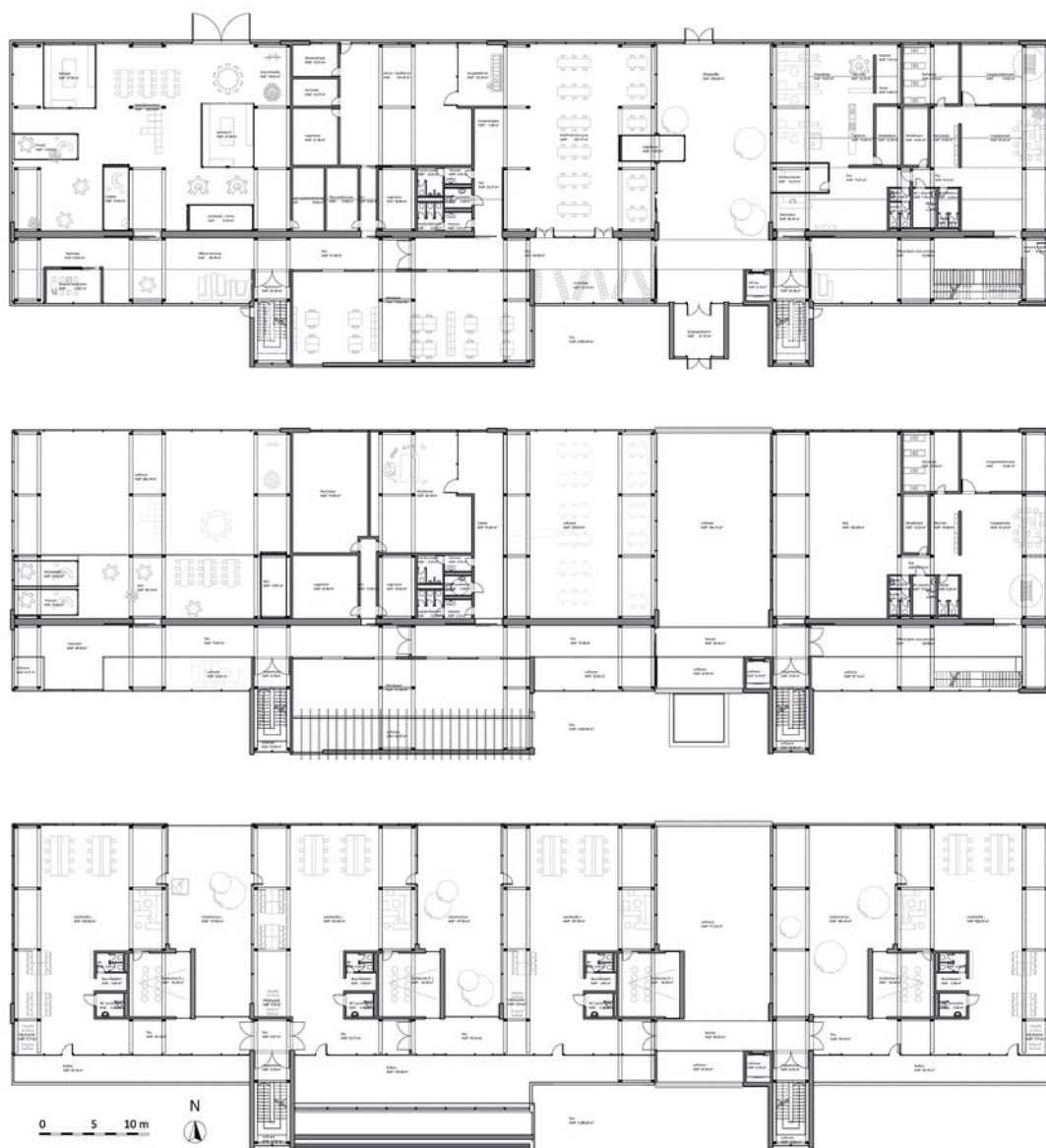


Abbildung 83: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund; Grundrisse – Erdgeschoss (oben), 1. Obergeschoss (Mitte), 2. Obergeschoss (unten)



Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Modell

Der Erweiterungsbau dient zugleich als Modell für einen klimapositiven Gebäudetypus. Geplant ist die Realisierung des dreifachen Nullstandards (Null Energie, Null Müll, Null Emissionen) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe, wiederverwendeter Bauteile, Fotovoltaik, Solarthermie sowie Regenwassernutzung. Ergänzend sorgen Tageslichtnutzung und kontrollierte Nachtauskühlung im Sommer für ein gesundes Raumklima.

Das Projekt stellt die Flexibilität des Bauens in den Vordergrund: Innenräume können leicht umgestaltet werden, um auf zukünftige pädagogische Konzepte reagieren zu können. Auch die räumliche Verbindung von Schule und Hort zeigt, wie Flächen sinnvoll mehrfach genutzt und Synergien geschaffen werden können.



Sanierung und Erweiterung, Kinder- und Jugendcampus Stralsund, Fassadengestaltung

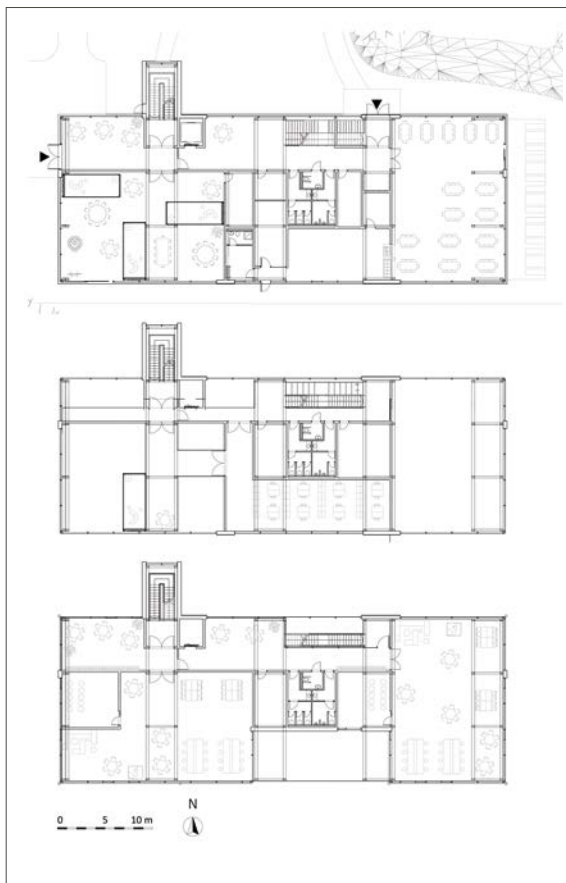


Abbildung 84: Sanierung und Erweiterung des Kinder- und Jugendcampus Stralsund – Grundrisse. Oben: Erdgeschoss, darunter: 1. Obergeschoss, unten: 2. Obergeschoss

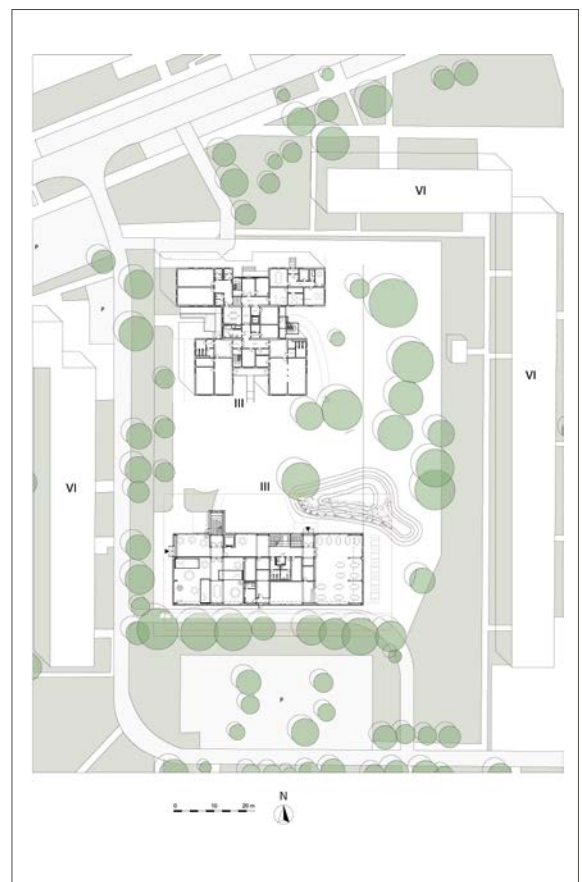


Abbildung 85: Sanierung und Erweiterung, Kinder- und Jugendcampus Stralsund, Lageplan

Future school campus Süssel

Der Campus Süssel

Die Grundschule Süssel ist die einzige Schule im näheren Umfeld und übernimmt damit eine zentrale Rolle für die umliegenden Gemeinden. Viele Familien pendeln täglich in das Dorf, wodurch die Schule nicht nur ein Ort des Lernens, sondern auch ein wichtiger sozialer Knotenpunkt der Region ist. Auf dem Grundstück befinden sich neben der Grundschule weitere Einrichtungen wie eine Sporthalle mit Sportaußenanlagen, ein Kindergarten mit Krippe, ein Jugendtreff sowie Räume für den offenen Ganztags. Ergänzt wird das Ensemble durch verschiedene Nebengebäude, die das Campusleben unterstützen.

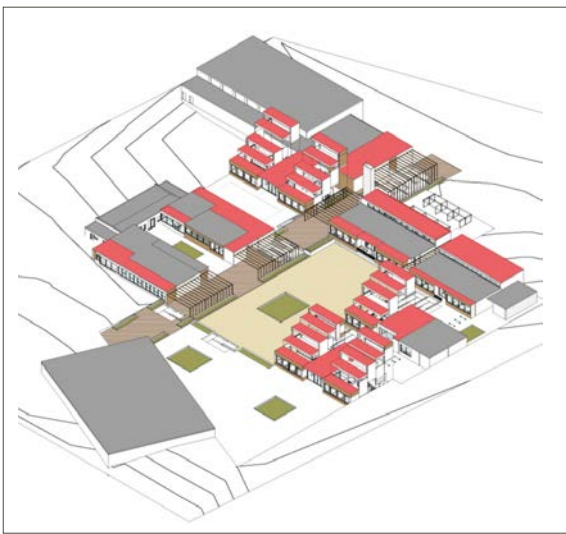


Abbildung 86: Bestand und Neubau (in Rot dargestellt)
Perspektive Future school campus Süssel

Gebäude- und Energiekonzept

Das Projekt nutzt die Chance, eine gewachsene Bestandsstruktur mit einem seriellen Holzbausystem weiterzuentwickeln. Während Neubauten in der Regel die Hauptanwendungsfelder für serielle Holzbauweisen darstellen, wird in Süssel die Integration modularer und vorgefertigter Elemente im Bestand erprobt. Geplant sind sowohl die Sanierung bestehender Flächen als auch die Ergänzung durch einen kleineren Erweiterungsbau in Holzbauweise.

Auch hier gilt das Prinzip des klimapositiven Bauens: Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe, die Verwendung wiederverwendeter Bauteile, Fotovoltaikanlagen sowie Regenwassernutzung und kontrollierte Nachtauskühlung im Sommer bilden die Basis für ein umweltgerechtes Energiekonzept. Ziel ist es, den Standort zu einem energieeffizienten und nachhaltigen Modell auszubauen, das zugleich die besonderen Anforderungen des ländlichen Raums berücksichtigt.

Flexibilität als Leitprinzip

Unter dem Leitgedanken, dass Schule sich permanent weiterentwickeln muss, stehen flexible und wandelbare Raumstrukturen im Zentrum des Entwurfs. Die Sanierung und Ergänzung der Bestandsflächen eröffnet die Möglichkeit, Lernräume und Hortangebote stärker miteinander zu verknüpfen und multifunktional zu nutzen.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Erprobung serieller Holzbaulemente im Bestand. Dadurch können Räume zügig angepasst, erweitert oder neu organisiert werden, ohne den laufenden Schulbetrieb wesentlich zu beeinträchtigen. Die Fachräume bilden eine Zukunftswerkstatt mit Experimentarium, während Lernfamilienflächen für kreatives und gemeinschaftliches Arbeiten bereitgestellt werden.

So entsteht ein Modellprojekt, das beispielhaft zeigt, wie Bauen mit Bestand und serielle Holzbauweise kombiniert werden können, um ein modernes, nachhaltiges und pädagogisch wertvolles Campuskonzept im ländlichen Raum zu realisieren.



Future school campus Süssel, Innenansicht Bestand und Neubau



Future school campus Süssel, Innenansicht Bestand (Grau) und Neubau (Rot)

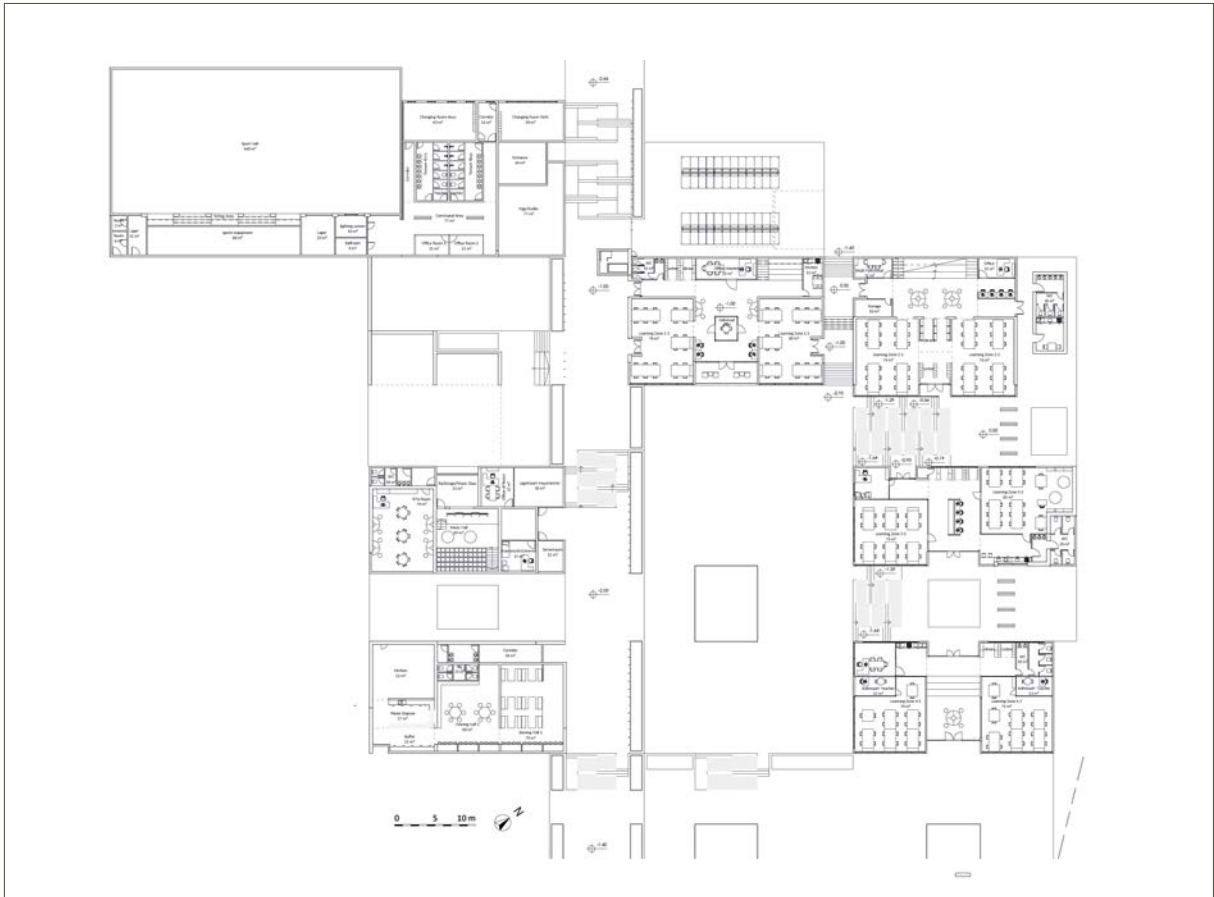


Abbildung 87: Bestand und Neubau Grundriss Erdgeschoss (1-geschossig) Future school campus Süsel



Bestand und Neubau Grundriss Erdgeschoss (1-geschossig) Future school campus Süsel

ZUSAMMENFASSUNG

Der Leitfaden zeigt die zur Findung eines passenden nachhaltigen Holzbausystems für öffentliche Gebäude erforderlichen Arbeitsschritte:

1. Bedarfsermittlung
2. Konfiguration
3. Systemauswahl
4. Anwendungssystem
5. Zeitplanung
6. Ausschreibung und Vergabe mit Einbeziehung von LCC, LCA und Rückbaubarkeit
7. Qualitätssicherung und Evaluation

Der Leitfaden bietet die Grundlagen, um die Systemauswahl zu formulieren, die geeignete Form der Vergabe zu behandeln und die relevanten Prozessbeteiligten zu finden. Die weiteren Schritte werden in einem Anschlussvorhaben vorbereitet.

8 ANHANG

Steckbrief/Projektdaten

Titel des Vorhabens

Verbundvorhaben: Standard-Holzbausysteme mit nachwachsenden Rohstoffen zur Förderung der Verwendung von Holz und weiteren nachwachsenden Rohstoffen bei öffentlichen Gebäuden

Akronym

HO_SY

Laufzeit

01.11.2021–31.12.2024

Förderkennzeichen

Teilvorhaben 1: 2220HV089A

Teilvorhaben 2: 2220HV089B

Teilvorhaben 3: 2220HV089C

Teilvorhaben 4: 2220HV089D

Zuwendungsempfänger

Teilvorhaben 1: Entwurf–Entwicklung–Nachhaltigkeit–Bilanzierung

Hochschule Wismar, University of Applied Science, Technology, Business and Design, Fakultät Gestaltung

Die Hochschule Wismar, University of Applied Science, Technology, Business and Design, Fakultät Gestaltung, übernahm die Verantwortung für die Entwicklung des Leitfadens im Bereich Entwurf, Entwicklung, Nachhaltigkeit und Bilanzierung.

Dies umfasst die Gestaltung und Strukturierung des Leitfadens sowie die Integration von nachhaltigen Prinzipien und Bilanzierungsmethoden, um sicherzustellen, dass die Holzbausysteme ökologische und ökonomische Anforderungen erfüllen.

Teilvorhaben 2: Systemmarketing – Überprüfung

Hauptverband der Deutschen Holzindustrie und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industrie- und Wirtschaftszweige e.V. (HDH)

Der Hauptverband der Deutschen Holzindustrie und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industrie- und Wirtschaftszweige e.V. war für das Systemmarketing und die Überprüfung zuständig.

Dies beinhaltet die Vermarktung des entwickelten Holzbausystems sowie die Überprüfung der Marktakzeptanz und -anforderungen, um sicherzustellen, dass das System den Bedürfnissen der Zielgruppe entspricht.

Teilvorhaben 3: Systemanwendung – Durchführung – Optimierung

Haas Fertigbau GmbH

Die Haas Fertigbau GmbH trug die Verantwortung für die Systemanwendung, Durchführung und Optimierung.

Dies umfasst die praktische Umsetzung des Holzbausystems in realen Bauprojekten sowie die kontinuierliche Optimierung und Anpassung des Systems basierend auf den Erfahrungen und Rückmeldungen aus der Praxis.

Teilvorhaben 4: Bauklimatik und Holzkonstruktionen

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Fakultät 3 Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, Institut für Gebäude- und Solartechnik

Die Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur IBEA und Institut für Baukonstruktion und Holzbau iBHolz, war für die Forschung im Bereich Bauklimatik und Holzkonstruktionen verantwortlich.

Dies beinhaltet die Untersuchung und Optimierung der bauphysikalischen Eigenschaften von Holzbausystemen sowie die Entwicklung von innovativen Konstruktionsmethoden für eine verbesserte Energieeffizienz und Komfort in Holzgebäuden.



Teamfoto (von links nach rechts): M. A. Morten Fuchs (Hochschule Wismar), Dipl.-Ing. (FH) Josef Nitzel (Haas Fertigbau GmbH), M. Sc. Lisa Neubert (Technische Universität Braunschweig), M. Sc. Michael Müller (Technische Universität Braunschweig), M. Sc. Michael Neues (Hauptverband der Deutschen Holzindustrie e. V.), Prof. Dipl.-Ing. Martin Wollensak (Hochschule Wismar) sowie M. A., LBA Ahmad Milad Toryalai (Hochschule Wismar).

Autorinnen und Autoren

Hochschule Wismar, University of Applied Science, Technology, Business and Design, Fakultät Gestaltung

- Prof. Dipl.-Ing. Martin Wollensak – Projektleitung
- M. A. Ahmad Milad Toryalai
- M. A. Morten Fuchs
- M. A. Frauke Nessler (bis 2023)
- M. A. Mandy Kaden
- M. A. Fiete Wulff
- M. A. Anastasia Telegina
- M. A. Karim Al Sahami
- B. A. Arash Panahi

Hauptverband der Deutschen Holzindustrie (HDH)

- Dr. Denny Ohnesorge
- M. A. Michael Neues
- Max Schierbecker

Haas Fertigbau GmbH

- Xaver Haas
- Dipl.-Ing. (FH) Josef Nitzel
- Robert A. Jöbstl

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig – Fakultät 3 Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften

Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur (IBEA)

- Prof. Elisabeth Endres
- M.Sc. Lisa Neubert

Institut für Baukonstruktion und Holzbau (iBHolz)

- Prof. Dr.-Ing. Mike Sieder
- M.Sc. Michael Müller
- M. Eng. Yannick Plüss

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Quoten der genehmigten Nichtwohngebäude in Holzbauweise	6
Abbildung 2:	Qualitäten in der Gebäudeplanun	11
Abbildung 3:	Übersicht der Auswertung von 93 Schulen und Kitas in Holzbauweise	13
Abbildung 4:	Schematischer Grundriss und Konstruktionsprinzip, European Campus Hochschule Pfarrkirchen	17
Abbildung 5:	Grundrisslayout, European Campus Hochschule Pfarrkirchen	17
Abbildung 6:	Konstruktion, European Campus Hochschule Pfarrkirchen	17
Abbildung 7:	Grundrisslayout, HOMEB Schulen in Berlin	19
Abbildung 9:	Konstruktionsprinzip, HOMEB Schulen in Berlin	19
Abbildung 8:	Klassenraumausschnitt, HOMEB Schulen in Berlin	19
Abbildung 10:	Schematische Darstellung einer Lernlandschaft, Schmuttertäl-Gymnasium Diedorf	21
Abbildung 11:	Schematische Darstellung einer Lernlandschaft, Schmuttertäl-Gymnasium Diedorf	21
Abbildung 12:	Schematischer Grundriss und Konstruktionsprinzip, Schmuttertäl-Gymnasium Diedorf	21
Abbildung 13:	Konstruktion eines Holzbalkendeckenelementes	26
Abbildung 14:	Transportkategorien	27
Abbildung 15:	a Lernsettings Klassenraum b Lernsettings Cluster c Lernsettings Klassenraum Plus d Lernsettings, Offene Lernlandschaft	30
Abbildung 17:	Gebäudeteilausschnitt Schulgebäude Holztafelbauweise (Klassenraum Plus)	32
Abbildung 16:	Konstruktionsprinzip Holztafelbauweise	32
Abbildung 18:	Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise	33
Abbildung 19:	Montageablauf Holztafelbauweise	33
Abbildung 20:	Fassadenschnitt Holztafelbauweise	35
Abbildung 21:	Technikkonzept Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise	36
Abbildung 22:	Variante Holztafelbau + Klassenraum: Schnitt Tragkonstruktion + Technik	36
Abbildung 23(a):	Holztafel-Deckenelement	37
Abbildung 23(b):	Anschluss an Unterzug	37
Abbildung 24:	Simulation Aussteifung Gebäudeteilausschnitt Holztafelbauweise	37
Abbildung 25:	Konstruktionsprinzip Holzmodulbauweise	38
Abbildung 26:	Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise (Cluster)	38
Abbildung 27:	Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise	39
Abbildung 28:	Fassadenschnitt Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise	41
Abbildung 29:	Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise, Grundriss	42
Abbildung 30:	Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise, Schnitt: Tragkonstruktion + Technik	42
Abbildung 31:	Endverformung Verbunddecke	43
Abbildung 32:	Modul einer möglichen Tragstruktur, Gebäudeteilausschnitt Holzmodulbauweise	43
Abbildung 33:	Axonometrie Holzskelettbauweise	44
Abbildung 34:	Gebäudeteilausschnittes in Holzskelettbauweise, Grundriss (offene Lernlandschaft)	44
Abbildung 35:	Axonometrie Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise	45
Abbildung 36:	Auszug Montageablauf, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise	45
Abbildung 37:	Fassadenschnitt, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise	47
Abbildung 38:	Konstruktion + Technikintegration, Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise	48
Abbildung 39:	Gebäudeteilausschnitt Holzskelettbauweise, Schnitt: Tragkonstruktion + Technik	48
Abbildung 40:	Voruntersuchung Raster HSK von 1,35 m; 2,7 m; 3,6 m; 5,4 m	48
Abbildung 41:	Voruntersuchung Massivholzdecken	49
Abbildung 42:	Ressourcenverbrauch der drei Systeme	51
Abbildung 43:	Möglichkeiten Technikkonzept	53
Abbildung 44:	Holzbau im System, Systemansatz	56
Abbildung 45:	7e-Prinzipien für ein offenes und nachhaltiges Standard-Holzbausystem	58
Abbildung 46:	Holzbau im System, Typologie Standard, Explosionszeichnung	60
Abbildung 47:	Standard Holzbausystem, vertikale Tragelmente	61
Abbildung 48:	Standard Holzbausystem, Raumoptionen im Rastermaß	61
Abbildung 49:	Holzbau im System, Typologie Standard, Rasterausrichtung	62
Abbildung 50:	Standard Holzbausystem, Typologie Standard, Deckenelemente	62
Abbildung 51:	Holzbau im System, Typologie Standard, Deckenraster	62

Abbildung 52: Holzbau im System, Gebäudeteilausschnitt, Typologie Standard, Fassadenschnitte und Ansichten	63
Abbildung 53: Auszug Montageablauf Typologie Standard (konstruktiver Entwurf)	64
Abbildung 54: Umgang Kreuzung Riegel und Stich Zuluftkanal	64
Abbildung 55: Holzbausystem Typ Standard Holzmassen der tragenden Konstruktion	65
Abbildung 56: Statische Modelle mit Eigenlasten g_k (links) und Nutzlasten q_k (rechts)	65
Abbildung 57: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Explosionszeichnung	66
Abbildung 58: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Deckenelemente	67
Abbildung 59: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Rasterausrichtung	67
Abbildung 60: Holzbau im System, Typologie StandardPlus, Gebäudeteilausschnitt, Fassadenschnitte und Ansichten	68
Abbildung 61: Holzbausystem Typologie StandardPlus, Holzmassen der tragenden Konstruktion	69
Abbildung 62: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Explosionszeichnung	70
Abbildung 63: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Rasterausrichtung	71
Abbildung 64: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Deckenelemente	71
Abbildung 65: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Gebäudeteilausschnitt, Fassadenschnitte und Ansichten	72
Abbildung 66: Holzbau im System, Typologie AllStandard, Auszug Montageablauf	73
Abbildung 67: Horizontaler Schnitt Holzbau im System, Gebäudeteilausschnitt	75
Abbildung 68: Holzbausystem Typologie AllStandard, Holzmassen der tragenden Konstruktion im Vergleich	74
Abbildung 69: Holzbausysteme/Holzmasse der tragenden Konstruktion im Vergleich	75
Abbildung 70: Holzbau Konfigurator, Grunddaten, Screenshot 15.03.2025	78
Abbildung 71: Holzbau Konfigurator, Bereiche, Screenshot 15.03.2025	79
Abbildung 72: Holzbau Konfigurator, Flächenangaben, Screenshot 15.03.2025	79
Abbildung 73: Holzbau Konfigurator, Zeitangaben, Screenshot 15.03.2025	80
Abbildung 74: Holzbau Konfigurator, Baukosten, Screenshot 15.03.2025	80
Abbildung 75: Holzbau Konfigurator, Übersicht, Screenshot 15.03.2025	81
Abbildung 76: Holzbau Konfigurator, Konfiguration, Screenshot 15.03.2025	81
Abbildung 77: Holzbau Konfigurator, Konfiguration Ergebnispräsentation, Screenshot 15.03.2025	82
Abbildung 78: Explosion-Axonometrie Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund	83
Abbildung 79: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund Gebäudekonzept	84
Abbildung 80: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Lernfamilie	85
Abbildung 81: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund, Experimentarium	86
Abbildung 82: Sanierung und Erweiterung Kinder- & Jugendcampus in Stralsund	86
Abbildung 83: Neubau Kinder- & Jugendcampus in Stralsund; Grundrisse – Erdgeschoss (oben), 1. Obergeschoss (Mitte), 2. Obergeschoss (unten)	87
Abbildung 84: Sanierung und Erweiterung des Kinder- und Jugendcampus Stralsund – Grundrisse. Oben: Erdgeschoss, darunter: 1. Obergeschoss, unten: 2. Obergeschoss	88
Abbildung 86: Bestand und Neubau (in Rot dargestellt) Perspektive Future school campus Süsel	89
Abbildung 87: Bestand und Neubau Grundriss Erdgeschoss (1-geschossig) Future school campus Süsel	90

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich Nutzungstyp und Bauweise	31
Tabelle 2: Übersicht Holzbauweisen	31
Tabelle 3: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holztafelbauweise	34
Tabelle 4: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holzmodulbauweise	40
Tabelle 5: Konstruktion Grundrissausschnitt in Holzskelettbauweise	46
Tabelle 6: Vergleich der Holzbausysteme	50
Tabelle 7: Lebenszykluskosten pro m² Bruttogrundfläche	52
Tabelle 8: Vergleich der reinen Baukosten	52
Tabelle 9: Einsparpotenziale der Holzbauweisen gegenüber konventionellen Bauweisen	53
Tabelle 10: Möglichkeiten zur Technikintegration	53
Tabelle 11: Systemelemente, Standard Holzbausystem	57
Tabelle 12: Systemelemente für Gebäudeausschnitt	62
Tabelle 13: Systemelemente für Gebäudeausschnitt	67
Tabelle 13: Systemelemente für Gebäudeausschnitt	71

Literaturverzeichnis

Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen (AKH) (2025): Nachhaltigkeit im Bauwesen.

Online verfügbar unter <https://www.akh.de/bauwesen/nachhaltigkeit>

Achenbach, H.; Rüter, S. (2018): Ökobilanzdaten für die Erstellung von Fertighäusern in Holzbauweise. In: Thünen Report 38.

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Online verfügbar unter https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059239.pdf

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (2023): Berufsbildung in Deutschland.

Online verfügbar unter <https://www.bibb.de>

BILD (2024): Frankfurt saniert marode Schulen für 1 Milliarde Euro. 21.07.2024.

Online verfügbar unter <https://www.bild.de/regional/hessen/schimmel-gebaeude-frankfurt-saniert-schulen-fuer-1-milliardeeuro-669ca9c39adad5697317ff1d>

Destatis – Statistisches Bundesamt (2023a): Nichtwohngebäude in Deutschland 2023.

Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Bauen/_inhalt.html

Destatis – Statistisches Bundesamt (2023b): Kindertagesbetreuung in Deutschland 2023.

Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Soziales/Kindertagesbetreuung/_inhalt.html

Destatis – Statistisches Bundesamt (2023c): Hochschulen in Deutschland 2022/23.

Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html

Hochschule Wismar (2025): Daten der Hochschule Wismar für das Erprobungsprojekt Neubau Schulcampus Stralsund 2025.

© Hochschule Wismar, Fachgebiet Energie- und Ressourcensparendes Planen und Bauen, Prof. Martin Wollensak.

Keimfarben GmbH (2019): Schmuttertal-Gymnasium Diedorf: Ökologische Bauweise in Holz.

Online verfügbar unter https://www.keim.com/fileadmin/content/Documents/Additional_brochures/CH-DE/Prospekt_Schmuttertal-Gymnasium-Diedorf_DE-DE_2019-01_low.pdf

KfW (2022): Kommunales Panel 2022 – Investitionsrückstand der Kommunen. Frankfurt am Main.

Online verfügbar unter https://www.kfw.de/About-KfW/Newsroom/Latest-News/Pressemitteilungen-Details_725760.html

Kultusministerkonferenz (KMK) (2023): Allgemeinbildende Schulen in Deutschland 2022/23.

Online verfügbar unter <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/statistik/schulstatistik/allgemeinbildende-schulen-in-ganztagsform.html>

proHolz Austria (2016): Schmuttertal-Gymnasium in Diedorf. In: Zuschnitt 65: Bauen für Bildung.

Online verfügbar unter <https://www.proholz.at/zuschnitt/65/schmuttertal-gymnasium-in-diedorf>

Zentralverband Deutsches Baugewerbe (2024): Konjunkturentwicklung Bauhauptgewerbe 2023.

Online verfügbar unter https://bvn.de/Mitgliederservice/Aktuell/2024/20240308_Konjunkturentwicklung.php



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
info@fnr.de
www.fnr.de

Folgen Sie uns:
www.fnr.de/social-media

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1475
FNR 2025

