



leader+

Machbarkeitsstudie zum Bauen mit einheimischem Holz im Nordschwarzwald

leader+

Machbarkeitsstudie zum Bauen mit einheimischem Holz im Nordschwarzwald

HOLZBAUgruppe
Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo, Freie Architektin
Dipl.-Ing. Hans-Jörg Braun, beratender Ingenieur

in Kooperation mit
Universität Stuttgart
Institut für Baukonstruktion und Entwerfen, Lehrstuhl 1
Prof. Peter Cheret

im Auftrag der
Landkreise Calw, Freudenstadt und Rastatt
vertreten durch Herrn Landrat Hans-Werner Köblitz

Herausgeber:
LEADER+
Aktionsgruppe Nordschwarzwald

Verfasser:
Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo, Freie Architektin
Dipl.-Ing. Hans-Jörg Braun, beratender Ingenieur
Prof. Peter Cheret

Die Autoren der Artikel zu Kapitel 2 Holzbau
sind wissenschaftliche Mitarbeiter am
Institut für Baukonstruktion und Entwerfen, Lehrstuhl 1
Universität Stuttgart

Gestaltung:
Leonhard Großwendt
Natalie Maras
Ferdinand Sauerbruch

1	Einleitung
2	Holzbau im Schwarzwald
2.1	Holzbautradition und regionales Bauen
2.2	Grundlagen zeitgenössischer Holzbau
2.2.1	Holzschutz
2.2.2	Brandschutz
2.2.3	Wärmeschutz /Schallschutz
2.3	Holzbauweisen / Holzbausysteme
2.3.1	Marktübersicht über gängige Systeme
2.3.2	Holzrahmenbauweise
2.3.3	Holzdübelbauweise
3	Holzbau und Zimmerergewerbe
3.1	Marktanteil Holzbau Deutschland und Baden-Württemberg
3.2	Betriebsstrukturen in Baden-Württemberg
3.3	Marktforschung LEADER+ Gebiet
3.4	Umfrage bei regionalen holzverarbeitenden Betrieben LEADER+ Gebiet
4	Prototyp regionaltypisches Wohnhaus im Nordschwarzwald
4.1	Zielrichtung
4.2	Entwurf
4.2.1	Vorentwurf und Varianten
4.2.2	Grundriss-/Nutzungsvarianten
4.2.3	Ausführungsbeschreibung
4.3	Plangrundlagen Architektenpläne
4.3.1	Holzrahmenbau
4.3.2	Holzdübelbauweise
4.4	Plangrundlagen Ingenieurpläne
4.4.1	Holzrahmenbauweise
4.4.2	Holzdübelbauweise
4.5	Tragwerk
4.5.1	Erläuterungen
4.5.2	Musterstatik
5	Baukosten
5.1	Prototyp Kostenberechnung nach DIN 276
5.1.1	Holzrahmenbauweise
5.1.2	Holzdübelbauweise
5.2	Kostenvergleich Holzbau-Massivbau
6	Schlussbemerkungen und Empfehlungen

Anhang

1 Einleitung

Ausgangspunkt

Baden-Württemberg ist eines der holzreichsten Bundesländer Deutschlands. Jährlich werden in den hiesigen Forsten acht bis zehn Millionen Festmeter Holz geerntet – das ist etwa ein Viertel bis ein Fünftel des gesamten Holzeinschlags in Deutschland. Alleine der Forstbezirk Freudenstadt hat daran einen Anteil von 450.000 Festmeter. Der Holzvorrat in Deutschland wird bei einem Zuwachs von 60 Millionen gegenwärtig auf etwa 2,8 Milliarden Festmeter geschätzt. In der Forst- und Holzwirtschaft sind bundesweit 115.000 Menschen beschäftigt – das sind mehr als im Kohlebergbau, in der Stahlerzeugung und in der chemischen Industrie zusammen. Dies ist insofern von Bedeutung, als diese Arbeitsplätze vorwiegend im latent strukturschwachen ländlichen Raum angesiedelt sind.

Neben dem wirtschaftlich bedeutsamen Faktor als Rohstofflieferant produziert der Wald Sauerstoff, filtert die Luft, reinigt und reguliert den Wasserhaushalt. Im Umkreis großer Städte dient er der Naherholung. In Regionen wie dem Schwarzwald wären Tourismus und Fremdenverkehr ohne zusammenhängende und naturnah bewirtschaftete Wälder kaum denkbar.

Über Jahrhunderte ist das Holz der universelle Grundbaustoff gewesen – von der kleinen Gerätschaft bis hin zu großen Bauwerken. Regionen wie der Nordschwarzwald wurden bis in das 20. Jahrhundert hinein vom Holzbau geprägt. In die Natur gestreute ländliche Bauformen und geschlossene Ortsbilder aus regionalen Holzbauten gelten noch immer als Ausdruck gebauter Lebensform und stehen synonym für Landschaft. Heute haben wir eine andere Situation. Anders als in vergleichbaren Regionen wie etwa dem Bregenzer Wald spielt der Baustoff Holz im walddreichen Nordschwarzwald eine untergeordnete Rolle. Auch das Baugeschehen bleibt von der Globalisierung nicht verschont. Überall und jederzeit sind alle möglichen Baumaterialien und Konstruktionen verfügbar. Einerseits ist dies begrüßenswert – bietet doch der Baumarkt uneingeschränkt ein Optimum an Auswahl und damit neben den ökonomischen Vorteilen individuelle gestalterische Freiheit. Andererseits sind die beklagenswerten Folgen landauf landab zu besichtigen: nicht die Fantasie baulicher Formen regiert in den Neubaugebieten, sondern eher eine seltsame Uniformität – paradoxerweise das Ergebnis scheinbarer Freiheit, meist ohne oder mit missverstandenen Bezug zu regionalen Bauformen.

In Fachkreisen hat der Holzbau in jüngerer Zeit deutlich an Aufmerksamkeit gewonnen. Dennoch ist der Anteil von Holzbauten am Gesamtbaugeschehen gering. Die Gründe hierfür sind ebenso vielfältig wie es aktuelle Chancen und Potenziale gibt, den Marktanteil Holzbau zu befördern. Die größte Hürde hierbei scheint im allgemeinen Wertesystem zu liegen: Nach wie vor gilt vor allem im privaten Wohnbau das Holzhaus gegenüber dem massiv gemauerten Gebäude als minderwertig. Immer noch hängt dem Baustoff Holz an, dass er „brennt, bricht und fault“. Holzbauten gelten als wenig dauerhaft bei zu großem Aufwand im Bauunterhalt. Häufig wird der Planer mit Begriffen wie „Barackenklima“ konfrontiert, die synonym stehen für bautechnische Mängel und mangelnde Behaglichkeit.

Ziele

Es mehren sich die Stimmen gegen die Zersiedelung des Umlands. Aus der Sorge um eine heile Landschaft und die eigene Tradition vor Augen wird eine regionale Baukultur angemahnt. Den regionalen Bezug der Architektur gilt es jedoch neu und unverstellt von überkommenen Bildern zu entdecken. Selbstverständlich ist es in einer Region mit großem Holzreichtum mehr als vernünftig, mit Holz zu bauen. Es versteht sich ebenfalls von selbst, dass ein Gebäude nicht nur aufgrund der Materialwahl an der Nordsee anders aussehen muss wie dasselbe im Schwarzwald.

Der Impuls zur Erhöhung der Marktanteile im Baugeschehen von seitens der Bautechnik ist längst gegeben: Der Holzbau hat sich in den letzten Jahren dank der Forschung wie kaum eine andere Bauweise entwickelt. Es gibt ein praktikables Regelwerk zum Holz- oder Brandschutz sowie zur Bauphysik. Die Zimmerleute gehören traditionell zu den am besten ausgebildeten Bauberufen. Wer mit Holz baut, hat auch auf der Baustelle mit Fachkräften zu tun, deren Qualifikation die hohe Ausführungsqualität sichert.

Die ökologischen Vorteile des Natur gewachsenen Materials mit all seinen Aspekten sind unbestritten und gehören heute zum Allgemeinwissen. In neuerer Zeit kam es zu einer Vielzahl an bautechnischen Innovationen im Bereich der Bausysteme. Neben dem mittlerweile konventionellen Holzrahmenbau bietet der Markt eine Reihe von Produkten an, die nicht nur technisch oder ökonomisch, sondern auch aus gestalterischer Sicht sehr interessant sind.

Dem enormen Potenzial des zeitgenössischen Holzbaus geht das wachsende Bedürfnis nach einer landschaftsgebundenen Identität einher. Beide Aspekte miteinander zu verknüpfen und daraus einen Impuls für die regionale Baukultur im Nordschwarzwald zu geben ist die Absicht und das Ziel dieser Machbarkeitsstudie.

Vorgehensweise

In den nachfolgenden Kapiteln werden Grundlagen zum breiteren und besseren Verständnis des Holzbaus gelegt. Zunächst wurde eine grundlegende Marktanalyse durchgeführt. Mit der Befragung der Holz verarbeitenden Betriebe vor Ort und einer repräsentativen Erhebung zu Marktanteilen des Holzbaus im Landkreis Freudenstadt ist der Fokus auf das LEADER+ Gebiet gerichtet. Im Anschluss sind die Grundlagen des rechtlichen und konstruktiven Regelwerks hinsichtlich des Holz-, Brand-, Wärme- und Schallschutz ebenso dokumentiert wie die in der Region gängigen Konstruktionsweisen.

Im Zentrum der Machbarkeitsstudie steht der Entwurf und die Ausarbeitung eines Prototyps samt Nutzungsvarianten mit konstruktiver und bauphysikalischen Kenngrößen. Der Kostenvergleich einzelner Bauteile und die vergleichende Betrachtung zur massiven Bauweise geben Bauwilligen und Planern Orientierungswerte zu Hand, die in der Praxis des Planens und des Bauens als Entscheidungshilfe dienen können.

Prof. Peter Cheret

2 Holzbau im Schwarzwald

- 2.1 Holzbautradition und regionales Bauen
- 2.2 Einführung zeitgenössischer Holzbau
 - 2.2.1 Holzschutz
 - 2.2.2 Brandschutz
 - 2.2.3 Wärmeschutz
 - 2.2.4 Schallschutz
- 2.3 Holzbauweisen, Holzbausysteme
 - 2.3.1 Marktübersicht gängige Systeme
 - 2.3.2 Holzrahmenbauweise
 - 2.3.3 Holzdübelbauweise

2.1 Holzbautradition und Regionales Bauen

Das „Schwarzwaldhaus“ ist ein Holzhaus und ein fest an die Landschaft gebundener Begriff. Man versteht darunter die ausgeprägte Hausform eines Bauernhauses das Wohnraum und Stall unter einem großen, tief herunter gezogenen Dach vereint und fast völlig mit der Täler- oder Höhenlandschaft des Schwarzwaldgebirges verschmilzt. Die Vorstellung täuscht, denn eine einheitliche Erscheinungsform und Entwicklungsgeschichte des „Schwarzwaldhauses“ gibt es nicht.

Die Hausbauten des Schwarzwaldes untergliedern sich in eine Vielfalt von Kleinlandschaften und einer großen Bandbreite von Ausdrucksformen, die sich im Laufe der Zeit immer wieder verändert und auch vermischt haben. Landschaft, Klima, Bewirtschaftungsformen, überlieferte Handwerkstraditionen, Erbsitten, Bauvorschriften, geschichtliche und politische Ereignisse haben unterschiedliche Bauformen entstehen lassen. Bei dem Thema Holzbau im Schwarzwald konzentrieren sich die Hausforschungen stark auf das „Schwarzwaldhaus“ des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes. Die Bauweise des Nordschwarzwaldes ist im Vergleich weniger markant und ihre Geschichte entsprechend weniger bearbeitet. Nachfolgend wird der Versuch unternommen diese im Zusammenhang der Entwicklung des gesamten Schwarzwaldes darzustellen.

Siedlungs- und Baugeschichte im 10. – 13. Jahrhundert

Die Besiedelung und damit die ersten Hausbauten im Schwarzwald sind auf Rodungen des Waldes entstanden. Diese setzte mit dem 10. Jahrhundert ein, nachdem Grund und Boden des Altsiedellandes - dem Rheinland mit Breisgau und Ortenau, den Gäulandschaften, dem Neckarraum, der Baar erschlossen und verteilt waren. Klöster und Adel bemühten sich um die Kolonisierung des Schwarzwaldes und betrieben von Osten und Süden her die Erschließung des rauen und unwegsamen Mittelgebirges.

Es entstanden die Gründungen St. Märgen, St. Blasien, St. Peter, St. Georgen, Kloster Reichenbach, Kloster Alpirsbach und Kloster Hirsau. Angeworbenen „Rodungsbauern“ wurden Land als Lehen zugeteilt. Die baulichen Zeugnisse aus dieser Zeit sind spärlich. Sie beschränken sich auf die aus Stein errichteten klösterlichen Anlagen und festungsartigen Bauwerke des Landadels. Die Bauweise der Rodungs- und Waldbauern muss eine einfache Firstsäulenkonstruktion gewesen sein, wie sie zu dieser Zeit in den benachbarten Landschaftsräumen Bodensee, Voralpen, Oberen Rheintal und in weiteren Regionen Mitteleuropas üblich war.

Otto Gruber spricht in „Bauernhäuser am Bodensee“ von bodenebenen Wohnstallhäusern mit einem konstruktiven Gefüge als reine Ständer-Pfetten-Zimmerung. Das Grundprinzip des Hausgerüsts dieser reinen Holzhäuser war demnach ein und dasselbe. Es basiert auf der Urform der 5 Hölzer, bei dem „Säulen“ vom Boden oder der Grundschwelle bis in den First die Firstpfette tragen.



Abb. 2.1 Jocklehof, 17. Jh., Rorbach (Kreis Schwarzwald-Baar) aus „Schwarzwaldhäuser“, H. Schilli

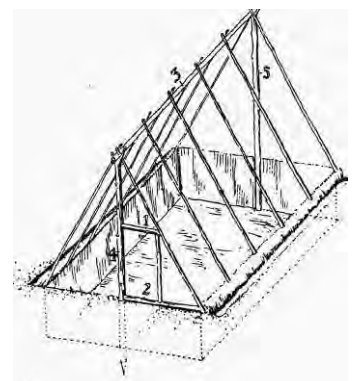


Abb. 2.2 Rekonstruktion des alemannischen Hauses aus „fünf holzer“ aus „Das Schwarzwaldhaus“, H. Schilli

2.1 Holzbautradition und regionales Bauen

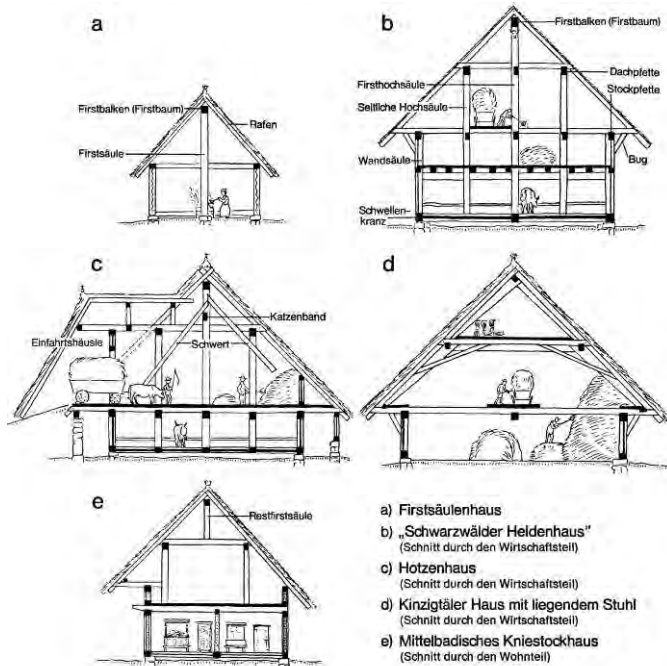


Abb. 2.3 Hausgerüstkonstruktionen vom Firstsäulenhaus zum Kniestockhaus aus „Schwarzwaldhäuser“, H. Schilli

Siedlungs- und Baugeschichte im 14. – 16. Jahrhundert

Nachdem die erste Besiedlungsperiode stagnierte, die Bevölkerung zurück ging und Höfe verödeten, übertrugen Klerus und Adel ab dem 14. Jahrhundert die Lehen erneut zu verbesserten Bedingungen. Flurstücke wurden zusammengelegt und die Landgabe wurde mit lukrativen Vergünstigungen gekoppelt, wie Zinserlass und Rechte zur Waldnutzung und Jagd. Im mittleren und südlichen Schwarzwald vergab man an die Siedler häufig Riemenflurstücke. Diese erstreckten sich von einer Kammhöhe hinunter in den Bachgrund und bis hinauf zur gegenüberliegenden Wasserscheide, vom Sommerberg zum Winterberg. Mit dieser Parzellierung hatte jede Hofeinheit sämtliche Lagen und Bodenarten eines Tales. Es entstand die Siedlungsstruktur der Einzelhöfe. Im nördlichen Schwarzwald hatten sich neue Herrschaften eingekauft, die Württemberger. Die Vielfalt an Herren brachte eine Vielfalt an Rechtsformen. Die Besiedlung erfolgte verzögert und Landzuweisungen waren weniger der Topografie angepasst. Die Besiedlungsformen differierten von kleinen Einzelhaus- und Streusiedlungen bis hin zu Waldhufendörfern. Die ursprüngliche eingeschossige Firstsäulenkonstruktion wurde bei den Einzelhöfen des Mittleren und Südlichen Schwarzwald zu einem mehrgeschossigen stattlichen Bauwerk weiter entwickelt. Im großen Waldbauernhof mit Gras- und Viehwirtschaft mussten alle Funktionen für das Leben von Mensch und Tier untergebracht werden. Die Raumaufteilung sah in der Regel folgendermaßen aus: Im Erdgeschoss, an der Kopfseite zum Tal, Küche, Stube, Kammer, zur Bergseite hin die Stallungen mit Futtergang. Das darüber liegende Geschoss wiederum mit Kammern - für das Gesinde -, daneben der Heustock, im oberen Dachraum die Oferte mit Denn. Es waren mächtige, sorgfältig abgezimmerte Einhäuser mit einer differenzierten Ein- und Unterteilung mit einem querliegenden, zwei- oder dreiteiligen Grundriss, einem Hausgerüst in Firstsäulenbauweise und mit einem tiefen zum Boden geführten Walmdach. Diese Ständerbauweise war von einfacher, klarer Struktur mit Gefachen von großen Abständen, deren Verschluss durch Ausflechtungen oder durch eine Bohlenwand erfolgte. In der Weiterentwicklung des Bautyps fügten sich neue Bauelemente ein. Zum Beispiel die wärmetechnisch verbesserte Ausformung der Stube. Bohlenwände bildeten zusammen mit der Bohlenbalkendecke einen geschlossenen Kasten. Zu den Bohlenwänden der Wohnstuben gehörte stets ein Fenstererker. Dieser „alemannische“ Fenstererker muss wiederum zusammen gesehen werden mit dem Fensterband, einer Reihung von Fensteröffnungen. In der einfachen, klaren Konstruktion der Höfe verbirgt sich eine hochentwickelte und ausgetüftelte Zimmermannskunst die stilistisch schlicht und schmuckarm in der Ausdrucksform bleibt. Der Zimmermann war Baumeister und Schöpfer dieser auf einem Konstruktionsprinzip basierenden aber dem Individuum und der Landschaft angepassten Bauwerke.

Der Rauch des Herdfeuers führte offen in den Dachstuhl. Der diente der Konservierung von Fleischwaren und des Holzwerkes. Als Baumaterial wurde überwiegend Eichenholz verwendet. Im kalten schneereichen Hochschwarzwald hat

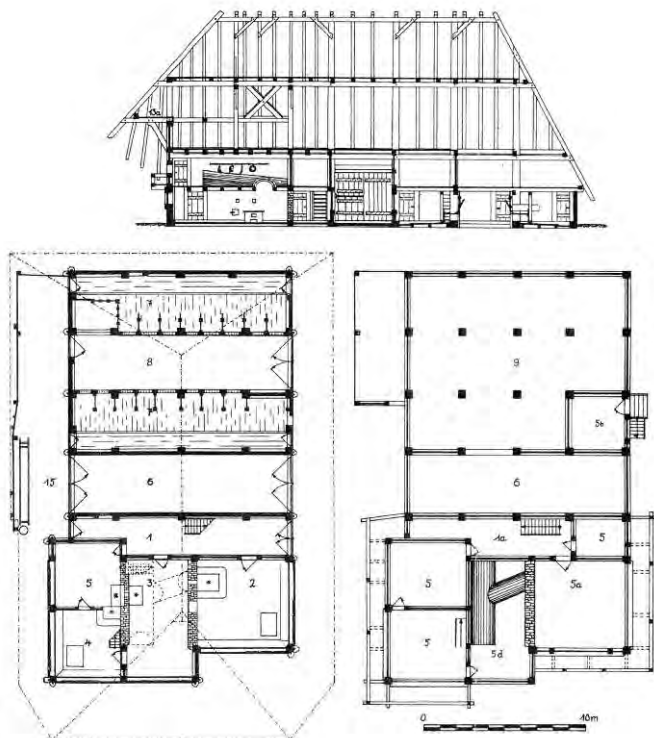


Abb. 2.4 Seppenhof, 16. Jh. Zarten bei Freiburg

sich dieses Bauprinzip bewährt und lange erhalten. Wenige sogenannte „Heidenhäuser“ sind heute noch erhalten.

Siedlungs- und Baugeschichte im 17. – 18. Jahrhundert

Gesellschaft und Wirtschaft begannen sich nach dem Dreißigjährigen Krieg neu zu formieren und zu stärken. Die wachsenden Städte benötigten für ihren Ausbau dringend den Werk- und Brennstoff Holz. In dieser vorindustriellen Zeit war Holz der wichtigste Bau- und Rohstoff. In der Folge entwickelte sich die Waldwirtschaft zu einem der größten Wirtschaftszweige Süddeutschlands. Der walddreiche Nordschwarzwald mit den starken Fließgewässern der Murg und der Enz eignete sich hervorragend für die Flößerei. Im 16. Jahrhundert begannen die Murgtäler Schifffschaften die Städte am Niederrhein mit Holz zu beliefern. Ab dem 17. Jahrhundert fand im Nordschwarzwald ein regelmäßiger und imposanter Holzexport, der „Holländer Holzhandel“ statt. Sogenannte Kapitalflöße die im Rhein formiert wurden, waren wie schwimmende Inseln und bestanden aus rund 28000 Kubikmeter Rundholz, geführt und gelenkt von bis zu 500 Floßknechten. Während der Rohstoff Holz massenweise geerntet und abtransportiert wurde, entwickelte sich parallel in der Region ein vielfältiges Holzneben-gewerbe. Es gab Holzhauer, Köhler, Glaser, Harzer, Erzgießer und Leute die Holzwaren fertigten. Viele dieser Waldarbeiter waren zu arm für eine feste Behausung. Vielfach blieben die Holzhauer und Köhler nur für den Zyklus des Erntens und Verarbeitens des Rohmaterials an einem Standort und zogen dann weiter zur nächsten Rodungsstelle. Harzer und Glaser dagegen lebten häufig in eigenen kleinen Siedlungen bestehend aus schlichten Mehrparteienhäusern. In der Konstruktion, der Abzimmerung und in der Ausformung des Daches

lehnten sich diese Wohn- und Wirtschaftsgebäude an die Bauernhäuser an. Die Waldkolonien des nördlichen Schwarzwaldes bestanden anfänglich aus Blockhütten, diese sind später gegen Fachwerkhäuser ausgetauscht worden. Von den Behausungen dieser Menschen des Holzneben-gewerbes sind so gut wie keine Zeugnisse mehr übrig geblieben. Die Produktionsstätten des Holzgewerbes sind teilweise in Form von Sägereien und Mühlen erhalten geblieben, jedoch sind diese Bauwerke im Laufe der Zeit und im Zuge von Nutzungsänderungen stark verändert und erweitert worden.

Die traditionelle Bauweise des Nordschwarzwaldes war ein schlichtes ein- bis zweigeschossigen Giebelhaus, wie es auch im Rheintal, am Neckar und in den Gäuebenen steht. Geformt nach dem württembergischen Baugesetz, das aus brand-schutztechnischen Gründen einen Giebel einfordert. Die in die Landschaft gestreuten Gebäude wurden von Kleinbauern mit Feld- und Obstfrucht oder von Waldarbeitern oder Handwerkern bewohnt und bewirtschaftet. Der Mittlere Schwarzwald mit milden Klimazonen, breiten Tälern und Zugängen zum Rheintal erstarkte eine florierendes eigenständige „Bauern-fürstenkultur“. Das waren autonome Bauern, die ihre Produkte vertrieben. Es war der typische Einbauernhof mit geregelter Erbfolge an den Jüngsten Sohn. Wald und Holz dienten als Sparkasse mit denen die Geschwister ausgezahlt wurden. Dadurch blieben die Hofgrößen erhalten. Es entwickelte sich

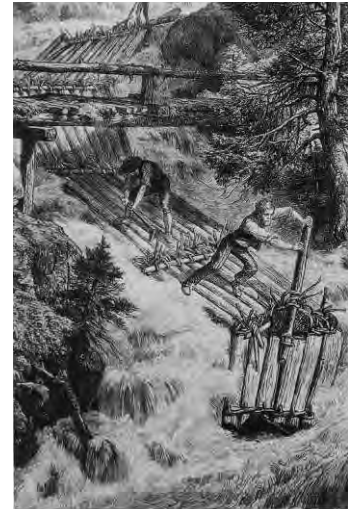


Abb. 2.5 Gebundene Flößerei, S. Lorenz aus „Der Nordschwarzwald“ S. 95



Abb. 2.6 Stube mit Innenausstattung aus Holz „Schwarzwaldhäuser“, H. Schilli

2.1 Holzbautradition und regionales Bauen

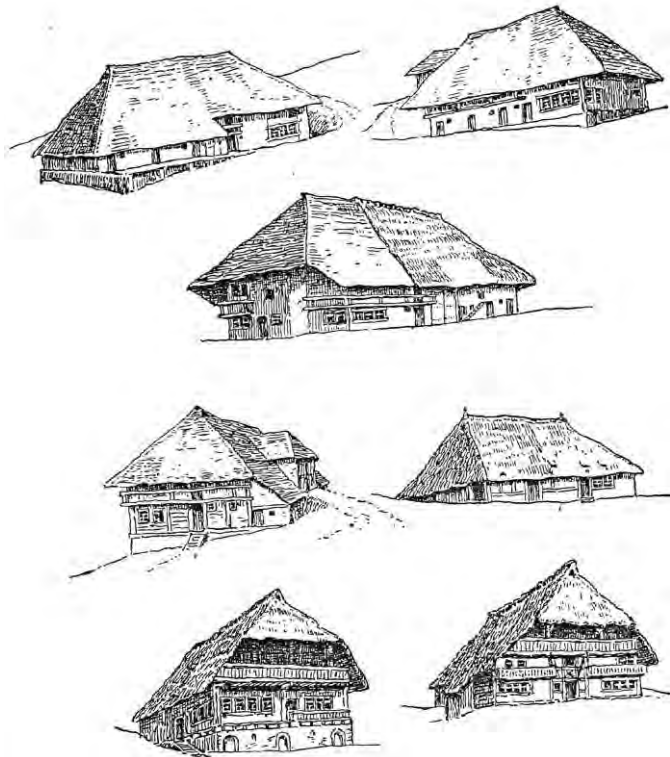


Abb. 2.7 Hausformen des Schwarzwaldes aus „Das Schwarzwaldhaus“, H. Schilli

eine freie und reiche Bauernkultur und mit ihr eine starke Bauwerks- und Handwerkstraditionen. Die Bautwicklung brachte wiederum eine Ausprägung der Haustypen hervor. Konstruktion, Raumaufteilung und Innenausbau verfeinerten sich, es entstanden die berühmt gewordenen Schwarzwaldhäuser. Im Südschwarzwald mit seinen extremen Höhenlagen, tiefen Tälern und einer schlechten verkehrstechnischen Anbindung kam der Fortschritt verzögert. Die Höfe blieben groß durch das Erbrecht. Trotzdem war Zuerwerb und eigenständiges Gewerbe wichtig für den Fortbestand. Es entwickelte sich auf den verstreuten Einhöfen die Heimarbeit. Gefertigt wurden Gebrauchsgegenstände, zum Beispiel Uhren. Erscheinungsbild und Konstruktion der Einzelhöfe änderten sich je nach Bewirtschaftungsform und Landschaft individuell in den unterschiedlichen Regionen. Erst spät wurde die Hochsäulenkonstruktion aufgegeben.

Es ist das Zeitalter in dem sich eine Vielfalt von „Schwarzwaldhäusern“ mit eigenständiger regionaler Bauweise ausgeformt haben. Hermann Schilli, der Hausforscher des „Schwarzwaldhauses“ hat in jahrzehntelanger Forschungsarbeit aus der verwirrenden Fülle an Erscheinungsformen prägende Typologien herausgearbeitet und den einzelnen Regionen zugeordnet. Die Entwicklungen der Holzkonstruktionen der Höfe dieser Zeit stellen sich zusammengefasst folgendermaßen dar:

Die aus Vorzeiten stammende Hochsäulenbauweise wurde vollständig abgelöst. Der Dachraum wurde für Futtervorräte benötigt. Das Dachgerüst wandelte sich zur frei gespannten Dachkonstruktion mit liegenden Stühlen. Es entstand das säulenlose Dachgeschoss geeignet für die Bevorratung und Bewirtschaftung. Die Wandkonstruktionen wurden in einer etageweisen Abzimmerung, dem so genannten „kistenweisen Abbund“ aufgerichtet. Auch löste sich die starre Verbindung des Grundrisses an die Ständereinteilung der Wandpfosten. Der Grundriss wurde frei. Diese baukonstruktiven Veränderungen vollzog sich nach und nach. Je nach Region wurden über eine lange Zeit Hausgerüste in einer Mischkonstruktion erstellt. Dabei wurde über dem Wohnteil das freigespannte Dachwerk und über Tenne und Stall die Firstständerbauweise ausgeführt.

Ab Mitte dem 18. Jahrhundert setzte sich die frei gespannte Dachkonstruktion ganz durch. Zum ehemals reinen Holzbau kamen nach und nach vermehrt Bauteile aus Bruchstein und Mauerwerk. Es waren gemauerte Sockel- oder Kellergeschosse, Abmauerungen zwischen Küche und Wohnstube und gemauerte Kamine. Das ausgeprägte Zimmerhandwerk des eigenständigen Zimmermeisters als alleinigen Baumeister wich langsam einer einfacheren nivellierenden Handwerksausübung. Gleichzeitig entwickelte sich der Innenausbau, mit der Ausstattung der Stuben und Kammern. Boden und Wandbekleidungen wurden aus Holz gefertigt, ebenso das Mobiliar wie Tische, Stühle, Ofenbank, Betten, Schränke und viele Gebrauchsgegenstände. Als Baumaterial wurde überwiegend Fichte und Weißtanne verwendet.

Siedlungs- und Baugeschichte im
19. – 20. Jahrhundert

Mit dem Ende des 18. Jahrhunderts begann die industrielle Revolution, einem Wendepunkt, der für alle Lebensbereiche



Abb. 2.8 Kinzigtäler Haus bei Rippoldsau Schapach im Landkreis Freudenstadt

und alle Gesellschaftsschichten radikale Veränderungen mit sich brachte. Fortschritte in Wissenschaft und Forschung mit gleichzeitigem Bevölkerungswachstum und Produktionssteigerungen an Gebrauchsgütern bestärkten sich gegen- und wechselseitig. Das Bauwesen stand vor ganz neuen Aufgaben. Die Errichtung von Versorgungseinrichtungen, Produktionsstätten, Verkehrswegen, Brücken und Bahnhöfen, sowie Sozial- und Kulturräume für die Öffentliche Hand und Industrie musste geleistet werden. Industrielle Fertigung, Massenproduktion und das Fortschrittsdenken in neue Materialien führten dazu, dass der dominierende Baustoff Holz massiv verdrängt wurde. Der geschätzte Marktanteil an Holz auf dem Bausektor fiel in den Jahren zwischen 1800 und 1900 von 80% auf 30 %. Diese Entwicklung hinterließ auch im Schwarzwald seine Spuren. Mit dem Bau der Eisenbahn ging die Flößerei zurück. Im Nordschwarzwald reduzierte sich das Holzgewerbe stark. Sägereien wurden schlossen oder verwandelten sich in Papier- und Zellstoffindustrien. Aus ihren Standorten entwickelten sich häufig die Gewerbegebiete der Gemeinden. Als Gegenpol zur dieser umwälzenden Industrie- und Technikentwicklung denen die Menschen ausgesetzt waren, formierte sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts das starke Bedürfnis nach Kunst, Gesundheit und Rückbesinnung auf Tradition und Kultur. Der Schwarzwald wurde als romantischer Naturerlebnisraum und Zufluchtsort für Erholung und Besinnung entdeckt und es entwickelte sich der Schwarzwaldtourismus. Im Nordschwarzwald unterstützte das Vorkommen von Thermalquellen den Ausbau des Fremdenverkehrs. Es entstanden Badeorte die für ihre Kurbetriebe zahlreiche Infrastruktureinrichtungen erstellten. Die baulichen Anlagen dieser Zeit Hotels, Pensionen, Kurheime ebenso öffentliche Einrichtungen wie Feuerwehrgerätehäuser oder Sporthallen wurden in der Regel in traditioneller Fachwerkbauweise mit reich verzierter Detailausformung gebaut. Es waren Häuser im „Schweizer Stil“, mit dem Wunsch eine romantische Kulisse zum Landschaftsbild zu schaffen. Ein tieferes Interesse am Holzbau und seiner Entwicklung stand hinter dieser Bewegung nicht. Die einfachen Wohn- und Wirtschaftsgebäude wurden bis in die Nachkriegszeit in Mischbauweise, dem Fachwerkbau mit Ausfachungen aus Mauerwerk erstellt. Die Dachkonstruktionen dieser Giebelhäuser waren dabei immer aus Holz. Als Fassadenschutz dienten Holzschalungen oder Holzschindelbekleidungen. Die Bauernhäuser des Mittleren- und Südlichen Schwarzwaldes verloren an Wirtschaftskraft und gesellschaftlichem Stellenwert. Bewirtschaftung und Erhaltung dieser großen Hofanlagen wurden mit dem Beginn der Lohnarbeit immer schwieriger. Mit dem Tourismus wurde Ihr Erscheinungsbild tauglich für die Vermarktung des Schwarzwaldes. Durch Vorschriften in Brandschutz, Landwirtschaft und Tierhaltung wurden bei den Höfen starke und schädigende Eingriffe in die ursprüngliche Bausubstanz ausgeführt. Der Erhalt dieser Hofanlagen ist seit vielen Jahrzehnten bedroht. In der Aufbauphase nach dem 2. Weltkrieg hat der Einsatz von Holz als Baustoff weiter abgenommen. Er hat sich nahezu auf den Einsatz bei einfachen Dachkonstruktionen reduziert. Diese Entwicklung hat im waldreichen Schwarzwald ebenso stattgefunden wie in anderen Regionen.

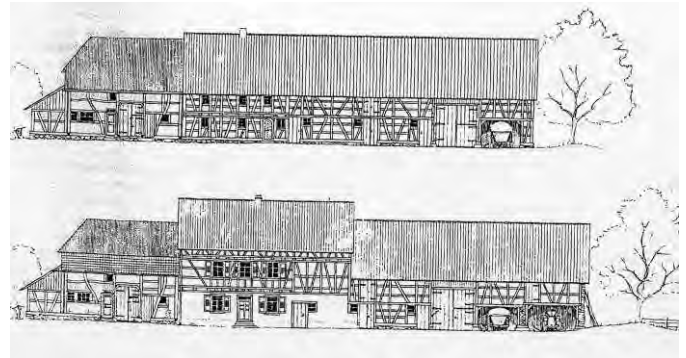


Abb. 2.9 Kleinbauernhaus mit späteren Erweiterungsbauten im 15. 17. und 19. Jahrhundert aus „Bauernhäuser am Bodensee“, Karl Gruber



Abb. 2.10 Wohn- und Wirtschaftsgebäude im Landkreis Calw

2.1 Holzbautradition und regionales Bauen



Abb. 2.11 Wohn- und Wirtschaftsgebäude im Landkreis Calw

Zusammenfassung

Der Nordschwarzwald mit kleinen Hofstrukturen und Wald-gewerbebeschäftigten entwickelte keine ausgeprägte eigene Schwarzwaldhausgeschichte, wie der Mittlere und Südliche Schwarzwald. Im Übergang zum Mittelschwarzwald, in der Umgebung von Baiersbronn, Alpirsbach und Freudenstadt gibt es das „Schwarzwaldhaus“ in der Form des „Vereinfachten Kinzigtälerhauses“, wie es zwischen dem 16. und 19. Jahrhundert gebaut worden ist.

Die Bautradition des Nordschwarzwaldes ist stärker im Zusammenhang mit der Bauweise des Süddeutschen Raumes vom Rhein bis zum Bodensee und dem Voralpenland zu sehen. Es ist ein zweigeschossiges Giebelhaus aus Fachwerk, bei dem Wohn- und Wirtschaftsteile additiv aneinandergereiht sind. Der Ursprung ist bei beiden, dem „Schwarzwaldhaus“ und dem Kleinbauernhaus des Süddeutschen Raumes gleich. Es ist das Einhaus der Firstsäulenkonstruktion.

Die Aufarbeitung zeigt, dass der Schwarzwald insgesamt, und der Nordschwarzwald in seiner Weise auf eine sehr reiche und vielfältige Tradition an Holzbaukultur und Waldwirtschaft zurück blicken können.

Die Entwicklungsgeschichte zu dieser Tradition ist abgerissen. Aber die Spuren sind noch vorhanden. Die Aufgabe steht im Raum Vorhandenes aufzuspüren und an dieses, sowie an zukunftsfähige neue Erkenntnisse anzuknüpfen.

Aus Wald und Holz hat sich die Wirtschaftskraft der Region entwickelt. Wald-, Holzwirtschaft und Holzbaukultur könnten heute zu stärkeren Wirtschaftsfaktoren werden.

Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo
Freie Architektin



Abb. 2.12 Ehemaliges Sommerberghotel in Bad Wildbad (Anfang 20. Jahrhundert)

Literaturnachweise:

„Das Schwarzwaldhaus“, Hermann Schilli | Verlag W. Kohlhammer Stuttgart

„Schwarzwaldhäuser“, Hermann Schilli | Badenia Verlag Karlsruhe ISBN 3 7617 0137 3

„Bauernhäuser am Bodensee“, Karl Gruber | Jan Thorbecke Verlag Konstanz

„Schwarzwaldhäuser von gestern für die Landwirtschaft von morgen“, Ulrich Schnitzer | Konrad Theiss Verlag, Stuttgart

„Der Nordschwarzwald von der Wildnis zur Wachstumsregion“, Sönke Lorenz | Markstein Verlag, Filderstadt ISBN 3 935129 017

2.2 Einführung zeitgenössischer Holzbau

Heute hat sich der Holzbau zu einer Ernst zu nehmenden Größe im Baugeschehen entwickelt. Vor allem im Wohnungsbau, aber auch bei öffentlichen Bauten oder Ingenieurbauwerken steigt die Zahl der Holzkonstruktionen kontinuierlich. In Zeitschriften, von der Bausparerillustrierten bis zum Architekturjournal werden Holzbauten publiziert und positiv besprochen. Das Stigma des Behelfsmäßigen, der Ärmlichkeit oder gar der konservativen Rückständigkeit scheint überwunden. Ausgerechnet der archaische Baustoff Holz hat sich in den letzten Jahren sprunghaft zu einem nahezu neuartigen Baustoff gewandelt. Die Ursachen hierfür liegen sowohl in den jüngeren Entwicklungen bei den Holzwerkstoffen und im Systembau als auch im Wandel beim allgemeinen Wertesystem der Baumaterialien.

Neben den allgemein bekannten ökologischen Vorteilen des Naturmaterials Holz ist gibt ein umfassendes technisches Regelwerk, das entsprechend dem Stand der Technik wissenschaftlich fortgeschrieben wird, Planungssicherheit. Das dem Naturprodukt am nächsten liegende Vollholz ist mit den Regeln zur Vergütung „berechenbarer“ geworden. Um Rissbildungen und Schwindverformungen zu minimieren beginnt die Qualitätskontrolle bei der Regelung des Holzeinschnitts und geht bis zur DIN-gerechten Sortierung nach Festigkeitsklassen. Methoden der Holztrocknung und kontrollierte Holzfeuchte sind heute selbstverständlicher Teil der Baupraxis.

Erstmals in der Geschichte des Holzbaus stehen heute mit konstruktiven Holzwerkstoffen industriell hergestellte, hochleistungsfähige Produkte zur Verfügung. Furnierschichtholz, Furnierstreifenholz oder Spanstreifenholz überwinden mit bemerkenswerten Kennwerten die Begrenzungen des konventionellen Holzbaus.

Den wohl größten Anteil an der Verbreitung des Holzbaus hat der Holzrahmenbau. Alle konstruktiven Zusammenhänge wie Fügungen, Elementstöße oder Schichtenaufbauten sind in einem Konstruktionskatalog beschrieben und geregelt. Der Erfolg des Holzrahmenbaus beruht auf der einfachen Fertigungstechnik mit standardisierten Querschnitten und Plattengrößen bei großer Gestaltungsfreiheit.

Eine andere Entwicklung der jüngeren Zeit, die dem leichten Holzrahmenbau strukturell widerspricht sind Bausysteme aus massivem Holz. In der Regel werden flächige Tragwerkselemente gefertigt und mit modernster Robotertechnik, CNC-Fräsen und dergleichen zu plattenartigen Bauteilen in höchster Präzision weiter verarbeitet.

Holz an sich ist geblieben, was es immer war und doch erscheint es ebenso bautechnisch wie gestalterisch als neues, zeitgenössisches Material. Wie immer, wenn in der jüngeren Geschichte neue Materialien auftreten, entwickelt sich die Architektur mit ihnen. Dies gilt auch für den Holzbau bis hin zu avantgardistischen Tendenzen, sich der globalisierten Beliebigkeit zu entziehen, um neuartige regionale Bindungen der Architektur wachsen zu lassen.

Die zeitgenössische Architektur steht im Bezug auf den Holzbau vor einer grossen Herausforderung. Das Baumaterial



Abb. 1: Die Biomasse in den deutschen Wäldern beträgt rd. 4 Milliarden m³

„Neue Materialien und auch neue Konstruktionen sichern an sich noch keine Überlegenheit. Jeder Stoff ist nur das wert, was man aus ihm zu machen versteht.“ Mies van der Rohe ¹

¹ Leitgedanken zur Erziehung in der Baukunst, zitiert in: Werner Blaser, Mies van der Rohe (Artemis Verlag und Verlag für Architektur 1965, Zürich und Stuttgart), S.52

2.2 Holzbau im Schwarzwald.Einführung

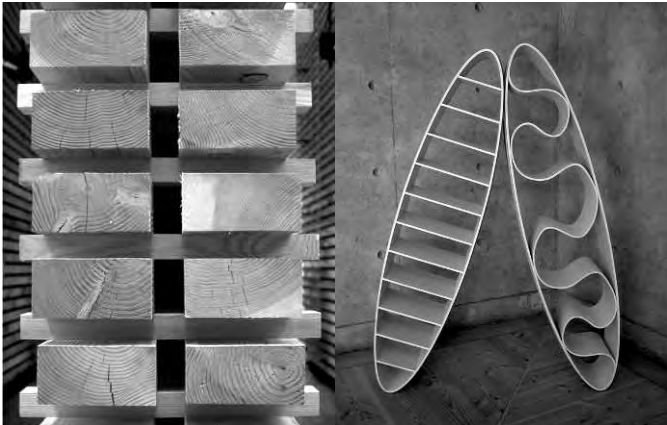


Abb. 2+3: Rohstoff - Baustoff - Werkstoff Holz

Holz erlebt einen technologischen Entwicklungsschub, der die bisherigen Grundlagen des Holzbaus revolutionieren wird. Zwei Faktoren verleihen dieser Entwicklung Dynamik:

1. Die existentielle Notwendigkeit des Umweltschutzes rückt Holz als Baustoff und Energieträger in den Vordergrund. Die entwickelten Industriegesellschaften decken noch immer 70-80% ihres Energieverbrauchs mit fossilen Energieträgern. Die globale Temperaturerhöhung als Folge des Treibhauseffekts läßt ein Ansteigen der Meeresspiegel und - durch das weltweite Schmelzen der Gletscher - globalen Trinkwassermangel befürchten. Einen 50%-Anteil an den Treibhausgasen hat das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern freigesetzt wird. Holz hingegen ist CO²-neutral. Die Zersetzung von Holz setzt nicht mehr Energie frei, als die Bäume im Laufe ihres Wachstums gebunden haben. Die Biomasse und speziell die Wälder sind die wichtigsten CO²-Speicher und tragen dadurch zum Gleichgewicht des CO²-Haushalts der Atmosphäre bei.

2. In den Wäldern Zentraleuropas und Skandinaviens stehen große Mengen erntereifen Holzes und massenhaft ungenutztes „Sturmholz“ zur Verfügung. Die Holzverarbeitende Industrie sucht nach neuen Absatzmärkten und unterstützt Innovationen in der Präfabrikationstechnologie (s. Holzabsatzfond etc.). Dabei liegt der Rohstoff Holz in absteigenden Bearbeitungsstufen, von hochwertigen Schnitthölzern bis hin zu Feinabfällen wie Sägemehl, die zu Brei zerkocht und zur Herstellung von Faserplatten verwendet werden vor. Die neuen Produktionsverfahren geben dem Werkstoff Holz den Charakter eines frei modellierbaren Grundmaterials. Sogar der Einsatz von Verbundwerkstoffen aus Holz und Beton ist bereits möglich.

High Performance - Low Budget: das „Neue Material“

Die tradierte, handwerkliche Verarbeitung von Holz orientierte sich am Zimmermannshandwerk und seinen strengen tektonischen Regeln. Der Baustoff Holz

Isolde Stamm
Prof. Peter Cheret

2.2.1 HOLZSCHUTZ

Holz als organisches Produkt ist nicht von unbegrenzter Dauerhaftigkeit. Es ist ein biologischer Werkstoff, der im Kreislauf der Natur wächst und vergeht. Holz altert – es quillt, schwindet, reißt, verformt und verfärbt sich. Bauen mit Holz ist die Beschäftigung mit einem lebenden Werkstoff. Um werkstoffgerecht zu planen, sollte man die Eigenschaften von Holz kennen. Im Freien eingebautes Holz unterliegt – vereinfacht betrachtet – zwei starken Einflüssen: dem ultraviolettem Licht und Wasser. Für das Erscheinungsbild von Bedeutung ist oftmals der stete Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung. Ein unbehandeltes Holzbauteil entwickelt sich auf der Wetterseite anders als im Windschatten. Sonne, Regen und Tauwasser ergeben unterschiedliche Oberflächen. Viele Architekten spielen (geplant) mit dem Wechsel zwischen bewittertem Grau und sonnengebräuntem Orangeton des Holzes. Selbst mit dem Thema der Fleckigkeit lässt sich gezielt gestalten – wenn man die Regeln des Holzbaus beachtet.

Wenn die aus Holz angefertigten Bauteile möglichst lange in ihrem Wert erhalten werden sollen, muss Holz vor Pilzen und Insekten sowie vor Einflüssen von Witterung und Feuchtigkeit geschützt sein. Denn insbesondere dort, wo die Holzfeuchte dauerhaft über 20% liegt, wird das Holz zu einem geeigneten Lebensraum für holzverfärbende und holzerstörende Pilze. Holzschutzmaßnahmen sind so alt wie die Holzverwendung selbst. Dabei stellen der konstruktive und der chemische Holzschutz ein sich gegenseitig ergänzendes Maßnahmenpaket dar.

In den letzten Jahren sind die wesentlichen Normen für den Holzbau überarbeitet und aktualisiert worden. Die Holzfeuchte, die Sortierung nach Tragfähigkeit sowie – wenn notwendig – die Oberflächenqualität sind maßgebliche Qualitätsmerkmale. Um langfristig Holzschutz, Maßhaltigkeit sowie Begrenzung der Rissbildung zu gewährleisten, ist trockenes Bauholz schon zum Zeitpunkt des Einbaus eine grundlegende Voraussetzung. Ein nachträgliches Trocknen im eingebauten Zustand ist schon wegen der damit verbundenen Verformungsgefahr und Rissbildung kritisch zu sehen. Jedes tragende Holzbauteil muss der DIN 4074 entsprechen und entsprechend gekennzeichnet sein. Neu ist der Bezug der Kriterien auf eine mittlere Holzfeuchte von 20 %, die Rissbegrenzung und die Maßhaltigkeit nach DIN EN 336. Der Holzschutz richtet sich Grundsätzlich nach den Gefährdungsklassen (GK) der DIN 68 800. Dem baulich konstruktivem Holzschutz (nach DIN 68800-2) ist unbedingt im Sinne von den anerkannten Regeln der Technik der Vorrang einzuräumen. Nur bei konsequenter Einhaltung des baulichen Holzschutzes (Gefährdungsklasse GK 0) durch den Planer kann heute weitgehend auf vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahmen verzichtet werden.

Einleitung

anatomischer Aufbau

anatomischer Aufbau

Geschichte des Holzschutz

Regelwerke, Definition und Maßnahmen

Arten des Holzschutz

DIN 68 800 und Gefährdungsklassen

Natürliche Resistenz und physikalischer Holzschutz

Chemischer Holzschutz und Verwertung von Altholz

Schäden im Holzbau

Konstruktiver Holzschutz

Normen und Literatur



Abb. 01: Holzskulptur - Holz quillt, schwindet, reißt, verformt sich, vergeht



Abb. 02: anonymes Farmgebäude USA, dem Verfall preisgegeben

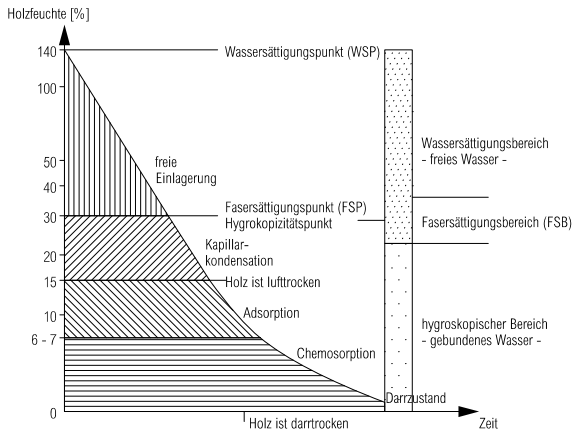


Abb. 03: Bühne aus Holz, Dänemark



Abb. 03: Holzverfärbung als gestalterisches Element, Gartenmeisterei, Arch.: Cheret & Bozic Architekten

2.2.1 Grundlagen . Holzschutz



Anatomischer Aufbau des Holzes

Im Kapitel Rohstoff Holz wurde dieser Sachverhalt schon vertiefend dargestellt, deshalb hier nur eine stichwortartige Wiederholung der für den Bereich Holzschutz entscheidenden Eigenschaften von Holz. Um die Problematik des Holzschutz von Grund auf zu verstehen, ist es von ausschlaggebender Wichtigkeit, Kenntnisse über den anatomischen Aufbau und die damit verbundenen Eigenschaften von Holz zu haben. Wird der Rohstoff Holz zum Baustoff Holz, so bringt er viele Eigenschaften mit sich, die bei Nichtbeachtung zu schweren Bauschäden führen können. Anders wiederum kann der werkstoffgerechte Einsatz des Baustoffs Holz auch zu extrem langlebigen und ausdrucksstarken Bauwerken führen.

Bei einer geplanten langlebigen Verwendung des Baumaterials Holz sollten unbedingt Kenntnisse über folgende Bereiche vorhanden sein:

Makroskopischer Aufbau und Erkennungsmerkmale des Holzes, Splintholz, Kernholz, Reifholz, Jahresringe, Querschnitt, Tangentialschnitt, Radialschnitt, Grundlagen des Feuchteverhalten des Holzes, Rohdichte - Darrdichte (schwankt stark), Hohlraumsystem - Makrokapillare (freies Wasser) - Mikrokapillare (gebundenes Wasser), Anisotropie und Querschnittsänderungen, Verformung von Schnittholz, verleimtes Vollholz, Formänderungen von Holzquerschnitten bei Aufweichung und Abtrocknung, Formänderungen von Holzquerschnitten bei Einschnitt und Einbau

Vor allem das Feuchteverhalten hat für den Bereich des Holzschutz entscheidende Bedeutung. Aufnahme und Abgabe von Wasser, die damit verbundenen Veränderungen des Materials und seine Anfälligkeit gegenüber Schädlingen bei Nichtbeachtung der holzeigenen Eigenschaften führen oftmals zu (vermeidbaren) Problemen mit Bauschäden etc.

Geschichte des Holzschutz

Die Geschichte des Holzschutz ist auch die Geschichte der empirischen und wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung der Menschheit. Holz war neben Stein schon immer der wichtigste Baustoff des Menschen. Seit der Verwendung des ersten Stück Holz als Baustoff gibt es das Problem mit der Vergänglichkeit des Materials. Geprägt durch das jeweils vorherrschende Weltbild entwickelten die Bauleute schon seit dem Altertum Maßnahmen zur Lebensverlängerung des Baumaterials Holz. Schon in der Bibel wird die Behandlung der Arche Noah mit Pech beschrieben. Die Erzeugung von bioziden Verbindungen im Holz durch thermische Behandlung (Verkohlen) stellt eine seit ca. 7000 Jahren praktizierte Schutzmaßnahme dar, die Behandlung von Hölzern mit Ölen fußt auf 7000-jährigen Erkenntnissen der Chinesen mit Tungöl bzw. 3000 Jahre alten Erfahrungen aus dem mediterranen Bereich.

Von entscheidender Bedeutung aber sind die Erkenntnisse darüber, warum das Holz bei unsachgemäßer Verwendung in den großen Kreislauf der Natur zurückkehrt. So wurde

Abb. 05 (oben): Feuchteverhalten von Holz, Bindungsformen des Wassers im Holz

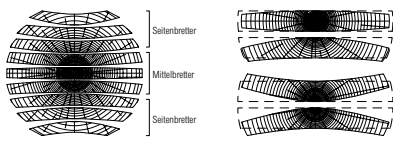


Abb. 06 (links): Quellen und Schwinden, Stammquerschnitt

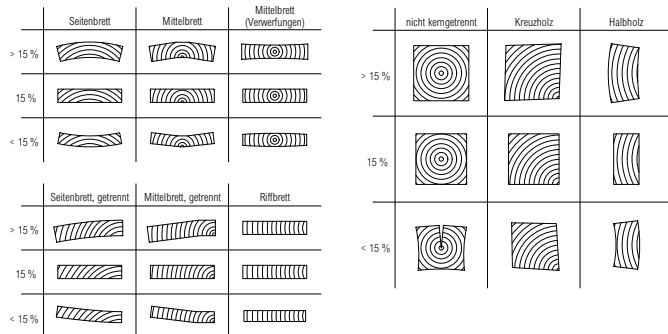
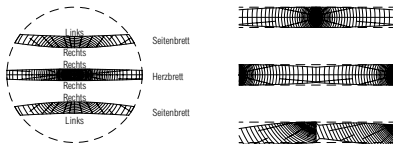


Abb. 07 / 08: Quellen und Schwinden, Brettquerschnitte / Vollholzquerschnitte

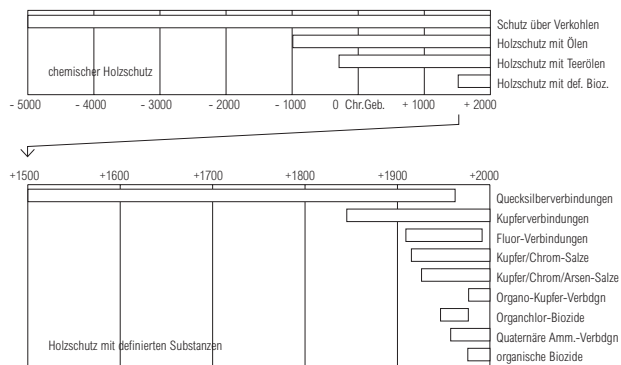


Abb. 09: Geschichte des Holzschutz bis heute

bereits um 350v.Chr. erkannt, dass die holzerstörenden Pilze Feuchtigkeit zur Entwicklung benötigen, aber erst ab der Mitte des 17. Jahrhundert begann man die Fäulnis experimentell zu erforschen, und erst seit dem Ende des 18. Jahrhunderts konnte die Theorie der Urzeugung und der freiwilligen Selbstzersetzung des Holzes widerlegt werden. Hier war wesentlich der Nachweis, dass Pilze neben Feuchtigkeit bestimmte Temperaturen und Sauerstoff benötigen um wachsen zu können. Die Arbeiten z.B. eines L.Pasteur trugen wesentlich dazu bei, im Bereich des Holzschutzes einen Paradigmenwechsel zu vollziehen, der mit den Problemen des chemischen Holzschutz erst in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts eine Wendung erfuhr.

Betrachtet man die Hinweise in der Literatur, so waren im Altertum die Verluste von aus Holz hergestellten Gebäuden und Fahrzeugen (Schiffe) sehr hoch. Dabei muss immer die durch den jeweiligen Siedlungsort ausgeübte Materialverwendung beachtet werden. Über Funde von Pfahlbauten in waldreichen nördlichen Gebieten weiß man, dass schon nach wenigen Jahren ganze Bauteile ausgewechselt werden mußten, und nach ca. 2 Jahrzehnten ganze Siedlungen wegen Baufälligkeit verlassen wurden. Im mediterranen Bereich waren es hauptsächlich Schiffe die durch Bohrwürmer verloren gingen.

Die Entwicklungen im Holzbau bis ins 15. Jahrhundert waren sehr häufig geprägt durch regionale Einflüsse. Detailentwicklung, Holzarten und deren Resistenzen, Fällzeitpunkte, die lebensverlängernde Verwendung und Verarbeitung des Holzes entwickelte sich in den einzelnen Kulturregionen zu ausdrucksstarken Strategien und Architekturen im Umgang mit dem Baumaterial Holz. Eine nennenswerte Verlängerung der Gebrauchsdauer von Holzkonstruktionen gelang aber erst mit dem Übergang vom Pfostenbau zum Ständerbau.

Ein gesamtheitliches Optimum wurde in den Fachwerkkonstruktionen erreicht, bei denen die natürliche Dauerhaftigkeit der Hölzer, der konstruktive Schutz und der chemische Schutz (durch Eintrag von Verbrennungsprodukten aus den offenen Feuerstellen) in hervorragender Weise kombiniert wurden. Zentral waren dabei die Kenntnis über die Bedeutung von Konstruktion und Holzeigenschaften. Sowohl Lagerung und Verarbeitung als auch die gezielte Auswahl der Holzsorten und -bestandteile waren bekannt, ebenso die richtige (Über-) Dimensionierung der verwendeten Querschnitte.

In der Regel wurde das Holz der Umgebung verwendet, aber die Baumeister hatten bald herausgefunden, dass Eichenkernholz besonders widerstandsfähig gegen holzerstörende Pilze und Insekten ist. Wichtige Bauten wurden auch in reinen Nadelholzorten aus Eiche errichtet. Im deutschen Sprachraum wurde auch Kiefern- und Lärchenkernholz verwendet, die gefährdeten Bauteile wie die Schwellen wurden aber aus Eichenkernholz gefertigt. Das Kernholz der erwähnten Holzsorten enthält fungizide und insektizide Inhaltsstoffe und ist dementsprechend resistenter und dauerhafter als Splintholz.

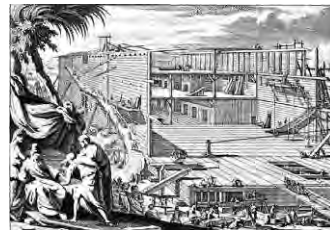


Abb. 10: Bau der Arche, zeitg. Darstellung



Abb. x11 römischer Triere



Abb. 12: Pfahlbausiedlung



Abb. 13: Stabkirche, Skandinavien



Abb. 14: Osebergsschiff



Abb. 15: Abbund eines Fachwerkhause, zeitg. Darstellung

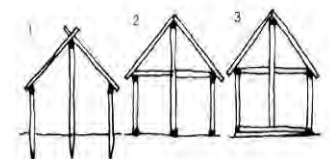


Abb. 16: Übergang vom Pfostenbau zum Ständerbau



Abb. 17: Santa Maria, Zeitalter der Entdeckungsreisen



Abb. 18: fränkisches Fachwerkhhaus



Abb. 19: Rathaus Esslingen



Abb. 20: Dachtragwerk St. Michael, Schwäbisch Hall



Abb. 21: Fachwerkhäuser, Schwäbisch Hall



Abb. 22: 1945, Zerstörung einer hochentwickelten Holzbaukunst. im II Weltkrieg



Abb. 24: Seveso, Italien



Abb. 23: Wochenendhaus USA, Arch.: Gwathmey & Siegel



Abb. 25: Holzbau 2006, Wohnhaus, Arch.: H.N.Schneider

Die Hochblüte des baulich-konstruktiven Holzschutzes fand im 16. - 19. Jahrhundert statt, insbesondere in Verbindung mit dem Fachwerkbau. Die Holzauswahl ist dabei nur als Teil des konstruktiven Holzschutzes anzusehen. Ein anderer Bereich ist die Ausbildung der Konstruktion selbst, welche die Zimmerleute mit ihren Zünften meisterhaft beherrschten. Die Holzoberfläche blieb zumeist unbehandelt. Verwendete Anstriche dienten in erster Linie der Dekoration und boten nur geringfügigen Schutz gegen holzerstörende Organismen. Nur selten wurden im Mittelalter chemische Holzschutzmittel verwendet. Man setzte vereinzelt hochgiftige Quecksilber- und Arsenverbindungen ein, nach 1653 auch Teerölderivate.

1838 wurden verschiedene Patente angemeldet für Holzschutzmittel aus Steinkohleteeröl und Zinkchlorid. Leinölfirnis und Pigmente aus Erd- und Metalloxidfarben (z.B. Ocker, Umbra, Kasseler Braun) waren die Grundstoffe für Farbanstriche. Im Zuge der Industrialisierung ist dann ab Mitte des 19. Jahrhunderts der chemische Holzschutz mehr und mehr als Schutzmaßnahme in den Vordergrund gerückt. Die Forschungen in der organischen Chemie ermöglichte die Herstellung von Schutzmitteln auf Basis organischer Wirkstoffe wie DDT und PCB.

Der 2. Weltkrieg zerstörte in Deutschland viele Zeugen einer hochentwickelten Holzbaukunst. Beim Wiederaufbau in der unmittelbaren Nachkriegszeit wurde aufgrund des Mangels und der schnellen und preiswerten Bauweisen, oftmals Holz in einer Weise verbaut, die Zerstörungen durch Pilze und Insekten förderte: mit hoher Restfeuchte, ungeputzten Baumkanten und vor allem ohne ausreichenden bauphysikalischen Feuchteschutz. Mit dem verstärkten Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln versuchte man diese Probleme zu begrenzen und brachte die ersten neurotoxischen Holzschutzmittel auf den Markt. Die Wirkstoffgruppe der chlororganischen Biozide dominiert für mehr als 25 Jahre den Holzschutz.

In den 70-er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelte sich eine wachsende Skepsis gegenüber dem chemischen Holzschutz. Erkenntnisse, dass viele Vertreter dieser Substanzgruppe extrem lipophil sind und zur Bioakkumulation neigen, sowie zusätzlich der Verdacht auf kanzerogene Eigenschaften der verwendeten Holzschutzmittel führten zu verstärkten Anstrengungen, den Holzbau ohne chemischen Holzschutz bewältigen zu können. Der Einfluss dieser Erkenntnisse zeigt sich in der Überarbeitung der entsprechenden DIN-Normen über den Holzbau. Heute entsprechen Holzhäuser ohne chemischen Holzschutz dem Stand der Technik.

Regelwerke - Gesetze und Normen

Der bauliche Holzschutz wird geregelt durch die Musterbauordnung des Bundes und durch die Landesbauordnungen der Länder. Der aktuelle Stand der MBO (11/2002) gilt für bauliche Anlagen und Bauprodukte und auch für Grundstücke sowie für andere Anlagen und Einrichtungen, an die in diesem Gesetz oder in Vorschriften aufgrund dieses Gesetzes Anforderungen gestellt werden. Die Regelungen durch DIN- und EN-Normen stellen den Stand der Technik dar als unverbindliche und freiwillige Übereinkünfte. Indirekt haben sie Bedeutung über ihre Heranziehung in Rechtsprechung und Gesetzen. Die DIN ist verpflichtet die europäischen Normen zu übernehmen (DIN EN, internationale Normen wie ISO gelten in Deutschland nicht, außer bei Übernahme durch die DIN).

Definition des Holzschutzes

Alle Maßnahmen des Holzschutzes haben letztendlich das Ziel, den naturbedingten Holzabbau aufzuhalten. Holzschutz kann also definiert werden als ein Resultat von baulichen, chemischen und/oder physikalischen Maßnahmen damit Hölzer und daraus hergestellte Bauteile während ihrer Gebrauchsdauer so erhalten werden, dass sie den Anforderungen an Funktion, Sicherheit und Dauerhaftigkeit bzw. Werterhaltung gerecht werden.

Hölzer müssen geschützt werden vor:

Umwelteinwirkungen

(Niederschläge, Wind, Schmutz, Sonnenlicht) Speziell Sonnenlicht baut oberflächennahe Substanzen (v. a. Lignin) ab. Dabei verliert Lignin, das etwa 1/3 der Holzsubstanz ausmacht den chemischen Verbund mit der umgebenden Zellulose, die nach Auswaschen des Lignins als weißgraue Zellulose sichtbar wird (silberne Vergrauung). Die anschließende Nachdunklung steht im Zusammenhang mit der Verbrennung über die Prismenwirkung von Kapillarwasser. Die silbergraue Verwitterung von Holz stellt im eigentlichen Sinne keinen Schaden dar.

ungewollt auftretender Feuchte

durch erhöhte Einbaufeuchte im Querschnitt des Holzbauteils oder Leckagen an der Raumseite durch Wasserdampf- konvektion und Leckagen an der Außenseite durch Niederschläge.

Befall durch Schädlinge (Insekten, Bohrwürmer, Muscheln) dieser ist auch unter 10% Holzfeuchte möglich. Frischholzinsekten (z.B. Holzwespen) stellen dabei kein Risiko dar, da nach Ausschlüpfen und Ausflug der Insekten der Befall beendet ist. Anders verhält es sich mit sogenannten Trockenholzinsekten vor allem dem Hausbock, der das Holz regelrecht „auffrisst“.

Pilzbefall

durch erhöhte Holzfeuchte (langfristig über 20%). Man unterscheidet dabei zwischen holzerstörenden und nicht holzerstörenden Pilzen, also Schimmel- und Bläuepilzen fäulnisverursachender Braun- und Weißfäule oder echtem Hausschwamm und Moderfäule durch ständigen Erdkontakt.

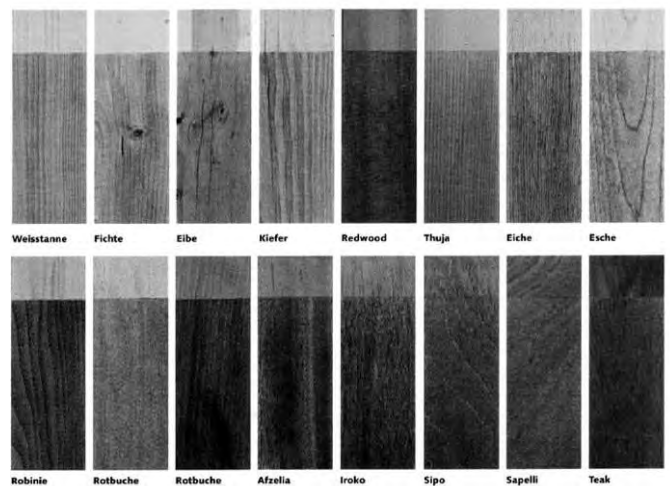


Abb. 26: Holzschutz, Vergrauung von Holz



Abb. 27: Holzschutz, Schutz vor Umwelteinwirkungen



Abb. 28: Holzschutz, Schutz vor ungewollter Feuchte



Abb. 29: Holzschutz, Schutz vor tier. Schädlingen

Schimmelpilze

Schimmelpilze können ein Hauptfaktor bei der Allergiebildung darstellen. Die von den Sporen in die Raumluft abgegebenen Gifte (Mykotoxine) können darüber hinaus zu Immun- und Nervenschädigungen führen und sind, je nach Pilzart, sogar krebserregend. Dementsprechend werden Sanierungen unter Bedingungen durchgeführt, die in ihren Anforderungen Asbestsanierungen gleichkommen. Messungen haben gezeigt, daß Sporen in Räumen auch nach optischer Beseitigung durchaus noch nach 20 Jahren nachgewiesen werden können. Der Anstrich von Holz bietet keinen Schutz gegen den Schimmelbefall. Schimmelbefall wird oft durch falsches Nutzerverhalten (z.B. mangelnde Lüftung) unterstützt.



Abb. 30: Befall durch Schimmelpilze

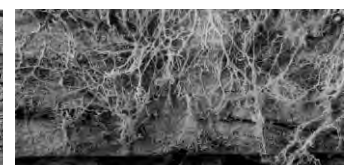


Abb. 31: Holzschutz, Braunfäule (links), Echter Hausschwamm (rechts)

2.2.1 Grundlagen . Holzschutz



Abb. 32: Organisatorischer Holzschutz bei Fällung im Wald



Abb. 33: Organisatorischer Holzschutz bei Zwischenlagerung nach Abbund



Abb. 34: Baulicher Holzschutz während der Bauausführung, Arch.: 2-box



Abb. 35: Baulicher Holzschutz, Wohnhaus, Arch.:2-box

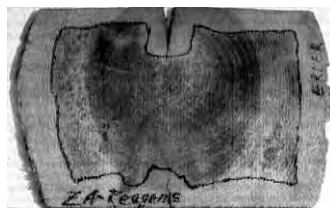


Abb. 36: Druckimprägnierung in Kessel-druck-Imprägnierkammern , Holzquerschnitt mit markierter Eindringtiefe

Arten des Holzsschutzes

Grundsätzlich wird unterschieden in die Bereiche organisatorischer, baulicher und chemischer Holzschutz.

Organisatorischer Holzschutz

dabei handelt es sich um Maßnahmen der Holzpflege nach der Fällung, der Vorhaltung im Wald und dem Transport und Handhabung im Sägewerk, schneller Einschnitt des Holzes und geschützte Trocknung der Lagerhölzer. Eine gesicherte Zwischenlagerung während der Bauphase bis zum Einbau und auch bis Fertigstellung und Abnahme des Gebäudes ist erforderlich.

Baulicher Holzschutz

Ist für Architekten von hoher Relevanz. Dabei handelt es sich um vorbeugende konstruktive oder bauphysikalische Maßnahmen in Planung und Ausführung um eine Erhöhung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen zu vermeiden. Dies bedingt eine Gebäudekonzeption unter besonderer Berücksichtigung der Materialeigenschaften der verwendeten Hölzer bzw. Holzwerkstoffe und eine Vermeidung von Bedingungen, die einen Schädlingsbefall ermöglichen (auch während der Bauausführung).

Chemischer Holzschutz

Bei Notwendigkeit ein Auf- oder Einbringen chemischer Substanzen mit biozider Wirkung. Zeitpunkt ist jederzeit möglich, üblicherweise nach dem letzten Bearbeitungsschritt und vor der Einbringung oder vor der Fertigstellung.

DIN 68 800 Holzschutz im Hochbau

DIN 68 800 „Holzschutz im Hochbau gilt als technisches Regelwerk. Die Norm gilt verbindlich für tragende und aussteifende Teile aus Holz und Holzwerkstoffen. Für nichttragende Bauteile werden Empfehlungen gegeben.

Die DIN wurde unter dem Leitmotiv neu gefasst, den Einsatz von Holzschutzmitteln auf das unumgänglich erforderliche Maß zu reduzieren. Ziel der DIN ist dabei, den vorbeugenden chemischen Holzschutz weitgehend durch „besondere bauliche Maßnahmen“ zu ersetzen. Voraussetzung ist das Einhalten der in der Norm festgelegten Mittel.

Diese Neueinstufung seit Inkrafttreten der DIN 1996 basiert zum einen auf dem Bewusstseinswandel bezüglich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes, zum anderen auf der sehr schnellen Entwicklung in der Holzbauweise, die neue technische Möglichkeiten schuf.

Die DIN ist in mehrere Teile gegliedert – für Architekten vor allem interessant sind Teil 2 Vorbeugende bauliche Maßnahmen und Teil 3 Vorbeugender chemischer Holzschutz. In Teil 3 der DIN werden Holzbauteile grundlegend in die Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 4 eingestuft. Die Einführung der Gefährdungsklasse 0 bedeutet dabei eine gravierende Änderung der Norm.

GK	Anwendungsbereiche / Gebrauchsbedingungen	Gefährdung durch			
		Insekten	Pilze	Auswaschung	Moderfäule
0	Innen, Luftfeuchte < 70 % insektenunzugänglich, sichtbar	-	-	-	-
1	innen, Luftfeuchte < 70 %	ja	-	-	-
2	innen, Luftfeuchte > 70 % Feuchträume, außen ohne direkte Bewitterung	ja	ja	-	-
3	innen in Nassräumen außen mit Wetterbeanspruchung ohne ständigen Erd- / Wasserkontakt	ja	ja	ja	-
4	bei ständigem Erd- / Wasserkontakt bei Schmutzablagerungen in Rissen und Fugen	ja	ja	ja	ja
5	im Meerwasser	Meerwasserorganismen: Limnoria spp., Teredo spp.			

Abb. 37: Gefährdungsklassen (GK) nach DIN 68 800-3 bzw. nach EN 335-1

Baulicher Holzschutz nach DIN 68 800 – 2

Der vorbeugende bauliche Holzschutz hat im wesentlichen zwei Aufgaben:

1. ganz allgemein den Feuchteschutz der Konstruktion sicherzustellen um größere Schwind- und Quellverformungen des Holzes auszuschließen, die Innenbauteile und vor allem die Dämmung vor Feuchte zu schützen und Pilz- und Insektenbefall vorzubeugen.

2. die Voraussetzungen für die Einstufung in eine niedrigere Gefährdungsklasse zu schaffen.

Dazu regelt die DIN sogenannte „besondere bauliche Maßnahmen“. Sie bilden die Voraussetzung für die Einstufung von Bauteilen, die vor der Neufassung der DIN einen chemischen Holzschutz bedurften, in die niedrigste Gefährdungsklasse 0. Erstmals wurde die natürliche Resistenz der Holzarten und Holzqualitäten in das Klassifizierungskonzept einbezogen. Man geht davon aus, dass durch die besonderen baulichen Maßnahmen sichergestellt wird, dass auch bei „außerplanmäßigen“ Einwirkungen keine Gefährdung für das chemisch unbehandelte Holz entsteht, also das Bauteil aufgrund seiner Ausbildung und der verwendeten Materialien sich selbst helfen kann. Besondere bauliche Massnahmen im Einzelnen

Allgemein gilt für:

- Beispiel Aussenwände und geneigte Dächer GK 0
- Abdichtung der Wandbauteile (Schutz gegen Insektenbefall)
- Wetterschutz der Aussenwand (Fläche, Anschlüsse/Öffnungen)
- Hinterlüftung des Wetterschutzes
- reduzierte Holzfeuchte < 20 % (beim geneigten Dach < 35 %)
- Wärmedämmung der Wand
- Luftdichte Ausbildung der Raumseite (Fläche und Anschlüsse)
- Schwelle GK 0 bei Sicherstellung keiner höheren Holzfeuchte, sonst GK 2 (dauerhaftes Holz oder chemische Behandlung)
- diffusionsoffene Wandaufbauten

- Beispiel Flachdächer GK 0
- Flachdächer über Aufenthaltsräumen ohne untere Bekleidung mit dreiseitig sichtbaren Deckenbalken dürfen der GK 0 zugeordnet werden. Für Flachdächer mit raumseitiger Bekleidung gelten die Vorgaben an Wände, jedoch darf sich keine dampfsperrende Schicht innerhalb des eigentlichen Deckenquerschnittes befinden. Bei Anordnung einer dampfsperrenden Schicht gilt GK2.

Prinzipiell sind diese Vorgaben mittlerweile Stand der Technik und werden in den gängigen Systemen und Ausführungsarten eingehalten. Das heißt, beispielsweise bei der Erstellung eines Gebäudes als Holzrahmenbau, ist eine hohe Sicherheit gegeben, dass diese „besonderen baulichen Maßnahmen“ über das System eingehalten sind. Dies gilt bedingt für Anwendungen mit Massivholz, Brettstapelelementen und u.ä.. Hier ist mehr Vorsicht geboten und vor allem bei Neuentwicklungen sollte man schon im frühen Stadium der Planung die DIN berücksichtigen.

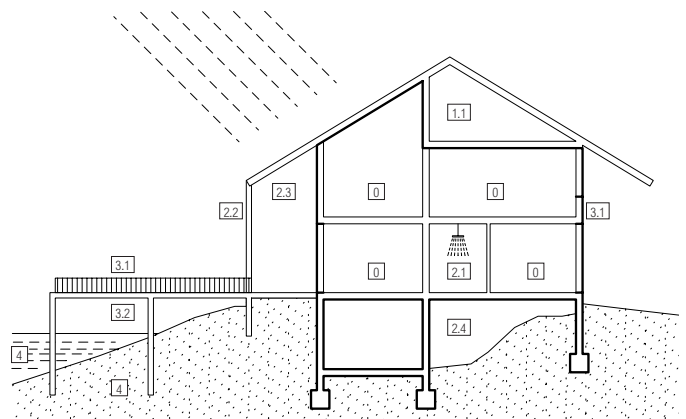


Abb. 38: Gefährdungsklassen (GK) nach DIN 68 800-3 bzw. nach EN 335-1 am Gebäude

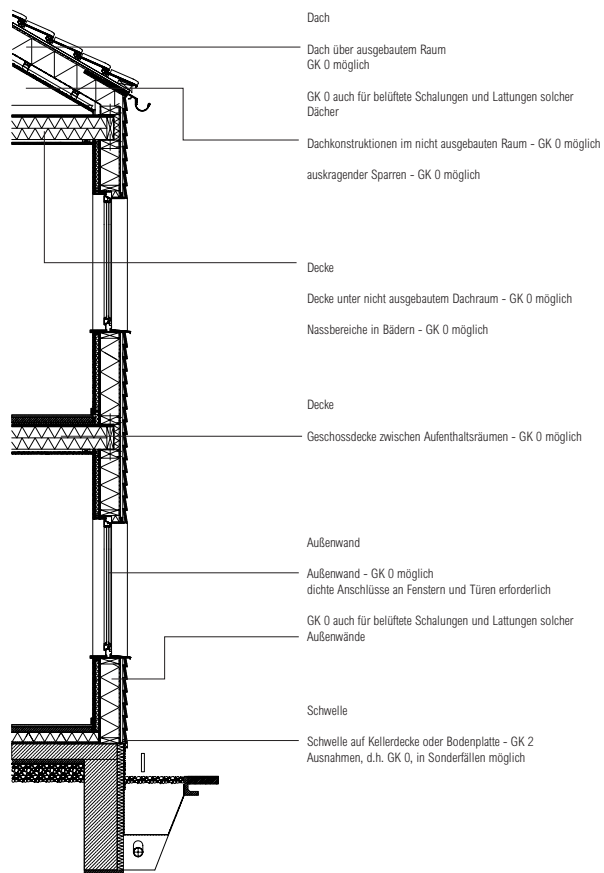


Abb. 39: besondere bauliche Maßnahmen bei Außenwänden und geneigten Dächern

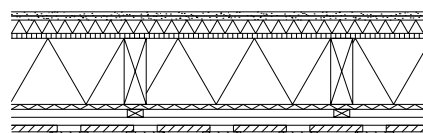


Abb. 40: Zuordnung von Außenwänden zur GK 0 nach DIN 68 800-2

2.2.1 Grundlagen . Holzschutz

Bei in den Gefährdungsklasse 1 bis 4 beschriebenen Einbausituationen kann auf chemischen Holzschutz verzichtet werden, wenn jeweils Holzarten verwendet werden, die eine ausreichende natürliche Dauerhaftigkeit (Resistenz) besitzen. Nach DIN 68800 Teil 2 ist dies unter folgenden Bedingungen der Fall:

Im Bereich der Gefährdungsklasse 1, wenn Farbkernholz der Resistenzklasse 3 (nach DIN 68364 bzw. DIN EN 350-2, z.B. Lärche, Douglasie) mit einem Splintanteil von max. 10% des Querschnitts verwendet wird.

Im Bereich der Gefährdungsklasse 2, wenn splintfreies Farbkernholz der Resistenzklasse 3 verwendet wird.

Im Bereich der Gefährdungsklasse 3, wenn splintfreies Farbkernholz der Resistenzklasse 2 (z.B. Stiel- oder Traubeneiche) verwendet wird.

Im Bereich der Gefährdungsklasse 4, wenn splintfreies Farbkernholz der Resistenzklasse 1 (Robinie) verwendet wird.



Abb. 41: Sitzbank Eiche massiv, Kopenhagen



Abb. 42: Fassadenverschalung Western Red Cedar



Abb. 43: Einsatzbereich im Wasser z.B. mit vom Splint befreiten Eichenpfählen

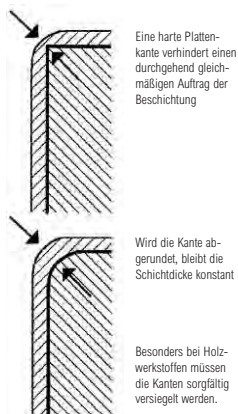


Abb. 44: Physikalischer Holzschutz, Lackierung benötigt gefaste Kanten



Abb. 45: Physikalischer Holzschutz durch Lackierung der Holzoberfläche



Abb. 46: Physikalischer Holzschutz, lasierte Holzoberfläche stark pigmentiert



Abb. 47: Physikal. Holzschutz, lasierte Holzoberfläche schwach pigmentiert

Natürliche Resistenzen

Neben den konstruktiven Maßnahmen bilden natürlich die richtige Auswahl der Holzsorte und des Holzbestandteils (widerstandsfähiges Kernholz vor Splintholz) wirkungsvolle Schutzmaßnahmen. Die Empfindlichkeit verschiedener Holzarten gegenüber Pilz- und Insektenbefall ist sehr unterschiedlich. Unter den üblichen Bauhölzern zeichnen sich die Arten mit farbigem Kern (Kiefer, Lärche, Douglasie, Eiche) durch eine hohe Resistenz (des Kernholzes) gegenüber dem gewöhnlichen Nagekäfer und dem Hausbock aus. In den Tropen enthalten viele Hölzer Abwehrstoffe, da hier die Gefährdung durch Pilze und Insekten aus klimatischen Gründen besonders groß ist.

Auch unter den in Europa und Nordamerika angebaute Holzarten gibt es Hölzer mit einer größeren natürlichen Dauerhaftigkeit. Das gilt besonders für die sehr dauerhafte Robinie, die Eiche, die Lärche und die Douglasie. Interessante dauerhafte Arten aus Nordamerika sind auch die Western Red Cedar, oder die Atlantic white cedar. Die Angaben über die natürliche Dauerhaftigkeit der verschiedenen Arten beziehen sich immer auf das Kernholz. Die äußersten Jahresringe eines Baumes, der Splint, sind im Allgemeinen wesentlich weniger dauerhaft als das Kernholz.

Wenn man dem Einsatzbereich entsprechend die richtige Holzart auswählt, kann man in vielen Fällen auf chemische Holzschutzmittel verzichten.

Physikalischer Holzschutz (Wetterschutzmittel)

Anstrichstoffe, Imprägnierungen, Lasuren und Lacke dienen dem Oberflächenschutz und der dekorativen Gestaltung. Sie verbessern die Reinigungseigenschaften des Trägermaterials und regulieren die Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe. Darüber hinaus schützen Anstrichstoffe das Holzbauteil vor UV-Strahlung (Pigmentierung). Es gibt diffusionshemmende und diffusionsoffene Anstriche. Sie enthalten in der Regel keine Biozide und sind deshalb kein chemischer Holzschutz. In regelmäßigen Abständen müssen Anstrichstoffe im Zuge des Bauunterhalts überarbeitet oder erneuert werden (Abblättern). Es gibt Dünnschichtlasuren, Dickschichtlasuren und deckende Systeme. Dünnschichtlasuren verwendet man hauptsächlich für nicht maßhaltige Bauteile (Verkleidungen, Zäune, Pergolen). Sie verhindern nicht, dass das Holz ein Feuchtegleichgewicht mit der Umgebungfeuchte eingeht. Der dünne Lasurfilm ist diffusionsoffen und kann ohne größeren Aufwand nachbehandelt werden. Dickschichtlasuren werden in der Regel für maßhaltige Bauteile wie Fenster und Türen eingesetzt. Sie reduzieren die Feuchteaufnahme des Holzes und verhindern dadurch weitgehend das Quellen oder Schwinden des Holzes. Grundsätzlich wird zwischen Anstrichstoffen und (chem.) Holzschutzmitteln unterschieden. Ist eine Holzfeuchte über 20% langfristig gegeben oder ein Insektenbefall nicht dauerhaft zu verhindern, wird ein chemischer Holzschutz nötig. Nach neueren Erkenntnissen sind Anstrichsysteme auf Holz im Außenbereich durch Hagelschäden bedroht. Der

punktueller Einschlag von Hagelkörnern verletzt die Oberfläche der Beschichtung und der Holzstruktur. Über diese Risse kann Feuchtigkeit in das Holz eindringen und zu einer dauerhaften Holzfeuchte über 20% führen.

(chemischer) Holzschutz nach DIN 68 800 – 3

Der vorbeugende chemische Holzschutz soll das Holz vor der unzulässigen Einwirkung von tierischen Schädlingen (Insekten) und pflanzlichen Schädlingen (Pilzen) schützen. Geregelt werden darüber hinaus die erforderlichen Prüfprädikate und die anzuwendenden Verfahren bei Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln. Nicht Gegenstand der DIN sind holzverfärbende (Bläue-)Pilze und Schimmelpilze, da durch sie keine Beeinträchtigung der Bauteilfunktion entsteht.

Da chemische Holzschutzmittel Biozide beinhalten, sollte man sie ausschließlich zweckgebunden einsetzen und von Fachbetrieben ausführen lassen. Holzschutzmittel benötigen eine bauaufsichtliche Zulassung, welche unter anderem die Wirksamkeit, den Anwendungsbereich (GK), die gesundheitliche Unbedenklichkeit und die erforderliche Eindringtiefe regelt. Es gibt wasserlösliche Mittel und ölige Holzschutzmittel. Die wasserlöslichen sind entweder fixierend – also mit festem Verbund an der Holzfaser durch chemische Reaktion (GK 3 und 4) oder nicht-fixierende Holzschutzmittel, die auswaschbar sind und nur für die Gefährdungsklassen 1 und 2 geeignet sind.

Ölige Holzschutzmittel enthalten organische Lösemittel und sind nur für trockenes Holz geeignet. Auch wenn Sie in den meisten Fällen durch Rollen und Streichen aufgetragen werden, sind sie keine Anstrichstoffe zur Oberflächenbehandlung/-vergütung. Für die GK 4 wird Teeröl verwendet, allerdings nur in sehr begrenzten Bereichen (Zugschwellen, Masten, etc.). In der Praxis gibt es auch Kombinationen, also Anstrichstoffe, die gleichzeitig den chem. Holzschutz erfüllen. Holzschutzmittel werden zumeist im Einbringverfahren verwendet: d.h. Oberflächenbehandlung, Tauchen und Trogränkung sowie Druckimprägnierung.

Verwertung und Entsorgung

Die zielsichere Erkennung von geschützten Hölzern gestaltet sich in der Praxis als recht schwieriges Unterfangen. Genaue Aussagen über vorliegende Wirkstoffe sind nur über chemische Analysen zu erreichen. Dementsprechend landet ein großer Teil der Rest- und Althölzer im Haus-, Gewerbe- oder Sperrmüll oder wird unerlaubterweise in heimischen Öfen verbrannt. Die Erfassung steht am Anfang des Entsorgungs- oder Verwertungskreislaufes. Der Gesetzgeber gibt der stofflichen Verwertung den Vorrang, allerdings ist die thermische Verwertung oftmals die praktikablere Lösung.



Abb. 48: thermisch behandeltes Holz

Universal-Holzschutzmittel für alle vier Gefährdungsklassen sind nicht mehr zugelassen. Es muss nach Art der Gefährdung oder des Befalls entschieden werden, welche Mittel eingesetzt werden. Auf allen Gebinden sind die Wirksamkeitskombinationen verzeichnet.

- iv Vorbeugender Insektenschutz
- P Vorbeugender Pilzschutz (Fäulnisschutz)
- W Witterungsschutz (nicht für Erdkontakt oder ständigem Wasserkontakt)
- E Schutz bei ständigem Erdkontakt und / oder Wasserkontakt

Alternative Schutz- und Behandlungsverfahren

Hitzebehandlung
Holz wird auf eine Temperatur von über 150° C erhitzt und ändert so seine Zellwandbestandteile. Dadurch Erhöhung der Dauerhaftigkeit und Reduzierung des Quell- und Schwindverhaltens.

Acetylierung
Es handelt sich um ein Verfahren der Textil- und Zigarettenindustrie, bei dem das Holz mit Essigsäureanhydrid modifiziert wird. Erhöhung der Dauerhaftigkeit (höher als Teakholz), Reduzierung des Quell- und Schwindverhaltens um ca. 75%.

Tränkende Harzbehandlung mit Kunstharzen (Melaminharze)

Ölbehandlung welche die wasserabstoßende Wirkung von Wachsen und Ölen nutzt (Pflanzliche Öle)

Verkieselung als Einlagerungsreaktion mit Siliziumkomponenten (Siliziumbehandlung)

SAM-Polymere zur Unterdrückung des Pilzwachstums



Abb. 49: Verwertung von Altholz aus Abbruch zur evtl. Wiederverwendung



Abb. 50: Verwertung von Altholz thematisch sortiert



Abb. 51: Verwertung von belastetem Altholz (chem. behandelt)



Abb. 52: Verwertung von Altholz gemischt



Abb. 53: Unregelmäßigkeit in der Verwitterung



Abb. 54: Unregelmäßigkeit in der Entwicklung zum Mangel



Abb. 55: Schaden durch ungeschützten Einbau des Trägers



Abb. 56: Schaden durch nicht normgerechten Einbau des Stützenfußes



Abb. 57: Schaden durch nicht fachgerecht ausgeführte Dachkonstruktion



Abb. 58: Schaden durch nicht fachgerecht ausgeführte Dachkonstruktion



Abb. 59: Schaden durch nicht fachgerecht ausgeführte Wandkonstruktion



Abb. 60: Schaden durch Verwendung von nicht geeigneten Material



Abb. 61: sich ändernde Anforderungen von GK3 zu GK4 durch z.B. Bewuchs



Abb. 62: sich ändernde Anforderungen von GK3 zu GK4 durch z.B. Bewuchs

Schäden im Holzbau

Bei der Einstufung eines Schadens geht es immer um den Grad an „Abweichung vom Soll-Zustand“. Daraus bestimmt sich eine Unregelmäßigkeit, ein Mangel oder ein Schaden. Zur Beurteilung der Fälle ist die juristische Abgrenzung maßgebend, nicht immer die technische Beurteilung.

Eine Unregelmäßigkeit ist eine Abweichung vom Soll-Zustand im Rahmen des Üblichen. Sie ist als unvermeidbar, „normal“ hinnehmbar und hat keinen Anspruch auf Nachbesserung oder Minderwert (Risse, Unebenheiten, Farbunterschiede, Verschmutzungen).

Ein Mangel ist eine Abweichung über den Rahmen des Üblichen hinaus, also eine wesentliche Abweichung vom Soll-Zustand und hat Anspruch auf Nachbesserung oder Minderwert

Ein Schaden ist eine schwerwiegende Abweichung vom Soll-Zustand, hier wird die Nutzbarkeit herabgemindert und es besteht ein Anspruch auf Behebung (und Minderwert)

Den häufigsten Anlass zur Beanstandung bilden optische Mängel.

Ursache liegt im Material
Nichtberücksichtigung materialspezifischer Eigenschaften, Risse und Verdrehungen (durch Holzfeuchte), Schwinden und Quellen der Hölzer führt zu Fugenbildung,

Ursache liegt in der Ausführung
nicht materialgerechte Lagerung, mangelhafte Verarbeitung, Bewitterung, Beschädigung, Verschmutzung, fehlerhafter Abbund und damit fehlende Passgenauigkeit, unzureichende Fugenabdichtung, schlechte Holz Auswahl führt zu optischen Mängeln

Ursache liegt in Planung und Ausschreibung
unzureichende Detailplanung in Kombination mit „Baustellenlösungen“, mangelnde Kenntnis der konstruktiven Durchbildung und Fehlplanung, ungenaue Ausschreibung, Fehler in der statischen Durchbildung führen zu Verformungen und Risse

Sonderfall: Abgrenzung GK 3 – GK 4

Häufig treten erst im Gebrauchszustand spezifische Gegebenheiten auf, die bei der Planung weitestgehend unberücksichtigt bleiben. Dabei stellen sich im Laufe der Standzeit eines Objektes bestimmte Bedingungen ein, die man vorher aus mangelnder Kenntnis oder sich ändernden Anforderung nicht ausreichend gewichtet hat und ein Schaden entsteht. Bei Begutachtung stellt sich dann heraus, dass das Bauteil während des Gebrauchszustandes unter die nächst höhere Gefährdungsklasse gefallen ist. Dies betrifft vor allem den Übergang von GK 3 zu GK 4. Hier gilt es die Möglichkeit von Schmutzablagerungen in Rissen und Fugen zu beachten.

Diese Schmutzablagerungen erzeugen ein dauerhaft feuchtes Klima in der Holzumgebung, so dass man es mit ständigem Erd- und Wasserkontakt zu tun hat (Bsp. Moosbildung als Wasserspeicher). Betroffen sind hier vor allem Lärmschutzwände, Brückenbauten, Terrassen und Balkone, allgemein frei bewitterte und uneinsichtige oder unzugängliche Stellen. Folgende Faktoren spielen dabei eine wichtige Rolle: Orientierung und Lage zu Besonnung oder Beschattung, Ausrichtung zu den Himmelsrichtungen z.B. „Wetterseite“, Nähe zu Vegetation mit und ohne winterlichen Laubabwurf, Luftbewegung und Austrocknungsmöglichkeit



Abb. 63: sich ändernde Anforderungen von GK3 zu GK4 durch z.B. Schmutzablagerungen in Fugen

Konstruktiver Holzschutz

Nach DIN 68 800-2 sind unter baulich-konstruktivem Holzschutz alle Maßnahmen zu verstehen, die eine unzutragliche Veränderung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen oder den Zutritt von holzerstörenden Insekten zu verdeckt angeordneten Holzteilen verhindern sollen.

Eine unzutragliche Veränderung des Feuchtegehaltes liegt insbesondere dann vor, wenn hierdurch die Voraussetzungen für einen Pilzbefall geschaffen werden oder wenn durch übermäßige Verformungen (Schwinden oder Quellen) die Brauchbarkeit der Konstruktion beeinträchtigt werden kann. Es gilt immer, die konstruktiven Möglichkeiten auszuschöpfen:

Bei baulichen Holzschutzmaßnahmen ist es wichtig, zum Zeitpunkt des Einbauens die Holzfeuchtigkeit zu beachten und die entsprechenden Richtlinien (Normen) einzuhalten. Das zu erwartende Umgebungsklima spielt hierbei eine wichtige Rolle, da sich im Holz (am Einbauort) im Laufe der Zeit durch die entsprechend herrschende Luftfeuchtigkeit die sogenannte Holzgleichsfeuchtigkeit einstellt. Ziel ist es, Riss- und Fugenbildungen, die durch Schwinden des Holzes bei zu starker Austrocknung entstehen können, weitgehend zu vermeiden. Risse und Fugen bieten Eindringmöglichkeiten für Wasser und bieten Insekten ideale Plätze für die Eiablage. Bei größeren Querschnitten sind Schwundrisse jedoch nicht zu vermeiden. Sie stellen aber keinen Mangel bezüglich der Holzqualität dar.

Prinzipien im Holzbau:

- Dachüberstand
- Fenster innen anschlagen (Rahmen weg vom Regen)
- Abdeckungen für gefährdete Bauteile
- Spritzwasserschutz
- Distanzhalter (Kapillarwasser, Wassertaschen)
- Wasserablauf (schräge Schnittkanten)
- Hinterlüftung und Durchwindung
- Aufständigung (Bodenkontakt vermeiden)



Abb. 64: Dachüberstand, Wohnhaus



Abb. 65: Dachüberstand, Wohnhaus, Arch.: Dietrich.Untertrifaller



Abb. 66: Fenstereinbau, Abdeckung, Spritzschutz, Wohnhaus, Arch.: 2-box



Abb. 67: Fenstereinbau, Abdeckung



Abb. 68: vert. Schalung, Fugeneinteilung, Abdeckung der Aufsichtsflächen, Heizkraftwerk



Abb. 70: Sockelbereich, Spritzschutz, Wohnhaus, Arch.: H.N.Schneider



Abb. 69: Sockelbereich, Spritzschutz, Eckausbildung Fassade

2.2.1 Grundlagen . Holzschutz



Abb. 71: Sockelbereich, Spritzschutz

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen (ATV) Zimmer- und Holzbauarbeiten - DIN 18 334:1-2005 schreiben im Abschnitt 3.1.6 die Holzfeuchte für Nadel-schnittholz zum Zeitpunkt des Einbaus mit maximal $u = 20\%$ fest.

Damit ist der Begriff des trockenen Einbaus von Nadel-schnittholz mit max. 20 % definiert und festgelegt.



Abb. 72: Sockelbereich, Spritzschutz

Weitere maximale Holzfeuchten

Holzhausbau maximal 18%,
Fußböden maximal 12%,
Blindböden maximal 20%,
Unterböden maximal 15%,
und Treppen 9+/-3%.



Abb. 73: Überwachung der Baustelle, Wohnhaus, Arch.: 2-box



Abb. 74: Überwachung der Baustelle, Wohnhaus, Arch.: 2-box



Abb. 75: Bauunterhalt nach Bezug ist erforderlich, FW- und Kulturhaus Hittisau, Arch. cukrowitz.nachbaur



Abb. 76: Bauunterhalt nach Bezug ist erforderlich, Hösshalle, Arch.: Riepl + Riepl

Planung und Ausschreibung:

Es ist vorausschauend und normgerecht zu planen, die konstruktiven Möglichkeiten der Planung sind auszuschöpfen. Hinterlüftung und Windbewegung zulassen, diffusionsoffenen Aufbau bevorzugen, Einsehbarkeit und Kontrollierbarkeit (Früherkennung), Vermeidung allgemein freibewitterter, uneinsichtiger oder unzugängliche Stellen, Schadensbehebung erleichtern (reversible Befestigungen). Durch die richtige Materialwahl und die stoffgerechte Verwendung des Materials können Folgeschäden vermieden werden, d.h. es sind entsprechende Materialvorgaben (Holzsorten, KVH, Holzwerkstoffe, etc.) zu machen. Scharfkantigkeit oder auch optische Qualitäten werden nicht durch die DIN 4074 definiert. Der Ausschreibungstext muss hierfür zusätzliche Angaben enthalten. Für scharfkantige Hölzer ist in der Ausschreibung der Hinweis auf die Schnittklasse S nach DIN 68 365 erforderlich. Für die optischen Anforderungen können Angaben wie „gehobelt“ und für die Einschnittart „kerngetrennt“ beziehungsweise „herzfreier Querschnitt“ verwendet werden. Ebenfalls unerlässlich ist die Angabe der Holzart, wenn durch resistente Hölzer auf chemischen Holzschutz verzichtet werden soll. Geforderte Holzschutzmaßnahmen sind exakt zu beschreiben – die gewohnte Formulierung „...Holzschutz nach DIN 68800“ ist überholt! Planung darf nicht allein nach der Höhe der zu erwartenden Baukosten beurteilt werden. Dies gilt im allgemeinen auch dort, wo ein Mehr an Ausgaben für die Erstellung von Gebäuden sich in niedrigeren Baunutzungskosten niederschlägt und auf längere Sicht Einsparungen erwarten läßt, die den einmaligen Mehraufwand kompensieren.

Für frei bewitterte Holzbekleidungen in der Fassade gilt:

je weniger liegende Fugen desto besser,
stehende Schalungen aus Vollholzprofilen sind dauerhafter und wartungsärmer als liegende Schalungen,
Schäl furniere (Sperrhölzer) sind ohne nachhaltige, fugenlose Beschichtungen nicht geeignet,
astfreie Schalungen mit stehenden Jahresringen sind für Außenbekleidungen am besten geeignet.

Ausführung:

Eine genaue Überwachung der Ausführung ist erforderlich (Luftdichtigkeit, Fugenausbildung, etc.) und die Verwendung von trockenem Material. Dies ist z.B. auch in den Allgemeinen Technischen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen (ATV) Zimmer- und Holzbauarbeiten - DIN 18 334:1-2005 festgelegt. Daraus folgt auch für die weitere Ausführung eine Trocknung der Baustoffe. Abschließende Überprüfung („blower door-test“, etc.), bei chem. Holzschutz. runde (gefaste) Kanten. Nach Bezug hat eine Unterhaltung durch regelmäßige Überprüfung und Wartung von Anstrichen zu erfolgen. Es sollten keine eigenmächtigen nachträglichen Veränderungen erfolgen und um nicht die Hinterlüftung nicht zu blockieren oder Feuchtenester zu erzeugen.

Dipl.-Ing Frank Schäfer
Prof. Peter Cheret

DIN Normen (Auswahl)

DIN 68800 Teil 1	Holzschutz im Hochbau - Allgemeines
DIN 68800 Teil 2	Holzschutz im Hochbau - Vorbeugende bauliche Maßnahmen
DIN 68800 Teil 3	Holzschutz im Hochbau - Vorbeugender chemischer Holzschutz
DIN 68800 Teil 4	Holzschutz im Hochbau - Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten
DIN 68800 Teil 5	Holzschutz im Hochbau - Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen
DIN 68364	Kenntwerte von Holzarten – Festigkeit, Elastizität
DIN EN 350	Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz Teil 1 - Grundsätze für die Prüfung und Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz Teil 2 - Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa
DIN EN 335 Teil1	Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten
DIN EN 335 Teil2	Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten
DIN EN 351 Teil1	Klassifizierung der Schutzmitteleindringung und -aufnahme im Vollholz
DIN EN 460	Klassifizierung von Holz und Holzprodukten

Anmerkung:

Bevor eine Euro-Norm anstelle der DIN 68 800 tritt, gelten nach Angaben des DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin) für das Bauwesen nach wie vor die Resistenzklassen nach DIN 68 364 (Ausg.1979-11) und für alle anderen Aufgabenstellungen, z.B. mobile Holzsaegen etc. die Resistenzklassen nach EN 350-1. Hintergrund ist die Problematik, dass die EN keine Gefährdungsklasse „0“ kennt, dies ist eine speziell deutsche Einteilung, die im sonstigen Europa in den entsprechenden Normen für Holz im Bauwesen nicht zu finden ist. Eine Überarbeitung der DIN 68 800 wird in nächster Zeit unter Einflussnahme des DIBt zu erwarten sein.

Literatur

- (1) J.Müller: Holzschutz im Hochbau, Stuttgart, IRB, 2005
- (2) K.Clausnitzer: Historischer Holzschutz, Freiburg, Ökobuch, 1990
- (3) K.Erler: Holz im Außenbereich, Basel, Birkhäuser, 2002
- (4) B.Leiße: Holzbauteile richtig geschützt, Leif.-Echterdingen, DRW, 2002
- (5) H.Schilze: Holzbau, Stuttgart, Teubner, 1996
- (6) k.Kempe: Dokumentation Holzschädlinge, Berlin, Verlag Bauwesen, 2001
- (7) k.Riedel; m.Zimmermann: Holz und Holzschutz, Weimar, FIB, 2001
- (8) F.Engelmann: Kleine Holzbauwerke, Karlsruhe, Bruder Verlag, 1995
- (9) Informationsdienst Holz, Teil 5 Folge 1 + 2 Holzschutz
- (10) Informationsdienst Holz, Teil 10 Folge n.n., Anstriche für Holz im Außenbereich
- (11) Informationsdienst Holz, Teil 18 Folge 2 Holz im Außenbereich

www.dgfh.de
 www.infoholz.de
 www.holz.de
 www.proholz.at
 www.holz-lexikon.de

Abbildungsnachweis

Grundsätzlich sind wir bemüht, die Urheber der in diesem Dokument verwendeten Abbildungen jeweils anzugeben. In einzelnen Fällen kann dies trotz gründlicher Recherche misslingen. Gegebenenfalls wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte beim Herausgeber.

Einleitung

allgemeine Grundlagen

Bauordnungen, Brandschutzanforderungen, Gebäudeklassen

Musterholzbau-Richtlinie, mehrgeschossiger Holzbau

Klassifizierungen von Baustoffen und Bauteilen, Bauregellisten

Baustoffklassen, Bauteilklassen

Brandrisiko, Brandverhalten

Abbrand, Brandschutzkonzepte

Normen und Literatur

2.2.2 BRANDSCHUTZ

Immer wieder rufen Meldungen von Brandkatastrophen die Wichtigkeit des vorbeugenden baulichen Brandschutzes in Erinnerung. Da es dabei vor allem um den Personenschutz geht, stellt der Brandschutz neben der Standfestigkeit die wichtigste Anforderung an die Planung und Erstellung von Gebäuden dar.

Der Wahl des brennbaren Konstruktionsmaterials Holz haftet immer noch ein gewisser negativer Ruf an, der bis vor kurzem noch seinen Niederschlag in den entsprechenden Baugesetzgebungen gefunden hat. In früheren Jahrhunderten war das Brandrisiko durch brennbare (Bau)Stoffe in den Städten sehr hoch. Doch das Abbrennen ganzer aus Holz gebauter Städte gehört mittlerweile einer weit zurückliegenden Vergangenheit an und das Bauen mit Holz sowie damit einhergehende Bauordnungen sind mittlerweile so weit überarbeitet und modernisiert, dass selbst mehrgeschossigem Holzbau nach heutigen Standards nichts mehr entgegengehalten ist.

Konrad Wachsmann schreibt schon 1930 in seinem Buch „Holzhausbau“ über das Thema Brandverhalten:

„Die Feuergefährlichkeit (des Holzbaus) ist keineswegs größer als bei einem anderen Haus, denn der ganze Innenausbau, Decken und Fußböden, Türen und Fenster usw. ist hier wie dort gleich.“

Tatsächlich ist ein Holzbau im Vergleich zu einem konventionell aus unbrennbaren Materialien errichteten Gebäude für die Sicherheit seiner Bewohner und Nutzer kein Nachteil. In beiden Fällen ist es die Einrichtung die in den ersten dreißig Minuten brennt. Die Tragfähigkeit einer Konstruktion im Brandfall über einen festgelegten Zeitraum sicher zu erhalten, ist lediglich eine Frage des Brandschutzkonzeptes und der Bemessung des Tragwerks.

Der verstärkte Einsatz von Holz im Wohnungsbau, bei Bürogebäuden, Kindergärten, Schulen, Hotels usw. bedingt eine differenzierte brandschutztechnische Bewertung. Auch wenn durch die Vorgaben der neuen Musterbauordnung bereits realistischere Bewertungsmaßstäbe vorgesehen sind, so sind doch Planer und Bauherren durch die geringe Übung im Umgang mit Holz verunsichert. Je nach Einstellung betrachten zudem Versicherungswirtschaft und Abteilungen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes bei den Feuerwehren Holzbauweisen immer noch kritisch. Leider kommen viele dieser kritischen Anmerkungen aus der emotionalen Ablehnung gegenüber einem brennbaren Baustoff.

Es geht nicht darum leichtfertig mit dem Thema Brandschutz und den verbundenen Risiken umzugehen. Die Aufgabe lautet, unter realistischer Abschätzung eines möglichen Brandverlaufes zu Brandschutzkonzepten zu gelangen, die von allen Beteiligten akzeptiert werden. Wegen der Einzigartigkeit eines jeden Gebäudes können oftmals keine allgemeingültigen Verfahren angeboten werden. Je nach Gebäudeart und Nutzung, städtebaulicher Situation und Anbindung sind somit Anpassungen erforderlich.



Abb. 1: Lagerfeuer

Abb. 2: brennendes Holzhaus



Abb. 3: Vollbrand Holzhaus

Abb. 4: verkohltes Tragwerk nach Brand

Allgemeine Grundlagen des Brandschutzes

Alle grundlegenden Anforderungen an Bauwerke (bauliche Anlagen) sind in den zuständigen Baugesetzen geregelt. Alle Bauwerke müssen materialunabhängig in allen Teilen nach den aktuellen Regeln der Technik und den bautechnischen Vorschriften geplant und ausgeführt werden. Einem nach den Regeln der Technik geplanten und erstellten Gebäude und seiner planmäßigen Benutzung (einschl. regelgerechter Wartung, Inspektion, Instandsetzung) sind nur sehr geringe Brandentstehungsrisiken zuzuschreiben. Unsachgemäßer Umgang mit möglichen Zündquellen, offenen Flammen, Brandstiftung sowie defekte, nicht bauliche Einrichtungen und Geräte sind Hauptursache für das Entstehen von Bränden. Diese Entstehungsrisiken können durch bauliche Maßnahmen nicht kompensiert werden. In der Gebäudeplanung kommt der nach einer Brandentstehung sich ergebenden Brand- und Rauchentwicklung besondere Bedeutung zu. Die Gebäudegeometrien, Bauprodukte und -arten sollen dieser Entwicklung und Ausbreitung entgegenwirken.

Bauordnungen

Der Brandschutz in der Bundesrepublik Deutschland ist in der jeweiligen Gesetzgebung der einzelnen Bundesländer (LBO) als unmittelbar wirkendes Recht verankert und regelt insbesondere die Vorbeugung der Brandentstehung, die vorbeugenden Maßnahmen zur Verhinderung der Feuer- und Rauchausbreitung und die Sicherstellung von Löscharbeiten.

Die Bauordnungen der Bundesländer basieren auf der Musterbauordnung (MBO). Die aktuelle Fassung 2002 berücksichtigt viele erprobte unterschiedliche Regelungsmöglichkeiten. Einige Landesbauordnungen werden bzw. wurden zwischenzeitlich novelliert, jedoch folgen sie nicht alle einheitlich der MBO 2002, so dass Abweichungen in den Anforderungen der einzelnen LBO's durchaus möglich sind.

Der gesetzliche Brandschutz kommt mit baulichen Mitteln wie Abständen, Anforderungen an die Rettungswegführung, Bauteilen und Baustoffanforderungen aus. Maßnahmen des anlagentechnischen Brandschutzes oder Betriebsvorschriften werden dabei nicht vorausgesetzt. Solche Maßnahmen sind in der Regel zur Abwehr besonderer Risiken von Sonderbauten vorbehalten. Sie können aber auch zur Kompensation von einem baulich verlangten Brandschutz im Einzelfall vorgesehen werden. Eine Sachwertbetrachtung und gegebenenfalls anderweitige Schutz- und Sicherheitsniveaus werden hierbei ebensowenig berücksichtigt, wie Fragen zur Wirtschaftlichkeit bei der Erfüllung der materiellen Anforderungen der LBO. Aus den Bestimmungen des § 3 Abs. 1 und des § 14 MBO ergeben sich konkrete Forderungen, die entweder in der Bauordnung selbst, in einer Sonderbauverordnung oder bei anderen baulichen Anlagen besonderer Art oder Nutzung in der Baugenehmigung festgelegt sind. Hier gibt es nachgeschaltete Richtlinien (z.B. Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau) und Verordnungen für bauliche Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung (Schulen, Hochhäuser, Geschäftshäuser, Versammlungsstätten)

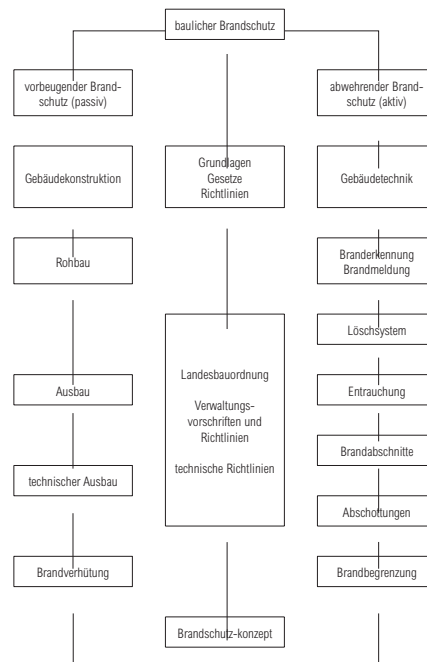


Abb. 5: Grundlagen des baulichen Brandschutzes

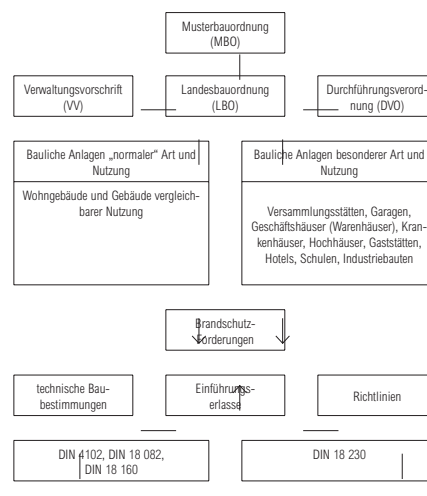


Abb. 6: Übersicht über die Aufteilung bauaufsichtlicher Brandschutzanforderungen

2.2.2 Grundlagen . Brandschutz

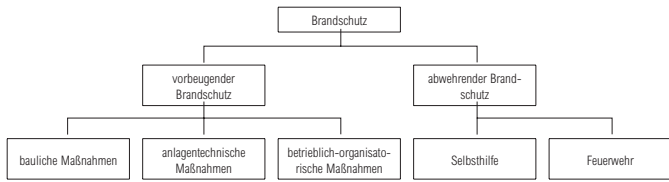


Abb. 7: Definition vorbeugender und abwehrender Brandschutz

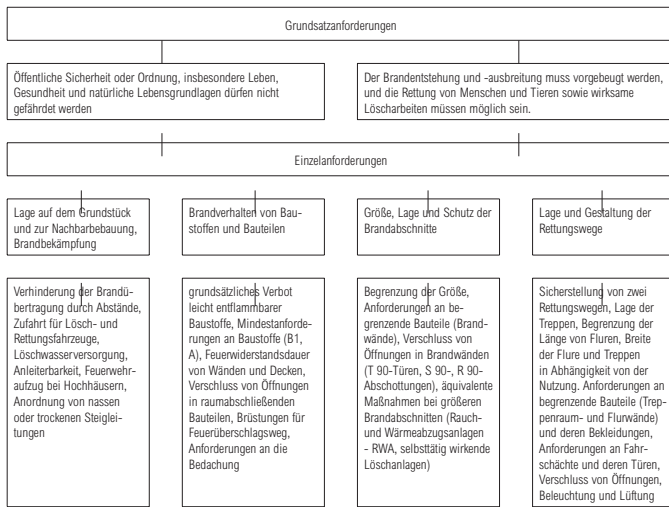


Abb. 8: Grundlagen des baulichen Brandschutzes

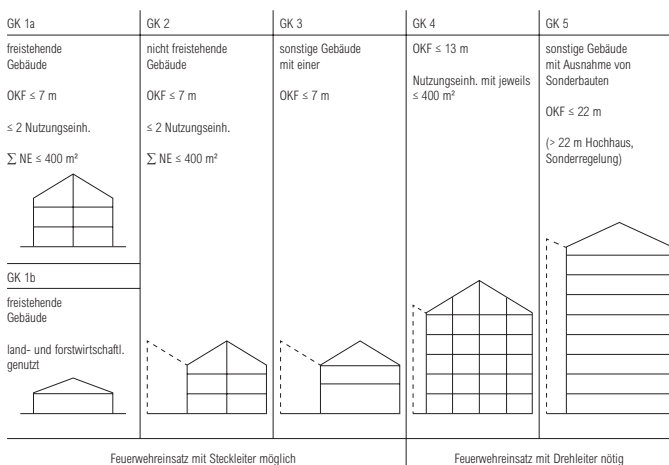


Abb. 9: Einteilung der Gebäudeklassen nach MBO 2002, Einteilung in den Bundesländern nicht einheitlich

Brandschutzanforderungen

Die Hauptziele der bauordnungsrechtlichen Regelungen zum vorbeugenden baulichen Brandschutz sind in der Reihenfolge: der Personenschutz, der Sachschutz und der Objektschutz. Priorität hat der Personenschutz, ist dieser erreicht, gelten in der Regel die anderen Fälle baurechtlich als mit abgedeckt. Der bauliche Brandschutz wird rechtlich begründet in den jeweiligen Landesbauordnungen. Hier wird die generelle Forderung nach der Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere für Leben und Gesundheit erhoben. Für den Brandschutz gilt, dass jedes Bauwerk so geplant und ausgeführt sein muss, das bei einem Brandfall folgende Kriterien berücksichtigt werden:

Tragfähigkeit

Jedes Bauwerk hat im Brandfall eine bestimmte Tragfähigkeit zu gewährleisten. Besonders die tragenden Bauteile müssen dem Feuer je nach Nutzung 30, 60, 90, 120, 180 min. widerstehen ohne einzustürzen.

Feuerausbreitung

Durch die Planung von Brand- und Rauchabschnitten, d.h. die wirkungsvolle horizontale und vertikale Unterteilung eines Bauwerks zur Begrenzung des Brandgeschehens, soll die Ausbreitung von Flammen und Rauch örtlich eingeschränkt werden. Besonders die Gefahr der Ausbreitung des Brandrauches durch Öffnungen in Wänden, Decken und Installationsebenen stellt eine große Gefahr dar. Aktive Brandschutzmaßnahmen wie Brandmelde- und Sprinkleranlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen werden, je nach Anforderungen, dabei unterstützend eingesetzt.

Flucht- und Rettungswege

In einem Bauwerk müssen stets zwei Flucht- und Rettungswege vorhanden sein. Im günstigsten Fall direkt ins Freie, ist im Regelfall das vorhandene Treppenhaus der erste Fluchtweg. Als zweiter Fluchtweg können je nach Gebäudeklasse die Rettungsmittel der Feuerwehr dienen oder es müssen entsprechende Fluchtwege zusätzlich errichtet werden. Flucht- und Rettungswege müssen ordnungsgemäß errichtet werden und gekennzeichnet sein.

Sicherheit der Rettungsmannschaften und Löscharbeiten

Die Sicherheit des Lösch- und Rettungspersonals ist bei einem Brandeinsatz zu gewährleisten. Unabhängig vom jeweiligen Objekt sollte ein Löschwasserkonzept vorliegen.

Gebäudeklassen

In der Musterbauordnung 2002 und den Landesbauordnungen werden die Gebäude in den unterschiedlichen Gebäudeklassen (GK) 1 bis 5 zusammengefasst. Aus der Sicht des baulichen Brandschutzes ist die Bestimmung der Gebäudeklassen bzw. der Anzahl der Vollgeschosse von großer Bedeutung, da davon die Intensität der brandschutztechnischen Anforderungen, an tragende Wände, Decken und Dächer bzw. an Flucht- und Rettungswege (Treppen und Treppenträume) abhängt.

Mehrgeschossiger Holzbau

Durch die Grundlage der aktuellen MBO werden Gebäude in Holzbauweise bis zur GK 4 ermöglicht. Tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile müssen in der GK 4 hochfeuerhemmend (F 60) ausgeführt werden. Somit führt die MBO 2002 eine Stufe zwischen „feuerhemmenden“ F30-B und „feuerbeständigen“ F 90-AB-Konstruktionen ein. Die „hochfeuerhemmenden“ Bauteile müssen einen Feuerwiderstand von 60 Minuten aufweisen. Mit Standardkonstruktionen im Holzbau kann diese Feuerwiderstandsklasse ohne weiteres erreicht werden, da es eine relativ große Auswahl an geprüften Wand- und Deckenkonstruktionen gibt. Ebenso kann die Rauchdichtigkeit der Anschlüsse mit relativ einfachen konstruktiven Mitteln erfüllt werden. Der Gesetzgeber fordert in der GK 4 die Anforderungen F 60 und K 60. Die Erfüllung der Kapselklasse K 60 durch eine Brandschutzbekleidung unterliegt dabei noch gewissen Schwierigkeiten, da die standardisierte Wandbekleidung von 2x12,5 mm GK/GF lediglich K 30 erreicht und zusätzliche Bekleidungen die Wirtschaftlichkeit des Wandaufbaus in Frage stellen.

Muster-Holzbaurichtlinie.

Die Anforderungen an die Brandschutzbekleidung werden in der Muster-Richtlinie für Brandschutzanforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise, der „Muster-Holzbaurichtlinie“ (M-HFH Holz-R), festgelegt. Sie gilt nur für Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4. Ihr Anwendungsbereich umfasst Holzsystembauweisen, die einen gewissen Grad der Vorfertigung aufweisen. dazu gehören die Holzrahmen- und Holztafelbauweise. Für Holzmassivbauweisen wie die Brettstapel- und Blockbauweise ist diese Richtlinie derzeit nicht anwendbar.

Diese Richtlinie wurde bislang lediglich in Hessen eingeführt (Stand 12/2005). Auf Grund der Mustertreue der Länder kann sie jedoch in Absprache mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde auch in den anderen Bundesländern als Beurteilungsgrundlage herangezogen werden. Mit dem neuen Brandschutzkonzept werden Erleichterungen für die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile umgesetzt und die konstruktive Holzverwendung für Gebäude mit bis zu fünf Geschossen eröffnet. Somit sind Brandschutzanforderungen für Gebäude, die keine Sonderbauten sind, aus dem Gesetz und den zugehörigen eingeführten Technischen Baubestimmungen sowie der Bauregelliste abschließend ablesbar.

Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen

Die Brennbarkeit von einzelnen Baustoffen ist bei der Brandentstehung und Brandausbreitung von ausschlaggebender Bedeutung. Die in der MBO und in den jeweiligen LBO gestellten Forderungen, soweit sie das Brandverhalten hinsichtlich Brennbarkeit der Baustoffe und Feuerwiderstandsdauer der Bauteile betreffen, sind mit zunächst unbestimmten Begriffen wie z.B. „schwerentflammbar“ oder „nicht brennbar“

Bauteil	§ MBO	Gebäudeklasse				
	§ 2	1	2	3	4	5
	Höhe ¹⁾	h ≤ 7 m			h ≤ 13 m	h ≤ 22 m
tragende Wände, Stützen	§ 27	F 0	F 30	F 30	F 60	F 90
tragende Wände, Stützen im Kellergeschoss		F 30	F 30	F 90	F 90	F 90
tragende Wände, Stützen im Dachgeschoss, wenn Aufenthaltsräume darüber sind		F 0	F 30	F 30	F 60	F 90
nichttragende Außenwände	§ 28	keine			A oder F 30	A oder F 30
Trennwände	§ 29	F 0	F 30 ²⁾	F 30	F 60	F 90
Decken		F 0	F 30	F 30	F 60	F 90
Decken im Dachgeschoss, wenn darüber Aufenthaltsräume sind	§ 31	F 0	F 30	F 30	F 60	F 90
Decken im Kellergeschoss		F 30	F 30	F 90	F 90	F 90

¹⁾ Die Höhe bezieht sich auf Fußbodenoberkante des obersten Geschosses über Geländeoberfläche
²⁾ gilt nicht für Wohngebäude

Abb. 10: Brandschutzanforderungen nach MBO 2002 (Brandschutzarbeitshilfe 61.0)

Bezeichnung	Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer (Minuten)
feuerhemmend	F 30	30
hoch feuerhemmend	F 60	60
feuerbeständig	F 90	90

Abb. 11: Feuerwiderstandsklassen nach MBO 2002

Bauteil	Feuerwiderstand nach DIN 4102-1	Bezeichnung nach DIN EN 13501-2
tragende Wände ohne Raumabschluss im Regelgeschoss	F 60	R 60
tragende Wände mit Raumabschluss im Regelgeschoss	F 60	REI 60
nichttragende Trennwände raumabschließend im Regelgeschoss	F 60	EI 60
Decken im Regelgeschoss	F 60	REI 60
Brandwandersatzwände	F 60 bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60
Wände notwendiger Treppenträume	F 60 bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60
tragende Bauteile ohne Raumabschluss im Kellergeschoss	F 90-AB	R 90
tragende Bauteile mit Raumabschluss im Kellergeschoss	F 90-AB	REI 90

Abb. 12: Anforderungen an den Feuerwiderstand in GK 4

Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse	Bauteile	Anforderungen enthalten in
F	Wände, Decken, Dächer, Stützen, Träger	DIN 4102-2
W	nichttragende Außenwände	DIN 4102-3
T	Feuerschutzabschlüsse, z.B. Türen	DIN 4102-5 *)
G	nicht isolierende Verglasungen	DIN 4102-13 *)
F	isolierende Verglasungen	DIN 4102-13 *)
L	Lüftungsleitungen	DIN 4102-6
K	Brandschutzklappen	DIN 4102-6 *)
S	Kabelabschottungen	DIN 4102-9 *)
R	Rohrleitungen	DIN 4102-11
I	Installationsschächte	DIN 4102-11
E	Funktionserhaltklasse elektrischer Leitungen	DIN 4102-12

*) zulassungspflichtig

Abb. 13: Bezeichnung der Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102

2.2.2 Grundlagen . Brandschutz

Baufaufsichtliche Benennung	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	
E (Étanchéité)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlendurchtritts	
M (Mechanical)	mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
S (Smoke)	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate)	Rauchschutztüren (als Zusatzanforderungen auch bei Feuerschutzabschlüssen), Lüftungsanlagen einschließlich Klappen
C... (Closing)	Selbstschließende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele)	Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse mit Förderanlagen)
P	Aufrechterhaltung der Energieversorgung und / oder Signalübermittlung	Elektrische Kabelanlagen allgemein
I ₁ , I ₂	unterschiedliche Wärmedämmungskriterien	Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse für Förderanlagen)
f (full)	Beanspruchung durch „volle“ ETK (Vollbrand)	Doppelböden
...200, 300, ... (°C)	Angabe der Temperaturbeanspruchung	Rauchschutztüren
i → o i ← o i ← o (in - out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	nichttragende Außenwände, Installationsschächte / -kanäle, Lüftungsanlagen / -klappen
a → b a ← b a ← b (above - below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken
v _v , h _v (vertikal, horizontal)	für vertikalen / horizontalen Einbau klassifiziert	Lüftungsleitungen / -klappen

zusätzliche Angaben zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen nach DIN EN 13501-1

	Rauchentwicklung	Anforderungen an die Rauchentwicklung
s (smoke)		
d (droplets)	brennendes Abtropfen / Abfallen	Anforderungen an das brennende Abtropfen / Abfallen
...fl		Brandverhaltensklasse für Bodenbeläge

Abb. 14: Klassifizierung nach DIN EN 1350-1 und DIN EN 13501-3

Baufaufsichtliche Benennung	tragende Bauteile		nichttragende Innenwände	nichttragende Außenwände	selbstständige Unterdecken	Feuerschutzabschlüsse (auch in Förderanlagen)	Kabelabschottungen	Rohrabschottungen
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss						
feuerhemmend	R 30 [F 30]	REI 30 [F 30]	EI 30 [F 30]	E 30 (i → o)/ EI 30 (i ← o)/ [W 30]	EI 30 [F 30] (a → b) (a ← b) (a ↔ b)	EI 30-C [T 30]	EI 30 [S 30]	EI 30 [R 30]
hoch-feuerhemmend	R 60 [F 60]	REI 60 [F 60]	EI 60 [F 60]	E 60 (i → o)/ EI 60 (i ← o)/ [W 60]	EI 60 [F 60] (a → b) (a ← b) (a ↔ b)	EI 60-C [T 60]	EI 60 [S 60]	EI 60 [R 60]
feuerbeständig	R 90 [F 90]	REI 90 [F 90]	EI 90 [F 90]	E 90 (i → o)/ EI 90 (i ← o)/ [W 90]	EI 90 [F 90] (a → b) (a ← b) (a ↔ b)	EI 90-C [T 90]	EI 90 [S 90]	EI 60 [R 60]
Feuerwiderstandsdauer 120 min	R 120 [F 120]	REI 120 [F 120]	-	-	-	EI 120-C [T 120]	EI 120 [S 120]	EI 120 [R 120]
Brandwand	-	REI-M 90 (REI-M 30) (REI-M 60) (REI-M 120)	EI-M 90 (EI-M 30) (EI-M 60) (EI-M 120)	-	-	-	-	-

Abb. 15: Bauaufsichtliche Benennung eines Bauteils

bei den Baustoffen, sowie „feuerhemmend“ oder „feuerbeständig“ bei den Bauteilen beschrieben. Diese Begriffe werden durch Normen, insb. der Reihe DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen u. Bauteilen, konkretisiert. Die DIN 4102 ist die grundlegende Brandschutzvorschrift und hat - da sie bauaufsichtlich eingeführt ist - Gesetzescharakter.

Die unterschiedlichen Baustoffe und Bauteile werden nach ihrem Brandverhalten in der DIN 4102-1 und DIN EN 13051-1 in Baustoffklassen eingeordnet. Der Begriff „Baustoff“ bezieht sich hierbei nur auf die Brennbarkeit eines Materials. DIN EN 13051-1 bietet dabei ein differenzierteres Klassifizierungssystem an als die DIN 4102-1. Die DIN EN 13051 und DIN 4102 werden für eine Übergangszeit gleichwertig und alternativ zu behandeln sein. Für die Praxis der Bauausführung ist der Teil 4 der DIN 4102, der Katalog der klassifizierten Baustoffe und Bauteile, von wesentlicher Bedeutung.

→ Bauregellisten

→ Die in DIN 4102 Teil 4 klassifizierten Bauarten sind sogenannte „geregelt Bauarten“. Hier ist der Verwendbarkeitsnachweis bereits durch die Norm erbracht und der Übereinstimmungsnachweis gem. Bauregelliste Teil A durch die Übereinstimmungserklärung des Herstellers (ÜH) geführt. Für Bauteile die nicht in der Bauregelliste aufgeführt sind, vor allem bei Sonderbauteilen, reicht für den Nachweis der (dauerhaften) Brauchbarkeit der reine Brandversuch nicht aus. Hier ist der Nachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt oder in Form der Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde zu führen. Die Zulassung oder die Zustimmung im Einzelfall basiert zwar auch auf Brandversuchen, setzt aber noch zusätzliche, auf das Produkt oder dessen Anwendung zugeschnittene Untersuchungen voraus. Die Bauregellisten werden ständig fortgeschrieben und haben eine Unterscheidung in geregelte (Liste A), nichtgeregelte (Liste B) und sonstige Bauprodukte (Liste C). Baustoffklassen

Hier werden nur die Eigenschaften des einzelnen Materials bezüglich seiner Brennbarkeit oder Nicht-Brennbarkeit geregelt. Die Nichtbrennbarkeit läßt dabei nicht auf die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile schließen für die sie verwendet werden.

Das Brandverhalten der Baustoffe spielt in doppelter Hinsicht eine Rolle bei den bauaufsichtlichen Anforderungen. Es werden zum einen Anforderungen an den Baustoff als Oberfläche von Bauteilen gestellt, hier sein Verhalten bei direkter Berührung mit der Flamme oder einer Wärmestrahlung. Zum anderen an sein Verhalten als konstruktiver Bestandteil eines Bauteils, auch im Inneren des Bauteils. Das Brandverhalten der (brennbaren) Baustoffe ist kein reines Stoffverhalten. Es ist vielmehr abhängig von seiner Gestalt, seiner spezifischen Oberfläche und Masse, seinem Verbund mit anderen Baustoffen, den Verbindungsmitteln, der Verarbeitungstechnik etc.. Alle Parameter sind bei der Prüfung und Beurteilung zu bewerten. Dies ergibt, daß die Nachweise des Brandverhaltens nur für den geprüften Baustoff, bzw. Baustoffverbund gelten - ein anderer Baustoffverbund kann ein völlig anderes und

damit sehr ungünstigeres Brandverhalten aufzeigen. In den zugewiesenen Verwendbarkeitsnachweisen und in DIN 4102-4 finden sich entsprechende Einschränkungen. Prüfung und Klassifizierung der Baustoffe in Baustoffklassen erfolgt (mit Ausnahme von Bodenbelägen) nach DIN 4102 Teil 1.

Bauteilklassen

Hier wird die Feuerwiderstandsfähigkeit eines ganzen Bauteils geregelt. Das Bauteilverhalten im Brandfall wird nach DIN 4102 Teil 2 durch die sogenannte Feuerwiderstandsdauer gekennzeichnet. Das ist der Zeitraum, in dem ein Bauteil unter definierten Randbedingungen (Temperatur, Belastung) bestimmte Anforderungen erfüllen muß. Die Feuerwiderstandsdauer wird dabei bestimmt durch den Erhalt der Tragfähigkeit, des Raumabschlusses (bei raumabschließenden Bauteilen) und der Temperaturbegrenzung (nicht mehr als 140K im Mittel bzw. 180K max.) auf der feuerabgewandten Seite. Entsprechend der in den Prüfungen erzielten Feuerwiderstandsdauer werden die Bauteile in die Klassen F30 bis F180 eingeteilt. Neben der Bauteilklassifizierung nach DIN 4102 erfolgt zusätzlich eine Einstufung nach den Baustoffklassen der wesentlichen Bestandteile.

Wichtig für den Holzbau ist z.B. die geregelte Bezeichnung Fxx-BA für eine brennbare Tragkonstruktion mit raum- oder bauteilabschließenden, „brandschutztechnisch wirksamen“, nicht-brennbaren Bekleidungen (z.B. GK/GF-Platten).

Unterschieden wird zusätzlich in tragende und nichttragende Bauteile, technische Bauteile und isolierende und nichtisolierende Bauteile. Verglasungen werden z.B. dementsprechend in isolierend und nichtisolierend eingeteilt, in F und G-Verglasung. Die Beurteilung der Feuerwiderstandsfähigkeit unterliegt folgenden Kriterien:

- Brandbeanspruchung: ein- oder mehrseitig
- verwendeter Baustoff und Baustoffverbund
- Bauteilabmessungen: Querschnitt, Schlankheit, Achsabstände
- Ausbildung: Anschlüsse, Auflager, Halterungen, Befestigungen, Fugen, Verbindungsmittel etc.
- statisches System: bestimmt oder unbestimmt, Lastabtragung, Einspannungen usw.
- Ausnutzungsgrad der Festigkeiten der verwendeten Baustoffe infolge äußerer Lasten
- Anordnung von Bekleidungen: Ummantelungen, Putze, Unterdecken, Vorsatz

Die Klassifizierung von Einzelbauteilen setzt voraus, dass Bauteile, an denen klassifizierten Einzelbauteile angeschlossen werden, mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse angehören. Ein Träger gehört nur dann einer bestimmten FW-Klasse an, wenn auch sein Auflager (Konsolen, Wände, etc.), sowie alle statisch bedeutsamen Aussteifungen und Verbände der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse angehören. Einfluss von Holz auf das Brandrisiko:

Wenn auch statistisch gesehen der Einsatz von brennbaren Baustoffen keine Erhöhung des Brandrisikos darstellt, so ist

Bauaufsichtliche Benennung	Zusatzanforderungen		europäische Klasse nach DIN EN 13501-1	Klasse nach DIN 4102-1	Baustoff
	kein Rauch	kein brennbares Abfallen / Abtropfen			
nicht brennbar	•	•	A1	A1	z.B. Stahlgitterträger
	•	•	A2 - s1 d0	A2	z.B. Gipsfaserplatte als Innenbeplankung in der Holzbauweise
schwer entflammbar	•	•	B, C - s1 d0	B1	z.B. Eichenparkett auf Estrich
	•	•	B, C - s3 d0		
	•	•	B, C - s1 d2		
	•	•	B, C - s3 d2		
normal		•	D - s3 d0	B2	z.B. Unterzug aus Brett-schichtholz
			D - s3 d2		
			E - d2		
leicht entflammbar			F	B3	z.B. unbehandelte Kokosfasermatte

Abb. 16: Baustoffklassen Einteilung nach DIN 4102 Teil 1

Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse	Beschreibung	Beispiel	Bauaufsichtliche Bezeichnung	Querschnitt
F30-A	Feuerwiderstandsdauer ≥ 30 min, Herstellung unter Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe der Klassen A1 / A2	nichttragende Metallständerwand mit Gipskarton-Feuerschutzplatten beplankt	feuerhemmend und aus nicht-brennbaren Materialien	
F30-B	Feuerwiderstandsdauer ≥ 30 min, Herstellung unter Verwendung brennbarer Baustoffe der Klassen B1 oder B2	tragende Holzständerwand mit beidseitiger Beplankung aus Holzspanplatten	feuerhemmend	
F60-AB	Feuerwiderstandsdauer ≥ 60 min, Herstellung des Bauteils in den wesentlichen Bestandteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	Metallständerwand mit beidseitiger Beplankung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten und zusätzlicher furnierter Spanplatte	feuerhemmend und in den wesentlichen Bestandteilen aus nicht-brennbaren Materialien	
F90-A	Feuerwiderstandsdauer ≥ 90 min, Herstellung des Bauteils ausschließlich aus nichtbrennbaren Baustoffen	Betonwand aus Normalbeton	feuerbeständig und aus nicht-brennbaren Baustoffen	
F90-B	Feuerwiderstandsdauer ≥ 90 min, Herstellung aus brennbaren Baustoffen der Klasse B1 oder B2	tragende Holzständerwand mit Beplankung aus Holzwerkstoffplatten	keine durchgängig gebräuchliche Bezeichnung, z.T. feuerbeständig	
F90-AB	Feuerwiderstandsdauer ≥ 90 min, Herstellung des Bauteils in den wesentlichen Bestandteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	Stahlstütze mit einer Bekleidung aus Massivholz	feuerbeständig	

Abb. 17: Benennung der Bauteile bauaufsichtlich / DIN 4102 Teil 2

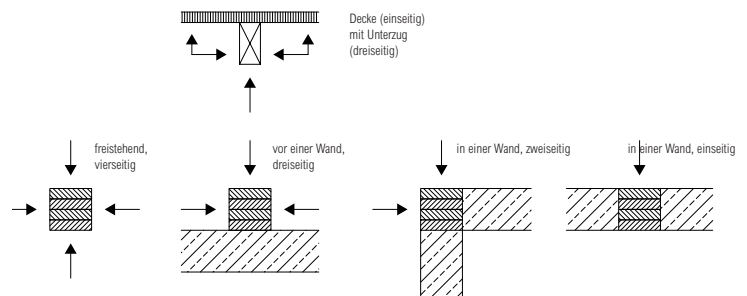


Abb. 18: Beeinflussung der Feuerwiderstandsdauer eines Bauteils

2.2.2 Grundlagen . Brandschutz

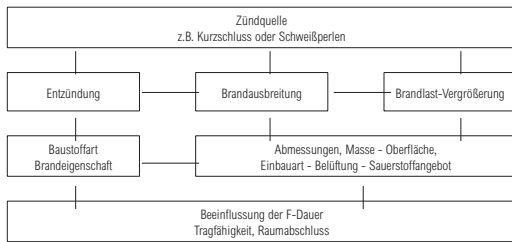


Abb. 19: Beeinflussung der Feuerwiderstandsdauer eines Bauteils

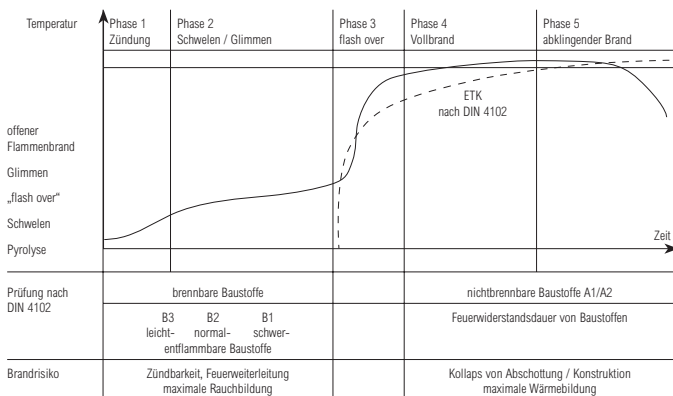


Abb. 20: Brandverlauf

Man unterscheidet drei Arten von Bränden:

Schwelbrand

langsame Pyrolyse, kann bei minimaler Luftzufuhr auch selbstständig ablaufen. Rauchenwicklung ohne Flammen und der Baustoff verkohlt sehr langsam. Schwelbrände können sich über Stunden unbemerkt entwickeln.

Glimmbrand

restliche Bestandteile des Baustoffs (Kohle) verglimmen oder verglühen. Dieser Zustand tritt ein, wenn genügend Luft an den verkohlten Rückstand gerät.

Offener Brand

Zersetzung des Baustoffs mit offener Flamme. Über Fremdentzündung oder Selbstentzündung, verursacht durch eine gleichmäßige langandauernde Erwärmung als Folge einer Pyrolyse bei ca. 200°C. Nach Entstehung eines offenen Brandes ist der weitere Verlauf im wesentlichen von vier Einflußfaktoren abhängig: dem Vorhandensein brennbaren Materials in unmittelbarer Nähe der Zündquelle, der Gesamtbrandlast, der brandschutztechnischen Trennung durch Bauteile (Abschottung), der Brandlastvergrößerung durch das Versagen von Bauteilen bei gleichzeitiger Freilegung neuer Brandlasten.

Steigt die Temperatur im Brandraum weiter an, kommt es zum Feuerübersprung (flash over), bei dem alle im Brandraum befindlichen Materialien entflammen und die Temperatur in kürzester Zeit um mehrere 100°C ansteigt. Dies ist verbunden mit einer erheblichen Volumenvergrößerung der Luft. Als Vollbrand wird das Brandgeschehen nach dem Feuerübersprung bezeichnet. Nach Abbrand der Brandlast oder Löschmaßnahmen kühlt der Raum, abhängig vom Wärmespeichervermögen der Bauteile und der Größe der im Raum befindlichen Öffnungen, allmählich ab.

doch deren Beteiligung am Brandgeschehen von größerer Bedeutung. Dies kann eine aktive Beteiligung bei der Entstehung eines Brandes sein oder die Ausbreitung von Feuer wird durch vorhandene brennbare Bauteile begünstigt. Bei der Rettung haben brennbare Baustoffe im Normalfall keinen Einfluß wenn die Rettungswege gesichert sind, da z.B. in Treppenträumen notwendiger Treppen keine brennbaren Baustoffe eingesetzt werden dürfen.

Holztragwerke kündigen im Normalfall ihr Versagen frühzeitig durch Verformungen und Geräusche an. Dies gilt vor allem für weitgespannte Tragwerke großer Hallen im Industriebau, wo richtig dimensionierte Holztragwerke häufig einen Brand überstehen. Es ist immer die Gesamtbrandlast eines Gebäudes zu betrachten und ob überhaupt und ab welchem Zeitpunkt sich eine Konstruktion am Brandgeschehen beteiligt. Generell sind die neueren Bausysteme hinsichtlich Brandschutz geprüft und verbessern diesbezüglich oftmals die Einsatzmöglichkeiten von Holz im Bauwesen.

Brandverhalten von Holz

Alle organischen Werkstoffe zersetzen sich bei erhöhten Temperaturen (Pyrolyse). Bei zellulosehaltigen Materialien (Holz) beginnt die Zersetzung bereits oberhalb von 105°C. Ein Brand entsteht durch Kontakt eines brennbaren Stoffes mit Sauerstoff und einer Zündquelle. Der Verlauf des Entstehungsbrandes wird bestimmt von der Entzündlichkeit, der Entflammbarkeit, der Geschwindigkeit der Flammausbreitung und der Verbrennungswärme der vom Brand erfassten Stoffe.

Die Abbrandrate

Die Abbrandrate beschreibt die Abnahme des Holzquerschnittes in Folge von Brandeinwirkung in Abhängigkeit von der Zeit. Damit können Restquerschnitte für verschiedene Holzbauteile berechnet werden. Es ergibt sich je nach Beanspruchungsrichtung ein Abbrand von ca. 2 mm pro 3 min, also für den Feuerwiderstand von 30 min etwa 2 cm Abbrand. Je nach Temperatur im Abbrandbereich verlängert oder verkürzt sich die Feuerwiderstandsdauer des Holzbauteiles, da Holz im hohen Temperaturbereich schneller abbrennt. Alternativ entwickelte Brandszenarien mit niedrigen Temperatureinträgen können dazu führen, dass ein Bauteil wesentlich länger einer Brandbeanspruchung standhalten kann als eigentlich angenommen. Eine genaue konstruktive Ausbildung von Bauteilen und optimierten Bauteilanschlüssen von Holzbauteilen und Tragwerken minimiert den Abbrand und den darausfolgenden Brandschaden. Dies gilt für Verbindungen, Anschlüsse und ganze Fassadenelemente.

Brandschutzkonzepte

Gerade bei Großprojekten, hier auch vermehrt im mehrgeschossigen Wohnungsbau, ist ein gutes Brandschutzkonzept

die Voraussetzung für die Realisierung eines Projektes. Ausgangspunkt für ein Brandschutzkonzept ist bereits in der Planungsphase, unter frühzeitiger Einbindung von Spezialisten aus Brandschutz, Haustechnik und Tragwerksplanung, die umfassende Betrachtung des ganzheitlichen Brandschutzes, um die erforderlichen Schutzziele zu erreichen. Ein auf das jeweilige Bauwerk bezogenes Brandszenario erlaubt es, ein effizientes Sicherheitskonzept zu entwickeln, welches sich aus der Kombination von passivem Bauteilwiderstand und aktiven Maßnahmen in der Sicherheitstechnik zusammensetzt. Zur Unterstützung des jeweiligen Konzeptgutachtens werden oftmals Brandschutzkonzepte und vergleichbare Richtlinien aus den Nachbarländern herangezogen, um unterschiedliche Betrachtungsweisen zu verdeutlichen.

Holzart		Abbrandgeschw. v in mm/min
allgemein	Randbedingungen	
1	BSH	Nadelholz einschl. Buche 0,7
2	Vollholz	0,8
3	Vollholz	Laubholz mit $\rho > 600 \text{ kg/m}^3$, außer Buche $0,56 = 0,7 \times 0,8$

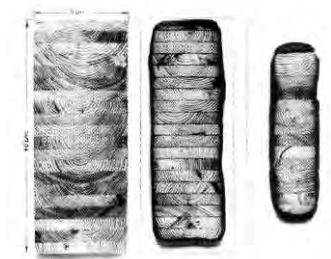


Abb. 20: Berechnung der Abbrandrate und Versuch

Grundlagen einer Brandschutzphilosophie im Holzbau in Planung und Ausführung können sein:

Eine richtige Kombination der Bauteilschichten um sowohl die Anforderungen an die Baustoffe als auch an den Feuerwiderstand zu erfüllen, tragende Wandbauteile erfüllen aufgrund ihrer Beplankung und Hohlraumfüllung aus Dämmstoff meist ohne besondere Maßnahmen bereits die übliche Anforderung F30-B, um tragende Holzbauteile sichtbar einzusetzen genügt häufig die Wahl größerer Querschnitte zur Erreichung der Anforderungen, klare Regelungen zu kurzen Rettungswegen und Verzicht auf die Verwendung von brennbaren Oberflächen, verbesserte Einrichtungen zur Löschwasserverführung und eine Brandbegrenzung durch Löschanlagen (Sprinkler), zusätzliche Brandmeldesysteme mit einer Früherkennung eines Brandereignisses und Gewährleistung der vorgesehenen Brandabschottungen in der Ausführung.

Dipl.-Ing Frank Schäfer
Prof. Peter Cheret

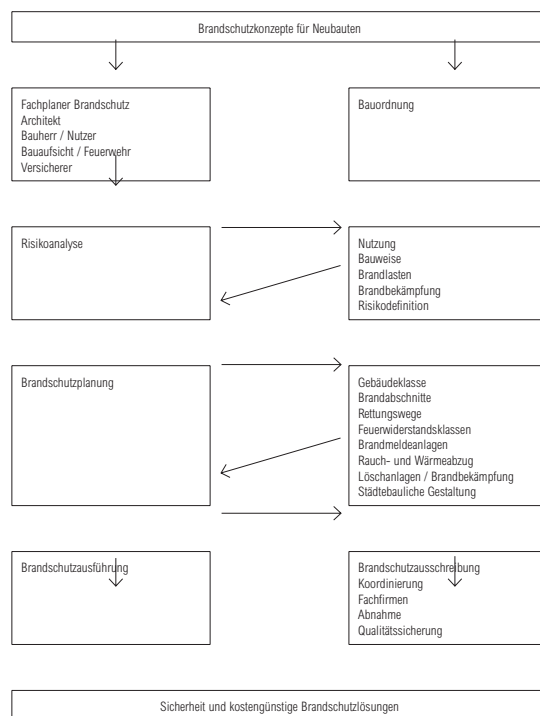


Abb. 21: Ziel und Entwicklung von Brandschutzkonzepten

2.2.2 Grundlagen . Brandschutz

DIN Normen (Auswahl)

- 4102-1 Baustoffe
- 4102-2 Bauteile
- 4102-3 Brandwände und nichttragende Außenwände
- 4102-4 Zusammenstellung klassifizierter, Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- 4102-5 Feuerschutzabschlüsse (Türen), Abschlüsse in Fahrstachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen
- 4102-6 Lüftungsleitungen
- 4102-7 Bedachungen
- 4102-9 Kabelabschottungen
- 4102-11 Rohrummantelungen, Rohrabschottungen, Installationsschächte und -kanäle
- 4102-12 Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen
- 4102-13 Brandschutzverglasungen
- 4102-14 Bodenbeläge
- 4102-18 Feuerschutzabschlüsse (Nachweis: „selbstschließend“)
- 4102-22 Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten
- 14095 Feuerwehrbrandschutzplan
- 14096 Brandschutzordnung Teil A-C
- 14155 Löschdecken
- 14406/4 Tragbare Feuerlöscher
- 14675 Brandmeldeanlagen
- 33404 Gefahrensignale für Arbeitsstätten
- VDE 0833 Gefahrenmeldeanlagen

Inzwischen sind die meisten brandschutzrelevanten Normen auch auf europäischer Ebene eingeführt.

- EN 3 Tragbare Feuerlöscher
- EN 179 Schlösser und Baubeschläge, Notausgangsschlösser mit Drücker und Stoßplatte
- EN 357 Brandschutzverglasungen aus durchsichtigen oder durchscheinenden Glasprodukten
- EN 615/A1 Brandschutz Löschmittel Anforderungen an Löschpulver (nicht für Löschpulver der Brandklasse D)
- EN 1125 Schlösser- und Baubeschläge - Paniktürverschlüsse mit horizontaler Betätigungsstange
- EN 1363 Feuerwiderstandsprüfung allgemeine Anforderungen
- EN 1364 Feuerwiderstandsprüfung für nichttragende Bauteile
- EN 1365 Feuerwiderstandsprüfung für tragende Bauteile
- EN 1366 Feuerwiderstandsprüfung für Installationen
- EN 1634 Feuerwiderstandsprüfung für Tür- und Abschluss einrichtungen
- EN 1838 Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung
- EN 1869 Löschdecken
- EN 12416 Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Pulverlöschanlagen
- EN 13501 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
- EN 13823 Prüfung zum Brandverhalten von Bauprodukten Thermische Beanspruchung (SBI Test)
- EN ISO 1182 Prüfung zum Brandverhalten von Bauprodukten Nichtbrennbarkeitsprüfung

- EN ISO 1716 Prüfung zum Brandverhalten von Bauprodukten Bestimmung der Verbrennungswärme
- EN ISO 9239 Prüfung zum Brandverhalten von Bodenbelägen
- EN ISO 12239 Brandschutzausrüstung unabhängige Rauchmelder - Entwurf
- EN ISO 13943 Brandsicherheit - Terminologie

Literatur

- (1) Winter, S: INFORMATIONSDIENST HOLZ, Grundlagen des Brandschutzes, August 1996
- (2) Winter, S; Löwe, P: INFORMATIONSDIENST HOLZ, Brandschutz im Holzbau - gebaute Beispiele, September 2001
- (3) Winter, S, Schopbach, H: INFORMATIONSDIENST HOLZ, Brandschutz im Hallenbau, Dezember 2004
- (4) Dederich, L; Dehne, M; Pape, H; Kruse, D; Krolak, M: INFORMATIONSDIENST HOLZ, spezial, Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Holzbauten, Dezember 2005
- (5) Zuschnitt 14/2004, Holz brennt sicher, proHolz Austria, Juni 2004
- (6) Fornather, J; Hochreiner, G; Luggin, W: Brennbarkeit und Brandverhalten von Holz, proHolz Austria, Februar 2003
- (7) Schober, K, Koch, J: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, proHolz Austria, Februar 2002
- (8) Löbbert, A ; Pohl, K ; Thomas, K: Brandschutzplanung für Architekten und Ingenieure, Köln : Müller, 2004
- (9) RWTH Aachen, Holz-reader SS 2005, Lehrstuhl Bauko 2
- (10) Musterbauordnung (MBO) Fassung 2002
- (11) Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise Fassung 2004
- (12) Landesbauordnungen der Länder

Abbildungsnachweis

Grundsätzlich sind wir bemüht, die Urheber der in diesem Dokument verwendeten Abbildungen jeweils anzugeben. In einzelnen Fällen kann dies trotz gründlicher Recherche misslingen. Gegebenenfalls wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte beim Herausgeber.

2.2.3 SCHALLSCHUTZ WÄRMESCHUTZ

Wenn wir Architektur als eine Konkretisierung des existentiellen Raumes definieren wie Christian Norberg-Schulz in seinem berühmten Werk „Existence, Space and Architecture“, versteht man, dass die Aufgabe der Architektur, Schutz zu bieten, von fundamentaler Bedeutung ist. Wenn die Architektur uns nicht gegen Kälte, Feuchte, Feuer und Lärm schützt, bietet sie keinen existentiellen Halt. Sie ist unbewohnbar.

Schallschutz ermöglicht es, zusammen zu arbeiten und zu wohnen. Diese Tatsache mag banal klingen, durch die zunehmende Individualisierung jedoch – vielleicht das wichtigste Phänomen unserer Zeit – muss Architektur heute und in der Zukunft in noch stärkerem Maße Zurückgezogenheit und Vertraulichkeit innerhalb einer Gemeinschaft im Wohn- oder Bürohaus ermöglichen.

Seit der Moderne hat eine Verschiebung der Betrachtungsweise bezüglich des konstruktiven Aufbaus eines Bauwerkes stattgefunden. Die Moderne ersetzte das Axiom „Tragen und Lasten“ durch „Tragen und Trennen“.

Die verschärften bauphysikalischen Anforderungen, die nach den Energiekrisen am Anfang der 70er Jahre im letzten Jahrhundert entstanden, verstärkten den Trend, ein Bauwerk in Schichten zu entwerfen und zu konstruieren. Tragstruktur und Hülle wurden statt von unten nach oben, von innen nach außen entwickelt.

Als konstruktives Gedankenmodell entstand um 1980 der Schichtenriss. Bei diesem Modell wurden die geometrischen Orte von Trag-, Dämm- und Verkleidungsschicht innerhalb eines Fassadenschnittes mit vier Linien aufgezeichnet und festgelegt. Der Schichtenriss hilft, die ersten Überlegungen über die Gebäudehülle zu treffen und dabei den kontinuierlichen Verlauf der Wärmedämmschichten sicherzustellen. Eine Konsequenz dieses Modells ist, dass die bauphysikalischen Anforderung der Bauteile Dach und Fassade prinzipiell dieselben sind.

Die schall- und wärmeschutztechnischen Ziele werden durch mehrschichtige Bauteilaufbauten erreicht. Trotz eines Trends zur Vereinfachung der Aufbauten – indem die einzelnen Schichten möglichst viele Anforderungen erfüllen – ist Holzbau auch in Massivbauweise ein Schichtenbau. Die Schichtaufbauten können mehr oder weniger komplex sein, die Spezialisierung der einzelnen Schichten mehr oder weniger stark.

Dämmung wird sowohl für Schallschutz als auch für Wärmeschutz eingesetzt. Wärmedämmung zwischen Außen- und Innenklima wird in die Gebäudehülle (Fassaden, Dach, Fundament) integriert, während Schalldämmung sich in der Regel zwischen den Geschossen befindet bzw. in den Wänden zwischen Schallabschnitten.

Einleitung

Schallschutz

Wärmeschutz



Abb. 1, 2: Zeltbehausung von Nomaden in der Mongolei. Der bewohnbare Raum wird ermöglicht durch ein tektonisches Gerüst aus Holzstäben, das mit einer schützenden Schicht umwoben wird.



Abb. 3: Ein Riss durch die Gebäudehülle. Splitting, Gordon Matta Clark, 1974



Abb. 4: Villa Fröhlich (nicht realisiert), Stuttgart, Modell 1995, Architekten Herzog & de Meuron

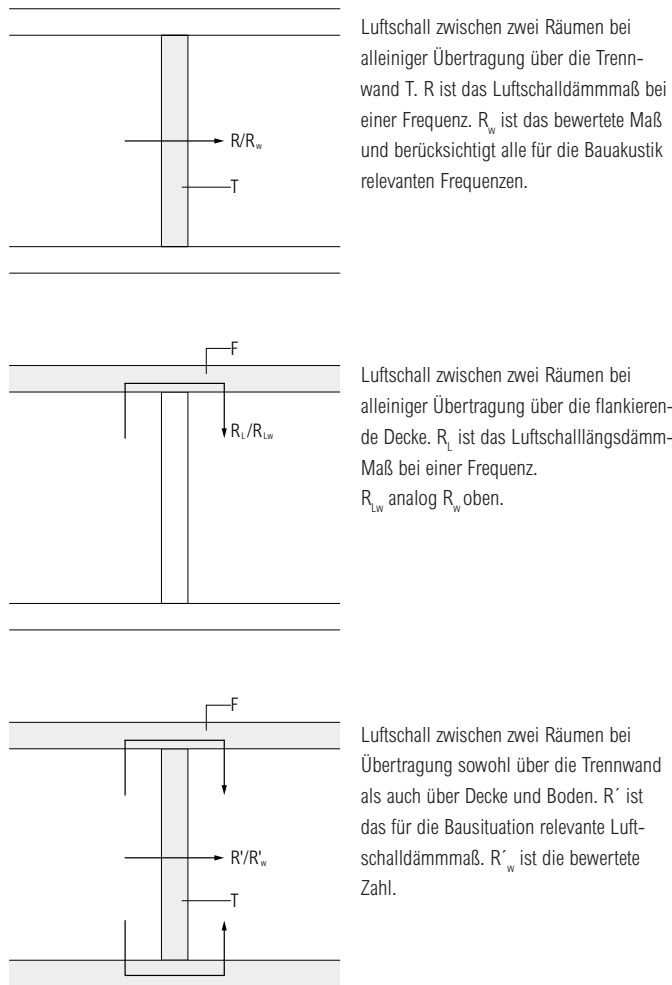


Abb. 5: Schematische Darstellung des Luftschalls zwischen angrenzenden Räumen mit den verschiedenen Übertragungswegen und den dazugehörigen Schallschutzgrößen.

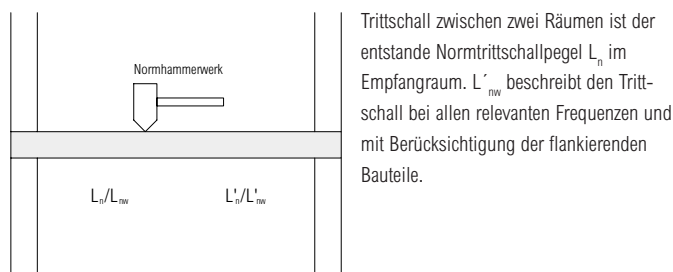


Abb. 6: Schematische Darstellung von Trittschall (Körperschall) in einem Empfangsraum durch Anregung der Decke.

Schall

Luftschall ist Energie in Form von sich fortpflanzenden Druckwellen-Bewegungen in elastischen Medien. Je nach Medium, in dem sich die Schallenergie ausbreitet, unterscheidet man zwischen Luft- und Körperschall.

Jeder Schall besteht aus einfachen Tönen verschiedener Frequenz. Frequenz beschreibt die Schwingungszahl einer Schalldruckwelle pro Sekunde. Je höher die Frequenz ist, desto höher ist der Ton. Frequenz wird mit f bezeichnet und hat die Einheit Herz (Hz). Für die Bauakustik ist das Intervall 100 - 3150 Hz von Bedeutung.

Schall hat eine Stärke / Amplitude. Die Amplitude des Schalls ist das Maß, wie weit die Druckwellen nach unten und oben ausschlagen.

Unser Gehörsinn empfindet den Schall nicht proportional zur Lautstärke sondern proportional zum Logarithmus des Schalldrucks. Der bauphysikalische Begriff Schalldruckpegel L mit der Einheit dB ist die empfundene Lautstärke. Ein Unterschied von etwa 10 dB wird als Verdopplung der Lautstärke nach oben oder nach unten empfunden.

Wie wir Schall empfinden ist stark abhängig von der Frequenz. Schall mit sehr niedrigen Frequenzen (weniger als 16 Hz) ist für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbar. Um das frequenzabhängige Wahrnehmen vom Schall zu berücksichtigen hat man im Hochbau den bewerteten Schalldruckpegel L_A (häufig einfach Schallpegel genannt) eingeführt. Bei der Messung eines Geräusches gehen die Frequenzen mit unterschiedlichem Gewicht in den Wert ein. Normalerweise verwendet man den A-bewerteten Schallpegel. Die Gewichtung erfolgt mit Hilfe einer Frequenzkurve, die mit A bezeichnet wird. Die Einheit lautet dann dB(A)

Schallschutzgrößen

Luftschall

Das bewertete Schalldämm-Maß R'_w (dB) beschreibt die luftschalldämmende Eigenschaft trennender Bauteile wie Fassade, Dach, Haustrennwand, Innenwände und Decken zwischen Wohn- und Arbeitsbereichen. Die in die trennenden Bauteile eingebauten Komponenten wie Fenster und Türen sind auch betroffen.

Das Schalldämm-Maß ist die Differenz des Schalldrucks zwischen dem Senderraum - in dem sich die Lärmquelle befindet - und dem Empfängerraum. Je höher die Differenz ist, desto besser ist die Luftschalldämmung des trennenden Bauteils. R'_w bedeutet, dass man nur eine Zahl hat, die frequenzunabhängig ist. Die verschiedenen Frequenzbereiche sind mit unterschiedlichem Gewicht in die Berechnung einbezogen.

Von grundlegender Bedeutung ist die Bezeichnung „strichhoch“. Luftschall geht nicht nur auf direktem Weg direkt durch die trennende Wand zwischen zwei Räumen, sondern auch

über die flankierenden Wände, Decke und Boden. Der Wert R' bedeutet, dass das Schalldämm-Maß der realen Bausituation entspricht. Wenn eine Messung vor Ort durchgeführt wird, ist das immer ein so genannter Strichhoch-Wert.

Körperschall

Wie schon erwähnt wird zwischen Luftschall und Körperschall unterschieden. Bei Körperschall wird ein festes Medium mechanisch angeregt, z.B. werden bei Bauten die Bauteile und die Bauschichten in Schwingung gebracht. Klopfen an den Wänden erregt Körperschall. In der Praxis hat Trittschall die größte Bedeutung. Er kann direkt von der angeregten Decke ausstrahlen, breitet sich aber auch in der Längsrichtung der Decke aus und kann durch flankierende Wände im angrenzenden Raum abgestrahlt werden.

Die Kenngröße für den Trittschall ist der bewertete Normtrittschallpegel L'_{nw} . Die Definition von Normtrittschallpegel erfolgt durch Anregung einer Decke durch ein Hammerwerk bestehend aus Stahlzylindern, die alle 10 s frei auf den Boden fallen. Der Trittschallpegel wird im Empfängerraum gemessen. Es handelt sich hier nicht um eine Reduktionszahl wie dem Luftschalldämm-Maß. Der im angrenzenden Raum auftretende Schall wird gemessen. Ist der Wert niedrig, besitzt das Bauteil eine gute Trittschalldämmung.

Schallschutz im Holzbau

Im Holzrahmenbau sind die raumabschließenden Bauteile zweischalig und bestehen aus Konstruktionshölzern, Gefachen und Schalen. Es handelt sich um ein schwingungsfähiges System, ein so genanntes Masse-Feder-System. Bei dieser Konstruktion ergeben sich zwei Schallübertragungswege: durch die Konstruktion und durch das Gefach. Das System erlangt den Schallschutz nicht durch Masse, sondern durch Mehrschaligkeit, was ein großer Vorteil ist, weil mit relativ geringer Masse hohe Schallschutzwerte erreicht werden.

Masse-Feder

Die Schalen (Beplankungen) funktionieren wie Membranen, die Schall aufnehmen bzw. abstrahlen. Der Begriff Biege-Wellenresonanz ist bei plattenförmigen Bauteilen von großer Bedeutung. Man betrachtet die Schalen isoliert. Die Schalleitung und die Schallabstrahlung sind besonders groß, wenn die Wellen des Luftschalls mit den Eigenschwingungen der Platte übereinstimmen. Dies gilt für Frequenzen die höher sind als die so genannte Grenzfrequenz (f_g) der Platte. Es gilt, die Grenzfrequenz der Platte möglichst hoch zu halten. Platten mit einer Grenzfrequenz höher als 2000 Hz gelten als biegeweich. Eine Platte ist biegeweich, wenn sie möglichst dünn ist und eine hohe flächenbezogene Masse besitzt. Damit ist die Platte träge und wird nicht durch Schall im normalen Frequenzbereich zur Eigenschwingung angeregt.

Das Masse-Feder-System hat eine Eigenresonanz (f_0), bei der die Schalenkonstruktion in Eigenschwingung gebracht wird, und der Schall besonders stark durchdringt. Die Eigenresonanz hängt von der flächenbezogener Masse und der dyna-



Abb. 7: Feuerwehr- und Kulturhaus in Hittisau, Österreich. Cukrowicz und Nachbaur Architekten

Bei dem Bild oben stellen wir uns vor, dass der Luftschall sich ausbreitet und auf die vordere Wand sowie auf die Decke und auf den Boden trifft. Jedes Bauteil kann theoretisch im angrenzenden Raum den eingeleiteten Schall wieder in Luftschall abstrahlen. Die Flankenübertragung vom Schall spielt bei dem Zusammenfügen von Bauteilen eine große Bedeutung.

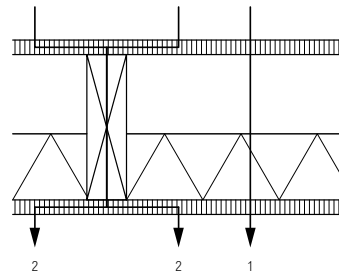


Abb. 8: Typischer schalltechnisch zweischaliger Querschnitt eines Holzbauteils mit den Schallübertragungswegen

Die beiden biegeweichen Schalen (in der Praxis Beplankungen) sind über die Konstruktionshölzer mehr oder weniger stark miteinander gekoppelt. Bei einer starren Verbindung zwischen Schalen und Rippe geht der Schall fast aus-

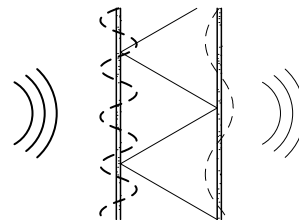


Abb. 9: Schematische Darstellung eines zweischaligen Masse-Feder Systems

2.2.3 Grundlagen . Schallschutz/Wärmeschutz

Bauteil	Luftschalldämmung erf R'_{a} [dB]	Trittschalldämmung zul $L'_{n,w}$ [dB]
Wände		
Wohnungstrennwände	53	
Treppenraumwände	52	
Haustrennwände	57	
Decken		
Wohnungstrenndecken		
in Gebäuden mit 2 Wohnungen	52	53
> 2 Wohnungen	54	53
Decken unter nutzbaren Dachräumen (z.B. unter Abstellräumen)		
in Gebäuden mit 2 Wohnungen	52	63
> 2 Wohnungen	53	53

Abb. 10: Anforderungen nach DIN 4109 an die Schalldämmung von Wänden und Decken zwischen fremden Wohnbereichen (normaler Schallschutz)

Bauteil	Luftschalldämmung empf R'_{a} [dB]	Trittschalldämmung empf $L'_{n,w}$ [dB]
Wände		
Wohnungstrennwände	≥ 55	
Treppenraumwände	≥ 55	
Haustrennwände	≥ 67	
Decken		
Wohnungstrenndecken	≥ 55	≤ 46
Decken unter nutzbaren Dachräumen	≥ 55	≤ 46

Abb. 11: Empfehlungen nach DIN 4109, Beiblatt 2, für den erhöhten Schallschutz von Wänden und Decken zwischen fremden Wohnbereichen

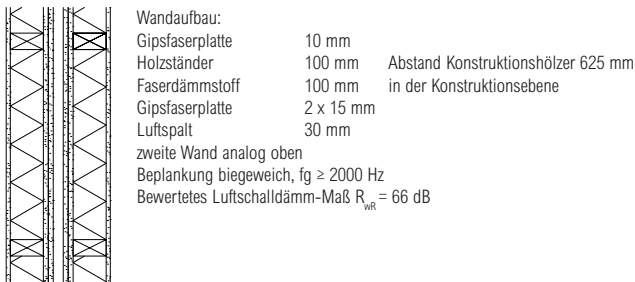


Abb. 12: Typischer Aufbau einer Gebäudetrennwand als Doppelwand zwischen fremden Wohneinheiten

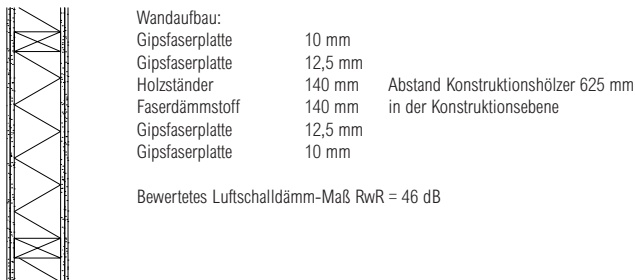


Abb. 13: Aufbau einer einfachen Holzständerinnenwand mit doppelter Beplankung

mischen Steifigkeit s' der elastischen Zwischenschicht ab. Die dynamische Steifigkeit ist ein Maß für die Zusammendrückbarkeit (Elastizität) der Hohlraumdämmung. Die Eigenfrequenz muss möglichst niedrig sein, weil oberhalb dieser Frequenz die Schalldämmung stärker mit der Frequenz als bei gleich schweren einschaligen Bauteilen wächst.

Anforderungen an Schallschutz

Anforderungen an den Schallschutz sind über die Landesbauordnungen durch DIN 4109 gesetzlich geregelt. Die DIN 4109 gibt Anforderungen zum normalen Schallschutz und Empfehlungen zum erhöhten Schallschutz vor. Es werden Vorschriften an trennende Bauteile zwischen fremden Wohnungen und Arbeitsbereichen samt Außenbauteilen formuliert.

Bauteile

Gebäudetrennwand

Die Haustrennwand trennt fremde Hauseinheiten, z.B. Reihenhäuser, voneinander. Aus brandschutztechnischen Gründen ist die Haustrennwand eine Doppelwandkonstruktion.

Die Haustrennwand ist bis unter die Dachschalung zu führen. Die Dachlattung wird unterbrochen und mit Metallprofilen ersetzt. Die Hohlräume werden mit nicht brennbaren Dämmstoffen ausgefüllt. Diese Maßnahmen dienen primär zur Erfüllung des Brandschutzes und sie verhindern gleichzeitig die Schalllängsleitung.

Die oben beschriebene Konstruktion macht die Schalllängsleitung unbedeutend. Der zu erfüllende Schallschutz der Gebäudetrennwand ist aus diesem Grund ein reines Luftschallschutzmaß. Mit Standardkonstruktionen werden Luftschallschutzwerte $R_{wR} = 66$ dB erreicht. Um höhere Schallschutzwerte zu erreichen, muss raumseitig eine Vorhangschale (Installationsebene) eingebracht werden.

Wohnungstrennwand

Wir unterscheiden bei Wänden im Gebäudeinneren zwischen Wänden innerhalb des eigenen Wohnbereichs und Wohnungstrennwänden, die fremden Wohnbereiche sowie Arbeitsbereiche voneinander trennen. Bei den Wohnungstrennwänden gelten die Anforderungen nach DIN 4109.

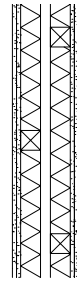
Gemäß DIN 4109, Beiblatt 1, können die Wände isoliert, ohne Berücksichtigung der flankierenden Wände, betrachtet werden. Bei diesem so genannten vereinfachten Nachweis muss zu den geforderten Werten 5 dB zugeschlagen werden. Das bedeutet, dass der rechnerische Luftschallschutzwert für eine Trennwand $R_{wR} \geq 58$ dB sein muss (siehe Abb.10).

Der Luftschallschutz gemäß DIN 4109 einer Trennwand ist sowohl bei einer Holzständerwand als auch bei einer Brett-schichtholz wand nur mit einer Doppelwandkonstruktion erreichbar.

Bei den Treppenhauswänden ist der Trittschall ausschlaggebend für die Konstruktion. Der Luftschall wird hauptsächlich durch die Wohnungstür gehen.

Häufig wird die Treppe punktuell an den seitlichen Trennwänden befestigt. Die starre Verbindung erzeugt Körperschallschwingungen über Auflager in Wand und Decke, die als Schall nach innen abgestrahlt werden. Nur wenn die Trennwand als Doppelwand ausgeführt ist, erreicht man einen optimalen Trittschallschutz.

Entkopplung der Stahlholz- bzw. Massivholztreppe im Auflager ist möglich, ist jedoch nicht die Praxis, weil ihre Gebrauchstauglichkeit eingeschränkt wird.



Wandaufbau:		
Gipskartonplatte	2 x 12,5 mm	
Gipsfaserplatte	12,5 mm	
Holzständer	60 mm	Abstand Konstruktionshölzer 625 mm
Faserdämmstoff	60 mm	in der Konstruktionsebene
Luftspalt	30 mm	

zweite Wand analog oben

Bewertetes Luftschalldämm-Maß $R_{wR} = 59 \text{ dB}$

Abb. 14: Aufbau einer doppelten Holzständerinnenwand mit doppelter Beplankung

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle (Fassade und Dach mit ihren Einbauten Fenstern und Türen) soll Schutz gegen Lärm von außen (Immissionsschutz) bieten.

Vor allem geht es um Schutz gegen Straßenverkehrslärm. Nach DIN 4109 wird ein maßgeblicher Außenlärmpegel L_a ermittelt. Je nach Nutzung eines Raumes darf ein bewerteter Schallpegel L_i in dB(A) nicht überschritten werden. Für Wohnräume liegt L_i zwischen 25 und 30 dB(A). Das resultierende Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ bildet sich aus der Differenz zwischen L_a und L_i .

Maßgeblicher Außenlärmpegel [dB(A)]	≤ 55	56 - 60	61 - 65	66 - 70	71 - 75	76 - 80

Abb. 15: Erforderliches resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ nach DIN 4109 für Außenbauteile von Wohngebäuden in Abhängigkeit vom Lärmpegelbereich, d.h. vom maßgeblichen Außenlärmpegel

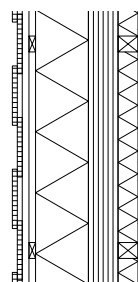
Fenster stellen Schwachpunkte dar. Es gilt, dass die Wände und Fenster annähernd dasselbe resultierende Schalldämmmaß besitzen sollen, sonst zieht das Fenster je nach Flächenanteil den Wert nach unten.



Abb. 16: Haus Nenning, Hittisau, Österreich. Cukrowicz und Nachbaur Architekten

Die zwei Standardaufbauten für Steildächer sind Zwischensparrendämmung- und Aufsparrendämmung-Aufbau. Bei Konstruktionen mit Zwischensparrendämmung erreicht man die besten Schallschutzwerte durch raumseitige Beplankung bestehend aus Gipsbauplatten (Gipskarton- oder Gipsfaserplatten), die möglichst elastisch an den Sparren mit Latten oder Federschienen, Federbügeln befestigt sind.

Als Hohlräumdämmung kommen nur zusammendrückbare Dämmstoffe wie z.B. Mineralfaserdämmfilz oder Holzweichfaserplatten zum Einsatz. Je höher die flächenbezogene Masse der Dacheindeckung ist, desto besser. Verfalzte Ton- oder Betonplatten weisen gute Schallschutzwerte auf.

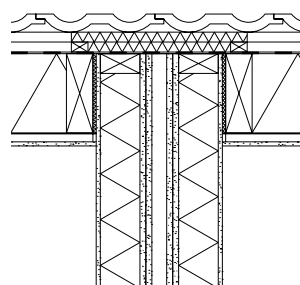


Wandaufbau:		
Stulpschalung aus Massivholz	2 x 22 mm	
Luftspalt	30 mm	
Lattung	30 mm	
Faserdämmstoff	160 mm	
Brettstapelelement	90 mm (vernagelt, verdübelt, verleimt)	
Faserdämmstoff	60 mm (zwischen Latten, a = 625 mm)	
Gipskartonplatte	12,5 mm	

Bewertetes Luftschalldämm-Maß $R_{wR} = 51 \text{ dB}$

Abb. 17: Aufbau einer Außenwand aus Brettstapelelementen mit vorgehängter Schalung

Bei der Aufsparren-Konstruktion ist es möglich, Hartschaumdämmplatten, z.B. Polystyrol oder PUR-Hartschaum zu verwenden.



Dachbau:	
Betondachpfannen	30 mm
Faserdämmstoff/Lattung	30 mm
Faserdämmstoff/Konterlattung	30 mm
Unterdachbahn	
Faserdämmstoff zw. Sparren	240 mm
Dampfbremse	
Lattung	24 mm
Gipskartonplatte	12,5 mm

Bewertetes Luftschalldämm-Maß $R_{wR} = 51 \text{ dB}$

Abb. 18: Anschluss Gebäudetrennwand an Steildach mit Zwischensparrendämmssystem

2.2.3 Grundlagen . Schallschutz/Wärmeschutz



Abb. 19: Montage von Deckenelementen aus Massivholz

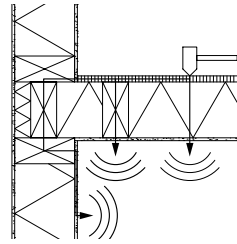
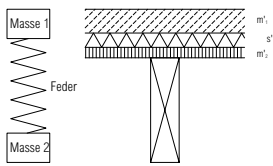


Abb. 20: Übertragungswege vom Trittschall



Zwei Massen m_1 und m_2 sind über eine Feder mit der dynamischen Steifigkeit s miteinander verbunden.

Abb. 21: Schematische Darstellung einer Holzbalkendecke als Masse-Feder-System

	OSB-Verlegeplatte	22 mm
	Balken	60 x 220 mm, a = 625 mm
	$L_{n,w,eq,H}$	84 dB
	OSB-Verlegeplatte	22 mm
	Balken	60 x 220 mm, a = 625 mm
	Faserdämmstoff	100 mm
	Federschiene	27 mm
	Gipskarton	2 x 12,5 mm
	$L_{n,w,eq,H}$	61 dB
	Brettstapeldecke	140 mm
	Lattung über Federbügel	45 mm
	Gipskarton	12,5 mm
	$L_{n,w,eq,H}$	71 dB

Abb. 22: Übliche Holzrohdeckenaufbauten mit äquivalentem, bewertetem Normtrittschallpegel $L_{n,w,eq,H}$

	ZE-Estrich	50 mm, $m = 115 \text{ kg/m}^2$
	Trittschalldämmplatte	30 mm, Mineralfaser
	Tockene Schüttung	50 mm
	Sperrholz	12 mm
	Sichtschalung	28 mm
	Balken	220 mm
	$L'_{n,w}$	53 dB
	ZE-Estrich	50 mm, $m = 115 \text{ kg/m}^2$
	Trittschalldämmplatte	20 mm, Mineralfaser
	Tockene Schüttung	50 mm
	Rieselschutzpapier	
	Verlegespannplatte	22 mm
	Balken	220 mm
	Faserdämmstoff	100 mm
	Federschiene	27 mm
	Gipskarton	12,5 mm
	$L'_{n,w}$	44 dB

Abb. 23: Offene und geschlossene Balkendecke mit dazugehörigem, bewertetem Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$

Decken

Bei Schallschutzanforderungen an Decken wird zwischen Art (Geschosshäuser, 2-Familienhäuser) und Nutzung (Hotel, Krankenhaus, Büro, Schule etc.) des Gebäudes unterschieden. Die Anforderungen für eine Trenndecke in einem Mehrfamilienhaus sind für Luftschall und Trittschall:

$$R'w \geq 54 \text{ dB} \quad \text{und} \quad L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB.}$$

Die Schlussfolgerung ist, dass beim Konstruieren von Decken in erster Linie die Trittschallanforderungen erfüllt werden müssen.

Bei Holzdecken handelt es sich um ein Masse-Feder-System. Dieses schwingungsfähige System besteht aus zwei Schalen; m_1 und m_2 und einer Feder mit der dynamischen Steifigkeit s . Das System hat eine Eigenresonanzfrequenz (f_0), bei der große Schwingungen entstehen. Die Eigenfrequenz soll möglichst niedrig sein, weil oberhalb f_0 eine gute Schalldämmung erreicht wird.

Der Trittschall bei Decken setzt sich zusammen aus dem direkten Schall und dem Schall, der sich längs der Decke fortpflanzt und dann über die flankierende Wand in den Raum abstrahlt.

Bei hochschalldämmenden Decken, z.B. Decken mit abgehängten Unterdecken über Federschielen und Hohlraumdämmung, geht der Schall fast nur den indirekten Weg. Für offene Holzdecken ist dieser Weg unwichtig. Schall strahlt von obenseitiger Beplankung direkt nach unten.

Bei der Berechnung des reinen Trittschallschutzmaßes einer Decke hat es sich herausgestellt, dass man die Betrachtungsweise von Massivdecken auf Holzdecken übertragen kann, jedoch mit anderen Ausgangswerten.

Bei diesem Verfahren werden die einzelnen Komponenten Holzrohdecke und Estrich getrennt gemessen. Dazu kommt, dass man die Flankenübertragung mit einem Korrekturwert berücksichtigt.

Die Schallschutzeigenschaften der Holzrohdecke werden über den bewerteten, äquivalenten Normtrittschallpegel $L_{n,w,eq,H}$ definiert. Die Verbesserung des Trittschallschutzes durch geeignete Estrichaufbauten wird mit dem Wert des Trittschallverbesserungsmaßes $\Delta L_{w,H}$ beschrieben. Die vollständige Formel lautet:

$$L_{n,w} = L_{n,w,eq,H} - \Delta L_{w,H} - \Delta L_{n,w} \text{ Beschwörung}$$

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K$$

$L_{n,w}$	Bewerteter Normtrittschallpegel ohne Berücksichtigung der Flankenübertragung
$L_{n,w,eq,H}$	Bewerteter, äquivalenter Normtrittschallpegel für eine Holzrohdecke
$\Delta L_{w,H}$	Trittschallverbesserungsmaß für eine Holzrohdecke
$\Delta L_{n,w}$	Beschwörung Rohdeckenbeschwörung
K	Korrekturzahl Flankenübertragung

Bei Holzbalkendecken wird zwischen 1-schaligen Brettschicht-holz- und Holzbalkendecken und den 2-schaligen Holzbalkendecken mit Unterdecke unterschieden.

Eine eventuelle Unterdecke ist als Teil der Rohdecke zu betrachten. Gipsbauplatten, die über Federschien an den Balken befestigt sind, können eine Verbesserung bis 25 dB gegenüber einer offenen Decke bringen.

Bei offenen Holzbalkendecken hat man die Möglichkeit, die Rohdecke zu beschweren. Die Rohdeckenbeschwerung soll möglichst schwer und biegeweich sein. Häufig werden Beton-gehwegplatten (max. ca. 30 x 30 cm) im Kaltbitumen auf den Unterboden der Rohdecke verlegt. Andere mögliche Beschwerungen sind verschiedene Schüttungen, die in Rastergittern aus Latten, Pappwabe, Sandmatten gebunden werden.

Der schwimmende Estrich bildet mit der Trittschalldämmplatte und der Rohdecke ein Masse-Feder-System. Für das System gilt, dass die Grenzfrequenz f_0 möglichst niedrig sein soll. Um dies zu erreichen, muss der Estrich schwer sein und die Trittschalldämmplatte (TSD) möglichst weich.

Zementestrich (ZE) mit der hohen flächenbezogenen Masse 100 kg/m^2 ist sehr steif mit einer guten Lastverteilung. Die Trittschalldämmplatte kann zusammen mit ZE sehr weich sein. Der Nachteil bei diesem Estrichaufbau ist die hohe Schall-längsleitung durch den steifen Aufbau. Aus diesem Grund muss der Estrich unter Trennwänden und Wohnungsab-schlussstüren vollständig getrennt werden.

Gussasphaltestrich wird oft im Holzbau eingesetzt. Dieser Estrich (Thermoplast) beinhaltet kein Wasser. Durch Abkühlen zieht er sich zusammen. Die Konstruktion bietet eine weniger gute Lastverteilung und kann nur zusammen mit steifen TSD-Platten verwendet werden. Der Aufbau weist gute Schalldämm-längswerte durch innere Dämpfung auf.

Bei Trockenestrichen sowie schwimmend verlegten Plattenwerkstoffen, Holzdielenböden, Spanplatten, Gipsbauplatten oder OSB-Platten sind steife TSD-Platten notwendig, um ein Einsinken des Bodens zu verhindern.

Die Trittschallschutzeigenschaften bei Bodenbelägen können durch Abfedern des Aufsetzens verbessert werden. Damit wird die Schallenergie, die in die Decke eingeleitet wird, verringert.

Teppich als Bodenbelag bringt im Holzbau gegenüber Massivbau wenig. Die Verbesserungen liegen im hochfrequenten Bereich, wo die Schalldämmung sowieso gut ist.

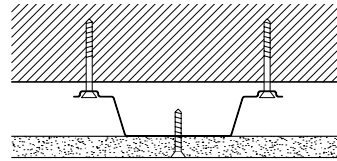


Abb. 24: Federschiene

Bei der Montage der Federschien müssen die Schrauben eine Luftspalt von ca. 1 mm zwischen Decke und Bügel zulassen.

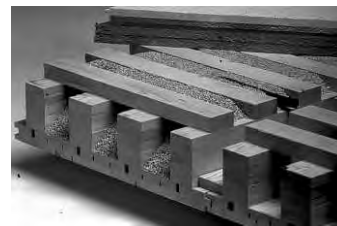


Abb. 25: Rohdeckenbeschwerung

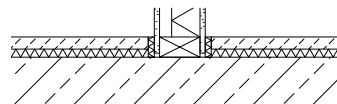


Abb. 26: Trennung von ZE-Estrich unter einer Trennwand



Abb. 27: Holzdielen

Wärmeschutz

Voraussetzung für einen funktionierenden Wärmeschutz sind die Funktionen Luftdichtheit, Winddichtheit und Feuchteschutz.

Luftdichtheit

Wärmeschutz funktioniert nicht ohne Luftdichtheit. Durchströmende Luft verändert die Temperatur sowohl innerhalb der Bauteile, als auch auf den Bauoberflächen. Luftdichtheit schützt gegen Wasserkonvektion, verhindert Lüftungswärmeverluste und Zugerscheinungen.

Luftdichtheit darf nicht mit Winddichtheit, die die Auskühlung der Konstruktion von außen verhindern soll, verwechselt werden.

Um die Luftdichtheit der Gebäudehülle zu messen, wurde das Blower-Door-Verfahren entwickelt. Hierbei geht es um einen Ventilator angeschlossen an einer Plane mit flexiblem Rahmen. In der Regel wird das Blower-Door-Messsystem in eine Außentür eingebaut. Ein Über- oder Unterdruck von 50 Pa gegenüber Außenluft wird erzeugt. Falls Undichtheiten vorhanden sind, muss Luft zu- oder abgeführt werden. Damit kann ein Luftdichtheitsnachweis einfach ausgeführt werden.

Es gibt verschiedene Kenngrößen für die Luftdichtheit. Die Luftwechselrate n_{50} beschreibt die Luftwechselrate bei einer mechanisch erzeugten Druckdifferenz von 50 Pa.

$$n_{50} = V_{50} / V$$

V_{50} Volumenstrom in m^3/h
 V Luftvolumen in m^3

Laut Anforderungen in DIN 4108-7 und in EnEV darf n_{50} bei beheizten Gebäuden ohne raumluftechnische Anlagen nicht 3 mal pro Stunde überschreiten.

q_{50} ist ein Materialwert für die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle. Die Kenngröße bildet sich durch das Verhältnis pro Stunde ausgetauschtes Luftvolumen bezogen auf die Gebäudehüllfläche.

$$q_{50} = V_{50} / AE$$

V_{50} Volumenstrom in m^3/h
 AE Gebäudehüllfläche in m^2

Die Dichtheitsfunktion muss einer Schicht zugeordnet werden. Bei Holzrahmenbau werden folgende Materialien für die Luftdichtheitschicht verwendet:

- Holzwerkstoffplatten
- Gipsbauplatten (Gipsfaser- und Gipskartonplatten)
- Baupappen
- Polyethylenfolie (PE-Folie)

Fugen müssen bei Gipsbauplatten gespachtelt und bei Holzwerkstoffen abgeklebt werden. Nut- und Federverbindungen



Abb. 28: Blower-Door-Messsystem

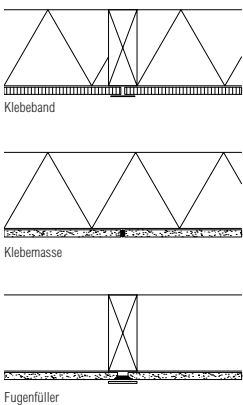


Abb. 29: Prinzipielle Ausbildungen von Stößen bei der luftdichten Ebene

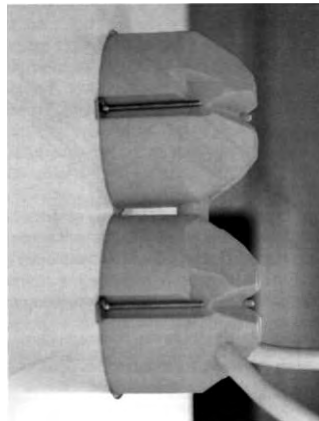


Abb. 31: Luftdichte Hohlwanddose in der luftdichten Ebene

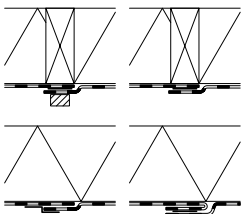


Abb. 30: Prinzipielle Ausbildungen von Überlappungen mit einseitigem und doppel-seitigem Klebeband



Abb. 32: Diffusionsoffene OSB-Beplankung raumseitig mit geklebten Plattenstößen

sind nicht dicht. Profilbretter müssen auf einer dichten Trägerplatte befestigt werden.

Durchdringungen von Gipsbauplatten stellen kein Problem dar. Öffnungen zw. Bekleidung und Installationen sind mit Fügungsfüller, Dichtungsmassen einfach zu füllen.

Winddichtheit

Die Winddichtheit hat die Aufgabe, ein Durchströmen von Bauteilschichten mit Außenluft in der Bauteilebene zu verhindern. Ungeschützte Dämmstoffschichten können durch eindringende Außenluft einen Teil ihrer Dämmwirkung verlieren. Materialien für die Winddichtheitsschicht sind:

- Holzweichfaserplatten
- Bitumenpappe auf Holzschalung
- Unterspannbahnen
- Dämmstoffplatten mit hohem Strömungswiderstand

Feuchteschutz

Außenbauteile müssen gegen Schlagregen und Wasserdampf geschützt werden. Schlagregen belastet die Konstruktion von außen. Regenwasser darf nur in geringe Masse in die Konstruktion eindringen und muss in der Folge wieder nach außen abgegeben werden.

Von innen werden Bauteile durch Wasserdampf beansprucht. In der kritischen Winterperiode stellt sich ein nach außen gerichteter Wasserdampfstrom ein. Die Treibkraft für Diffusion sind Wasserdampfkonzentrationsunterschiede zwischen innen und außen. Es gilt die Durchlässigkeit der einzelnen Schichten der Konstruktion aufeinander abzustimmen, so dass die Durchlässigkeit nach außen abnimmt.

Um die Dichtigkeit einer Bauteilschicht zu beschreiben, wird die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke (s_d) verwendet. Der Wert gibt in Metern an, wie dick eine Luftschicht sein muss, um den gleichen Widerstand wie eine reale Bauteilschicht zu erzeugen.

Aus feuchtetechnischer Sicht ist es möglich, die Bauteile diffusionsdicht und diffusionsoffen zu gestalten. Bei einer diffusionsdichten Konstruktion ist raumseitig vor der Dämmebene eine Dampfbremse. Eine diffusionsoffene Konstruktion hat diese Dampfbremse nicht. Der Vorteil der diffusionsoffenen Konstruktion ist die Austrocknung von eingedrungenem Wasser nach innen und außen. Nach neuestem Stand von Forschung und Praxis sind diffusionsoffene Bauweisen zu bevorzugen.

Bei Dächern wünscht man sich feuchtetechnisch eine sehr robuste Konstruktion, d.h. eine möglichst große Austrocknungskapazität. die s_d - Werte sollen deshalb so weit wie möglich unterschritten werden.

Abb. 33:iii



Abb. 34: Shinefield House, Searange, California, USA, Architekt Charles W. Moore

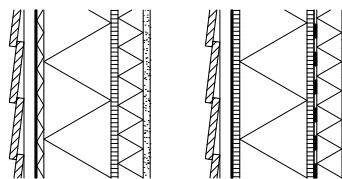


Abb. 35: Diffusionsoffene und diffusionsdichte Konstruktion

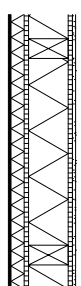
Definitionen und Klassifizierungen von Wasserdampfdurchlässigkeit nach dem s_d -Wert:

- diffusionsoffen: $s_d \leq 0,5 \text{ m}$
- diffusionshemmend: $0,5 \text{ m} \leq s_d \leq 1500 \text{ m}$
- diffusionsdicht: $s_d \geq 1500 \text{ m}$

2.2.3 Grundlagen . Schallschutz/Wärmeschutz

Baustoff	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m · K)]
Konstruktionsvollholz 500 kg/m ³	0,13
Konstruktionsvollholz 700 kg/m ³	0,18
Flachpressspanplatte (300 kg/m ³ ≤ ρ ≤ 900 kg/m ³)	0,10 - 0,18
Holzfasersplatte (250 kg/m ³ ≤ ρ ≤ 800 kg/m ³)	0,07 - 0,18
OSB-Platten	0,13
Furnierschichtholz (Sperrholz) (300 kg/m ³ ≤ ρ ≤ 1000 kg/m ³)	0,09 - 0,24
Kunstharzputz	0,71
Gipskarton-Bauplatte	0,51
Beton, armiert mit 1% Stahl	2,30
Beton, armiert mit 2% Stahl	2,50
Zement-Estrich	1,40
Mineralwolle	0,030 - 0,060
Expandierter Polystyrolschaum	0,030 - 0,060
Extrudierter Polystyrolschaum	0,026 - 0,048
Polyurethan-Hartschaum	0,020 - 0,048
Holzfaserdämmstoffe	0,032 - 0,085

Abb. 37: Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Baustoffe



Wandaufbau:	
Kunststoffputz	8 mm
Wärmedämmstoff	40 mm
OSB-Platte	13 mm
Wärmedämmstoff	120 mm
OSB-Platte	13 mm
Gipskarton	9,5 mm

Baustoff	d [mm]	λ [W/(m · K)]	R [m ² · K/W]
Kunststoffputz	8	0,70	0,011
Wärmedämmstoff	40	0,04	1,00
OSB-Platte	13	0,13	0,10
Wärmedämmstoff	120	0,04	3,00
OSB-Platte	13	0,13	0,10
Gipskarton-Bauplatte	9,5	0,51	0,019
Summe	203,5		4,23

$$U_g = 1/(4,23 + 0,13 + 0,04) = 0,227 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$U_g = U_g + (\psi_s/e) = 0,227 + (0,015/0,625) = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Abb. 38: Beispiel für die Bestimmung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten einer Außenwand gemäß DIN 10211-2

Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit λ (Lambda) definiert, welche Wärmemenge in 1 Stunde bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin durch 1m² einer 1m dicken Schicht eines Stoffes strömt. Die Kenngröße hat die Einheit W/(mK)

Dämmstoffe werden definiert als Materialien, die einen Lambda-Wert unter 0,1 W/mK haben. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit desto besser ist das Material als Dämmstoff.

Wärmedurchgangswiderstand R

Der Wärmedurchgangswiderstand (R) ist die Kenngröße zur Beschreibung der Wärmeschutztechnischen Wirkung einer Funktionsschicht.

Der Wärmedurchgangswiderstand eines mehrschichtigen Bauteils errechnet sich zu:

$$R_T = R_{is} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_{se}$$

R_{is} und R_{se} sind innere bzw. äußere Wärmedurchgangswiderstände. Wärmedurchgangswiderstand hat die Einheit m²K/W

Wärmedurchgangskoeffizient (u-Wert)

Um den u-Wert eines mehrschichtigen Bauteils zu erhalten, müssen wir den totalen Wärmedurchgangswiderstand (RT) berechnen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient (u-Wert) bezeichnet die Wärmemenge, die in 1 Sekunde durch eine Bauteilfläche von 1 m² bei einem Temperaturunterschied von 1 K hindurch geht. Die Einheit ist W/(m²K). Der Wärmedurchgangskoeffizient berechnet sich als:

$$u = 1 / R_T$$

Je kleiner der u-Wert eines Bauteils ist, desto besser ist seine Wärmedämmung. Von der Höhe des u-Wertes hängt die erforderliche Dämmstoffdicke ab.

Beim Holzrahmenbau befindet sich in der Regel die stärkste Dämmschicht im Gefach zwischen den Konstruktionshölzern. Die Wärmebrückenwirkung über die Konstruktionshölzer findet Berücksichtigung durch die Berechnung der mittleren Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert) oder mittlerem Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert).

Maßgebende Größe für die wärmetechnische Bewertung eines Bauteils ist der u-Wert.

Wärmeschutz im Holzbau

Trotz der Tatsache, dass Holz durch seine hygroskopische Mikrostruktur einen dämmenden Beitrag leistet, muss die dämmende Funktion in Holzbauteilen, um die bauphysikalischen Anforderungen zu erfüllen, von Dämmstoffen übernommen werden.

Das besondere bei Holzrahmenbau ist, dass die Dämmung bei

den Wänden in derselben Ebene wie die Konstruktion liegt. Wenn die Konstruktion beidseitig beplankt wird, ist der Aufbau bauphysikalisch betrachtet eine Sandwichkonstruktion.

Die Dämmsysteme für Holzbauten sind in der Regel Komplexsysteme, d.h. hierarchisch aufgebaute Schichtenkonstruktionen nach dem Prinzip: Tragen, Dämmen, Schützen. Die Schichten müssen kontinuierlich sein. Beim Holzrahmenbau besteht der Aufbau aus Schichten, die fast monofunktional sind. Die einzelnen Schichten sind auf eine oder wenige Aufgaben spezialisiert. Dies macht Querschnitte im Holzbau relativ komplex, wenn man sie mit Kompaktsystemen wie Einsteinsmauerwerk und Dämmbeton vergleicht.

Folgende Wärmedämmsysteme werden im Holzbau zum Einsatz:

- Hinterlüftete Konstruktionen
- Wärmedämmverbundsysteme

Die Mineralfaserdämmstoffe sind für Holzbau optimal geeignet. Hartschaumplatten sind als Dämmung in den Gefächern zwischen den Konstruktionshölzern ausgeschlossen. Da Mineralfaserdämmstoffe leicht gestaucht eingebaut werden, nehmen sie auf einfache Weise Toleranzen und feuchtebedingte Bewegungen auf.

Dämmung wird nicht nur gegen Wärmeverlust von innen, sondern auch gegen Wärmeüberschuss von außen eingesetzt. Je nach Klima ist die eine oder andere Richtung relevant. Im gemäßigten Kontinentalklima Europas ist die zu erfüllende Funktion der Wärmedämmung von der jeweiligen Jahreszeit abhängig.

Anforderungen an Wärmeschutz

Aufgabe des Wärmeschutzes ist es, mit möglichst geringem energetischem Aufwand behagliche Temperaturen und ausreichend hohe Oberflächentemperaturen (Verhinderung von Schimmelpilzbildung) zu gewährleisten.

Bauordnungsrechtlich stellt die EnEV Anforderungen an die gesamte Gebäudehülle im Zusammenwirken mit der technischen Gebäudeausrüstung. Darüber hinaus müssen die Mindestanforderungen der einzelnen Bauteilen nach DIN 4108-2 erfüllt werden.

Zwei Vorschriften:

- Energiesparender Wärmeschutz EnEV: Energieeinsparverordnung (Wärmeschutz und Anlagentechnik)
- Mindestwärmeschutz DIN 4108-2

Um Transmissionsverluste durch Wärmebrücken zu berechnen, verwendet man die Kenngrößen ψ (psi) und χ (chi). Wärmebrücken sind entweder linienförmig oder punktförmig.

Die Bauteile Fenster und Türe stellen linienförmige Wärmebrücken dar. Bei der Gebäudehülle eines Niedrigenergiehauses machen die Wärmeverluste durch Wärmebrücken einen relativ höheren Anteil aus als bei normalen Häusern.

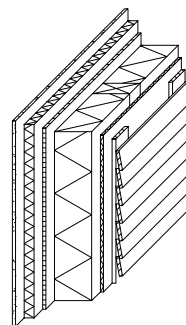
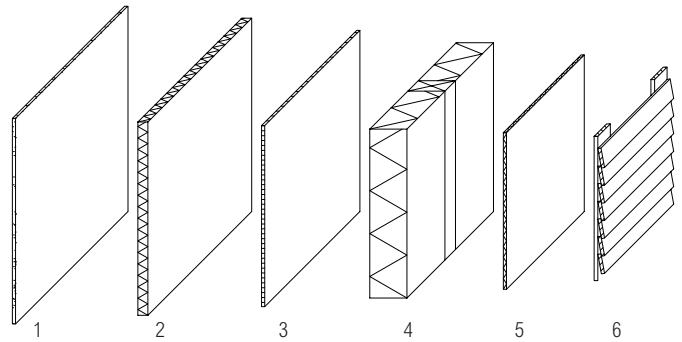


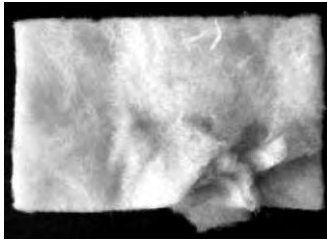
Abb. 39: Funktionsschichten. Entwicklung von den einzelnen Funktionsschichten zum Bauteil Wand. Beispiel Holzrahmenbauwand mit Installationsebene raumseitig und hinterlüfteter Verkleidung aus Holzpaneelen

Luftdichtheit:	Ebene 1, 3 (üblich) oder 5
Winddichtheit:	Ebene 5
Wärmedämmung:	Ebene 2,4
Feuchteschutz:	Ebene 1,2,3,4,5 nach innen, Ebene 6 nach außen
Schallschutz:	Ebene 1,2,3,4,5,6

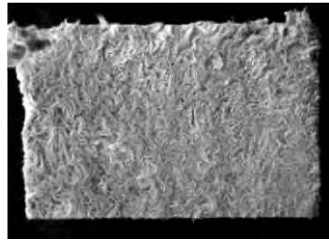


Abb. 40: Die wärmetechnische Güte der Gebäudehülle kann mit Infrarot-Thermografie sichtbar gemacht werden. Die für Menschen unsichtbare langwellige Wärmeabstrahlung von Bauteiloberflächen kann farblich abgebildet werden.

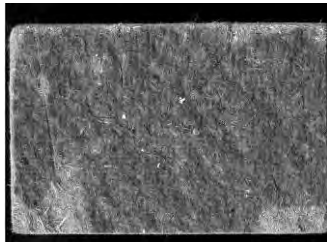
2.2.3 Grundlagen . Schallschutz/Wärmeschutz



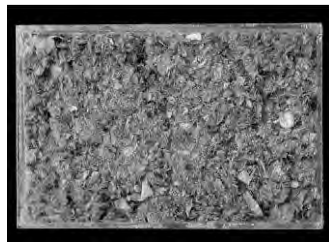
Glaswolle (Gelb):
Wärmeleitfähigkeit 0,030 - 0,040 W/mK
Rohdichte 10 - 200 kg/m³



Steinwolle (Gelb):
Wärmeleitfähigkeit 0,030 - 0,040 W/mK
Rohdichte 10 - 200 kg/m³



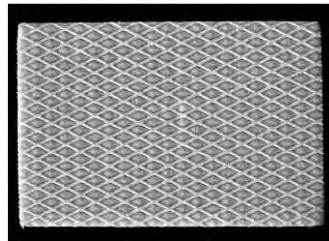
Holzweichfaserplatte (Braun):
Wärmeleitfähigkeit 0,040 - 0,045 W/mK
Rohdichte 150 - 180 kg/m³



Zellulose (Grau):
Wärmeleitfähigkeit 0,040 - 0,045 W/mK
Rohdichte 30 - 80 kg/m³



EPS (Weiß):
Wärmeleitfähigkeit 0,035 - 0,040 W/mK
Rohdichte 10 - 50 kg/m³



XPS (Blau oder Grün):
Wärmeleitfähigkeit 0,030 - 0,040 W/mK
Rohdichte 20 - 60 kg/m³

Abb. 41: Materialproben Dämmstoffe (siehe Vitrine mit Baustoffen im 2. Stock am IBBTE Institut)



Abb. 42: Einbringung von Zellulose in eine Holzdecke

Dämmstoffe

Man unterteilt Dämmstoffe in zwei Hauptgruppen:

- Anorganische Dämmstoffe
- Organische Dämmstoffe

Sowohl die anorganischen als auch die organischen Dämmstoffe werden in zwei Gruppen unterteilt, abhängig davon, ob sie aus synthetischen oder aus natürlichen Rohstoffen hergestellt worden sind.

Dämmstoffe werden zusätzlich in Wärmeleitfähigkeitsgruppen klassifiziert. Die Bezeichnung der Wärmeleitfähigkeitsgruppen WLK leitet sich von den drei Stellen hinter dem Komma des Wertes der rechnerischen Wärmeleitfähigkeit (λ) des Stoffes ab:

WLK 035 von $\lambda = 0,035$ W/mK
In 5er Stufen (035, 040, 045...)

Je nach Anwendung werden Dämmstoffe mit einer Typbezeichnung versehen.

Die Dämmstoffe, die im Holzbau zumeist verbaut werden sind die Mineralfaser. Es sind anorganische, synthetische Dämmstoffe. Wegen der Zusammendrückbarkeit sind sie optimal, um in die Gefache des Holzrahmenbaus eingepresst zu werden. Sie füllen die Gefächer fugenlos aus und können Bewegungen aufnehmen.

Zellulose als Dämmstoff wird durch Löcher in der Konstruktion eingeblasen. Wenn die Wandelemente im Holzrahmenbau im Abbandwerk beidseitig beplant worden sind, kann die Zellulose durch Löcher vor Ort eingebracht werden.

Häufig wird im Holzbau die Holzweichfaserplatte verwendet, die sehr gute schallschutztechnische Eigenschaften besitzt. Sie eignet sich sehr gut als Trittschalldämmplatte. Sie kommt auch als Windschutzschicht sowohl in der Wand, als auch im belüfteten Dach zum Einsatz.

Die am meisten verwendeten, formstabilen Schaumdämmstoffe sind:

- EPS
- XPS
- PUR

Es handelt sich hierbei um geschlossenzellige Dämmstoffe, die aus diesem Grund für Schallschutz ungeeignet sind. Ihre Formstabilität schließt sie auch für den Holzrahmenbau aus. Sie müssen vor einer ebenen Flächen angebracht werden und kommen daher eher im Holzmassivbau zur Anwendung.

Dipl.-Ing Martin Arvidsson
Prof. Peter Cheret

DIN Normen (Auswahl)

DIN 4108-2	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden; Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3	Klimabedingter Feuchteschutz
DIN 4108-6	Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarf
DIN 4108-7	Luftdichtheit von Gebäuden
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden

Weiterführende Literatur:

- Cziesielski: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen, München 1997
- Dierks, Schneider, Wormuth: Baukonstruktion, Düsseldorf 2002
- Herzog, Natterer, Schweitzer, Volz, Winter: Holzbau Atlas, Basel · Boston · Berlin, 2004
- Informationsdienst Holz: Holzbauhandbuch
- Funktionsschichten und Anschlüsse für den Holzhausbau
 - Grundlagen des Schallschutzes
 - Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken
 - Schallschutz, Wände und Dächer
- Neumann, Weinbrenner: Frick / Knöll Baukonstruktionslehre 1, Stuttgart, 2002
- Neumann, Weinbrenner: Frick / Knöll Baukonstruktionslehre 2, Stuttgart, 2001
- Pierer: Holzbau Handbuch, Wien, 2000
- Schultze: Holzbau, Wiesbaden, 2005

Abbildungsnachweis:

Grundsätzlich sind wir bemüht, die Urheber der in diesem Dokument verwendeten Abbildungen jeweils anzugeben. In einzelnen Fällen kann dies trotz gründlicher Recherche leider misslingen. Gegebenenfalls wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte beim Herausgeber.

- Abb. 1, 2, 7, 16, 19, 25, 27, 32: Bilderbank: Institut für Baukonstruktion und Entwerfen, Lehrstuhl 1, Universität Stuttgart
- Abb. 3: worldwibeweb
- Abb. 4: Ursprung (Hrsg.): Herzog & de Meuron - Naturgeschichte, Montreal, 2002
- Abb. 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 30, 35, 37, 38, 39: Zeichnungen: Institut für Baukonstruktion und Entwerfen, Lehrstuhl 1, Universität Stuttgart
- Abb. 28, 31, 40: Informationsdienst Holz
- Abb. 34: Alinder, Lyndon: The Sea Ranch, 2004, New York
- Abb. 41, 42: Bilderbank Institut für Baustofflehre, Bauphysik, Technischen Ausbau und Entwerfen, Universität Stuttgart

- Einleitung
- Begriffsdefinitionen
- Entwicklung der Holzbausysteme
- Stabförmige Holzbausysteme
- Raumbildende Holzbausysteme
- Weiterentwicklung des Holzrahmenbaus
- Flächige, zusammengesetzte Holzbausysteme
- Flächige, massive Holzbausysteme
- Übersichtstabelle
- Quellen

2.3 HOLZBAUWEISEN HOLZBAUSYSTEME

2.3.1 Marktübersicht über gängige Systeme

Der Holzbau brachte in den 90er Jahren eine Vielzahl innovativer Produkte und Systemlösungen hervor, die eine neue Dimension des Planens und Bauens mit diesem Werkstoff eröffneten. Doch das umfangreiche Angebot muss sorgfältig »verstanden« werden – ergibt sich doch erst mit der passend gewählten Konstruktionsweise ein optimales Tragsystem, das sehr frühzeitig den Planungsprozess, die Kosten und schließlich die Architektur mit all ihren gestalterischen und technischen Aspekten bestimmt.

Durch wissenschaftliche Forschung und Entwicklung wurden Lösungen erarbeitet, die einen hohen Grad an Vorfertigung aufweisen und den Bauprozess wesentlich verändern. Eine Vielzahl an Anforderungen beispielsweise aus der Tragwerksplanung, der Bauphysik (Wärmeschutz, Brandschutz, Schallschutz, Holzschutz) sowie den Oberflächenbeschaffenheiten werden bereits im Herstellungsprozess in die Bauelemente integriert, so dass der „gewöhnliche“ Bauprozess bei der Verwendung von Systemen gewissermaßen umgekehrt wird.

Während der Planer beim Bau einer herkömmlichen Holzkonstruktion die Dimensionen der konstruktiven Bauteile, deren Fügung, die Boden-, Wand- und Deckenaufbauten, Installationsführung, etc. im Detail plant und anschließend die Planung in einzelnen Schritten auf der Baustelle umgesetzt wird, muss die Planung bei der Verwendung von Bausystemen bereits zu Beginn der Baustelle abgeschlossen sein. Die eigentliche Fertigung findet in der witterungsunabhängigen Werkhalle statt und auf der Baustelle werden die vorkonfektionierte Elemente anschließend lediglich montiert.

Zudem bieten viele Systemhersteller den Planern umfangreiche Planungsvorleistungen an (Regeldetails, Systemstatiken, intensive Beratungen etc.). Im Zusammenhang mit Systembau werden einige spezifische Begriffe verwandt, deren Definitionen helfen, die teilweise feinen Unterschiede zu kennen.

(Zitat aus „Holzbausysteme“, Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 4 / 2000)

System oder Bausystem
(systema altlat., gr.) aus mehreren Teilen zusammengesetztes und gegliedertes Ganzes.

Durch die zunehmende Komplexität und die notwendige Integration von verschiedenen Teilaspekten können Bauweisen, wie die Holzrahmenbauweise oder die Skelettbauweise bei entsprechender umfassender Produktkonzeption zu Bausystemen werden. Aktuelle Holzbausysteme sind in der Regel offene



Abb. 1: Carport mit weit auskragender Holzkonstruktion (LIGNATUR)



Abb. 2, 3: Kindergarten im Mertonviertel, Frankfurt/ Main, Cheret und Bozic (Lignotrend)

Systeme und als bauteilbezogene Produkte konzipiert. Sie haben unterschiedliche Anwendungsbereiche (Wand, Decke, Dach) und bieten eine große Flexibilität und damit Marktbreite. Offene Systeme müssen notwendigerweise mit anderen Bausystemen oder Bauweisen kombiniert und somit auch darauf abgestimmt werden (Ausbausysteme, haustechnische Systeme). Sie sind zum Teil so weit entwickelt, dass den Planern umfangreiche Planungsvorleistungen und technische Beratungen zur Verfügung gestellt werden können.

Baukastensystem

Methode, größere Objekte aus vereinheitlichten, aufeinander abgestimmten kleineren Einzelteilen (Elementen oder Modulen) herzustellen

Baukastensysteme stellen einen Sonderfall dar und basieren auf der Vorfertigung einer begrenzten Anzahl von Elementen oder Modulen, aus denen sich durch Kombination eine mehr oder weniger große Zahl von verschiedenen Bauteilen oder Gebäuden zusammensetzen lässt. Die Elemente oder Module haben in der Regel einen hohen Vorfertigungsgrad und damit eine sehr große Planungstiefe (Planung, Fertigung, Logistik, Montage, Marketing). Sie können nicht beliebig ergänzt oder erweitert werden. Die Fügung der Elemente und Module ist in der Regel universell und geometrisiert.

Modul

(modulus, lat.) Eine sich aus mehreren Elementen zusammensetzende Einheit innerhalb eines Gesamtsystems, die jederzeit ausgetauscht werden kann.

Module sind per Definition komplexer als Elemente. Sie sind bereits Ergebnis einer Planung, die das Ganze zum Ziel hat.

Element/ Bauelemente

Ein Element ist der kleinste Teil eines Systems und im bautechnischen Sinn in vorgefertigtes Produkt oder ein Werkstoff, der nochmals bearbeitet werden muss, bevor er zum Modul oder Bauteil gefügt wird.

Bauweise

Besondere Art und Weise der Herstellung einer Konstruktion
Die traditionellen Bauweisen, wie der Fachwerkbau oder der Blockbau, sind in der Regel handwerklich geprägt und haben einen geringen Vorfertigungsgrad. Sie sind eingebunden in eine Tradition, die auf der Überlieferung persönlicher Erfahrungen beruhen. Damit haben sie auch eine starke Ortsbezogenheit und eine regionale Bindung. Einzelne Bauteile und der Bau als Ganzes entwickeln im Laufe der Zeit ein typisches konstruktives und formales Erscheinungsbild. Durch die individuelle handwerkliche Bearbeitung der Konstruktion wird die Entwicklung von Schmuck- und Zierformen begünstigt. Neuere Bauweisen, wie der Holzrahmenbau oder der Skelettbau basieren auf einer definierten Konstruktionstypologie. Auf dieser wird in unterschiedlichen Varianten von dem einzelnen Handwerker oder Betrieb weitergearbeitet. Im Vordergrund stehen die Aspekte der Herstellung und Fertigung, wie die Standardisierung von Konstruktion und Aufbauten.



Abb. 4: General Panel System, Konrad Wachsmann und Walter Gropius, 1942-43

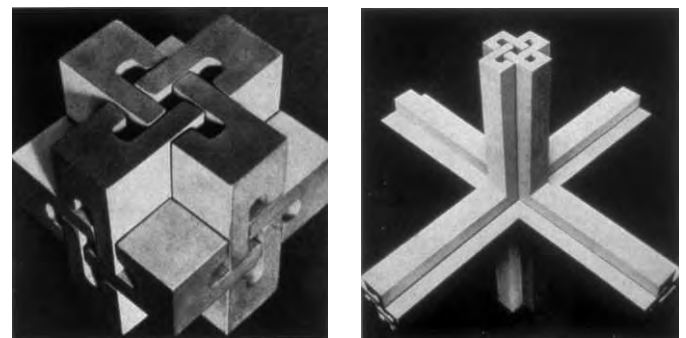


Abb. 5, 6: Wachsmannknoten - Verbindung von 12 Elementen in einem Punkt
K. Wachsmann, General Panel System 1942



Abb. 7: Bauweisen - Fachwerkbau anonym

„... das Handwerkszeug wurde zur Maschine und die Maschine wurde das Werkzeug der Zeit.“
(Zitat: Konrad Wachsmann, 1959)

Geschichte

Der Ursprung der heutigen Systementwicklungen liegt in den Jahrhunderte alten Holzkonstruktionen, dem Fachwerkbau und dem Blockbau. Beide Bauweisen entwickelten sich in den Zünften empirisch von Generation zu Generation weiter. Der Fachwerkbau ist ein stabförmiges Tragwerk, dessen Zwischenräume mit Lehm oder anderen Materialien gefüllt werden. Das Vorkommen von Fachwerkbauten ist weit verbreitet. Regionale Ausprägungen lassen sich deutlich ablesen.

Der Blockbau hingegen spielt baugeschichtlich eine untergeordnete Rolle. Übereinander gestapelte Hölzer bilden zugleich den Raumabschluss und das Tragwerk. Die hygroskopische Eigenschaft des Holzes führt bei dieser Bauweise zu spürbaren Maßveränderungen des Gebäudes - das Haus wächst und schrumpft beständig.

Mit dem Beginn der Industrialisierung entwickelte sich in den USA Anfang des 19. Jahrhunderts aus dem klassischen Fachwerkbau der Holzrahmenbau. Hierbei werden maschinell vorgefertigte Kanthölzer mit genormten Querschnitten zu Tafeln gefügt, beidseitig mit Holzschalung beplankt und als Wandscheibe aufgerichtet.

Zwei bedeutende Konstruktionsarten, das »platform framing« und das »balloon framing«, lassen sich im Holzrahmenbau unterscheiden. Das sogenannte platform framing erfolgt geschossweise, das heißt, die Wände des Folgegeschosses werden jeweils auf die Deckenplatte der darunter liegenden Ebene gestellt. Ein problematischer Punkt dieser Konstruktionsart ist die Winddichtigkeit der Fugen am Fußpunkt der Wandscheiben.

Das balloon framing hingegen besteht aus mehrgeschossig durchgehenden Außenwänden, an denen die jeweiligen Geschossdecken auf Konsolen aufgelagert sind. Problempunkt ist hierbei die Schall-Längsleitung entlang der mehrgeschossigen Wände. Beide Prinzipien findet man in einer Vielzahl aktueller Beispiele wieder, ganz gleich, ob sie in Holzrahmenbauweise erstellt wurden oder sich moderner Holzbausysteme bedienen.



Abb. 8: CNC gesteuerter Fertigungsroboter, Herstellung von Massivholzplatten (finnforest MERK)

Übersicht verschiedener Holzbausysteme

Eine direkte Vergleichbarkeit der einzelnen Systeme ist nur schwer möglich. Es gibt Holzbausysteme, die Holz im klassischen Sinne als stabförmiges Element einsetzen und durch präzise Stahlgussteile das Fügen der einzelnen Stäbe zum Skelett optimieren (siehe „induo“), oder andere, die mit großformatigen, mehrschichtigen massiven Holzplatten mit enormer Tragfähigkeit und Flexibilität zu einem neuen Verständnis dieses Baustoffes führen. Holz verändert hier erstmals sein Tragverhalten von einem stabförmigen Element zu einem flächigen, ungerichteten, massiven Baustoff.

Je nach Planungsaufgabe werden an ein Bausystem unterschiedliche Anforderungen gestellt. Holzbausysteme sind in der Regel offene Systeme, d. h. sie müssen mit anderen Systemen kombiniert werden. Da das Angebot und die Schwerpunkte der einzelnen Hersteller sehr unterschiedlich sind, (Dach- und Deckenelemente oder Wand- und Deckenelemente, etc), liegt es beim Planer, je nach Planungsaufgabe die richtige Lösung individuell auszuwählen.

Eine Untersuchung könnte nach folgenden Aspekten erfolgen:

Konstruktion	Anwendungsbereich, Elementgröße, Konstruktionsraster, Fügungstechnik, Tragwerk/ Statik
Material	Holzqualität, Holzart, Werkstoffe, Oberflächenqualität
Bauphysik	Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz, Feuchteschutz, Holzschutz
Haustechnik	Heizungstechnik, Lüftungstechnik, Solartechnik, Sanitärinstallation, Elektroinstallation
Herstellung	Vorfertigung, Transport, Montage
Vertrieb	Beratung, Planungsvorleistung, Planungssicherheit, Verfügbarkeit, Kosten



Abb. 10: Holzqualität und Oberflächen



Abb. 11: Holzqualität und Oberflächen



Abb. 12: Brandschutzprüfung



Abb. 13: Elementgrößen

2.3.1 Holzbauweisen/Holzbausysteme . Marktübersicht

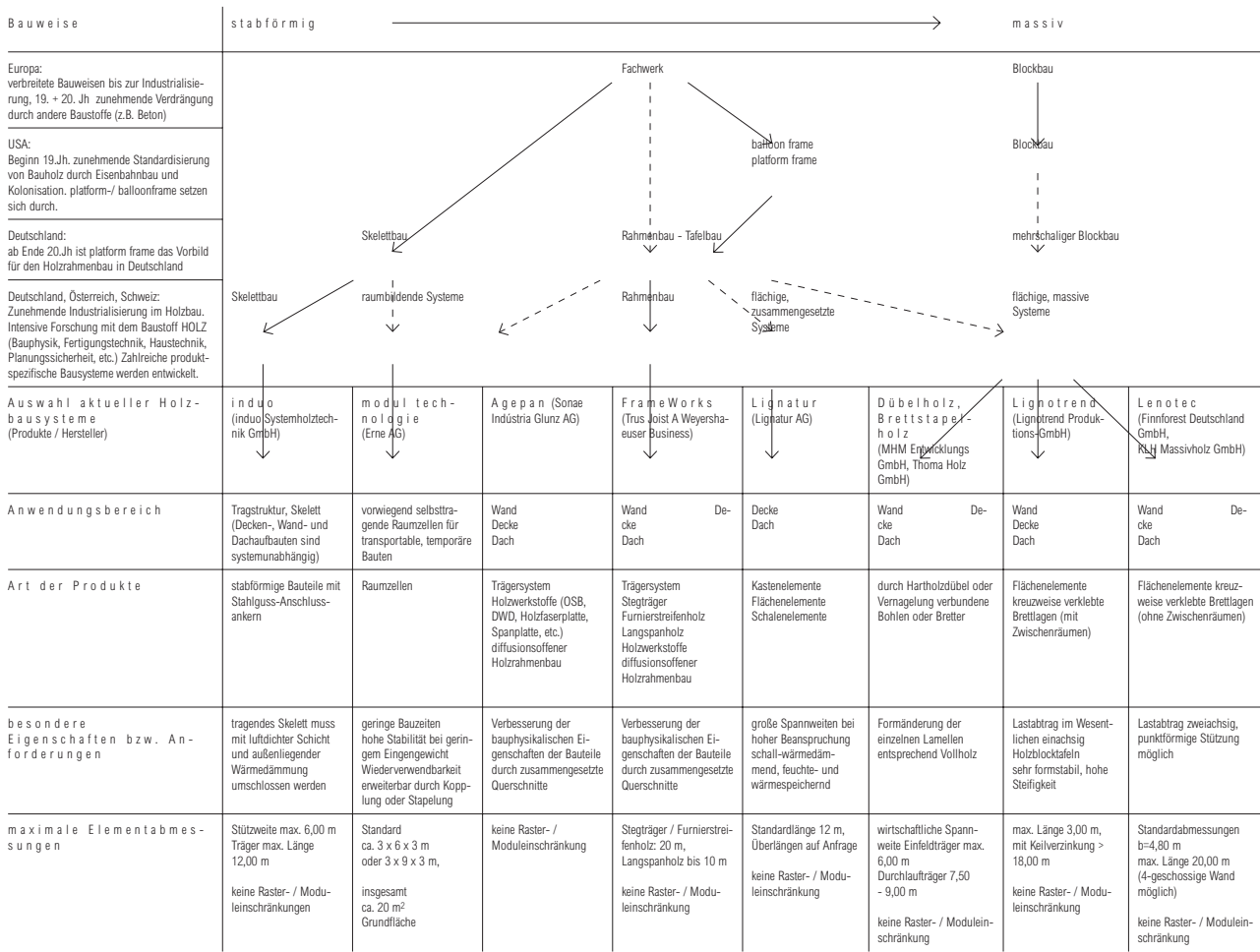


Abb. 9: Entwicklungslinien des Holzbaus von den Bauweisen zu den unterschiedlichen Holzbausystemen

Gliederung vertikal entsprechend der Chronologie

Gliederung horizontal von stabförmigen zu flächigen/ massiven Tragstrukturen

Auswahl verschiedener Holzbausysteme, gegliedert von stabförmigen zu scheibenförmigen Tragelementen

Stabförmige Systeme - Holzskelettbau

induo® Systemholztechnik ist ein Beispiel des weiterentwickelten Holzskelettbaus zu einem innovativen System. Der Kern dieses Systems sind Verbindungselemente, die es ermöglichen, stabförmige Elemente nahezu unsichtbar in einer Ebene biegesteif miteinander zu verbinden. Die tragenden Elemente bestehen aus seriell gefertigten, werkseitig vorkonfektionierten Kreuz-, Duo- oder Brettschichtholzbalcken, die über integrierte, rhombusförmige Ankerköpfe aus Sphäroguss*) miteinander verschraubt werden. Sie bilden das tragende Gerüst des Gebäudes. Die Anschlusspunkte zwischen Stützen und Trägern verschwinden in der späteren Deckenkonstruktion nahezu vollständig. Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen unterliegen keinen Einschränkungen eines Moduls oder Rasters. Da die Anschlusspunkte biegesteif ausgeführt werden kann die Konstruktion zugleich die Aussteifung übernehmen. Das Skelett muss mit einer außen liegenden Wärmedämmung und luftdichten Schicht umgeben werden. Die Vorfertigung in der Werkhalle beschränkt sich bei diesem System auf das »Traggerüst«.

*) Sphäroguss = Eisenguss, der besonders hohe Festigkeits- und Dehnungswerte aufweist

weitere Informationen unter www.in-duo.de



Abb. 14: Anschlusspunkt, induo®

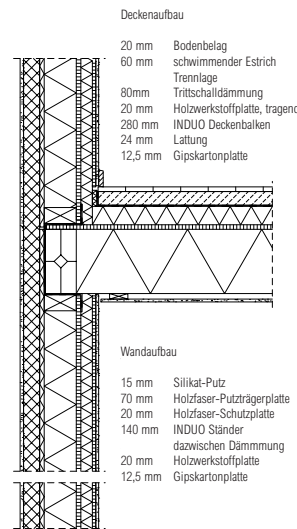
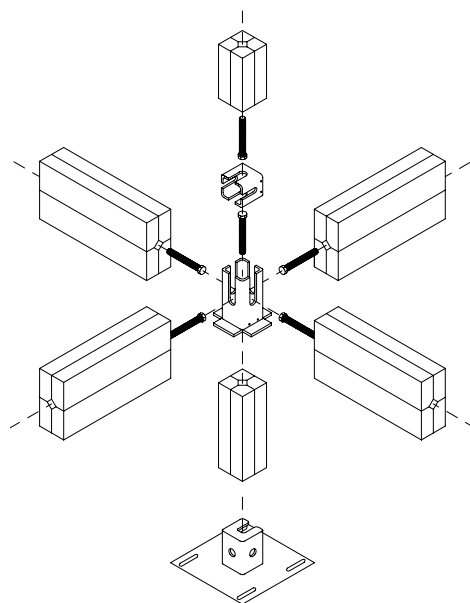


Abb. 15: Anschlussdetail Wand - Decke (induo)



2.3.1 Holzbauweisen/Holzbausysteme . Marktübersicht



Abb. 16, 17: ERNE Holzbau modul technologie, Villa Fischer, Remetschwil/ Schweiz



Abb. 18: SUSI und FRED
Raumzellen des Architekten: J. Kaufmann



Abb. 19, 20: Smallhouse, Raumzellen der Architekten: Bauart Architekten, 2001
rechts: „Box“ als Gartenpavillon im Park des Stockalperpalast, Brig/ Schweiz,
Burkhalter und Sumi

Raumbildende Systeme - Raumzellen mit Skelettkonstruktion

Den größten Marktanteil im Bereich der Raumzellen nehmen „Boxen“ bzw. „Container“ aus Stahl ein. Die Verbindungen lassen sich verschleißfreier montieren und demontieren, Dies ist bei gleichartigen Konstruktionen aus Holz weniger der Fall. Dennoch lassen sie sich mit allen Vorteilen der Zellenbauweise schnell und reibungslos zu Holzhäusern montieren, die einen deutlich angenehmeren Innenraumkomfort erreichen können (Raumklima, Oberflächen, etc.).

Konstruktionsbedingt ist bei einer Reihung oder Stapelung mehrerer Zellen die Dopplung der Wände und Decken unabdingbar. Die planerische Flexibilität bei der Grundrissentwicklung ist gegenüber anderen Systemen deutlich eingeschränkt. Allerdings ist die Montage sehr schnell und witterungsunabhängig. Die Raumzellen sind zum Zeitpunkt der Montage bereits wasserdicht. Sie kommen vorrangig für Provisorien zum Einsatz.

Ein Anbieter von Raumzellen aus Holz ist die Schweizer Firma ERNE. Die flexibel anpassbaren „Container“ sind bereits werkseitig für unterschiedliche Nutzungsarten vorkonfektioniert, d.h. Sicherheitsanforderungen für Banken oder erhöhte Hygieneanforderungen für Klinikprovisorien, Besonderheiten für Schul-, Kindergarten-, Wohn- oder Bürobauten werden in der jeweiligen Ausführungsvariante bereits berücksichtigt.

weitere Informationen unter www.erne.net

Das Smallhouse ist ein Wohn-Kubus des Architekturbüros Bauart Architekten, Bern/ Schweiz. Die in der Werkhalle vollständig gefertigten Module werden an einem Tag auf die vorbereiteten Fundamente abgesetzt. Die Zellen werden in Kombination ebenfalls zu Schulprovisorien oder Bauten anderer Nutzungen zusammengesetzt (z.B. „Zürich Modular“)

www.lignum.ch/deutsch/files/FP/FP_Hn_66.pdf

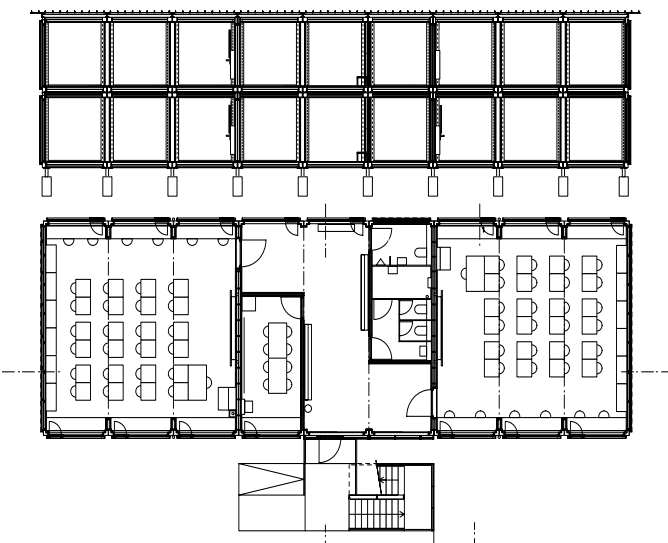


Abb. 21: Smallhouse, Raumzellen als Schulprovisorium „Zürich Modular“

Systeme auf Basis der diffusionsoffenen Holzrahmenbauweise

Diese Systeme wurden von Herstellern entwickelt, die ein breitgefächertes Angebot an Plattenwerkstoffen (z.B. OSB-Platten, diffusionsoffene Holzfaserplatten, Innenwandplatten, Holzbau-Spanplatten, B1-Spanplatten, etc.) herstellen. Die Verwendung dieser Plattenwerkstoffe ermöglicht den Verzicht auf dampfbremsende Kunststoffbahnen im Innenraum, man spricht vom »diffusionsoffenen Holzrahmenbau«. Die einzelnen Bauteile können werkseitig bis zur diffusionsoffenen Außenbeplankung vorgefertigt werden, was die Montagezeit auf der Baustelle deutlich reduziert, d.h. man benötigt für die Errichtung eines Einfamilienhauses mit ca. 220 m² Wohnfläche bei bauseits vorhandenem Fundament bis zur wasserdichten Hülle nur ein bis zwei Arbeitstage. Der weitere Ausbau im Innern des Hauses folgt witterungsunabhängig.

Elementierung im Holzrahmenbau

Auf Basis des Holzrahmenbaus wurden andere Systeme entwickelt, die nicht nur Platten umfassen, sondern ganze Elemente der ursprünglichen Bauweise wie etwa die Schwellenhölzer, der Stiele und des Rähms ersetzen; zum Beispiel Leichtbauträger oder TJI-Träger, die aus Holzwerkstoffen zusammengesetzte I-Profile ergeben, Furnierstreifenholz (z.B. Parallam) oder Langspanholz (z.B. Timberstrand). Sie werden meist im geschossweisen »platform framing« eingesetzt. Neben den Trägern bieten die Systeme auch die erforderlichen Spezialverbindungsmitel, um die differenzierten Querschnitte miteinander verbinden zu können. Anschlusspunkte werden gegenüber dem klassischen Holzrahmenbau komplizierter, die Konstruktionen aber passgenauer, leistungsfähiger und formstabiler. Die Reduktion der Trägerquerschnitte verringert den Energieverlust von Wand, Decke und Dach und ermöglicht relativ mühelos Konstruktionen im Passivhausstandard.

Es gibt zwei maßgebliche Anbieter dieser Art von Bausystemen: Die ursprünglich deutsche Sonae Indústria Glunz AG mit dem System AGEPAN sowie die amerikanische Firma Trus Joist A Weyerhaeuser Business mit dem System Frame-Works™. Beiden Unternehmen gehören mittlerweile einer Vielzahl internationaler Firmen an, als Produktions- oder Vertriebsstandorte weltweit.

weitere Informationen unter www.glunz.de / www.agepan.de
www.trusjoist.com

Das System 81FÜNF ist ebenfalls eine Weiterentwicklung des klassischen Holzrahmenbaus (Ständerbauweise). Es basiert auf einem stabförmigen Traggerippe aus Ständerwerk, das vom Boden bis zum Dach im Rastermaß 81,5 cm durchläuft. Die 81FÜNF High-Tech & Holzbau Aktiengesellschaft ist ein europaweiter Zusammenschluss von Holzbauunternehmen, Architekten, Vertriebsgesellschaften und Bauträgern. Auf Grundlage des Hauskonzeptes 81FÜNF werden Ein-, Zwei- oder auch Mehrfamilienhäuser in Niedrigenergie- und Passivhausstandard als Ausbauhaus oder schlüsselfertig erstellt.

weitere Informationen unter www.81fuenf.de

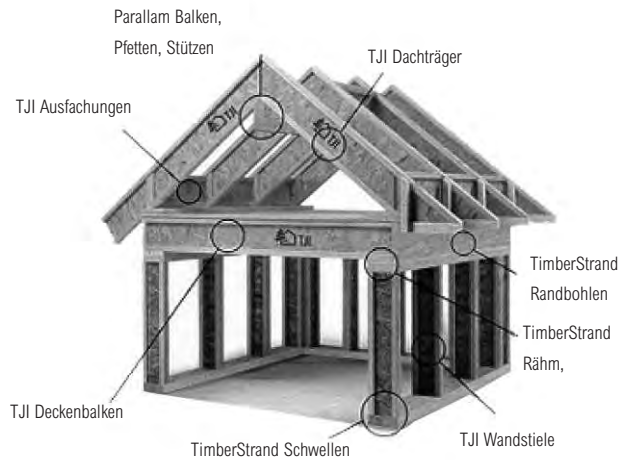


Abb. 22: Frame Works™ Bausystem

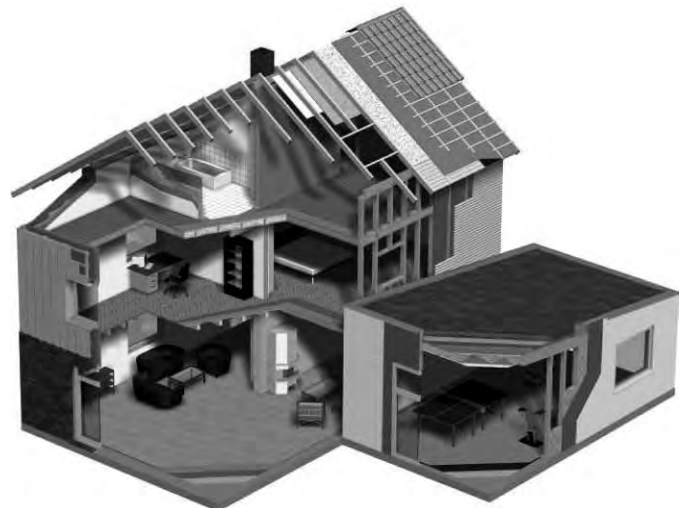


Abb. 23: AGEPAN® Bausystem

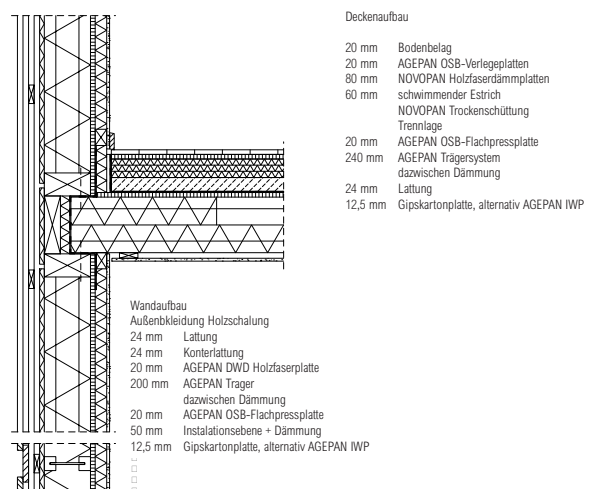


Abb. 24: Anschlussdetail Wand - Decke AGEPAN

2.3.1 Holzbauweisen/Holzbausysteme . Marktübersicht



Abb. 25: Dach- und Deckenelemente Lignatur



Abb. 26: Lignatur Schallschutzelement

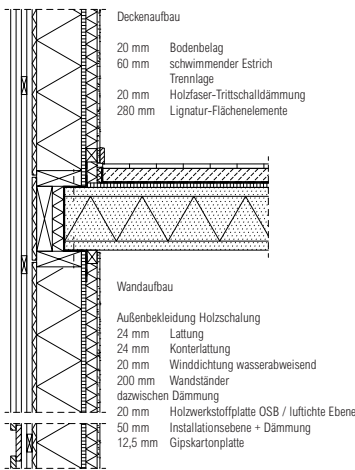


Abb. 27: Anschlussdetail Wand - Decke Lignatur

Flächige, zusammengesetzte Systeme

LIGNATUR - Kastenelement aus verleimten Holzlamellen
Bei diesem System, das in der Schweiz industriell produziert wird, entstehen Kasten-, Flächen- oder Schalenelemente, die aus verschiedenen Nadelholzlamellen zusammengesetzt werden. Die Verklebung erfolgt nach maschinelltem Leimauftrag in der Hochfrequenzpresse.

Die leistungsstarken, kastenförmigen Elemente sind im Hohlraum gedämmt und können bei hoher Beanspruchung große Spannweiten einachsrig überbrücken. Sie werden untereinander über Nut und Federn zu Scheiben verbunden. Nach einer präzisen werkseitigen Vorbereitung der einzelnen Elemente an CNC-Abwandanlagen lässt sich die Montage auf der Baustelle sehr schnell bewerkstelligen. Aufgrund der geringen Elementabmessungen ist dieses System für Baumaßnahmen im Bestand sehr gut geeignet. Die Elemente lassen sich leicht einbringen und trocken montieren. Der weitere Boden- oder Dachaufbau ist systemunabhängig und wird gesondert ausgeführt.

Auch unterschiedlichen bauphysikalischen Anforderungen wie Schall-, Feuchte- oder Brandschutz werden diese Produkte gerecht. Die wissenschaftlich entwickelte Schallschutzlösung der Firma LIGNATUR ist patentgeschützt (s. Abb. 26). Es handelt sich dabei um eine außergewöhnlich wirksame Lösung gegen das Problem der Schall-Längsleitung tiefer Frequenzen (z.B. dumpfe Trittschallgeräusche) in Geschossbauten aus Holz.

weitere Informationen unter www.lignatur.ch

Flächige, massive Systeme

Brettstapel- und Dübelholz sind Systeme aus flächenbildenden, tragenden Nadelholzelementen, die sowohl industriell als auch handwerklich in der Zimmerei gefertigt werden können. Bretter, Bohlen oder Kanthölzer verlaufen, hochkant nebeneinander gestellt, über die ganze Elementlänge. Bei größeren Längen der Elemente werden die Kopplungskräfte an den Brettstößen durch eine verstärkte Nagelung, Verleimung oder einen Keilzinkenstoß übertragen. Die einzelnen Hölzer werden in Querrichtung über Holzdübel oder Vernagelung miteinander verbunden. Sie bilden daher keine geschlossenen Flächen. Daher können bei hygroskopischen Verformungen insbesondere quer zur Faserrichtung Fugen zwischen den einzelnen Hölzern aufgehen. Dies muss konstruktiv und bauphysikalisch berücksichtigt werden. Bei genagelten oder gedübelten Elementen werden auftretende Toleranzen in der Regel in der Lamellenfuge aufgenommen. Wandelemente können tragende und aussteifende Funktionen übernehmen, der Nachweis muss allerdings im Einzelfall geführt werden. Die Konstruktionen sind an kein Raster gebunden. Die Dicken (von 24 bis 32/max.60mm) variieren in Abhängigkeit von der Knicklänge und Belastung. Decken- und Dachelemente können auf der Unterseite sichtbar sein.

Eine zusätzliche Schutzschicht aus Folie, Pappe oder einer Holzwerkstoffplatte verhindert das Ausrieseln der darüberliegenden Dämmschüttung und verbessert Schallschutz sowie Rauch- und Luftdichtheit.

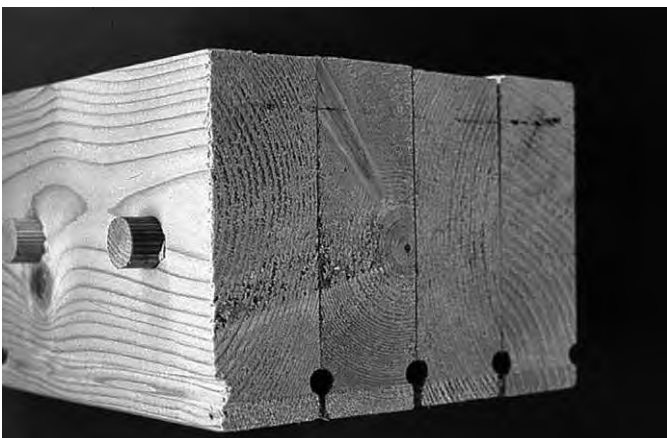


Abb. 28: Dübelholz

An der Außenwand ist eine Abdichtung erforderlich, da genagelte und gedübelte Elemente in der Fläche luftdurchlässig sind. Die Längsränder vernagelter Brettstapelelemente können nach der Herstellung nicht mehr bearbeitet werden. Konstruktiv wird bei derartigen Elementen eine große Masse an Holz benötigt, die für raumklimatische Zwecke als Feuchtepuffer genutzt werden und zur Temperatur-Amplitudendämpfung dienen kann. Aufbeton im schubfesten Verbund mit der Holzdecke erhöht die Tragfähigkeit, das Schalldämmmaß sowie den Feuerwiderstand.

Da es sich um keine geschützten Konstruktionen handelt, können sie von jedem Holzbaubetrieb gefertigt werden; dem entsprechend gibt es viele Anbieter.

Informationen unter anderem unter www.forumholzbau.com
www.1a-khm.de / www.kaufmann-holzbau.de

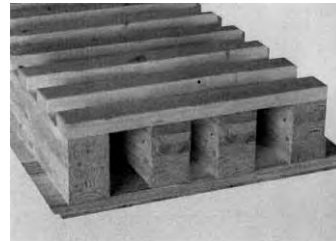


Abb. 29: kreuzweise verleimte Wand- und Deckenelemente, Lignotrend

LIGNOTREND - flächige Elemente aus verleimten Brettlagen mit Stegen, Holz-Beton-Verbund-Elemente, upsi-Träger
 Aus massiven Flächenelementen und teils aufgeleimten Stegen wird ein Holzbausystem zusammengesetzt, das - je nach statischen und bauphysikalischen Anforderungen - aus drei, vier oder fünf verleimten Nadelholz-Brettlagen besteht. Die Lagen werden auf Abstand miteinander verklebt. Dabei ist die Faserrichtung außen parallel und die mittlere gesperrt, also orthogonal zu den äußeren Lagen. Es entstehen geschosshohe, mit Hohlräumen versehene, sehr formstabile und steife Holzblocktafeln, die in der Regel einachsrig spannen. Längs aufgeklebte Brettschichtholz-Stege steigern bei Deckenelementen zusätzlich die Tragfähigkeit der Scheiben. Die Hohlräume können unter anderem der Installationsführung dienen. Das produktionsbedingte Raster dieses Systems ist für die Planung von Grundrissen oder Fassaden irrelevant. Die Oberflächenqualität kann je nach Wunsch des Planers unterschiedlich ausgeführt werden, Sichtqualität ist, zumindest einseitig, möglich. Für erhöhte Schallschutzanforderungen ist das Befüllen der Hohlräume mit Sand oder das Vorblenden weiterer Schichten möglich. Für einen mehrschichtigen, diffusionsoffenen Wandaufbau wird geraten, außen die Wärmedämmschicht durchgehend auszuführen. So lässt sich für den Innenraum die hygroskopische Eigenschaft des Holzes nutzen. Die Bauteile wirken im Laufe eines Jahres als ausgleichender Feuchtepuffer.

Die Produktpalette der Firma Lignotrend umfasst neben den konstruktiven Bauteilen auch akustisch wirksame Innenbekleidungen, sowie mit dem „upsi“-Träger eine für den Passivhausstandard hocheffiziente Grundkonstruktion der Aussenbekleidungen.

weitere Informationen unter www.lignotrend.de

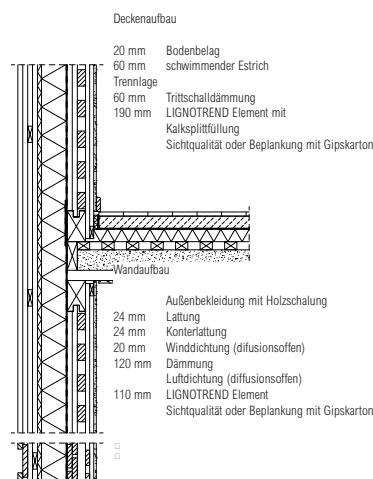


Abb. 30: Anschlussdetail Wand - Decke, Lignotrend



Abb. 31: Stark automatisierte Fertigung der Firma Lignotrend

2.3.1 Holzbauweisen/Holzbausysteme . Marktübersicht



Abb. 32: Massivholzplatte LENOTEC

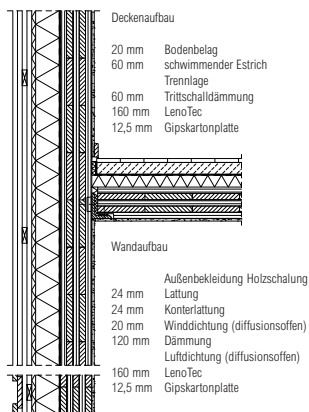


Abb. 33: Anschlussdetail Wand -
Decke LENOTEC

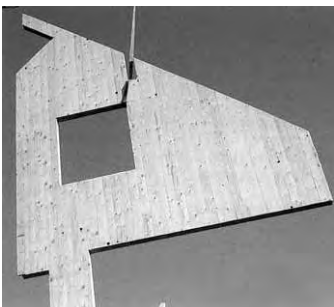


Abb. 34: Giebelwand LENOTEC

LENOTEC - Massivholzscheibe

oder auch das österreichische KLH (Kreuzlagenholz)

In der Entwicklung der Holzkonstruktionen ist dieses System außergewöhnlich: Es besteht aus symmetrisch aufgebautem, formstabilem Brettsperrholz, dessen kreuzweise unter Druck miteinander verleimte und verpresste, keilgezinkte 17 oder 27 mm dicke Brettlagen aus Nadelholz die einzelnen Schichten bilden. Ein patentiertes Leimverfahren der Firma Finnforest Merk macht es möglich, nicht nur beliebig große, sondern auch gekrümmte Flächen aus Brettsperrholz herzustellen. Die Holzschichten werden ins Pressbett gestapelt, mit Melaminharz (auch Phenol-Resorcinharz oder Harnstoffharz) getränkt und mit einer Spezialfolie abgedeckt, unter der ein Vakuum erzeugt wird. So entsteht unter atmosphärischem Druck eine massive Holzscheibe. Das Tragverhalten der entstehenden Platte ist nun nicht mehr nur einachsig sondern zweiachsig möglich.

Mehrgeschossige Giebelwände und großformatige Deckenplatten können aus einem Stück gefertigt werden, computergesteuerte Roboter fräsen jedes Bauteil passgenau zu. Sie nehmen Öffnungen in gewünschter Form heraus und optimieren den Verschnitt, indem sie einzelne kleinere Bauteile optimal zueinander angeordnet aus einer verleimten Massivholzplatte fräsen. Der Abbund aller benötigten Bauteile erfolgt montagefertig im Werk. Die Verbindung der Einzelteile auf der Baustelle wird geschraubt. Die Oberflächenqualität hängt vom statisch erforderlichen und planerisch gewünschten Aufbau ab. Als Deckschicht können auch Holzwerkstoffplatten verwendet werden.

Das ähnlich konstruierte, von daher vergleichbare Furnierschichtholz kommt in Kombination mit den beschriebenen Massivholzplatten oder auch als eigenständige Konstruktion zum Einsatz. Es eignet sich beim Bau rasterfreier, luftdichter aber diffusionsoffener Wände und Decken, bei denen auf eine gesonderte luftdichte Schicht und Dampfsperre verzichtet werden kann.

weitere Informationen unter www.finnforest.de
www.klh.at (KLH Massivholz GmbH)

Qualitätssicherung

Die meisten Holzbausysteme erfordern, verglichen mit dem konventionellen Massivbau, ein erhöhtes Maß an Präzision in der Planung. Durch die weitgehende Verlagerung des Bauprozesses in die Werkhalle müssen alle Details zu Beginn der Fertigung abschließend gelöst sein; ein Eingreifen oder Ändern durch den Planer auf der Baustelle ist kaum mehr möglich. Die erforderliche Genauigkeit beim Errichten von Holzbausystemen setzt sich auf der Baustelle fort, die Komplexität in der Ausführung kann nur von qualifizierten Fachkräften bewerkstelligt werden.

Betrachtet man ein Massivhaus und ein »Holzhaus« unter ökologischen Aspekten, tritt die positive CO₂-Bilanz des Holzes in den Vordergrund. Die bauphysikalischen Eigenschaften des Holzes führen, neben einem angenehmen Raumklima, trotz stetig wachsenden Wärmeschutzanforderungen zu deutlich geringeren Bauteilstärken als bei äquivalenten Mauerwerks- oder Betonkonstruktionen. Dies kommt unmittelbar der Nutzfläche zugute. Sogar Passivhausstandard kann mit vielen Holzbausystemen ohne großen Mehraufwand erreicht werden. Mit der Möglichkeit, Holz nun auch als flächig wirkendes Tragwerk einsetzen zu können, scheinen Überlegungen, Holz auch im Bereich der Auskragung von Deckenplatten in direkten Vergleich mit Beton zu stellen und es auf ähnliche Art und Weise zum Einsatz zu bringen, nahe liegend. Die Wissenschaft und Forschung ist in diesem Bereich noch lange nicht am Ende. Aber schon heute ist unumstritten, dass diese Entwicklungen im Holzbau den Planern neue architektonische Möglichkeiten eröffnen und zugleich veränderte Gestaltungsprinzipien verlangen wird.

Dipl.-Ing. Lilly Wedler
Prof. Peter Cheret



Abb. 36: GucklHupf, Mondsee / Österreich
Künstler: H.P. Würndl

Quellenangaben

Wachsmann: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959, Dresden 1989
db Deutsche Bauzeitung: Technik, Entwicklungen im Holzbau,
L. Wedler 04/05

zitierte Literatur:

Informationsdienst HOLZ, Holzbausysteme
Holzbauhandbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 4
Düsseldorf, Dezember 2000

Abbildungsnachweis

Grundsätzlich sind wir bemüht, die Urheber der in diesem Dokument
verwendeten Abbildungen jeweils anzugeben. In einzelnen Fällen
kann dies trotz gründlicher Recherche leider misslingen. Gegebenen-
falls wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte
beim Herausgeber.

Abb. 1, 10, 11, 12, 25, 35: Lignatur AG/ CH

Abb. 2, 3, 7: P. Cheret

Abb. 4, 5, 6: Wachsmann: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959

Abb. 8, 29, 32, 34: Finnforest Merk GmbH/ D

Abb. 13, 29: Lignotrend GmbH/ D

Abb. 14: induo Systemholztechnik GmbH & Co. KG/ D

Abb. 16, 17: Erne AG Holzbau/ CH

Abb. 18, 19: www.lignum.ch/deutsch/files/FP/FP_Hn_66.pdf

Abb. 22: www.trusjoist.com

Abb. 23: www.agepan.de

Abb. 31: L. Wedler

Abb. 36: Detail, Serie 2004, 1/2, Bauen mit Holz

2.3.2 HOLZRAHMENBAU

Balloon Frame. Mit diesem, ursprünglich spöttisch gemeinten, Namen wurde in den USA Anfang des 19. Jhd. eine neuartige Bauweise bezeichnet, die im Laufe des Jahrhunderts einen fulminanten Siegeszug antreten sollte. Aus eng gestellten Kanthölzern mit normierten Querschnitten und darauf aufgenagelten Diagonalschalungen entstanden in kürzester Zeit ganze Wandelemente, die anschließend nur noch auf den Schwellenkranz aufgestellt werden mussten. Der Name zielte auf die Filigranität der Konstruktion, der die Kritiker keine lange Lebensdauer voraussagten. Ungeachtet dessen war der Balloon Frame (dt. Holzrahmenbauweise) wesentlich dafür verantwortlich, dass es zu einer so rasanten Besiedlung des Nordens der Vereinigten Staaten kommen konnte. So stieg die Einwohnerzahl der Stadt Chicago innerhalb eines halben Jahrhunderts zwischen 1830 und 1880 von 50 Einwohner auf 500.000, also um das zehntausendfache. Ohne die einfache Handhabung und die relativ geringen Kosten des Balloon Frame wäre dies unmöglich gewesen.

Mit Holzrahmenbau bezeichnet man eine Bauweise, kein Bausystem, wenngleich diese auch in einzelnen Bereichen systematisiert erscheint. Es gibt keinen Erfinder des Holzrahmenbaus, stattdessen hat er sich empirisch aus den gegebenen Umständen entwickelt. Auch vor der Erstveröffentlichung durch George Washington Snow im Jahre 1830 gab es diese Konstruktion schon einige Jahrzehnte unter der Bezeichnung „Chicago Construction“. Im Zuge der industriellen Revolution war man im späten 18. Jhd. dazu übergegangen, Bauholz in standardisierten Querschnitten vorzufabrikieren und zu bevorzugen. Die Massenproduktion von Eisen- und später Stahlnägeln machte das bis dahin sehr teure Holzverbindungsmedium Nagel zu einem erschwinglichen Alltagsprodukt. Durch das geniale Zusammenwirken von Holzstäben und -rahmen mit aussteifender Beplankung gilt der Holzrahmenbau bis heute als eine äußerst ökonomische, materialsparende Bauweise. Ganze Wandtafeln können im Werk oder vor Ort liegend zusammengebaut werden, bevor sie zum endgültigen Gebäude montiert werden. Dies ermöglichte auch dem ungelerten Arbeiter, bzw. Nicht-Zimmermann das Errichten von Holzhäusern. Der Holzrahmenbau kann also guten Gewissens als Kind der industriellen Innovation und Ahnherr moderner Vorfertigungsprozesse angesehen werden.

Seinen Siegeszug setzte der Holzrahmenbau ab den 1970er Jahren ausgehend von der Schweiz auch in Deutschland fort, spät zwar, aber doch so wirkungsvoll, dass die bis dahin übliche Ständerbauweise bis Anfang der 90er Jahre fast vollständig vom Markt verdrängt war.

Der Holzrahmenbau markiert aber auch den Übergang des Holzbaus in Form von linearen Strukturen in einen modernen Holzbau aus flächigen Elementen. Das Prinzip der Raumbildung ist hier ein ganz anderes und dem formalen und konstruktiven Fügen der Platten kommt eine hohe tektonische Bedeutung zu.

Einleitung

Charakteristika

Konstruktionsprinzip

Montageabfolge und Wandaufbau

Automatisierte Produktionskette

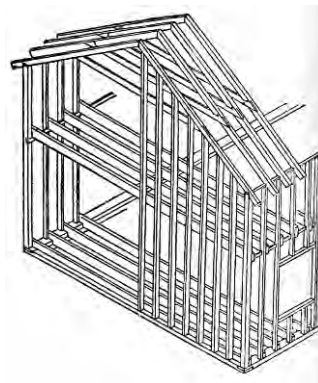


Abb. 1: Erstveröffentlichung durch G. W. Snow, 1860



Abb. 2: St. Mary's Church, Chicago gilt als erster Holzrahmenbau, 1833
Erbauer: Augustine Taler



Abb. 3: Wohnhaus in Holzrahmenbauweise
Cambridge 1939, Arch.: Walter Gropius und Marcel Breuer

2.3.2 Holzbauweisen . Holzrahmenbau

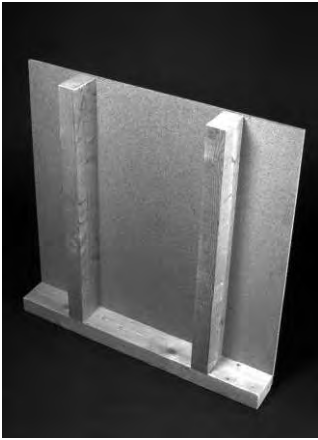


Abb. 4: Konstruktionsprinzip: Pfosten, Rahmen und Platte

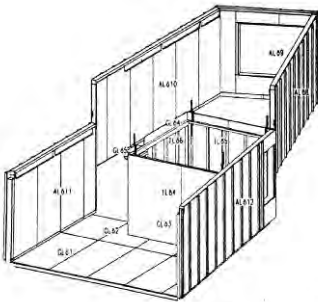


Abb. 5: Eingeschossige Wandelemente, verspringend
Arch.: Bearth & Deplazes



Abb. 6: Ein- und mehrgeschossige Bauweise gemischt

Charakteristika

Holztafelbauart, (Variante der Holzständerbauweise)
d.h. Bildung von flächigen Bauteilen aus Holzrippen
(-stäben) und Platten mit Scheibenwirkung.

Tragwerksraster, kein Ausbauraster,
d.h. die Planung wird im wesentlichen durch die Anforderungen aus Tragwerk, Bauphysik und Haustechnik beeinflusst.

Aufbauprinzip geschossweise oder mehrgeschossig,
d.h. entweder werden die geschosshohen Wandelemente jeweils auf einer geschlossenen Plattform aufgestellt, oder es werden bis zu 4-geschossige Wandelemente vorgefertigt, an die die Deckenplatten angehängt werden.

Grad der Vorfertigung wählbar,
d.h. von handwerklicher Fertigung bis zu halb- oder ganz-industrieller Fertigung ist alles möglich. Das Haus kann entweder zum Ausbau in Eigenleistung vorbereitet werden, oder die Wandelemente werden mit den endgültigen Oberflächenqualitäten versehen angeliefert. In diesem Fall wird von „Tafelbauweise“ gesprochen.

Konstruktionsprinzip: Kanthölzer und Beplankung

Ein Wandelement im Holzrahmenbau besteht grundsätzlich aus Kanthölzern mit gleichem Querschnitt. Diese bilden mit Schwelle, Rähm, Pfosten und Riegeln ein engmaschiges Netz, auf das anschließend eine aussteifende und raumabschließende Holzwerkstoffplatte aufgebracht wird.

Kanthölzer

Die Pfosten haben einen standardisierten Abstand von 62,5 cm zueinander. (Vgl. Oktametrische Maßordnung im Kapitel Mauerwerk Grundlagen) Größere Achsmaße sind ebenfalls möglich (z.B. LBS System 81fünf, mit Achsmaß 81,5 cm), kleinere Achsmaße sind unwirtschaftlich. Zwischen diese Regelachsen können aber an beliebigen Stellen zusätzliche konstruktive Achsen eingefügt werden. Auf diese Weise verfügt der Holzrahmenbau über ein sehr variables Konstruktionsraster, ein Ausbauraster gibt es nicht. Innenwandanschlüsse können an allen Stellen an die Außenwand anstoßen, Fenster- und Türöffnungen können an beliebigen Orten in Holzrahmenbauwände eingeschnitten werden. Kollisionen mit dem Standardraster werden über sogenannte Auswechslungen vermieden. Bei einer Auswechslung wird der problematische Pfosten oder Riegel weggelassen und dessen statische Funktion durch Ersatzpfosten oder -riegel außerhalb des Standardrasters übernommen.

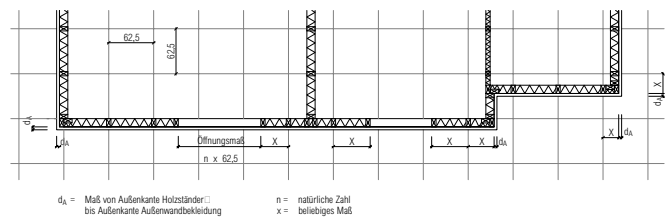


Abb. 7: Standard Konstruktionsraster

Die Verbindung der Stäbe erfolgt über Vernagelung mit Stahlnägeln oder Verschrauben. Moderne Abbundanlagen fertigen Holzrahmenbauelemente wieder zunehmend nach dem Vorbild alter Zimmermannskonstruktionen, also mit Schwalbenschwanz an den Pfostenenden. Die DIN 1052 spricht hier von „einfach von unten ausgeklinteten Trägern“. Dies ist besonders ökonomisch, weil auf vergleichsweise teure Stahlverbindungsmittel verzichtet werden kann. Außerdem erreichen diese Verbindungen eine höhere Maßhaltigkeit und Festigkeit, als Stahlverbindungsmittel. Beim ökologischen Bauen ist von der sogenannten „Einstofflichkeit“ die Rede, wenn außer Holz keine anderen Materialien im Wandelement verbaut werden, wenn also ausschließlich solche Holzverbindungen, sowie Holzdämmstoffe und Holzaußen- und -innenbekleidungen eingesetzt werden.

Für die Verwendung als Stiel und Riegel im Holzrahmenbau gibt es zahlreiche genormte Bauprodukte, sowie Produkte mit bauaufsichtlicher Zulassung, z.B.:

- Konstruktionsvollholz
- Duo-Balken, Trio-Balken
- Kreuzbalken aus baumkantigen Viertelhölzern
- Brettschichtholz

Prinzipiell werden alle Pfosten und Riegel, sowie Rähm und Schwelle aus Kanthölzern desselben Querschnitts gefertigt. Dieser beträgt üblicherweise 6 x 12 cm, bzw. 6 x 18 cm.

Außer diesen Vollquerschnitten sind auch zusammengesetzte Querschnitte denkbar, wie z.B. Doppel-T-Träger (Truss Joist) Solche Konstruktionen werden häufig dort angewendet, wo der Wärmedurchgang durch die Stäbe minimiert werden muss.

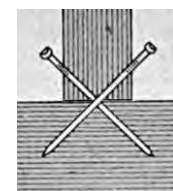
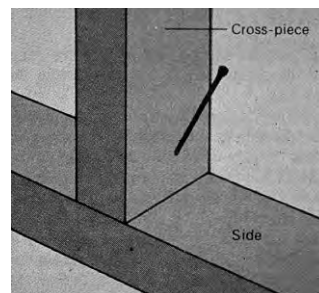
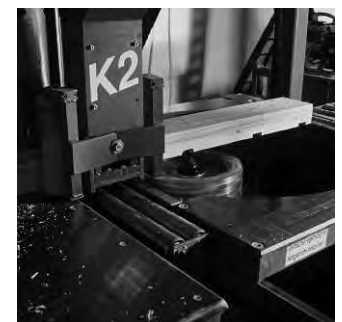
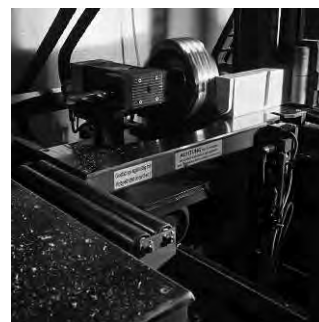


Abb. 8: amerikanische Nagelanleitung: Originalverbindungsmittel



Abb. 9: maschinelle Herstellung von traditionellen Verbindungsmitteln: z.B. Schwalbenschwanz



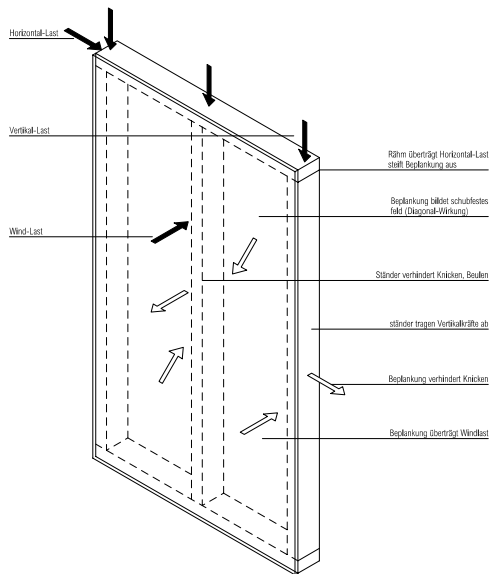


Abb. 10: Kräfteverlauf im Wandelement

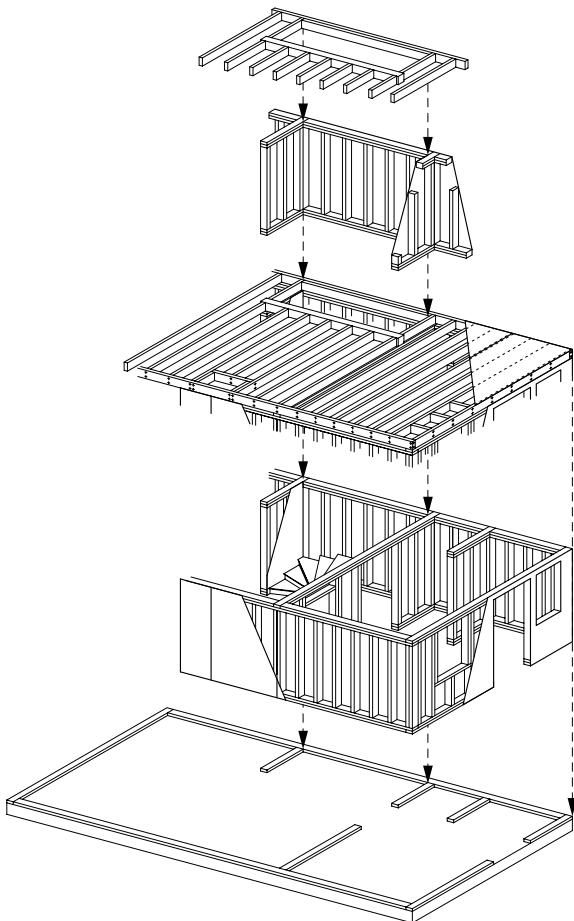


Abb. 11: Isometrie Montageschema

Beplankung

Für die Verwendung als Beplankung im Holzrahmenbau gibt es zahlreiche genormte Bauprodukte, sowie Produkte mit bauaufsichtlicher Zulassung, z.B.:

- Holzspanplatten
- OSB-Platten
- Bau-Furniersperrholz
- Flachpress- und Faserplatten
- Gipskartonplatten

In der Regel beträgt die Dicke der Beplankung mindestens 1,3 cm. Sie wird auf die Stäbe genagelt, aufgeschraubt und/oder verleimt.

Statisches Wirkungsprinzip

Die Stabilität einer Holzrahmenbauwand entsteht aus der Wechselwirkung von stabförmigen und flächigen Elementen. Die vertikale Lastabtragung erfolgt über die Stiele, die durch die Beplankung gegen Knicken und Ausweichen gesichert sind.

Die horizontale Lastabtragung erfolgt über die Scheibenwirkung der Beplankung, die durch die Stiele gegen Ausbeulen gesichert ist.

Montageablauf

Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades beim Holzrahmenbau können extrem kurze Bauzeiten erreicht werden. Kleine bis mittlere Einfamilienhäuser zum Beispiel, die den Hauptmarktanteil des Holzrahmenbaus darstellen, können bei vorhandener Bodenplatte im günstigsten Fall innerhalb eines Arbeitstages montiert werden.

1. Nivellierschwelle

Auf die Betonfundamentplatte wird zunächst ein Schwellenkranz (bzw. Nivellierschwelle) aus besonders widerstandsfähigem Holz aufgesetzt. In Deutschland werden hier meistens Lärche, Eiche oder Douglasie eingesetzt. Der Schwellenkranz wird punktuell unterfüttert, um Unebenheiten des Betonrohbaus auszugleichen. Wenn das Schwellenholz die optimale Lage hat, wird es mit Schwerlastdübeln und -bolzen, die vor Ort in den Beton eingepfählt werden, oder mit Flachstahlanker, die bereits beim Betonieren der Bodenplatte mit eingegossen werden, fixiert. Die Fugen zur Betonplatte werden mit Quellschutt geschlossen. Wenn die Bodenplatte mit höheren Anforderungen an Toleranzen, also mit weniger baulichen Maßungengenauigkeiten ausgeschrieben wurde, ist es auch möglich, die Rahmenbauwände direkt und ohne Nivellierschwelle aufzusetzen. Auch hier erfolgt die Befestigung über Dübel/Bolzen oder Flachstahlanker.

Die Befestigung eines Wandelementes auf einer Holzbalkendecke erfolgt durch Nagelung mit Stahlnägeln im Abstand von 10 cm.

2. Außenwandelemente

Auf den nivellierten Schwellenkranz werden die vorgefertigten Wandelemente aufgesetzt und mit dem Untergrund verschraubt. Die Wandelemente bestehen aus dem Standard-Konstruktionsprinzip aus Pfosten und Beplankung zuzüglich der inneren und äußeren Bekleidung.

Die Geschosshöhe des Hauses und die Höhe des Außenwandelements bedingen sich gegenseitig. Wenn Plattenstöße außerhalb des Deckenauflegers vermieden werden sollen, ist die Geschosshöhe limitiert durch die verfügbare Plattengröße. Die resultierende lichte Raumhöhe zwischen Schwelle und Rähm ist nach nebenstehenden Abbildungen variabel.

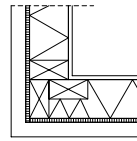


Abb. 12: Horizontalschnitt Ecke

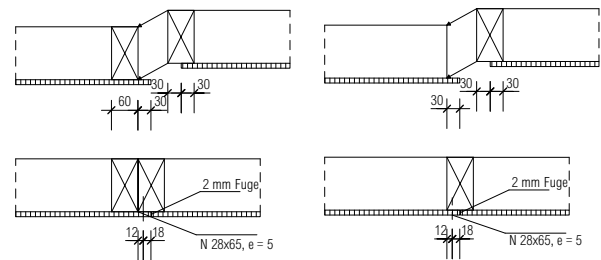


Abb. 13: Horizontaler Plattenstoß

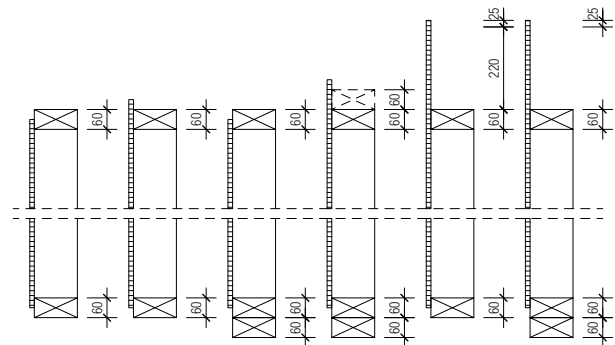


Abb. 14: Platten vertikal

Plattenhöhe [mm]	lichte Rohbau-Raumhöhe (UK Schwelle - OK Rähm) bei Varianten a bis f Deckenbalken h = 220 mm					
	a [m]	b [m]	c [m]	d [m]	e [m]	f [m]
2500	2,56	2,50	2,62	2,50	2,255	2,315
2650	2,71	2,65	2,77	2,65	2,405	2,465
2750	2,81	2,75	2,87	2,75	2,505	2,565
3100	3,16	3,10	3,22	3,10	2,855	2,915
3200	3,26	3,20	3,32	3,20	2,955	3,015
3250	3,31	3,25	3,37	3,25	3,005	3,065

Tab.: Lichte Raumhöhe in Abhängigkeit zur Plattenhöhe

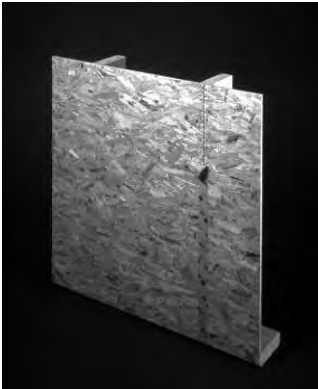


Abb. 15: OSB-Platten Stoß luftdicht abgeklebt

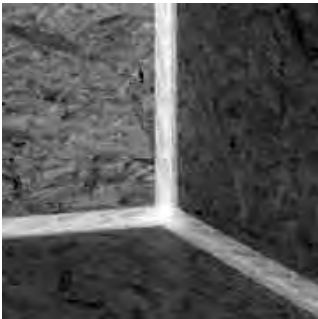


Abb. 16: luftdicht verklebte Innenecke



Abb. 17: luftdichtes Steckdosengehäuse



Abb. 18: Holzhaus im Rohbau: Innere Beplankung statisch wirksam

Wandaufbau, diffusionsoffen
(beschrieben von innen nach außen)

Raumseitige Bekleidung

Als Bekleidung kommen alle denkbaren Wandmaterialien in Frage. Idealerweise wird die Bekleidung auf eine Lattung/ Konterlattung aufgebracht. Im entstehenden Zwischenraum können dann Leitungen geführt und Steckdosen o.ä. eingesetzt werden, ohne die Luftdichtheit zu gefährden. Wenn auf eine raumseitige Bekleidung verzichtet wird, müssen die Installationen ggf. innerhalb des Holzrahmens verzogen werden. Steckdosen o.ä. müssen dann luftdicht in die innere Beplankung eingesetzt werden. Es ist empfehlenswert in diesem Fall ganz auf Leitungsführungen in den Außenwänden zu verzichten.

Innere Beplankung

Beim diffusionsoffenen Wandaufbau ist sie in der Regel statisch wirksamer Bestandteil des Wandelements. Andernfalls muss die äußere Beplankung diese Funktion übernehmen. Mehrere Platten werden stumpf gestoßen, wobei der Stoß nicht auf einem Fenster- oder Türpfosten erfolgen darf. Der Stoß muss mit einem Fugendichtungsband winddicht abgeklebt werden, da die innere Beplankung auch die luftdichte Ebene darstellt. Beim Wandaufbau kann mittlerweile auf die innenliegende Dampfsperre in Form von Kunststoffolien verzichtet werden. Deswegen wird hier vom diffusionsoffenen Wandaufbau gesprochen. Es muss darauf geachtet werden, dass die Dampfdurchlässigkeit der einzelnen konstruktiven Schichten von innen nach außen stetig abnimmt. Die Dampfdurchlässigkeit wird mit dem s_d -Wert angegeben, der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke. Hier gilt: Je höher der Wert, desto größer der Diffusionswiderstand. Die innere Beplankung in Form von Holzwerkstoffplatten oder Gipskartonplatten sollten einen s_d -Wert von > 50 aufweisen (z.B. OSB-Platte oder Flachpressplatten), die äußere Beplankung hat dann nur noch einen s_d -Wert von ca. 5 auf (z.B. bituminierte weiche Holzfaserverplatte). Zwischen den Pfosten und, je nach Energiestandard, auch außen auf den Pfosten befindet sich die Wärmedämmschicht.

Wärmedämmschicht

Der diffusionsoffene Wandaufbau erfordert diffusionsoffene Dämmstoffe, damit es nicht zu Staunässe in der Dämmebene kommt. Dämmstoffe werden grundsätzlich nach organischer und anorganischer und jeweils wiederum nach natürlicher und synthetischer Zusammensetzung unterschieden. In Frage kommen dabei alle Materialien, die offenporig, also diffusionsoffen sind, z.B.

Mineralfaserdämmstoffe, Glasfaserdämmstoffe
Holzweichfaserplatten, Korkplatten, Cellulose
Polyurethan (PU)-Schaumplatten, Polystyrol (PS)-Schaumplatten. Außenseitig wird auf die Pfosten eine weitere Beplankung aufgebracht: die äußere Beplankung.

Äußere Beplankung

Die äußere Beplankung besteht beim diffusionsoffenen Wandaufbau bei solider Ausführung aus einer bituminierten, bzw. hydrophobierten Holzweichfaserplatte. Diese bietet einerseits den Untergrund für die Konterlattung der Außenbekleidung, andererseits stellt sie die Winddichtheit sicher. Holzweichfaserplatten werden auf die Pfosten genagelt oder geschraubt. Stöße werden mit Falz ausgeführt, damit es nicht zu durchgehenden Fugen kommt. Holzweichfaserplatten tragen aufgrund der günstigen Materialeigenschaften zum sommerlichen Wärmeschutz bei. Sollte die äußere Beplankung auch statisch wirksam sein müssen, besteht sie z.B. aus einer OSB-Platte mit einem zusätzlichen Windpapier zur Sicherung gegen Flugschnee und -regen. Die äußere Beplankung wird ergänzt durch die äußere Bekleidung.

Äußere Bekleidung

Die äußere Bekleidung stellt den primären Wetterschutz sicher und ist für das Erscheinungsbild des Hauses verantwortlich. Hier entscheidet sich, ob das Haus als Holzhaus wahrgenommen wird und um welchen Qualitätsstandard, bzw. welche Bauqualität es sich handelt. Im Fall von Holzbekleidungen ist auf den konstruktiven Holzschutz zu achten, der in DIN 68800 geregelt ist.

3 Innenwandelemente

Prinzipiell sind Innenwände und Außenwände identisch aufgebaut. Das Ständerwerk aus 6/6 Kanthölzern kann wahlweise mit Holzwerkstoffplatten oder Gipswerkstoffplatten beplankt werden. Auf diese Weise ergeben sich Wanddicken zwischen 8,5 cm und 11 cm. Je nach Situation ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an Brand- und Schallschutz, die durch Prüfzeugnisse der Bauteile nachgewiesen werden müssen. Der Brandschutz kann über Werkstoff und Anzahl der Schichten der Beplankung beeinflusst werden. Der Schallschutz wird ebenfalls durch den Werkstoff bestimmt, aber auch durch eine Dämmstoffeinlage zwischen den Ständern. Zusätzlich müssen Innenwandelemente aber natürlich auch schalltechnisch von Decken-, Boden- und weiteren Wandelementen entkoppelt werden. Es ist grundsätzlich möglich, auch Wohnungstrennwände in dieser Bauart auszuführen, in dem die Ständer aufgedoppelt werden und dementsprechend zwei Dämmschichten eingelegt werden.



Abb. 19: Das Holzrahmenbau-Haus im fertigen Zustand: Die Horizontale wird betont; feine, leichte und qualitätsvolle Außenwirkung.

Arch.: Fink+Jocher, München



Abb. 20: Innenwandelement wird per Kran in das obere Geschoss eingesetzt



Abb. 21: Beim geschossweisen Aufbau sind Vor- / Rücksprünge des Baukörpers möglich

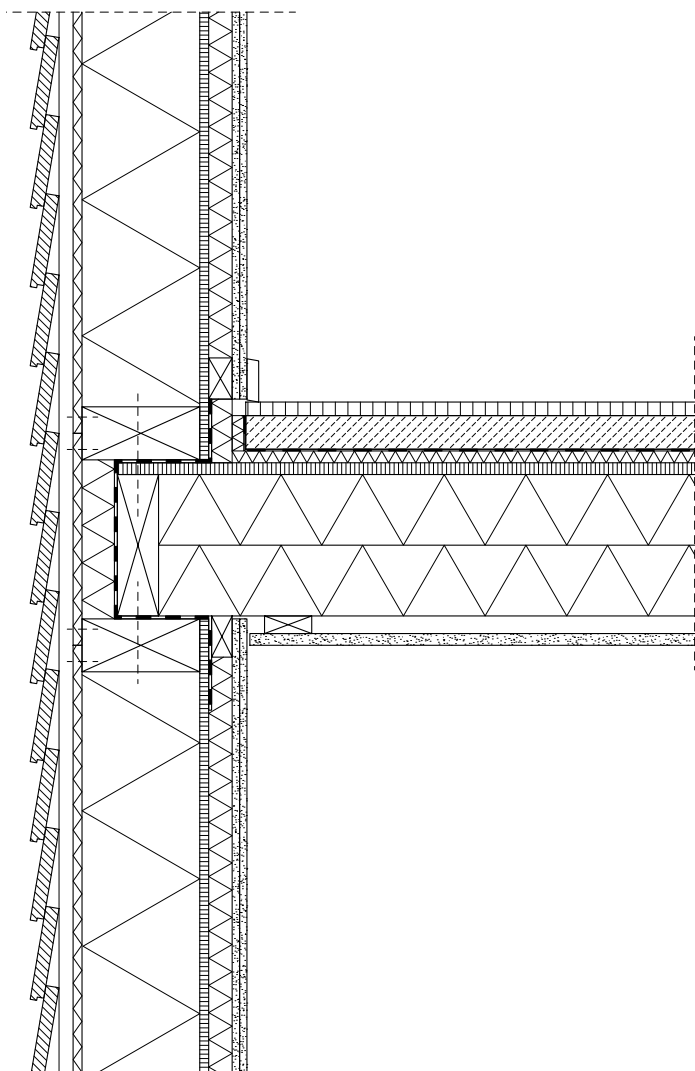


Abb. 22: Detail geschossweiser Aufbau

4 Anschluss Geschossdecken

Beim Holzrahmenbau gibt es sowohl die geschossweise als auch die mehrgeschossige Vorgehensweise. Im geschossweisen Fall werden Deckenelemente jeweils auf die darunterliegenden Wandelemente aufgelegt. Auf diese Decke werden dann die nächsten Wandelemente aufgestellt. Bei der mehrgeschossigen Variante geht das Wandelement über bis zu 4 Geschosse, wobei die Einschränkungen aus gesetzlichen und bautechnischen Regelwerken beachtet werden müssen. 4-geschossige, reine Holzbauten bilden noch die Ausnahme. Hier muss das Deckenelement auf eine Stahlkonsole, die an der Innenbekleidung befestigt ist, aufgelegt werden. Für die Geschossdecken gelten die Prinzipien aus dem Kapitel Decken.

Geschossweiser Aufbau

Beim geschossweisen Aufbau stellt die Luftdichtheit am vertikalen Elementstoß die Schwachstelle dar. Da die innere Beplankung, die im übrigen Wandelement die Funktion der Dampfbremse übernimmt beim Stoß unterbrochen wird, muss eine Bahn PE-Folie vorgesehen werden. Diese ist am unteren Wandelement vorgefertigt befestigt. Sie wird über den Rähm gelegt und nach Auflegen des Deckenpakets wieder zurückgeklappt, sodass auch das nächste Wandelement auf der Folie steht. Der restliche Streifen PE-Folie wird schließlich rückseitig auf die Beplankung des oberen Wandelements geklebt.

Mehrgeschossiger Aufbau

Beim mehrgeschossigen Aufbau besteht die Gefahr unzureichender Luftdichtheit nur insoweit, dass es zu einfachen horizontalen und vertikalen Stößen bei den OSB-Platten der inneren Beplankung kommt. Diese Stöße müssen deswegen mit geeigneten Fugenklebebändern luftdicht verklebt werden.

Die Lasten der Decke müssen auf geeignete Weise in die Wandelemente eingeleitet werden. In der Regel werden dazu Balkenschuhe oder Konsolanker verwendet, die durch die innere Beplankung bis in die Pfostenebene rückverankert werden. Hierauf werden die Deckenbalken oder die Deckenplatte aufgelegt und fixiert.

Die durchgehende Wandkonstruktion hat eine natürliche Schwachstelle im Schallschutz, da es leichter zu Schall-Längsleitung kommt, d.h. Körper- und Luftschall wird über die durchgehende Wand in den darüber oder darunterliegenden Raum übertragen. Vgl. Kapitel Schallschutz im Holzbau.

Dipl.-Ing Kersten Schagemann
Prof. Peter Cheret

DIN Normen: (Auswahl)

DIN 1052 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbaueisen
 DIN 1055-3 Einwirkung auf Tragwerke, Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten
 DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 DIN 4103 Nichttragende innere Trennwände in Holz
 DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
 DIN 18203 Toleranzen im Hochbau
 DIN 68800 Holzschutz im Hochbau

Literatur:

Küttlinger, Georg: Holzrahmenbau, Karlsruhe 2000
 Deplazes (Hrsg.): Architektur konstruieren, Basel 2005
 Dierks, Schneider, Wormuth, Baukonstruktion, Düsseldorf 2002
 Frick, Knöll, Neumann, Weinbrenner: Baukonstruktionslehre 1, Stuttgart, 2002
 Frick, Knöll, Neumann, Weinbrenner: Baukonstruktionslehre 2, Stuttgart, 2001
 Baukonstruktionslehre 1, Stuttgart, 2002

Abbildungsnachweis:

Grundsätzlich sind wir bemüht, die Urheber der in diesem Dokument verwendeten Abbildungen jeweils anzugeben. In einzelnen Fällen kann dies trotz gründlicher Recherche leider misslingen. Gegebenenfalls wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Abbildungsnachweis:

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte beim Herausgeber.
 Abb. 1: Zeichnung G. W. Snow
 Abb. 2: NN
 Abb. 3: Ted. J. Kesik: Die kanadische Holzrahmenbauweise, Ottawa 1999
 Abb. 6: NN
 Abb. 9: baukunst philipphaus gmbh
 Abb. 18+19: NN
 Abb. 21+23: Pfeifer; Liebers; Reiners: Der neue Holzbau, München 1998
 Abb. 25-41: Dipl.-Ing. Frank Schäfer, Universität Stuttgart



Abb. 23: Beim mehrgeschossigen Aufbau sind keine Vor- / Rücksprünge des Baukörpers möglich

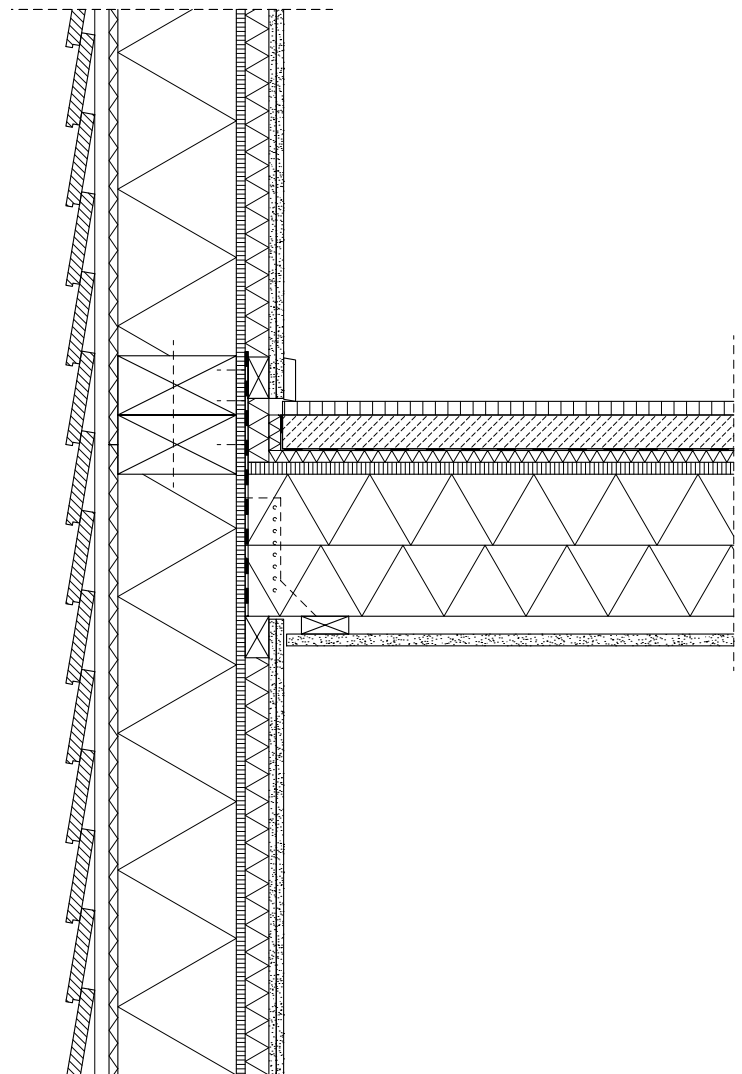
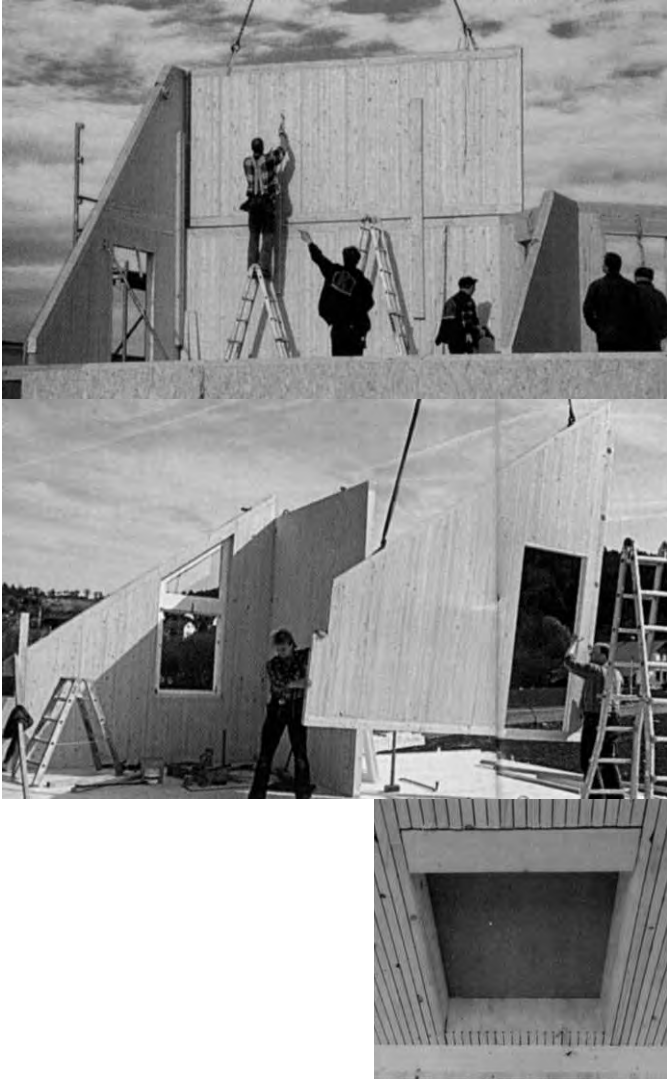


Abb. 24: Detail mehrgeschossiger Aufbau



2.3.3 Brettstapel- oder Dübelholz-Bauweise

Allgemeines

Die Systeme bestehen aus flächenbildenden, tragenden Elementen aus hochkant gestellten Brettern, Bohlen oder Kanthölzern. Sind diese Hölzer in Längsrichtung kraftschlüssig oder auch nicht kraftschlüssig aneinandergereiht, bezeichnet man sie als Lamellen. Anere Bezeichnungen lauten z.B. Brettstapelbau-Elemente, Dübelholz-Elemente, Lamellenholz-Elemente, Bohlenstapel-Elemente.

Anwendungsbereiche

- Wand
- Decke
- Dach

Nutzungsstufe 1

(NK 2 ist unter bestimmten Bedingungen möglich)

Vorwiegend ruhende Belastungen

Nutzung

- Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Industrie- und Verwaltungsbauten
- Schulen und Kindergärten
- Sonderbauten, Sportbauten
- Landwirtschaftliche Gebäude

Beschreibung

die Bretter, Bohlen oder Kanthölzer laufen über die ganze Elementlänge ungestoßen durch oder sind durch Keilzinkung kraftschlüssig miteinander zu Lamellen verbunden. Für Keilzinkungen ist eine Leimgenehmigung erforderlich. In Ausnahmefällen können die Lamellen stumpf gestoßen sein. Die Dicken der Lamellen betragen je nach Hersteller bis 60 mm.

Die Verbindung der Lamellen in Querrichtung erfolgt mit mechanischen Verbindungsmitteln, z.B. Nägeln oder Stabdübeln aus Holz. Diese Verbindungsmittel dienen der Schubübertragung zwischen den einzelnen Lamellen sowohl in horizontaler (Erzielung der Scheibenwirkung) als auch in vertikaler Richtung (Verteilung von Einzellasten). Durch diese Lastumlagerung wird eine Homogenisierung des Querschnittes erreicht.

Bearbeitung der Oberflächen oder der Ränder und damit die Maßtoleranzen der Elemente hängen von der Wahl der jeweiligen Verbindungsmittel ab. Je nachdem ob Nägel oder Holzdübel verwendet werden, müssen die Elemente an den Längsrändern mit unterschiedlich hohem Aufwand bearbeitet werden, um vergleichbare Toleranzen der Elementbreite einhalten zu können.

Brettstapel- und Dübelholz-Elemente sind mit anderen Systemen bzw. Bauweisen kombinierbar.

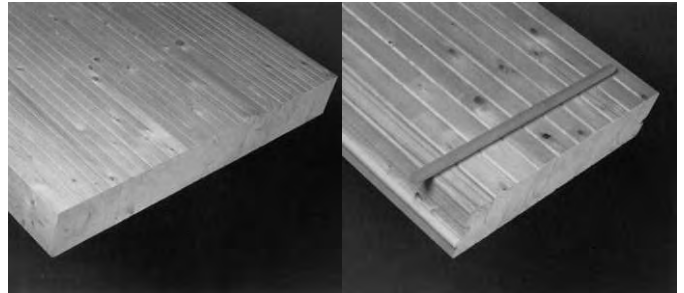
Wandelemente

Sie sind tragend und/oder aussteifend, oder nicht tragend so-

wie raumabschließend. die Wände sind i.d.R. geschosshoch. Je nach Bauweise bzw. Hersteller werden auch Elemente über mehrere Geschosse angeboten.

Die Dicken betragen üblicherweise 80 bis 120 mm. sie sind abhängig von der Knicklänge und der Belastung.

Die Oberflächen sind nicht sichtbar oder einseitig sichtbar, wenn z.B. Anforderungen an den Schallschutz oder an die Aussteifung gestellt werden. Beidseitig sichtbare Elemente sind möglich. Diese sind dann nicht ragend, nicht brandsicher und Erfüllen keine Schallschutzeigenschaften.



Decken- und Dachelemente

Die Unterseiten sind i.d.R. sichtbar und können zur Verbesserung der Raumakustik profiliert werden.

Spannweiten für Einfeldträger sind bis 6,00 m, für Durchlaufträger bis 7,50 m und für Dächer bis 9,00 m wirtschaftlich.

Die Element-Dicken (= Lamellenbreiten) betragen i.d.R. 60 bis 240 mm, in Ausnahmefällen bis 280 mm.

Holz-Beton-Verbund

Deckenelemente mit schubfest verbundenem Aufbeton weisen besondere Eigenschaften auf: Eine erhöhte Tragfähigkeit sowie verbessertes Schall- und Brandverhalten (Decken sind z.B. löschwasserdicht).

Empfohlene Spannweiten liegen zwischen 5 m und 10 m bei Gesamtdicken der Rohdecke von 200 bis 280 mm.

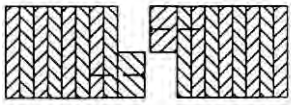
Der kraftschlüssige Verbund kann durch mechanische Verbindungsmittel z.B. Schrauben, Stabdübel, Betonnocken, Nagelplatten, geschweißte Stahlteile erreicht werden. die erforderlichen Verschiebungsmodule und Kriechbeiwerte sind zurzeit nur in Zulassungen angegeben oder müssen durch eine Zustimmung im Einzelfall nachgewiesen werden (s.a. [16]). Freie Stöße der Lammellen sind nach [17] nicht zu empfehlen.

Baustoffe, Bauteile, Herstellung

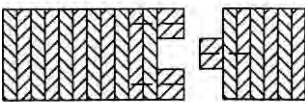
Üblich sind Fichte / Tanne, Kiefer, Lärche oder Douglasie auf Anfrage lieferbar. Die zulässigen Holzarten

2.3.3 Holzbauweise.Holzdübelbauweise

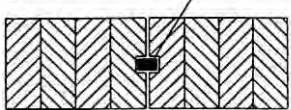
Überfällung



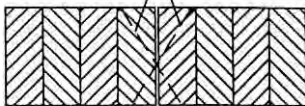
Nut und Feder



Baufurnier-sperrholzfeder



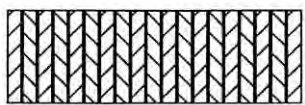
Schräg-nagelung



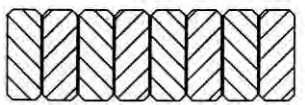
Stabdübelverbindung



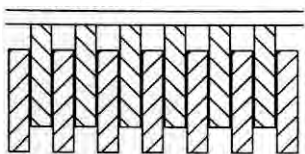
scharfkantig



gefast



verschwenkt



Akustikprofil



für tragende und aussteifende Bauteile sind in DIN 1052-1/A1 aufgelistet.

Die erforderliche Festigkeitsklasse bei reinen Holzdecken beträgt mindestens S 7 (MS 7) und die Holzfeuchte < 18 %. Eine Vorfertigung erfolgt industriell mit automatischen Anlagen. In Ausnahmefällen, z.B. bei nachträglichem Ausbau vor Ort können die Elemente handwerklich in der Zimmerei hergestellt werden.

Oberflächenqualität

Nach RAL-Gütezeichen (beantragt) als Sicht-Qualität A mit hohen Anforderungen, als Sicht-Qualität B mit geringen Anforderungen oder als Industrie-Qualität ohne Anforderungen an die Bauteiloberflächen.

Raster, Modul

Die Systeme sind prinzipiell an kein Raster gebunden. die einzelnen Hersteller arbeiten jedoch mit unterschiedlichen Produktionsrastern.

Tragwerk

Die statischen Nachweise sind in jedem Einzelfall zu führen. Sie erfolgen als einachsige gespannte Ein- oder Mehrfeldträger mit durchlaufenden Lamellen nach DIN 1052.

Um standardisierte Längen der Rohbretter (z.B. 4,50 m) verschnittfrei einsetzen zu können, werden in Ausnahmefällen variable, wandernde Stöße ausgebildet. die Berechnung dieser Stöße ist in den Normen nicht geregelt. solche freien Stöße sind bei Einfeldträgern nach [17] nicht zu empfehlen, da sich die Steifigkeit der Elemente deutlich verringert und die Verteilung von Einzellasten nicht ausreichend gewährleistet ist. Bei breiten Elementen und entsprechender Ausbildung der Elementstöße darf unter Berücksichtigung der Hinweise in [0] der Tragfähigkeitsnachweis für Decken von Wohnräumen mit einer Verkehrslast von $p = 1,5 \text{ kN/m}^2$ (ausreichende Querverteilung) geführt werden.

Die üblichen mechanischen Verbindungsmittel können unter Beachtung der Normen bzw. Zulassungen eingesetzt werden. Wahl und Anordnung hängen oft von den einzuhaltenden Randabständen in den Schmalseiten der Lamellen ab. Besondere Maßnahmen sind zur Ein- und Ausleitung von Lasten entlang der Elementränder erforderlich, z.B. Randbohlen zur Herstellung der Scheibenwirkung.

Die Scheibenwirkung ist in jedem Einzelfall nachzuweisen. Sie ist abhängig von verwendeten Verbindungsmitteln. Die aus bauphysikalischen Anforderungen meist erforderlichen Beplankungen können auch die Aussteifung übernehmen, wenn dies in den entsprechenden Normen und Zulassungen der Baustoffe geregelt ist.

Die Brettstapel- und Dübelholz-Elemente weisen in Querrichtung eine geringe Biegesteifigkeit auf. Die steifere Verdübelung ergibt eine bessere Querverteilung der Verkehrslasten als die Vernagelung.

Das Schwingungsverhalten ist in jedem Fall zu prüfen, da

diese Deckensysteme schwingungsanfälliger sind als normale Holzbalkendecken.

Auf die erforderlichen Einzelnachweise für die Verankerung der Wandelemente mit der Unterkonstruktion wird ausdrücklich hingewiesen.

Schwinden und Quellen

Formänderungen der einzelnen Lamellen durch Schwinden und Quellen insbesondere quer zur Faserrichtung entsprechen denen von Vollholz und werden bei genagelten und gedübelten Elementen zum Teil in den Lamellenfugen aufgenommen. Die Verformungen der Elemente sind konstruktiv zu berücksichtigen.

Die Einbaufeuchte (< 18 %) liegt i.d.R. so weit über der zu erwartenden Ausgleichsfeuchte, so dass die Elemente nur schwinden und damit die Gefahr des Schiefstellens der Wände durch Quellen ausgeschlossen wird.

Eine Schutzschicht (Folie, Pappe, HWS-Platte o.ä.) verhindert ein Ausrieseln von Schüttungen und Verunreinigungen der Rohdecke im Bauzustand und verbessert den Schallschutz sowie die Rauch- und Luftdichtheit.

Bauphysik

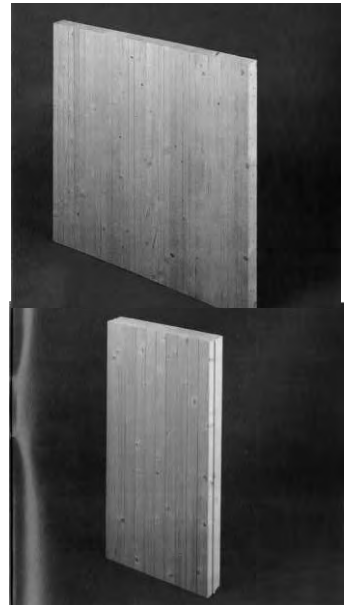
Die flächenhaften Elemente bewirken eine Reduzierung der Anzahl der notwendigen Schichten, z.B. des Wandaufbaus. Es ergibt sich damit eine größere Einfachheit und eine höhere Robustheit der Bauteile.

Die bauphysikalischen Eigenschaften sind abhängig von der Ausbildung der Fugen zwischen den Lamellen und zwischen den Elementen.

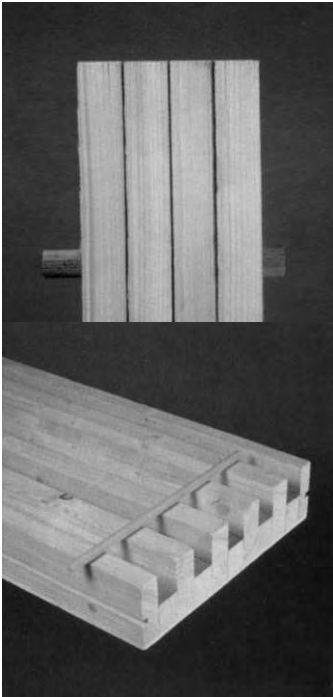
Wärme- und Feuchteschutz

Wegen der außenliegenden, durchgehenden Wärmedämmschicht ergeben sich keine oder nur geringe Wärmebrücken. Genagelte und gedübelte Elemente sind in der Fläche luftdurchlässig, so dass eine komplette Luftdichtheitsschicht eingebaut werden muss.

Die Bauteile besitzen wegen der großen Holzmasse eine hohe Fähigkeit der Zwischenspeicherung von Feuchtigkeit (Pufferung). Durch eine hohe Temperatur-



2.3.3 Holzbauweise.Holzdübelbauweise



Amplitudendämpfung stellt sich ein ausgeglichenes, behagliches Wohnklima ein.

Schallschutz

Die Lamellendecken weisen gegenüber en herkömmlichen Holzbalkendecken eine höhere Steifigkeit und damit trotz der höheren Masse kein besseres Trittschallschutzmaß auf. Geprüfte Aufbauten sind in [4] beschrieben.

Die Schalllängsleitung der relativ biegesteifen Decken in die ähnlich steifen Wände ist ebenso zu berücksichtigen wie die Weiterleitung des Schalls entlang der offenen Lamellenfugen bei durchlaufenden, sichtbaren Decken über die Wände hinweg.

Die Raumakustik kann durch Profilierung der sichtbaren Unterseiten verbessert werden.

Brandschutz

Übliche Bauteile erreichen ohne besondere Maßnahmen F 30-B. die Anschlüsse und Elementfugen müssen jedoch entsprechend ausgebildet werden. F 60-B und F 90-B ist ggf. durch Vergrößerung der Bauteildicken oder mit Bolz-Beton-Verbundelementen erreichbar.

Eine Beplankung mindestens auf der dem Feuer abgewandten Seite verhindert ein Durchströmen der fugen (Kaminwirkung) und damit den schnellen Durchbrand.

Der Brandschutznachweis erfolgt über Abbrandraten [6]. Es muss mindestens mit 0,8 mm/min wie bei Vollholz gerechnet werden.

Kennzeichnung

Ü-Zeichen (ÜH)

Qualitätssicherung

Eine Eigen- und Fremdüberwachung erfolgt nach Norm und im Rahmen des RAL-Gütezeichens.

Sonstiges, Besonderheiten

Lamellenelemente werden häufig als Decken- und Dachbauteile im Holzrahmenbau sowie im Beton- und Mauerwerksbau eingesetzt.

Die Installationsführung erfolgt raumseitig vor den Elementen in einer besonderen Installationsebene oder im Fußbodenaufbau. Nur mit besonderen Maßnahmen direkt in den Elementen. Aussparungen / Schlitz sind sinnvollerweise in Lamellenrichtung anzuordnen und ggf. nachzuweisen. für Elektroleitungen können Nuten in einzelne Lamellen gefräst werden.

Maßtoleranzen

Maßtoleranzen sind von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich und werden nach DIN 18203-3, Tab. 2 geregelt. Die Messbezugsfeuchte beträgt um = 15 %.

Zusätzlich ist nach RAL-Gütezeichen (beantragt) ein Höhenversatz benachbarter Lamellen bei sichtbarer Oberfläche von max. 3 mm und bei nicht sichtbarer Oberfläche von max. 6 mm einzuhalten.

Bauteilabmessungen

Sind je nach Hersteller unterschiedlich und nahezu beliebig groß. Sie werden nur von den jeweiligen Produktions- und Transportbedingungen begrenzt.

Die Elementdicken sind durch die verfügbaren Lamellenbreiten begrenzt.

Dübelholz-Elemente

Beschreibung

Die Elemente werden mit Stabdübeln aus Hartholz nur über Klemmkräfte verbunden.

Da die Ränder und Oberflächen keine metallischen Verbindungsmittel aufweisen, ist eine komplette Bearbeitung z.B. mit CNC- oder Hobelmaschinen möglich. Dadurch ist eine nahezu beliebige Maßhaltigkeit erreichbar, die im Wesentlichen nur von der Genauigkeit der Bearbeitungsmaschinen abhängt. Die Stöße der Elemente erfolgen mit Nut- und Feder, Fremdfedern, überstehenden Dübeln oder mit oberseitigen Streifen aus HWS-Platten.

Baustoffe, Bauteile, Herstellung

Die Lamellen sind sägerau, egalisiert oder gehobelt. Lamellendicken von 45 bis 60 mm für nicht sichtbare und 20 bis 60 mm für sichtbare Elemente sind üblich.

Die Festigkeitsklasse für sichtbare Bauteile muss mindestens S 10 (MS 10) betragen, sonst S 7 (MS 7).

Die geriffelten Hartholz-Stabdübel sind meist aus Buche mit Durchmesser 20 mm. die Feuchte beträgt ca. 7 %. Durch den Feuchteausgleich quillt der Dübel etwas auf und die Klemmwirkung wird verstärkt. Die Abstände der Dübel ergeben sich jeweils aus der statischen Berechnung. Sie betragen bei üblichen dicken ca. 300 mm. die Löcher werden mit 19,5 mm vorgebohrt.

Oberflächenqualität

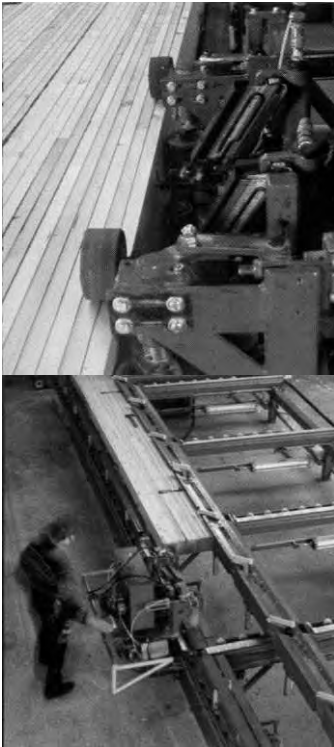
Dübelholz-Elemente können ohne Beplankung oder mit handelsüblichen Produkten wie NF-Schalung, Gipsbauplatten usw. beplankt ausgeführt werden.

Tragwerk

Die Lamellen laufen i.d.R. durch. Stöße mit Keilzinkung erfordern eine Leimgenehmigung. Bei nicht sichtbarer Anwendung können die Lamellen in



2.3.3 Holzbauweise.Holzdübelbauweise



Ausnahmefällen stumpf gestoßen sein. Dann ist ein besonderer Nachweis (Zustimmung im Einzelfall) erforderlich, da Hartholzdübel nicht genormt sind.

Die Scheibenwirkung ist in jedem Einzelfall nachzuweisen. Sie wird bei größeren Gebäuden durch eine Beplankung mit HWS-Platten und Randbohlen zur Befestigung auf anderen Bauteilen erreicht. Die Scheibentragfähigkeit und besonders die Steifigkeit der unverstärkten Elemente allein ist meist nur bei kleineren Bauten (z.B. EFH) für die Aussteifung ausreichend. Eine Scheibenwirkung kann in Ausnahmefällen, z.B. bei kleinen Scheibenabmessungen auch durch Windrispenbänder erreicht werden. Wenn das Abnageln auf jeder Lamelle nicht möglich ist, muss ein Fachwerk aus Rispe und Randbohlen gebildet werden.

Der Nachweis der Scheibensteifigkeit kann unter Zuhilfenahme von [16] und [17] auf der Grundlage gängiger baustatischer Methoden erfolgen.

Schwinden und Quellen

Die Klemm- und Absperrwirkung der durchgehenden Hartholzdübel bewirkt eine Verringerung der Verformungen des Gesamtelementes in der Breite.

Sonstiges, Besonderheiten

Je nach Anbieter können Dübel vorstehen und in das nächste Element eingreifen.

Maßtoleranzen

Die einzelnen Hersteller bieten verschiedene Bauteilabmessungen und zurzeit noch unterschiedliche Toleranzen an (RAL-Gütezeichen ist beantragt.) Sie müssen jeweils mit dem Hersteller vertraglich vereinbart werden. Bei RAL-Produkten genügt der Hinweis auf das RAL-Gütezeichen.

Bauteilabmessungen

Wand- Decken- und Dachelemente

Dicken von 50 bis 240 mm

Breite von 600 mm bis 1200 mm

Höhe / Länge bis 12,00 m

Prof. Peter Cheret

Dipl.-Ing. Gerd Grohe

Dipl.-Ing. Andreas Müller

Dipl.-Ing. Kurt Schwaner

Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Dipl.- Ing. Helmut Zeitter

Hersteller:

- inholz Holzdübel-Elemente, D - 68169 Mannheim
- Kaufmann Massivholz GmbH, D - 89613 Oberstadien
- Merkle GmbH, D - 73266 Bissingen
- Suttner Massivholzelemente GmbH, D - 94354 Haselbach

Verband

Gütegemeinschaft Brettstapel- und Dübelholzhersteller e.V.
Hacklängestrasse 43
D - 70184 Stuttgart
0711 - 239 96 50
0711 - 239 96 60 Fax
info@holzbau-online.de
www.holzbau-online.de

Quelle:

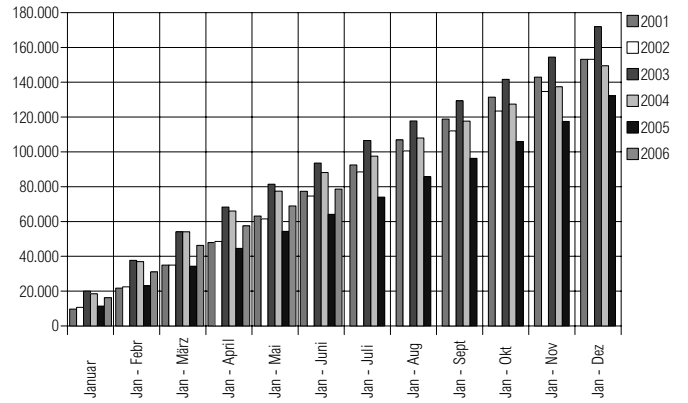
holzbau handbuch Reihe 1 Teil 1 Folge 4 Seite 26-29

3 Holzbau und Zimmerergewerbe

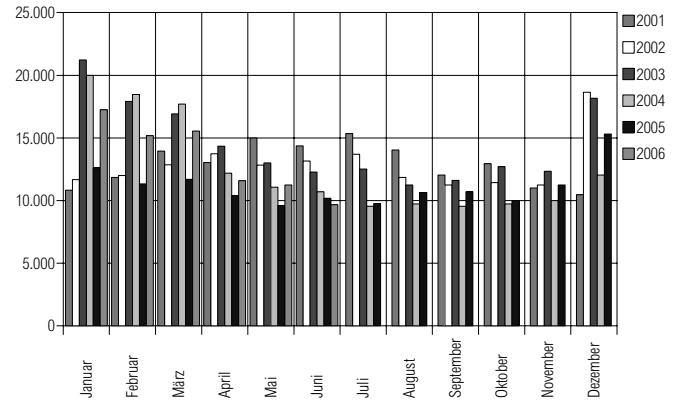
- 3.1 Marktanteil Holzbau Deutschland und Baden-Württemberg
- 3.2 Betriebsstrukturen in Baden-Württemberg
- 3.3 Marktforschung LEADER+ Gebiet
- 3.4 Umfrage bei regionalen holzverarbeitenden Betrieben LEADER+ Gebiet

3.1 Marktanteil Holzbau Deutschland und Baden-Württemberg

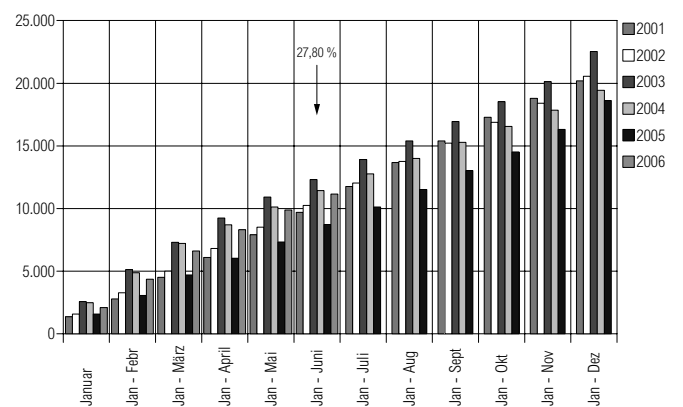
Baugenehmigungen Hochbau
1 - 2 Familienhäuser
Deutschland Januar 2001 - Juni 2006



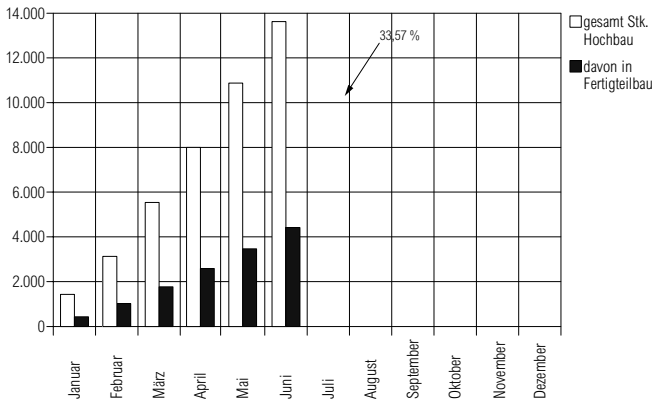
Baugenehmigungen Hochbau
Deutschland Januar 2001 - Juni 2006



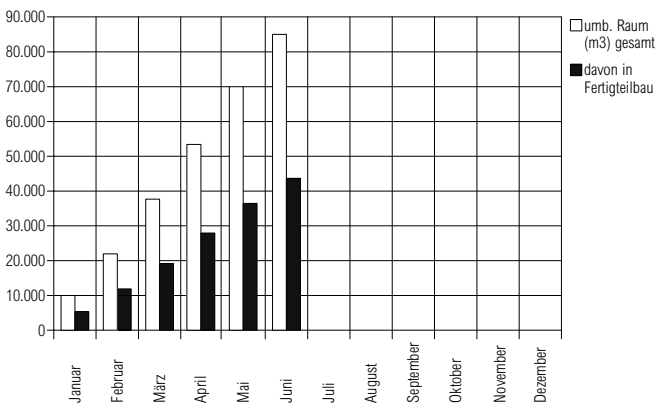
Baugenehmigungen im Fertigteilbau
1 - 2 Familienhäuser
Deutschland Januar 2001 - Juni 2006



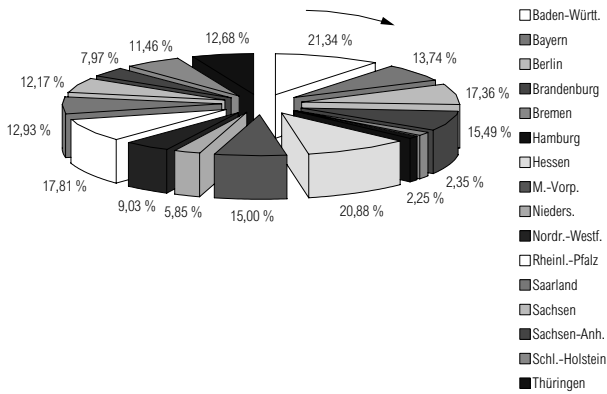
3.1 Marktanteil Holzbau Deutschland und Baden-Württemberg



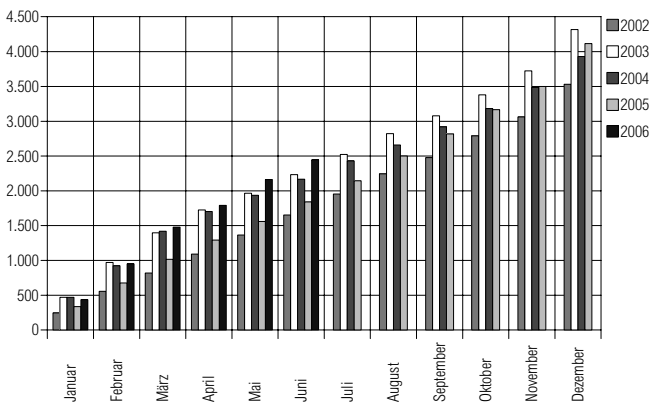
Nichtwohngebäude Stk. 2006 kum.



Nichtwohngebäude umbauter (m³) Raum



Anteil Fertigbau an Wohngebäuden gesamt je Bundesland



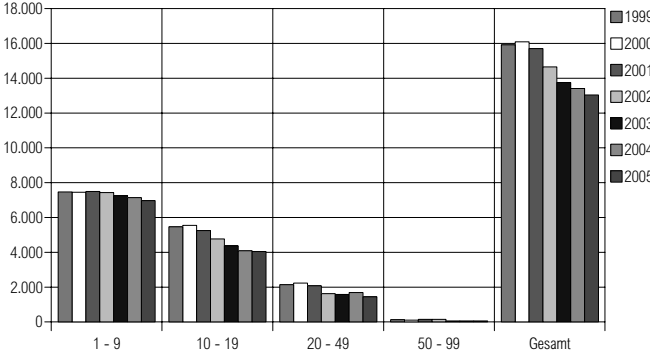
Baugenehmigungen Wohngebäude in Fertigteilbauweise bis Juni 2006 Baden-Württemberg



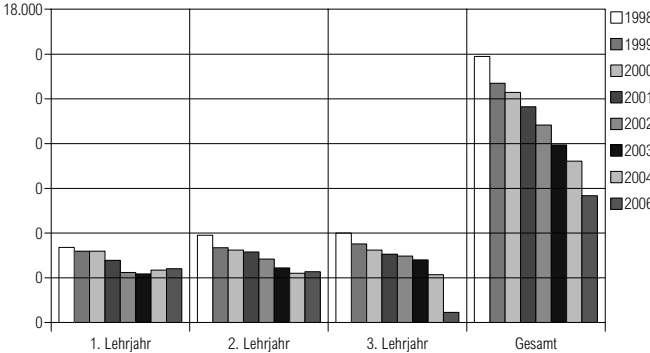
Quelle:
 Deutscher Fertigbauverband

3.2 Betriebsstrukturen in Baden-Württemberg

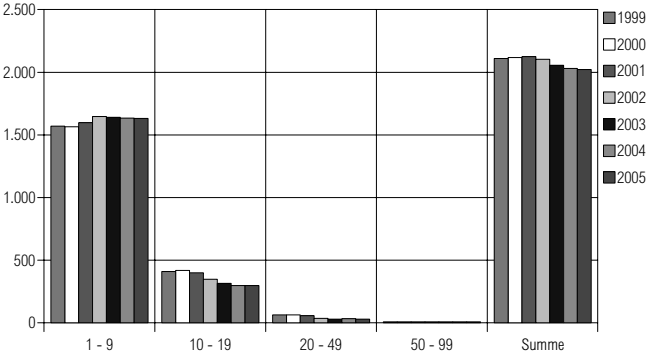
Beschäftigte in Zimmereien
Baden-Württemberg 1999-2005



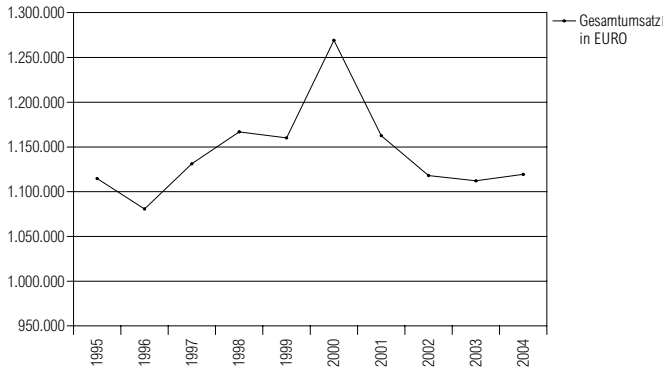
Entwicklung Lehrlingszahlen
Baden-Württemberg 1998-2005



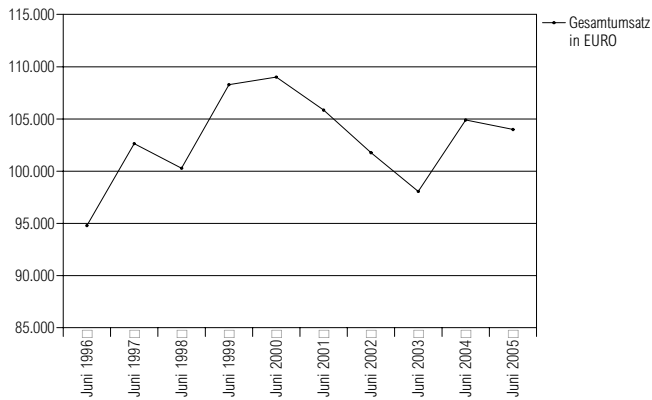
Entwicklung Anzahl Zimmereibetriebe
Baden-Württemberg 1999-2005



3.2 Betriebsstrukturen in Baden-Württemberg



Gesamtumsatz in Zimmereibetrieben in Euro
Baden-Württemberg 1995-2004



Gesamtumsatz in Zimmereien
Baden-Württemberg 1996-2005 im Monat Juni

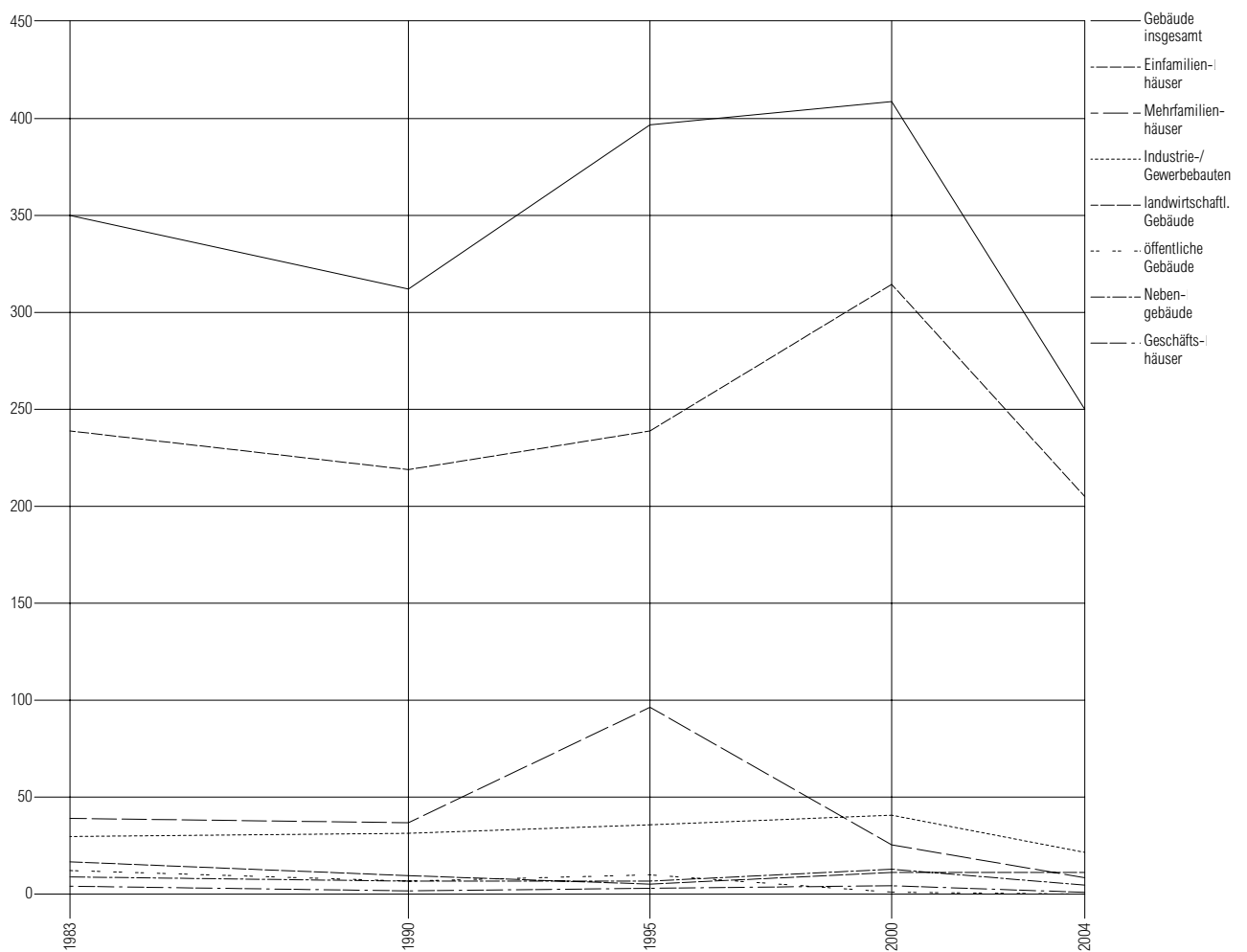
Quelle:
Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes

3.3 Marktforschung LEADER+ Gebiet

Anzahl der eingereichten Bauanträge Landkreis Freudenstadt nach Gebäudetypen

Im Beobachtungszeitraum 1983 bis 2004 ist der am häufigsten realisierte Gebäudetyp das freistehende Einfamilienhaus. Dessen Rückgang seit dem Jahr 2000 um etwa 25% wirkt sich nachhaltig auf das Markteschehen aus.

Andere Typen wie das Mehrfamilienhaus oder öffentliche Gebäude schwanken auf niedrigem Niveau.



3.3 Marktforschung LEADER+ Gebiet

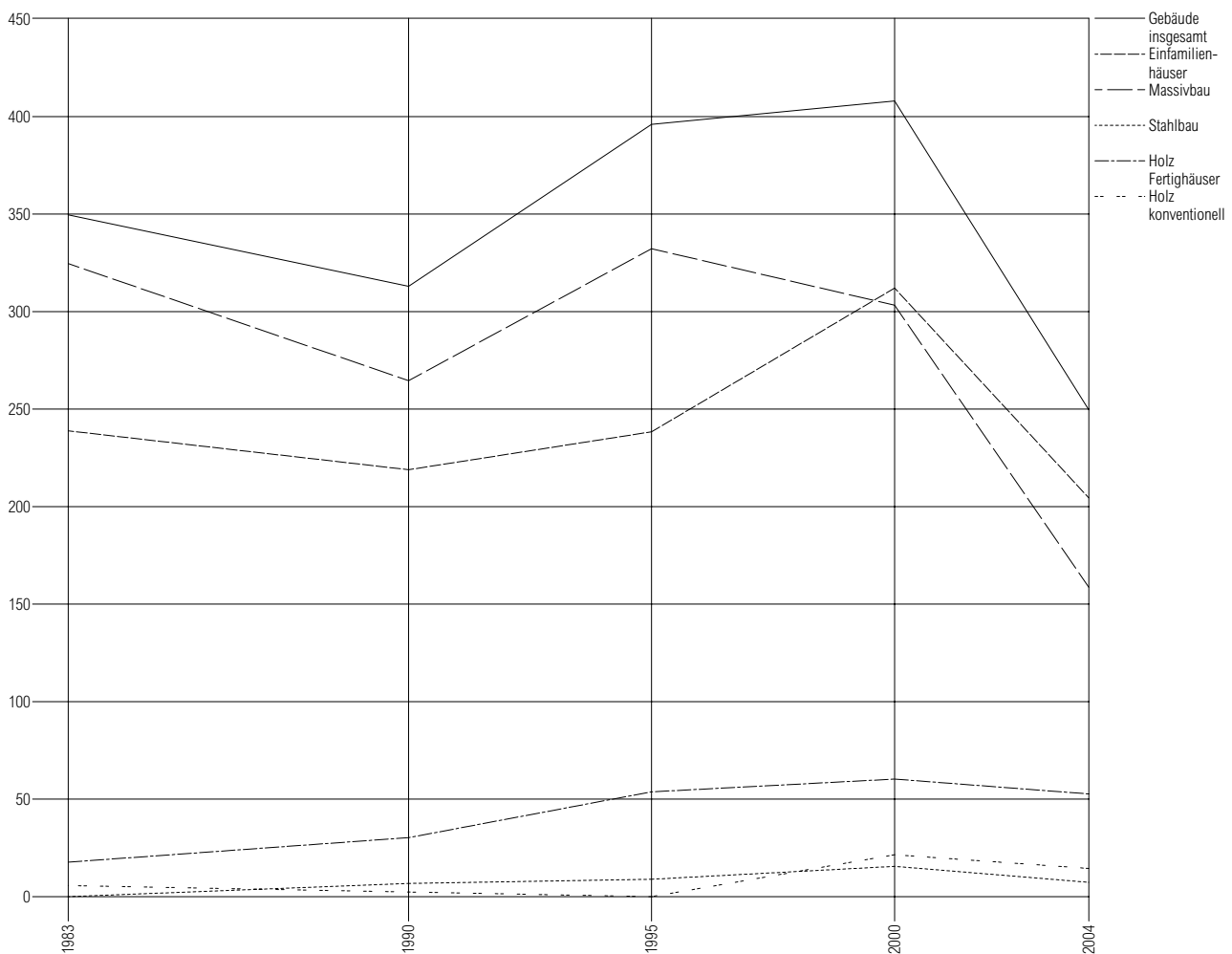
Marktanteile Landkreis Freudenstadt nach Baustoffen und Bauweisen

Im traditionell vom freistehenden Einfamilienhaus dominierten Markt verteidigt der Massivbau über die Jahre hohe Marktanteile. Da die überwiegende Zahl der Gebäude mit konventionell geneigten Dächern gedeckt sind, profitieren davon auch die regionalen Zimmerer.

Etwa 25% der Neubauten werden als „Fertighaus“ in Holzbauweisen erstellt. Der allgemeine Holzbau wächst zwar seit 1990 kontinuierlich, stagniert jedoch auf niedrigem Niveau.

Quellen:
Archiv des Technischen Rathaus Freudenstadt
Datenblätter Statistisches Landesamt BW

Prof. Peter Cheret



3.4 Umfragen bei regionalen holzverarbeitenden Betrieben LEADER+ Gebiet

Gebiet

Der Nordschwarzwald ist die Region, die im Vergleich zum Restschwarzwald den höchsten Bewaldungsgrad und die niedrigste Bevölkerungsdichte aufweist. Er ist die naturräumliche Bezeichnung für ein Gebiet das nochmals in drei markante Landschaftsräume unterteilt werden kann. Diese sind nachfolgend mit dem zugehörigen Anteil an Waldfläche im Verhältnis zur Gesamtbodenfläche benannt:

- Schwarzwaldrandplatten mit 59% Waldanteil
 - Grindenschwarzwald und Enzhöhen mit 82,6% Waldanteil
 - Nördlicher Talschwarzwald mit 67,3% Waldanteil
- Verwaltungstechnisch gehört die Region den drei Landkreisen Rastatt, Freudenstadt und Calw an.

Die Handwerksinnungen teilen sich in vier Zuständigkeitsgebiete auf, die Innungen Calw, Freudenstadt, Rastatt und Neuenbürg. Die Sägebetriebe des Gebietes sind dem Baden-Württembergischen Sägeverband angeschlossen.

Absicht und Vorgehensweise

Die Holzbaugruppe hatte die Absicht die Kette der am Holz verarbeitenden Gewerke zusammenzuführen, eine Art Plattform zu schaffen für den Gedanken- und Ideenaustausch mit dem Ziel dem Bauen mit einheimischem Holz Anschub und Impulse zu geben.

Die Möglichkeit des Zusammenführens gemeinsamer Interessen und der Impuls für Kooperationen sollten hier einen Ansatz finden.

Diese Absicht wurde durch eine Veranstaltung am 14.02.2006 in Seewald-Besenfeld eingeleitet, zu der die Zimmerinnungen mit den Zimmereien Ihres Gebietes eingeladen waren. Ebenso eingeladen waren die Sägebetriebe der Leader+ Region. Das Protokoll zur Veranstaltung ist im Anhang beigefügt.

Mit einer Fragebogenaktion die spezifisch für die Hauptgewerke des Holzes (Säge- und Zimmereibetriebe) ausgearbeitet wurde und die an dem Veranstaltungsabend angekündigt war, sollten folgende Fragen aufgearbeitet werden: Alter, Struktur, Größe der Betriebe, Technische Ausrüstung und Maschineneinsatz, Stoffkreislauf, Rohstoffherkunft und Produktabsatz, Einsatz traditioneller bzw. moderner vorgefertigter Arbeitsweisen, Produktpaletten und Konstruktionsweisen, Markt, Markteinschätzung und -entwicklung, Zukunftseinschätzung, Interesse an Veränderungen und Investitionen, Interesse an Kooperationen. Für die Gewerke Schreiner und Glaser wurde jeweils an die Innungsmeister ein Fragebogen mit vergleichbarem Inhalt gesendet.

Mit den Aussagen und der Gegenüberstellung der Ergebnisse sollten gemeinsame aber auch kontroverse Ansatzpunkte zum Bauen mit einheimischem Holz festgestellt werden. Diese sollten die Diskussionsgrundlage für einen Meinungsaustausch und den Ansatzpunkt für eventuelle Kooperationen bilden.

3.4 Umfragen bei regionalen holzverarbeitenden Betrieben LEADER+ Gebiet

Ergebnis Umfrage Sägereien

Von den 27 Sägebetrieben im Leader+ Aktionsgebiet haben nach zweimaliger Ausgabe des Fragebogens 8 Betriebe einen Fragebogen ausgefüllt zurückgegeben.

Das entspricht einer Beteiligung von etwa 30 Prozent.

Mit dieser Beteiligung kann das Ergebnis als repräsentativ gelten und gewertet werden.

Das Rohmaterial kommt zu über 50% aus der direkten Nähe mit max. 20 km Entfernung, weitere 38% aus einem Umkreis von 50 km.

Das gesägte und verarbeitete Holz wird in größere Entfernungen geliefert:

Rund 38% in den Umkreis bis 50 km

Rund 25% in den Umkreis bis 100 km

Rund 37% über 100 km auch in EU-Länder.

Es besteht überwiegend die Meinung, dass die Sägeindustrie im Nordschwarzwald den Ansprüchen des Holzmarktes gerecht wird. Im Gegenzug besteht überwiegend die Meinung, dass das Rohmaterial Holz im Nordschwarzwald nicht den Ansprüchen des Holzmarktes entspricht. Die Nachfrage nach Verpackungs- und Palettenholz, auch nach Gartenholzprodukten steigert sich sehr. Ebenfalls besteht eine steigende Nachfrage nach getrocknetem und abgebundenem Bauholz. Holzware für Möbel und Schreiner sinkt. Zu flächigen Holzelementen gibt es überwiegend keine Meinung.

Ergebnis Umfrage Zimmereien

Bei der Veranstaltung in Seewald wurde die Umfrageaktion dargestellt und die Obermeister darum gebeten diese an die Zimmereien des Gebietes zu versenden.

Nach anfänglich schlechtem Rücklauf wurde ein gesonderter Fragebogen direkt an die Innungsobermeister gesendet, dabei auch die Mitgliederanzahl gesamt und die Mitglieder im Leader+ Gebiet erfragt:

Im Leader-Gebiet gibt es insgesamt 43 Zimmereien davon :

18 im LK Calw

versendet wurden: 8 Fragebögen

14 im LK Freudenstadt

versendet wurden: 39 Fragebögen

3 im LK Rastatt

versendet wurden: 3 Fragebögen

8 im Innungsgebiet Neuenbürg

versendet wurden: 8 Fragebögen

Das Leader+ Gebiet hat 43 Zimmereien

versendet wurden: 58 Fragebögen

Zurück kamen insgesamt: 10 Fragebögen

Dies ist eine Beteiligung von rund 17,5%

Dies entspricht einer Beteiligung von rund 19%.

Der Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes BW rief am 20.09.06 mit einem Anschreiben die Zimmerobermeister erneut auf, die Aktion zu unterstützen und die Umfragebögen ein zweites Mal zu versenden. Nach diesem Appell ist ein weiterer Fragebogen eingegangen.

Mit dieser Beteiligung ist die Umfrage nicht repräsentativ und kann nicht gewertet werden.

Die Beteiligung der Obermeister der Innungen Schreiner und Fensterbau war ebenfalls unbefriedigend. Von vier Innungsmeistern der Schreiner hat einer den Fragebogen zurück geschickt. Von drei Innungsmeistern der Fensterbauer hat einer sich an der Umfrage beteiligt.

Bei einzelnen mündlichen Rückfragen ergaben sich folgende Gründe für die Nichtbeteiligung:

Unkenntnis über Funktion und Tätigkeit der Leader+ Aktionsgruppe Nordschwarzwald.

Überlastung der Handwerksbetriebe und der Obermeister im Allgemeinen, Existenzkampf, zu viel Schreibkram und Bürokratie, Vorbehalte gegenüber Umfrageaktionen.

Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo
Freie Architektin

Anhang:
Protokoll zur Veranstaltung in Seewald-Besenfeld am 14.02.2006
Fragebogen Zimmerbetriebe
Fragebogen Sägerbetriebe und Auswertung

4 Prototyp regionaltypisches Wohnhaus im Nordschwarzwald

- 4.1 Zielrichtung
- 4.2 Entwurf
 - 4.2.1 Vorentwurf und Varianten
 - 4.2.2 Grundriss-/Nutzungsvarianten
 - 4.2.3 Ausführungsbeschreibung
- 4.3 Plangrundlagen Architektenpläne
 - 4.3.1 Holzrahmenbau
 - 4.3.2 Holzübelbauweise
- 4.4 Plangrundlagen Ingenieurpläne
 - 4.4.1 Holzrahmenbauweise
 - 4.4.2 Holzübelbauweise
- 4.5 Tragwerk
 - 4.5.1 Erläuterungen
 - 4.5.2 Musterstatik

4.1 Zielrichtung

Nach wie vor ist es ein menschliches Grundbedürfnis, in den „eigenen vier Wänden“ behaust zu sein. Der Traum im eigenen Haus zu leben ist eine starke Triebfeder, jedoch wird der konventionelle Bauprozess vielfach als Abenteuer empfunden. Der Erfolg der Fertighausindustrie basiert auf der garantierten Sicherheit, mit standardisierten Konstruktionsweisen bei seriös kalkulierter Kostengarantie die vermeintlich unwägbaren Risiken einzugrenzen. Im Allgemeinen gehen die Hersteller im Rahmen eines Standardkatalogs auf individuelle Wünsche der Kundschaft ein und nicht wenige haben einen bemerkenswerten architektonischen Anspruch. Allerdings ist die Regel, dass das Fertighaus im industriellen Fertigungsprozess zentral gefertigt und dann „exportiert“ wird. Regionale Besonderheiten in den Bauformen sind dabei nivelliert und das komplexe Einfügen in einen gewachsenen Kontext ist nur bedingt möglich. Die örtlichen Planer und Handwerker sind selten beteiligt. Dennoch ist die Standardisierung ein erfolgreiches Prinzip. Über Jahrhunderte sind in den verschiedenen Regionen optimal an die örtlichen Bedingungen angepasste Bautypen entstanden. Bei genauerer Betrachtung unterscheiden sich die traditionellen Gebäude eines in sich geschlossenen Kulturraumes nur wenig. Die Basis war im Allgemeinen ein geometrisch ebenso präziser wie einfacher Baukörper mit wenig variierenden Dimensionen. Signifikante Erscheinungsformen wie das geneigte Dach und dessen Ausbildung an den Überständen, die Außenbekleidung, die Lage der Fenster in der Wand oder die Behandlung des Sockels waren einheitlich. Unsere Vorfahren scheinen wenig Interesse an der individuellen Gestaltung ihrer Heimstätten verspürt zu haben – und dennoch haben sie ein reiches Erbe hinterlassen. Noch heute bewundern wir die aus einheitlich gestalteten Einzelgebäuden gewachsenen Ortsbilder.

Vor dem Hintergrund dieser allgemeinen Betrachtung wurde der nachfolgend dokumentierte Prototyp entwickelt. Basis der konzeptionellen Überlegungen im Entwurf sind zunächst die im Nordschwarzwald vorherrschenden Bedingungen:

In der Regel sind die Baugrundstücke geneigt. Es galt, einen Grundtyp zu entwickeln, der sich den wechselnden Geländeformen anpasst und in dessen inneren Organisation die topographischen Gegebenheiten berücksichtigt.

Der Nordschwarzwald ist durch ausgeprägte Jahreszeiten geprägt. Das geneigte, einheitlich geschlossene Dach mit seitlichen Überständen bietet den optimalen Schutz vor Niederschlägen. Unnötige Einschnitte oder Dachaufbauten sind vermieden. Die Praxis zeigt, dass derlei Sonderkonstruktionen nicht nur kostenintensiv sind, sondern auch schadensträchtig bei erhöhtem Risiko

4.1 Prototyp.Zielrichtung

hinsichtlich der Wärmeverluste. Außerdem erscheinen im Nordschwarzwald die Dachlandschaften vielerorts als „fünfte Fassade“. Je ruhiger deren Gestaltung, desto harmonischer und verträglicher ist das Gesamtbild.

Nach dem Vorbild der traditionellen Bauformen ist die Grundform des Gebäudes kompakt. Das günstige Verhältnis von Bauvolumen zur äußeren Hülle sichert günstige Werte beim Energieverbrauch.

In der äußeren Ansicht überwiegen die geschlossenen Flächen. Nach Süden, im günstigsten Fall zur Aussicht hin, sind die Fenster großzügig dimensioniert und nach Norden oder zur Wetterseite auf das notwendige Maß reduziert. Die Fensterformate sind einheitlich und damit als „Kleinserie“ kostengünstig herstellbar.

Im Inneren sind die Räume den Nutzungen entsprechend zugeschnitten. Der Grundriss ist „belastbar“, d.h. unter Berücksichtigung der tragenden Konstruktion veränderbar. In der Folge sind Varianten aufgezeigt, welche die Anpassung an verschiedene Nutzungen belegen.

Über den Entwurf hinaus ist das bauliche Gefüge konstruktiv durchgearbeitet und bis zur Typenstatik belegt. Die geometrische Grundordnung ist die Grundlage für ein sinnfälliges Tragwerk bei wirtschaftlichen Spannweiten. Ausgehend vom qualifizierten Können des örtlichen Handwerks und dem allgemein anerkannten bautechnischen Regelwerk entsprechend sind sämtliche Fügungen der Bauteile im Einzelnen detailliert.

Der Prototyp ist zwar weit entwickelt, er ist jedoch nicht als ein in sich abgeschlossenes, unveränderbares Produkt gedacht. Vielmehr zielt er darauf, alle am Bau Beteiligten zu unterstützen – der Bauherrschaft als konkrete Entscheidungshilfe, dem Architekten sowie Bauingenieur als Planungshilfe und den ausführenden Firmen als Basis zur Realisierung. Der Entwurf ist entwicklungsfähig und vielfältig variierbar. In der Entwicklung des Prototyps wurde bewusst auf die Aussage zur Lage einer Garage verzichtet, der sich der Grundtyp in der jeweils gegebenen Situation anzupassen hat. Auch die äußere Gestaltung ist veränderbar. Im Entwurf ist der Konstruktionsweise entsprechend eine Holzschalung vorgeschlagen. Andere Bekleidungen sind möglich.

Insgesamt zielt der Entwurf für den Prototyp, einer breiten Öffentlichkeit den Holzbau mit all seinen Vorteilen nahe zu bringen. Im waldreichen Nordschwarzwald ist das Bauen mit Holz nicht nur sinnfälliger, sondern auch ein Beitrag für eine regionale Baukultur, an der alle partizipieren. Vergleichbare Regionen wie der Bregenzer Wald haben sich in dieser Richtung bereits weit entwickelt. Unterstützt von allgemein anerkannten Gestaltungssatzungen herrscht dort ein ausgeprägtes Bewusstsein für den Erhalt der landschaftlichen Schönheit. Das Holz verarbeitende Gewerbe floriert und profitiert von den natürlichen

Ressourcen. Die Menschen leben in einem intakten und gesunden Umfeld. Die Identifikation mit den kulturellen Besonderheiten ihrer Region ist die Grundlage für das soziale Miteinander und schafft letztendlich Wohlstand.

Prof. Dipl.-Ing. Peter Cheret

Soweit im folgenden nicht anders aufgeführt, liegen die Bildrechte beim Herausgeber.



4.2 Entwurf

Zur Aufgabenstellung, der Entwicklung eines Wohnhauses als Prototyp für Holzbauweisen, hat die Holzbaugruppe eine Reihe von Anforderungen hinsichtlich Architektur, Nutzung, Gestalt, Tragwerk, Einbindung in die Umgebung, Technik und Energieverbrauch formuliert. Die Vorgaben zielen auf ein qualitativvolles, ökonomisches und zeitgemäßes Bauwerk, das sich mit unterschiedlichen Konstruktionsweisen realisieren lässt.

Nutzung

Das Gebäude soll dem Wohnen von mehreren Generationen gleichzeitig und den wechselnden Bedürfnissen einer Familie oder Lebensgemeinschaft standhalten. Das beinhaltet die Nutzung als eine Wohneinheit für die kinderreiche Familie ebenso, wie die Integration -ohne Umbaumaßnahmen- eines barrierefreien Wohnteils mit Teeküche und Bad oder die Einrichtung einer kleinen abgeschlossenen Büroeinheit. Grundsätzlich soll das großzügig konzipierte Wohnhaus mit wenig Aufwand in mindestens 2 oder 3 Wohneinheiten aufgeteilt werden können.

Gebäudestruktur und Konstruktion

Wie in der Zielformulierung erwähnt, muss die Gebäudestruktur eine weitestgehende Vorfertigung von Bauteilen ermöglichen. Beim Holzrahmenbau hat sich das Achsmaß von 62,5 cm bewährt. Es liegt nahe dieses Grundmaß zu übernehmen und die Größe des Baukörpers auf dem regelmäßigen Vielfachen von 62,5 cm bzw. 125 cm -von den inneren Wandfläche aus gemessen- zu übernehmen. Das Raster ermöglicht eine Vorfertigung der tragenden Wand- und Deckenteile. Beim Innenausbau mit standardisierten Wandplatten kommt es zu weniger Verschnittarbeit und -mengen.

Für den Erhalt von gut proportionierten und benutzbaren Räumen zeigt sich eine innere Gebäudetiefe von 750 cm als sinnvoll und wirtschaftlich. Aufgrund dieser Vorüberlegungen basieren die Vorentwürfe zum Prototyp auf den Grundmaßen: Gebäudebreite innen 7.50 m und Gebäudelänge innen 12,50 m oder 13,75 m

Der Abstand der tragenden Bauteile- und Wände ist auch bei offener und flexibler Raumstruktur auf sinnvolle im Holzbau übliche Spannweiten abzustimmen. Das Planungsraster bietet bei Planung und Ausführung und später bei Umplanungen eine schnelle Übersicht der Raumgrößen, des konstruktiven Gefüges und der tragenden Konstruktion.

Äußere Gestalt und Einbindung in die Umgebung

Die Baugeschichte des Holzbaues im Schwarzwald zeigt uns klare, kompakte Baukörper. Diese traditionelle Bauform und die heute energetisch optimierte Architektur, die eine Reduzierung der Außenflächen anstrebt, treffen optimal zusammen und sind für den Prototyp ein unbedingtes Muss.

Die Vorstellung zeigt einen rechteckigen zwei- bis dreigeschossigen Baukörper in Hanglage.

Auf auskragende Bauteile wie Balkone, Erker wird verzichtet um kostspielige und schadensanfällige Anschlusspunkte in Konstruktion und Fassade zu vermeiden. Balkone in Form von selbsttragenden Konstruktionen, auch Unterstellräume und Garagen können nach Wunsch und passend zu Lage und Himmelrichtung ergänzend angefügt werden.



Wohnhäuser im regen – und schneereichen Schwarzwald liegen meist in einer exponierten Lage. Auch in diesem Punkt der Bautraditionen zu folgen und den oberen Gebäudeabschluss mit geneigtem Dach und großem Dachüberstand auszubilden halten wir für den Prototyp für richtig. Das überhängende Dach schützt Fassade und Eingangsbereich und ermöglicht an den beiden Trauffassaden einen trockenen Bewegungsraum.

Eine Dachneigung von mindestens 20° ist landschaftsbezogen, und aus technischen Gründen ratsam.

Im Dachbereich gilt Dämmmaterial aus Holzfaserplatten erst ab 20° als regendicht. Auch für andere Deckungsmaterialien gelten vereinfachte Anwendungsvorschriften ab dieser Neigung. Historische Holzhäuser mit Schindelbekleidung oder Holzverschalung werden von den meisten Menschen als schön und authentisch empfunden. Holzbekleidungen an Fassaden geben dem Haus keine perfekte regelmäßige Oberfläche. Dafür bieten sie eine sehr robuste und funktionstüchtige, gut zu überarbeitende Außenhaut mit einer individuellen Patina. Der Prototyp hat in der Konzeption eine Holzbekleidung. Das Beispiel will zu dieser Ausführung Mut machen.

Technik und Energie

Die technische Ausstattung ist auf das notwendig sinnvolle Maß beschränkt, dies beinhaltet die Bündelung von Strängen und kurze Leitungswege. Die Wärmeabgabe geschieht über Heizkörper.

Die Heiztechnik und energetische Qualität der Außenhülle sind optimal aufeinander abgestimmt um die erforderlichen Kennzahlen eines KfW-60 Hauses zu erreichen. Der dafür erforderliche Dämmstandard ist bei diesem Energiesparhaus solide im Verhältnis zum technischen Aufwand. So kann auf eine mechanische Lüftung verzichtet werden.

Ein KfW-60 Haus hat einen Jahres-Primärenergiebedarf von max. 60 kWh pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche und der Transmissionswärmeverlust unterschreitet den nach EnEV angegebenen Höchstwert um mindestens 30%.

KfW-Wohnhäuser erhalten zinsgünstige staatliche Kredite über die KfW-Bank.

Optimal ist es einen regenerativen Energieträger einzusetzen. Die räumliche Umgebung des Protohauses verbindet auch die Vorstellung der Beheizung und Wärmequelle durch einen Holzofen. Der Standort eines Einzelofens ist eingeplant.

Anhand dieser Aufgabenstellung sind mehrere Wohnhaustypen und Grundrissvarianten entstanden.

Diese sind nachfolgend dargestellt.

Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo
Freie Architektin



4.2.1 Vorentwurf und Varianten

Gebäudetyp 1 Variante A

Baukörper und First parallel zum Hang
 Hangseitige Erschließung

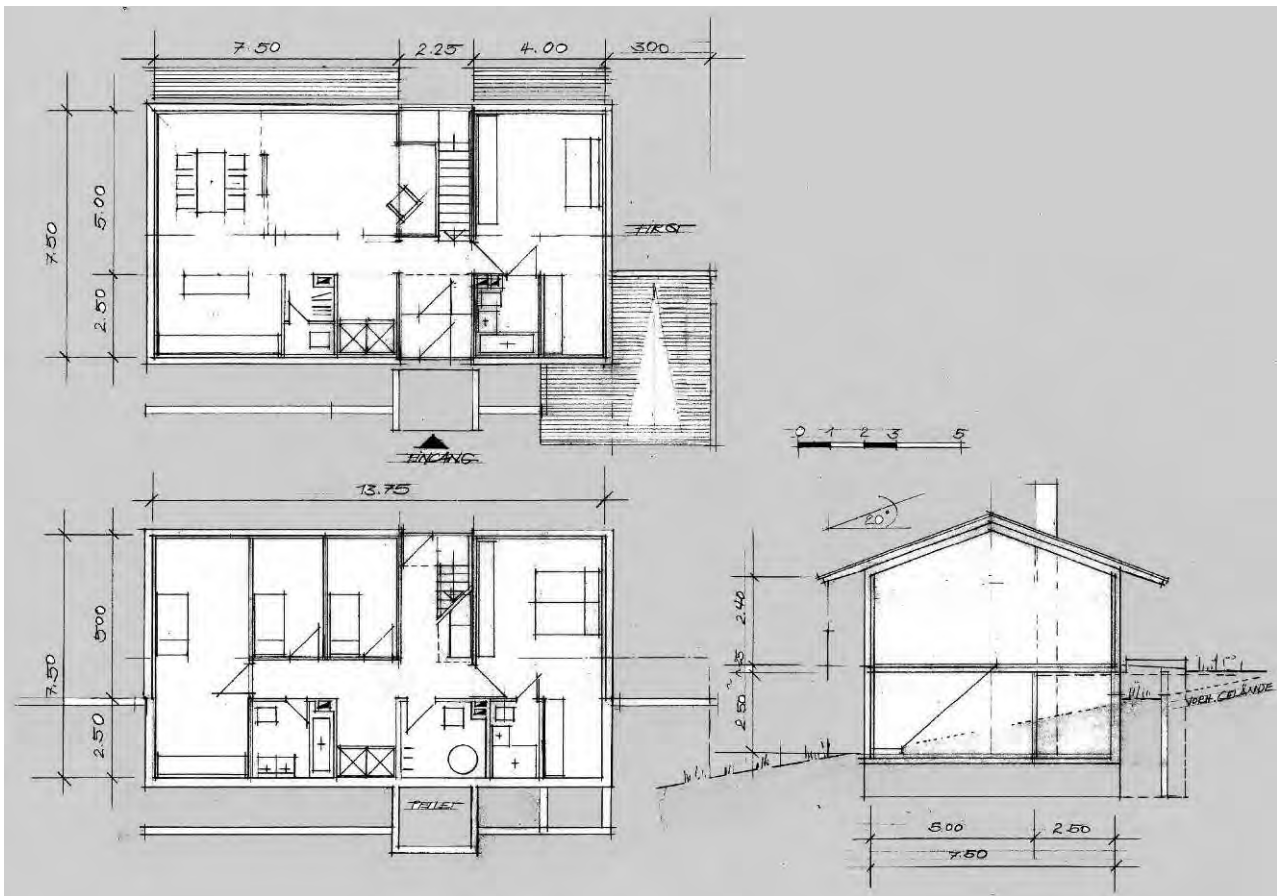
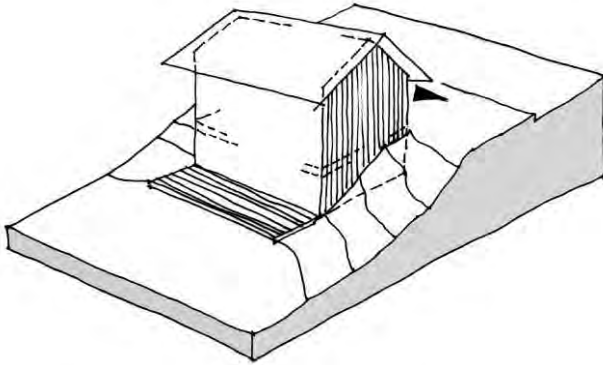
Nutzung
 1 Wohneinheit 2-geschoßig für 5-6 Personen
 Teilbereich im Erdgeschoss barrierefrei

Flächen | Volumen gesamt:

BGF 230 qm

NFG 190 qm

BRI je nach Dachraumhöhe 800 bis 900 cbm



Gebäudetyp 1 Variante B

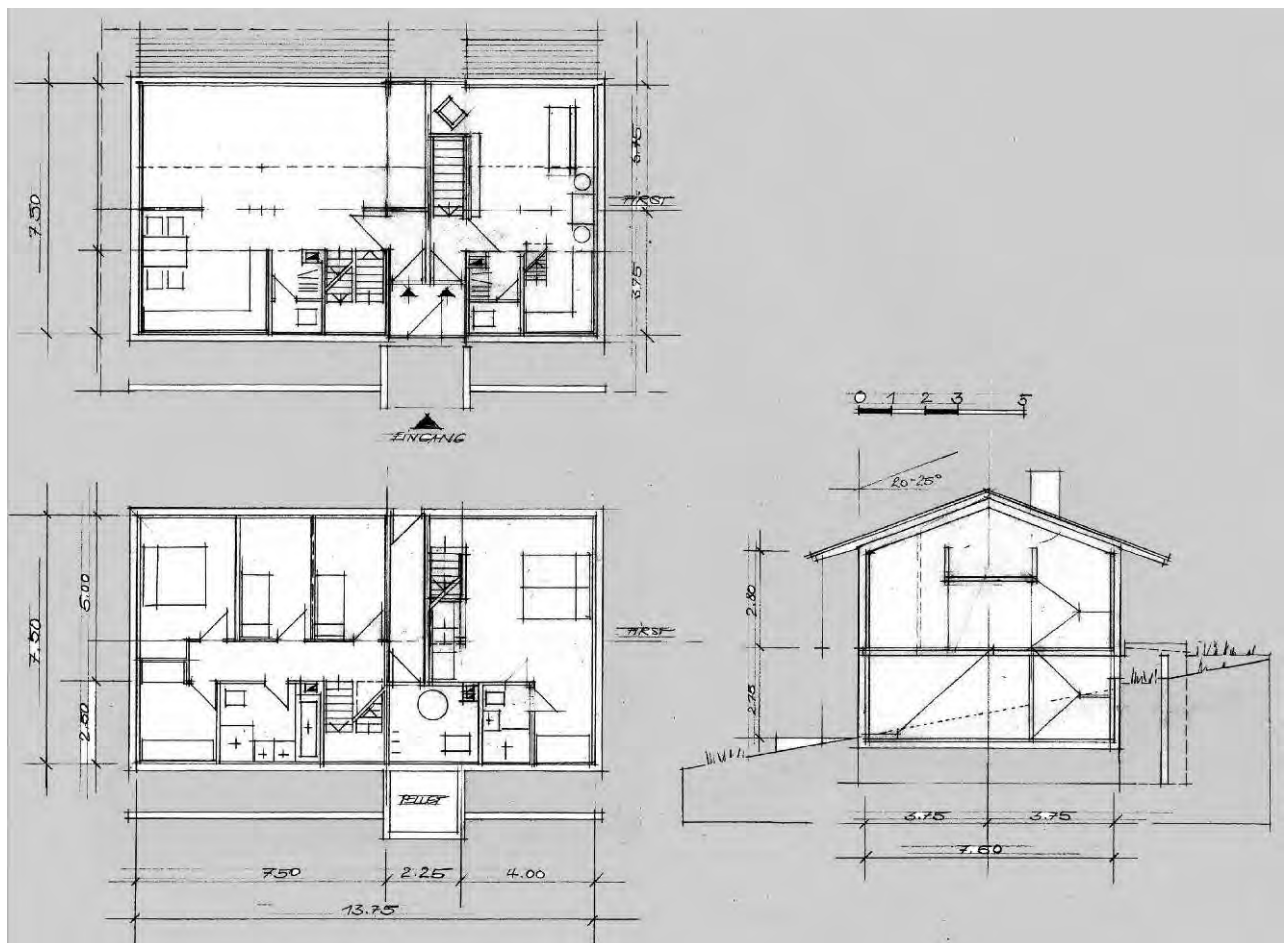
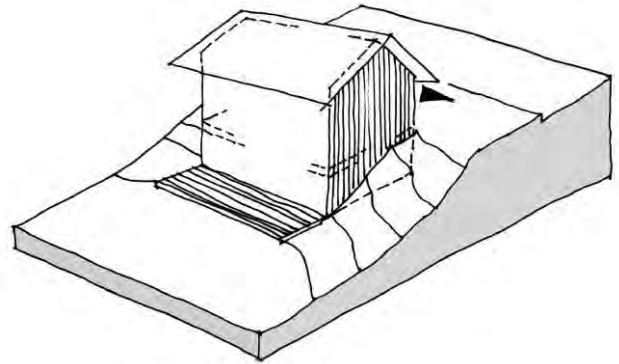
Baukörper und First parallel zum Hang
hangseitige Erschließung

Nutzung

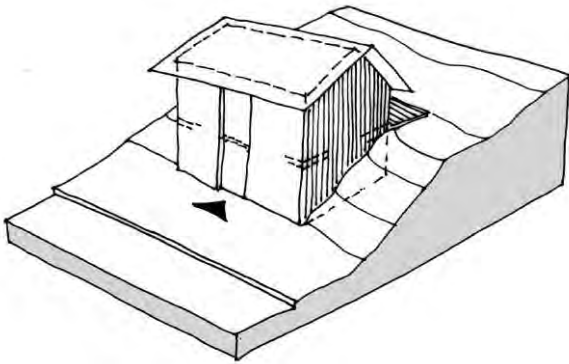
1 Wohneinheit 2-geschoßig für 1-2 Personen
1 Wohneinheit 2-geschoßig für 3-4 Personen

Flächen | Volumen gesamt:

BGF 230 qm
NFG 190 qm
BRI je nach Dachraumhöhe 800 bis 900 cbm



4.2 Prototyp.Entwurf



Gebäudetyp 1 Variante C

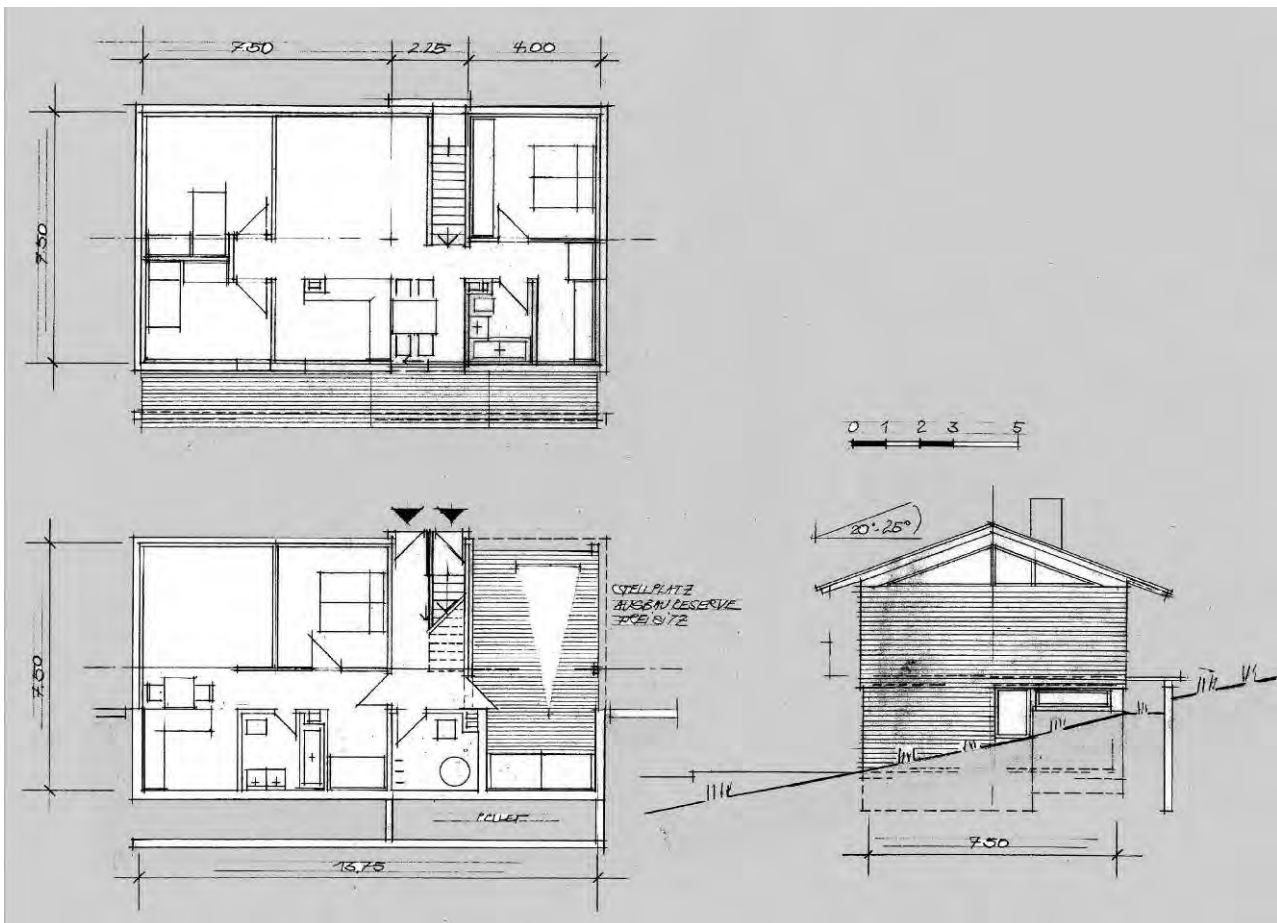
Baukörper und First parallel zum Hang
talseitige Erschließung

Nutzung

1 Wohneinheit im UG für 1-2 Personen
1 Wohneinheit im EG für 3-4 Personen

Flächen | Volumen gesamt:

BGF 230 qm
NFG 190 qm
BRI je nach Dachraumhöhe 800 bis 900 cbm



Gebäudetyp 2 Variante A

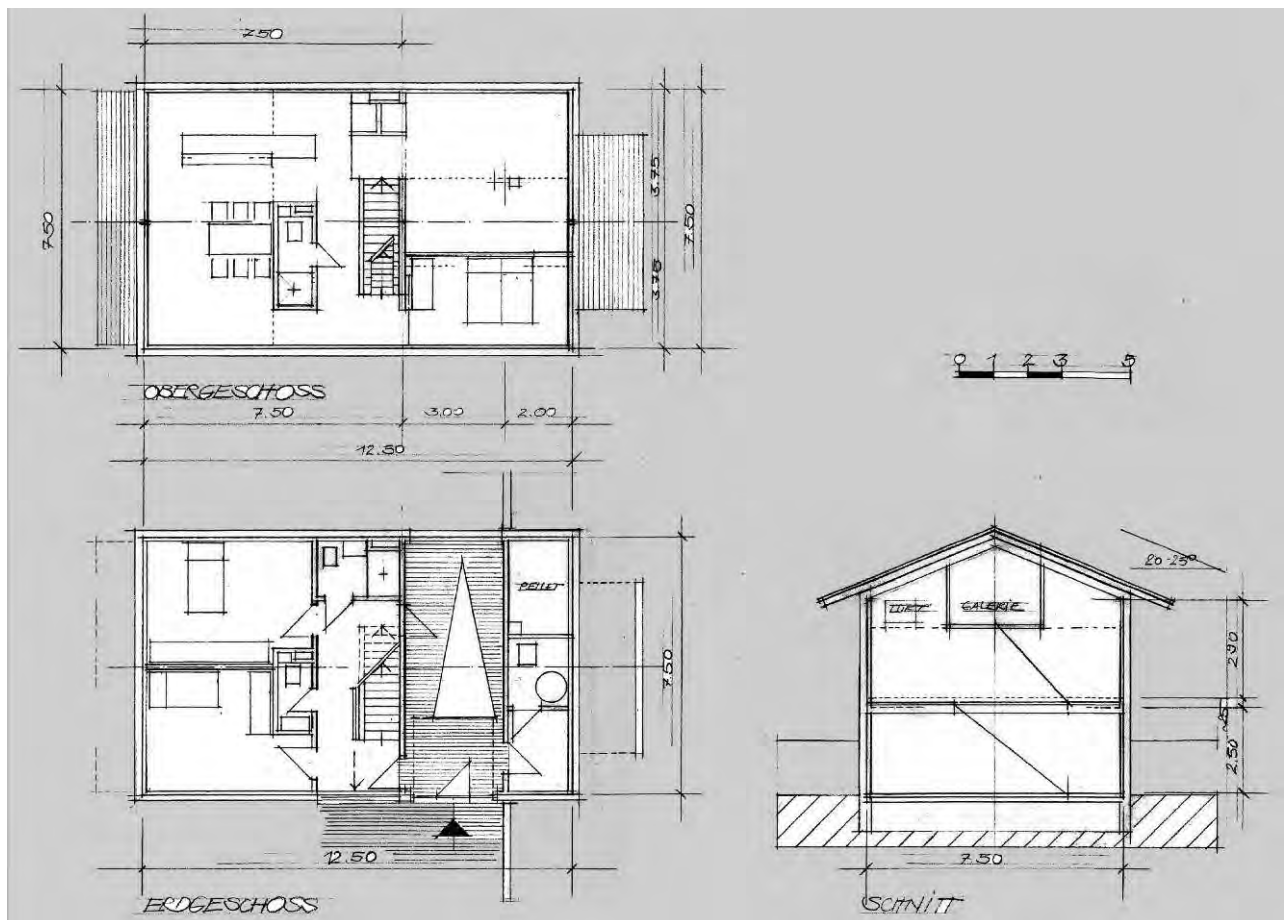
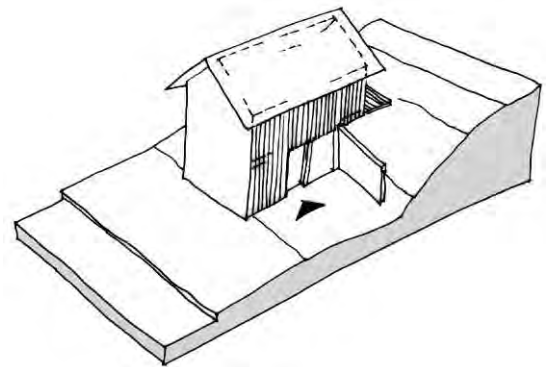
Baukörper und First quer zum Hang
 seitliche Erschließung

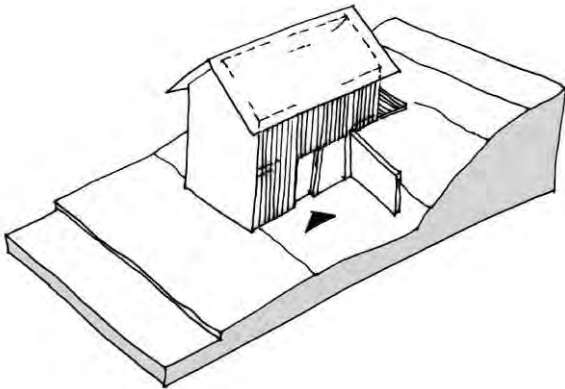
Nutzung

1 Wohneinheit 2-geschoßig für 4-5 Personen
 UG kann barrierefrei ausgebaut werden

Flächen | Volumen gesamt:

BGF 210 qm
 NFG 165 qm
 BRI je nach Dachraumhöhe 700 bis 800 cbm





Gebäudetyp 2 Variante B

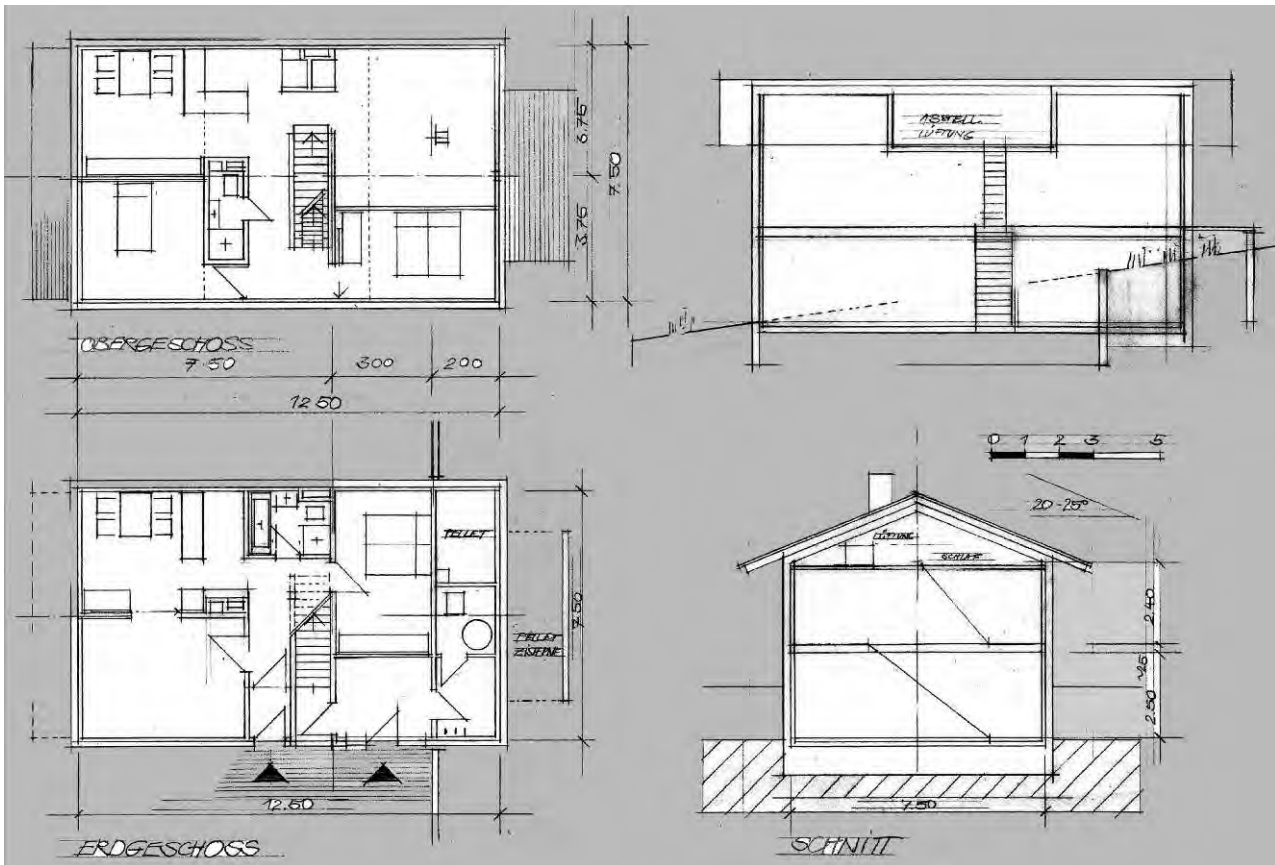
Baukörper und First quer zum Hang
seitliche Erschließung

Nutzung

- 1 Wohneinheit im UG für 1-2 Personen
- 1 Wohneinheit im OG für 2-3 Personen
- UG kann barrierefrei ausgebaut werden

Flächen | Volumen gesamt:

BGF	210 qm
NFG	165 qm
BRI	je nach Dachraumhöhe 700 bis 800 cbm



Gebäudetyp 3 Variante A

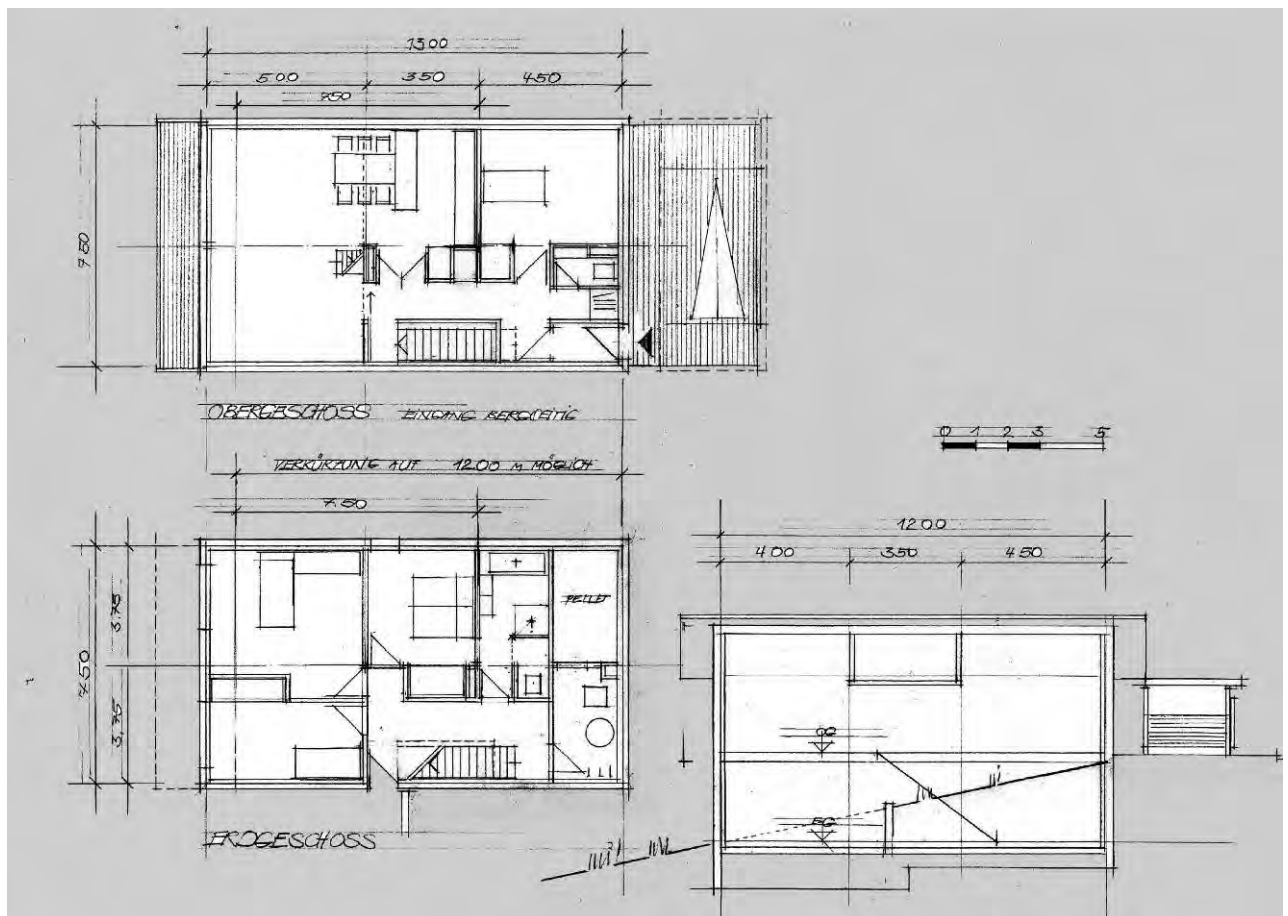
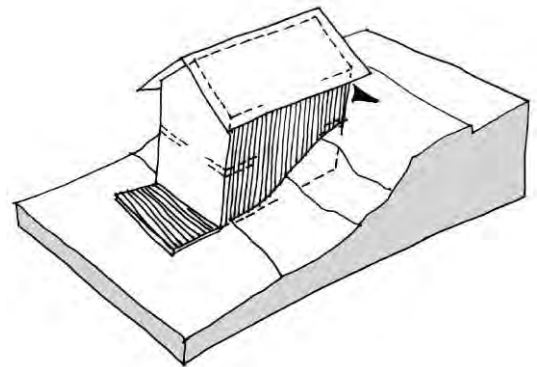
Baukörper und First quer zum Hang
bergseitige Erschließung

Nutzung

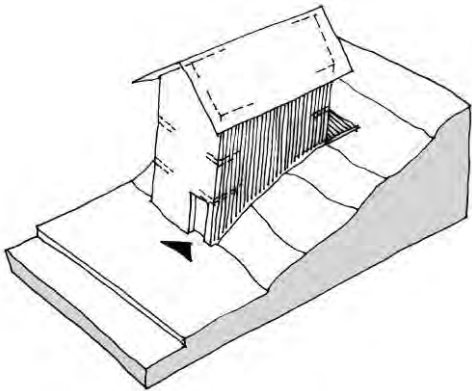
1 Wohneinheit 2-geschoßig für 5-6 Personen
EG kann barrierefrei ausgebaut werden

Flächen | Volumen gesamt:

BGF 200 qm
NFG 160 qm
BRI je nach Dachraumhöhe 650 bis 750 cbm



4.2 Prototyp.Entwurf

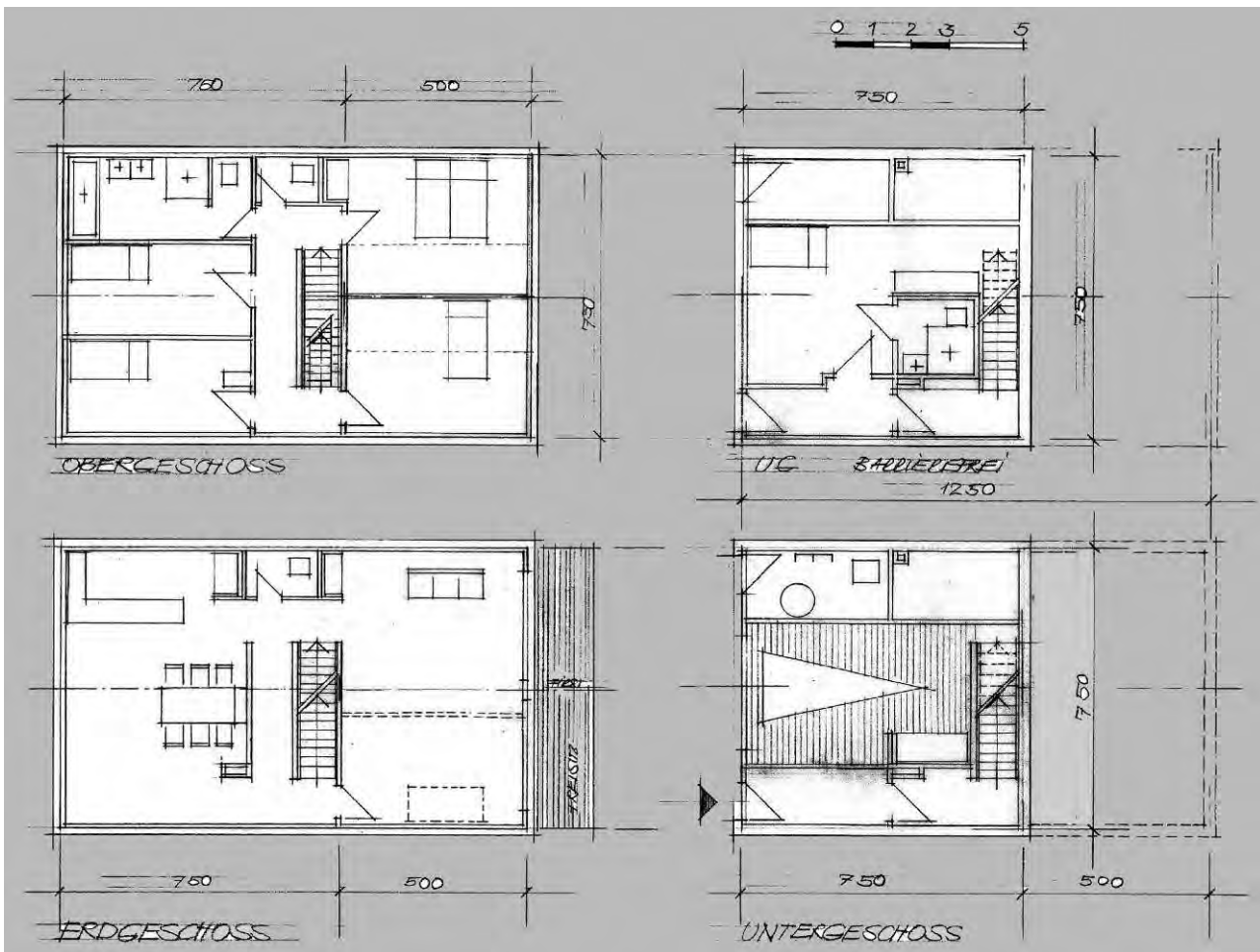


Gebäudetyp 4 Variante A

Baukörper und First quer zum Hang
talseitige Erschließung

Nutzung
1 Wohneinheit 3-geschoßig für 5 - 6 Personen
UG kann barrierefrei ausgebaut werden
alternativ UG als Garage

Flächen | Volumen gesamt:
BGF 270 qm
NFG 220 qm
BRI je nach Dachraumhöhe 1000 bis 1100 cbm



4.2.2 Grundriss-/Nutzungsvarianten

Der Gebäudetyp 1 mit Nutzungsvarianten wurde im Entwurf weiter entwickelt. Nachfolgend werden drei mögliche Nutzungsvarianten A bis C dargestellt.

Bei diesem Gebäude liegt hangseitig die Technik- und Versorgungszone mit Küchen, WC's, Bädern und Abstellräumen, je nach Grundrissaufteilung. Vorbereitete Installationsstränge machen eine Umorganisation oder einen Umbau der Sanitärräume möglich. Auch der Technik- und Heizraum ist hier zugeordnet. Hangseitig kann hier im erweiterten Aushubraum in separatem Befülltank der Energieträger untergebracht werden. Die Erschließung erfolgt bei diesem Haustyp vom Berg. Über einen großen Windfang der auch Platz für 2 Wohnungseingangstüren bietet erreicht man den Wohnbereich. Gegenüber dem Haupteingang liegt eine einläufige Erschließungstreppe zur Ebene 1. Bei der Aufteilung des Hauses in zwei oder mehr Wohneinheiten wird hangseitig zusätzliche eine zweiläufige Treppe eingebaut.

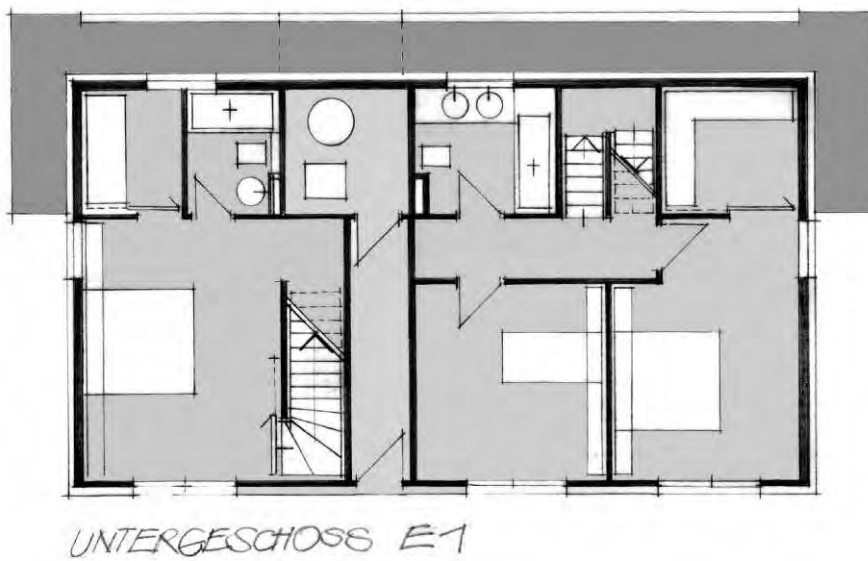
Variante A

ist die Nutzung des 2-geschossigen Gebäudes von einer Großfamilie mit 4-6 Personen.

Hier mit 4 Personen und einem eigenen Arbeitsbereich. Wohnfläche insgesamt 190 qm



Variante B
ist die Nutzung des 2-geschossigen Gebäudes durch 2
Wohneinheiten
1 Wohneinheit über 2 Geschosse für 1-2 Personen
mit 68 qm
1 Wohneinheit über 2 Geschosse für 2-3 Personen
mit 107 qm
Gemeinsame Zone 15 qm



Variante C

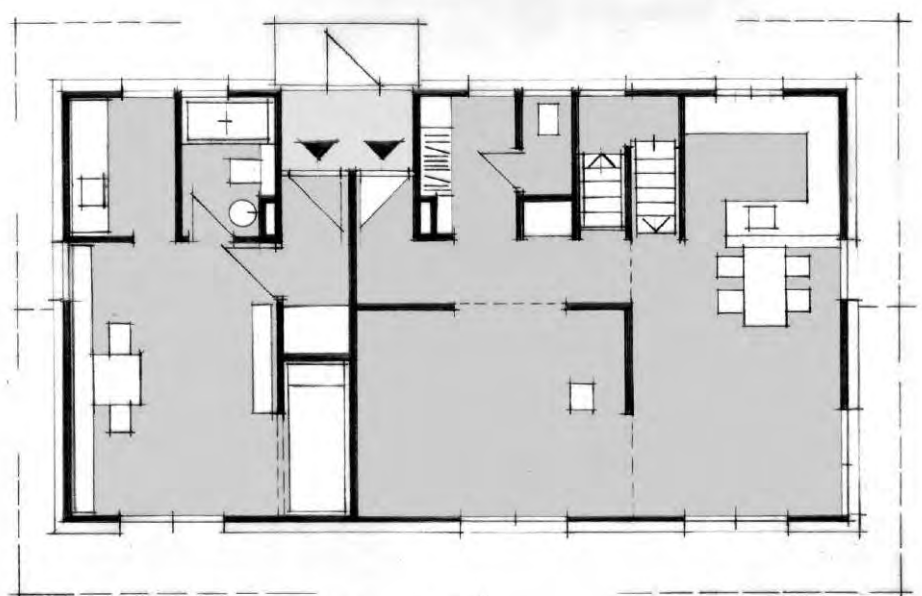
ist die Nutzung des 2-geschossigen Gebäudes durch 3 Wohneinheiten

1 Wohneinheit eingeschossig für 1 Person mit 34 qm

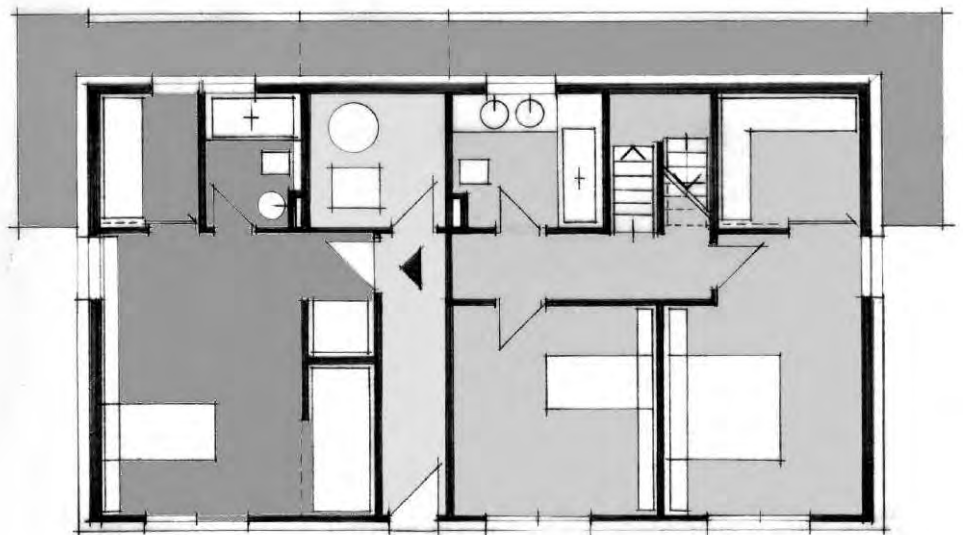
1 Wohneinheit eingeschossig für 1 Person mit 34 qm

1 Wohneinheit über 2 Geschosse für 2-3 Personen mit 107 qm

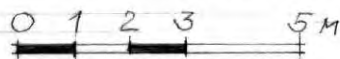
Gemeinsame Zone 15 qm



ERDGESCHOSS E2



UNTERGESCHOSS E1



4.2.3 Ausführungsbeschreibung

Gebäudetyp 1 Variante A wurde in der Ausführungsplanung weiter bearbeitet.

Nutzung Ebene 1

3 Räume (1 Elternzimmer, 2 Kinderzimmer), 1 großes Bad, 1 Dusche mit WC, 2 Abstellräume und 1 Heiz- und Technikraum,

Nutzung Ebene 2

1 Rollstuhlgerechter Wohnraum mit kleiner Kochnische und Bad nach DIN 18025 Teil 1.

1 Wohnraum, 1 Essraum, 1 Küche mit kleiner Speisekammer, 1 Eingangsbereich mit Garderobe und WC.

Nutzung Ebene 3

Der nicht ausgebaute Dachraum dient als Abstellraum. Er kann im Bereich unter dem First auch als Galerie ausgebaut werden. Bei Einbau einer Lüftungsanlage (Ausbau im Passivhausstandard) dient der Raum über der Technikzone zur Installation von Lüftungsleitungen.

Anmerkung:

Die Fläche des Dachraumes ist nicht in die Nutzflächen eingerechnet, jedoch ist das Volumen des Dachraumes im genannten Umbauten Raum erfasst.

Die gedämmte Außenhülle verläuft in Außenwänden und Dachebene. Der Dachraum ist warm. Einbauten und Durchdringungen in der Decke über Ebene 2 unterbrechen nicht die Wärmehülle des Gebäudes.

Baukonstruktion

Aus tragwerksplanerischen und abdichtungstechnischen Gründen gegen das angrenzende Hanggelände sind im unteren Geschoß drei Außenwände aus Stahlbeton. Außerdem tragen zwei kurze Innenwandscheiben aus Stahlbeton zur Aussteifung bei. Die Bodenplatte ist ebenfalls aus Stahlbeton.

Alle anderen Bauteile des Gebäudes, die Außen- und Innenwände, die Decken und die Treppen sind in Holzbauweise geplant. Die Dachkonstruktion ist ein Satteldach mit Firstpfette und einer Dachneigung von 25°.

Holzrahmenbauweise

Die Bauteile Außenwände und Dach sind diffusionsoffen geplant. Das heißt anstelle einer dampfbremsenden Kunststoffbahn wird durchgehend eine innen liegende, tragende, aussteifende und sauber abgeklebte Holzwerkstoffbeplankung aus OSB-Platten ausgeführt. Um den Vorfertigungsgrad zu erhöhen und um Anschlussfugen und Durchdringungen zu vermeiden ist das Gebäude nach dem Quasi-Balloon-Framing-System geplant. Wand-, Decken- und Dach werden werkseitig als Großtafelelemente vorgefertigt. Bei diesem System variiert die Deckenauflagerung zur üblichen Holzrahmenbauweise. Der Stoß der Außenwände hört knapp über dem Deckenrandbalken oder der Rohdecke auf. Die Deckenbalkenelemente werden innen mit Balkenschuh an Deckenrandbalken befestigt. Bei diesem Konstruktionsprinzip werden die luft- und winddichten Ebenen nicht durch das Einbinden der Deckenbalken gestört. Die tragenden Außenwände haben eine Tiefe von 140 mm (Rahmenhölzer 140 x 60 mm). Der Raum zwischen den Rahmen ist mit Wärmedämmung, mit Holzfaserdämmplatten press gefüllt. Statisch und wärmetechnisch reicht die Bautiefe

zusammen mit einer inneren ebenfalls wärmegeprägten Installationsebene (60 mm) aus. Die Außenwandstärke beträgt ohne Außenhaut (Fassade) insgesamt 253 mm.

Das Wohngebäude ist für den KfW- 60 Standard berechnet. Die genauen Bauteilaufbauten und die errechneten bauphysikalischen Werte, von Wärme- und Schallschutz sind in den beiliegenden Details angegeben.

Der Zimmermann benötigt zur Erstellung des Wohnhauses in Holzrahmenbauweise rund 25 Kubikmeter Bauholz und rund 1 Kubikmeter Brettschichtholz.

Holzübelbauweise

Die Bauteile Außenwände und Dach sind diffusionsoffen geplant. Die Luft- und Winddichtigkeit übernimmt eine vollflächige außenseitige Beplankung aus Holzwerkstoffplatten (OSB).

Diese Beplankung hat gleichzeitig aussteifende Funktion.

In dieser Bauweise werden Wand-, Decken- und Dachelemente werksseitig vorgefertigt und an Ort und Stelle montiert. Die tragenden Außenwandelemente haben eine Stärke von 100 mm und zusammen mit der außen aufgetragenen Dämmschicht aus Holzfaserdämmplatten ergibt das eine Außenwandstärke ohne Außenhaut (Fassade) von 240 mm.

Wiederum sind die Gebäudehüllteile für den KfW-60 Standard berechnet. Die genauen Bauteilaufbauten und die errechneten bauphysikalischen Werte, von Wärme- und Schallschutz sind in den beiliegenden Details angegeben.

Ein Großteil der Innenwände, dort wo keine aussteifende Beplankung oder kein verstärkter Schallschutz erforderlich ist, sowie die Decken über Ebene 1 und Ebene 2 sind in Sichtoberfläche angegeben und so in den Kostentabellen erfasst.

Der Zimmermann benötigt zur Erstellung des Wohnhauses in Holzübelbauweise rund 84 Kubikmeter Bauholz und rund 1 Kubikmeter Brettschichtholz.

Fassade

Die Fassade ist als vorgehängte und hinterlüftete Fassade aus Vollholz gedacht. Handwerklich ausgeführt als senkrechte Leisten- Deckenschalung mit enger Fuge.

Türen und Fenster als reine Holzelemente mit einer allseitigen Naturölbehandlung und Wetterschienen auf dem unterem Setz- und Flügelrahmen.

Als Sonnenschutz sind Holzschiebeläden mit waagrechten Lamellen vorgesehen.

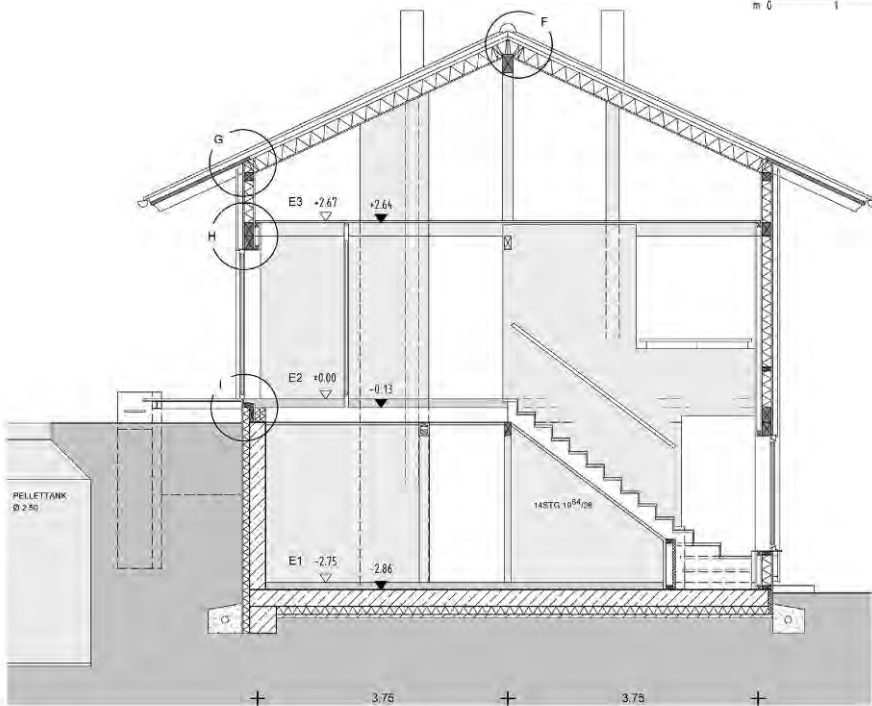
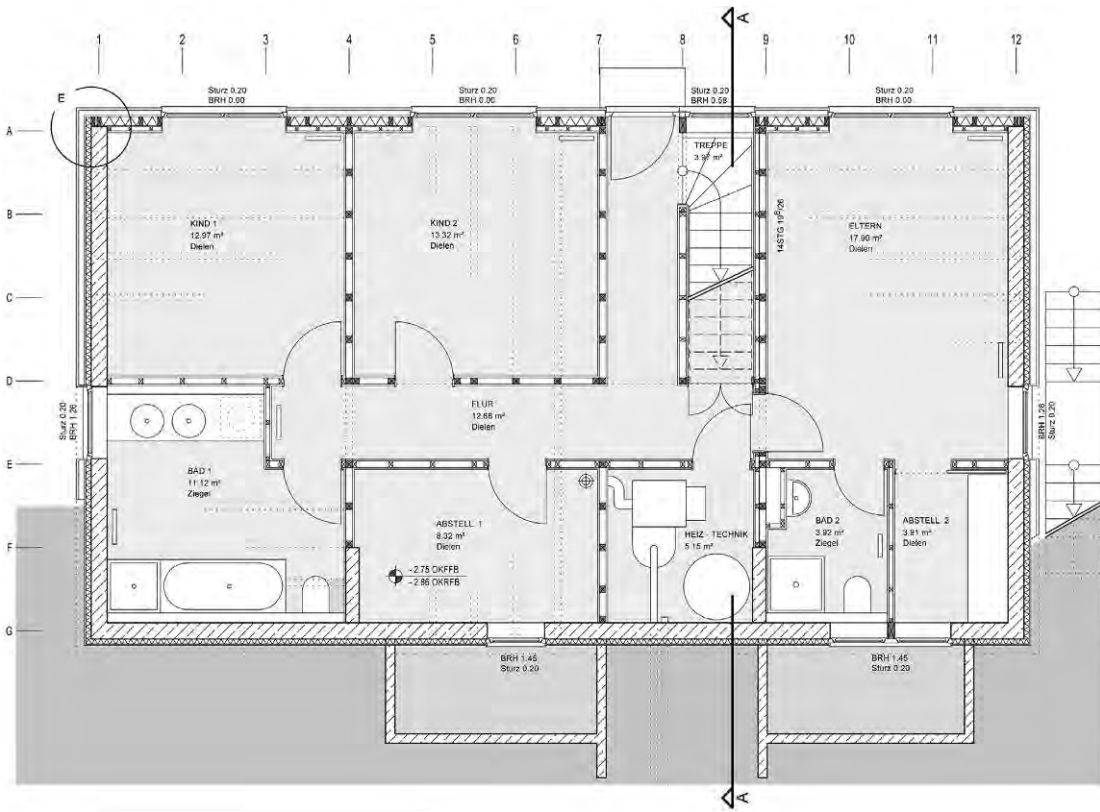
Technische Anlagen

Der Standard und die Ausstattung der Technischen Anlagen sind je nach Standort und Bauherrenwunsch festzulegen. Aus diesem Grunde soll hier auf den technischen Ausbau nicht näher eingegangen werden. Lediglich, dass bei der Planung des Prototypenhauses im Sinne der Holznutzung zur Wärmeversorgung an einen Pelletkessel mit Kombispeicher gedacht ist. Als Lager dient ein Erdtank vor dem Hauseingang. Die Wärmeabgabe in den einzelnen Räumen übernehmen Wandheizkörper.

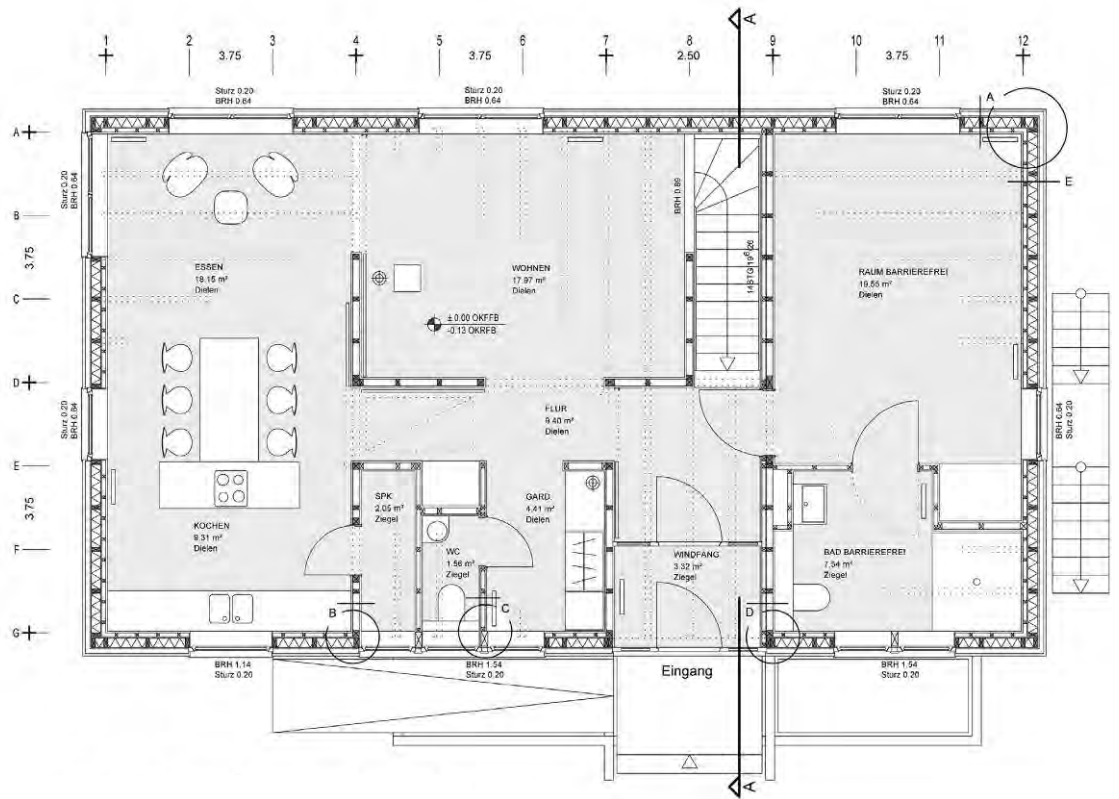
Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo
Freie Architektin

4.3 Plangrundlagen Architektenpläne

4.3.1 Holzrahmenbauweise



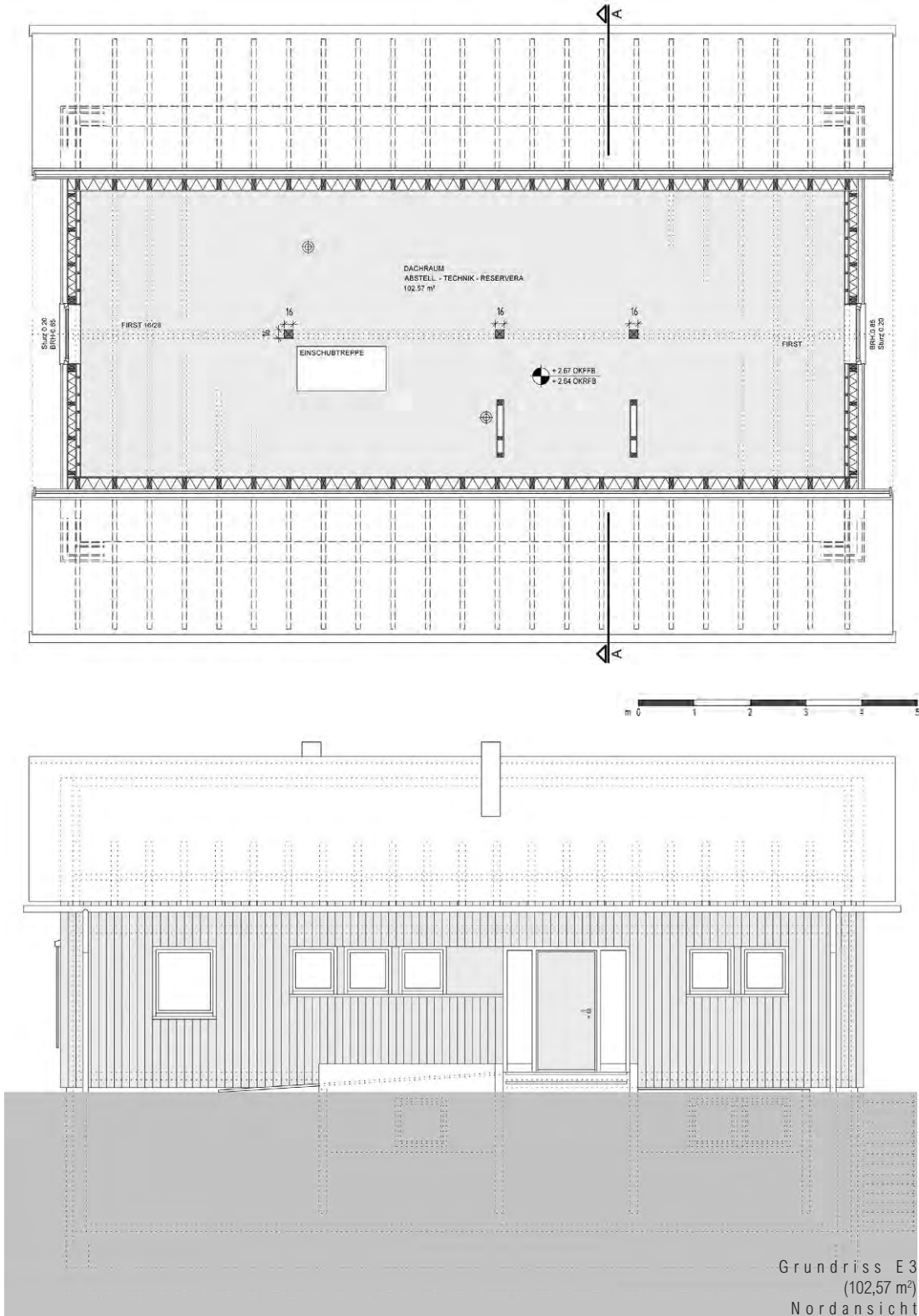
Grundriss E1
(93,20 m²)
Schnitt A-A



Grundriss E2
(93,27 m²)
Westansicht



4.3 Prototyp.Plangrundlagen Architektenpläne



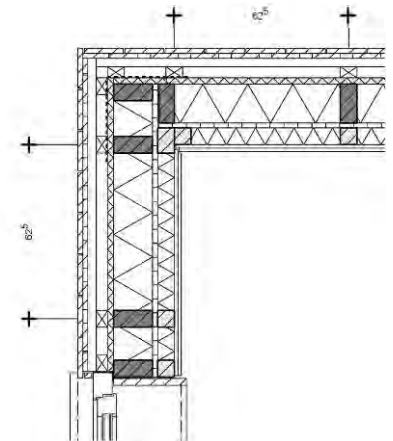
Detailschnitt horizontal

Detail A

Außenwand Holzfassade

senkrechte Leisten-Deckelschalung

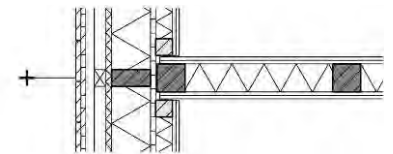
1. Lage	140/18 mm
2. Lage	100/18 mm
Lattung waagrecht	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung senkrecht	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	22 mm
Holzfaserdämmstoff WLG 040	140 mm
OSB-Platte	18 mm
Installationsebene mit Holzständer	60/60 mm
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
Innenbekleidung 2 x Gipskarton	2 x 12,5 mm
U-Wert gesamt	0,2005 W/(qmK)



Detail B

Innenwand tragend

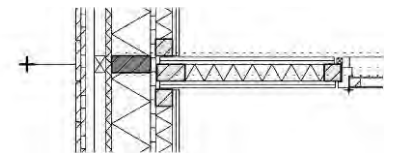
2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Holzständer	100/100
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Luftschall R'_w	46 dB



Detail C

Innenwand nicht tragend

2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Holzständer	60/60 mm
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Luftschall R'_w	46 dB

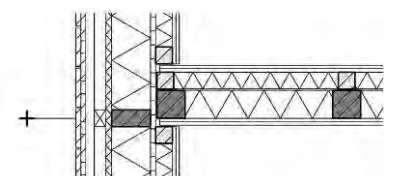


Detail D

Innenwand tragend

zum Treppenraum

2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Holzständer	60/60 mm
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
Trennfuge	5 mm
Holzständer	100/100
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
2 x Gipsfaserplatte	2 x 12,5 mm
Flankierende Wand mit offener Stoßfuge	
Luftschall R'_w	52 dB

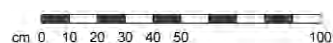
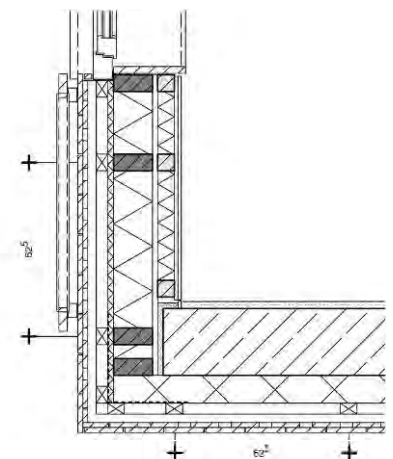


Detail E

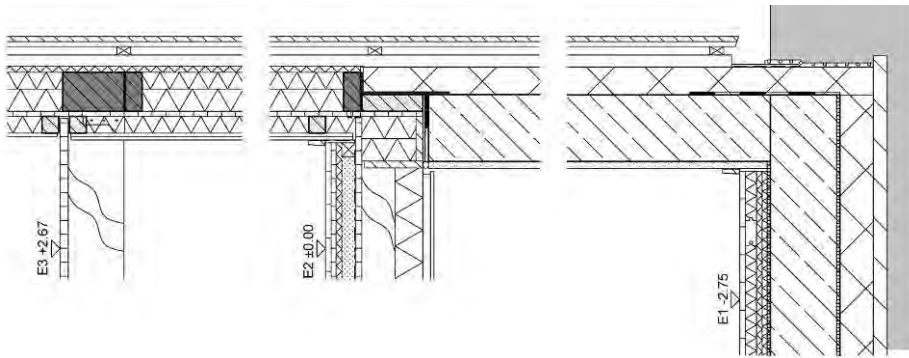
Außenwand massiv

senkrechte Leisten-Deckelschalung

1. Lage	140/18 mm
2. Lage	100/18 mm
Lattung waagrecht	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung senkrecht	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	22 mm
Holzfaserdämmstoff WLG 040	100 mm
Stahlbeton	240 mm
Innenputz	
U-Wert gesamt	0,3124 W/(qmK)

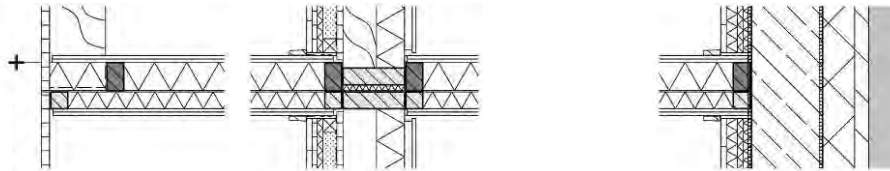


4.3 Prototyp.Plangrundlagen Architektenpläne

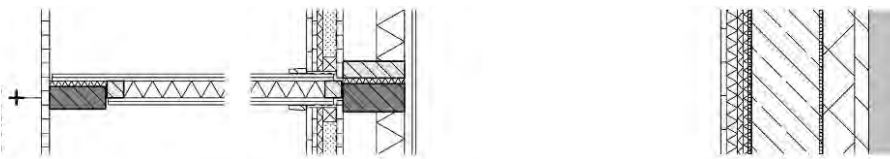


Detailschnitt
vertikal

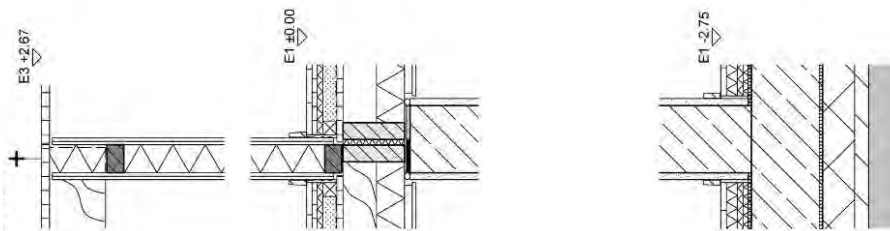
Detail E



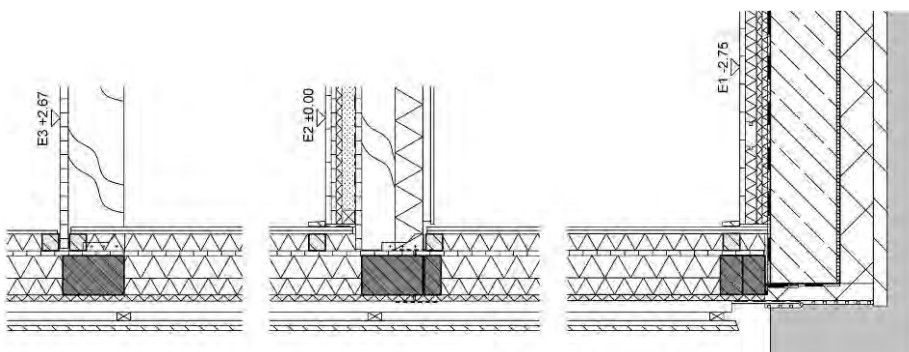
Detail D



Detail C



Detail B



Detail A

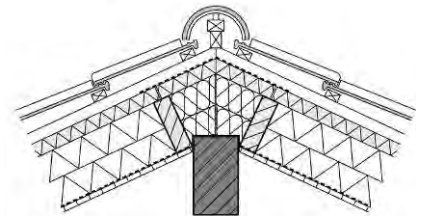
Detailschnitt vertikal

Dachausbildung

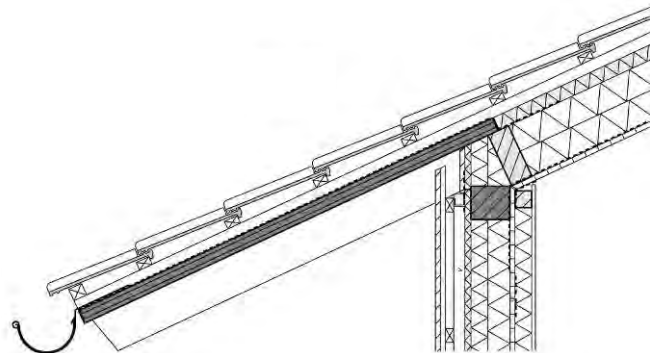
Ziegeldeckung	
Lattung	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	50 mm
Sparren	60/200 mm
dazw. Holzfaserdämmstoff WLG 040	
Dampfbremse	
OSB-Platte	18 mm

Alle Stoßfugen der OSB-Platten und der Unterdeckplatten müssen sorgfältig mit einem Luftdichtungsband abgeklebt werden.

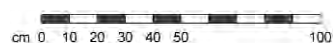
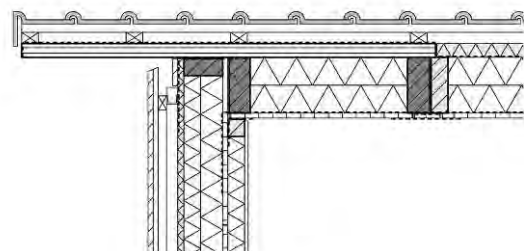
Detail F



Detail G



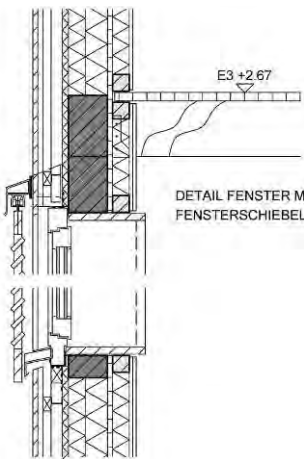
Detail Ortgang



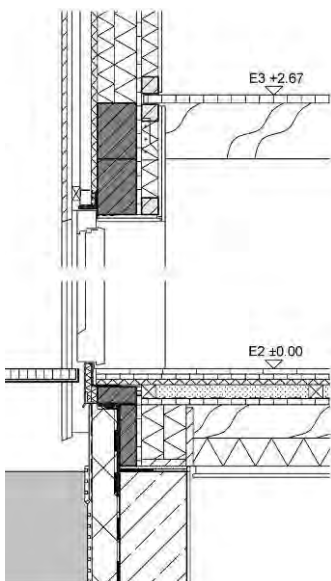
Detailschnitt vertikal

Deckenaufbau E3	
Dachboden ausbaubar	
OSB-Verlegeplatte	30 mm
Holzbalken sichtbar	80/200 mm

Deckenaufbau E2	
Wohnbereich	
Dielenboden	20 mm
OSB-Verlegeplatte	18 mm
Trittschalldämmung	20 mm
Trockener Sand auf Rieselschutzpapier	50 mm
OSB-Verlegeplatte	22 mm
Balken	100/220 mm
dazw. Hohlraumdämmung	100 mm
aus Faserdämmstoff nach DIN 18165	
Federschiene	27 mm
Gipskartonplatte	12,5 mm

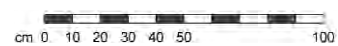


Detail H
Fenster mit
Fensterschiebeladen

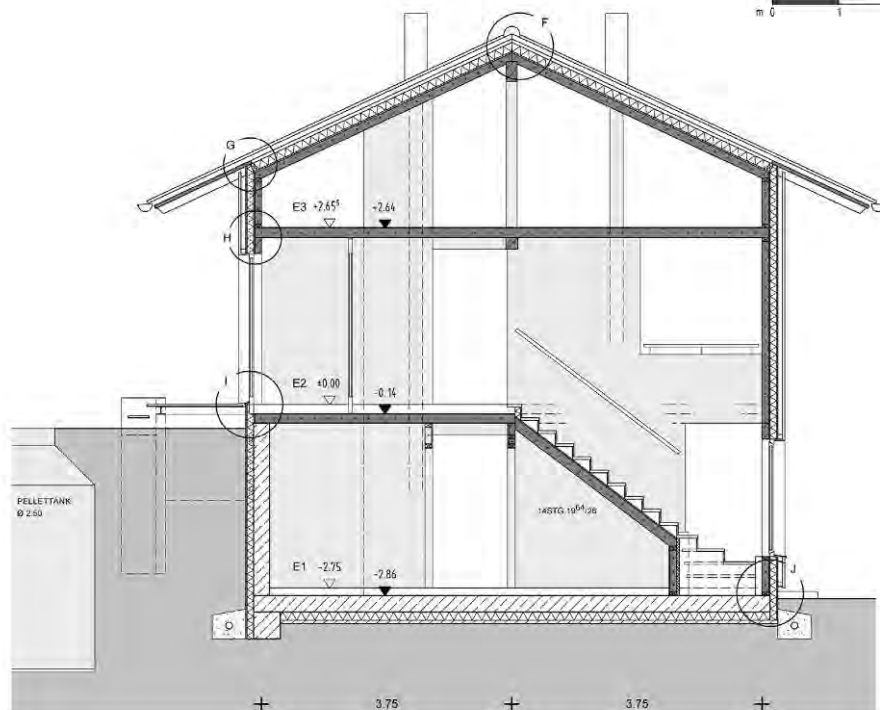
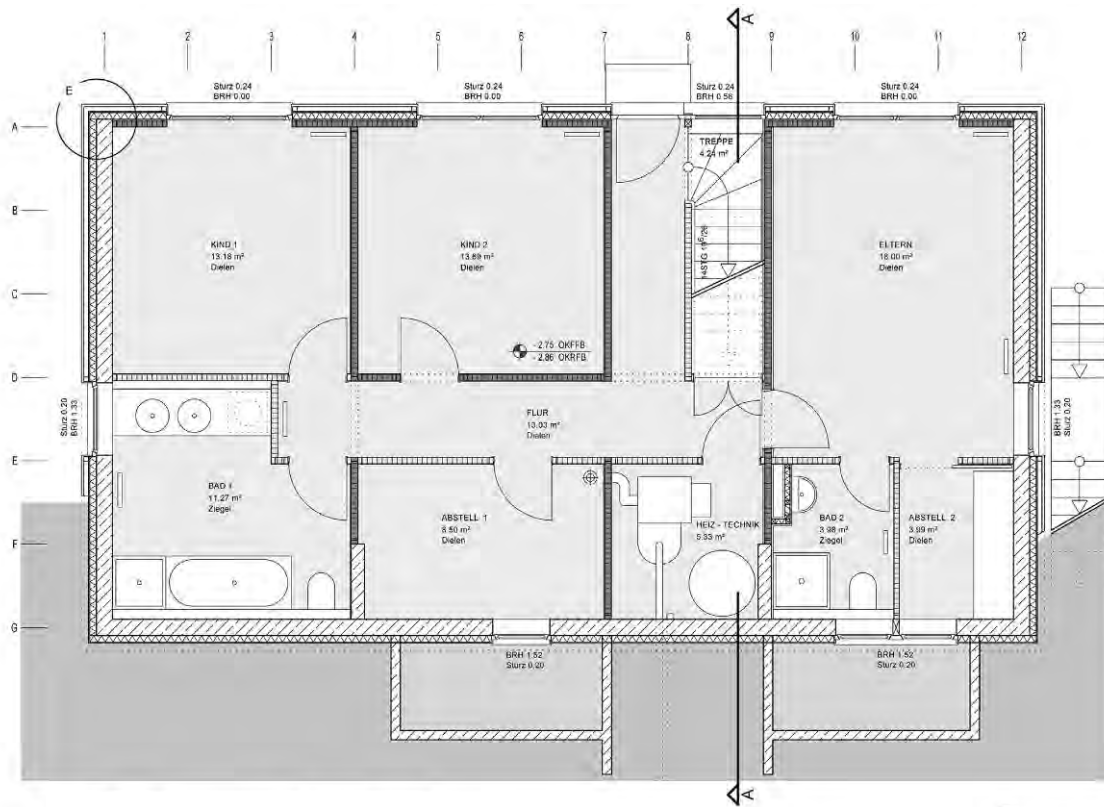


Detail H
Türe

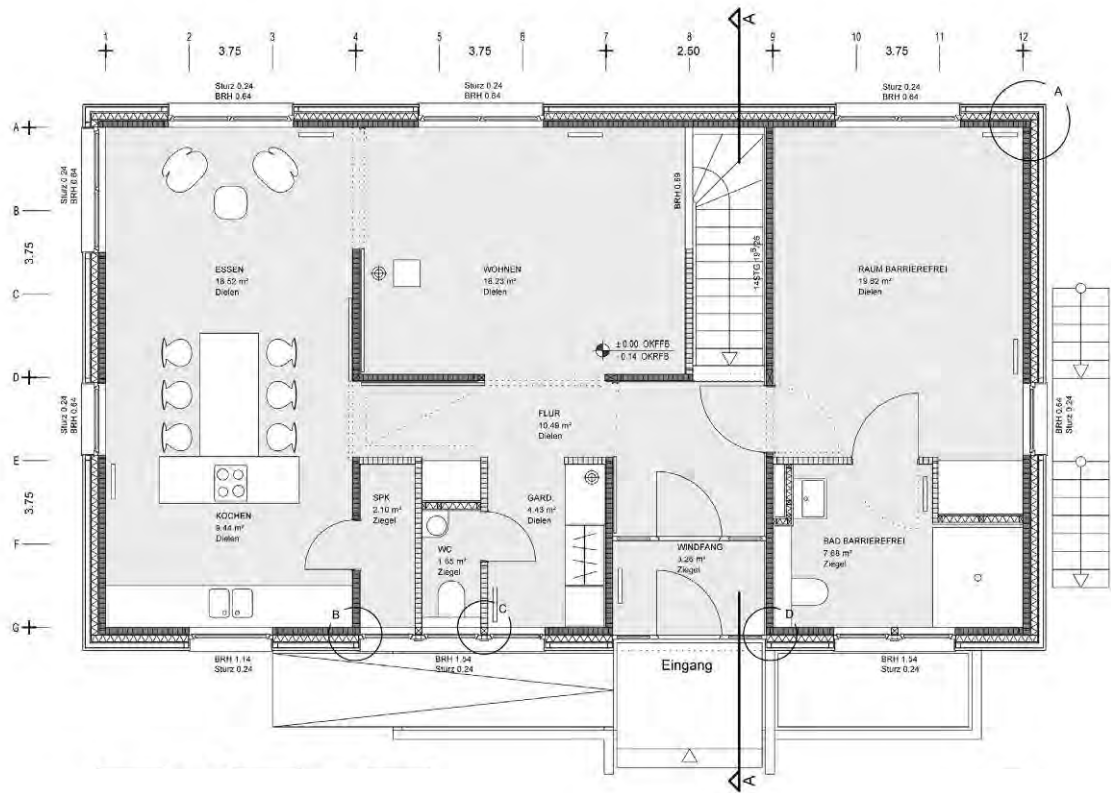
Detail I



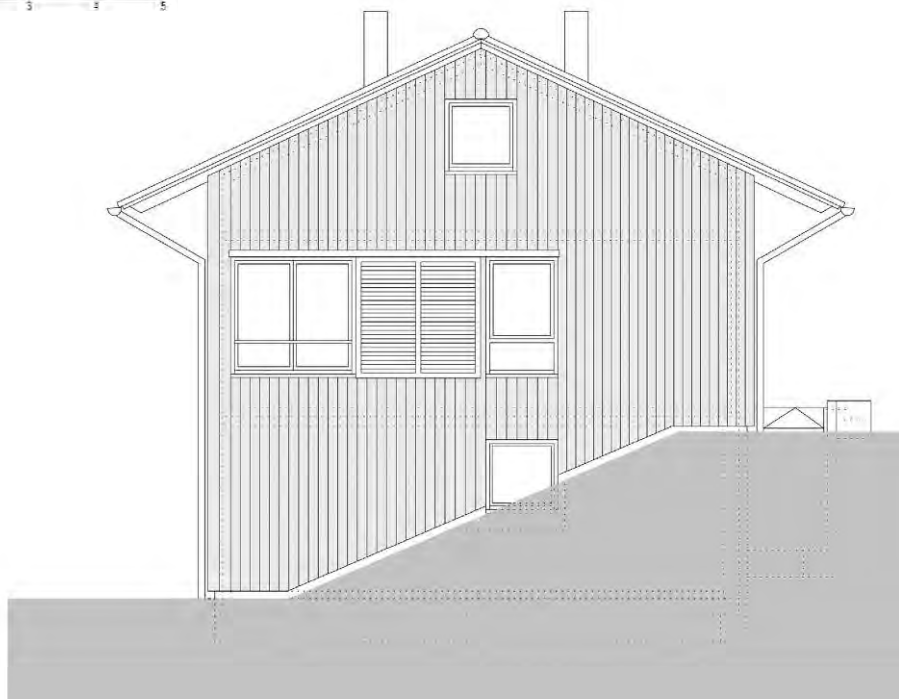
4.3.2 Holzdübelbauweise



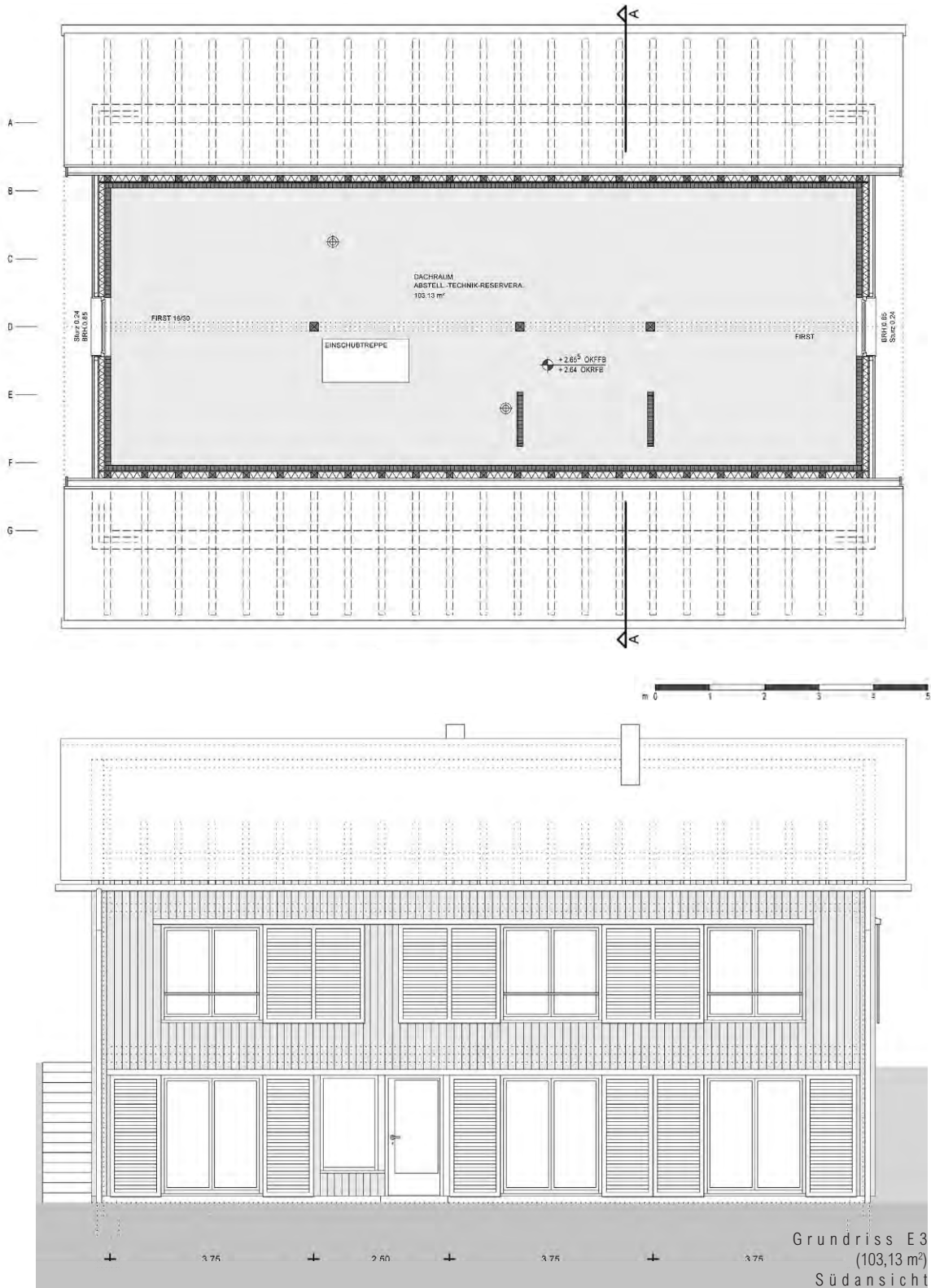
Grundriss E1
(95,23 m²)
Schnitt A-A



Grundriss E2
(95,44 m²)
Ostansicht



4.3 Prototyp.Plangrundlagen Architektenpläne



Detailschnitt horizontal

Detail A

Außenwand Holzfassade

senkrechte Leisten-Deckelschalung

1. Lage	140/18 mm
2. Lage	100/18 mm
Lattung waagrecht	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung senkrecht	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	22 mm
Holzfaserdämmstoff WLG 040	100 mm
Aussteifung, Luftdichtung OSB-Platte	18 mm
Massivholzelement	100 mm
Holzdübelbauweise	
in Sichtqualität ohne Bekleidung	
alternativ mit Wandbekleidung	

U-Wert gesamt 0,2337 W/(qmK)

Detail B

Innenwand tragend

Massivholzelement	100 mm
Gipsfaserplatte aussteifend	12,5 mm

Luftschall R'_w 36 dB

Detail C

Innenwand nicht tragend

Massivholzelement	100 mm
-------------------	--------

Detail D

Innenwand tragend

verbesserter Schallschutz
innerhalb des eigenen Wohnbereichs

2 x Gipskartonplatte	2 x 12,5 mm
Massivholzelement	100 mm
2 x Gipskartonplatte	2 x 12,5 mm

Luftschall R'_w 46 dB

verbesserter Schallschutz
zu Fremdwohnbereich

3 x Gipskartonplatte	3 x 12,5 mm
Massivholzelement	100 mm
3 x Gipskartonplatte	3 x 12,5 mm

Luftschall R'_w 52 dB

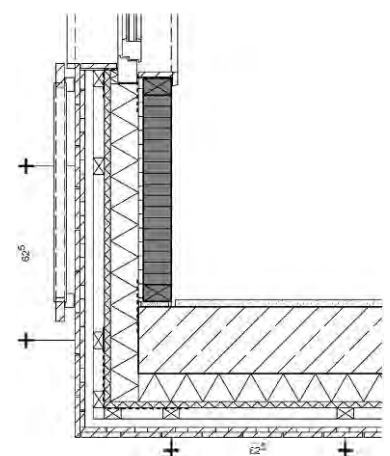
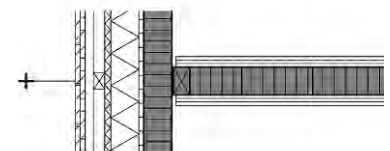
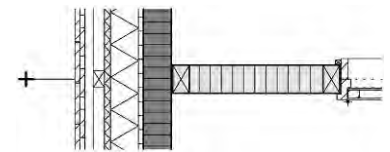
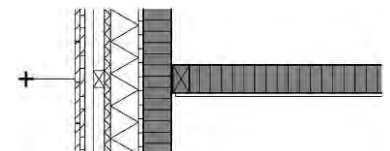
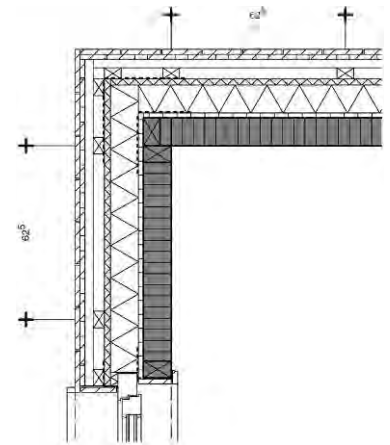
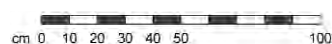
Detail D

Außenwand massiv

senkrechte Leisten-Deckelschalung

1. Lage	140/18 mm
2. Lage	100/18 mm
Lattung waagrecht	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung senkrecht	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	22 mm
Holzfaserdämmstoff WLG 040	100 mm
Stahlbeton	240 mm
Innenputz	

U-Wert gesamt 0,3124 W/(qmK)

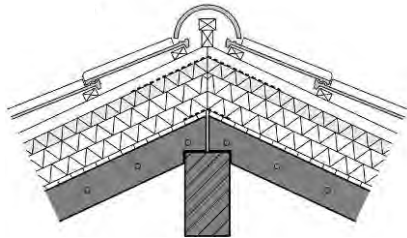


Detailschnitt vertikal

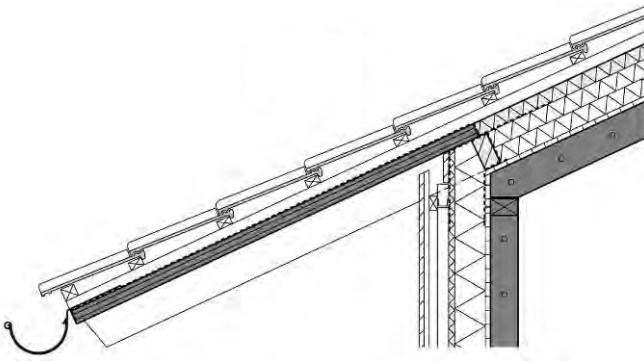
Dachausbildung

Ziegeldeckung	
Lattung	30/50 mm
Hinterlüftung, Konterlattung	40/60 mm
Unterdeckplatte, wind- und regendicht	50 mm
Holzfaserdämmstoff WLG 040	2 x 60 mm
Aussteifung, Luftdichtung OSB-Platte	18 mm
Massivholzelement	120 mm

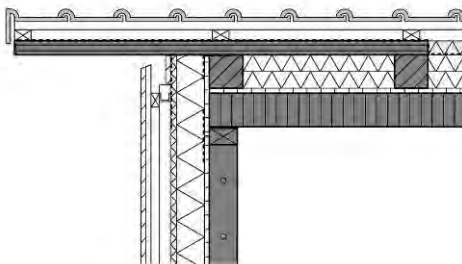
Alle Stoßfugen der OSB-Platten und der Unterdeckplatten müssen sorgfältig mit einem Luftdichtungsband abgeklebt werden.



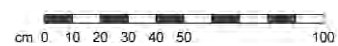
Detail F



Detail G



Detail Ortgang



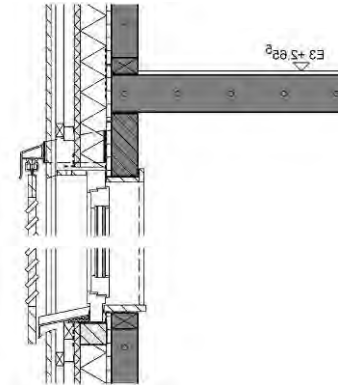
Detailschnitt vertikal
Deckenaufbau E2

Wohnbereich

Dielenboden	20 mm
Holzfaserdämmplatte mit Verlegeleiste	40 mm
Trittschalldämmung	20 mm
Trockener Sand auf Rieselschutzpapier	45 mm
Aussteifung, Luftdichtung OSB-Platte	15 mm
Massivholzdecke, Brettstapeldecke	140 mm

Luftschall R'_w	55 dB
Trittschall $L_{N,W}$	57 dB

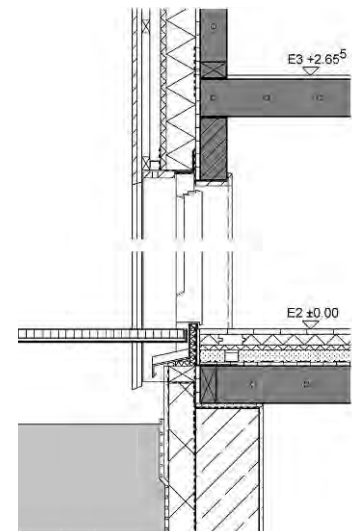
Erhöhter Luftschallschutz ist erreicht.
Erhöhter Trittschallschutz nur mit aufwendigen zusätzlichen Maßnahmen zu erreichen, wie Erhöhung Schüttgewicht und -höhe oder Aufbeton und zusätzliche Abhängung mit Federschiene.



Detail H

Fenster mit
Fensterschiebeladen

Türe



Detail J

Fassadenabschluss
zum Erdreich

- Nivellierschwelle aus Hartholz auf Quellmörtel und Bitumenpappe
- Sockelabschlussschiene zwischen Perimeter- und Fassadendämmung
- Kiesstreifen als Spritzschutz vor Fassade

Außenwand

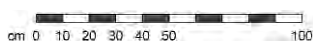
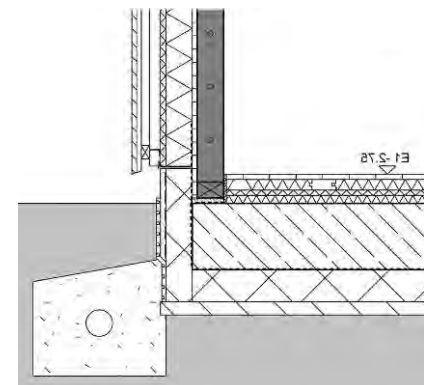
im Sockelbereich

Zementputz auf Armierungsschicht	
Perimeterdämmung PB/PUR nach DIN 18164-1	100 mm
Aussteifung, Luftdichtung OSB-Platte	18 mm
Holzdübelbauweise in Sichtqualität ohne Bekleidung	
alternativ mit Wandbekleidung	

Aufbau Bodenplatte E1

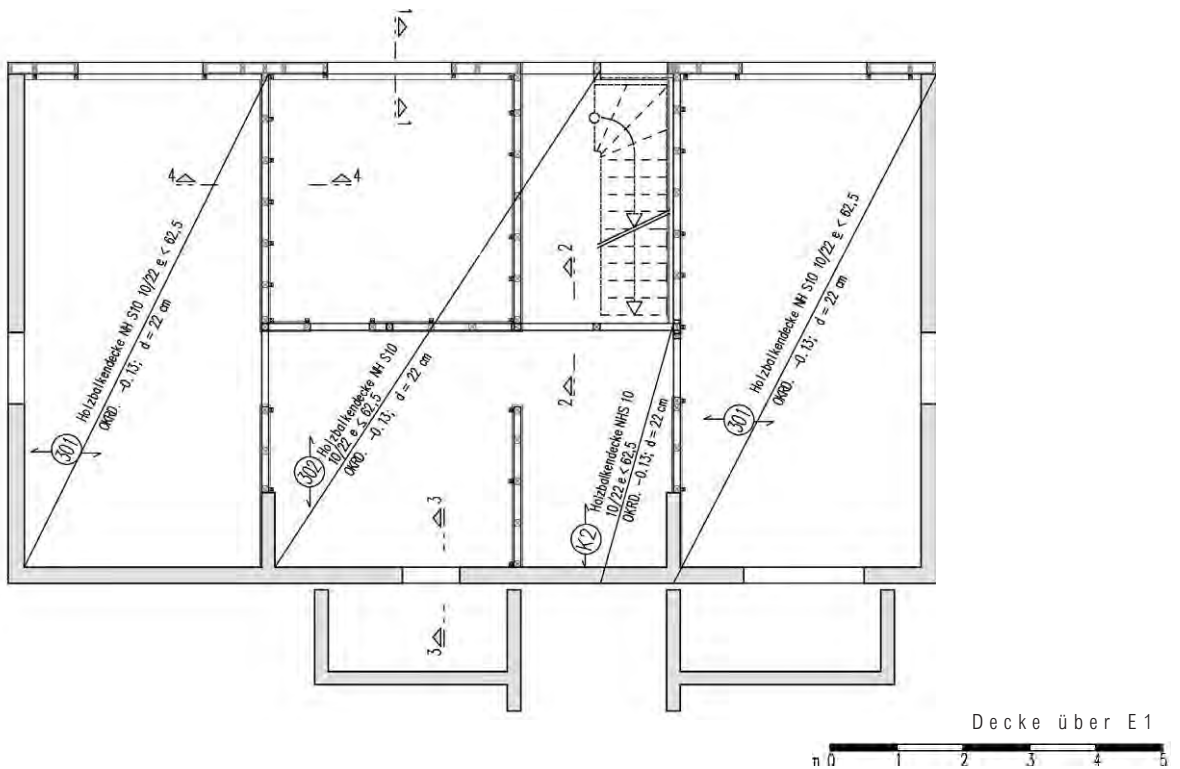
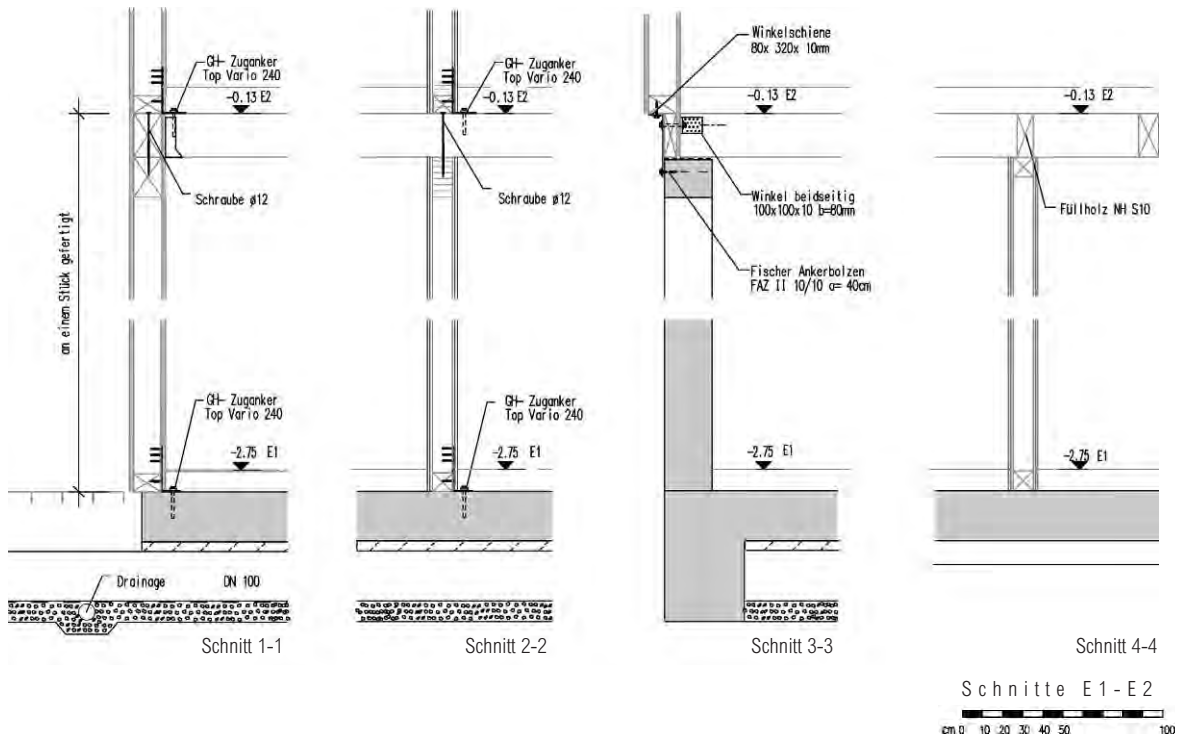
Wohnbereich

Dielenboden	20 mm
Holzfaserdämmplatte mit Verlegeleiste	40 mm
Trittschalldämmung	21/20 20 mm
Holzfaserdämmplatte	30 mm
Abdichtung gegen drückendes Wasser	
Bodenplatte Stahlbeton	250 mm
PE-Folie	
Perimeterdämmung PB/PUR nach DIN 18164-1	120 mm
Ausgleichsschicht, Sauberkeitsschicht	

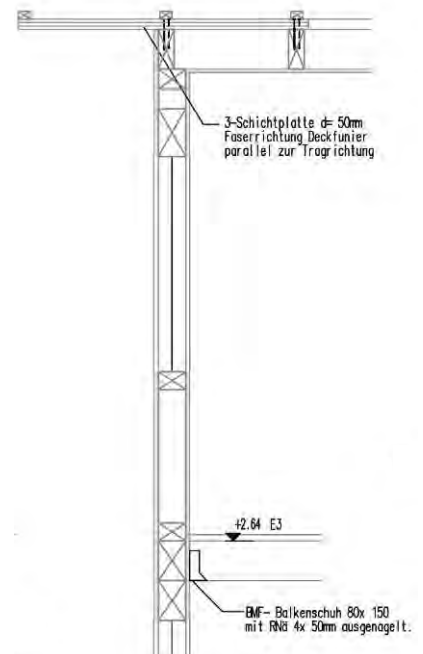


4.4 Plangrundlagen Ingenieurpläne

4.4.1 Holzrahmenbauweise

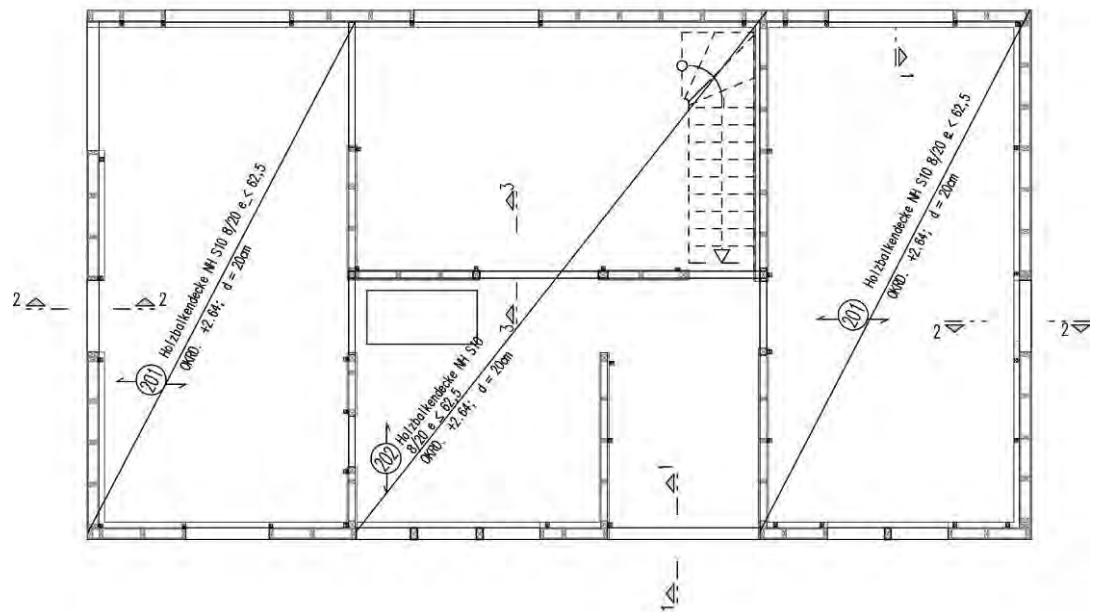
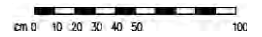


Das Tragwerk besteht aus einem holzbaugerechten Bauteilaufbau von Dach-, Decken- und Wandkonstruktionen. Aufbauend auf einem Rastermaß von 62,5 cm wird ein hoher Vorfertigungsgrad der wesentlichen Bauelemente mit geringem Verschnitt der Holzwerkstoffplatten angestrebt. Die Decken- und Wandelemente werden geschosshoch konzipiert, so dass sie zusammen mit den Decken weitgehend nach einem Baukastensystem in Stapelbauweise direkt aufeinander aufgelegt und kraftschlüssig verbunden werden können. Als Verbindungstechnik werden die im Holzbau üblichen Verbindungsmittel – Nägel, Klammern oder Schrauben, im Bedarfsfalle auch Pressleimung verwendet. Weiteres siehe Tragwerksplanung.



Schnitt 2-2

Schnitte E2-E3

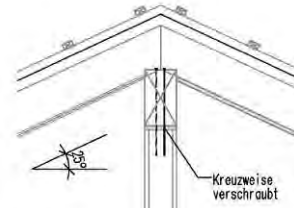
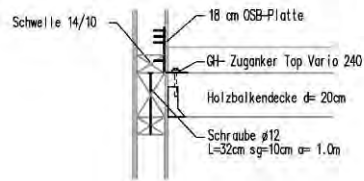


Decke über E2

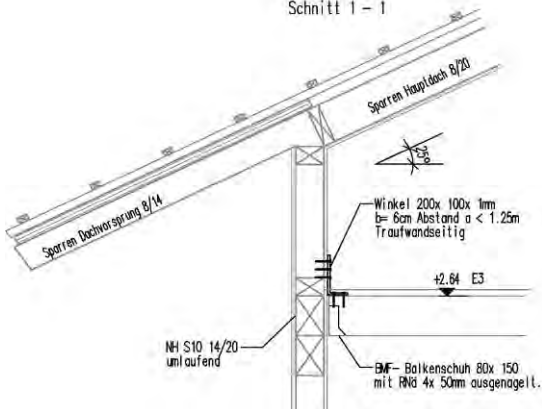


4.4 Prototyp.Plangrundlagen Ingenieurpläne

Detail
Wand-Deckenverankerung der Außenwände

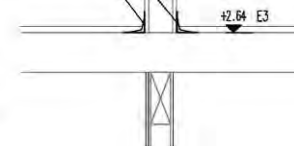


Schnitt 1-1



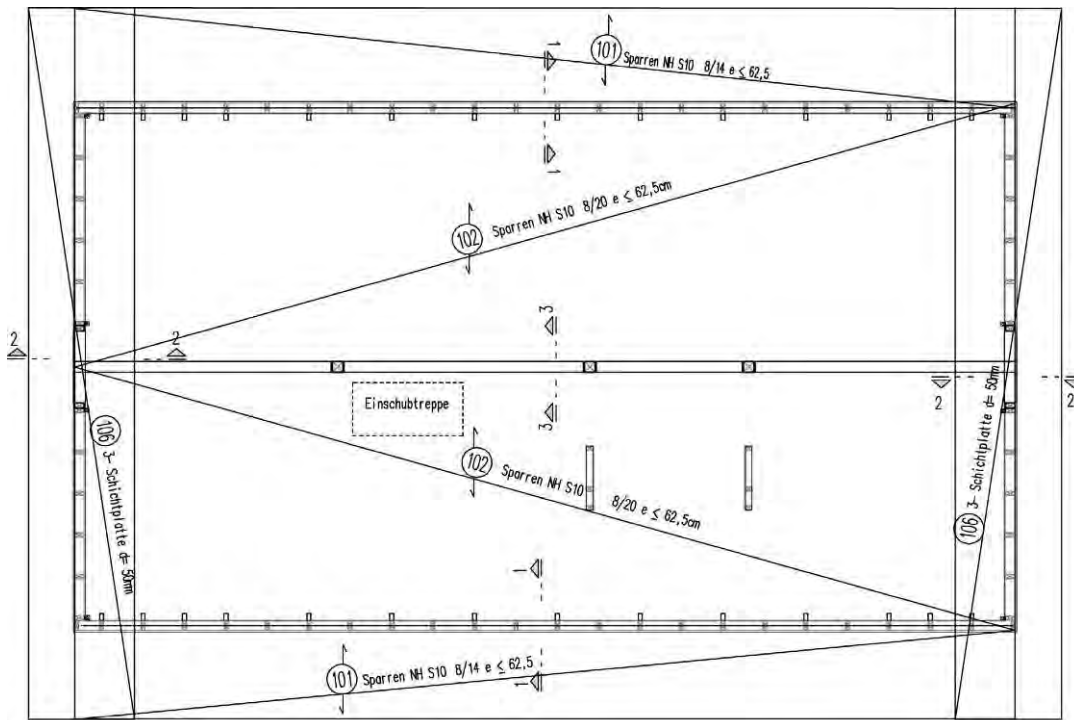
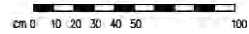
Schnitt 1-1

Winkel konstruktiv



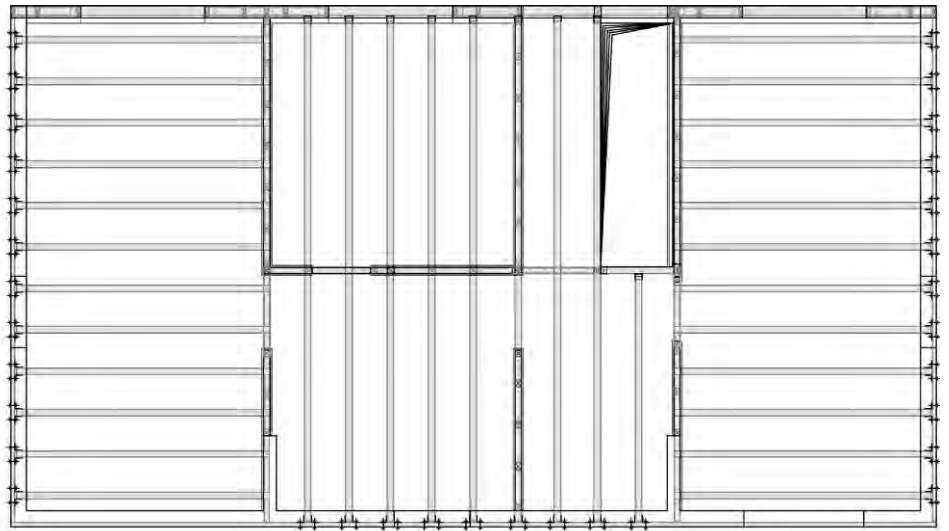
Schnitt 3-3

Schnitte E2-E3

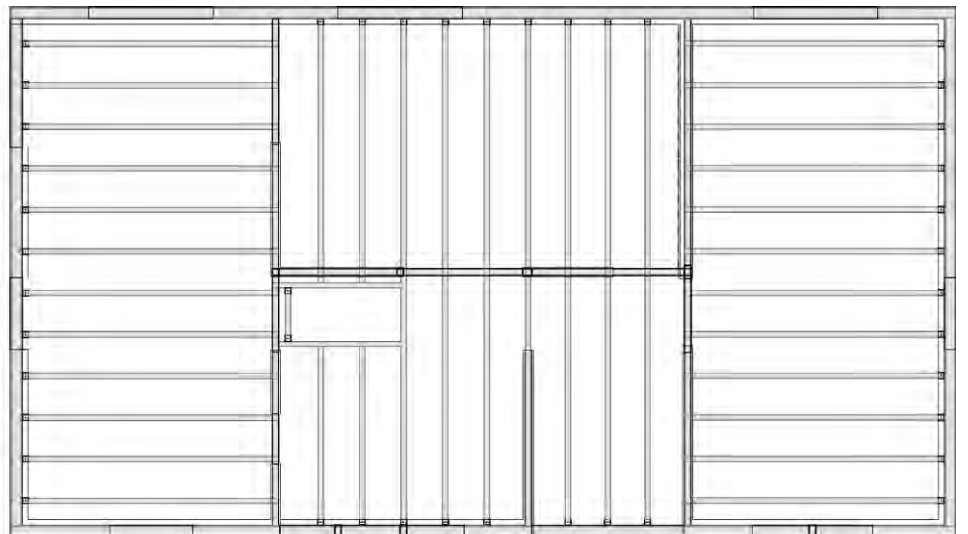


Decke über E1



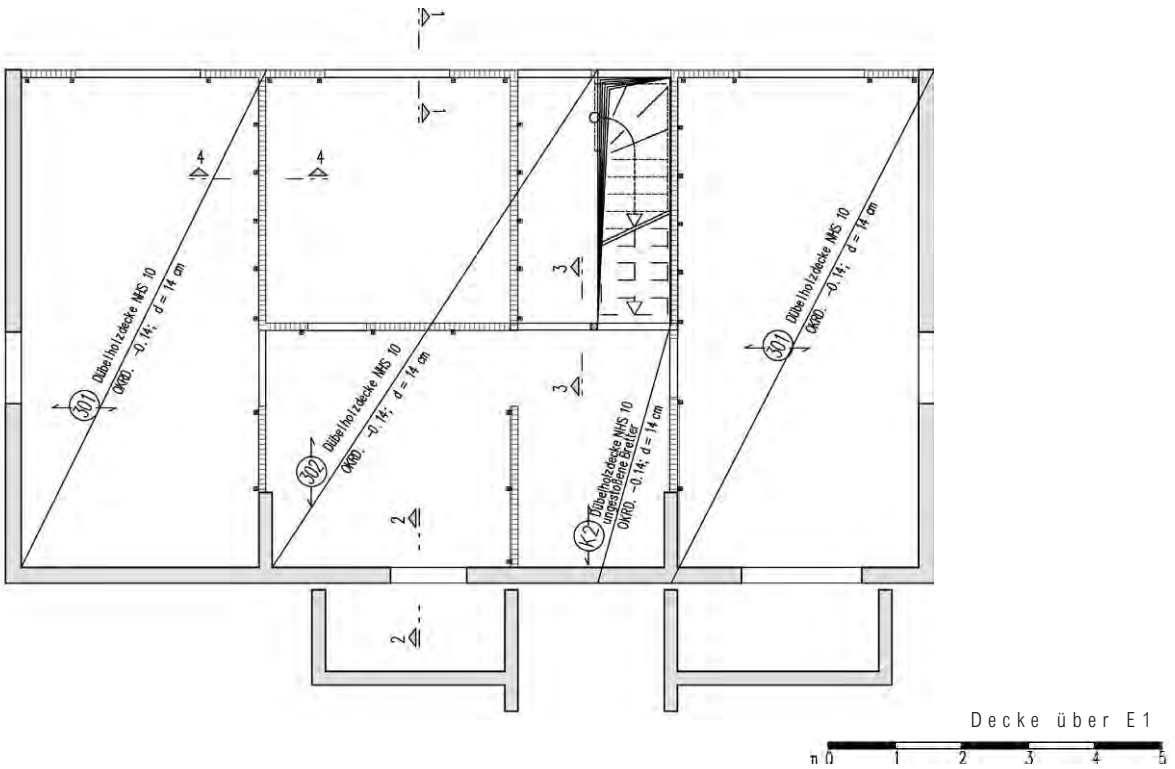
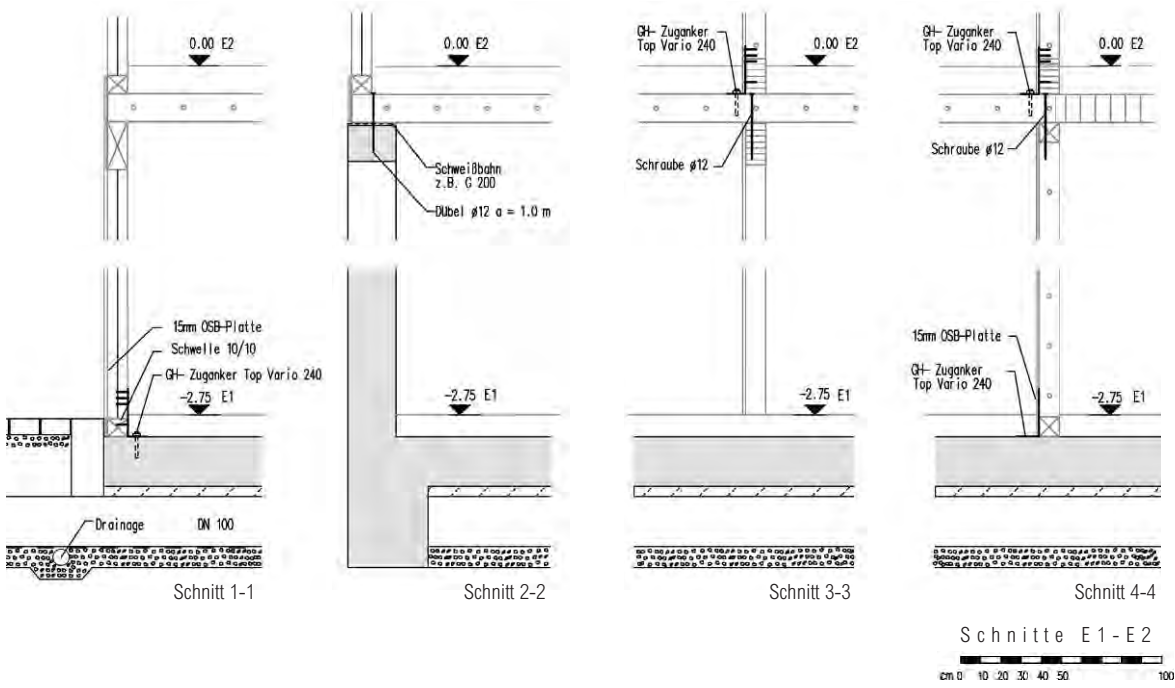


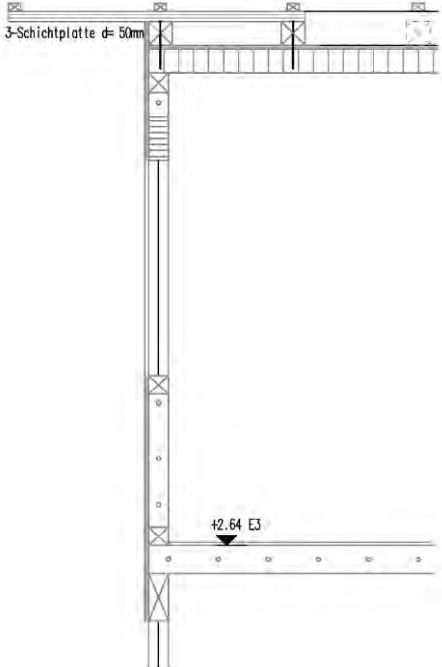
Holzbalkendecke über E1
0 1 2 3 4 5



Holzbalkendecke über E2
0 1 2 3 4 5

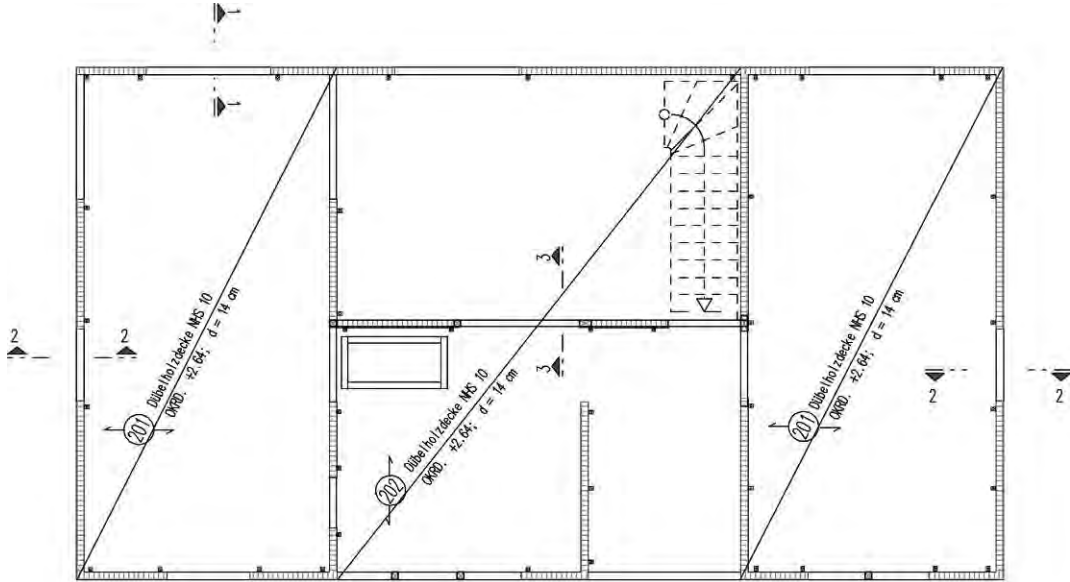
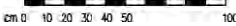
4.4.2 Holzdübelbauweise





Schnitt 2-2

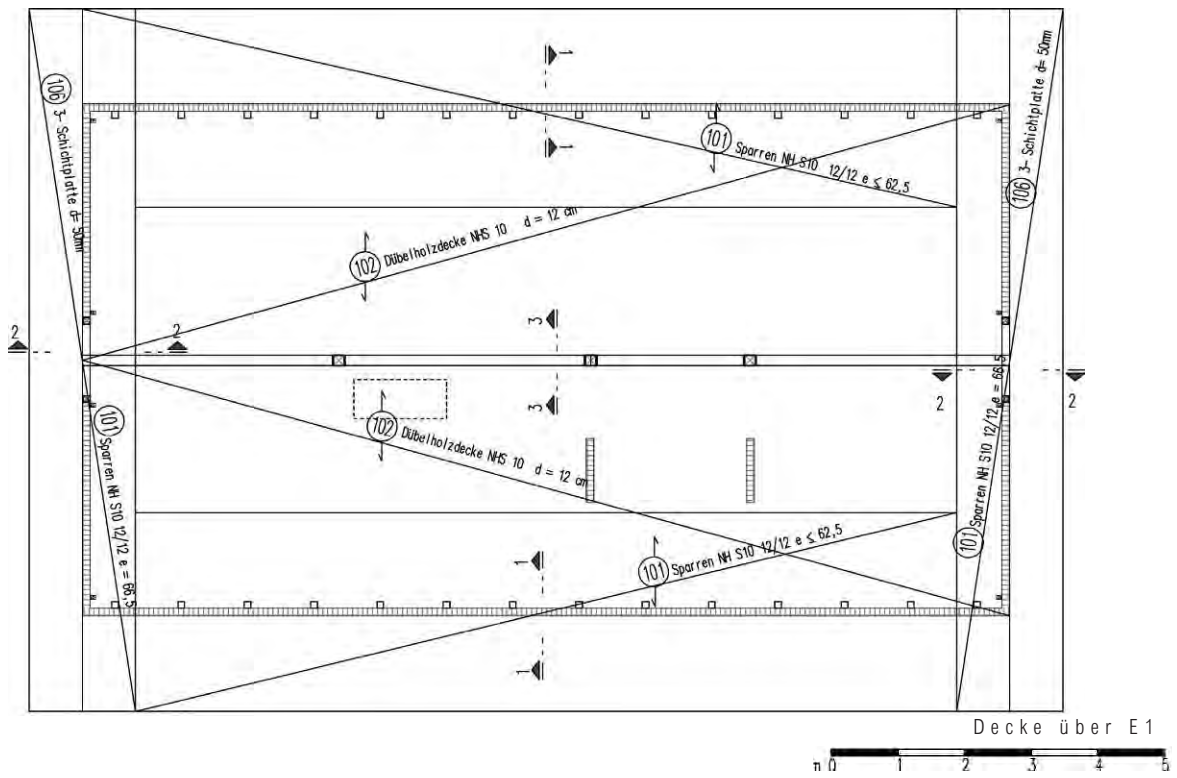
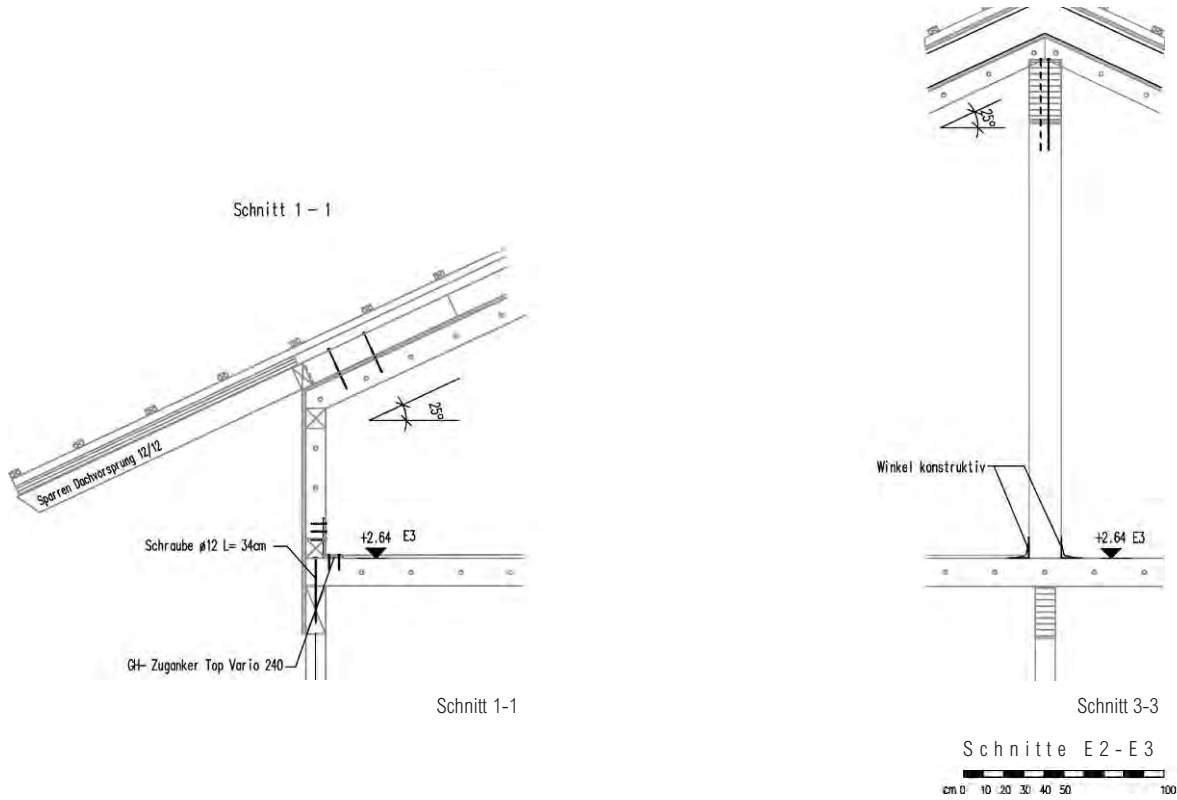
Schnitte E2-E3



Decke über E2



4.4 Prototyp.Plangrundlagen Ingenieurpläne



4.5 Tragwerk

4.5.1 Erläuterungen

Nachfolgend werden die zwei am weitest verbreiteten Holzbauweisen

- a) die Holzrahmenbauweise und
 - b) die Holzdübelbauweise, hier im speziellen die Dübelholzbauweise
- dargestellt und miteinander verglichen. Im Hinblick auf die Ausführbarkeit werden Bauweisen und Konstruktionsprinzipien verwendet, die vom regionalen Handwerk und der regionalen Holzindustrie im Nordschwarzwald umgesetzt werden können.

Die verwendeten Dämmstoffe und Holzprodukte sind nach ökologischen Gesichtspunkten ausgewählt.

a) Holzrahmenbauweise

aa) Wand

Das Tragwerk besteht aus der tragenden Holzrahmenkonstruktion – Holzgebälk 6 x 14 cm, einer raumseitigen aussteifenden Holzfaserverplatte (OSB-Platte) d = 18 mm, einer außenliegenden wind- und regendichten Unterdeckplatte d = 22 mm, z. B. Gutex, Multiplex Top oder gleichwertig und einer innenliegenden Volldämmung aus Holzfaserdämmstoff. Die Wandelemente werden geschosshoch hergestellt und mit einer überlappenden Fugendichtung gestoßen. Die Wandelemente bilden in der Ebene stabile aussteifende Scheiben und senkrecht zur Ebene ein biegesteifes Holzrahmenwandelement nach DIN 1052. Innenseitig ist eine 6 cm dicke Installationsebene mit Gipskartonoberfläche geplant.

ab) Decke

Die Decke besteht aus nach statischen Erfordernissen dimensionierten Holzbalken, z. B. 10 x 22 cm im Regelabstand von 62,5 cm. An die Außenwände werden die Balken mittels Balkenschuhe stumpf an die durchlaufende Dichtebene der Wand angeschlossen. Auf die tragenden Innenwände wird das Gebälk direkt aufgelegt. Über den Innenwänden werden die Deckengefache mit Füllhölzern geschlossen. Auf die Deckenbalken wird eine nach statischen Erfordernissen, in der Regel eine 22 mm dicke OSB-Platte aufgenagelt. Diese bildet eine steife Unterlage für den Fußbodenaufbau und wirkt in der Ebene als aussteifende Scheibe zur Aufnahme und Verteilung der Wind- und Erdbeneinwirkungen. Auf diese statische Grundkonstruktion wird je nach Qualitätsanforderung, insbesondere des Schallschutzes der Deckenaufbau aufgebracht.

ac) Dach

Die Dachkonstruktion ist eine Sparren-Pfetten-Konstruktion, dimensioniert nach statischen Erfordernissen. In der Regel sind Sparren 8 x 20 cm im Abstand von 62,5 cm ausreichend. Vorgesehen ist zur Aussteifung eine unterseitige Plattenverschalung aus 18 mm dicken OSB-Platten zur Aufnahme der Wind- und Erdbeneinwirkung. In der Regel erhält das Dach eine Zwischensparrendämmung und eine oberseitige wind- und fugendichte Unterdeckplatte. Die Pfetten werden nach statischen Erfordernissen dimensioniert und über die Giebelwände und Innenstützen auf die tragenden Geschosswände abgestützt. Übliche Balkenquerschnitte sind 16 x 28 cm.

b) Holzdübelbauweise - Massivholzbauweise

Die Wand-, Decken- und Dachelemente werden von der Holzindustrie als flächige Bauteile mit Dicken von 10 bis 16 cm vorgefertigt. Dabei werden getrocknete Holzbalken oder Bohlen mit Dicken von 3 bis 6 cm aufeinander gestapelt und mit Hartholzdübeln zu Flächenelementen verbunden. Die Holzdübelelemente können auch als sichtbare Konstruktion in den oben genannten Dicken geliefert werden.

Das Prinzip der Dübelholzbauweise siehe (1).

Weitere Massivholzbauweisen sind die Kreuzlagen – genagelte und geleimte Holztafelbauweisen.

4.5 Prototyp.Tragwerk

ba) Wand

Als Wände werden geschosshohe, senkrecht stehende Holzdübelelemente aneinander gebaut. Fenster und Türen werden aus dem Gesamtelement herausgesägt oder bereits bei großen Öffnungen berücksichtigt. Zur Aussteifung und Luftdichtung wird auf der Außenseite eine mind. 15 mm OSB-Platte aufgenagelt. Untersuchungen zur aussteifenden Scheibenwirkung ohne aufgenagelte OSB-Platten sind in Vorbereitung. Einzelne Wandelemente werden untereinander, an den Ecken und in den Kreuzungspunkten ebenfalls mit Dübeln zusammengefügt. Raumseitig werden in die Elemente die Elektroinstallationen eingefräst. Bei sichtbaren Konstruktionen werden die Kabelkanäle in die Wand eingebaut.

bb) Decke

Die Decke besteht aus nach statischen Erfordernissen 12 bis 16 cm dicken Holzdübelelementen, die in Breiten von bis zu 2,50 m fertig angeliefert, auf die Wände aufgelegt und nach statischen Erfordernissen verbunden werden. Das Bauprinzip ist einfach und entspricht der Massivbauweise im Mauerwerks- bzw. Betonbau. Im Holzbau sind, bedingt durch das geringere Eigengewicht, die Wand- und Deckenelemente zur Gewährleistung der Stabilität in der Regel mit Holzschraubenverbindungen nach statischen Erfordernissen zu verbinden. Die Decken können als Einfeldträger oder Mehrfeldträger hergestellt werden. Deckenöffnungen und unregelmäßige Deckenquerschnitte sind einfach herzustellen. Zur Erzielung einer Scheibenwirkung wird oberseitig eine mind. 15 mm OSB-Platte nach DIN 1052 aufgenagelt.

bc) Dach

Das Dach kann, wie die Decke, als Massivdach hergestellt werden. Zur Aussteifung und zur Luftdichtigkeit wird auf der Außenseite eine 15 mm OSB-Platte aufgenagelt.

Durch das Zusammenfügen der Wand-, Decken- und Dachelemente entsteht ein massives räumliches Tragwerk auf das nachträglich, je nach Anspruch an die Ästhetik und die bauphysikalischen Vorgaben, die Dämmung und Verkleidungen aufgebracht werden.

Datum 15.11.2006

(1) Holzhaus-Bauweisen im Vergleich, Huss-Medien GmbH, Verlag Bauwesen 10400 Berlin

4.5.2 Musterstatik

Ziel der Tragwerksplanung ist es für den vorliegenden Prototyp eine statisch sinnvolle und wirtschaftlich günstige Lösung der tragenden Bauteile zu entwickeln.

Dabei werden ausschließlich einachsige gespannte Systeme mit im Holzbau üblichen Spannweiten gewählt.

Die aussteifenden Elemente werden mit Hilfe von Holztafeln als Scheiben ausgebildet. Auf den Einsatz von Stahlelementen zur Stabilisierung wird verzichtet.

Bei der Tragwerksplanung wurden zwei Varianten untersucht.

- a) der Holzrahmenbau
- b) der Holzdübelbau

Das Konzept wurde bei beiden Varianten konsequent über alle tragenden Bauteile (Wände, Decken, Dach) durchgeführt. Gleichzeitig wurden auch die bauphysikalischen Gesichtspunkte des Wärme- und Schallschutzes berücksichtigt und eingearbeitet.

Das Tragkonzept wurde soweit systematisiert, dass für die im Holzhausbau gängigen Systeme und Abmessungen - in Anlehnung an den vorliegenden Prototyp - eine Musterstatik ausgearbeitet wurde.

Diese soll als Hilfe für Planer und Zimmermeister dienen, um Vordimensionierungen und Querschnittsbestimmungen für Holzhäuser in Anlehnung an den Prototyp ohne großen Aufwand durchführen zu können. Die Musterstatik kann jedoch die endgültige Tragwerksplanung nicht vollständig ersetzen.

Es wurde eine Musterstatik auf der Grundlage der DIN 1052 (04/88) für den

- a) Holzrahmenbau
- b) Holzdübelbau

entwickelt.

Ausgehend von festgelegten Dach- und Deckenaufbauten sowie im Nordschwarzwald auftretenden Schneelasten wurden die verschiedenen Systeme berechnet und die Ergebnisse in Tabellen zusammengefasst.

Die Voraussetzung für die Anwendung der Tabellen ist ein durchgehendes statisches Konzept, bei dem die Lasten geschossweise abgefangen werden. Sonder- und Abfangelasten sind in der Musterstatik nicht berücksichtigt.

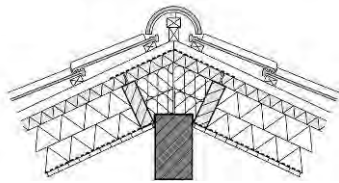
Im Einzelnen wurden berechnet:

1. Dach
2. Firstpfette (als Ein- und Zwei-Feldträger)
3. Decke
4. Mittelunterzug (als Ein- und Zwei-Feldträger)
5. Randunterzug (als Ein- und Zwei-Feldträger)
6. Wandelement

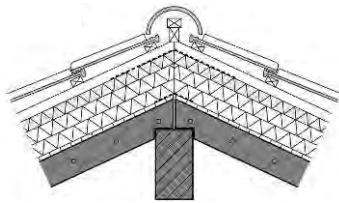
Die Belastungen auf die jeweiligen Systeme entsprechen den Ergebnissen der darüber liegenden Bauteile. Die Bemessung kann daher von „oben nach unten“ wie bei einer herkömmlichen Statik durchgeführt werden.

Dipl.-Ing. Hans-Jörg Braun

4.5.2 Prototyp.Tragwerk.Musterstatik



Stützweite	l [m]	3,50	4,00	4,50	5,00
Gesamtlast	q [kN/m ²]	2,70	2,73	2,76	2,78
Moment	M [kNm/m]	4,17	5,49	7,07	8,76
Auflagerkraft	A [kN/m]	4,73	5,46	6,21	6,95
Durchbiegung	f	l/402	l/364	l/305	l/294
Sparren	b/d [cm]	8/18	8/20	10/20	10/22



Stützweite	l [m]	3,50	4,00	4,50	5,00
Gesamtlast	q [kN/m ²]	3,39	3,39	3,52	3,52
Moment	M [kNm/m]	5,21	6,81	8,98	11,08
Auflagerkraft	A [kN/m]	5,93	6,78	7,92	8,80
Durchbiegung	f	l/689	l/459	l/492	l/358
Elementhöhe	h [cm]	12	12	14	14

Stützweite l [m]	Kombination	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
3,00	q _{3,5} + q _{3,5}	9,63	14,45	12/24	0,85	0,63	0,67
3,00	q _{4,0} + q _{4,0}	11,09	16,64	14/24	0,98	0,72	0,77
3,00	q _{4,5} + q _{4,5}	12,61	18,92	12/26	0,95	0,76	0,69
3,00	q _{5,0} + q _{5,0}	14,12	21,18	14/26	0,92	0,76	0,66
3,50	q _{3,5} + q _{3,5}	9,65	16,89	12/26	0,99	0,68	0,83
3,50	q _{4,0} + q _{4,0}	11,14	19,50	14/26	0,98	0,67	0,83
3,50	q _{4,5} + q _{4,5}	12,66	22,16	14/28	0,96	0,71	0,75
3,50	q _{5,0} + q _{5,0}	14,15	24,76	14/30	0,94	0,74	0,68
4,00	q _{3,5} + q _{3,5}	9,70	19,40	14/28	0,96	0,62	0,86
4,00	q _{4,0} + q _{4,0}	11,17	22,34	14/30	0,97	0,66	0,80
4,00	q _{4,5} + q _{4,5}	12,69	25,38	14/32	0,97	0,71	0,75
4,00	q _{5,0} + q _{5,0}	14,21	28,42	16/32	0,95	0,69	0,74

Hinweis: q_{3,5} bedeutet - Last aus Dach mit Stützweite 3,5 m

Zusammenstellung der Ergebnisse mit Bemessungstabellen für

- a) Holzrahmenbauweise
- b) Holzdübelbauweise

Pos. 1a
Dach - Holzrahmenbauweise

Dachaufbau
Sparrendach mit Zwischensparrendämmung und Ziegeleindeckung

Grundlagen
Dachneigung $\alpha = 25^\circ$
Schneelast $s_0 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

System
Einfeldträger mit Stützweite l
Achsabstand Sparren a = 62,5 cm

Material
NH S 10

Pos. 1b
Dach - Holzdübelbauweise

Dachaufbau
Massivdach mit Aufdachdämmung und Ziegeleindeckung

Grundlagen
Dachneigung $\alpha = 25^\circ$
Schneelast $s_0 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

System
Einfeldträger mit stützweite l

Material
NH S 10

Pos. 2a
Firstpfette - Holzrahmenbauweise

System
Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung
Belastung aus Pos. 1a - Dach
Annahme: Die Firstpfette liegt in Dachmitte, d.h. es werden nur symmetrische Belastungen aus der Dachkonstruktion angesetzt.

Material
BS 11

Pos. 2a
Firstpfette - Holzrahmenbauweise

System
Zweifeldträger mit Stützweite l_1 und l_2

Belastung
Belastung aus Pos. 1a - Dach
Annahme: Die Firstpfette liegt in Dachmitte, d.h. es werden nur symmetrische Belastungen aus der Dachkonstruktion angesetzt.

Material
BS 11

Stützweite 1:1		Kombin.	q_{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
l_1 [m]	l_2 [m]									
3,00	3,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,62	10,82	36,08	10,82	12/22	0,92	0,85	0,47
3,00	3,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,10	12,49	41,63	12,49	14/22	0,91	0,84	0,47
3,00	3,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,62	14,20	47,33	14,20	14/24	0,87	0,88	0,41
3,00	3,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,10	15,86	52,88	15,86	14/24	0,98	0,98	0,45
3,50	3,50	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,66	12,68	42,26	12,68	14/24	0,91	0,79	0,50
3,50	3,50	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,14	14,62	48,74	14,62	14/26	0,90	0,84	0,45
3,50	3,50	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,66	16,62	55,39	16,62	14/28	0,88	0,88	0,41
3,50	3,50	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,14	18,56	61,86	18,56	14/28	0,98	0,99	0,45
4,00	4,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,70	14,55	48,5	14,55	14/28	0,88	0,77	0,47
4,00	4,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,19	16,79	55,95	16,79	16/28	0,89	0,78	0,47
4,00	4,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,71	19,07	63,55	19,07	16/30	0,88	0,83	0,43
4,00	4,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,19	21,29	70,95	21,29	16/30	0,98	0,92	0,48
$l_1; k = 1:1,25$										
3,00	3,75	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,66	9,72	41,18	14,30	14/24	0,88	0,82	0,65
3,00	3,75	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,14	11,21	47,49	16,49	14/26	0,86	0,87	0,59
3,00	3,75	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,64	12,72	53,88	18,71	14/26	0,99	0,99	0,67
3,00	3,75	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,17	14,26	60,41	20,98	16/28	0,83	0,90	0,52
3,50	4,38	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,70	11,39	48,24	16,75	14/28	0,88	0,82	0,65
3,50	4,38	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,19	13,14	55,65	19,33	16/28	0,89	0,83	0,66
3,50	4,38	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,71	14,92	63,21	21,95	16/30	0,88	0,88	0,61
3,50	4,38	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,19	16,66	70,57	24,51	16/30	0,98	0,98	0,68
$l_1; k = 1:1,5$										
3,00	4,50	$q_{3,5} + q_{3,5}$	9,68	8,16	46,90	17,54	14/26	1,00	0,89	0,89
3,00	4,50	$q_{4,0} + q_{4,0}$	11,16	9,41	54,07	20,22	14/28	0,99	0,96	0,82
3,00	4,50	$q_{4,5} + q_{4,5}$	12,69	10,70	61,48	22,99	16/28	0,99	0,95	0,82
3,00	4,50	$q_{5,0} + q_{5,0}$	14,19	11,96	68,75	25,71	16/30	0,96	0,99	0,74

Pos. 2b
Firstpfette - Holzdübelbauweise

System
Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung
Belastung aus Pos. 1b - Dach
Annahme: Die Firstpfette liegt in Dachmitte, d.h. es werden nur symmetrische Belastungen aus der Dachkonstruktion angesetzt.

Material
BS 11

Stützweite l [m]	Kombination	q_{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
3,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,05	18,07	12/26	0,91	0,72	0,66
3,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,78	20,67	14/26	0,89	0,71	0,64
3,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,08	24,12	14/28	0,90	0,77	0,60
3,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,84	26,76	14/28	1,00	0,85	0,67
3,50	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,10	21,18	14/28	0,92	0,68	0,72
3,50	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,81	24,17	14/30	0,92	0,72	0,67
3,50	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,11	28,19	14/32	0,94	0,79	0,64
3,50	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,91	31,34	16/32	0,91	0,77	0,62
4,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,13	24,26	14/32	0,92	0,68	0,72
4,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,87	27,73	16/32	0,92	0,68	0,72
4,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,17	32,33	16/34	0,95	0,74	0,70
4,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,95	35,89	16/36	0,94	0,78	0,65

Pos. 2b
Firstpfette - Holzdübelbauweise

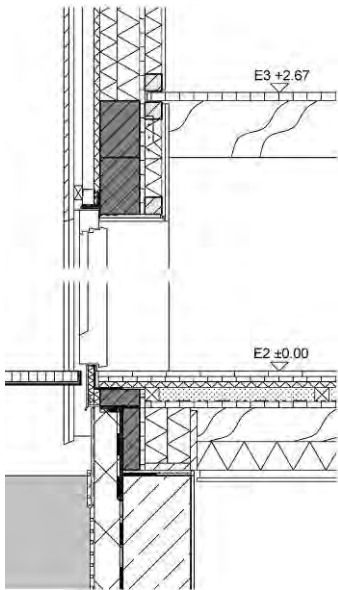
System
Zweifeldträger mit Stützweite l_1 und l_2

Belastung
Belastung aus Pos. 1b - Dach
Annahme: Die Firstpfette liegt in Dachmitte, d.h. es werden nur symmetrische Belastungen aus der Dachkonstruktion angesetzt.

Material
BS 11

Stützweite 1:1		Kombin.	q_{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
l_1 [m]	l_2 [m]									
3,00	3,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,05	13,55	45,18	13,55	14/22	0,99	0,92	0,48
3,00	3,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,78	15,50	51,67	15,50	14/26	0,81	0,89	0,33
3,00	3,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,08	18,09	60,30	18,09	14/28	0,82	0,96	0,31
3,00	3,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,84	20,10	67,01	20,10	16/28	0,79	0,93	0,30
3,50	3,50	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,10	15,86	52,85	15,86	14/26	0,97	0,91	0,46
3,50	3,50	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,81	18,11	60,38	18,11	14/28	0,95	0,96	0,42
3,50	3,50	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,11	21,14	70,48	21,14	16/28	0,98	0,98	0,43
3,50	3,50	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,91	23,51	78,36	23,51	16/32	0,83	0,96	0,32
4,00	4,00	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,13	18,20	60,65	18,20	16/28	0,96	0,85	0,48
4,00	4,00	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,87	20,78	69,25	20,78	16/30	0,95	0,90	0,45
4,00	4,00	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,17	24,23	80,75	24,23	16/32	0,98	0,99	0,43
4,00	4,00	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,95	26,95	89,84	26,95	18/34	0,86	0,92	0,35
$l_1; k = 1:1,25$										
3,00	3,75	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,08	12,16	51,49	17,88	14/26	0,93	0,94	0,62
3,00	3,75	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,83	13,92	58,96	20,48	16/28	0,81	0,88	0,50
3,00	3,75	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,13	16,23	68,76	23,88	16/30	0,82	0,95	0,47
3,00	3,75	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,91	18,03	76,35	26,52	16/32	0,80	0,99	0,43
3,50	4,38	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,13	14,24	60,33	20,95	16/28	0,97	0,90	0,69
3,50	4,38	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,85	16,26	68,88	23,92	16/30	0,96	0,96	0,65
3,50	4,38	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,17	18,99	80,42	27,92	16/34	0,87	0,98	0,51
3,50	4,38	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,97	21,10	89,37	31,04	18/34	0,86	0,97	0,51
$l_1; k = 1:1,5$										
3,00	4,50	$q_{3,5} + q_{3,5}$	12,13	10,23	58,77	21,98	16/28	0,94	0,91	0,77
3,00	4,50	$q_{4,0} + q_{4,0}$	13,85	11,68	67,10	25,10	16/30	0,94	0,97	0,71
3,00	4,50	$q_{4,5} + q_{4,5}$	16,17	13,63	78,34	29,30	16/34	0,85	1,00	0,57
3,00	4,50	$q_{5,0} + q_{5,0}$	17,97	15,15	87,06	32,56	18/34	0,84	0,99	0,56

4.5.2 Prototyp.Tragwerk.Musterstatik



Pos. 3 a
Decke - Holzrahmenbauweise

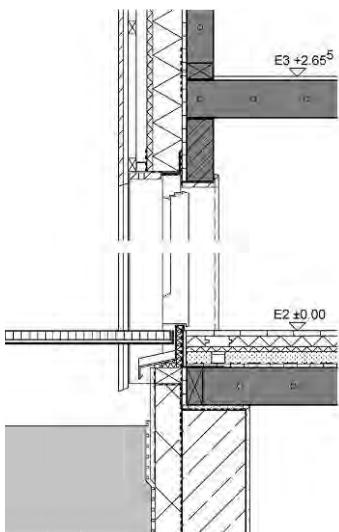
Deckenaufbau
Holzbalkendecke mit schwimmendem Estrich

Grundlagen
Verkehrslast $p = 3,25 \text{ kN/m}^2$
(einschließlich Trennwandzuschlag)

System
Einfeldträger mit Stützweite l
Achsabstand Holzbalken $a = 62,5 \text{ cm}$

Material
NH S 10

Stützweite	l [m]	3,50	4,00	4,50	5,00
Gesamtlast	q [kN/m^2]	5,95	5,97	6,01	6,09
Moment	M [kNm/m]	9,11	11,94	15,21	19,04
Auflagerkraft	A [kN/m]	10,41	11,94	13,52	15,23
Durchbiegung	f	$l/333$	$l/297$	$l/344$	$l/322$
Sparr en	b/d [cm]	10/20	10/22	10/26	14/26



Pos. 3 b
Decke - Holzdübelbauweise

Deckenaufbau
Massivdecke mit schwimmendem Estrich

Grundlagen
Verkehrslast $p = 2,75 \text{ kN/m}^2$
(einschließlich Trennwandzuschlag)

System
Einfeldträger mit Stützweite l

Material
NH S 10

Stützweite	l [m]	3,50	4,00	4,50	5,00
Gesamtlast	q [kN/m^2]	6,96	6,96	7,08	7,20
Moment	M [kNm/m]	10,66	13,92	17,92	22,50
Auflagerkraft	A [kN/m]	12,18	13,92	15,93	18,00
Durchbiegung	f	$l/589$	$l/394$	$l/407$	$l/415$
Elementhöhe	h [cm]	14	14	16	18

Pos. 4a
Mittelunterzug - Holzrahmenbauweise

System
Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung
Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material
BS 11

Stützweite l [m]	Kombination	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
3,00	q _{3,5} + q _{3,5}	19,21	28,82	10/30	0,94	0,86	0,58
3,00	q _{3,5} + q _{4,5}	22,10	33,15	14/32	0,95	0,92	0,55
3,00	q _{4,0} + q _{4,0}	22,15	33,23	14/32	0,95	0,93	0,55
3,00	q _{4,0} + q _{5,0}	25,13	37,70	16/32	0,94	0,92	0,55
3,00	q _{4,5} + q _{5,0}	26,54	39,81	16/32	0,99	0,97	0,58
3,50	q _{3,5} + q _{3,5}	19,27	33,72	16/32	0,98	0,82	0,67
3,50	q _{3,5} + q _{4,5}	22,16	38,78	16/34	1,00	0,89	0,64
3,50	q _{4,0} + q _{4,0}	22,21	38,87	16/34	1,00	0,89	0,64
3,50	q _{4,0} + q _{5,0}	25,21	44,12	18/36	0,90	0,85	0,55
3,50	q _{4,5} + q _{5,0}	26,62	46,59	18/36	0,95	0,90	0,58
4,00	q _{3,5} + q _{3,5}	19,35	38,70	18/36	0,90	0,75	0,63
4,00	q _{3,5} + q _{4,5}	22,24	44,48	18/38	0,93	0,81	0,61
4,00	q _{4,0} + q _{4,0}	22,29	44,58	18/38	0,94	0,81	0,61
4,00	q _{4,0} + q _{5,0}	25,25	50,50	18/40	0,96	0,88	0,60
4,00	q _{4,5} + q _{5,0}	26,66	53,32	18/40	1,01	0,93	0,63

Pos. 4a
Mittelunterzug - Holzrahmenbauweise

System
Zweifeldträger mit Stützweite l₁ und l₂

Belastung
Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material
BS 11

Stützweite 1:1 l ₁ [m]	l ₂ [m]	Kombin.	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
3,00	3,00	q _{3,5} + q _{3,5}	19,25	21,66	72,19	21,66	20/24	0,93	0,94	0,44
3,00	3,00	q _{3,5} + q _{4,5}	22,15	24,92	83,06	24,92	22/24	0,98	0,98	0,46
3,00	3,00	q _{4,0} + q _{4,0}	22,20	24,98	83,25	24,98	22/24	0,98	0,99	0,46
3,00	3,00	q _{4,0} + q _{5,0}	25,19	28,34	94,46	28,34	22/28	0,81	0,96	0,33
3,00	3,00	q _{4,5} + q _{5,0}	26,63	29,96	99,86	29,96	24/28	0,79	0,93	0,32
3,50	3,50	q _{3,5} + q _{3,5}	19,30	25,33	84,44	25,33	22/26	0,99	0,92	0,50
3,50	3,50	q _{3,5} + q _{4,5}	22,20	29,14	97,13	29,14	22/28	0,98	0,99	0,46
3,50	3,50	q _{4,0} + q _{4,0}	22,25	29,20	97,34	29,20	22/28	0,98	0,99	0,46
3,50	3,50	q _{4,0} + q _{5,0}	25,25	33,14	110,47	33,14	24/30	0,89	0,96	0,39
3,50	3,50	q _{4,5} + q _{5,0}	26,69	36,03	116,77	36,03	24/32	0,82	0,95	0,34
4,00	4,00	q _{3,5} + q _{3,5}	19,39	29,09	96,95	29,09	24/30	0,89	0,84	0,45
4,00	4,00	q _{3,5} + q _{4,5}	22,29	33,44	111,45	33,44	24/32	0,90	0,91	0,42
4,00	4,00	q _{4,0} + q _{4,0}	22,34	33,51	111,70	33,51	24/32	0,90	0,91	0,42
4,00	4,00	q _{4,0} + q _{5,0}	25,32	37,98	126,60	37,98	26/32	0,94	0,95	0,44
4,00	4,00	q _{4,5} + q _{5,0}	26,76	40,14	133,80	40,14	26/34	0,88	0,95	0,39
l ₁ : l ₂ = 1:1,25										
3,00	3,75	q _{3,5} + q _{3,5}	19,30	19,43	82,28	28,57	22/26	0,95	0,96	0,65
3,00	3,75	q _{3,5} + q _{4,5}	22,23	22,37	94,77	32,91	24/28	0,87	0,94	0,55
3,00	3,75	q _{4,0} + q _{4,0}	22,28	22,42	94,98	32,99	24/28	0,87	0,94	0,55
3,00	3,75	q _{4,0} + q _{5,0}	25,25	25,41	107,64	37,38	24/30	0,86	0,99	0,51
3,00	3,75	q _{4,5} + q _{5,0}	26,69	26,86	113,78	39,51	24/32	0,80	0,99	0,44
3,50	4,38	q _{3,5} + q _{3,5}	19,39	22,77	96,44	33,49	24/30	0,90	0,89	0,62
3,50	4,38	q _{3,5} + q _{4,5}	22,29	26,17	110,86	38,50	24/32	0,91	0,96	0,59
3,50	4,38	q _{4,0} + q _{4,0}	22,34	26,23	111,11	38,59	24/32	0,91	0,96	0,59
3,50	4,38	q _{4,0} + q _{5,0}	25,35	29,77	126,08	43,79	26/34	0,84	0,95	0,51
3,50	4,38	q _{4,5} + q _{5,0}	26,76	31,42	133,09	46,22	26/34	0,89	1,00	0,54
l ₁ : l ₂ = 1:1,5										
3,00	4,50	q _{3,5} + q _{3,5}	19,39	16,35	83,94	35,13	24/30	0,88	0,90	0,68
3,00	4,50	q _{3,5} + q _{4,5}	22,29	18,79	108,00	40,39	24/32	0,89	0,98	0,64
3,00	4,50	q _{4,0} + q _{4,0}	22,34	18,83	108,24	40,48	24/32	0,89	0,98	0,65
3,00	4,50	q _{4,0} + q _{5,0}	25,35	31,37	122,82	45,93	26/34	0,82	0,96	0,56
3,00	4,50	q _{4,5} + q _{5,0}	26,79	22,58	129,80	48,54	26/36	0,78	0,96	0,50

Pos. 4b
Mittelunterzug - Holzdübelbauweise

System
Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung
Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material
BS 11

Stützweite l [m]	Kombination	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
3,00	q _{3,5} + q _{3,5}	24,67	37,01	16/32	0,92	0,90	0,54
3,00	q _{3,5} + q _{4,5}	28,44	42,66	16/34	0,94	0,98	0,52
3,00	q _{4,0} + q _{4,0}	28,17	42,26	16/34	0,93	0,97	0,51
3,00	q _{4,0} + q _{5,0}	32,29	48,44	18/34	0,95	0,99	0,52
3,00	q _{4,5} + q _{5,0}	34,32	51,48	18/36	0,90	0,99	0,47
3,50	q _{3,5} + q _{3,5}	24,73	43,28	18/34	0,99	0,88	0,64
3,50	q _{3,5} + q _{4,5}	28,52	49,91	18/28	1,02	0,91	0,53
3,50	q _{4,0} + q _{4,0}	28,23	49,40	18/36	1,01	0,95	0,61
3,50	q _{4,0} + q _{5,0}	32,35	56,61	18/40	0,94	0,98	0,51
3,50	q _{4,5} + q _{5,0}	34,41	60,22	20/40	0,90	0,94	0,49
4,00	q _{3,5} + q _{3,5}	24,79	49,58	18/40	0,94	0,86	0,59
4,00	q _{3,5} + q _{4,5}	28,59	57,18	20/40	0,97	0,89	0,61
4,00	q _{4,0} + q _{4,0}	28,32	56,64	20/40	0,97	0,89	0,60
4,00	q _{4,0} + q _{5,0}	32,42	64,84	20/42	1,00	0,96	0,60
4,00	q _{4,5} + q _{5,0}	34,46	68,92	20/44	0,97	0,98	0,55

4.5.2 Prototyp.Tragwerk.Musterstatik

Stützweite 1:1		Kombin.	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
l ₁ [m]	l ₂ [m]									
3,00	3,00	q _{3,5} + q ₅	24,73	27,82	92,74	27,82	22/28	0,80	0,94	0,30
3,00	3,00	q _{3,5} + q ₅	28,51	32,07	106,91	32,07	24/28	0,85	0,99	0,32
3,00	3,00	q _{4,0} + q ₀	28,24	31,77	105,90	31,77	24/28	0,84	0,98	0,32
3,00	3,00	q _{4,0} + q ₀	32,38	36,43	121,43	36,43	24/32	0,73	0,99	0,24
3,00	3,00	q _{4,5} + q ₀	34,43	38,73	129,11	38,73	26/32	0,72	0,97	0,24
3,50	3,50	q _{3,5} + q ₅	24,79	32,54	108,46	32,54	24/30	0,87	0,94	0,36
3,50	3,50	q _{3,5} + q ₅	28,61	37,55	125,17	37,55	26/32	0,82	0,94	0,32
3,50	3,50	q _{4,0} + q ₀	28,34	37,20	123,99	37,20	26/32	0,81	0,93	0,31
3,50	3,50	q _{4,0} + q ₀	32,48	42,63	142,10	42,63	26/36	0,73	0,95	0,25
3,50	3,50	q _{4,5} + q ₀	34,53	45,32	151,07	45,32	28/36	0,72	0,94	0,25
4,00	4,00	q _{3,5} + q ₅	24,86	37,29	124,30	37,29	26/32	0,93	0,93	0,41
4,00	4,00	q _{3,5} + q ₅	28,67	43,01	143,35	43,01	26/36	0,84	0,96	0,33
4,00	4,00	q _{4,0} + q ₀	28,40	42,60	142,00	42,60	26/36	0,83	0,94	0,33
4,00	4,00	q _{4,0} + q ₀	32,56	48,84	162,80	48,84	28/38	0,80	0,96	0,30
4,00	4,00	q _{4,5} + q ₀	34,60	51,90	173,00	51,90	28/40	0,77	0,97	0,27
l ₁ : k = 1:1,25										
3,00	3,75	q _{3,5} + q ₅	24,79	24,95	105,68	36,70	24/30	0,84	0,98	0,48
3,00	3,75	q _{3,5} + q ₅	28,61	28,80	121,96	42,36	26/32	0,79	0,98	0,42
3,00	3,75	q _{4,0} + q ₀	28,34	28,52	120,81	41,96	26/32	0,78	0,97	0,42
3,00	3,75	q _{4,0} + q ₀	32,48	32,69	138,46	48,09	26/36	0,71	0,98	0,34
3,00	3,75	q _{4,5} + q ₀	34,53	34,75	147,20	51,12	28/36	0,70	0,97	0,33
3,50	4,38	q _{3,5} + q ₅	24,86	29,19	123,64	42,94	26/32	0,93	0,99	0,59
3,50	4,38	q _{3,5} + q ₅	28,67	33,67	142,59	49,52	26/36	0,85	1,00	0,48
3,50	4,38	q _{4,0} + q ₀	28,40	33,35	141,25	49,05	26/36	0,84	1,00	0,47
3,50	4,38	q _{4,0} + q ₀	32,56	38,23	161,94	56,24	28/38	0,82	1,00	0,43
3,50	4,38	q _{4,5} + q ₀	34,64	40,68	172,28	59,83	28/42	0,70	0,97	0,33
l ₁ : k = 1:1,5										
3,00	4,50	q _{3,5} + q ₅	24,89	20,98	120,59	45,10	16/34	0,81	0,95	0,54
3,00	4,50	q _{3,5} + q ₅	28,71	24,20	139,10	52,02	28/36	0,77	0,96	0,49
3,00	4,50	q _{4,0} + q ₀	28,44	23,97	137,79	51,53	28/36	0,77	0,95	0,49
3,00	4,50	q _{4,0} + q ₀	32,59	27,47	157,90	59,05	28/40	0,71	0,98	0,41
3,00	4,50	q _{4,5} + q ₀	34,64	29,20	167,83	62,77	28/42	0,68	0,99	0,37

Pos. 4 b

Mittelunterzug - Holzdübelbauweise

System

Zweifeldträger mit Stützweite l₁ und l₂

Belastung

Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material

BS 11

Stützweite l [m]	Belastung	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
2,00	q _{3,5}	10,60	10,60	12/16	0,94	0,69	0,73
2,00	q _{4,0}	12,07	12,07	12/18	0,85	0,70	0,59
2,00	q _{4,5}	13,48	13,48	12/18	0,95	0,78	0,66
2,00	q _{5,0}	15,02	15,02	12/20	0,85	0,78	0,53
2,50	q _{3,5}	10,62	13,28	12/20	0,94	0,69	0,74
2,50	q _{4,0}	12,10	15,13	12/22	0,89	0,72	0,63
2,50	q _{4,5}	13,51	16,89	12/22	0,99	0,80	0,70
2,50	q _{5,0}	15,05	18,81	12/24	0,93	0,82	0,60
3,00	q _{3,5}	10,65	15,98	12/24	0,95	0,69	0,74
3,00	q _{4,0}	12,13	18,20	12/26	0,92	0,73	0,66
3,00	q _{4,5}	13,55	20,33	12/28	0,88	0,76	0,59
3,00	q _{5,0}	15,08	22,62	12/28	0,98	0,84	0,66

Pos. 5 a

Randunterzug - Holzrahmenbauweise

System

Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung

Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material

BS 11

Pos. 5a
 Randunterzug - Holzrahmenbauweise

System
 Zweifeldträger mit Stützweite l_1 und l_2

Belastung
 Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material
 BS 11

Stützweite 1:1		Kombin.	q_{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
l_1 [m]	l_2 [m]									
2,00	2,00	$q_{3,5}$	10,61	7,96	26,53	7,96	12/18	0,68	0,77	0,28
2,00	2,00	$q_{4,0}$	12,07	9,05	30,18	9,05	12/18	0,77	0,87	0,32
2,00	2,00	$q_{4,5}$	13,48	10,11	33,70	10,11	12/18	0,86	0,98	0,35
2,00	2,00	$q_{5,0}$	15,02	11,27	37,55	11,27	12/20	0,78	0,98	0,29
2,50	2,50	$q_{3,5}$	10,62	9,96	33,19	9,96	12/20	0,86	0,86	0,39
2,50	2,50	$q_{4,0}$	12,08	11,33	37,75	11,33	12/20	0,97	0,98	0,45
2,50	2,50	$q_{4,5}$	13,51	12,67	42,22	12,67	12/22	0,90	1,00	0,38
2,50	2,50	$q_{5,0}$	15,07	14,13	47,09	14,13	12/26	0,72	0,94	0,26
3,00	3,00	$q_{3,5}$	10,65	11,98	39,94	11,98	12/24	0,86	0,87	0,40
3,00	3,00	$q_{4,0}$	12,11	13,62	45,41	13,62	12/24	0,98	0,99	0,45
3,00	3,00	$q_{4,5}$	13,55	15,24	50,81	15,24	12/28	0,80	0,95	0,32
3,00	3,00	$q_{5,0}$	15,10	16,99	56,63	16,99	12/30	0,78	0,98	0,29
: $k = 1:1,25$										
2,00	2,50	$q_{3,5}$	10,61	8,17	30,14	10,90	12/18	0,98	0,87	0,58
2,00	2,50	$q_{4,0}$	12,08	9,31	34,31	12,42	12/20	0,90	0,89	0,49
2,00	2,50	$q_{4,5}$	13,51	10,42	38,38	13,89	12/22	0,83	0,90	0,41
2,00	2,50	$q_{5,0}$	15,05	11,60	42,75	15,47	12/24	0,78	0,91	0,35
2,50	3,13	$q_{3,5}$	10,64	10,24	37,82	13,69	12/24	0,86	0,82	0,49
2,50	3,13	$q_{4,0}$	12,11	11,66	43,04	15,59	12/24	0,98	0,93	0,55
2,50	3,13	$q_{4,5}$	13,55	13,05	48,16	17,44	12/26	0,94	0,96	0,49
2,50	3,13	$q_{5,0}$	15,10	14,54	53,67	19,44	12/28	0,90	0,98	0,43
: $k = 1:1,5$										
2,00	3,00	$q_{3,5}$	10,62	7,60	34,29	13,15	12/24	0,87	0,85	0,56
2,00	3,00	$q_{4,0}$	12,11	8,67	39,11	15,00	12/24	0,84	0,88	0,49
2,00	3,00	$q_{4,5}$	13,54	9,71	43,72	16,77	12/24	0,93	0,98	0,55
2,00	3,00	$q_{5,0}$	15,10	10,82	48,76	18,70	12/28	0,77	0,93	0,39

Pos. 5b
 Randunterzug - Holzdübelbauweise

System
 Einfeldträger mit Stützweite l

Belastung
 Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material
 BS 11

Stützweite l [m]	Belastung	q_{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
2,00	$q_{3,5}$	13,31	13,31	12/18	0,93	0,77	0,65
2,00	$q_{4,0}$	15,06	15,06	12/20	0,86	0,78	0,53
2,00	$q_{4,5}$	17,07	17,07	12/20	0,97	0,89	0,61
2,00	$q_{5,0}$	19,16	19,16	12/22	0,90	0,91	0,51
2,50	$q_{3,5}$	13,34	16,68	12/22	0,98	0,79	0,69
2,50	$q_{4,0}$	15,09	18,86	12/24	0,93	0,82	0,60
2,50	$q_{4,5}$	17,12	21,40	12/26	0,90	0,86	0,54
2,50	$q_{5,0}$	19,20	24,00	12/28	0,87	0,89	0,48
3,00	$q_{3,5}$	13,38	20,07	12/28	0,87	0,75	0,58
3,00	$q_{4,0}$	15,12	22,68	12/28	0,99	0,84	0,66
3,00	$q_{4,5}$	17,15	25,73	12/30	0,97	0,89	0,61
3,00	$q_{5,0}$	19,23	28,85	12/32	0,96	0,94	0,56

4.5.2 Prototyp.Tragwerk.Musterstatik

Stützweite 1:1		Kombin.	q _{gesamt} [kN/m ²]	A [kN]	B [kN]	C [kN]	Querschnitt [cm]	σ / zul σ	τ / zul τ	f / zul f
l ₁ [m]	l ₂ [m]									
2,00	2,00	q _{3,5}	13,31	9,98	33,28	9,98	12/18	0,85	0,96	0,33
2,00	2,00	q _{4,0}	15,06	11,30	37,65	11,30	12/20	0,78	0,98	0,27
2,00	2,00	q _{4,5}	17,10	12,83	42,75	12,83	12/24	0,61	0,93	0,18
2,00	2,00	q _{5,0}	19,19	14,39	47,98	14,39	12/26	0,59	0,96	0,16
2,50	2,50	q _{3,5}	13,34	12,51	41,69	12,51	12/22	0,89	0,99	0,35
2,50	2,50	q _{4,0}	15,11	14,17	47,22	14,17	12/26	0,72	0,95	0,24
2,50	2,50	q _{4,5}	17,13	16,06	53,53	16,06	12/28	0,71	1,00	0,22
2,50	2,50	q _{5,0}	19,23	18,03	60,09	18,03	12/32	0,61	0,98	0,17
3,00	3,00	q _{3,5}	13,37	15,04	50,14	15,04	12/26	0,92	1,00	0,37
3,00	3,00	q _{4,0}	15,14	17,03	56,78	17,03	12/30	0,78	0,99	0,27
3,00	3,00	q _{4,5}	17,17	19,32	64,39	19,32	12/34	0,69	0,99	0,21
3,00	3,00	q _{5,0}	19,27	21,68	72,26	21,68	12/38	0,62	0,99	0,17
l ₁ : l ₂ = 1:1,25										
2,00	2,50	q _{3,5}	13,34	10,01	37,89	13,60	12/20	0,99	0,98	0,52
2,00	2,50	q _{4,0}	15,09	11,33	42,87	15,39	12/22	0,93	1,00	0,44
2,00	2,50	q _{4,5}	17,13	12,85	48,66	17,47	12/26	0,76	0,95	0,31
2,00	2,50	q _{5,0}	19,23	14,41	54,63	19,60	12/28	0,73	0,98	0,27
2,50	3,13	q _{3,5}	13,38	12,53	47,56	17,08	12/26	0,92	0,95	0,47
2,50	3,13	q _{4,0}	15,14	14,20	53,81	19,33	12/28	0,90	0,99	0,42
2,50	3,13	q _{4,5}	17,17	16,09	61,03	21,92	12/32	0,78	0,97	0,32
2,50	3,13	q _{5,0}	19,27	18,04	68,49	24,59	12/36	0,69	0,96	0,25
l ₁ : l ₂ = 1:1,5										
2,00	3,00	q _{3,5}	13,37	9,14	43,17	16,48	12/24	0,92	0,97	0,54
2,00	3,00	q _{4,0}	15,14	10,37	48,89	18,66	12/28	0,77	0,93	0,38
2,00	3,00	q _{4,5}	17,17	11,75	55,44	21,16	12/30	0,76	0,98	0,35
2,00	3,00	q _{5,0}	19,27	13,16	62,23	23,74	12/34	0,66	0,96	0,27

Pos. 5 b

Randunterzug - Holzdübelbauweise

System

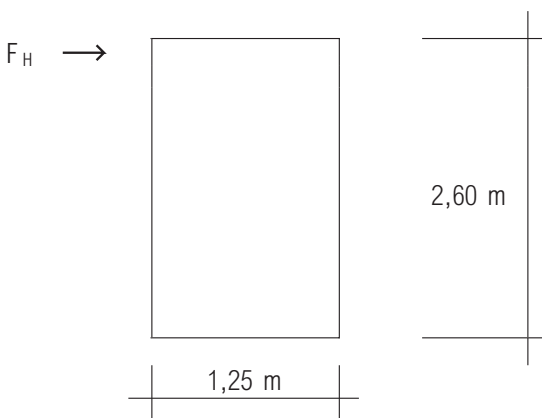
Zweifeldträger mit Stützweite l₁ und l₂

Belastung

Belastung aus Pos. 3a - Decke

Material

BS 11



Pos. 6

Wandelement zur Aussteifung

Wandaufbau

einseitige Beplankung mit OSB-Platte 18 mm als Einrastertafel

Verankerung

GH-Zuganker Top Vario 240

Dübel M12 + U-Scheibe 20 mm

Ergebnis

maximal aufnehmbare Horizontalkraft

max F_H = 4,00 kN

5 Baukosten

- 5 Baukosten
- 5.1 Baukostenvergleich Holzbauweisen anhand des Prototyps / Kostenanschlag nach DIN 276
- 5.2 Baukostenvergleich Mauerwerksbau - Holzbauweisen anhand des Wohnhauses Sternberg

5. Baukosten

Ein wichtiges Ziel der Machbarkeitsstudie stellt der Kostenvergleich der bearbeiteten Konstruktionen anhand des Prototyps dar. Konkrete Kostenvergleiche anhand ein und desselben Bauobjektes mit gleichen Flächen, Rauminhalt und mit vergleichbaren U-Werten der Außenbauteile sollen eine Orientierungs- und Entscheidungshilfe für Bauwillige, Planer und Ausführende bieten.

Betriebe und Beteiligung

Für die beiden Konstruktionen Holzrahmen- und Holzdübelbauweise hat die Holzbaugruppe je ein detailliertes Leistungsverzeichnis erstellt, mit der Absicht regionale Zimmerbetriebe gegen einen Unkostenbeitrag den Prototyp kalkulieren zu lassen. Die Zimmerinnungen, einzelne Zimmereien und andere Holz verarbeitende Betriebe mit denen die Holzbaugruppe im Laufe der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie über Informationsveranstaltungen oder Fragebögen in Kontakt gekommen ist, wurden auf die Bereitschaft beim Mitwirken der Kostenermittlung angesprochen. Nach wiederholten Aufforderungen haben sich drei Zimmerbetriebe an der Kostenermittlung beteiligt. Nach der Tagung in Göttelfingen im Herbst 2006 haben zwei Zimmerfirmen, die sich auf lizenzierte Holzbausysteme spezialisiert haben, ihr Interesse bekundet den Prototyp mit in den Systemen Ligno-Trend und Thoma 100 zu kalkulieren. Die Kostentabellen sind aus diesem Grunde mit Kostenangaben zu diesen beiden Systemen erweitert.

Die Leistungsbeschreibung der Verglasungsarbeiten hat eine Firma bearbeitet, eine Firma hat abgesagt.

Für die Ausarbeitung der Kosten Bodenbelag aus heimischem Material mit Unterbau in Trockenbauweise war keine Firma zu finden.

Wertung der Leistungsverzeichnisse

Für die Auswertung der Holzbaurahmen- und Holzdübelbauweise und den Kostenvergleich wurde der Mittelwert der drei Angebote zu Grunde gelegt. Die vorgefertigten Holzbausysteme hat jeweils eine Firma bearbeitet, so steht ein Preis je Position zur Wertung. Für die Verglasungsarbeiten wurden die Preise einer einzelnen Firma eingesetzt.

Herkunft des Holzmaterials

Die Aussage zur Herkunft des Holzmaterials stützt sich auf die Aussagen der Firmen.

Die Betriebe waren gebeten neben den Kosten auch die Bezugsquelle und Herkunft des kalkulierten Materials zu benennen.

Dem Leistungsverzeichnis war eine Liste von Holzkäufern, die einheimisches Holz bei den Forstämtern Calw und Freudenstadt einkaufen, beigelegt.

Die Rückmeldungen ergeben folgendes Ergebnis: Für die Erstellung eines Holzrahmenbaues kann eine Zimmerei das Bauholz bewusst aus der Region einkaufen und dafür den Nachweis liefern. Bauteile aus Brettschichtholz oder Konstruktionsvollholz, verleimte Waren, werden im Großholzhandel eingekauft, ein Nachweis über die Herkunft ist nicht möglich.

Bei der Holzübelbauweise kommt das Material der fertigen Elemente teilweise aus der Region, teilweise nicht. Das hängt vom Einkauf der Firmen, die die Holzübelelemente herstellen ab. In der Region Nordschwarzwald und Schwarzwald ist uns keine Firma bekannt, die Holzübelelemente fertigt. Räumlich gesehen ist die Firma Elsässer, Mannheim eine der nächsten Firmen die diese Bauteile herstellt. Nach Auskunft von Herrn Elsässer werden in seinem Betrieb $\frac{3}{4}$ der Nichtsichtware aus heimischen Hölzern, vorwiegend aus dem Schwarzwald bezogen. Es handelt sich dabei um Fichte-/Tannenholz. Die Holzware für Sichtelemente wird zu rund 90% aus nordischer Ware gefertigt. Die Verwendung von nordischer Ware resultiert, nach seiner Aussage, aus dem in der Regel schöneren Wuchs des Holzes. Sichtelemente aus einheimischer Weißtanne werden sehr selten hergestellt. Die Firma Hauff & Hauff aus Engelsbrand bindet Holzübelelemente ab. Die Großelemente hierzu bezieht sie von einem Fertigungsbetrieb aus Bad Buchau. Nach Auskunft der Firma Hauff & Hauff besteht das Material dieser Elemente aus einheimischem Holz. Das Holzbausystem Ligno-Trend bezieht ihr Holzmaterial zu rund 90% direkt aus dem Schwarzwald, der Rest kommt aus der Region der Voralpen. Nach Auskunft der Firma Rombach kommt das Material des Systems Thoma 100 zurzeit zu rund $\frac{1}{3}$ aus dem Mittleren Schwarzwald, rund $\frac{2}{3}$ kommen aus Österreich. Das restliche Bauholz, das bei einem Wohnhaus verwendet wird kommt generell aus dem Schwarzwald. Die Firma Klausmann gibt an die Holzkanteln der Verglasungselemente des Protohauses mit Weißtannenholz aus dem Mittleren Schwarzwald kalkuliert zu haben.

5.1. Baukostenvergleich Holzbauweisen anhand des Prototyps / Kostenanschlag nach DIN 276

Die Kosten zur Zusammenstellung des Kostenanschlages, in der die Konstruktionen in Tabellen vergleichend neben einander stehen, resultieren aus der Auswertung der Leistungsverzeichnisse. Zwei Tabellen zeigen eine vergleichende Kostenübersicht mit den Holzbauweisen und -Systemen.

Die Tabelle 1 vergleicht rein die Kosten der Holzbaukonstruktionen untereinander. Der Kostenansatz der konstruktiven Bauteile enthält Dämmung, Innen- und Außenbekleidung und Belag.

Die Tabelle 2 vergleicht die Kosten der Holzbaukonstruktionen innerhalb aller Konstruktionen der Kostengruppe 300.

Baukosten im Januar 2007		Holzbauweisen		Holzbausysteme		lizenzierte Holzbausysteme	
Holzbaukonstruktionen	Menge	Prototyp KfW- 60 Haus		Prototyp KfW- 60 Haus		in Ligno-Trend	
		NF	BRI	183 qm	187 qm	187 qm	183 qm
		928 cbm	928 cbm	928 cbm	928 cbm	928 cbm	in Thoma 100
		EP	EP	EP	EP	EP	EP
330	Außenwände						
331 - 333	Außenwände	160qm	22488	19306	25380	158,63	40426
	Außenwanddämmung	206qm	enthalten	10263	11700	56,80	7684
	Außenwandbekleidungen in Holz ohne Behandlung	206qm	18428	18462	15392	74,72	13476
340	Innenwände						
341	Tragende Wände, Stützen, Unterzüge mit Bekleidung	106qm	13472	16383	20543	193,80	39817
342	Nichttragende Innenwände mit Bekleidung	88qm	8567	7830	13917	158,15	enthalten
350	Decken						
351	Deckenkonstruktionen mit Bekleidung	212qm	19338	20037	29321	138,31	30552
360	Dach						
361-362	Dachkonstruktionen	121qm	19758	18403	23614	195,16	23779
	Dachdämmung	121qm	enthalten	8527	10114	83,59	11452
370	Baukonstruktive Einbauten						
371	Treppe E1 - E2	psch	3980	3767	3650	psch	3767
	Einschubtreppe zu Dachraum	psch	570	670	540	psch	540
Kosten Holzkonstruktionen \square netto			106601	123648	154171		171493
Abweichungen in Prozent			100%	116%	145%		161%

Tabelle 1 Vergleich der Holzbaukonstruktionen / Bauteile mit Dämmung, Innen- u. Außenbekleidung

5.1 Baukosten

Tabelle 2 Vergleich der Baukonstruktionen innerhalb der Kostengruppe 300 Kostenanschlag nach DIN 276

Baukosten im Januar 2007			Holzbauweisen		lizenzierte Holzbausysteme	
Kostengruppe 300	Nutzfläche Bruttorauminhalt	NF BRI	Prototyp KfW- 60 Wohnhaus		Prototyp KfW- 60 Wohnhaus	
			183 qm 928 cbm	187 qm 928 cbm	187 qm 928 cbm	183 qm 928 cbm
			in Holzrahmenbau	in Holzdübelbau	in Ligno-Trend	in Thoma 100
320	Gründung					
322	Fundamente	3 cbm	930	930	930	930
324	Sauberkeitsschicht, Dämmung, Bodenplatte	110 qm	10466	10466	10466	10466
325	Abdichtung, Dämmung, Estrich u. Bodenbelag	93 qm	12600	12600	12600	12600
326 - 327	Abdichtung / Drainage	psch	1800	1800	1800	1800
330	Außenwände					
331	Stahlbetonwand / Abdichtung / Dämmung	81 qm	9100	9100	9100	9100
331 - 333	Außenwände	160 qm	22488	19306	25380	40426
	Außenwanddämmung	206 qm	enthalten	10263	11700	7878
334	Außentüren- Außenfenster	psch	21000	21000	21000	21000
335	Außenwandbekleidungen in Holz ohne Behandlung	206 qm	18427	18462	15392	13282
	Mehrpreis behandelte Außenbekleidung u. Dachschalung	psch	4938	4938	4938	4938
340	Innenwände					
341	Tragende Wände, Stützen, Unterzüge mit Bekleidung	106 qm	13472	16383	20543	38528
342	Nichttragende Innenwände mit Bekleidung	88 qm	8567	7830	13917	1289
344	Innentüren und -fenster	psch	13700	13700	13700	13700
350	Decken					
351	Deckenkonstruktionen mit Bekleidung	212 qm	19338	20037	29321	30552
352	Deckenbeläge Estrich u. Bodenbelag mit Dielen	93 qm	15500	15500	15500	15500
360	Dach					
361-362	Dachkonstruktionen	121 qm	19758	18403	23614	23779
	Dachdämmung	121 qm	enthalten	8527	10114	11452
363-364	Dachdeckung (Ziegel) und -entwässerung	185 qm	14000	14000	14000	14000
370	Baukonstruktive Einbauten					
371	Treppe E1 - E2	psch	3980	3767	3460	3460
	Einschubtreppe zu Dachraum	psch	570	672	420	540
390	Sonstige Maßnahmen					
391	Gerüst	psch	1350	1350	1350	1350
Baukosten netto gesamt von Bauwerk und Baukonstruktion			211984	229034	259245	276570
Abweichungen in Prozent			100%	108%	122%	130%

5.2. Baukostenvergleich Mauerwerksbau - Holzbauweisen anhand des Wohnhauses Sternberg

Das Wohnhaus liegt in der Leader+ -Region, in Enzklosterle und wurde 2003 erstellt. Es ist ein 3-geschoßiges am Hang erstelltes Wohnhaus mit einer Nutzfläche von 192 qm (ohne Garage und Abstellräume im UG) und einem Umbauten Raum von 1024 cbm.

Das Gebäude ist in herkömmlicher Massivbauweise erstellt. Das Untergeschoss im Hang aus Stahlbeton, die beiden darüber liegenden Geschoße und die Innenwände in Ziegelmauerwerk. Stahlstützen tragen die Dachkonstruktion. Den oberen Abschluss bildet in ein gezimmertes Pfettendach. Die Baukosten der Kostengruppe 300 Bauwerk und Konstruktion betragen Ende 2003 ohne Sonnenschutzarbeiten rund 204000 Euro netto.

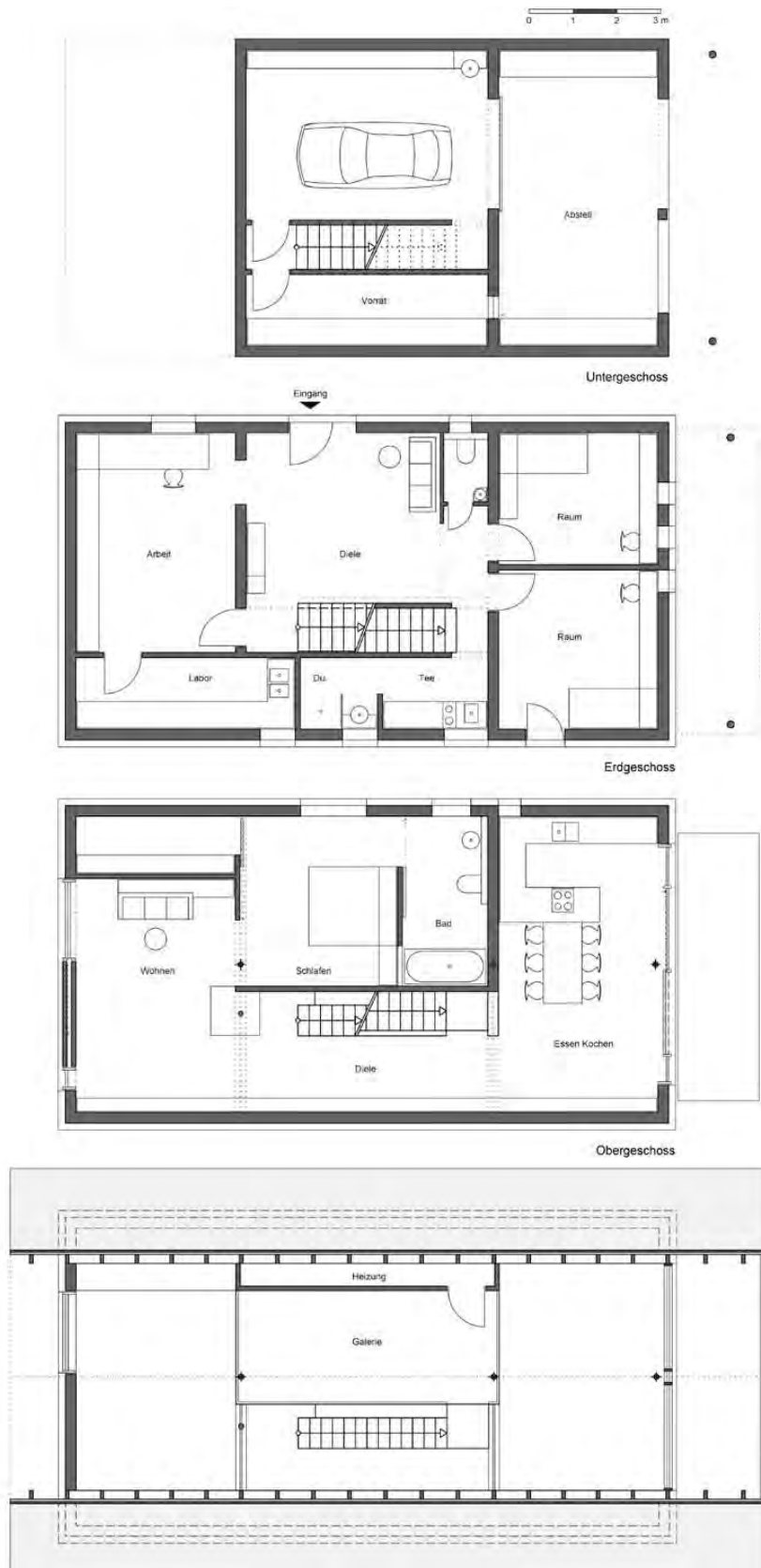
In der Tabelle 3 werden die Baukosten der herkömmlichen Massivbauweise vergleichend neben die Kosten der Holzbauweisen gestellt. Bei den Baukosten (aus dem Jahre 2003) Wohnhaus Sternberg wird von einer Baukostensteigerung von rund 9% ausgegangen. Es werden alle Konstruktionen der Kostengruppe 300 dargestellt.

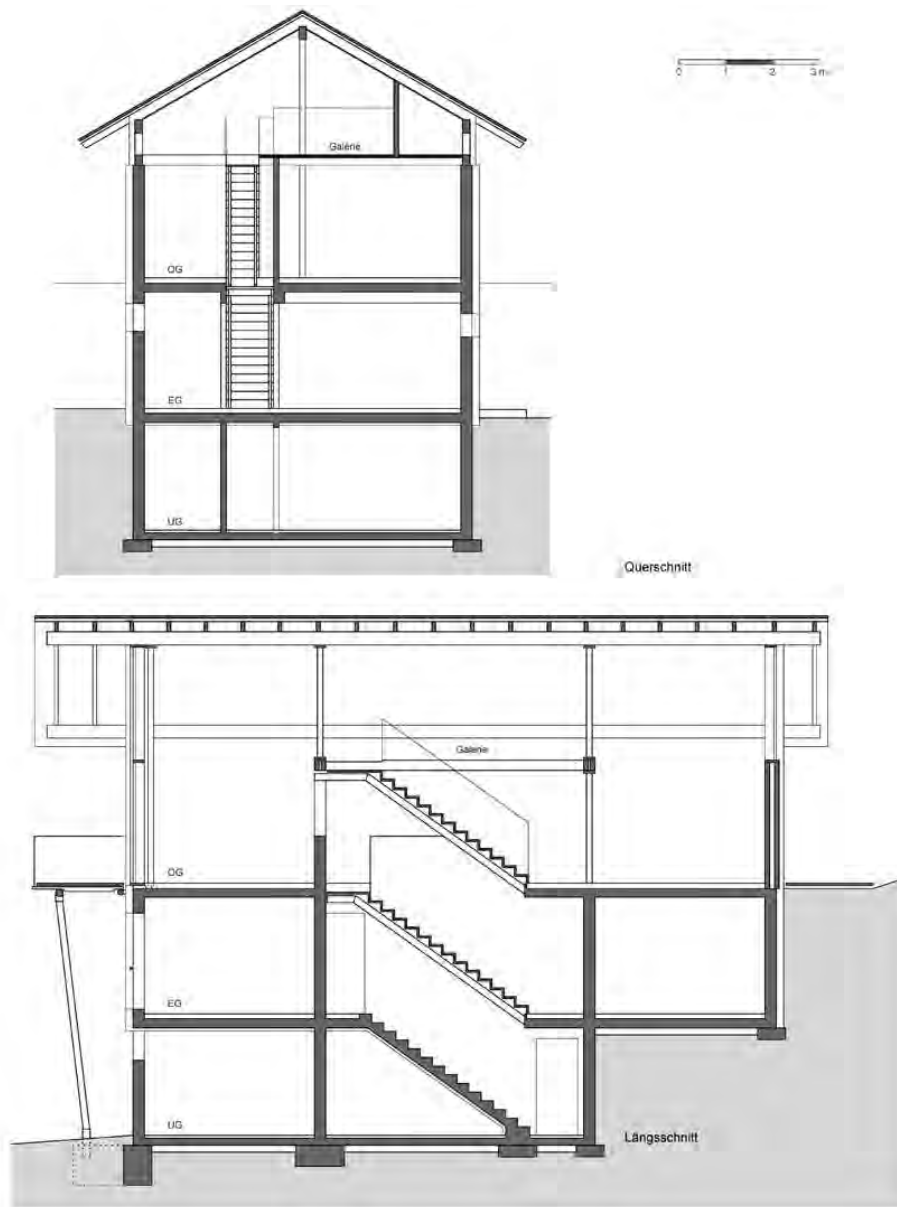
Architekt: Sybille Schneider-Campillo Dipl.-Ing.
Freie Architektin
Laienbergstraße 53 in 75323 Bad Wildbad

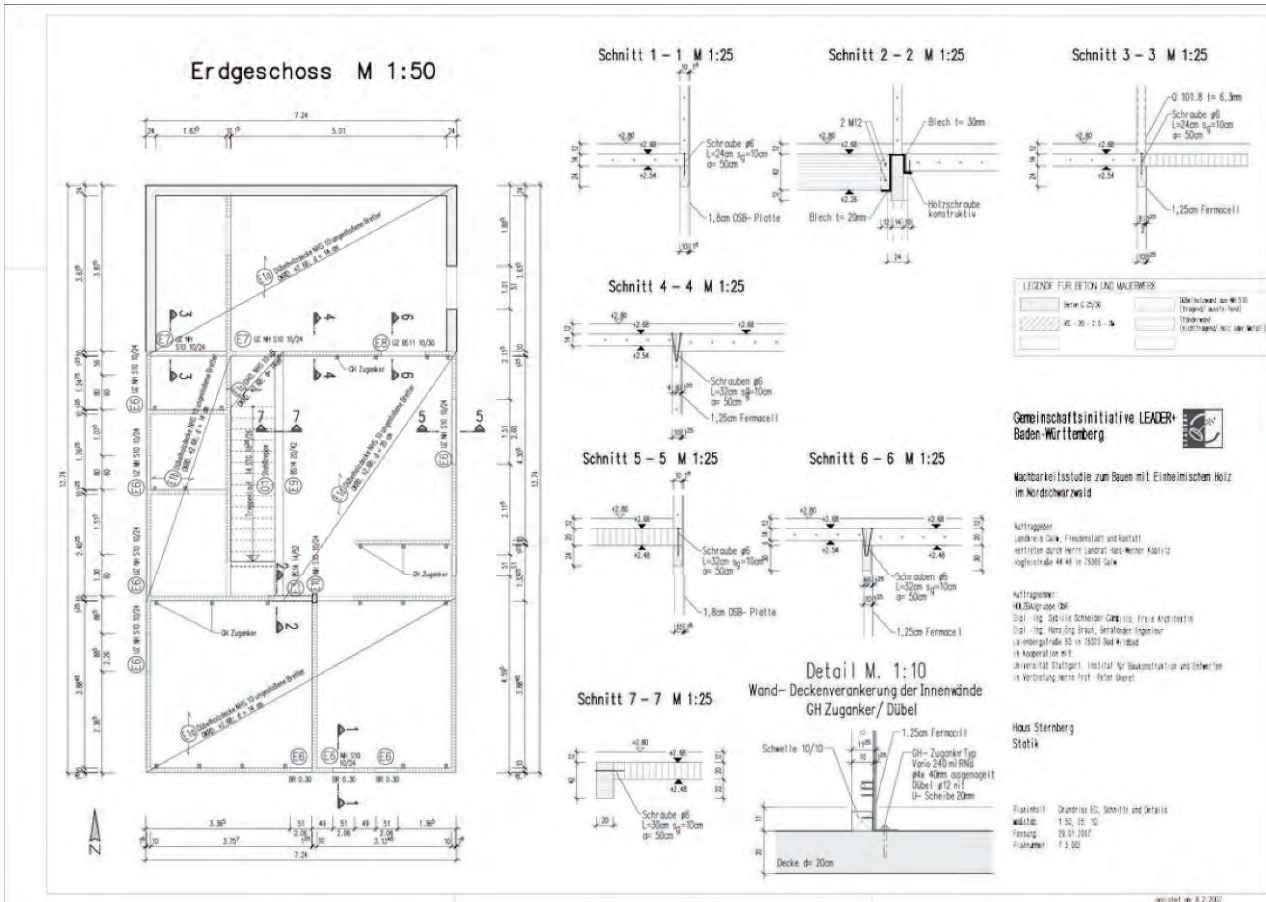
Bauherr: Dr. Carsten und Monika Sternberg
Gernsbacher Steige 20 in 75337 Enzklosterle

Fertigstellung:	2003
Daten:	Umbauter Raum 1.024 cbm
Nutzfläche	245 qm
Wohnfläche	192 qm
Kosten Bauwerk	Baukonstruktion+Technik (300 + 400) 295.000 euro
Kosten Umbauter Raum	288 euro/cbm
Kosten BGF	952 euro/qm







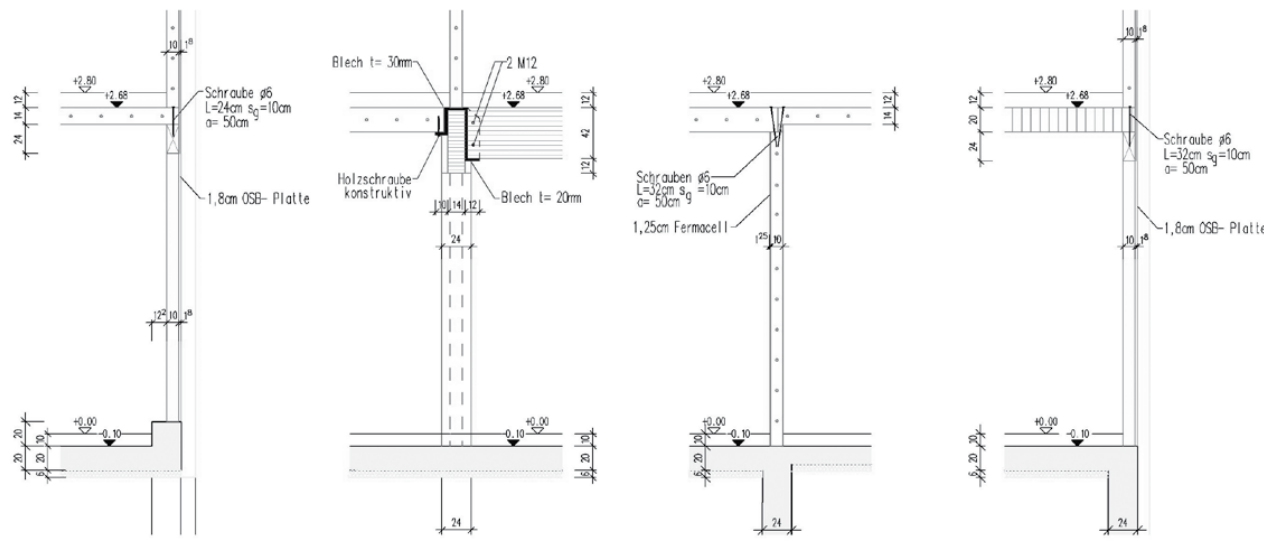


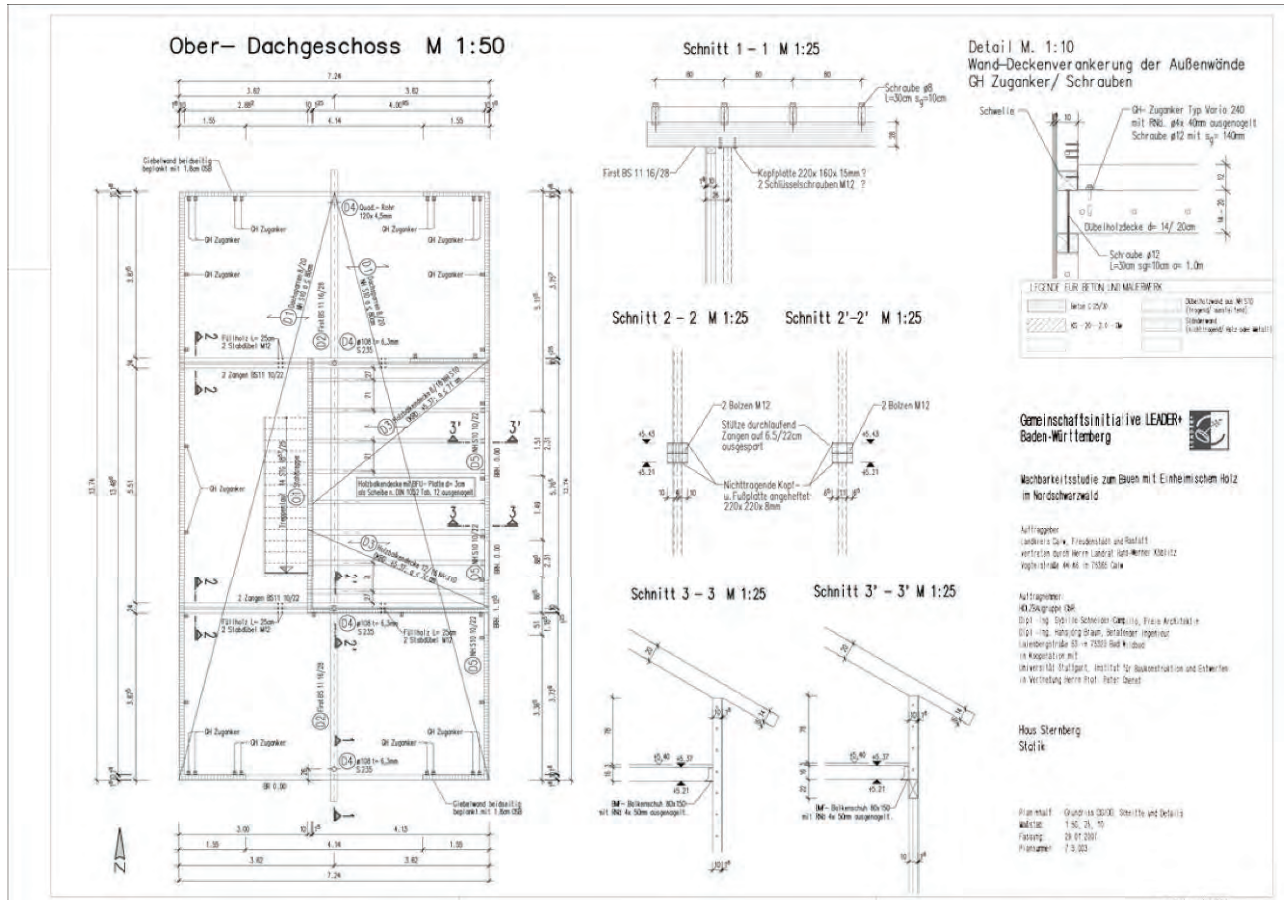
Schnitt 1 - 1

Schnitt 2 - 2

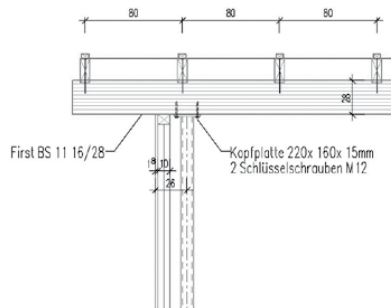
Schnitt 3 - 3

Schnitt 4 - 4

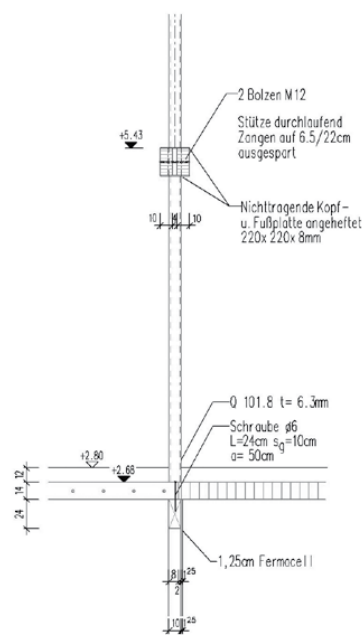




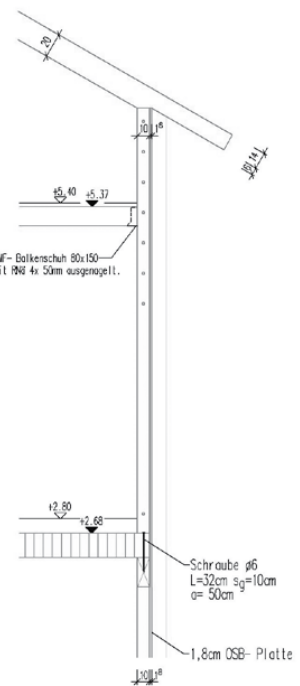
Schnitt 1 - 1

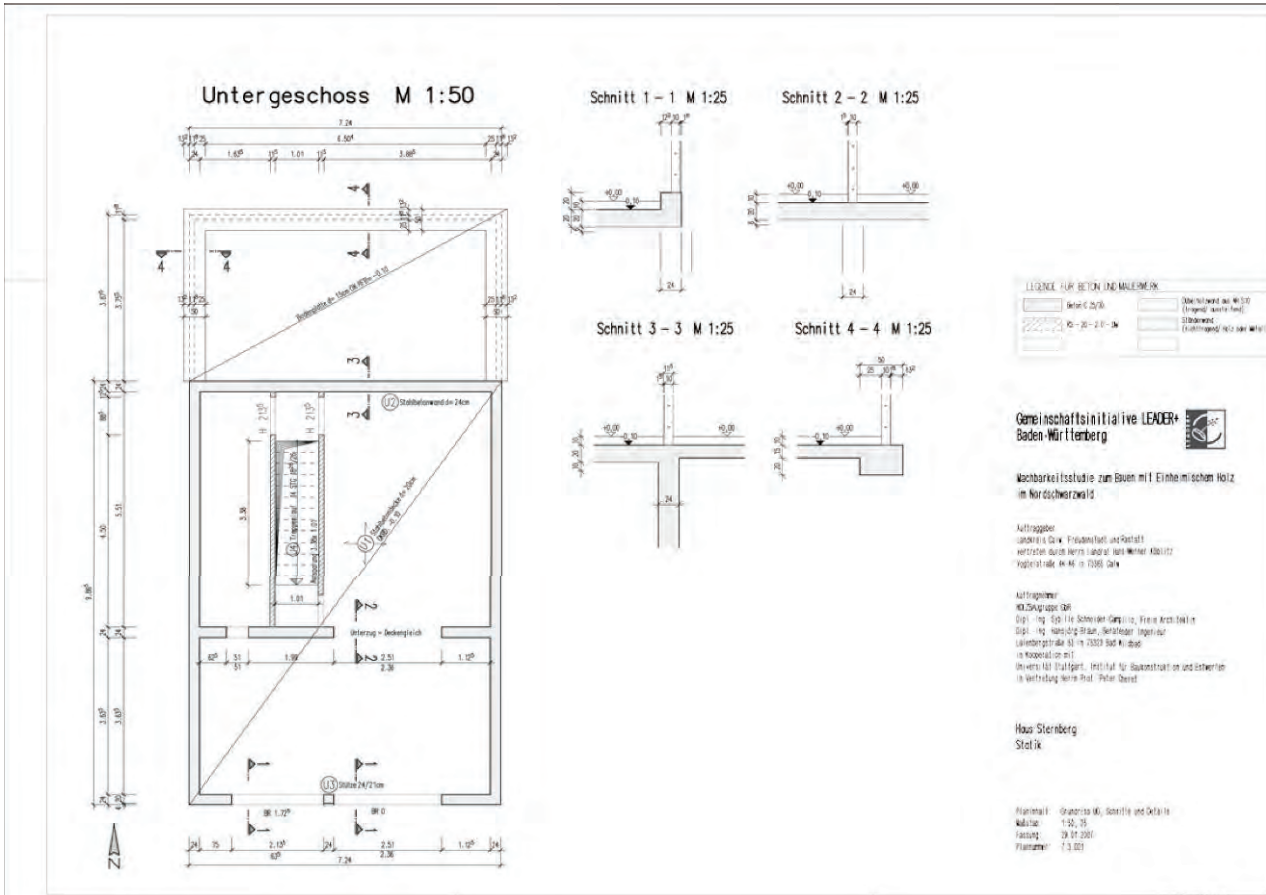


Schnitt 2 - 2



Schnitt 3 - 3





Kosten Wohnhaus Sternberg		kein KfW-60 Standard	KfW- 60 Standard	in Holzbauweisen		in lizenzierten Holzbausystemen		
		incl. 9% Steigerung in Massivbauweise		Menge	Holzrahmenbau	Holzdübelbau	Ligno-Trend	Thoma 100
Baukosten der Kostengruppe 300 im Baujahr 2003 = netto 204000)								
Nutzfläche ohne Garage und Abstell UG	NF 192 qm 1024 cbm							
Bruttorauminhalt	BRI							
Kostengruppe 300	Menge	HLZ / Stahlbeton						
320	Gründung							
322-327	Fundamente, Sauerkeitsschicht, Dämmung, Bodenplatten, Drainage, Abdichtungen, Bodenbelag	30050		psch	30050	30050	30050	30050
330	Außenwände							
331	Stahlbetonwand / Abdichtung / Dämmung / Bekleidung	18250		150 qm	18250	18250	18250	18250
331 - 333	Außenwände	19458		194 qm	27268	23396	30784	49004
334	Außenwanddämmung	6800		194 qm		9665	11019	7236
334	Außentüren- Außenfenster	25842		psch	25842	25842	25842	25842
335	Außenwandbekleidungen in Holz ohne Behandlung	14880		186 qm	14880	14880	14880	14880
340	Innenwände							
341	Tragende Wände, mit Bekleidung	9130		72 qm	9150	11128	13954	14777
341	Tragende Stützen / Unterzüge	3800		psch	3800	3800	3800	3800
342	Nichttragende Innenwände mit Bekleidung	2210		25 qm	2434	2224	3954	5131
344	Innentüren und -fenster	3800		psch	3800	3800	3800	3800
350	Decken							
351	Decken in Stahlbeton mit Bekleidung und Belag	38200		164 qm	16770	16770	16770	16770
351	Decken in Holz mit Bekleidung und Belag	1820		24 qm	25464	25843	29878	30411
360	Dach							
361-362	Dachkonstruktionen mit Dämmung	20970		159 qm	25963	35387	44320	46295
363-364	Dachdeckung (Ziegel) und -entwässerung	14600		192 qm	14600	14600	14600	14600
370	Baukonstruktive Einbauten							
371	Treppen 3 St	11350		psch	11350	11350	11350	11350
390	Sonstige Maßnahmen							
390	Gerüst	1200		psch	1640	1640	1640	1640
Baukosten netto gesamt von Bauwerk und Baukonstruktion		222360			231261	248625	274891	293836
Abweichungen in Prozent		100%			104%	112%	124%	132%

5.2 Baukosten.Kostenvergleich

An der Kostentabelle haben folgende Firmen mitgewirkt.

Zimmerarbeiten:

Firma Elsässer GmbH & Co. KG, Holz- und Fertigbau, Max-Bornstraße 16-18 aus 68169 Mannheim

Firma Hauff + Hauff GmbH, Salmbacher Weg 53 aus 75331 Engelsbrand

Firma Rothfuß+ Kugel GmbH Zimmerei, Kreuzweg 10 aus 72218 Wildberg

Firma Rolf Rombach Holzbau, Holdersbach 7 aus 77784 Oberhamersbach

Firma Viwo-Haus, Eberhard Pfau, Lange Gasse 21 aus 72291 Betzweiler-Wälde

Verglasungsarbeiten:

Firma Ulrich Klausmann Fensterbau, Ferdinand-Reissstraße 27 aus 77756 Hausach

Bad Wildbad, den 25.02.07

Sybille Schneider-Campillo

6. Vergleich und Wertung der Holzkonstruktionen, Schlussbemerkung und Empfehlungen

6 Vergleich und Wertung der Holzkonstruktionen

Nachfolgend werden die für den Prototyp in der Konstruktion, Tragwerk und Detail bearbeiteten Holzbauweisen, Holzrahmen- und Holzdübelbau vergleichend und wertend dargestellt. Die Holzbausysteme Lignotrend und Thoma Holz 100 wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht konstruktiv bearbeitet. Aus diesem Grunde können diese hinsichtlich weiterer Qualitätsmerkmale nicht näher kommentiert werden. Auf der Grundlage je eines vergleichbaren Angebotes sind die beiden Systeme jedoch vergleichend in die Kostentabelle aufgenommen.

Beim Hausbau und bei Entscheidungsfindung nach der „richtigen“ Konstruktion sind im Einzelfall neben den Kosten wichtige Qualitätskriterien gegeneinander abzuwägen.

Kosten

Der Kostenvergleich der Holzbaukonstruktionen incl. Dämmung, Innen- und Außenwandbekleidungen sowie Decken und Deckenbeläge zeigt die Holzrahmenbauweise mit rund 16% Differenz als die kostengünstigere Bauweise.

Energiestandard

Die Außenbauteile der beiden Konstruktionen haben einen vergleichbaren U-Wert nach dem Standard eines KfW-60 Hauses. Der Energieverbrauch ist damit gleich.

Nutzbare Flächen und Raum

Außen-, Innenwände und Decken haben bei der Holzrahmenbauweise einen stärkeren Aufbau, das heißt breitere Querschnitte als die Holzdübelbauweise. Der Holzrahmenbau des Prototyps hat rund 4 qm weniger Nutzfläche. Die Raumhöhen in Ebene 1 sind 11 cm niedriger als die gleichen Räume im Holzdübelhaus. Ausgehend von einem gleichen Volumen hat der Prototyp in Holzrahmenbauweise weniger nutzbare Grundfläche und Raumhöhe.

Schallschutz

Bei der Holzrahmenbauweise ist der geforderte Schallschutz mit konventionellen Mitteln machbar. Speziell der Trittschallschutz der Decke über Ebene 1 kann über die Holzrahmenbauelemente mit Dämmung und Abhängung mit Federschiene in erhöhtem Standard erreicht werden. Die Sichtdecke mit Holzdübelelementen unterschreitet dagegen knapp den vorgeschriebenen Standard bei vergleichbarem Fußbodenaufbau über der Decke. Der Luftschallschutz kann bei beiden Bauweisen über entsprechende Beplankung der Wände erreicht werden.

Material und Umwelt

Der Prototyp in Holzrahmenbauweise besteht aus rund 26 cbm Holz. Die restliche Masse der Gebäudehülle besteht aus Holzwerkstoffplatten und Dämmstoffen.

Der Prototyp in Holzdübelbauweise besteht aus rund 85 cbm Holz. Die erforderliche Dämmung der Außenbauteile wird außen auf dem geschlossenen Dübelelement aufgebracht. Holz ist ein ökologischer, umweltschonender und nachwachsender Baustoff. Er kann ohne große Zwischenbearbeitung oder Veredelung direkt verbaut werden.

Wärme- und Feuchteschutz, Luftdichtheit

Die Holzrahmenbauweise ist aufgrund der geschichteten und leichten Bauweise anfälliger für Wärmebrücken und Undichtheit in der Gebäudehülle. Die innenliegende Luftdichtschicht und die außenliegende Winddichtschicht müssen im Detail sorgfältig geplant, ausgeführt und überwacht werden. Bei nicht ausreichend sorgfältiger Ausführung ist die ausgedämmte Rahmenstruktur als Hülle anfällig für Leckagen. Die Holzrahmenbauweise bietet wenig Speichermasse.

Bei der Holzübelbauweise ergeben sich wegen der außen liegenden durchgehenden Wärmedämmschicht keine oder nur geringe Wärmebrücken. Die Wände aus massivem Holz wirken gleichermaßen als Feuchte- und Massespeicher. Die Aufheizung im Sommer sowie die Auskühlung im Winter werden gepuffert. Dies bewirkt ein über die Jahreszeiten ausgeglichenes und damit behagliches Raumklima.

Nutzung, Pflege und Werthaltigkeit

Ist der konstruktive Holzschutz nach den Regeln der Technik ausgeführt, erfordern Wartung und Unterhalt eines Holzhauses keinen höheren Aufwand als ein konventionelles Massivhaus. Die Lebensdauer eines solide ausgeführten Holzhauses ist nicht geringer als die eines aus Stein gebauten Hauses.

Veränderungen, Befestigungen besonders auch an den Außenwänden sind bei massiven Holzübelwänden unproblematisch ausführbar. Die Holzübelweise kann in Sichtoptik erstellt werden. Wenn gewünscht ist das Material Holz direkt erlebbar. Bei der Holzrahmenbauweise ist die Innenwandoberfläche herzustellen. Dies kann wahlweise mit Gipsfaser, Gipskarton, Holzwerkstoff oder Vollholzplatten geschehen. Für Befestigungen an Wände und Decken müssen Verstärkungen eingebaut werden. Veränderungen an der Außenwand müssen mit großer Sorgfalt hinsichtlich der Luftdichtheit ausgeführt werden.

Schlussbemerkung und Empfehlung

Der zeitgenössische Holzbau hat sich in den letzten Jahren wie kaum eine andere Bauweise enorm entwickelt. Heute stehen eine Reihe praxiserprobter Systeme zur Verfügung, die mit geregelten Fügungen der Bauteile alle energetischen Standards leicht erfüllen. Zimmerer- und Holzbaubetriebe nutzen vom Abbund bis zur Montage moderne Fertigungstechniken und sind damit in der Lage, höchste Anforderungen an die Qualität der Gebäude zu sichern. Nicht zu vernachlässigen ist die Tatsache, dass die Zimmerleute zu den am besten ausgebildeten Handwerksberufen gehören. In der Regel verfügen die Zimmerer neben den komplexen Zusammenhängen des eigenen Gewerks über ein hohes Verständnis und Wissen für das Gesamtbauwerk.

Im Vergleich zum konventionellen Massivbau ist der Holzbau komplexer, d.h. die detaillierte Planung bis in die Fügungen hinein unter Berücksichtigung aller bauphysikalischen und konstruktiven Anforderungen ist unverzichtbar. Dies setzt von allen Beteiligten hohes Fachwissen voraus. Dem Bauwilligen sei die Beratung durch Fachbetriebe und Architekten mit Erfahrung im Holzbau empfohlen. Die professionelle Planung, basierend auf der einschlägigen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) ist die unabdingbare Grundlage

zur Qualitätssicherung, regelt die Entwurfs- und Planungsschritte und darüber hinaus den gesamten Bauablauf bis hin zur Abnahme und Gewährleistung.

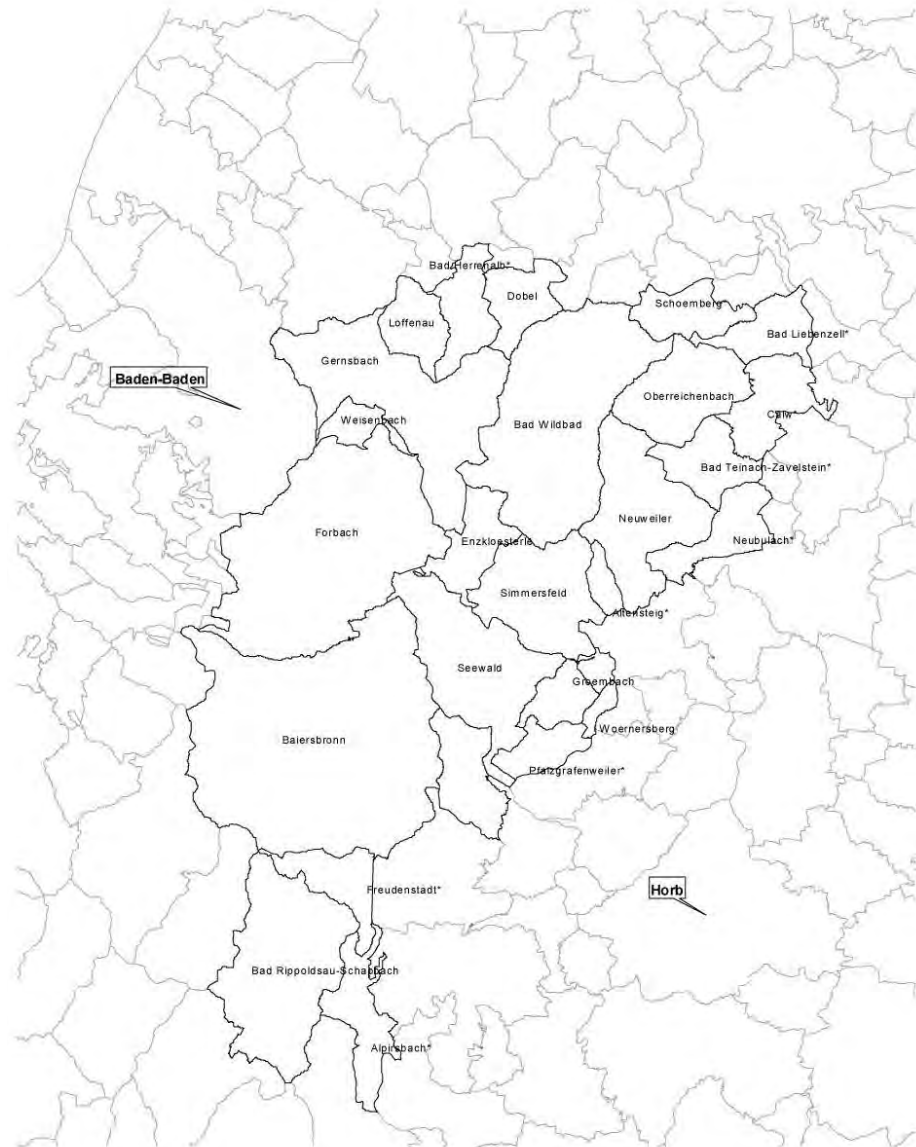
Bundesweit, insbesondere im süddeutschen Raum, gewinnt der Holzbau vor allem im privaten Wohnungsbau gegenwärtig deutliche Marktanteile. Nach den aktuellen Untersuchungen im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie zeigt sich allerdings, dass ausgerechnet im holzreichen Nordschwarzwald sich diese Tendenz nur zögerlich entwickelt. Die Gründe hierfür sind vielschichtig. Zuallererst muss konstatiert werden, dass „Beispiel Schule macht“. Werbung für den Holzbau ist zwar förderlich, schafft alleine jedoch noch kein ausreichendes Bewusstsein. Erst die gebaute Qualität und die Schönheit architektonisch wie handwerklich hochwertiger Bauten sind in der Lage, noch gegebene Vorurteile gegenüber dem Bauen mit Holz zu überwinden. Hierzu können zuallererst die Kommunen beitragen, wenn sie bei den öffentlichen Neubauten den Holzbau gezielt fördern. Andere, vergleichbare Regionen wie beispielsweise der Bregenzer Wald machen es vor. Dort gibt es Gemeinden wie der Ort Hittisau, die den Baustoff Holz für Neubauten zwingend vorschreiben. Das Ergebnis lässt sich vom Nordschwarzwald aus in einem Tagesausflug besichtigen: Eine Vielzahl neuer Holzbauten in bemerkenswerter architektonischer Qualität fügen sich neben den traditionellen Haustypen wie selbstverständlich in das Landschaftsbild und erwecken trotz des hohen Besiedelungsdrucks nicht den Eindruck anonymer, eintöniger Neubaugebiete.

Eine vergleichbare Entwicklung wäre dem Nordschwarzwald zu wünschen. Der Baustoff Holz liegt in den allerbesten Qualitäten direkt vor der Haustüre. Der Holzbau mit seinem technischen Regelwerk ist qualitativ mehr als gleichwertig zum konventionellen Massivbau. Außerdem führt die aktuelle Debatte zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes fast zwangsläufig zur Präferenz für den Holzbau.

Die Chancen für den nachwachsenden Baustoff Holz, Marktanteile am Bau zurück zu erobern, stehen gut. Diese Machbarkeitsstudie soll ein Beitrag dazu sein. Mit der Entwicklung eines Prototyps und der Darstellung der bautechnischen Grundlagen bietet sie allen Beteiligten eine breite und anschauliche Übersicht. Ob sie darüber hinaus den Impuls zur Förderung einer regionalen Baukultur geben kann, wird die Zukunft zeigen. Dem landschaftlich reizvollen Nordschwarzwald wäre dies zu wünschen.

Dipl.-Ing. Sybille Schneider-Campillo
Freie Architektin

Prof. Peter Cheret



*teilweise:

Alpirsbach: nur Reinerzau

Freudenstadt: Teil des Stadtgebiets

Pfalzgrafenweiler: Edelweiler und Kälberbronn

Altensteig: Altensteig z.T., Garrweiler und Hornberg

Bad Herrenalb: Herrenalb und Rotensol

Bad Liebenzell: Beinsberg, Liebenzell, Maisenbach und Unterlengenhardt

Bad Teinach-Zavelstein: Emberg, Rötensbach, Schmieh, Teinach und Zavelstein

Calw: Altburg und Hirsau

Neubulach: Liebelsberg, Martinsmoos, Neubulach und Oberhaugstett

Schömburg: Oberlengenhardt und Schömburg

HOLZBAUgruppe GbR
 S. Schneider-Campillo Dipl.-Ing. Freie Architektin
 H.-J. Braun Prüffingenieur für Baustatik

**Machbarkeitsstudie Bauen mit
 einheimischem Holz**



Liste von Holzkäufern die einheimisches Holz bei den Fortsämtern Calw und Freudenstadt einkaufen

Leader+ -Aktionsgruppe Nordschwarzwald

Firma	Straße	PLZ	Ort	Tel. dienstl.	Fi/Ta	Dgl/Lä
Dölker Holzwerk GmbH & Co KG	Hochberg 24	72160	Horb-Altheim	07486/97810	X	
Sägewerk Bernhard Frey	Burgstraße 6	72178	Waldachtal-Unterwaldach	07445/2385	X	
Sägewerk und Holzhandlung Kübler GmbH	Waldachstr. 29	72221	Haiterbach	07456/474	X	
Holzwerk Ludwig Züfle GmbH	Ruhesteinstr. 176	72270	Baiersbronn-Mitteltal	07442/84390		X
Sägewerk u. Holzhandlung Faisst & Glaser	Eilbachstraße 114	72270	Baiersbronn-Mitteltal	07442/2377	X	
Saege- u. Hobelwerk Bernhard Wurster GmbH+Co	Murgtalstr. 352	72270	Baiersbronn-Röt	07442/2281	X	X
Sägewerk u. Holzhandlung Carl Mohrlök OHG	Sommerhalde 3	72270	Baiersbronn-Röt	07442/2287	X	X
Holzwerk Finkbeiner GmbH & Co	Schlachthausweg 3	72275	Alpirsbach-Reutin	07444/51051	X	
Sägewerk Dieterle & Sohn GmbH & Co.	Im Brühl 8	72280	Dornstetten-Hallwangen	07443/8709	X	
Sägewerk Kilgus	Wäldener Str. 15	72290	Loßburg	07446/1579		X
Sägewerk u. Holzhandlung Pfeifle OHG	Schorrental 41	72297	Seewald - Besenfeld	07448/242	X	
Sägewerk Finkbeiner & Klumpp GmbH & Co.KG	Schorrental 9	72297	Seewald - Besenfeld	07448/913200	X	
Sägewerk Eugen Schuler	Rankach 52a	77709	Oberwolfach	07834/9142	X	
Säge- und Hobelwerk Kurt Huber Inh. G. Huber	Maisacher Str. 28	77728	Oppenau	07804/621	X	
Karl Streit GmbH & Co. KG	Ferdinand-Reiß-Str. 6	77756	Hausach	07831/93970	X	
Säge- und Hobelwerk GmbH Schmid - Holz	Wolfacher Str. 37	77776	Bad Rippoldsau-Schapbach	07839/910573	X	
Sägewerk Echtele GmbH	Talstr. 12	77787	Nordrach	07838/771	X	

Sägewerk u. Holzhandlung GmbH Ludwig Junker	Stollenberg 12	77787	Nordrach	07838/207	X	
Hermann Keller GmbH & Co.KG	Fabrikstrasse 14-18	77855	Achern-Oberachern	07841/2023-0	X	
Sägewerk Wilhelm Bohnert	Ruhesteinstr. 41	77883	Ottenhöfen	07482/947-0	X	
Sägewerk Johannes Bohnert	Geisdörfle 17	77889	Seebach	07842/2222	X	
Sägewerk und Holzhandlung Bürk GmbH	Am Schroffen 1	77889	Seebach	07842/2241	X	X
Sägewerk und Hobelwerk Heinrich Jäck	Holzbachtalstraße 7	75334	Straubenhardt	07248/1060	X	X
Sägewerk Bruno Kappler	Kleinenzthalstraße 82	75323	Bad Wildbad	07081/6332	Fi, Ta, Kie	
Holzhandlung Braun & Würfele GmbH & Co	Mäherstraße 32	72270	Baiersbronn	07442/8438-0	Kie, Lä	
Sägewerk Gebrüder Bacher OHG	Buchenstraße 22	72218	Wildberg-Gültlingen	07054/5683	Fi, Ta, Kie, Lä	
Kristian Klein Sägewerk	Schömberger Str. 42	75394	Igelsloch - Oberreichenbach	07084/7138	Fi, Ta, Kie, Lä, Dgl	
Sägewerk Manfred Rentschler	Heselbronner Str. 13/1	72213	Altensteig	07453/4127	Fi, Ta, Dgl	
Reinhold Zwink Holzbau	Rohnbach 42	75337	Enzklosterle	07085/7209	Fi, Ta, Dgl, Kie, Lä	
Sägewerk Graf und Sohn OHG	Alte Nagolder Str. 35	72221	Haiterbach	07456/1077	Fi, Ta, Dgl, Kie, Lä	
Sägewerk Rudolf Graf GmbH & Co KG	Calwer Str. 119	72202	Nagold	07452/6000-0	Fi Ta	

Bad Wildbad im Oktober 2006

Die Vollständigkeit dieser
 Liste kann nicht versichert
 werden.
 Sollten Firmen nicht benannt
 sein beruht dies nicht auf
 Absicht.
 Wir bitten dann dies
 mitzuteilen, die Liste wird
 dann ergänzt.



BETRIEB

1. Betriebsstruktur

- a.) bestehend seit
- b.) Familienbetrieb ja nein

2. Betriebsgröße

- a.) Anzahl der Mitarbeiter heute
 1995
 1980
- b.) Beschäftigte davon in Vollzeit
 Teilzeit
- c.) Jahresumsatz (Brutto, gerundet in €)
 in den letzten Jahren
 vor 10 Jahren
 vor 25 Jahren

3. Ausstattung

- a.) Hallenkran ja nein
- b.) Abbundanlage ja nein
- c.) Welche Maschinen kommen sonst zum Einsatz?

4. Auftragsfelder

- a.) Auftragsvolumen im Bereich
- | | |
|-----------------------|--------|
| privater Wohnungsbau |% |
| Projekte öffentlich |% |
| Projekte gewerblich |% |
| Sanierung/Aufstockung |% |



b.) Auftragsvolumen im klassischen Zimmerhandwerk%
c.) Auftragsvolumen in Nebengewerken%
davon:	
Fassadenarbeiten%
Trockenausbau%
Innenausbau%
sonstige%
.....%

5. Ausführung und Konstruktion

a.) Welche Konstruktionsarten führen Sie aus:

Holzrahmenbau%

Massivholzbau%

davon in Blockbauweise%

davon in Dübelholzbauweise%

andere%

Sonstige Konstruktionsarten in%

b.) Welche Dämmstoffe verwenden Sie zu wie viel Prozent:

Dämmung aus Mineralwolle%

Dämmung aus Holzfaserstoffen%

Dämmung aus Zellulose%

c.) Haben Sie Erfahrung mit zertifizierter ökologischer Bauweise? ja nein

d.) Betreiben Sie Eigenvermarktung vom Baugesuch bis zur schlüsselfertigen Erstellung?
 ja nein



e.) Kommen bei Ihnen noch klassische Holzverbindungen zum Einsatz?

Versatz	ja	nein
Zapfen	ja	nein
Überblattung	ja	nein

In welcher Anwendung sind diese ökonomisch?

f.) Welche modernen Holzverbindungen führen Sie aus?

6. Material und Herkunft

a.) Welche Holzarten verarbeiten Sie zu wie viel Prozent?

Fichte%
Tanne%
Lärche%
Eiche%
Kiefer%

b.) Woher kommt der Rohstoff

Fichte	aus dem Umkreis	von 20-50 km%
	aus dem Umkreis	von 50-100 km%
	aus einer Entfernung	über 100 km%
	aus europäischen Import	%
	aus außereuropäischem Import	%
Tanne	aus dem Umkreis	von 20-50 km%
	aus dem Umkreis	von 50-100 km%
	aus einer Entfernung	über 100 km%
	aus europäischen Import	%
	aus außereuropäischem Import	%
Lärche	aus dem Umkreis	von 20-50 km%
	aus dem Umkreis	von 50-100 km%
	aus einer Entfernung	über 100 km%
	aus europäischen Import	%
	aus außereuropäischem Import	%
Eiche	aus dem Umkreis	von 20-50 km%
	aus dem Umkreis	von 50-100 km%
	aus einer Entfernung	über 100 km%
	aus europäischen Import	%
	aus außereuropäischem Import	%
Kiefer	aus dem Umkreis	von 20-50 km%
	aus dem Umkreis	von 50-100 km%
	aus einer Entfernung	über 100 km%
	aus europäischen Import	%
	aus außereuropäischem Import	%



ZUKUNFT

7. Markt

- a.) Welche Konstruktionsart hat Ihrer Meinung nach Zukunft?
Begründung:
- b.) Planen Sie in naher Zukunft neue Konstruktionsformen zu erstellen? ja nein
Wenn ja, welche?
.....

8. Kooperation

- a.) Arbeiten Sie momentan schon in Kooperationen mit? ja teilweise nein
- b.) Wenn ja mit welchen Gewerken?
.....
.....
- Wie viel Ihres jährlichen Umsatzes entsteht aus dieser Zusammenarbeit?%
- c.) Wenn nein, was sind die Gründe?
.....
- d.) Sehen Sie Vorteile in wirtschaftlichen Kooperationsgemeinschaften (Clusterverbänden)
mit anderen Zimmereibetrieben
ja teilweise nein
Vorteile
.....
Nachteile
.....
- e.) Sehen Sie Vorteile in wirtschaftlichen Kooperationsgemeinschaften (Clusterverbänden)
ja teilweise nein
Vorteile
Nachteile
- f.) anderen Kooperationen: ja nein
wenn ja, in welchen:

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit und Unterstützung!



BETRIEB

1. Betriebsstruktur

- a) bestehend seit
- b) Familienbetrieb ja nein

2. Betriebsgröße

- a) Anzahl der Mitarbeiter heute
1995
1980
- b) Beschäftigte davon in Vollzeit
Teilzeit

3. Jahreseinschnitt

- c) Wieviel Festmetern [fm] Rundholz werden heute pro Jahr verarbeitet?
- unter 5.000 fm
5.000– 15.000 fm
15.000– 50.000 fm
50.000–150.000 fm
über 150.000 fm
- d) früher verarbeitete Festmeter 1995 fm
1980 fm

4. Welche Einschnitttechnik verwenden Sie?

.....

5. Ausstattung

Über welche Techniken der Weiterverarbeitung verfügen Sie?

- a) Trockenkammer
- b) Hobelmaschine
- c) Imprägniertechnik Tauchen
Kesseldruck
- d) Keilzinkanlage
- e) Flächenverleimpresse
- f) Abbundanlage
- g) Vorfertigungstechnik für Bauelemente
- h) Sonstige/Spezielle

Statistische Erhebung Sägerei-Betriebe **LEADER+**
Gebiet Nordschwarzwald

Gemeinschaftsinitiative **LEADER+**
Baden-Württemberg



ROHSTOFF HOLZ

6. Einflussregion

a) Woher kommt das zu verarbeitende Holz?

aus unmittelbarer Nähe	unter 20 km%
aus dem Umkreis	von 20-50 km%
aus dem Umkreis	von 50-100 km%
aus Entfernung von über 100 km%

b) Wohin liefern Sie Ihre Holzprodukte?

in unmittelbare Nähe	unter 20 km%
in den Umkreis	von 20-50 km%
in den Umkreis	von 50-100 km%
in Entfernung von	über 100 km%
Export in europäische Nachbarländer%
Export in außereuropäisches Ausland%

7. Rohware

a) Wie viel Prozent der Rohware geht ohne Weiterverarbeitung als frisches Schnittholz

(bestenfalls sortiert) in den Verkauf, bzw. wie viel Prozent des Einschnittes werden weiterverarbeitet?

frisches Schnittholz%
Holz zur Weiterverarbeitung%

b) Wie viel frisch geschnittene Rohware wird

imprägniert im	Tauchverfahren%
	Kesseldruckverfahren%
getrocknet%	
keilgezinkt und verleimt%	
gehobelt%	
hitzebehandelt%	

8. Produktpalette

Welche Produkte stellen Sie her? (in Prozent des Gesamtumsatzes)

a) Verpackungs- und Palettenholz%	
b) „Gartenmarkt“ – Holzprodukte%	
c) Bauholz diverse Schnittklassen	frisch%
	trocken (z.B. MH)%
	abgebunden%
d) Hobelware (Hobellatten, Profildretter, etc.)%	
e) keilgezinkte / verleimte Produkte (KVH, DUO, BSH)%	
f) Möbel- und Schreinerware, Fensterkanteln%	
g) Flächenelemente (gedübelt, geleimt, etc.)%	



Statistische Erhebung Sägerei-Betriebe LEADER+
Gebiet Nordschwarzwald

MARKT

9. Situation

a) Verfügt die Region Nordschwarzwald über eine Sägeindustrie, die den sich ändernden Wünschen des Holzmarktes gerecht werden kann?

ja nein

Wenn nein, was müsste geschehen um dies zu ändern, bzw. zu beeinflussen?
.....

b) Entsprechen die auf dem Rundholzmarkt verfügbaren Rohhölzer den Qualitätsansprüchen der heutzutage verlangten Holzprodukte?

ja nein

Wenn nein, welche Sortimente oder Eigenschaften fehlen?
.....

c) Welche Produkte sind heute und künftig auf dem Markt am stärksten gefragt?

Geben Sie dazu eine Bewertung nach folgenden Kriterien ab:

- ++** steigert sich überdurchschnittlich
- +** steigert sich
- 0** bleibt gleich
- sinkt
- sinkt überdurchschnittlich

Verpackungs- und Palettenholz
Gartenmarkt* – Holzprodukte
Bauholz diverse Schnittklassen	frisch
	trocken (z.B. MH)
	abgebunden
Hobelware (Hobellatten, Profildbretter, etc.)
keilgezinkte / verleimte Produkte (KVH, DUO, BSH)
Möbel- und Schreinerware, Fensterkanteln
Flächenelemente (gedübelt, geleimt, etc.)

d) Verfolgen Sie eigene Produktentwicklung zur Erzielung höherer Wertschöpfung?

ja nein

e) Können Sie der aktuellen Nachfrage auf dem Holzmarkt gerecht werden?

ja teilweise nein



10. Zukunft

a) Werden Sie deswegen - um der aktuellen Nachfrage gerecht zu werden - Ihren Betrieb umstrukturieren oder weiterentwickeln? Wie ist dazu Ihre Einschätzung?

- Umstrukturierung ist geplant
- Finanziell nicht realisierbar
- Platzbedarf zu groß
- Markteintritt zu schwierig
- Konkurrenzfähigkeit gegenüber Großbetrieben ist nicht gegeben
- Absatzmarkt zu schwach (Baukrise)
- Rohstoffversorgung nicht gewährleistet
- entsprechendes Fachpersonal nicht vorhanden
- Nachfolgeprobleme
- Sonstiges

b) Haben Sie die Vorstellung oder den Wunsch in naher Zukunft in neue Technik oder Herstellungsverfahren zu investieren? Wenn ja, in welche?

- Keilzinkanlage
- Flächenverleimpresse
- Maschinen zur Flächenelement-Vorfertigung
- Hobelmaschine
- Imprägnieranlage Tauchverfahren
- Kesseldruckverfahren
- Trockenkammer
- Abbandanlage
- Sonstige/Spezielle

c) Wie sehen Sie Ihre Zukunft als Sägewerksbetrieb in der Region Nordschwarzwald?

- sehr schlechte Bedingungen aufgrund
- weniger gute Chancen aufgrund
- gute Chancen und Expansionsmöglichkeiten



Auswertung

Von den 27 Sägebetrieben im Leader+ - Aktionsgebiet haben nach 2-maliger Ausgabe des Fragebogens 8 Betriebe einen Fragebogen ausgefüllt zurückgegeben.

Das entspricht einer Beteiligung von 29,7 Prozent oder gerundet von 30 Prozent

Betrieb

1. Betriebsstruktur

Die Betriebe bestehen seit	Gründung im 19. Jh.	= 37,5%
	Gründung Wende 19. zu 20. Jh.	= 37,5%
	Gründung Mitte 20. Jh.	= 25 %
Familienbetrieb	ja 87,5 %	nein 12,5 %

2. Betriebsgröße

Die Anzahl der Mitarbeiter ist heute mit mind. 3 und max. 19 angegeben

der Schnitt liegt heute bei	12,6 Angestellten
der Schnitt lag 1995 bei	11,3 Angestellten
der Schnitt lag 1980 bei	11,1 Angestellten

3. Jahreseinschnitt

Wieviel Festmeter [fm] Rundholz werden heute pro Jahr verarbeitet?

12,5% der Betriebe verarbeiten heute	unter 5.000 fm
25 % der Betriebe verarbeiten heute zwischen	5.000– 15.000 fm
62,5% der Betriebe verarbeiten heute zwischen	15.000– 50.000 fm
kein Betrieb verarbeitet zwischen	50.000–150.000 fm
kein Betrieb verarbeitet	über 150.000 fm

früher verarbeitete Festmeter

im Jahre 1995 wurde von den 30% Betrieben insgesamt	rund	81.000 fm verarbeitet
im Jahre 1980 wurde von den 30% Betrieben insgesamt	rund	63.000 fm verarbeitet

4. Welche Einschnittstechnik verwenden Sie?

Es werden Gatter, Kreissäge- und Bandtechnik genannt

5. Ausstattung

Über welche Techniken der Weiterverarbeitung verfügen Sie?

Trockenkammer	haben 75 % der Betriebe
Hobelmaschine	haben 87,5% der Betriebe
Imprägniertechnik Tauchen	haben 100 % der Betriebe
	Kesseldruck
Keilzinkanlage	haben 12,5% der Betriebe
Flächenverleimprese	haben 12,5% der Betriebe

Abbandanlage

Vorfertigungstechnik für Bauelemente

Sonstige/Spezielle

MARKT

9. Situation

Verfügt die Region Nordschwarzwald über eine Sägeindustrie, die den sich ändernden Wünschen des Holzmarktes gerecht werden kann?

Es antworten mit ja 75 % nein 0 %
handschriftlich ergänzt mit bedingt oder ohne Angaben 25 %

Wenn nein, was müsste geschehen um dies zu ändern, bzw. zu beeinflussen? 100% ohne Antwort

Entsprechen die auf dem Rundholzmarkt verfügbaren Rohhölzer den Qualitätsansprüchen der heutzutage verlangten Holzprodukte?

ja 37,5 % nein 62,5 %

Wenn nein, welche Sortimente oder Eigenschaften fehlen?

Antworten: Flexibilität
Kurzholzsoriment in gezielten Abmessungen, oft zuviel Ballast
Fichte ist allein wertschöpfungsfähig, diese wird durch Giganten-Sägebetriebe den Kleinbetrieben abgezogen
Astigkeit zu stark
Es fehlt mittelstarkes, feinastiges, feinjähriges Rundholz

Welche Produkte sind heute und künftig auf dem Markt am stärksten gefragt?

Geben Sie dazu eine Bewertung nach folgenden Kriterien ab:

- ++ steigert sich überdurchschnittlich
- + steigert sich
- 0 bleibt gleich
- sinkt
- sinkt überdurchschnittlich

Verpackungs- und Palettenholz	85 %	steigert sich
	15 %	steigert sich überdurchschnittlich
Gartenmarkt* – Holzprodukte	71 %	steigert sich
	29 %	bleibt gleich
Bauholz diverse Schnittklassen	62,5 %	sinkt überdurchschnittlich
	25 %	bleibt gleich
	12,5 %	sinkt
frisch	37,5 %	steigert sich
	50 %	bleibt gleich
	12,5 %	steigert sich überdurchschnittlich
abgebunden	62,5 %	steigert sich
	12,5 %	bleibt gleich
	25 %	ohne Angaben
Hobelware (Hobellatten, Profill Bretter, etc.)	50 %	bleibt gleich
	25 %	steigert sich
	25 %	ohne Angaben
keilgezinkte / verleimte Produkte (KVH, DUO, BSH)	37,5 %	steigert sich
	25 %	steigert sich überdurchschnittlich
	25 %	ohne Angaben
	12,5 %	bleibt gleich
Möbel- und Schreinerware, Fensterkanteln	37,5 %	sinkt
	25 %	
	12,5 %	sinkt überdurchschnittlich
	12,5 %	steigert sich
	12,5 %	bleibt gleich

Flächenelemente (gedübelt, geleimt, etc.)	62,5 %	ohne Angaben
	25 %	steigert sich
	12,5 %	steigert sich überdurchschnittlich

Verfolgen Sie eigene Produktentwicklung zur Erzielung höherer Wertschöpfung?

ja	62,5 %	nein	37,5 %
----	--------	------	--------

Können Sie der aktuellen Nachfrage auf dem Holzmarkt gerecht werden?

ja	37,5 %	teilweise	37,5 %	nein	25 %
----	--------	-----------	--------	------	------

10. Zukunft

Werden Sie deswegen - um der aktuellen Nachfrage gerecht zu werden - Ihren Betrieb umstrukturieren oder weiterentwickeln? Wie ist dazu Ihre Einschätzung?

Umstrukturierung ist geplant	50 %
Finanziell nicht realisierbar	37,5 %
Platzbedarf zu groß	12,5 %
Markteintritt zu schwierig	12,5 %
Konkurrenzfähigkeit gegenüber Großbetrieben ist nicht gegeben	50 %
Absatzmarkt zu schwach (Baukrise)	12,5 %
Rohstoffversorgung nicht gewährleistet	ohne
entsprechendes Fachpersonal nicht vorhanden	ohne
Nachfolgeprobleme	12,5 %
Sonstiges	ohne

Kriterien konnten mehrfach angekreuzt werden es ergeben sich keine 100%

Haben Sie die Vorstellung oder den Wunsch in naher Zukunft in neue Technik oder Herstellungsverfahren zu investieren? Wenn ja, in welche?

Keilzinkanlage	12,5 %
Flächenverleimpresse	12,5 %
Maschinen zur Flächenelement-Vorfertigung	12,5 %
Hobelmaschine	12,5 %
Imprägnieranlage Tauchverfahren	ohne
Kesseldruckverfahren	ohne
Trockenkammer	37,5 %
Abbandanlage	ohne
Sonstige/Spezielle	ohne

Kriterien konnten mehrfach angekreuzt werden es ergeben sich keine 100%

Wie sehen Sie Ihre Zukunft als Sägewerksbetrieb in der Region Nordschwarzwald?

sehr schlechte Bedingungen aufgrund	12,5 %	subventionierter Großbetriebe
weniger gute Chancen aufgrund	25 %	enormer Preisdruck, Holztourismus Rundholz
gute Chancen und Expansionsmöglichkeiten	62,5 %	

Kommentar

Es sind alle Betriebe die seit mehr als einer Generation bestehen. Der älteste Betrieb ist 1835 gegründet, der jüngste Betrieb ist 1949 gegründet.

Die meisten sind Familienbetriebe.

Die Mitarbeiterzahl hält sich seit 25 Jahren recht konstant.

Der Jahreseinschnitt hält sich auch konstant und hat sich vermutlich in den letzten 10 Jahren etwas erhöht.

Ausstattung der Betriebe ist nicht stark technisiert, diese hat sich in den letzten Jahren verhältnismäßig wenig geändert.

Das Produkt Holz wird noch wenig weiterbearbeitet.

Die Weiterbearbeitung beschränkt sich auf Trocknen, Imprägnieren im Tauchverfahren und Hobeln.

Liegen hier nicht Chancen?

Sind neue Techniken und Investitionen in diese für alte Traditionsbetriebe eine Herausforderung ?

Das Rohmaterial kommt zu über 50% aus direkter Nähe von max. 20 km, weitere 38 % aus dem Umkreis bis 50km.

Das gesägte und verarbeitete Holz wird in größere Entfernungen geliefert.

Rund 38% in den Umkreis bis 50 km

Rund 25% in den Umkreis bis 100 km

Rund 37% über 100 km auch in Eu-Länder

Es besteht überwiegend die Meinung, dass die Sägeindustrie im Nordschwarzwald den Ansprüchen des Holzmarktes gerecht wird.

Im Gegenzug besteht überwiegend die Meinung, dass das Rohmaterial Holz im Nordschwarzwald nicht den Ansprüchen des Holzmarktes entspricht.

Die Nachfrage nach Verpackungs- und Palettenholz, auch nach Gartenholzprodukten steigt stark.

Ebenfalls besteht eine steigende Nachfrage nach getrocknetem und abgebundenem Bauholz.

Holzware für Möbel und Schreiner sinkt.

Zu flächigen Holzbauerelementen gibt es überwiegend keine Meinung.

Immerhin sehen 62,5 % der Betriebe gute Chancen für den Betrieb und Expansionsmöglichkeiten.

Es fällt auf, dass diejenigen die eine Zukunftsfähigkeit im Sägebetrieb sehen, meistens auch eine Umstrukturierung oder Weiterentwicklung planen.

