



HINWEISE ZUR PLANUNG VON HOLZFASSADEN

Vallentin + Reichmann Architekten
Infanteriestraße 19, Haus 5
80797 München
Telefon: 089/24405876 - 0
Fax: 089/24405876 - 0
E-Mail: info@vraie.de
Internetseite: www.vraie.de

Inhalt

1	Impressum / Anlass und Ziel des Leitfadens	3
2	Stoff und Form	4
3	Fassadenkonstruktionen	6
3.1	Klassische Konstruktionssysteme (Holzrahmen- und Holzmassivbau)	
3.2	Integrierte Holzbausysteme	
3.3	Tragende / nicht-tragende Fassaden	
3.4	„Reiner“ Holzbau versus Hybridbau	
3.5	Das Konzept des Schichtenrisses	
4	Bauphysikalische Anforderungen	9
4.1	Brandschutz	
4.2	Holz- und Feuchteschutz	
4.3	Luft- und Winddichtigkeit	
4.4	Blower-Door-Test	
4.5	Hinterlüftung oder Belüftung von vorgehängten Fassadenbekleidungen?	
4.6	Spritzwasser- und Schlagregenschutz	
4.7	Wärmeschutz	
4.8	Sommerlicher Wärmeschutz	
4.9	Lüftungskonzepte im Holzbau	
4.10	Schallschutz	
5	Holz als Fassadenbekleidung	23
5.1	Brandschutzanforderungen	
5.2	Ausbildung von Brandsperren	
5.3	Verlegearten	
5.4	Abmessungen	
5.5	Fugenausbildungen	
5.6	Befestigungen und Unterkonstruktionen	
5.7	Auswahl geeigneter Holzarten	
5.8	Sortierregeln	
5.9	Einsatz von naturbelassenem Holz	
5.10	Oberflächenbehandlung	
6	Schlüsseldetails von Holzfassaden	32
6.1	Sockelanschluss	
6.2	Fensteranschlüsse	
6.3	Integration Rollläden / Sonnenschutz	
6.2	Deckenanschluss	
6.5	Balkon- und Loggiaanschluss	
6.6	Barrierefreier Zugang Terrasse	
6.7	Flachdachanschluss	
7	Beispiele	43
	Stadtreihenhäuser, München (D)	
	Energieeffizienter sozialer Wohnungsbau, Ansbach (D)	
	Stadthaus Domagkpark, München (D)	
	Wohnüberbauung Dantebad-Parkplatz, München (D)	
	Wohnen auf der Güschhöhe, Luzern (CH)	
8	Literatur /Quellen / Fotonachweise	53

Impressum

Hinweise zur Planung von Holzfassaden

Begleitbroschüre zu den Planungsrichtlinien für Holzfassaden, die im Auftrag und in enger Zusammenarbeit mit der Gewofag-Projektgesellschaft mbH München entwickelt wurden.

Autor: Rainer Vallentin,
Architekt und Stadtplaner, München

Mitarbeit:
Andreas Lerge, Gewofag
Alexander Reichmann, V+R Architekten
Michaela Kern, V+R Architekten

Fotos:
Rainer Vallentin, andere Fotografen sind namentlich bei den Abbildungen bzw. am Ende der Broschüre (Beispiele) genannt.

Das Urheberrecht liegt beim Autor.

Alle Angaben wurden nach besten Wissen und Gewissen zusammengestellt, eine Gewähr für die Richtigkeit wird jedoch nicht übernommen. Aus der Anwendung des hier Dargestellten können somit keine Haftungsansprüche gegenüber dem Autor abgeleitet werden.

München, Oktober 2017

1.1 Wohnüberbauung der Parkplätze des Dantebades in München, Nagler Architekten, München

1 Anlass und Ziel des Leitfadens

Den Ausgangspunkt dieser Broschüre bildeten die Planungsrichtlinien für Holzfassaden, die der Autor gemeinsam mit Herrn Lerge im Auftrag der Gewofag-Projektentwicklungs-GmbH erstellt hat. Die dort getroffenen Festlegungen sind sehr knapp gefasst. Daher erschien es sinnvoll, genauer auszuführen, wie Holzfassaden nach dem derzeitigen Stand der Technik und den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen zu konzipieren sind.

Bei der Ausarbeitung dieses Leitfadens wurde deutlich, dass nur über ein Verständnis der Grundlagen und der sich daraus ergebenden vielfältigen Anforderungen eine fachgerechte, gestalterisch ansprechende und zugleich wirtschaftliche Holzfassade entwickelt werden kann. Dann jedoch existiert ein erstaunlicher Freiraum an Möglichkeiten, der die heutige Konstruktions- und Gestaltungsvielfalt von Holzfassaden im mehrgeschossigen Wohnungsbau aufzeigt.

Der Leitfaden hat folgenden Aufbau:

- Ausgehend von den grundsätzlichen Konstruktionsweisen werden die wichtigsten bauphysikalischen Anforderungen und ihre planerischen Konsequenzen dargestellt. Hierbei stehen der Brand- und Holzschutz im Vordergrund.

- Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Abschnitt über den Einsatz von Holz als Außenbekleidung. Im Anschluss daran sind wesentliche Schlüsseldetails im Holzrahmen- und Holzmassivbau dargestellt. Sie zeigen typische Anschlussbildungen von Holzfassaden auf. Zusätzlich werden auch die entsprechenden Detailbildungen im Holz-Hybridbau mitbehandelt.
- Abschließend werden einige vorbildliche Beispiele von bereits realisierten Holzfassaden ausführlicher vorgestellt. Durch die einheitliche Darstellung des Fassadenschnitts und die Auswahl aussagekräftiger Fotos werden die Besonderheiten der jeweiligen individuellen Lösungsansätze deutlich. Sie unterscheiden sich nicht nur im Hinblick auf Konstruktion und die Erfüllung der bauphysikalischen Anforderungen, sondern gerade in Hinsicht auf die Gestaltung, Anmutung und Stimmung.

Danksagung

Andreas Lerge von der Gewofag-Projektgesellschaft mbH hat die Erstellung der Begleitbroschüre durch die Diskussion der Inhalte, Darstellungen und Beispiele intensiv begleitet und an vielen Stellen wertvolle Hinweise für Verbesserungen gegeben.



2 Stoff und Form

Holz behält auch als Baumaterial seine naturgebundenen stofflichen Eigenschaften bei und reagiert daher, wenn es der Witterung ausgesetzt ist, auf Umwelteinflüsse wie Sonnenstrahlung, Wind, Regen und Schnee. Neben seiner konstruktiven Anwendung ist somit auch das konkrete Standortklima dafür verantwortlich, wie sich das Erscheinungsbild von Holzfassaden über seine Standzeit hinweg verändern wird. Diesen Prozess des Alterns durchlaufen alle Fassadenbekleidungen. Die Besonderheit von Holz ist hierbei seine lebendige Erscheinung, die man abwechselnd als „gleichmäßige Unregelmäßigkeit“ oder als „lebendige Gleichmäßigkeit“ empfindet. Im positiven Fall wird dies ästhetisch als „Patina“ wahrgenommen, im negativen Fall als „fleckig“ oder „unansehnlich“.

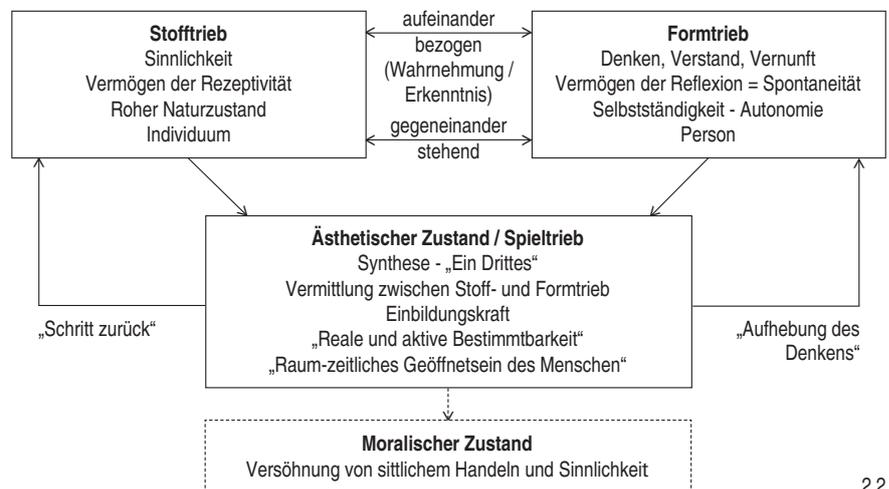
Weil Holz nicht in beliebigen Abmessungen zur Verfügung steht und auch konstruktive Gründe einem komplett flächigen Einsatz (wie bei Putzoberflächen) entgegen stehen, spielen bei Holzoberflächen sowohl die Anordnung (waagrecht, schräg oder horizontal), als auch die Fugenausbildung sowie die Abmessungen und Form der Leisten, Bretter, Schindeln oder Platten eine entscheidende Rolle, wenn es um die strukturelle Erscheinung des Holzbehangs oder der sichtbaren Holzkonstruktion geht. Es sind vielfältige Möglichkeiten und fließende Übergänge zwischen den beiden Extremen einer flächenbetonenden Bekleidung („Textur“) und einer strukturellen Erscheinung („Konstruktion“) möglich. Darin besteht bereits ein erstes Bindeglied zur Form, weil hier immer bestimmte Prinzipien des Fügens zum Einsatz kommen, die am Ende die Gestalt des Baukörpers mitprägen.

Bei Konstruktionen traditioneller Holzbauten wurden die gewachsenen Holzstämmen ohne allzu viel Bearbeitung verwendet und flächenhaft zusammengefügt (Blockbau) oder sie bilden die Formen als offene Gerippe aus, die nach Belieben ausgefacht wurden (Fachwerk, Ständerbau). Damit sind die zwei Hauptarten von Holzbauteilen bereits festgelegt. Komplexere, hybride Konstruktionen wurden vor allem im Schiffsbau realisiert, der bis ins 19. Jahrhundert den jeweils fortschrittlichsten



2.1

Bestimmungstücke des Menschen



2.2

Stand des Holzbaus repräsentierte. Ein beeindruckendes Beispiel für derartige Innovationen stellt die „Fram“ von Fridtjof Nansen dar, die Ende des 19. Jahrhunderts alle wichtigen bauphysikalischen Merkmale des zeitgemäßen Holzbaus mit den damaligen Mitteln realisierte: Feuchteschutz, Luftdichtigkeit und sehr gute Wärmeisolierung.

Der heutige Holzbau ist durch industrielle Prozesse geprägt. Hauptziel ist, die Materialeigenschaften von Holz und Holzprodukten berechenbar zu machen und damit sichere Konstruktionen zu ermöglichen. Die sich hier zeigende Rationalität erstreckt sich heute auf den gesamten Herstellungs- und Bauprozess. Durch Vorfertigung findet die Fertigung unter geschützten und kontrollierten Bedingungen statt. Das führt zu einer höheren Bauqualität und kürzeren Bauzeiten.

Das Zusammenführen der Einzelaspekte im Entwurf besteht jedoch nicht aus einer einfachen Synthese von Stoff und Form. Hier kommt ein „Drittes“ ins Spiel. Friedrich Schiller hat in seinen Briefen zur ästhetischen Erziehung des Menschen ein Erklärungsmodell für die Schönheit und ihre Bedeutung für den Menschen entwickelt (Schiller 1795/2000). Er sieht dieses Dritte im „ästhetischen Zustand“ des Menschen und in seinem „Spieltrieb“ verwirklicht. Interpretiert man den Entwurf in diesem Sinne, dann geht es bei einer Fassade darum, ihr eine „lebendige Gestalt“ zu geben.

2.1 Das Schiff „Fram“ der Polarexpedition 1893 - 96 von Fridtjof Nansen.

2.2 Versuch, das Erklärungsmodell von Friedrich Schiller zu den Bestimmungstücken des Menschen, die ihn zum „ästhetischen Zustand“ führen, vereinfacht darzustellen.



Holzfassade Kinderhaus Erding, Hirner und Riehl Architekten, München.

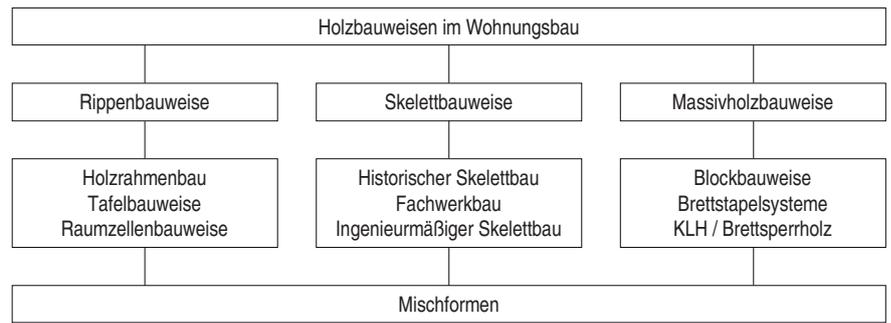
3 Fassadenkonstruktionen

Das Bauen mit Holz erlebt aktuell einen neuen Aufschwung und genießt besondere Aufmerksamkeit. Die Gründe hierfür sind vielfältig:

- Der Einsatz des Baustoffs Holz kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten (Einlagerung von CO₂ in Gebäuden, Erstellung Gebäude mit geringer Herstellungsenergie).
- Durch intensive und praxisorientierte Forschung konnten viele offene Fragen der Baukonstruktion, Statik und Bauphysik (v.a. Feuchte- und Brandschutz) geklärt werden. Das schlägt sich auch in den aktuellen Bauvorschriften, Normen und Verarbeitungsrichtlinien nieder.
- Bei sorgfältiger Planung und Ausführung ist die Nutzungsdauer von Holzkonstruktionen inzwischen genauso hoch wie bei mineralischen Bauweisen.
- Moderne Verarbeitungsmethoden der Bauindustrie stellen Holzprodukte mit gleichmäßig hochwertigen Eigenschaften zur Verfügung. Das führt zu einer Verschiebung weg von traditionellem hin zu einem ingenieurmäßigen bzw. auf die aktuellen Erkenntnisse der Bauphysik abgestimmten Holzbau.
- Rationelle Planungs- und Herstellungsmethoden mit besonderer Ausrichtung auf Vorfertigung setzen sich immer mehr durch und führen zu einem straffen durchorganisierten Baustellenmanagement.
- Holz als Baumaterial hat eine hohe Akzeptanz bei Nutzern und Bauherren. Die in der Vergangenheit vorgebrachten Vorurteile (z.B. mangelnde Dauerhaftigkeit, ungeklärter Brandschutz) haben sich als weitgehend haltlos erwiesen.
- Viele Holzbauten haben eine hohe gestalterische Qualität. Das zeigt sich beispielsweise darin, dass sie bei Wettbewerben überproportional häufig Preise gewinnen.

3.1 Klassische Konstruktionssysteme (Holzrahmen- und Holzmassivbau)

Als klassische Systeme werden hier die Holzbauweisen bezeichnet, in denen alle wesentlichen Bauteile aus Holz oder Holzbauteilen (z.B. BSH, BSP, Brettstapel) bzw. Holzwerkstoffen bestehen. Hierzu existiert eine geregelte Bauweise gemäß Musterbauordnung (MBO) und die Muster-Holzbau-Richtlinie – genauer: „Muster-



3.1

Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise“ (M-HFH-Holz-R). Diese gibt einen Art Standard für Brandschutzkonzepte im Holzbau bei Gebäudeklasse 4 vor, an dem sich dann auch abweichende Konstruktionen und Detaillösungen orientieren (müssen).

Bei der Holzrahmen- bzw. Tafelbauweise handelt es sich um Konstruktionen mit stabförmig aufgelösten Tragsystemen und dadurch gebildeten Gefachen, die mit nicht brennbarer Dämmung gefüllt und als Bauteile mit Brandschutzbekleidungen versehen (gekapselt) sind. Diese Systemansätze sind dann auch bei allen Anschlüssen und Durchdringungen prinzipientreu anzuwenden.

Möchte man dieser geregelten Bauweise (gem. MBO und M-HFH-Holz-R) folgen, bietet sich der Holzrahmenbau an. Im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes kann mit Ausnahme der Brandwandersatzwände und Treppenhauswände bei den sonstigen Bauteilen das Kapselkriterium häufig herabgesetzt werden (z.B. auf K₂45) und die Ausbildung der Anschlüsse und Leitungsdurchführungen kostenoptimiert werden.

Im Massivholzbau werden die Holzrahmenelemente durch plattenförmige Holzbauteile (BSH, BSP, Dübelholz, Brettstapel) ersetzt. Für die Außenbauteile hat dies zur Konsequenz, dass die Dämmschichten außen aufzubringen sind. Es bietet sich an, die Luftdichtebene außenseitig auf die Massivholzellemente aufzubringen (zwingend, falls keine Installationsebene vorgesehen wird), was jedoch den Nachteil hat, dass dann die Luftdichtebene beim Blower-Door-Test nicht mehr für Nachbesserungen zugänglich ist. Die geregelte Bauweise (gem.

3.1 Holzbauweisen im Wohnungsbau

MBO, M-HFH-Holz-R) gilt mit Ausnahme von Brettstapeldecken nicht für den Massivholzbau. Daher ist hier immer ein individuelles Brandschutzkonzept notwendig. In diesem Rahmen können auch sichtbare Holzoberflächen ermöglicht werden. Massivholzelemente sind deutlich kostenintensiver als Holzrahmenelemente, weisen jedoch eine deutlich höhere Tragfähigkeit auf (vertikale Lasten, Aussteifung).

Es sind auch Kombinationen von Holzrahmen- und Massivholz-Konstruktionen möglich. Sie sind dann sinnvoll, wenn die Systeme ihre jeweiligen Stärken an den richtigen Stellen ausspielen können. Als ersten, noch sehr pauschalen Ansatz könnte man alle stehenden Bauteile als Holzrahmenelemente fertigen, jedoch alle liegenden Bauteile mit Massivholzelementen.

Immer möglich ist ferner die Auflösung der Wandscheiben in Stützen bzw. der Übergang zu einer Skelettkonstruktion. Die Brandschutzanforderungen werden dann für einen drei- oder vierseitigen Brandangriff gestellt. Sie lassen sich auch mit unbekleideten Massivholz-Bauteilen ausführen (dann Dimensionierung auf Abbrand). Interessant ist hier die Neuentwicklung von Brettsperrholz aus Buche, das knappere Querschnitte für Stützen und Unterzüge zulässt.

3.2 Integrierte Holzbausysteme

Bei integrierten Systemen werden die Fassaden mit weiteren Elementen (Decken, Wände, Innenausstattung) zu Raummodulen zusammengefügt. Diese Bauweise ist bei Kleinwohnungen, Appartements und Pflegeheimen mit immer wiederkehrenden Raumeinheiten und begrenzten Raumbreiten wirtschaftlich interessant. Die maximalen Abmessungen sind von den Transportbegrenzungen abhängig (Begrenzung Breite/Höhe auf ca. 3,0 - 3,5 m). Eine Zwischenform stellen vorgefertigte Sanitärzellen dar, die im Zuge des Aufstellens in den Rohbau eingehoben werden. Deren Wirtschaftlichkeit hängt von ausreichenden Stückzahlen baugleicher Module ab.

3.3 Tragende / nicht-tragende Fassaden

Sowohl aus statischer als auch aus brand-schutztechnischer Sicht macht es einen

erheblichen Unterschied, ob die Außenwände als tragende oder nicht-tragende Konstruktion ausgebildet werden. Auch in Gebäudeklasse 4 und 5 müssen nicht-tragende Außenwände nur feuerhemmend ausgeführt werden. Nicht-tragende Fassaden werden zumeist im Holzrahmenbau gefertigt und einfach aufeinander gestellt und an den Decken befestigt.

Sehr selten werden bei nichttragenden Fassaden Massivholzelemente (z.B. Brettschicht- oder Brettsperrholzelemente) eingesetzt. Das liegt an den hohen Materialkosten und den aufwändigeren Dämmsystemen. Die Konstruktionsstärke ist bei gleicher Dämmqualität größer als im Holzrahmenbau.

Bei tragenden Fassaden sind die Deckenaufleger immer sehr sorgfältig zu planen. Um die Schallschutzanforderungen zu erfüllen, sollten die Verbindungen zwischen Außenwand und Decken möglichst gelenkartig ausgeführt werden (keine starre Verbindung), ggf. ergänzt durch schalltrennende Auflager (z.B. Sylomere). Hier macht es einen entscheidenden Unterschied, ob die Fassade (oder Teile davon) zur Aussteifung des Gebäudes mit herangezogen werden soll oder nicht. Bei hohen Lasten und für eine wirksame Aussteifung sind Massivholzwände leistungsfähiger als Holzrahmenwände.

3.4 „Reiner“ Holzbau versus Hybridbau

Unter Hybrid-Bauweisen versteht man Mischkonstruktionen, bei der die tragende Struktur (Wände, Stützen, Decken, ggf. auch die Dächer) im Massivbau, die nicht-tragenden Fassaden und ggf. auch die Dächer mit Holzbausystemen ausgeführt werden. Der Vorteil dieses Konstruktionsansatzes ist, dass fast alle brandschutztechnisch kritischen Bauteile im Massivbau ausgeführt werden. Das gilt auch für den Schallschutz. Die Brandschutzanforderung an die Fassade in Holzkonstruktion sind auch bei Gebäudeklasse 4 und 5 relativ gering (feuerhemmend, F30-B). Es können Konstruktionen gemäß DIN 4102 oder mit entsprechenden Prüfzeugnissen (abP) eingesetzt werden, im Kontext von Brandschutzkonzepten können hierbei einzelne Schichten oder Dämmstoffe in abgewandelter Form zur Anwendung kommen. Häufig wird übersehen, dass

4 Bauphysikalische Anforderungen

An Holzfassaden werden spezielle bauphysikalische Anforderungen gestellt, welche vor allem aus der Brennbarkeit und Feuchteempfindlichkeit des Baumaterials Holz resultieren. Durch die intensive Bau-praxis und die begleitende wissenschaftliche Forschung ist es heute möglich, sichere und wertbeständige Konstruktionen in Holz zu realisieren.

4.1 Brandschutz

Im § 14 der Musterbauordnung MBO wird das Schutzziel des Brandschutzes in einem klaren Planungsgrundsatz zusammengefasst: „Bauliche Anlagen sind so zu errichten, (...), dass der Entstehung eines Brandes vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“

Die konkreten Anforderungen werden in der MBO in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse differenziert für tragende, aussteifende und nichttragende Konstruktionen in Bezug auf die Brennbarkeit der verwendeten Baustoffe und/oder die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile gestellt (siehe Tabelle, Abbildung 4.1).

In der MBO wurde als Neuerung für den Holzbau die Möglichkeit eröffnet, in Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmende Bauteile einzusetzen, die einen Feuerwiderstand von 60 Minuten aufweisen. Derartige Holzkonstruktionen weisen allseitig zweilagige brandschutztechnische Bekleidungen aus Gipsbauplatten und nichtbrennbare Dämmstoffe auf. Damit ist es nun möglich, Holzbauweisen ohne Abweichungen in Gebäudeklasse 4 zu realisieren.

Die Erfahrungen aus dem mehrgeschossigen Holzbau zeigen, dass die planerischen Besonderheiten des Einzelfalls (städtebauliche Randbedingungen, Entwurfskonzept, baukonstruktives und haustechnisches Konzept) und die Suche nach kostengünstigen Lösungsansätzen häufig Abweichungen von den baurechtlichen Festlegungen bzgl. Brandschutz erforderlich machen. Damit ist eine Baugenehmigung im vereinfachten Verfah-

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Gesamtfläche	≤ 400 m ²	≤ 400 m ²	-	-	-
Fläche größte Nutzungseinheit	-	-	-	≤ 400 m ²	-
Anzahl der Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2	-	-	-
Brandschutzanforderung	keine	FH	FH	HFH	FB

4.1



4.2

Art der Abweichung	Abweichung von ...	Typ
Fassadenbekleidung aus Holz	Landesbauordnung (LBO), materielle Abweichung	a
Reduzierung der Kapselklasse	Landesbauordnung (LBO), materielle Abweichung	a
Einsatz einer Massivholz-Bauweise	M-HFHHolz-R, abP	b, c
Abweichende Fugenausbildungen	M-HFHHolz-R	b
Einbau von Rohrleitungen in hochfeuerhemmende Bauteile	M-HFHHolz-R	b
Einbau von Elektroinstallationen in hochfeuerhemmende Bauteile	M-HFHHolz-R	b
Einbau von Installationsschotten mit Zulassung im Trockenbau in Holzbauteile mit Brandschutzanforderungen	Verwendbarkeitsnachweis (abZ / abP) des Brandschotts	c

4.3

ren ausgeschlossen (ohnehin bietet das klassische Genehmigungsverfahren mehr Rechtssicherheit). Für den wirtschaftlichen Erfolg hängt viel davon ab, möglichst frühzeitig Klarheit über die Vorgehensweise und die zugehörigen baurechtlichen Verfahren zu gewinnen. Ziel sollte sein, eine „baubegleitende Brandschutzplanung“ zu vermeiden.

In Abbildung 4.2 sind die vier prinzipiell möglichen Verfahren von Abweichungen im bauaufsichtlichen Verfahren vereinfacht dargestellt. Deren Wahl hängt von der Art der Abweichung ab:

- 4.1 Gebäudeklassen nach Musterbauordnung und Angabe der Brandschutzanforderungen. Dabei bedeutet:
 FH feuerhemmend
 HFH hochfeuerhemmend
 FB feuerbeständig
 Quelle: (MBO 2002)
- 4.2 Vier mögliche Verfahren (a - d) zur bauaufsichtlichen Genehmigung von Abweichungen, wie sie typischerweise bei der Erstellung von Brandschutznachweisen von Gebäuden in Holzbauweise regelmäßig notwendig werden.
 Quelle: (Merk et. al 2014, S. 14).
- 4.3 Auflistung typischer Abweichungen für mehrgeschossige Holzbauten.
 Quelle: (Merk et. al 2014, S. 18).

- a** Bei materiellen Abweichung von der Landesbauordnung oder von der Sonderbauverordnung ist die Zustimmung der unteren Bauaufsichtsbehörde, z.B. im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes einzuholen. Alternativ kann dies auch durch einen Prüfsachverständigen für den vorbeugenden Brandschutz erfolgen.
- b** Liegt eine Abweichungen von eingeführten technischen Baubestimmungen (ETB) vor, muss eine Abstimmung mit der unteren Bauaufsichtsbehörde oder den Prüfsachverständigen erfolgen. Dies erfolgt durch den Nachweis der Gleichwertigkeit der vorgeschlagenen Lösung bezogen auf die bauordnungsrechtlichen Anforderungen und die dort festgelegten Schutzziele. Ausschlaggebend ist hier der aktuelle Stand der Technik und der Wissenschaft.

Zudem sind Abweichungen von Verwendbarkeitsnachweisen für Bauprodukte und Bauarten möglich, wie sie in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen oder Prüfzeugnissen (abZ bzw. abP) vorliegen.

Das zu wählende Verfahren hängt davon ab, ob diese als wesentliche oder unwesentliche Abweichung eingestuft werden müssen:

- c** Bei einer wesentlichen Abweichung von einer abZ oder einem abP, ist der Weg einer Zulassung im Einzelfall einzuschlagen. Dieses Verfahren kann auch auf experimentelle Bauprodukte oder -arten angewendet werden, zu denen kein abZ oder abP vorliegt. Es wird auf Antrag bei der obersten Bauaufsicht durchgeführt.
- d** Bei einer nicht wesentlichen Abweichung liegt die Verantwortung für den Nachweis der Verwendbarkeit beim Hersteller oder Anwender. Dieser wird üblicherweise durch Gutachten von bauaufsichtlich anerkannten Prüf-, Überwachungs- oder Zertifizierungsstellen erbracht. Die Schwierigkeit liegt in vielen Fällen darin, die Abgrenzung zwischen „wesentlich“ und „unwesentlich“ zu treffen.

In der Tabelle der Abbildung 4.3 sind einige Beispiele von denkbaren Abweichungen und deren Zuordnung in die vier beschriebenen Fälle (a - d) aufgeführt.

Individuelles Brandschutzkonzept

Aufgrund der fehlenden Expertise von Architekten, Planern und auch Brandschutz-Sachverständigen im Holzbau sollte bis auf die besonders einfach lösbaren Fälle ein individuelles Brandschutzgutachten erstellt werden. Dort werden bezogen auf den konkreten Entwurf und die gewählte Baukonstruktion mit den relevanten Ausführungsdetails alle brandschutztechnischen Festlegungen getroffen und baurechtlich abgestimmt. Im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes ist es möglich, die Anforderungen an den baulichen Brandschutz durch geeignete Kompensationsmaßnahmen zu reduzieren. Die Abweichungen betreffen beispielsweise folgende Aspekte:

- Baustoffklasse der verwendeten Dämmmaterialien
- Feuerwiderstand der tragenden, aussteifenden und raumabschließenden Bauteile
- Kapselklasse der brandschutztechnischen Bekleidungen
- Abschottung von Öffnungen für die Durchführung haustechnischer Leitungen oder Einbauten

Als Kompensationsmöglichkeiten kommen Maßnahmen in Betracht, die bei dem betreffenden Projekt baurechtlich nicht explizit gefordert sind, aber geeignet sind, das Schutzziel auf anderem Wege zu erreichen, z.B. anlagentechnische Komponenten wie Brandmelde- oder Sprinkleranlagen. Weil diese aber i.d.R. aufwändig in Erstellung, Betrieb und Wartung sind, ist es sinnvoll bestimmte Maßnahmen des baulichen und abwehrenden Brandschutzes, die ohnehin gefordert sind, kompensatorisch einzusetzen. Hier kommt es darauf an, dass sie über das erforderliche Maß hinausreichen, um Defizite an anderen Stellen auszugleichen. Denkbare Ansätze liegen beispielsweise:

- im Rettungskonzept (horizontale und vertikale Rettungswege)
- in der Bauart der Brandwände sowie der notwendigen Treppen und Treppenräume
- der Ausführung der Bauteilanschlüsse
- der Anordnung der Flächen für die Feuerwehr
- der Löschwasserversorgung und zusätzlicher feuerwehrtechnischer Maßnahmen, Vorrichtungen oder Abstimmungen

Im Regelfall können dadurch der bauliche Aufwand und damit die Kosten für den Brandschutz deutlich reduziert werden. Entscheidend ist, dass in allen Planungs- und Ausführungsphasen dieses Konzept prinzipientreu umgesetzt wird. Vor allem bei komplexen oder umfangreichen Vorhaben hat sich hierfür die Einschaltung einer Fachbauleitung für Brandschutz bewährt.

Musterbauordnung 2002

Die wesentlichen Planungsgrundsätze für den Brandschutz von Fassaden finden sich in § 28 der MBO 2002 (bzw. gleichlautend Art. 26 BayBO), der die Ausführung von Außenwänden behandelt:

- (1) Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.
- (2) ¹Nichttragende Außenwände und nichttragende Bauteile tragender Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; sie sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind. ²Satz 1 gilt nicht für Türen und Fenster, Fugendichtungen und brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktionen.
- (3) ¹Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein; Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 erfüllt sind. ²Balkonverkleidungen, die über die erforderliche Umwehrungshöhe hinaus hochgeführt werden und mehr als zwei Geschosse überbrückende Solaranlagen an Außenwänden müssen schwer entflammbar sein. ³Baustoffe, die schwerentflammbar sein müssen, in Bauteilen nach Satz 1 Halbsatz 1 und Satz 2 dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.
- (4) ¹Bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- oder Luft-räumen wie hinterlüfteten Außenwandbekleidungen sind gegen Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen. ²Satz 1 gilt für Doppelfassaden entsprechend.

- (5) Absätze 2, 3 und 4 Satz 1 gelten nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3; Absatz 4 Satz 2 gilt nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 und 2.

Generell ist anzumerken, dass für jedes Bauteil zu Beginn der Werk- und Detailplanung ein konkretes Prüfzeugnis oder ein normengerechter Aufbau (z.B. gem. DIN 4102-4) ausgewählt werden muss. Die dort getroffenen Ausführungsregeln sind genau zu beachten und in die Planung einzuarbeiten. Bei Abweichungen von diesen Vorgaben sind ggf. Gutachten von Prüfstellen (nicht wesentliche Abweichung), oder eine Zustimmung im Einzelfall (wesentliche Abweichung) einzuholen.

Anwendung von Holzbauweisen in den Gebäudeklassen 1 - 3

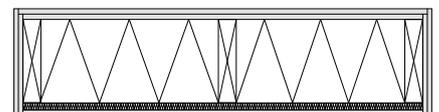
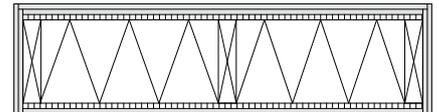
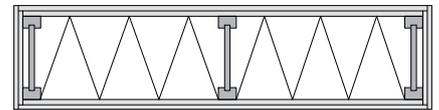
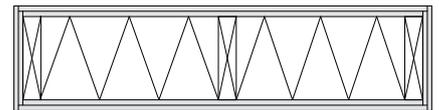
Feuerhemmende Konstruktionen können entweder nach DIN 4102 - 4 bemessen werden oder es werden Fassadenkonstruktionen mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassungen (abZ) oder Prüfzeugnisse (abP) herangezogen.

Anwendung von Holzbauweisen in Gebäudeklasse 4 (M-HFH HolzR)

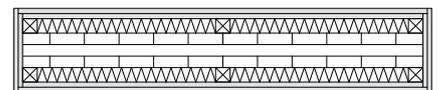
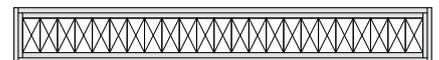
Die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR) ist 2004 erschienen. Sie gilt für Gebäude, deren tragende, aussteifende oder raumabschließende Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen bestehen, die nach bauaufsichtlichen Vorschriften

- hochfeuerhemmend sein müssen,
- allseitig eine brandschutztechnische Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen benötigen und
- deren Dämmstoffe nur aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen dürfen.

Sie gilt für Bauweisen, die einen gewissen Grad an Vorfertigung haben wie z.B. Holztafel-, Holzrahmen und Fachwerkbauweise. Sie gilt jedoch nicht für Holz-Massivbauweisen wie Brettstapel- und Blockbauweisen, ausgenommen den Einsatz von Brettstapeldecken. In der Richtlinie werden die Anforderungen im Hinblick auf die zu verwendenden Baustoffe, Brandschutzbekleidungen und deren konstruktiven Ausarbeitung festgelegt. Ferner sind Konstruktionsvorschläge zu Fugen, Bauteilanschlüssen, Öffnungen und Installationsführung aufgenommen,



4.4



4.5

4.4 Vier Standard-Wandaufbauten nach M-HFH HolzR, dies ich hinsichtlich der Ausbildung der Rahmenwerke, Beplankungen und Dämmlagen voneinander unterscheiden. Quelle: (Merk et al 2014, S. 44).

4.5 Drei Beispiele für Wandkonstruktionen aus Massivholz (z.B. aus Brettstapelholz). Die gezeigten Wandaufbauten entsprechen nicht der M-HFH HolzR, da die Richtlinie nicht für Wände aus Massivholz gültig ist. Quelle: (Merk et al 2014, S. 30).

die auch in Detailzeichnungen dargestellt sind. Die Konstruktionsgrundsätze lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wände sind mit umlaufenden Rahmenhölzern und hohlraumfüllender Dämmung auszuführen.
- Die Brandschutzbekleidung muss durchgängig sein und auch alle Öffnungslaibungen mit umfassen. Sie ist aus mindestens zwei Lagen nicht brennbarer Plattenwerkstoffe zu bilden (z.B. Gipskarton-Feuerschutz- bzw. Gipsfaserplatten). Deren Gesamtstärke beträgt üblicherweise $2 \times 18 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$. Die Brandschutzbekleidung muss als $K_2,60$ nach DIN EN 13501-2 klassifiziert sein.
- Fugen innerhalb der Bauteilfläche und bei allen Richtungswechseln und Anschlüssen sind mit Versatz oder Nut- und Federverbindungen auszubilden.
- Es sind nichtbrennbare Dämmstoffe mit einem Schmelzpunkt $> 1000 \text{ °C}$ einzubauen.
- Die Führung von Installationen in den hochfeuerhemmenden Bauteilen wird stark eingeschränkt. Daher sind häufig Installationsebenen oder Vorsatzschalen bzw. separate Leitungskanäle notwendig, die nicht in die Brandschutzbekleidung eingreifen dürfen. Das gilt auch für Elektroinstallationen.

Durch die in der Richtlinie getroffenen Festlegungen sollen

- ein Brennen der tragenden und aussteifenden Holzkonstruktionen,
- die Einleitung von Feuer und Rauch in die Wand- und Deckenbauteile über Fugen, Installationen oder Einbauten sowie eine Brandausbreitung innerhalb dieser Bauteile und
- die Übertragung von Feuer und Rauch über Anschlussfugen von raumabschließenden Bauteilen in angrenzende Nutzungseinheiten oder Räume verhindert werden.

Diese Ziele sind von besonderer Bedeutung, speziell dann, wenn andere als die dort vorgeschlagenen Lösungsansätze realisiert, und ihre Erfüllung in gleichwertiger Art und Weise erfolgen soll.

In einer Forschungsarbeit an der TU München (Merk et al. 2014) wurde ein Konstruktionsatlas für hochfeuerhemmende Konstruktionen ausgearbeitet. Es sind

sowohl Knotenpunkte im Holzrahmen- als auch im Holzmassivbau dargestellt. Neben der Erfüllung der Brandschutzanforderungen für Gebäudeklasse 4 sind auch die Aspekte des Schallschutzes, des Holzschutzes und des Wärmeschutzes (gewählt: Passivhausniveau) eingearbeitet. Sämtliche Außenwände sind ohne Installationsebenen dargestellt.

Der besondere Wert der Untersuchung besteht in der Durchführung von Brandversuchen zur Klärung offener Fragen und möglicher Vereinfachungen gegenüber den Regelungen der M-HFHolzR. Die Ergebnisse dieser Experimente sind in die Konstruktionsvorschläge eingearbeitet worden (Merk et al. 2004, S. 199 ff). Von besonderer Bedeutung sind die folgenden dabei gewonnenen neuen Erkenntnisse für Holzfassaden in GK 4:

- Praxisnahe Fugenausbildungen mit vereinfachtem Versatz bei allen Eckanschlüssen (z.B. Fensterlaibungen, Stützenbekleidung). Ferner sind beim Anschluss Wand-Decke stumpf ausgebildete Fugen, die mit Mineralwolle oder Brandschutzschaum geschlossen sind, möglich.
- Die Brandschutzbekleidung im Bereich der Fenster und Türen ist auch nur einlagig (18 mm) ausreichend.
- Haustechnische Installationen können in geringem Umfang direkt in die Hauptkonstruktionen eingebaut werden. Jedoch wird empfohlen, dies nur in den unvermeidbaren Fällen zu tun. Für derartige Installationen wurden klare Planungs- und Ausführungskriterien für Holzrahmen- und Massivholzelemente entwickelt.

Darüber hinaus wird diskutiert, die Kapseldauer für Bauteile in Gebäudeklasse 4 von 60 auf 45 Minuten ($K_2,45$) zu reduzieren. Bei Gebäuden mit nur 4 Geschossen wäre sogar eine Reduzierung auf 30 Minuten ($K_2,30$) denkbar (vgl. Merk et al. 2014, S. 30).

Anwendung von Holzbauweisen in Gebäudeklasse 5 und Sonderbauten

Zunehmend werden Gebäude in Holzbauweisen geplant und errichtet, die der Gebäudeklasse 5 angehören oder als Sonderbau eingestuft sind. Formal ist hier der Einsatz brennbarer Baustoffe ausgeschlossen. Von daher können

derartige Projekte nicht auf der Grundlage der vorhandenen Regelwerke konzipiert werden. In diesen Fällen ist immer zusätzlich ein individuelles Brandschutzkonzept erforderlich, in dem der Nachweis geführt wird, wie die grundlegenden Schutzziele (s.o.) in dem jeweiligen Einzelfall erfüllt werden können.

Der Sonderfall der nicht-tragenden Fassade

Für nicht-tragende Fassaden gelten gegenüber tragenden Fassaden geringere Brandschutzanforderungen. Es reicht dann auch in Gebäudeklasse 4 und 5 aus, dass diese feuerhemmend ausgeführt werden. Diese Forderung gilt, sofern es sich um ein raumabschließendes Bauteil handelt, für eine Brandbelastung von innen oder von außen. Bei kurzen oder pfeilerartigen Wandstücken sind höhere Anforderungen zu erfüllen, weil hier ein mehrseitiger Brandangriff vorliegt.

Weitere Regelungen für hinterlüftete oder belüftete Außenbekleidungen

Hierbei geht es insbesondere darum, eine Brandausbreitung und -weiterleitung in der Hinter- oder Belüftungsebene und in die dahinter liegenden Hauptkonstruktion zu verhindern.

Dabei sind Unterkonstruktionen (z.B. Grund- und Traglattung) aus Holz und brennbare Schutzlagen, z.B. Fassadenschutzbahnen zulässig, jedoch unter der Einschränkung, dass durch geeignete Maßnahmen das o.g. übergeordnete Schutzziel erreicht wird. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von geschossweise angeordneten Brandsperren. Diese sind abhängig von der Unterkonstruktion, der Verlegerichtung und der Fügungsart der Bekleidung mit unterschiedlicher Ausladung vor die Bekleidung auszuführen. Es sind unterschiedliche Bauweisen für die Brandsperren möglich. Diese werden im nächsten Abschnitt unter Punkt 5.2 näher behandelt.

Eine Fassadenbekleidung aus Holz stellt jedoch definitiv eine materielle Abweichung vom Baurecht dar. Diese muss im Brandschutznachweis unter Angabe von geeigneten Kompensationsmaßnahmen beantragt und begründet werden. Lösungsansätze hierfür werden ebenfalls im nächsten Abschnitt behandelt.

Installationen und Leitungsanlagen

Besondere Aufmerksamkeit ist der Führung von Leitungen und der Installation von haustechnischen Anlagen in Bauteilen mit Brandschutzanforderungen zu widmen. Hier ist immer eine frühzeitige Abstimmung mit den entsprechenden Fachplanern notwendig.

Als Regellösung im Holzbau hat sich die Ausbildung von Installationsebenen bzw. eigenständigen Vorwänden, Schächten und Kanälen etabliert. Diese werden so vor der Hauptkonstruktion angeordnet, dass in die durchgängige Brandschutzbeplankung nicht eingegriffen wird und diese gleichzeitig geschützt wird. Die Tiefe der Installationsebene ist von den darin geführten Leitungen und Einbauten abhängig (z.B. gedämmte Heizungsverteilung, Steckdosen und sonstige Einbauten).

In begrenztem Ausmaß ist es möglich, in Bauteile mit Brandschutzanforderungen einzelne Leitungen, Steckdosen, Schalter oder Verteiler einzubauen. Hierzu finden sich Regelungen in (M-HFHolzR 2004, S. 7) und darüber hinausgehende Vorschläge in (Merk et al. 2014, S. 130 ff.) Zusätzlich werden in der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR 2000) wichtige Ausführungshinweise gegeben, die ebenfalls zu beachten sind. In vielen Prüfzeugnissen und Zulassungen finden sich entsprechende Angaben, die bei der Planung und dem Einbau der entsprechenden Bauprodukte oder Bauarten unbedingt zu beachten sind. Wichtig ist ferner zu beachten, dass bei Fassaden derartige Einbauten und Leitungsführungen immer auch eine Unterbrechung der Luftdicht- und im Falle von Durchführungen auch der Winddicht- und Schlagregenschutzebene darstellen, die mit geeigneten Komponenten abzudichten sind.

Die Integration von haustechnischen Komponenten (z.B. Schalldämmlüfter) und Leitungen ist eine komplexe und in seinen Koordinationserfordernissen aufwändige Planungsaufgabe. Sehr häufig sind hier Abweichungen notwendig, die dann die entsprechenden baurechtlichen Verfahren erforderlich machen. Sie lassen sich am besten innerhalb eines individuellen Brandschutzkonzeptes behandeln und abstimmen.

4.2 Holz- und Feuchteschutz

Holz- und Feuchteschutz sind Voraussetzung für funktionsfähige Konstruktionen in Holzbauweise. Folgende Grundsätze sowie Konstruktions- und Planungsprinzipien sind hierbei zusammenzuführen:

- Einbau von trockenem Holz
- Auswahl geeigneter Holzarten mit ausreichender Dauerhaftigkeit
- Konstruktiver und baulicher Holzschutz
- Diffusionsoffene Bauweise
- Luft- und winddichtes Konstruieren
- Strikte Vermeidung sog. „Dicht-Dicht-Konstruktionen“
- Chemischer Holzschutz nur im Ausnahmefall, dann aber normengerecht
- Feuchtemanagement von der Fertigung in der Werkhalle, über Transport, Montage und die gesamte Bauzeit bis zur Aufnahme der Nutzung, um einen unzulässigen Feuchteeintrag zu vermeiden
- Falls dennoch kritische Aufweichungen entstanden sind: Durchführung von Maßnahmen zur Einhaltung der vorgeschriebenen Holzfeuchten und ggf. Austausch von geschädigten bzw. nicht sanierbaren Bauteilen

Gebrauchsklassen

In der DIN 68800-1 werden sechs Gebrauchsklassen (GK 0 - 5) unterschieden, die die unterschiedlichen Einbausituationen von Holz beschreiben (siehe Tabelle, Abbildung 4.8). Für Holzwerkstoffe gilt eine eigene Zuordnung, die sich u.a. an den Nutzungsklassen nach DIN EN 1995-1-1 und den Holzwerkstoffklassen nach DIN EN 13986 orientiert.

Für die Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse sind die Holzfeuchte im Gebrauchszustand und die allgemeinen Gebrauchsbedingungen ausschlaggebend. Alle Bauteile aus Holz oder aus Holzwerkstoffen sind einer Gebrauchsklasse zuzuordnen. Dies ist zu dokumentieren. Bei der Planung von Umbauten oder Sanierungen sind die vorhandenen, weiter verwendeten Hölzer und Holzwerkstoffe ebenfalls einer Gebrauchsklasse zuzuordnen. Ist ein Bauteil gleichzeitig mehreren Gebrauchsklassen zuzuordnen, so ist für die gewählten Schutzmaßnahmen jeweils die höchste der in Betracht kommenden Gebrauchsklasse anzusetzen, es sei denn dass Planung und Ausführung eine

Nutzungsklasse nach EN 1995-1-1	Wahrscheinliche Gebrauchsklasse nach DIN 68800-1
Nutzungsklasse 1	Gebrauchsklasse 0, ausnahmsweise Gebrauchsklasse 1
Nutzungsklasse 2	Gebrauchsklasse 0 oder Gebrauchsklasse 1 Gebrauchsklasse 2, sofern das Bauteil gelegentlich Befeuchtung, z.B. durch Kondensation, ausgesetzt sein kann
Nutzungsklasse 3	Gebrauchsklasse 2, Gebrauchsklasse 3 und höher, sofern es sich um Außenbauteile handelt

4.6

Bauteil / Beanspruchung	GK	S = normales Schutzniveau S+ = besonderes Schutzniveau	Mindest-Dauerhaftigkeit bei Gebrauchsdauer von Jahren: bis 10 / bis 30 / > 30
Wohnraum / Innenbauteile	0 / 1		- / 5 / 5
Holzfenster mit vollständig unterlüfteter Abdeckung	2	S und S+	- / 5 / 5
Holzfenster	3.1	S S+	- / 5 / 4 - / 4 / 3-4
Holzfenster, stark beansprucht	3.1 / 3.2*	S S+	- / 3-4 / 3-4 - / 3-4 / 3-4
Holzfassade	3.1 / 3.2*	S S+	- / 4 / 4 - / 3-4 / 3-4
Holzfassade, stark beansprucht	3.1 / 3.2*	S S+	- / 3-4 / 3-4 - / 3-4 / 3-4
Außenholzprodukte mit Erdkontakt mäßig beansprucht	4	S S+	2 / 1-2 / - 1-2 / 1 / -
Außenholzprodukte mit Erdkontakt stark beansprucht	4	S S+	1-2 / 1 / - 1 / 1 / -

4.7

unterschiedliche Behandlung der Bereiche zulässt. Beispielsweise kann eine Außenbekleidung aus Holz unter einem ausreichend dimensionierten Dachüberstand der Gebrauchsklasse 1 angehören. Außerhalb davon (z.B. Sockelbereich Westseite, starke Schlagregenbelastung oder zu erwartende Schneeverwehungen im Winter) kann dieselbe Holzbekleidung der Gebrauchsklasse 3.1 oder sogar 3.2 angehören. Andererseits kann ein bewittertes Bauteil der Gebrauchsklasse 3.1 oder 3.2 in GK 2 oder GK 1 zurückgestuft werden, sofern eine hinterlüftete Schale vorgehängt wird.

Dauerhaftigkeitsklassen

Die natürliche Dauerhaftigkeit von Holz ist eine mehr oder weniger ausgeprägte Eigenschaft einer Holzart ohne zusätzliche Maßnahmen einem Befall von Holzschädlingen zu widerstehen. Sie wird vor

4.6 Nutzungsklassen nach EN 1995 - 1 - 1 und deren wahrscheinlichste Zuordnung zu den Gebrauchsklassen gemäß 68800 - 1. Quelle: (K-DIN 68800), S. 6.

4.7 Beispiele zur Auswahl natürlich dauerhafter Holzarten bei nicht tragenden Bauteilen im Hinblick auf einen möglichen Pilzbefall. Zunächst erfolgt die Zuordnung des Bauteils zu einer Anwendungsgruppe. Im nächsten Schritt erfolgt daraus die Zuordnung der Gebrauchsklasse nach DIN 68800 - 1. Eine weitere Differenzierung erfolgt im Hinblick auf das sog. Schutzniveau. Hierbei werden Bauteile dann in das besondere Schutzniveau S+ eingeordnet, wenn für diese eine Reparatur oder ein Austausch besonders schwierig sind oder anderweitig ein besonderer Schutzanspruch besteht. Alle anderen Bauteile entsprechen dem normalen Schutzniveau S. Schließlich erfolgt die Angabe der empfohlenen Mindest-Dauerhaftigkeit des Holzes in Abhängigkeit von der erwarteten Gebrauchsdauer. Dabei werden drei Klassen unterschieden (bis 10 Jahre / bis 30 Jahre / über 30 Jahre). Quelle und weitere Erläuterungen: (K-DIN 68800), S. 72 f.

Gebrauchsklassen gemäß DIN 68800 - 1			
GK	Holzfeuchte / Exposition	Allgemeine Gebrauchsbedingungen	Beispiele
0	trocken (ständig < 20%) mittlere relative Luftfeuchte < 85%	Holz oder Holzwerkstoff unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt. Gefahr durch Insektenbefall kann ausgeschlossen werden.	- sichtbar bleibende Hölzer in Wohngebäuden - allseitig insektendicht abgedeckte Holzbauteile
1	trocken (ständig < 20%) mittlere relative Luftfeuchte < 85%	Holz oder Holzwerkstoff unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt.	- nicht insektendicht abgedeckte Balken - Sparren und Pfetten in unbeheizten Dachstühlen
2	gelegentlich feucht (> 20%), mittlere relative Feuchte < 85 %, zeitweise Befeuchtung durch Kondensation	Holz oder Holzwerkstoff unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, eine hohe Umgebungsfeuchte kann zu gelegentlicher aber nicht dauernder Befeuchtung führen.	- unzureichend wärmedämmte Balkenköpfe (Bestand) - Tragwerk überdachter Brücken - gefährdete Schwellen (z.B. Carport, Müllhaus)
3.1	gelegentlich feucht (> 20%), Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten	Holz oder Holzwerkstoff nicht unter Dach, mit Bewitterung, jedoch ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt. Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund rascher Rücktrocknung nicht zu erwarten.	- Fassadenbekleidungen aus Holz - bewitterte Stützen mit ausreichend Bodenabstand - Zaunlatten
3.2	gelegentlich feucht (> 20%), Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist zu erwarten	Holz oder Holzwerkstoff nicht unter Dach, mit Bewitterung, jedoch ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt. Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist trotz rascher Rücktrocknung zeitweise zu erwarten.	- bewitterte horizontale Balkonkonstruktion - bewitterte horizontale Handläufe
4	vorwiegend bis ständig feucht (> 20%)	Holz oder Holzwerkstoff in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und somit bei mäßiger bis starker Beanspruchung vorwiegend bis ständig einer Befeuchtung ausgesetzt.	- Palisaden - Hölzer für Uferbefestigungen - Stege (Süßwasser)
5	ständig feucht (> 20 %)	Holz oder Holzwerkstoff ständig Meerwasser ausgesetzt.	- Kai- und Steganlagen (Meerwasser)

4.8

Dauerhaftigkeitsklassen gemäß DIN EN 350 - 2		
Holzart	Dauerhaftigkeit (Farbkernholz)	Kommentar
Fichte (Picea abies)	4	Reagiert träge auf Befeuchtung, häufigstes Holz für BSH unbehandelt einsetzbar in GK 0
Tanne (Abies alba)	4	Reagiert träge auf Befeuchtung, unbehandelt einsetzbar in GK 0; kesseldruckimprägniert auch für GK 3 und GK 4 einsetzbar
Kiefer (Pinus sylvestris)	3 - 4	Harzhaltig, typisches Fensterholz sofern beschichtet unbehandelt einsetzbar in GK 0, 1 und 2; Splint gut imprägnierbar und dann für GK 3 und GK 4
Lärche (Larix decidua)	3 - 4	Harzhaltig, typische Holzart für naturbelassene Fassadenbekleidungen, unbehandelt in GK 0, 1, 2 und 3.1 einsetzbar; bei hohem Splintholzanteil kesseldruckimprägniert auch in GK 4 einsetzbar
Douglasie (Pseudotsuga menziesii)	3 - 4	Aus Nordamerika; kultiviert auch aus Europa, dann jedoch mit geringerer Dauerhaftigkeit; unbehandelt einsetzbar in GK 0, 1, 2 und 3.1; kesseldruckimprägniert auch für GK 4 geeignet
Eiche (Quercus robur und Quercus petraea)	2	Färbt sich schwarzbraun, Inhaltsstoffe wirken korrosiv auf Metalle und können Fassaden verschmutzen; jedoch gut geeignet für Holzanwendungen in Süßwasser; unbehandelt einsetzbar in GK 0, 1, 2, 3.1 und 3.2
Robinie (Robinia pseudoacacia)	1 - 2	In größeren Abmessungen nur beschränkt verfügbar (Notwendigkeit keilverzinkter Ware), Inhaltsstoffe wirken korrosiv auf Metalle und können Fassaden verschmutzen; unbehandelt einsetzbar in GK 0, 1, 2, 3.1 und 3.2

4.8 Gebrauchsklassen (GK) gemäß DIN 68800 - 1 mit Angabe der Exposition und Holzfeuchte sowie Kurzbeschreibung zu den allgemeinen Gebrauchsbedingungen. Zusätzlich sind zur Verdeutlichung charakteristische Beispiele angeführt. Quelle: (K- DIN 68800, S. 64 f.).

4.9 Angabe zu der natürlichen Dauerhaftigkeit verschiedener Holzarten gegen Pilzbefall im Erdkontakt. Zusätzlich sind weitere Angaben zur Eignung der unbehandelten Holzarten in den zuvor definierten Gebrauchsklassen und zur Eignung für Imprägnierungen mit Holzschutzmitteln aufgeführt. Die Dauerhaftigkeitsklassen gemäß DIN EN 350 - 2 sind folgendermaßen definiert:

- 1 sehr dauerhaft
- 2 dauerhaft
- 3 mäßig dauerhaft
- 4 wenig dauerhaft
- 5 nicht dauerhaft

Quellen: (K-DIN 68800, S. 42 f.) und (Gabriel 2014, S. 17).

4.9

allein durch die Holzinhaltstoffe und die Umgebungsbedingungen beeinflusst und kann je nach Schädlingen (Insekten, Pilze, Holzschädlinge in Süß- bzw. Meerwasser) unterschiedlich ausfallen. In DIN EN 350-2 werden fünf Dauerhaftigkeitsklassen unterschieden. Klasse 1 bezeichnet sehr dauerhafte Hölzer, während in Klasse 5 nicht dauerhafte Hölzer eingeordnet sind. Splintholz ist stets der Dauerhaftigkeitsklasse 5 zuzuordnen. In Tabelle 4.9 ist die Dauerhaftigkeit bestimmter Holzarten gegen Pilzbefall im Erdreich zusammengestellt. Für andere Anwendungsbereiche ist die Einstufung jeweils separat vorzunehmen (siehe Tabelle 4.7). Dabei spielt zusätzlich die Einstufung in ein Schutzniveau (S = normal, S+ = besonders) eine Rolle.

Maßnahmen zum Schutz des Holzes gegen Organismen

Holz und daraus hergestellte Holzwerkstoffe können von Organismen abgebaut oder verändert und damit in ihrer Qualität und Gebrauchstauglichkeit verändert werden. Dies kann nur erfolgen, wenn für die betreffenden Organismen geeignete Lebensbedingungen vorliegen. Für den Schutz des Holzes gegen Organismen stehen eine Reihe von praxiserprobten Maßnahmen zur Verfügung. Sollten andere Maßnahmen, als in der DIN 68800 aufgeführt zum Einsatz kommen, ist deren Gleichwertigkeit hinsichtlich des Holzschutzes nachzuweisen. Dies gilt auch für die in DIN 68800-1 in Anhang A aufgeführte thermische (TMT) und chemische (CMT) Modifizierung von Holz.

- Priorität haben alle planerischen, konstruktiven, bauphysikalischen und organisatorischen Maßnahmen zum Holzschutz, wie sie in DIN 68800-2 beschrieben sind.
- Nur wo die baulichen Maßnahmen nicht ausreichen, kann und soll ein chemischer Holzschutz gemäß den Vorgaben der DIN 68800-4 zum Einsatz kommen.
- Die Verwendung von vorbeugend geschützten Holz- und Holzwerkstoffprodukten ist in DIN 68800-3 geregelt.
- Physikalische Maßnahmen durch Anwendung hoher Temperaturen zur Abtötung von Holzschädlingen gem. DIN 68800-4 sind ebenfalls eine mögliche Maßnahme.
- Beschichtungen können einen zusätzlichen Beitrag zum Schutz des

Holzes leisten. Allerdings setzt dies eine fachgerechte Ausführung und anschließende regelmäßige Inspektion, Wartung und Instandsetzung voraus. Die Beschichtungsmittel müssen die Anforderungen gemäß DIN EN 927-2 erfüllen.

Schutzsysteme für tragende Bauteile bedürfen eines bauaufsichtlichen Verwendungsnachweises. Hierzu zählt z.B. der Einsatz von technisch getrocknetem Holz. Für Bauteile aus Brettschicht- oder Brettsperrholz ist in den Gebrauchsklassen 1 und 2 erfahrungsgemäß die Gefahr eines Bauschadens durch Holz zerstörende Pilze nicht zu erwarten. Bei anderen mit Temperaturen von ≥ 55 °C technisch getrockneten Hölzern wird diese Gefahr als unbedeutend eingeschätzt.

Einbaufeuchte

Die wichtigsten Regeln für den Einbau von trockenem Holz gemäß den späteren Gebrauchszustand sind in der DIN 68800-2 wie folgt zusammengefasst:

- In den Gebrauchsklassen GK 0 bis GK 3.1 darf die Einbaufeuchte der Hölzer nicht höher als 20% betragen. Dies wird i.d.R. durch die Verwendung von technisch getrocknetem Konstruktionsholz gewährleistet.
- Zur Vermeidung von unzuträglichem Quellen und Schwinden sind Holz und Holzwerkstoffe möglichst mit dem Feuchtegehalt einzubauen, der sich während der Nutzung einstellt (siehe Tabelle, Abbildung 4.6).
- Andere Bau- und Dämmstoffe innerhalb der Bauteilquerschnitte sind so einzubauen, dass sie nicht zu einer unzuträglichen Feuchteerhöhung der angrenzenden Hölzer oder Holzwerkstoffe führen.
- Während der Bauphase sind Holzwerkstoffe vor Niederschlägen zu schützen. Ausgenommen sind solche Platten, die überlappend oder verfalzt als nicht tragende Bekleidung eingesetzt werden und dafür einen entsprechenden Eignungsnachweis besitzen.
- Eine unzuträgliche Feuchteerhöhung bzw. Aufweuchtung während der Bauphase ist zu verhindern (siehe unten).

Feuchte im Gebrauchszustand

Niederschläge sind von Holz und den Anschlussbereichen von Holzkonstruktio-

Nutzungsklassen gemäß DIN EN 1995-1-1 und Zuordnung zu Feuchtebeständigkeitsbereiche nach DIN EN 13986	
Nutzungsklasse 1	Trockenbereich
Nutzungsklasse 2	Feuchtbereich
Nutzungsklasse 3	Außenbereich

4.10

Einbaufeuchte abhängig von Nutzungsklasse	
Nutzungsklasse 1	5 - 15 % (max. 15%)
Nutzungsklasse 2	10 - 20 % (max. 18 %)
Nutzungsklasse 3	12 - 24 % (max 21 %)
Die Werte bei Holzwerkstoffen, außer mit Phenolharz gebundenen, liegen um etwa 3 % niedriger (siehe o.g. Werte in Klammern).	

4.11

4.10 Nutzungsklassen gemäß DIN EN 1995-1-1 und Zuordnung zu Feuchtebeständigkeitsbereiche nach DIN EN 13986.

4.11 Zulässige Einbaufeuchte in Abhängigkeit von der Nutzungsklasse gem. DIN EN 1995-1-1. Quelle: (K-68800, S. 92 und S. 143).

onen durch einen dauerhaft wirksamen Wetterschutz fernzuhalten. Frei bewitterte Holzbauteile und Holzwerkstoffe sind mit einem dauerhaft wirksamen Witterungsschutz zu versehen. Für Wände sind diese Bedingungen gemäß DIN 68800-2 für folgende Konstruktionsansätze gegeben (vgl. K-68800, S. 95 ff.):

- Hinter- und belüftete Außenwandbekleidungen
- Wärmedämmverbundsysteme mit innenliegender Dampfbremse
- Mauerwerks-Vorsatzschalen mit ausreichend starker Luftschicht

Diffusionsoffene Bauweise

Für diffusionsoffene Konstruktionen existiert eine hohe Sicherheit gegen Feuchteanreicherung durch Wasserdiffusion von innen. Als Faustformel galt bislang, dass der s_D -Wert innen fünfmal so hoch wie der äußere s_D -Wert sein soll. Diese Angabe ist jedoch ergänzungsbedürftig. In Tabelle 1 der DIN 68800-2, sind drei Fälle unterschieden (siehe Tabelle 4.12). Hierzu ist in der Fachwelt Kritik geäußert worden (vgl. Borsch-Laaks 2013):

- Der erste Fall beschreibt besonders diffusionsoffene Konstruktionen. Diese sollen eine höhere Toleranz gegen hohe Einbaufeuchten der Konstruktionshölzer gewährleisten. Die innere Dampfbremse mit einem s_D -Wert von $\geq 1,0$ m führt jedoch zu einem vergleichsweise großen Diffusionsstrom während der Heizperiode von rund 800 g/m² in die Konstruktion, der an kritischen Stellen (z.B. Abdichtungen am Sockel, Blechanschlüsse) Probleme bereiten kann. Weil bei Anwendung der DIN 68800 kein feuchtes Holz mehr verbaut werden darf, erscheint diese Regel jedoch als verzichtbar.
- Der zweite Fall mit einem s_D -Wert auf der Innenseite von $\geq 2,0$ m hat sich in der Praxis bewährt, weil sich - auf einen Normwinter bezogen - auch bei hohen Dämmstärken der Diffusionseintrag auf unter 500 g/m² begrenzen lässt. Weil sich außenseitig mit s_D -Werten $\leq 0,3$ m wirklich diffusionsoffene Schichten befinden, ergeben sich große Trocknungsreserven und damit fehlertolerante Konstruktionen.
- Als kritisch erweist sich der dritte Fall, weil bei hohen außenseitigen s_D -Werten von größer als 2,5 m die Trocknungsreserve trotz der 6-fach

dichteren inneren Dampfbremse dann auf unter 250 g/m² absinkt.

- Die Regelung in der DIN 68800, Abschnitt 5.2.4 nach der in Wänden und Decken mit 100 g/m² eine viel geringere Trocknungsreserve als in Dächern mit 250 g/m² gefordert werden wird ebenfalls in Frage gestellt. Denn die bauphysikalisch bedingten Feuchteprozesse sind unabhängig von Bauteil und Bauweise gültig.

In Bezug auf diffusionsoffene Bauweisen sind die Angaben der DIN 68800-2 mit Ausnahme des mittleren Falls (s_D -Wert außen $\leq 0,3$ m und s_D -Wert innen $\geq 2,0$ m) daher mit Vorsicht zu genießen und stellen nicht mehr den Stand der Technik dar. Das gilt dann auch für bestimmte Konstruktionsvorschläge, wie sie in Bild A.21 und A.23 der DIN 68800-2, Anhang A dargestellt sind, sofern diese auf der kalten Seite relativ dampfdichte Schichten bzw. die gezeigte Abdichtung aufweisen.

Feuchtetechnische Nachweise

Hinsichtlich des Tauwasserschutzes sind in der DIN 68800 nachweisfreie Konstruktionen im Anhang A aufgeführt.

Für davon abweichende einfache Aufbauten kann das Glaser-Verfahren verwendet werden. Dieses kann jedoch nur dann zum Einsatz kommen, solange die Feuchteströme im Wesentlichen nur in einer Richtung (von innen nach außen) verlaufen.

In allen anderen Fällen sind Feuchtetechnische Simulationen gem. DIN EN 15026 einzusetzen. Die für den Nachweis erforderlichen Kennwerte sind den zugehörigen Baustoffnormen oder den bauaufsichtlichen Verwendungsnachweisen zu entnehmen. Andernfalls sind Herstellerangaben einzusetzen. In einer gerade abgeschlossenen Forschungsarbeit wurden für diese Simulationen speziell angepasste Klimamodelle in Form von hygrothermischen Referenzjahren entwickelt (Zirkelbach et al. 2016). Diese werden in Kürze veröffentlicht.

Einordnung in Gebrauchsklasse GK 0

Einen besonderen Stellenwert besitzt die Einordnung von Holz und Holzwerkstoffen in Gebrauchsklasse 0, weil dadurch übliches Bauholz oder Holzprodukte ohne technischen Holzschutz eingesetzt werden

s_D -Wert außen	s_D -Wert innen
$\leq 0,1$ m	$\geq 1,0$ m
$\leq 0,3$ m	$\geq 2,0$ m
$0,3 \text{ m} \leq s_D \leq 4,0 \text{ m}$	$6 \times s_D$ - Wert außen
Zusätzliche Dämmschichten auf der Raumseite bis 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes sind zulässig.	

4.12

4.12 Anforderung an die wasserdiffusionsäquivalente Luftschichtdicken von Holzkonstruktionen. Quelle: (K-DIN 68800, S. 106).

Hinweis: In der Fachwelt werden die Festlegungen in den grau hinterlegten Zeilen als problematisch angesehen (siehe Text). Sie entsprechen damit nicht mehr dem Stand der Technik (vgl. Borsch-Laaks 2013).

können. Dies ist jedoch an besondere bauliche Maßnahmen gebunden. Die im Anhang A der DIN 68800 aufgeführten Konstruktionen erfüllen die Anforderungen an die grundsätzlichen und die besonderen baulichen Maßnahmen, die zur Einstufung in die Gebrauchsklasse 0 führen. Das gilt ferner für Lattungen hinter Vorhangfassaden, Dach- und Konterlatten, Traufbohlen sowie Dachschalungen.

Im Regelfall gelingt es bei Holzfassaden, die Hauptkonstruktionshölzer innerhalb der Brandschutzbekleidungen der Gebrauchsklasse 0 zuzuordnen. Eine Ausnahme kann die Schwelle bilden, wenn sie als Montageschwelle vor dem Aufstellen der Wandelemente verlegt wird und/oder nur einen knappen Abstand zum Gelände von 5 - 15 cm und damit eine außenseitige Abdichtung aufweist.

Soll Holz als Fassadenbekleidung eingesetzt werden, ist dieses in Gebrauchsklasse 3.1 oder 3.2 einzuordnen. Dieser Fall wird im nächsten Abschnitt genauer behandelt.

Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln

Durch die Behandlung mit Holzschutzmitteln kann bei Holzarten, deren natürliche Dauerhaftigkeit für den Verwendungszweck nicht ausreichend ist, auch unter hoher Belastung eine langfristige Gebrauchsdauer hergestellt werden. Hierfür sind die Regelungen in DIN 68800-3 zu beachten und anzuwenden.

Feuchteschutz während der Bauzeit

Hier geht es um die Vermeidung unzuträglicher Feuchteanreicherung des Holzes und von Holzwerkstoffplatten bei Lagerung, Transport, Montage, Einbau solange die Schutzschichten nicht fertiggestellt sind. Maßnahmen zum Schutz sind z.B. Verwendung temporärer Anstriche, Ummantelung mit diffusionsoffenen Folien oder der Bau provisorischer Überdachungen (vgl. K-DIN 68800, S. 90 f.).

Es wird empfohlen, dass der Planer hierfür im Zuge der Planung der Baustelleneinrichtung und des Bauablaufplans ein Schutzkonzept entwickelt und mit den ausführenden Firmen abstimmt. Hierbei spielt nicht nur wetter- und witterungsbedingte Baufeuchte sondern auch der Feuchteein-

trag durch andere Gewerke (z.B. Estrich, Spachtelarbeiten, Anstriche) eine Rolle. Hierdurch kann es zur Überschreitung der zulässigen Feuchte in Konstruktionshölzern und nicht-tragenden Holzteilen aber auch zu Schimmel- und Pilzbildung an empfindlichen Oberflächen (z.B. an bestimmten Holzwerkstoffe und Trockenbauplatten) kommen. Hier kann ein sog. Feuchtemanagement, das z.B. auf eine elektronischen Überwachung gestützt ist, Abhilfe schaffen (vgl. Adriaans 2013).

Sollte im Bauablauf eine unzulässige Auffeuchtung stattfinden (z.B. durch Sturmeinfluss entfernte Abdeckung Schwelle, Eindringen von Wasser durch Notabdichtung) ist vor Verschließen bzw. Abdichten der Hölzer bzw. Holzprodukte durch Feuchtemessungen nachzuweisen, dass deren Einbaufeuchte sich wieder im zulässigen Bereich befindet.

4.3 Luft- und Winddichtigkeit

Luftdichte Bauweisen in der heutigen Form wurden aus guten Gründen zunächst im Holzbau entwickelt. In den skandinavischen Ländern wurden hierzu die entscheidenden Entwicklungsarbeiten gemacht. Dort hat man erkannt, dass Holzbauten mit Zentralheizungen erhebliche bauphysikalische Probleme aufweisen, wenn sie nicht luftdicht gebaut werden. Durch konvektiven Feuchteeintrag können erhebliche Wassermengen in die Holzkonstruktionen gelangen und diese zerstören. Das betrifft speziell alle Außenbauteile in der Überdruckzone der Gebäude, d.h. Dächer und Wände und Decken der oberen Geschosse. Problematisch sind vor allem lange Wege für die feuchte Innenluft, die durch Leckagen in die Konstruktion gelangen und dann auf der kalten Seite, z.B. an Dämmfehlstellen, kondensieren.

Andererseits weisen nicht luftdicht hergestellte Holzbauten erhebliche Behaglichkeitsprobleme durch Zugluft und die Bildung von fußkalten Erdgeschossen (Kaltluftseebildung) auf. Das betrifft jedoch eher Leckagen im unteren Teil der Gebäude, d.h. in der Unterdruckzone.

Das luftdichte Konstruieren ist heute viel einfacher auszuführen, als in der Vergangenheit, weil nun eine Vielzahl von Lösungsansätzen mit den entsprechenden Bauprodukten und Hilfsmitteln für nahezu

alle vorkommenden Anwendungsfälle zur Verfügung stehen. Entscheidend für den Erfolg ist die Aufstellung eines Luftdichtkonzeptes bei dem folgende Festlegungen zu treffen sind:

- Definition von Lage und Verlauf der luftdichten Ebene. Diese hat das gesamte beheizte Volumen ohne Unterbrechungen zu umschließen.
- Auswahl der Luftdichtsysteme in der Fläche (z.B. Holzwerkstoffplatte, Brandschutzbekleidung, Innenputz).
- In einem nächsten Schritt sind die Verträglichkeiten der Materialien und die ggf. notwendigen Vorbehandlungen der Untergründe (z.B. Primern) abzuklären.
- Entwickeln von Lösungsansätzen für alle Anschlüsse mit genauer Festlegung der Abdichtungskomponenten. Hierzu ist es i.d.R. erforderlich, alle dafür relevanten Details im Maßstab 1/5 - 1/1 zu entwickeln.
- Durchdringungen der Luftdichtebene durch Leitungen sind ebenfalls sorgfältig abzudichten (z.B. Klebemanschetten). Lage und Ausführung sind mit den Brandschutzanforderungen abzustimmen.

Bei Holzfassaden haben sich als luftdichte Ebene vor allem Plattenwerkstoffe (z.B. OSB-Platten, Gipsfaserplatten mit intergrierter Dampfbremse) bewährt. Bei diesen sind nur die Plattenstöße und die Abdichtungen an angrenzende Bauteile mit Klebebändern o.ä. abzudichten. Der Vorteil von Platten liegt vor allem darin, dass für die luftdichten Anschlüsse von Einbauteilen (z.B. Fenstern) und Durchdringungen (z.B. Elektroleitungen) ein fester Untergrund vorhanden ist. Folien oder beschichtete Baupappen sind als Luftdichtung in der Fläche aus den gerade genannten Gründen und weil Verletzungen der Luftdichtebene kaum erkannt werden können, nicht empfehlenswert.

Bei Winkelbefestigungen oder einbindenden Bauteilen stellt die Ausbildung von Folienschürzen in Form einer Hinterlegung den einfachsten Lösungsansatz dar.

Die Winddichtigkeit betrifft die Verhinderung der Hinterströmung von Wärmedämmung durch Außenluft. Dieser Punkt wird häufig unterschätzt. Hinzu kommt, dass die Funktionsfähigkeit der Winddichtung

nicht durch Messverfahren (Blower-Door-Test) geprüft werden kann. Es handelt sich also um Abdichtungsarbeiten, die eine sorgfältige Einweisung und die Anwesenheit der Bauleitung bei der Ausführung der Arbeiten erfordert.

Auch bei der Ausführung der Winddichtebene haben sich Plattenwerkstoffe bewährt, während die Ausführung mit Fassadenschutzbahnen aus den o.g. Gründen nicht empfehlenswert ist. Weil sich die Winddichtebene der Fassade häufig außenseitig befindet, sind hier diffusionsoffene Platten zu wählen (z.B. diffusionsoffene DWD-Platten mit Nut- und Feder-Verbindungen oder Gipsfaserplatten, die zugleich die Brandschutzbekleidung bilden). In Kombination mit dauerhaften Fassadenschutzbahnen, die an allen Anschlüssen (z.B. Fenster, Durchdringungen, Ecken, Bleche) fachgerecht abgedichtet sind, ergibt sich ein zuverlässiges System für Wind- und Schlagregenschutz der Fassade.

4.4 Blower-Door-Test

Die Luftdichtigkeit von Holzkonstruktionen sollte aufgrund der besonderen Bedeutung des Feuchteschutzes für die Langlebigkeit und Funktionserhalt über messtechnische Verfahren geprüft werden. Hier hat sich der Blower-Door-Test als Standardverfahren durchgesetzt.

Der Bauablauf ist auf die besonderen Erfordernisse wie folgt abzustimmen:

- Es sollten zwei Messungen erfolgen: Die erste bei Fertigstellung der luftdichten Ebene, die zweite vor Bezug des Gebäudes.
- Im Vorfeld der Messung ist die luftdichte Ebene fertigzustellen und gleichzeitig zu verhindern, dass diese verdeckt bzw. zugebaut ist (z.B. durch Estriche, fertig gestellte Installationsebenen, sonstige Beplankungen).
- Die Fenster sind vor der Messung einzujustieren, so dass die Dichtungen den vorgesehenen Anpressdruck aufweisen.
- Speziell bei der ersten Messung sollten Nachbesserungen an der Luftdichtebene durchgeführt werden. Dazu sind entsprechende Leckageortungsinstrumente und die Anwesenheit der zuständigen Handwerker notwendig. Besondere Aufmerksamkeit sollte

hierbei den bauphysikalisch kritischen Anschlüssen (z.B. Flachdachanschlüsse, Leckagen im oberen Bereich Treppenhaus) gewidmet werden.

- Der Blower-Door-Test kann bei starkem Wind nicht durchgeführt werden.
- Es genügt den Blower-Door-Test gemeinsam für alle Wohneinheiten die an einem Treppenhaus liegen durchzuführen. Dafür sind entsprechend leistungsfähige Blower-Door-Gebläse einzusetzen.

Es wird empfohlen, strengere n_{50} -Luftdichtigkeits-Kennwerte zu vereinbaren, als gemäß den gesetzlichen Anforderungen (z.B. gemäß EnEV) notwendig:

- n_{50} -Wert $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$ (Grenzwert)
- n_{50} -Wert $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ (Zielwert)

Hintergrund ist, dass eine luftdichte Bauweise im Holzbau im Sinne einer Risikobegrenzung wirksam ist. Mit den heutigen Möglichkeiten ist es nicht einmal besonders schwierig, diese Kennwerte einzuhalten bzw. sogar deutlich zu unterschreiten, sofern planungs- und baubegleitend ein gut ausgearbeitetes Luftdichtkonzept erstellt und umgesetzt wird.

4.5 Hinterlüftung oder Belüftung von vorgehängten Fassadenbekleidungen?

Hinterlüftete Fassaden gehören zu den bauphysikalisch sichersten Konstruktionen, weil hier die Hauptkonstruktion durch eine Zwischenschicht vor direkter Bewitterung geschützt ist und durch den Luftspalt zudem Feuchte abtransportiert werden kann. Hierbei handelt es sich z.B. um Schlagregen von außen sowie Feuchte, die in die Konstruktion während der Bauzeit oder später durch Diffusion oder konvektiv über Leckagen in die Luftdichtebene eingebracht wird. Schon seit längerem wird diskutiert, wie dieser Luftspalt konkret ausgebildet werden soll.

- Bei der klassischen Hinterlüftung sind oben und unten Öffnungen vorhanden, die einen ungehinderten Zutritt für die Außenluft herstellen. Durch den Kamineffekt, aber auch durch Fugen im Fassadenbehang und den Windangriff findet ein stetiger Luftaustausch in der Hinterlüftungsebene statt.
- Bei einer belüfteten Fassade ist der Luftspalt nur unten geöffnet, während er oben geschlossen bleibt.

- Darüberhinaus wurden mehrfach Bekleidungen mit stehender Luftschicht ausgeführt, die weder eine untere noch eine obere Öffnung des Luftspaltes aufweisen.
- Nicht hinterlüftete Bekleidungen ohne Luftschicht sind z.B. typisch für Wärmedämmverbundsysteme. Es wurden aber auch vereinzelt Holzfassaden in dieser Weise direkt auf die Hauptkonstruktion montiert.

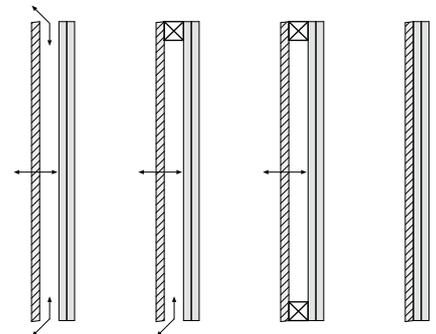
Bei der hinter- und belüfteten Fassade ist gemäß DIN 68800-2 ein Abstand (freier Luftspalt) zwischen Außenbekleidung (bzw. Querlattung bei vertikal verlegter Schalung) und Hauptkonstruktion oder Dämmschicht von 20 mm einzuhalten. Dieser Abstand darf örtlich auf 5 mm reduziert werden. Die notwendigen Be- und Entlüftungsöffnungen bei hinterlüfteten Fassaden betragen mindestens 50 cm^2 je Meter Wandlänge, bei der belüfteten Fassade sind die Belüftungsöffnungen immer unten anzuordnen und benötigen mindestens 100 cm^2 je Meter Wandlänge (siehe Tabelle 4.9). Bei der Bemessung sind alle Querschnittsreduzierungen durch Latten, Gitter usw. zu berücksichtigen. Bei allen Be- und Entlüftungsöffnungen ist mit geeigneten Gittern oder Netzen zu verhindern, dass Kleintiere eindringen können. Ein wirksamer Insektenschutz ist nur mit vollflächig verlegten Feinnetzen möglich und wird eher selten ausgeführt (obwohl nicht besonders aufwändig und absolut sinnvoll).

Bauphysikalische Untersuchungen an Holzfassaden haben gezeigt, dass es aus feuchteschutztechnischer Sicht kaum einen Unterschied macht, ob die Fassade hinterlüftet (a) oder belüftet (b) wird. Die Varianten (c) und (d) wären zwar nach DIN 68800-2 unter gewissen Randbedingungen auch zulässig, sind jedoch nicht empfehlenswert, weil Schlagregen, der hinter die Bekleidung gelangt, nicht sauber abgeführt werden kann (vgl. Kehl et al. 2010).

Die belüftete Fassade (b) weist aus Brandschutzsicht sogar erhebliche Vorteile auf, weil im Bereich der Brandsperre ein komplettes Verschließen des Hinterlüftungsspaltens gelingt. Das setzt allerdings zusätzlich eine geschlossene Schalung bzw. eine Plattenbekleidung voraus.

Größe der Be- und Entlüftungsöffnungen bei Außenwandbekleidungen je lfm Wandlänge	
Hinterlüftete Fassade	50 cm^2
Belüftete Fassade	100 cm^2

4.13



4.14

4.13 Angabe der mindestens erforderlichen Be- und Entlüftungsquerschnitte je m Wandlänge bei hinterlüfteten Fassaden (unten und oben) und der unteren Belüftungsöffnungen von belüfteten Fassaden. Quelle: (K-DIN 68800, S. 95 f.).

4.14 Grundsätzliche Bauarten von vorgehängten Fassadenbekleidungen aus Holz.
 a hinterlüftete Fassade
 b belüftete Fassade
 c Fassade mit stehender Luftschicht
 d Fassadenbekleidung ohne Luftschicht, direkt auf Hauptkonstruktion befestigt.
 Quelle: (Kehl et al. 2010).

4.6 Spritzwasser- und Schlagregenschutz

Holzkonstruktionen und Holzbekleidungen sind vor Spritzwasser zu schützen. Besonders gefährdet sind alle Stirnholzflächen (z.B. unteres Ende von Holzstützen oder vertikaler Schalungen). Dazu sollten zwischen Erdreich/Gelände und der Unterkante von bewittertem Holz ein Abstand von 30 cm eingehalten werden. Unter der Einhaltung bestimmter Regeln ist es jedoch möglich, diesen Abstand zu reduzieren (K-68800, S. 102 und Mohrmann 2016):

- Reduzierung der Spritzwasserbelastung durch Anordnung einer brechenden Schicht, (z.B. Rollkies mit Korngröße von mindestens 16/32) mit einer Tiefe von wenigstens 30 cm vor die Außenkante des zu schützenden Bauteils. Die Höhenlage der Kieselpackung ist mit geeigneten Maßnahmen (z.B. Einbau Leistenstein) zu sichern.
- Anordnung von Gitterrosten und einem Spritzwassergraben mit wenigstens 30 cm Tiefe und zuverlässiger Ableitung von Niederschlagswasser.
- Schutz mit Dachüberständen oder anderen abschirmenden Elementen (z.B. Vorbau oder durchlaufende Balkonzone), so dass zwischen Vorderkante Überstand und Unterkante Holz ein Winkel von 60° bezogen auf die Horizontale eingehalten wird.

Generell ergibt sich die Notwendigkeit schlagregendichter Anschlüsse bei allen Holzfassaden, weil ansonsten Wasser und Feuchte von außen in die Hauptkonstruktion gelangen kann. In der Fläche gilt, dass nahezu alle Fassadenbekleidungen nicht schlagregendicht sind:

- Kleinformatige Außenwandbekleidungen, z.B. aus Brettern, Leisten, Schindeln weisen viele Fugen auf, in die bei bestimmten Wetterbedingungen Wasser hinter die Bekleidung gelangen kann. Das gilt auch für sog. geschlossene Schalungen mit Nut- und Feder-Verbindungen.
- Bei kleinformatigen Bekleidungen mit offenen Fugen bildet dann weniger die Bekleidung als die Schutzbahn auf der Hauptkonstruktion die wasserabführende Ebene. Diese muss zugleich einen dauerhaften UV-Schutz aufweisen.

- Bekleidungen aus Fassadenplatten (z.B. Faserzement) werden gewöhnlich mit offenen Quertugen eingebaut, um einer Verschmutzung entgegen zu wirken.

Bestimmte Anschlüsse sind als besonders kritisch in Bezug auf den Schlagregenschutz einzustufen. Das gilt z.B. für den unteren Fensteranschluss. Die äußeren Fensterbänke (z.B. Fensterbleche mit seitlichen Aufstecklingen) sind in den Ecken notorisch undicht. Als Lösungsansatz bietet sich an, generell unter der Fensterbank eine Folienschürze vorzusehen und am Fensterstock anzudichten (vgl. Blau/Waßermann 2016). Ähnliche Situationen ergeben sich auch bei anderen Blechanschlüssen (z.B. Brandsperren, Attika- und Sockelblechen). Immer wieder zeigt sich, dass Niederschlagswasser durch Windeinfluss auch entlang von Blechen aufwärts getrieben und in die verstecktesten Winkel der Konstruktionen gelangen kann. Auch bei Durchdringungen der Fassade (z.B. Befestigungen, Notüberläufen, Außensteckdosen) ergibt sich die Anforderung schlagregen- und winddichter Anschlüsse, die z.B. mit Hilfe von geeigneten Klebmanschetten hergestellt werden können.

Weil diese Anschlusssituationen regelmäßig bei allen Holzfassaden auftreten, sollte eine durchgängige zweite wasserführende Ebene in Form einer hochwertigen Fassadenschutzbahn ausgeführt werden. Sie stellt den einzigen Lösungsansatz dar, der an allen Anschlüssen eine prinzipientreue Ausbildung des Schlagregenschutzes ermöglicht. Diese Schutzschicht sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie benötigt einen bauaufsichtlichen Verwendungsnachweis für den Einsatz als zweite wasserführende Ebene in der Fassade.
- Sie sollte für den Fall geschlossener Bekleidungen wenigstens einen zeitweisen UV-Schutz besitzen, damit sie bis zur Fertigstellung aller Anschlüsse als Schutzmaßnahme während der Bauzeit herangezogen werden kann.
- Falls die Bekleidung offene Fugen aufweist ist ein dauerhafter UV-Schutz nachzuweisen.
- Die Fassadenschutzbahn sollte an alle begrenzenden Bauteile (z.B. Fensterstöcke, Bleche, Durchdringungen) abgedichtet werden können. Dies kann

z.B. mit auf die Schutzbahn und die Untergünde abgestimmte Baukleber oder Klebe- bzw. Fugenbänder erfolgen.

- Bei der hier vorgeschlagenen sorgfältigen Ausbildung erfüllt sie auch die Funktion der Windsperre mit.

4.7 Wärmeschutz

Die Anforderungen an den Wärmeschutz können i.d.R. im Holzbau leichter und mit geringerem Konstruktionsstärken erfüllt werden als im Massivbau. Das ist ein substantieller Vorteil dieser Bauweise. Das liegt vor allem daran, dass auch die tragende Konstruktion (Ständer- oder Rahmenwerk bzw. Massivholzplatten) einen Beitrag zum Wärmeschutz leisten kann, weil Holz im Vergleich zu den meisten Massivbaustoffen eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist. Das wirkt sich auch bei der Entwicklung von wärmebrückenfreien oder -armen Anschlüssen positiv aus.

Immer wieder im Focus der Diskussion um ökologische Konstruktionsweisen steht die Wärmedämmung selbst und die ökologische Diskussion um die Materialwahl.

Aus Gründen des Brandschutzes kommen im Holzbau vor allem nicht brennbare Dämmstoffe mit einem Schmelzpunkt über 1000 °C zum Einsatz, z.B. Mineralwolleplatten mit entsprechender Zulassung gemäß DIN 4102-17. Bei mehrlagiger Verlegung sind die Stöße gegeneinander zu versetzen.

Im Holzbau haben sich aus bauphysikalischen Gründen sorptive Dämmstoffe, z.B. Zellulose-Einblasdämmung, bewährt. Diese haben den Vorteil, dass sich die Feuchte im gesamten Dämmstoffquerschnitt verteilt und sie sich damit aus Feuchteschutzsicht fehlertoleranter verhalten. Dazu trägt auch die Imprägnierung mit Borsalzen bei. Weil es sich dabei um schwer entflammable Dämmstoffe handelt, müssen für entsprechende Konstruktionen in Gebäudeklasse 4 und 5 Abweichungen beantragt werden. Hinweise für eine fachgerechte Ausbildung der Beplankungen und die Ausführung der Flammenschutzmittel der Dämmstoffe wurden in einem Forschungsprojekt entwickelt (vgl. Hosser / Kampmeier 2007).

4.8 Sommerlicher Wärmeschutz

Der sommerliche Wärmeschutz gewinnt aufgrund steigender Komfortansprüche und den in Zukunft häufiger zu erwartenden Hitzeperioden immer mehr an Bedeutung.

Bei allen Holzbauweisen ist zu beachten, dass sie geringere Speichermassen, als der Massivbau aufweisen. Daher sind hier zweilagige Bekleidungen und ein guter Wärmeschutz besonders wichtig. Die Fensterflächenanteile sollten tendenziell geringer als im Massivbau gewählt werden. Der Holz-Hybridbau ist aus der Perspektive des sommerlichen Wärmeschutzes als fast gleichwertig zu den Massivbauweisen einzuschätzen.

4.9 Lüftungskonzepte im Holzbau

Aufgrund der hohen Bedeutung des Feuchteschutzes bei allen Holzkonstruktionen kommt dem Lüftungskonzept im Holzbau tendenziell eine nochmals höhere Bedeutung zu als im Massivbau. Dabei ist es i.d.R. nicht ausreichend, sich auf eine freie Lüftung über die Fenster zu verlassen. Eine Stoßlüftung kann nur im begrenzten Umfang von den Nutzern abverlangt werden. Hinzu kommt, dass durch Stoßlüftung Baufeuchte und Feuchte aus der Nutzung bei weitem nicht so effektiv abgeführt wird, wie bei einer mechanisch gestützten stetigen Lüftung. Daher sollte wenigstens der feuchtebedingte Mindestluftwechsel durch eine Lüftungsanlage gewährleistet werden.

Im Falle von balancierten Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung ist zusätzlich darauf zu achten, dass in den Dachgeschosswohnungen eher ein Unterdruck (Abluftüberschuss) bei der Einregulierung der Lüftungsanlage eingestellt wird. Dadurch kann vermieden werden, dass feuchte Innenluft durch Leckagen aktiv in die Wand- und Dachkonstruktionen getrieben wird.

4.10 Schallschutz

Bei Holzfassaden ist zwischen dem inneren Schallschutz (z.B. zwischen den Wohnungen bzw. Wohnungen und Treppenhaus/Aufzug) und dem äußeren Schallschutz (z.B. Schutz vor unzulässigem Verkehrslärm) zu unterscheiden. Holzfassaden sind, ähnlich wie Fassaden im Massivbau in der Lage, diese Anforderungen zu erfüllen.

Allerdings ist hierbei den Schall-Nebenwegen besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Für den Schallschutz der Fassaden sind Installationsebenen sehr wirkungsvoll. Das gilt vor allem dann, wenn deren Tragstruktur keine Verbindung mit der Holzkonstruktion aufweist (z.B. zwischen die Decken gespannt) und sie vollständig ausgedämmt werden.

Bezüglich des internen Schallschutzes weist die Holz-Hybridbauweise – speziell wenn sie als Skelettbauweise ausgeführt wird – erhebliche Vorteile gegenüber einem reinen Holzbau, aber auch gegenüber einem reinen Massivbau auf. Hintergrund ist, dass es bei dieser Bauweise nur wenige Schall übertragende massive Bauteile gibt, während die Fassade und alle Innenwände mit „weichen“ Beplankungen ausgeführt sind, die kaum zur Schallweiterleitung beitragen. Für einen guten Schallschutz zwischen den Wohnungen ist es wichtig, dass alle Fugen zwischen Massiv- und Holzbauteilen im Bereich der Fassade umlaufend luftdicht ausgebildet und die Fugen zusätzlich mit Mineralwolle ausgestopft werden. Dies ist bei der Holz-Hybrid-Bauweise auch aus Brandschutzgründen geboten.

5 Holz als Fassadenbekleidung

Außenwände aus Holz besitzen häufig auch Fassadenbekleidungen aus Holz, auch wenn dies keinesfalls zwingend ist. Nur bei einer unbedeckten Blockbauweise ergibt sich dies bereits durch die Bauweise selbst. Die meisten Holzfassaden weisen jedoch einen differenzierten Aufbau mit mehreren Funktionsschichten auf. Die Fassadenbekleidung bildet dabei den äußeren Abschluss und hat konstruktiv gesehen vor allem eine Schutzfunktion. Sie ist in besonderem Maße dem Klima und der Witterung ausgesetzt. Gestalterisch bestimmt sie die Außenwirkung des Gebäudes entscheidend mit.

Behänge aus Holz werden überwiegend aus Vollholz in Form von Glattkant- und Profildrettern, Leisten sowie Schindeln oder aus Plattenwerkstoffen ausgeführt. Es kommen vor allem heimische Holzarten zur Anwendung. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass sie aus einer nachhaltigen Forstbewirtschaftung stammen (z.B. Nachweis über FSC-Zertifikat). Überwiegend werden Nadelholzarten, z.B. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche und Douglasie, seltener Laubholzarten, z.B. Eiche, Robinie/Akazie und Edelkastanie eingesetzt. Die Holzarten weisen deutliche Unterschiede im Hinblick auf ihre Dauerhaftigkeit auf, was ihre Anwendungsbereiche jeweils begrenzt (siehe Tabelle 4.9). In jedem Projekt ist genau abzuklären, welche klimatischen und konstruktiven Randbedingungen für die Fassaden oder bestimmte Fassadenbestandteile gelten. Hierfür hat sich die Einstufung in Gebrauchsklassen gemäß DIN 68800, Teil 1 bewährt.

Darüber hinaus existieren weitere Qualitätsanforderungen an beschichtete und unbeschichtete Bretter für den Fassadenbau, die sich aus verschiedenen Normen, Fach- und Sortierregeln ergeben. Um Missverständnissen zwischen Bauherren, Planern und Ausführenden im Hinblick auf die geforderten und gewünschten Eigenschaften des Holzbehangs vorzubeugen, sollten diese projektspezifisch festgelegt, abgestimmt und verbindlich vereinbart werden. Dies sollte genutzt werden, um den besonderen Hinweispflichten bezüglich der Wahl der Holzart, deren Verlegetechnik und Befestigung sowie ggf. Beschichtung bzw. Imprägnierung nachzukommen.

Eine besondere Rolle spielen hierbei die zu erwartenden Zeitintervalle für Inspektionen, Wartungs- und Erneuerungsarbeiten und deren Umfang.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Anforderungen an die optische Qualität des Holzbehangs nicht zu hoch gesteckt werden. Sie sollten im Spektrum der marktverfügbaren Optionen erfüllbar sein, weil ansonsten hohe Kosten oder alternativ Lieferprobleme und damit Zeitverzögerungen entstehen können.

5.1 Brandschutzanforderungen

Gemäß Musterbauordnung sind brennbare Fassadenbekleidungen nur in Gebäudeklasse 1 - 3 zulässig. Gleichwohl wurden in einer Reihe von Projekten der Gebäudeklassen 4 und 5 Behänge aus Holz realisiert. Dabei ist es immer wichtig die speziellen Regeln für brandsichere Fassadenkonstruktionen einzuhalten. Die Ausführung mehrgeschossiger Fassaden mit einer Bekleidung aus Holz – also einem normal entflammaren Baustoff – stellt eine materielle Abweichung vom Baurecht dar. Entsprechend muss ein entsprechender Antrag im Brandschutznachweis unter Angabe kompensierender Maßnahmen gestellt und begründet werden. In der Regel erfordert dies im weiteren Planungsablauf die Aufstellung eines individuellen Brandschutzgutachtens unter Einbeziehung der Besonderheiten des Entwurfs, der Konstruktionart und aller brandschutzrelevanten Anschlüsse der Fassade.

Dabei sind genaue Festlegungen zu folgenden Bestandteilen der Fassadenbekleidung und ihrer Anschlusssituationen zu treffen:

- Unterkonstruktionen (z.B. Lattungen und Befestigungen)
- evt. vorhandene Dämmstofflagen außerhalb der Brandschutzbekleidungen
- Wahl und Ausführung der Fassadenschutzbahn und anderer Schutzlagen
- Ausführung der Bekleidung selbst
- Ausführung der Brandsperren
- Anschlüsse im Bereich der Öffnungen
- Anschlüsse an alle sonstigen Bauteile (z.B. Decken, Balkone, Dächer, Treppenhäuser, Wohnungstrennwände, Durchführungen von Leitungen usw.)



5.1 Holzstadel in Seefeld (Oberbayern).

5.2 Ausbildung von Brandsperren

Über Brandversuche im Fassadenprüfstand und an Abrissgebäuden konnten wichtige Erkenntnisse zum Brandverhalten von Fassaden mit einer Bekleidung aus Holz gewonnen werden (vgl. Kotthoff 2009).

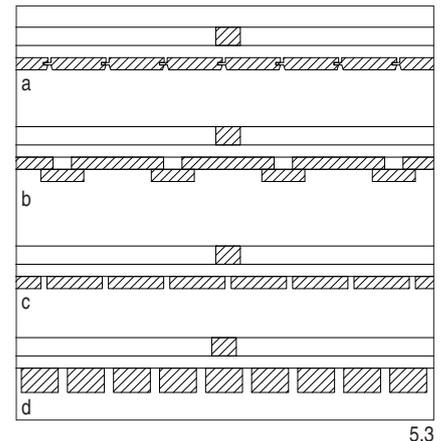
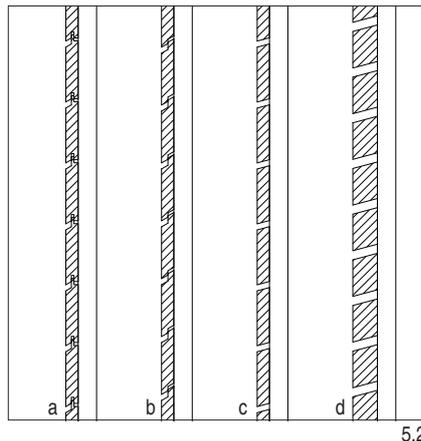
Als kritisch haben sich verwinkelte Geometrien mit vielen Innenecksituationen, brennbare Doppellebenen (z.B. mit Holz-Schiebeläden), offene Schalungen, mehrlagige oder kreuzweise angeordnete Bekleidungen ohne Fomschluss, nur punktuelle Befestigungen der Traglattung sowie Balkone, bei denen Konstruktion, Belag und Geländer aus Holz bestehen, erwiesen.

Als optimal sind Fassaden mit Fensterbändern, formschlüssige Bekleidungen, am besten horizontal angeordnet, einlagige vertikal verlegte Lattungen und Balkone aus nicht-brennbaren Materialien (z.B. Stahl, Beton) anzusehen.

Als konstruktive Maßnahme ist hierbei die Ausbildung der Brandsperren von herausragender Bedeutung. Deren brandschutzwirksame Ausbildung sollte von den baulichen Randbedingungen abhängig gemacht werden. Die wichtigsten sind:

- Fassadengestaltung und -geometrie (Fensterbänder, Lochfassade, Terrassentüren übereinander, Innenecksituationen mit gegenüberliegenden Öffnungen)
- Technische Maßnahmen (z.B. eine Sprinklerung)
- Ausbildung der Bekleidung (flächig angebrachte Platten / formschlüssige Schalung / kraftschlüssige Schalung / offene Schalung)
- Ausbildung der Hinterlüftung (vertikal, vertikal + horizontal, punktweise)
- Wahl des Bekleidungsmaterials (z.B. zementgebundene Holzwerkstoffplatte, Holzart der Schalung, z.B. Eiche, Lärche, Fichte, Holzschindeln)
- Ausführung gezielter Brandschutzmaßnahmen im Fassadenbereich (Schürzen und deren Ausladung, alternativ Abschottungen)

Weil sich bei den Brandversuchen nur eine geringe Tendenz zur seitlichen Brandausbreitung ergeben hat steht die Begrenzung der vertikalen Brandausbreitung, d.h. von



Bekleidungstyp	Verlegerichtung	Tiefe der Hinterlüftungsebene	Mindestüberstand der Brandsperre (Maß X)
Flächiger Holzwerkstoff (z.B. Massivholzplatte)	ungerichtet	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 20 mm ≥ 20 mm
Formschlüssige Schalung (z.B. Nut- und Feder-Schalung)	horizontal / vertikal	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 20 mm ≥ 20 mm
Kraftschlüssige Schalung (z.B. überfälzte Schalung)	horizontal	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 20 mm ≥ 50 mm
	vertikal	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 100 mm ≥ 100 mm
Offene Schalung (z.B. Leistenschalung mit Fuge)	horizontal	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 100 mm ≥ 100 mm
	vertikal	≥ 50 mm ≥ 100 mm	≥ 200 mm ≥ 200 mm

5.4

Bekleidungstyp	Notwendige Eigenschaften (Abmessungen, Rohdichte usw.)	Einstufung Brandverhalten
Flächiger Holzwerkstoff (z.B. Massivholzplatte)	Holz oder Holzwerkstoff, Rohdichte ≥ 300 kg/m ³ Fläche geschlossen, Stärke ≥ 18 mm Kantenlänge ≥ 20 cm, Plattengröße ≥ 0,20 m ²	günstig
Formschlüssige Schalung (z.B. Nut- und Feder-Schalung)	Stärke ≥ 18 mm, Reststärke Nuten ≥ 10 mm, Abstand Nuten ≥ 30 mm,	günstig
Kraftschlüssige Schalung (z.B. überfälzte Schalung)	Stärke ≥ 18 mm, Reststärke Nuten ≥ 10 mm, Abstand Nuten ≥ 30 mm,	mittel
Offene Schalung (z.B. Leistenschalung mit Fuge)	Stärke ≥ 18 mm, Dicke Abdeckleisten ≥ 10 mm Querschnittsfläche Brett ≥ 1000 mm ²	ungünstig

5.5

5.2 Verlegearten von horizontalen Holzschalungen

- Profilbretter mit Nut- und Feder
- Profilbretter mit Überfälzung
- Glattkantbretter mit offener Fuge
- Rhombus-Leisten mit offener Fuge

5.3 Verlegearten von vertikalen Holzschalungen

- Profilbretter mit Nut- und Feder
- Profilbretter mit Überfälzung
- Glattkantbretter mit offener Fuge
- Glattkant-Leisten mit offener Fuge

5.4 Notwendiger Mindestüberstand von Brandsperren bei geschossweiser Anordnung, abhängig von Bekleidungstyp, Verlegerichtung und Tiefe der Hinterlüftungsebene. Angabe als Maß X, d.h. als Auskragung über die Vorderkante der Bekleidung nach außen. Quelle und weitere Angaben: (Merk et al. 2014, S. 26).

5.5 Anforderungen an Bekleidungen aus Holz und Einstufung im Hinblick auf das Brandverhalten. Quelle: (Merk et al. 2014, S. 26).

Geschoss zu Geschoss bei der Ausbildung von Brandsperrern im Vordergrund. Bei Holzfassaden ist hierbei die Anordnung in jedem Geschoss unverzichtbar.

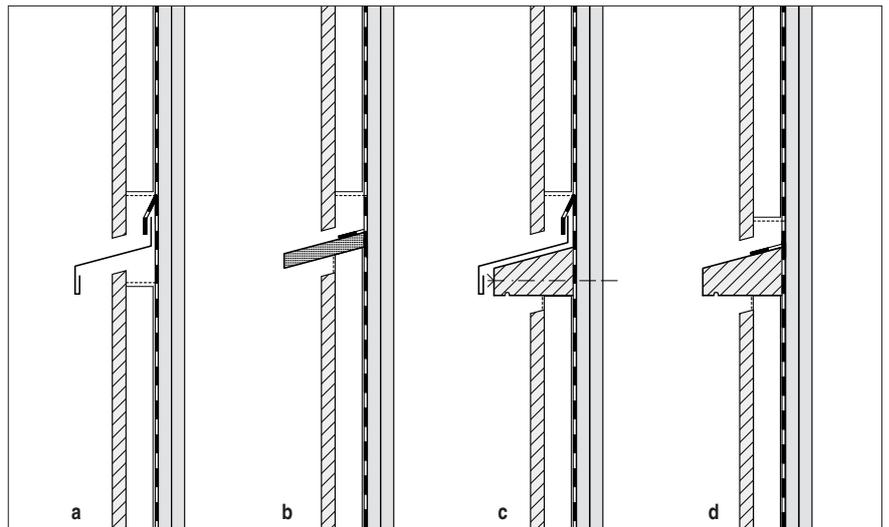
Es sind verschiedene Ausführungen von horizontalen Brandsperrern möglich (siehe Abbildungen 5.6 und 5.8):

- a** Schürze aus Stahlblech (mit $t \geq 1,5$ mm für Auskragungen bis 160 mm und $t \geq 2,0$ mm für Auskragungen größer 160 mm); Befestigung mit Stahlschrauben $d \geq 4$ mm, $e \leq 300$ mm bzw. $d \geq 4$ mm, $e \leq 400$ mm
- b** Mineralische Schürze, z.B. aus zementgebundener Faserplatte mit Dicke $t \geq 15$ mm für Auskragung kleiner gleich 250 mm, Befestigung mit Stahlschrauben $d \geq 4$ mm, $e \leq 400$ mm
- c** Holzschürze, nicht brennbar abgedeckt, Stahlblech mit $t \geq 1,5$ mm, Holz kernfrei mit Dicke ≥ 22 mm, Befestigung mit Stahlschrauben $d \geq 4$ mm, $e \leq 625$ mm
- d** Holzschürze, Holz kernfrei mit Dicke ≥ 22 mm für Auskragung bis 160 mm, Dicke ≥ 27 mm für Auskragungen größer 160 mm, Dicke ≥ 40 mm für Auskragungen größer 200 mm, Befestigung mit Stahlschrauben $d \geq 4$ mm und $e \leq 625$ mm bzw. $d \geq 5$ mm und $e \leq 400$ mm (für Dicke ≥ 40 mm)

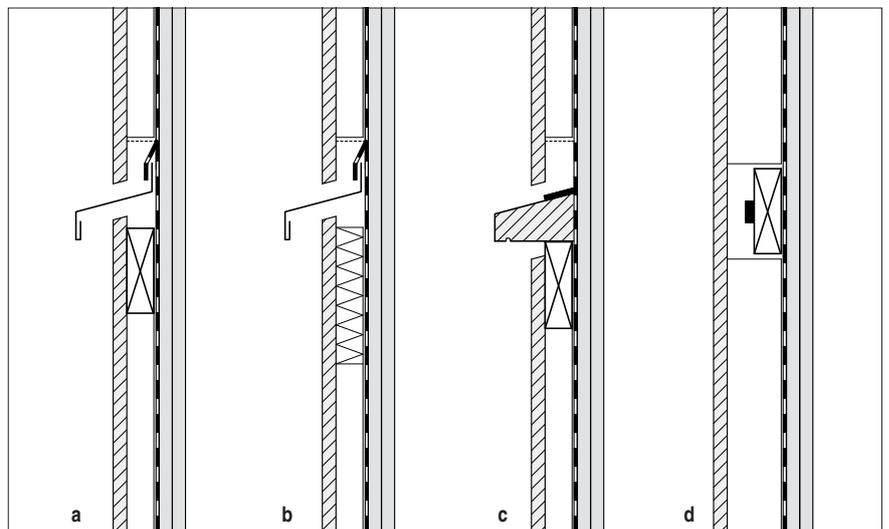
In belüfteten Fassaden werden Abschottungen des Belüftungsspalt am oberen Ende vorgesehen. Deren Bauweise erfolgt angelehnt an die o.g. Lösungen für die hinterlüftete Fassade (vgl. Kotthoff 2009, S. 398 und Abbildungen 5.7 sowie 5.9):

- a** Holzlatte mit $H \geq 50$ mm, Verbindungsmittelabstand ≥ 400 mm, mit Stahlblech, $d = 5$ mm
- b** Mineralwolle (Rohdichte ≥ 40 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C, vollwandig eingebaut mit $H \geq 150$ mm und gegen Verrutschen mechanisch gesichert
- c** Holzlatte mit $H \geq 50$ mm, Verbindungsmittelabstand ≥ 400 mm, mit Holzprofilabdeckung.
- d** Durchgehende Schalung, Belüftungsspalt mit Dämmschichtbildner versehen.

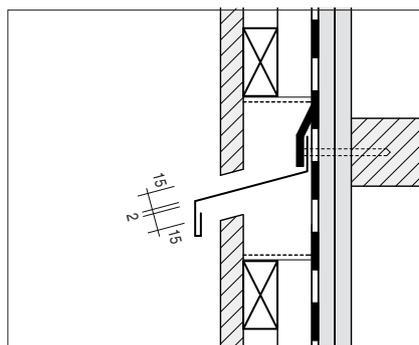
Die Luftein- und Austrittsöffnungen sollten auf 15 mm reduziert werden (siehe Abbildung 5.10 und 5.11). Die Fassadenschutzbahn sollte mit dem Blech verklebt werden, auch um die Befestigungen zu schützen.



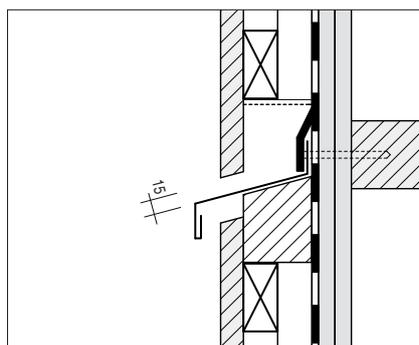
5.6



5.7



5.8



5.9

5.6 Brandsperrern für hinterlüftete Fassaden

- a** Schürze aus Stahlblech ($D = 2$ mm)
- b** Mineralische Schürze
- c** Holzschürze mit Stahlblech ($D = 0,5$ mm)
- d** Holzschürze, Eiche, Dicke > 27 mm

5.7 Brandsperrern bei belüfteten Fassaden

- a** Holzprofil mindestens 50 mm hoch, mit Stahlblech ($D = 0,5$ mm)
- b** Mineralwolle (Schmelzpunkt > 1000 °C, Rohdichte > 40 kg/m³), Höhe mindestens 150 mm mit Stahlblech 0,5 mm
- c** Holzprofil, mindestens 50 mm hoch in Kombination mit konischem Holzprofil, z.B. aus Eiche
- d** Dämmschichtbildner

5.8 Detailausschnitt Brandsperrung bei hinterlüfteter Fassade mit Maßangaben

5.9 Detailausschnitt Brandsperrung bei belüfteter Fassade mit Maßangaben

Vertikale Brandsperren sind an allen Innen- und Außenecken einzubauen. Dies kann häufig durch die Lattungen selbst erfolgen. Bei Treppenraumwänden sollte ein vertikales Schott aus Mineralwolle mit einer Breite von 300 mm vorgesehen werden. Bei allen sonstigen brandabschnittbildenden Wänden sind vertikale Brandsperren einzubauen. Mögliche Bauarten sind in (Kotthoff 2009, S. 402 f.) und in den Abbildungen 5.10 und 5.11 dargestellt.

Bei durchlaufender Bekleidung sind folgende Ausführungen möglich:

- Holzlatte mit einer Breite ≥ 50 mm, Verbindungsmittelabstand ≥ 400 mm
- Mineralwolle (Rohdichte ≥ 40 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C, vollwandig eingebaut mit B ≥ 150 mm und gegen Verrutschen mechanisch gesichert

Wird die Bekleidung unterbrochen sind folgende Varianten denkbar:

- Holzbrett mit einer Dicke ≥ 25 mm, Verbindungsmittelabstand ≥ 400 mm, Auskrägung über Vorderkante Bekleidung wenigstens 20 mm
- Stahlblech mit einer Stärke ≥ 1 mm, Auskrägung über Vorderkante Bekleidung wenigstens 10 mm

5.3 Verlegearten

Es existiert eine große Vielfalt an Ausführungsformen von Fassadenbekleidungen aus Holz. In Abbildung 5.2 sind einige Varianten für horizontale Schalungen dargestellt. Diese benötigen i.d.R. nur eine vertikale Lattung, die zugleich die Hinter- oder Belüftungsebene darstellt. In Abbildung 5.3 sind Beispiele für vertikale Schalungen abgebildet. Für diese wird normalerweise eine Grund- und Traglattung ausgeführt.

Plattenbeläge, z.B. aus dafür geeigneten Holzwerkstoffplatten oder Fassadenplatten (z.B. aus Faserzement) werden auf senkrechter Lattung montiert. Deren Mindestabmessungen werden häufig von den Herstellern vorgegeben.

Die Ausführungsarten weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf, die untereinander abzuwägen sind, um eine gut begründete Auswahl treffen zu können:

- Aus Sicht des Brandschutzes sind möglichst flächige und geschlossene Bekleidungen gewünscht, die wenige

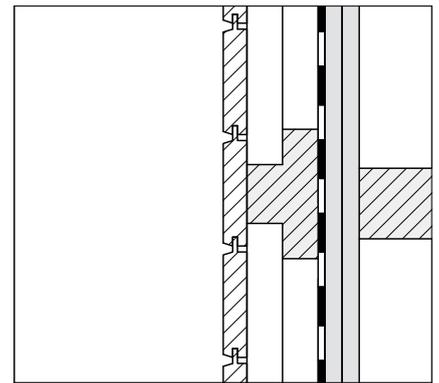
Fugen aufweisen. Horizontal verlegte Schalungen schneiden generell günstiger ab, als vertikale, weil bei letzterer zwei Lattungsebenen notwendig sind. (siehe Tabelle 5.5)

- Für die Haltbarkeit und Witterungsbeständigkeit einer Holzfassade sind vertikale Schalungen mit offenen Fugen am technisch robustesten. Horizontale Schalungen werden im Vergleich dazu deutlich stärker beansprucht.
- Geschlossene Schalungen und Bekleidungen aus Holzwerkstoffen weisen aus dieser Perspektive kürzere Standzeiten auf und benötigen zum Schutz oftmals Beschichtungen.
- Hinsichtlich der Erstellungskosten unterscheiden sich die Holzbehänge z.T. erheblich. Dabei sind die Kosten für Material, Montage, Unterkonstruktion und die Ausbildung der Anschlüsse und Beschichtungen zu bewerten. Hinweise hierzu finden sich in (Gabriel 2014, S. 97 ff.).
- Je nach Verlegeart ergibt sich bei ansonsten identischer Fassade ein völlig anderer gestalterischer Ausdruck. Die Möglichkeiten reichen von flächenhaften Behängen über vertikale oder horizontale Brettschalungen bzw. Leistendeckungen bis hin zu kleinteiligen schindelartigen Bekleidungen. Es hängt vom Baukörper, den Proportionen seiner Elemente und letztlich der übergeordneten Entwurfsidee ab, welche Verlegeart den Gestaltungsabsichten am besten entspricht.

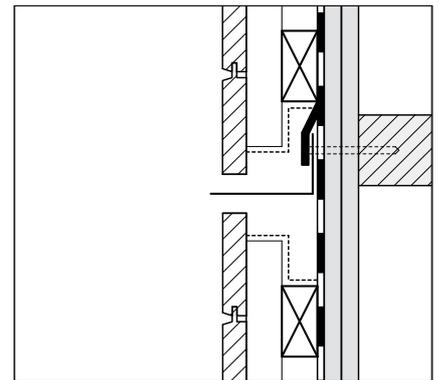
5.4 Abmessungen

Aus Brandschutzgründen werden für Behänge aus Holz Mindestabmessungen gefordert, damit sie im Brandfall ausreichend stabil sind, um die Löscharbeiten nicht durch Herabfallen von Fassadenteilen zu gefährden (siehe Tabelle 5.5).

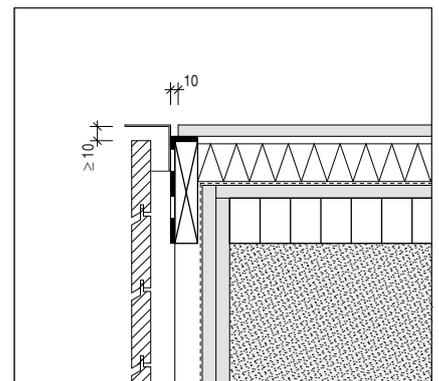
Die Abmessungen von Holzbekleidungen sind ferner so zu wählen, dass sie im eingebauten Zustand formstabil bleiben, d.h. die Bewegungen durch Quellen und Schwinden aufnehmen können und die Formveränderungen und Rissbildungen in einem tolerierbaren Rahmen bleiben. Für Glattkant- und Profilbretter werden gemäß den Fachregeln des Zimmererhandwerks Maximalbreiten für Glattkant- und Profilholz bretter abhängig von der Brettstärke angegeben. Diese sind in Tabelle 5.19



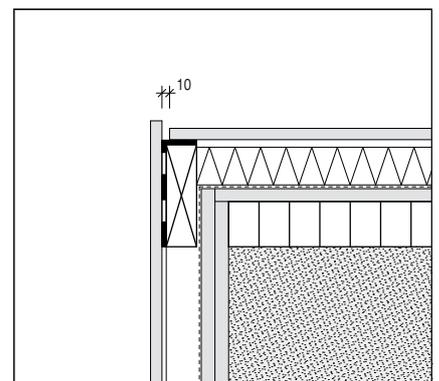
5.10



5.11



5.12



5.13

- 5.10 Vertikale Brandsperre (durchlaufende Schalung)
 5.11 Vertikale Brandsperre (unterbrochene Schalung)
 5.12 Ausbildung Außenecke Fensteranschluss mit Aluprofil und Fensterlaibung aus Fassadenplatte
 5.13 Ausbildung Außenecke Fensteranschluss, Bekleidung mit Fassadenplatten

zusammengestellt. Speziell für die Glattkantbretter erscheinen die Maximalbreiten jedoch zu groß gewählt zu sein, um den o.g. Problemen (speziell der Rissbildung) entgegenwirken zu können. Daher werden in anderen Veröffentlichungen deutlich kleinere Werte genannt (z.B. Schober et al. 2014, S. 23).

Bei breiteren und dickeren Brettern empfiehlt es sich, auf der Rückseite sog. Entlastungsnuten auszuführen. Diese reduzieren die Verformungen der Bretter.

Durch Keilzinkung wird die Fertigung von Vollholzbrettern ohne störende Merkmale (z.B. Äste) möglich. Damit lässt sich Brettware mit nahezu beliebiger Länge fertigen. Bestimmte Holzarten, z.B. Robinie, sind als Brettware nur keilverzinkt erhältlich.

Leisten werden mit offener Fuge ausgeführt. Als horizontale Schalung sind sie als Rhombusprofil mit einer Neigung von mindestens 15 Grad auszuführen.

Holzwerkstoffplatten werden zwar vereinzelt auch für Fassadenbekleidungen verwendet. Die Erfahrung zeigt, dass selbst bei sorgfältiger Verarbeitung und gut gewählten konstruktiven Maßnahmen häufig Rissbildung, Delaminierung und Verfärbungen auftreten. Sie sind ohnehin nur in Verbindung mit hochwertigen Beschichtungen einsetzbar. Es ist dann ganz besonderer Wert auf die Versiegelung und Beschichtung der Stirnseiten zu legen. Anderes gilt für Fassadenplatten, z.B. aus zementgebundenen Spanplatten oder Faserzement. Mit diesen lassen sich besonders dauerhafte Lösungen realisieren. Hinsichtlich der maximalen Abmessungen der plattenförmigen Bekleidungen sind die Herstellervorgaben zu beachten.

5.5 Fugenausbildungen

Aufgrund der wie auch immer begrenzten Abmessungen der Holzbekleidungen handelt es sich bei Holzfassaden immer um gefügte Konstruktionen mit vielen Fugen. Deren Ausbildung ist für die technische und gestalterische Qualität entscheidend.

In den Abbildungen 5.12 - 5.17 sind einige typische Anschlusssituationen dargestellt. Alle offenen Fugen sind konsequent gemäß der „1 cm-Regel“ geplant. Erst bei Fugen größer 10 mm tropft Wasser

zuverlässig ab und kann somit schnell abtrocknen. Zudem sind schmalere Fugen auch optisch viel kritischer, weil hier Maßabweichungen deutlicher sichtbar sind.

Bei den Innen- und Außeneckanschlüssen ist es mangeschmal sinnvoll, anstelle von Holzprofilen, Metallwinkel einzusetzen. So lassen sich saubere und dauerhafte Anschlüsse erzielen und/oder die empfindlichen Stirnseiten der Hölzer schützen (siehe Abbildungen 5.12, 5.15 und 5.17).

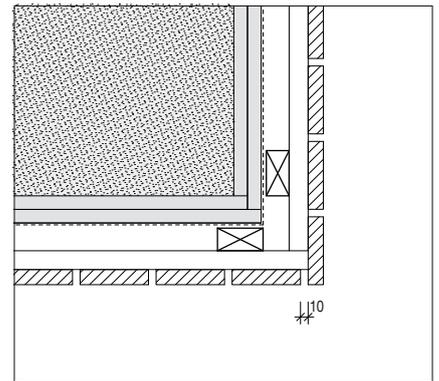
5.6 Befestigungen und Unterkonstruktionen

Neben dem Eigengewicht sind von den Befestigungen und Unterkonstruktionen Windkräfte und die Kräfte durch Verformungen in die Hauptkonstruktion einzuleiten. Einerseits soll das Verdrehen und Schüsseln von Brettern oder Holzwerkstoffen verhindert werden, andererseits sollen die durch Quellen und Schwinden verursachten Verformungen ermöglicht werden, damit eine Rissbildung möglichst weitgehend vermieden wird.

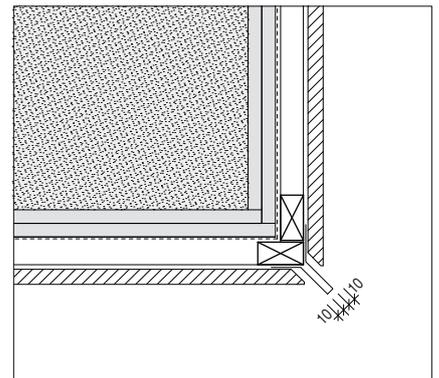
Die Unterkonstruktion wird normalerweise durch Holzlattungen oder Aluprofile ausgeführt. Deren Befestigung ist auf die Unterkonstruktion abzustimmen. In vielen Fällen ist es sinnvoll, auch die Lattungen und deren Befestigung statisch zu bemessen. Bei Fassadenplatten wird dies von den Herstellern regelmäßig gefordert. Für Lattungen gelten als tragende Bauteile die Sortierregeln der DIN 4074-1 nach Tragfähigkeit. Sie sollten wenigstens die Anforderungen der Sortierklasse S10 erfüllen. Bei offenen Schalungen ist es sinnvoll, die Lattungen aus Hölzern mit größerer Dauerhaftigkeit (z.B. Lärche) einzusetzen und die waagrechten Traglattungen oben mit wenigstens 15 Grad anzuschragen.

Als Verbindungsmittel zur Befestigung von Holzfassaden werden Schrauben, Nägel und Klammern eingesetzt:

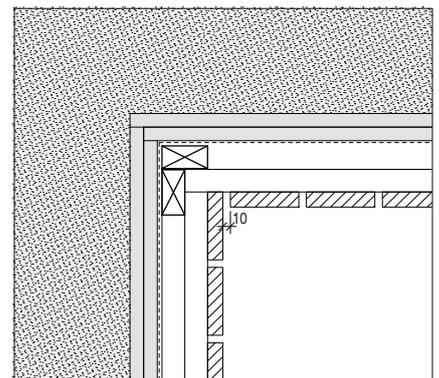
- Bei nur oberflächlich beschichteten Verbindungsmitteln (z.B. galvanische Verzinkung) ist bei der Montage mit Beschädigungen der Schutzschicht zu rechnen. Aus diesem Grund werden allgemein nicht rostende Verbindungsmittel empfohlen. Edelstahl bietet die Gewähr für besonders dauerhafte Befestigungen und beugt der Gefahr von Verfärbungen bei den Holzarten



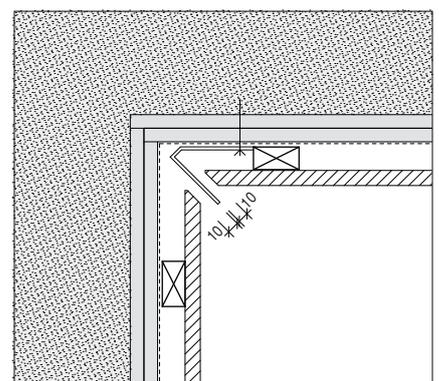
5.14



5.15



5.16



5.17

- 5.14 Ausbildung Außenecke, vertikale Schalung
 5.15 Ausbildung Außenecke, horizontale Schalung
 5.16 Ausbildung Innenecke, vertikale Schalung
 5.17 Ausbildung Innenecke, horizontale Schalung

Douglasie und Eiche vor.

- Schrauben haben den Vorteil, dass die Behänge einfach demontierbar sind und beschädigte Bretter leicht ausgetauscht werden können. Häufig ist hier ein Vorbohren und Versenken notwendig, damit der Schraubenkopf flächenbündig abschließt. Die Mindesteinschraublänge beträgt 25 mm.
- Die Befestigung mit Nägeln ist weniger aufwändig. Die Einschlagtiefe sollte mindestens das 1,5-fache der Brettstärke betragen. Nägel sind so einzuschlagen, dass sie bündig mit der Oberfläche der Bretter abschließen.
- Bei Klammern sind die notwendigen Einbindetiefen identisch mit denen von Schrauben. Sie sollten aus Edelstahl bestehen und beschichtet sowie beharzt sein. Eine Quetschung der Holzoberfläche ist hier unvermeidlich. Mit Klammern lassen sich z.B. drehwüchsige Bretter nicht an die Unterkonstruktion heranziehen. Das Klammern stellt jedoch die preisgünstigste Befestigungsart dar.

Jedes Brett ist einzeln zu befestigen. Bis zu einer Brettbreite von 80 mm ist eine mittige Befestigung ausreichend. Für breitere Bretter sind je zwei Befestigungen mit einem Randabstand von mindestens 15 mm (Nägel und Klammern) bzw. 20 mm (Schrauben) notwendig. Bei Stülp- und Boden-Deckel-Schalungen ist darauf zu achten, dass die oberen Bretter nicht durch die darunter liegenden Bretter hindurch befestigt werden.

Für plattenförmige Bekleidungen gelten eigene Regeln für die Befestigung, die i.d.R. von den Herstellern vorgegeben werden. Hier sollten die Tragplatten vor dem Befestigen mit einer Auflage aus EPDM versehen werden, damit die Schraubkanäle gegen Eindringen von Wasser geschützt werden.

5.7 Auswahl geeigneter Holzarten

Die Wahl der Holzart eine grundlegende Entscheidung und begründet zu treffen sowie zu dokumentieren. Zunächst gilt es, die Zuordnung der Fassadenoberflächen in eine oder mehrere Gebrauchsklassen gem. DIN 68800-1 vorzunehmen (siehe Tabelle 4.8). Im Ausnahmefall (z.B. unter Dach geschützte Bereiche) kann GK 1 erreicht werden. Im Normalfall wird die Zuordnung in GK 3.1 erfolgen. GK 3.2 ist zu wählen, wenn eine

Sortierkriterium	Güteklasse 1	Güteklasse 2	Güteklasse 3
Äste	zulässig sind gesunde Äste mit einem kleinsten Durchmesser bis 30 mm und einem größten bis 50 mm; nicht zulässig sind faule und lose Äste und Astlöcher	zulässig sind gesunde Äste mit einem kleinsten Durchmesser bis 50 mm und einem größten bis 70 mm; nicht zulässig sind faule und lose Äste und Astlöcher	zulässig
Risse			
Schwindrisse			
Endrisslänge	≤ Breite <i>b</i>	≤ Breite <i>b</i>	≤ 1,5 x Breite <i>b</i>
Blitzrisse, Ringschäle	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Baumkante	nicht zulässig	≤ 1/4	≤ 1/3
Verfärbungen			
Bläue	nicht zulässig	zulässig	zulässig
braune /rote Streifen	nicht zulässig	≤ 1/4	≤ 2/5
Fäule	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Insektenfraß	nicht zulässig	nicht zulässig	Fraßgänge ≤ 2 mm zulässig
Mistelbefall	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Harzgallen	Breite ≤ 5 mm Länge ≤ 50 mm max. 1 Harzgalle je lfm	Breite ≤ 5 mm Länge ≤ 50 mm max. 4 Harzgallen je lfm mit einer Gesamtlänge von 100 mm	Breite ≤ 10 mm Länge ≤ 100 mm
Rinde	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Hobelschläge	≤ 0,2 mm Tiefe	≤ 0,3 mm Tiefe	zulässig
Brennstellen	nicht zulässig	nicht zulässig	zulässig
Krümmung			
Verdrehung <i>h</i>	1 mm je 25 mm Breite	1 mm je 25 mm Breite	1 mm je 25 mm Breite
Längskrümmung <i>h</i>	bis 8 mm	bis 8 mm	bis 12 mm
Oberfläche	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3
Markröhre	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3

5.18

Maximalbreiten von Glattkant- und Profilbrettern		
Brettdicke	Glattkantbretter: $b(\max) \leq 11 d$ (mm)	Profilbretter: $b(\max) \leq 11 d$ (mm)
18 mm	200 mm	120 mm
20 mm	220 mm	140 mm
22 mm	240 mm	150 mm
24 mm	260 mm	160 mm

5.19

5.18 Sortierregeln für Holz nach dem Aussehen gemäß DIN 68365.

Anmerkung 1: Die Zulässigkeit von Keilverzinkung ist zu vereinbaren.

Anmerkung 2: (Vierseitig) scharfkantige Ware ist gesondert zu vereinbaren.

Anmerkung 3: Die Beschaffenheit der Oberfläche sowie die Einschnittart (z.B. markfrei) sind gesondert zu vereinbaren.

5.19 Maximalbreiten von Glattkant- und Profilbrettern in Abhängigkeit von der Brettdicke. Die angegebenen Werte für Glattkantbretter erscheinen zu hoch gewählt, um eine Rissbildung zu vermeiden.

Quelle: (BdZ 2011).

Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten ist. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn die Fassade viele Vor- und Rücksprünge und vortretende Profilierungen aus Holz aufweist.

Im nächsten Schritt kann die Mindestdauerhaftigkeit, z.B. gemäß Tabelle 4.7 vorge-nom-men werden. Hierbei ist zusätzlich die Beanspruchung der Fassade und das Schutzniveau zu bestimmen. In den meisten Fällen ist eine Dauerhaftigkeitsklasse 3-4 notwendig, nur bei geringer Beanspruchung und normalem Schutzniveau Klasse 4.

Für unbeschichtete Holzbekleidungen der Fassade kommen dann z.B. die Holzarten Douglasie, Lärche und Robinie (nur keilverzinkt lieferbar) in Frage, im Ausnahmefall, z.B. senkrechte Schalung mit geringer Beanspruchung durch Witterung und Klima, sind auch Fichte und Tanne denkbar.

Soll der Behang beschichtet werden, sind die Holzarten Fichte und Tanne oftmals besser geeignet, als die anderen Holzarten, weil sie Beschichtungen sehr gut aufnehmen. Soll nur eine Vergrauungslasur aufgebracht werden, sind jedoch die Holzarten für unbeschichtete Holzbekleidungen zu wählen.

5.8 Sortierregeln

Für Schalungen können die Sortierregeln für Holz nach dem Aussehen gemäß DIN 68365 Anwendung finden. Gemäß den Fachregeln des Zimmererhandwerks (BdZ 2011) ist für Außenbekleidung wenigstens Holz der Güteklasse 2 einzusetzen (siehe Tabelle 5.18). Die Sortierregeln und weitere Festlegungen (z.B. markfrei, scharfkantig) sind bereits in Planung und Ausschreibung festzulegen und eindeutig zu vereinbaren. Sie sind dann eine wichtige Referenz für die Bauleitung und Abnahme des Fassadenbhangs.

Für tragende Holzbauteile aus Nadelholz gilt hingegen die DIN 4074-1, z.B. Kanthölzer, Bretter, Bohlen und Latten, die biege-, zug- oder druckbeansprucht eingesetzt werden. Es existieren drei Sortierklassen (S7, S10 und S13), denen dann entsprechende Festigkeitsklassen (C16, C24 und C30) zugeordnet sind.

5.9 Einsatz von naturbelassenem Holz

Der Einsatz von unbehandeltem Holz als Außenbekleidung weist eine Reihe von Vorteilen auf:

- Unmittelbar einsichtig ist die Einsparung von Kosten für Herstellung, Wartung und die regelmäßige Erneuerung einer wie auch immer gearteten Beschichtung.
- Unter der Voraussetzung eines guten konstruktiven Holzschutzes ist die Standzeit einer naturbelassenen Holzfassade nicht geringer als die einer beschichteten. Sie kann sogar länger sein, sofern die Wartung und Erneuerung der Beschichtung nicht in den vom Hersteller vorgegebenen Zeitintervallen erfolgt.
- Darüber hinaus ergeben sich ökologische Vorteile, weil Beschichtungen immer Bestandteile enthalten, die bei der Freisetzung in die Umwelt problematisch sein können und teilweise sogar toxisch wirken (z.B. fungizide Komponenten).

Die natürliche Bewitterung von Holzoberflächen erfolgt nicht einheitlich. Als Einflussfaktoren können Regen, Nebel, Hagel, Schnee, Spritzwasser, Wind, Kondensatbildung durch Abstrahlung in den kalten Nachthimmel, regelmäßige und temporäre Temperatur- und Feuchteschwankungen sowie Sonnenstrahlung – speziell deren UV-Anteile – genannt werden. Diese wirken je nach lokalen Standort- und Klimarandbedingungen, Orientierung, Verschattung, Art des Bewuchses in der Nähe der Fassade, Exposition und der konstruktiven und gestalterischen Ausbildung des Bhangs unterschiedlich ein. Beispielsweise stellt sich bei einer Lärchenfassade die natürliche Vergrauung als erstes auf der Westseite ein, während sich die Südseite allmählich flammend rot färbt. Das bringt ein Element der Natürlichkeit und Lebendigkeit ins Spiel. Das erfordert jedoch von Bauherren und Bewohnern eine Akzeptanz für nicht homogene Zwischenzustände und fortwährende Veränderungen. In diesen Verwitterungsprozessen werden die klimatisch bedingten Beanspruchungen sichtbar, die jedoch nicht immer vorhersehbar oder gar planbar sind.

5.10 Oberflächenbehandlung

Beschichtungen werden einerseits verwendet, um Holz vor Witterungseinflüssen zu schützen und dienen andererseits der farbigen Gestaltung. Eingesetzt werden Imprägnierungen, Lasuren und



a Südfassade



b Ostfassade



c Nordfassade



d Westfassade

5.20 Veränderungen einer unbehandelten Holzfassade nach 10 Jahren Standzeit. Projekt Stadtreihenhäuser München, Architekt: Rainer Vallentin.

deckende Lacke. Sie kommen dann zum Einsatz, wenn eine naturbelassene Fassadenbekleidung aus technischen, funktionalen oder gestalterischen Gründen nicht in Frage kommt oder aus optischen oder anderen Gründen nicht gewünscht wird.

Die Komponenten der Beschichtungssysteme werden von den Herstellern auf ihren jeweiligen Anwendungszweck hin abgestimmt. Sie bestehen aus Binde- und Lösemitteln, Pigmenten, Füllstoffen und Additiven für bessere Verarbeitbarkeit.

Die verschiedenen Arten von Oberflächenbehandlungen sind nicht für alle Anwendungsfälle gleichermaßen geeignet (siehe

Tabelle 5.21). Besondere Vorsicht ist bei Holzwerkstoffplatten geboten, die auch nachdem sie allseitig durch Beschichtungen geschützt sind zum Delaminieren und zur Rissbildung neigen.

Wenn einmal eine Beschichtung aufgetragen wurde, erfordert sie in bestimmten Zeitintervallen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten (siehe Tabelle 5.22). Hier besteht eine Hinweispflicht gegenüber den Bauherren, denn es fällt in deren Verantwortungsbereich sie durchführen zu lassen. Es kann ansonsten passieren, dass die Standzeit von beschichteten Holzbehängen kürzer ausfällt, als bei unbehandelten Fassadenbekleidungen.

5.21 Arten von Oberflächenbehandlungen und deren Eignung für Holzbeleidungen an der Fassade. Die Eignung für Platten umfasst nur mehrschichtige Massivholzplatten, zementgebundene Spanplatten und Sperrholzplatten.
Quelle: (Schober et al. 2014, S. 34).

5.22 Empfehlungen zu Wartungs- und Instandsetzungsintervallen beschichteter Holzbeleidungen an der Fassade.
Quelle: (Schober et al. 2014, S. 36).

Arten von Oberflächenbehandlungen und deren Eignung für Holzbeleidungen an der Fassade					
Art	Schichtdicke	Transparenz	Untergrund	Eignung	Bemerkungen
unbehandelt	-	-	Brett Platte	geeignet bedingt	Bei Bewitterung werden die Flächen zunächst fleckig und später grau / schwarz. Es bilden sich Holzrisse; Für Sperrholz und 3-S-Massivholzplatten ungeeignet
Transparente/farblose Beschichtungen	> 30 µm	farblos	Brett Platte	bedingt bedingt	Ausreichender UV-Schutz muss gewährleistet sein. Nur Systeme mit geprüfter Witterungsbeständigkeit einsetzen (zwei Jahre Bewitterung nach EN 927-3)
Imprägnierlasur Dünnschichtlasur	0 - 20 µm	halbtransparent	Brett Platte	geeignet bedingt	Es bilden sich Holzrisse; Für Sperrholz und 3-S-Massivholzplatten ungeeignet
Mittelschichtlasur	20 - 60 µm	halbtransparent	Brett Platte	geeignet bedingt	Bildung von Holzrisen möglich; bei Sperrholz und 3-S-Massivholzplatten stellenweise Delaminierungen möglich
Dickschichtlasur	> 60 µm	halbtransparent	Brett Platte	ungeeignet ungeeignet	Für Fassaden nicht empfohlen, da das Risiko einer Fäulnisbildung besteht. Ausschließlich für maßhaltige Bauteile (z.B. Fenster, Außentüren) geeignet
Deckender Anstrich	ca. 30-60 µm	deckend	Brett Platte	geeignet geeignet	Zu hohe Schichtdicken (> 60 µm) sollten vermieden werden, da sonst Risiko einer Fäulnisbildung besteht

5.21

Empfehlungen zu Wartungs- und Instandsetzungsintervallen beschichteter Holzbeleidungen an der Fassade					
Art	Farbe	Lage	Zeitintervall	Instandhaltung (Wartung)	Instandsetzung (Renovierung)
unbehandelt	- -	geschützt exponiert	- -	keine	Fassadenteile ersetzen (z.B. Austausch von sog. Opferbrettern)
Imprägnierlasur Dünnschichtlasur	hell dunkel	geschützt exponiert geschützt exponiert	3 Jahre 1 Jahr 3-4 Jahre 2 Jahre	Abbürsten mit Messingbürste zum Entfernen von Schmutz und schlecht haftenden Altanstrich, vollständiger Anstrich mit Dünnschichtlasur	wie Instandhaltung
Mittelschichtlasur	hell dunkel	geschützt exponiert geschützt exponiert	5 Jahre 2 Jahre 6-7 Jahre 3 Jahre	Kontrolle der Oberfläche auf Fehlstellen (Feuchteunterwanderungen, Risse, Ablätterungen, Hagelschläge usw.) Kräftiges Anschleifen des Altanstrichs Neuanstrich mit Mittelschichtlasur	vollflächiges Abschleifen der Mittelschichtlasur, Schleifen der Holzoberflächen (Vergrauungen und Bläue entfernen), Aufbringen einer bläuewidrigen Grundierung Vollflächiger Anstrich mit Mittelschichtlasur oder Decklack
Deckender Anstrich	hell dunkel	geschützt exponiert geschützt exponiert	bis 15 Jahre 10 Jahre 10-12 Jahre 8 Jahre	Kontrolle der Oberfläche auf Fehlstellen (Feuchteunterwanderungen, Risse, Ablätterungen, Hagelschläge usw.) Kräftiges Anschleifen des Altanstrichs Neuanstrich mit Decklack	Entfernen schlecht haftender Altanstriche Schleifen der Holzoberflächen (Vergrauungen und Bläue entfernen) Gut haftende Altanstriche kräftig anschleifen Aufbringen einer bläuewidrigen Grundierung Vollflächiger Anstrich mit Decklack

5.22

Inzwischen werden von einigen Herstellern und Verarbeitern endbehandelte Fassadenbretter angeboten, die werkseitig beschichtet werden und eine deutlich bessere Verarbeitung und Oberflächenqualität aufweisen. Die bauseitig vorgenommenen Kappschnitte und Anpassungen bei den Anschlüssen sind besonders sorgfältig nachzubeschichten, um eine einheitliche Qualität sicher zu stellen.

Bei allen Beschichtungssystemen ist darauf zu achten, dass alle Holzkanten abgerundet werden, damit der Anstrichfilm an diesen empfindlichen Stellen mit gleichbleibender Schichtdicke herumgeführt werden kann. Bei der Farbwahl ist zu beachten, dass dunkle Fassaden sich deutlich stärker erwärmen als helle, was zu einer erhöhten Auslaugung und Rissbildung führen kann. Sägeraue Oberflächen sind für Beschichtungen (sofern keine glänzenden Lackflächen erwünscht sind) günstiger, weil die Beschichtung tiefer in die Holzoberfläche eindringt.

Silikatfarben sind neuerdings auch für Holzoberflächen anwendbar. Die Abbindung erfolgt hier durch eine chemische Reaktion des Bindemittels mit mineralischen Komponenten des Untergrundes, welche sich unlösbar miteinander verbinden. Dadurch wird eine hohe UV- und Witterungsbeständigkeit und leichte Renovierbarkeit erreicht. Es sind sowohl deckende, als auch lasierende Systeme verfügbar.

Eine Alternative, die die genannten Nachteile der immer wiederkehrenden Wartung und Instandsetzungsarbeiten umgeht, stellen sog. Vergrauungslasuren dar. Mit der Erstbeschichtung wird das Erscheinungsbild einer natürlich verwitterten Holzoberfläche vorweggenommen. Nach der Standzeit der Lasur wird sie nicht erneuert und geht in das natürliche Erscheinungsbild über. Die speziellen Beschichtungen weisen unterschiedliche Grautöne auf (Abbildung 5.23). Die Vergrauungslasuren sind sowohl auf Ölbasis, als auch als mineralisches System (s.o.) verfügbar.



5.23

5.23 Auswahl von Farbtönen für Vergrauungslasuren

5.24 Wohnanlage Güşchhöhe, Luzern (CH).
Architekten: MMJS Jauch-Stolz, Luzern.
Die Holzfassade wurde mit einer Vergrauungslasure versehen.
Foto: MMJS Jauch-Stolz Architekten



5.23

6 Schlüsseldetails von Holzfassaden

Für die Entwicklung von Details werden von den vielen Möglichkeiten eine Holzfassade zu konstruieren, zwei typische Bauteilaufbauten ausgewählt. An ihnen sollen die wesentlichen konstruktiven und bauphysikalischen und materialbezogenen Anforderungen konkretisiert werden.

Holzrahmenbau

Die Tragkonstruktion besteht aus Schwelle, Rähm und Ständern/Steherh, die über Beplankungen einen scheibenartigen Verbund bilden. Die Gefache zwischen dem Holzrahmenwerk werden vollständig und hohlraumfrei mit nicht-brennbarer Dämmung gefüllt, die einen Schmelzpunkt von mehr als 1000 °C aufweist.

Die Beplankungen erfüllen neben der statischen Funktion zumeist auch die Aufgaben der Brandschutzbekleidungen, Luftdichtung und Dampfsperre mit. Aufbauten in Gebäudeklasse 4 weisen je zwei Lagen GK-Feuerschutz- oder Gipsfaserplatten mit 18 mm Stärke auf, die sowohl innen- als auch außenseitig auf das Holzrahmenwerk befestigt werden. Innen-seitig wird entweder eine Lage der Gipsfaserplatte mit integrierter Kaschierung und damit höheren sd-Wert eingesetzt oder es ist zusätzlich eine separate Dampfsperre bzw. OSB-Platte aufzubringen. Für nichttragende Fassaden (z.B. im

Holz-Hybridbau) reichen als Brandschutz-bekleidungen einlagig verlegte Gipskarton-Feuerschutz- bzw. Gipsfaserplatten mit je 12,5 oder 15 mm Stärke aus. Je nach Prüfzeugnis oder Zulassung sind hier auch andere Bekleidungen (z.B. OSB-Platten) und andere brennbare Dämmstoffe (z.B. Zellulosefasern) möglich.

Zum Innenraum hin ist eine mit Stein- oder Mineralwolle gedämmte Installationsebene vorgesehen, die neben der Aufnahme von Leitungen (z.B. Elektro, Heizung) wesentlich dazu beiträgt den Schallschutz nach außen und zwischen den Wohnungen zu verbessern. Ihre Bekleidung wird aus Stabilitätsgründen und Rissbildungen vorzu-beugen zweilagig (z.B. Gipskartonplatten mit 2 x 12,5 mm) ausgeführt.

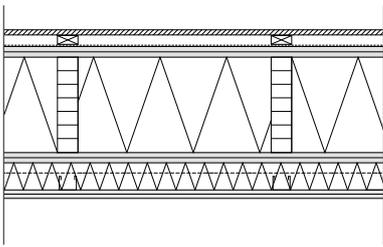
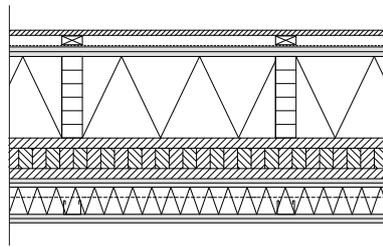
Auf der Außenseite wird zunächst eine diffusionsoffene Fassadenschutzbahn aufgebracht, die die zweite wasserführende Ebene bildet. Dazu ist es notwendig, dass an allen kritischen Übergängen und Durchdringungen wasserdichte Anschlüsse hergestellt werden (z.B. Abklebungen an Fenster, Bleche und zwischen den Fassadenschutzbahnen, Dichtmanschetten). Durch eine Luftlattung wird eine wirksame Hinterlüftung oder Belüftung hergestellt. Der Holzbehang bildet die erste wasserführende Ebene. Alternativ kann er auch

durch geeignete Fassadenplatten, z.B. aus Faserzement, ersetzt werden.

Holzmassivbau

Anstelle des Rahmenwerks tritt hier eine Massivholzplatte, z.B. aus Brettspertholz. Die Dämmebene wird aus einem vorge-setzten Rahmenwerk mit gedämmten Gefachen gebildet. Diese Hauptkonstruktion wird mit Brandschutzbeplankungen versehen. Dieser Aufbau ist aus Brand-schutzsicht als robuster einzuschätzen, als eine Holzrahmenkonstruktion. Daher erscheint es denkbar, innenseitig – wie auch in den Fensterlaibungen möglich – in Gebäudeklasse 4 nur eine einlagige Brandschutzbekleidung aufzubringen. Dieser Konstruktionsaufbau entspricht nicht den Bauteilaufbauten gemäß der Muster-Richtlinie (M-HFHolzR). Es existieren derzeit keine direkten Verwendbar-keitsnachweise in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen. Häufig ist daher eine Zulassung im Einzelfall einzuholen. Der sonstige Konstruktions-aufbau entspricht der zuvor besprochenen Holzrahmenkonstruktion.

6.1 Konstruktionsaufbau der den Schlüsseldetails zugrundegelegten Holzfassaden.

	Fassade im Holzrahmenbau	Fassade im Holzmassivbau
Konstruktionsaufbau		
Schichtenfolge	<ol style="list-style-type: none"> 1 Holzschalung 2 Luftlattung (Grund- und ggf. Konterlattung) 3 Fassadenschutzbahn, verklebbar 4 Beplankung mit Brandschutzfunktion 5 Riegelwerk 6 Wärmedämmung 7 Beplankung mit Brandschutzfunktion 8 Installationsebene, mit Steinwolle-dämmung 9 Bekleidung aus 2 x Gipskartonplatten 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Holzschalung 2 Luftlattung (Grund- und ggf. Konterlattung) 3 Fassadenschutzbahn, verklebbar 4 Beplankung mit Brandschutzfunktion 5 Wärmedämmung, ggf. mit Riegelwerk 6 Massivholzplatte, z.B. Brettspertholz 7 Beplankung mit Brandschutzfunktion 8 Installationsebene, mit Steinwolle-dämmung 9 Bekleidung aus 2 x Gipskartonplatten

6.1 Sockelanschluss

Der Sockelanschluss ist ein Schlüsseldetail jeder Holzfassade, weil hier der Aspekt der Robustheit und Fehlertoleranz besonders wichtig ist: Es geht um die Dauerhaftigkeit der Schwelle über die gesamte Nutzungsdauer der Fassade.

Für die Entwicklung des Sockeldetails ist zunächst die Festlegung der Höhenlage der Schwelle in Bezug zum Gelände die wichtigste konstruktive Entscheidung. Es können fünf Fälle unterschieden werden (siehe Abbildung 6.1):

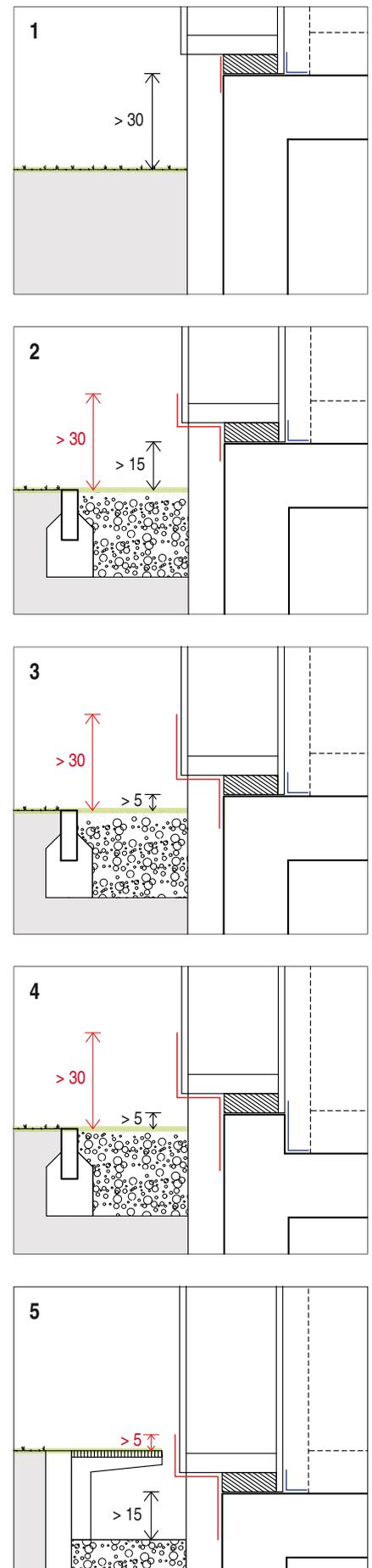
- 1 Wird die Schwelle außerhalb des Spritzwasserbereiches angeordnet (UK > 30 cm über Gelände), genügt es dafür Sorge zu tragen, das Fassadenwasser auf der Außenseite der Schalung und im Hinterlüftungsspalt zuverlässig an der Schwelle vorbeizuleiten. Dies kann z.B. durch eine Abdeckung mit der ohnehin vorhandenen Außenbeplankung und der Fassadenschutzbahn erfolgen. Die außenseitige Fuge zwischen Beton und Schwelle ist zuverlässig zu schließen, z.B. mit einem vorkomprimierten Fugenband oder einer Abklebung. Die Schwelle ist von unten mit einer Folie gegen aufsteigende Feuchte zu schützen. Üblicherweise wird die Fuge zwischen Schwelle und Beton mit Quellschlamm aufgefüllt, um einen statisch wirksamen Verbund herzustellen.
- 2 Wird entlang der Fassade ein spritzwasserbrechender Belag hergestellt, z.B. in Form eines ausreichend breiten Rollkiesstreifens (wenigstens 30 cm vor die VK Schalung tretend), kann der Abstand der UK Schwelle zum Gelände von 30 cm auf 15 cm verringert werden. Die Höhenlage des Geländes und des Kiesstreifens ist zudem mit einem Leistenstein o.Ä. zu sichern.
- 3 Sofern die Schwelle wenigstens 5 cm über Gelände zu liegen kommt, ist zusätzlich eine Abdichtung gemäß DIN 18195 bis 30 cm über Gelände zu führen und dort sicher zu verwalten. Es ist ferner dafür zu sorgen, dass das Fassadenwasser nicht hinter diese Abdichtung gelangen kann, sondern gezielt nach außen geführt wird.
- 4 Einen weiteren Lösungsansatz stellen Betonauflagen dar, die die Schwelle in sicheren Abstand zum Gelände

bringen. Hier sind jedoch besondere Abdichtungsmaßnahmen bei allen Türanschlüssen vorzusehen, vor allem dann, wenn die Abdichtungsebene des Türstocks nicht mit derjenigen der Schwelle übereinstimmt. Die Abdichtung der Schwelle ist dann seitlich in die Türleibung hineinzuführen, was immer Ausführungsprobleme nach sich zieht, weil der Abdichtungsuntergrund sowohl aus der Betonaufkantung als auch aus der Beplankung des Holzrahmenelements besteht. Zudem erfordert diese Ausführungsvariante immer eine frühzeitige statische Abstimmung. Diese hängt u.a. davon ab, ob es sich um eine tragende oder nicht-tragende Fassade handelt und welche Eigen- und Windlasten anzusetzen sind.

- 5 Gänzlich auszuschließen ist eine sog. „Schwelle im Dreck“ (mit UK < 5 cm über Gelände). Hier ist die Schwelle extremen Feuchterisiken ausgesetzt, weil ihre Funktionsfähigkeit zu 100 % von einer über die gesamte Lebensdauer funktionsfähigen Abdichtung abhängig wäre. Wegen der Forderung nach barrierefreien Zugängen bzw. Austritten (hier darf die Höhendifferenz OK Fußboden EG zum Gelände maximal 2 cm betragen) ist es häufig jedoch unvermeidlich, die Schwelle dann sogar unterhalb des Geländes anzuordnen. Hier kann Abhilfe nur durch die Ausbildung eines ausreichend breiten Grabens (B = 30 cm über VK Holzschalung) mit Gitterrost geschaffen werden. Der Spritzwasserschutz und die Entwässerung des Fassadenwassers wird durch die abgesenkte Kiesschicht hergestellt.

Die nächste wichtige Entscheidung betrifft den Abstand zwischen Unterkante Holzschalung und Gelände. Hier sind wenigstens fünf Varianten zu unterscheiden (siehe Abbildung 6.2):

- A Sofern das Gelände direkt an das Gebäude anschließt, ist ein Abstand von 30 cm einzuhalten. Es ist darauf zu achten, dass keine höheren Pflanzen (z.B. Bodendecker, Stauden, Gehölze) direkt an die Holzfassade gesetzt werden.
- B Dieser Abstand kann auf 15 cm verringert werden, sofern entlang der Fassade eine spritzwasserbrechende Schicht, z.B. in Form eines ausreichend breiten Rollkiesstreifens vorgesehen ist.



- C** Eine nochmalige Reduzierung auf 5 cm ist möglich, wenn im Falle einer waagrecht geschälten Schalung die unteren Bretter als „Opferschalung“ ausgebildet werden. Dieser Lösungsansatz ist mit dem Bauherren abzustimmen, weil die Lebensdauer der Holzschalung im Spritzwasserbereich deutlich reduziert ist und von daher häufiger auszutauschen ist.
- D** Im Falle einer senkrechten Schalung ist Variante C so abzuwandeln, dass die kurzlebigere untere Schalung durch ein waagrechtes Fassadenblech von der langlebigeren Schalung über dem Spritzwasserbereich zu trennen ist. Die beiden Fugen zum Blech hin sollten wenigstens je 10 mm betragen.
- E** Sofern ein Gitterrost mit Graben vor der Holzfassade angeordnet ist, kann der Abstand zwischen Schalung und Gitterrost auf 2 cm verkürzt werden.

„30 - 15 - 5 - (2) - Regel“

Die unterschiedenen Fälle hinsichtlich der Höhenlage der Schwelle bzw. der Holzschalung zum Gelände lassen sich als „30 - 15 - 5 - 2 - Regel“ in eine leicht merkbare Formel bringen (Abbildung 6.3):

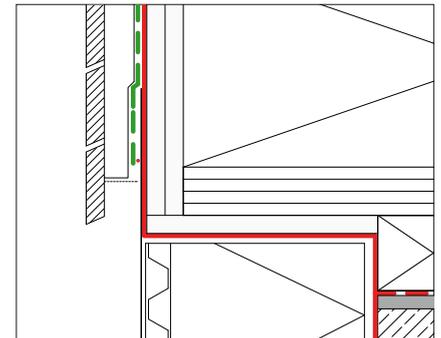
- In den Schritten 30 - 15 - 5 cm bezüglich der Höhenlage der Schwelle zum Gelände ändern sich die Schutzmaßnahmen für die Schwelle und ihre Abdichtung. Für barrierefreie Austritte (maximale Höhendifferenz zwischen OK Fußboden und Außengelände = 2 cm) sind immer Sondermaßnahmen (Graben, Gitterrost) notwendig.

- Ebenfalls in den Schritten von 30 - 15 - 5 - 2 cm kann der Abstand zwischen UK Holzschalung und OK Gelände abhängig von der Geländeoberfläche und Art der Schalung variiert werden.

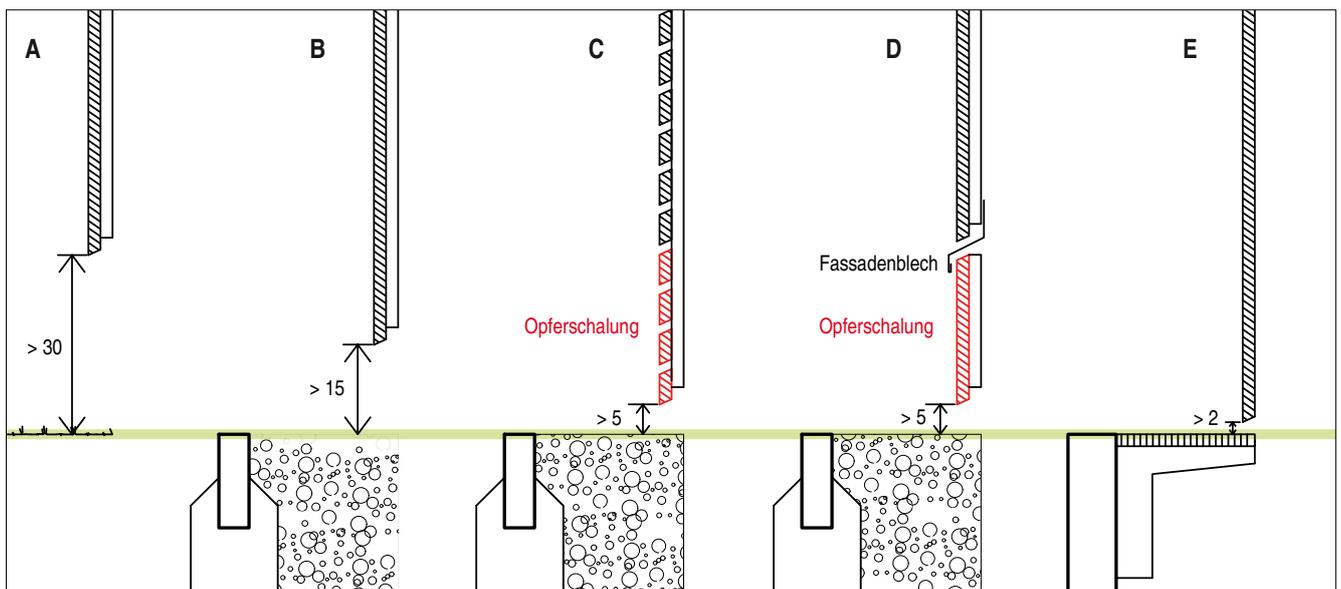
Hinterlaufsichere Abdichtung

Besonderes Augenmerk ist auf eine hinterlaufsichere Ausführung der Schwellenabdichtung zu legen (Abbildung 6.2). Diese lässt sich nur dann sicherstellen, wenn die Reihenfolge der Abdichtungsschritte (Hauptabdichtung - Befestigung Sockelblech auf Sockelblech) sowie die Eignung und Verträglichkeit der Materialien untereinander abgeklärt sind. Dies hat i.d.R. zur Folge, dass eine hochwertige Fassadenschutzbahn zum Einsatz kommt, die für eine derartige Abklebung zugelassen ist (d.h. keine einfachen Unterdachbahnen, wie sie im Holzbau als Schutzabdeckung der Fassade häufig eingesetzt werden). Zusätzlich ist darauf zu achten, dass die Hauptabdichtung oberseitig sicher verwahrt wird. Weil diese Anschlüsse Platz benötigen, ist es notwendig, dass die senkrechte Lattung unten ausgenommen werden kann und nicht – gestalterisch unschön – nach außen gebogen wird. Wegen der o.g. Abdichtungsfolge empfiehlt es sich, dass der untere Teil dieser Lattung erst dann bauseitig mit Kurzstücken ausgeführt wird, wenn die Abdichtungsarbeiten der Schwelle fertiggestellt sind.

- 6.1 Schematische Darstellung von fünf grundlegenden Fällen für die Ausbildung des Sockelanschlusses, abhängig vom Abstand UK Schwelle zum Gelände.
- 1 Abstand > 30 cm
 - 2 Abstand > 15 cm mit Rollkiesstreifen
 - 3 Abstand > 5 cm mit Abdichtung
 - 4 Ausführung mit Betonaufkantung
 - 5 Ausführung für Abstand = 2 cm (barrierefreie Zugänge bzw. Austritte)
- 6.2 Ausführungsdetail für eine hinterlaufsichere Ausführung von Abdichtung Schwelle, Sockelblech und Fassadenschutzbahn.
- 6.3 Schematische Darstellung von fünf grundlegenden Fällen für den unteren Abschluss der Holzschalung, abhängig vom Abstand zum Gelände.
- A Abstand > 30 cm
 - B Abstand > 15 cm mit Rollkiesstreifen
 - C Abstand > 5 cm mit Opferschalung (waagrechte Holzschalung)
 - D Abstand > 5 cm mit Opferschalung und Fassadenblech (senkrechte Holzschalung)
 - E Abstand = 2 cm mit Graben und Gitterrost (barrierefreie Zugänge und Austritte)



6.2



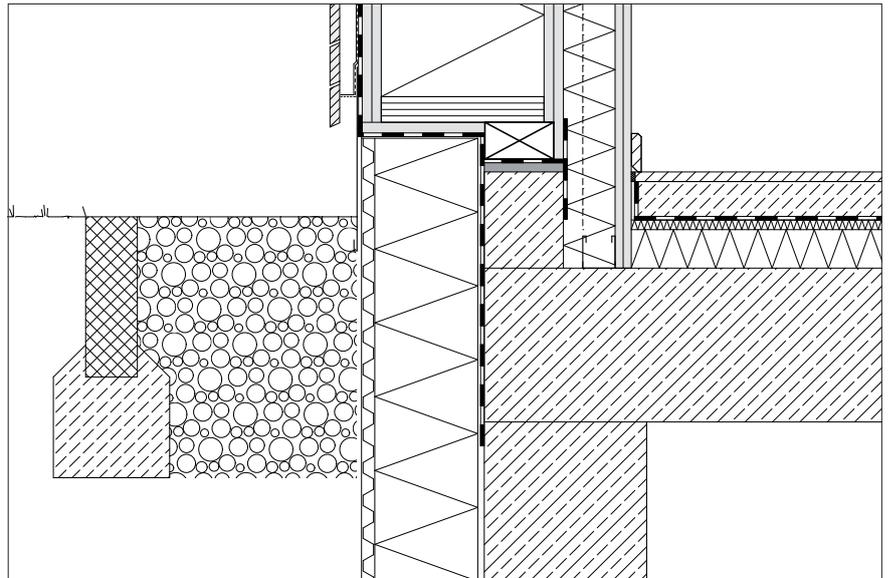
6.3

Sockeldetail Holzrahmenbau

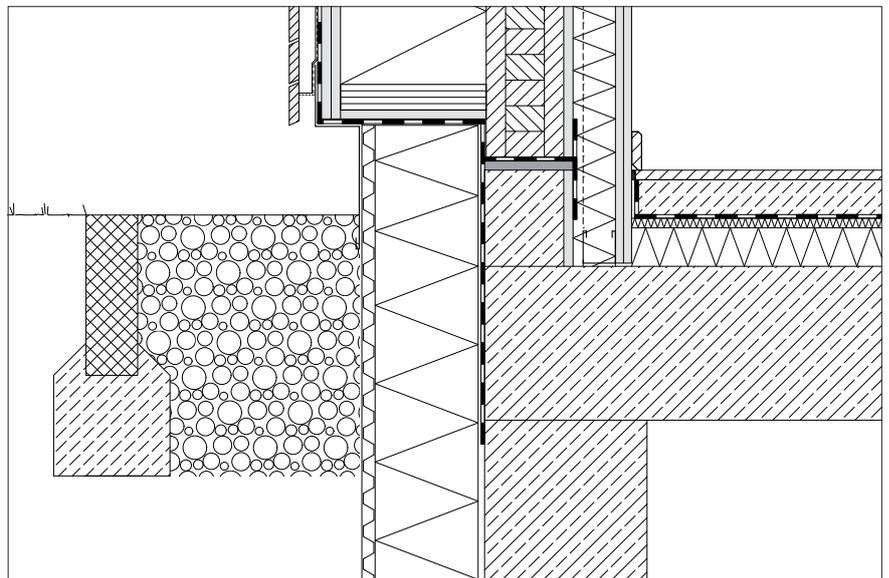
Die Schwelle liegt etwa 6 - 8 cm über Gelände und wird auf einer Stahlbetonaufkantung befestigt. Durch die Überdämmung mit Perimeterdämmung liegt die Schwelle im warmen Bereich. Von außen ist die Abdichtung bis 30 cm über Gelände geführt und wird dort sicher verwahrt. Die Fassadenschutzbahn wird über das Sockelblech geführt und dort mit einer Verklebung hinterlaufsicher an das Blech angeschlossen. Dafür ist es notwendig, die Lattung etwas zurückzuschneiden. Zudem ist das Geländeniveau mit einem Leistenstein und einem Rollkiesstreifen gesichert. Die horizontale Holzfassade endet mit einem Abstand von 15 cm zum Rollkiesstreifen. Die Perimeterdämmung wird mit einem Sockelblech abgedeckt. Das gedämmte Rahmenwerk weist umlaufend eine Kapselung aus Gipsfaserplatten auf, die auch um die Schichtholzplatte, die den unteren Abschluss des Riegelwerks bildet, herumgeführt ist. Die luftdichte Abklebung erfolgt innenseitig von der Gipsfaserplatte auf die Stahlbetonaufkantung. Innenseitig ist eine Installationsebene ausgeführt, die an der Stahlbetonaufkantung vorbei bis OK Kellerdecke verläuft. Damit können die Elektrokabel ohne Probleme vom Boden in die Installationsebene geführt werden. Sie wird zweifach mit Gipsfaser- oder Gipskartonplatten beplankt.

Sockeldetail Holzmassivbau

Der Sockelanschluss bei der Variante im Holzmassivbau ist analog zu demjenigen im Holzrahmenbau konzipiert. Die Massivholzscheibe liegt genau in der Ebene der Stahlbetonaufkantung und ist mit Zugankern oder Stahlwinkeln befestigt. Die Dämmebene wird durch ein Riegelwerk gebildet. Alternativ könnte hier auch direkt eine Außendämmung plus Abdeckung mit Fassadenschutzbahn aufgebracht werden, sofern dies die Brandschutzanforderungen zulassen. Durch die Massivholzscheibe ist bei gleicher Dämmqualität eine größere Konstruktionstiefe erforderlich. Zudem ist der finanzielle und konstruktive Aufwand größer. Dafür ist diese Konstruktion auch dann für eine tragende Fassade geeignet, wenn größere Lasten abzutragen sind. In jedem Fall sind die Dimensionierungen der Schwelle, des auskragenden Schwellholzes und der Stahlbetonaufkantung mit dem Statiker abzuklären, ebenso die untere Befestigung der Fassadenelemente.



6.4



6.5

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Holzschalung, 24 mm
Luftlattung, 30 mm
Fassadenschutzbahn
Gipsfaserplatte 15 mm (bzw. 2 x 18 mm)
Holzständerwerk mit Dämmung
Gipsfaserplatte 15 mm (bzw. 2 x 18 mm)
Installationsebene, gedämmt, 60 - 80 mm
Gipskartonplatten, 2 x 12,5 mm | 3 | Sockelblech |
| 2 | Holzschalung, 24 mm
Luftlattung, 30 mm
Fassadenschutzbahn
Gipsfaserplatte 15 mm (bzw. 2 x 18 mm)
Holzständerwerk mit Dämmung
Brettsperrelement, 120 mm
Installationsebene, gedämmt, 60 - 80 mm
Gipsfaserplatten, 2 x 18 mm | 4 | Abdichtung bis 30 cm über Gelände |
| | | 5 | Stahlbetonaufkantung 12/15 cm |
| | | 6 | luftdichte Abklebung |
| | | 7 | Quellmörtel |
| | | 8 | Perimeterdämmung Keller |
| | | 9 | Noppenbahn mit Kaschierung |
| | | 10 | Leistenstein mit Magerbetonstütze |
| | | 11 | Rollkiespackung |
| | | 12 | Fußbodenaufbau mit schwimmenden Estrich |

6.4 Sockeldetail im Holzrahmenbau mit Stahlbetonaufkantung.

6.5 Sockeldetail im Holzmassivbau mit Stahlbetonaufkantung.

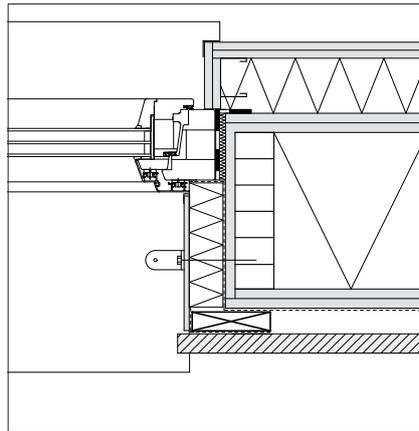
6.2 Fensteranschlüsse

Die Entwicklung der Detaillösungen für die Anschlüsse von Fenstern und sonstigen verglasten Öffnungen prägt nicht nur entscheidend die Baugestalt, sie beinhaltet auch die Erfüllung einer ganzen Reihe von baukonstruktiven und bauphysikalischen Anforderungen.

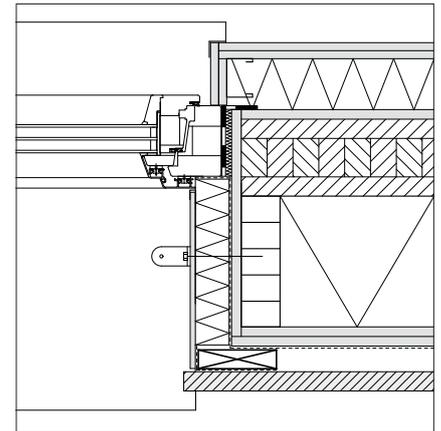
Die ersten substanziellen Festlegungen betreffen die Auswahl der Fensterprofile, und der Verglasungen. Dieses Thema soll hier jedoch nicht weiter vertieft werden. Ein fachgerechter Einbau des Fensters wird daher vorausgesetzt. Das nächste wichtige Thema ist die Wahl der Einbaulage der Fenster. Im Holzbau kann im Gegensatz zum Massivbau die Position der Fenster in der Öffnungslaubung freier gewählt werden. Wichtig ist, dass eine gute Befestigung des Fensters und eine gute Dämmanschluss gewährleistet sind. Aus der Sicht des Wärmeschutzes ist ein Fensterlage in der Mitte der Dämmebene zu bevorzugen. Sofern der Sonnenschutz im Fassadenaufbau integriert werden soll, ergibt sich jedoch eine weiter innen befindliche Fensterlage, wie in den nebenstehenden Details 6.6 - 6.9 dargestellt.

Folgende Punkte erfordern immer besondere Aufmerksamkeit:

- a** Zunächst ist die Statik der Fensteröffnungen zu klären. Dies betrifft vor allem die Dimensionierung der Stürze. Soll das Tragwerk aus Holzstegträgern bestehen, sind auch die Steher der Fensteröffnungen zu dimensionieren.
- b** Die Brandschutzbekleidungen sind auch um die Fensterlaibung zu führen. Über eine Abweichung kann häufig erreicht werden, dass eine Lage ausreicht. Eine Unterbrechung im Bereich der Fensterstöcke wird zumeist nicht akzeptiert.
- c** Die Fensteröffnung stellt eine Unterbrechung der Holzfassade dar und ist daher der Bewitterung stärker ausgesetzt. In der Rohbauphase sollte besonderer Wert auf die Vermeidung von in die Holzkonstruktionen eindringende Baufeuchte gelegt werden. Sofern die Fassadenschutzbahn sofort nach der Montage an die Fensterstöcke abgedichtet wird, sind die Forderungen nach Vermeidung von Baufeuchte, des Schlagregenschutz und der Winddichtigkeit gleichzeitig erfüllt.



6.6



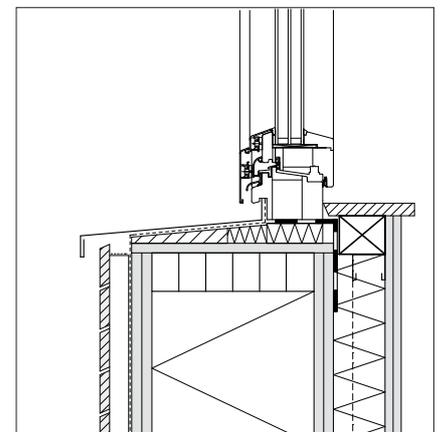
6.7

- d** Besonders wichtig ist der untere Anschluss der äußeren Fensterlaibung. Weil die Fensterbleche oder -bänke in den Ecken notorisch undicht sind (Ausnahme: nach Aufmaß gefertigte und in den Ecken geschweißte Fensterbleche in einem Stück) ist es unverzichtbar, unter dem Fensterblech eine Folien-schürze anzuordnen. Diese kann aus der Fassadenschutzbahn gefertigt werden, wenn sie für diese Anwendung zugelassen ist und an den unteren Fensterstock und an den Laibungsflanken hochgeführt und wasserdicht verklebt wird.

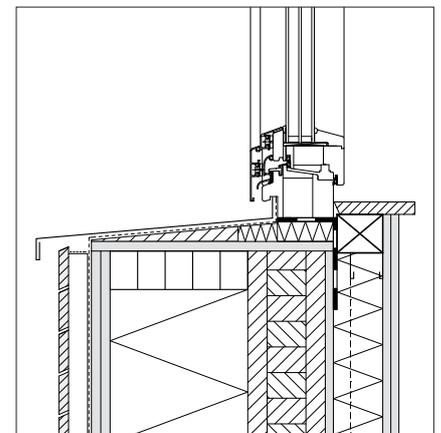
- e** Das Fenster sollte eine Überdämmung in der Laibung erhalten, um die Fenster-Einbauwärmehücke zu begrenzen. Damit werden zugleich der Fensterstock und die schlagregendichten Anschlüsse geschützt.

- f** Die Bekleidung der Fensterlaibung kann aus einer Fassadenplatte oder aus einem massiven Holzbrett bestehen. Um die Feuchtebelastung zu begrenzen, ist ein Abstand von wenigstens 2 cm zum Fensterblech einzuhalten. Fensterlaibungen aus Holz sind jedoch weniger widerstandsfähig als solche aus wasserbeständigen Fassadenplatten. Bei der Befestigung von Fassadenplatten sind die Holzlatten der Fassadenbekleidung mit einer Trennlage aus EPDM zu versehen, damit die Schraubkanäle abgedichtet werden. Nur so bleiben die Schraubverbindungen dauerhaft erhalten.

- g** Innenseitig sind die Fenster mit geeigneten Klebebändern o.ä. luftdicht anzudichten. Insbesondere in den Ecken erfordert dies besondere Sorgfalt.



6.8



6.9

- 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32
- 2 Holzmassivwand, Aufbau siehe S. 32
- 3 Fensterblech mit darunter verlegter Folien-schürze, z.B. aus Fassadenschutzbahn gefertigt
- 4 Luftdichter Anschluss mit Klebeband o.ä.
- 5 Überdämmung Fenster
- 6 Laibungsplatte aus Faserzement

- 6.6 Seitlicher Fensteranschluss im Holzrahmenbau
- 6.7 Seitlicher Fensteranschluss im Holzmassivbau
- 6.8 Unterer Fensteranschluss im Holzrahmenbau
- 6.9 Unterer Fensteranschluss im Holzmassivbau

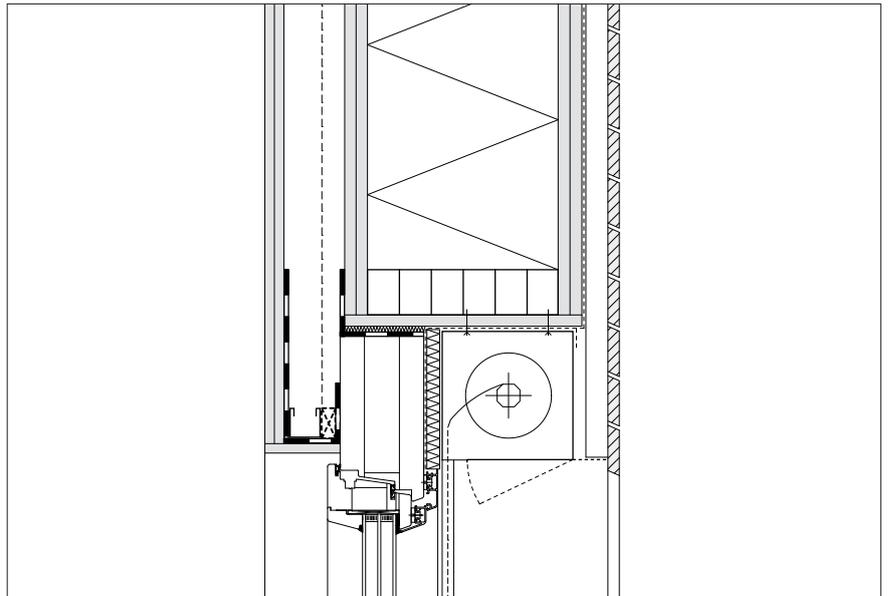
6.3 Integration Rollläden/Sonnenschutz

Rollläden (z.B. bei Erdgeschosswohnungen) und der außenliegende Sonnenschutz werden hier aus konstruktiven sowie gestalterischen Gründen zwischen die Fassadenbekleidung / Hinterlüftung und dem Fensterstock angeordnet. Das erfordert auf jeden Fall eine Aufdopplung des Fensterstocks. Die Einbauposition des Fensters bzw. der Fenstertüre ist relativ weit innen gewählt, jedoch so weit außen, dass die Installationsebene als Hinterdämmung des Fensterstocks fungieren kann. Zu klären ist hier im Einzelfall, ob dies feuchtechnisch unbedenklich ist. Die Hinterdämmung wirkt hier analog zu einer Innendämmung. Von daher ist in diesem Bereich ggf. eine feuchteadaptive Folie einzubauen und am Fensterstock hinterströmungssicher anzudichten.

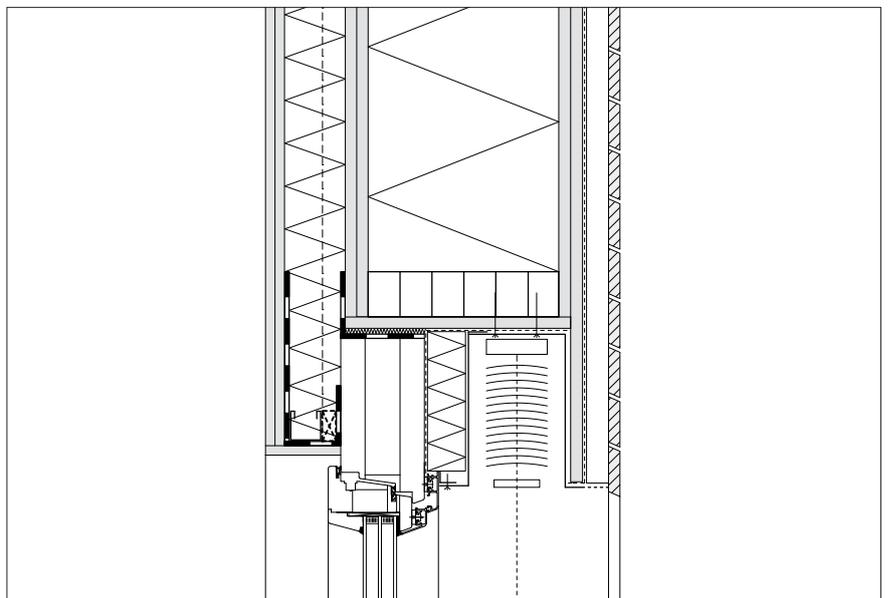
Abhängig von der Bedienung der Rollläden bzw. der Raffstoren (Gurt, Kurbel, Elektromotoren) sind die Durchdringungen exakt zu planen und möglichst luftdicht auszuführen. Hier bieten die elektrischen Lösungen klare Vorteile (Abdichtung mit vorgefertigten Klebemanschetten) sind jedoch generell kostenintensiv.

Folgende Punkte erfordern besondere Aufmerksamkeit:

- a Die Abmessungen der Hohlräume und Kästen sind abhängig von der Breite und Höhe des Behangs zu bestimmen. Weil diese abhängig von Hersteller und Produkt leicht variieren, empfiehlt es sich, hier etwas mehr Platz vorzusehen, als minimal notwendig.
- b Die Revisionierbarkeit aller mechanischen Bestandteile ist sicherzustellen indem die gewählte Lösung mit dem Hersteller abgestimmt wird.
- c Führungsschienen stehen häufig einer Überdämmung des Fensterstocks entgegen. Im dargestellten Fall kann wenigstens eine Dämmung in Höhe der Tiefe des Aluclips ausgeführt werden.
- d Die luft- und winddichten Anschlüsse an den Fensterstock sind auch im Bereich der Rollläden und Sonnenschutzanlagen sicherzustellen.
- e Die auskragende Luftlattung benötigt u.U. eine Stabilisierung mit Stahlwinkeln o.Ä., damit die Fassadenbekleidung sicher befestigt und planeben ausgerichtet werden kann.



6.10



6.11

- 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32
- 2 Rollladenkasten
- 3 Raffstor- bzw. Jalousieanlage
- 4 Fenster mit Stockaufdopplung oben
- 5 Stahlwinkel zur Stabilisierung der auskragenden Luftlattung der Fassade
- 6 Luftdichter Anschluss Fenster mit Klebeband
- 7 Feuchteadaptive Folie

6.10 Fensteranschluss oben mit in die Fassade integriertem Rollladenkasten

6.11 Fensteranschluss oben mit in die Fassade integrierter Raffstor-Anlage

6.4 Deckenanschluss

Der Deckenanschluss ist abhängig von der Bauweise und den gewählten Bauteilkonstruktionen zu beurteilen. Seine Ausbildung erfordert zunächst die statische Abklärung des Deckenaufagers bzw. die Festlegung der Fuge zwischen Tragkonstruktion und nichttragender Fassade. Zudem sind immer die Befestigungen zwischen Decken und Fassaden abzuklären. Im Bereich des Elementstoßes der Fassadenelemente wird häufig die horizontale Brandsperre vorgesehen, z.B. in Form eines Stahlblechs mit 2 mm Stärke. Wird die Schwelle des oberen Elements ausreichend stark ausgebildet, kann sie für die Gerüstbefestigung herangezogen werden. Damit können u.U. aufwändige Lösungen mit Gerüsthülsen vermieden werden. In allen Fällen kann durch die vorhandene Installationsebene neben der unproblematischen Verlegung von Leitungen auch der Schallschutz nach außen und zwischen den Wohnungen wesentlich verbessert werden.

Holzrahmenwand - Holzbalkendecke

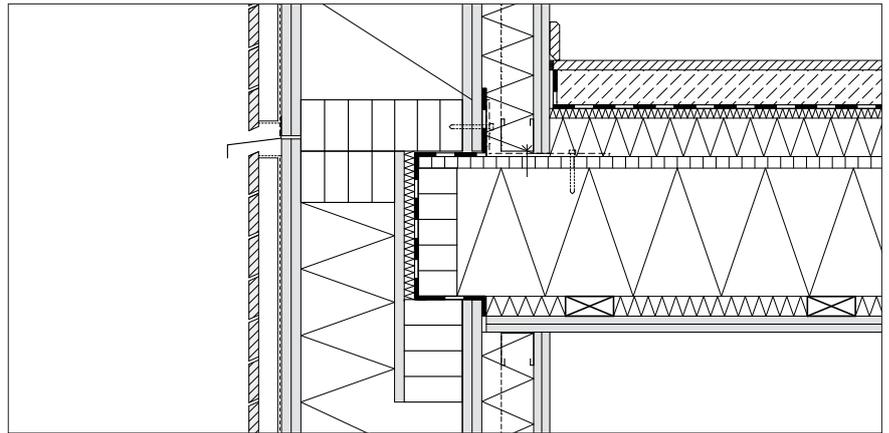
Als oberer Abschluss des geschosshohen Fassadenelements wird ein Deckenaufleger in Form eines geteilten Kopfriegels ausgeführt. Die luftdichte Ebene muss daher mit einer Folienschürze um den Deckenkopf herumgeführt werden. Die innenseitigen Anschlüsse der Brandschutzbeplankungen von Fassade und Decke inklusive der Anschlussfugen sind im Einzelfall genau abzustimmen. Zur Begrenzung der Wärmebrücke ist der Hohlraum der Holzbalkendecke ca. 20-30 cm nach innen vollständig auszudämmen.

Holzmassivwand - Massivholzdecke

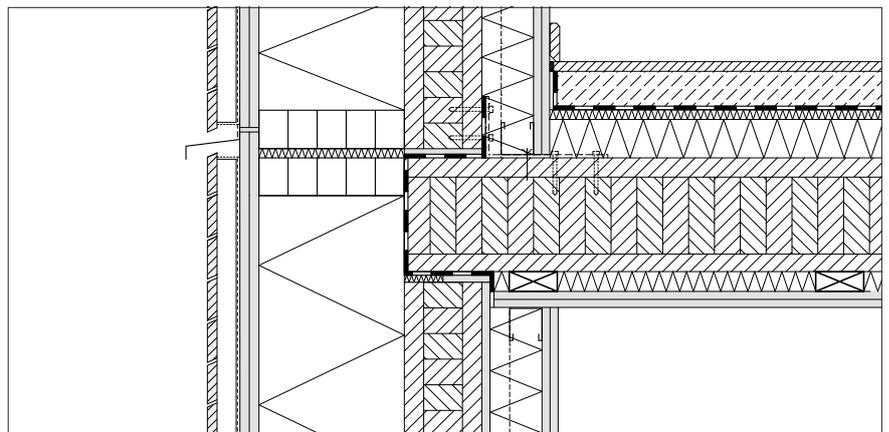
Bei einer konsequenten Massivholzlösung bilden die Wände das Deckenaufleger. Aus Schallschutzgründen sind hier u.U. unten und oben Sylomeraufleger vorzusehen. Ansonsten ist der Anschluss analog zu dem im Rahmenbau ausgeführt.

Holzrahmenwand - Stahlbetondecke

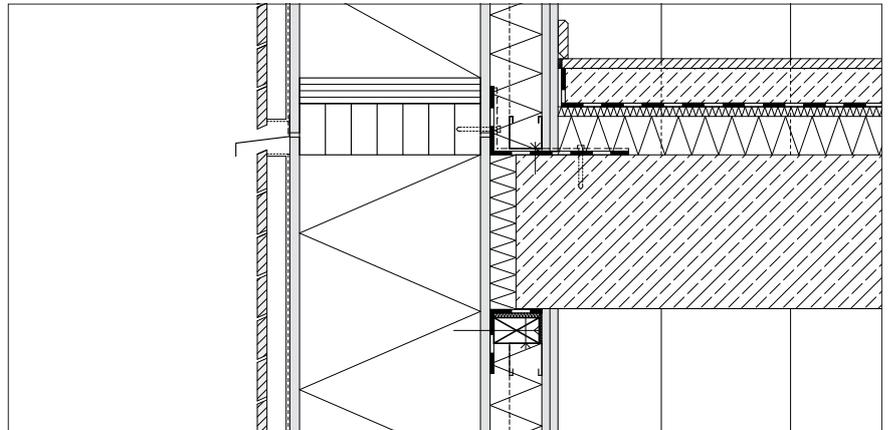
Bei der sog. Hybridbauweise besteht die Tragstruktur aus einer Stahlbetonskelett- oder einer Massivbau-Schottenbauweise und die Fassade ist in nicht-tragender Form davor gestellt. Die Brandschutzanforderungen an die Fassade sind in diesem Fall deutlich geringer. Der



6.12



6.13



6.14

wichtigste Punkt ist die Ausbildung und die Dimensionierung der Fuge zwischen Holz- und Massivbau. Sie ist mit Mineralwolle auszustopfen und nach unten gegen Herausfallen zu sichern. Ihre Stärke sollte wenigstens 3 - 4 cm betragen, damit die üblichen Bautoleranzen aufgenommen werden können. Der Deckenanschluss ist sowohl oben, als auch unten luftdicht an die Betondecke auszuführen. Der Elementstoß ist oberhalb der Stahlbetondecke angeordnet, damit die Fassaden dort einfach luftdicht ausgebildet und mit Winkeln befestigt werden können.

- 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32
- 2 Holzmassivwand, Aufbau siehe S. 32
- 3 Brandsperre aus Stahlblech, 2 mm, beschichtet
- 4 Luftdichter Anschluss mit Klebeband o.ä
- 5 Luftdichter Anschluss mit um den Deckenkopf herumgeführter Folienschürze
- 6 Fuge mit Mineralwolle gefüllt
- 7 Befestigungsleiste, in jeden Steher geschraubt
- 8 Befestigung mit Winkeln gemäß Statik
- 9 Sylomeraufleger gemäß Schallschutzgutachten
- 10 Stahlbetonstütze vor Fassade

6.12 Deckenanschluss im Holzrahmenbau

6.13 Deckenanschluss im Holzmassivbau

6.14 Deckenanschluss im Holzhybridbau (nicht-tragende Fassade vor Stahlbetonskelettbau)

6.5 Balkon- und Loggiaanschluss

Der Balkon- und Loggiaanschluss ist mit besonderer Sorgfalt zu planen, speziell wenn hier ein barrierefreier Austritt vorgesehen ist. Der Türanschluss stellt dann immer eine abdichtungstechnische Sonderlösung dar. In der Fachregel für Abdichtungen wird gefordert, dass zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind, ggf. auch in Kombination:

- wannenförmiger Entwässerungsrost
- Gefälle der wasserführenden Ebenen
- Schlagregen- und Spritzwasserschutz durch Überdachung
- Türrahmen mit Flanschkonstruktion
- Zusätzliche Abdichtung im Innenraum mit gesonderter Entwässerung

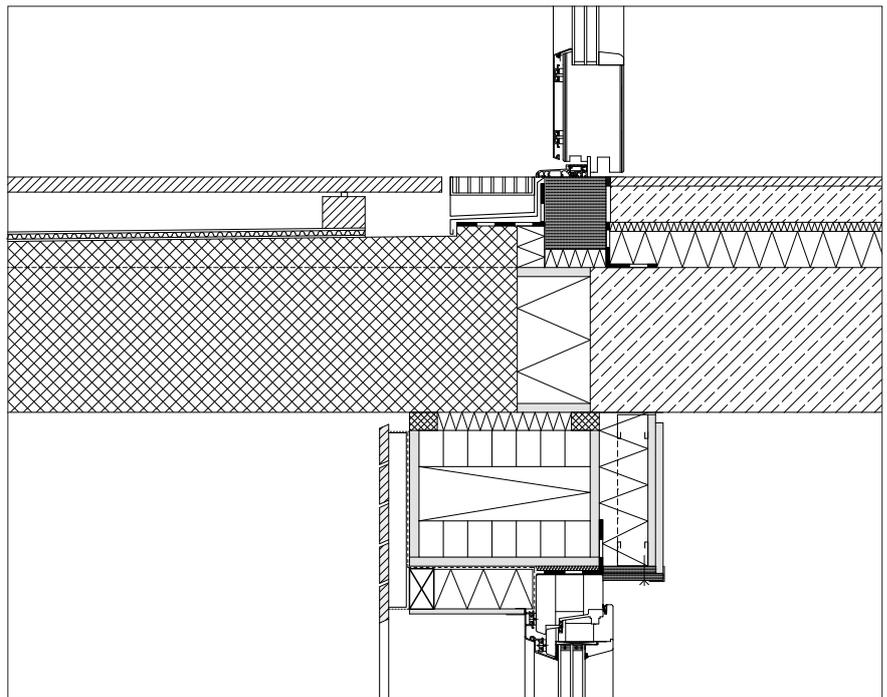
Bei den drei folgenden Detaillösungen wird davon ausgegangen, dass eine Überdachung (z.B. durch Anordnung der Balkone übereinander sowie Überdachung des obersten Balkons) vorhanden ist.

Holz-Hybridbau (Stahlbeton-Fertigteil)

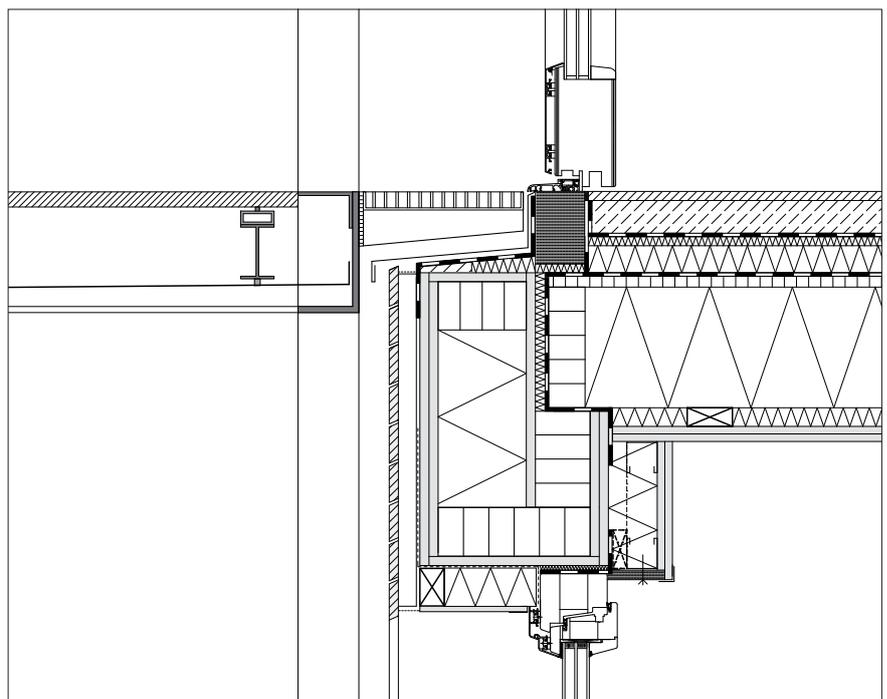
Bei der Holz-Hybrid-Bauweise stellt ein Stahlbeton-Fertigteil mit eingearbeitetem Gefälle die einfachste Lösung für die Konstruktion eines Balkons oder einer Loggia dar. Dieser ist statisch über F-90-Isokörbe mit den Decken verbunden. Die Fenstertüre hat eine Aufkantung von zwei cm, um einen barrierefreien Austritt zu gewährleisten. Die Abdichtung zwischen Fertigteil und Türstock erfolgt z.B. über ein Folienblech mit Baukleberabdichtung und wird mit einem trittfesten Riffelblech abgedeckt. Eine Abdichtung mit Flüssigkunststoff wäre zwar technisch möglich, weist jedoch nur eine maximale Standzeit von 15 Jahren auf. Vor der Fenstertüre ist eine Rinne angeordnet. Der Holzrost wird auf einer speziellen Drain-Schallschutzmatte verlegt. Zwischen dem Terrassenbelag und den Auflagerhölzern wird über ein Hartgummiprofil oder spezielle Halter ein Abstand von 8 - 10 mm hergestellt. Das Sturzelement der darunter liegenden Türe wird mit Brandschutz-Fugenbändern an das Fertigteil bzw. den Isokorb angeschlossen (Montagefuge/Toleranzausgleich).

Vorgestellter Stahlbalkon

Eine Auskrägung der Holzdecken als Balkonkonstruktion ist problematisch (Grund: Versagen der Balkonabdichtung führt zum Verlust der Tragfähigkeit der Decke).



6.15



6.16

- | | |
|---|--|
| 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32 | 14 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32 |
| 2 Stahlbeton-Fertigteil mit eingearbeitetem Gefälle | 15 Fensterblech mit darunter verlegter Folien-schürze, z.B. aus Fassadenschutzbahn gefertigt |
| 3 Isokorb mit F90-Brandschutznachweis | 16 Luftdichter Anschluss mit Klebeband o.Ä. |
| 4 Holz-Terrassendielen | 17 Überdämmung Fenster |
| 5 Abstandshalter (z.B. Hartgummiprofil) | 18 Fassadenplatte aus Faserzement |
| 6 Gefälleausgleichender Holzrost | |
| 7 Schutz-Drain-Schallschutzmatte | |
| 8 Trittfestes Riffelblech | |
| 9 Abdichtung Türe (z.B. Folienblech) | |
| 10 Barrierefreie Terrassentüre (Schwelle < 2 cm) | 6.15 Balkonanschluss im Holz-Hybridbau mit Stahlbeton-Fertigteil und Isokorbverbindung |
| 11 Stockaufdopplung aus Purenit | 6.16 Barrierefreier Anschluss Balkontüre bei Vorhandensein einer Holzbalkendecke in Form eines vor die Fassade gestellten Stahlbalkons |
| 12 Überdämmung Stockaufdopplung (Hartschaum) | |
| 12 Luftdichte Abklebung | |
| 13 Brandschutz-Fugenband | |

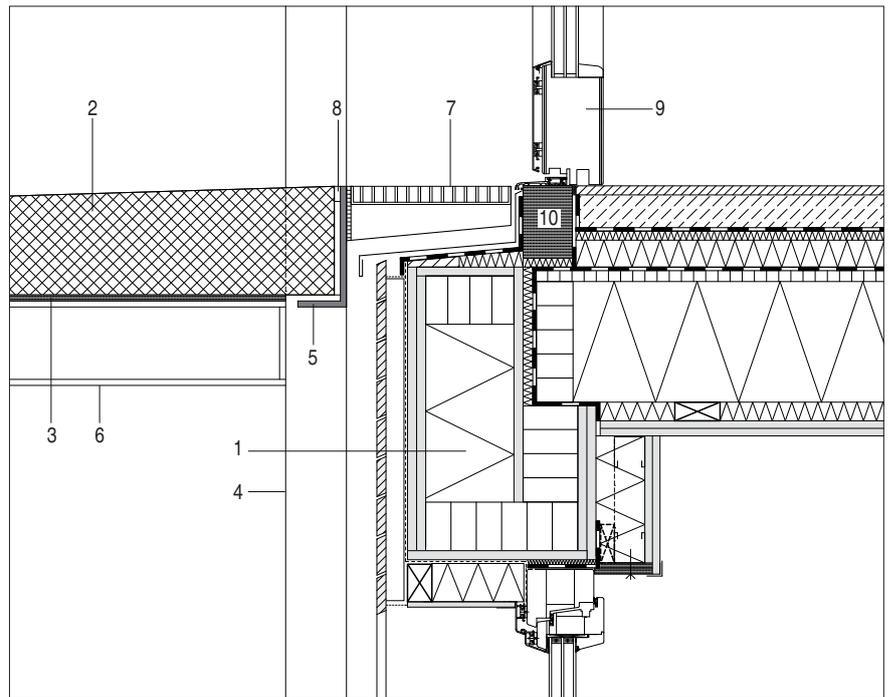
Daher wird hier die Ausbildung eines vor die Fassade gestellten Stahlbalkons vorgeschlagen. Der Balkon wird nur punktuell durch Edelstahlverbindungen mit dem Gebäude verbunden. Er benötigt deshalb eine Auskreuzung aus Flachstahl in der Trägerebene. Der Übergang von der Terrassentüre zum Stahlbalkon wird über einen Gitterrost, der auf Auslegerkonsolen befestigt ist, gebildet. Die genaue Höhenanpassung der Balkone an die Terrassentüren stellt eine besondere Herausforderung dar. Der Balkonbelag besteht aus Holzdielen, die auf Abstand (z.B. Einlage Hartgummiprofil 8/8 mm) auf Alu-Hohlprofilen befestigt werden. Diese liegen wiederum auf IPE-Trägern auf. Für den Regenschutz der Balkone dienen Stahlwannen, die über Fallrohre oder Speier nach außen entwässert werden.

Variante Stahlbalkon - Stahlbetonplatte

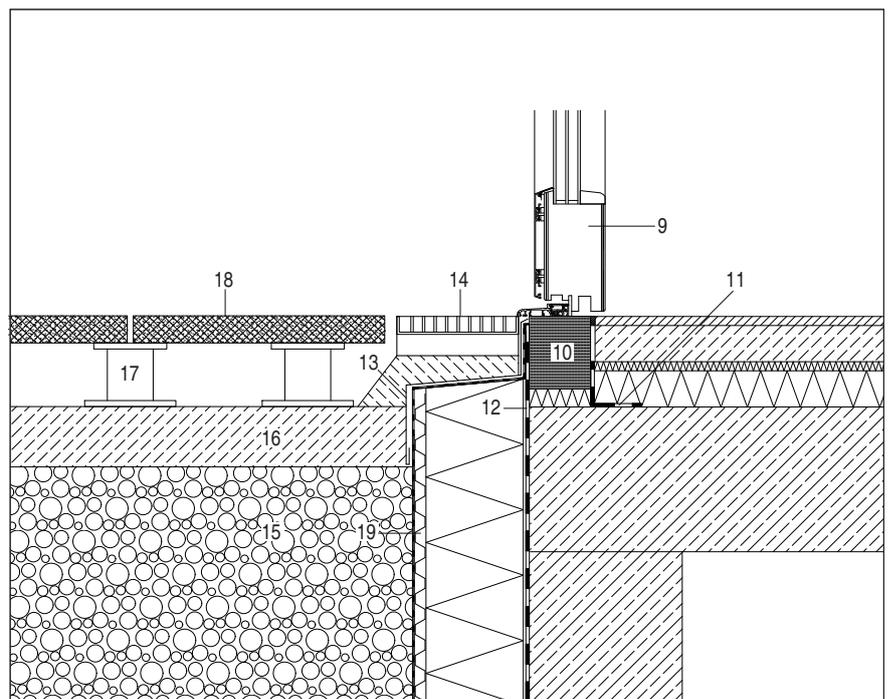
Alternativ zum Holzbelag kann der Balkonbelag aus einem Stahlbeton-Fertigteil mit integriertem Außengefälle von mindestens 2 % ausgeführt werden. Dieses liegt auf Stahlträgern mit Elastomer-Zwischenlage auf und ist im Bereich der Stahlstützen ausgespart. Eine derartige Konstruktion wäre auch für einen Laubengang geeignet. Sonst entspricht dieser Anschluss weitgehend dem zuvor besprochenen Detail.

6.6 Barrierefreier Zugang Terrasse

Bei diesem Anschluss ist es entscheidend die Geometrie für die Abdichtung der Terrassentüre möglichst einfach zu gestalten. Daher sitzt diese außenbündig an der Vorderkante Kellerdecke. Die Abdichtung kann so ohne Abknicken in das Stockprofil geführt werden. Sie ist in der Fenstertürleibung bis 15 cm über Gelände zu führen. Auch die Perimeterdämmung des Kellers kann auf diese Weise einfach an den Fensterstock angeschlossen werden. Ein Schutzblech mit ausreichender Stärke schützt einerseits die Abdichtung und stellt andererseits einen stabilen Unterbau für die Verlegung der Rinne her. Diese wird auf Drainbeton gelagert. Der Terrassenbelag besteht aus Betonplatten auf Stelzlager. Diese stehen auf einer Drainbetonschicht mit Gefälle nach außen. Damit kann eine Höhe zwischen OK Abdichtung und Gelände (= OK Drainbetonschicht) von 15 cm eingehalten werden.



6.17



6.18

- | | |
|---|---|
| 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 34 | 15 Kiesbett, verdichtet |
| 2 Stahlbeton-Fertigteil mit eingearbeiteten Gefälle | 16 Drainbetonschicht 10 cm mit Gefälle 3 % |
| 3 Elastomerauflager (Schallschutz) | 17 Stelzlager |
| 4 Stahlstütze Balkon, z.B. Hohlprofil 100/100/6 | 18 Terrassenbelag, z.B. Gehwegplatten, 4 cm |
| 5 Stahlwinkel 160/80/12 | 19 Noppenbahn mit Vlieseinlage |
| 6 Stahlträger, z.B. IPB 100 | |
| 7 Konsole mit Gitterrost | |
| 8 Fugenprofil oder dauerelastische Fuge | |
| 9 Barrierefreie Terrassentüre (Schwelle < 2 cm) | |
| 10 Stockaufdopplung, z.B. aus Purenit | |
| 11 Luftdichter Anschluss Terrassentüre | |
| 12 Abdichtung Türe (z.B. Folienblech) | |
| 13 Schutz- und Stützblech | |
| 14 Rinne auf Drainbetonbett | |

6.17 Balkon- bzw. Laubenganganschluss mit Stahlkonstruktion und aufgelegten Stahlbeton-Fertigteil mit eingearbeitetem Gefälle
6.18 Barrierefreier Austritt für Erdgeschoss-Terrasse

6.7 Flachdachanschluss

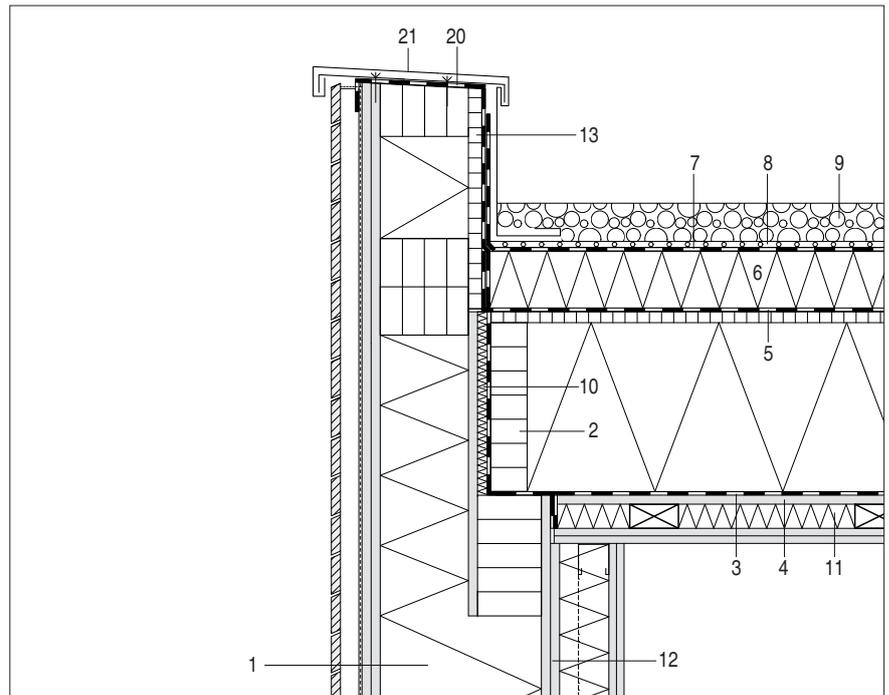
Flachdächer gehören zu den anspruchsvollsten Konstruktionen im Holzbau. Eindringende Feuchte führt hier immer zu substantiellen Problemen für die Holzkonstruktion. Dies kann durch Baufeuchte, Undichtigkeiten in der Abdichtung und durch Diffusion oder konvektiven Feuchteintrag von innen passieren. Noch mehr als im Massivbau ist entscheidend, fehlertolerante Konstruktionsansätze zu verwirklichen.

Für die Fassade ergeben sich am Attikaanschluss, unabhängig von der gewählten Konstruktion des Flachdaches, sehr ähnliche Anforderungen und damit Lösungsansätze.

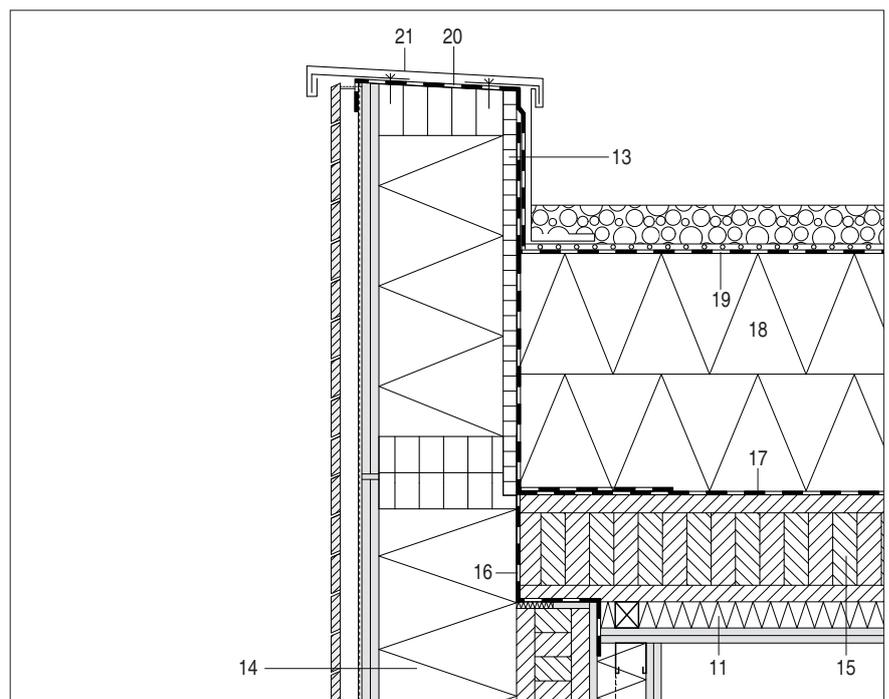
- Die außenseitigen Brandschutzbeplanungen werden bis zum Attikakopf geführt
- Innenseitig wird am Attikakopf eine Holzwerkstoffplatte mit einer Stärke von mindestens 22 mm aufgebracht, die als Untergrund für die Dampfsperre bzw. die Abdichtungen und ggf. für die Kehlfixierung dient. Für letztere ist ein statischer Nachweis (Auszugskräfte) zu führen.
- Die Wandstärke des Attikaelements ist bei Flachdächern aus Holz gegenüber den normalen Wandelementen reduziert, um ein Auflager für die Flachdachkonstruktion zu schaffen.
- Das Attikaelement wird gedämmt, um eine Kondensatbildung in den Gefachen zu verhindern
- Die Abdichtung wird über den Attikakopf bis zur Fassadenschutzbahn geführt und dort hinterlaufsicher gesichert. Es ist dann möglich die Ansichtsbreite des Attikablechs auf 5 cm zu reduzieren.

Flachdach mit Dämmung in der Tragenebene mit oberseitiger Zusatzdämmung (sog. „Duo-Dach“)

Bei dieser Form des Flachdaches befindet sich der Hauptteil der Dämmung in den Gefachen der Tragenebene. Aus bauphysikalischer Sicht ist dies ein risikobehafteter Konstruktionsansatz, weil durch die außenseitige dampfdichte Abdichtung eine Rücktrocknung von Feuchte nur nach innen erfolgen kann. Daher ist hier der Einsatz von Dampfbremsen bzw. feuchteadaptiven Folien auf der Innenseite unverzichtbar. Falls Durchdringungen durch



6.19



6.20

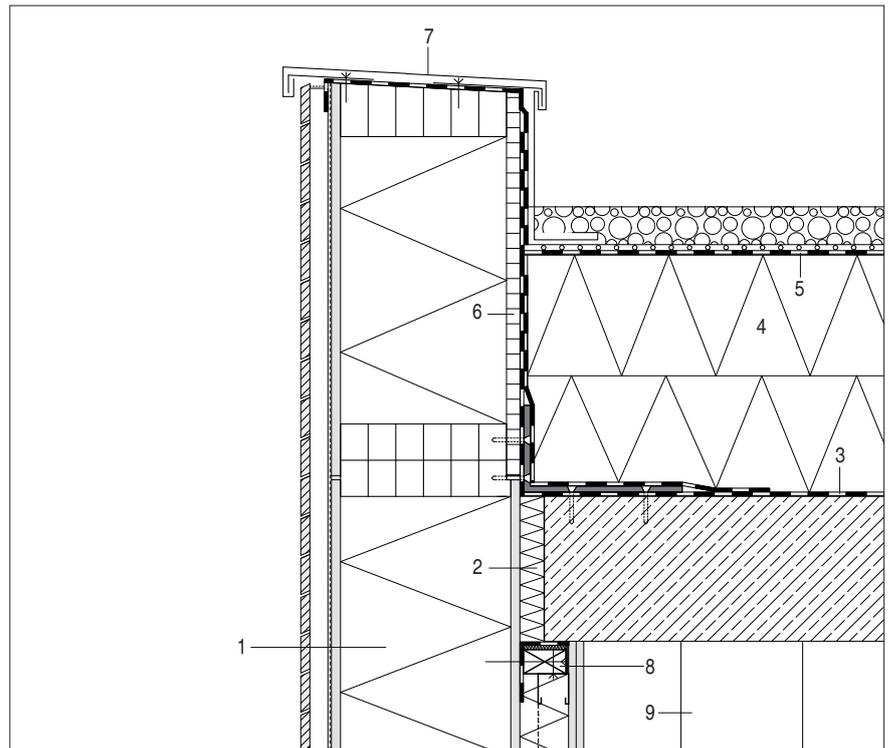
- | | |
|---|---|
| 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 34 | 14 Holzmassivwand, Aufbau siehe S. 34 |
| 2 Flachdachkonstruktion aus BSH-Balkenlage und oberer Abdeckung aus Holzwerkstoffplatte | 15 Flachdachhauptkonstruktion aus Brettsper Holz |
| 3 feuchteadaptive Folie | 16 Luftdichter Anschluss mit Folienschürze |
| 4 Gipsfaserplatte | 17 Dampfsperre und Notabdichtung |
| 5 Hauptabdichtung, Gefälle 3 % | 18 Gefälledämmung |
| 6 Zusatzdämmung, z.B. XPS für Umkehrdach | 19 Hauptabdichtung, Gefälle 3 % |
| 7 PE-Folie, 2-fach, überlappend verlegt | 20 Abdichtung über Attikakopf geführt |
| 8 Drain-Schutz-Filterbahn | 21 Attikaverblechung |
| 9 Kiesschicht | |
| 10 Fuge mit Mineralwolle (> 1000 °C) gefüllt | 6.19 Anschluss Holzfassade – Flachdach mit Dämmung in der Tragenebene als sog. „Duo-Dach“ |
| 11 Installationsebene | 6.20 Anschluss Holzfassade – Flachdach mit Massivholzplatte und Aufdämmung |
| 12 Brandschutzbekleidung, 2 x 18 mm | |
| 13 Holzwerkstoffplatte, 22 mm | |

das Flachdach geplant werden, empfiehlt es sich, die feuchteadaptive Folie mit einer diffusionsoffenen Holzwerkstoffplatte zu schützen. An dieser lassen sich die luftdichten Anschlüsse viel zuverlässiger andichten, als an eine nur lose verlegte Folie ohne Untergrund. Die Wahl des Schichtenaufbaus ist im Einzelfall durch eine feuchteschutztechnische Simulation (gemäß DIN EN 15026) nachzuweisen - speziell die Stärke der Zusatzdämmung. Derartige Flachdachkonstruktionen können auf keinen Fall auf der Baustelle gefertigt werden, sondern sind möglichst weitgehend vorzufertigen, damit möglichst keine Baufeuchte in das Tragwerk gelangen kann.

Das Aufbringen einer Schutzlage aus Kies verschlechtert das Rücktrocknungspotenzial der Gesamtkonstruktion, weil dadurch die Solarstrahlung nicht mehr direkt auf die Abdichtung gelangen kann. Ähnlich wirken sich Verschattungen durch Dachausgänge/Aufzugsüberfahrten, Terrassenbeläge oder Dachbegrünungen sowie Nachbarbebauung oder hohe Bäume aus. Ein Lösungsansatz, der dieser Problematik entgegenwirkt, besteht im Aufbringen einer Zusatzdämmung auf der Abdichtung. Dadurch wird das Temperaturniveau der Holzwerkstoffplatte unter der Hauptabdichtung im Winter angehoben, wodurch die Gefahr einer Aufwechung verringert wird. Geeignet sind Dämmstoffe, die eine Zulassung für ein Umkehrdach besitzen. Sie wird zumeist mit einer zweilagig verlegten Folie abgedeckt, damit die Entwässerung möglichst weit oben erfolgt. Die Zusatzdämmung bildet darüberhinaus einen wirksamen Schutz für die Hauptabdichtung.

Flachdach in Holz-Massivbauweise

Eine weitaus weniger kritischer Konstruktion besteht aus einer tragenden Massivholzplatte, z.B. aus Brettsperrholz, mit einer Anordnung der Dämmung darüber. Hier wird zunächst eine klassische Dampfsperre auf der Massivholzplatte aufgebracht, die zugleich die Notabdichtung bildet. Anschließend wird eine Gefälledämmung aufgebracht. Auf dieser wird dann die Hauptabdichtung gemäß den Regeln der Flachdach-Richtlinie (oder DIN 18531 im Falle von nicht genutzten Dächern) verlegt. Es wird empfohlen, die provisorischen Abläufe der Notabdichtung in der Konstruktion zu belassen:



6.21

- Für den Fall des Versagens der Hauptabdichtung ist die Holzkonstruktion statisch gesehen nicht in der Lage, die Zusatzlasten aus einem Aufstauen des Wassers in der Attikawanne aufzunehmen. Die Notüberläufe wirken in diesem Fall zudem als „Zeigersystem“.
- Die in der Hauptdämmung häufig enthaltene Baufeuchte kann über die Notüberläufe entweichen.
- Die Notüberläufe sollten mit Mineralwolle ausgestopft werden und einen Kleintierschutz erhalten, weil sich sonst Vögel einnisten könnten.

Flachdach aus Stahlbeton

Bei einer Holz-Hybrid-Bauweise ist es naheliegend, gerade das problematische Bauteil Flachdach aus Stahlbeton zu fertigen. Die Dampfsperre bildet hier auch zugleich die Notabdichtung, die sich hier im Gußverfahren sehr einfach hinterlauf-sicher ausbilden lässt. Probleme bereiten hier erfahrungsgemäß die Winkelbefestigungen über die Fuge hinweg. Daher ist hier häufig eine zweilagige Dampfbremse/Notabdichtung sinnvoll. Auch hier sollten die Abläufe der Notabdichtung aus den genannten Gründen nicht zurückgebaut werden. Ansonsten entspricht die Lösung weitgehend dem zuvor besprochenen Detail mit Massivholzplatte.

- 1 Holzrahmenwand, Aufbau siehe S. 32
- 2 Fuge mit Mineralwolle (> 1000 °C) gefüllt
- 3 Dampfsperre, zugleich Notabdichtung, hinterlauf-sicher im Gießverfahren aufgebracht
- 4 Gefälledämmung
- 5 Hauptabdichtung
- 6 Holzwerkstoffplatte, 22 mm
- 7 Attikaverblechung
- 8 Luftdichter Anschluss und Sicherung der Fugendämmung gegen Herausfallen mit Holzleiste
- 9 Stahlbetonsäule

6.21 Anschluss Holzfassade an Flachdach mit Stahlbetonplatte als typische Lösung im Holz-Hybridbau.

Stadtreihenhäuser

München 2006

Bauherr:
Baugemeinschaft „Stadtgestalten“

Architekt:
Rainer Vallentin, München

Haustechnikplanung:
Kurt Güttinger, Kempten



Auf der Konversionsfläche der ehemaligen Waldmann-Stetten-Kaserne in München hat die Landeshauptstadt München in größerem Umfang Grundstücke an Baugemeinschaften und Genossenschaften vergeben. In einem dieser Projekte wurden acht Stadtreihenhäuser auf einem knapp geschnittenen innerstädtischen Grundstück realisiert. Aufgrund der geforderten hohen Dichte wurde ein dreigeschossiger Bautyp entwickelt, bei dem nur die Mindestfestlegungen fixiert wurden: Tragstruktur, Gebäudehülle, Steigstrang, Treppe.

Im Sinne einer „strukturierten Partizipation“ werden damit Potentiale für individuelle Grundrissbildungen freigesetzt. In Workshops haben die künftigen Bewohnern ihre Wohnkonzepte anhand von Arbeitsmodellen entwickelt. Die Fassaden wurde hingegen einheitlich gestaltet, einerseits, um ein angemessenes städtisches Erscheinungsbild zu gewährleisten, andererseits, um die wirtschaftlichen Vorteile einer Vorfertigung nutzen zu können.

Die vorgegebene städtebauliche Anordnung einer Zeilenbebauung führte zu einem Zonierungskonzept, das auch die Freibereiche mit einbezieht: Durch Übergangszonen auf der Erschließungs- sowie Gartenseite entstehen leicht erhöhte und räumlich gefasste Aufenthaltsbereiche: Eingangsterrasse und Windfang sowie Gartenterrasse und Balkon. Die Rhythmisierungen über die vorgestellten Elemente und die Materialwechsel in den Fassaden machen das einzelne Haus ablesbar. Der Gartenraum selbst weist keine Trennungen auf und wird gemeinschaftlich genutzt.



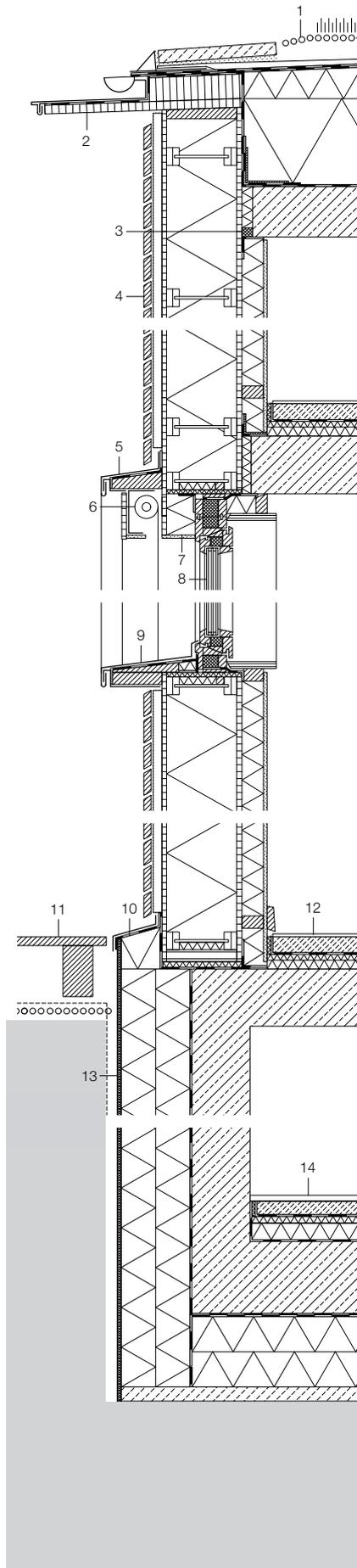


Für die Stadtreihenhäuser wurde eine Mischkonstruktion gewählt, bei der alle tragenden Elemente aus Stahlbetonfertigteilen bestehen. Die Fassaden wurden hingegen als Rahmenwerke mit Holzstegträgern und Zellulosefaserdämmung und beidseitiger Beplankung gefertigt. Ergänzend ist innseitig eine Installationsebene angeordnet. Der Hintergrund für diese Entscheidung war u.a., dass im Grundstückskaufvertrag mit der Stadt München die Kosten abhängig von der realisierten Geschossfläche bestimmt wurden. Daher war es wirtschaftlich geboten, die Konstruktionsflächen der Fassaden möglichst gering zu halten. Die Passivhausanforderungen konnten über die Gefachedämmung der Holzrahmenwerke besonders platzsparend ausgeführt werden.

Die Bekleidung besteht aus einer natur belassenen horizontal verlegten Lärchenschalung mit offenen Fugen. Als Insektenchutz wurde ein Kunststoffnetz flächig auf die Luftlattung aufgebracht.

Besondere Aufmerksamkeit benötigen alle Anschlüsse zwischen Holz- und Massivkonstruktion. Sie sind allseitig luftdicht auszubilden und müssen die Brandschutzanforderungen erfüllen. Dies wurde durch das Ausstopfen der Fugen mit Mineralwolle und der Verlegung von Brandschutzfugenbändern im Bereich der Gebäudetrennwände erfüllt.

Sämtliche Hauptfenster weisen vorstehende Fensterrahmen auf. Dadurch konnte eine einfache Integration des Sonnenschutzes in Verbindung mit der Überdämmung der Fensterstöcke erfolgen.



Detailschnitt Fassade, Maßstab 1:20

a Dach (U-Wert: 0,074 W/m²K):

- Gründachaufbau (extensive Begrünung)
- Drän-Filter-Schutz-Matte
- EPDM-Bahn (werkseitig vorkonfektioniert)
- Gefälledämmung WLG 035, 50 ... 200 mm
- Dachdämmung, WLG 035, 350 mm
- Dampfsperre PYE PV 200 DD, unterlaufsicher
- Stahlbetondecke, 200 mm

b Aussenwand (U-Wert: 0,137 W/m²K)

- Holzschalung, Lärche 24 mm bzw. Kupfer, Falzdeckung
- Insektenchutzgitter, vollflächig verlegt
- Luftlattung 30/60 mm
- DWD-Unterdachplatte, 16 mm, diffusionsoffen
- Holzkonstruktion aus TJI-Trägern, dazwischen Zellulosefaserdämmung, WLG 040, 241 mm
- OSB-Platte, 18 mm, Stöße luftdicht verklebt
- Installationsebene, Steinwolle, 60 mm
- Gipskartonplatte (F30), 12,5 mm

c Passivhaus-Fenster

- Holzfenster, Kiefer lackiert, mit gedämmtem PU-Kern mit $U_F = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 3-fach-Wärmeschutzverglasung, mittlere Scheibe ESG, selektive Beschichtungen auf 3. und 5. Ebene, $U_G = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$; g-Wert = 0,54
- Thermix-Abstandshalter, tieferer Glaseinstand, mit $\Psi_{\text{Glasrand}} = 0,03 \text{ W/mK}$
- Einbau mit überdämmten Fensterrahmen, mit $\Psi_{\text{Einbau}} = 0,01 \text{ W/mK}$
- $U_{w, \text{Einbau}}$ -Wert aller Fenster (eingebaut): 0,74 W/m²K

d Kellerwand (U-Wert: 0,161 W/m²K)

- Drän-Schutz-Matte
- Perimeterdämmung, WLG 040, 240 mm
- Vollflächige Abdichtung Bitumen-KSK-Bahn
- Kaltflüssiger Voranstrich
- Stahlbetonwand, 200 mm

e Bodenplatte (U-Wert: 0,107 W/m²K)

- Belag
- Zementestrich, 55 mm
- Trittschalldämmung, WLG 040, 20 mm
- PU-Dämmung, WLG 025, 60 mm
- Bitumenschweißbahn G 200 S4
- Stahlbeton-Bodenplatte (WU-Beton), 250 mm
- PE-Folie, 2-lagig
- Lastabtragende Dämmung, Styrodur, 240 mm
- Magerbeton, 50 mm

1 Flachdachaufbau mit Dachbegrünung

2 Vordach aus Lärche-Dreischichtplatte

3 Brandschutz-Fugenband

4 Holzschalung, Lärche natur, 24 mm

5 Fensterrahmung, mit Kupferblech bekleidet

6 Sonnenschutz, Senkrecht-Markise

7 Überdämmung Fensterstock, XPS

8 Passivhaus-Fenster

9 Abdichtung EPDM, mit Kupferblech abgedeckt

10 Abdichtung Sockel mit Blechabdeckung

11 Holzterrasse, Lärche

12 Fußbodenaufbau auf Kellerdecke

13 Perimeterdämmung Keller

14 WU-Bodenplatte mit lastabtragender Perimeterdämmung und Estrichaufbau

Wohnhof

Ansbach 2013

Bauherr:
Josef-Stiftung Bamberg

Architekt:
Deppisch Architekten, Freising



Der Wohnhof in Holzbauweise ersetzt eine Bebauung aus den 1960er Jahren, die neben baulichen und haustechnischen Mängeln eine geringe bauliche Nutzung des Grundstücks aufwies. Der neue Entwurf mit 37 geförderten Wohnungen hat nahezu zu einer Verdopplung der Wohnfläche geführt und verfolgt mit der Ausbildung eines Innenhofes ein klares Außenraumkonzept. Der Hof wird von zwei ost-west-orientierten Hauptbaukörpern und zwei kleinen eingeschossigen Nebengebäuden gebildet und ist über vier Durchgänge an die Umgebung angebunden. Die Wohnungen sind über innenliegende Treppenhäuser erschlossen. Die drei- bzw.

viergeschossigen Wohntrakte sind sehr kompakt ausgebildet und weisen mit ca. 16 m eine große Gebäudetiefe auf und sind auf der Ost- und Westseite durchgängig mit schmalen Balkonen versehen.

Auf die Ausbildung eines Kellers und einer Tiefgarage konnte verzichtet werden, indem die Stellplätze oberirdisch und alle Abstellräume im Erdgeschoss untergebracht werden konnten. Mit Ausnahme der Stahlbeton-Bodenplatte ist das Gebäude konsequent in Holzbauweise errichtet. Die Aussenwände sind als Holzrahmenelemente ausgebildet, während alle Decken, Dachplatten und die tragenden Innenwän-

de aus Massivholzelementen gefertigt sind. Der Wärmeschutz der Gebäudehülle entspricht in etwa dem Passivhausniveau. Die nichttragenden Innenwände bestehen aus Gipskarton-Metalldübelwänden. Bis auf die Deckenuntersichten sind alle Innenoberflächen in den Wohnungen mit Gipskartonbeklankungen versehen und weiß gestrichen.

Die Aussenerscheinung wird wesentlich durch die waagrechte Holzschalung aus Weißtanne mit Vergrauungslasur und die farblos beschichteten Holzfenster aus Fichte bestimmt. Im Sockelbereich werden Stahlbeton-Fertigteile eingesetzt, die als





Gestaltungselemente in die Gärten und in den Innenhof fortgesetzt werden und dort auch als Wandelemente für die Nebengebäude Verwendung finden.

Die Holzfassade wird aus einem Rahmenwerk mit Stielen aus Konstruktions-Vollholz und beidseitigen Beplankungen sowie Dämmung der Gefache mit Mineralwolle gebildet. Weil die Brandschutzanforderungen der beiden Baukörper unterschiedlich sind, sind die Beplankungen jeweils verschieden ausgebildet. Die Luftlattung ist mit einer Stärke von 10 cm sehr tief gewählt. Angesichts der offenen Schalung ist die vorgesehene Fassadenschutzbahn gleichwohl unverzichtbar. Die Fenster Rahmungen sind über die Lattungsebene herausgezogen und erfordern hier besondere Maßnahmen um den Schlagregen zuverlässig nach außen zu führen.

Die Massivholzdecken sind ungefähr zu Zwei-Dritteln auf das Rahmenwerk aufgelagert, so dass außenseitig Platz für eine Wärmedämmung bleibt. Die Fenster sind innenbündig gesetzt und über speziell in die Decke eingefräste Nuten und Montageleisten an den Decken befestigt. Die Fensterposition ist aus Sicht der Wärmebrückenvermeidung und des Feuchteschutzes zwar nicht optimal gewählt, jedoch wurde über Wärmebrückenberechnungen der Nachweis geführt, dass die Anschlüsse aus bauphysikalischer Sicht unkritisch sind. Bei der Herstellung der luftdichten Anschlüsse wurde davon ausgegangen, dass die Massivholzelemente in sich luftdicht ausgebildet sind.

Detailschnitt Fassade, Maßstab 1:20

a Dach (U-Wert: 0,117 W/m²K):

- Kunststoffabdichtung
- Gefälledämmung WLG 035, 50 ... 130 mm
- Dachdämmung, WLG 035, 160 mm
- Dampfsperre / Notabdichtung
- Brettsperrholzplatte, 160 mm

b Aussenwand (U-Wert: 0,134 W/m²K)

- Holzschalung, Weißtanne, vorvergraut 20 mm
- Luftlattung, Fichte 50/100 mm
- Fassadenschutzbahn, diffusionsoffen
- Gipsfaserplatten, 2x18 mm (K₆₀-Kapselung)
- Holzrahmenwerk aus KVH, 280 mm, dazwischen Mineralwollendämmung, WLG 035
- OSB-Platte, 15 mm, Stöße luftdicht verklebt
- Gipskartonplatte (F30), 12,5 mm

c Holzfenster

- Hohlkammerrahmen, Fichte
- 3-fach-Wärmeschutzverglasung

d Massivholzdecke

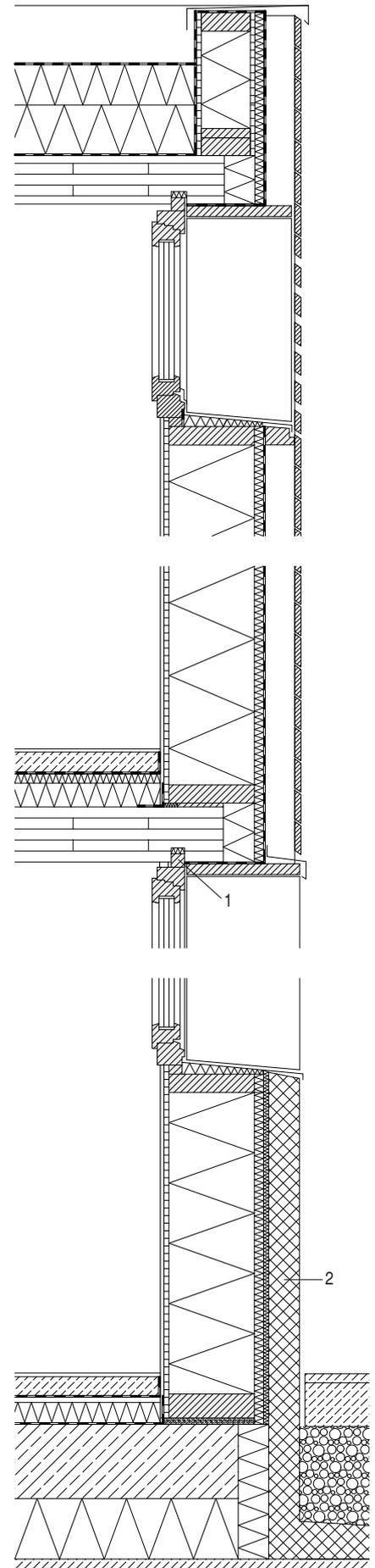
- Mosaikparkett, Eiche, 10 mm
- Zementestrich als Heizestrich, 65 mm
- Trittschalldämmung, Mineralwolle, 40 mm
- Splittschüttung, gebunden, 80 mm
- Brettsperrholzdecke, Fichte, 180 mm

e Bodenplatte (U-Wert: 0,122 W/m²K)

- Mosaikparkett, Eiche, 10 mm
- Zementestrich als Heizestrich, 65 mm
- Trittschalldämmung, Polystyrol, 20 mm
- Wärmedämmung, EPS, 70 mm
- Dichtungsbahn Polymerbitumen
- Stahlbeton-Bodenplatte (WU-Beton), 270 mm
- PE-Folie, 2-lagig
- Lastabtragende Dämmung, XPS, 220 mm
- Magerbeton, 50 mm

1 Nut-Feder-System zur Befestigung der Fenster

2 Stahlbeton-Fertigteile als Sockelelement



Stadthaus

München 2016

Bauherr:
Baugemeinschaft „Stadtgestalten -
Domagpark“

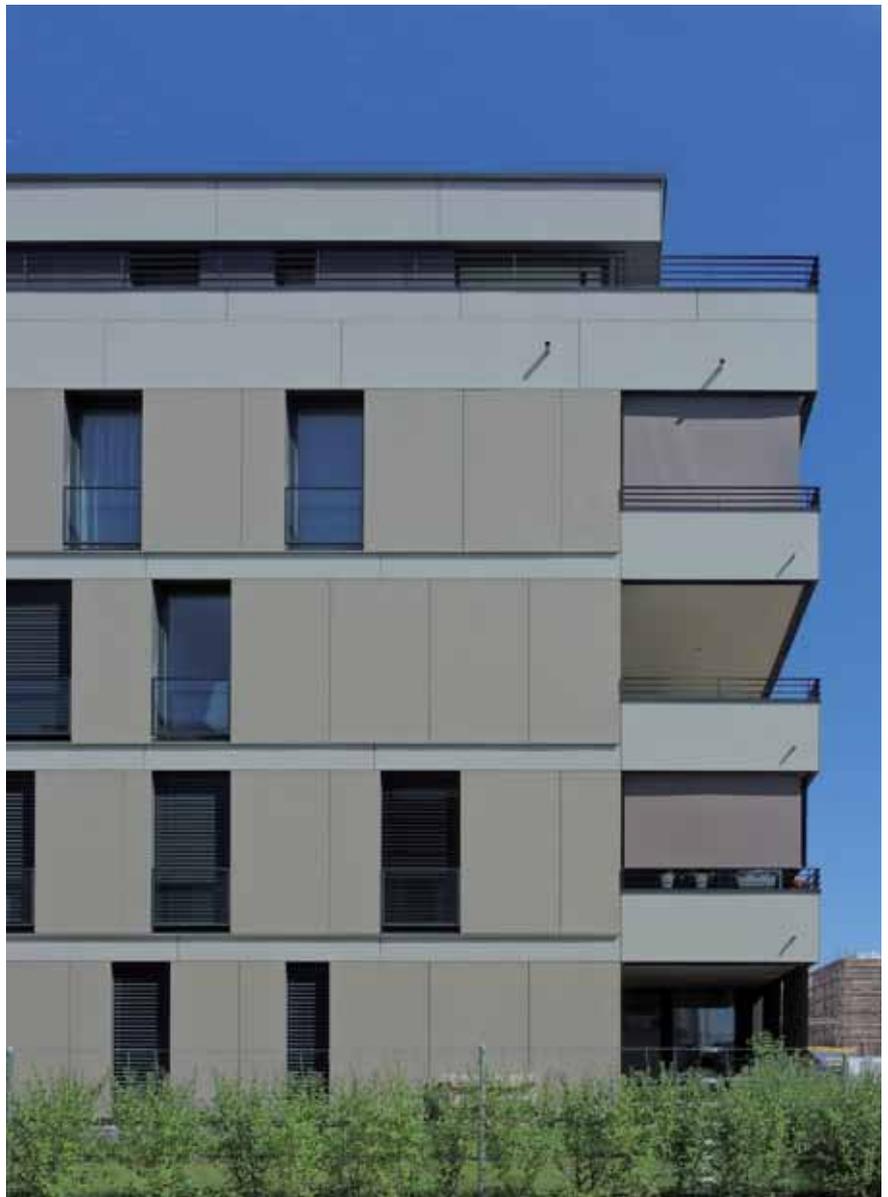
Architekt:
Vallentin + Reichmann, München

Das Mehrfamilienhaus ist als zertifiziertes Passivhaus mit einem zentralen Treppenhause konzipiert und besitzt 14 Wohnungen sowie einen Gemeinschaftsraum im Dachgeschoss. Im Gestaltungsleitfaden, der den Bebauungsplan ergänzt, waren Loggien anstelle der üblichen Balkone vorgeschrieben, die jeweils an den vier Gebäudeecken platziert wurden.

Das Gebäude ist in einer Holzhybridbauweise mit Stahlbetonskelett und Fassaden aus Holzrahmenelementen ausgebildet. Während die Südfassade streng symmetrisch gestaltet ist, weisen alle anderen Fassaden frei angeordnete Öffnungen auf. Dies auch, um auf die besonderen Anforderungen der individuell entworfenen Wohnungen reagieren zu können.

Die nicht-tragende Holzfassade ist als Rahemwrk aus Brettschichtholz und beidseitigen Brandschutzbeplankungen ausgebildet. Die Dämmung der Gefache besteht aus Zellulosefasern und erfüllt damit die Anforderung einer feuerhemmenden Konstruktion. Innenseitig ist eine Installationsebene aus Metallständern und Gipsfaserplatten angeordnet.

Die Außenbekleidung ist als hinterlüftete Konstruktion mit Fassadenschutzbahn, Lattung und Faserzementplatten ausgeführt. Aus brandschutztechnischen und gestalterischen Gründen sind in jedem Geschoss Brandsperren aus Stahlblech vorgesehen. Der Sonnenschutz ist vollständig in die Fassadenelemente integriert. Das zurückgesetzte Staffeldach war städtebaulich vorgegeben und hat einen vergleichsweise hohen Aufwand in Hinblick auf die Detailbildungen und Anschlüsse erfordert. Alle Geländer sind flächenbündig zur Fassade gesetzt, wodurch sich das Bild einer umlaufenden „Reling“ ergibt.



Detailschnitt Fassade, Maßstab 1:20

a Dach (U-Wert: 0,088 W/m²K):

- Photovoltaikanlage, aufgeständert
- Extensive Dachbegrünung, 10 - 12 cm
- Flachdachabdichtung, Wolfen
- Gefälledämmung, verklebt, EPS, 5 - 24 cm
- Hauptdämmung, verklebt, EPS 24 cm
- Dampfsperre, bituminös, zweilagig
- Stahlbetonplatte, 20 cm
- Spachtelung, vollflächig

b Staffeldach (U-Wert 0,081 W/m²K):

- Terrassenplatten, 40 mm
- Splittbettung, 30 - 50 mm
- Filtervlies
- Drain-/Schutz-/Sicker-/Schallschutzmatte, 20 mm
- Flachdachabdichtung, Wolfen
- Gefälledämmung, verklebt, EPS, 5 - 30 cm
- Hauptdämmung, verklebt, EPS 24 cm
- Dampfsperre, bituminös, zweilagig
- Stahlbetonplatte, 24 cm
- Spachtelung und Anstrich

c Aussenwand DG (U-Wert: 0,150 W/m²K)

- Faserzementplatte, 8 mm
- Luftlattung 40 mm
- Fassadenschutzbahn
- Gipsfaserplatte, 15 mm, diffusionsoffen
- Holzkonstruktion aus BSH-Trägern, dazwischen Zellulosefaserdämmung, WLG 040, 280 mm
- Gipsfaserplatte mit aufkaschierter Dampfbremse, Stöße luftdicht verklebt, 15 mm
- Installationsebene, gedämmt WLG 035, 60 mm
- Gipskartonbekleidung, 2 x 12,5 mm

d Aussenwand EG, OG 1-3 (U-Wert: 0,142 W/m²K)

- wie c, jedoch Stärke Installationsbene nun 80 mm

e Kelleraußenwand (U-Wert: 0,141 W/m²K)

- Schutzmatte mit Drainfunktion
- Perimeterdämmung, 24 cm
- WU-Stahlbeton-Außenwand, 25 cm

f Passivhaus-Fenster (U_{W, eingebaut}-Wert: 0,68 W/m²K)

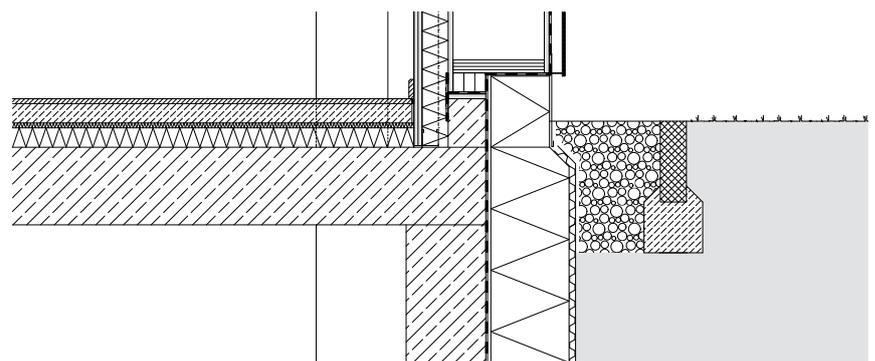
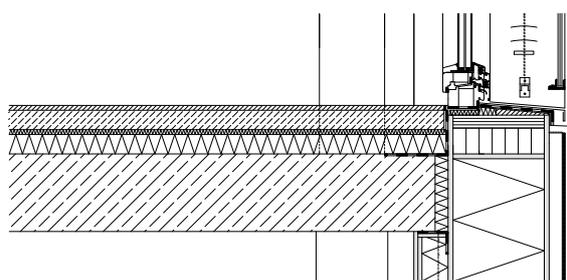
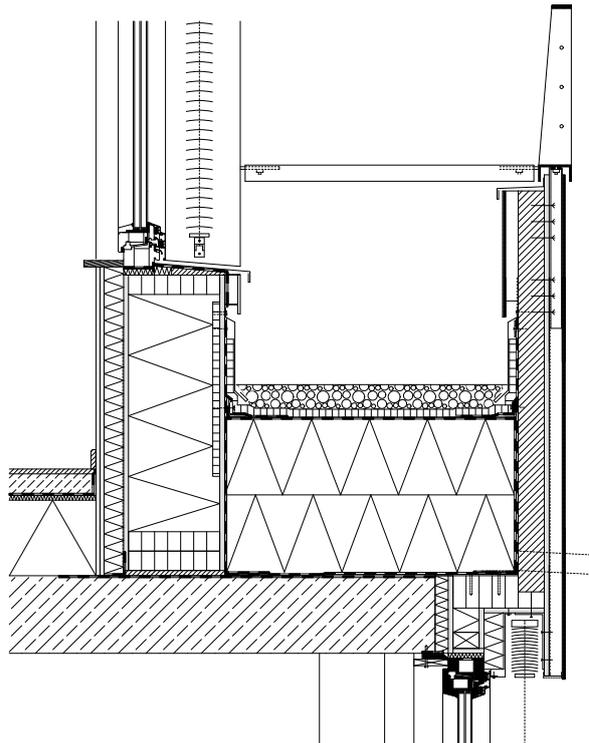
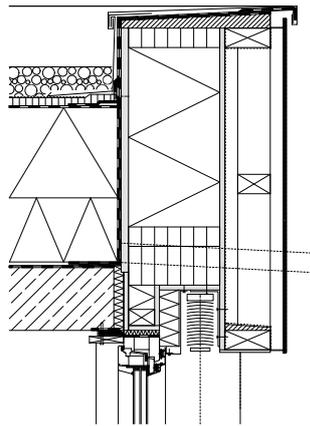
- Holzfenster, Kiefer lackiert, mit PU-Kern und aufgesetzten Alu-Schalen
- 3-fach-Wärmeschutzverglasung, U_G = 0,53 W/m²K; g-Wert = 0,54
- Thermix-Abstandshalter, tieferer Glaseinstand, mit $\Psi_{\text{Glasrand}} = 0,031 \text{ W/mK}$
- Einbau mit überdämmten Fensterrahmen

g Decken

- Belag, z.B. Industriparkett 16 mm
- Estrich, 55 - 65 mm
- Trittschalldämmung, 15 - 20 mm
- Dämmung (z.T. für Installationen) 60 mm
- Stahlbeton, 240 mm
- Spachtelung, vollflächig

h Bodenplatte (U-Wert: 0,142 W/m²K)

- Zementestrich, 55 mm, beschichtet
- Trittschalldämmung, WLG 040, 30 mm
- Bitumenschweißbahn G 200 S4
- Stahlbeton-Bodenplatte (WU-Beton), 250 mm
- PE-Folie, 2-lagig
- Lastabtragende Dämmung, 240 mm
- Magerbeton, 50 mm



Wohnüberbauung Dantebad-Parkplatz

München 2016

Bauherr:
Gewofag Projektentwicklungsgesellschaft

Architekt:
Nagler Architekten, München

Dieses Projekt ist Bestandteil des Sonderprogrammes „Wohnen 3000“ der Landeshauptstadt München. Zusätzlich zum bisher beschlossenen öffentlichen Wohnungsbau sollen dadurch 3000 zusätzliche Sozialwohnungen bis 2019 entstehen. Das Projekt ist in zweierlei Hinsicht ungewöhnlich: Erstens dient der Parkplatz des benachbarten Schwimmbads als Bauplatz. Somit handelt es sich um eine Mehrfachnutzung des Grundstücks. Zweitens wurde das Wohngebäude in der ungewöhnlich kurzen Planungs- und Bauzeit von nur einem Jahr fertig gestellt.

Mit Gesamtabmessungen von ca. 12 x 112 Metern beinhaltet das sog. „Stelzenhaus“ insgesamt 86 Einzimmerwohnungen mit 24 - 31 m² und 14 Zweizimmerwohnungen mit 48 bis 54 m² auf. Zusätzlich wurden in den abgerundeten Köpfen vier Gemeinschaftsräume mit Kochgelegenheit und eine Waschküche integriert. Alle Wohnungen sind von Osten über Laubengänge erschlossen. Als Ausgleich für die fehlende Freifläche auf Bodenniveau wurde das Dach begrünt und mit Gemeinschaftsterrassen für alle Bewohner zugänglich und nutzbar gemacht.

Abgesehen von dem aufgeständerten „Tisch“ und dem Laubengang, die beide aus Stahlbeton bestehen, ist das Gebäude aus Holzkonstruktionen erstellt. Alle Holzbauteile wurden im Werk vorgefertigt, so dass auf der Baustelle vor allem die Montagearbeiten zu erledigen waren. Die vorgesehene Systembauweise beinhaltet auch komplett installierte und oberflächenfertige Sanitärzellen, die im Zuge des Aufstelles des Holzbaus mit eingebaut werden. Der gesamte Bau wurde in vier Abschnitte geteilt, die dann im Takt jeweils geschossweise fertiggestellt wurden. Nur





so konnten die Bauprozesse in Anlehnung an Industrieprozesse optimiert werden. Die Fassade ist anders als Decken und Wände, die aus Brettsperrholz bestehen, als Holzrahmenkonstruktion mit 20 cm Stärke ausgeführt. Zwischen das Rahmenwerk wurde Mineralwolle als Dämmung eingelegt. Das Rahmenwerk erhält beidseitig eine zweilagige Brandschutzbeplankung aus Gipsfaserplatten. Innenseitig ist keine Installationsebene vorgesehen.

Aussenseitig wurde eine hinterlüftete Holzschalung aus Lärche ausgeführt, die durch farbig abgesetzte Rahmungen eine starke Gliederung erfährt. Als Sicht- und Sonnenschutz sind auf der Westseite Rolläden vorgesehen, die in die Fassade integriert wurden. Die horizontalen Brandsperren aus Stahlblech sind in jedem Geschoss ausgeführt. Aufgrund der Länge des Baukörpers wurden zudem regelmäßig vertikale Brandsperren vorgesehen.



Detailschnitt Fassade, Maßstab 1:20

a Dach (U-Wert: 0,119 W/m²K):

- Gründachaufbau bzw. Kiesstreifen, 10 cm
- Bautenschutzmatte, 10 mm
- Polymer-Bitumenbahn, zweilagig
- Dämmung, verklebt, EPS, 18 cm
- Gefälledämmung, verklebt, EPS, 2 - 12 cm
- Schutzestrich, 5 cm
- Dampfsperre, bituminös, vollflächig verklebt
- Brettsperrholzplatte, 14 cm

b Aussenwand (U-Wert 0,194 W/m²K):

- Vertikalschalung, Nut+Feder, Lärche, 19 mm farbig behandelt
- Lattung horizontal, 35 mm
- Luftlattung vertikal, 15 mm
- Fassadenschutzbahn
- Brandschutzbekleidung, Gipsfaser, 2 x 12,5 mm
- Holzrahmenwerk, 6/20 cm, ausgedämmt mit Mineralwolle 20 cm
- Brandschutzbekleidung, Gipsfaser, 2 x 12,5 mm, dazwischen Dampfbremse, die zugleich die Luftdichtebene bildet.

c Wohnungstrenndecke

- Belag, Parkett 10 mm
- Zementestrich, 50 mm
- Trittschalldämmung, 20 mm
- Schüttung, 12 cm
- Brettsperrholzplatte, 14 cm

d Decke über Parkplätzen (U-Wert: 0,188 W/m²K)

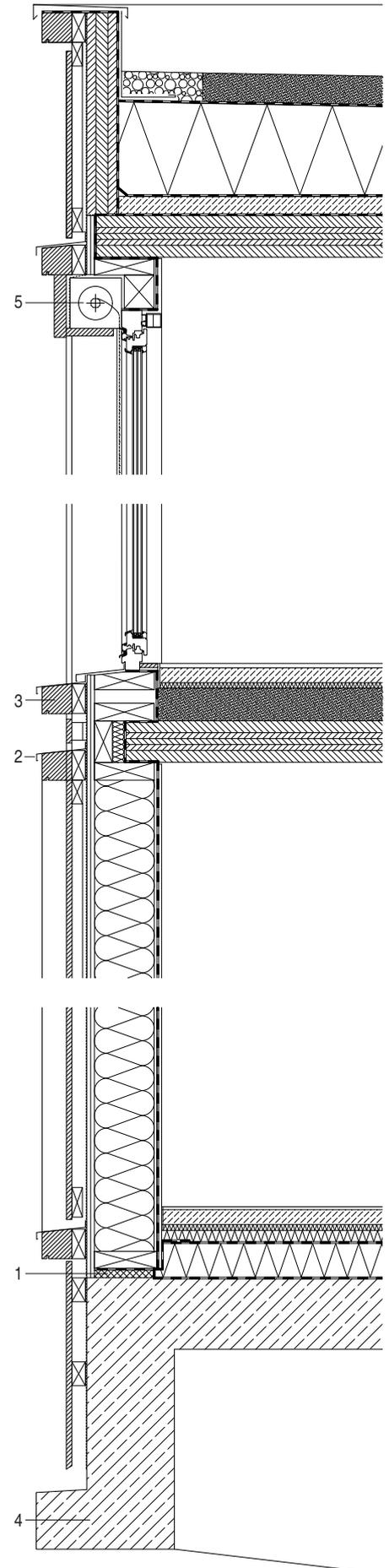
- Belag, Parkett 10 mm
- Zementestrich, 50 mm
- PE-Folie, Stöße verklebt (Dampfbremse)
- Trittschalldämmung, 20 mm
- Zwischendämmung, 40 mm
- Hauptdämmung, 120 mm
- Stahlbetonplatte, 25 cm

e Holzfenster

- Rahmen aus Kieferholz
- 2-fach-Wärmeschutzverglasung

1 Sperrschicht und Mörtelband

- 2 Brandsperre, Stahlblech, 1 mm
- 3 Vortretende Lisenen aus Massivholz
- 4 Stahlbeton-"Tisch" mit Unterzügen und Pfeilern
- 5 Rolläden



Wohnen auf der GÜSCHHÖHE

Luzern 2009

Bauherr:
GEFA Genossenschaft für Arbeiter

Architekt:
MMJS Jauch-Stolz Architekten AG, Luzern



Die Wohnbebauung „Güschhöhe“ wurde für eine Genossenschaft errichtet und befindet sich in reizvoller landschaftlicher Lage in einer Waldlichtung auf einem Hügel über der Stadt Luzern. Der etwa 200 Meter lange Baukörper passt sich geschickt der Topografie an, indem er mehrfach geknickt verläuft. Im Süden befindet sich Wald und im Norden die Aussicht auf die Stadt. Daher sind sämtliche 56 Wohnungen als Zweispänner in Form von Durchwohn-Grundrissen konzipiert. Das oberste Geschoss ist mehrfach abgestuft und weist Gemeinschaftsräume und große nutzbare Terrassen für die Mieter auf. Private Gärten sind nicht vorgesehen, auch weil sich im Keller (bzw. je nach Ge-

lände auch Souterrain oder Erdgeschoss) Abstellräume befinden. Als Besonderheit weist jede Wohnung eine Loggia auf, die zugleich den Eingang in jede Wohnung bildet.

Die Bebauung ist im MINERGIE-ECO-Standard errichtet. Das entspricht einem guten Niedrigenergiestandard, bei dem zusätzlich ökologische Aspekte bei der Baustoffwahl berücksichtigt wurden.

Das Gebäude ist in allen wesentlichen Teilen in Massivbauweise ausgeführt. Auch die Tragkonstruktion der Fassade besteht aus Ziegelmauerwerk bzw. Stahlbeton. Aussenseitig ist eine gedämmte Kreuz-

lattung montiert, die als Witterungsschutz eine vertikale Holzschalung aus Lärche erhalten hat, die mit einer silbergrauen Vergrauungslasur eingelassen ist.

In jedem Geschoss sind Brandsperren vorgesehen, die im Bereich der Bekleidung und Lattung aus Stahlblech, im Bereich der Kreuzlattung aus einem horizontal eingebauten Massivholzriegel und einem Mineralwollschott besteht. Die Fenster sind in der Dämmebene montiert. Der Sonnenschutz besteht aus Vertikalmarkisen und ist vollständig in die Fassade integriert. Gleichwohl wurde darauf geachtet, eine gute Überdämmung der oberen Fensterstöcke auszuführen.



Detailschnitt Fassade, Maßstab 1:20

a Dach (U-Wert: 0,096 W/m²K):

- Platten aus Beton, 50 mm
- Kies-/Splitt-Bettung, 50 mm
- Bautenschutzmatte, 5 mm
- Polymer-Bitumenbahn, zweilagig
- Dämmung, verklebt, PUR, 18 cm
- Gefälledämmung, verklebt, PUR, 2 - 10 cm
- Dampfsperre, bituminös, vollflächig verklebt
- Stahlbetonplatte, 24 cm
- Weißputz, 10 mm

b Aussenwand (U-Wert 0,153 W/m²K):

- Vertikalschalung, Nut+Feder, Lärche, 22 mm mit Vorvergrauungslasur
- Lattung horizontal, 30 mm
- Luftlattung vertikal, 20 mm
- Fassadenschutzbahn
- Kreuzlattung, 2 x 6/12 cm, ausgedämmt mit Mineralwolle 2 x 12 cm
- Ziegelmauerwerk 17,5 cm (bzw. Stahlbeton 18 cm)
- Grundputz 10 mm
- Zementabglättung, 5 mm

c Kellerdecke (U-Wert: 0,136 W/m²K)

- Belag, Parkett 10 mm
- Heizestrich mit Fußbodenheizung, 80 mm
- PE-Folie, Stöße verklebt (Dampfbremse)
- Trittschalldämmung, 20 mm
- Dämmung, 160 mm
- Stahlbetonplatte, 24 cm
- Baulicher Wärmeschutz, Verbundplatte aus Mineralwolle mit Deckschicht, 80 mm

1 Dämmschürze aus Mineralwolle = Brandschott

2 Brandsperre, Stahlblech, 1 mm

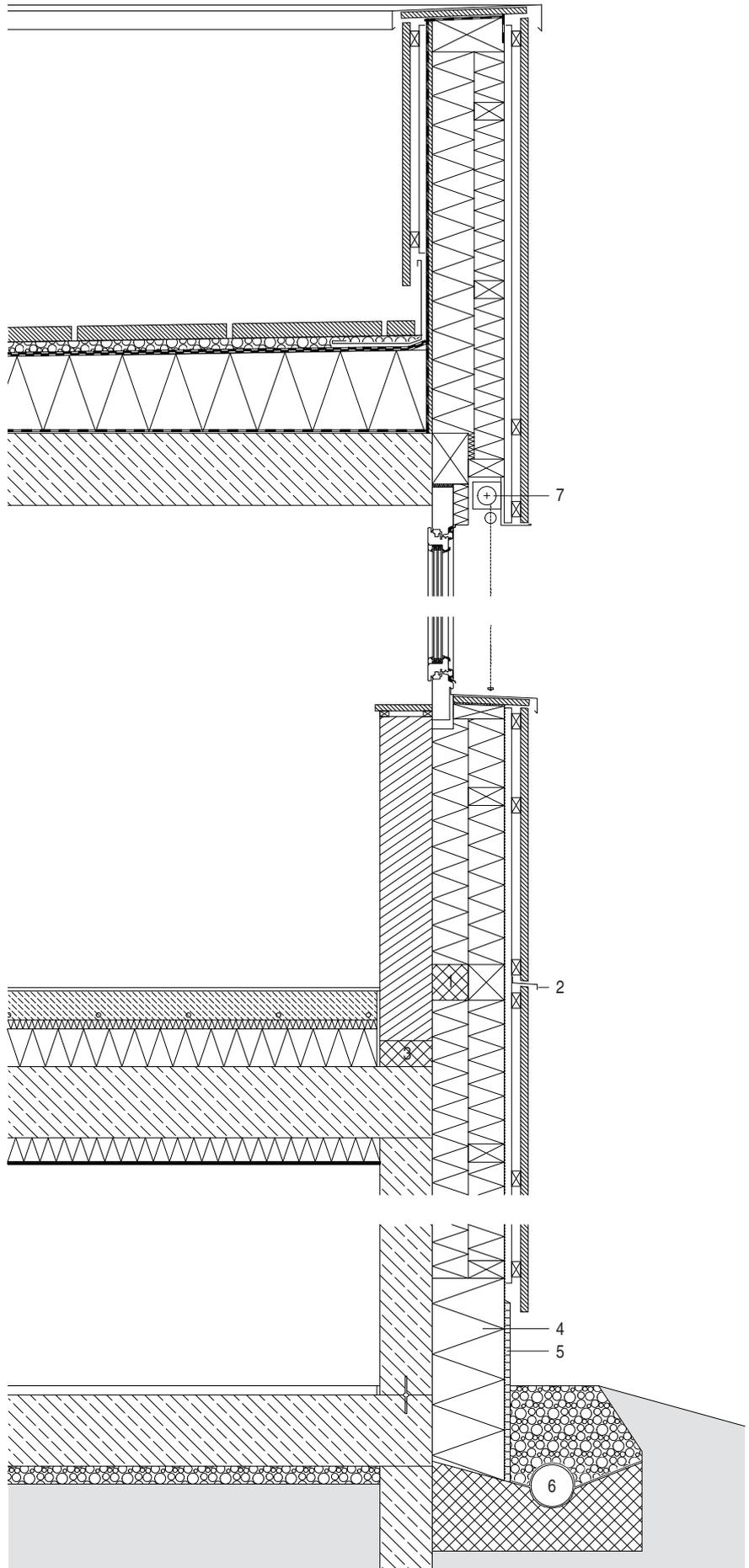
3 Thermoelement zur thermischen Trennung

4 XPS-Sockeldämmung

5 Sockelputz

6 Sickerleitung, umlaufend

7 Vertikalstoffmarkise



8 Literatur / Quellen / Fotonachweise

- (Adriaans 2013)** Adriaans, Richard: „Wie trocken ist die Holzbauweise?“ In: Holzbau-Quadriga 5/2013, S. 48 - 50.
- (Baus/Siegele 2001)** Baus, Ursula, Siegele, Klaus: „Holzfassaden“, db-Verlag, München, 2001.
- (BayBO)** Bayerische Bauordnung, Fassung August 2007, zuletzt geändert im August 2016.
- (BdZ 2011)** Bund deutscher Zimmermeister: Fachregeln des Zimmererhandwerks, Außenwandbekleidungen auch Holz und Holzwerkstoffen. Ausgabe August 2006, Änderungen Februar 2011.
- (Blau/Waßermann 2016)** Blau, Markus; Waßermann, Jürgen: „Vorsicht vor dem Gewerke Loch - Die zweite wasserführende Ebene unter der Fensterbank: Ein Muss für schadensfreie Fensteranschlüsse“, Holzbau-Quadriga 2/2016, S. 48 - 51.
- (Borsch-Laaks 2013)** Borsch-Laaks, Robert: „Nachweisfrei in GK 0? Bauphysikalische Anmerkungen zum Anhang A der DIN 68800-2:2012.“ 24.Hanseatische Sanierungstage, Heringsdorf 2013.
- (Detail 2015)** Redaktion der Fachzeitschrift Detail (Hrsg.): „Sammelband Holz - Wood“, Eigenverlag, München, 2015
- (DGfH 2009)** Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Hrsg.): „Holz Brandschutz Handbuch“, Verlag Ernst und Sohn, Berlin, 2009.
- (Gabriel 2014)** Gabriel, Ingo: „Praxis: Holzfassaden“, ökobuch Verlag, Staufen b. Freiburg, 5. Aufl. 2014.
- (Gräfe et al. 2015)** Gräfe, Martin; Werther, Norman; Merk, Michael: „Konstruktionen und Details für das mehrgeschossige Bauen mit Holzbau“, Holzbau-Quadriga, 3/2015, S. 40 - 44.
- (HAF 2009)** Holzabsatzfonds (Hrsg.): „Holzrahmenbau“, Holzbauhandbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, erschienen im Eigenverlag, Bonn, 2009.
- (Hosser /Kampmeier 2007)** Hosser, D.; Kampmeier, B.: „Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen; Teilprojek 3b: Brandtechnische Untersuchung zur Optimierung der Flammschutzmittelzusammensetzung und des Brandverhaltens auf Bauteilebene“, Abschlussbericht, 2007.
- (K-DIN 68800)** Marutzky, Rainer; Willeitner, Hubert; Radovic, Borimir; Hertel, Horst; Grosser, Dietger: „Holzschutz - Praxiskommentar zu DIN 68800 Teile 1 bis 4“, Beuth Verlag Berlin, Wien, Zürich, 2013.
- (Kehl et al. 2010)** Kehl, Daniel; Hauswirth, Severin; Weber, Heinz: „Ist eine Hinterlüftung von Holzfassaden ein Muss?“, Bauphysik 32 (2010), Heft 3, S. 144 - 148.
- (Kotthoff 2009)** Kotthoff, Ingolf: „Fassadenbekleidungen aus Holz“, In: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Hrsg.): „Holz Brandschutz Handbuch“, Verlag Ernst und Sohn, Berlin, 2009, S. 379 - 403.
- (Mc Leod 2010)** Mc Leod, Virginia: „Holzarchitektur - Details“, DVA-Verlag, München, 2010.
- (MBO 2000)** Musterbauordnung, Fassung vom November 2002, zuletzt geändert im September 2012.
- (Merk et al. 2014)** Merk, Michael; Werter, Norman; Gräfe, Martin; Fülle, Claudia; Leopold, Nadine; Sprinz, Dietmar; Busch, Matthias; Brunn, Markus: „Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudklasse 4“, Fraunhofer IRB-Verlag, 2014.
- (M-HFHolzR 2004)** Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise, Fassung Juli 2004.
- (MLAR 2000)** Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie), Fassung März 2000.
- (Mohrmann 2016)** Mohrmann, Martin: „Risiko und Sicherheit - Sockel und Flachdach im baupraktischen Focus“, Holzbau-Quadriga 2/2016, S. 13 - 20.
- (Schober et al. 2014)** Schober, Peter; u.a.: „Fassaden aus Holz“, Holzforschung Austria (Hrsg.), Eigenverlag, Wien, 2. Aufl. 2014.
- (Schiller 1795/2000)** Schiller, Friedrich: „Über die ästhetische Erziehung des Menschen in einer Reihe von Briefen“, Reclam Verlag, Stuttgart, 2000.
- (Zirkelbach et al. 2016)** Zirkelbach, Daniel; Schöner, Tobias; Tanaka, Eri; Schießl, Christian: „Neues Klima braucht das Land“, Holzbau-Quadriga, 5/2016, S. 17 - 21.

Fotonachweis Titelblatt
Christoph Theurer

Fotonachweis Beispiele

Stadtreihenhäuser München (S. 43-44):
Christoph Theurer

Wohnhof Ansbach (S. 45-46):
Deppisch Architekten

Stadthaus München (S. 47):
Rainer Valentin

Wohnüberbauung Parkplatz Dantebad
München (S. 49-50): Rainer Valentin

Wohnen auf der Guschhöhe, Luzern
(S. 51-52): MMJS Jauch-Stolz Architekten