



Qualität in der Gebäudehülle

Von der Nutzungsvereinbarung bis zur optimalen Gebäudehülle

*Hanspeter Kolb
Dozent für Holzbau und Bauphysik
Technikerschule HF Holz
Stv. Leiter F&E, Holz- und Verbundbau
Bernere Fachhochschule
Architektur, Holz und Verbundbau*

Qualität in der Gebäudehülle

Von der Nutzungsvereinbarung bis zur optimalen Gebäudehülle

Einleitung

Qualität wird in der Literatur unterschiedlich definiert:

- Aussagen über zumeist sinnlich wahrnehmbare, wesentliche Eigenschaften von Gegenständen oder Produkten
- Eigenschaften, die ein Ding zu dem machen, was es ist und es von anderen Dingen unterscheidet
- Gebrauchseigenschaften von Waren im Interesse des Verbrauchers
- Synonym für Hochwertigkeit (subjektiver Begriff, da nicht messbar, sondern lediglich durch Erfahrung fassbar)
- Messbare Grösse, wenn subjektive Kriterien ausgeschaltet werden (je grösser die Tomate, um so höherwertiger)
- Ergibt sich ausschliesslich aus der Sicht des Anwenders (Kunden)
- Einhaltung von bestimmten Vorgaben oder Spezifikationen (z.B. Pünktlichkeit eines Verkehrsmittels, Mängelfreiheit eines Produktes)
- Berücksichtigung von Kosten und Preis (Qualität entspricht einem guten Preis Leistungsverhältnis)

Qualität ist also eher etwas Abstraktes, nicht wirklich Definierbares. Jede und jeder kann etwas anderes darunter verstehen. Dies gilt für das Leben generell und für das Bauen speziell (Bild 1). Bauen ist für einen grossen Teil der Bauherren ein einmaliger Prozess, der mit viel persönlichem Engagement und mit hohen finanziellen Aufwendungen verbunden ist. Entspricht das Endresultat nicht den Erwartungen (aus der Sicht des Kunden), entstehen oft Streitereien, die unter Umständen vor einem Gericht enden können.

Soll dies verhindert werden, müssen zu Beginn des ganzen Prozesses die Erwartungen, die Zielsetzungen und somit die Qualitäten des Endproduktes in einem gemeinsamen Dialog zwischen den beteiligten Partnern (Bauherrschaft, Projektverfasser, allenfalls ausführende Unternehmung) festgelegt werden.

Es ist von Vorteil, wenn bei diesem Dialog in einer möglichst frühen Phase alle Beteiligten des Bauprozesses teilnehmen können (Bild 2). Da unterschiedliche Konstellationen und Aufgabenteilungen möglich sind, ist es wichtig, dass die Schnittstellen frühzeitig klar definiert werden (wer ist für was zuständig).

In der Normen SIA 260 [1] und SIA 118-265 [2] wird dieser Bauprozesses beschrieben. Insbesondere werden auch die Aufgaben der Beteiligten und erforderlichen Bauwerksakten aufgeführt (Bild 3).



Bild 1
 Qualität (am Bau) ist ein subjektiver Begriff und oft nicht messbar (alle Objekte sind Holzbauten)

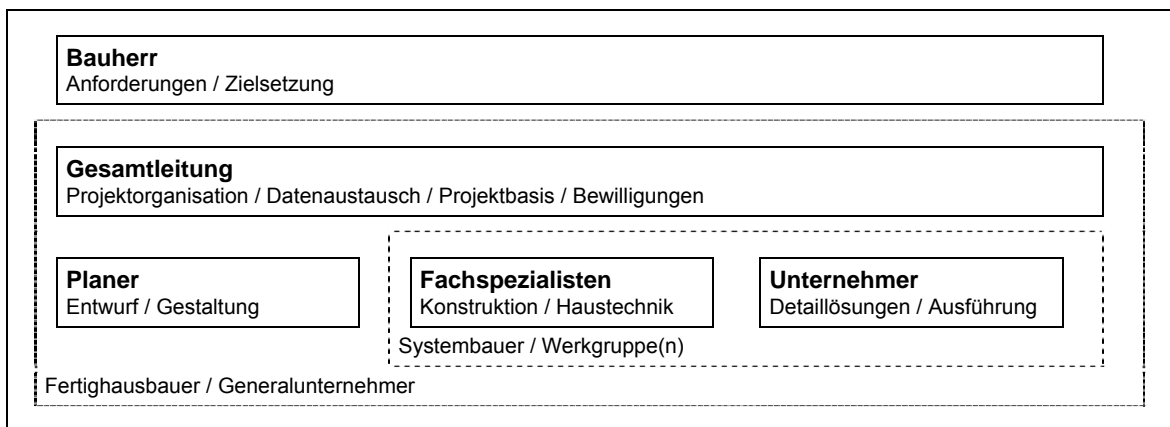


Bild 2
 Beteiligte am Bauprozess (Es sind unterschiedliche Konstellationen möglich. Die Schnittstellen müssen deshalb zu Beginn des Prozesses klar definiert werden).

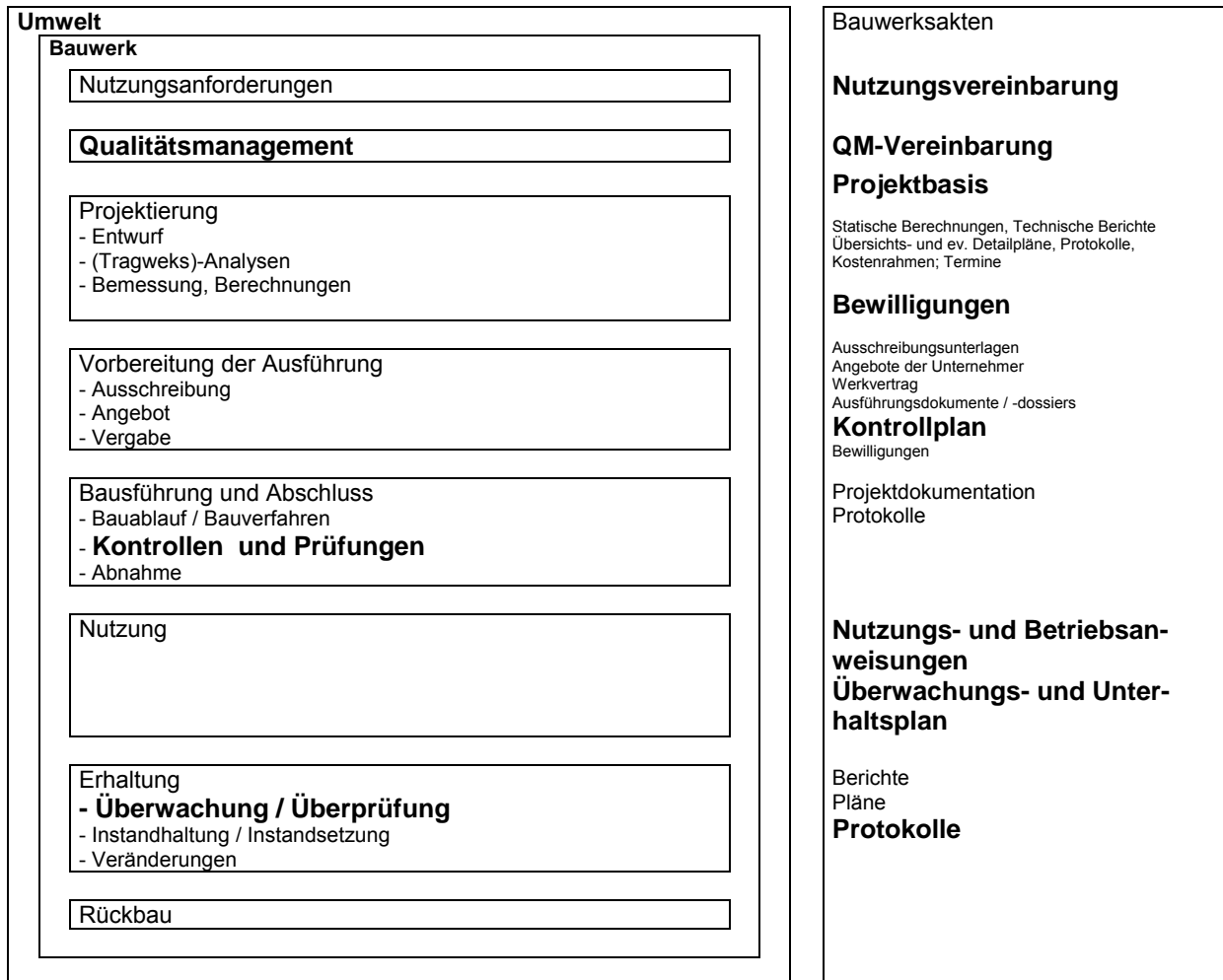


Bild 3

Beziehungen zwischen den verschiedenen Projektierungselementen (Details siehe [1] und [2]; Figur 1).

Fett: Die wichtigsten Elemente der Qualitätssicherung

Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Mit der Norm SIA 260-2000 [1] wurden die Begriffe Nutzungsvereinbarung und Projektbasis in der Schweiz neu eingeführt.

Mit den Nutzungsanforderungen werden die Anforderungen an die Eigenschaften und das Verhalten eines Bauwerks beschrieben. Diese werden in der Nutzungsvereinbarung festgehalten (Pflichtenheft oder Bauleistungsbeschreibung). Diese ist auf Grund eines Dialogs zwischen der Bauherrschaft und den Projektverfassenden zu erstellen. Sie enthält im Wesentlichen folgende Elemente und ist in einer für die Bauherrschaft verständlichen Sprache abzufassen:

- allgemeine Ziele für die Nutzung des Bauwerks
- Umfeld und Drittanforderungen
- Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts
- besondere Vorgaben der Bauherrschaft
- Schutzziele und Sonderrisiken
- normenbezogene Bestimmungen

Die Projektbasis ist die fachbezogene Beschreibung der bauwerksspezifischen Umsetzung der Nutzungsvereinbarung. Sie beschreibt unter anderem:

- die geplante Nutzungsdauer
- die betrachteten Nutzungszustände
- die betrachteten Gefährdungsbilder
- die Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit und die zu deren Gewährleistung vorgesehenen Massnahmen (inkl. Verantwortlichkeiten, Abläufe, Kontrollen und Korrekturmechanismen)
- die wesentlichen Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle
- die akzeptierten Risiken
- weitere projektrelevante Bedingungen

Nutzungsvereinbarung und Projektbasis sind somit Instrumente, um zu Beginn eines Bauprozesses zusammen mit der Bauherrschaft bzw. deren Vertretung konkrete Ziele festzulegen. Planer, aber auch Holzbauer, die vermehrt als Systemanbieter, Fertighausbauer oder Generalunternehmer am Markt auftreten wollen, müssen sich mit dieser Thematik auseinandersetzen. Das heisst, sie brauchen Instrumente, um diese Phase des Bauprozesses bewusst zu steuern und auch zu kontrollieren. Die an der Front eingesetzten Mitarbeiter müssen genau wissen, was sie tun müssen und was sie der Bauherrschaft „verkaufen“ können. Qualitätssicherung beginnt beim ersten Kundenkontakt.

Diese ersten Schritte des Bauprozesses werden oft als zu aufwändig angesehen. Wer hat dann schon die Zeit, sich mit der Bauherrschaft oder deren Vertretern auf lange Diskussionen einzulassen. Oft wollen es diese ja sowieso besser wissen und sind eh nur am Preis interessiert. Diese oft gehörten Argumente zeugen aber von einer kurzsichtigen Denkweise. Fehlt eine klare Zieldefinition, rennt man oft während der Ausführungsphase den notwendigen Informationen hinterher. Dies ist nicht weniger zeitaufwändig. Und unzufriedene Kunden am Schluss eines Bauprozesses kosten noch viel mehr an Zeit und Energie.

Die Erarbeitung der Nutzungsvereinbarung könnte aber auch genutzt werden, um sich von der Konkurrenz, dem "normalen Planer oder Holzbauer" abzusetzen. Ein gut geführter und systematisch aufgebauter Dialog mit der Bauherrschaft kann helfen, um beim Kunden / der Kundin das "gute Gefühl im Bauch" zu erzeugen. Etwas überspitzt formuliert soll die Bauherrschaft davon überzeugt werden, dass es eigentlich nur einen Partner für ihn und sein Bauprojekt gibt.

Es ist deshalb unerlässlich, dass sich die Leitung eines Planungsbüros oder einer Holzbaun-ternehmung Gedanken darüber macht, wie sie die Qualität in diesem frühen Prozess gewährleisten und ständig verbessern kann.

Wichtige Massnahmen sind:

- Einsatz von gut ausgebildetem Personal mit für den Kunden spürbarer Fachkompetenz und hohen Kompetenzen in den Bereichen Kommunikation und Verkauf.
- Ausarbeiten von Checklisten oder ähnlichen Instrumenten, welche den Mitarbeitern helfen, die Kundenbedürfnisse "systematisch" zu erfassen.
- Bereitstellen von entsprechenden Dokumenten und Hilfsmitteln, welche die Mitarbeiter beim Dialog mit dem Kunden / der Kundin gezielt einsetzen können. Insbesondere sind dies:
 - Systemdokumentation mit den wichtigsten (für den Bauherrn relevanten) Kennwerten (Baustandard, bauphysikalische Kennwerte, ökologische Kriterien)
 - Zusammenstellen von Bilddokumentationen, welche dem Kunden helfen, sich bestimmte Situationen real vorstellen zu können
 - Muster von Bauteilen und Materialien



Bild 5

Bilddokumentationen können der Bauherrschaft helfen, sich bestimmte Situationen real vorzustellen (hier Schäden, welche durch eine korrekte Materialauswahl zu vermeiden gewesen wären)

Für das Beratungsgespräch ist es wichtig, dass die eingesetzten Dokumente und Hilfsmittel immer dem aktuellen Stand entsprechen. Für Kunden ist es mühsam, wenn sie immer wieder den Hinweis zu hören bekommen, dass dieses oder jenes gerade nicht mehr stimme oder dass es bei ihrem Objekt dann etwas anders sein werde.

Planer und Unternehmer müssen somit ein geeignetes System finden, damit alle Hilfsmittel der Beratung immer aktuell sind.

Die Bauherrschaft muss während der Erarbeitung von Nutzungsvereinbarung und Projektbasis bereits viele wichtige Entscheide fällen. Je mehr konkrete Ziele vereinbart werden können, umso einfacher wird später die Umsetzung der Nutzungsanforderungen in der Projektierung, der Ausführungs- und Werkplanung sowie in der Ausführung selber.

Diese Entscheidungen haben immer finanzielle Folgen, welche in der Regel für den Bauherrn von grosser Bedeutung sind. Es ist deshalb wichtig, das Thema Kosten / Finanzierung beim Festlegen der Nutzungsanforderungen anzusprechen. Um dies zu ermöglichen, müssen die entsprechenden Daten aus der Kalkulation zur Verfügung stehen. So ist es möglich, einen verbindlichen Kostenrahmen festzulegen.

Leider stehen in dieser frühen Phase oft nur rudimentäre Daten für die Investitionskosten zur Verfügung. Diese genügen zwar oft, um die Baukosten oder zumindest ein Kostendach festzulegen. Zuverlässige Angaben zu Kosten für den Betrieb und den Unterhalt von Bauobjekten fehlen aber weitgehend. Für die Entscheidungsfindung wären aber solche Angaben wertvoll. Somit könnten höhere Investitionskosten für qualitative Verbesserungen (z.B. Minergie-P-Standard anstelle der minimalen Kantonalen Energievorgaben) begründet werden.

Für die Planer, die Fachspezialisten und die ausführenden Unternehmungen stehen im Zusammenhang mit der Qualität technische Merkmale im Vordergrund. Die technischen Vorgaben und Normen sowie die Baugesetze müssen eingehalten werden. Diese Qualitätsmerkmale lassen sich meistens auch gut überprüfen.

Für die Bauherrin und den Bauherr sind diese "technischen Qualitäten" auch wichtig, sie stehen aber nicht immer im Vordergrund (sie werden vielmehr einfach vorausgesetzt). Andere Qualitäten, die quasi als "soft skills" eines Bauobjektes bezeichnet werden könnten, sind oft wichtiger. Ähnlich wie bei Mitarbeitern, bei denen diese "weichen Eigenschaften" wie Sozialkompetenz, Teamfähigkeit, usw. nur schwer überprüfbar sind, lassen sich solche Qualitäten bei einem Bauwerk nur schwer definieren.

Es handelt sich um:

- Design / optische Qualitäten („was gefällt“; siehe Bild 1)
- Raumatmosphäre (Belichtung, Wohnlichkeit, Behaglichkeit)
- Energiefluss (Feng shui)
- Wohlbefinden und Gesundheit (Keine „Störung“ durch Schadstoffe, Elektromog, Wasseradern, geologische Verwerfungen, usw.)
- Einsatz von natürlichen und / oder speziell ausgesuchten Baumaterialien ("biologische / ökologische Produkte", zum richtigen Zeitpunkt geschlagenes Holz, usw.)

Einzelne dieser Themen stossen bei Holzbaupraktikern auf Skepsis oder gar auf Ablehnung, obwohl der Baustoff Holz ideale Voraussetzungen mitbringen würde, um "spezielle" Kundenbedürfnisse zu befriedigen. Auch hier gäbe es eine Gelegenheit, sich vom Durchschnitt abzuheben und sich auf eine andere Art als mit Dumpingpreisen einen Namen zu machen.

Den Kunden ernst nehmen und auf seine Bedürfnisse und Wünsche eingehen (und zwar von der ersten Minute an) wäre hier das "richtige Verhalten".

Die QM-Vereinbarung

Bauherrschaft, Planer und Unternehmer haben ein Interesse daran, dass die relevanten und vereinbarten Anforderungen erfüllt werden. Entsprechend der Grösse und "Wichtigkeit" des Objektes sollten sie deshalb auch festlegen, wie die Zielerreichung überprüft werden soll. Dies kann bereits in der Nutzungsvereinbarung erfolgen (Kapitel „Kontrollen“), oder es wird eine separate QM-Vereinbarung ausgearbeitet (siehe auch Bild 2.) Das festzulegende Qualitätsmanagement kann verschiedene "Stufen" umfassen [2]:

- Stufe I: Es wird kein eigentliches Management-System verlangt. Es wird jedoch vorausgesetzt, dass allgemein gültige Normen, Ordnungen und Richtlinien konsequent eingehalten werden
- Stufe II: Ein QM-System wird verlangt und ist zu dokumentieren
- Stufe III: Es wird ein zertifiziertes Management-System auf der Grundlage der Norm SN EN ISO 9001 verlangt

Falls gewisse Kontrollen nicht durch ein standardisiertes QM-System vorgegeben werden, sind diese in der Nutzungs- bzw. QM-Vereinbarung festzuhalten. Im Holzbau bzw. bei der Gebäudehülle können dies insbesondere die folgenden Kontrollen sein:

- Optische Abnahme der Luftdichtigkeitsschicht nach Abschluss der Rohbauphase
- Überprüfung der Luftdichtheit mit Blowerdoor-Test (bei Minergie-P-Bauten obligatorisch)
- Überprüfung der Wärmedämmung und insbesondere von Wärmebrücken mit thermographischen Aufnahmen
- Messungen von Luftschall- und Trittschallschutz
- Schlussabnahme der Gebäudehülle (Aussenwandbekleidungen, Anschlussdetails, usw.)

Zu vereinbaren sind Zeitpunkt (in Bezug auf den Baufortschritt), Methode, Zuständigkeiten, allenfalls beauftragte (externe) Prüfinstanzen und Kostenverteilung.

Qualität in der Gebäudehülle

Nachfolgend werden einige wichtige Kriterien der Qualitätssicherung bei der Gebäudehülle am Beispiel einer Aussenwandkonstruktion aufgezeigt (→ Anforderungen, die zu erfüllen sind). Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt dabei auf dem Brandschutz.

Kurzbeschreibung der Ausgangslage:

- 5-geschossiger Neubau
- Gemischte Nutzung (2 Geschosse Verkaufslokale / Büro; 3 Geschosse Wohnungen)
- Hybridbauweise (Tragwerk Stahl, Beton; Gebäudehülle Holz-Rahmenbauelemente, nicht tragend)
- Standard Minergie-P
- Aussenwand-Bekleidung: Holz (Wunsch der Bauherrschaft)

Allgemeine Anforderungen an die Aussenwandkonstruktion:

- Wärmeschutz: U-Wert: $\leq 0.1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Luftdichtheit: $n_{50, \text{st}} \leq 0.6 \text{ h}^{-1}$
- Brandschutz: Nichttragende Aussenwand: nbb oder mindestens EI 30
Aussenwand-Bekleidung: BKZ 6.3 oder 4.3 (mit Auflagen)
- Schallschutz: $D_e \geq 27 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$
- Funktionstüchtigkeit: Gemäss Norm SIA 232: Bekleidete Aussenwände

Massgebende Normen und Richtlinien:

Für die Planung und Ausführung der nichttragende Aussenwandkonstruktion in Holzbauweise sind im Wesentlichen folgende Normen und Richtlinien zu beachten (Auflistung nicht abschliessend):

Norm SIA 260	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken [1]
Norm SIA 261	Einwirkungen auf Tragwerke [3]
Norm SIA 265	Holzbau [4]
Norm SIA 118/265	Allgemeine Bedingungen für Holzbau [2]
Norm SIA 233 ¹⁾	Bekleidete Aussenwände [5]
BSR 13-03	Verwendung brennbarer Baustoffe [6]
BSR 15-03	Schutzabstände Brandabschnitte [7]
Lignatec 1/95	Holzschutz im Bauwesen [8]
Lignum-Dokumentation Brandschutz	Aussenwände - Konstruktion und Bekleidung [9]
Lignum-Dokumentation Brandschutz	Bauteile in Holz – Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand [10]
Minergie-P©	Reglemente und Nachweisformulare (siehe www.minergie.ch)

¹⁾ Befindet sich momentan in Überarbeitung. Nachfolge-Norm voraussichtlich SIA 232/2: Aussenwände mit hinterlüfteter Bekleidung

Aussenwandaufbau (generell)

Eine Aussenwandkonstruktion besteht aus verschiedenen Bereichen und Schichten. Nachfolgend werden die Definitionen gemäss Bild 7 verwendet [9]. An die meisten Schichten bestehen Anforderungen, z.B. bezüglich des Wärme- und Feuchteschutzes, der Luftdichtheit, der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit, des Brandverhaltens und des Holzschutzes. Mit einer entsprechenden Qualitätssicherung wird dafür gesorgt, dass diese Anforderungen eingehalten werden. Nachfolgend werden nur noch die Themen Brand- und Holzschutz weitergehend behandelt.

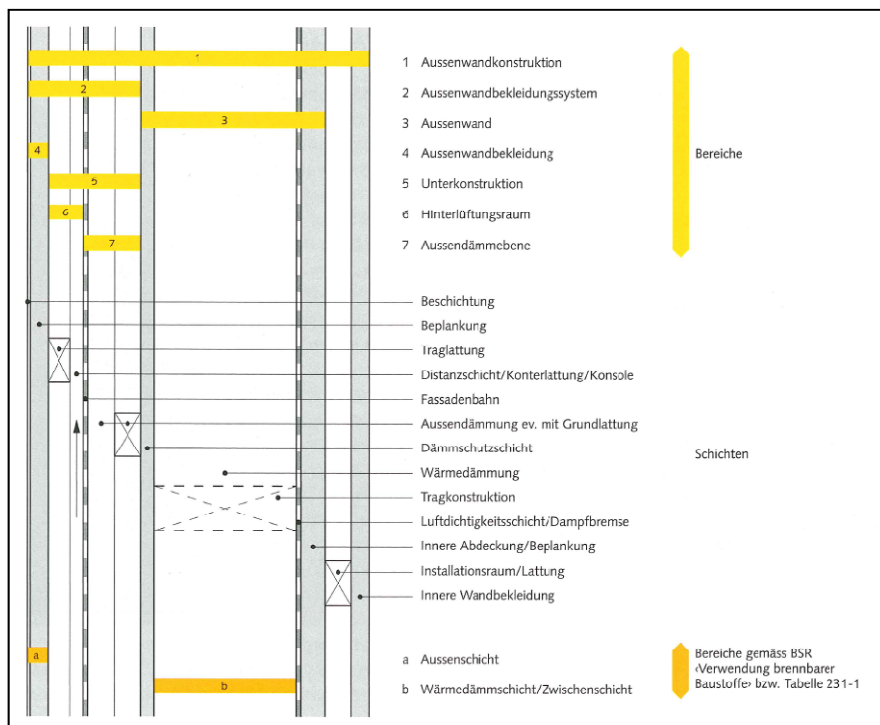


Bild 7
Bereiche und Schichten von Aussenwandkonstruktionen gemäss [9]

Aussenwandbekleidung / Aussenschicht (in Holz)

Grundsätzliche Anforderungen an die Bekleidung von Aussenwänden sind in der Norm SIA 233 [5] definiert. Die Bekleidung hat die dahinterliegenden Schichten vor Witterungseinflüssen zu schützen und muss demzufolge dicht gegen Schlagregen sein. Übernimmt Sie diese Schutzfunktion nur teilweise, ist eine den Belastungen entsprechende, witterungsbeständige Wärmedämmung und Unterkonstruktion einzusetzen und /oder es sind ergänzende Schutzmassnahmen vorzusehen (siehe Dämmschutzschicht). Die eingesetzten Materialien müssen witterungsbeständig oder entsprechend geschützt sein und eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen und Zerstörung durch Feuchte, Korrosion, Frost, UV-Bestrahlung, Abrieb, Tausalz und andere chemische Einwirkungen aufweisen.

In Bezug auf den Holzschutz bestehen in der Schweiz keine verbindlichen Normen. Als „Regel der Baukunst“ können die LIGNUM/EMPA Richtlinie „Holzschutz im Bauwesen“ [8] oder die LIGNUM-Holzbautabellen verwendet werden [11].

Die Aussenwandbekleidung eines 5-geschossigen Gebäudes lässt sich nur schwer vor Witterung schützen. Demzufolge sind Holzbekleidungen in die Gefährdungskategorie 3.2 einzuteilen (der Witterung ausgesetzt, Holzfeuchte häufig $\geq 20\%$). Es sind Hölzer der Resistenzklassen 1-3 (ev. 4) einzusetzen, wenn kein chemischer Holzschutz angewendet wird. Bei chemischen Holzschutz-Massnahmen sind Schutzmittel mit den Lignum-Prüfzeichen B und W und die Schutzmittelklasse P2 oder P3 zu verwenden.

Unabhängig von allfälligen chemischen Massnahmen sind detailkonstruktive Schutzmassnahmen zu ergreifen, insbesondere ist ein einwandfreier Wasserabfluss und eine rasche Austrocknung nach einer allfälligen Bewitterung zu gewährleisten. Weitere Informationen zu Thema Holzschutz enthält der Beitrag von Sylvia Polleres (Sockel quo vadis).

Brennbare Bekleidungen (BKZ 4.3) sind bei 4- und mehrgeschossigen Gebäuden gemäss Brandschutzrichtlinie 13-03 „Verwendung brennbarer Baustoffe“ [6] nur zulässig, wenn sie die Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigen. **Im Einvernehmen mit der Brandschutzbehörde** sind entsprechende Massnahmen zu treffen (z. B. öffnungslose Fassade, feuerwiderstandsfähige Aussenwand, Hintermauerung, Begrenzung der Holzflächen, Sprinklervollschutz, Massnahmen im Hinterlüftungsbereich, Schürzen usw.). Als Planungshilfe kann die Lignum-Dokumentation Brandschutz. „Aussenwände - Bekleidung und Konstruktion [9] verwendet werden.

Hinterlüftungsraum

Gemäss Norm SIA 233 [5] muss der Abstand zwischen Bekleidung und dahinterliegender Schicht mindestens 20 mm, bei Systemen mit offenen Fugen 40 mm betragen. Der Hinterlüftungsraum benötigt Be- und Entlüftungsöffnungen. Der freie Querschnitt derselben muss mindestens die Hälfte des Querschnittes des Hinterlüftungsraumes, jedoch mindestens 100 cm² pro Laufmeter betragen und gleichmässig verteilt sein. Querschnittsverminderungen durch Lochbleche, Gitter o.ä. sind zu berücksichtigen. In den Hinterlüftungsraum eingedrungenes Wasser muss ohne unzulässige Feuchtebelastung der dahinterliegenden Schichten abgeführt werden können.

Weitere Informationen zum Thema Hinterlüftungsraum enthält der Betrag von Severin Hauswirth (Hinterlüftung bei Holzfassaden).

Der Hinterlüftungsraum darf die Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigen (siehe Bemerkung unter Aussenwand-Bekleidung). Die Ausbildung des Hinterlüftungsraumes ist einer der Haupteinflussfaktoren für die Brandausbreitung. Konstruktive Brandschutzmassnahmen sind folglich in erster Linie für diese Problematik zu entwickeln. Sinnvollerweise wird die Hinterlüftung geschossweise durch Brandschutzmassnahmen, wie Schürzen oder Abschottungen unterbrochen. Somit wird der durchgehende Kamineffekt über mehrere Geschosse in der Hinterlüftung verhindert. Detaillierte Massnahmen und Konstruktionen sind in [9] zu finden.

Fassadenbahn / Dämmschutzschicht

Gemäss Norm SIA 233 [5] ist eine den Belastungen entsprechende, witterungsbeständige Wärmedämmung und Unterkonstruktion einzusetzen und /oder es sind ergänzende Schutzmassnahmen vorzusehen, falls die Aussenwandbekleidung die Schutzfunktion nur teilweise übernimmt (offene Systeme). Eine allfällige Fassadenbahn oder Dämmschutzschicht muss somit mindestens witterungsbeständig, dicht gegen abwärts fliessendes Wasser und UV-beständig sein. Besonders zu beachten sind Bekleidungssysteme mit horizontalen Fugen und Detailanschlüsse bei Bauteilen, die den direkten Wasserabfluss behindern (Fensterbänke, vorstehende Sockel, Geschossweise Unterbrechungen aus Brandschutzgründen, usw.).

Die Brandschutztechnischen Anforderungen an die Fassadenbahn und die Dämmschutzschicht bei 4- und mehrgeschossigen Bauten mit brennbaren Aussenschichten in Holz sind in Bild 6 ersichtlich.

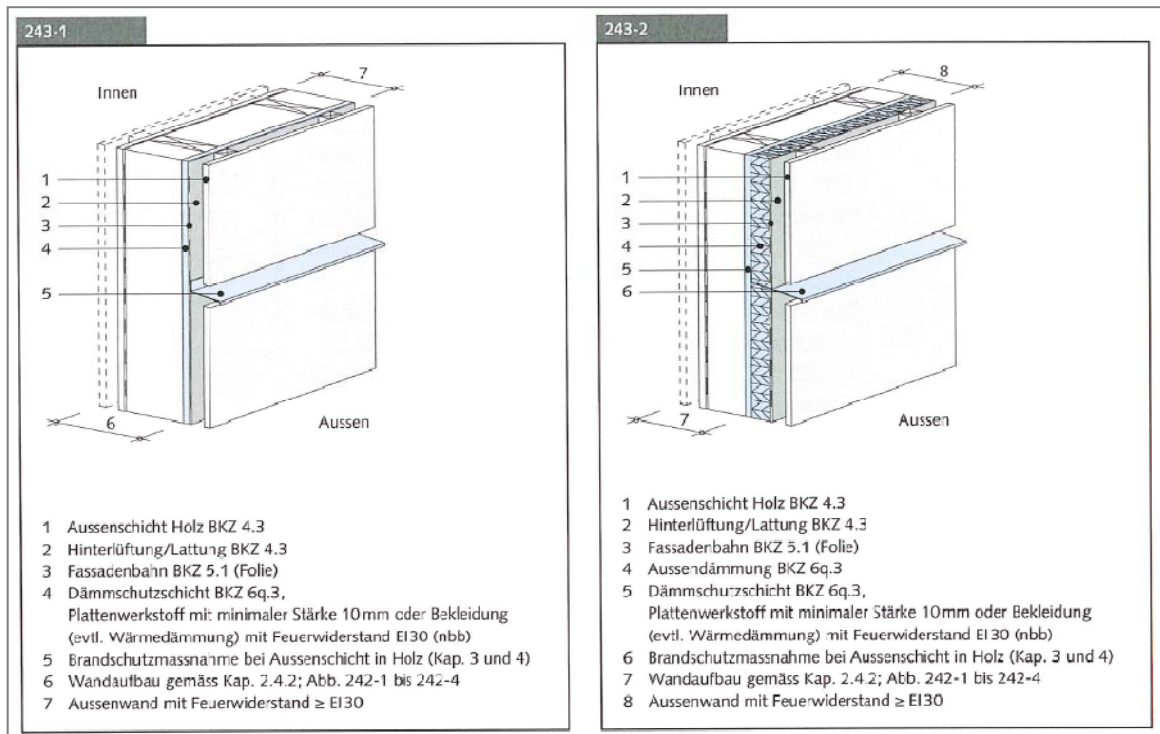


Bild 6

Wandaufbauten mit zusätzlichen Anforderungen vor allem an die Dämmschutzschicht, die Fassadenbahn und allfällige Aussendämmungen bei 4- und mehrgeschossigen Bauten bis zur Hochhausgrenze [9]

Dämmung

Für Wärmedämmstoffe müssen die Eigenschaften gemäss Tabelle 2 im Anhang A der Norm SIA 233 [5] nachgewiesen bzw. deklariert werden. Bei Bekleidungen mit offenen Fugen und im Sockelbereich ist der erhöhten Feuchte-, Umwelt- und UV-Belastung bei der Materialwahl Rechnung zu tragen. Die Wärmedämmung ist mechanisch zu befestigen, so dass sie plan anliegt und keine Lageverschiebungen auftreten können. Die Verlegung sowie die Ausbildung der Stösse und Anschlüsse müssen so erfolgen, dass keine Aussenluft die Warmseite der Wärmedämmung hinterströmen kann.

Gemäss Brandschutzrichtlinie 13-03 [6] werden an Wärmedämmungen bei 4- und mehrgeschossigen Bauten bis zur Hochhausgrenze folgende brandschutztechnischen Anforderungen gestellt:

- BKZ 4.1, sofern beidseitig hohlraumfrei, aussenseitig nicht brennbar (0.5 mm dick) und raumseitig mindestens mit Feuerwiderstand EI 30 abgedeckt.
- BKZ 5. (200°C).1 in hinterlüfteten Fassaden zulässig ohne äussere hohlraumfreie Abdeckung, raumseitig jedoch hohlraumfrei mindestens mit Feuerwiderstand EI 30 abgedeckt.
- BKZ 6q.3, falls die Aussenschicht BKZ 6q.3 aufweist. An die übrigen Schichten werden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt.

Wird eine brennbare Aussenschicht eingesetzt, muss eine allfällige Aussendämmung gemäss Lignum-Dokumentation Brandschutz [9] die Brandkennziffer 6q.3 aufweisen (Bild 6).

Achtung: Bei Bauten und Anlagen mit 4 und mehr Geschossen und **brennbaren Tragwerken** müssen die Wärmedämmschichten immer **nicht brennbar** (nbb) sein. Dies gilt auch für brandabschnittsbildende Bauteile in Gebäuden mit mehr als 4 Geschossen.

Aussenwand / Tragkonstruktion

Gemäss [5] darf die Holzfeuchte von Konstruktionshölzern bei allseitigem Einschluss maximal 16% betragen. Dies wird in der Praxis nur mit dem Einsatz von technisch getrocknetem Konstruktionsholz oder mit verleimten Hölzern erreicht.

Nichttragende Aussenwände von vier- und mehrgeschossigen Bauten und Anlagen bis zur Hochhausgrenze sind gemäss Brandschutzrichtlinie 13-03 [6] aus nicht brennbaren Baustoffen oder mindestens mit Feuerwiderstand EI 30 zu erstellen. Bauteile mit dem Feuerwiderstand EI 30 sind ohne weiteres in Holz möglich und können gemäss der Lignum-Dokumentation Brandschutz „Bauteile in Holz - Wände, Decken und Bekleidungen mit Feuerwiderstand [10] geplant bzw. nachgewiesen werden.

Bei der Planung von nichttragende Aussenwänden wird gerne vergessen, dass (obwohl nichttragend) auch statische und konstruktive Anforderungen zu erfüllen sind. Insbesondere ist eine einwandfreie Befestigung aller Schichten erforderlich (Windlasten). Zudem sind die oft nicht unerheblichen Eigengewichte der Aussenwandbekleidung sauber in die Unterkonstruktion einzuleiten (Bild 7). Auch die immer grösser werdenden Fensteröffnungen (Hebe-Schiebetüren, usw.) können zu erheblichen statischen bzw. konstruktiven Problemen führen. Die vorhanden Einwirkungen und die zulässigen Verformungen sind deshalb in der Projektbasis (ev. bereits in der Nutzungsvereinbarung) zu definieren. Zudem sind statische Nachweise zu erbringen.

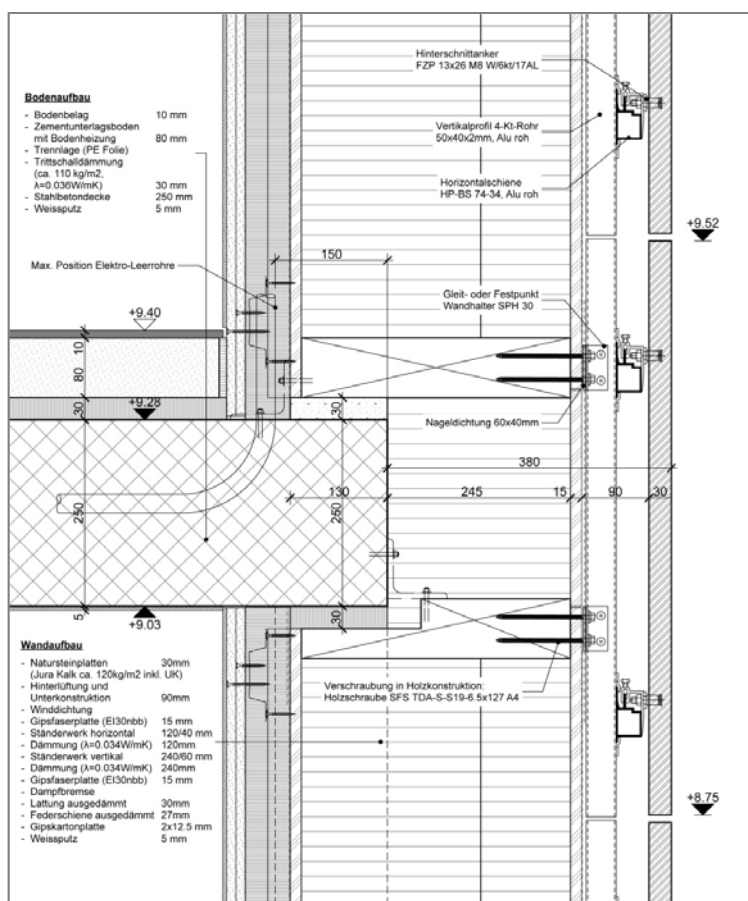


Bild 7
 Detailschnitt Deckenanschluss von nicht tragenden Wandelementen (Aussenbekleidung aus Steinplatten ca. 100 kg/m²)
 Die Einleitung der Einwirkungen (Eigengewicht Fassade, Windkräfte) in die Unterkonstruktion ist nachzuweisen.
 (Quelle: Metron AG, Brugg)

Luftdichtigkeitsschicht

Gemäss [5] müssen bekleidete Aussenwände luftdicht sein. Die Luftdichtung ist warmseitig der Wärmedämmung anzuordnen. Hohlräume zwischen Luftdichtung und Wärmedämmung, die eine Konvektion ermöglichen, sind nicht zulässig. Die Lage und der Verlauf der Luftdichtung in der Fläche, bei den An- und Abschlüssen sowie bei Durchdringungen müssen aufgrund eines Luftdichtigkeits-Konzeptes festgelegt werden. Stösse und Anschlüsse sind dauerhaft und luftdicht abzukleben (Bild 8). Installationen sollten grundsätzlich warmseitig der Luftdichtigkeitsschicht geführt werden.

Die Luftdichtheit eines Gebäudes sollte mittels Blowerdoor-Test überprüft werden (siehe Bemerkungen unter Kapitel QM-Vereinbarung).

An die Luftdichtigkeitsschicht werden in der Regel keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt. Falls die Luftdichtigkeitsschicht mit innere Abdeckung/Bepankung der Aussenwandelemente realisiert wird, sind jedoch Brandschutzanforderungen zu erfüllen.



Bild 8

Ausführung der Luftdichtigkeitsschicht mit der Bepankung der Aussenwand-Elemente.

Ein zuverlässiges und dauerhaftes Abkleben ist auf diese Art äusserst schwierig und wohl kaum fehlerfrei möglich.

Im Zusammenhang mit der Luftdichtigkeit (und der Wärmedämmung) sind die Schnittstellen und Verantwortungen klar zu definieren. Insbesondere bei den Detaillösungen Fenstern, Türen und Durchdringungen muss festgelegt werden, wer für die Dichtheit der Gebäudehülle schlussendlich verantwortlich ist (Bild 9).



Bild 9

Wer ist hier wohl verantwortlich für die korrekte Ausführung der Luftdichtungsschicht?
Fensterbauer, Kaminbauer - oder doch der Holzbauer?

Innere Abdeckung/Beplankung

Je nach Aufbau der Aussenwand und je nach Materialwahl bestehen für die innere Abdeckung/Beplankung Anforderungen in Bezug auf die Luftdichtheit bzw. den Brandschutz. Allenfalls werden von der inneren Abdeckung/Beplankung auch Aufgaben im Zusammenhang mit der Gebäudeaussteifung übernommen. In diesem Fall ist besonders auf eine einwandfreie Befestigung der Beplankung und eine ausreichende Verankerung der Wandelemente zu achten (Planung, Werkstatt- und Rohbaukontrollen)

Installationsraum

Installationen sind grundsätzlich warmseitig der Luftdichtungsschicht [5] zu verlegen, was nur in einem ausreichend dimensionierten Installationshohlraum möglich ist. Der Installationsraum kann zusätzlich mit Wärmedämmung versehen werden. Dabei sind die bauphysikalischen Grundprinzipien einzuhalten (allenfalls Nachweise erforderlich).

Wichtig:

Installationshohlraum und die zusätzliche innere Wandbekleidung sind im Bezug auf die Qualitätssicherung vorteilhaft. Der Blowerdoor-Test kann nach Abschluss der Rohbauphase und vor dem (Innen)-Ausbau gemacht werden. Allfällige Leckstellen können so noch einwandfrei abgedichtet bzw. verklebt werden.

Innenbekleidung

Gemäss Brandschutzrichtlinie 13-03 müssen Wand und Deckenverkleidungen im Minimum die BKZ 4.2 aufweisen (bis zur Hochhausgrenze). Es sind somit brennbare Materialien möglich. Dies gilt jedoch nicht bei Fluchtwegen. Hier sind grundsätzlich nichtbrennbare Materialien einzusetzen (BKZ 6.3 bzw. 6q.3). Dies gilt für **alle Geschosse** und auch für die innere Bekleidung des Daches über Fluchtkorridoren und Fluchttreppenhäusern.

Die Innenbekleidung spielt im Zusammenhang mit dem sommerlichen Wärmeschutz eine nicht unwesentliche Rolle (thermisch aktivierbare Speichermasse). Weitere Informationen zu diesem Thema enthält der Betrag von Daniel Kehl (Sommerlicher Wärmeschutz).

Qualitätssicherung bei 5-6 geschossigen Bauten mit brennbaren Tragwerken

Gemäss den Brandschutzrichtlinien 14-03 [12] und 15-03 [7] sind 5- und 6-gschossige Bauten mit **brennbaren Tragwerken** durch einen anerkannten Fachingenieur zu begleiten. Vor Baubeginn muss ein Brandschutzkonzept vorliegen. Das mit der Ausführung beauftragte Unternehmen muss über ein Qualitätssicherungssystem verfügen.

Beim behandelten Beispiel ist das Tragwerk nichtbrennbar (Stahl und Beton). Die oben erwähnte Vorschrift ist somit nicht massgebend. Je nach Nutzung, Lage und Abmessung eines Gebäudes kann jedoch die Brandschutzbehörde die sogenannte Qualitätssicherungsstufe Q4 verfügen. Weitere Informationen zu diesem Thema sind in der Lignum-Dokumentation Brandschutz „Bauen mit Holz – Qualitätssicherung und Brandschutz“ [13] zu finden.

Zusammenfassung

An moderne Holzbauten werden hohe Anforderungen gestellt. Dies gilt grundsätzlich für alle Bauten und Bauteile unabhängig der Grösse oder der Geschosszahl. An die Gebäudehülle werden wegen ihre Exposition und der vielfältigen Aufgaben (gestalten, schützen, dämmen, tragen, stabilisieren) besondere Aufgaben gestellt.

Mit einem funktionierenden Qualitätsmanagementsystem wird erreicht, dass der Planungs- und Ausführungsprozess konkret gesteuert wird und jederzeit kontrollierbar ist. Fehler können immer und überall passieren, sind jedoch meistens auf Fehlverhalten von Menschen zurückzuführen. Ein zuverlässiges QM-System sorgt jedoch dafür, dass diese rechtzeitig erkannt und eliminiert werden können. Dies nützt allen am Bau beteiligten: der Bauherrschaft, den Planern bzw. Gesamtleitern, den beteiligten Fachspezialisten und nicht zuletzt auch den ausführenden Unternehmungen.

Säulen der Qualitätssicherung sind:

- Gute und permanente Aus- und Weiterbildung der am Bau beteiligten Personen
- Klar definierte Prozesse von der Zielformulierung (Nutzungsvereinbarung) bis zur Gebäudenutzung
- Klare Regelung der Zuständigkeiten und Schnittstellen
- Eigenverantwortung und Eigenüberwachung der am Bau beteiligten Personen
- Einsatz von geeigneten Bausystemen beziehungsweise Bauteilen
- Sorgfältige Materialwahl und Qualitätskontrollen
- Stichwortartige Kontrolle der Arbeiten während der Projektierung, im Werk und auf der Baustelle
- Durchführung von Endkontrollen und Schlussabnehmen
- Aufklärung der Bauherrschaft (bzw. der Nutzer) über Nutzung, Unterhalt und Pflege des Bauwerks beziehungsweise einzelner Bauteile (Nutzungs- oder Gebrauchsanweisung)
- Periodische Kontrollen während der Nutzungsphase

Literaturverzeichnis

- [1] Norm SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Zürich: SIA, 2003.
- [2] Norm SIA 118/265, Allgemeine Bedingungen für Holzbau. Zürich: SIA, 2004.
- [3] Norm SIA 261: Einwirkungen auf Tragwerke. Zürich: SIA, 2003.
- [4] Norm SIA 265, Holzbau. Zürich: SIA, 2003.
- [5] Norm SIA 233, Bekleidete Aussenwände. Zürich: SIA, 2000.
- [6] Brandschutzrichtlinie 13-03: Verwendung brennbarer Baustoffe. Bern: VKF, 2003.
- [7] Brandschutzrichtlinie 15-03: Schutzabstände - Brandabschnitte. Bern: VKF, 2003.
- [8] Lignatec 1/95: Holzschutz im Bauwesen -EMPA-LIGNUM-Richtlinie. Zürich: Lignum, 1995.
- [9] Lignum-Dokumentation Brandschutz: Aussenwände - Konstruktion und Bekleidung. Zürich: Lignum, 2010.
- [10] Lignum-Dokumentation Brandschutz: Bauteile in Holz - Wände, Decken und Bekleidungen mit Feuerwiderstand. Zürich: Lignum, 2007.
- [11] Lignum Holzbautabellen (HBT 1). Zürich: Lignum, 2003.
- [12] Brandschutzrichtlinie 14-03: Tragwerke. Bern: VKF, 2003.
- [13] Lignum-Dokumentation Brandschutz: Bauen mit Holz - Qualitätssicherung und Brandschutz. Zürich: Lignum, 2005.

