

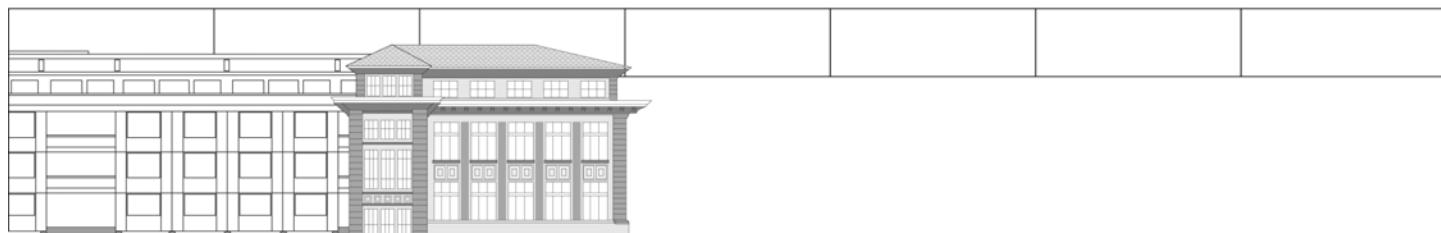


Forschungsbericht

Schlussbericht

Massivbauweise in Holz

Bericht Nr.	2605-SB-01
Auftrag Nr.	2605.HB
Klassifizierung	Öffentlich
Gegenstand	Gebäude mit einem hohen Anteil an Massivholz
Datum	24.03.2005



Auftraggeber	BUWAL, Eidgenössische Forstdirektion Fonds zur Förderung der Wald- und Forstwirtschaft Herrn Michael Gautschi CH-3003 Bern
Adresse der Forschungsstelle	Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB Abteilung F+E, Holzbau und Bautechnik Solothurnstrasse 102, CH-2504 Biel Tel / Fax +41 (0)32 344 0 341 / 391
Verfasser	Christof Höltschi
Abteilungsleiter	Marc-André Gonin
Einheitsleiter	Dr. Christophe Sigrist
Projektverantwortlicher	Dr. Jan Hamm

ABSTRACT

Der Holzbau hat bei vielen Architekten das Image von "komplexen Detaillösungen" und "mehrschichtigen Aufbauten", die sie nur durch Zusammenarbeit mit externen Planer realisieren können. Dadurch entsteht eine Hemmschwelle gegenüber dem Holzbau, obwohl viele Planer dem Baustoff Holz gegenüber positiv eingestellt sind.

Gefragt ist also eine Bauweise, welche so einfach zu planen ist wie der Massivbau, aber mit den herausragenden Vorteilen des Holzes ausgeführt wird: **Die Massivbauweise in Holz.**

Am vorliegenden Projekt beteiligt waren Hersteller von Massivholz-Systemen, Architekten, Holzbauingenieure und Verbände der Holzbranche.

Gemeinsam mit den am Projekt beteiligten Architekten sind zuerst die Material-Entscheidungsprozesse untersucht worden. Daraus ergaben sich die für die Erfassung der Bauteile erforderlichen Angaben und Kennwerte, welche grob in Bauphysik, Ökonomie, Ökologie und Gestaltungsfreiheit eingeteilt werden können.

Als Resultat der Erfassung sind im vorliegenden Bericht 21 Aussenwand-, 13 Innenwand-, 26 Decken- und 15 Dach-Bauteile zusammengestellt. Zudem wurden diverse Anschlüsse zwischen den Bauteilen erfasst.

Ebenfalls erfasst wurden die Bauteile von fünf gebauten Objekten - zwei Einfamilienhäuser, ein Mehrfamilienhaus und zwei Schulhäuser.

Insgesamt brachte die Erfassung ausführliche Ergebnisse zu den verwendeten Materialien und zu den Kennwerten des winterlichen Wärmeschutzes (U-Wert) und dem Schallschutz. Richtpreise wurden bei ungefähr der Hälfte der Bauteile angegeben. Zu den anderen Kennwerten (Ökologie, sommerlicher Wärmeschutz, Brandschutz) gibt es hingegen nur wenige Angaben. Insgesamt wurde das Ziel der Erfassung jedoch nicht erreicht, da von einigen Projektpartnern zu wenige Kennwerte geliefert wurden.

Die Ergebnisse sollen nun in einer überarbeiteten Form (z.B. Lignatec) publiziert werden.

Keywords: Massivbau in Holz, Systeme, Materialentscheid

INHALTSÜBERSICHT

1	EINLEITUNG	8
2	ZIELSETZUNGEN	8
3	VORGEHEN, AUFGABENVERTEILUNG	8
4	PROJEKTPARTNER	9
5	WESHALB MASSIVBAUWEISE IN HOLZ?	10
6	SYSTEMATISCHE ERFASSUNG DER MASSIVBAUWEISE IN HOLZ	12
7	HOLZARTEN UND PRODUKTE	69
8	AUSBLICK	69
9	BESTIMMUNGEN ZU DIESEM FORSCHUNGSBERICHT	70
10	VERZEICHNISSE	71

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
2	ZIELSETZUNGEN	8
3	VORGEHEN, AUFGABENVERTEILUNG	8
4	PROJEKTPARTNER	9
5	WESHALB MASSIVBAUWEISE IN HOLZ?	10
6	SYSTEMATISCHE ERFASSUNG DER MASSIVBAUWEISE IN HOLZ	12
6.1	Erfassungsgrundlagen	12
6.1.1	Übersicht	12
6.1.2	Abgrenzung Massivbauweise in Holz $\leftrightarrow$ Leichtbau [5]	12
6.1.3	Material-Entscheidungsprozesse von Architekten und Planern	13
6.1.4	Erfasste Kennwerte	14
6.1.5	Erfasste Anschlüsse	15
6.1.6	Einteilung der Bauteile nach vorgeschriebenen Mindestanforderungen	16
6.1.7	Einteilung der Bauteile in Klassen	17
6.1.7.1	Wärmedämm- Klassen	17
6.1.7.2	Luftschall-Dämmklassen	17
6.1.7.3	Trittschall-Dämmklassen	17
6.1.8	Erfassungsbeispiele	18
6.1.8.1	Systeme	18
6.2	Erfasste Systeme	19
6.2.1	Systeme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm	19
6.2.1.1	Aussenwandsysteme	19
6.2.1.2	Innenwandsysteme	21
6.2.1.3	Deckensysteme	23
6.2.1.4	Dachsysteme	25
6.2.1.5	Anschlüsse	27
6.2.2	Systeme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi	28
6.2.2.1	Aussenwandsysteme	28
6.2.2.2	Innenwandsysteme	29
6.2.2.3	Deckensysteme	30
6.2.2.4	Dachsysteme	31
6.2.2.5	Anschlüsse	32
6.2.3	Systeme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf	33
6.2.3.1	Aussenwandsysteme	33
6.2.3.2	Innenwandsysteme	35
6.2.3.3	Deckensysteme	36
6.2.3.4	Dachsysteme	38
6.2.3.5	Anschlüsse	39
6.2.4	Systeme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg	41
6.2.4.1	Aussenwandsysteme	41
6.2.4.2	Innenwandsysteme	42
6.2.4.3	Deckensysteme	43
6.2.4.4	Dachsysteme	44
6.2.4.5	Anschlüsse	45
6.2.5	Systeme im Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS	46
6.2.5.1	Aussenwandsysteme	46
6.2.5.2	Deckensysteme	48
6.2.5.3	Dachsysteme	50
6.2.5.4	Anschlüsse	52

6.3	Objekte aus dem Einfamilien-Hausbau	54
6.3.1	Objekt 1: Zellheim Sursee	54
6.3.1.1	Bauteile.....	54
6.3.1.2	Anschlüsse	55
6.3.1.3	Kennwerte	56
6.3.2	Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach	57
6.3.2.1	Bauteile.....	57
6.3.2.2	Anschlüsse	58
6.3.2.3	Kennwerte	59
6.4	Objekte aus dem Mehrfamilien-Hausbau	60
6.4.1	Objekt 3: Wechsel Stans	60
6.4.1.1	Bauteile.....	60
6.4.1.2	Anschlüsse	61
6.4.1.3	Kennwerte	63
6.5	Objekte aus dem Schulhausbau.....	64
6.5.1	Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun	64
6.5.1.1	Bauteile.....	64
6.5.1.2	Anschlüsse	65
6.5.1.3	Kennwerte	66
6.5.2	Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG	67
6.5.2.1	Bauteile.....	67
6.5.2.2	Anschlüsse	67
6.5.2.3	Kennwerte	68
6.6	Zusammenfassung der Erfassung.....	69
7	HOLZARTEN UND PRODUKTE	69
7.1	Fichten/Tannen-Starkholz.....	69
7.2	Einheimische Laubhölzer.....	69
8	AUSBLICK	69
9	BESTIMMUNGEN ZU DIESEM FORSCHUNGSBERICHT	70
9.1	Umfang des Forschungsberichtes.....	70
10	VERZEICHNISSE	71
10.1	Tabellenverzeichnis	71
10.2	Abbildungsverzeichnis	72
10.3	Literaturverzeichnis.....	72
10.3.1	Allgemein.....	72
10.3.2	Wärmeschutz	72
10.3.3	Schallschutz	72
10.3.4	Brandschutz	72
10.3.5	Erdbebensicherheit	72
10.3.6	Ökologie der Bauteile.....	73
10.3.7	Holzarten und Produkte	73

1 Einleitung

Zur Zeit ist im nordischen Raum (Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden) ein grösseres Projekt mit dem Namen *"Solid Wood Technology"* im Gang. An dieser Forschungsarbeit sind ca. 50 Firmen aus der Privatindustrie und 12 Forschungsinstitute beteiligt, die sich zum Ziel gesetzt haben, zirka 9 Pilotprojekte zu errichten. An den Prototypen soll die neue Technologie der Massivholzbauweise erprobt werden. Mit Hilfe von nachträglichen Messungen sollen Verbesserungs- und Optimierungsvorschläge für zukünftige Bauten erreicht werden. Das Ziel dieses Projektteams besteht darin, die Massivholzbauweise im nordischen Raum zu fördern und damit eine Standardisierung der Konstruktionsprinzipien zu erlangen.

Ein erster Stand der Arbeiten in Dänemark wurde am 27.02.2001 in einem speziell dafür organisierten Seminar in Snekkersten (DK) dargestellt. Aus dieser Veranstaltung wurde ersichtlich, dass in Dänemark das Schwergewicht der Forschungsarbeiten auf die Untersuchung und die Weiterentwicklung der genagelten Brettstapelbauweise gelegt wird. Wand- und Deckensysteme werden in Dänemark von der Verpackungsindustrie hergestellt, wodurch sie kostengünstig angeboten werden können.

Auch in anderen Ländern wie Österreich, Deutschland und Frankreich scheint die massive Holzbauweise immer mehr zuzunehmen.

2 Zielsetzungen

Im Bereich der Massivbauweise in Holz gab es in der Schweiz nur wenig Forschungsaktivität. In diesem Projekt werden deshalb die folgenden Ziele anvisiert:

1. Grundlagen für eine Publikation "Massivbauweise in Holz" schaffen. Die Architekten sollen durch die Bereitstellung von Planungsunterlagen für den Massivbau in Holz gewonnen werden.
2. Den Material-Entscheidungsprozess bei Gebäuden aufzeigen.
3. Optimierungspotentiale, Schwachstellen oder noch nicht gelöste Punkte aufdecken und allenfalls Folgeprojekte initiieren.
4. Mögliche Verwendung von Starkholz und Laubhölzern in der Massivbauweise in Holz aufzeigen.

3 Vorgehen, Aufgabenverteilung

Anlässlich der Startsituation vom 18. Dezember 2001 in Egerkingen wurde mit den Projektpartner (siehe folgende Seite) das Vorgehen diskutiert und die Arbeiten verteilt:

Aufgabe	Zuständig
1. Anforderungskatalog zusammenstellen: Welche Angaben werden beim Materialentscheidungsprozess benötigt? (siehe Abschnitt 6.1.3, Seite 13)	SH-Holz (HSB), Architekten
2. Erfassungsgrundlagen definieren (siehe Abschnitt 6.1 Erfassungsgrundlagen, ab Seite 12)	SH-Holz (HSB)
3. Geforderte Kennwerte, Zeichnungen und Bauteil-Beschreibungen von maximal je 6 Aussenwand-, Innenwand-, Decken- und Dachbauteilen zusammenstellen	Hersteller
4. Geforderte Kennwerte, Zeichnungen und Bauteil-Beschreibungen von maximal 3 ausgeführten Objekten, typisch für die Massivbauweise in Holz zusammenstellen	Architekten, Ingenieure
5. Zusammenstellen der erhaltenen Bauteile	SH-Holz (HSB)
6. Argumentarium für Massivbauweise in Holz zusammenstellen (siehe Kapitel 5, Seite 10)	SH-Holz (HSB)

4 Projektpartner

Tabelle 4.1: Projektpartner

	Firma/ Name	Kontaktperson	Adresse	Ort
Hersteller	Holzbau AG	Egon Bumann	Furkastrasse 3	3983 Mörel
	Logus Systembau AG	Otto Schönholzer	Feldstrasse 6	9215 Schönenberg an der Thur
	Pius Schuler AG	Pius Schuler	Kronenstrasse 12	6418 Rothenturm
	RUWA Holzbau	Rudolf Walli	Dalvazza	7240 Küblis
	Schilliger Holz	Werner Leibundgut	Haltikon 33	6403 Küssnacht am Rigi
	Tschopp Holzbau AG	Josef Willimann	An der Rohr 17	6280 Hochdorf
Ingenieure	Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH	Pirmin Jung	Grossweid 4	6026 Rain
	timbatec	Stefan Zöllig	Thunstrasse 15	3612 Steffisburg 1
Architekten	Bauart Architekten Bern	Marco Ryter	Laupenstrasse 20	3008 Bern
	Büro für Baukultur GmbH	Edgar Ueberschlag	Fluhmattstrasse 2	6004 Luzern
	Lengacher und Emmenegger Architekten AG	Daniel Lengacher	Landenbergstrasse 36	6005 Luzern
	Wahli, Rüefli AG	Jürg Rüefli	Dammweg 3	2502 Biel/Bienne
Verbände	Holzbau Schweiz	Hans Rupli	Weinbergstrasse 55	8035 Zürich
	Holzindustrie Schweiz	Hansruedi Streiff, Hans-Peter Gautschi, Martin Gasser	Mottastrasse 9	3000 Bern 6

5 Weshalb Massivbauweise in Holz?

Wie können die Vorteile der Massivbauweise mit jenen des Leichtbaus kombiniert werden? **Mit massiven Holzbauteilen.** In Tabelle 5.1 werden die Eigenschaften der verschiedenen Bauweisen gegenübergestellt und im anschliessenden Text ausführlicher erläutert.

Tabelle 5.1: Bauweisen im Vergleich

	Massivbau in Beton	Massivbau in Holz	Leichtbau in Holz
Bauzeit	-	++	++
Baufeuchte, Austrocknen	-	++	+++
Eigengewicht	-	++	+++
Feuchteregulierung der Innenräume	+	+++	++
Ausbaubarkeit	++	+++	+
Schallschutz	++	+	+
Wärmeschutz Winter	+	+++	+++
Wärmeschutz Sommer	+++	++	+
Brandschutz	++	++	+
Ökologie	-	++	++
CO₂-Speicher	-	+++	+
Erdbeben	+	++	+++

Die **Bauzeit** kann durch Vorfertigung und das Wegfallen der Austrocknungszeit reduziert werden. Ausserdem entfallen die Gesundheitsrisiken, welche nach dem Bezug durch die **Baufeuchtigkeit** verursacht werden können.

Das geringe **Eigengewicht** des Baustoffes Holz hat einen Einfluss auf die Transportkosten, aber auch auf das Fundament des Gebäudes. Bei schwierigem Untergrund kann dies einen grossen Einfluss auf die Gründungskosten haben. Mit Holz können auch Aufstockungen auf bestehende Gebäuden wegen dem tieferen Gewicht einfacher realisiert werden.

Das **Raumklima** wird durch Holz positiv beeinflusst, da dieses durch Aufnahme und Abgabe von Wasser die Luftfeuchtigkeit regulieren kann. Ausserdem passt sich Holz schneller als andere (anorganische) Baumaterialien an die Umgebungstemperatur an, was sich positiv auf das Befinden der Benutzer auswirkt.

Gebäude aus Massivholz lassen sich sehr einfach **ausbauen**, denn die massiven Wände und Decken bilden eine gute Grundlage für die Befestigung auch grosser Ausbaulasten. Es werden dazu weder Spezialwerkzeuge (Bohrhammer) noch besondere Verbindungsmittel (Hohlraumdübel, usw.) benötigt.

Beim **Schallschutz** hat der Massivbau in Beton Vorteile durch sein gutes Verhältnis der Masse zur Steifigkeit des Materials. Bei Massivholzdecken kann dieses Manko durch das Aufbringen von zusätzlichen Lasten (Beschwerungen) eliminiert werden. Bei der Leichtbauweise kann dieses Problem durch einen mehrschaligen Aufbau gelöst werden. Dem Schallschutz ist bei Gebäuden mit mehreren Nutzungseinheiten ein besonderes Augenmerk zu widmen.

Wichtiges Kriterium für den **winterlichen Wärmeschutz** ist eine möglichst wärmebrückenfreie Ausführung der Aussenhaut. Gegenüber Beton oder Backstein hat Holz durch die tiefere Wärmeleitfähigkeit grosse Vorteile beim winterlichen Wärmeschutz (U-Wert).

Der beste **sommerliche Wärmeschutz** wird durch eine effiziente Beschattung, vor allem bei den südlich und westlich ausgerichteten Fenstern erreicht. Eine wichtige Rolle spielt jedoch auch die Speichermasse des

Gebäudes. Sie kann die Mittagshitze dämpfen und die Wärme danach dosiert in den Nachtstunden an den Raum zurückgeben.

Wenn sich keine systembedingten Hohlräume ergeben, welche die beflammbare Oberfläche vergrössern, kann dem Massivholzbau ein sehr guter **Brandschutz** bescheinigt werden. Da die Massivholz-Bauteile in der Regel statisch nicht voll ausgenutzt sind, bieten sie im Brandfall eine ausreichende zeitliche Sicherheit.

Holz ist der einzige nachwachsende Baustoff der Schweiz, es ist leicht und auch leicht zu bearbeiten. Diese herausragenden Eigenschaften machen Holz zum **ökologisch** wertvollsten Baustoff.

Dauerhaft verbautes Holz bindet Kohlendioxyd (CO_2), dessen Ausstoss die Hauptursache für den so genannten Treibhauseffekt ist. Je mehr Holz verbaut wird, desto grösser ist dieser Speicher-Effekt.

Holz verbindet eine relativ hohe Festigkeit mit geringem Gewicht. Diese Eigenschaften machen Holz zu einem vorteilhaften Baustoff für Bauten in **Erdbebengebieten**. Ebenso wichtig wie eine möglichst geringe Masse ist jedoch eine hohe Duktilität der Verbindungsmittel. Deshalb muss das Tragwerkskonzept mit den Eigenschaften des Baustoffs korrespondieren. Gegenüber dem Mauerwerk, mit hoher Steifigkeit und geringer Duktilität ausgestattet, ist Holz im Bezug auf die Erdbebensicherheit im Vorteil.

6 Systematische Erfassung der Massivbauweise in Holz

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Bauteile, die im heutigen Massivholzbau eingesetzt werden, systematisch festgehalten. Der Schwerpunkt liegt bei den Massivholzhäusern, vor allem mehrgeschossige, es werden aber auch Büro-, Verwaltungs-, Schul- und Hallenbauten betrachtet. Im Abschnitt 6.2 ab Seite 19 sind die verschiedenen Systeme der am Projekt beteiligten Hersteller zusammengestellt. In den darauf folgenden Abschnitten 6.3 bis 6.5 sind Objekte der Architekten und Holzbauingenieure dargestellt.

6.1 Erfassungsgrundlagen

In diesem Kapitel sind alle Grundlagen und Definitionen für die Erfassung aufgelistet.

6.1.1 Übersicht

Die Massivbauweise in Holz kann anhand der verschiedenen Bauformen wie folgt aufgegliedert werden:

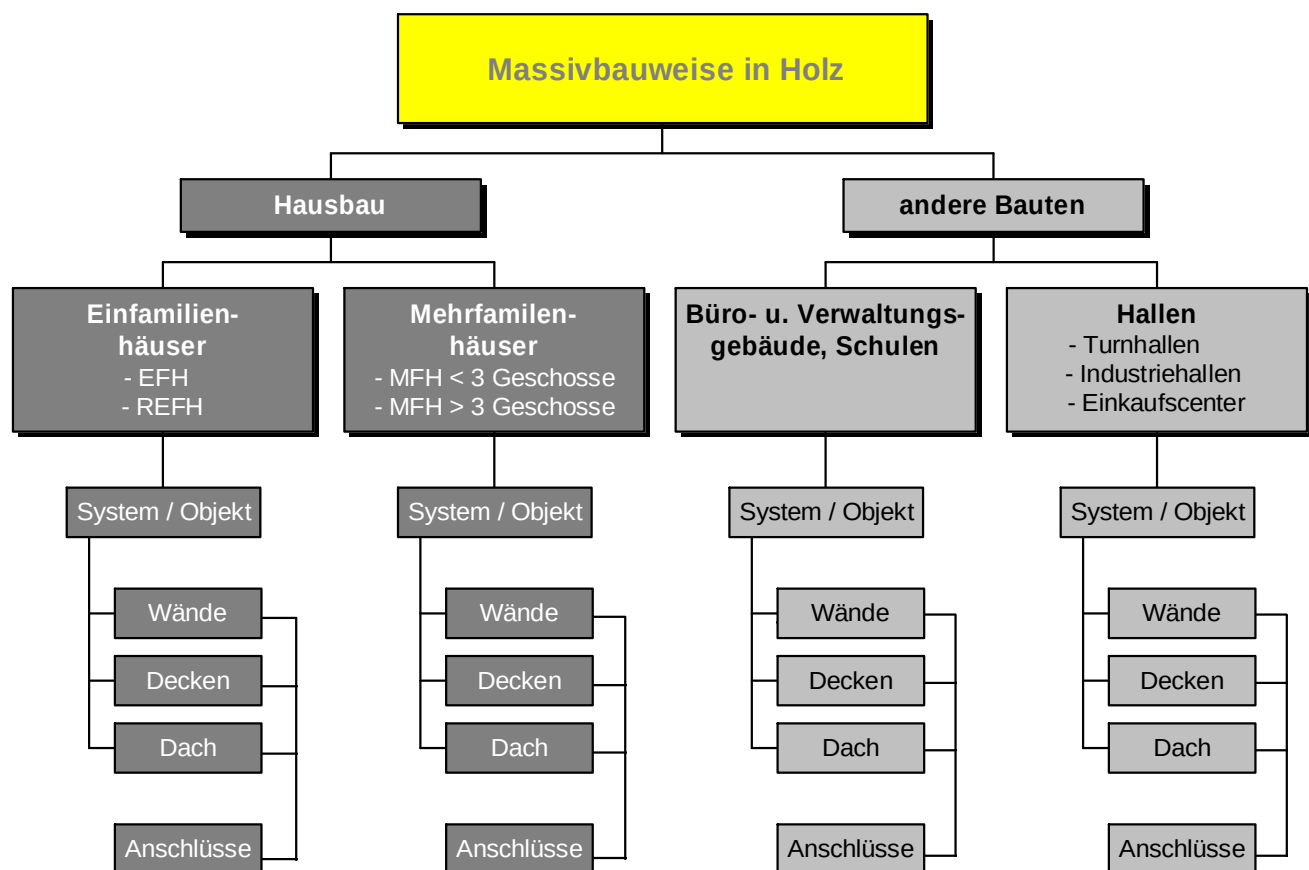


Abbildung 6.1: Gliederung der Massivbauweise in Holz nach Bauform

Im Abschnitt 6.1.8 sind die verschiedenen Systeme der beteiligten Hersteller zusammengestellt. Dazu gehören Wand-, Decken- und Dachaufbauten sowie die verschiedenen Anschlüsse zwischen den einzelnen Bauteilen. Einige Bauteile eignen sich bei mehreren Bauformen, andere genügen spezifischen Anforderungen der Bauform nicht (z.B. wegen Schallschutzanforderungen in Schulhäusern).

6.1.2 Abgrenzung Massivbauweise in Holz ↔ Leichtbau [5]

Der wesentliche Unterschied zwischen Massivholz- und Leichtbauweise liegt in der klaren Trennung zwischen Dämmschicht und Tragstruktur bei der Massivholz-Bauweise. Die Funktion des Tragens übernehmen bei den beiden Bauweisen völlig unterschiedliche Produktgruppen. Im Gegensatz zur Leichtbauweise, wo mit Tafeln beplankte, stabförmige Produkte für die Lastabtragung verantwortlich sind, werden bei der Massivholz-Bauweise grossformatige, flächige Elemente eingesetzt. Dazu gehören Brettstapel, ein oder mehrschichtige Massivholzplatten und Sondersysteme.

Die Massivholz-Bauweise zeichnet sich weiter dadurch aus, dass meist keine Dampfbremse erforderlich ist und hohe wärmespeicher-wirksame Massen vorliegen können, sofern diese nicht durch Vorsatzschalen und Installationsebenen "weggedämmt" werden.

6.1.3 Material-Entscheidungsprozesse von Architekten und Planern

Gemeinsam mit den vier am Projekt beteiligten Architekten (siehe Projektpartner S. 9) wurden die Entscheidungsprozesse für die Baumaterialien der einzelnen Bauteile zusammengestellt (siehe Abbildung 6.2).

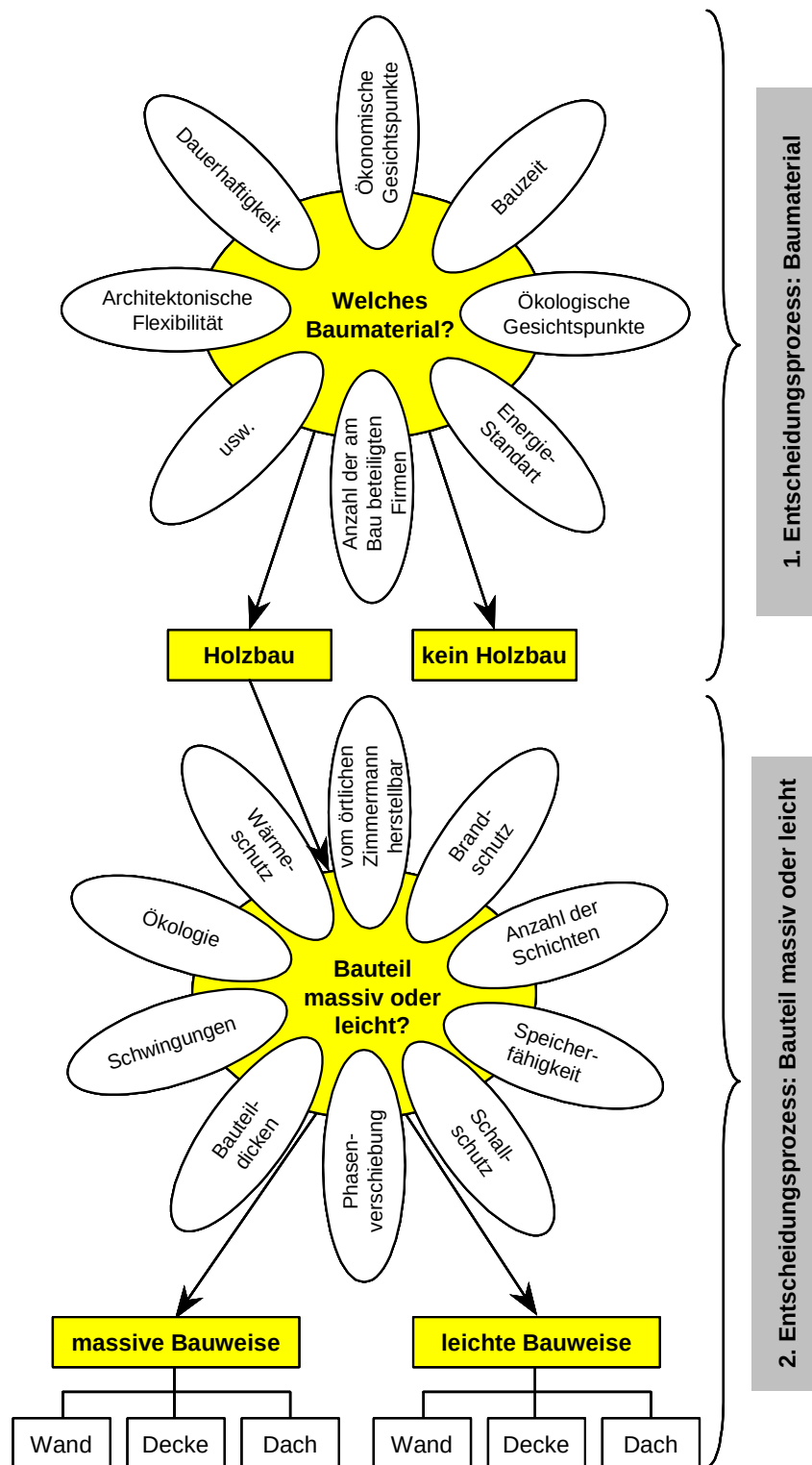


Abbildung 6.2: Entscheidungsprozesse Baumaterial und Bauart

Beim 1. Entscheidungsprozess wird für jeden Bauteil einzeln oder auch für das gesamte Bauwerk das Baumaterial bestimmt. Sofern die Entscheidung zugunsten des Holzbaus fällt, wird in einem 2. Entscheidungsprozess bestimmt, ob massive oder leichte Bauteile eingesetzt werden sollen. Je nach Bauform, Bauteil und Bauherr werden die verschiedenen Faktoren unterschiedlich gewichtet.

6.1.4 Erfasste Kennwerte

Anhand der im Abschnitt 6.1.3 erarbeiteten Entscheidungskriterien sind die dafür benötigten Bauteilkennwerte bestimmt worden. Neben bauphysikalischen Eigenschaften wie Wärme- und Schallschutz sind Kennwerte des Brandschutzes, der Ökonomie und der Ökologie in übersichtlichen Tabellen zusammengestellt. Die einzelnen Kennwerte werden wie folgt definiert:

Tabelle 6.1: Definition der erfassten Kennwerte

1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[W/m^2K]$ (Rechenwert)	Angaben zum winterlichen Wärmeschutz sind anhand des Wärmedurchgangskoeffizienten U nach SN EN ISO 6946 [14] definiert. Als U-Wert wird der Wärmestrom bezeichnet, der durch $1 m^2$ eines Bauteils fliesst, wenn der Temperaturunterschied der angrenzenden Luftschichten 1 K beträgt.
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[W/m^2K]$ (Rechenwert)	Die dynamische Durchwirkung kann durch den so genannten dynamischen Wärmedurchgangskoeffizient U_{dyn} nach SN EN ISO 13786 [13] charakterisiert werden. Er gibt die Änderung des Wärmestromes ins Innere an, bezogen auf die äussere Temperaturänderung. Der dynamische U-Wert ist von der Periodenlänge abhängig. Für die Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes ist eine Periodendauer von 24 h einzusetzen, somit wird der Wert U_{24} genannt.
2.1 Luftschall R'_w in [dB] (Prüfwert)	Zum Vergleich der Luftschalldämmeigenschaften wird die Einzahlangabe für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bauschalldämmass R' gemäss ISO 717/1 [18] angegeben.
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB] (Prüfwert)	Bei der Trittschalldämmung wird die Einzahlangaben für die in den einzelnen Frequenzbändern ermittelten Werte der Standardschallpegeldifferenz D_{nT} gemäss ISO 717/2 [19] angegeben.
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK	Hier wird die Feuerwiderstandsklasse des abgebildeten Bauteils nach VKF- Brandschutzvorschriften angegeben.
4 Ökonomie Richtpreis in $[CHF/m^2]$	Die verschiedenen Bauteile können anhand von Richtpreisen verglichen werden. Diese gelten für den fertig montierten Bauteil inkl. Fassade, jedoch ohne Bodenbelag, Innenantrieb, Ziegellattung und Eindeckung. Die Richtpreise sind Herstellerangaben mit Stand 2002.
5 Ökologie Treibhauseffekt: $[gCO_2 eq./m^2a]$ Versäuerung: $[gSO_2 eq./m^2a]$ Primärenergie-Inhalt: - nicht erneuerbar $[MJ/m^2]$ - erneuerbar $[MJ/m^2]$ (Rechenwerte)	Der Treibhauseffekt und die Versäuerung werden für die ökologische Beurteilung der Bauteile angegeben. Diese Umwelteinwirkungen setzen sich zusammen aus Herstellung und Ersatz pro m^2 Bauteilfläche, verteilt auf die Nutzungsdauer der einzelnen Schichten. Zusätzlich wird der Primärenergie-Inhalt pro m^2 Bauteilfläche angegeben. Dieser Primärenergie-Inhalt wird unterteilt in nicht erneuerbare und erneuerbare Energie. Als Grundlage dient die SIA D 0123 [27] vom September 1995.
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]	Da die Eigenfrequenz der Decken von deren Spannweiten abhängen, werden sie nur bei den erfassten Objekten, jedoch nicht bei den verschiedenen Deckensystemen festgehalten.
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	Angegeben wird die Dicke des gesamten Bauteils inkl. Vorsatzschalen, jedoch ohne Bodenbelag, Innenantrieb, Ziegellattung und Eindeckung.
7.2 Bauteilgewicht Masse in $[kg/m^2]$	Angegeben wird die Masse des gesamten Bauteils inkl. Vorsatzschalen, jedoch ohne Bodenbelag, Innenantrieb, Ziegellattung und Eindeckung.

6.1.5 Erfasste Anschlüsse

Zusätzlich zu den einzelnen Bauteilen sind auch deren Anschlüsse erfasst worden. In Abbildung 6.3 sind die möglichen Anschluss-Arten zusammengestellt und nach Sichtbarkeit im Vertikal- oder Horizontalschnitt eingeteilt.

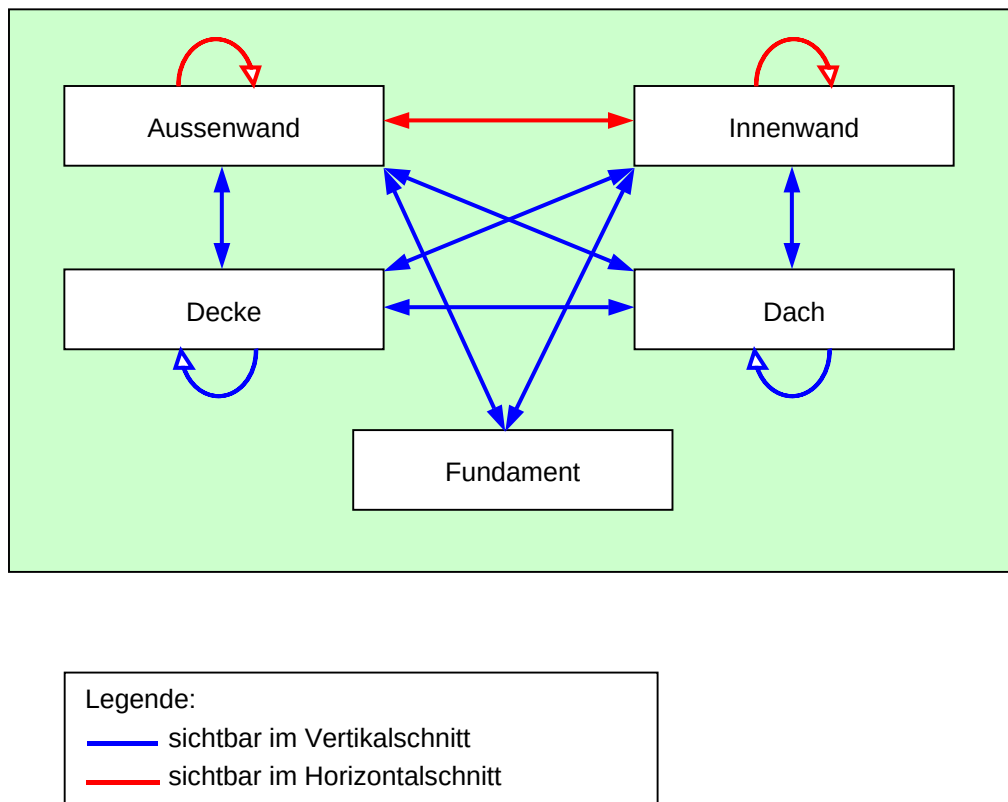


Abbildung 6.3: Zusammenstellung der erfassten Anschlüsse

6.1.6 Einteilung der Bauteile nach vorgeschriebenen Mindestanforderungen

Zu jeder Bauform (EFH, MFH, usw.) gibt es verschiedene Bauvorschriften und Mindestanforderungen, die für die einzelnen Bauteile eingehalten werden müssen. Für die im Abschnitt 6.2 untersuchten Bauteile gelten folgende Anforderungen. Eignet sich ein Bauteil für eine bestimmte Bauform, ist diese grau hinterlegt (siehe Beispiel S. 18)

Tabelle 6.2: Einteilung der Bauteile nach Bauform entsprechend den Mindestanforderungen der entsprechenden Bauvorschriften

Kriterium	Bauteil	EFH, Reihen EHF	MFH/Büro/ Schulen	MFH/Büro/ Schule ab 3 Geschossen	Hallen
Wärmeschutz im Winter¹ U-Wert	Aussenwand	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Dach	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Kellerdecke	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Luftschall $D_{nT,w}$ ²	Aussenwand ³	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$
	Innenwand (Nutzungs- Trennwand) ⁴	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$
	Decke (Nutzungs- Trenndecke)	-	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 47 \text{ dB}$
	Dach	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 25 \text{ dB}$
Trittschall $L_{nT,w}$ ⁵	Decke (Nutzungs- Trenndecke)	-	$L_{nT,w} \leq 55 \text{ dB}$	$L_{nT,w} \leq 55 \text{ dB}$	$L_{nT,w} \leq 55 \text{ dB}$
Brandschutz ⁶ FWK	Innenwand (Brandab- schnittsbildend)	keine (F90 ⁷)	F30bb	F60 ⁸	Nutzungs- abhängig
	Decke (Brandab- schnittsbildend)	keine	F30bb	F60	Nutzungs- abhängig

¹ Mindestanforderungen für Aussenbauteile von beheizten Räumen nach SIA 180 [15]

² Die Anforderungen an den Schutz gegen den Aussen- und Innenlärm (Luftschall) werden durch die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB angegeben. Die Umrechnung dieser Angaben auf die erforderlichen bewerteten Bau-Schalldämmmasse R'_w der Bauteile geschieht durch die Pegelkorrektur C nach SIA 181 [17]

³ Mindestanforderungen an den Schutz gegen Aussenlärm bei geringer Lärmempfindlichkeit an ruhiger Lage nach SIA 181[17]

⁴ Mindestanforderungen an den Schutz gegen Innenlärm bei geringer Lärmempfindlichkeit für Wohn- und Büroräume nach SIA 181 [17]

⁵ Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall bei geringer Lärmempfindlichkeit für Wohn- und Büroräume nach SIA 181 [17]. Die Anforderungen für den Schutz gegen den Trittschall werden durch den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ in dB-Einheiten angegeben. Die Umrechnung dieser Angaben auf die erforderlichen Dämmwerte der Bauteile $L'_{n,w}$ geschieht durch die Pegelkorrektur B nach SIA 181 [17]

⁶ detailliertere Angaben in "Brandschutz im Holzbau" [20]

⁷ Brandschutzwand bei Doppel- oder Reihen-EFH

⁸ im obersten Geschoss F30bb

6.1.7 Einteilung der Bauteile in Klassen

Die verschiedenen Bauteile können nicht nur nach den Bauvorschriften eingeteilt werden. Von Seiten des Bauherrn können in verschiedenen Bereichen (Kriterien) höhere Anforderungen als das gesetzliche Minimum verlangt oder angestrebt werden. Energiebewusste Bauherren werden beispielsweise ein Gebäude im Minergie- Standard fordern. Deshalb werden nachfolgend zu den Kriterien Wärmeschutz Winter, Luftschall und Trittschall die Anforderungen an drei bis vier Klassen definiert.

6.1.7.1 Wärmedämm- Klassen

Die im Abschnitt 6.1.8 untersuchten Bauteile werden nach dem U- Wert in die folgenden Klassen eingeteilt:

Tabelle 6.3: Einteilung in Wärmedämm-Klassen

	SIA-Standard	Minergie	Minergie P (Passivhaus)
Kellerdecke	$U \geq 0.35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$0.35 > U > 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U \leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Aussenwand	$0.40 > U > 0.21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$0.20 > U > 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U \leq 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Dach	$0.40 > U > 0.21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$0.20 > U > 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U \leq 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Es handelt sich hierbei um Empfehlungen, um den Minergie- bzw. Minergie P- Standard für das gesamte Gebäude zu erreichen. Diese Standards können jedoch auch mit schlechter wärmedämmten Konstruktionen erreicht werden, wenn durch entsprechende Massnahmen (z.B. Art der Wärmeerzeugung) die Grenzwerte für den Minergie- bzw. Minergie P-Standard eingehalten werden können.

6.1.7.2 Luftschall-Dämmklassen

Die im Abschnitt 6.1.8 untersuchten Bauteile werden nach dem R'_w - Wert in Klassen eingeteilt. Die Klassen wurden in Anlehnung an die SIA 181 [17] definiert. Zur Vereinfachung wird das bewertete Bauschalldämmass R'_w und die bewertete Standardschallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ gleichgesetzt. Dies bedeutet, dass die Pegelkorrektur C, die abhängig ist vom Volumen des Empfangsraumes und der Fläche des Trennbauteils, nicht berücksichtigt wird.

Die Klassen entsprechen den Mindestanforderungen bei mittlerer Lärmempfindlichkeit entsprechend dem Grad der Störung durch Aussen- bzw. Innenlärm.

Tabelle 6.4: Einteilung in Luftschall-Dämmklassen, (R'_w in dB)

	Grad der Störung durch Aussen- bzw. Innenlärm			
	klein	mässig	stark	sehr stark
Aussenwand	$30 \leq R'_w < 35 \text{ dB}$	$35 \leq R'_w < 40 \text{ dB}$	$40 \leq R'_w < 45 \text{ dB}$	$R'_w \geq 45 \text{ dB}$
Dach	$30 \leq R'_w < 35 \text{ dB}$	$35 \leq R'_w < 40 \text{ dB}$	$40 \leq R'_w < 45 \text{ dB}$	$R'_w \geq 45 \text{ dB}$
Innenwand	$47 \leq R'_w < 52 \text{ dB}$	$52 \leq R'_w < 57 \text{ dB}$	$57 \leq R'_w < 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$
Decke	$47 \leq R'_w < 52 \text{ dB}$	$52 \leq R'_w < 57 \text{ dB}$	$57 \leq R'_w < 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$

6.1.7.3 Trittschall-Dämmklassen

Die im Abschnitt 6.1.8 untersuchten Bauteile werden nach dem $L'_{n,w}$ - Wert in Klassen eingeteilt. Die Klassen wurden in Anlehnung an die SIA 181 [17] definiert. Zur Vereinfachung wird der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ und der bewertete Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ gleichgesetzt. Dies bedeutet, dass die Pegelkorrektur B, die abhängig ist vom Volumen des Empfangsraumes, nicht berücksichtigt wird.

Die Klassen entsprechen den Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall, entsprechend dem Grad der Störung durch Innenlärm (Trittschall).

Tabelle 6.5: Einteilung in Trittschall-Dämmklassen, ($L_{n,w}$ in dB)

	Grad der Störung durch Innenlärm			
	klein	mässig	stark	sehr stark
Decke	$60 \geq L_{n,w} > 55 \text{ dB}$	$55 \geq L_{n,w} > 50 \text{ dB}$	$50 \geq L_{n,w} > 45 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$

6.1.8 Erfassungsbeispiele

6.1.8.1 Systeme

Alle Angaben zu den Bauteilen werden in Tabellenform zusammengestellt. Anhand der folgenden beiden Tabellen wird dies kurz erklärt.

Tabelle 6.6: Erfassungsbeispiel Systeme

Hersteller				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
Bauteil-Bezeichnung	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	=> geeignet für diese Bauform		=> weniger geeignet für diese Bauform	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK	Querschnitt des Bauteils		Schichten des Bauteils	
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.	Dicke		Gewicht	
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

Tabelle 6.7: Erfassungsbeispiel Objekte

Objekt		Architekt	Architekt
		Holzbauingenieur	Holzbauingenieur
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]
Bauteil-Bezeichnung	Querschnitt des Bauteils	Schichten des Bauteils	
Bauteil-Bezeichnung	Querschnitt des Bauteils	Schichten des Bauteils	
	=> Leichtbauteil, aus Gründen der Vollständigkeit trotzdem Erfasst		

6.2 Erfasste Systeme

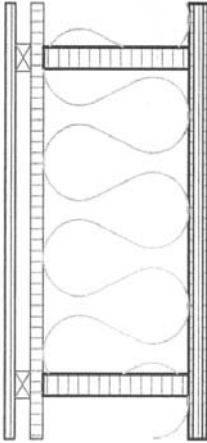
6.2.1 Systeme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

Anmerkungen:

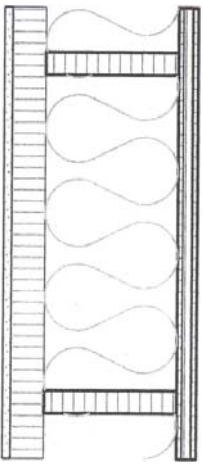
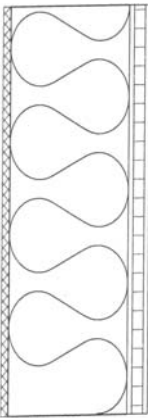
Die Luft- und Trittschalldämmwerte (R'_{w} und $L'_{n,w}$) stammen aus Berechnungen. Dabei sind bauübliche Nebenwegübertragungen mitberücksichtigt.

6.2.1.1 Aussenwandsysteme

Tabelle 6.8: Aussenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

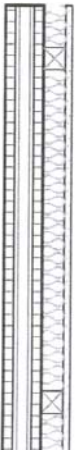
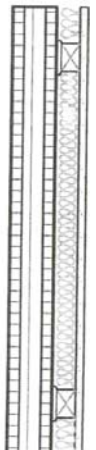
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
AW 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Blockholzplatte dreischichtig 70 Mineralfaserplatte, $\rho=105$ bis 150 kg/m^3 180 Aussenputz auf Armierungsbeschichtung 5 255	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_{w}				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
AW 7	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Blockholzplatte dreischichtig 35 Blockholzrippen 40/280 mm Sprungmass 630 mm Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 280 Bitumierte Weichfaserplatte 24 Lattenrost / Hinterlüftung 30 Aussenschalung Fichte/Tanne roh 21 390	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_{w}				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

Fortsetzung Tabelle 6.8: Aussenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

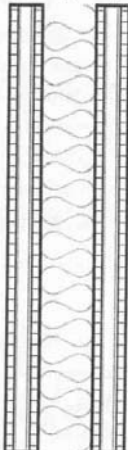
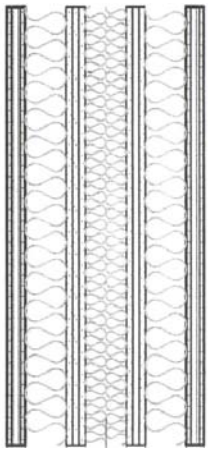
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
AW 11	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Blockholzplatte dreischichtig 35 Blockholzrippen 40/240 mm Sprungmass 630 mm Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 240 Pavatex/Diffutherm Weichfaserplatte 60 Glasgewebe in Armierungsmörtel 5 Mineralischer Aussenputz 10 350	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
	Aussen	Innen		
AW Perlcon	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Blockholzplatte dreischichtig 35 Blockholzrippen 40/200 mm Sprungmass 630 mm Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 200 Perlcon-Board (zementgebunden) 12.5 Glasgewebe in Armierungsmörtel 5 Aussenputz 3 255.5	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
	Aussen	Innen		

6.2.1.2 Innenwandsysteme

Tabelle 6.9: Innenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

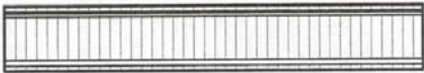
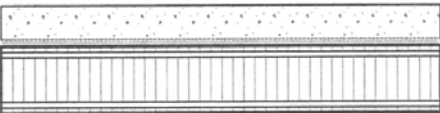
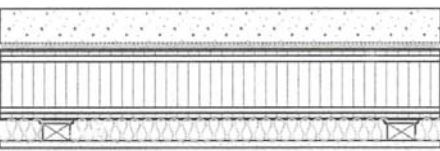
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
IW 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	1.48		Blockholzplatte dreischichtig	70
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	31			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	98.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	7			
Gewicht	32			
IW 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.61		Blockholzplatte dreischichtig Installationsraum, Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ Gipsfaserplatte Fermacell	70 40 12.5 122.5
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	44			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	135.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	12.3			
Gewicht	50			
IW 4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.67		Blockholzplatte dreischichtig Mineralfaserplatte 30mm zur Hohlraumfüllung, $\rho=30\text{kg/m}^3$ Lattenrost auf Federbügeln Gipsfaserplatte Fermacell	70 40 12.5 122.5
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	48			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	144.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	12.3			
Gewicht	50			

Fortsetzung Tabelle 6.9: Innenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

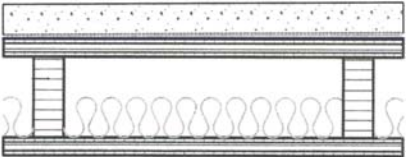
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
IW 6	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Blockholzplatte dreischichtig Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ Blockholzplatte dreischichtig	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				60
Richtpreis				100
Treibhauseffekt				60
Versäuerung				220
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
IW 8 (Brandwand)	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Blockholzplatte dreischichtig Blockholzrippen 40/80 mm Sprungmass 630 mm Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 3 x Gipsfaserplatte Fermacell 2 x Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 3 x Gipsfaserplatte Fermacell Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ Blockholzrippen 40/80 mm Sprungmass 630 mm Blockholzplatte dreischichtig	
U ₂₄ -Wert				35
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				80
Richtpreis				37.5
Treibhauseffekt				80
Versäuerung				37.5
PEI nicht erneu.				80
PEI erneuerbar				
Dicke				35
Gewicht				385

6.2.1.3 Deckensysteme

Tabelle 6.10: Deckensysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DE 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.97		Blockholzplatte dreischichtig	120
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	37			
Trittschall L' _{n,w}	88			
FWK	F30			
Richtpreis	150.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	12			
Gewicht	54			
DE 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.71		Zement-Unterlagsboden Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung Blockholzplatte dreischichtig	60 12 <u>120</u> 192
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	53			
Trittschall L' _{n,w}	66			
FWK	F30			
Richtpreis	176.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	19.2			
Gewicht	188			
DE 6	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.45		Zement-Unterlagsboden Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung Blockholzplatte dreischichtig Mineralfaserplatte 30mm zur Hohlraumdämmung Lattenrost an Federbügeln Gipskartonplatte	50 15 120 40 <u>18</u> 350
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	65			
Trittschall L' _{n,w}	56			
FWK	F30			
Richtpreis	223.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	35.0			
Gewicht	210			

Fortsetzung Tabelle 6.10: Deckensysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

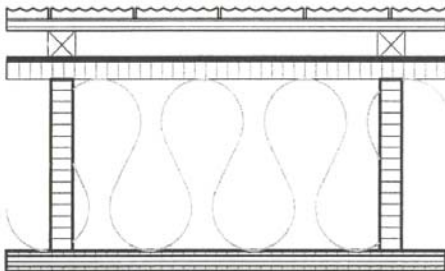
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DE 7 + Unterlagsboden	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert				
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w			Zement-Unterlagsboden	60
Trittschall $L'_{n,w}$			Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung	12
FWK F30			Blockholzplatte dreischichtig	30
Richtpreis			Blockholzrippe 40/160 mm geklebt	160
Treibhauseffekt			Mineralfaserplatte 100mm zur Hohlraumdämmung, $\rho=30\text{kg/m}^3$	
Versäuerung			Blockholzplatte dreischichtig	30
PEI nicht erneu.				292
PEI erneuerbar				
Dicke 29.2				
Gewicht				

6.2.1.4 Dachsysteme

Tabelle 6.11: Dachsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

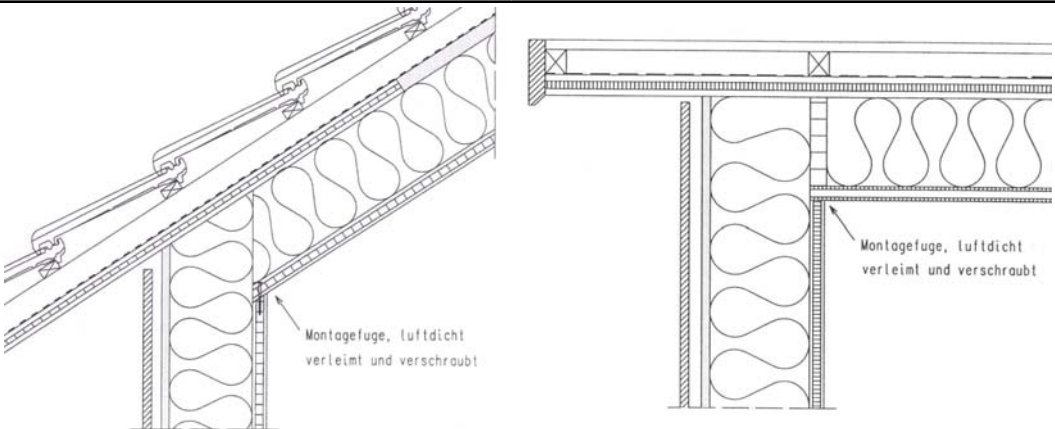
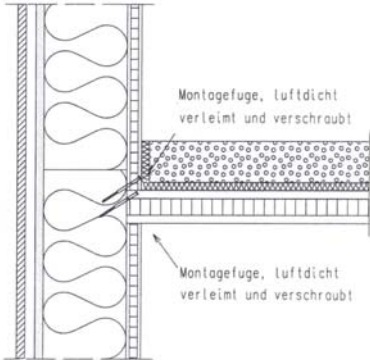
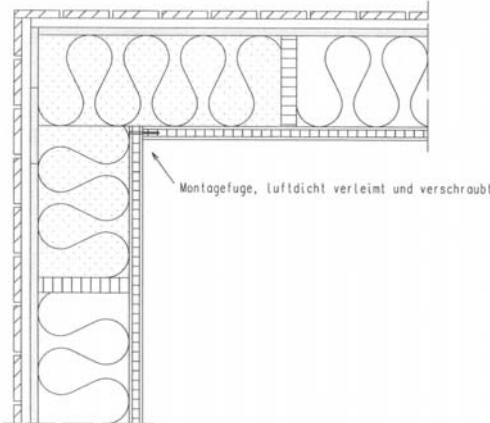
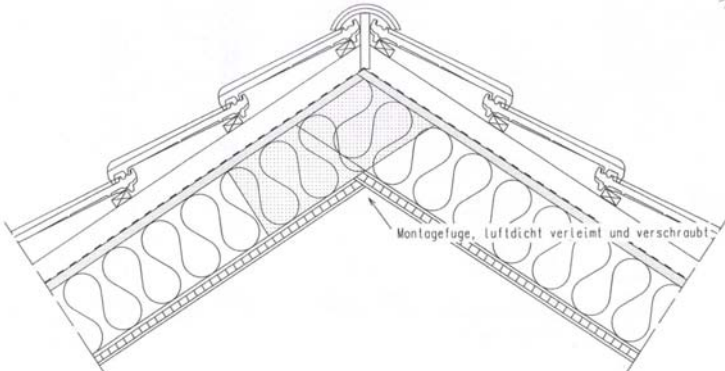
Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	
DA 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.21		Bedachung Dachlattung 24/48 mm Konterlattung 50 mm Diffusionsoffene Unterdachbahn Weichfaserplatte 24 Blockholzrippe 40/160 geklebt Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 160 Blockholzplatte dreischichtig 35 219	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w	48			
Trittschall $L'_{n,w}$	-			
FWK				
Richtpreis	135.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	21.9			
Gewicht	36			
DA 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.18		Bedachung Dachlattung 24/48 mm Konterlattung 50 mm Diffusionsoffene Unterdachbahn Weichfaserplatte 24 Blockholzrippe 40/200 geklebt Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 200 Blockholzplatte dreischichtig 35 259	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w	50			
Trittschall $L'_{n,w}$	-			
FWK				
Richtpreis	141.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	25.9			
Gewicht	37			
DA 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.15		Bedachung Dachlattung 24/48 mm Konterlattung 50 mm Diffusionsoffene Unterdachbahn Weichfaserplatte 24 Blockholzrippe 40/240 geklebt Mineralfaserplatte, $\rho=30\text{kg/m}^3$ 240 Blockholzplatte dreischichtig 35 299	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w	53			
Trittschall $L'_{n,w}$	-			
FWK				
Richtpreis	156.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	29.9			
Gewicht	39			

Fortsetzung Tabelle 6.11: Dachsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DA 4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.12		Bedachung	
U ₂₄ -Wert			Dachlattung 24/48 mm	
Luftschall R' _w	55		Konterlattung 50 mm	
Trittschall L' _{n,w}	-		Diffusionsoffene Unterdachbahn	
FWK			Weichfaserplatte Isorooft Nature	35
Richtpreis	167.-		Blockholzrippe 40/300 geklebt	
Treibhauseffekt			Mineralfaserplatte, ρ=30kg/m ³	300
Versäuerung			Blockholzplatte dreischichtig	35
PEI nicht erneu.				370
PEI erneuerbar				
Dicke	37			
Gewicht	45			

6.2.1.5 Anschlüsse

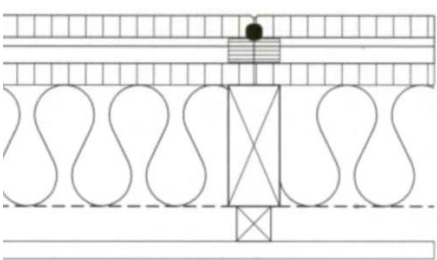
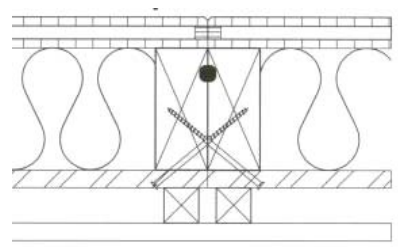
Tabelle 6.12: Anschlüsse Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm

Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm		
Anschluss	Querschnitt	
Aussenwand - Dach		
Aussenwand - Decke		
Aussenwand - Aussenwand (Eckdetail)		
Dach - Dach (Firstdetail)		

6.2.2 Systeme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

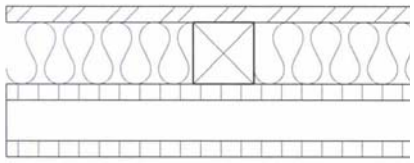
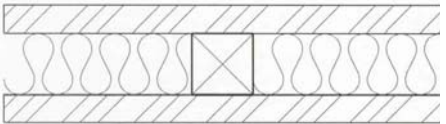
6.2.2.1 Aussenwandsysteme

Tabelle 6.13: Aussenwandsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
GFP 80 mm	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Grossformat Platte dreischichtig 80 Wärmedämmung 140 Windpapier Lattenrost / Hinterlüftung 40 Aussenschalung 20 280	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
GFP 35 mm	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Grossformat Platte dreischichtig 35 Holzrahmenbaukanteln 60/140 mm Wärmedämmung 140 Weichfaserplatte Isolair 20 Lattenrost / Hinterlüftung 40 Aussenverkleidung 20 255	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

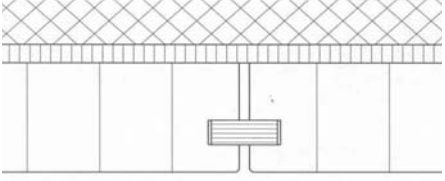
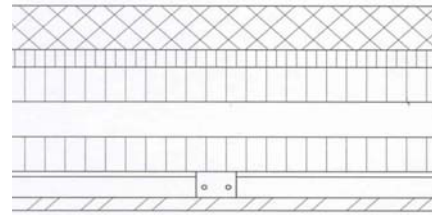
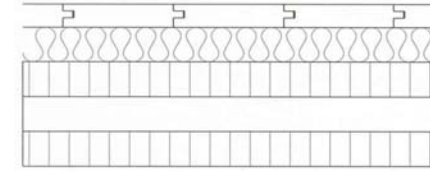
6.2.2.2 Innenwandsysteme

Tabelle 6.14: Innenwandsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
GFP 70 mm	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Gipsfaserplatte 15 Holzrahmenbaukanten 60/60 mm Mineralfaserdämmung 60 Grossformat Platte dreischichtig 70 145	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
GFP 27 mm	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Grossformat Platte dreischichtig 27 Holzrahmenbaukanten 60/60 mm Mineralfaserdämmung 60 Grossformat Platte dreischichtig 27 114	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

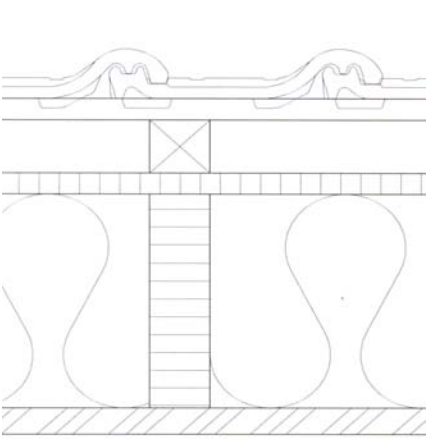
6.2.2.3 Deckensysteme

Tabelle 6.15: Deckensysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
MHP Decke	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Zement-Unterlagsboden 50 Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 20 Massivholz Platte <u>120</u> 190	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
GFP Decke	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Zement-Unterlagsboden 50 Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 20 Grossformat Platte dreischichtig 120 Federbügel + Lattung 24 mm 27 Gipsfaserplatte <u>15</u> 235	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
GFP Decke	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Holzbodenriemen 27 Mineralfaserdämmung 40 Grossformat Platte dreischichtig <u>120</u> 187	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

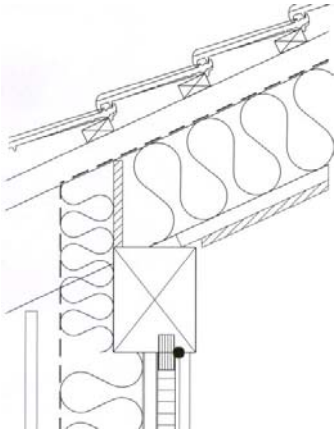
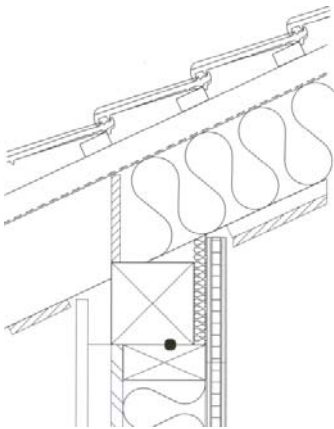
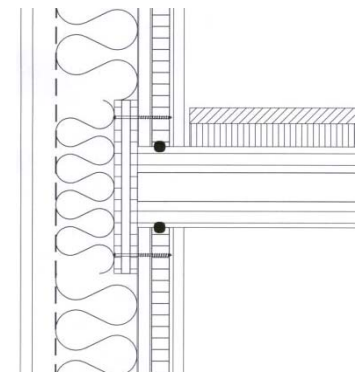
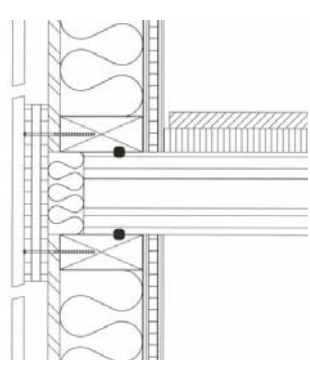
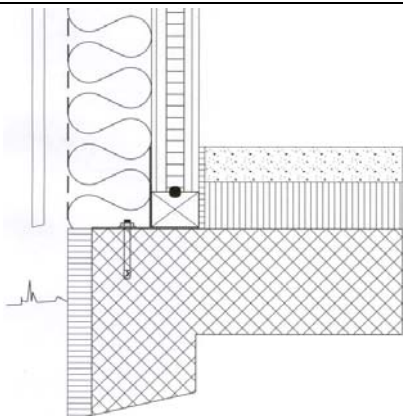
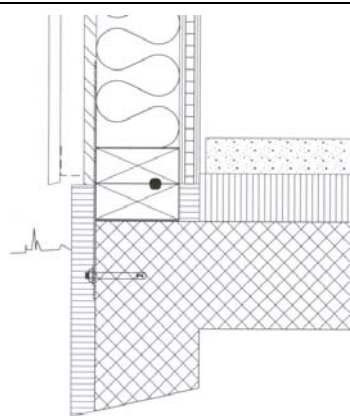
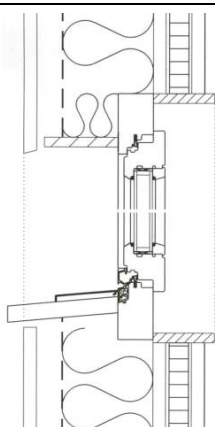
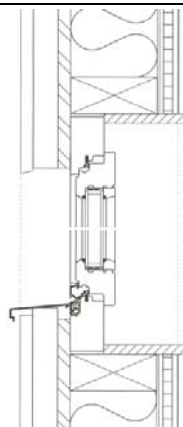
6.2.2.4 Dachsysteme

Tabelle 6.16: Dachsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
GFP-H Dachelement	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Bedachung Dachlattung 24/48 mm Konterlattung 60/60 mm Unterdach Weichfaserplatte 24 Holzrippe 40/240 Wärmedämmung 240 Grossformat Platte dreischichtig 30 294	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

6.2.2.5 Anschlüsse

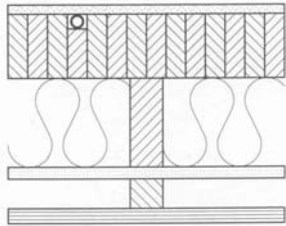
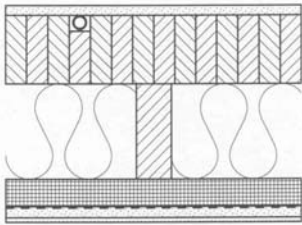
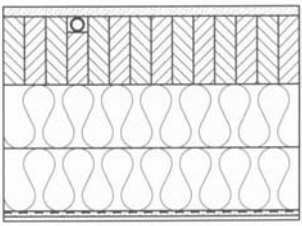
Tabelle 6.17: Anschlüsse Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi

Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi		
Anschluss	Querschnitt Grossformat Platte 80 mm	Querschnitt Grossformat Platte 35 mm
Aussenwand - Dach		
Aussenwand - Decke		
Aussenwand - Fundament		
Fenster		

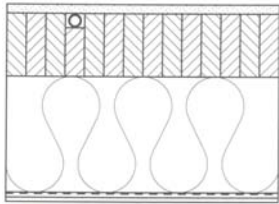
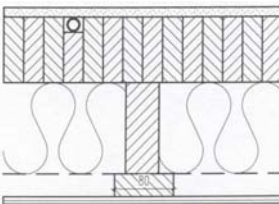
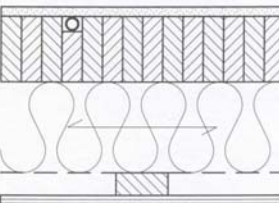
6.2.3 Systeme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

6.2.3.1 Aussenwandsysteme

Tabelle 6.18: Aussenwandsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

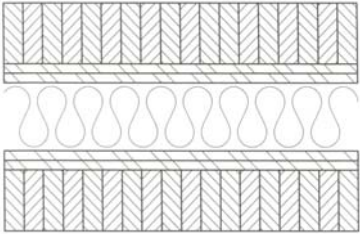
Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
NBW 101.5	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Cellulosefasern / Lattung 120 Weichfaserplatte 16 Lattung / Hinterlüftung 40 Holzverkleidung 20 295.5	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBW 201.3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Cellulosefasern / Lattung 120 Heraklith (M) 35 Grundputz mit Netz 14 Voranstrich Mineralischer Deckputz 6 Mineralischer Anstrich 274.5	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBW 251.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Weichfaserplatte Pavatherm 80 Weichfaserplatte Diffutherm 80 Haga-Einbettmörtel 7 Haga-Netz Haga-Einbettmörtel 6 Voranstrich, Abrieb Haga-Decksilikat 272.5	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

Fortsetzung Tabelle 6.18: Aussenwandsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
NBW 252.1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	Innen  Aussen		von Innen nach Aussen Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Mineralfaserplatte, $\rho=90 \text{ kg/m}^3$ 160 Vollflächige Netzeinbettung 7 Voranstrich Silikondeckputz 6 272.5	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBW 271.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	Innen  Aussen		von Innen nach Aussen Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Steinwolle / Lattung 120 Windpapier Lattung / Hinterlüftung 30 Perlcon-Board 10.5 Grundputz mit Netz 6 Abrieb 266	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBW 301.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	Innen  Aussen		von Innen nach Aussen Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelement 87 Steinwolle / Lattung horizontal 120 Windpapier Lattung / Hinterlüftung 30 Eternit Zementfaserplatte 13 263	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

6.2.3.2 Innenwandsysteme

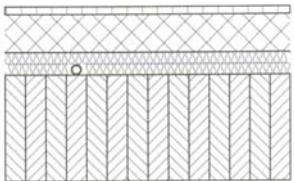
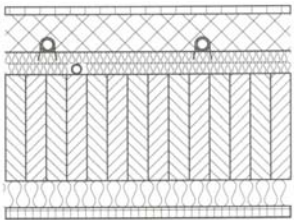
Tabelle 6.19: Innenwandsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
NBT 101.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelelement sichtbar <u>80</u> 92.5	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBT 111.3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Gipskarton 12.5 BRESTA-Brettstapelelement 87 Gipskarton <u>12.5</u> 112	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
NBT 201.2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			BRESTA-Brettstapelelement sichtbar 80 2 x Gipsfaserplatte Fermacell 25 Mineralfaserplatte 80 mm, ρ=85 kg/m ³ 90 2 x Gipsfaserplatte Fermacell 25 BRESTA-Brettstapelelement sichtbar <u>80</u> 300	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

¹ ohne Nebenwegübertragung

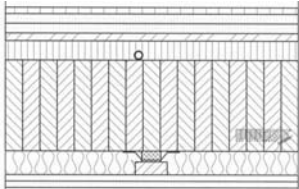
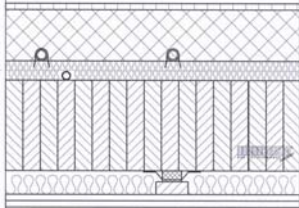
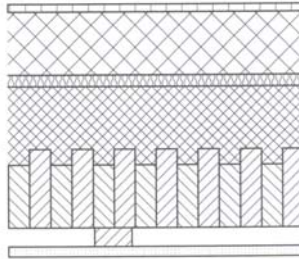
6.2.3.3 Deckensysteme

Tabelle 6.20: Deckensysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
NBB 112.3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Dreischichtiges Kork-Verlegeelement 12 mm Schwerdämmfolie Idikell 5 BRESTA-Brettstapelelement sichtbar <u>140</u> 145	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 44				
Trittschall L' _{n,w} 71 ¹				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 14.5				
Gewicht				
NBB 101.3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Parkett / Platten 10 mm Unterlagsboden Anhydrith 50 2 x Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 30 BRESTA-Brettstapelelement sichtbar <u>140</u> 220	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 54				
Trittschall L' _{n,w} 55/61 ¹				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 22				
Gewicht				
NBB 301.4 (Kellerde.)	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert 0.30			Parkett / Platten 10 mm Unterlagsboden Anhydrith 50 2 x Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 30 BRESTA-Brettstapelelement sägeroh 140 Mehrschichtdämmplatte (Steinwolle, zementgebundene Holzwoleplatte) Unitex SW Typ II <u>50</u> 270	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 54				
Trittschall L' _{n,w} 55/61 ¹				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 27				
Gewicht				

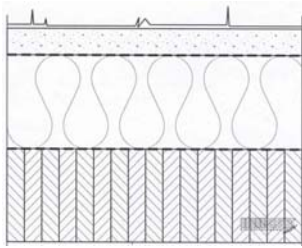
¹ ohne Nebenwegübertragung

Fortsetzung Tabelle 6.20: Deckensysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf					
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]	
NBB 141.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen	
U-Wert			Parkett / Platten 10 mm		
U ₂₄ -Wert			2 x Gipsfaserplatten Fermacell	30	
Luftschall R' _w			61	Weichfaserplatte zur Trittschalldämmung, Pavapor	12
Trittschall L' _{n,w}			47/52 ¹	Kartonwabe mit Schüttung (45 kg/m ³)	30
FWK			Rieselschutz		
Richtpreis			BRESTA-Brettstapelelement sägeroh	140	
Treibhauseffekt			Lattenrost mit Federbügeln	37	
Versäuerung			Hohlraumdämmung 30 mm		
PEI nicht erneu.			2 x Gipskarton	20	
PEI erneuerbar				269	
Dicke	26.9				
Gewicht					
NBB 243.4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen	
U-Wert			Parkett / Platten 10 mm		
U ₂₄ -Wert			Zement-Unterlagsboden	80	
Luftschall R' _w			63	2 x Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung	30
Trittschall L' _{n,w}			46/52 ¹	BRESTA-Brettstapelelement sägeroh	140
FWK			Lattenrost mit Federbügeln	37	
Richtpreis			Hohlraumdämmung 30 mm		
Treibhauseffekt			2 x Gipskarton	20	
Versäuerung				307	
PEI nicht erneu.					
PEI erneuerbar					
Dicke	30.7				
Gewicht					
NBB 452.1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen	
U-Wert			Parkett / Platten 10 mm		
U ₂₄ -Wert			Zement-Unterlagsboden	80	
Luftschall R' _w			73	Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung	15
Trittschall L' _{n,w}			42/48 ¹	Überbeton im Verbund mit	80
FWK			BRESTA-Brettstapelelement sägeroh	100	
Richtpreis			Lattung 24/48 mm	24	
Treibhauseffekt			Gipskarton	13	
Versäuerung				312	
PEI nicht erneu.					
PEI erneuerbar					
Dicke	31.2				
Gewicht					

¹ ohne Nebenwegübertragung

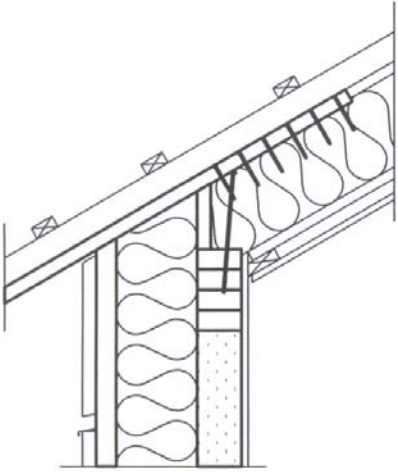
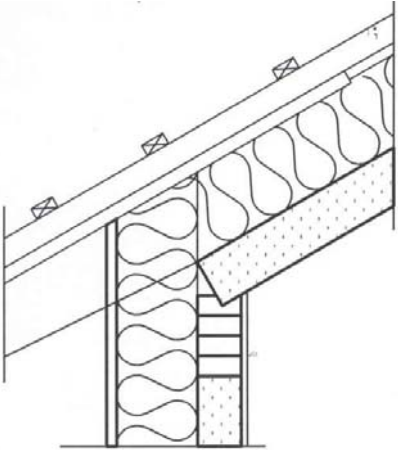
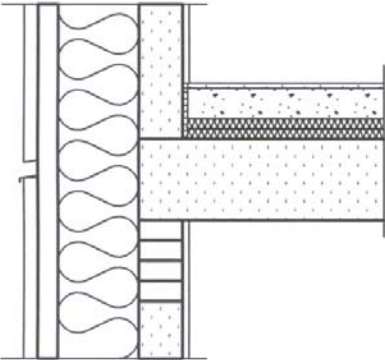
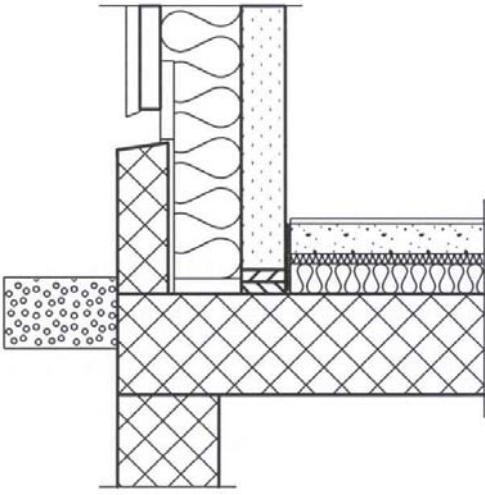
6.2.3.4 DachsystemeTabelle 6.21: Dachsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
NBD 211.1 (Flachdach)	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.20		Kiesbelag ($> 60 \text{ kg/m}^3$) Flachdachfolie / Bitumen Mineralwolle 120 kg/m^3 Flumroc Prima Dampfbremse BRESTA-Brettstapelelement sichtbar	
U_{24} -Wert	0.03			
Luftschall R'_w	53 ¹			
Trittschall $L'_{n,w}$	-			
FWK				
Richtpreis				140
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				<u>140</u>
PEI erneuerbar				280
Dicke	28.0			
Gewicht				

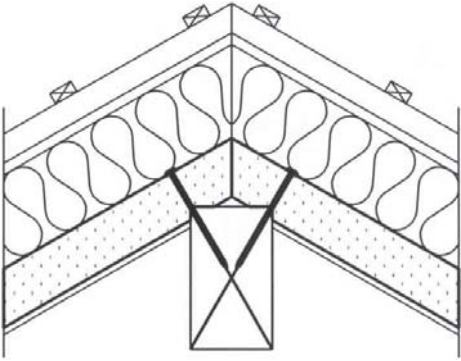
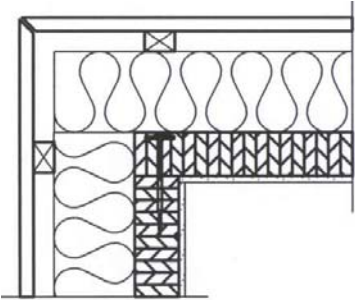
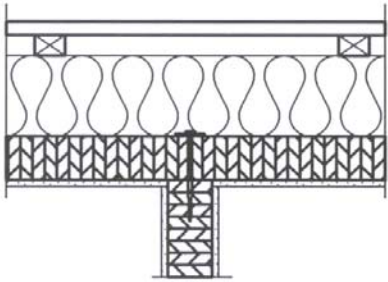
¹ ohne Nebenwegübertragung

6.2.3.5 Anschlüsse

Tabelle 6.22: Anschlüsse Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf		
Anschluss		
Aussenwand - Dach		
Aussenwand - Decke		
Aussenwand - Sockel		

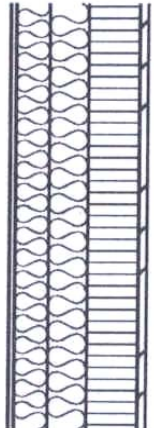
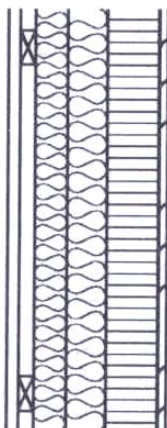
Fortsetzung Tabelle 6.22: Anschlüsse Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf

Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf		
Anschluss		
Dach - Dach (Firstdetail)		
Aussenwand - Aussenwand (Eckdetail)		
Aussenwand - Innenwand		

6.2.4 Systeme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg

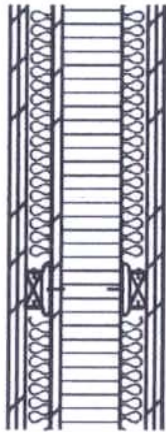
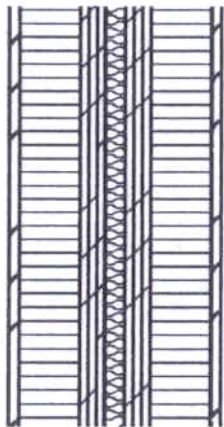
6.2.4.1 Aussenwandsysteme

Tabelle 6.23: Aussenwandsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg

Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg					
Bauteil		Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
AW 1		EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.27			<i>von Innen nach Aussen</i> Aussteifung Gipsfaserplatte 15 optiholz-Brettstapelelement 90 Luftdichtigkeitsfolie Weichfaserplatte Pavatherm 80 Weichfaserplatte Diffutherm 60 Aussenputz 15 260	
U ₂₄ -Wert	0.02				
Luftschall R' _w	46-48				
Trittschall L' _{n,w}	-				
FWK	F30				
Richtpreis	351.-				
Treibhauseffekt	866				
Versäuerung					
PEI nicht erneu.					
PEI erneuerbar					
Dicke	26				
Gewicht	110				
AW 2		EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.28			<i>von Innen nach Aussen</i> Aussteifung Gipsfaserplatte 15 optiholz-Brettstapelelement 90 Luftdichtigkeitsfolie Weichfaserplatte Pavatherm 100 Weichfaserplatte Pavatherm Plus 56 Lattenrost / Hinterlüftung 27 Aussenschalung 21 309	
U ₂₄ -Wert	0.02				
Luftschall R' _w	46-48				
Trittschall L' _{n,w}	-				
FWK	F30				
Richtpreis	369.-				
Treibhauseffekt	654				
Versäuerung					
PEI nicht erneu.					
PEI erneuerbar					
Dicke	30.9				
Gewicht	101				

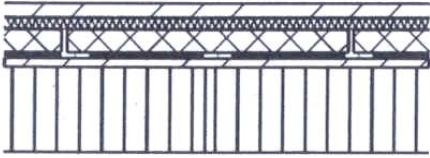
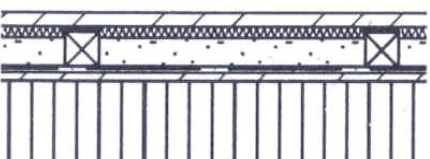
6.2.4.2 Innenwandsysteme

Tabelle 6.24: Innenwandsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg

Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
Wohnungstrennwand	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			2 x Gipsfaserplatte 25 Lattung mit Federbügeln 40 Aussteiffung Gipsfaserplatte 15 optiholz-Brettstapelelement 90 Lattung mit Federbügeln 40 2 x Gipsfaserplatte 25 235	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 60				
Trittschall L' _{n,w} -				
FWK F60				
Richtpreis				
Treibhauseffekt 755				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 23.5				
Gewicht 131				
Gebäudetrennwand	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Gipsfaserplatte 15 optiholz-Brettstapelelement 90 3 x Gipsfaserplatte 37.5 Mineralfaserplatte 30 3 x Gipsfaserplatte 37.5 optiholz-Brettstapelelement 90 Gipsfaserplatte 15 315	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w} -				
FWK F90				
Richtpreis 564.-				
Treibhauseffekt 1126				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 31.5				
Gewicht 217				

6.2.4.3 Deckensysteme

Tabelle 6.25: Deckensysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg

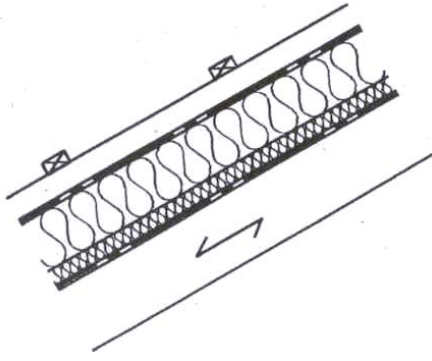
Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DE 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Holzspanplatte 25 Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 10 Betonplatten trocken 50 Trittschalldämmvlies 3 Aussteifungsplatte OSB 15 optiholz-Brettstapelelement <u>150</u> 253	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Holzspanplatte schwimmend verlegt 25 Weichfaserplatte 20 mm zwischen Lattung 60/60mm 15 Lattung 60/60mm 60 Schüttung aus getrocknetem Sand oder Kies Rieselschutz 3 Aussteifungsplatte OSB 15 optiholz-Brettstapelelement <u>150</u> 268	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Holzspanplatte 25 Mineralfaserplatte zur Trittschalldämmung 10 Aussteifungsplatte OSB 15 optiholz-Brettstapelelement 150 Lattenrost mit Federbügeln 40 2 x Gipsfaserplatten <u>20</u> 260	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

=====

¹ nur optiholz-Brettstapelelement inkl. Montage

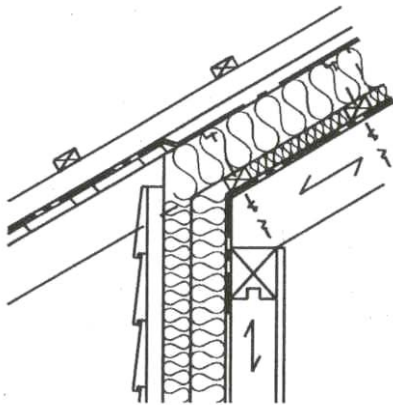
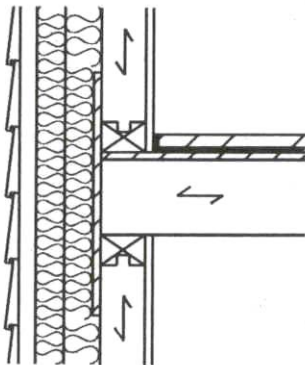
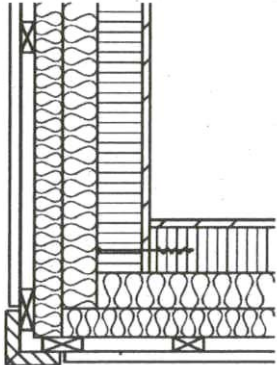
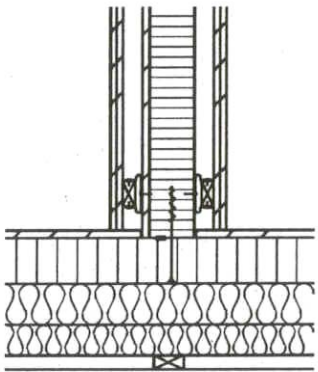
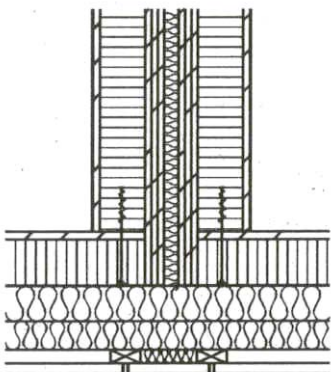
6.2.4.4 Dachsysteme

Tabelle 6.26: Dachsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg

Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
Dach	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert				
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
			Bedachung	
			Dachlattung	
			Konterlattung	
			Diffusionsoffene Unterdachbahn	
			Weichfaserplatte	
			Pavatherm (40+100)	140
			Luftdichtigkeitsfolie	
			optiholz-Brettstapelelement	<u>130</u>
				270

6.2.4.5 Anschlüsse

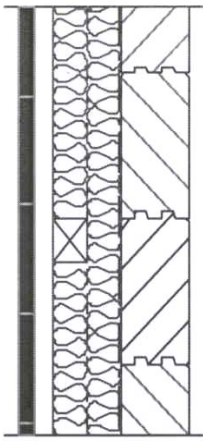
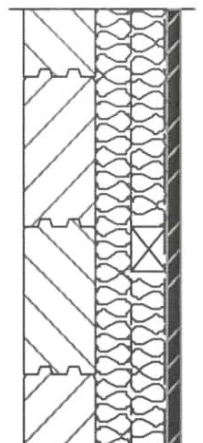
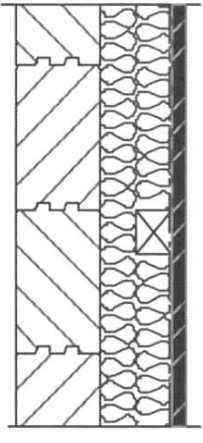
Tabelle 6.27: Anschlüsse Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg

Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schöenberg		
Anschluss	Querschnitt	
Aussenwand - Dach		
Aussenwand - Decke		
Aussenwand - Aussenwand (Eckdetail)		
Aussenwand - Innenwand	Wohnungstrennwand 	Gebäudetrennwand 

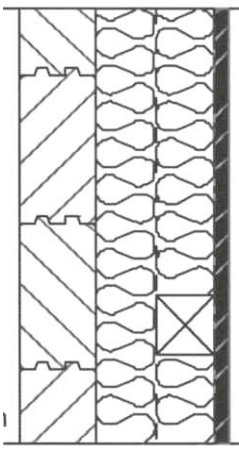
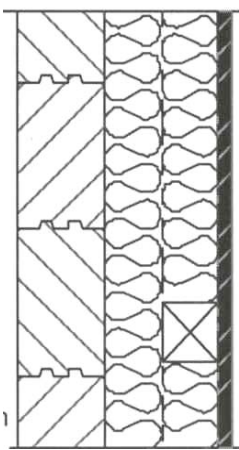
6.2.5 Systeme im Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

6.2.5.1 Aussenwandsysteme

Tabelle 6.28: Aussenwandsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

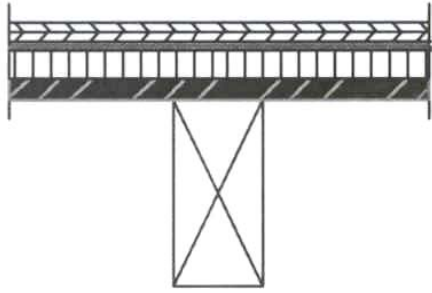
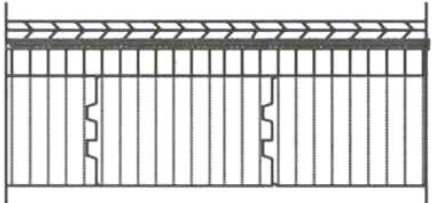
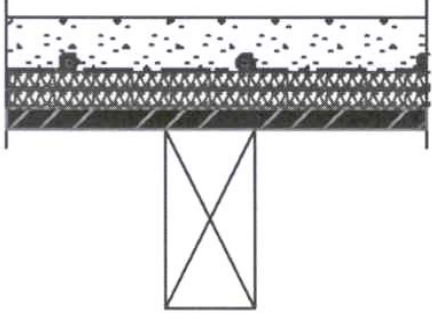
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
AW 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			<i>von Innen nach Aussen</i> Blockinnenwand 100 Dampfbremse Wärmedämmung mit Lattung kreuzweise 2x50 Windpapier Hinterlüftungslattung 27 Aussenschalung 24 251	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 25.1				
Gewicht				
	Aussen	Innen		
AW 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert 0.27			<i>von Innen nach Aussen</i> Innentäfer 20 Dampfbremse Wärmedämmung mit Lattung kreuzweise 2x50 Blockaussenwand 100 220	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 45				
Trittschall L' _{n,w} -				
FWK				
Richtpreis 310.-				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 22.0				
Gewicht 70				
	Aussen	Innen		
AW 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert 0.26			<i>von Innen nach Aussen</i> Innentäfer 20 Dampfbremse Wärmedämmung mit Lattung kreuzweise 2x50 Blockaussenwand 120 240	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w 46				
Trittschall L' _{n,w} -				
FWK				
Richtpreis 330.-				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke 24.0				
Gewicht 82				
	Aussen	Innen		

Fortsetzung Tabelle 6.28: Aussenwandsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

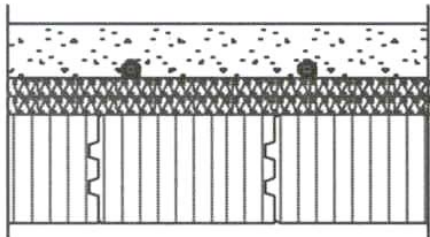
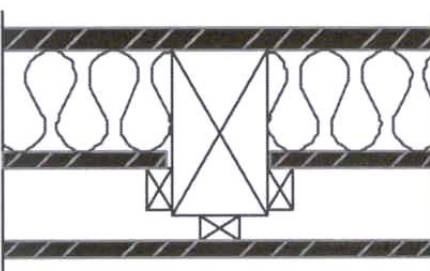
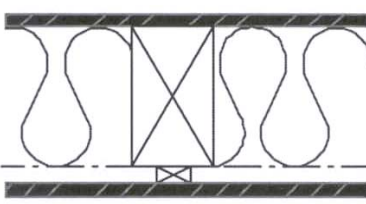
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
AW 4, Minergie	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.19		<i>von Innen nach Aussen</i> Innentäfer 20 Dampfbremse Wärmedämmung mit Lattung kreuzweise 2x80 Blockausserwand <u>100</u> 280	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	48			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	330.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	28.0			
Gewicht	82			
AW 5, Minergie	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert	0.18		<i>von Innen nach Aussen</i> Innentäfer 20 Dampfbremse Wärmedämmung mit Lattung kreuzweise 2x80 Blockausserwand <u>120</u> 300	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	49			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	325.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	30.0			
Gewicht	90			

6.2.5.2 Deckensysteme

Tabelle 6.29: Deckensysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

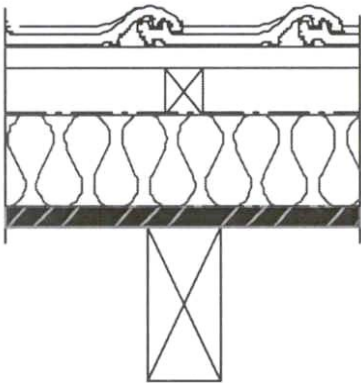
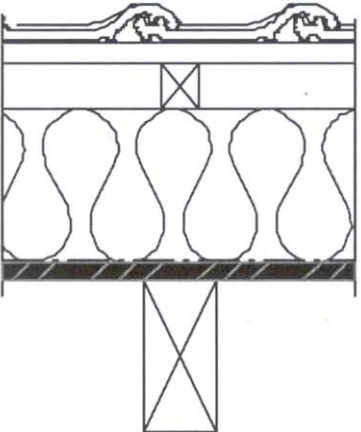
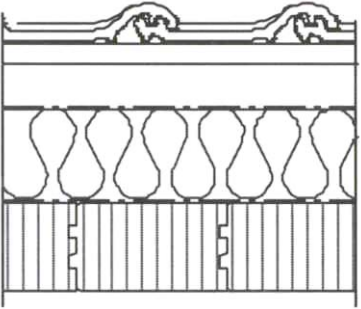
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DE 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Fermacell Estrichelement 2E32 30 Fermacell Estrich-Wabe mit Schüttung 30 Sichtschalung 24 Balkenlage 100/200 <u>200</u> 284	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 2	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Fermacell Estrichelement 2E32 30 Fermacell Estrich-Wabe mit Schüttung 30 Massivholzdecke <u>120</u> 160	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Unterlagsboden 60 Sperrschicht 0.2 Dämmung kreuzweise 2x20 Sichtschalung 24 Balkenlage 100/200 <u>200</u> 324	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

Fortsetzung Tabelle 6.29: Deckensysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

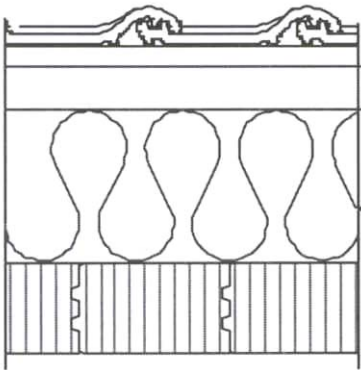
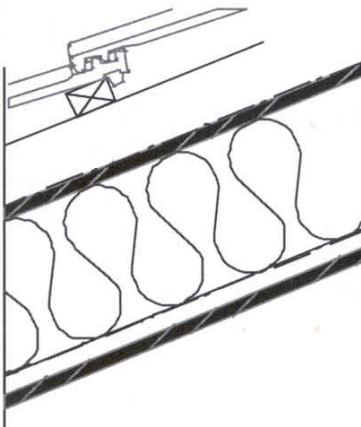
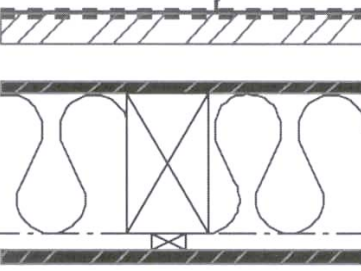
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DE 4	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Unterlagsboden 60 Sperrschicht 0.2 Dämmung kreuzweise 2x20 Massivholzdecke <u>120</u> 220	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 5	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Bodenriemen 32 Wärmedämmung Zellulose 55 kg/m ³ , 120mm Rieselschutz Blindboden, 20mm Traglatten 30/50 Balkenlage 114/200 200 Schifflattung 24/50 24 Innentäfer <u>20</u> 276	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DE 6	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Estrichboden 20 Wärmedämmung 200 Balkenlage 120/200 Dampfbremse Schifflattung 24 Innentäfer <u>20</u> 264	
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

6.2.5.3 Dachsysteme

Tabelle 6.30: Dachsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

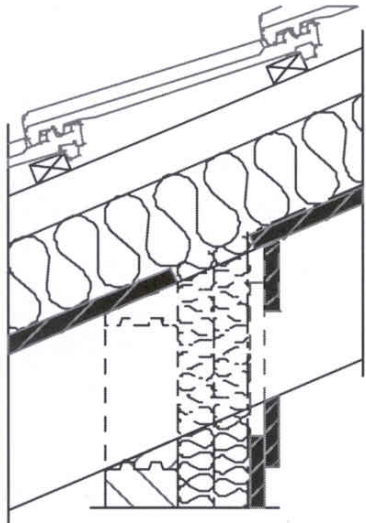
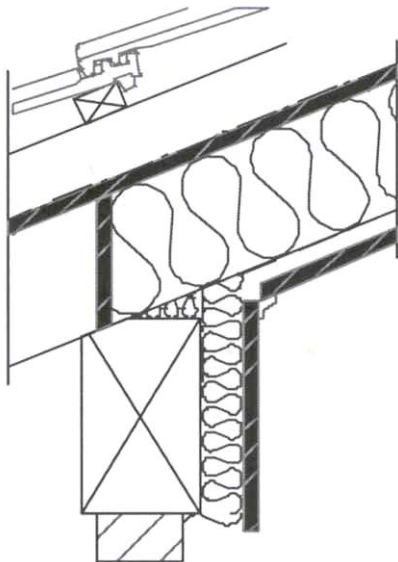
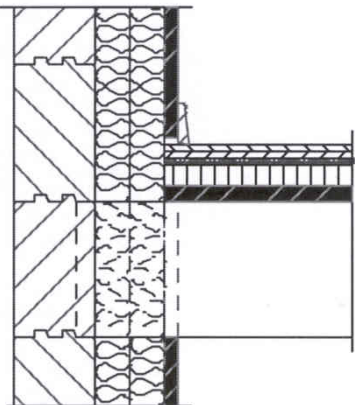
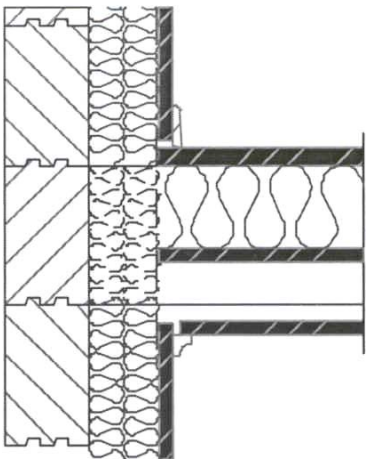
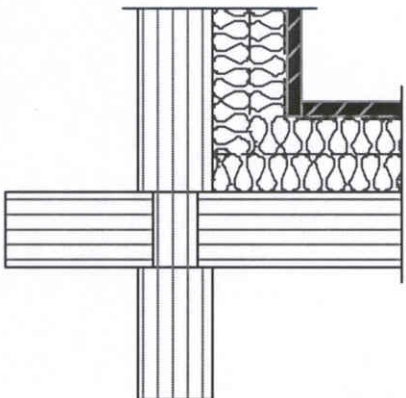
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	Dicke [mm]
DA 1	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Bedachung Dachlattung Konterlattung Unterdachbahn Wärmedämmung 120 Dampfbremse Sichtschalung 24 Sparrenlage 100/200 <u>200</u> 344	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DA 2, Minergie	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Bedachung Dachlattung Konterlattung Unterdachbahn Wärmedämmung 200 Dampfbremse Sichtschalung 24 Sparrenlage 100/200 <u>200</u> 424	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				
DA 3	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
U-Wert			Bedachung Dachlattung Konterlattung Unterdachbahn Wärmedämmung 120 Dampfsperre Massivholzdach <u>120</u> 240	
U_{24} -Wert				
Luftschall R'_w				
Trittschall $L'_{n,w}$				
FWK				
Richtpreis				
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke				
Gewicht				

Fortsetzung Tabelle 6.30: Dachsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

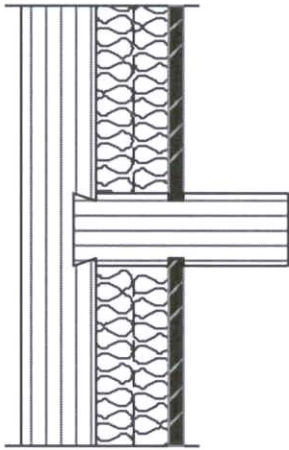
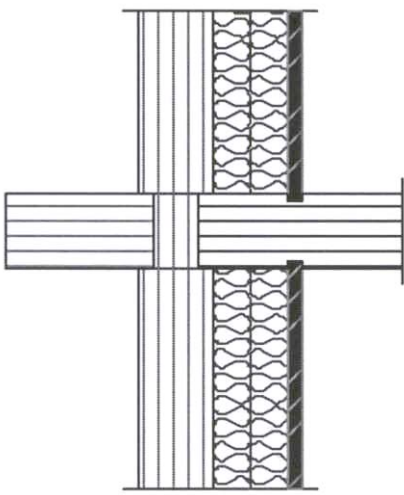
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS				
Bauteil	Querschnitt		Aufbau	
	EFH	MFH	Büro/Schulen	Hallen
DA 4, Minergie				
U-Wert	0.18			
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w	54			
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	290.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	32.0			
Gewicht	90			
				
DA 5				
U-Wert	0.30			
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	210.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	24.0			
Gewicht	46			
				
DA 6				
U-Wert	0.25			
U ₂₄ -Wert				
Luftschall R' _w				
Trittschall L' _{n,w}	-			
FWK				
Richtpreis	200.-			
Treibhauseffekt				
Versäuerung				
PEI nicht erneu.				
PEI erneuerbar				
Dicke	26.4			
Gewicht	45			
				

6.2.5.4 Anschlüsse

Tabelle 6.31: Anschlüsse Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS		
Anschluss	Querschnitt	
Aussenwand - Dach		
Aussenwand - Decke		
Aussenwand - Aussenwand (Eckdetail)		

Fortsetzung Tabelle 6.31: Anschlüsse Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS

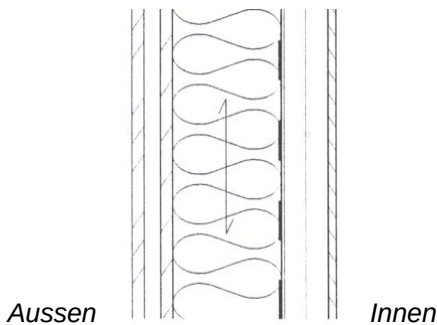
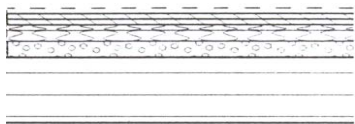
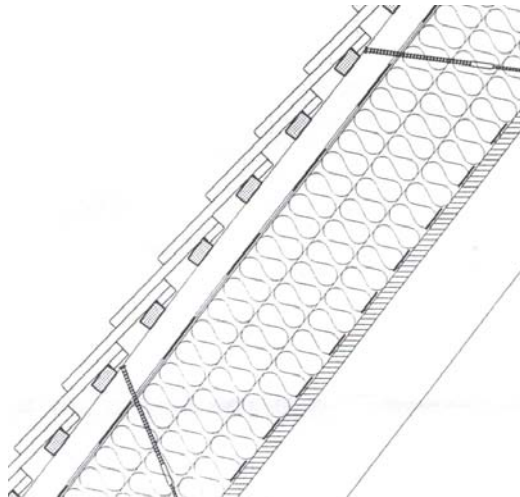
Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS		
Anschluss	Querschnitt	
Aussenwand - Innenwand	Schwalbenverbindung 	Viertelblattverbindung 

6.3 Objekte aus dem Einfamilien-Hausbau

6.3.1 Objekt 1: Zellheim Sursee

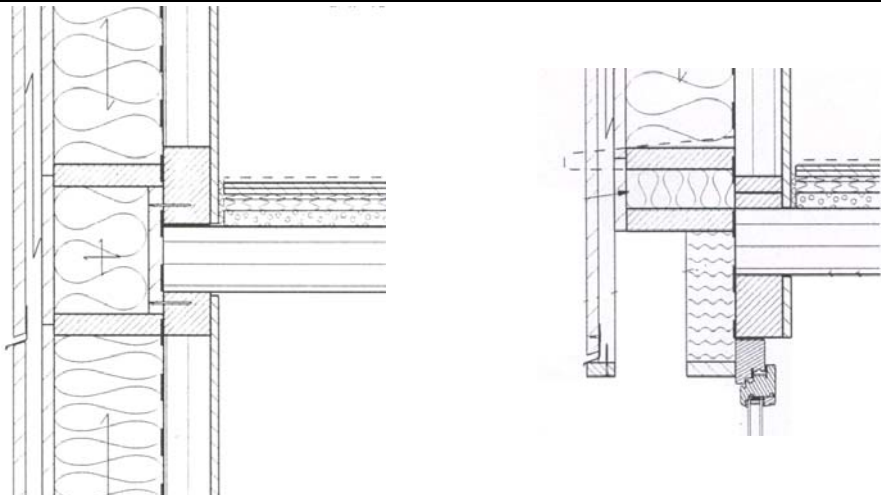
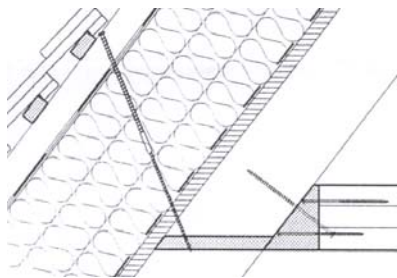
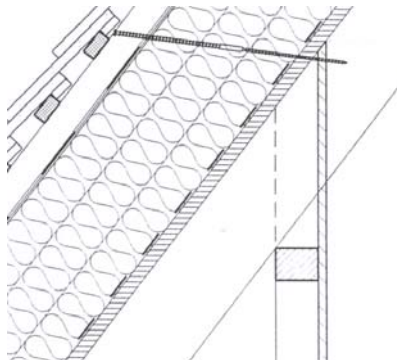
6.3.1.1 Bauteile

Tabelle 6.32: Bauteile Objekt 1: Zellheim Sursee

Objekt 1: Zellheim Sursee		Architekt	Büro für Baukultur GmbH, Luzern
		Holzbauingenieur	Pirmin Jung, Rain
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]
Aussenwand		von Innen nach Aussen Gipsfaserplatten 15 Brettstapel 87 Ständer 60/200 Zellulosefasern 200 Bitumierte Faserplatte 22 Hinterlüftungslattung 30/50 30 Sperrholz Lärche <u>22</u> 376	
Innenwand (Rahmenbau, Leichtbauweise)	kein Bild vorhanden	Gipsfaserplatte 22 Ständer 60/100 100 dazwischen Mineralfaserplatte 80mm Gipsfaserplatte <u>22</u> 144	
Decke		Parkett Gipsfaserplatten Trockenestrich- Element 3x10 Weichfaserplatte 20 Kartonwabe geschüttet 30 Brettstapel <u>120</u> 200	
Dach (Leichtbauweise)		Eindeckung Dachlattung Konterlattung 60/60 Unterdachspannbahn Weichfaserplatten 3x80 Folie Luftdichtigkeit Schalung sichtbar 24 Sparren sichtbar <u>120/160</u> 424	

6.3.1.2 Anschlüsse

Tabelle 6.33: Anschlüsse Objekt 1: Zellheim Sursee

Objekt 1: Zellheim Sursee		Architekt	Büro für Baukultur, Luzern
		Holzbauingenieur	Pirmin Jung, Rain
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Decke			
Decke - Dach			
Innenwand -Dach			

6.3.1.3 Kennwerte

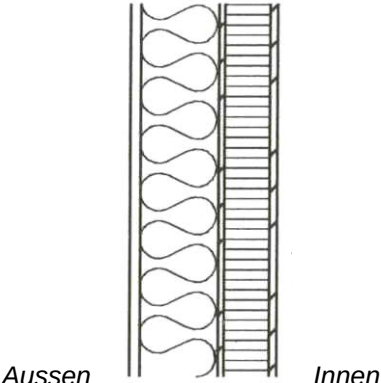
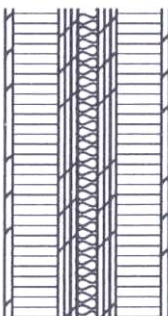
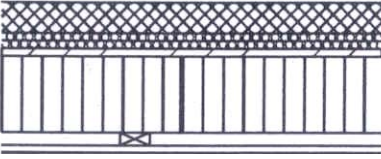
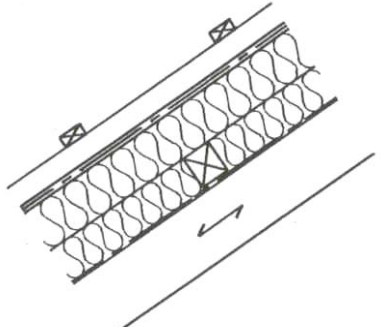
Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Tragkonstruktion ohne evtl. Verputze, Dacheindeckungen oder Bodenbeläge.

Tabelle 6.34: Kennwerte Objekt 1: Zellheim Sursee

Objekt 1: Zellheim Sursee	Aussen- wand	Innen- wand	Decke	Dach
1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[W/m^2K]$	0.24	-	0.18	0.18
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[W/m^2K]$				
2.1 Luftschall R'_w in [dB]				
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB]				
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK				
4 Ökonomie Richtpreis in $[CHF/m^2]$	352.-	105.-	233.-	207.-
5 Ökologie: Treibhauseffekt: $[gCO_2 \text{ eq.}/m^2a]$				
Versäuerung: $[gSO_2 \text{ eq.}/m^2a]$				
PEI nicht erneuerbar $[MJ/m^2]$				
PEI erneuerbar $[MJ/m^2]$				
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]			10.6	
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	37.6	14.4	20.0	42.4
7.2 Eigengewicht in $[kg/m^2]$				

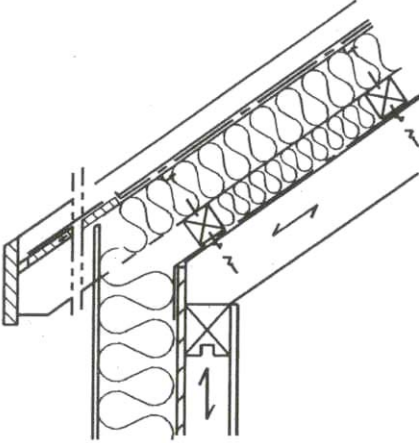
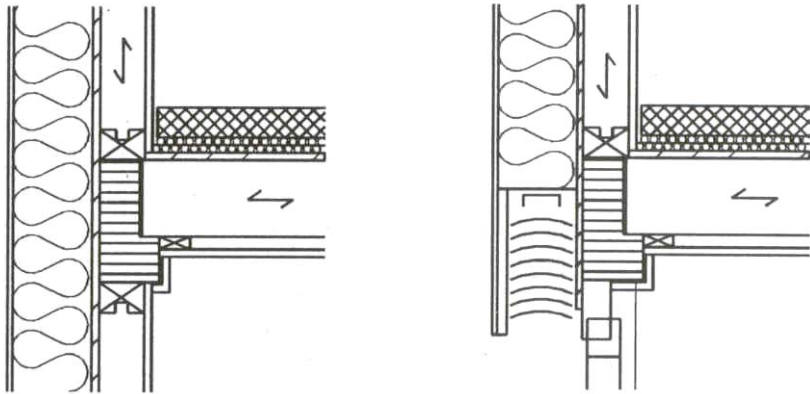
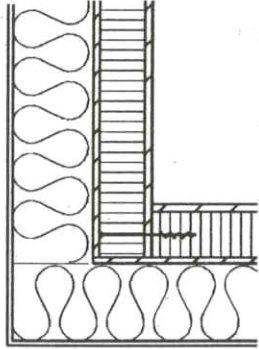
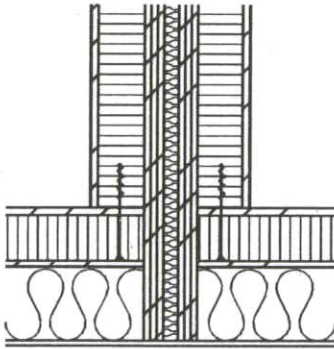
6.3.2 Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach**6.3.2.1 Bauteile**

Tabelle 6.35: Bauteile Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach

Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach		Architekt		
		Holzbauingenieur	timbatec, Steffisburg	
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]	
Aussenwand	 Aussen Innen	<i>von Innen nach Aussen</i> Gipsfaserplatte 12.5 optiholz-Brettstapelelement 90 OSB-Platte luftdicht verklebt 12 Mineralfaserdämmung 160 Aussenputz <u>20</u> 294.5		
Innenwand (Gebäude- trennwand)		Gipsfaserplatten 15 optiholz-Brettstapelelement 90 3 x Gipsfaserplatten 37.5 Mineralfaserplatte 60 3 x Gipsfaserplatten 37.5 optiholz-Brettstapelelement 90 Gipsfaserplatte <u>15</u> 345		
Decke		Zement-Unterlagsboden 70 Mineralfaserplatte als Trittschalldämmung 30 OSB-Platte zur Aussteifung 10 optiholz-Brettstapelelement 160 Lattenrost 25 Täfer <u>15</u> 310		
Dach		Bedachung Dachlattung Konterlattung Pavatex Unterdachfolie 2 x Mineralfaserdämmplatte 160 Dampfbremse optiholz-Brettstapelelement <u>130</u> 290		

6.3.2.2 Anschlüsse

Tabelle 6.36: Anschlüsse Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach

Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach		Architekt	
		Holzbauingenieur	timbatec, Steffisburg
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Dach			
Aussenwand - Decke			
Aussenwand - Ecke			
Aussenwand - Gebäudetrennwand			

6.3.2.3 Kennwerte

Tabelle 6.37: Kennwerte Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach

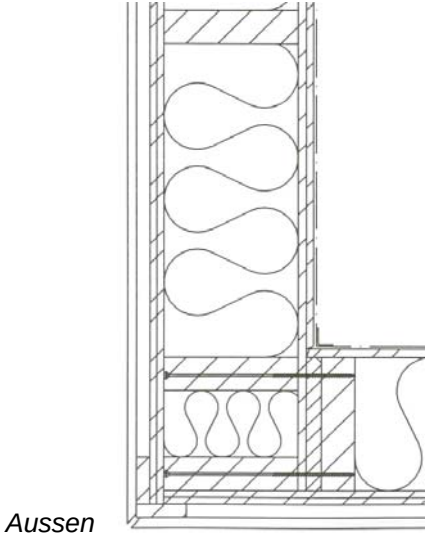
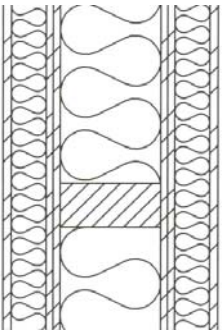
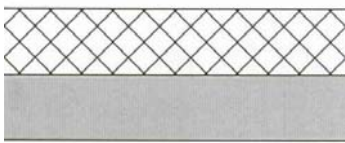
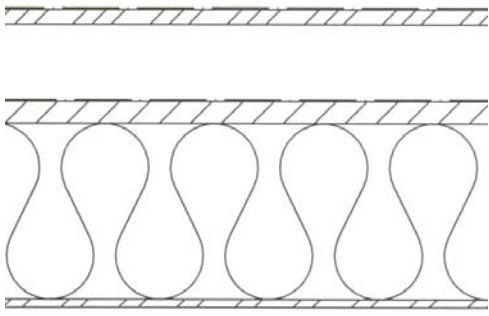
Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach	Aussenwand	Gebäude-trennwand	Decke	Dach
1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[W/m^2K]$	0.18			0.18
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[W/m^2K]$	0.03			0.03
2.1 Luftschall R'_w in [dB]	48	60 +/- 2	54	48
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB]			65	
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK	F30 nb	F90 nb	F30	
4 Ökonomie Richtpreis in $[CHF/m^2]$	145.-		254.-	180.-
5 Ökologie: Treibhauseffekt: $[gCO_2 \text{ eq.}/m^2a]$				
Versäuerung: $[gSO_2 \text{ eq.}/m^2a]$				
PEI nicht erneuerbar $[MJ/m^2]$				
PEI erneuerbar $[MJ/m^2]$				
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]				
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	29.5	34.5	31	29
7.2 Eigengewicht in $[kg/m^2]$	98	214	168	85

6.4 Objekte aus dem Mehrfamilien-Hausbau

6.4.1 Objekt 3: Wechsel Stans

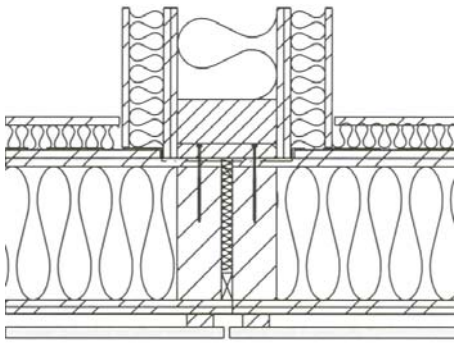
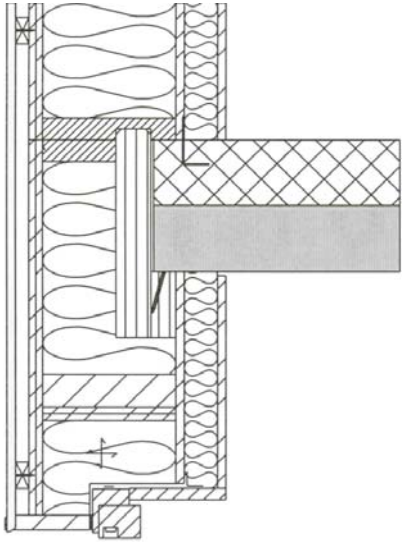
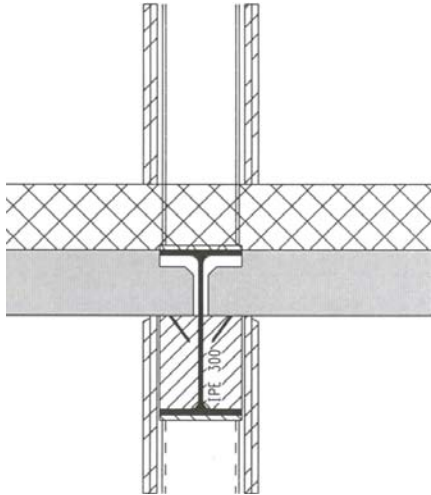
6.4.1.1 Bauteile

Tabelle 6.38: Bauteile Objekt 3: Wechsel Stans

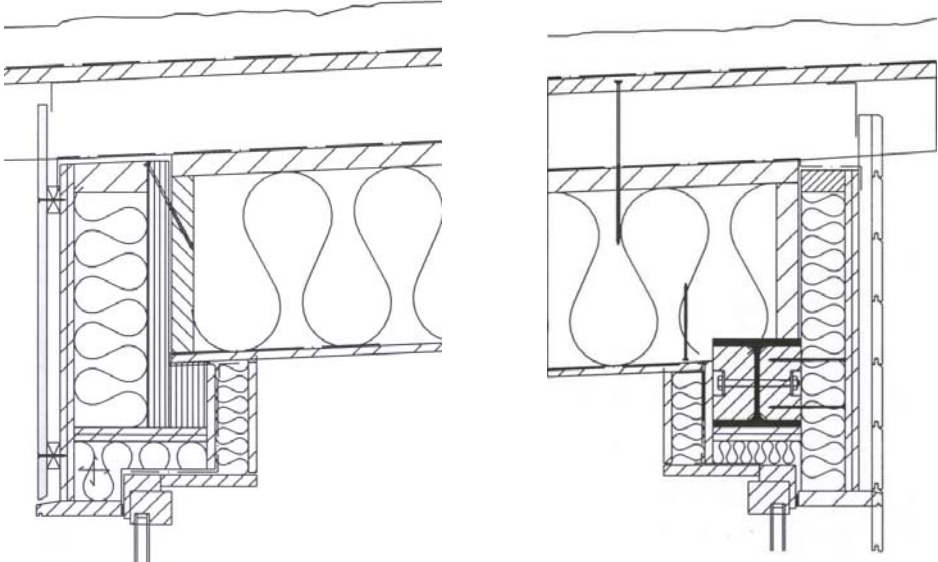
Objekt 3: Wechsel Stans		Architekt	Barbos Bauteam GmbH, Stans
		Holzbauingenieur	Pirmin Jung, Rain
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]
Aussenwand (Rahmenbau, Leichtbauweise)	 <i>Aussen</i>	<i>von Innen nach Aussen</i> Gipsfaserplatte Holzlattung 45/60 Wärmedämmschicht Dampfbrems- / Luftdichtigkeitsschicht Gipsfaserplatte Holzständer 60/240 Zellulosefasern Gipsfaserplatten Hinterlüftungshohlraum Holzschalung	 15 60 15 240 2x12.5 24 19 398
Innenwand (Wohnungstrennwand) (Rahmenbau, Leichtbauweise)		Gipsfaserplatten Mineralfaserdämmung mit Lattung 60 Gipsfaserplatten Holzständer 80/180 Zellulosefasern Gipsfaserplatten Mineralfaserdämmung mit Lattung 60 Gipsfaserplatten	 15 60 2x12.5 180 180 2x12.5 60 15 380
Decke		Unterlagsboden Trittschalldämmung Holz-Beton-Verbund	 90 15 240 345
Flachdach (Leichtbauweise)		ext. Dachbegrünung Schutz Drainagevlies EPDM Dichtungsbahn Schalung Rohspund N+K, 27mm Sparren 80/140 (Hinterlüftung) Unterdachbahn (temporärer Witterungsschutz) Pavatherm Weichfaserplatte Sparren BSH-B 60/320 Mineralfaserdämmung Luftdichtigkeitsschicht Gipsfaserplatten	 40 2x160 15 375

6.4.1.2 Anschlüsse

Tabelle 6.39: Anschlüsse Objekt 3: Wechsel Stans

Objekt 3: Wechsel Stans		Architekt	Barbos Bauteam GmbH, Stans
		Holzbauingenieur	Pirmin Jung, Rain
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Trennwand			
Aussenwand - Decke			
Innenwand - Decke			

Fortsetzung Tabelle 6.39: Anschlüsse Objekt 3: Wechsel Stans

Objekt 3: Wechsel Stans		Architekt	Barbos Bauteam GmbH, Stans
		Holzbauingenieur	Pirmin Jung, Rain
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Dach			

6.4.1.3 Kennwerte

Tabelle 6.40: Kennwerte Objekt 3: Wechsel Stans

Objekt 3: Wechsel Stans	Aussen- wand	Innen- wand	Decke	Flachdach
1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$	0.13		0.12 ¹	0.11
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$				
2.1 Luftschall R'_w in [dB]				
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB]			46	
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK	F60		F60	
4 Ökonomie Richtpreis in $[\text{CHF}/\text{m}^2]$				
5 Ökologie: Treibhauseffekt: $[\text{gCO}_2 \text{ eq.}/\text{m}^2\text{a}]$				
Versäuerung: $[\text{gSO}_2 \text{ eq.}/\text{m}^2\text{a}]$				
PEI nicht erneuerbar $[\text{MJ}/\text{m}^2]$				
PEI erneuerbar $[\text{MJ}/\text{m}^2]$				
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]			7.61	
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	39.8	38.0	34.5	37.5
7.2 Eigengewicht in $[\text{kg}/\text{m}^2]$				

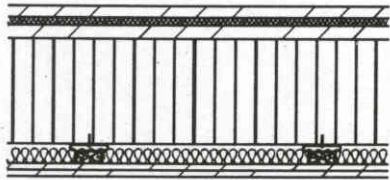
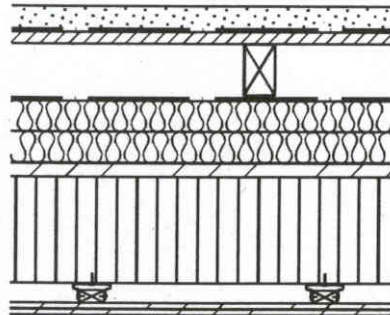
¹ Bei Terrasse

6.5 Objekte aus dem Schulhausbau

6.5.1 Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun

6.5.1.1 Bauteile

Tabelle 6.41: Bauteile Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun

Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun		Architekt	Architekturwerkstatt 90, Thun	
		Holzbauingenieur	timbatec, Steffisburg	
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]	
Decke		Pavafloor Nut+Kamm	23	
		Mineralfaserplatte als Trittschall-dämmung Isover PS 81	12	
		3-Schichtplatte	27	
		optiholz-Brettstapelelement	210	
		Lattenrost mit Federbügeln	39	
		2 x Gipsfaserplatten	25	
			336	
Flachdach		Flachdachaufbau (Kies), 80mm		
		Flachdachabdichtung		
		Holzschalung, 27mm		
		Hinterlüftungslattung, 100mm		
		Unterdachfolie		
		Mineralfaserdämmung	120	
		3-Schichtplatte	27	
		optiholz-Brettstapelelement	210	
		Lattenrost mit Federbügeln	39	
		2 x Gipsfaserplatten	25	
			421	

6.5.1.2 Anschlüsse

Tabelle 6.42: Anschlüsse Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun

Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun		Architekt Holzbauingenieur	Architekturwerkstatt 90, Thun timbatec, Steffisburg
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Dach			
Aussenwand - Decke OG			
Aussenwand - Decke EG			

6.5.1.3 Kennwerte

Tabelle 6.43: Kennwerte Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun

Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun	Decke	Flachdach
1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[W/m^2K]$		0.20
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[W/m^2K]$		
2.1 Luftschall R'_w in [dB]	63	60
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB]	52	
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK	F60	F60
4 Ökonomie Richtpreis in $[CHF/m^2]$		
5 Ökologie: Treibhauseffekt: $[gCO_2 \text{ eq.}/m^2a]$	843	950
Versäuerung: $[gSO_2 \text{ eq.}/m^2a]$		
PEI nicht erneuerbar $[MJ/m^2]$		
PEI erneuerbar $[MJ/m^2]$		
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]		
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	33.6	42.1
7.2 Eigengewicht in $[kg/m^2]$	175	181

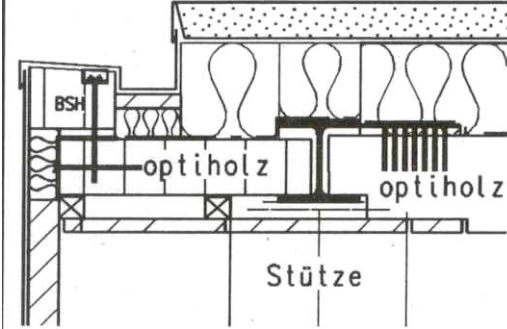
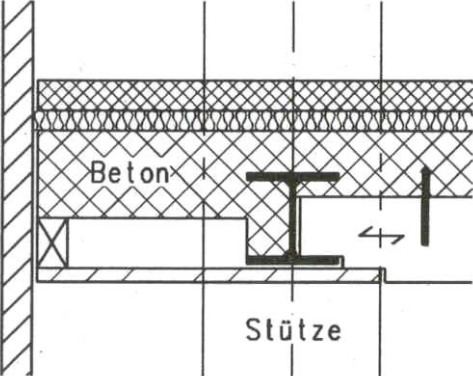
6.5.2 Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG**6.5.2.1 Bauteile**

Tabelle 6.44: Bauteile Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG

Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG		Architekt	
		Holzbauingenieur	timbatec, Steffisburg
Bauteil	Querschnitt	Aufbau	Dicke [mm]
Decke		Zement-Unterlagsboden	60
		Mineralfaserplatte als Trittschall-dämmung	40
		Betonplatte im Verbund mit optiholz-Akustikelement	130
			<u>170</u>
			390
Flachdach		Extensive Begrünung, 80mm	
		Flachdachabdichtung	
		Foamglas im Gefälle	180
		Abdichtung 2-lagig	
		optiholz-Brettstapelelement	<u>190</u>
	370		

6.5.2.2 Anschlüsse

Tabelle 6.45: Anschlüsse Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG

Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG		Architekt	
		Holzbauingenieur	timbatec, Steffisburg
Anschluss	Querschnitt		
Aussenwand - Dach			
Aussenwand - Decke			

6.5.2.3 Kennwerte

Tabelle 6.46: Kennwerte Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG

Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG	Decke	Flachdach
1.1 Wärmeschutz Winter U-Wert in $[W/m^2K]$		0.19
1.2 Wärmeschutz Sommer U_{24} -Wert in $[W/m^2K]$		
2.1 Luftschall R'_w in [dB]	56	
2.2 Trittschall $L'_{n,w}$ in [dB]	49	
3 Brandschutz Feuerwiderstandsklasse FWK	F60	F30
4 Ökonomie Richtpreis in $[CHF/m^2]$	174. ¹	193. ¹
5 Ökologie: Treibhauseffekt: $[gCO_2 \text{ eq.}/m^2a]$		
Versäuerung: $[gSO_2 \text{ eq.}/m^2a]$		
PEI nicht erneuerbar $[MJ/m^2]$		
PEI erneuerbar $[MJ/m^2]$		
6 Schwingungen Eigenfrequenz in [Hz]		
7.1 Bauteildicke Gesamtdicke in [cm]	40	37
7.2 Eigengewicht in $[kg/m^2]$	540	121

¹ nur optiholz-Brettstapelement inkl. Montage

6.6 Zusammenfassung der Erfassung

Bei der Erfassung der Systeme und Objekte konnten detaillierte Angaben zum Aufbau der Bauteile und den verwendeten Materialien zusammengestellt werden. Auch die Anschlüsse zwischen den verschiedenen Bauteilen sind bei den meisten Systemen und Objekten aufgeführt. Die dazugehörigen Bauteildaten sind nicht in allen Bereichen vollends erhältlich. Beim winterlichen Wärmeschutz und beim Schallschutz sind die Angaben nahezu lückenlos vorhanden, Richtpreise sind bei ca. der Hälfte der Bauteile angegeben.

Zum sommerlichen Wärmeschutz und zur Ökologie der Bauteile sind hingegen nahezu keine Kennwerte verfügbar. Beim sommerlichen Wärmeschutz liegt das daran, dass mit der neuen Norm SIA 180 [15] der dynamische U-Wert und nicht wie bisher die Phasenverschiebung und die Amplitudendämpfung angegeben werden. Ausserdem ist der Nutzen von dynamischen Nachweisverfahren für Gebäude mit hohem Dämmstandard fraglich. Viel wichtiger als die dynamischen Eigenschaften der Bauteile sind für die thermische Behaglichkeit Beschattungsmassnahmen bei den Fensterflächen [11] [12].

Für die ökologische Bewertung der Bauteile sind verschiedene Methoden anwendbar. Am einfachsten, aber auch am unpräzisesten ist die Bewertung nach SIA D 0123 [27]. Genauere Berechnungen können mit der Ecoinvent-Datenbank [30], die seit August 2003 zur Verfügung steht, durchgeführt werden. Voraussetzung sind jedoch sehr detaillierte Angaben zu den verwendeten Materialien inkl. allen Verbindungsmitteln.

Insgesamt wurde das Ziel der Erfassung jedoch nicht erreicht. Von einigen Projektpartnern wurden zu wenige Kennwerte geliefert. Deshalb kann der in Kap. 6.1.3 dargestellte Entscheidungsprozess nicht umgesetzt werden, weil die dazu benötigten Kennwerte der Bauteile teilweise nicht vorhanden sind.

7 Holzarten und Produkte

Nebst der Erfassung der Massivbauweise in Holz sollten im Rahmen dieses Projektes auch mögliche Einsatzgebiete für Fichten- / Tannenstarkholz sowie für einheimisches Laubholz untersucht werden.

7.1 Fichten/Tannen-Starkholz

Aus Starkholz lassen sich bei entsprechendem Mehraufwand durch aufwändige Schnittbilder qualitativ sehr gute Riffbretter herstellen. Die für Massivholz-Bauten eingesetzten Produkte (Mehrschichtplatten, Brettstapel) werden jedoch aus qualitativ schlechteren Seitenbrettern hergestellt. Deshalb kann die Wertschöpfung beim Einschnitt von Starkholz für dieses Einsatzgebiet nicht gesteigert werden.

Anders sieht es bei der Blockbauweise aus. Mit qualitativ gutem Starkholz können Blockhaus-Bohlen hergestellt werden. Allerdings ist der Marktanteil der Blockbauweise eher gering. Weitere Einsatzgebiete für Starkholz sind die Holzskelett-Bauweise und die Holzbalkendecken [32], welche jedoch nicht in den Bereich der Massivholz-Bauweise gehören.

Seit 2004 läuft im europäischen Raum die COST Aktion E40 "Innovative utilisation and products of large dimensioned timber" [34], bei der auch die Schweiz vertreten ist. Im Rahmen dieser Aktion soll bis 2008 die Nutzung des Starkholzes verbessert werden.

7.2 Einheimische Laubhölzer

Schnittholz von einheimischen Laubhölzern ist um Faktor 2 bis 3 teurer als Nadelholz. Deshalb kommen einheimische Laubhölzer im Baubereich nur bei erhöhten Anforderungen in Frage. In statischer Hinsicht sind dies vor allem Bereiche, die hohen Querdruck abtragen müssen, also beispielsweise Schwellen oder Sattelhölzer. Im Aussenbereich eignen sich einige Laubhölzer (Eiche, Edelkastanie) für Fassaden oder andere der Witterung ausgesetzte Bauteile. Im Innenausbau sind es bei Wand- und Deckenverkleidungen ästhetische Anforderungen, die zum Einsatz von Laubhölzern führen. Und nicht zu vergessen sind die Bodenbeläge, bei denen Parkette aus verschiedenen Laubhölzern verwendet werden.

8 Ausblick

Auf Basis dieses Projektes wird momentan eine "Lignatec"-Publikation erarbeitet. Diese wird voraussichtlich ab Dezember 2005 bei der LIGNUM, Holzwirtschaft Schweiz erhältlich sein. Somit wird ein wichtiges Ziel dieses Projektes erreicht.

9 Bestimmungen zu diesem Forschungsbericht

Der Bericht wurde klassiert als: Öffentlich

Dieser Bericht darf nicht ohne Genehmigung der HSB auszugsweise vervielfältigt werden. Jegliche Veröffentlichung des Berichtes oder Teilen davon bedarf der schriftlichen Zustimmung der HSB.

Ein Original dieses Berichtes wird von der HSB für 5 Jahre aufbewahrt.

Dieser Bericht ist nur mit den Unterschriften des Projektleiters und des Projektverantwortlichen gültig.

9.1 Umfang des Forschungsberichtes

Dieser Forschungsbericht besteht aus dem Titelblatt, dem Abstract und 73 Seiten inkl. Anhang.

Biel, 24.03.2005

Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB, Burgdorf, Biel

10 Verzeichnisse

10.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Projektpartner	9
Tabelle 5.1: Bauweisen im Vergleich	10
Tabelle 6.1: Definition der erfassten Kennwerte	14
Tabelle 6.2: Einteilung der Bauteile nach Bauform entsprechend den Mindestanforderungen der entsprechenden Bauvorschriften	16
Tabelle 6.3: Einteilung in Wärmedämm-Klassen	17
Tabelle 6.4: Einteilung in Luftschall-Dämmklassen, (R'_w in dB)	17
Tabelle 6.5: Einteilung in Trittschall-Dämmklassen, ($L_{n,w}$ in dB)	17
Tabelle 6.6: Erfassungsbeispiel Systeme	18
Tabelle 6.7: Erfassungsbeispiel Objekte	18
Tabelle 6.8: Aussenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm.....	19
Tabelle 6.9: Innenwandsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm.....	21
Tabelle 6.10: Deckensysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm	23
Tabelle 6.11: Dachsysteme Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm.....	25
Tabelle 6.12: Anschlüsse Hersteller 1: Pius Schuler AG, Rothenthurm	27
Tabelle 6.13: Aussenwandsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi.....	28
Tabelle 6.14: Innenwandsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi.....	29
Tabelle 6.15: Deckensysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi	30
Tabelle 6.16: Dachsysteme Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi	31
Tabelle 6.17: Anschlüsse Hersteller 2: Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi	32
Tabelle 6.18: Aussenwandsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf	33
Tabelle 6.19: Innenwandsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf	35
Tabelle 6.20: Deckensysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf.....	36
Tabelle 6.21: Dachsysteme Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf	38
Tabelle 6.22: Anschlüsse Hersteller 3: Tschopp Holzbau, Hochdorf.....	39
Tabelle 6.23: Aussenwandsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg	41
Tabelle 6.24: Innenwandsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg	42
Tabelle 6.25: Deckensysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg.....	43
Tabelle 6.26: Dachsysteme Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg.....	44
Tabelle 6.27: Anschlüsse Hersteller 4: Logus Systembau AG, Schönenberg	45
Tabelle 6.28: Aussenwandsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS ...	46
Tabelle 6.29: Deckensysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS	48
Tabelle 6.30: Dachsysteme Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS.....	50
Tabelle 6.31: Anschlüsse Blockbau: RUWA Holzbau, Küblis / GR und Holzbau AG, Mörel / VS	52
Tabelle 6.32: Bauteile Objekt 1: Zellheim Sursee	54
Tabelle 6.33: Anschlüsse Objekt 1: Zellheim Sursee.....	55
Tabelle 6.34: Kennwerte Objekt 1: Zellheim Sursee	56
Tabelle 6.35: Bauteile Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach.....	57
Tabelle 6.36: Anschlüsse Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach	58
Tabelle 6.37: Kennwerte Objekt 2: Doppel-EFH, Ottenbach	59
Tabelle 6.38: Bauteile Objekt 3: Wechsel Stans	60
Tabelle 6.39: Anschlüsse Objekt 3: Wechsel Stans.....	61
Tabelle 6.40: Kennwerte Objekt 3: Wechsel Stans.....	63
Tabelle 6.41: Bauteile Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun	64
Tabelle 6.42: Anschlüsse Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun.....	65
Tabelle 6.43: Kennwerte Objekt 4: Schulhaus Dürrenast, Thun	66
Tabelle 6.44: Bauteile Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG.....	67
Tabelle 6.45: Anschlüsse Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG	67
Tabelle 6.46: Kennwerte Objekt 5: Schulanlage Neuwies, Berg TG	68

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6.1: Gliederung der Massivbauweise in Holz nach Bauform.....	12
Abbildung 6.2: Entscheidungsprozesse Baumaterial und Bauart	13
Abbildung 6.3: Zusammenstellung der erfassten Anschlüsse.....	15

10.3 Literaturverzeichnis

10.3.1 Allgemein

- [1] Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. (Hrsg.): **Das Holzhaus, Argumente für eine nachwachsende Alternative**, Informationsdienst Holz, ISSN-Nr. 0446-2114, 1997
- [2] Daniels K.: **Low-Tech Light-Tech High-Tech, Bauen in der Informationsgesellschaft**, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin, 1998
- [3] HIAG Holding AG (Hrsg.): **SYSTEME-Dokumentation**, 2000
- [4] pro Holz Austria (Hrsg.): **Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise**, 2002, ISSN 1680-4252
- [5] pro Holz Austria (Hrsg.): **Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Rahmenbauweise**, 1999,
- [6] Tichelmann K.: **Planungs- und Konstruktionsrichtlinie für die Ausführung mehrgeschossiger Holzbauwerke zur Steigerung der Holzverwendung**, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1998
- [7] Zeittner H.: **Massivholzbau - Kriterien für den Entwurf**, die neue quadriga, Wolnzach/D, 05/2003
- [8] Lignum, Schweizerische Holzwirtschaftskonferenz (Hrsg.): **Zehn Argumente für den Holzbau**, Beilage zu Hochparterre 3, 2001
- [9] Lignum, Schweizerische Holzwirtschaftskonferenz (Hrsg.): **Holzhäuser, 10 Fragen, 10 Antworten**
- [10] Luginbühl U. C.: **Tafeln statt Rahmen**, tec21, Zürich, Nr. 15, 8. April 2004

10.3.2 Wärmeschutz

- [11] Frank T.: **Dynamische Nachweise für den sommerlichen Wärmeschutz**, Tagungsband 16. EMPA/HSR-Fortbildungskurs "Holzbau", 2003
- [12] Ragonesi M.: **Wärmeschutz im Sommer**, Tagungsband 16. EMPA/HSR-Fortbildungskurs "Holzbau", 2003
- [13] Schweizerische Normen-Vereinigung (Hrsg.): **SN EN ISO 13786, Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen - Dynamisch-thermische Kenngrößen - Berechnungsverfahren**, Winterthur, Ausgabe:1999
- [14] Schweizerische Normen-Vereinigung (Hrsg.): **SN EN ISO 6946, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren**, Winterthur, Ausgabe:1996
- [15] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **SIA 180, Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau**, Ausgabe 1999
- [16] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau, Leitfaden zur Anwendung der Norm SIA 180, Ausgabe 1999**, SIA Dokumentation 0166, Zürich, 2001

10.3.3 Schallschutz

- [17] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **SIA 181, Schallschutz im Hochbau**, Zürich, Ausgabe 1988
- [18] Schweizerische Normen-Vereinigung (Hrsg.): **SN EN ISO 717-1, Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung**, Winterthur, Ausgabe:1996
- [19] Schweizerische Normen-Vereinigung (Hrsg.): **SN EN ISO 717-2, Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung**, Winterthur, Ausgabe:1996

10.3.4 Brandschutz

- [20] Lignum (Hrsg.): **Brandschutz im Holzbau**, SIA Dokumentation 83, Zürich, 1997

10.3.5 Erdbebensicherheit

- [21] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Einwirkungen auf Tragwerke**, SIA Dokumentation 0191, Zürich, 2004

10.3.6 Ökologie der Bauteile

- [22] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): **Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit, Ökofaktoren 1997**, Schriftenreihe Umwelt Nr. 297, Bern, 1998
- [23] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): **Ökologische Bewertung mit Hilfe der Grauen Energie**, Schriftenreihe Umwelt Nr. 307, Bern, 1999
- [24] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten**, SIA Empfehlung 493, Zürich, 1997
- [25] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten, Erläuterungen und Interpretationen**, SIA Dokumentation 093, Zürich, 1997
- [26] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Ökologische Aspekte des Bauens**, SIA Dokumentation 0122, Zürich, 1995
- [27] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten**, SIA Dokumentation 0123, Zürich, 1995
- [28] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Instrumente für ökologisches Bauen im Vergleich**, SIA Dokumentation 0152, Zürich, 1998
- [29] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): **Kriterien für nachhaltige Bauten**, SIA Dokumentation 0164, Zürich, 2000
- [30] www.ecoinvent.ch: Schweizer Zentrum für Ökoinventare, Kostenpflichtige Online-Datenbank
- [31] www.ogip.ch: Koordinationsgruppe des Bundes für Energie- und Ökobilanzen, Hilfsmittel, um innerhalb eines Kostenrahmens ein architektonisch wie ökologisch optimiertes Gesamtprojekt zu realisieren

10.3.7 Holzarten und Produkte

- [32] Österreichisches Holzforschungsinstitut (Eigenverlag): **Zur Starkholzfrage in Österreich**, Wien, 1992
- [33] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (Hrsg.): **Starkholz, Problem oder Chance?**, Bern, 2000
- [34] Teischinger, A.: **Innovative utilisation and products of large dimensioned timber**, Memorandum of Understanding für die COST Aktion E40