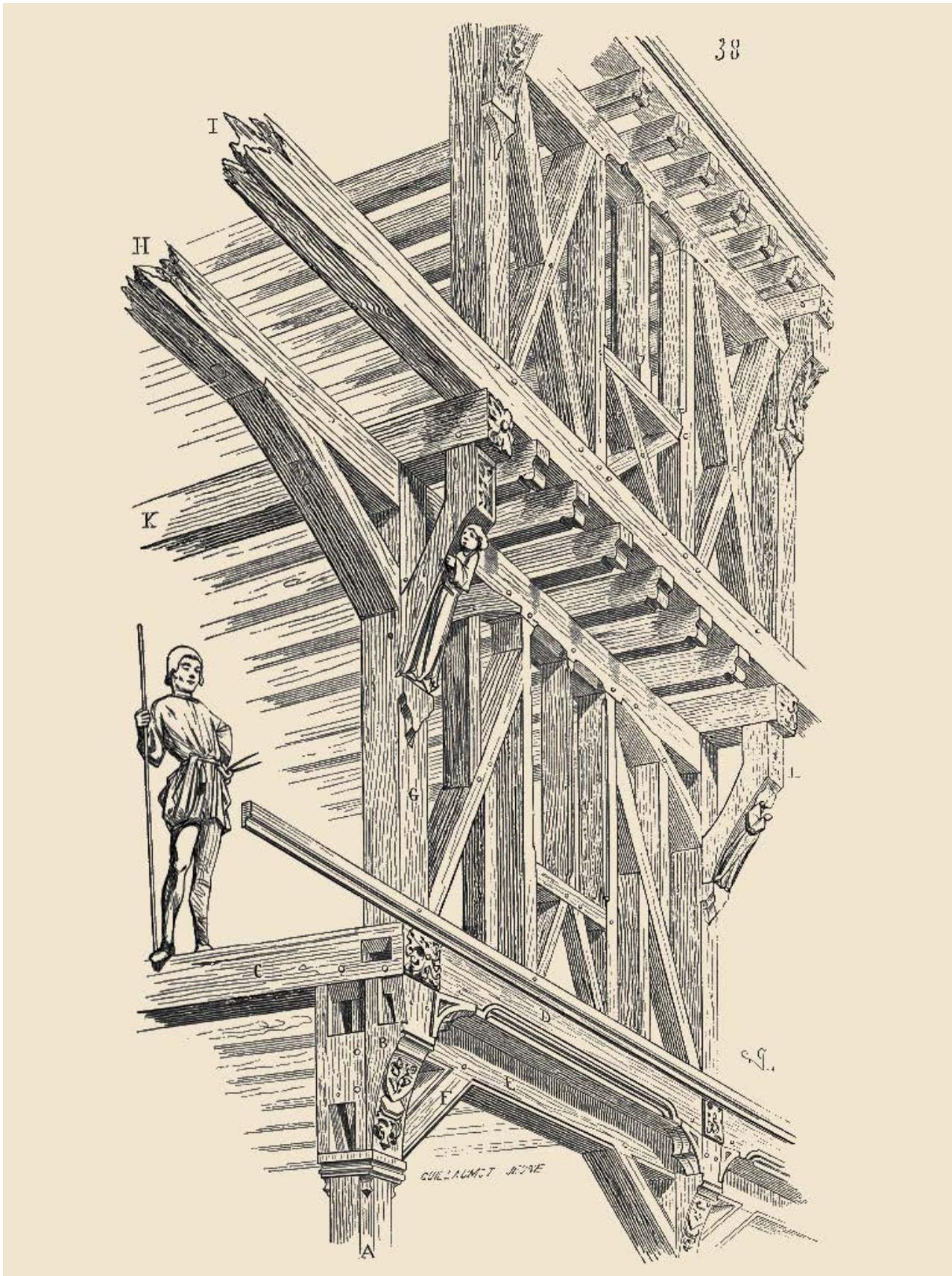


Freiheit im Knoten

Eine Untersuchung des gefügten Holzbaus in unterschiedlichen Spannweiten am Beispiel eines Weinbauernhauses

Master-Thesis Konstruktives Entwerfen

Nico Mäder FS20



Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Departement Architektur Gestaltung und Bauingenieurwesen
Masterstudiengang Architektur
Institut Konstruktives Entwerfen IKE
Thesisarbeit zur Erlangung des Master of Arts ZFH in Architektur

Student	Nico Mäder
Dozierende Vorbereitung	Ingrid Burgdorf Andreas Sonderegger
Dozierende Durchführung	Ingrid Burgdorf Andreas Sonderegger
Koreferenten	Franz Romero Marco Graber
Gastkritik	Beat Weber
Fachexperten	Matthias Müller
Umschlag	Überkragendes, mittelalterliches Fachwerk Illustration aus Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc, Dictionnaire Raisoné De L'architecture Française Du XIe Au XVIe Siècle (2/9) s.55
Copyright	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen und beim Autor
Ort/Datum	Winterthur, Juni 2020



**Architektur, Gestaltung
und Bauingenieurwesen**

Institut Konstruktives Entwerfen

Freiheit im Knoten

Eine Untersuchung des gefügten Holzbaus in unterschiedlichen Spannweiten
am Beispiel eines Weinbauernhauses

Master-Thesis Konstruktives Entwerfen

Nico Mäder FS20

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

- 5 Vorwort der Dozenten
- 7 Ausgangslage

Themenspuren

- 6 Tektonik aus der Sicht von Fritz Neumeyer
- 10 Handwerklicher Eingriff veredelt industrielle Prozess
- 11 Recycling
- 13 Bauernhäuser der Schweiz

Projekt

- 17 Weiningen
- 19 Projekt
- 25 Wohngebäude
- 33 Wirtschaftsgebäude
- 35 Konstruktion
- 37 Verbindung

53 **Reflexion**

54 **Literaturverzeichnis**

55 **Abbildungsverzeichnis**

56 **Danksagung**

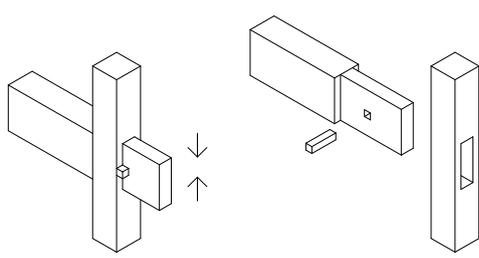
Vorwort der Dozenten

Das Bauen im ländlichen Kontext und der Umgang mit den Traditionen stellt insbesondere in der Suche nach einem authentischen architektonischen Ausdruck eine Herausforderung dar - ist die ländliche Lebensweise doch am Verschwinden und das alte Handwerk durch die Bauindustrie ersetzt. Mit seiner Masterthesis sucht Nico Mäder, eine Selbstverständlichkeit im Ausdruck über eine Recherche auf der Ebene der Konstruktion zu erlangen. Mit dem Thema des gefügten Holzbaus und dem Fokus auf der Baukultur der Zimmermannstradition setzt er die Technologie der computergestützten Holzbearbeitung, wo beliebige Formen mit verhältnismässig geringem Aufwand hergestellt werden können, gegen die Konstruktionskultur der durch Handarbeit und Erfahrung geprägten Zimmermandetails. Die Entwurfsrecherche wird am Beispiel eines Ersatzbaus für ein Weinbauernhof mit Wohnhaus und Wirtschaftsgebäude an einem Rebhang in Weinigen/ZH, geführt.

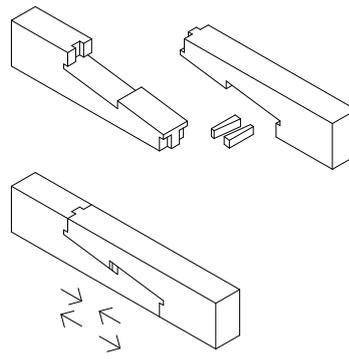
Die Auseinandersetzung mit dem konstruktiven Aspekt und dem Zimmermannshandwerk bildet eine produktive Grundlage für die Übersetzung des traditionellen Holzbaus in heutige Fertigungsbedingungen. Sie führt - technisch und im Ausdruck - zu einem konsistenten und überzeugenden Resultat. Technisch sind alle statischen Elemente Holz-Holz-Verbindungen und damit komplett demontierbar. Für Wiederverwendung angelegt, können sie komplett zerlegt und an anderer Stelle wieder aufgebaut werden.

Eindrücklich ist auch die Suche nach einem authentischen architektonischen Ausdruck, welcher dank einer filigranen Sprachlichkeit durch die offen gezeigten Holzverbindungen nicht anbiedernd, aber atmosphärisch ist. Zugleich erhält das Gebäude über das konstruktive Thema eine selbstverständliche Gegenwärtigkeit. Dies zeigt sich z.B. mit den an Klebdächer erinnernden Photovoltaikpaneelen in den Fassaden, welche zugleich als Witterungsschutz dienen.

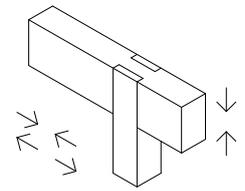
Die gut angelegte Fragestellung und die hochstehende Entwurfsrecherche sind ein anregender Beitrag zum Thema des ressourcenschonenden Bauens im ländlichen Kontext. Vor allem aber zeigt die Arbeit das Potential einer konstruktiven Entwurfsrecherche auf, welche über die technischen Aspekte hinaus die Frage nach einem authentischen Ausdruck zu beantworten vermag und einen inspirierenden Beitrag zu Diskussion leistet, wie man «modern», also zeitgemäss, im ländlichen Kontext bauen kann.



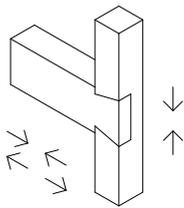
horizontaler Zapfen



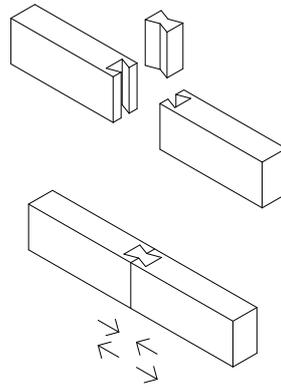
Längsblattung



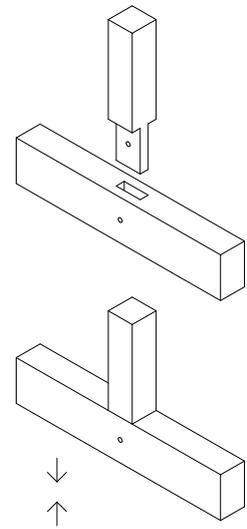
Gabel und Hals



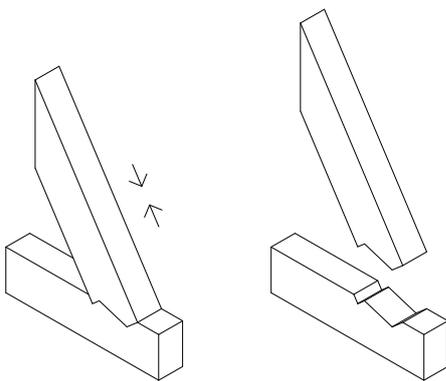
Querblattung



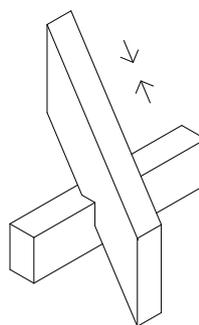
Längsstoss



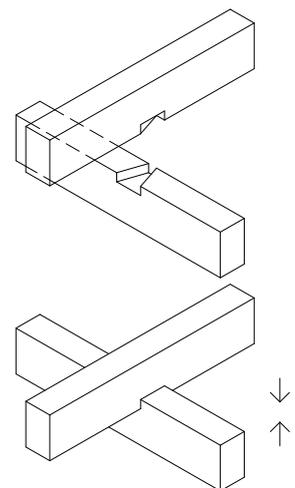
vertikaler Zapfen



Versatz



Klauen



Kreuzkamm

Erarbeitung eines repertoire

Ausgangslage

Die Ressourcenpolitik Holz des Bundes hat sich zum Ziel gesetzt, dass Holz aus der Schweiz ökologisch und schonend gegenüber dem Wald gefördert und verarbeitet wird. Sie möchte Schweizer Holz marktfähig machen. Durch die Förderung der Schweizer Wald-, und Holzwirtschaft und deren Innovationskraft ist Schweizer Holz international wettbewerbsfähig.

Im Holzbau ist in den letzten Jahren ein Verlust zur Tradition zu spüren. Die handwerkliche Bearbeitung ist wegen des wirtschaftlichen Drucks immer mehr verschwunden. An Stelle der präzisen, von Hand gefertigten zimmermännischen Verbindungen, sind Stahl- und Blechteile getreten. Sie machen einen späteren Rückbau oder Anpassungen der Bauten schier unmöglich. Auch die Anforderung an den Brandschutz sind nur mit grossem Aufwand zu bewältigen, wenn Stahlprofile verwendet werden. Durch die Vorfabrikation mit CNC-fräsen gibt es die Möglichkeit, Holzverbindungen herzustellen, die zimmermännischen Verbindungen sehr nahekommen. Stoss-, Blatt- und Zapfenverbindungen lassen sich mit hoher Präzision im Werk herstellen.

Diese Entwicklungen und die Erkenntnisse aus dem Master-Studio «Ein Systembau für den Hardaupark», haben mich veranlasst, das Thema des gefügten Holzbaus weiter zu vertiefen.

Fragestellung

Die Faszination von stabförmigen Verbindungen kommt vermutlich daher, dass da, wo zwei Bauteile aufeinander treffen, etwas drittes, neues, besonders entsteht. Der Stab kann aufwendig poliert, geschliffen und bearbeitet werden, bleibt aber immer eine Linie. Im Knoten werden die Stäbe vereint und die Kräfte vom einen auf ein anderes Teil übertragen. Die Arbeit soll zwei Arten, wie die Verbindung entwerferisch thematisiert werden, untersuchen. Dies anhand von zwei Bauten mit unterschiedlichen Nutzungen und Spannweiten.

„Ressourcenpolitik Holz“
des Bundesamt für Umwelt
BAFU

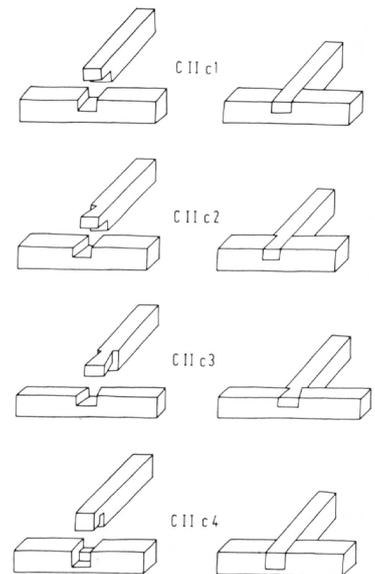
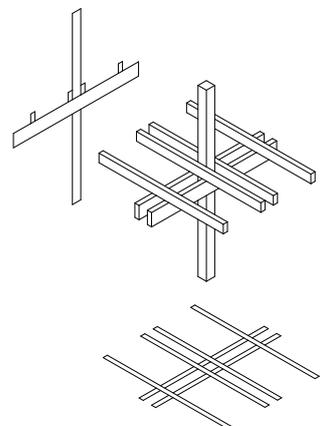
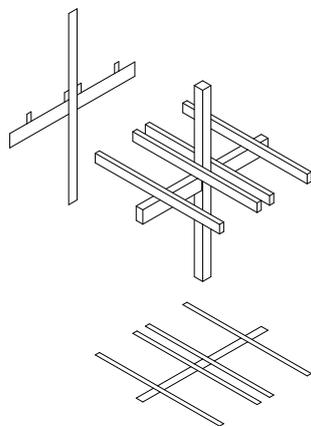
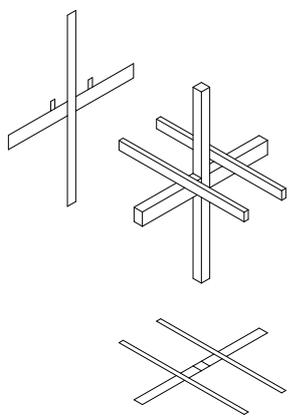
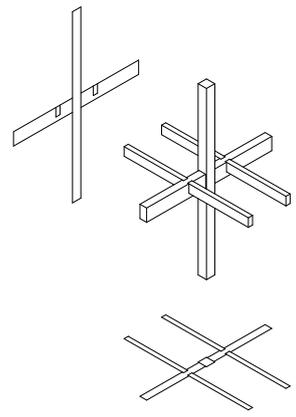
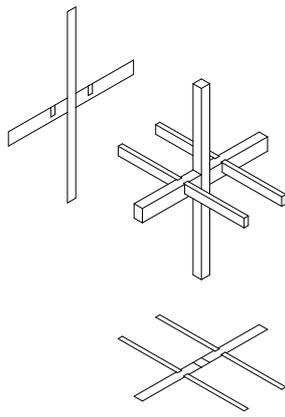
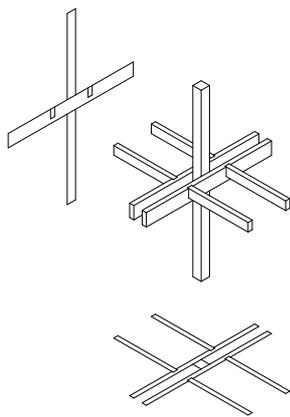
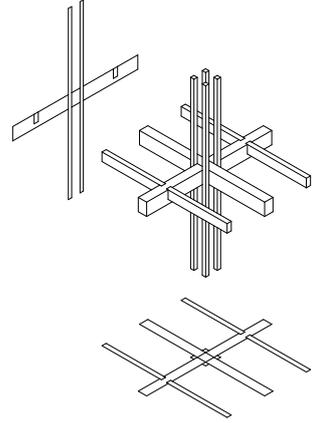
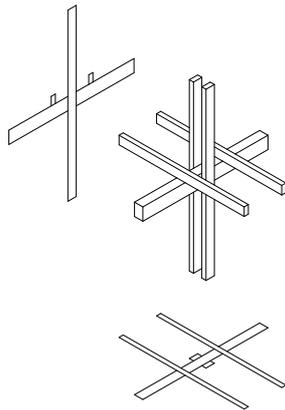
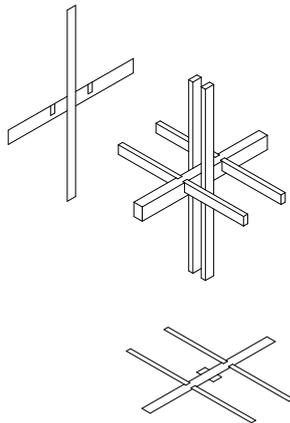
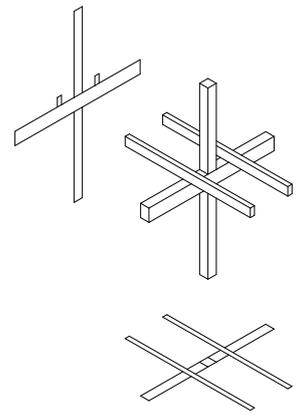
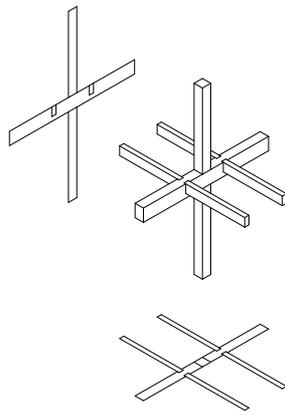
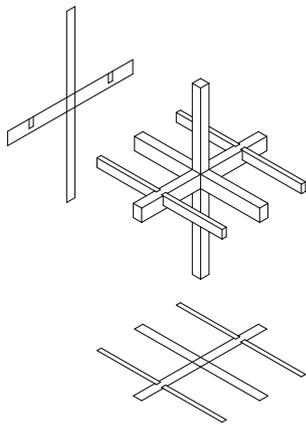


Abb.1 Zimmermännische
Holzverbindungen

Ein Systembau für den
Hardaupark



Untersuchung der Sturktu
im Raum

Tektonik aus der Sicht von Fritz Neumeyer

„Das erotische Spiel vom Bekleiden, um zu enthüllen, vom Verkleiden, um zu erklären, nach dem unsere Augenlust auf der Suche nach der Gegenwart eines Wahren verlangt, liegt auch der Tektonik zugrunde.“

Die Aussage von Fritz Neumeyer ist in den Holzverbindungen klar wiederzufinden. Oft bleibt die ganze Wahrheit im Knoten versteckt und sie wird erst durch das genauere Betrachten und über das Auseinandersetzen mit der Konstruktion, sichtbar. Da der Knoten dem Betrachter nicht alles offenlegt, bleibt man mit der Verbindung im Dialog. Auch bei einem zweiten oder dritten Betrachten hat sich die wahre Fügung vielleicht noch nicht offenbart. Die japanische und europäische Philosophie des Fügens verlangen auch einen unterschiedlichen Umgang mit der Tektonik. Je nach Ort und Anforderung muss der geeignete Grad des Verkleidens oder Enthüllens gewählt werden.

Es ist durchaus möglich, dass die Konstruktion durch die heutigen Anforderungen hinter einer Wand oder Dämmschicht verschwindet. Bei solchen Konstruktionen ist es erlaubt einen Schein der Konstruktion herzustellen. Sie soll dem Betrachter zu verstehen geben wie das Gebäude gedacht ist, obwohl es durch die heutigen Normen und Anforderungen nicht mehr wahrheitsgetreu ausgeführt werden kann. Dies ist exemplarisch an Bauten von Mies van der Rohe zu sehen, wo eine äussere Schicht auf eine verborgene Struktur hinweist. Die Struktur bleibt für immer im Beton verborgen.

Zitat aus: Neumeyer, Fritz (1993): Tektonik: Das Schauspiel der Objektivität und die Wahrheit des Architekturschauspiels, in: Kollhoff, Hans: Über Tektonik in der Baukunst Wiesbaden S.63 Ab.2

„Baukunst muss nicht konstruktiv ehrlich sein, sondern eine Abbild des ehrlichen Konstruierten erzeugen.“

Zitat aus: Neumeyer, Fritz (1993): Tektonik: Das Schauspiel der Objektivität und die Wahrheit des Architekturschauspiels, in: Kollhoff, Hans: Über Tektonik in der Baukunst Wiesbaden S.63 Ab.2

sichtbare Konstruktion

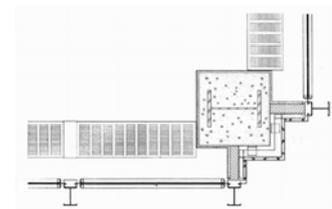


Abb.2 Eckverbindung des Seagram Building von Mies van der Rohe, hier spielt die Fassadenkonstruktion einen Stellvertreter für die dem Betrachter verborgenen einbetonierten Stützen

Handwerklicher Eingriff veredelt industrielle Prozess



Abb.3 Handwerkliche Veredlung der Industriellen Stahlprofile der Maison du Verre

Zitat aus: Material macht erfinderisch" Richard Sennett im Gespräch mit Simone Achermann, in: Abstrakt - Taschenlabor für Zukunftsfragen, Think Tank W.I.R.E., 2012

Aus der Bearbeitung etwas kunstvolles schaffen

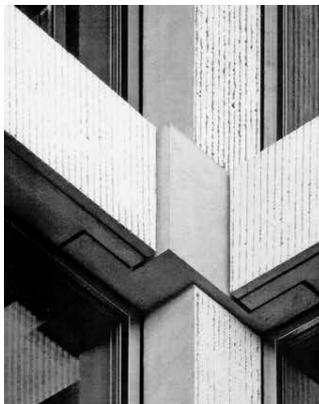


Abb. 4 Märkli, Peter, Firmaneubau Synthes, 2012

Die Möglichkeiten von vorgefertigten, CNC-gefrästen Bauteilen scheint endlos zu sein. Jede noch so erdenkliche Form kann in die Maschine eingegeben und nach einiger Zeit ein fertiges Produkt herausgezogen werden. Komplizierte Abwicklungen oder einfache Schwalbenschwänze sind denkbar. Die Präzision hat aber auch seine Schattenseiten. Ein Bauteil aus einer CNC-Fräse hat eine Präzision, die heutzutage nicht mehr von Hand angefertigt werden kann. Das Bauteil verliert so seine vom Menschen gemachte Ästhetik und vielleicht auch seine Anziehungskraft.

„Körperliche Arbeit zu verrichten bedeutet, sich auf Widerstände einzulassen. Der Dialog zwischen dem Handwerk und seinem Material und Werkzeug ist ein kontinuierlicher Prozess des Lernens und des Ausprobierens von neuen, besseren Möglichkeiten, mit unserer materiellen Welt zurechtzukommen.“

Durch die handwerkliche Bearbeitung können die industriellen Bauteile von ihrer perfekten Erscheinung befreit werden. Die Aufwertung industrieller Produkte sieht man in den Stahlprofilen von Mies van der Rohe oder auch im Maison du Verre von Pierre Charreau. Durch die von Hand gemachten Nietverbindungen oder Bekleidungen der Profile erhalten diese industriellen Produkte eine gewisse Unperfektion zurück und machen sie für den Menschen fassbarer.

Recycling

Werden bestehende Gebäude nicht mehr benötigt, gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen die Entsorgung, das Deponieren und Verbrennen der Materialien. Dies kommt heutzutage oft bei Holzbauten zum Tragen. Heutige Verbindungen und Baustoffe lassen das Wiederverwenden der Materialien nicht zu. Die verleimten oder verschraubten Bauteile lassen sich schlecht bis nicht mehr rückbauen. Auch die in den Holzwerkstoffplatten enthaltenen Kleber machen das Recyceln fast unmöglich. Der grösste Teil der Bauteile wird verbrannt, um so Energie zu gewinnen. Zimmermännische Holz-Holz Verbindungen lassen sich jedoch einfach zurückbauen. So kann das rohe Material wiederverwendet werden und die in der Herstellung gebrauchte Energie wird gespart.

Die einzelnen Teile sollten so angelegt und entworfen werden, dass eine spätere Demontage möglich ist. Der Rückbau des Gebäudes und die Weiterverwendung der Bauteile muss bereits in der Planung berücksichtigt werden. Durch das Einplanen der Demontage sind auch allfällige Erweiterungen, Anpassungen oder das Ersetzen einzelner Teile möglich.

Eine klare Trennung der Tragstruktur und der schützenden Haut ist wichtig, um eine lange Lebensdauer zu erreichen. Die Tragstruktur bleibt so lange bestehen, während die äussere schützende Schicht bereits ersetzt wird.

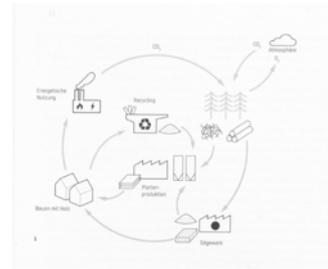
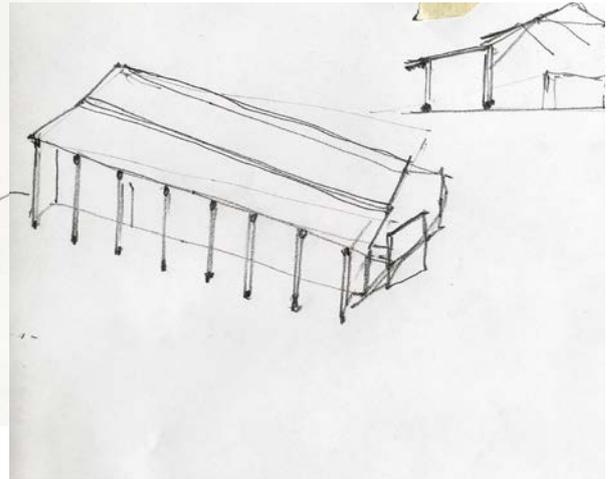
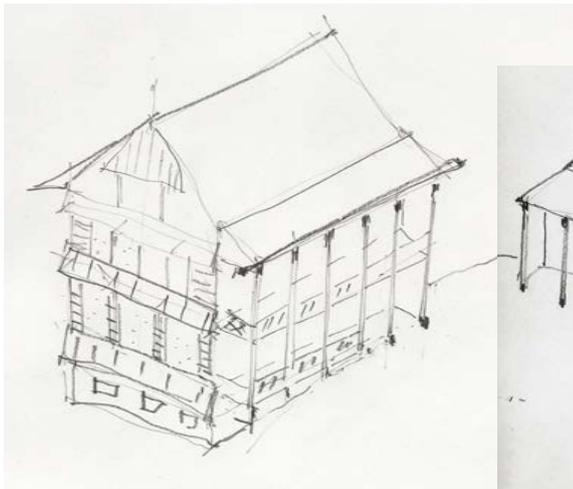


Abb.5 Einsatz und Wiederverwertung von Holzprodukten

genaue Planung

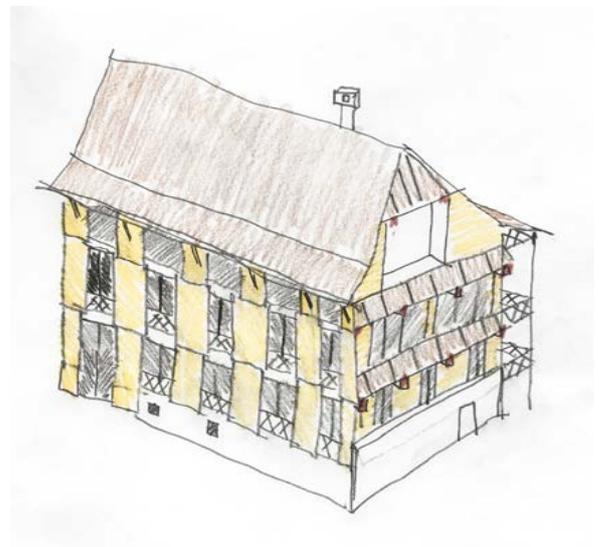
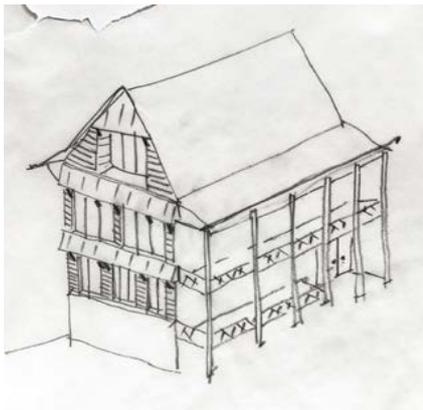


Abb.6 Abriss einer Scheune zur Rückgewinnung des Holzes



Stehendes Volumen des
Wohngebäudes und
liegendes des
Wirtschaftsteils

Schwelleräume zum
gemeinsamen Aussenplatz



Frontale horizontal
Gliederung
Seitliche vertikale
Gliederung



Aufbrechen der Fassade
und zeigen der Konstruk-
tion in der Laubeschicht

Bauernhäuser der Schweiz

Holzart

Im Kanton Zürich wurden grundsätzlich 4 verschiedene Holzarten für den Bau von Häusern verwendet: Fichte (Rottanne), Eiche, Föhre und Tanne (Weisstanne). Das vorherrschende Bauholz im ganzen Kanton ist die Fichte. Lediglich im Norden des Weinlands wird Eiche als Primäres Bauholz verwendet. Die Tanne deckt sich mit dem Gebiet der Fichte, die Föhre mit der Eiche. In der Regel setzen sich Gebäude aus unterschiedlichen Hölzern zusammen, wobei die spezifische Eigenschaft der einzelnen Sorten berücksichtigt wurde. Das Eichenholz wurde beispielsweise wegen seiner Dauerfestigkeit auch an feuchten Orten für Schwellen, sowie wegen seiner Druckfestigkeit für Stützen und Ständern, verwendet.

Zum ökonomischen Umgang mit Bauholz gehörte schon früh dessen Wiederverwendung. Das Altholz der Bauten wurde oft als Brennholz weitergebraucht. Das Altholz taucht auch als Spolie in neueren Bauten wieder auf. Auch wurden Teile von Holzverbindungen wiederverwendet.

Wand

Die Bauweise der ländlichen Bauten wurde vorwiegend durch das vorhandene Baumaterial geprägt. Im Kanton Zürich stand der Baustoff Holz an erster Stelle. Das Bauen mit Stein blieb vorwiegend den herrschaftlichen Familien vorbehalten. Der Ständerbau umfasst alle gängigen Holzbauten. Der Bohlenständerbau, der ausschliesslich aus Holz gebaut ist, sowie der Fachwerkbau, der Teils aus Holz gefertigt ist, sowie der mit Bretterschalen verkleidete Skelettbau sind unter ihm vereint.

Für die Standfestigkeit des Baus sind die Verbindungen zuständig. Man findet sie bei allen Holzbauten in unterschiedlichen Ausführungen.



Abb.7 Kopfstrebe mit einseitigem Schwalbenschanzblatt oben und Blatt mit Verzahnung und doppelt geschwungenem Ende unten (1526)

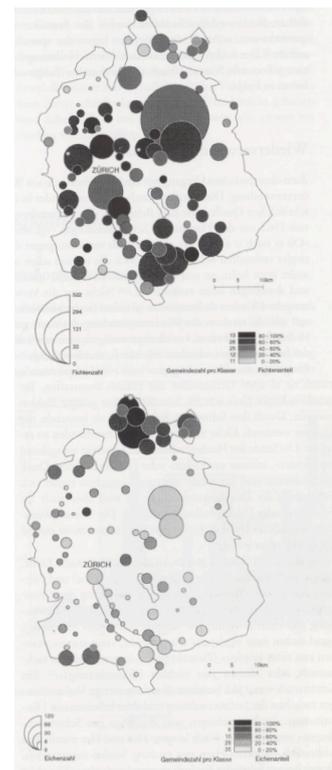


Abb.8 Geographische Verteilung und Anteile der untersuchten Holzarten in den Gebäuden des Kantons Zürich (1995)
1. Fichte/ 2. Eiche

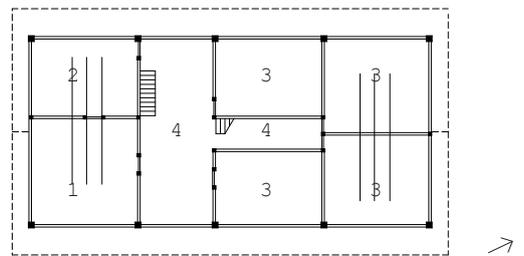
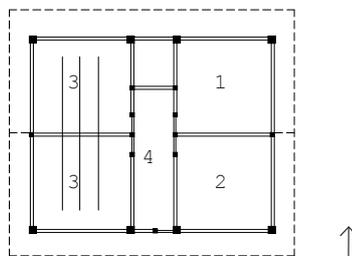
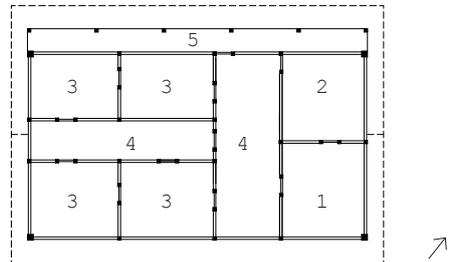
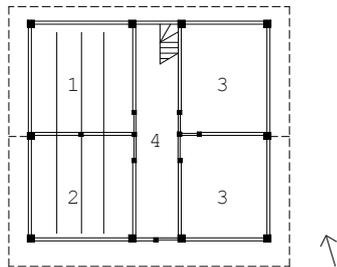
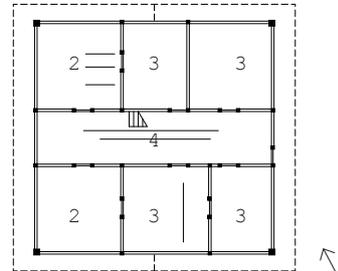
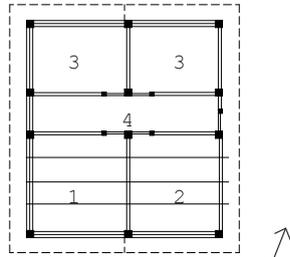


Abb.9-15
 1 Stube 2 Küche
 3 Kammer 4 Gang
 5 Veranda

Dach

Die unterschiedlichen Dachformen wirken sich stark auf das Eindeckungsmaterial aus. Das feuchteempfindliche Stroh verlangt ein steiles Dach, die lose verlegten Schindeln eine schwach geneigte Dachfläche. Die Dachgerüste unterscheiden sich in zwei Gruppen: den gebundenen und ungebundenen Dachsystemen. Bei den gebundenen gibt es weiter den Mehrreihen-Ständerbau und den Hochstüdbau. Bei den ungebundenen gibt es den stehenden und den liegenden Dachstuhl. Für einen langlebigen Holzbau ist der konstruktive Witterungsschutz wichtig. Je nach Dachüberstand, ob trauf- oder ortseitig, werden unterschiedliche Konstruktionen angewendet.

Raumanordnung und Grundriss-Typologie

Viele Bauten weisen zwei, nur wenige drei oder mehr Stockwerke auf. Im Sockelgeschoss befinden sich die Wohnstube mit Ausrichtung zur Mittagssonne, sowie ein bis zwei Kammern und die Küche. Das obere Geschoss ist in einzelne Kammern unterteilt. Teils gibt es auch hier eine obere Stube. Im hohen Dachraum gibt es weitere Böden für das Aufbewahren von Getreide oder Ähnlichem. Die Raumstruktur der Häuser befasst sich mit dem Nebeneinander und Übereinander der Räume und zeigt deren Beziehungen untereinander auf.

Die Orientierung der Gebäude richtet sich nach der Sonne, den Verkehrsachsen und den topografischen Gegebenheiten aus. Bevorzugt wird eine Ausrichtung des Firsts in Ost-West-Richtung mit dem Scheunenteil in Westrichtung. Der Wohnteil ist, vom Wetter abgewandt, nach Süden gerichtet.



Abb. 16 Absättung des Dachüberstandes durch Flugpfette und Bug (1690)

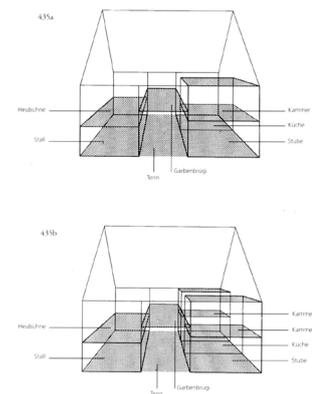


Abb. 17 ungebundenes Dachgerüstsystem
Oben: stehender Dachstuhl
Unten: liegender Dachstuhl

Orientierung

Excerpt: Hermann, Isabell,
Die Bauernhäuser des Jantons Zürich, Bael 1997