



*Hermann Blumer
Dipl. Bauing. ETH/SIA
Geschäftsleitung
Création Holz
Schweiz, Waldstatt*

14 Geschosse und mehr in Holz

14 storeys and more in wood construction

14 e più piani in legno

Dokument in Deutsch

14 Geschosse und mehr in Holz

1 Einführung

1.1 Fragen von Hermann Kaufmann

Die Höhe von Gebäuden in Holzbauweise wird bislang eingeschränkt durch Vorgaben der Bauordnungen sowie durch prinzipielles Misstrauen gegenüber dem Baustoff was seine Leistungsfähigkeit an betrifft.

- Wo aber liegt das Potenzial des Werkstoffes Holz wirklich?
- Gibt es bereits konkrete Projekte oder Überlegungen?
- Sind neue, technische Möglichkeiten zur Umsetzung vielgeschossiger Gebäude in Entwicklung?
- Was muss geschehen, um die notwendigen Fragen der Sicherheitsanforderungen zu beantworten?

1.2 Holz ist ein Baustoff mit einem unausgeschöpftem Potential

Das Vordringen des Holzbaues in spektakuläre Dimensionen, wo extreme Verhältnisse herrschen und die indiskutablen bestanden Vorzüge sich plötzlich gegenüber ganz anderen bisher unbeachteten Argumenten behaupten müssen, katalysiert Ingenieure und Industrie zu neuen technischen Lösungen um den Gestaltern den Freiraum zu schaffen, ihre Visionen der materialgerechten Ausdrucksform realisieren zu können.

Für den Werkstoff Holz spricht der Vorteil, dass damit grundsätzlich Leichtkonstruktionen ausgeführt werden können. Dazu gesellen sich Vorzüge der kurzen Bauzeiten, die Annehmlichkeiten des Trockenbaus, günstige Ökobilanzen und Möglichkeiten des späteren Recyclings. Gefordert werden zudem vertraute Sicherheit, Langlebigkeit, Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und höchster Lebenskomfort.

Immer noch tief verwurzelte Vorurteile zu ungunsten des Einsatzes von Holz im mehrgeschossigen Bauen müssen wir mit überzeugenden Systemen aus der Welt schaffen. Die Menschen meinen:

- Holz brennt
- Holz fault
- Holz wackelt
- Holz knarrt
- Holz ist zu teuer

1.3 Die Meinung des Architekten Heinrich Degelo anlässlich der ETH-Tagung 2002

Hochhäuser faszinieren viele Menschen, sind Wahrzeichen einer Stadt und zeugen von der Leistungsfähigkeit der Unternehmen und der Innovation der Kreateure. Wenn es gelingt, ein Hochhaus in Holz zu ökonomisch vergleichbaren Bedingungen zu erstellen, übertragen sich diese positiven Eigenschaften auf den Werkstoff Holz. Es kann ausserdem ohne ideologische Reden aufgezeigt werden, was Holz leisten kann.

Sehr lange waren die höchsten Bauwerke aus Holz, zum Beispiel der Turm der Petrikirche in Riga aus dem Jahre 1491 mit 136 Meter Höhe. Die Brennbarkeit, die das Material aus vielen Bereichen verdrängt hat, kann heute mit technischen Massnahmen wettgemacht werden. Zu Unrecht haftet der „Makel“ dem Holz immer noch an, auch wenn heute in Europa Wohnbauten bis 6 oder 8 geschossig in Holz gebaut werden.

1.4 Festlegungen der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen in der Schweiz

1.4.1 Definition Hochhäuser:

Gemeint sind Bauten, die nach der Baugesetzgebung als Hochhaus gelten oder deren oberstes Geschoss mehr als 22 m über dem der Feuerwehr dienenden angrenzenden Terrain liegt bzw. mehr als 25 m Traufhöhe aufweist.

1.4.2 Allgemeine Anforderungen:

- Brennbare Baustoffe sind in Hochhäusern nur beschränkt zulässig (z. B. Wand- und Deckenverkleidungen in Einzelräumen, Bodenbeläge in Räumen und Korridoren, Rohrleitungen und -isolationen in feuerwiderstandsfähigen Schächten).
- Tragwerke von Hochhäusern sind mit Feuerwiderstand R 90 (nbb) zu erstellen.
- Der Feuerwiderstand brandabschnittsbildender Bauteile beträgt mindestens 90 Minuten.
- In Hochhäusern sind die erforderlichen Treppenanlagen als Sicherheitstreppenhäuser mit Feuerwiderstand REI 90 (nbb) zu erstellen.

2 Meine Thesen

Manchmal sieht man vor Zweifel und Kleinmut die Chancen nicht, die einem entgehen, wenn man das Wagnis nicht imstande ist einzugehen.¹

1. Ein **Hochhaus aus Holz** kann mit 14 Geschossen und mehr sicher gebaut werden.
2. Im **Hochhaus aus Holz** kann die Brandsicherheit gewährleistet werden.
3. Ein **Hochhaus aus Holz** kann stärksten Erdbeben widerstehen.
4. Im **Hochhaus aus Holz** muss das Arbeiten und Wohnen besonders attraktiv sein.
5. Das **Hochhaus aus Holz** muss ökologisch und ökonomisch neue Zeichen setzen.

¹ Tanja Grassecker

Daraus folgt:

Ein Hochhaus aus Holz muss in allen Belangen besser sein als ein "zeitkonformes" Hochhaus.

2.1 Die Motivation in die Höhe zu Bauen

Ein Hochhaus mit 14 oder gar 40 Geschossen in Holz zu bauen, verursacht bei vielen Menschen intuitiv ein skeptisches Kopfschütteln. Die Leute fragen sich zu Recht, ist das Bauen mit Holz in dieser Grössenordnung überhaupt vernünftig. Dabei wissen die wenigsten, dass Mammutbäume im Westen von Amerika in die Höhe von 120 m wachsen. Diese Riesen erreichen zudem ein Alter von 3000 Jahren. Wie schaffen es diese Bäume Stürmen, Waldbränden, Trockenheiten und anderes mehr so lange zu trotzen?

Es ist in Ingenieurkreisen bekannt, dass das Verhältnis Eigengewicht zur Belastbarkeit beim Holz ein sehr günstiges ist. Holz steht den Baustoffen Beton und Stahl in dieser Beziehung keineswegs nach. Für die Grundfläche einer Säule benötigt eine Holzkonstruktion nicht mehr Platz als Beton und nur wenig mehr als die Umrisse eines Stahlprofils. Auch bei der Beanspruchung durch Erdbeben schafft Holz als Leichtbaustoff günstige Voraussetzungen dank der geringen Schwingungsmasse und der bionisch konstruierten Zähigkeit und Elastizität.

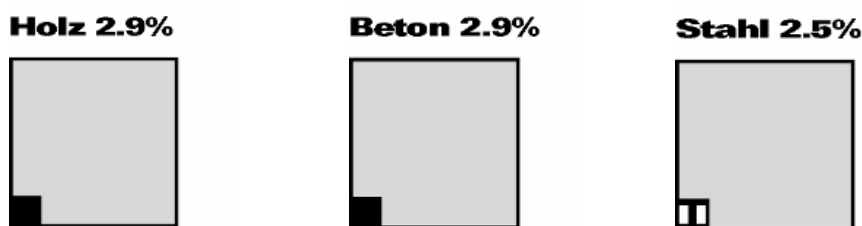


Abbildung 1: Aufstandsflächenanteil im EG bei einem Hochhaus mit 200 m Höhe

Die Hauptaufgabe beim Einsatz eines brennbaren Baustoffes im mehrgeschossigen Bauen muss heute im Bereich des Brandschutzes gelöst werden. An einem ETH Seminar suchten wir in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Mario Fontana nach gleichwertigen oder gar höheren Sicherheiten, wie diese in Hochhäusern mit Tragkonstruktionen in Beton oder Stahl erreicht werden. Einerseits kann Holz bereits aus eigener Konstitution dem Feuer Widerstand leisten, andererseits kann es mit einer Umhüllung zum quasi nichtbrennbaren Bauteil werden. Als sehr wirksamer aktiver Feuerschutz haben wir das System der Wasservernebelung in Betracht gezogen. Zusammen mit schnell reagierenden Meldesystemen kann damit die Brandentstehung mit wenig Wassereinwirkung resolut eingedämmt werden. Die Vernebelung hat weiter den Vorteil, dass bei starkem Feuer weniger Hitze entsteht und durch die Feuchtigkeit an den Holzoberflächen die Entzündbarkeit verringert wird. Zusammen mit der Wirtschaft wurden neue Wege gesucht. Die angedachten Lösungskonzepte werden dem allgemeinen Hochbau und dem Holzbau im speziellen bei der Festlegung zukünftiger Brandkonzepte dienen.

Eine weitere Aufgabenstellung war die Gestaltung der Aussenhaut. Holz baut sich ab, wenn es der Witterung ausgesetzt wird und dem Feuer Widerstand leisten muss. So sind wir auf Neuentwicklungen angewiesen, die in Richtung des versteinerten Holzes gehen werden. Die Einlagerungen von Silikaten in die Struktur des Holzes sind in der Natur gang und gäbe.



Abbildung 2: Versteinertes Holz ist eine Symbiose der organischen mit der mineralischen Welt

Vorteile bringt Holz auf dem Sektor der Ökologie und Nachhaltigkeit des Gesamtgebäudes, da scheint es, als hätten wir die eierlegende Wollmilchsau schon fast gefunden. Das Hochhaus in Holz benötigt für die Erstellung weniger Grauenergie und ist mit entsprechender Baukunst und Haustechnik im Betrieb energetisch nahezu autark.

3 Projektstudie Swissbau 02: "VISION Holz" Der Docktower

Der Docktower in Holz nahm noch nicht in Anspruch, das Fertige zu zeigen sondern er war viel eher eine Metapher einer Vorstellung des "Wohnens mit effizientem Umgang mit den Landressourcen". Man hegte noch nicht den Ehrgeiz der vollkommenen Architektur. Dazu war der Prozess noch zu sehr im Anfangsstadium.

Der Docktower in Holz sollte nicht in den Himmel wachsen oder protzen, etwa höher sein als die grössten Bäume unserer Erde. Mit dem Projekt Dock Tower wurde eine Vision an der ETH im Jahr 2001 und danach an der Swissbau entwickelt, welche dazu beitrug, im mehrgeschossigen Bauen mit Holz Vorurteile abzubauen. Verfolgt wurde eine Strategie der morgigen Machbarkeit auf der Basis der heutigen Vorstellbarkeit.

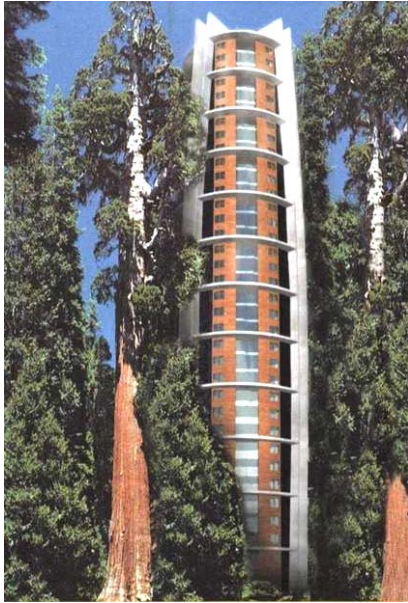


Abbildung 3: Vertikale Städte, die Natur macht es vor



Abbildung 4: Der Docktower

3.1 Auszug aus dem Text von Prof. Dr. Mario Fontana im Nov. 2001

Der Bau eines 120 m hohen Hochhauses aus Holz erscheint zunächst als eine etwas absurde Idee der Initianten der Swissbau-Sonderschau. Holzhäuser dürfen nach den heute gültigen Brandschutzvorschriften mit maximal zwei Geschossen gebaut werden, in Gebieten mit traditioneller Holzbauweise bis viergeschossig und im Kanton Aargau auch etwas höher. Mit der Revision der VKF-Brandschutzvorschriften sollen dann ab etwa 2003 auch in den übrigen Kantonen Gebäude mittlerer Höhe für Wohn-, Dienstleistungsgebäude und Schulen in Holzbauweise möglich sein.

Und nun ein 120 m hohes Hochhaus! Mit welchen Konzepten und Strategien kann man ein solches Gebäude sicher und trotzdem wirtschaftlich bauen? Am viel versprechendsten erscheint die Option eines Tragwerkes in Mischbauweise. Die Kernbereiche aus Beton und Stahl, die Wohnbereiche aus Holz, Holzwerkstoffen und Verbundbauteilen. Dieser Ansatz entspricht auch der Strategie des Instituts für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich, welches sich dem materialübergreifenden Entwerfen und Konstruieren von Tragwerken verpflichtet hat, mit dem Ziel, ökologisch, Ressourcen sparend, dauerhaft und wirtschaftlich zu bauen. Holz ist zudem ein einheimischer, nachwachsender Baustoff, der in unseren Wäldern im Überfluss vorhanden ist und besser genutzt werden sollte. Mehrgeschossiges Bauen mit Holz ist für Hochhäuser noch eine Vision, für mittlere Höhen aber bereits ein Trend der förderungswürdig ist.

3.2 Brandschutzkonzept für den Docktower

In einem Hochhaus werden in der Regel neben dem Treffen baulicher Vorkehrungen auch technische Massnahmen eingebaut, um ein hohes Sicherheitsniveau zu erreichen. Wichtig ist der Einbau von redundanten Systemen, welche beim Ausfall einer Massnahme nicht zu einer Katastrophe führen. Insbesondere sollten den Benutzern mehr als nur ein sicherer, rauchfreier Fluchtweg zur Verfügung stehen.

Das Brandschutzkonzept von "VISION Holz" setzt zunächst auf eine primäre Brandabschnittsbildung durch den Betonkern und auskragende Betonplatten nach jeweils drei Geschossen. Jedes Geschoss wird zudem durch die vier äusseren Treppenhäuser, Lift und Steigzonen in vier Abschnitte geteilt. Die dreigeschossigen Wohneinheiten sind geschossweise durch Holz-Beton-Verbunddecken und durch die Zimmerwände in sekundäre Brandabschnitte unterteilt. Die Lüftungen sind pro Wohnung mit Brandschutzklappen getrennt.

Jedes Geschoss wird durch fünf Treppenanlagen erschlossen, wovon vier als Sicherheitstreppenhäuser ausgebildet sind. Zwei Treppenanlagen haben eine offene Verbindung ins Freie, und zwei sind mit Überdrucklüftung ausgerüstet, welche das Eindringen von Rauch verhindert. Jede Wohnung verfügt über sichere direkte Zugänge zu mindestens zwei Sicherheitstreppenhäusern. Zusätzlich wird der Turm mit einer Löschanlage ausgerüstet. Um den Brandübergreif im Fassadenbereich zu verhindern, sind nach jedem dritten Geschoss auskragende Betondecken angeordnet, und die Hinterlüftung ist geschossweise unterbrochen.

Mit den vorgesehenen Massnahmen erreicht das Hochhaus aus Holz ein Brandsicherheitsniveau, welches weit über dem für Hochhäuser im Normalfall vorgesehenen, rein baulichen Konzept liegt. Das technische Konzept wurde durch die Firma JOMOS entwickelt. Welche Massnahmen es beinhaltet, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

3.3 Löschtechnik

Die folgenden Ausführungen der JOMOS Brandschutz GmbH, Sissach, deuten an, wie die Brandschutzmassnahmen bei "VISION Holz" in der Praxis ausgeführt werden könnten. Bei einem hohen Haus aus Holz muss man sich auf die folgenden drei Punkte konzentrieren: Verhinderung der Hitzeentwicklung, sichere Fluchtwege und Redundanzen. Ein Brand muss bereits in der Entstehungsphase, also innert weniger Minuten, gelöscht oder eingedämmt werden. Die Flucht- und Rettungswege müssen möglichst rauchfrei und eindeutig gekennzeichnet und beleuchtet sein. Mit Redundanzen meint man, dass substanzerhaltende und lebensrettende Massnahmen voneinander unabhängig, am besten in mehrfacher Ausführung existieren sollen. Zur Löschtechnik lässt sich folgendes Programm aufstellen: In jedem Nutzraum ist ein auch für Fettbrände geeigneter Luftschaumlöcher installiert. In der Kernzone jeder Etage befinden sich zwei Hochdruck-Wassernebel-Wandhydrante. Die Schlauchlänge reicht aus, um bis zur Fassade des entferntest gelegenen Raumes zu gelangen. Die Nutzräume und die Steigschächte werden mit HD-Wassernebeldüsen (ca. eine Düse pro 14 m²) geschützt. Die Aktivierung dieser in der Regel an der Decke montierten Düsen erfolgt entweder über ein Signal von der Brandmeldeanlage oder selbsttätig. Der Wassernebel soll verhindern, dass Brände bestehen können (Eliminierung der Zündenergie).

Als Schutz der bedingt brandresistenten Fassade werden alle drei Stockwerke eine manuell gesteuerten, als Berieselungsanlage funktionierende Ringleitung installiert, welche im Extremfall das Übergreifen von Flammen auf darüber liegende Stockwerke verhindert. Diese Massnahme wird auf der nördlichen Gebäudeseite von "VISION Holz" geschaffen. Auf der Südseite werden auskragende Betonplatten das gleiche Ziel erfüllen.

3.4 Entrauchung - Fluchtwegsicherung

Die Kernzone und der Vorraum mit den Liften bilden bei "VISION Holz" gegenüber den Nutzräumen im Brandfall Fluchtwege bzw. Angriffswege für die Feuerwehr. Mit dosiertem Überdruck wird dafür gesorgt, dass in Fluchträumen sich befindlicher Rauch nach oben und/oder durch offen stehende Nutzräume nach aussen gedrückt wird. Die Auslegung und Steuerung der Anlage ermöglicht es, jederzeit Türen zu öffnen oder zu schliessen.

Die Auslösung der Entrauchungsanlage kann manuell oder im Brandfall automatisch durch die Brandmeldeanlage erfolgen. Falls es Räume gibt, welche baulich oder nutzungsbedingt die Brand-/ Rauchabschnittsbildung nicht zulassen, können Rauch- und Feuerschutzvorhänge (RSV/FSV) eingebaut werden. Diese Systeme schliessen im Bedarfsfall rauchdicht oder feuerresistent. Die Aktivierung erfolgt analog zur Entrauchungsanlage.

3.5 Redundanz

Die HD-Wassernebel-Löscheinrichtungen (Wandhydranten, Raumschutzdüsen etc.) werden aus verschiedenen Löschwasserquellen über verschiedene Leitungssysteme und durch an unterschiedlichen Orten stationierten elektrisch und mit Dieselmotor getriebenen Pumpen versorgt. Die Ventilatoren der Rauchabzuggeräte werden redundant energieverstärkt. Die vier aussen liegenden Fluchttreppen erhöhen das Fluchtwegangebot überdurchschnittlich.

4 Ausschnitte Projektstudien - ETH Tagung vom 20. Nov. 02

4.1 Architekt Winy Maas, MVRDV - Architekten, Rotterdam

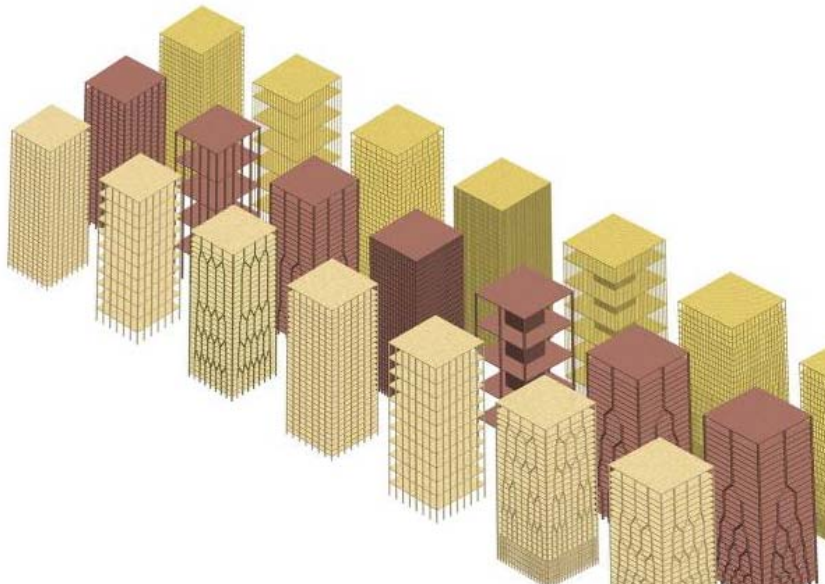


Abbildung 5: Perspektive



Abbildung 6: Strukturstudien für Holzbauten der MDRVD-Architekten

4.2 Architekt Thomas Herzog, München

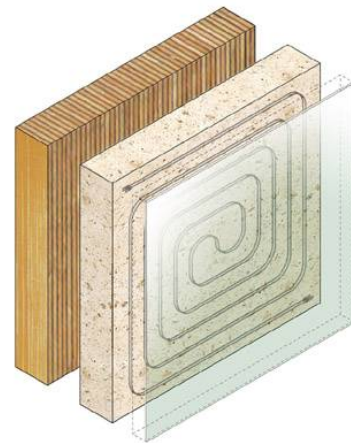
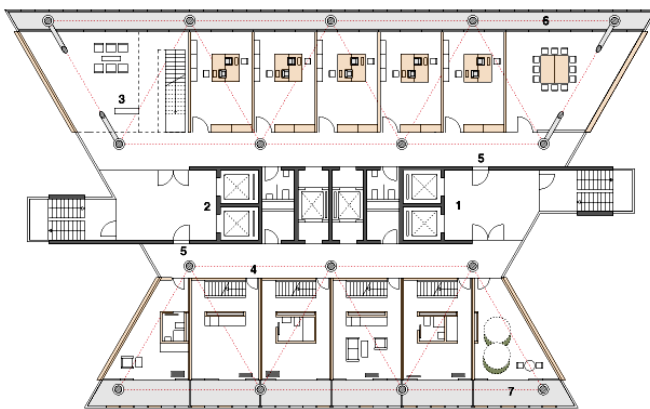


Abbildung 7: Projektstudie von Architekt Thomas Herzog

4.3 Architekten Reinhard Morger und Heinrich Degelo, Basel

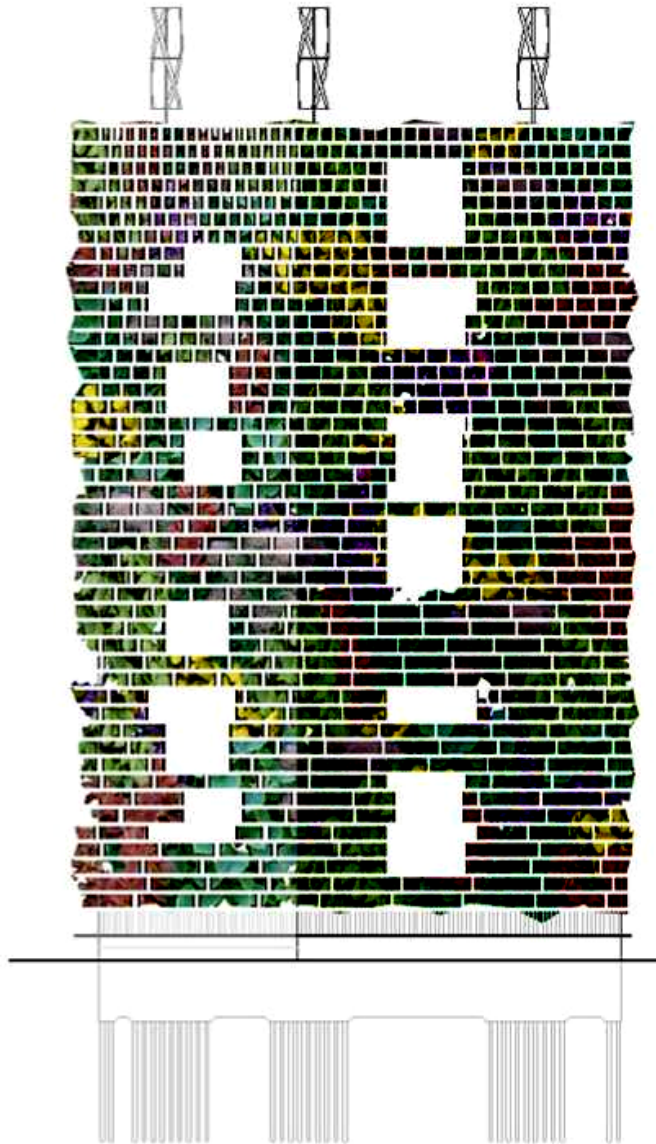


Abbildung 8: Projektstudie von Morger und Degelo

5 Erdbebensichere Hochhäuser auch in Holz?

Erdbeben werden immer wieder zu grossen Katastrophen führen, sofern die Konstruktionen nicht auf diese Beanspruchung ausgerichtet sind. Auch die Schweiz hat erdbebengefährdete Gebiete. Als am meisten exponiert wird die Region des Kantons Wallis eingestuft. Versuche an einem bestehenden Haus werden zurzeit dort unter der Aufsicht der EMPA durchgeführt. Die Ausbildung zum Thema Erdbeben in der Schweiz beschränkt sich im Moment auf die Baustoffe Stahl und Beton marginal auch auf Backsteinbauten. Ein- bis zweigeschossige Holzbauten gelten allgemein als wenig einsturzgefährdet. Das ändert sich völlig, wenn sich der Holzbau in Höhen der Hochhausgrenze vorwagt. Wie bei den Baustoffen Stahl und Beton muss auch im Holzbau das Konstruktionskonzept für die Schadensbegrenzung richtig angelegt sein. Im Staat Kalifornien wurden dazu Richtlinien erarbeitet.

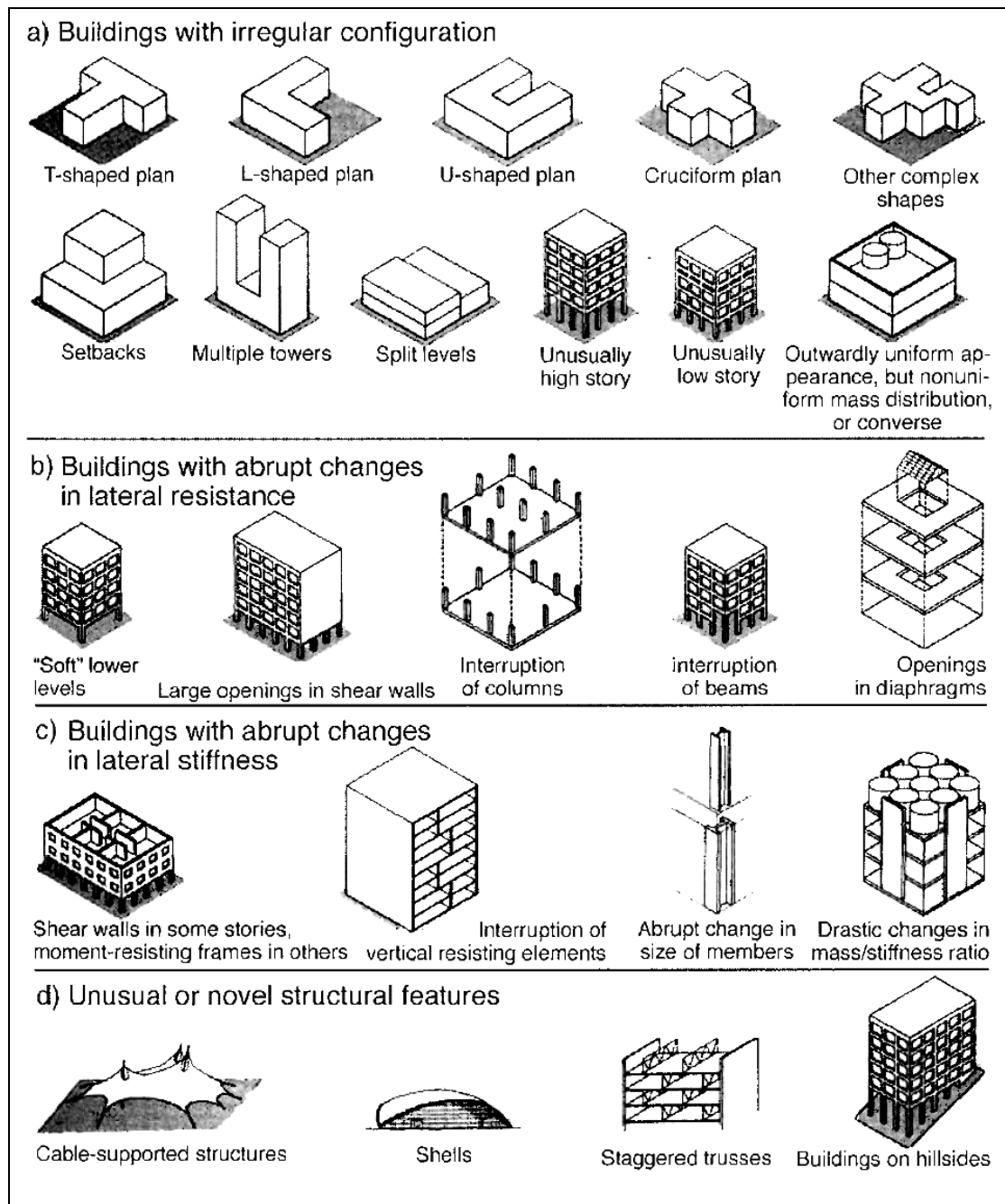


Abbildung 9: Beispiele von zu vermeidenden unregelmässigen Tragwerken gemäss den Empfehlungen der Structural Engineers Association of California

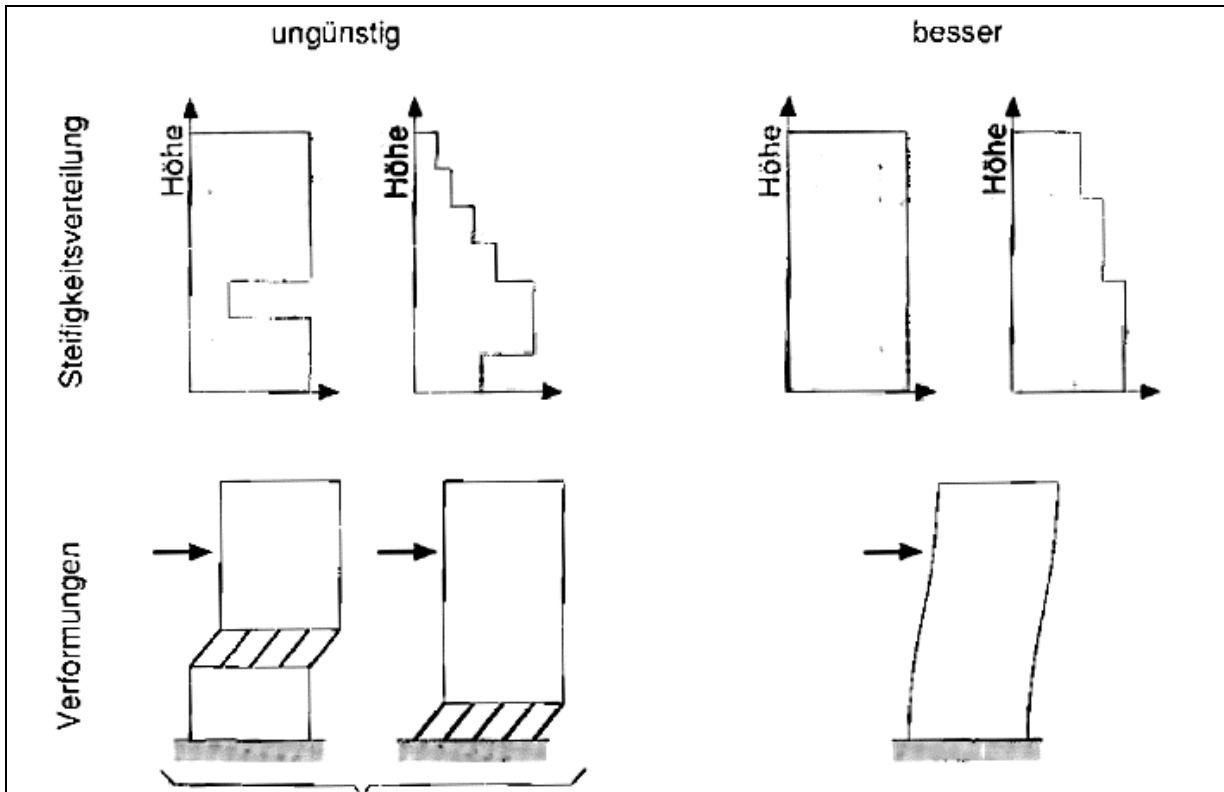
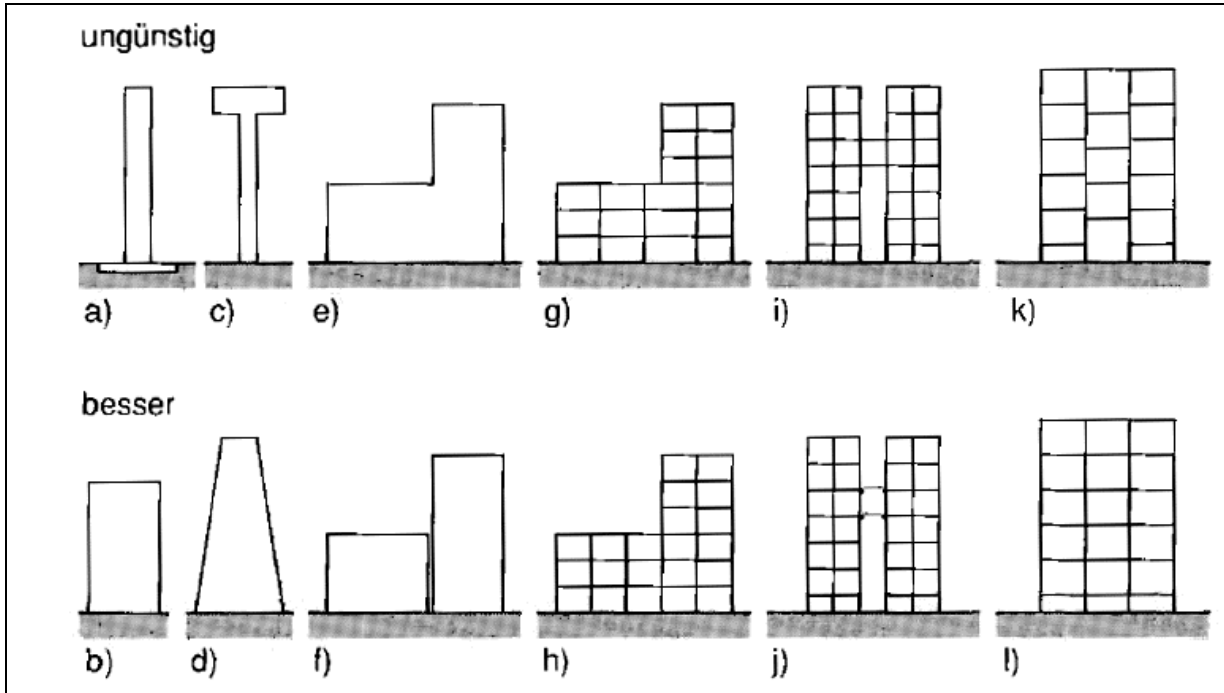


Abbildung 10: Ungünstige und günstige Konstruktionen nach PM 90²

² Buch: Erdbebensicherung von Bauwerken, Prof. Hugo Bachmann

6 Projekt: Hochhaus mit 14 Geschossen in Rapperswil

6.1 Gesucht ist das kostengünstige, flexible, gesunde und gut gestaltete Hochhaus in Holz

Das Projekt mit 14 Geschossen ist im Bearbeitungszustand der Baurechtsermittlung. Einsprachen behindern zurzeit das zügige Vorankommen der Planung injiziert durch die beiden jungen Architekten Roman Oberholzer und Andreas Rüegg in Rapperswil. Die Bauherrschaft wünscht sich eine Konstruktion in Holz mit Flexibilität im Wohnungsgrundriss, gebaut nach den letzten ökologischen und baubiologischen Erkenntnissen im Minergiestandard zu Kosten, die in der Norm liegen.

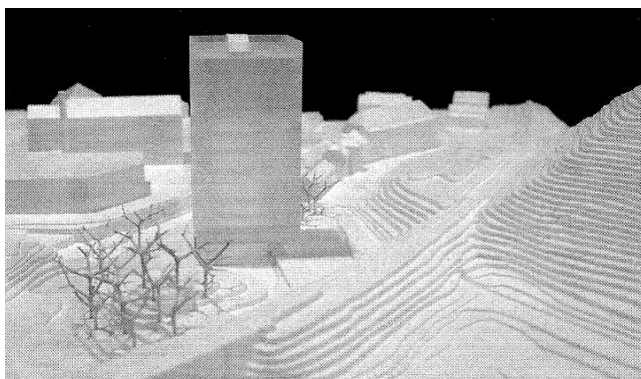


Abbildung 11: Das Projektmodell. Oberholzer + rüegg architekten



Abbildung 12: Einer der möglichen Wohnungsgrundrisse

6.2 Das Unmögliche möglich machen

Manchmal sieht man vor Zweifel und Kleinmut die Chancen nicht, die einem entgehen, wenn man das Wagnis nicht imstande ist einzugehen.³

In der Arbeitshilfe Brandschutz im Hochhausbau der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen ist festgehalten, dass die Tragkonstruktion, die brandabschnittsbildenden Bauteile und die Treppenhäuser wie auch die Fassadenverkleidungen mit nicht brennbaren (nbb) Baustoffen erstellt werden müssen. Knapp ein Jahr nach dem Erlass der neuen Richtlinien, bei denen Holz wesentlich besser gestellt wurde und Wohnbauten neu bis 6 Geschosse möglich werden, sind die Versicherer keineswegs bereit, Zugeständnisse betreffend Brennbarkeit zu machen.

Ist unter diesen Vorgaben überhaupt an Holz in der Tragstruktur zu denken? Diese Frage beschäftigte mich intensiv. Eigentlich gab es nur einen Ausweg. Das Gebäude muss mit nichtbrennbarem Holz gebaut werden. Der Ausweg ist das "nichtbrennbare Holz". Wie diese Geschichte weitergeht, das werden sie im Referat in Garmisch am 7. Dezember vernehmen.

³ Tanja Grassecker