



## Umsetzung konkret (Fallbeispiel Monte Rosa Hütte)

*Hansbeat Reusser  
Holzbaubüro Reusser GmbH  
Planung, Statik und Projektleitung  
für Holzbauten  
Winterthur, Schweiz*



# Umsetzung konkret (Fallbeispiel Monte Rosa Hütte)

## 1. Entstehung und Entwicklung

Gut Ding will Weile haben. Dies könnte als Motto für die Planung der Neuen Monte Rosa Hütte stehen. In diesem Jahr, 2009, wird die Hütte erstellt.

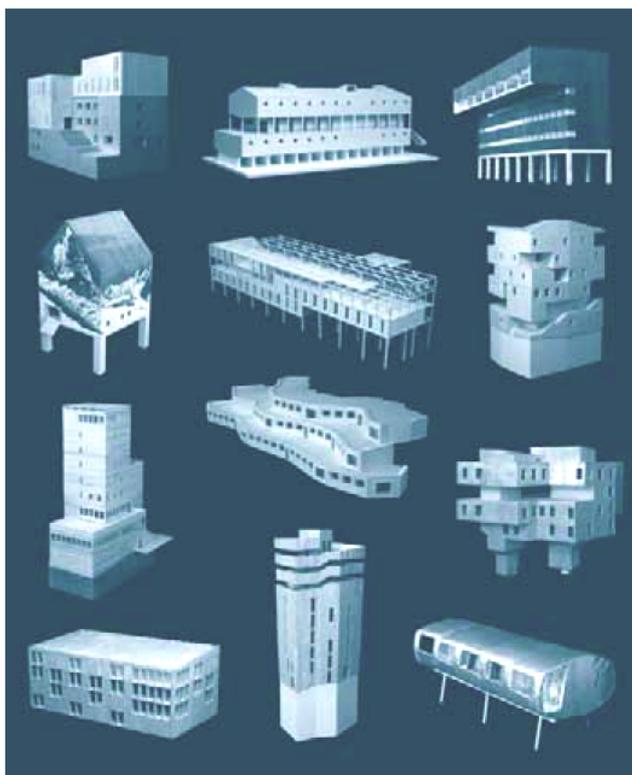


Abb.1 Beiträge von Architekturstudenten für die Formfindung der Hütte. Sommersemester 2003

Die Idee dazu wurde aber schon vor 6 Jahren von Studierenden der ETH Zürich unter Prof. Andrea Deplazes von der Professur für Architektur und Konstruktion, entwickelt. Bereits sehr früh wurden überdies Fachleute aus verschiedenen Disziplinen in die Arbeit integriert.

Was als interner Studenten-Wettbewerb begann, wurde ab 2006 als F+E Projekt geführt. Aus dieser Phase stammt auch die Idee der „digitalen Kette“, welche vom architektonischen Entwurf über das Statikprogramm bis auf die Abbundanlage des Holzbauunternehmers eine ununterbrochene Linie herzustellen versuchte.

Ab 2007 wurde das Projekt im Studio Monte Rosa an der ETH Zürich ganz in die Hände von Fachleuten gegeben. Neben den externen Fachleuten waren zeitweise bis 9 Professuren an der Entwicklung und Planung der Hütte beteiligt.



Abb.2 Visualisierung: Studio Monte Rosa, Prof. Andrea Deplazes, D-ARCH, ETHZ

Heute ist ein Generalplanerteam, welches sich aus den bisherigen Planern zusammensetzt, daran die Realisation der Neuen Monte Rosa-Hütte zu ermöglichen.

Die Neue Monte Rosa Hütte ist ein gemeinsames Projekt von ETH Zürich und Schweizer Alpen-Club SAC. Zahlreiche Gönner und Sponsoren unterstützen das wegweisende Bauwerk.

## 2. Projektorganisation

Das Holzbaubüro Reusser war von Anfang an in verschiedenen Funktionen in das Projekt involviert.

Waren in den ersten Phasen die Fachleute nur in beratender oder begleitender Funktion am Projekt beteiligt, sind sie in der Projekt- und Ausführungsphase ab 2007 in die Verantwortung mit einbezogen.

Die Bauingenieure *WGG Schnetzer Puskas*, mit Tivadar Puskas und Jan Stebler aus Basel sind für die Gesamtstatik sowie für den Stahlbau und die Foundation verantwortlich.

Das *Holzbaubüro Reusser* hat zusammen mit den Bauingenieuren das Tragwerk entwickelt und die Detail- und Fassadenplanung, sowie eine 3 stufige Ausschreibung erarbeitet. Ausserdem sind wir Brandschutzbeauftragte für das Projekt und erstellten in dieser Funktion, beraten durch Prof. Mario Fontana, ETHZ, ein objektbezogenes Brandschutzkonzept, welches vom VKF gutgeheissen wurde.

Für die Ausführung haben wir eine Planergemeinschaft mit *SJB Kempter Fitze AG*, Herisau, Christian Keiser, gebildet.

Als Holzbauunternehmer ist die *Holzbau AG* in Mörel VS verpflichtet worden. Die Holzbau AG hat auch die Werkplanung erstellt.

### 3. Lage

Die Hütte steht auf rund 2900 Meter über Meer an spektakulärer Lage auf dem Granitvorsprung „Untere Plattje“ zwischen Gornergletscher, Grenzgletscher und Monte Rosa Gletscher. Sie ist mit einem 2 ½ stündigen Fussmarsch ab Station Rotenboden der Gornergratbahn zu erreichen.

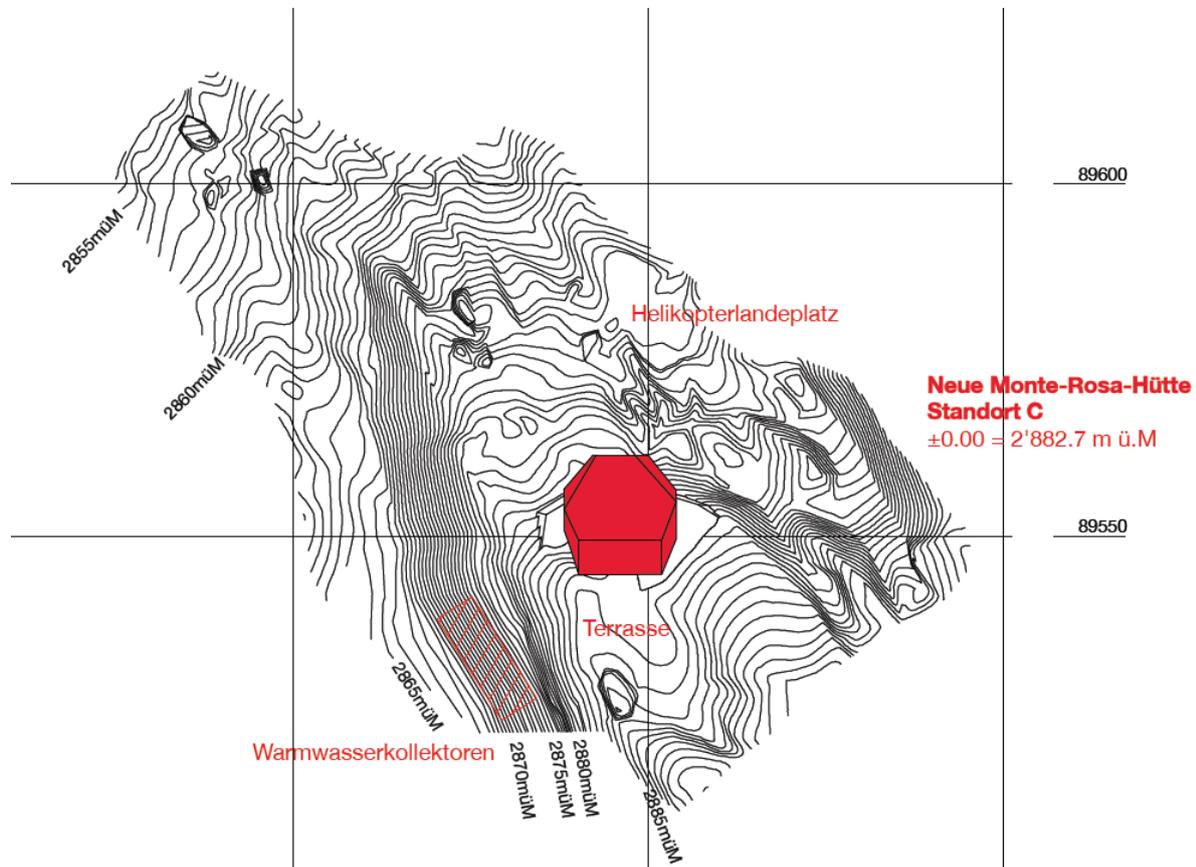


Abb. 3 Situation

### 4. Die Hütte

Für bis zu 120 Personen soll das Berggasthaus dereinst Platz bieten. Diese verteilen sich auf 18 Gästezimmer mit 4 bis 10 Betten. Im Restaurant sollen ebenso viele Gäste bewirtet werden können.

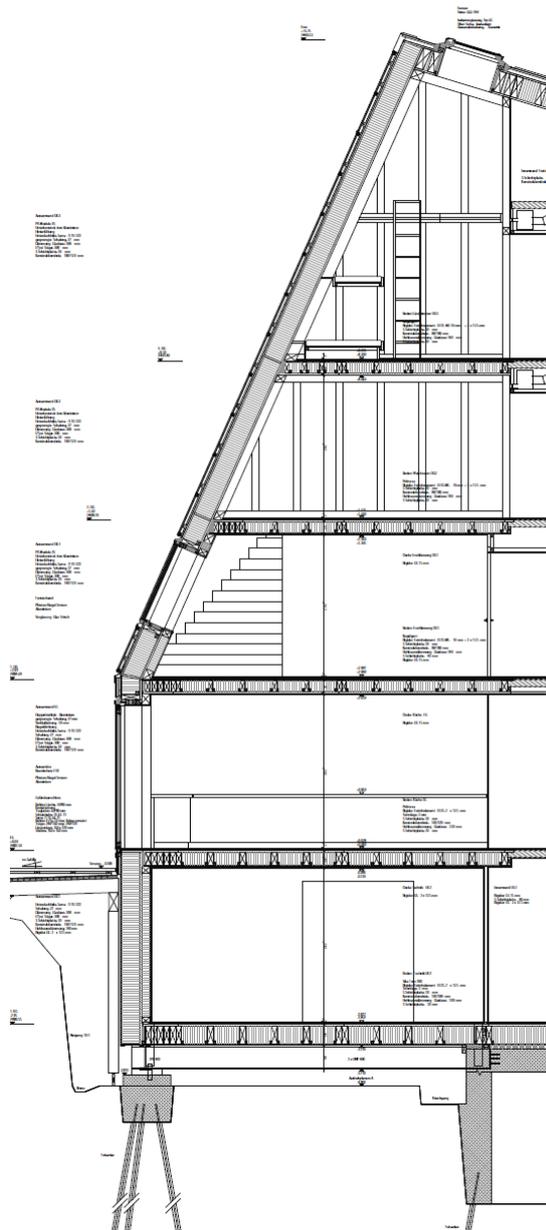


Abb. 4.1 Querschnitt Süd

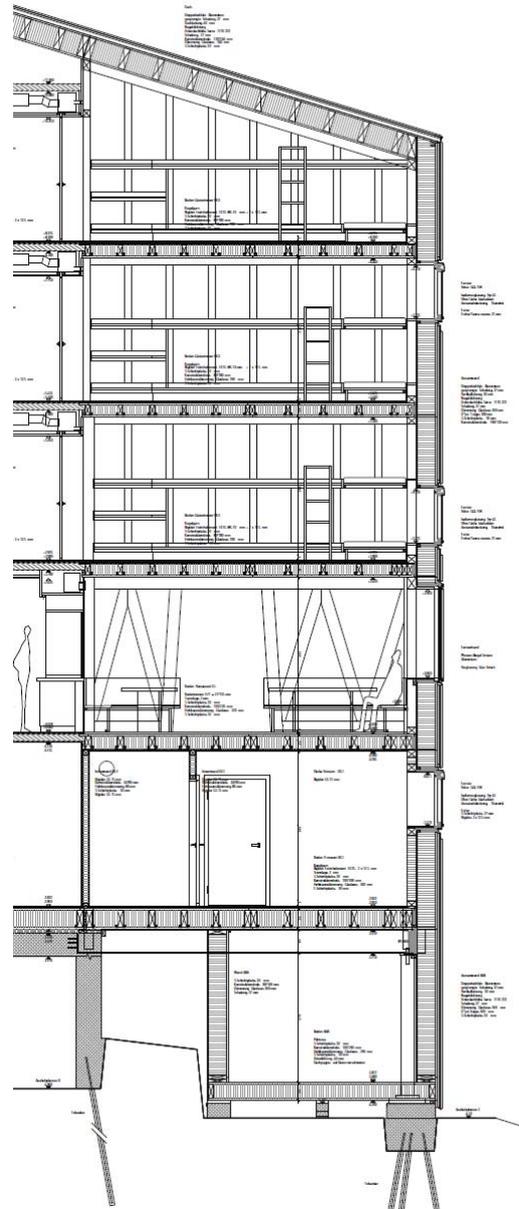


Abb. 4.2 Querschnitt Nord-

Die Hütte ist 5-geschossig

Im Untergeschoss liegen neben dem Winterraum die Technik- und Lagerräume. Darunter liegt ein weiterer kleiner Raum in welchem die Kläranlage untergebracht ist.

Im Erdgeschoss befindet sich der Hauptzugang. Dort sind der Empfang, die Küche und das Restaurant.

In den 3 Obergeschossen sind die Schlafräume untergebracht. Im 1. Obergeschoss befinden sich die Räume des Hüttenwirts. Auf den ersten zwei Obergeschossen befinden sich ausserdem WC-, Toiletten- und, für eine SAC-Hütte nicht selbstverständlich, sogar Duschräume.

Die Treppe windet sich kaskadenförmig der Fassade entlang.

Im Erdgeschoss zieht sich ein Panorama-Fensterband beinahe um das ganze Gebäude und steigt dann parallel mit der Treppe in die Höhe. Die übrige Befensterung besteht aus einzelnen in die Fassade eingebauten Dachfenstern.

Bewartet wird die SAC –Hütte von März bis September. In der übrigen Zeit steht für Alpinisten der Winterraum zur Verfügung.

Der Grundriss ist ein unregelmässiges Acht-Eck mit einem maximalen Durchmesser von 20m. Zehn Achsen verlaufen regelmässig durch das Gebäude. Sie schneiden sich alle im gleichen Punkt. Je höher das Gebäude, desto kleiner wird der Grundriss. Die Fassaden knicken gegen innen, aber weder regelmässig noch gleichseitig. Einzig die Nordfassade zieht sich senkrecht in die Höhe. Die Südfassade bietet die grösste gerade Fläche; auf dieser sind die Solarpanels angeordnet. Abgeschlossen wird das Gebäude mit einem gegen Norden abfallenden, 17° steilen, Schrägdach. Es entsteht ein kristallförmiger Körper, welcher im Inneren komplexe Geometrien schafft.

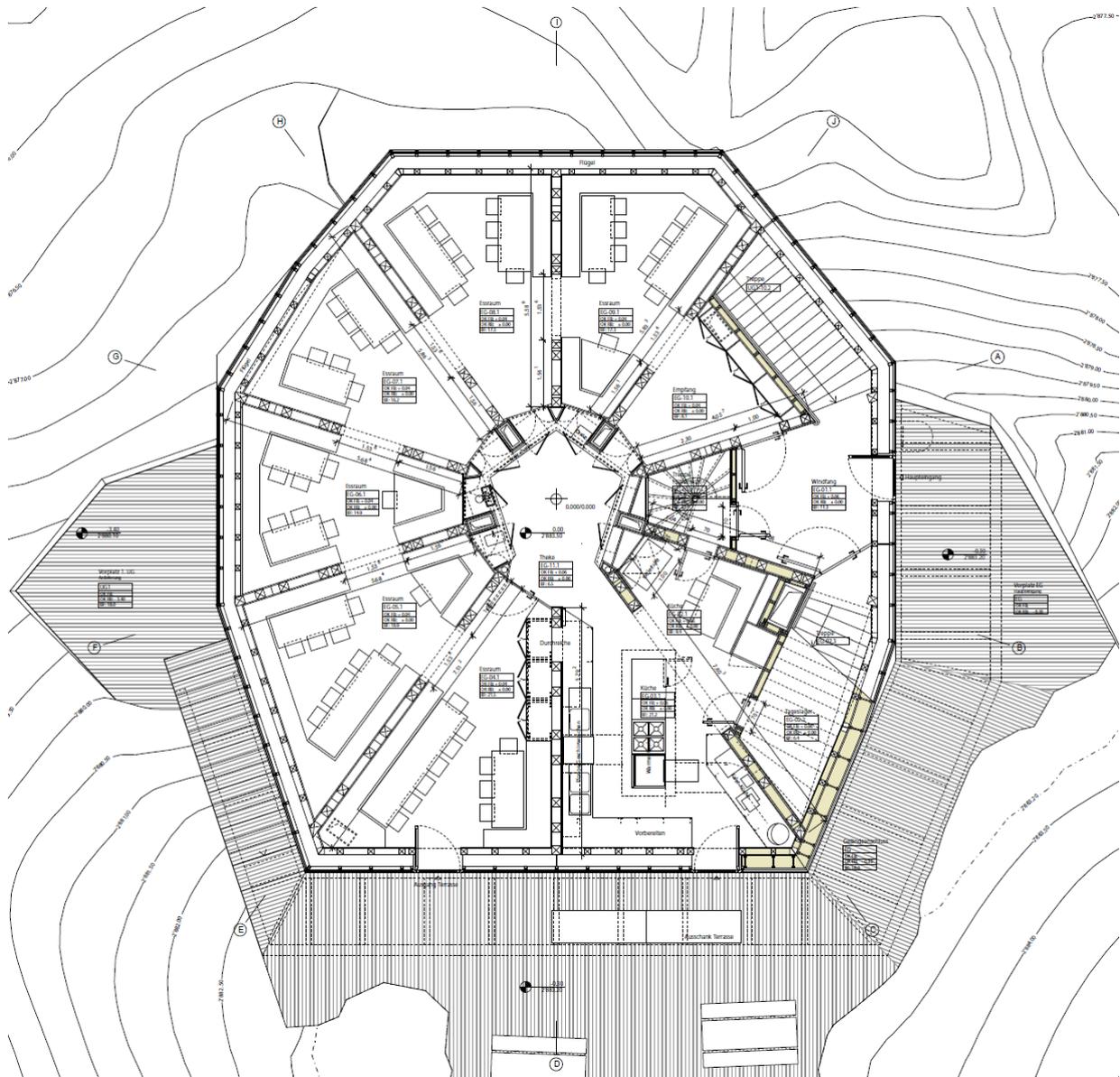


Abb. 5 Erdgeschoss (Empfang, Restaurant, Küche) mit Umgebung

## 5. Entwicklung der Konstruktion

Im Lauf der Entwicklung der Hütte in die heutige Form, sind auch verschiedene Aussteifungskonzepte zur Anwendung gekommen. Als die Hütte der endgültigen Version ähnlich sah, standen drei Varianten zur Debatte.

### 5.1 Konzept 1: Kernraum aus Stahl

Im Projekt „Glänzling“ aus dem Wintersemester 2004/2005 besteht der Kern aus einer Stahlstruktur, welche das Gebäude aussteift. Die ersten zwei Geschosse sind mit Stahlkabelverspannungen zwischen den Rohrstützen und einem Kranz aus Profilträger in Deckenhöhe versteift. Die oberen Geschosse sind mit biegesteifen Anschlüssen am Stahlkranz angeschlossen. Darum herum und im Kern sind die steifen Decken aus Holz angeordnet. Die Verspannung in den oberen Geschossen ist nicht möglich, weil durch den Kernraum die Zimmer erschlossen werden.

Die untersten zwei Decken sind in Doppel-T-Stahlträger eingeschoben. Innen- und Aussenwände übernehmen in diesem Konzept nur untergeordnete Aufgaben in der Stabilisierung.

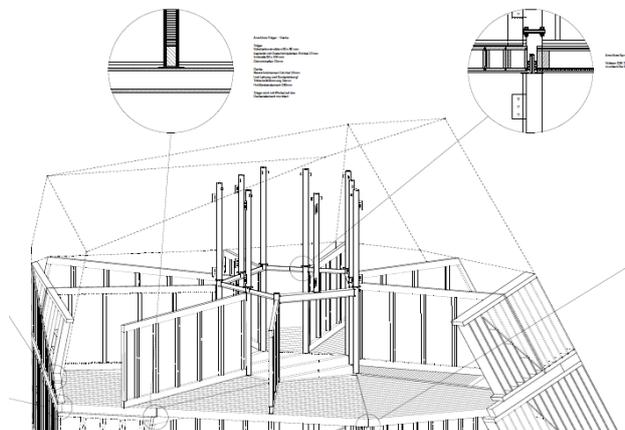


Abb. 6.1 Kernstruktur aus Stahlprofilen

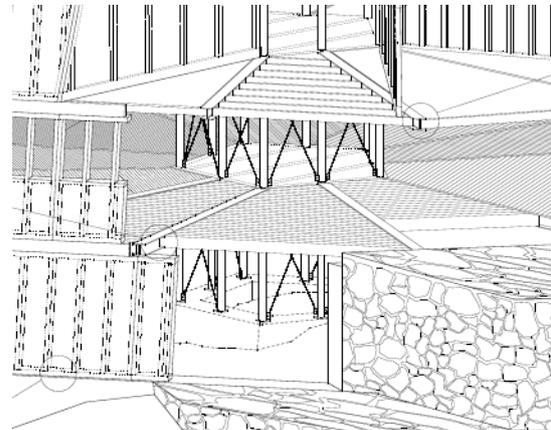


Abb. 6.2 Verspannungen

Im Jahresverlauf herrschen in der Hütte sehr unterschiedliche Temperaturen (5 – 20°C) und durch die Nutzungszeit unterschiedliche Luftfeuchtigkeiten (15 – 65%), sowie daraus resultierende Holzgleichsfeuchten (5 - 9%). Diese Daten wurden mit Hilfe einer Simulationsrechnung des Bauphysikers Christoph Keller, BWS Labor, Winterthur aufgrund realer, vergleichbarer Klimadaten und Daten aus einer Gebäudesimulation der Haustechnikplaner, erhoben. Die Situation präsentiert sich sehr unterschiedlich, je nach dem ob die Hütte bewartet (bis 120 Personen), unbewartet (nur Winterraum ist offen) oder ob sie sich in den Übergangphasen befindet. Gerade diese Phasen sind die Heikelsten, da die Temperaturen nach unten zeigen, die Feuchtigkeit durch die 120 Gäste aber immer noch in der Luft vorhanden und in der Konstruktion eingelagert ist (Nachsaison), oder aber die Temperaturen in der Hütte zu steigen beginnen und die Luft ohne Feuchtigkeitsproduktion durch Menschen sehr trocken ist (Vorsaison).

Das unterschiedliche Verhalten von Stahl und Holz in Bezug auf Temperatur- und Feuchte-  
dehnung ist unter diesen Bedingungen sehr schwer in den Griff zu bekommen, resp. führt zu nicht kalkulierbaren Kräften und Zwängungen, so dass dieses Konzept verworfen wurde.

## 5.2 Konzept 2: Aussteifende Fassade

Die weitere Entwicklung führte zur aussteifenden Fassade. Wie bereits in der vorher geprüften Variante sind die Aussen- und Innenwände als beidseitig geschlossenen Holzrahmenbau konzipiert. Im Erdgeschoss trägt ein geschosshoher Strebenträger entlang der Fassade. Davor steht eine vollflächige Verglasung. Der Träger mitsamt der Verglasung zieht sich entlang der Treppe spiralförmig um den Körper. Die lastabtragenden Innenwände sind als ebenfalls geschosshohe Träger ausgebildet, welche von der Aussenwand bis in den Kern spannen.



Abb. 7 Zwischenstand Bauprojekt 2006  
Visualisierung: Studio Monte Rosa, Prof. Andrea Deplazes, D-ARCH, ETHZ

Dies ermöglicht ein weitgehend stützenfreies und offenes Restaurantgeschoss. Die Schwierigkeit dieses Konzeptes liegen gerade in der Ausbildung der Innenwandscheiben, weil diese unregelmässig Öffnungen für Türen aufweisen, sowie in der, wegen der komplexen Form der Hülle, überzeugenden Anordnung des Strebenfachwerks.

Schlussendlich legten aber strukturelle Bedenken und Kostenüberlegungen einen direkteren Lastabtrag nahe.

## 5.3 Konzept 3: Aussteifende Innenwände

Durch tragende und aussteifende Achsenwände werden sowohl die Fassade als auch der Kernraum freigespielt. Im Erdgeschoss hingegen, finden sich die durch die strengen Achsen definierten Raumzellen wieder, hier aber als offenes Strebenfachwerk, welches sowohl die Lasten aus den oberen Geschossen abtragen als auch aussteifende Funktion übernehmen können.

Die zellenförmige Struktur entspricht dem Grundwesen des architektonischen Entwurfes. Dieses relativ rigide Konzept ist für dieses Gebäude an diesem Ort darum richtig, weil es die nötige Robustheit mitbringt um den hohen horizontalen und vertikalen Lasten trotzen zu können.

Auf Wunsch der Architekten haben wir ein Tragwerk entwickelt, welches die Tragstruktur sichtbar macht. Der beidseitig verkleidete Holzrahmenbau verwischt und „homogenisiert“ eben gerade dieses. Wir haben den Rahmenbau genommen und ihn umgedreht, so dass die Rippen gegen den Raum sichtbar werden und die Platte gegen aussen gerichtet ist.



Abb. 8 Gästezimmer im aktuellen Projekt  
 Visualisierung: Studio Monte Rosa, Prof. Andrea Deplazes, D-ARCH, ETHZ

Neben der ganz anderen Optik, hat dies den Vorteil, dass die Dämmung als Paket einfach und mit wenig Wärmebrücken aussen aufgebracht werden kann. Durch die Orthogonalität der Ständer, Ober- und Untergurte bekommt die Struktur im Inneren einen ruhigen Ausdruck. Allerdings hat auch die geometrische Komplexität, bedingt durch unterschiedlichen Schrägstellungen und Brüche in der äusseren Form stark zugenommen.

In einem fruchtbaren und vielseitigen Prozess mit vielen Beteiligten ist so die „richtige“ Form und seine adäquate Spiegelung im Tragwerk gefunden worden.

## 6. Foundation und Stahltisch

Helikoptertransporte sind teuer. Beton ist schwer. Die Betonarbeiten beschränken sich deshalb auf ein Minimum. Diese bestehen aus Einzel- und Streifenfundamenten und einem Schubnocken im Zentrum.

Sie setzen auf dem massigen Granitgneis welcher sich im Permafrost befindet auf. Felsnägel sorgen für eine gute Verankerung. Als Basis für den Holzbau wird ein ausgesteifter Stahltisch mittels Stahlstützen auf die Einzelfundamente gesetzt. Die eigentliche Tragstruktur des Gebäudes wird dann elementweise darüber zusammengebaut.



Abb. 9.1 Stahltisch im Oktober 2008



Abb. 9.2 Stahltisch im März 2009

## 7. Aussteifungskonzept Holzbau

Die in zehn Achsen angeordneten Innenwände bilden das sternförmige Haupttragwerk, welches die Lasten durch das gesamte Gebäude abtragen und über den Stahltisch in die Fundation leiten. Die aussteifenden Geschossdecken sind jeweils zwischen den Innenwänden gespannt und darauf gelenkig gelagert. Die Stabilisierung gegen Wind und Erdbeben erfolgt hauptsächlich über die Innenwände. Die Horizontallasten erzeugen eine Schub- und Momentenbeanspruchung in den Tragwänden, daraus resultieren teilweise abhebende Reaktionen in den Wandfussbereichen. Für die Gesamtstabilität des Gebäudes wird zudem pro Geschoss jeweils auch ein Element zur Stabilisierung gegen Verdrehung des Bauwerks eingesetzt. Dies sind in den oberen Geschossen Teile der Fassadenkonstruktion und ab 1.Obergeschoss die Treppenholmen, weil hier nicht genügend geschosshohe Fassadenteile zur Verfügung stehen. Der betonierte Schubnocken und die Verspannung des Stahltisches leiten diese Kräfte in die Fundamente.

## 8. Einwirkungen

Die Nutzlasten sind nach SIA Norm 261 angenommen:

Erschliessung		4.0 kN/m <sup>2</sup>
Obergeschoss 1. – 3.	Zimmer / Sanitärräume	2.0 kN/m <sup>2</sup>
Erdgeschoss	Essraum / Küche	3.0 kN/m <sup>2</sup>
Untergeschoss 1	Lager / Technik	5.0 kN/m <sup>2</sup>

Als Schneelast wurde unter Berücksichtigung der Windverfrachtungen 12.0 kN/m<sup>2</sup> angenommen.

Die Annahmen für die Windlasten sind nach SIA 261 und in Absprache mit Dr. J. A. Hertig, EFLUM-EPFL getroffen worden. Die getroffenen Lastannahmen entsprechen einer maximalen Windgeschwindigkeit von ca. 250 km/h. Daraus ergibt sich ein globaler Winddruck von 2,9 kN/m<sup>2</sup>. Lokal, zum Beispiel entlang von Gebäudekanten können deutlich höhere Windlasten auftreten. Für die Bemessung der Fassadenbefestigung sowie die Eckverbindungen der Holzelemente muss von einem maximalen lokalen Winddruck und –sog von  $q_k(\text{lokal}) = 5,0 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen werden.

Die Einflussparameter für Erdbeben sind  
 Erdbebenzone Z3b ( $a_{gd} = 1.6 \text{ m/s}^2$ )  
 Bauwerksklasse BKW I  
 Baugrundklasse A (harter Fels)

Bemessen wurde die Erbebenlast nach dem Ersatzkraftverfahren unter Annahme eines mittleren duktilen Tragwerksverhalten (Verhaltensbeiwert  $q = 2.5$ ) in alle Richtungen.

Die Erdbebenlast wird für die horizontalen Lasten massgebend in den oberen zwei Geschossen. Darunter wird die Windlast massgebend.

Mit dem objektbezogenen Brandschutzkonzept ist die Einwirkung Brand für das Tragwerk festgelegt worden. Brandschutzmässig gilt die Hütte als 4-geschossig weil die Geschossigkeit nach VKV in Bezug auf das Zugangsgeschoss (EG) betrachtet wird. Das Konzept wurde nötig, weil nach den gültigen Vorschriften des VKF für abgelegene Beherbergungsbetriebe höchstens 2 Geschosse in brennbarer Bauweise erstellt werden dürfen.

Anforderungen für das Tragwerk gemäss Brandschutzkonzept:

Erschliessung	REI 60 / EI 30nbb
Obergeschoss 1. – 3.	REI 30
Erdgeschoss	REI 60
Untergeschoss 1	REI 60 / EI 30nbb

## 9. Bauteile

### 9.1 Decken

Untergeschossboden und Dach sind als ausgedämmte Rippenträger konzipiert. Die Zwischendecken sind statisch als Hohlkastenträger ausgebildet, mit beidseitig aufgeleimten Dreischichtplatten (30mm) beplankt und mit brandschutzwirksamer Dämmung gefüllt.

### 9.2 Aussenwand

Der Stab/Plattenverbund ermöglicht eine schlanke Konstruktion. Je nach Geschoss sind die Stäbe 120/120mm, resp. 120/140mm im Querschnitt (C24, schichtverleimt) und einer 30mm Dreischichtplatte.

Durch die hohen Windlasten ist die Konstruktion auch als Biegeträger beansprucht.

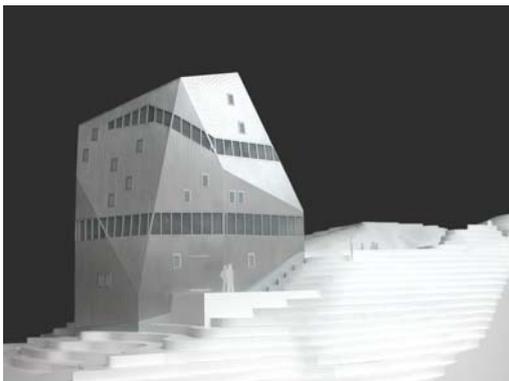


Abb. 10.1 Westfassade  
Modellaufnahmen Studio Monte Rosa



Abb. 10.2 Südfassade

### 9.3 Achsenwände

Das Kernstück der vertikalen Lastabtragung und Aussteifung, die Achsenwände, haben je nach Geschoss unterschiedliche Bauweisen.

Im Geschoss mit den höchsten Lasten, dem 1.UG, sind sie als geschlossene Scheiben ausgebildet. Der Obergurt übernimmt die Kräfte aus den oberen Geschossen. Die beidseitig auf den BSH-Rahmen (GL24h, Dim. 180/240 mm) aufgeleimten 40mm starken Kerto-Q Platten leiten sie weiter auf den Stahltisch.

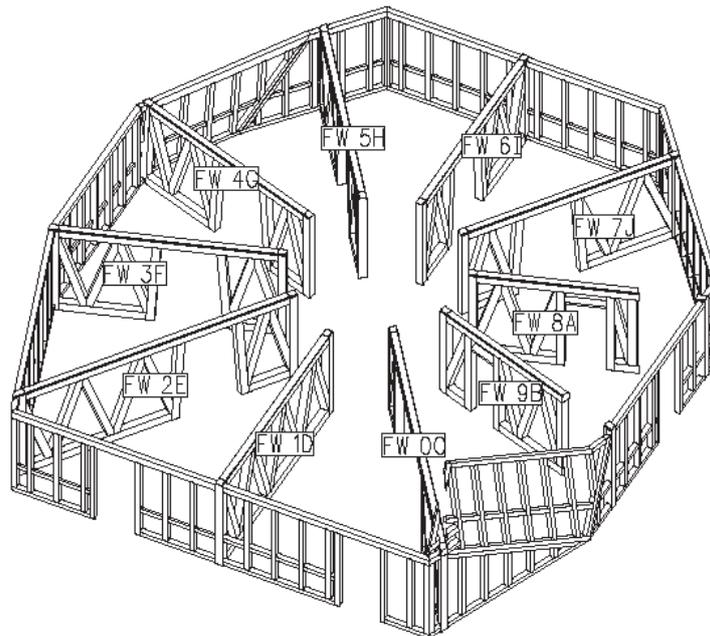


Abb. 11 Wände im Erdgeschoss. Im Vordergrund die Südfassade

Die Erdgeschosswände werden durch Strebenfachwerke im BSB-System gebildet mit Stab-Querschnitten von 200/200mm. Sie sind brandschutzmässig auf 60 Min. Abbrand bemessen.

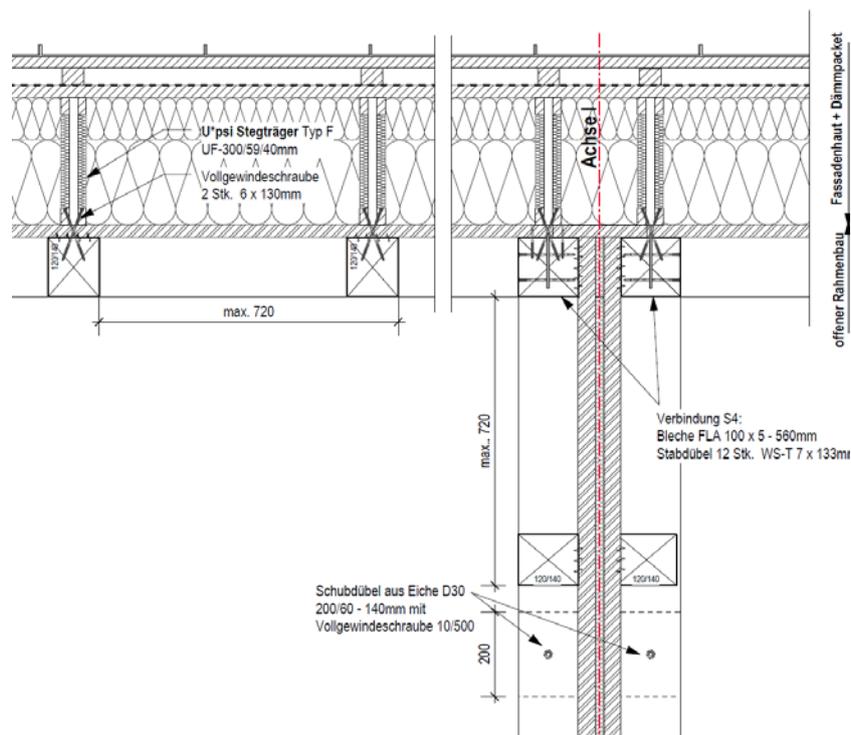


Abb. 12 Innen- und Aussenwand im 1.Obergeschoss

Die Obergeschosswände sind als Stab/Plattenverbund (C24, schichtverleimt 120/120mm resp. 120/140mm, 30mm Dreischichtplatte) konzipiert. Sie stehen paarweise, Rücken an Rücken. Das System ist auf 30 Min. Abbrand bemessen.

## 10. Schubverbindung

Die relativ starren Wände, weisen ein überwiegend sprödes Bruchverhalten auf. Für ein gutmütiges (duktiles) Gesamtverhalten des Tragwerkes, werden sie darum mit duktilen Schubverbindungen versehen.

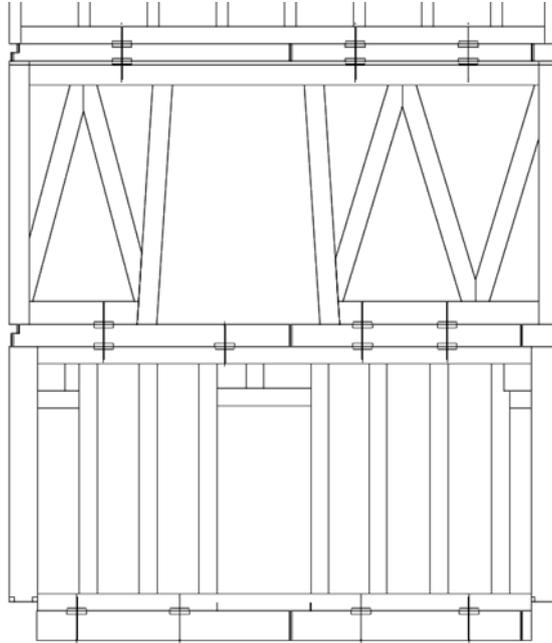


Abb. 13 Schematische Darstellung Schubdübelverteilung 1 UG– 1.OG in den Achsenwänden.

Die Wahl ist auf Hartholz-Schubdübel gefallen. Damit können relativ hohe Lasten übertragen werden und montagetechnisch sind sie einfach zu handhaben. Sie sind so bemessen, dass sich die Fasern der Hirnholzflächen aus Fichtenholz quetschen, bevor ein Sprödbbruch durch Abscherung des Vorholzes oder des Dübels erfolgt. Wichtig für diese Verbindung sind die Passgenauigkeit und die Holzfeuchtedifferenz beim Einbau (ca. 4%). Gegen Verdrehung sind sie mit Vollgewindeschrauben & 10mm, welche mittig bei jedem Dübel angeordnet sind, gesichert.

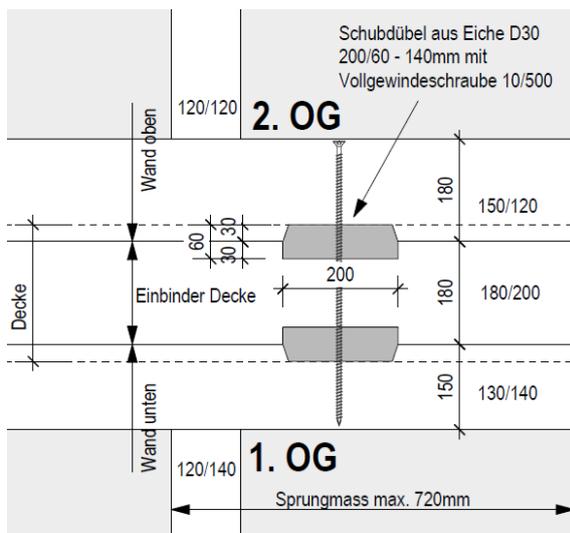


Abb. 14.1 Schnitt durch Einbinder mit Schubdübel

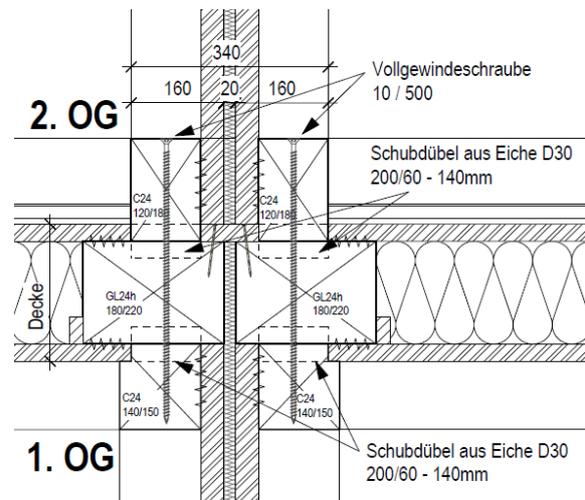


Abb. 14.2 Querschnitt Achsenwand



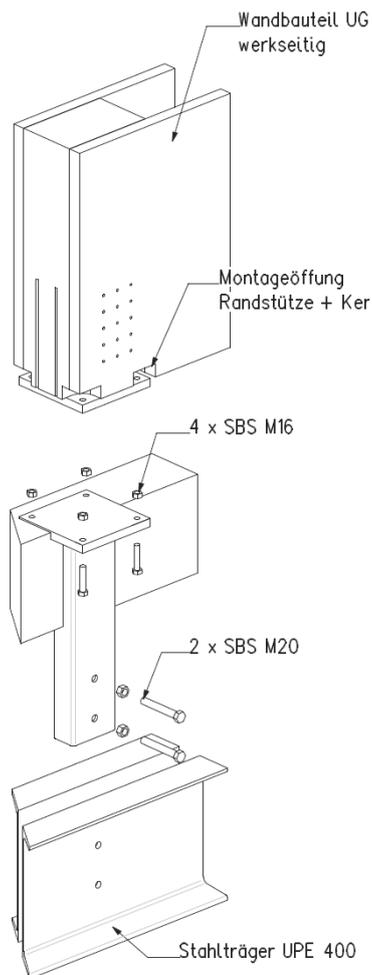


Abb. 17.1 Explosionszeichnung des Stahlteils Typ 1. mit Anschluss auf den Stahlisch.

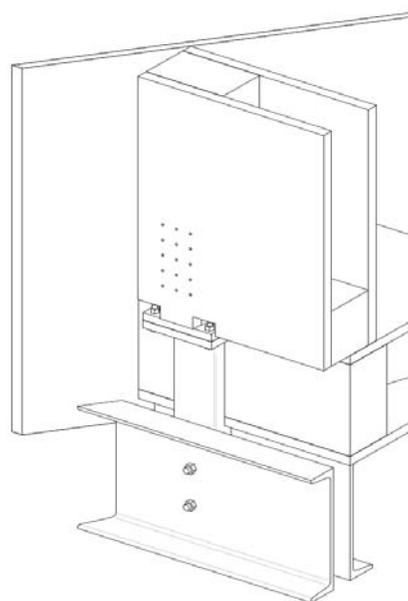


Abb. 17.2 Stahlteil Typ 1 in montiertem Zustand

Infolge hoher Beanspruchung sind für die Schweissung bei den Stahlteilen vom UG bis in das 1.OG Nähte mit der Qualitätsanforderung der Gruppe B (Hochwertige Güte) gefordert.

Stark erschwerend während der Montage sind die lokalen Wetterverhältnisse. Es muss im Hochgebirge jederzeit mit kühler Witterung, Schneefall, Regenfall und Sturmwinden gerechnet werden. Montagetechnisch waren daher einige Überlegungen nötig, bis eine für alle Seiten befriedigende Lösung gefunden werden konnte.

## 12. Termine

Der Beginn der Montagearbeit für den Holzbau ist auf 04.05.2009 gesetzt. Sofern es die Schnee und Witterungsverhältnisse zulassen, steht das Gebäude im Rohbau bis Ende Juni. Die Arbeiten an der Neuen Monte Rosa Hütte sollen nach Bauprogramm bis Ende September, dem mutmasslichen Einbruch des Winters, abgeschlossen sein.

Der Baufortschritt kann unter [www.neuemonterosahuette.ch](http://www.neuemonterosahuette.ch) nachverfolgt werden.