



Bauen mit Holz, dem nachwachsenden  
Baustoff mit Zukunft



Abbildung 1: Bauprojekt Lerchenhalde in Zürich Affoltern



### Abstract

Während der Holzbau bei der Planung und Erstellung von Einfamilienhäusern und im landwirtschaftlichen Bauen schon seit langer Zeit zu den geläufigen Bauweisen zählt, ist er bis vor Kurzem fast gänzlich aus dem Stadtbild verschwunden. Das beginnt sich zu ändern, denn initiiert von engagierten Investitionsgesellschaften wie Wohnbaugenossenschaften und Anlagestiftungen mit wachsendem Umweltbewusstsein entstehen neue mehrgeschossige Wohnbauten, die den Baustoff Holz wieder für viele Menschen erlebbar machen.

Die Henauer Gugler AG unterstützt Investoren, Architekten und Bauherren mit ihrem fundierten Wissen als Bauingenieur, tritt beratend und umsetzend als „Drehscheibe“ zwischen Planung und Ausführung auf und hält dabei Kosten und Nutzen im Blick.

# Luegislandstrasse (2019-2023)



## **Projekt: Neubau und Sanierung Wohnüberbauung, 8051 Zürich** **Bauherrschaft: Private Bauherrschaft**

Das bestehende Wohngebäude in Zürich Schwamendingen (Jahrgang 1968) befindet sich in einem schlechten baulichen Zustand. Ziel der Bauherrschaft ist es, eine höhere Wohnqualität bieten zu können und eine bessere Ausnutzung der Parzelle zu erreichen. Das Gebäude soll ertüchtigt und um zwei zusätzliche Geschosse aufgestockt, die bestehende Tiefgarage saniert werden.

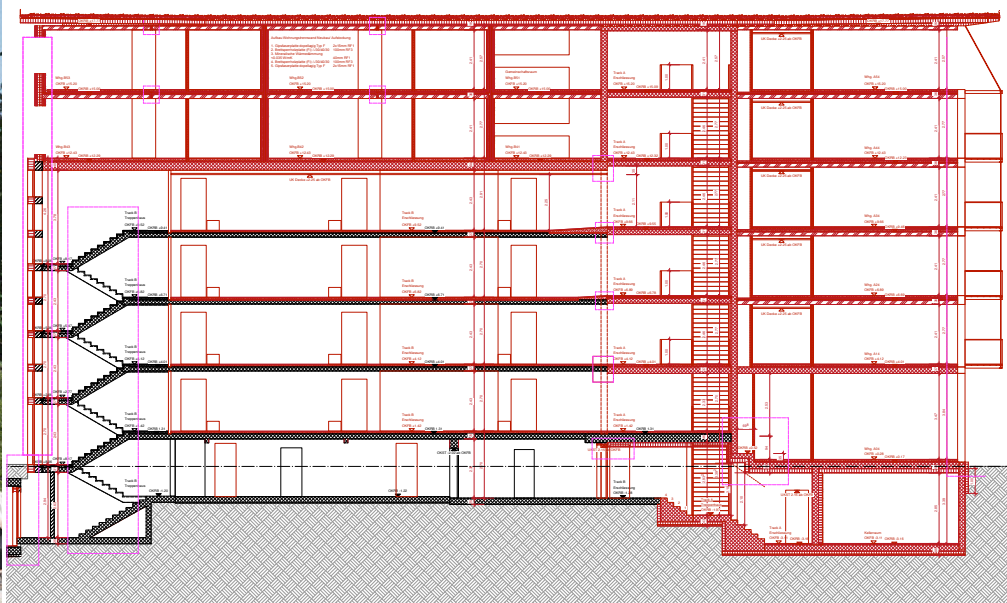
Am strassenzugewandten Gebäudeende soll rechtwinklig dazu ein Ersatzneubau entstehen, mit einem Untergeschoss und sechs Geschossen über Terrain. Die Aufstockung des bestehenden Gebäudes und die Geschosse des ersten bis fünften Obergeschosses des Ersatzneubaus werden in Holzbaweise errichtet. Wir dürfen im Auftrag der Bauherrschaft sämtliche Ingenieurleistungen

erbringen. Die Planung des Holzbau wird bis und mit der Phase Ausschreibung durch uns erarbeitet. Die Ausführungsstatik und die Werkplanung werden zur Umsetzung einem Holzbau-Unternehmen übertragen. Die Unterlagen des Unternehmers werden bezüglich deren technischen Richtigkeit (Normen, Abmessungen etc.) durch uns geprüft, die fachgerechte Umsetzung wird durch uns begleitet.



Abbildung 2: Visualisierung der Überbauung. Im linken Trakt handelt es sich bei den vier unteren Geschossen um das ursprüngliche Gebäude, das saniert wird [MOKA Architekten].

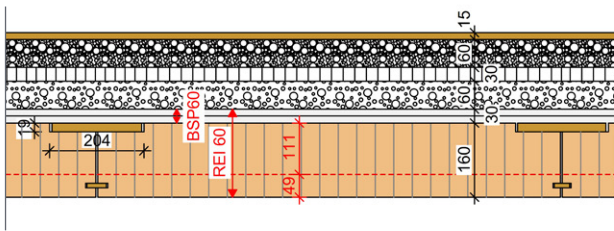
Abbildung 3: Vertikalschnitt durch die zwei Gebäudetrakte [MOKA Architekten]



### Architektonische Herausforderungen

Die beiden Gebäude, der Neubau Trakt A und der aufgestockte Bestandesbau Trakt B, sind fugenlos zusammengebaut. Im Neubau wird ein Treppenhauskern aus Stahlbeton erstellt, der beide Gebäudetrakte erschliesst. Das Unter- und Erdgeschoss werden im Neubau in Massivbauweise (Stahlbeton und Mauerwerk) ausgeführt. Im Bestandsbau sind die Geschossdecken sehr dünn ausgebildet. Damit ein mehr oder weniger stufenloser Übergang zwischen den Trakten mög-

lich ist, wird die Anforderung gestellt, das Deckensystem im Neubau ebenfalls so schlank wie möglich zu planen. Da die Wohneinheiten relativ klein gewählt sind, müssen zusätzlich neue Wohnungstrennwände eingebaut werden. Damit der Verlust an Wohnraum so gering wie möglich gehalten werden kann, müssen diese Wände ebenfalls schlank ausgebildet werden. Das Aussenwandbekleidungs-system besteht aus einer hinterlüfteten Holzschalung.

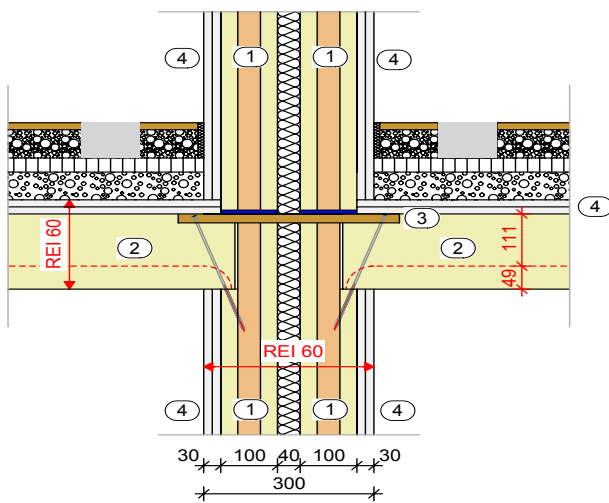


#### Aufbau Geschossdecke:

Von oben nach unten.

Eichenparkett	15 mm, RF2
Anhydrit Unterlagsboden	60 mm, RF1
Trittschalldämmung (80 kg/m <sup>3</sup> )	30 mm, RF1
Gebundene Splittschüttung, feucht eingebracht	60 mm
Gipsfaserplatte doppelagig Typ F	2 x 15 mm, RF1
Brettschichtholz-Träger liegend	160 mm, RF3
Fugen bei den Trägerstößen < 5 mm	

Abbildung 4: Vertikalschnitt durch die Geschossdecke mit den liegenden Brettschichholzträgern



#### Bodenaufbau (von oben nach unten)

Eichenparkett	15 mm
Anhydrit Unterlagsboden	60 mm
Trittschalldämmung	30 mm
Gebundene Splittschüttung	60 mm

1) Wandscheibe Brettsper Holz	100 mm
2) Geschossdecke Brettstapel	160 mm
3) Holzwerkstoff, zur Ausbildung einer Deckenscheibe	19 mm
4) Brandschutzmassnahme	30 mm

Abbildung 5: Auftagersituation Wohnungstrennwand / Geschossdecke

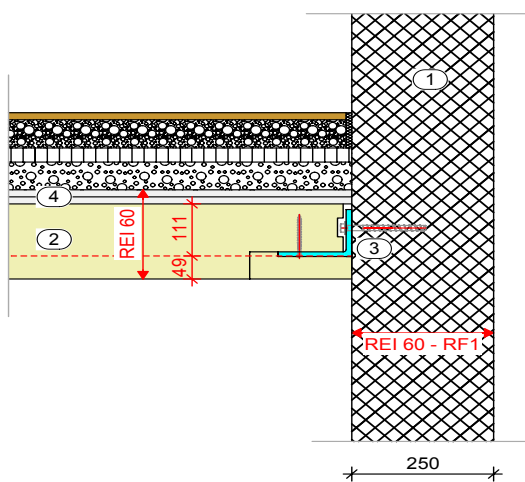
## Statische Herausforderungen

Die horizontale Aussteifung (Wind und Erdbeben) des Trakts A (Neubau) wird in Längsrichtung mit dem neuen Erschliessungskern und in Querrichtung über die Brettsper Holzwände sichergestellt. Die Lastverteilung erfolgt über die entsprechend steif ausgebildeten Deckenkonstruktionen. Im Trakt B (Bestandesbau) werden einzelne, bestehende Innenwände ertüchtigt, sodass die Gebäudeaussteifung im Zusammenspiel mit dem neuen Erschliessungskern die Anforderungen erfüllt.

## Bauphysikalische Herausforderungen

Die Geschossdecken werden mit liegenden Brettschichtholzträgern umgesetzt, die mit einer Holzfeder und einem in das Deckensystem eingelassenen Holzwerkstoff verbunden werden (Abb. 4). Die Unterseite der Träger wird geschliffen und bleibt als fertige Deckenunterseite sichtbar und erlebbar. Damit die Brandschutz-Anforderungen erfüllt werden können, wird auf der Oberseite der Brettschichtholzträger eine Brandschutzplatte mit einem Feuerwiderstand von 60 Min. appliziert.

Die Wände sind aus Brettsper Holzplatten gefertigt. Die Aussenwände und die tragenden Innenwände sind einschichtig (aus einer Platte), die Wohnungstrennwände sind aus Gründen der Schallentkoppelung zweischichtig (aus zwei Platten) gefertigt.



#### Bodenaufbau (von oben nach unten)

Eichenparkett	15 mm
Anhydrit Unterlagsboden	60 mm
Trittschalldämmung	30 mm
Gebundene Splittschüttung	60 mm

1) Stahlbetonwand	100 mm
2) Geschossdecke Brettstapel	160 mm
3) Stahlwinkel zur Auflage und Fixierung der Geschossdecke	
4) Brandschutzmassnahme	30 mm
5) Holzabdeckung, minimale Stärke von 48 mm erforderlich, damit der Stahlwinkel vor der Brandeinwirkung geschützt ist	48 mm

Abbildung 6: Anschluss der Geschossdecken an den Erschliessungskern

### Synthese der Herausforderungen

Im Bereich der Wohnungstrennwände und der tragenden Innenwände werden die Deckenelemente unterbrochen. Einerseits, damit eine Schallübertragung von Wohnung zu Wohnung über das Deckensystem verhindert wird, andererseits, damit der Vertikallastabtrag über die Wände ohne Querholz und somit ohne grössere Setzungen gewährleistet werden kann. Die Geschossdecken werden über einen

Stahlwinkel mit dem Erschliessungskern kraftschlüssig verbunden. Da die Geschossdecken als aussteifende Scheiben wirken, muss der Anschluss sowohl vertikal sowie auch horizontal Kräfte übertragen können. Der Stahlwinkel wird vor dem Aufrichten der jeweiligen Decke am Kern verankert.



### Fazit:

Dieses spannende Projekt vereint Bestehendes mit Neuem, Umbau mit Neubau, sowie Massivbau mit Holzbau. Es zeigt auf, wie dank gezielter Bestandsanalysen und frühzeitiger Detailplanung langfristige und nachhaltige Tragstrukturen entwickelt werden können, ohne dass Bestehendes vollständig weichen muss. Ganzheitliches Denken und Handeln steht insbesondere bei derartigen Planungs- und Bauaufgaben im Vordergrund. Wir unterstützen unsere Auftraggeber vollumfänglich in allen Projektphasen und beraten fachübergreifend.





Abbildung 7: Bild linke Seite: Foto des Gebäudes vor dem Umbau.  
Bild rechte Seite: Visualisierung des Gebäudes nach  
Bauvollendung [MOKA Architekten].

# Zentrum Tödi Horgen, 2020-2024



## **Projekt: Neubau in Hybridbauweise: 185 Wohneinheiten, Pflegezentrum und Kita, 8810 Horgen Bauherrschaft: Baugenossenschaft**

Das Ziel der Bauherrschaft ist die Realisation einer Mehrgenerationensiedlung mit Alterspflegezentrum, Kindergarten, Restaurant und kostengünstigem, modernem Wohnraum.

Das bestehende Altersheim Tödi, das ca. 1930 erbaut und 1970 erweitert wurde, soll durch einen zeitgemässen Neubau ersetzt werden. Mittels zukunftsgerichteten und flexiblen Wohnformen, wie beispielsweise

Clusterwohnungen, sollen 185 Wohneinheiten realisiert werden.

Dank innovativer Verwendung des Baustoffs Holz und der Photovoltaik-Aussenwandverkleidung ist dies ein energieeffizientes und wartungsarmes Bauprojekt, welches den 2000-Watt-Standard erfüllt.

Wir erbringen in diesem Projekt als Planungspartner sämtliche Bauingenieurleistungen und sind verantwortlich für die Baugrube und

die Fundation, den Massivbau und den Holzbau. Die Bauherrschaft hat so einen einzigen Ansprechpartner für sämtliche Fragen zum Tragwerk und dem Tiefbau. Zum Einsatz kommen innovative Holzbau-Systeme wie X-Floor und Top-Wall.



Abbildung 8: Visualisierung des Bauprojekts  
Neu-Tödi [Gäumann Lüdi von der Ropp]



Abbildung 8A: Visualisierung Innenraum



Abbildung 9: Das Top-Wall-System. Kanthölzer aus Fichtenholz mit der Abmessung von 120 / 200 mm [Google].



Abbildung 10: Montierte X-Floor-Decke

### Das Bauprojekt – Kombination von Beton- und Holzbauweise

An schöner Hanglage oberhalb Horgen erhebt sich das Altersheim Tödi. Dieses soll in den nächsten Jahren einer deutlich grösseren Mehrgenerationensiedlung weichen, die beidseits der Tödistrasse auf mehrere Gebäude verteilt wird.

Die Bauherrschaft hat die Absicht, preiswerte Wohnungen für junge

Leute und Familien sowie für ältere Menschen unterschiedlicher Einkommensklassen zu erstellen und somit eine soziale Durchmischung zu fördern.

Die Tragstruktur der Gebäude, welche bis zu sieben oberirdische und zwei unterirdische Geschosse haben, wird sowohl in Stahlbeton- als

auch in Holzbauweise realisiert. Die Untergeschosse und die Erschliessungskerne werden in Stahlbeton umgesetzt, die Geschosdecken werden als Holz-Beton-Hybridkonstruktionen und die tragenden Aussen- und Innenwände in reiner Holzbauweise errichtet.



Abbildung 11: Foto des best. Altersheim Tödi vor Baubeginn

### **Eingesetzte Systeme: Rohbau mit „Top-Wall“**

Die tragenden Wände werden mittels „Top-Wall-System“ geplant und realisiert. Bei diesem Wandsystem handelt es sich um einzelne, massgeschnittene Fichtenkanthölzer, die aneinandergereiht aufgestellt werden. So entsteht eine durchgängige Wandkonstruktion, die im Stande ist, sehr hohe Lasten abzutragen. Durch die geringe Abmessung der Kanthölzer ist ein Aufrichten ohne Kran möglich, was den Bauablauf reibungslos gestaltet und die Kosten tief hält. Der hohe Holzanteil wirkt sich positiv auf den sommerlichen Wärmeschutz aus und schafft ein angenehmes Raumklima. Der relativ

tiefe U-Wert von Fichtenholz sorgt zusammen mit einer angemessenen Aussenwanddämmung für einen geringen Wärmeverlust, was die Top-Wall zu einem nachhaltigen Wandsystem macht.

### **Deckenkonstruktion: Holz-Beton-hybrid-Decke „X-Floor“**

Die Decken werden als Holz-Beton-Hybridkonstruktionen geplant und realisiert. Dieses Deckensystem besteht aus kreuzweise angeordneten Laubholzrippen, die auf einer Holzwerkstoffplatte aufgeleimt werden. Die Deckenelemente sind standardisiert und

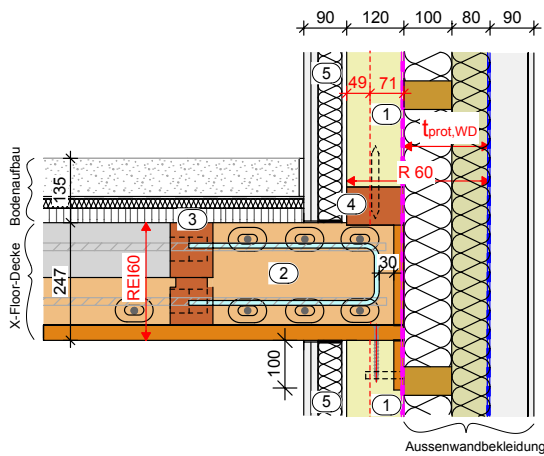


Abbildung 12: Auflager der Geschossdecke auf der Aussenwand

#### Bodenaufbau (von oben nach unten)

Gehbelag	8 mm
Zementunterlagsboden	80 mm
Trennlage PE	
Trittschalldämmung mineralisch	20 mm
Wärmedämmung EPS-30	30 mm

#### Aussenwand-Bekleidung (von innen nach aussen)

Dämmung Mineralwolle	100 mm
Dämmung Mineralwolle	80 mm
Fassadenbahn	
Hinterlüftungsebene	80 mm
Photovoltaik-Anlage	12 mm

1) Top-Wall Aussenwand	120 mm
2) X-Floor-Decke	247 mm
3) Haupttragrippe (X-Floor)	247 mm
4) Sperrholzschwelle	80 mm
5) Installationsebene	90 mm

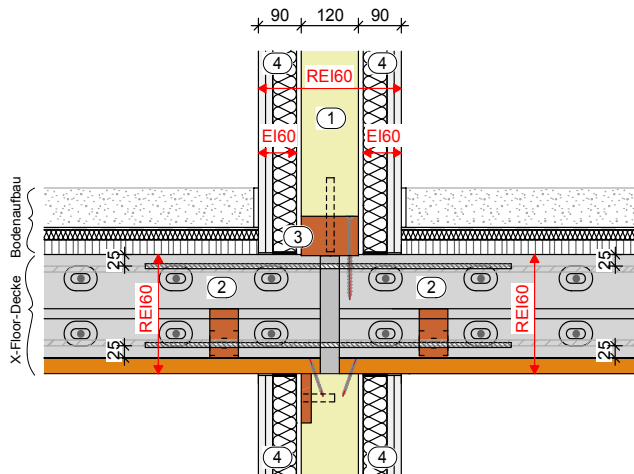


Abbildung 13: Bauteilzusammenschluss Wohnungstrennwand / Geschossdecke

#### Bodenaufbau (von oben nach unten)

Gehbelag	8 mm
Zementunterlagsboden	80 mm
Trennlage PE	
Trittschalldämmung mineralisch	20 mm
Wärmedämmung EPS-30	30 mm

#### Aufbau Wohnungstrennwand

Rigips-Platte RF	2 x 15 mm
Dämmung Mineralwolle	50 mm
Abstand zur Aufnahme Bautoleranz	10 mm
Top-Wall	120 mm
Abstand zur Aufnahme Bautoleranz	10 mm
Top-Wall	120 mm
Rigips-Platte RF	2 x 15 mm

1) Top-Wall	120 mm
2) X-Floor-Decke	247 mm
3) Sperrholzschwelle	247 mm
4) Schachtwand-System, erforderlich aus Schall- und Brandschutz-Anforderungen	90 mm

werden in Grössen von max. 2.4 m x 14 m auf den Bauplatz geliefert. Analog zu einer Stahlbetondecke wirkt die X-Floor-Decke in zwei Richtungen lastabtragend. Nach der Montage werden die Kammern der Decke ausbetoniert. Am darauffolgenden Tag kann die Decke wieder betreten und die Aufrichtarbeiten können fortgeführt werden. Die Holzwerkstoffplatte ist von hoher Qualität und die

Unterseite ist geschliffen, so dass nach dem Montieren keine weiteren Bearbeitungen mehr nötig sind und die Deckenuntersicht sichtbar bleiben kann.

#### Detailausbildung – Anforderungen an Statik und Schallschutz

Die Geschossdecke wird direkt auf den Stützen der „Top-Wall“ aufgelegt (Innen- sowie Aussenwände). Die „Top-Wall“ wird aufgrund der hohen Druckkräfte auf einer

Sperrholzschwelle aus Laubholz gelagert (siehe Abb. 12, Punkt 4). Diese wird bauseits vorgängig exakt montiert und definiert Höhe und Richtung der Wand. Wird die Geschossdecke ausbetoniert, wird so eine satte Unterfütterung der Schwelle gewährleistet.

Auf den Wohnungstrennwänden liegend, werden die Holzbauteile der „X-Floor-Decke“ aus Gründen der Schallübertragung getrennt.

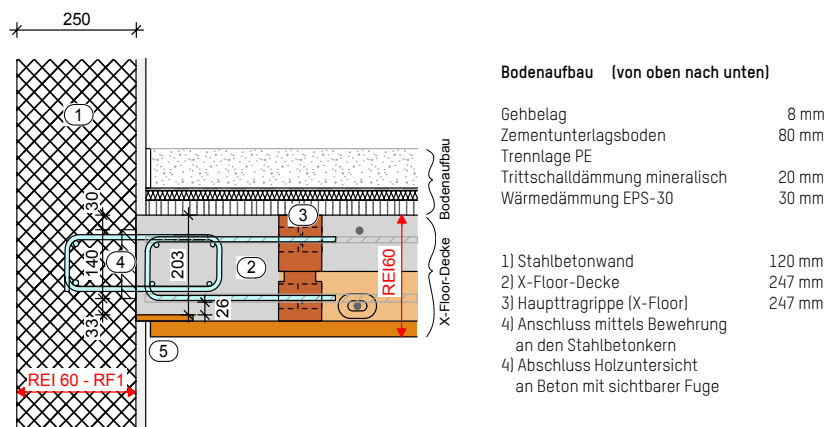


Abbildung 14: Anschluss der X-Floor-Decke an den Stahlbetonkern

Die Bewehrungsseisen und der Beton müssen aus statischen Gründen auch in diesem Bereich durchgängig verlegt werden. Trotzdem ist der Schallschutz gewährleistet. Dies ist aufgrund der hohen Masse des Betons möglich, denn dieser absorbiert den Schall genügend, sodass keine störenden Lärmemissionen zwischen den Wohnungen übertragen werden.

Die Geschossdecke muss kraftschlüssig an den Erschließungskern angeschlossen werden, damit horizontal angreifende Kräfte, wie z.B.

Windkräfte, in den Kern eingeleitet werden können. Beim Errichten des Treppenkerns werden Rückbiege-Eisen in den Beton eingelegt. Nach dem Verlegen der „X-Floor-Decke“ werden diese Eisen herausgebogen und mit der Bewehrung in der Decke verbunden.



### **Fazit:**

Bei diesem Bauobjekt handelt es sich um ein komplexes Grossprojekt mit verschiedenen Nutzungen, bei welchem hohe statische, energetische und bauphysikalische Anforderungen an das Tragwerk und an die Bauteile gestellt werden.

Durch die unmittelbare Aneinanderreihung der Top-Wall-Stützen entsteht ein sehr leistungsfähiges Wandsystem. Die X-Floordache erreicht durch den Verbund von Stahlbeton mit den Holzrippen eine optimale Ausnutzung der jeweiligen Materialeigenschaften. Beide Systeme sind perfekt aufeinander abgestimmt und somit sehr schnell aufgerichtet. Die Bauherrschaft profitiert unter anderem von einer sehr kurzen Bauzeit.

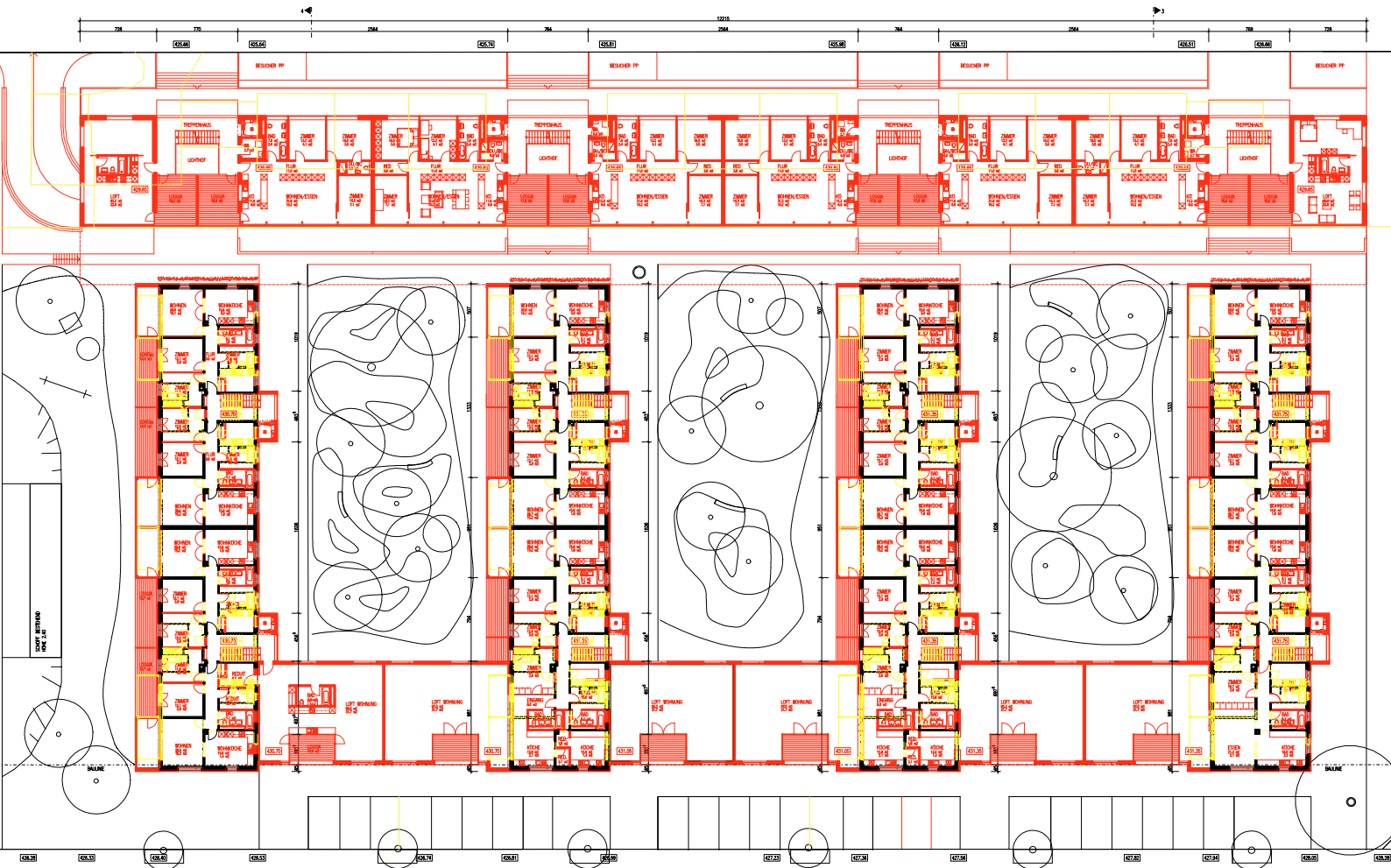
Durch den hohen Holzanteil in den Wänden und den Geschossdecken entsteht ein ökologisches und nachhaltiges Tragwerk, welches für ein angenehmes Innenraumklima sorgt und den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft genügt.





Abbildung 15:  
Visualisierung der Neubauten  
[Gäumann Lüdi von der Ropp]

# MFH Wallisellenstrasse Zürich, 2002-2008

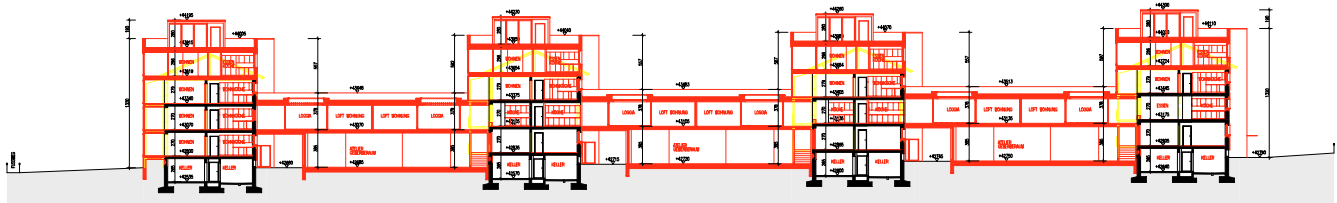


**Projekt: Sanierung und Aufstockung von vier Mehrfamilienhäusern und Errichten von drei neuen Zwischenbauten, 107 Wohneinheiten**  
**Bauherrschaft: Baugenossenschaft**

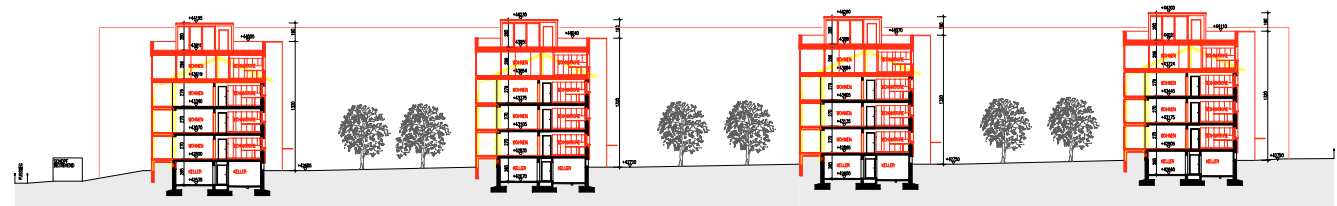
An der Wallisellenstrasse in Zürich Oerlikon hat der Strassenverkehr sehr stark zugenommen und somit auch die Lärmbelastung. Die vier direkt an der Strasse erstellten Mehrfamilienhäuser aus dem Jahr 1950 entsprechen bezüglich Schallschutz nicht mehr

dem neusten Stand der Normen, und die Grösse der Wohnungen deckt die heutigen Bedürfnisse nicht mehr ab. Im Zuge der Sanierung der Überbauung soll der Bestand ertüchtigt und die vier Gebäude um zwei Wohngeschosse aufgestockt werden. Zusätzlich

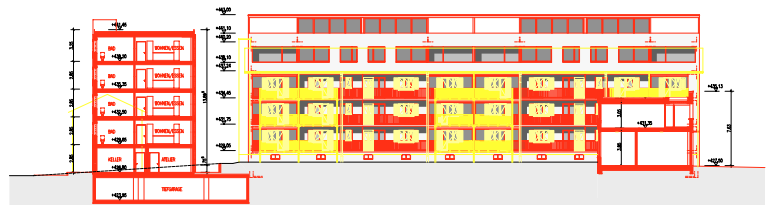
sollen auf der südlichen Seite, zwischen den Mehrfamilienhäusern, sogenannte „Zwischenbauten“ erstellt werden, zwecks Reduzierung der Schallemissionen in die Innenhöfe.



SCHNITT 1-1



SCHNITT 2-2



SCHNITT 3-3

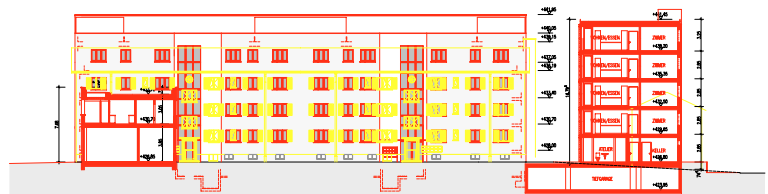


Abbildung 16: Schnitt durch die südlichen Zwischenbauten und Grundriss der Wohnüberbauung



## Das Bauprojekt – Eine 70 Jahre alte Baustruktur auf die heutigen Bedürfnisse anpassen

Die vier Wohngebäude wurden in den Untergeschossen in Stahlbeton und in den Obergeschossen zum grossen Teil in Backstein und stellenweise in Beton errichtet. Die Geschossdecken der Obergeschosse bestehen aus Holz-Balkenlagen mit Blindböden, die mit Schlacke verfüllt sind. Beim Dach handelt es sich um ein Satteldach in Form einer Sparren-Pfetten-Konstruktion. Der Dachraum ist unbeheizt und wird von den

Mietern als Stauraum benutzt.

Durch das Entfernen von bestehenden Wänden kann der Innenraum der Wohnungen grosszügiger und attraktiver gestaltet werden. Da nun weniger Wände für die Lastabtragung zur Verfügung stehen und die Wandlasten durch die zusätzlichen Geschosse noch erhöht werden, müssen die bestehenden Wände und das Deckensystem der neuen Situation angepasst werden.

Zudem muss die Erdbebensicherheit der Gebäude gewährleistet sein. Um dem gerecht zu werden, wird die Steifigkeit der Geschossdecken erhöht und die Wände so ausgebildet, dass sie sowohl die vertikalen als auch die horizontalen Lasten abtragen können. Die Erschliessungskerne wurden erweitert und mit Personenliften ergänzt.

Abbildung 17 links:  
Temporäre Sprossung der  
Geschossdecke nach dem Abbruch  
einer Aussenwand

Abbildung 18 rechts:  
Holzbetonverbunddecke (3.0G)  
mit Auflager/Sturz.



Abbildung 17A:  
Deckensystem kurz vor dem Betonieren

### **Schwingungsanfälligkeit, Brand- und Schallschutz im Umbau**

Die obersten bestehenden Holzbalkendecken wurden als sogenannte «Holz-Betonverbunddecken» (HBV-Decken) ausgebildet und haben die Funktion einer Abfangdecke. Nur eine HBV-Decke ist bei den neuen, grossen Spannweiten in der Lage, die für diese Bauweise typischen Schwingungen der Geschossdecken zu minimieren. Die bestehenden Holzbalken sind im neuen Tragsystem hauptsächlich durch Zugkräfte belastet, während der Beton die Druckkräfte aufnimmt. Somit ist jedes Material entsprechend seiner statischen Stärken

beansprucht, und im Verbund wirkend bilden sie eine leistungsfähige Deckenkonstruktion.

Die Nichtbrennbarkeit und die kühlende Wirkung des Betons hat einen positiven Einfluss auf die Tragfähigkeit im Brandfall und erfüllt die Funktion eines Brandabschnitts.

Das signifikant höhere Gewicht des Betons verbessert zudem das Schallabsorptionsverhalten des Deckensystems. Hervorzuheben ist, dass die Verbesserung vor allem im Tieftonbereich erfolgt; z.B. das Verrücken von Stühlen, Gehgeräusche, etc., welche bei reinen Holzdecken aufgrund der geringen Masse problematisch werden können.



### **Fazit:**

Wir ermöglichen es der Bauherrschaft, zeitnah, effizient und kostengünstig zu sanieren. Dies wird dadurch erreicht, dass vor dem Erstellen eines Sanierungsprojektes eine profunde Zustandsuntersuchung und – darauf basierend – Massnahmen für eine optimale Sanierung bestimmt werden. Dies schützt den Bauherren vor Kostenüberschreitungen und vor «Überraschungen am Bau».

Dank der Aufstockung in Holzbauweise sind die zusätzlichen Lasten auf die bestehende Tragstruktur gering und es bedarf weniger und nur lokaler statischer Verstärkungen.

Dieses Umbauprojekt wertet die Wohnqualität an einer viel befahrenen Strasse massiv auf und bildet einen Mehrwert für alle Mieter. Durch diese Sanierung wird zudem das ganze Quartier aufgewertet, da sich die sanierten Gebäude viel besser in die Umgebung einfügen als vorher.



Abbildung 19:  
Ansicht der Überbauung. Links  
das erste sanierte Gebäude,  
anschliessend der Zwischenbau und  
rechts im Bild die Bestandesbauten

# WSL, SLF Davos, 2019-2022

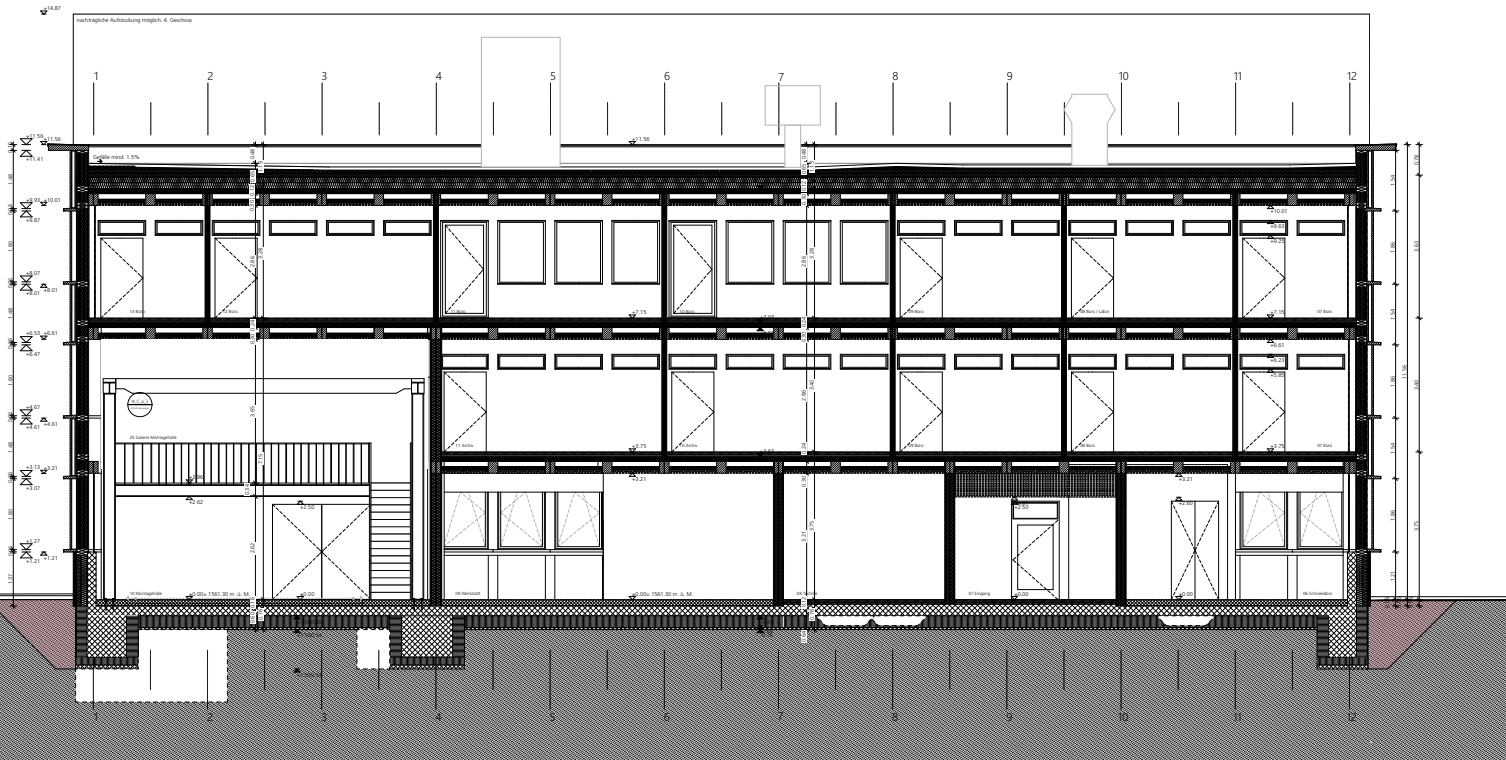


Abbildung 20: Längsschnitt durch das Gebäude [Schwarz Architekten]

## Projekt: Neubau WSL, Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Büro- Werkstatt- und Laborbau, Davos Bauherrschaft: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL Birmensdorf

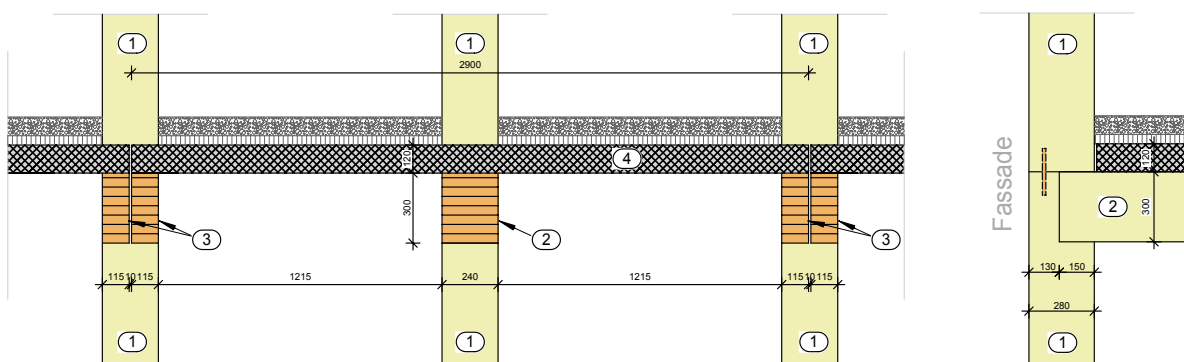
Die Bauherrschaft hat sich entschieden, ihr in die Jahre gekommenes Gebäude in Davos Dorf zurück zu bauen und durch einen Neubau zu ersetzen. Der Neubau soll drei Geschosse über Terrain aufweisen und das Tragwerk so ausgelegt sein, dass zu einem späteren Zeitpunkt das Gebäude um

ein zusätzliches Geschoss aufgestockt werden kann. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen.

Im Ersatzneubau sollen diverse Kälte- und Klimakammern, technische Laboratorien, Büro- und Archivräume sowie eine Werkstatt mit einem 5-Tonnen-Brückenkran untergebracht werden.

Die Bodenplatte inkl. der Fundamentvertiefungen und des Erschliessungskerns bestehen aus Ort beton. Die übrige Tragkonstruktion wird in Holz- oder Holz-Hybridbauweise erstellt.





#### Bauteilbeschreibung:

- 1) Stütze
- 2) Rippe in der Mitte des Deckenelementes
- 3) Rippe am Elementstoss des Deckenelementes
- 4) Überbeton

Abbildung 21: Schnitt durch das Deckensystem im Bereich der Aussenwand

#### Ein Skelettbau:

Der Skelettbau ist eine Bauweise, die aus Stützen, Trägern und Aussteifungselementen in einem regelmässigen Raster ein Tragwerk bildet. Im Skelettbau wird klar zwischen tragender Konstruktion und raumabschliessenden Wänden unterschieden. Dadurch, dass die Wände keine Lasten aufnehmen, entsteht eine einzigartige gestalterische Freiheit. Wände lassen sich leicht versetzen, falls im Laufe der Nutzung der Bedarf einer Veränderung entsteht.

Das Raster der Stützen weist in der Ebene der Fassade einen Abstand von 1.45 m auf. Dieses kleine Rastermass ergibt sich aus den gewählten Fassadenelementen. In der Gebäudemitte, im

Gangbereich, beträgt der Stützenabstand 4.1 m. Stützen und Unterzüge sind aus Brettschichtholz gefertigt. Die Fassadenelemente werden ausserhalb an den Holzstützen befestigt, die Stützen sind von innen her sichtbar. Die Geschossdecken werden als Holz-Beton-Verbunddeckensystem realisiert. Sie übertragen die Vertikallasten auf die Stützen und wirken in der Deckenebene als steife Scheiben. Die horizontal angreifenden Kräfte aus Wind und Erdbeben werden über die Decken in die aussteifenden Wände des Erschliessungskernes abgetragen. Auf diese Weise wird die Gesamtstabilität des Gebäudes gewährleistet.



### **Vielseitige Nutzung – spezielle Anforderungen:**

Die verschiedenen Nutzungen der Räumlichkeiten und die Gewährleistung der Befahrbarkeit des Erdgeschosses mit Gabelstaplern erfordern spezielle Massnahmen. Im Erdgeschoss stehen alle Stützen auf Betonsockeln, die eine Höhe von 1.2 m ab Oberkante fertig Boden aufweisen. Die Sockel sollen die Holzstützen vor einem allfälligen Anprall der Stapler schützen.

In den Obergeschossen befinden sich neben Büroräumen auch Laborräume. In den Laborräumen können Maschinen und Geräte stehen, welche Schwingungen erzeugen. Daher wurde darauf geachtet, ein möglichst steifes Deckensystem zu wählen, um eine Anregung der Geschosdecken durch allfällige Maschinenschwingungen zu verhindern. Wichtig ist in diesem

Zusammenhang auch die Lagerung der Maschinen und Geräte, sowie der 80 mm starke Zementunterlagsboden, welcher wie ein Puffer zwischen Maschine und Deckenkonstruktion wirkt.



Abbildung 22: Visualisierung Ersatzneubau [Empa]

**Fazit:**

Die Wahl eines Tragwerks in Skelettbauweise ermöglicht der Bauherrschaft eine maximale Freiheit bezüglich der Inneneinrichtung. Die lastabtragenden Stützen und das Deckensystem - zusammen mit dem in Stahlbeton errichteten Erschliessungskern - ergeben eine robuste und stabile Konstruktion.

Das aus Schweizer Wäldern stammende Holz und der hohe Anteil an Recyclingbeton unterstreichen die ökologische Ausrichtung des Institutes.

# Fraumünster, Zürich, 2020-2021



Abbildung 23: Nordfassade Seite Limmatquai

**Projekt: Sanierung Tragwerk Dachkonstruktion über dem Chorgewölbe. Fraumünster, 8001 Zürich**  
**Bauherrschaft: Evangelische-reformierte Kirchgemeinde Zürich 8004 Zürich**

Der Dachboden, welcher das Tuffsteingewölbe überspannt, wurde im Jahre 2004 verstärkt, nach dem sich dieser abgesenkt hatte und auf dem Gewölbe aufstand. Über dem bestehenden Tragsystem wurde ein hölzernes Sprengwerk eingebaut und mittels Zugstangen in Stahl vorgespannt. Mit dieser Baumassnahme konnte der Dachboden angehoben und

das Gewölbe von der Belastung durch den Dachboden befreit werden. (siehe Abbildung 25).

Eine Inspektion im Jahre 2010 zeigte auf, dass sich das Sprengwerk und der Dachboden erneut abgesenkt hatten und auf dem Gewölbe auflagen. Daraufhin wurde das Sprengwerk erneut vorgespannt und angehoben. Zusätzlich wurde ein

Verschiebungsmonitoring angeordnet und Grenzwerte (Interventionsgrenzen) festgelegt. Beim Erreichen dieser Verschiebungsgrenzwerte sollte eine erneute Zustandsüberprüfung durchgeführt werden.

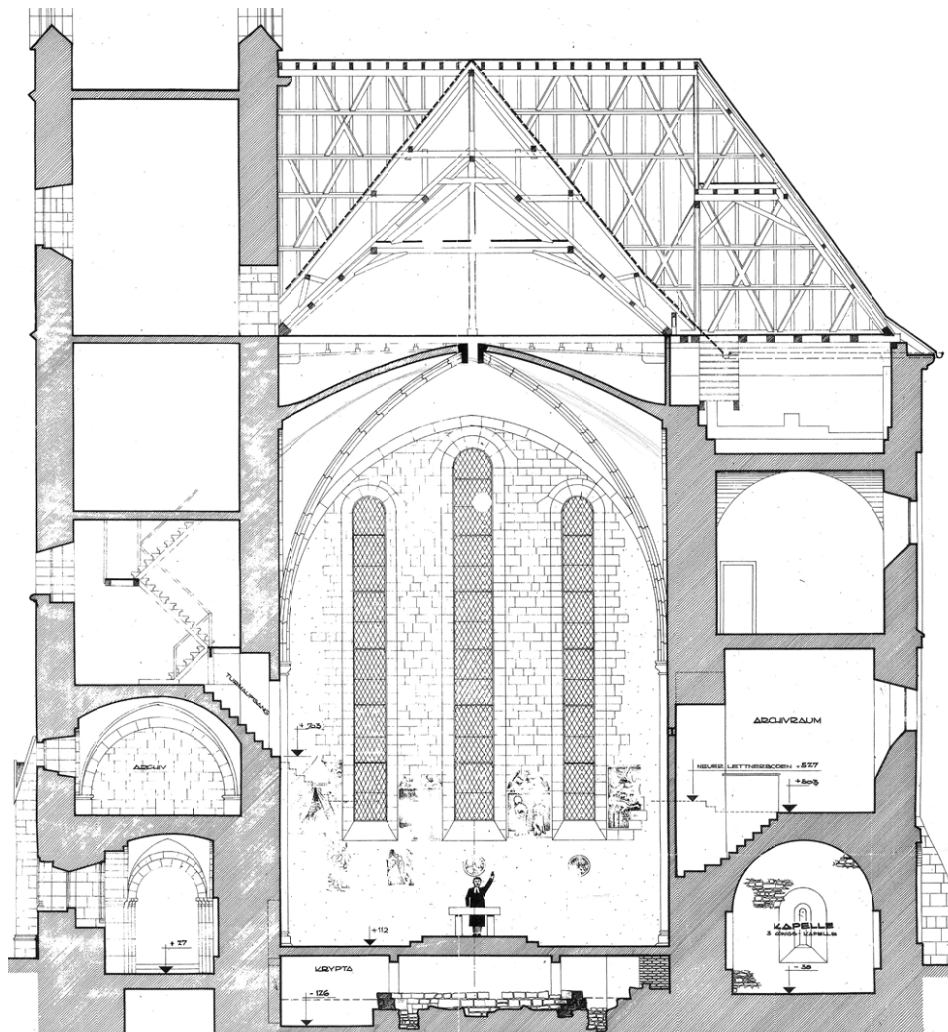


Abbildung 24: Fraumünsterkirche: rechts,  
Schnitt durch das Kirchenschiff mit der Kuppel  
über dem Chor [Google/ Henauer Gugler AG]

## Bestandteile Tragwerk über Chorgewölbe

- 1) Dachboden mit Tragbalken
- 2) Strebe des Sprengwerkes
- 3) Zugstange Stahl
- 4) Strebe "lang"
- 5) Strebe "kurz"

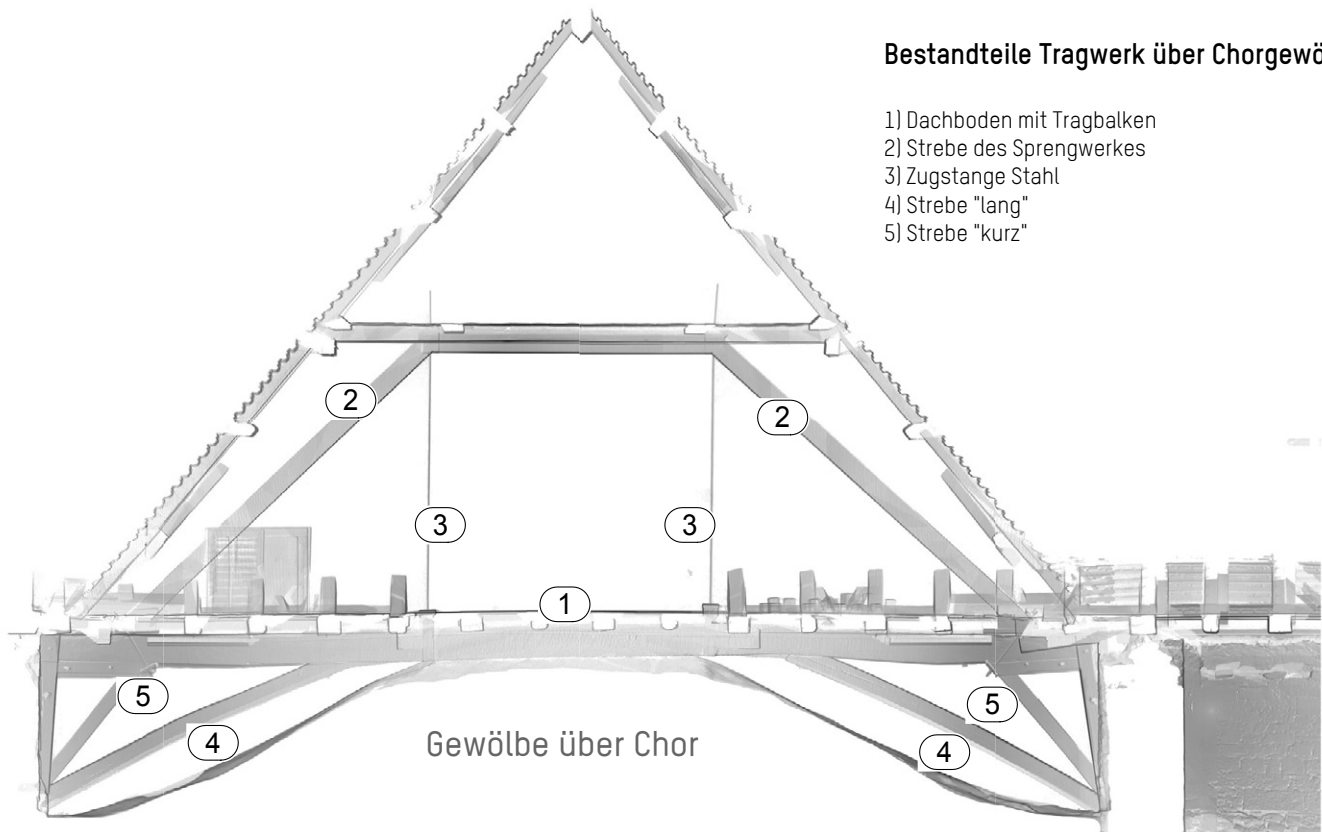


Abbildung 25: Ansicht des Tragwerks

### Das Monitoring und die Ursachenermittlung

Die Langzeitüberwachung zeigte, dass sich das Tragwerk zwischen 2011 und 2018 um wenige Millimeter verformte. In der nachfolgenden Messperiode wurde erneut eine grössere Absenkung festgestellt, welche im Jahr 2019 die Interventionsgrenze erreichte. Ein weiteres Anheben des Sprengwerkes war aus konstruktiven Gründen nicht mehr möglich. Im Juli 2019 wurde die Ursache der neuen Absenkung analysiert. Die obere „Strebe kurz“ auf der rechten Seite des ursprünglichen Fachwerks war an deren Fusspunkt beschädigt (siehe

Abb. 25). Es war Feuchtigkeit durch die Tuffsteinwand eingedrungen, und die Strebe begann sich zu zersetzen. Infolge dessen war die Strebe nicht mehr in der Lage, Kräfte ins Auflager einzuleiten.

Die Lasten lagerten sich um, was zu einer Überbeanspruchung der „Strebe lang“ führte. Damit einhergehend entstanden grosse Deformationen an der Strebe und am Deckentragbalken, was zum erneuten Aufliegen auf dem Gewölbe führte.

### Robustes Auflager

Da das gesamte Auflager der Streben auf dem Tuffsteinmauerwerk durchfeuchtet war, war es eine Frage der Zeit, bis die „Strebe lang“ ausfallen und es zum Versagen des Dachbodentragwerks kommen würde. Eine zeitnahe Sanierungsmassnahme musste erarbeitet werden. Auf beiden Seiten des Holzbalkens wurde im Bereich des rechten Auflagers ein Strebenbock mit Stahlprofilen (UPE 220/300) konstruiert und mit Bauschrauben kraftschlüssig befestigt. Für das neue Auflager musste auf dem Tuffsteinmauerwerk



Abbildung 26: Ansicht der Strebenbock [Henauer Gugler AG]

Platz für den Auflagerträger (UPE 330) geschaffen werden. Die vertikale Strebe wurde auf der ganzen Höhe kraftschlüssig mit dem Mauerwerk verstopft und damit eine lineare Krafteinleitung sichergestellt.

Uns war es wichtig, eine Lösung zur Sanierung zu finden, die ohne das Öffnen des Daches, ohne grossen Kraneinsatz und vor allem, wegen der Brandgefahr, ohne Schweiss- oder Schneidarbeiten auskommt.

### **Massnahme zur Entlastung des Chorgewölbes**

Durch den Einbau des Strebenbocks, wurde das ursprüngliche Tragsystem des Dachbalkens von einem Einfeldträger zu einem Dreifeldträger überführt. Dies garantierte die notwendigen Tragreserven um den Balken im Bereich des Chorgewölbes zurück zu schneiden um ein weiteres Aufliegen zu verhindern. Das ertüchtigte Tragwerk wird weiterhin mit einem Verschiebungsmonitoring überwacht und periodisch visuell überprüft.



Abbildung 27: Fraumünsterkirche Blick vom Limmatquai

### Fazit:

Die Sanierung resp. Ertüchtigung des Tragwerks der denkmalgeschützten Fraumünsterkirche erfordert besondere Sorgfalt bei der Planung und der Realisierung. Die engen Platzverhältnisse, die eingeschränkte Zugänglichkeit zu den zu ertüchtigenden Bauteilen und die latente Brandgefahr (bei Schweissarbeiten) musste in der Lösungsfindung mit einbezogen werden. Ebenfalls mitberücksichtigt werden mussten frühere Eingriffe in das Tragwerk und die Erkenntnisse aus den Überwachungsmessungen, resp. der daraus abzuleitenden Bewegungen am Tragwerk. Das gewählte Verstärkungssystem und die Art des Einbaus machte es möglich, auf aufwändige Öffnungen im bestehenden Dach und der Chorkuppel gänzlich zu verzichten. Dank unserem Spezialwissen im Umgang mit alten und denkmalgeschützten Gebäuden und deren Tragstrukturen sind wir in der Lage, massgeschneiderte Lösungen zu entwickeln und deren bauliche Realisierung zu begleiten.





## Weitere Referenzprojekte



### **Geplante Holzbauten in den letzten 20 Jahren**

1	Überbauung Haldengut Areal	Winterthur Alte Brauerei
2	Restaurierung Predigerchor	Zürich
3	Umbau Bauernhaus Rautistrasse	Zürich
4	Umbau Wohnhaus Bertastrasse	Zürich
5	MFH Schulhausstrasse Herrliberg	Herrliberg
6	Neubau Lerchenhalde	Zürich Affoltern

[www.hegu.ch](http://www.hegu.ch)

Erfahrung. Wissen. Leidenschaft.  
Henauer Gugler AG  
Ingenieure und Planer

 **henauer gugler**