

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 142 (2016)  
**Heft:** [5-6]: Best of Bachelor 2014/2015  
  
**Rubrik:** Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften Winterthur (zhaw)

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

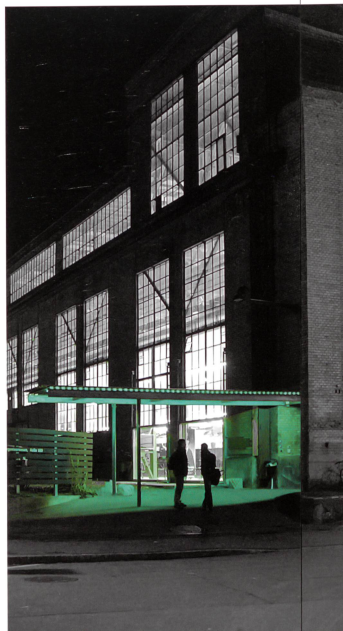
# ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN WINTERTHUR (zhaw)

Zürcher Fachhochschule zfh

2014 SAMUEL BÄNZIGER | FRANCESCO BARTUCCA | RONNY BERTSCHINGER | MAURIN BÜSSER | CLAUDIO FUCHS | CHRISTIAN GMÜR | KEVIN GÖTZ | DANIEL GROB | MARTINA GROSS | ANJA HILTEBRAND | SABRINA HONEGGER | FABIAN JENNI | ROGER KÄSER | DENIS KLOBETANEZ | DOMINIK KLOTZ | BENJAMIN KUNZ | STEFAN LÜTHI | **ROMAN MÜLLER** | CLAUDIA NEUKOM | SVEN RATNAWEERA | MANUELA RÖSCH | VALENTIN RUPLI | NICOLA SALUZ | CHRISTINE SCHÄLIN | SACHA SCHELKER | ARDITA SHALA | FLURIN VOCAT | CHRISTOPH ZIEGLER | FABIAN ZUMBÜHL

2015 SARAH BÄNZIGER | STEPHAN BINKERT | BEAT BRÜHWILER | LUKAS BRUNNER | SILVIO BRÜTSCH | GABRIEL BUSCHOR | TIZIANO CASALINI | RAPHAEL EGLI | FABIENNE FELDER | RETO FLUOR | IVO FONTANA | GIAN GLADIG | STEFANO GODENZI | PETER GRAF | JANOS GROSSNIKLAS | MARIO HÄCHLER | PATRICK HEDIGER | TOBIAS HUBER | DAVID LÄTSCH | FABIAN LÜTHI | HANNES MEIER | MICHAEL NÄGELI | NICHOLAS REY | SIMEON RUBIN | **SILVAN RUTZ** | THOMAS RUTZ | SASCHA SARKAR | SARAH SCHEUSS | CÉDRIC SCHNEIDER | MANUEL STAMM | REGINA STEINER | SILVAN STEINER | PATRICK SÜTER | PREN UKEGJINI | ROBERTO VILLA ALVES | SEVERIN WAIBEL | JONAS WYDLER | NUH YETER

RAHMENBEDINGUNGEN DER BACHELORARBEITEN:  
10 ECTS-CREDITS  
& ARBEITSWOCHE



Das Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW Winterthur blickt auf eine 130-jährige Tradition zurück. Das Departement besteht aus den beiden Studiengängen Architektur und Bauingenieurwesen, angegliedert sind die beiden Institute für Konstruktives Entwerfen und Urban Landscape. Als Bauschule für Architekten und Bauingenieure hat sich die ZHAW in der Ostschweiz etabliert. Jährlich schliessen 150 Studierende ihr Studium erfolgreich mit dem Bachelor- bzw. Masterdiplom ab. Der Studiengang Bauingenieurwesen engagiert sich in den Forschungsschwerpunkten Faser-verbundkunststoffe und Stadtraum Strasse. Dabei profitieren die Forschungsprojekte von der

interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Bauingenieuren und Architekten. Die Institute arbeiten für ihre Forschungsprojekte eng mit der Industrie und mit Planungsbehörden zusammen – so entsteht eine grosse Nähe zur Praxis. Dieser Praxisbezug spielt auch in der Lehre eine wichtige Rolle. Die Dozierenden sind nicht nur an der Hochschule tätig, sondern stellen sich gleichzeitig auch in ihrer beruflichen Tätigkeit als Bauingenieure/-innen bautechnischen Herausforderungen. Seit 2010 ist es an der ZHAW zudem möglich, berufsbegleitend zu studieren: Die Teilzeitstudierenden sammeln bereits während des Studiums praktische Erfahrungen, und ihre einschlägige berufliche Tätigkeit wird ihnen als Studienleistung angerechnet.

The Architecture, Design and Civil Engineering Faculty at the Zurich University of Applied Sciences (ZHAW) in Winterthur looks back on a 130-year long tradition. The Faculty consists of the two study courses for Architecture and Civil Engineering. The two institutes for Structural Design and Urban Landscape are affiliated. The ZHAW has become established in Eastern Switzerland as the College for Architects and Civil Engineers. Every year, 150 students successfully complete their studies with a Bachelor's or Master's degree. The Civil Engineering degree course focuses on the research subjects Fiber Composite Plastics and Urban Space: Street. The research projects benefit from interdisciplinary cooperation be-

between civil engineers and architects. The institutes work on their research projects in close cooperation with industry and planning authorities – so that there is a direct affinity to everyday practice. This practical relevance also plays a major role in teaching. Lecturers are not only employed at the university, they also face the challenges of everyday working life in the building profession as civil engineers. Since 2010, it is also possible at the ZHAW to study and continue to work full-time: Part-time students gain practical experience during their studies and their relevant professional activity is accredited towards their course of study.

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften  
**zhaw**  
Architektur, Gestaltung  
und Bauingenieurwesen

# FORSCHUNG: IKE – INSTITUT KONSTRUKTIVES ENTWERFEN

Zürcher Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Winterthur (zhaw)

132

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN WINTERTHUR  
IKE – INSTITUT KONSTRUKTIVES ENTWERFEN

## Faserverbundkunststoffe im Bauwesen

Die Fachgruppe Faserverbundkunststoff (FVK) ist Teil des Instituts Konstruktives Entwerfen (IKE) der ZHAW und engagiert sich vornehmlich in der Entwicklung von FVK-Strukturen. Sie berät ihre Partner zu allen Themen rund um Faserverbundkunststoffe für das Bauwesen und führt Material- und Bauteilprüfungen durch.

## Forschung für die Praxis

Die Ingenieure und Architekten der Fachgruppe sind Experten für den Einsatz von faserverstärkten Kompositen für Bauteile und Tragwerke. Als Fasern können Carbon, Glas, Aramid, PE und Naturfasern zum Einsatz kommen. Als Ergebnis der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung entstehen marktfähige Produkte für das Bauwesen und sehr häufig auch die Prozesse zu ihrer Herstellung. Der Fokus liegt dabei immer auf der Entwicklung materialgerechter Strukturen, um das Potenzial des komplexen, leistungsfähigen Materials wirklich zu nutzen.

Gemeinsam mit Partnern aus der Industrie und auf Grundlage der langjährigen Erfahrung mit Berechnung, Simulation und Versuchen entstehen regelmässig technisch und wirtschaftlich interessante Neuentwicklungen.

## Lehre

Besonders wichtig ist den Mitgliedern der Fachgruppe die Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses. Deshalb erhalten alle Bachelorstudenten einen grundlegenden Einblick in das Material, den sie in einem Wahlsemester noch vertiefen können.

Die Studenten des Masterstudiengangs «MSE Faserverbundkunststoffe im Bauwesen» sind in die Fachgruppe integriert und an allen aktuellen Projekten beteiligt.

## Leitung:

Prof. Josef Kurath, dipl. Ing. ETH/SIA  
Antje Sydow, MSc. BEng.

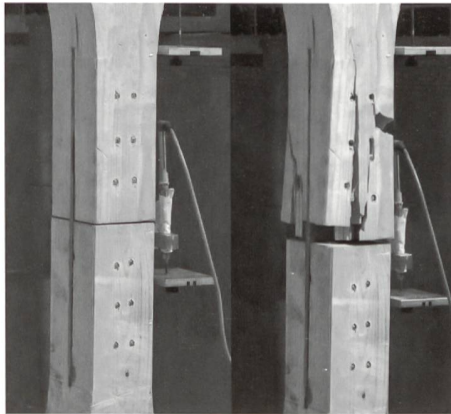


01

**01–02 Carbontragwerke im Bauwesen:** Der Einsatz von Tragstrukturen aus CFK im Bauwesen gleicht heute noch einer Pionierleistung. Doch gerade wenn man die Eigenschaften des sehr vielfältig anwendbaren Materials konsequent einsetzt, entstehen technisch interessante und konkurrenzfähige Lösungen, wie zum Beispiel beim Pavillon beim Museum Rietberg in Zürich.



02



03

**03 Hybridtragwerke GFK/Holz:** Ein weiteres Forschungsgebiet der Fachgruppe FVK ist die Entwicklung von ein- und mehrreihigen Stabdübel-, Schraub- und Nagelverbindungen mit Faserverbundkunststoff-Verbindungsplatten für den Holzbau. Eine einfache und effiziente Lösung, um tragfähige Verbindungen im Holzbau herzustellen.

## Research: ICD – Institute Constructive Design

### Fiber-reinforced plastics in construction

The Fiber-Reinforced Plastics (FRP) section is part of the Institute for Constructive Design at the Zurich University of Applied Sciences (ZHAW) and focuses mainly on the development of FRP structures. It advises its partners on all issues relating to fiber-reinforced plastics in construction and carries out material and component testing.

### Research for practical applications

The section's engineers and architects are experts in the use of fiber-reinforced composites for components and structures. Carbon, glass, aramid, PE and natural fibers can all be used as fibers.

The application-oriented research and development delivers marketable construction prod-

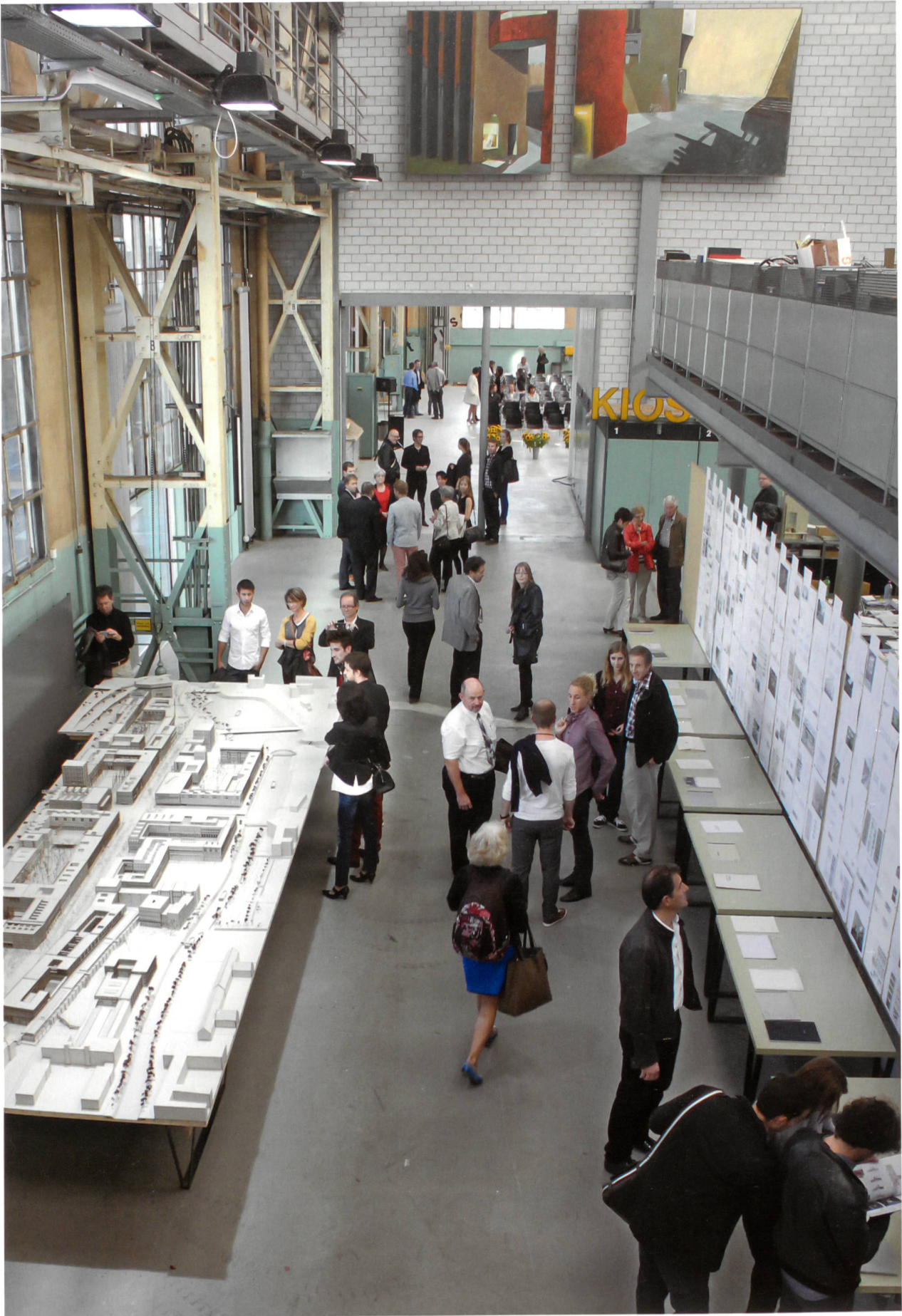
ucts as well as, in many cases, the processes used to manufacture them. The focus is always on the development of true-to-material structures, in order to fully harness the potential of the complex and high-performance material.

Together with industry partners and drawing on its extensive experience in calculation, simulation and testing, the section regularly develops technically and economically efficient innovations.

### Teaching

Training the next generation of engineers is a key priority for the section's members. All Bachelor students are therefore given a basic insight into the material, which they can further develop during an elective semester.

Master's students completing the MSE in Fiber-Reinforced Plastics in Construction become members of the section and are involved in all current projects.



# ZWEISPURIGER TUNNEL FÜR DIE UMFABRUNG UNTERÄGERI

Vorprojekt für die bergmännischen  
Abschnitte der Richtplanvariante 10a



**DIPLOMAND** Roman Müller

**BETREUER** Marco Ramoni, Dr. sc., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

**EXPERTE** Stefan Bergamin, Dr. sc., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

**DISZIPLIN** Untertagebau

**Der Kanton Zug plant einen zweispurigen Umfahrungstunnel, um Unterägeri vom Durchgangsverkehr zu entlasten, wofür er im Lauf der letzten Jahre verschiedene Varianten untersuchen liess. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde auf Stufe Vorprojekt für die Hauptbauwerke der bergmännischen Abschnitte für die Richtplanvariante 10a eine technisch machbare Lösung ausgearbeitet. Das Lichtraumprofil und die vertikale und horizontale Linienführung waren vorgegeben.**

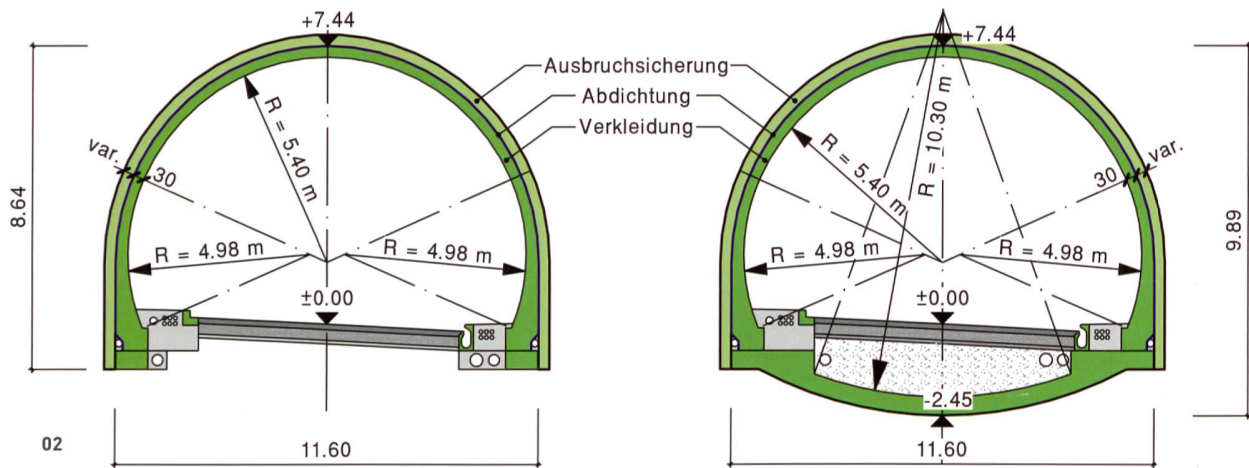
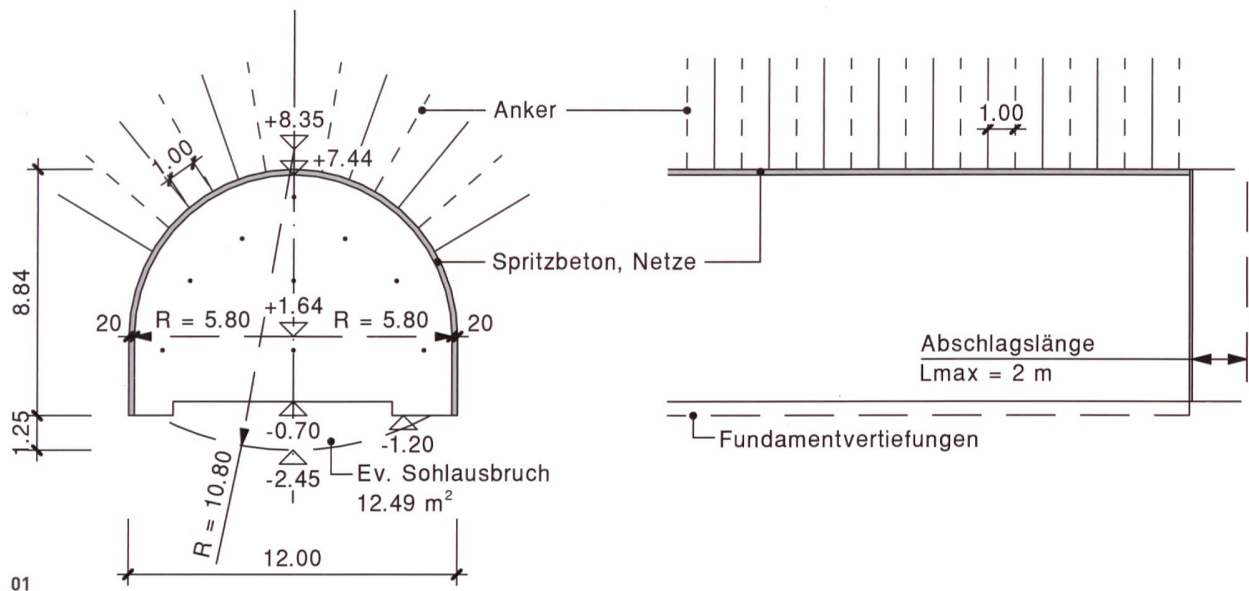
## **GEOLOGIE**

Die Lockergesteinsabschnitte führen durch heterogen gelagerte Moräne und teilweise durch eiszeitliche Seeablagerungen. Insbesondere auf der westlichen Lockergesteinsstrecke sind komplexe Wasserverhältnisse mit unterschiedlichen, zum Teil auch artesisch gespannten Druckniveaus zu erwarten. Der Felsvortrieb kommt in die untere Süswassermolasse zu liegen. Neben Sandstein- und Nagelfluh sind dort aber auch einzelne Mergellagen zu erwarten, in

denen unter Umständen mit Quellerscheinungen zu rechnen ist.

## **LOCKERGESTEINSVORTRIEBE**

Im Lockergestein kommt ein Maulprofil mit Vollabdichtung zum Einsatz. Um einen sicheren Vortrieb zu ermöglichen, sind mehrere Bauhilfsmassnahmen notwendig, die man im Rahmen eines einfachen Variantenstudiums erarbeitete. Die gewählte Variante sieht im Lockergestein einen Vortrieb im Schutz eines Jetting-Gewölbes im Vollaussbruch vor. Im Übergangsbereich zum Fels wird das Jetting-Gewölbe mit einem Rohrschirm kombiniert. Dadurch ist auch bei wechselnden Gesteinsverhältnissen im Firstbereich eine durchgehende vorauseilende Sicherung des Vortriebs gewährleistet. Der Vollaussbruch ermöglicht einen schnellen Ringschluss der Ausbruchsicherung, um so die Setzungen infolge des Vortriebs zu minimieren. Zur Ortsbrustsicherung sind Jetting-Säulen vorgesehen, und an der Ortsbrust kommen Sondier- und Drainagebohrungen zum Einsatz.



Zusätzliche Baumaßnahmen, wie zum Beispiel das Abdichten der Sohle mit Jetting-Säulen oder ein Jetting-Zapfen vor der Ortsbrust, sind bei Bedarf möglich, aber nicht systematisch vorgesehen. Diese Zusatzmaßnahmen ermöglichen aber ein flexibles Anpassen an die jeweiligen Bodenverhältnisse und damit einen sicheren Vortrieb. Die Ausbruchsicherung erfolgt mit Gitterträgern, Netzen und Spritzbeton.

### FELSVORTRIEB

In den Felsstrecken kommen zwei verschiedene Normalprofile zum Zug, beide werden als Hufeisenprofile mit Teilabdichtung aufgeföhren. Auf

Abschnitten, in denen mit Quellerscheinungen im Mergel zu rechnen ist, gelangt aber noch zusätzlich ein Sohlgewölbe zum Einbau. Der Aufbau des Normalprofils und das Vortriebskonzept ermöglichen es, erst in der Bauphase die Entscheidung treffen zu müssen, ob und wo ein Sohlgewölbe einzubauen ist. Für die Felsstrecken wurden verschiedene Sicherungstypen erarbeitet, die in der Regel aus Ankern, Netzen und Spritzbeton in unterschiedlicher Anzahl und Stärke bestehen. Bei einer starken Klüftung sind die Anker durch Gitterträger zu ersetzen, und wenn nötig, kann man zusätzlich auch Spiesse einsetzen.

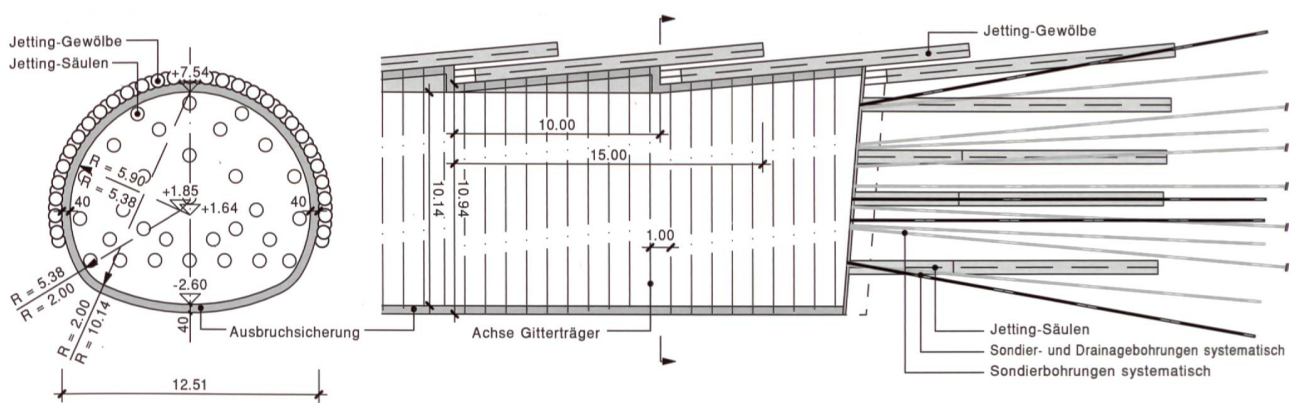
## Preliminary project: the Unterägeri bypass tunnel

The tunnel sections in soil pass through moraine and glacial marine deposits where also artesian confined groundwater can be expected. The tunnelling in rock will go through the lower freshwater molasse, which consists of sandstone, conglomerate and also marl, in which swelling is possible.

An open-mouth-shaped watertight profile is used in the soil sections. The tunnelling work advances in small steps and in one phase under

the protection of a jetting arch. Excavating in one phase makes it possible to quickly close the ring and therefore keep vertical displacements to a minimum. Jetting columns and drainage holes are used to secure the heading face; lattice girders, steel mesh and shotcrete are used to secure the excavated section.

A horseshoe profile with a partial seal will be used in the rock formations. However, an invert will be added in the sections where swelling occurs in the marl. Most of the tunnel sections in rock will be secured using rock anchors, steel mesh and shotcrete.



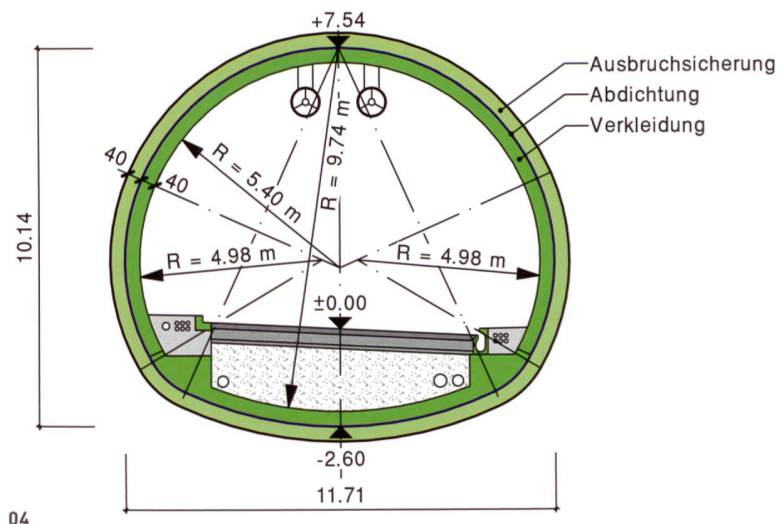
03

**01** Querschnitt und Längsschnitt mit Darstellung der Sicherungsmittel und den wichtigsten Abmessungen: Sicherungstyp 4 (Festgestein)

**02** Normalprofile Festgesteinsstrecken: ohne Sohlgewölbe (links) und mit Sohlgewölbe (rechts). Der Einbau eines Sohlgewölbes ist dort notwendig, wo mit quellendem Mergel zu rechnen ist.

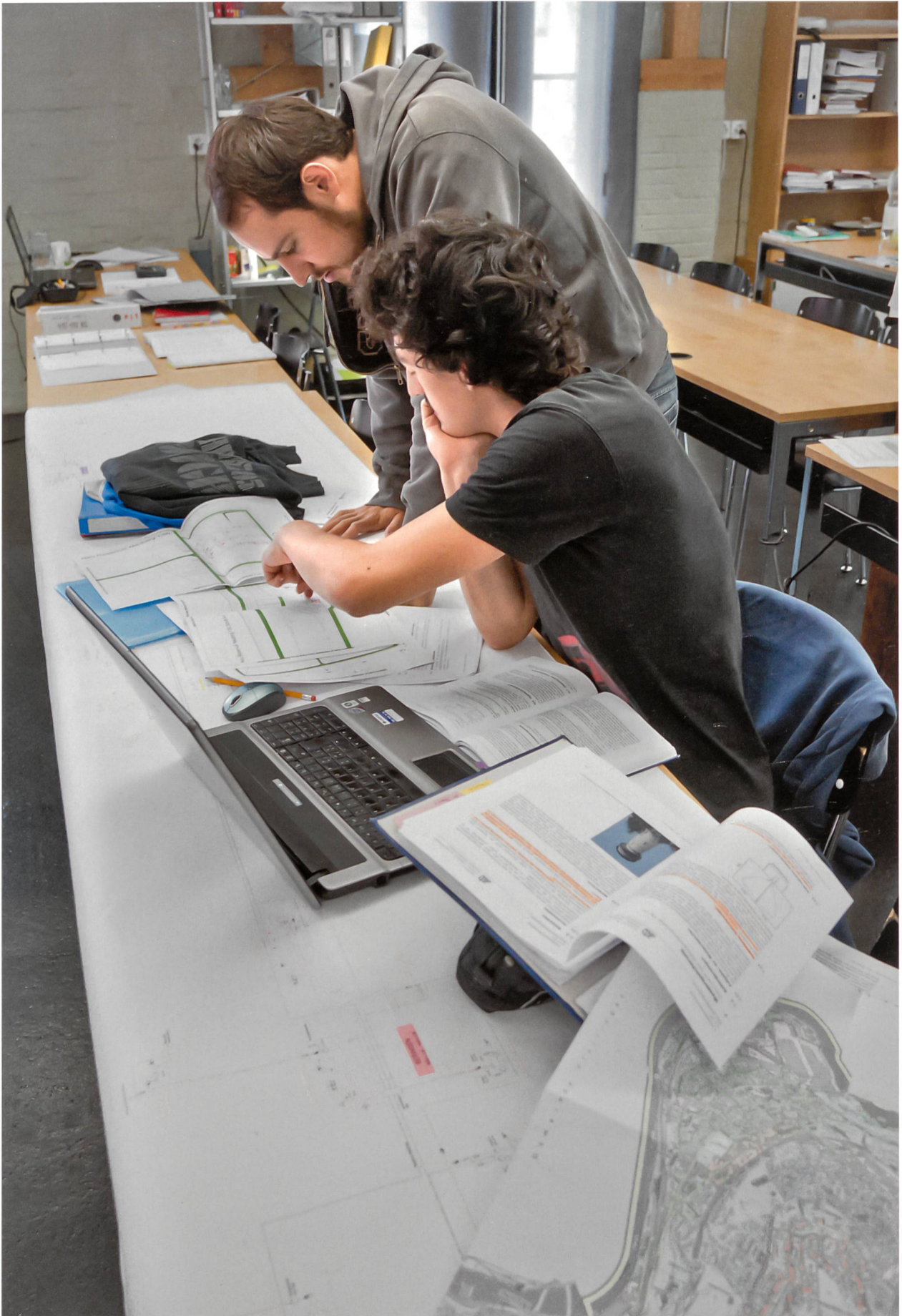
**03** Querschnitt und Längsschnitt mit Darstellung der Sicherungsmittel und den wichtigsten Abmessungen: Sicherungstyp 1a (Lockergestein)

**04** Normalprofil Lockergesteinsstrecken



04





# NEUBAU EINER LAGERHALLE FÜR REZYKLIERBARE ABFÄLLE

Einseitig offene Halle in Stahlbau



**DIPLOMAND** Silvan Rutz

**BETREUER** Christoph Gemperle, Prof. dipl. Bauing. ETH/SIA

**EXPERTE** Urs Kern, dipl. Bauing. ETH

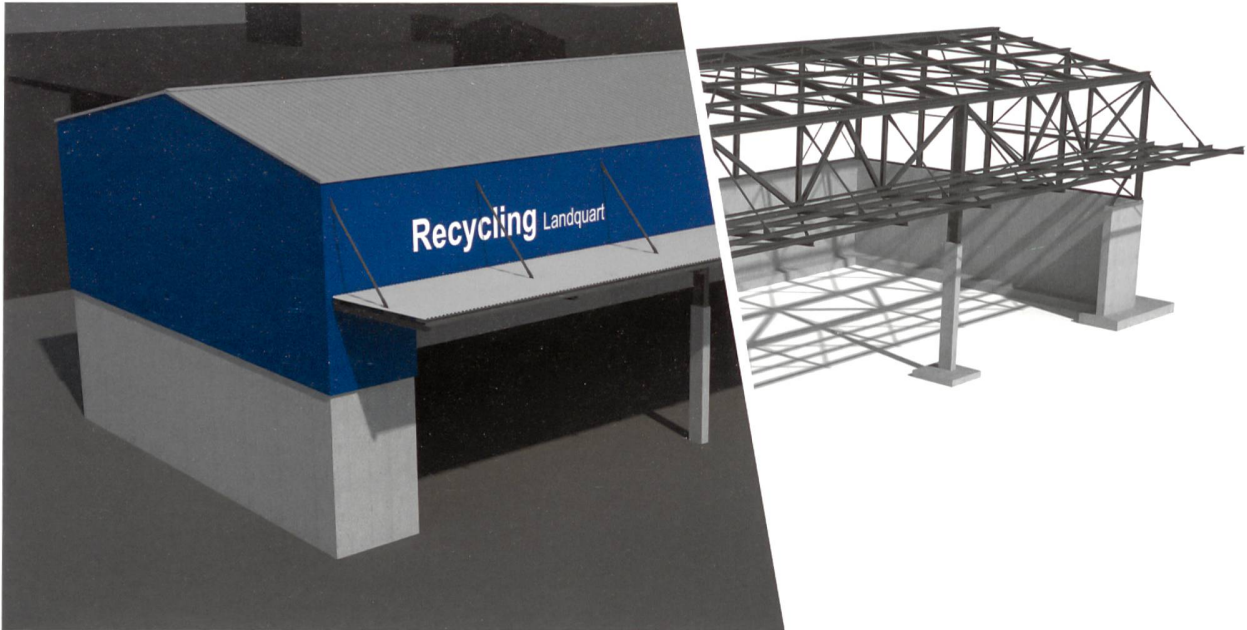
**DISZIPLIN** Konstruktiver Ingenieurbau / Stahlbau

**In Landquart GR ist eine neue Halle als Lager-  
raum für rezyklierbare Abfälle geplant. Die  
Halle ist in Stahl vorgesehen, wobei die  
Wände bis auf eine Höhe von 6 m aus Ortbeton  
bestehen sollen. Die Öffnung in einer der  
Längswände wird auf der gesamten Länge  
von einem 6 m auskragenden Vordach in einer  
Höhe von 9 m überdeckt.**

Die Halle mit ihren Aussenabmessungen von rund 55 m Länge, 21 m Breite und 15 m Höhe ist als einschiffige Halle konzipiert. Der Güterumschlag erfolgt durch Bagger, was eine entsprechende Nutzhöhe im Innern der Halle voraussetzt, im Gegenzug kann man auf eine unterhaltsintensive und teure Kranbahn verzichten. Die Gebäudehülle besteht aus Sandwichelementen, die vorbeugend gegen Kondensationsprobleme bei warmer Witterung wirken und zur Reduktion der Lärmemissionen durch Regen dienen. Das Vordach ist mit Trapezprofilen bedeckt.

## ITERATIVE ENTSCHEIDUNGSPROZESSE

Die Suche nach der idealen und kostengünstigsten Ausbildung der Halle führte über das Studium von mehreren Varianten. Die Anzahl Stützen in der offenen Längswand war nicht vorgegeben, sollte aber so gering wie möglich sein, denn sie hat einen massgeblichen Einfluss auf die Ausbildung des Vordachs und umgekehrt. Schon bei rein vertikaler Belastung auf dem Vordach entstehen sehr grosse Horizontallasten auf die Stützen. Die Schnittkräfte in diesen sind wiederum abhängig von der Stützen- und horizontalen Vordachsteifigkeit; eine optimale Lösung fand sich erst nach mehreren Iterationen. Unter dem Gesichtspunkt einer wirtschaftlichen Konstruktion und einer geringen Einschränkung der Nutzung erwies sich die Lösung mit zwei Stützen (HEB 650) und einem in sich ausgesteiften Vordach als die beste Variante.



01

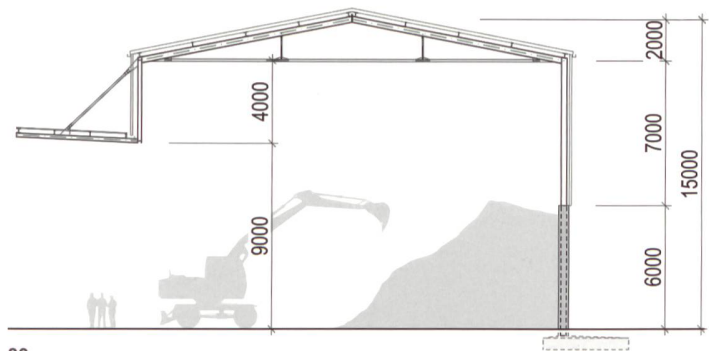
### HERAUSFORDERUNGEN SCHNEE UND WIND

Der Höhenversatz zwischen Dach und Vordach führt dazu, dass auf dem Vordach eine erhöhte Schneelast anzunehmen ist: Der Wind verfrachtet den Schnee, und dieser kann vom Dach auf das tiefer liegende Vordach abgleiten, was dort die Schneelast verdoppelt. Durch diese grosse Schneelast auf dem Vordach entstehen – bedingt durch die Lagerung des Vordachs – grosse Horizontalkräfte im Dachverband. Um ungünstige Querbeanspruchungen im Druckgurt des stehenden Fachwerks zu vermeiden, ist jeder Knotenpunkt gehalten. Damit sich für den Verband wirtschaftliche Profile verwenden lassen, war er längs doppelt anzuordnen.

Die Schnee- und Windlasten werden über die Hallenbinder abgetragen, die als unterspannte Träger ausgebildet sind. Deren Zugelement besteht aus zwei UNP 120, während ein HEB 300 als Riegel fungiert (Abb. 03). Die Binder sind gelenkig an die Stützen und an das Fachwerk angeschlossen und leiten die Kräfte direkt in die Stützen weiter, nur über der Wandöffnung trägt eine dreiteilige Fachwerkkonstruktion mit liegenden HEB-Profilen die Vertikalkräfte ab.

### KOMPAKTE BAUTEILE UND MONTAGE

Ein besonderes Augenmerk galt den kompakten Bauteilen und einer einfachen Montage. Grössere Bauteile wie die Binder (der Obergurt ist zweiteilig, das unten liegende Zugelement dreiteilig) und die Fachwerke über den Öffnungen bestehen aus einzelnen Elementen. Diese lassen sich problemlos vor Ort mittels Schraubstössen montieren.



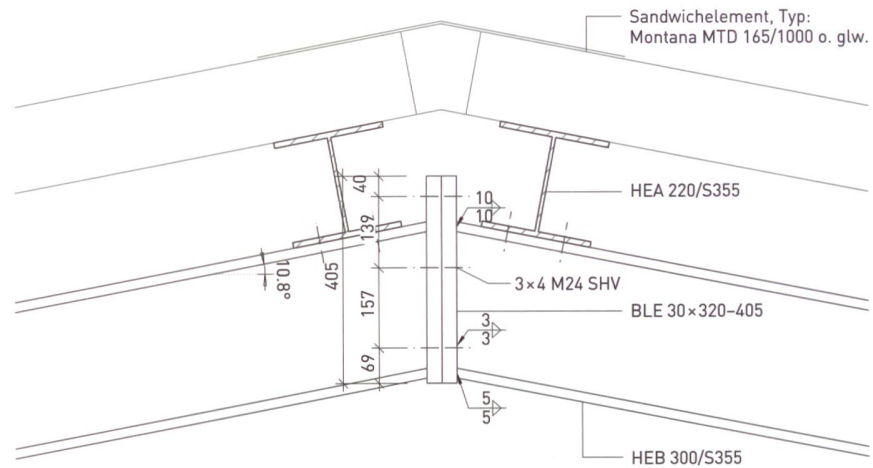
02

01 Visualisierung mit und ohne Gebäudehülle

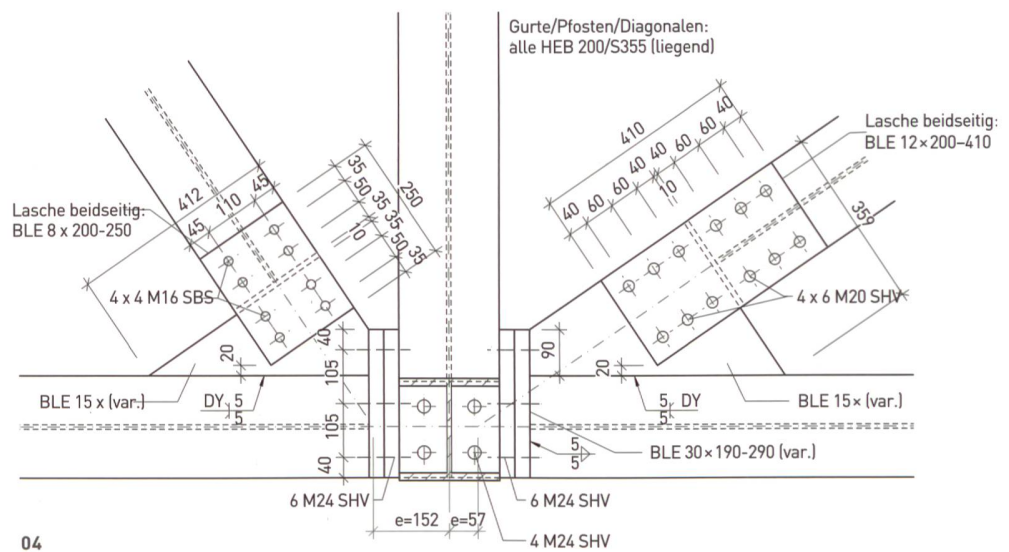
02 Querschnitt

**03 Firstknoten:** Der Riegel des Hallenbinders wird zweigeteilt geliefert und am First über einen Stirnplattenstoss biegesteif verbunden.

**04 Fachwerkknoten:** Das vertikale Fachwerk über den Öffnungen wird aufgrund der Höhe von 4 m in Einzelteilen geliefert und kann vor Ort montiert und eingehoben werden. Die Gurte, Pfosten und Diagonalen bestehen aus liegenden HEB-200-Profilen.



03



04

141

## Recycling waste depot

The steel-framed recycling waste depot in Landquart (canton of Graubünden) has in-situ concrete walls up to a height of 6 m. Materials handling is done using excavators, which requires a substantial usable height inside the building but obviates the need for an expensive crane runway. Only after a lengthy study of the various options was the ideal and most cost-effective building design identified. The number of columns along the open longitudinal wall was not specified, but had to be as small as possible. The optimal division between columns and canopy was only found after multiple iterations. The height difference between roof and canopy results in an increased snow load on the canopy,



as snow can be moved by the wind and slide from the roof onto the canopy below. The snow and wind loads are carried by the girders, which are designed as trussed beams. Special attention was paid to the use of compact components and simple assembly.