

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/  
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-  
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or  
master thesis is available at the main library of the  
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

## DIPLOMARBEIT

### **Einsatz von Holzmischbautechnologien bei Eingriffen in denkmalgeschützte Gebäudesubstanz. Am Beispiel des denkmalgeschützten Getreidespeichers der Anker-Brotfabrik.**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplomingenieurs  
unter der Leitung von

o.Univ.Prof. DDI Wolfgang Winter

am Institut für Architekturwissenschaften Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau  
E259/2

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Nico Dirlewanger BSc  
Matr.Nr. 0526078

Wien, am 30.10.2013

### *„Vom Getreide- zum Kulturspeicher“*

Nach der Stilllegung der ältesten und teilweise unter Denkmalschutz stehenden Gebäudeteile der Anker-Brotfabrik im Jahre 2003 wurde lange Zeit nach einer neuen Nutzung gesucht. Im Jahr 2009 wurde das Areal von der Loft City GmbH erworben und vor dem Abriss bewahrt. Die zwölf Objekte wurden zu Lofts, Ateliers, Schauräume und Büros umgebaut.

Durch die Ansiedlung von verschiedenen Kulturinstitutionen wie die Hilger BROTKunsthalle, OstLicht, die Deutsche Pop und den Retro-Möbelhändler Lichterloh entwickelte sich der Standort zu einem kulturellen Hotspot.

Auf dem Gelände befindet sich ebenfalls ein aus dem Jahr 1900 stammender und unter Denkmalschutz stehender Getreidespeicher; ein kubischer, fünfgeschossiger Sichtziegelbau mit teilweise fensterloser Fassade, der bis heute leer steht.

Mit diesem Entwurf habe ich es mir zur Aufgabe gemacht den alten, denkmalgeschützten Getreidespeicher in das Kultur-Quartier zu integrieren und ihn in eine kulturelle Nutzung überzuführen.

Unter dem Motto „Fashion & Design“ könnte ein neuer Treffpunkt für junge Kreative und Interessierte in Mode und Design entstehen. Junge Designer und Modeschaffende hätten die Möglichkeit Arbeitsplätze und Ateliers anzumieten, ihre Kreationen auszustellen und somit einem breiteren Publikum zugänglich zu machen.

Die Herausforderungen in der Planung waren, neben dem denkmalpflegerischen Ansatz möglichst wenig am Bestand zu verändern, einerseits die beinahe fensterlosen Fassaden die eine Belichtung schwierig machen und andererseits das Gebäude auf einen heutigen energetischen Standard zu bringen.

Durch den Einsatz von Holzmischbautechnologien entstand eine Symbiose aus Neu und Alt.

---

*“From grain-  
to a cultural storage”*

After the closedown of parts of the oldest and partly monument protected Ankerbakery in 2003, there had been an extensive search for a new utilization. In 2009 the Loft City GmbH bought the premises and saved it from demolition. The twelve objects were rebuilt to lofts, workshops, showrooms and offices.

The area soon developed to a cultural hotspot, after several cultural institutions like Hilger BROTKunsthalle, OstLicht, the Deutsche Pop and the retro furniture trader Lichterloh, settled at the location.

On the premises there is a granary from the year 1900, which is fully monument protected. This cubical, five-floor brick building has a partly windowless front and has been standing empty till this day.

With this concept, I have made it to my duty to integrate this granary into this culture-area and to commence its cultural use.

Themed “Fashion & Design” a new meeting point could be established for young and creative people interested in fashion and design. Young designers could have the possibility to rent offices and workshops, to present their creations and display them for the public.

The biggest challenges during the planning were to avoid any larger changes on the existing monument protected parts. The windowless front was hard to illuminate, as well as to improve the building according to the current energetic standard.

The usage of mixed-wooden construction technology created a symbiosis of new and old.

## 1. EINLEITUNG 2

Kurztext	2
Inhaltsverzeichnis	4

## 2. GRUNDLAGEN BESTAND & UMGEBUNG 5

2.1 Firmengeschichte	6
2.2 Architektur	10
2.3 Getreidespeicher	20

## 3. GRUNDLAGEN KONSTRUKTION & TECHNIK 27

3.1 Holzmischbau	28
3.1.1 Materialeigenschaften	29
3.1.2 Holz-Stahl-Verbundbauweise	36
3.1.3 Holz-Glas-Verbundbauweise	41
3.2 Dämmsysteme	52
3.2.1 Vakuum Dämmungen	52
3.2.2 Solarfassade	57
3.2.3 Schaltbare Verglasungen	60
3.3 Haustechnik	61
3.3.1 Photovoltaik	61
3.3.2 Dezentrales Lüftungssystem	63
3.3.3 Sonnenkollektor	64
3.3.4 Infrartheizung	65

## 4. KONZEPT 67

4.1 Nutzung	68
4.2 Baumaßnahmen	70
4.3 Raumprogramm	72
4.4 Belichtung	73
4.5 Tragwerk	74
4.6 Fassaden	79
4.7 Haustechnik	86

## 5. ENTWURF 87

Lagepläne	88
Grundrisse	90
Schnitte	97
Ansichten	100
Renderings	103
Holztragwerk	105
Fassadenschnitte	107

## 6. VERZEICHNISSE 113

Bildnachweis	113
Quellenverzeichnis	115
Danksagung	116

## 2. GRUNDLAGEN BESTAND & UMGEBUNG

## 2.1 FIRMENGESCHICHTE

Zu Beginn ein kurzer Auszug aus der Firmengeschichte:

Gegründet wurde die Anker Brotfabrik 1892 von den Gebrüder Heinrich und Fritz Mendl.

Angesiedelt hat sich die heutige Anker-Brotfabrik, damals noch als Wiener Brot- und Gebäckfabrik bezeichnet, auf dem Laaer Berg an der Absberggasse Nummer 35 im 10. Wiener Gemeindebezirk.

Der Standort auf diesem Hügel wurde gewählt, da von dort aus die für die Auslieferung vorgesehen Pferdefuhrwerke am bequemsten ihre Kunden beliefern konnten.

Die Gebrüder Mendl wählten 1893 einen Anker als Markenzeichen für ihr Unternehmen. Dieser sollte ein Symbol für Vertrauen und Sicherheit darstellen. Später wurde auch das Firmenlogo mit dem Anker und den Initialen der beiden Brüder, die mittig eingefügt wurden versehen.

Zu dieser Zeit wurden bereits 25 Bäcker beschäftigt, die täglich etwa 2000 Laib Brot backten. Die bis zu 2 kg schweren Rundbrote wurden von ca. 150 Pferdegespannen ausgeliefert. Das waren bis zu 150 Tonnen an einem Tag.

1907 wurde den Gebrüder Mendl aus Anerkennung für Ihre Leistungen der k.u.k Hoflieferantentitel verliehen. In den darauf folgenden Jahren wuchs das Unternehmen stetig und konnte 1920 bereits 2.000 Mitarbeiter beschäftigen.

Während des ersten Weltkrieges belieferte Anker die österreichische Armee mit Schwarzbrot.



Abb. 1: Heinrich Mendl (1855-1917), Fritz Mendl (1864-1929)



Abb. 2: Die Ankerbrotfabrik in der Anfangszeit

Nach dem Ende des Krieges und der damit verbundenen Auflösung der Donaumonarchie wurde auch Weißbrot in die Produktpalette eingeführt.

Das Unternehmen wurde 1922 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Durch Jausengebäck und Eierteigwaren wurde das Sortiment zusätzlich erweitert und Anker konnte expandieren. Auch die Anzahl der Filialen stieg auf rund 100 an.

Am 23. Jänner 1923 erhielt die Ankerbrot AG die so genannte „Staatliche

Auszeichnung“ für außergewöhnliche Leistungen für die Wirtschaft der Republik Österreich und darf seither das Bundeswappen im Geschäftsverkehr verwenden.

Als sich Österreich an das Deutsche Reich anschloss, folgte 1938 die Arisierung des Unternehmens und die Mitglieder der Gründerfamilie mussten Österreich daraufhin verlassen. Um die Versorgungsgrundlage der wiener Bevölkerung weiterhin sicherstellen zu können wurde das Unternehmen bis 1945

unter öffentliche Verwaltung gestellt.

Im April 1945 wurde Wien durch die Rote Armee eingenommen und die Fabrik geplündert, wodurch ein großer Schaden entstand. Auch ein erheblicher Teil des Fuhrparks kam abhanden.

Bereits im Mai 1945 konnte aber ein Großteil der Produktion durch Mehllieferungen aus der Sowjetunion aufgenommen werden. Die Gründerfamilie erhielt alle Rechte des Unternehmens zurück.



Abb. 3: Ankerbrot Werbetafel von 1920



Abb. 4: Ankerbrot wird k.u.k Hoflieferant

Die Jahre des Wiederaufbaus brachten dem Unternehmen Wachstum. Die Produktpalette wurde erneut erweitert. Zum neuen Sortiment gehörten unter anderem Milchgebäck, Mürbgebäck und sogar Backhilfen wie Semmelbrösel oder Grieß, sowie zahlreiche andere Backwaren.

Im Jahr 1969 wurde Anker vom Wiener Schöller Konzern übernommen, der die Firma mit den Floridsdorfer Hammerbrotwerken unter dem Namen Vereinte Nahrungsmittel Industrie AG zusammenschloss.

Anfang der 1980er Jahre kaufte Gerhard Schuster und sein Bruder Helmut Schuster sämtliche Aktien des Unternehmens, das mittlerweile in wirtschaftliche Schwierigkeiten geraten war. Schließlich wurde das Unternehmen 1983 wieder in Ankerbrot umbenannt. Durch Investoren und notwendige Sanierungsmaßnahmen schrieb Ankerbrot nun wieder schwarze Zahlen. Die Qualität der Produkte wurde deutlich verbessert, da die Backwaren nun aus echtem Natursauerteig hergestellt wurden. Dies erwies sich als Erfolgsrezept.

Seit 1990 exportiert Ankerbrot seine Produkte auch nach Süddeutschland. Gemeinsam mit der ungarischen Zalaco wurde 1996 die Tochtergesellschaft Ankerbrot Ungarn AG gegründet. Die Fabrik des Tochterunternehmens hat seinen Standort am Stadtrand von Keszthely.

Im selben Jahr übernahm Ankerbrot sieben Bäckereien von der in Konkurs gegangenen Konsum-Genossenschaft die Ährenstolz GmbH.



Abb. 5: Schwäre Kriegsschäden nach 1945



Abb. 6: Firmenflotte in der großen Verladehalle 1965

---

Im Jahr 1997 wurden 74 Prozent des Unternehmens von der deutschen Firma Müller-Brot erworben. Ankerbrot beschäftigte zu dieser Zeit 2.630 Mitarbeiter und erwirtschaftete rund 2,2 Mrd. Schilling (rund 160 Mio. Euro) pro Jahr. Drei Prozent gingen in Streubesitz über und die Gebrüder Schuster behielten 23 Prozent.

2003 erwarb die deutsche Industriellenfamilie Ostendorf die Mehrheit an Ankerbrot. Nach einer wirtschaftlich schwierigen Phase wurde ein umfassendes Restrukturierungsprogramm gestartet. Darunter fielen Sortimentsbereinigungen, die Optimierung der Tourenplanung und der Logistik und eine neue, frische Marketingstrategie.

Nach der erfolgreichen innerbetrieblichen Sanierung stand das Unternehmen Ankerbrot AG wieder auf soliden Beinen. Neben der erfolgreichen Filialexpansion und Modernisierung wichtiger Standorte wurde auch der Produktions- und Sortimentsbereich laufend weiterentwickelt und verbessert.

Ankerbrot feierte 2012 seinen 120 jährigen Firmengeburtstag und stellt sich strategisch neu auf. Anlässlich des Jubiläums wurde im Jahr 2012 ein verändertes Logo und Filialkonzept vorgestellt. Auch ein Jubiläumsbildband wurde gedruckt.

Heute besitzt das Unternehmen Ankerbrot rund 160 Filialen in Österreich, die meisten davon in Wien und Umgebung und beschäftigt ca. 1.800 Mitarbeiter.

## 2.2 ARCHITEKTUR

Die Anker Brotfabrik befindet sich in der Absberggasse im 10. Wiener Gemeindebezirk. 1874 wurde der 10. Bezirk vom 4. Bezirk abgespalten und seitdem als eigenständiger Bezirk verwaltet und bis 1954 mehrmals erweitert. Ab 1890 siedelten sich dort, am damaligen Stadtrand viele Industriebetriebe an. Die Anker Brotfabrik war der Größte.

Der Standort der Anker Brotfabrik war wohl überlegt. Neben der Möglichkeit einer stetigen Erweiterung des Firmengeländes bot das Gebiet eine gute Infrastruktur. Die nahe gelegenen Gleise der Ostbahn ermöglichten eine kostengünstige Anlieferung der zu verarbeitenden Rohstoffe und die schwer beladenen Pferdefuhrwerke konnten die fertigen Produkte über die abschüssige Absberggasse leicht stadteinwärts fahren.

Auch für die Errichtung der Produktionsgebäude erwies sich der Standort als ideal. Baumaterial konnte aus der nahe gelegenen Wienerberger Ziegelfabrik bezogen werden und günstige Arbeitskräfte standen auch zur Verfügung.

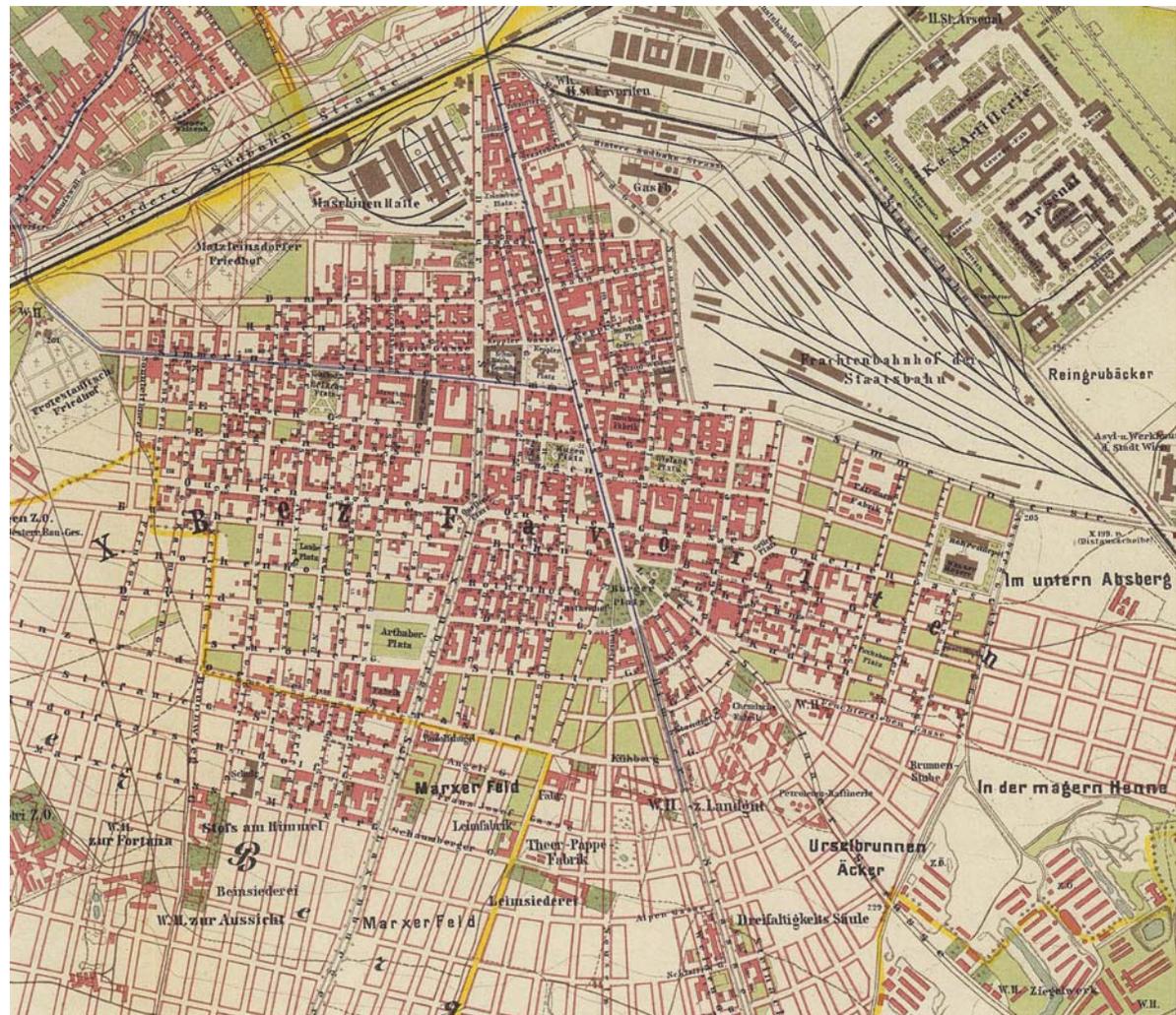


Abb. 7: Historischer Stadtplan Wien 10. Bezirk

Darüber hinaus wurde 1886, wenige Jahre vor der Fabrikgründung, in der Nähe der Anker Brotfabrik eine mustergültige Arbeitersiedlung errichtet. Diese Arbeiterwohnhäuser wurden 1916 von der Anker Brotfabrik übernommen.

Nach der Errichtung wurde die Ankerbrotfabrik stetig erweitert und ausgebaut. Die in architektonischer Hinsicht relevanten Baukörper wurden in vier wesentlichen Bauphasen errichtet:

#### ERSTE BAUPHASE 1892/93

Den Entwurf für die zu bauende Industrieanlage machte der aus Ungarn stammende Architekt Friedrich Schön. Er plante für die neu gegründete Wiener Brot- und Gebäckfabrik eine Schwarzbäckerei, Magazine, Wagenschuppen, Pferdeställe sowie ein Wohn- und Kanzleigebäude. Errichtet wurden diese vom Baumeister Jacob Zeidlinger.

Die Gebäude der Bäckerei wurden in einem U-förmigen Grundriss angeordnet, in dessen Innenhof der Wagenschuppen untergebracht wurde.



Abb. 8: Ansicht des Fabrikeingangs in der Absberggasse Situation um 1895. Kolorierte Kreidezeichnung von Bertold Löffler, 1924

Das hatte den Vorteil, dass die Produktion vom Mehl bis zum fertigen Produkt möglichst effektiv und mit kurzen Wegen erfolgen konnte. Das Mehl gelangte mittels Pferdefuhrwerke durch das Tor in der Absberggasse auf das Firmengelände.

Neben dem Eingang befanden sich ein Verkaufslokal und dahinter das große

Mehldepot mit einem davor gelagerten Gang. Von diesem Gang aus gelangte man zu den Umkleiden der Belegschaft, die mit Toiletten und Duschen ausgestattet waren. Über einen Vorraum gelangte man in den Misch- und Knetraum. Dort wurden die Teige zusammengemischt und mit Maschinen geknetet.

Durch vier große Öffnungen gelangte der fertige Teig in die Backstube. Dort wurde er in zehn gemauerten und mit Lehm ausgekleideten Öfen gebacken. Diese Öfen waren sehr wartungsintensiv und erzeugten in der Backstube extreme Temperaturen. Da dort keine Zugluft entstehen durfte, konnte die Lüftung nur über Dunstabzüge erfolgen.



Abb. 9: Briefpapier der Brotfabrik von 1897

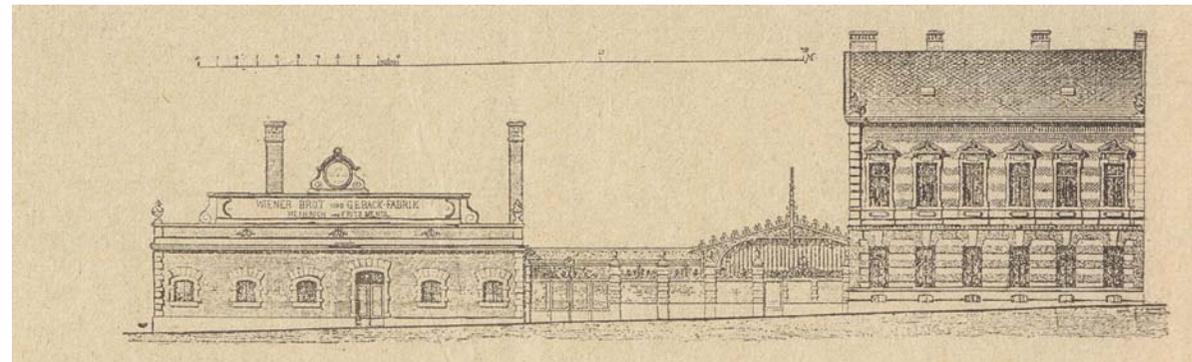


Abb. 10: Straßenansicht des ältesten Teils der Bäckerei

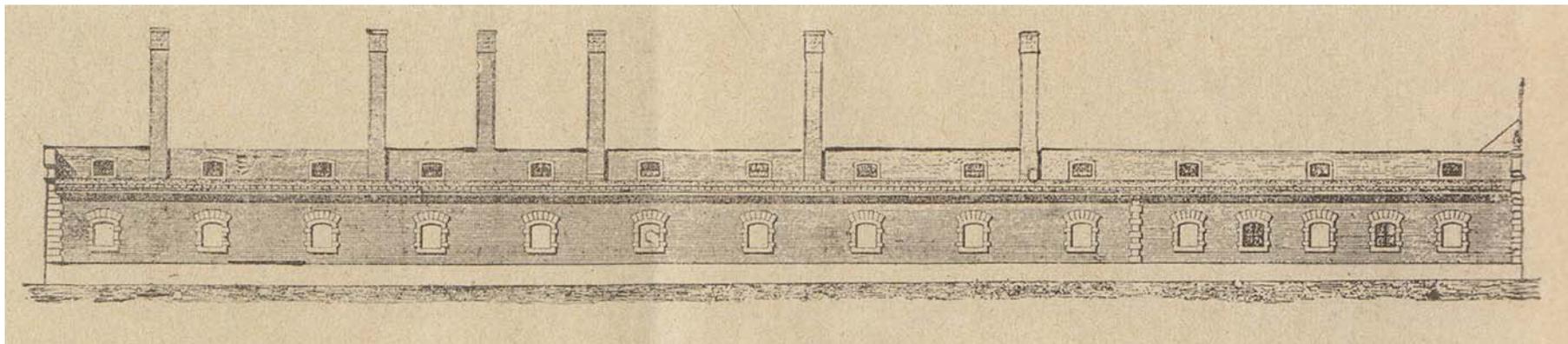


Abb. 11: Seitenansicht des Backhauses

Das fertig gebackene Brot wurde zum Brotmagazin gebracht und anschließend in den davor liegenden Wagenschuppen auf Pferdefuhrwerke verladen.

Im gegenüber liegenden Trakt befanden sich 24 Pferdeställe und das Administrationsgebäude. In diesem Gebäude befanden sich das Büro, Wohnungen für den Hausmeister, den Administrator und für einen Beamten sowie eine Waschküche. Über den Pferdeställen waren das Futterdepot, ein Aufenthaltsraum für Kutscher und Wohnungen für verheiratete Bäcker untergebracht.

Die Errichtungskosten der gesamten Firmengebäude betragen damals 80.000 Gulden. Das entspricht der heutigen Kaufkraft von rund 760.000 Euro.

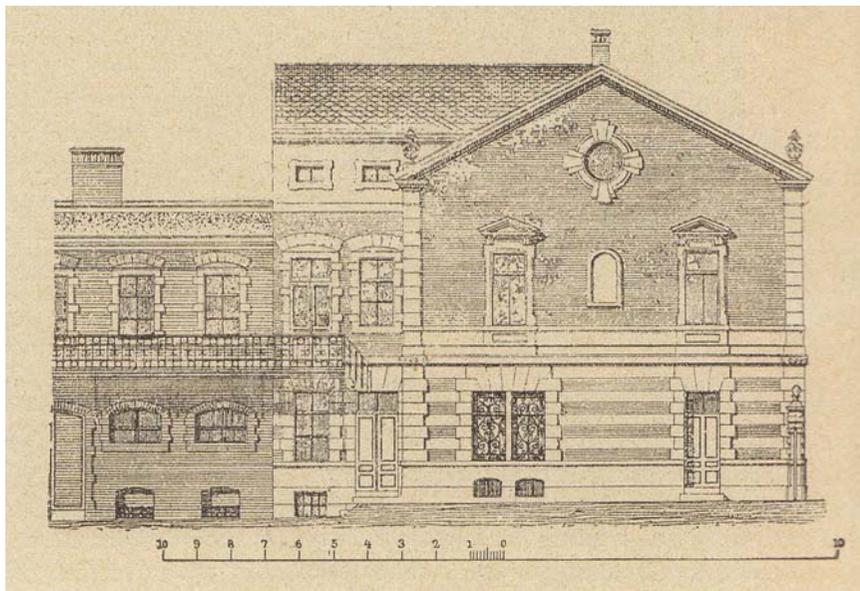


Abb. 12: Ansicht des Administrationsgebäudes

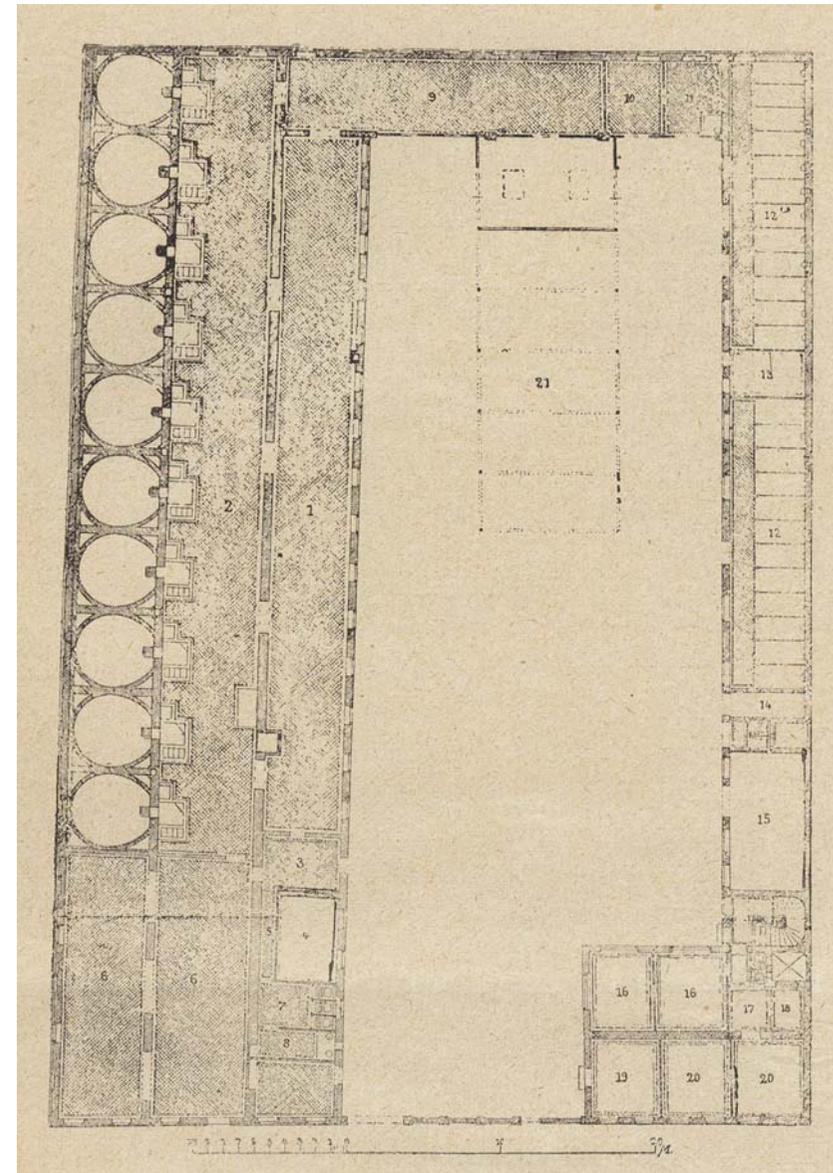


Abb. 13: Grundriss des ältesten Teils der Anlage

## ZWEITE BAUPHASE 1900

Da das Unternehmen florierte und 1900 bereits über 2.000 Mitarbeiter beschäftigte, wurden in diesem Jahr die ersten Erweiterungen der Anker Brotfabrik durchgeführt. Es wurden südlich des Kanzleigebäudes ein Getreidespeicher, eine Kopperei in der das Getreide gereinigt wurde, ein Kesselhaus das später als Trafogebäude genutzt wurde und eine Mühle errichtet. Auch diese Bauten wurden von Friedrich Schön geplant.

*„Von besonderem baugeschichtlichem Interesse ist hierbei der Getreidespeicher. Bei dem mit Baubewilligung vom 8. Mai 1900 errichteten Gebäude handelt es sich um einen kubischen, fünfgeschossigen Sichtziegelbau mit geschichteter Rastergliederung, dessen Fassade zu Absberggasse hin fensterlos ist. Der Gebäudesockel besteht aus regelmäßigem Quadermauerwerk, die Innenwände sind patschokkiert (Pinselputz). Die Decke über dem Keller wurde als Platzgewölbe gebildet, die Kellerstiege ist aus Stein. Alle übrigen Einbauten wurden als mächtige Holzkonstruktionen gefertigt. Diese Konstruktion mit Silokammern, Bedienungsbühnen, und Treppen ist eine Zimmermanns- beziehungsweise Mühlenbauarbeit, deren handwerkliche Qualität heute noch beeindruckt und überzeugt.“ [1]*

[1] Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.135

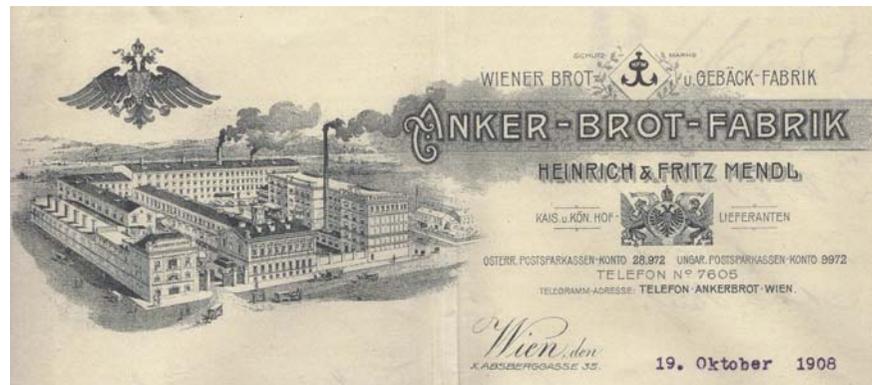


Abb. 14: Briefpapier der Ankerbrotfabrik von 1908

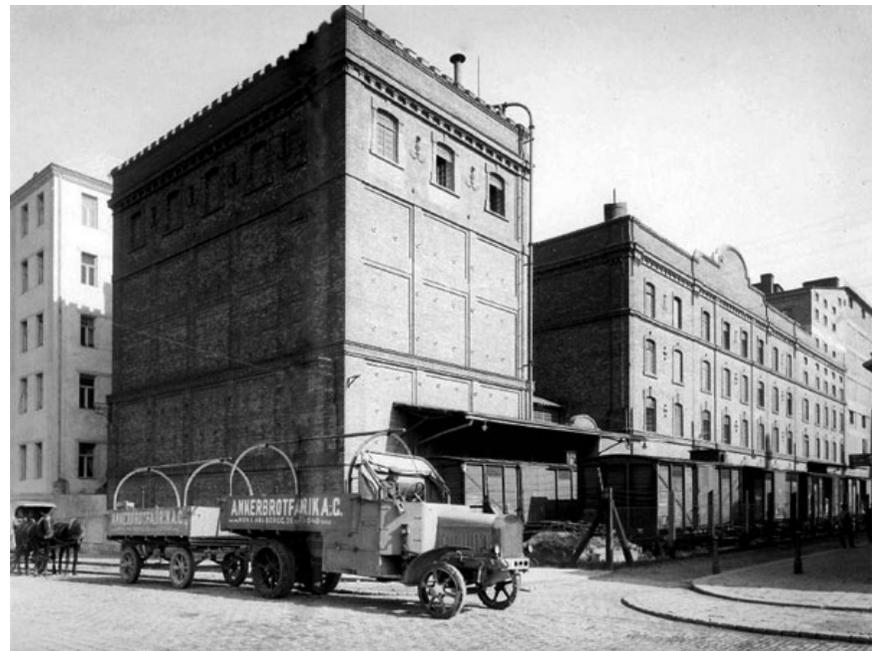


Abb. 15: Aufnahme vom alten Getreidespeicher um 1945

## DIE KLEINE VERLADEHALLE 1912

Im Jahr 1912 wurde noch vor dem ersten Weltkrieg eine dritte Erweiterungsphase begonnen. Hierbei wurde die erste Verladehalle mit rund 2.200 Quadratmeter gebaut. Zu dieser Zeit zählte die Halle zu den größten stützenfreien Räumen Europas. Die Wände der Halle waren weiß getüncht und die Böden mit Hirnholzpfaster belegt. Später wurde die Halle mit Gussasphalt versiegelt und das Gewölbe gedämmt.

Geplant und gebaut wurde die Stahlkonstruktion des Tonnengewölbes von Ignaz Gridl junior, dem Sohn des bekannten Eisenkonstruktors gleichen Namens. Die Firma Gridl ist bekannt für seine Eisenkonstruktionen als technisches und architektonisches Bauelement. Sie realisierten Gebäude wie das Palmenhaus, wirkten bei Theaterbauten wie dem Hofburg- und Volkstheater mit und bauten die Dächer, Türme und Kuppeln vom Rathaus, den Hofmuseen und der Universität.



Abb. 16: kleine Verladehalle

## DIE GROSSE VERLADEHALLE 1923-25

Nach dem ersten Weltkrieg erschloss sich die Anker Brotfabrik über eine Grundfläche von 120.000 Quadratmeter und 110 Gebäude. Zusätzlich wurde eine Weißbäckerei und 1923 eine neue Verladehalle errichtet. Die neue, über 4.100 Quadratmeter große Verladehalle hat eine Spannweite von 50 Metern und eine Länge von 82 Metern. In ihr konnten täglich 300 Fuhrwerke mit Brot beladen werden.



Abb. 17: Aufnahme der großen Verladehalle von 1925

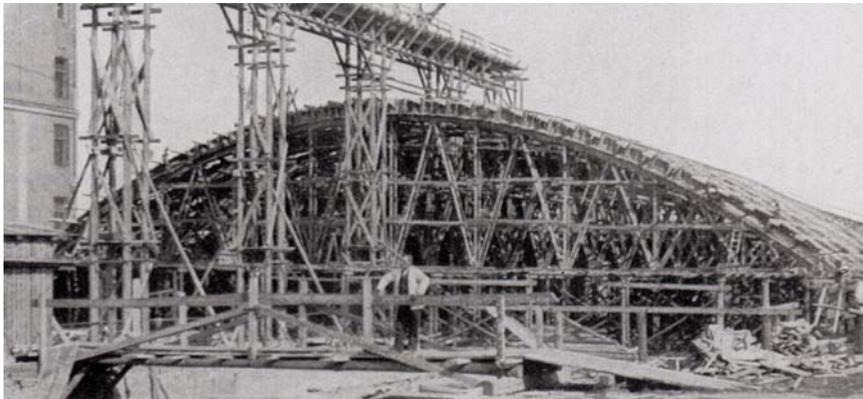


Abb. 18: Bau der großen Verladehalle 1923-25

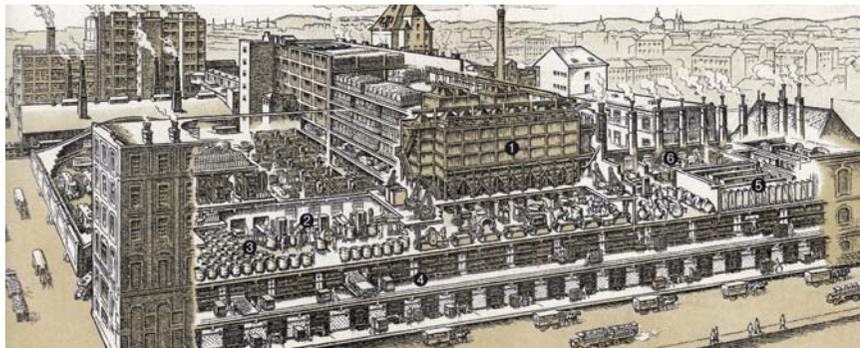
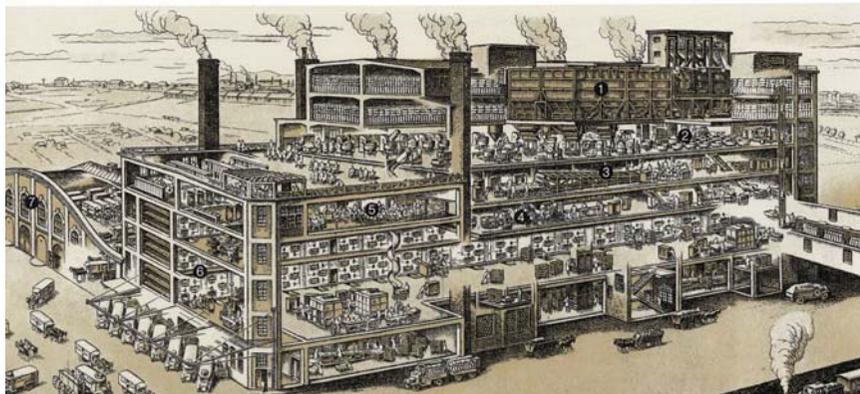
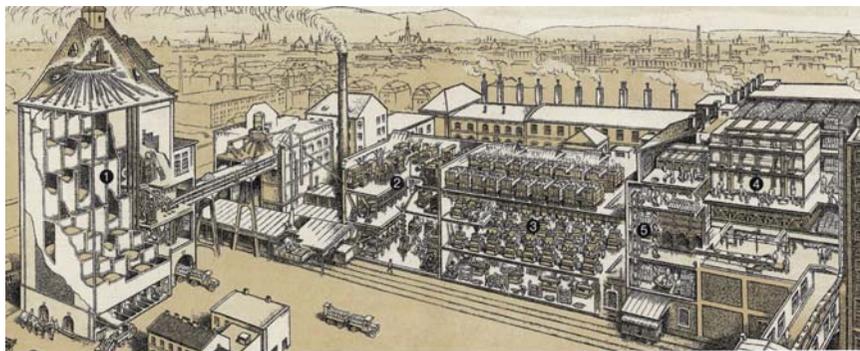
Ursprünglich sollte die Halle als Holzkonstruktion errichtet werden. Durch mehrere kleine Brände in der Brotfabrik wurde entschieden eine Eisenbetonhalle auszuführen. Die Firma Wayss & Freytag baute mittels Dreigelenkbogenbindern in Stahlbeton die damals größte Halle Europas.

#### DER NEUE KORNSILO 1926-27

Kurz nach Fertigstellung der großen Verladehalle wurde mit dem Bau des neuen Kornsilos begonnen. Dieser wurde gegenüber dem alten Getreidespeicher errichtet und die Gebäude wurden mit einer Brücke verbunden. Der neue Kornsilos ist ein Gebäude mit 30 Stahlbetonzellen und einer Höhe von 44 Metern. Der Bau geht auf einen Entwurf der Münchner Baufirma Schulz und Kling aus dem Jahr 1912 im Stil süddeutscher Heimatschutzarchitektur zurück. Gebaut wurde er, wie auch die große Verladehalle von der Firma Wayss & Freytag.



Abb. 19: Aufnahme des neuen Kornsilos 2013



## KRIEGS- UND NACHKRIEGSZEIT 1938-2003

Vor dem Ausbruch des zweiten Weltkrieges hatte die Anker Brotfabrik die flächenmäßig größte Ausdehnung. Von da an kam es zu keinen nennenswerten Bautätigkeiten mehr.

In den folgenden Jahren gab es bedingt durch Krieg und wirtschaftliche Probleme wechselnde Eigentümer. Erst als im Jahr 2003 die Familie Ostendorf die angeschlagene Brotfabrik ankaufte, kam es zu einem umfassenden Restrukturierungsprogramm. Durch moderne Technologien konnte die Produktion auf rund ein Drittel der Fläche verkleinert werden. Das führte zur Stilllegung der älteren Gebäudeteile, die bis 2009 leer standen.

Abb. 20: Schnittbild von Getreidesilo und Mühle der Ankerbrotfabrik (Oben); Schnittbild der Weißbäckerei (Mitte); Schnittbild der Schwarzbäckerei (Unten) um 1930

## VON 2003 BIS HEUTE

Im Jahr 2009 erwarb die „Loft City GmbH & Co KG“ die stillgelegten, historischen Gebäudeteile der Anker Brotfabrik und retteten sie vor dem Abriss. Hinter der Firma stehen Walter Asmus und seine Partner Lukas Groh (Architekt), Michael Wagner und Anton Wallner. Sie hatten das Konzept auf rund 17.000 Quadratmeter der insgesamt 68.000 Quadratmeter der Anker Brotfabrik in zwölf Objekten multifunktionale Hallen, Ateliers, Schauräume, Büros und Lofts entstehen zu lassen.

Dafür errichteten sie eine neue Infrastruktur mit Aufzügen, Stiegenhäusern und Garagen. Durch den Abbruch eines nachträglich eingefügten Baukörpers gruppieren sich die Gebäude um zwei möglichst authentisch wieder hergestellte Innenhöfe. Dabei wurden sowohl die denkmalgeschützten Gebäude als auch die nicht geschützten Baukörper erhalten und teilweise in ihren Urzustand zurückgebaut.

Es entstanden 50 Lofts mit einer Fläche von 140 bis 1.000 Quadratmeter und einer gewerblichen Nutzung. Die Käufer erwerben die Lofts im Rohzustand. Abgesehen von der Haustechnik übernehmen die Käufer den Innenausbau ihrer Lofts nach eigenen Wünschen und Bedürfnissen.



Abb. 21: Visualisierung des neuen Kulturquartiers („Loft City“)



Abb. 22: Visualisierung der geplanten Maßnahmen („Loft City“)



Abb. 23: Aufnahme während der Sanierung



Abb. 24: Aufnahme der sanierten Gebäudeteile



Abb. 25: Musiktheateraufführung



Abb. 26: Ausstellung "NORMALZEIT"



Abb. 27: Deutsche Pop

Bis heute siedelten sich dort viele Künstler, Sammler, Galeristen und andere Kreative an. Es entstand ein lebendiges Kunstquartier mit der Hilger Brotkunsthalle, Schauräume des Designklassiker-Spezialisten Lichterloh, der Galerien Ostlicht und Anzenberger, der Musik- und Medienakademie Deutsche POP, Ateliers der Caritas und anderen kulturellen Einrichtungen. Die ehemalige kleine Verladehalle wird für temporäre Ausstellungen, Musik-, Theater- und Kulturveranstaltungen genutzt. Das einzige Bauwerk das noch keiner neuen Nutzung übergeführt werden konnte ist der unter Denkmalschutz stehende, alte Getreidespeicher der bis heute leer steht.

Durch den neuen Wiener Hauptbahnhof, der in einigen Jahren in Betrieb genommen wird und der damit einhergehenden Verlängerung der U2 bis zur Gudrunstraße, sowie der Straßenbahnlinie D bis zur Absberggasse wird die öffentliche Anbindung des Areals deutlich verbessert. Es entsteht eine Kulturachse von der inneren Stadt über das Belvedere, das 21er Haus und Arsenal bis zur Ankerbrotfabrik.

## 2.3 GETREIDESPEICHER

Der "alte Getreidespeicher" wurde ebenso wie die historische Gesamtanlage der Anker-Brotfabrik von Friedrich Schön entworfen und mit Baubewilligung vom 8. Mai 1900 errichtet.

### ARCHITEKT FRIEDRICH SCHÖN

Friedrich Schön gehörte am Ende des 19. und frühen 20. Jahrhunderts zu den führenden Industrie-architekten in Wien .

*„Friedrich Schön ist ein typischer Vertreter einer eher konservativen, späthistorisch ausgerichteten Architekten-generation, die jedoch - ungeachtet formaler Fragen - technischen Neuerungen gegenüber sehr aufgeschlossen agierte und deren Werke sich durch große Solidität und Qualität auszeichne.“ [2]*

Schön wurde 1857 in Lovasbereny geboren und wuchs in bescheidenen Verhältnissen auf. Obwohl er schon mit zwölf Jahren zum Weisen wurde studierte er zunächst am Budapester Polytechnikum und anschließend an der Technischen Hochschule in Wien.

[2] Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.133

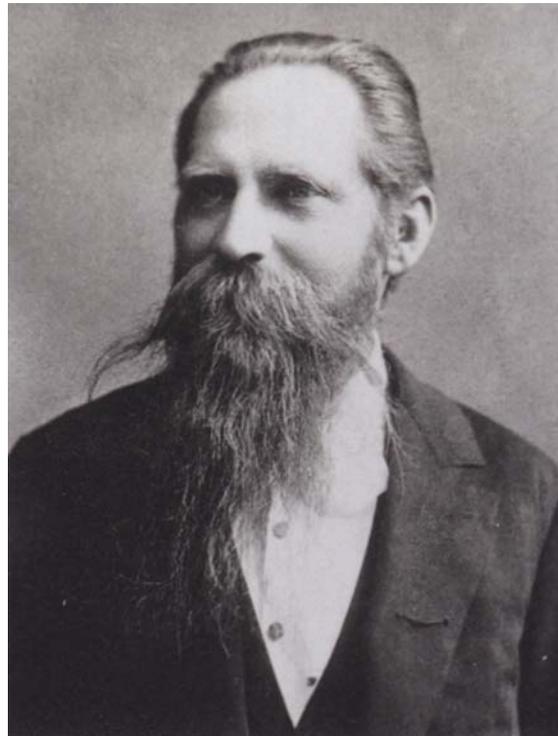


Abb. 28: Friedrich Schön (1857-1941)

Abgeschlossen hatte er sein Studium an der Akademie der bildenden Künste bei Theophil Hansen. Er ließ sich als selbstständiger Architekt in der wiener Innenstadt nieder und unterhielt ein großes Atelier mit vielen Mitarbeitern.

Er realisierte eine große Zahl von Mietgebäuden, Villen, Sakralbauten, Schulen, Warenhäusern und Industriegebäuden. Im Jahre 1941 wurde er im Alter von 84 Jahren durch die NS deportiert und erschossen.

### ARCHITEKTUR

Friedrich Schön plante an der Absberggasse am südlichen Erweiterungsbereich der Ankerbrotfabrik einen kubischen, fünfgeschossigen Sichtziegelbau mit einem Sockel aus regelmäßigem Quadermauerwerk. Die Umfassungsmauern bestehen aus massivem Sichtziegelmauerwerk. Diese weisen im Souterrain eine Stärke von 90 cm auf und verjüngen sich geschossweise auf 45 cm im 4. Stock. Im Inneren wurden die Wände mit einem Pinselputz (Patschokk) versehen. An der Ost- und Westfassade besitzt der Baukörper keine Fensteröffnungen und im Süden nur im vierten Obergeschoss.



Abb. 29: Ansicht Süd-West



Abb. 30: Ansicht Nord-Ost



Abb. 31: Eisenschließen an der Fassade



Abb. 32: Anker an der Fassade

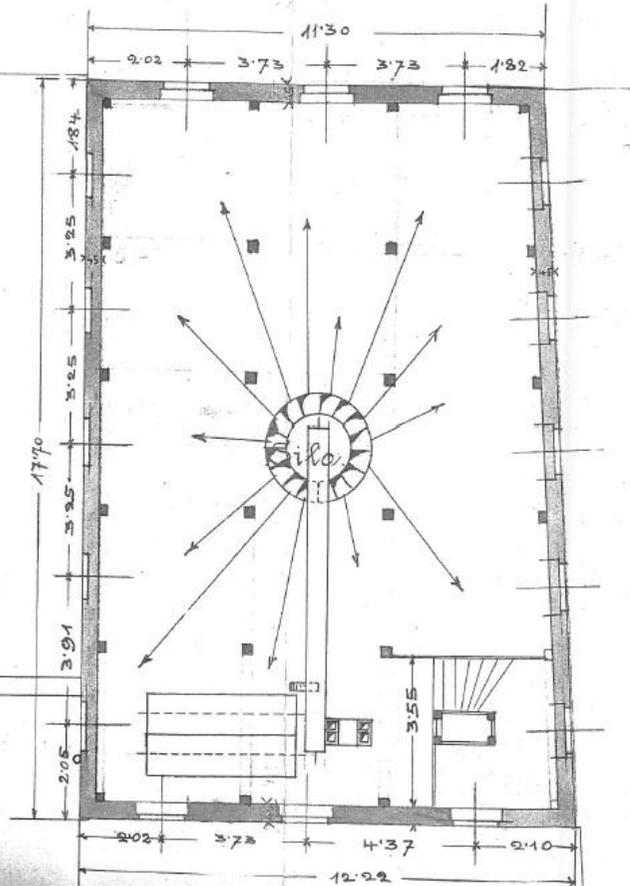
Im Inneren des Bauwerks wurden neben der Kellerstiege aus Stein und der Kellerdecke in Form eines Platzlgewölbes alle weiteren Einbauten in Holz ausgeführt. Die Holzkonstruktionen bestehen aus 12 Silokammern die vom Erdgeschoss bis zum dritten Obergeschoss reichen, Bedienungsbühnen und Erschließungstrepfen.

Zur Aussteifung wurden das Mauerwerk und die Holzkonstruktion der Einbauten durch massive Eisenklammern verschlossen. An der Fassade zeichnen sich die eisernen Gegenplatten ab. Im obersten Stock wurden diese in Form von Schiffsankern ausgeführt.

Seit längerem wird nach einer neuen Nutzung für den Getreidespeicher gesucht. Doch bauphysikalische Anforderungen an die Gebäudehülle und die geringe Belichtung erschweren derartige Bestrebungen. Erschwerend kommt dazu, dass der gesamte Kornspeicher unter Denkmalschutz steht was eine zusätzliche Perforierung der Fassade nahezu unmöglich macht.

F. Mendl.

4 Stock.



Fuehl-Schnecke.

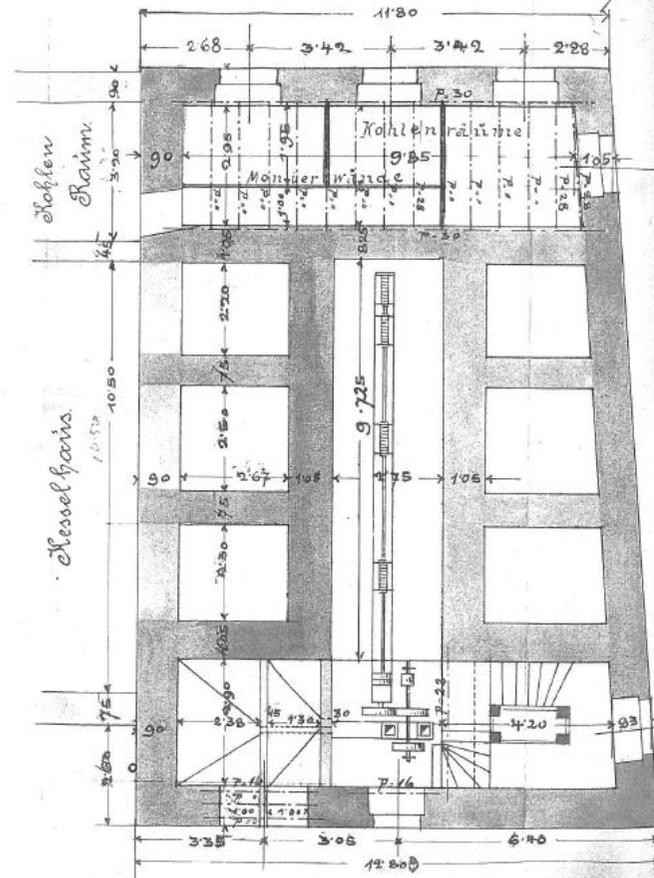
G. Z.

Vom

Wien, am

1. 10.

Kindlichgasse.



Kohlenraum.

Kesselhaus.

Souterrain.

Abb. 33 : historisches Planmaterial Kornspeicher um 1900, Grundrisse 4.Stock, Souterrain



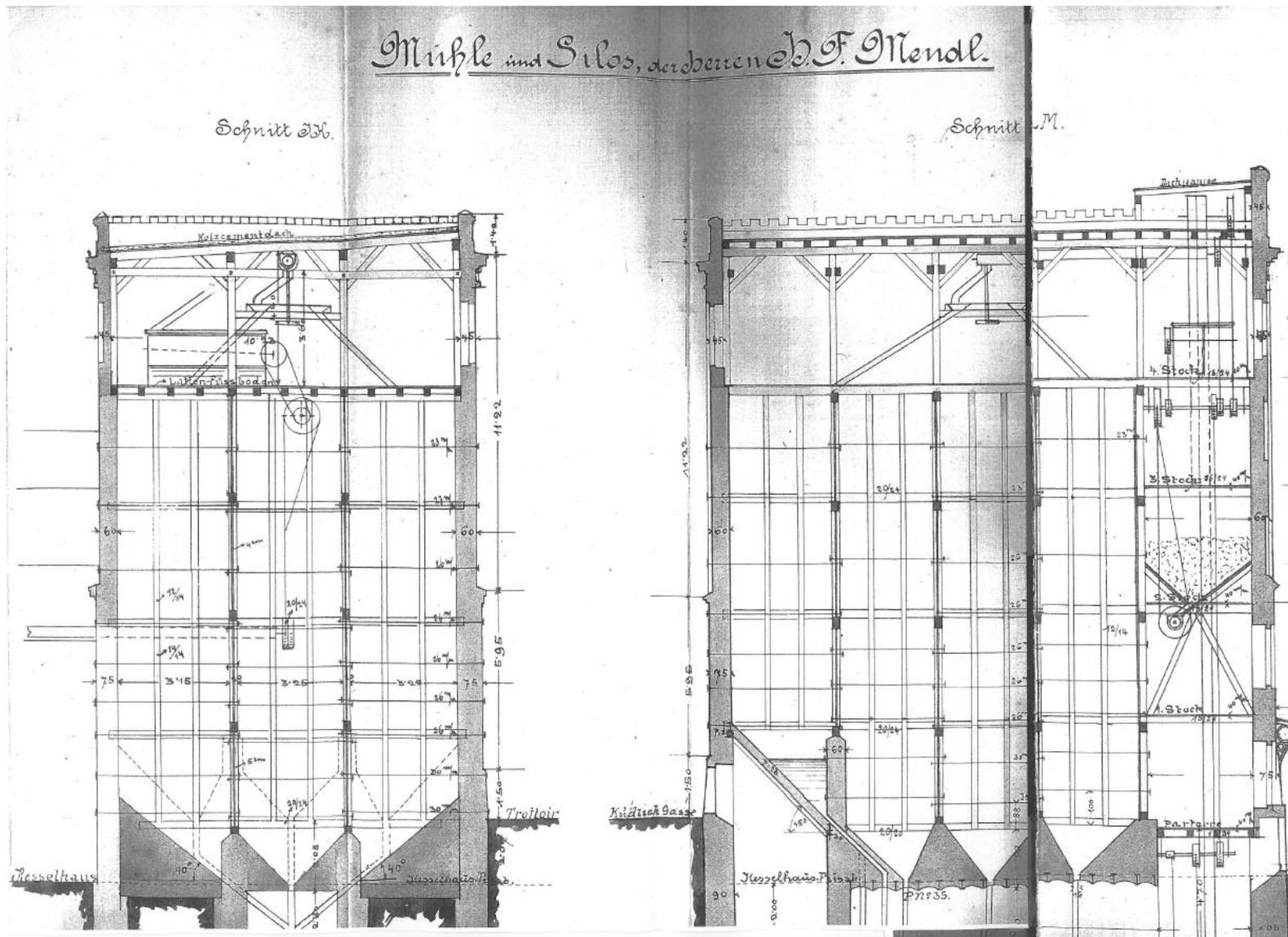


Abb. 35 : historisches Planmaterial Kornspeicher um 1900, Schnitte

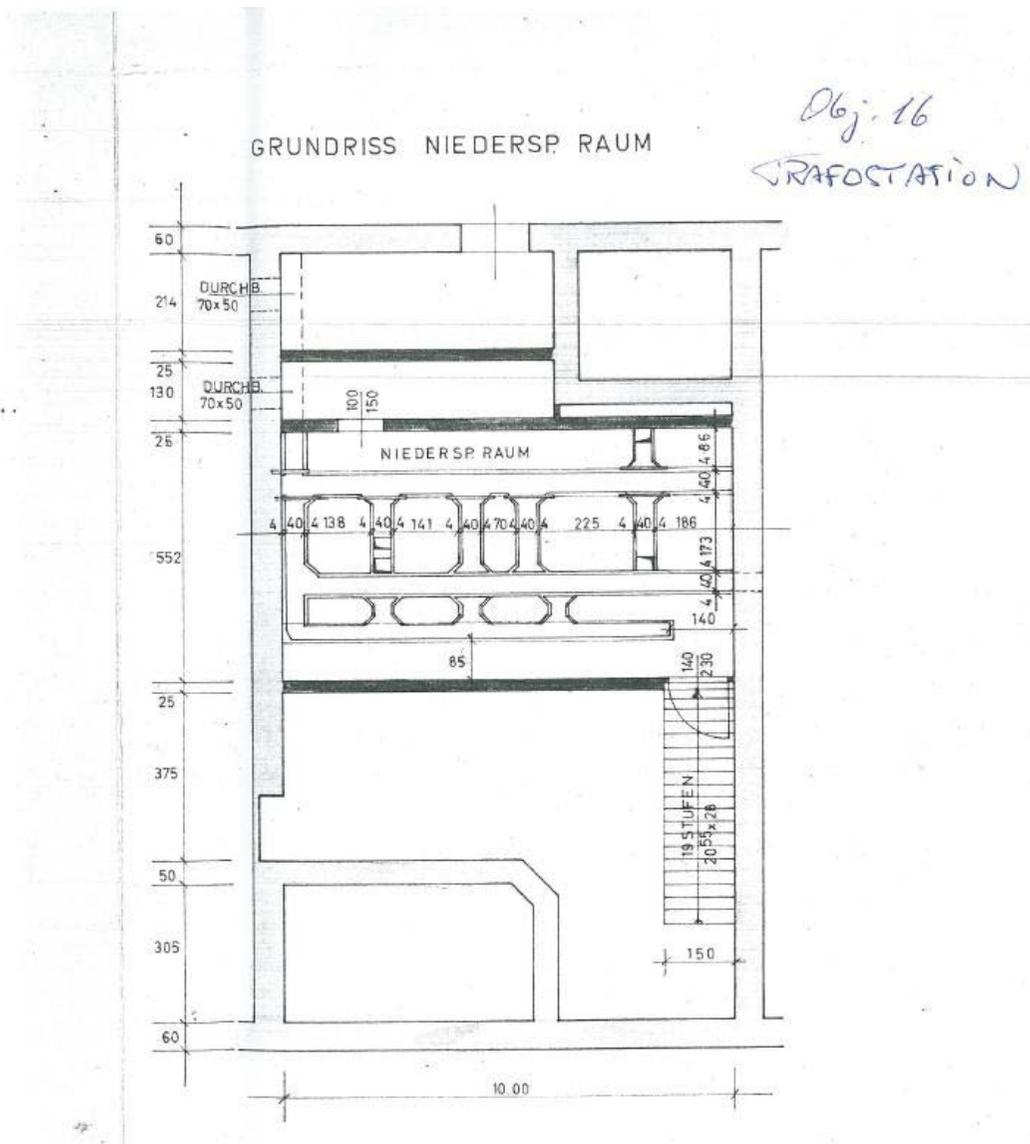
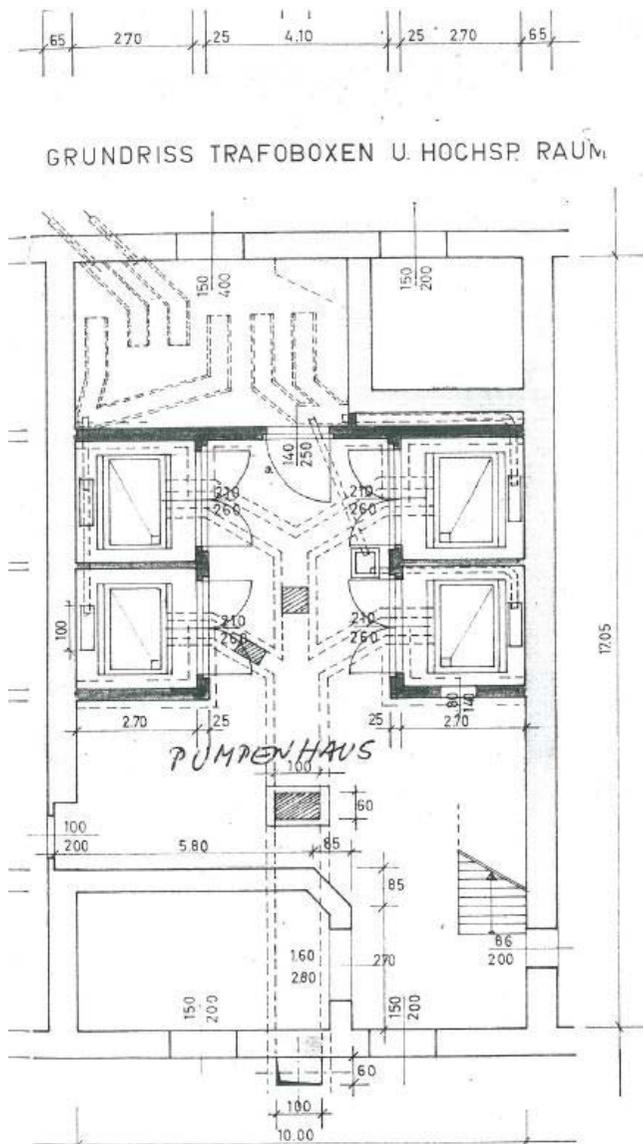


Abb. 36: Planmaterial Trafogebäude, Grundriss



# 3. GRUNDLAGEN

KONSTRUKTION & TECHNIK

## 3.1 HOLZMISCHBAU

*„Eigentlich gibt es den reinen Holz- oder Stahlbau nicht. Schon immer wurden die Materialien gemäß ihren spezifischen Eigenschaften und Vorteilen eingesetzt. In einem traditionellen Holzbau gibt es unzählige Stahlteile, welche meist versteckt als Verbindungsmittel dienen: als Nägel, Schrauben, Bleche, Zugstangen oder verstärkende Stahlträger im Brettschichtholz.“ [3]*

Das Ziel von Verbundkonstruktionen ist der Erhalt eines leistungsfähigeren Baustoffes durch die Kombination zweier Materialien die sich gegenseitig gut ergänzen und die Schwächen des jeweils Anderen ausgleichen. Im Holzmischbau wird das Holz mit anderen Materialien wie Stahl, Glas oder Beton kombiniert, um die Stärken des Holzes zu erhöhen und seine Schwächen zu reduzieren.

Aus ökologischer Sicht eignet sich vor allem Holz in Kombination mit Glas und Stahl, da beide Materialien restlos in einen Recyclingkreislauf zurückgeführt und dadurch Ressourcen eingespart werden können.

Durch die Kombination von Holz und Stahl entstehen weitspannende Konstruktionen mit geringen Bauhöhen und in Kombination mit Glas können Gebäude ausgesteift werden. Diese Holz-Glas- und Holz Stahl-Verbundkonstruktionen weisen einen hohen Vorfertigungsgrad auf, was sie sehr wirtschaftlich macht.

[3] <http://www.swissengineering-stz.ch/pdf/bua0220135969.pdf>; S.20



Abb. 37: „Schattenbox“ in Eichgraben, Architekten Dold und Hasenauer

## 1. HOLZ

Holz ist ein nachwachsender, natürlicher, organischer Werkstoff, der aus einzelnen Zellen aufgebaut ist. Bei der Anordnung und dem Aufbau der Zellen kann zwischen Nadel- und Laubhölzern unterschieden werden.

Der augenscheinlichste Unterschied zwischen Laub- und Nadelhölzern ist die Erkennbarkeit von Jahresringen. Diese entstehen durch Unterschiede im Angebot von Nährstoffen, Wasser, und Sonnenlicht. Im Frühjahr entstehen durch gemäßigte Temperaturen und ein hohes Wasserangebot weite und dünnwandige Zellen, das sogenannte Frühholz. Im Sommer und Herbst entstehen enge und dickwandige Zellen, das Spätholz. Entsprechend ihrer Dichte erscheint das Frühholz heller als das Spätholz und es entstehen die Jahresringe. Je größer der Anteil an Spätholz desto tragfähiger ist das Holz.

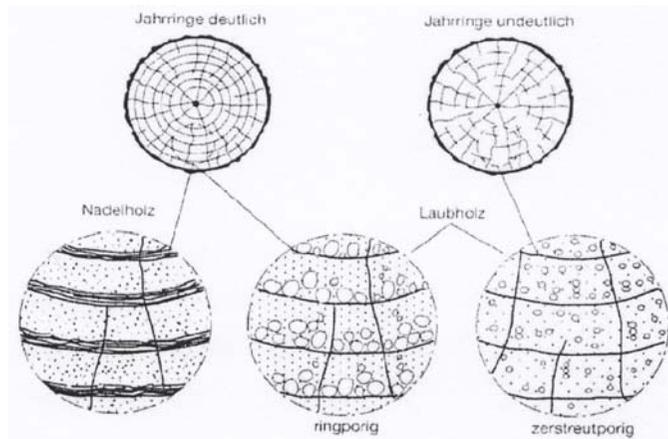


Abb. 38: Jahresringe bei Nadel- und Laubhölzern

Holz weist als Baumaterial viele Vorteile auf, jedoch müssen seine materialspezifischen Eigenschaften beachtet werden. Durch entsprechende konstruktive Maßnahmen ist Holz ein dauerhafter und leistungsfähiger Werkstoff.

- Aufgrund des guten Verhältnisses zwischen Eigengewicht und Festigkeit besitzt Holz eine große Reißlänge.
- Durch den hohen Porenanteil besitzt Holz im Vergleich zu anderen Baustoffen eine geringe Wärmeleitfähigkeit (0,15 W/mK).
- Holz ist maschinell und händisch gut zu bearbeiten.
- Holzkonstruktionen sind schnell auf- und wieder abzubauen und sind unmittelbar tragfähig.
- Holzkonstruktionen besitzen eine geringe Aussteifung.
- Holz ist CO<sub>2</sub> neutral und hat eine positive Ökobilanz über den gesamten Lebenszyklus.
- Durch den röhrenförmigen Aufbau des Holzes ist die Zugfestigkeit größer als die Druckfestigkeit.
- Als inhomogener und anisotroper Werkstoff muss auf die Wirkungsrichtung parallel oder quer zur Faser geachtet werden.
- Die Viskoelastizität des Holzes führt zu einem zeitabhängigen Materialverhalten.
- Holz ist ein brennbarer Werkstoff, dessen Brandverhalten jedoch exakt bestimmt werden kann.
- Holz ist unempfindlich gegen chemische Angriffe.
- Auch unbehandelt widerstandsfähig gegen direkte Bewitterung (Vergrauung der Oberfläche).
- Durch Hygroskopizität entsteht Quell- und Schwindverhalten des Holzes.

## STATISCHE EIGENSCHAFTEN

Die Druckfestigkeit ist proportional abhängig von der Rohdichte. Der Proportionalitätsfaktor wiederum hängt von der Holzart und dem Feuchtigkeitsgehalt ab. Mit wachsendem Feuchtigkeitsgehalt sinkt die Druckfestigkeit des Holzes.

Durch den Aufbau des Holzes ist auf die Wirkungsrichtung zu achten. Die größte Druckfestigkeit hat Holz parallel zur Faser. Wird die Krafrichtung um 15 Grad geneigt, sinkt die Druckfestigkeit auf rund 70 Prozent.

Bei Zugbeanspruchung verhält sich Holz weitgehend spröde. Unter Druck- und Biegebeanspruchung stellen sich vor dem Versagen erhebliche plastische Verformungen durch das Ausknicken der Röhrenbündel ein.

Durch den inhomogenen Aufbau (Äste, Schwindrisse, Holzfeuchte) werden die Sicherheiten bei Bauholz sehr hoch gewählt. Daher ergeben sich niedrige Werte für die zulässige Spannung, auch wenn theoretisch höhere Werte erreicht werden können.

	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
Rohdichte g/cm <sup>3</sup>	0,43	0,49	0,68	0,65
Wärmeleitzahl W/mK	0,083	0,120	0,130	0,130
E-Modul kp/cm <sup>2</sup>	110.000	120.000	160.000	130.000
Druckfestigkeit, längs kp/cm <sup>2</sup>	500	550	620	650
Druckfestigkeit, quer kp/cm <sup>2</sup>	58	77		110
Zugfestigkeit, längs kp/cm <sup>2</sup>	900	1.100	1.350	900
Zugfestigkeit, quer kp/cm <sup>2</sup>	38	30	107	90

Tapelle 1: Materialeigenschaften Holz

## HOLZWERKSTOFFE

Wie zuvor beschrieben ist Holz ein anisotroper und inhomogener Werkstoff. Während Vollholz mit seinen negativen Eigenschaften so verwendet wird wie es anfällt, werden Holzwerkstoffe künstlich hergestellt. Dabei können die Materialeigenschaften den Vorstellungen der Hersteller und Verbraucher angepasst werden. Das führt zu verbesserten mechanischen Eigenschaften und die Bauteile können mathematisch besser berechnet werden.

Bei der Anwendung von Holz-Mischbautechniken kommen vor allem die folgenden Holzwerkstoffe zur Anwendung:

- Brettschichtholz
- Furnierschichtholz

## BRETTSCHICHTHOLZ

Da Massivholz durch seinen Wuchs in der Länge beschränkt ist, wird bei größeren Konstruktionen Brettschichtholz verwendet. Bei der Herstellung wird eine ungerade Anzahl von ca. 30 mm hohen Holzlamellen faserparallel miteinander verklebt. Die Lamellen werden von Störzonen wie Ästen und Rissen befreit und durch Keilzinkung zu Trägern mit einer Länge von bis zu 35 Metern zusammengefügt. Bei der Verleimung kommen je nach Art der Beanspruchung Kunstharzleime aus Harnstoffen oder auf Resorcinharzbasis zur Anwendung. Brettsperrholzträger können auch in veränderlichen Querschnitten und gekrümmten Formen hergestellt werden. Die Vorteile liegen neben der frei wählbaren Geometrie der Träger in einer hohen Formstabilität und Haltbarkeit, sowie der guten statischen Leistungsfähigkeit.

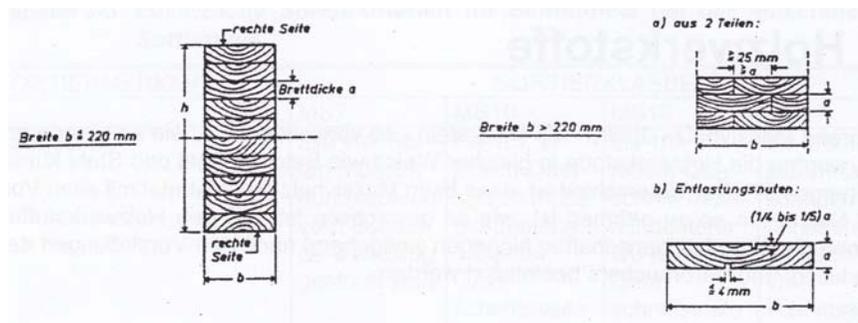


Abb. 39: Aufbau von Brettschichtholz

## FURNIERSCHICHTHOLZ

Bei der Herstellung von Furnierschichtholz werden mehrere dünne Schäl furniere mit einer Dicke von 2 bis 4 mm heiß verpresst und miteinander wasserfest verleimt. Die meisten Furniere werden faserparallel ausgerichtet und durch Überlappung oder Schäftung miteinander verbunden. Eine geringere Anzahl an Furniere (die je nach Produkt und Aufbau variieren) wird kreuzweise ausgerichtet. Je nach Aufbau unterscheidet man:

- Kerto-Q
- Kerto-S
- Microllam

Die Koppelleisten der Holz-Glas-Verbundscheiben werden aus Furnierschichtholz gefertigt.

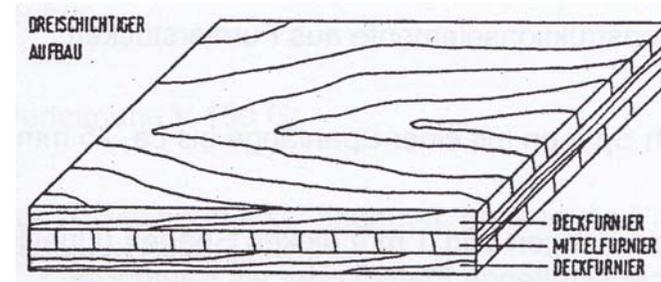


Abb. 40: Aufbau von Furnierschichtholz

## 2. STAHL

Stahl ist eine Metalllegierung aus Eisen (Fe) und anderen Elementen wie Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Chrom Nickel und Kupfer. Die wichtigste Legierungskomponente und auch verantwortlich für die Festigkeit ist der Kohlenstoff.

In der freien Natur kommt Eisen nicht im reinen Zustand, sondern nur in chemischen Verbindungen vor. Am häufigsten geht Eisen eine Verbindung mit Sauerstoff ein. Diese steinigen oder erdigen Verbindungen werden als Eisenerz abgebaut. Aus dem Erz wird durch Verhüttung im Hochofen Roheisen gewonnen und weiter zu Stahl verarbeitet.

Das für die Stahlerzeugung erforderliche Eisenerz wird im Tage- oder Schachtbau abgebaut und aufbereitet. Anschließend wird durch Verhüttung im Hochofen das Roheisen gewonnen. Dabei wird dem Eisenoxid bei hohen Temperaturen von 1600° C der Sauerstoff entzogen. Die Reduktion erfolgt durch Kohlenstoff, der den Sauerstoff an sich bindet und Wärme liefert. Der Schmelze werden auch Zuschläge wie Kalkstein zugefügt, die den Zweck haben eine leicht schmelzende Schlacke zu erzeugen, die die Verunreinigungen des Erzes und des Kokes aufnimmt. Das abgestochene Roheisen wird noch im flüssigen Zustand zum Stahlwerk gebracht, wo es zu Stahl weiterverarbeitet wird. Das Roheisen enthält jetzt noch verschiedene Begleitelemente und einen hohen Kohlenstoffgehalt, der das Eisen sehr spröde und unschmiedbar macht. Bei der Umwandlung zum Stahl werden die unerwünschten Beimengungen wie Phosphor, Schwefel, Mangan, Silizium und der hohe Kohlenstoffgehalt durch Oxidation verringert. Dieser Vorgang wird „Frischen“ genannt.

Als Baustoff hat Stahl viele Vorteile, aber auch Nachteile:

- Stahl besitzt eine sehr hohe Festigkeit, ein hohes Elastizitätsmodul und das günstigste Verhältnis von Tragfähigkeit zum Konstruktionsgewicht.
- Stahlprodukte sind Industrieerzeugnisse und daher von hoher Güte.
- Stahlkonstruktionen weisen einen hohen Vorfertigungsgrad auf. Daher entstehen kurze Bauzeiten und die Konstruktion ist nach der Errichtung sofort tragfähig.
- Stahlkonstruktionen sind sehr veränderlich, leicht zu reparieren und wieder abbaubar.
- Stahlkonstruktionen sind recyclebar.
- Stahlkonstruktionen benötigen einen Korrosionsschutz, da Baustahl an der Atmosphäre korrodiert.
- Stahlerzeugnisse können nur maschinell und von geschultem Personal bearbeitet werden - Kostenfaktor.
- Stahlkonstruktionen müssen gegen Brandeinwirkung geschützt werden.

## STATISCHE EIGENSCHAFTEN

Stähle besitzen bis zu einer gewissen Spannung ein rein elastisches Verhalten. Es treten nur Verschiebungen im Kristallgitter auf, die sich nach Entlastung zurückbilden. Der lineare Anstieg der Dehnung  $\varepsilon$  mit der Spannung  $\sigma$  wird durch den Elastizitätsmodul  $E$  ausgedrückt (E-Modul Stahl  $\approx 210.000$  N/mm<sup>2</sup>). Der elastische Bereich endet bei der Proportionalitätsgrenze. Bei der sogenannten Streckgrenze beginnt der Stahl zu fließen, dh. der Stahl beginnt sich dauerhaft zu verformen. Dieser Fließbereich ist von der Stahlgüte abhängig. Mit steigender Belastung erreicht man die Höchstspannung (Zugfestigkeit) und in weiterer Folge schnürt der Stahl ein und versagt an dieser Stelle.

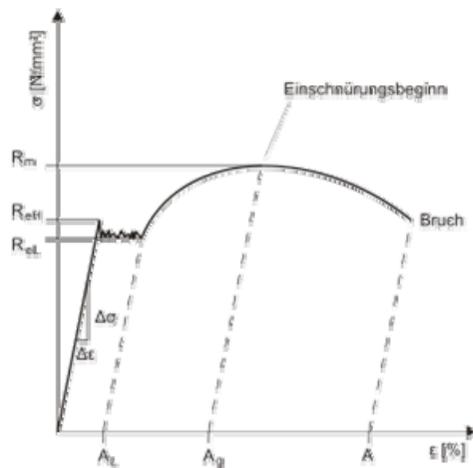


Abb. 41: Spannungs-Dehnungs-Diagramm

## 3. GLAS

„Unter dem Begriff Glas versteht man eine ohne Kristallisation erstarrte Silicatschmelze von glasig-amorpher Beschaffenheit. Es ist ein fester homogener und meist lichtdurchlässiger Stoff, der geringe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität sowie große Widerstandsfähigkeit gegenüber Luft, Wasser und anderen Stoffen besitzt.“ [4]

In der ÖNORM B 3716-1 werden drei Glasarten unterschieden:

- Erdalkali-Silicatglas
- Borosilicatglas
- Kalk-Natron-Silikatglas

Die bedeutendste und am meisten verbreitete Glasart ist das Kalk-Natron-Silikatglas. Es entsteht durch das Zusammenschmelzen von Quarz, Soda und Kalk. Es ist zwar nicht so temperaturwechselbeständig wie Borosilikatglas, besitzt aber eine reinere Zusammensetzung. Daraus ergeben sich ein geringerer Schmelzpunkt und eine niedrigere Verarbeitungstemperatur. Dadurch sind die Herstellungskosten deutlich günstiger als beim Borosilikatglas.

[4] Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Keramik, Stein und Glas, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005; S. 66

## FLOATGLAS

Die im Bauwesen verwendeten Flachgläser werden heutzutage zu 95% im Floatglas-Verfahren hergestellt. Dabei wird die auf 1600° C erhitzte Schmelze aus Quarzsand, Kalk und Soda durch ein Zinnbad geleitet. Durch die höhere Dichte des Zinns schwimmt das Glas oben auf und kühlt langsam, plan und spannungsfrei auf ca. 600° C ab. Im Kühlkanal wird das Glas auf Rollen weiter auf Zimmertemperatur abgekühlt und anschließend zugeschnitten und gelagert. Die Größe des Zinnbades bestimmt dabei die Größe der Glastafel. Heutzutage werden Glastafeln mit 3,21 m Breite und einer üblichen Länge von 6 m hergestellt. Die Scheibendicken liegen zwischen 1,5 mm und 19 mm.

Die theoretische Bruchfestigkeit von Floatglas beträgt ca. 25000 N/mm<sup>2</sup>. In der Praxis erreicht Glas jedoch nur eine Festigkeit von 30 bis 90 N/mm<sup>2</sup>. Der Grund ist die Oberflächenbeschaffenheit von Glas. Die Oberfläche ist von Mikrorissen übersät, wodurch das Glas spröde und weniger biegsam wird. Durch Oberflächenbehandlungen kann die Festigkeit deutlich gesteigert werden.

## VORGESPANNTES GLAS ESG

Dabei wird zwischen voll vorgespannten und teilweise vorgespannten Gläsern unterschieden. Das voll vorgespannte Glas wird als Einscheibensicherheitsglas (ESG) bezeichnet. Die Vorspannung wird entweder thermisch oder chemisch erzeugt.

Bei der thermischen Vorspannung werden die Floatglasscheiben auf 620° C bis 650° C erhitzt und durch Konvektion von der Oberfläche her schnell abgekühlt. Durch das schnelle Abkühlen entsteht eine Druckspannung an der Glasoberfläche während im Inneren des Glases aus Gleichgewichtsgründen eine Zugspannung entsteht. Durch die Oberflächenspannung im ESG können Bohrungen für Punkthalter und der Zuschnitt nur vor der Veredelung erfolgen. Beim Bruch zerfallen ESG-Scheiben in unendlich viele kleine Krümel. Durch die Vorspannung haben ESG-Tafeln eine Biegezugfestigkeit von 15 bis 18 kN/cm<sup>2</sup>.

Beim teilvorgespannten Glas (TVG) werden die Tafeln auf eine geringere Temperatur erwärmt und langsamer wieder abgekühlt. Dadurch ergeben sich im Kern geringere Spannungen und die Festigkeit liegt zwischen ESG und Floatglas. Beim Bruch entstehen wie beim Floatglas große Splitter.



Abb. 42: Bruchbild von Gläsern

Die chemische Vorspannung wird bei sehr dünnen Glasscheiben von 2 bis 3 mm angewendet. Dabei handelt es sich um eine Verfestigung der Glasoberfläche durch das Eintauchen in eine Kaliumnitratschmelze. Es entsteht ein Ionenaustausch, der auf der Glasoberfläche eine Druckspannung aufbaut und das Glas verfestigt. Die Oberflächenspannung ist dabei höher als bei der thermischen Vorspannung.

### VERBUNDSICHERHEITSGLAS VSG

Beim Verbundsicherheitsglas werden zwei oder mehrere Glasscheiben mit Kunststoff-Folien aus Polyvinylbutral (PVB) verbunden. Die Folien sind sehr elastisch, reißfest und haben eine Dicke von 0,38 mm. Als Scheiben können Floatglas, ESG und TVG verwendet werden. Bei der Herstellung werden die Folien auf das Glas aufgewalzt und bei Temperaturen von 140° C und 12 bar Druck im Autoklaven verbunden. VSG-Tafeln aus TVG oder Floatglas haben den Vorteil, dass beim Bruch keine Splitter herunterfallen und die Resttragfähigkeit relativ hoch ist, während bei der Verwendung von ESG die Tragfähigkeit durch die Krümelbildung vollständig verloren geht.

Beim Verbundglas (VG) werden zwei Glasscheiben durch einen Gießharz miteinander verbunden. Die 1 bis 4 mm starke Gießharzschicht hat den Vorteil, dass Solarzellen oder Glasfaserbewahrungen eingelegt werden können. In diesem Verfahren können auch Sonderprodukte wie gebogene Scheiben hergestellt werden.

### STATISCHE EIGENSCHAFTEN

	Floatglas	ESG		TVG
		thermisch	chemisch	
Elastizitätsmodul $E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	70000 - 75000			
Gleitmodul $G$ [N/mm <sup>2</sup> ]	29000 - 30000			
Poisson-Zahl $\mu$ [-]	0,23 - 0,25			
Zugsfestigkeit $\sigma_z$ [N/mm <sup>2</sup> ]	25 - 80	> 120	> 200	75 - 150
Druckfestigkeit $\sigma_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	700 - 900			
Biegebruchfestigkeit $\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	30 - 100	> 250	> 350	> 150
Bruchdehnung $\epsilon_r$ [%]	0,06	0,17		0,12
Dichte $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2500			
Mittlerer thermischer Längenausdehnungskoeffizient $\alpha_T$ [1/K]	$8 - 9 \cdot 10^{-6}$			
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R$ [W/m*K]	0,8			
Temperaturwechselbeständigkeit $\Delta t$ [K]	40	200		100

Abb. 43: Tabelle Materialeigenschaften Glas

### 3.1.2 HOLZ-STAHL-VERBUND

Holz- und Stahlkonstruktionen haben viele Gemeinsamkeiten. Sie sind leicht, ökologisch und montagefreundlich. Dort wo sie sich unterscheiden bieten sie gegensätzliche Vorteile. Bisher wurden Bauteile in der Trockenbauweise auf ihre spezifischen Eigenschaften beschränkt. Durch die Hybrid- bzw. Verbundbauweise können die Materialeigenschaften kombiniert werden, wodurch wirtschaftlichere Konstruktionen entstehen bei denen der gemeinsame Tragwiderstand höher ist, als der der Einzelteile.

Auch im klassischen Holzbau wird Stahl als Verbindungsmittel wie zB. als Nägel, Schrauben, Bleche und Zugstangen eingesetzt. Der Kostenanteil der Verbindungsmittel ist dabei nicht zu unterschätzen. In Japan wurden Holz-Stahl-Hybridbauweisen entwickelt, bei denen das Holz lediglich als Brandschutz für die tragende Stahlkonstruktion dient. Bei der Hybrid- bzw. Verbundbauweise sollten aber beide Baumaterialien, wie beim Stahlbeton, als gleichberechtigte Partner fungieren.

#### ANWENDUNG ALS TRÄGER

Die gemeinsame Nutzung von Holz und Stahl in einem Tragelement macht Konstruktionen sehr wirtschaftlich. Das Holz trägt mit und übernimmt zusätzlich den Brandschutz. So entstehen weitspannende Konstruktionen mit geringer Bauhöhe. Die Bauelemente sind sehr belastbar, leicht zu montieren und weisen eine verbesserte Erdbbensicherheit auf.

Die erste Entwicklung bei den Holz-Stahl-Verbundträgern war der so genannte „Flitch-Träger“. Eine massive Stahlplatte oder ein

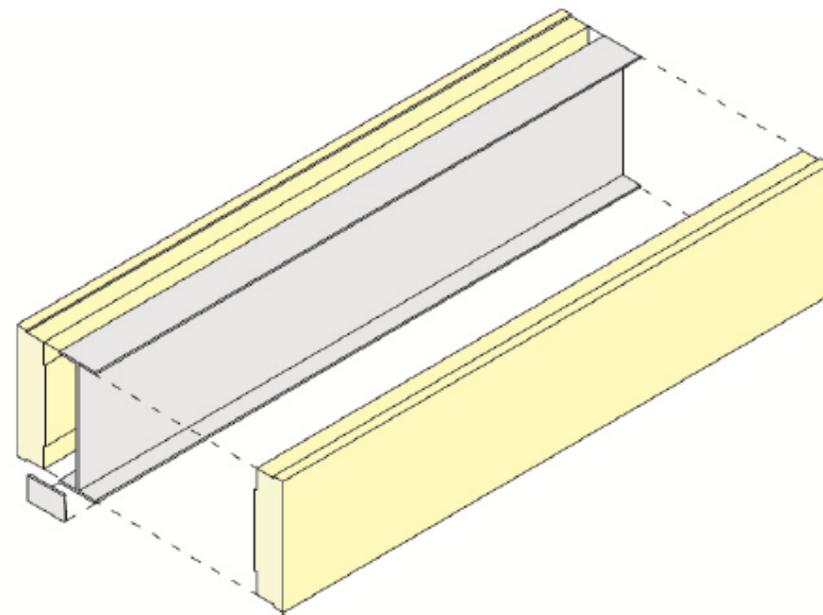


Abb. 44: Aufbau Fitch-Träger

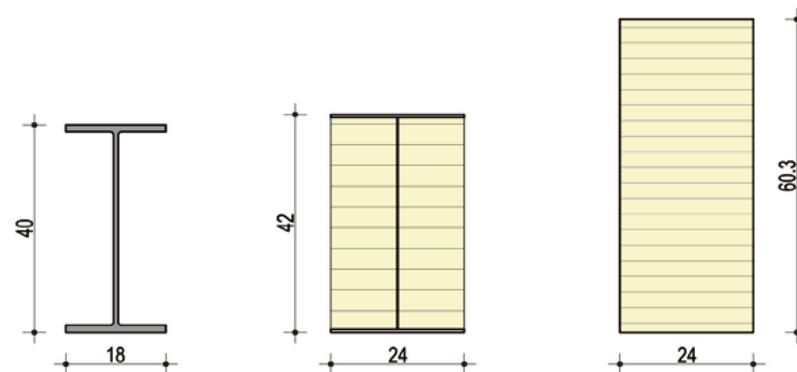


Abb. 45: Vergleich der Bauhöhen in Stahl-, Hybrid- und Holzbauweise

Walzprofil das beidseitig von zwei Holzträgern beplankt wird. Durch den geringeren Materialaufwand im Vergleich zum Holzträger und durch die einfacheren Verbindungen können Kosten eingespart werden.

## FORSCHUNG AM ITI

Am Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) wurde der Flicht-Träger hinsichtlich der Kosteneffizienz und der Tragfähigkeit weiterentwickelt. Bei den neuen Trägern kommen anstelle von Walzprofilen dünnwandige, kalt verformte Stahlprofile zur Anwendung. Diese Profile und zusätzliche Laschen zur Verstärkung der Gurte werden entweder mit Nagelpistolen an den Brettschichtholzträgern genagelt oder verschraubt. Durch die damit verbundene Materialeinsparung werden Kosten bei gleicher Tragwirkung gesenkt.

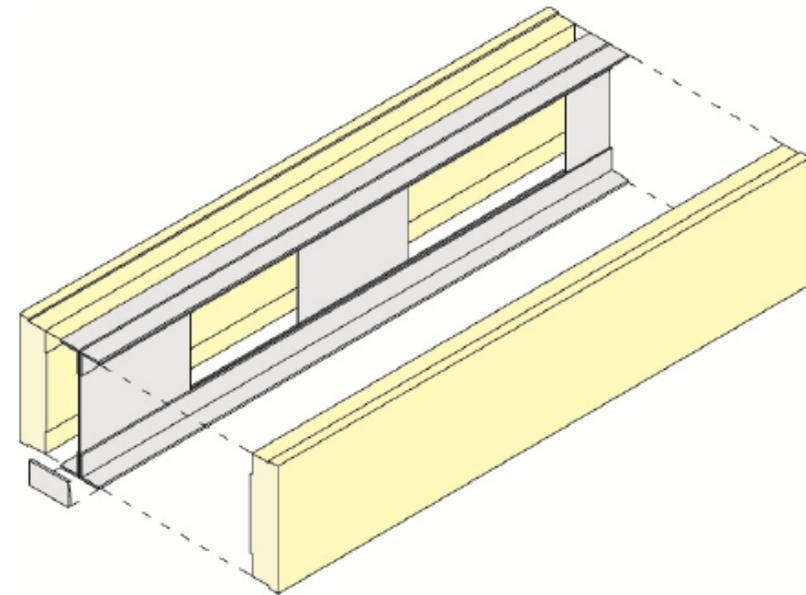


Abb. 46: Materialeinsparung durch perforierten Steg

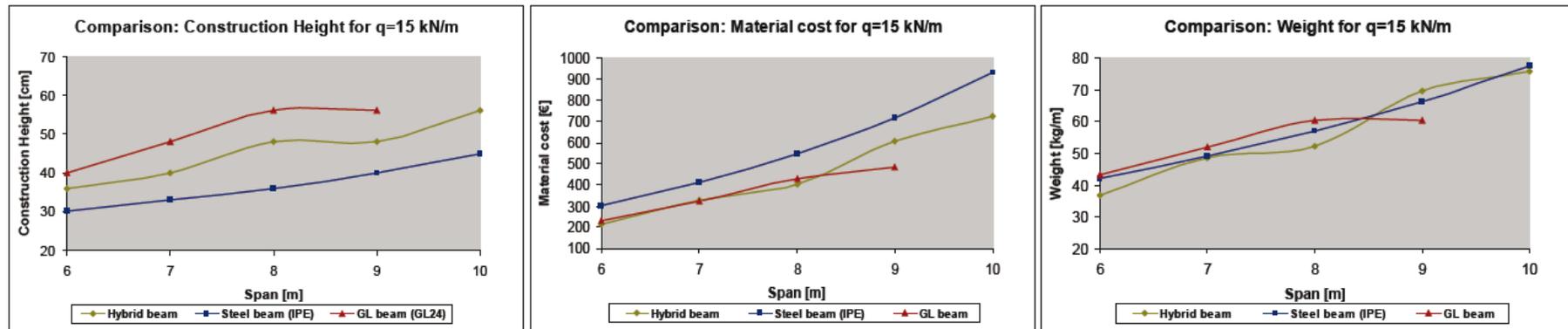


Abb. 47: Vergleich der Bauhöhe, Materialkosten und des Gewichtes von Holz-, Stahl- und Hybridträgern (ITI)

Bei ersten Berechnungen ergaben sich bei diesen Trägern Spannweiten von 4 bis 10 m unter einer Last von bis zu 30 kN. Diese guten Ergebnisse zeigten das hohe statische Potential von Holz-Stahl-Verbundträgern. Im weiteren Verlauf wurden im Großprobenversuch Verbundträger mit unterschiedlichen Querschnitten getestet, um die numerischen Berechnungen zu überprüfen.

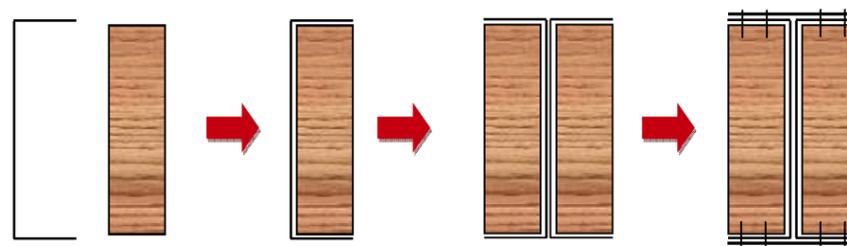


Abb. 48: Montageprinzip der Holz-Stahl-Verbundträger

## VERSUCHSAUFBAU

Bei den Versuchskörpern der Reihe H1 werden C-Profile aus 1mm starkem Stahlblech verwendet. Die Gurtverstärkungen bestehen aus 2mm Stahlblech (S235).

Beim Träger GL werden Leimbinder verwendet, die entweder mit Hilti Schrauben (Kürzel S) verschraubt oder mit Hilti Schussnägeln (Kürzel N) vernagelt werden. Der Vorteil der Vernagelung ist, dass keine Löcher vorgebohrt werden müssen.

Beim Träger CLT-N wird Brettsperrholz verwendet und wiederum vernagelt (Kürzel N). Die Versuchsträger der Reihe H1 haben eine Höhe von 407 mm, eine Breite von 122 mm und eine Länge von 6 Meter.

Bei den Versuchskörpern der Reihe H2 werden C-Profile aus 2mm starkem Stahlblech (S235) verwendet, dafür auf eine Gurtverstärkung verzichtet. Dieser Träger hat eine Bauhöhe von 329 mm, eine Breite von 200 mm und ebenfalls eine Länge von 6 Meter.



Abb. 49: Versuchskörper H1-GL, H1-CLT, H2-GL

Als Referenz wurden bei der Versuchsreihe zuerst zwei Holzträger getestet. Der erste Holzträger ist aus dem gleichen Brettschichtholzträger gesägt, aus dem die späteren Versuchskörper der Reihe H1-GL hergestellt wurden. Der zweite Holzträger bestand aus dem gleichen 57 mm Brettspertholz der Versuchskörper H1-CLT.

Anschließend wurden die Versuchskörper einem Vierpunktbiegeversuch unterzogen, wodurch man Erkenntnisse über die Elastizität und das Bruchverhalten der Träger erhielt.



Abb. 50: Holz-Stahl-Verbundträger im Druckversuch

## ERGEBNISSE

Bei den Druckversuchen brachte der Versuchskörper H2 die besten Ergebnisse. Er ist am leichtesten herzustellen und der erhöhte Materialverbrauch wird durch eine schnellere Montage kompensiert. Die Träger der Versuchsreihe H1 sollten hinsichtlich der Anzahl und Positionierung der Schrauben bzw. Nägel überarbeitet werden um die Montage zu erleichtern und eine Schwächung der Querschnitte, insbesondere in der Spannungszone zu vermeiden. Von der H1 Versuchsreihe schnitt der Träger aus Brettspertholz am schlechtesten ab. Durch den vertikalen Aufbau des Brettspertholzes wird der Querschnitt durch die Nagelung mehr geschwächt als bei den Trägern aus Brettschichtholz. Die Brettschichtholzträger versagen zuerst in der Zugzone.

## ZUKUNFT

In laufenden und zukünftigen Forschungsprojekten am Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) werden durch die gewonnenen Ergebnisse, Holz-Stahl-Verbundträger hinsichtlich der Herstellung, Montage und Statik weiterentwickelt und optimiert. Die Träger sollen auch Dauerbelastungsversuchen unterzogen werden. Die statische Auswertung der Versuche sollte ein Berechnungsverfahren für Holz-Stahl-Verbundträger ermöglichen. In weiterer Folge sollen auch biegesteife Anschlüsse für Holz-Stahl-Verbundträger erarbeitet und berechenbar gemacht werden.

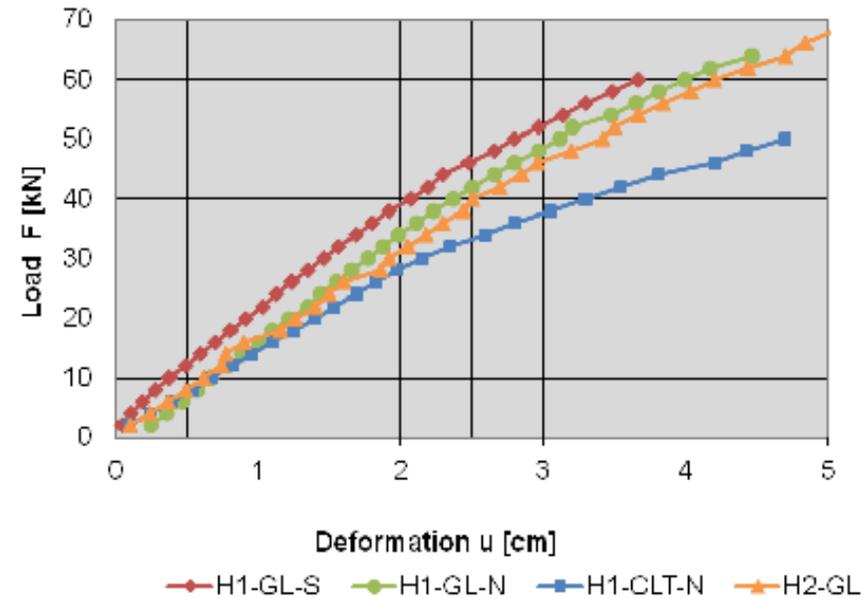


Abb. 51: Kraft-Weg -Diagramm

### 3.1.3 HOLZ-GLAS-VERBUND

Erst die am Ende des 19. Jahrhunderts aufkommende Skelettbauweise machte es möglich die Lastabtragung von der umhüllenden Fassade zu trennen. Dadurch konnte Glas erstmals großflächig als Fassadenelemente eingesetzt werden. Seither haben sich Wissenschaft und Technik damit beschäftigt die Materialeigenschaften des Glases optimal als Baustoff einzusetzen und es entwickelte sich eine neue Bauweise - der Holz-Glas-Verbund.

Bisher wurden im Holzbau Klebetechniken nur auf starre Verbindungen wie bei Brettschichtholz angewendet. Währenddessen hat sich in vielen Industriebereichen die Klebeverbindung als kraftschlüssige Füge-technik etabliert. In der Fahrzeugindustrie übernimmt die kraftschlüssige Verbindung von Windschutzscheibe und Karosserie aussteifende Aufgaben. Analog zum Fahrzeugbau war auch im Holzbau eine elastische Verklebung von Holz und Glas denkbar.

Seit den frühen 90er Jahren wird daran geforscht Holz-Glas-Verbindungen als mittragendes und aussteifendes Element einzusetzen. Die Schwierigkeit bestand in der Art der Lasteinleitung. Werden die Lasten punktuell eingeleitet, kommt es zu örtlichen Spannungskonzentrationen im Glas. Dies kommt den mechanischen Eigenschaften des Glases nicht entgegen. Werden die Lasten allerdings gleichmäßig in die Glastafeln eingeleitet werden höhere Belastungen möglich und das Glas trägt mit. Die (semi-)elastische Verklebung erlaubt eine derartige Lasteinleitung.

Zu Beginn wurden noch Klebstoffe aus anderen Industriebereichen verwendet. Durch diverse Forschungsvorhaben wurden die Anforderungen an Klebstoffe erarbeitet und erkannt. Neue innovative Klebetechniken wurden entwickelt.



Abb. 52: Konferenzraum im Hotel Palafitte, Monruz

Durch den kraftschlüssigen Verbund von Holz und Glas können die Vorteile beider Materialien optimal genutzt werden. Das Holz mit seiner hohen Druck- und Zugfestigkeit in Faserrichtung übernimmt die tragende Funktion und dient als Schutz für die Kanten des spröden Glases. Das Glas mit seiner hohen Druckfestigkeit steift die Konstruktion auch gegen Horizontallasten aus.

Die Holzforschung Austria (HFA) begann 2002 mit Versuchen auf diesem Gebiet. Das Projekt mit dem Namen HGV1 (Holzglasverbund) beschäftigte sich mit der grundsätzlichen Machbarkeit und konstruktiven Lösungen von Holz-Glas-Verbundkonstruktionen. Bei den Versuchen wurden Glasscheiben auf einen Koppelrahmen geklebt, der wiederum mit der Tragkonstruktion verschraubt wurde.

Dem weiterführenden Forschungsprojekt HGV2, mit dem Ziel der Industrie ein funktionierendes System zu präsentieren, schloss sich das Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) der TU Wien als Partner an. *„Aufbauend auf den Forschungsergebnissen der Holzforschung Austria, welche die Lasteinleitung ins Glas ausschließlich mittels Schubverklebung vorgenommen haben, wurde im Laufenden Forschungsprojekt ein gekoppeltes Tragverhalten verfolgt. Schubverklebung bei gleichzeitiger Verklotzung der Glasscheibe(...).“* [5]

Durch die zusätzliche Verklotzung entsteht eine Druckdiagonale wie man sie von Fachwerkträgern kennt. Durch die Überlagerung

[5] Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S. 5 ([http://www.forum-holzbau.ch/pdf/ebh12\\_winter.pdf](http://www.forum-holzbau.ch/pdf/ebh12_winter.pdf))

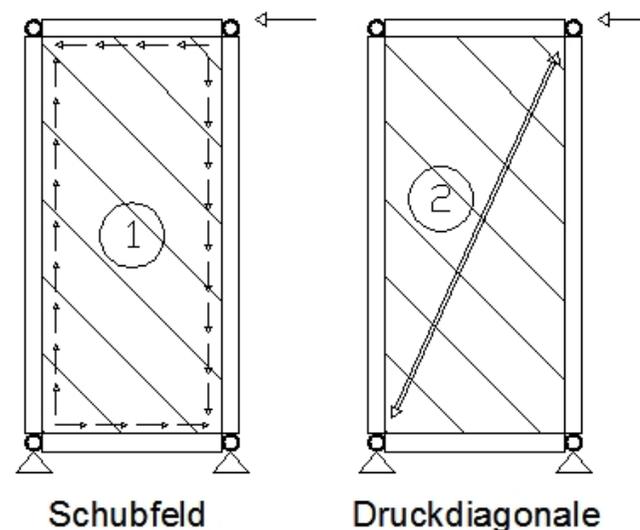


Abb. 53: Lasteinleitung ins Glas

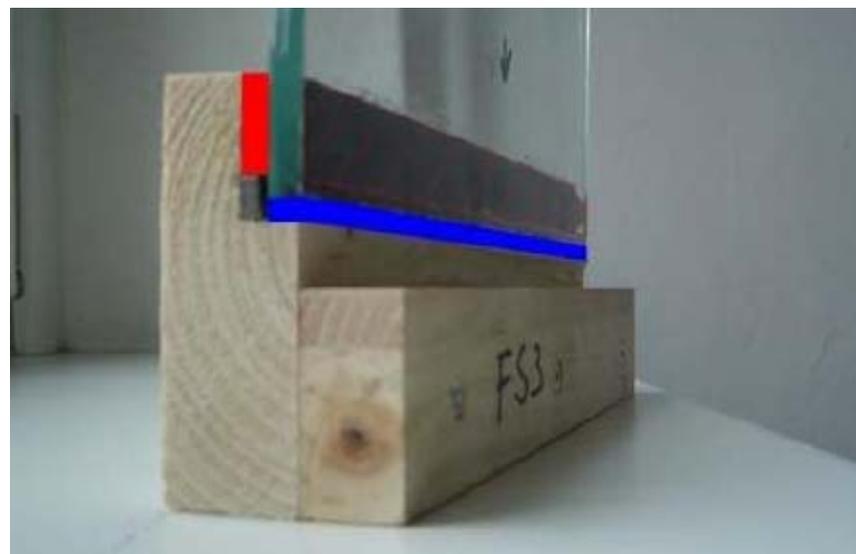


Abb. 54: Kleinprobenversuch; Verklebung rot, Verklotzung blau

beider Tragmechanismen können die Eigenschaften von Glas besser genutzt werden und die Leistungsfähigkeit erhöht sich um das Fünffache.

Um das Tragverhalten solcher Klebeverbindungen mit Verklotung zu charakterisieren und verwertbare Ergebnisse zu erzeugen, wurden am Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) Kleinprobenversuche durchgeführt. Es galt die Tragfähigkeit der Verklebung bei Druck- und Schubbeanspruchung im Detail zu ermitteln.

Bei den Probekörper wurden Rahmen und Glasscheibe mittels Silikon- (elastisch) bzw. Acrylatklebstoffen (semielastisch) verbunden und stehend mit einer Prüfgeschwindigkeit von 0,5 mm/min und einer Vorlast von 50 N abgedrückt.

In weiterer Folge führte das Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) auch Großprobenversuche, bei denen Holz-Glas-Verbindungen als Scheiben, Platten und Träger eingesetzt wurden, durch. Die Versuchsaufbauten werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Es konnten durch die Versuche die numerischen und analytischen Berechnungen überprüft und die Leistungsfähigkeit des Systems nachgewiesen werden. Die Versuche brachten gute Ergebnisse und zeigten das hohe statische Potential von Holz-Glas-Verbund-Konstruktionen. Das System wurde 2011 zum Patent angemeldet.

Unter HGV3 wurde unter Anderem mit der Dissertation von DI Dr. Werner Hochhauser eine allgemein gültige Bemessungsgrundlage für Holz-Glas-Verbindungen erarbeitet.

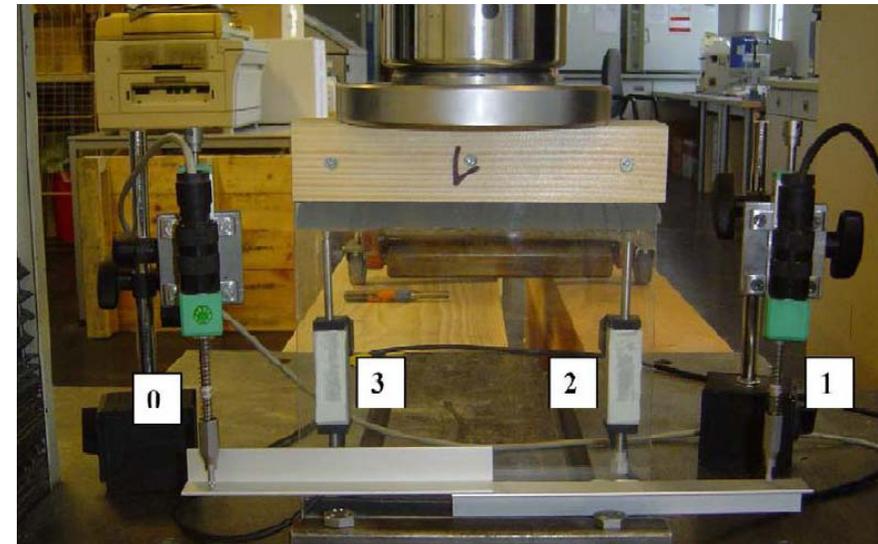


Abb. 55: Probekörper im Prüfstand

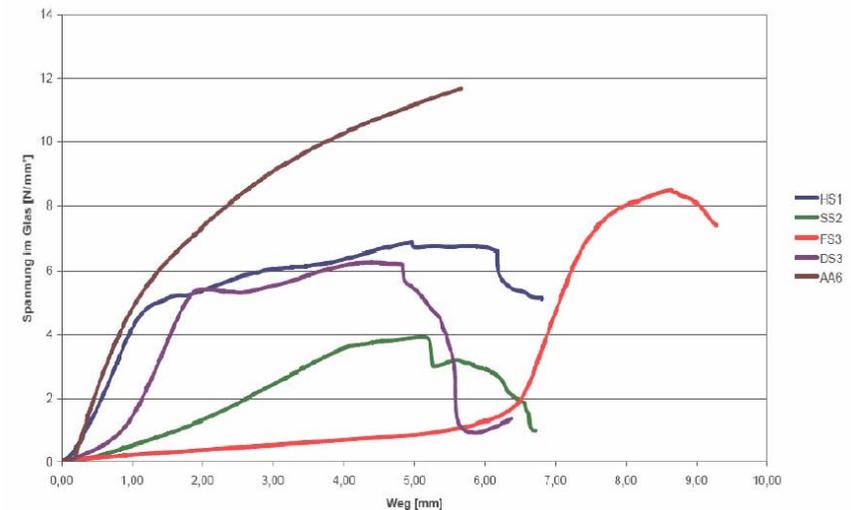


Abb. 56: Spannungs-Weg-Diagramm

## ANWENDUNG ALS SCHEIBEN

Dabei werden die Glastafeln entlang ihrer Kanten elastisch oder semielastisch auf eine Tragstruktur geklebt. Diese Verklebung sollte maschinell erfolgen, um eine dauerhafte Qualität des Verbundes zu gewährleisten.

Durch die umlaufende Verklebung entsteht die Wirkung einer rundum eingespannten Scheibe. Die Lasten werden großflächig und spannungsfrei eingeleitet. Im Gegensatz zu einer punktförmigen Lasteinleitung entstehen keine Spannungsspitzen. Das kommt den Materialeigenschaften des Glases entgegen und das statische Potential kann besser genutzt werden.

Der Koppelrahmen wird anschließend fest mit der Tragstruktur verschraubt. „Je steifer das System aus Klebstoffuge, Holzrahmen und Verschraubung mit der Pfosten-Riegel-Konstruktion ist, desto mehr Lasten können aufgenommen werden. Die Klebstoffuge fungiert in der Regel als schwächstes Element, um bei Überbelastung einen Bruch der Glasscheibe zu vermeiden.“ [6]

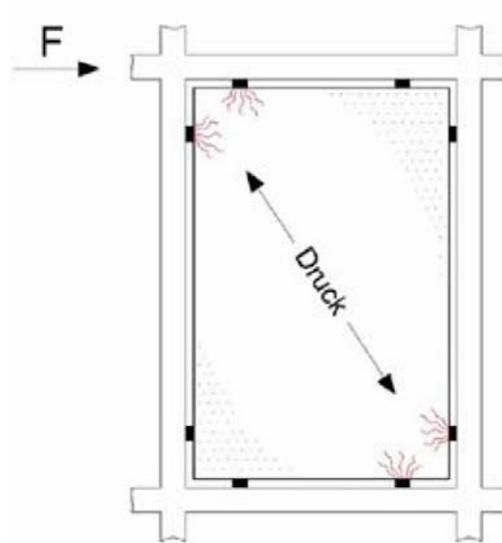


Abb. 57: Punktueller Lasteintrag durch Klotzung

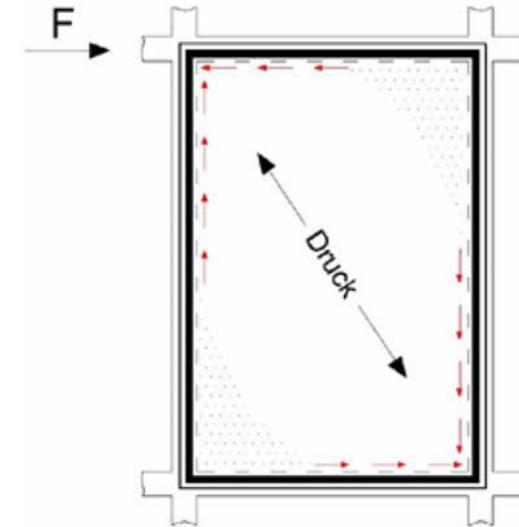


Abb. 58: Linienförmiger Lasteintrag durch Klebung



Abb. 59: Montage der Holz-Glas-Verbundfassade

[6] Statusbericht Zukunft Holz ([http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf)) S.481

Die Möglichkeit Lasten aufzunehmen führt dazu, dass Fensterelemente immer größer ausgeführt und die Holzquerschnitte verringert werden können. Das erhöht den Lichteinfall und die gestalterischen Möglichkeiten der Architekten. Es verbessern sich auch die thermischen Eigenschaften der Verglasungselemente da der Rahmenanteil verringert wird und die Abdichtung durch die umlaufende Verklebung übernommen wird. Dadurch entstehen sehr wirtschaftliche Konstruktionen.

Auch die Sicherheit wird durch Holz-Glas-Verbundelemente verbessert, da spröder Glasbruch bei Überbelastung verhindert wird. „Die Holz-Glas-Elemente weisen ein duktileres Bruchverhalten auf.“ [7] Das heißt Konstruktionen brechen nicht plötzlich und unkontrolliert zusammen, sondern das Versagen wird durch Verformungen frühzeitig angezeigt.

[7] Statusbericht Zukunft Holz ([http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf)) S. 483

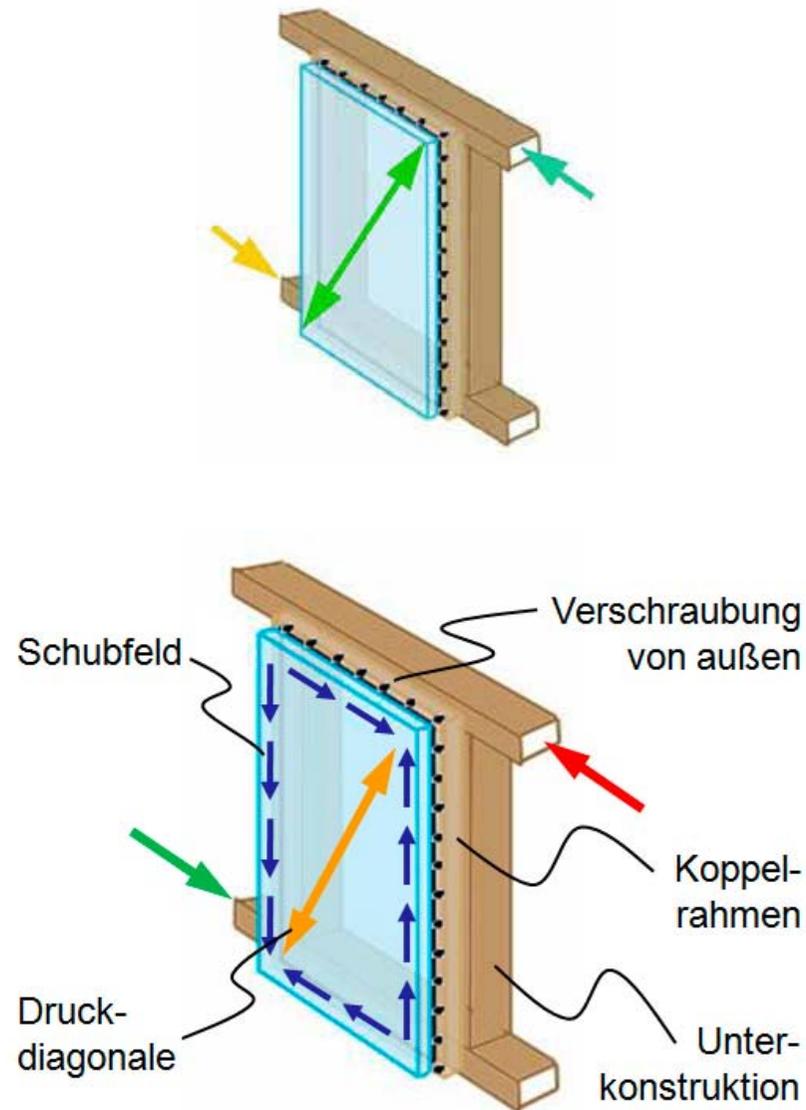


Abb. 60: Kombination von Schubfeld und Druckdiagonale

Bei den am Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) durchgeführten Großproben-Versuchen wurden Versuchskörper mit seitlicher Schubverklebung (HFA) und Probekörper mit kombinierter Schubverklebung und Klotzung (ITI) verwendet.

Die Probekörper bestanden aus 8mm Floatglastafeln (1250 / 2500 mm) die mittels zweier Silikone bzw. zweier Acrylate auf einen Koppelrahmen aus Birkenfurnierschichtholz geklebt und verklotzt wurden. Der Rahmen bestand aus 120 mm Brettschichtholz bzw. aus Stahlprofilen.

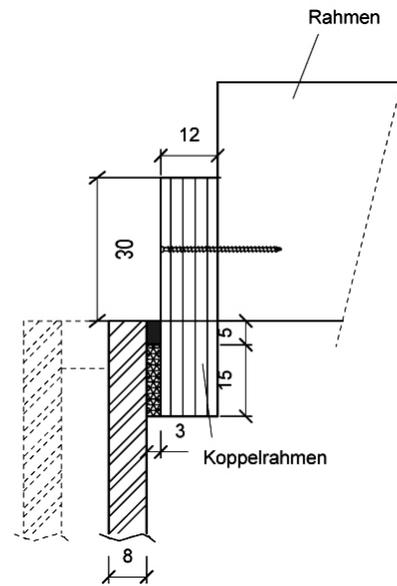


Abb. 61: Koppelrahmen mit Schubverklebung

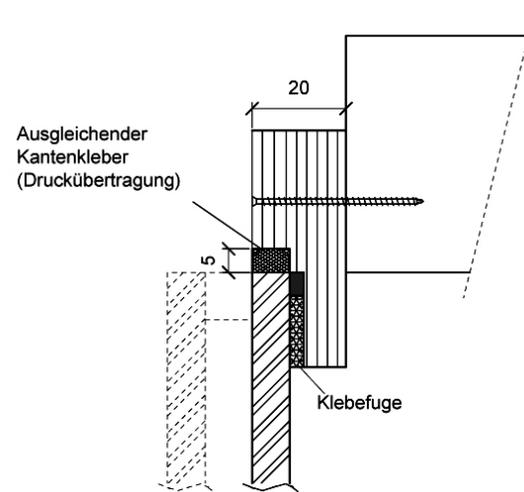


Abb. 62: Koppelrahmen mit Schubverklebung und Verklotzung



Abb. 63: HGV-Versuchskörper



Abb. 64: Holz-Glas-Verbundscheibe

Die Prüfungen erfolgt auf Basis der ÖNORM EN 594 (Ausgabe: 1. Februar 1996). „Diese Norm legt das Prüfverfahren zur Bestimmung der Wandscheiben - Tragfähigkeit und -Steifigkeit von Wandelementen im Holztafelbau fest.“ [8]

[8] <http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=398572>

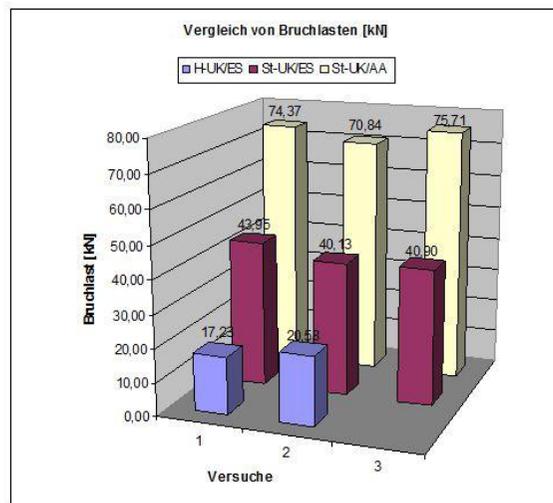
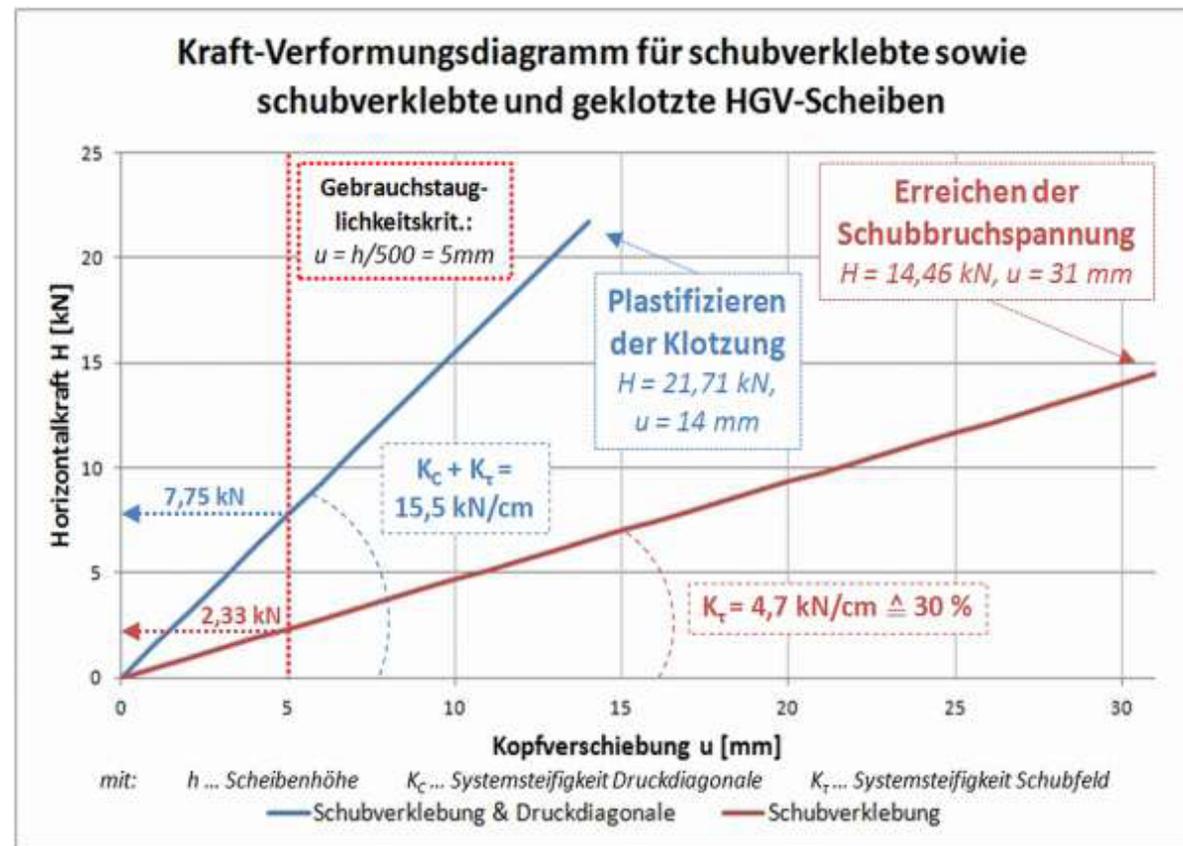


Abb. 65: Bruchlasten bei hölzerner (H) und stählerner (St) Unterkonstruktion für ES (Klotz: Epoxidharz, Schubverklebung: Silikon) und AA (Klotz: Acrylat, Schubverklebung: Acrylat)



**Berechnungsparameter:**

Scheibenhöhe:	h = 2,50 m	Klebefugenbreite:	b <sub>f</sub> = 14 mm	Klotzdicke:	d <sub>c</sub> = 8 mm
Scheibenbreite:	b = 1,25 m	Klebefugendicke:	d <sub>f</sub> = 3 mm	Abstand zw. Glasecke u.	
Schubmodul Klebstoff:	G = 0,37 N/mm <sup>2</sup>	Klotzlänge:	l <sub>c</sub> = 50 mm	Klotzkante:	e <sub>c</sub> = 50 mm
Elastizitätsmodul Klotz:	E = 280 N/mm <sup>2</sup>	Klotzbreite:	b <sub>c</sub> = 8 mm	Übergang „Elastisch-Plastisch“ des Klotzes:	σ <sub>k</sub> = 86 N/mm <sup>2</sup>
Schubbruchspannung:	τ <sub>k</sub> = 0,824 N/mm <sup>2</sup>				

Abb. 66: Ergebnisse der Großprobenversuche; Schubverklebung rot, Schubverklebung mit Druckdiagonale blau

## ANWENDUNG ALS PLATTEN

Bei den Probekörpern wurden wiederum 8mm Floatglastafeln (1250 / 2500 mm) mit gebrochenen Kanten auf eine hölzerne Unterkonstruktion aus BSH Fichte GI 24 (40 / 100 / 2900 mm) mittels 3 mm Acrylat geklebt.

Es wurden fünf 3-Punkt Biegeversuche nach Prüfnorm ÖNORM EN 408 und modifiziertem Versuchsaufbau durchgeführt.

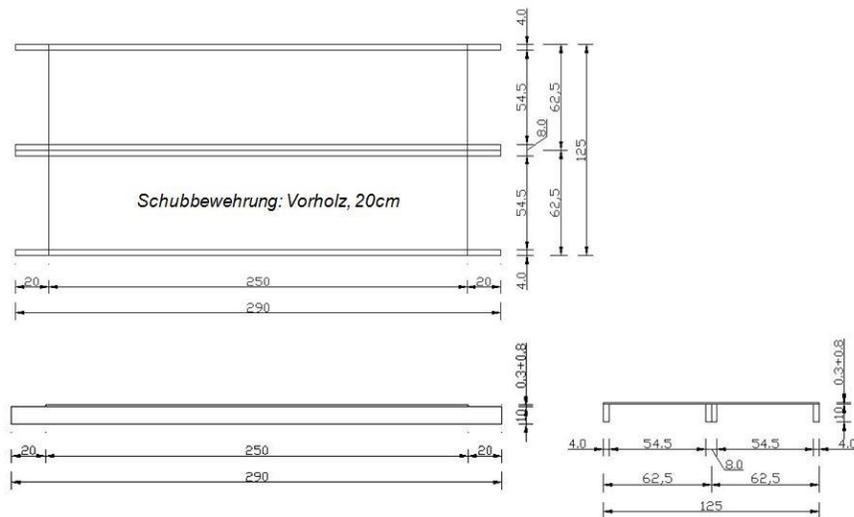


Abb. 67: Aufbau des Versuchskörpers



Abb. 68: Holz-Glas-Verbundplatte im Biegeversuch

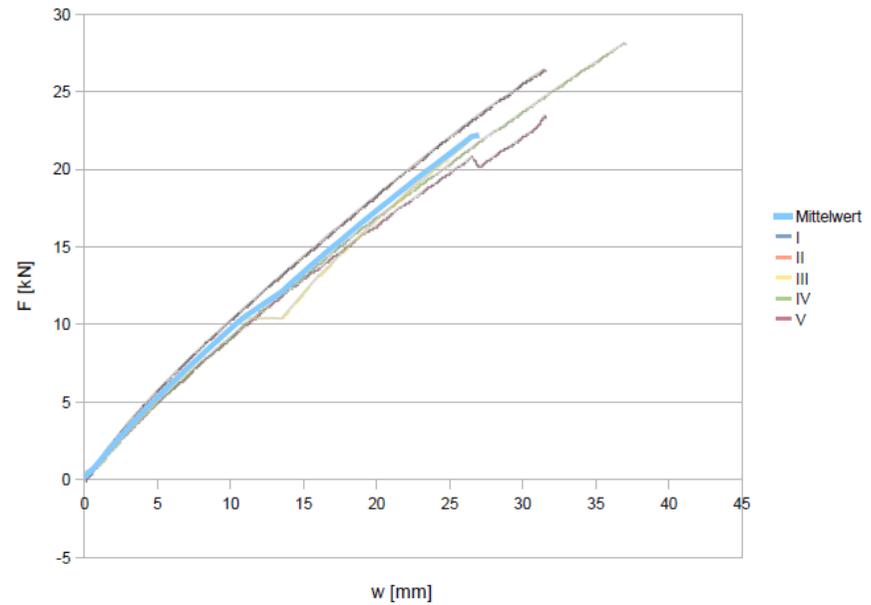


Abb. 69: Kraft-Weg-Diagramm der Prüfkörper

## ANWENDUNG ALS TRÄGER

Holz-Glas-Verbundträger sind schon längere Zeit Gegenstand der Forschung. Neben der FH Potsdam führte auch das Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) Experimente diesbezüglich durch. Die Ergebnisse sollten numerisch und rechnerisch Aufschluss über das Tragverhalten und die Einsetzbarkeit in der Praxis geben.

Das Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) entwickelte einen Holz-Glas-Verbundträger auf dessen Unterkonstruktion beidseitig aussteifende Holz-Glas-Verbundscheiben aufgeschraubt werden. Das entstehende Tragverhalten entspricht dem eines Schubfeldträgers.

Der Träger besteht aus 8 mm dicken, teilweise vorgespannten Glastafeln (TVG) mit 125 cm Länge und 62,5 cm Höhe. Die Holzleisten bestehen aus Birkenfurniersperrholz und als Klebstoff wurden 3mm Acrylat verwendet. Die Unterkonstruktion besteht aus Furnierschichtholz (Kerto-Q).

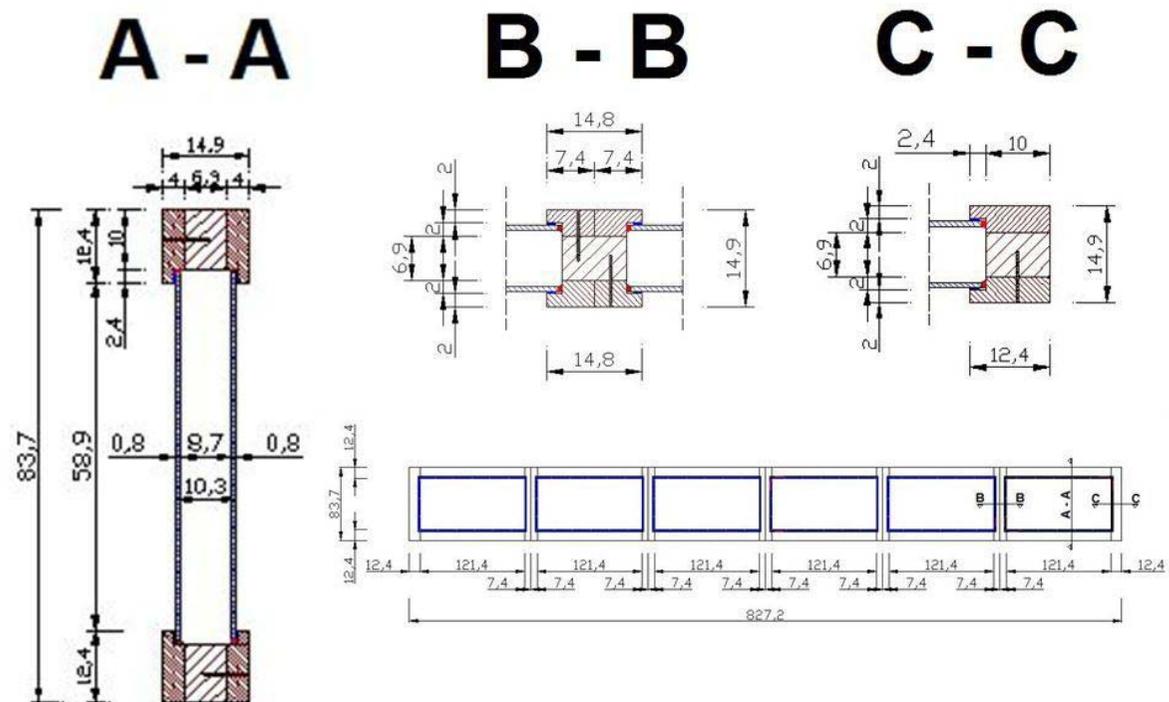


Abb. 70: Aufbau des am ITI entwickelten "Wiener-Kastenträgers"

Es wurden drei Versuche mit ausschließlicher Schubverklebung und anschließend zwei Vergleichsversuche mit nur geklotzten Verbundscheiben durchgeführt. In weiterer Folge wurden beide Systeme aus Schubverklebung und Klotzung kombiniert.

Bei kombinierter Schubverklebung mit Klotzung entstehen mehrere sich überlagernde Tragsysteme die eine Berechnung der Holz-Glas-Verbundträger erschweren. Es entstehen:

- Tragmechanismus eines Schubfeldträgers
- Tragmechanismus eines Fachwerkträgers
- Tragmechanismus eines Vierendeelträgers
- Durchlaufwirkung des Obergurtes
- Biegewirkung des Untergurtes (Hochhauser)

Bei der Berechnung können der Tragmechanismus eines Vierendeelträgers und der Ober bzw. Untergurt vernachlässigt und als Sicherheit verwendet werden. Übrig bleiben der Tragmechanismus eines Schubfeldträgers und der eines Fachwerkträgers. Dabei zeigt sich, dass das Schubfeld zwei Drittel und die Druckdiagonale ein Drittel der Lasten aufnimmt.



Abb. 71: HGV-Träger auf dem Prüfstand

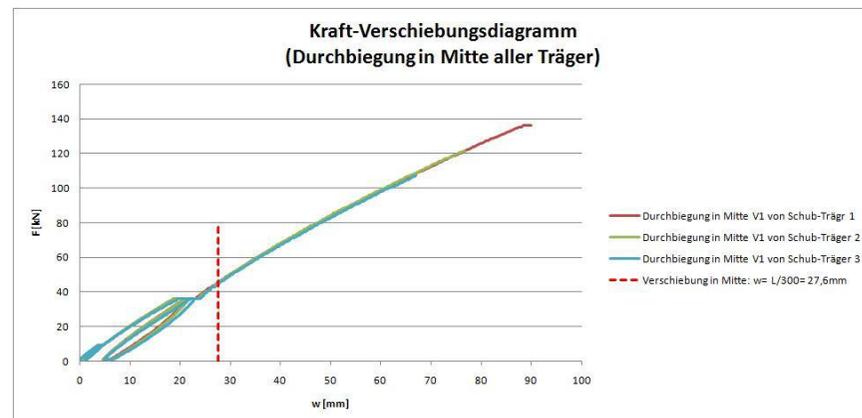


Abb. 72: Kraft-Weg-Diagramm

Bei den Holz-Glas Stegrägern die an der FH Potsdam untersucht wurden fällt auf, dass das Rissbild dem von Stahlbetonbalken ähnelt. „Lange vor dem Versagen des Trägers bilden sich Risse im Glas, die jeweils in Büscheln auftreten. Das Endgültige Versagen trat jeweils im Zuggurt des Holz-Glas-Verbundträgers auf, was auf die Überschreitung der Zugspannung zurückzuführen ist. Der Bruch entsteht hierbei im Holz und nicht in der Klebefuge.“ [9]

[9] Statusbericht Zukunft Holz ([http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf)) S.484



Abb. 73 (oben), 74 (unten): Rissbild der HGV-TRäger im Druckversuch

## 3.2 DÄMMSYSTEME

Zirka ein Viertel des gesamten Energieverbrauches verursacht unser Gebäudebestand. Durch eine verbesserte Dämmung der Außenhülle könnte der Bedarf an fossilen Brennstoffen und der damit verbundene Kohlendioxid-Ausstoß reduziert werden. Durch neue Gesetzgebungen und einer Sensibilisierung der Bevölkerung hinsichtlich des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung stieg der Bedarf an Dämmstoffen in den letzten Jahren stetig an. Um die geforderten Dämmwerte zu erfüllen müssen mit konventionellen Dämmstoffen enorme Dämmstärken realisiert werden. Gerade im Altbau ist es nicht immer möglich die geforderten Dämmstärken zu erreichen. Hier bieten innovative Dämmstoffe mit einem Lambda-Wert  $< 0,025 \text{ W/mK}$  Abhilfe. Mit deren Hilfe können fünf- bis zehnmals geringere Dämmstärken bei gleichen Dämmeigenschaften umgesetzt werden.

### 3.2.1 VAKUUM DÄMMUNGEN

Die Wärmeleitfähigkeit herkömmlicher Dämmstoffe wie Glas- und Mineralwolle oder Polystyrol- bzw. Polyurethan-Schäume liegt zwischen  $0,035$  und  $0,050 \text{ W/mK}$ . Daher wurden neue innovative Dämmstoffe gesucht die einen geringeren Lambda-Wert aufweisen. Einen bedeutenden Stellenwert in der Forschung besitzen Vakuum-Dämmstoffe.

*„Die physikalischen Prozesse, die der Wärmeübertragung zugrunde liegen, sind dabei Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion. Mit der Vakuumtechnik lassen sich diese drei Mechanismen wirksam eindämmen.“* [10] Durch die Vakuumtechnik weisen diese Dämmstoffe bei gleicher Dämmstärke zehnfach bessere Dämmwerte gegenüber herkömmlicher Dämmstoffe auf.

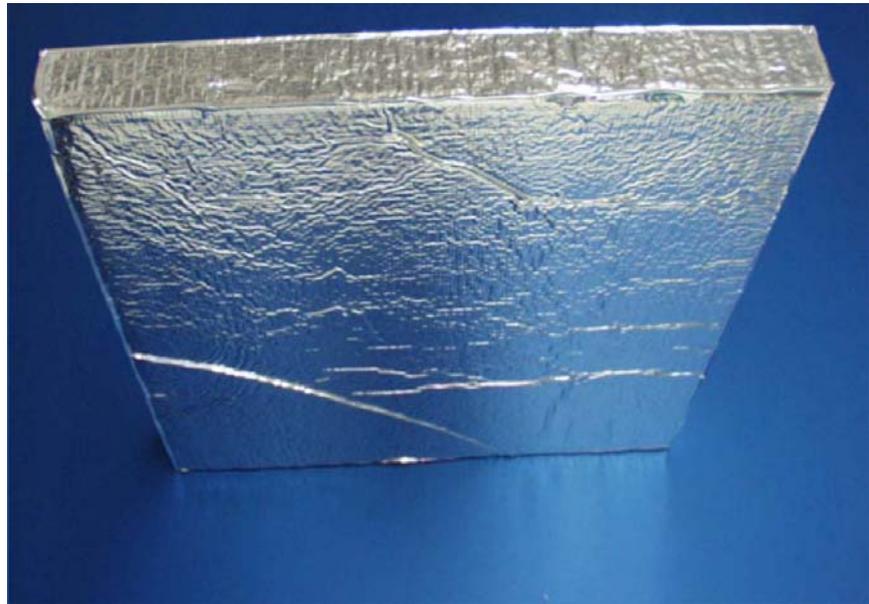


Abb. 75: Vakuum-Isolations-Panel

[10] Kleinhelmpel, A.: Bericht Innovative Dämmstoffe im Bauwesen, 2005; S. 6  
([http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Aktuelles/Innovative\\_Daemmstoffe\\_Bauwesen.pdf](http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Aktuelles/Innovative_Daemmstoffe_Bauwesen.pdf))

Auf dem Markt befinden sich derzeit zwei Vakuum-Dämmsysteme, die so genannten VIPs (Vakuum-Isolations-Paneel) und das VIS (Vakuum-Isolations-Sandwich). Diese unterscheiden sich in der Ausführung der Hülle die das Kernmaterial schützt.

### VIP Vakuum-Isolations-Paneel

Ursprünglich wurden diese Paneele für die Automobil- und Kühlgeräteindustrie entwickelt. Mittlerweile werden VIPs aber auch im Bauwesen eingesetzt.

Ein Vakuum-Isolations-Paneel besteht aus einem plattenförmigen, druckstabilen Kernmaterial das mit einer Hochbarrierefolie gasdicht verpackt und evakuiert wird. Das Kernmaterial besteht entweder aus einem Kieselsäurepulver, offenporigen Schaumplatten aus Polystyrol bzw. Polyurethan oder aus thermisch behandelten, verpressten Glasfasern. Dem Kernmaterial werden Trübungsmittel beigefügt, welche die Infrarotstrahlung zerstreuen oder absorbieren. Dadurch wird die Wärmestrahlung reduziert und die guten Dämmwerte ermöglicht. Die Hülle besteht in den meisten Fällen aus einem Verbund der aus Kunststofffolien und einem Aluminiumfilm besteht. Die Aluminiumschicht verhindert das Eindringen von Gasen, erhöht aber vor allem den Wärmetransport im Randbereich. Daher werden die Aluminiumschichten möglichst dünn als Metallfolie (10  $\mu\text{m}$ ) oder metallisierte Kunststofffolie (50 nm) ausgeführt.

Der Schwachpunkt der Hüllen sind die Randverschweißungen bei denen Gasmoleküle am ehesten eindringen und die Dämmwirkung verringern können. Daher sind große Elemente gefährdeter da, das Verhältnis von Folienoberfläche zu verschweißter Fläche steigt.

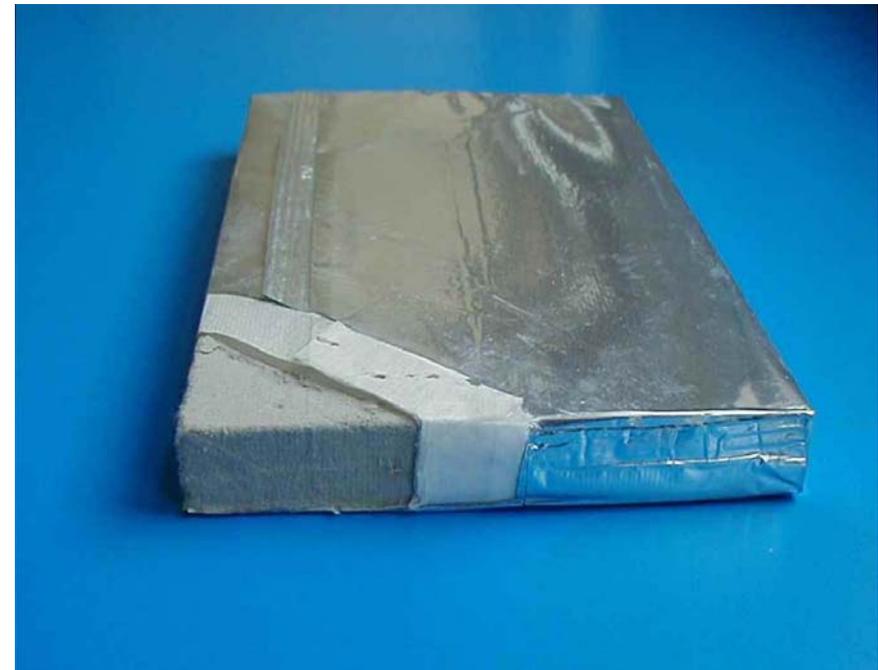


Abb. 76: Aufbau eines Vakuum-Isolations-Paneels

Vakuumdämmungen haben einen theoretischen Lambda-Wert von 0,005 W/mK. Dieser Wert wird jedoch in der Praxis nicht erreicht. Durch Verschlechterungen der Dämmwirkung im Randbereich und durch die Alterung bedingte Zunahme der Wärmeleitfähigkeit wird ein Rechenwert von 0,008 W/mK angesetzt. Wird ein Element beschädigt und belüftet, steigt der Lambda-Wert auf 0,020 W/mK.

Da es noch keine Langzeit-Studien mit Vakuumdämmungen gibt kann die genaue Lebensdauer von VIPs nicht abgeschätzt werden. Die Lebensdauer hängt von der Umgebungsfeuchtigkeit, der Temperatur und der Paneelgröße ab. Man geht aber von einer Lebensdauer von ca. 30 bis 50 Jahren aus.

Bei der Verwendung von Vakuu-Isolations-Paneelen ist darauf zu achten, dass Wärmebrücken vermieden werden. Denn aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit und der dünnen Dämmschichtdicken können sich Luftschlitze benachbarter Paneele, sowie Befestigungsvorrichtungen und Halterungen sehr negativ auf die Dämmleistung auswirken. Daher sollten Vakuu-Isolations-Paneele mit umklebten Siegelrändern verwendet werden, die zusätzlich mit einem Aluminium-Klebeband dampfdicht verklebt werden. Um die Passgenauigkeit der Paneele zu gewährleisten müssen genaue Verlegepläne erstellt werden, da die Paneele nachträglich auf der Baustelle nicht mehr zugeschnitten werden können.

Um Wärmebrücken durch Halterungen und Durchdringungen der Dämmschicht zu vermeiden, sollten anstelle von metallischen Halterungen und Befestigungen, Materialien wie Glas- oder Kohlefaser mit geringerer Wärmeleitfähigkeit verwendet werden.



Abb. 77: Vakuu-Isolations-Paneelen mit Gummigranulat-Matten



Abb. 78: Vakuu-Isolations-Paneelen mit Polystyroldeckschicht

Außerdem sollte darauf geachtet werden, dass in den Paneelen keine Temperatur über 80°C entsteht. Das hätte einen Druckanstieg in dem Paneel zur Folge, der die Lebensdauer der Paneele beeinträchtigt. Durch die empfindliche Hülle sind Vakuum-Isolations-Paneele sehr anfällig gegen mechanische Beschädigungen und müssen mit entsprechender Sorgfalt verarbeitet werden. Sie eignen sich vorwiegend für vorgefertigte Bauteile wie Türen, Fenster-, Wand- und Deckenelemente. Diese können unter kontrollierten Bedingungen in der Werkstatt vorgefertigt und beschädigungsfrei auf der Baustelle montiert werden.

Um die mechanische Belastbarkeit von Vakuum-Isolations-Paneeelen zu erhöhen, werden am Markt verschiedene VIPs mit schützenden Deckschichten aus Polystyrol, Kunststoff- oder Gummigranulat-Matten angeboten.

Eine weitere Verbesserung der mechanischen Eigenschaften weisen Vakuum-Isolations-Paneel-Sandwichs auf. Diese VIP-Sandwichs besitzen eine beidseitige Beplankung aus Aluminiumblech oder Glas und einen umlaufenden Einleimer aus XPS. Diese Sandwich-Elemente eignen sich sowohl für Fenster- und Türkonstruktionen als auch für Pfosten-Riegel-Fassen und Holz-Glas-Verbundkonstruktionen.

Bedingt durch die Herstellung in Vakuumkammern sind Vakuum-Isolations-Paneeelen in ihrer Größe auf ca. zwei bis drei Quadratmeter begrenzt.



Abb. 79: Vakuum-Isolations-Paneeelen mit Deckschicht (Variotec)

## VIS Vakuum-Isolations-Sandwich

Das Vakuum-Isolations-Sandwich ist ein vakuumiertes Dämmelement in einer stabilen Hülle aus Edelstahl. Der Vorteil der Sandwich-Elemente ist, dass der Füllkern aus Polystyrol oder feinkörniger Kieselsäure durch eine gasdicht verschweißte Edelstalhülle geschützt ist und das Element auch nachträglich durch einen Flansch wieder vakuumiert werden kann. Das macht sie unempfindlicher gegen mechanische Beschädigungen und sehr belastbar. Daher können VIS-Elemente in Dach- oder Fassadenkonstruktionen ohne zusätzlich schützende Deckschichten eingesetzt werden. Durch die nachträgliche Vakuumierung lassen sich auch größere Elemente herstellen.

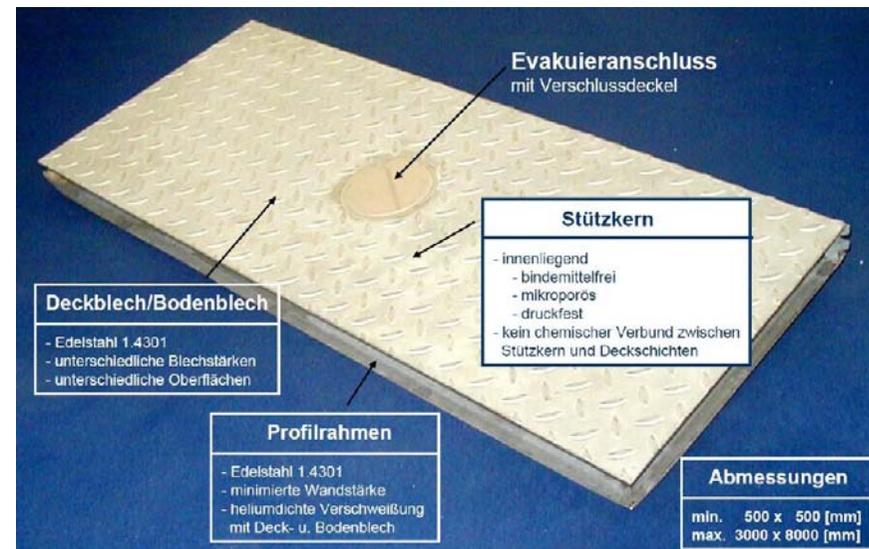


Abb. 80: Lasteinleitung ins Glas

### 3.2.2 SOLARFASSADE

Die Solarfassade ist ein innovatives Dämmsystem bei dem das Sonnenlicht zur Dämmung der Fassade genutzt wird. Der Hauptbestandteil der Solarfassade ist eine Solarwabe aus Zellulose, die Sonnenstrahlung absorbiert.

Die Solarwaben aus Zellulose werden aus Karton oder Altpapier hergestellt und mit einer Brandschutz-Beschichtung versehen, die im Brandfall aufschäumt. Die Wabe kann in allen RAL-Farbtönen lackiert werden.

Bei dem Dämmsystem der Firma GAP sind die Solarwaben in einen umlaufenden Rahmen integriert. Die Außenhülle besteht aus einer 6-8 mm starken ESG-Scheibe und einem dazwischen liegenden, leicht belüfteten Luftspalt. Die Paneele sind so ausgeführt, dass Luft durch ein Insektenschutzgitter an der Unterseite einströmen und oben wieder entweichen kann. Falls Kondensat entstehen sollte wird dieses nach außen abgeleitet. Die Wabe wird auf einer Trägerplatte montiert auf dessen Hinterseite eine Ausgleichsdämmung aus Mineralwolle befestigt wird. Diese Dämmung sorgt für einen Mindest-Wärmeschutz und gleicht Unebenheiten im Mauerwerk aus

Das Funktionsprinzip der Solarfassade besteht darin, dass die Strahlung der tief stehenden Wintersonne bis in den Kern der Solarwabe eindringen kann und diese je nach Strahlung und Himmelsrichtung auf bis zu 80°C erhitzt. Der entstandene Wärmepuffer reduziert die Wärmeverluste auf beinahe Null und verhindert Wärmebrücken. Im Winter werden zwischen der Wabe und der Außenwand etwa 18°C erreicht.

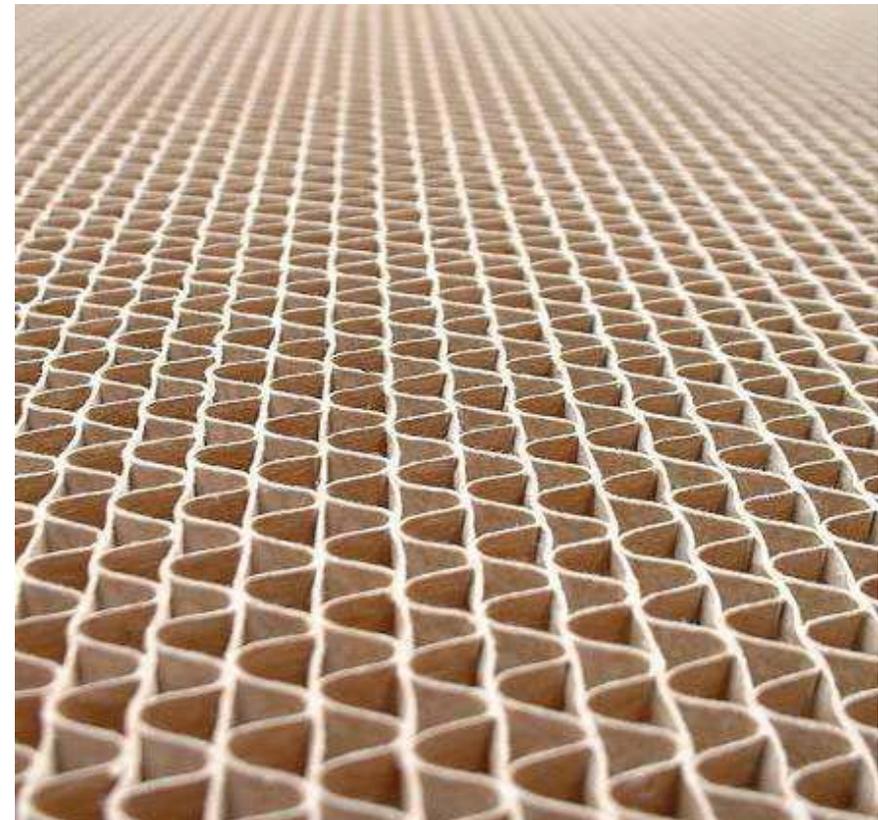


Abb. 81: Detailansicht Solarwabe

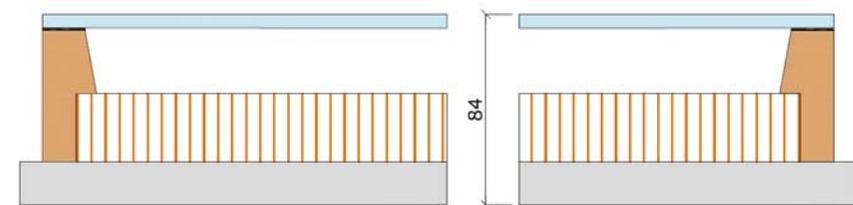


Abb. 82: Horizontalschnitt eines GAP-Panels (bestehend aus ESG, Luftspalt, Wabe und Trägerplatte)

Im Sommer wird durch die hoch stehende Sonne der größte Teil der Sonnenstrahlung reflektiert und kann dadurch nicht bis zum Wandaufbau eindringen und diesen erhitzen. Dadurch verschattet sich das System von selbst.

Da bei diesem System je nach Wandaufbau, Himmelsrichtung, Sonnenstand, Tages- und Jahreszeit die Wärmeströme unterschiedlich sind, variiert auch der U-Wert. Man kann aber von einem mittleren U-Wert (gemittelt über eine Heizperiode) von 0,02 bis 0,10 W/m<sup>2</sup>K ausgehen. Da auch Diffusstrahlung eine Verbesserung des U-Wertes bewirkt sollten auch Nord-Fassaden mit dem System ausgerüstet werden.

Dadurch dass die Waben von Witterungseinflüssen geschützt sind kann von einer Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten ausgegangen werden. Die Kosten sind von den verwendeten Gläsern und der Montage abhängig. Als Richtwert kann man für montierte Fassaden von 350-400 €/m<sup>2</sup> ausgehen.

Das Dämmsystem ist neben dem Massivbau sehr gut mit der Holzbauweise kombinierbar. Es eignet sich aber auch für die Sanierung von Altbauten. In älteren Gebäuden treten oft Durchfeuchtungsprobleme in den Außenwänden auf. Durch die Solarfassade werden die Wände erwärmt und die Substanz langfristig verbessert. Es erhöht sich auch die Behaglichkeit im inneren des Gebäudes.

Die Fassadenelemente werden in der Werkstatt meist raumhoch vorgefertigt und auf der Baustelle montiert. Durch den hohen Vorfertigungsgrad werden Bauzeiten und Kosten reduziert.

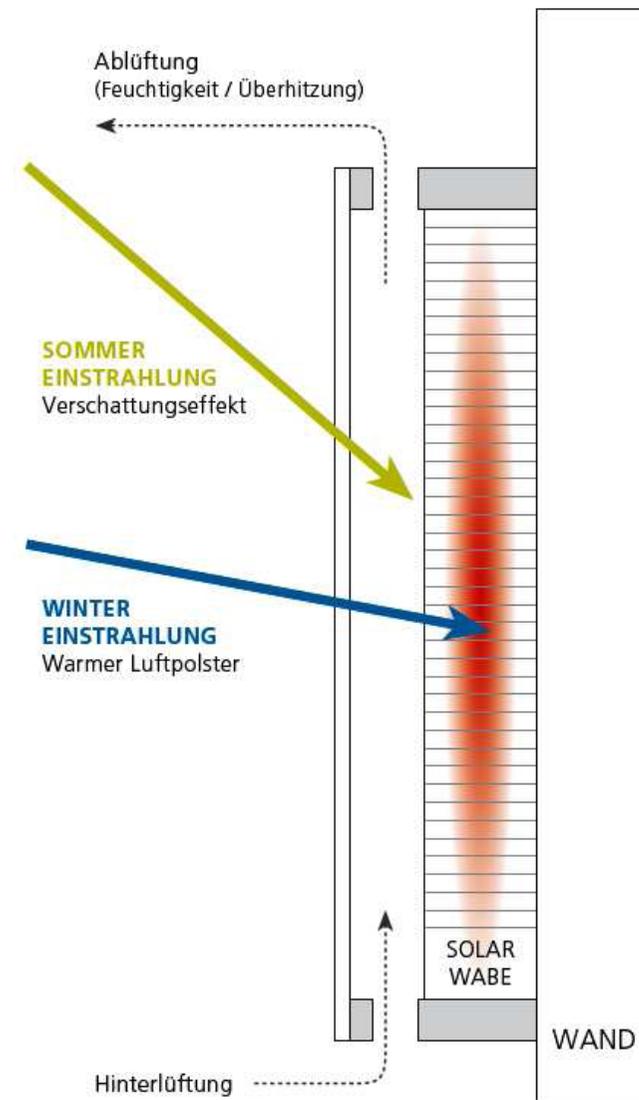


Abb. 83: Funktionsprinzip der Solarfassade



Abb. 84: Realisiertes Projekt



Abb. 85: Montage der raumhohen Fassadenelemente im Werk



Abb. 86: Anbringen der Fassadenelemente



Abb. 87: Versetzen der Fassadenelemente

### 3.2.3 SCHALTBARE VERGLASUNGEN

Entwickelt wurde das schaltbare Sonnenschutzglas von der Firma E Control mit Unterstützung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des Programms „Energieoptimiertes Bauen“.

„Mit ECONTROL ist der Licht- und Wärmeeintrag individuell steuerbar. Die Verglasung kann durch die Einfärbung des Glases je nach Bedarf den im Tages- und Jahresverlauf wechselnden äußeren Bedingungen angepasst werden.“ [11] Bei Bedarf färbt sich das Sonnenschutzglas per Knopfdruck dunkelblau ein und lässt dadurch erheblich weniger Sonnenstrahlung hindurch, was einer Überhitzung der Räume entgegenwirkt.

Durch ein Steuergerät kann der Lichtdurchlass in fünf Stufen reguliert werden. Dabei färbt eine geringe Spannung von ca. 3 Volt, durch den elektrochromen Effekt das Glas blau ein. Die Lichttransmission liegt dabei zwischen 15 und 50 Prozent und die Energietransmission zwischen 12 und 38 Prozent. Erhältlich ist das Sonnenschutzglas als zweifach Isolierverglasung mit einem U-Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K und als dreifach Isolierverglasung mit einem U-Wert bis zu 0,5 W/m<sup>2</sup>K.

Durch den schaltbaren Sonnenschutz können großflächige Verglasungen auch ohne mechanischen Sonnenschutz verschattet und vor Hitze geschützt werden ohne den Ausblick einzuschränken.

[11] <http://www.econtrol-glas.de/econtrol-glas/econtrol-live/>

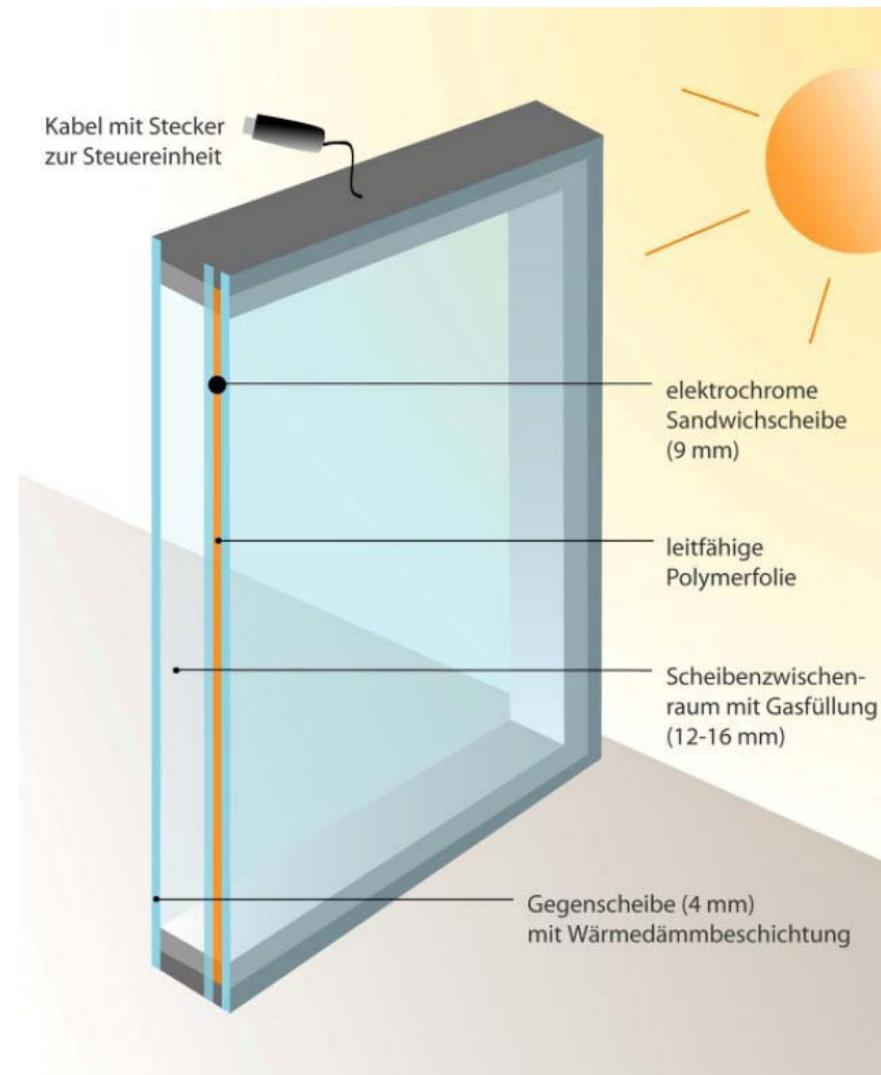


Abb. 88: Aufbau der schaltbaren Verglasung ECONTROL

## 3.3 HAUSTECHNIK

### 3.3.1 PHOTOVOLTAIK

„Photovoltaik bezeichnet die Umwandlung von Sonnenlicht in Elektrische Energie. Dies geschieht in Solarzellen, die aus zwei Schichten von Halbleitern, wie Silizium bestehen, eine Schicht mit positiver, eine mit negativer elektrischer Charakteristik.

Treffen Lichtpartikel (Photonen) auf die Zelle, werden einige von ihnen von den Atomen des Halbleiters absorbiert. Dadurch werden Elektronen in der negativen Schicht freigesetzt und wandern vom Halbleiter in einem externen Stromkreis zur positiven Schicht. So entsteht ein elektrischer Stromkreis.“ [12]

In den letzten Jahren wurden so genannte Dünnschicht-Solarzellen entwickelt. Diese besitzen eine Dicke von 3 bis 5  $\mu\text{m}$  und sind damit bis zu 100-mal dünner als ein menschliches Haar. Mit einer Jahresleistung von 60 Kilowattstunden elektrischer Energie pro Quadratmeter sind sie dennoch sehr effizient. Durch die dünne Baustärke können Dünnschicht-Solarzellen unauffällig in Fassaden und Dachflächen integriert werden und bieten neben ihrer Optik als gestalterisches Element, der umweltfreundlichen Energiegewinnung auch noch einen effektiven Sonnenschutz.

In der Herstellung wird „...eine dünne Schicht aus amorphem Silicium, dem gängigsten Material für Dünnschichtzellen, mittels Plasmaverfahren auf eine Glasscheibe aufgebracht. Da das



Abb. 89: Horizontale Verglasung mit integrierten Photovoltaikzellen

[12] Riccabona, C.; Baukonstruktionslehre 3 - Haustechnik, 6.Auflage, Manz Verlag, Wien, 2001; S.465

*Fensterglas den Dünnschicht-Modulen als Trägermaterial dient, ist kein weiterer Stabilisator notwendig. Die Dünnschicht-Module sind daher mit einem Gewicht von 20 bis 30 mg/m<sup>2</sup> um ein Vielfaches leichter als wafer-basierte Module, die als Scheiben (wafer) aus einem Silicium-Barren herausgesägt werden und bis zu 1 kg/m<sup>2</sup> schwer sein können.“ [13]*

Der Wirkungsgrad der Dünnschicht-Solarzellen liegt derzeit noch bei rund 7 Prozent. Herkömmliche Dickschicht-Module mit monokristallinem Silizium haben einen Wirkungsgrad zwischen 12 und 14 Prozent. Im Laborversuch wurden durch Optimierungen an der Beschichtung der Dünnschicht-Solarzellen ein Wirkungsgrad von über 10 Prozent erreicht. Dadurch liegt der Wirkungsgrad ungefähr auf dem Niveau der herkömmlichen Solarzellen mit dem deutlichen Vorteil, dass Dünnschicht-Solarzellen kaum temperaturabhängig sind und auch bei nicht direkter Sonneneinstrahlung Strom erzeugen können. Daher können sie optimal in Fassaden- und Dachkonstruktionen integriert werden.

Ein weiterer Vorteil der Solarmodule ist die Absorption von Sonneneinstrahlung, denn die Solarzellen lassen nur etwa 10 Prozent des Lichtes durch die Scheibe. Das entspricht in der Praxis Tageslichtverhältnisse mit einem angenehmen Verdunkelungseffekt. Auch der Blick nach außen wird dabei kaum eingeschränkt.

[13] [http://www.glasstec.de/cipp/md\\_glasstec/custom/pub/content,oid,7344/lang,1/ticket,g\\_u\\_e\\_s\\_t/~Solarzellen\\_f%C3%BCr\\_zukunftsweisende\\_Fassaden.html](http://www.glasstec.de/cipp/md_glasstec/custom/pub/content,oid,7344/lang,1/ticket,g_u_e_s_t/~Solarzellen_f%C3%BCr_zukunftsweisende_Fassaden.html)



Abb. 90: Dünnschicht-PV integriert in Fassade

### 3.3.2 DEZENTRALES LÜFTUNGSSYSTEM

Im Inneren des Gebäudes wird verbrauchte Luft durch einen Ventilator abgesaugt, gefiltert und einem Wärmeübertrager zugeführt. Im Wärmetauscher strömen verbrauchte Luft und Frischluft im Kreuzstrom aneinander vorbei. Die abgekühlte, verbrauchte Luft wird nach außen geleitet und die erwärmte Frischluft ins Innere.

Dieses System kann (wie von der Firma GAP entwickelt) in ein vorgefertigtes Fassadenelement integriert werden. Dabei bildet eine hinterlüftete, emaillierte 2-Scheiben-Isolierverglasung die äußere Deckschicht. In der Hinterlüftungsebene wird frische Luft angesaugt und durch das dezentrale Lüftungsgerät ins Innere des Gebäudes transportiert. Durch die Isolierverglasung wird die Luft durch solare Effekte vorgewärmt und durch den Wärmetauscher auf Raumtemperatur vortemperiert. Deshalb ist das Fassadenelement mit Lüfter besonders effektiv, da die Wärme nicht nur passiv über Wärmerückgewinnung, sondern auch aktiv durch Sonnenenergie gewonnen wird. Durch die dezentrale Anordnung werden lange Versorgungsleitungen vermieden.

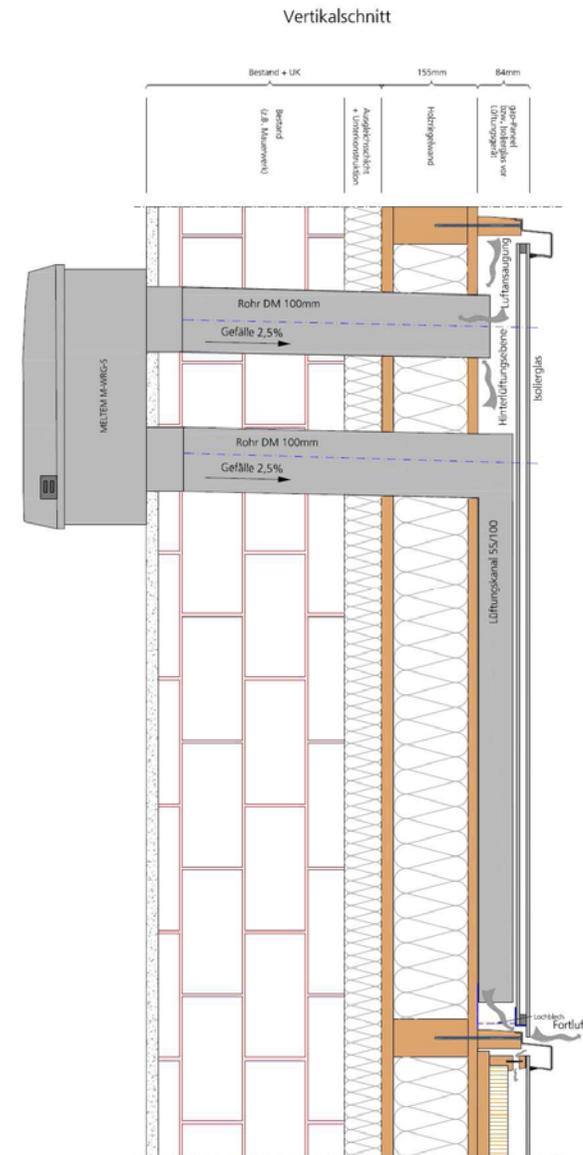


Abb. 91: Fassadenschnitt mit dezentralem Lüfter

### 3.3.3 SONNENKOLLEKTOR

Die Firma Gap entwickelte und patentierte ein neuartiges, dezentrales System zur Warmwasserbereitung. „Das Kernelement bildet ein Speicherabsorber aus Beton mit eingegossenem Wasser-Wärmetrauscher, der in der Außenwand integriert ist. Durch die Sonneneinstrahlung wird Wärme im Betonkörper gespeichert. Das Brauchwasser wird durch dieses vorgeschaltete System vorerwärmt.“ [14]

Das vorgewärmte Brauchwasser wird durch einen Wärmeerzeuger nur mehr auf die erforderliche Temperatur nachgewärmt. Durch die Vorwärmung lässt sich viel Energie einsparen.

Im Gegensatz zu konventionellen Solaranlagen, haben die dezentralen Systeme den Vorteil, dass lange Verteilungswege bzw. der Warmwasserspeicher samt Pumpen und Elektronik eingespart werden können. Dadurch gibt es geringe Versorgungsverluste und es können bis zu 60 Prozent der Energie gespart werden.

Die Speicherabsorber werden als Fertigteil ausgeführt und können in Fassadensysteme integriert werden.

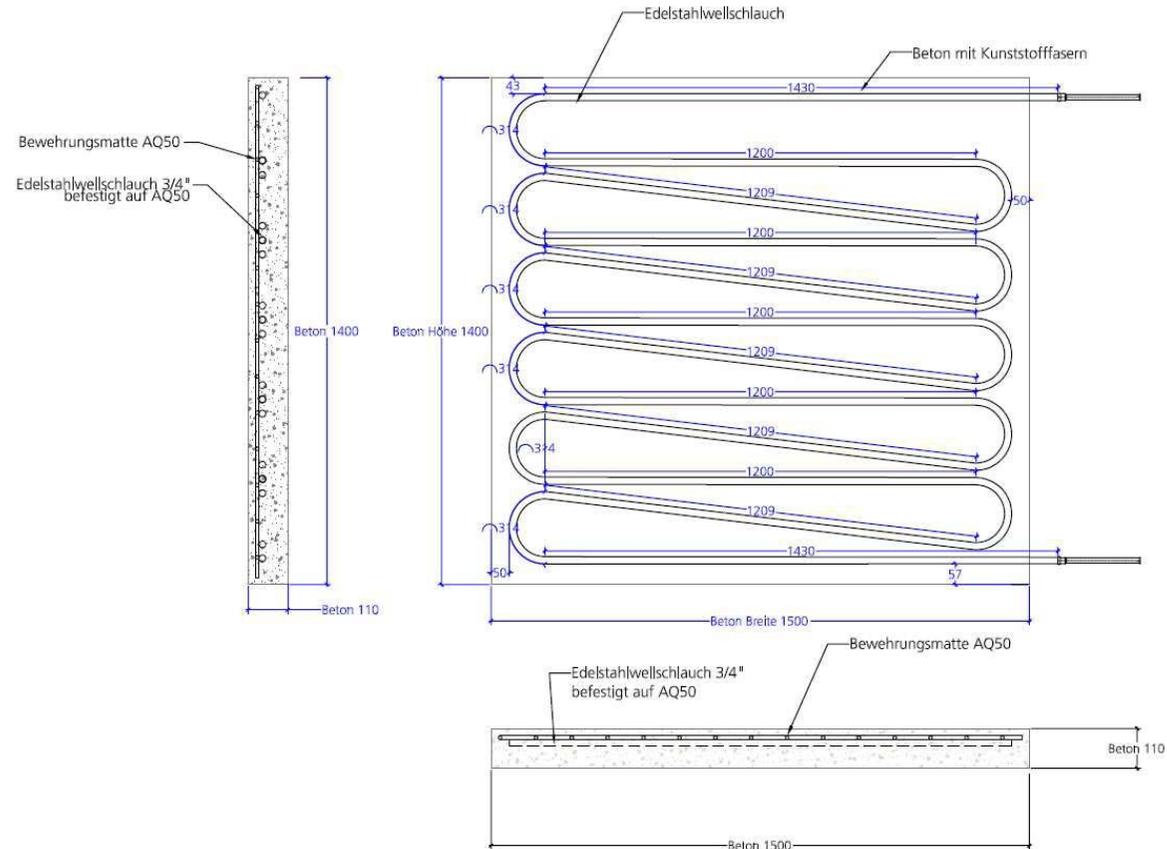


Abb. 92: Aufbau des GAP Speicherabsorbers

[14] Gap Produktbeschreibung ([http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-WATERsolution\\_120201.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-WATERsolution_120201.pdf))

### 3.3.4 INFRAROTHEIZUNGEN

Zukünftige Heizsysteme setzen vermehrt auf Strom als Energieträger, da fossile Brennstoffe immer teurer werden und die Umwelt belasten. Strom ist die einzige Energieform die durch Photovoltaik Wind- und Wasserkraft umweltfreundlich im eigenen Land hergestellt werden kann.

Beim Heizen mit Strom ist zu beachten dass Systeme mit einem hohen Wirkungsgrad verwendet werden. Besonders sparsam und energieeffizient sind Infrarotheizsysteme.

Strahlungsheizungen besitzen einen erheblich höheren Wirkungsgrad als Konvektionsheizungen. Herkömmliche Konvektionsheizungen erwärmen die Luft. Die warme Luft steigt nach oben und es entstehen Luftströme.

*„Infrarot-Wärme breitet sich im Gegensatz zu Wärme bei konventionellen Heizungen über elektromagnetische Wellen aus (...). Sie sind unsichtbar und brauchen zum Wärmetransport kein Medium wie zum Beispiel Luft. (...) Im Gegensatz zu Ultraviolett oder gar Röntgenstrahlung ist Infrarot C völlig unschädlich (...) und wirkt sogar therapeutisch.“* [15]

Besonders wirkungsvoll sind Wellen im Infrarot-C bereich mit einer Wellenlänge von 5 bis 15  $\mu\text{m}$ . Diese Wellen haben eine hohe Wirkungstiefe und erwärmen den Körper wie ein Kachelofen von innen.

[15] EasyTherm Katalog; S. 4 ([http://www.easy-therm.com/fileadmin/user\\_upload/Pdfs/Imagefolder\\_Mai13\\_web.pdf](http://www.easy-therm.com/fileadmin/user_upload/Pdfs/Imagefolder_Mai13_web.pdf))

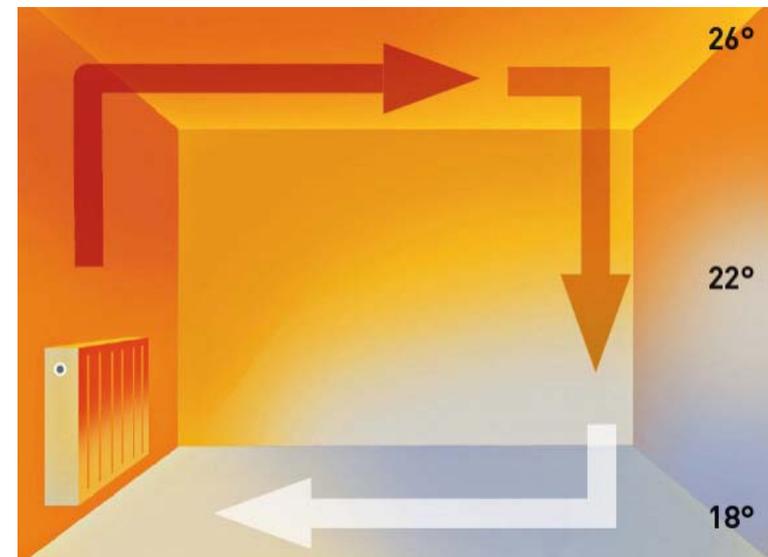


Abb. 93: konventionelle Konvektionsheizung

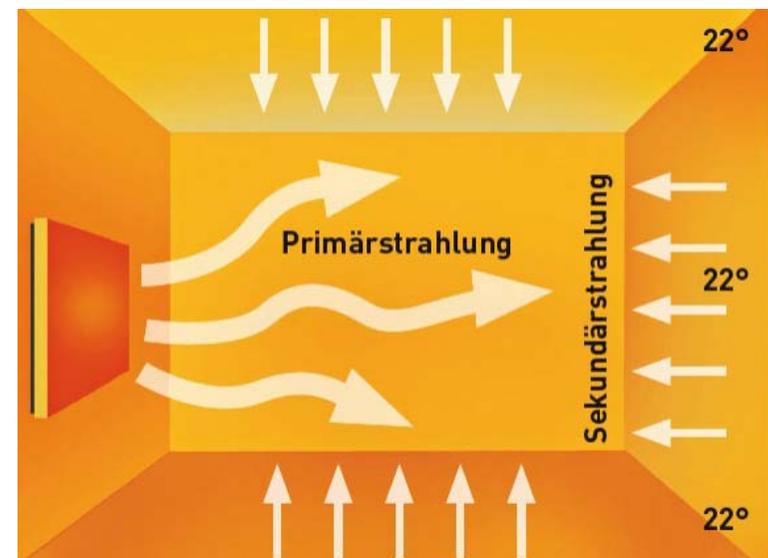


Abb. 94: Infrarotheizung



# 4.KONZEPT

## 4.1 NUTZUNG

*„Die Erhaltung der Denkmäler wird immer begünstigt durch eine der Gesellschaft nützliche Funktion. Ein solcher Gebrauch ist daher wünschenswert, darf aber Struktur und Gestalt der Denkmäler nicht verändern. Nur innerhalb dieser Grenzen können durch die Entwicklung gesellschaftlicher Ansprüche und durch Nutzungsänderungen bedingte Eingriffe geplant und bewilligt werden.“ [16]*

Daher ist es für die Erhaltung eines Denkmals wichtig eine neue Nutzung zu finden bei der möglichst wenig an der Bausubstanz verändert werden muss.

Seit 2009 siedelten sich, auf dem umgebauten Gelände der alten Anker-Brotfabrik verschiedene Kulturinstitutionen wie die Hilger BROTKunsthalle, OstLicht, die Deutsche Pop und der Retro-Möbelhändler Lichterloh an. Auch der unter Denkmalschutz stehende alte Getreidespeicher soll in das neue Kultur-Quartier integriert werden und dadurch in eine kulturelle Nutzung übergeführt werden.

[16] Charta von Venedig 1964, Erhaltung Artikel 5



Abb. 95: Ansicht Nord-Ost



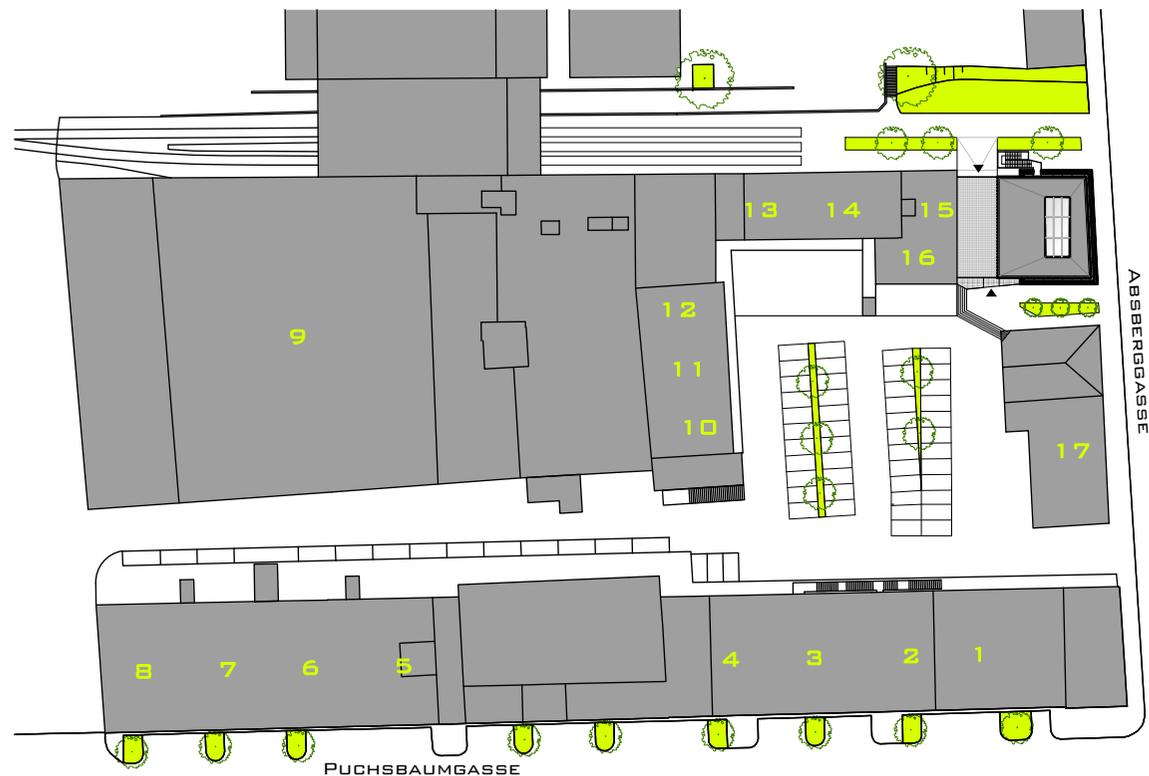
Abb. 96: Ansicht Süd-West

## FASHION & DESIGN

Durch die Analyse der bestehenden Nutzer zeigt sich, dass Bedarf an Gastronomiebetrieben (Cafe, Bar,...) besteht und dass das Thema Mode und Design vernachlässigt wurde.

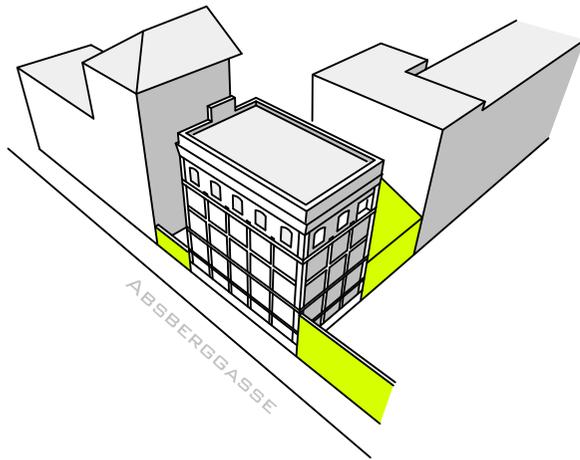
Auch Mode ist ein Teil der Kultur; in unseren Breiten vielleicht noch nicht ganz so stark ausgeprägt als in anderen europäischen Ländern, dennoch könnte der ehemalige Kornspeicher der Anker-Brotfabrik unter dem Motto „Fashion & Design“ stehen.

Es könnte ein neuer Treffpunkt für junge Kreative und Interessierte in Mode und Design entstehen. Junge Designer und Modeschaffende hätten die Möglichkeit Arbeitsplätze und Ateliers anzumieten, ihre Kreationen auszustellen und somit einem breiteren Publikum zugänglich zu machen. In einem Fashion & Design-Shop könnten die Designer ihre Kollektionen verkaufen. Zusätzlich runden ein Veranstaltungssaal in dem Modeschauen und Ausstellungen gezeigt werden könnten und ein Cafe mit Bar das Angebot ab.



- |   |                        |    |                        |
|---|------------------------|----|------------------------|
| 1 | Galerie OstLicht       | 9  | Expedithalle           |
| 2 | Lichterloh Retro-Möbel | 10 | Schauraum 11/nullnull  |
| 3 | Hilger BROTKunsthalle  | 11 | Anatoly Burykin        |
| 4 | Galerie Anzenberger    | 12 | Sob -Caritas Wien      |
| 5 | Kunstraum Sellemund    | 13 | Finn Erschen Architekt |
| 6 | Atelier 10             | 14 | Madame Europe          |
| 7 | Hermann Kreismayer     | 15 | Atelier Johannes Heuer |
| 8 | Deutsche Pop           | 16 | Loft City              |
|   |                        | 17 | Verein Superar         |

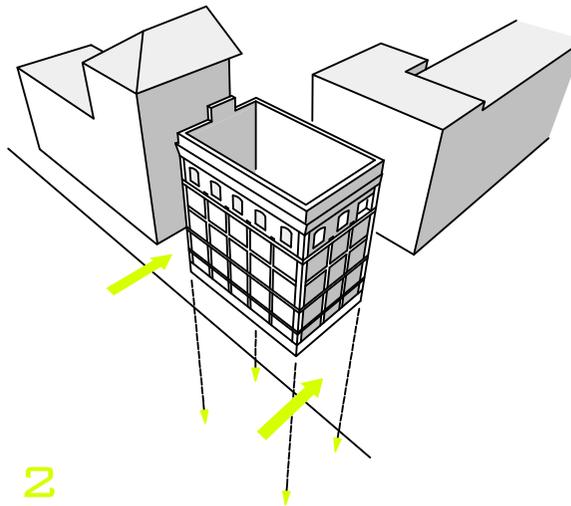
## 4.2 BAUMASSNAHMEN



1

Der unter Denkmalschutz stehende Kornspeicher soll in seiner Substanz erhalten bleiben und nur durch möglichst geringfügige Eingriffe in eine neue Nutzung übergeführt werden.

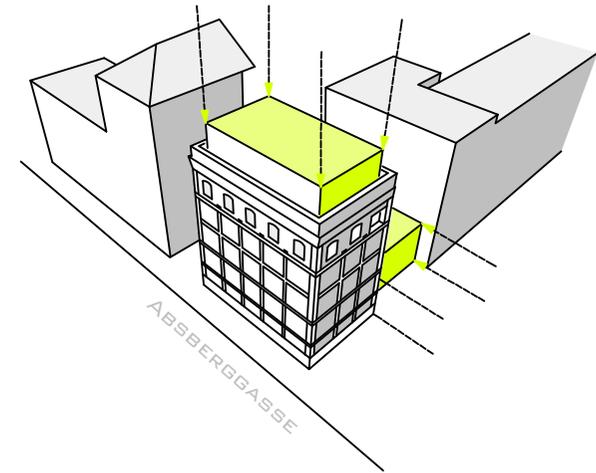
Um die Solitärstellung des Kornspeichers zu betonen werden die beiden Begrenzungsmauern und das nicht unter Denkmalschutz stehende Trafogebäude abgebrochen.



2

Durch das Entfernen der Mauern ergeben sich neue Zugänge zum Kunst-Quartier und der Kornspeicher kann von beiden Seiten begangen werden.

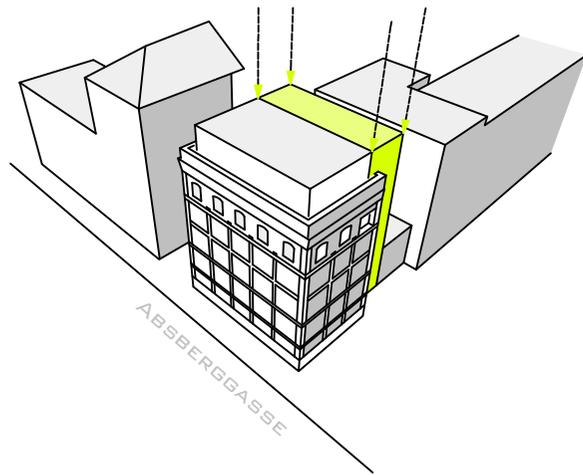
Um eine neue Nutzung realisieren zu können werden die hölzernen Einbauten entfernt.



3

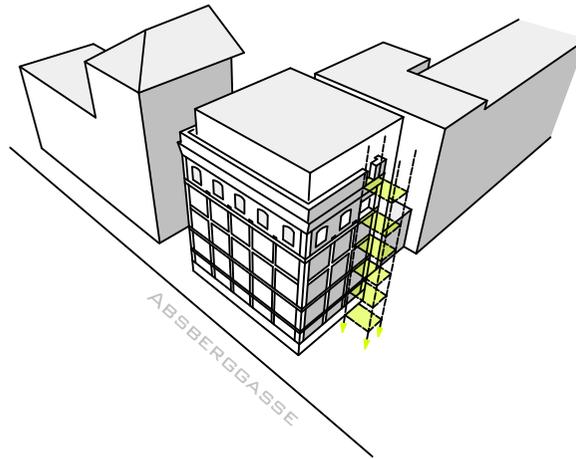
Im Kornspeicher wird ein neuer 6-stöckiger Einbau im „Haus im Haus“ - Prinzip realisiert. Durch das Abrücken von den Umfassungsmauern kann das Gebäude die Anforderungen an Belichtung und Bauphysik erfüllen.

Das Trafogebäude wird durch eine moderne und zurückhaltende Holz-Glas-Konstruktion ersetzt.



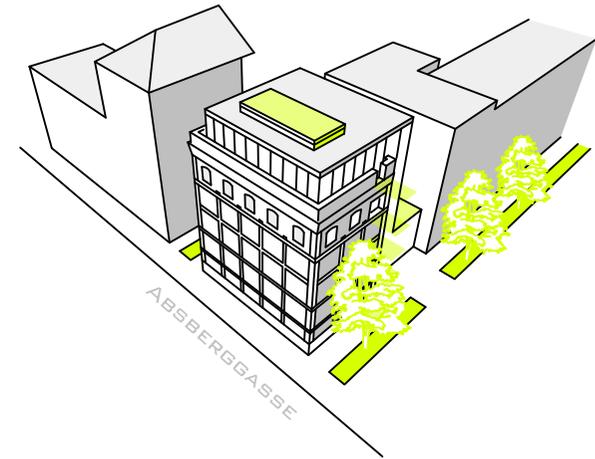
4

Die Grundrisse im Kornspeicher sollten möglichst flexibel und freigespielt sein. Daher erfolgt die Erschließung über einen gläsernen Zubau an der Ost-Fassade des Getreidespeichers. Dieser schließt jedoch nicht die Baulücke oberhalb des ersten Stockes um die Solitär-Stellung des Kornspeichers beizubehalten.



5

Aus brandschutztechnischen Gründen wird an der Südfassade vor dem Neubau ein zweites Notstiegenhaus angebracht.



6

Der neue Einbau wird zusätzlich durch ein 4-stöckiges Atrium mit Glasdach belichtet.

Die Außenanlagen werden durch zwei neue Vorplätze mit Bepflanzung erweitert, wodurch die neu geschaffenen Zugänge betont werden.

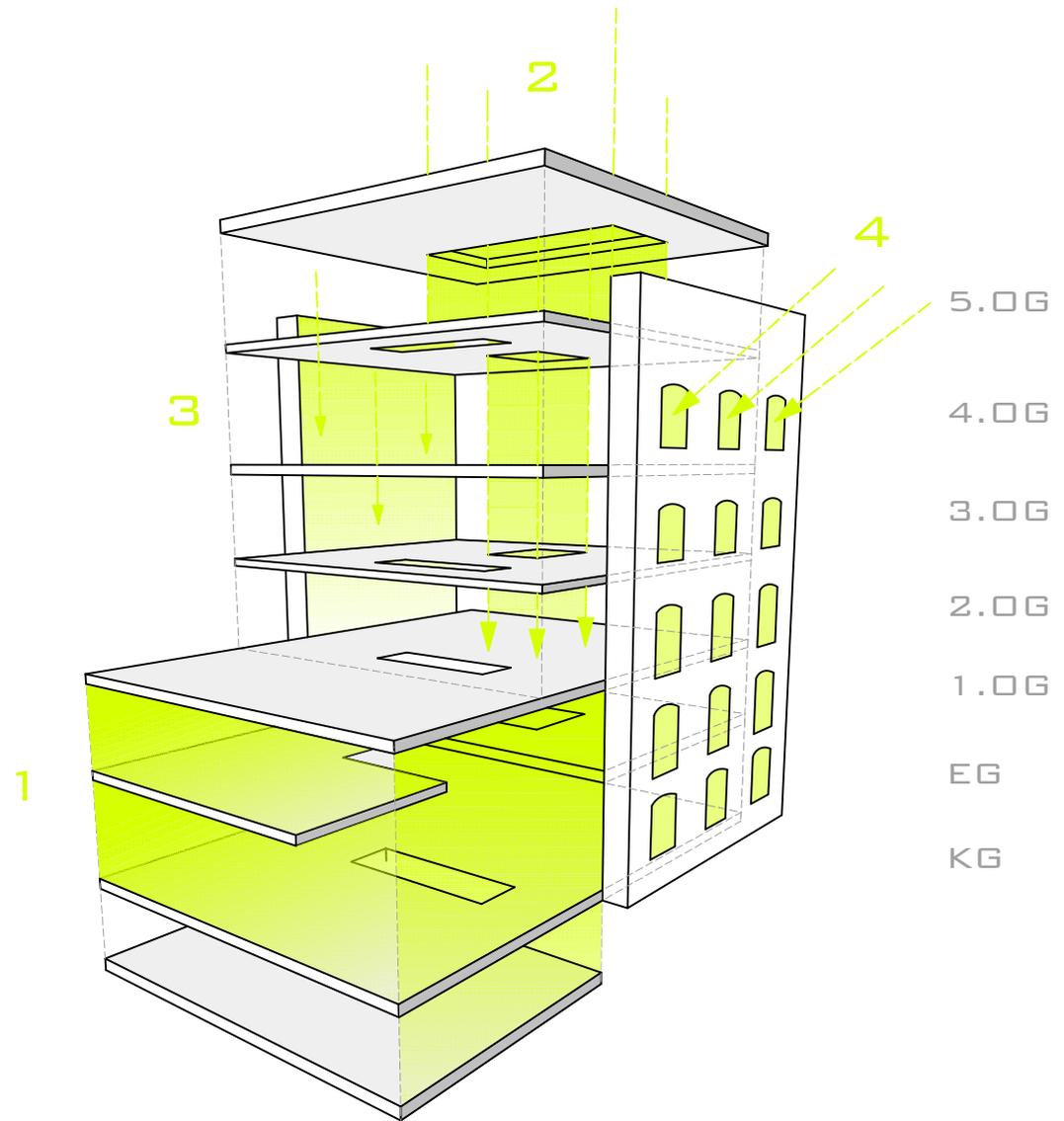


## 4.4 BELICHTUNG

Das Gebäude wird durch vier Arten natürlich belichtet:

- 1 Der Lichtdurchflutete Zubau und das oberste Stockwerk des Einbaus werden durch die Holz-Glas-Verbundfassade belichtet.
- 2 Das 4-geschossige Atrium belichtet den Einbau im Kornspeicher zusätzlich von innen.
- 3 Durch das Abrücken von der Umfassungsmauer wird der Einbau mit Diffuslicht von oben belichtet.
- 4 Durch bestehende Öffnungen in der Nord- und Ostfassade tritt zusätzliches Licht ins Innere.

Im gut belichteten Teil (3.-5.OG) des Kornspeichers befinden sich die Ateliers. Da der Shop und der Veranstaltungssaal weniger Belichtung benötigen, sind diese in den unteren Geschossen untergebracht. Im wiederum gut belichteten Zubau befindet sich das Cafe mit Bar.



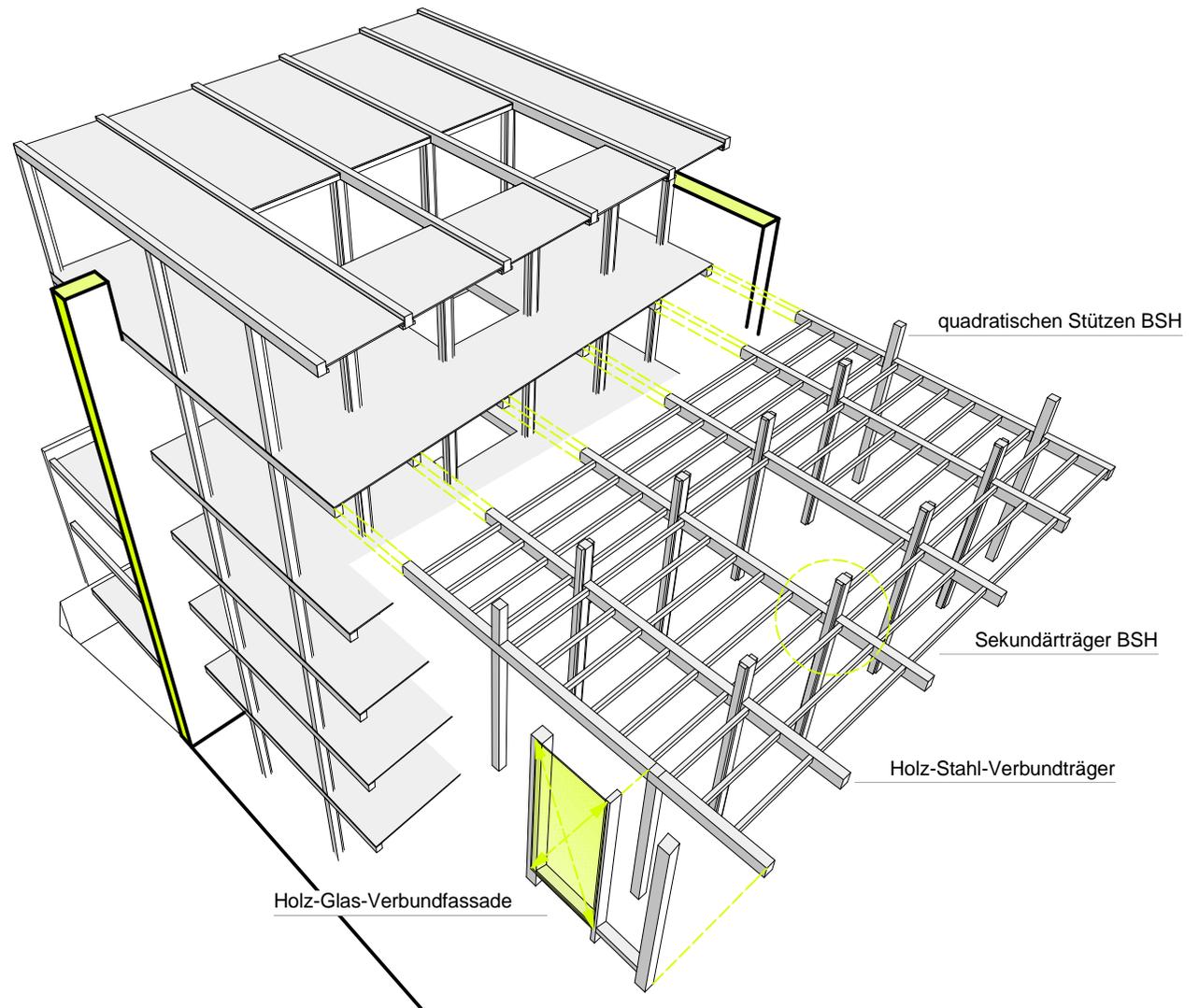
## 4.5 TRAGWERK

Die Hauptkonstruktion des neuen Einbaus im Kornspeicher und des Zubaus besteht aus einer Holzkonstruktion mit Trägern in Holz-Stahl-Verbundbauweise. Die Verbund-Träger ruhen auf quadratischen Stützen mit durchlaufenden Wangen. Dadurch sind sie fest eingespannt und es entsteht eine Rahmenwirkung.

Zwischen den 6 Hauptachsen werden die Sekundärträger aus Brettschichtholz eingesetzt. Darüber eine Schalung aus gehobelten und genuteten Holzbohlen und OSB-Platten. Im darüber liegenden Ständerboden ist genügend Platz um die Leitungsführungen unterzubringen. Dadurch muss die Decke nicht abgehängt werden und kann holzsichtig ausgeführt werden.

Die horizontale Aussteifung des Gebäude übernimmt die Holz-Glas-Verbundfassade, an der auch das Bestandsmauerwerk verankert wird.

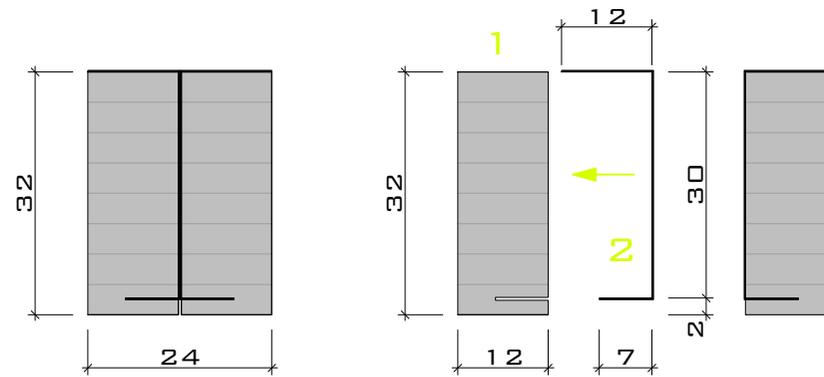
Alle Konstruktionen sollen möglichst sichtbar bleiben damit das Gebäude einen technischen Charakter bekommt. Dabei bilden die Materialien Holz, Stahl und Glas einen Kontrast zum Sichtziegelmauerwerk des bestehenden Kornspeichers.



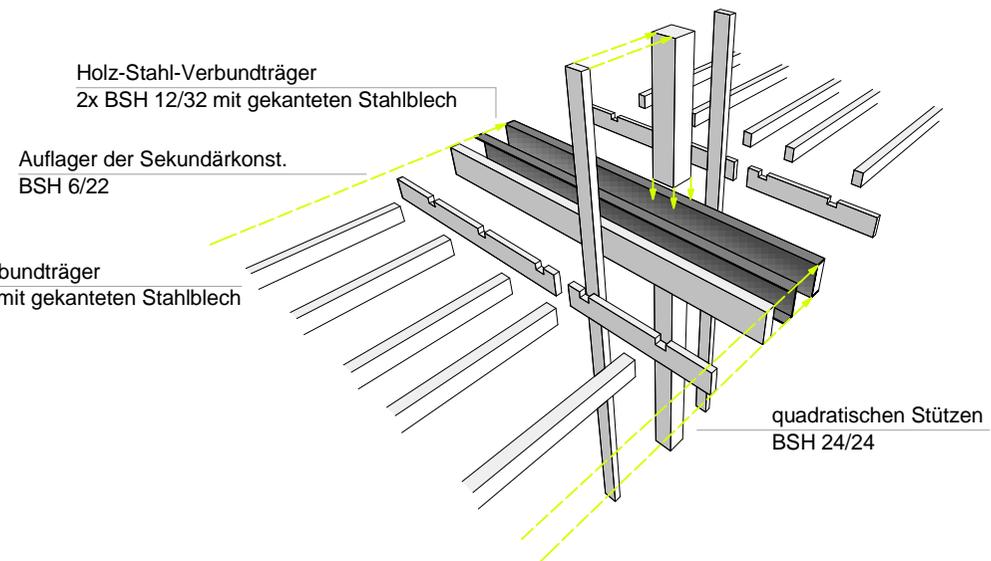
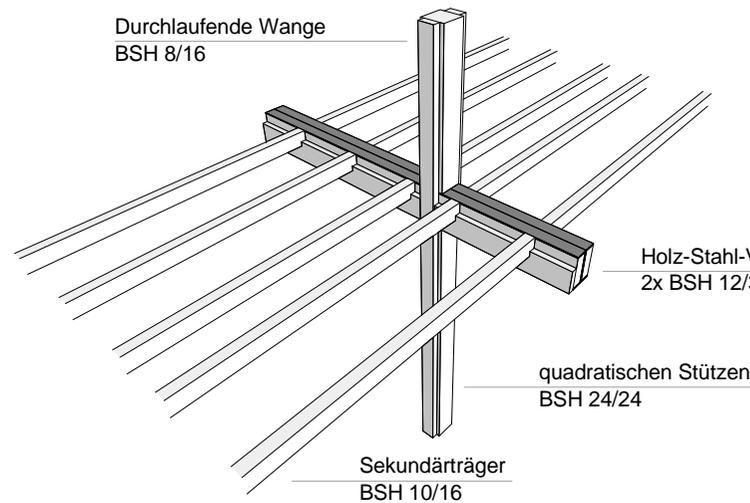
## KNOTEN

Die Hauptachsen haben einen Abstand von 3,30 Metern und die dazwischen liegende Sekundärkonstruktion einen Achsabstand von ca. 80 Zentimetern.

Um das Stahlblech vor Brandeinwirkung zu schützen wird es in eine gefräste Nut, zwei Zentimeter über dem unteren Ende des Brettschichtholzträgers gesteckt und mit dem BSH-Träger vernagelt.



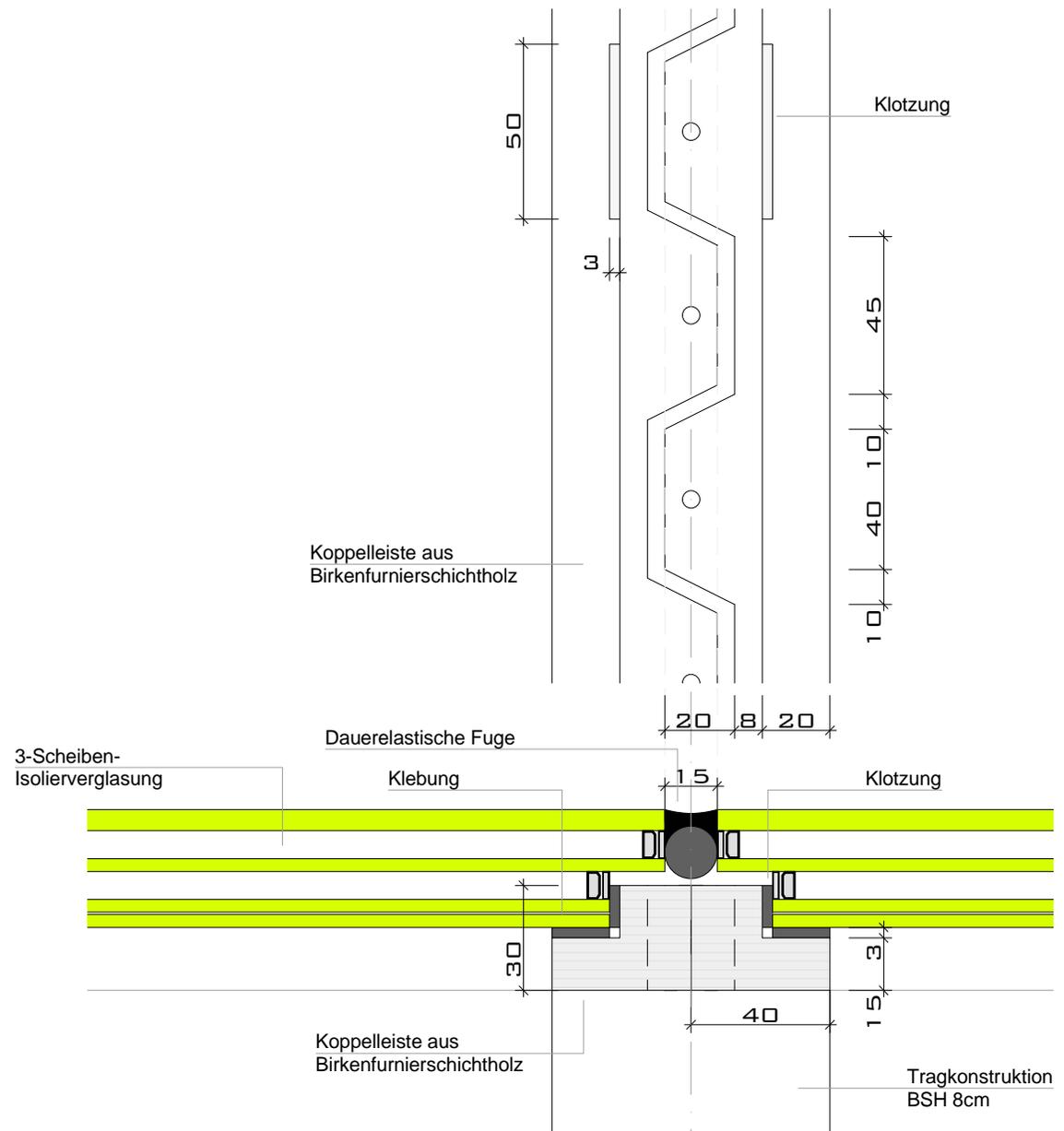
- 1 Brettschichtholzträger BSH 12/32 cm mit gefräster Nut
- 2 gekantetes Stahlblech 1,6 mm, verzinkt



Axonometrie der Knoten

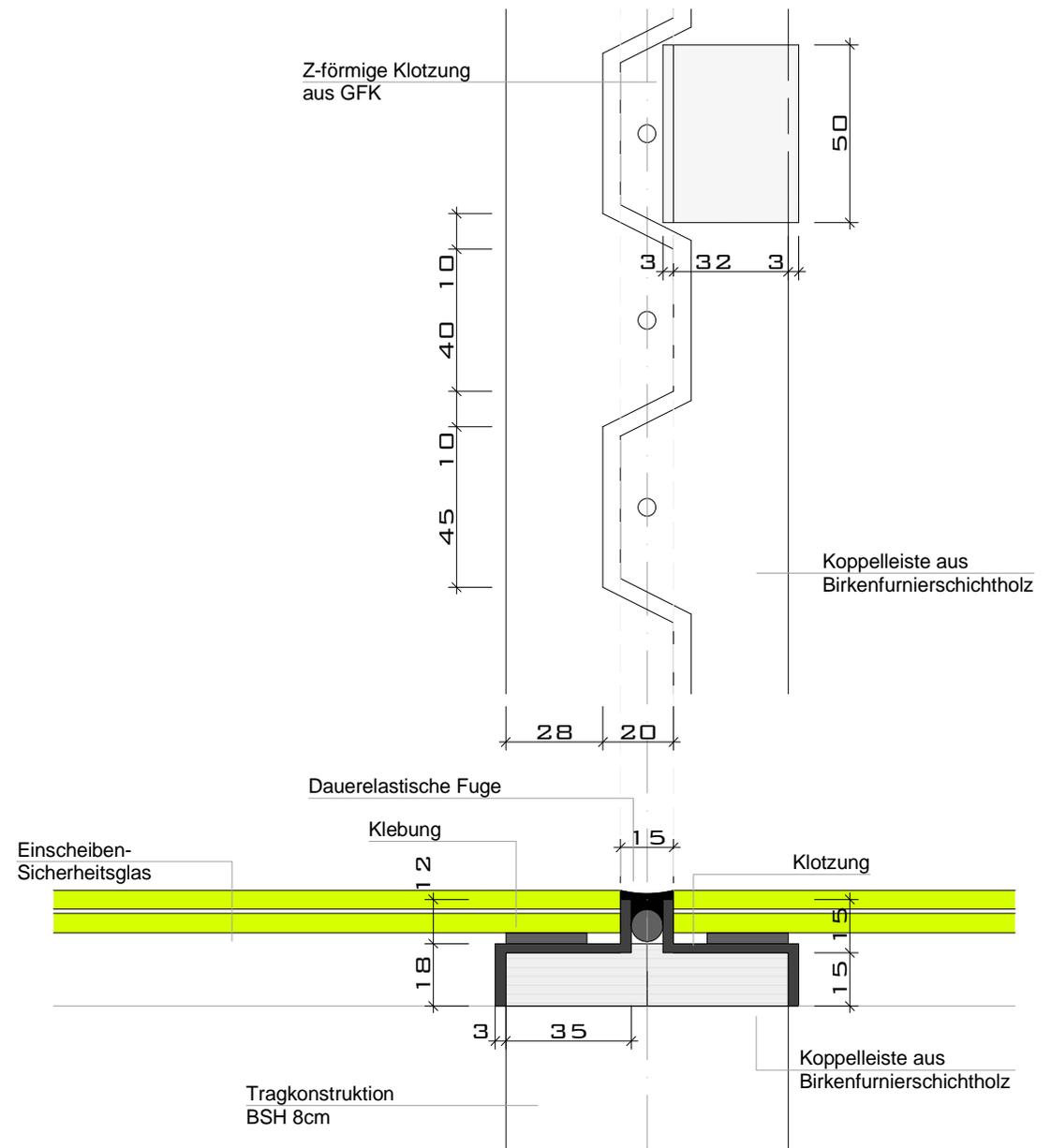
## KOPPELLEISTE 1

Bei Isolierverglasungen werden L-förmige Koppelleisten aus Birkenfurnierschichtholz verwendet. Mit diesen Koppelleisten können die Glastafeln verklebt und mittels Klebeverklotzung oder Keilen aus GFK verklotzt werden. Durch das Auskragen der oberen Glastafeln erreicht man eine möglichst schmale Fuge (15mm). Nach der Montage wird der Zwischenraum dauerelastisch verfügt.



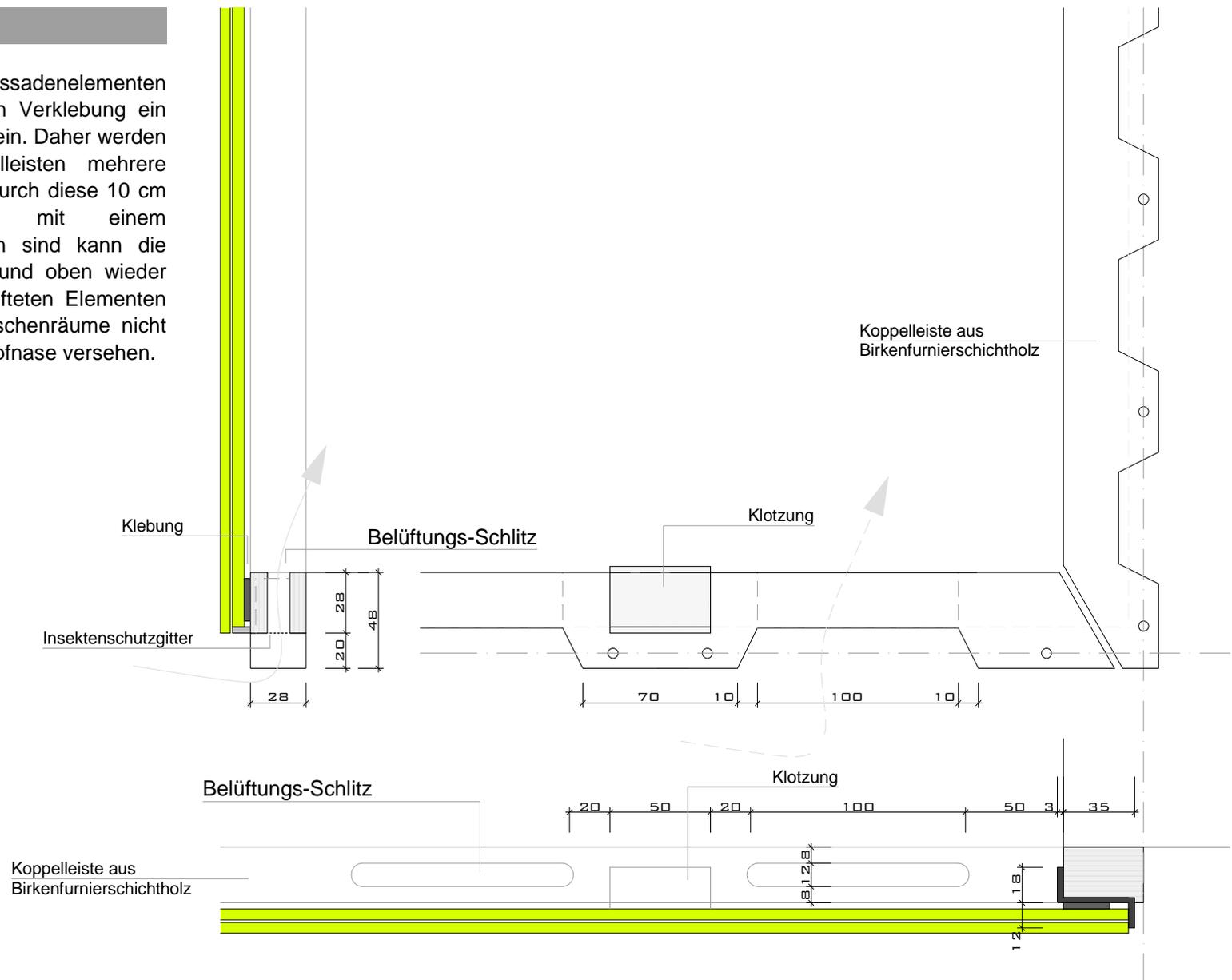
## KOPPELLEISTE 2

Bei ESG-Verglasungen können die L-förmigen Koppelleisten nicht verwendet werden, da sonst sehr breite Fugen entstehen. Deshalb könnten Z-förmige GFK Winkel zur Verklotung verwendet werden. Diese Winkel werden plan in die Koppelleiste aus Birkenfurnierschichtholz eingelassen und die Glastafeln darauf verklebt.



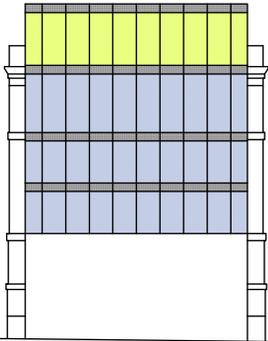
### KOPPELLEISTE 3

Bei den hinterlüfteten Fassadenelementen muss trotz einer unlaufenden Verklebung ein Luftaustausch gewährleistet sein. Daher werden in die horizontalen Koppelleisten mehrere Belüftungs-Schlitze gefräst. Durch diese 10 cm langen Öffnungen die mit einem Insektenschutzgitter versehen sind kann die Luft ungehindert unten ein- und oben wieder ausströmen. Bei den hinterlüfteten Elementen werden die horizontalen Zwischenräume nicht verfugt, sondern mit einer Tropfnase versehen.

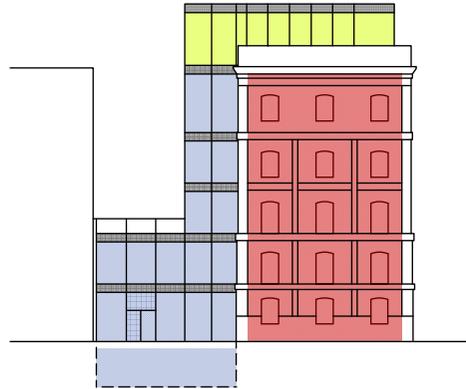


## 4.6 FASSADEN

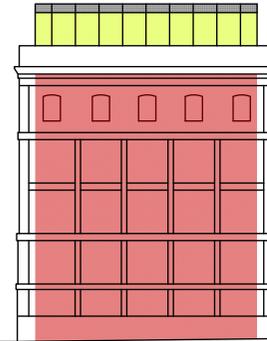
ANSICHT-OST



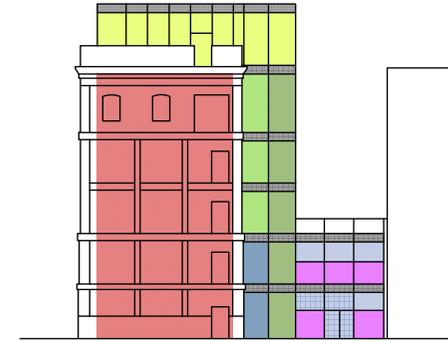
ANSICHT-NORD



ANSICHT-WEST



ANSICHT-SÜD



 Fassade F1  
HGV-Fassade  
mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung

 Fassade F3  
hinterlüftete HGV-Fassade  
innen 3-Scheiben Isolierverglasung  
außen VSG  
dazwischen Sonnenschutz

 Fassade F4  
HGV- Fassade  
innen Vakuum-Isolations-Paneel  
außen Isolierverglasung  
dazwischen Lüftungsanlage

 Fassade F2  
hinterlüftete HGV-Fassade  
innen 3-Scheiben Isolierverglasung  
außen VSG

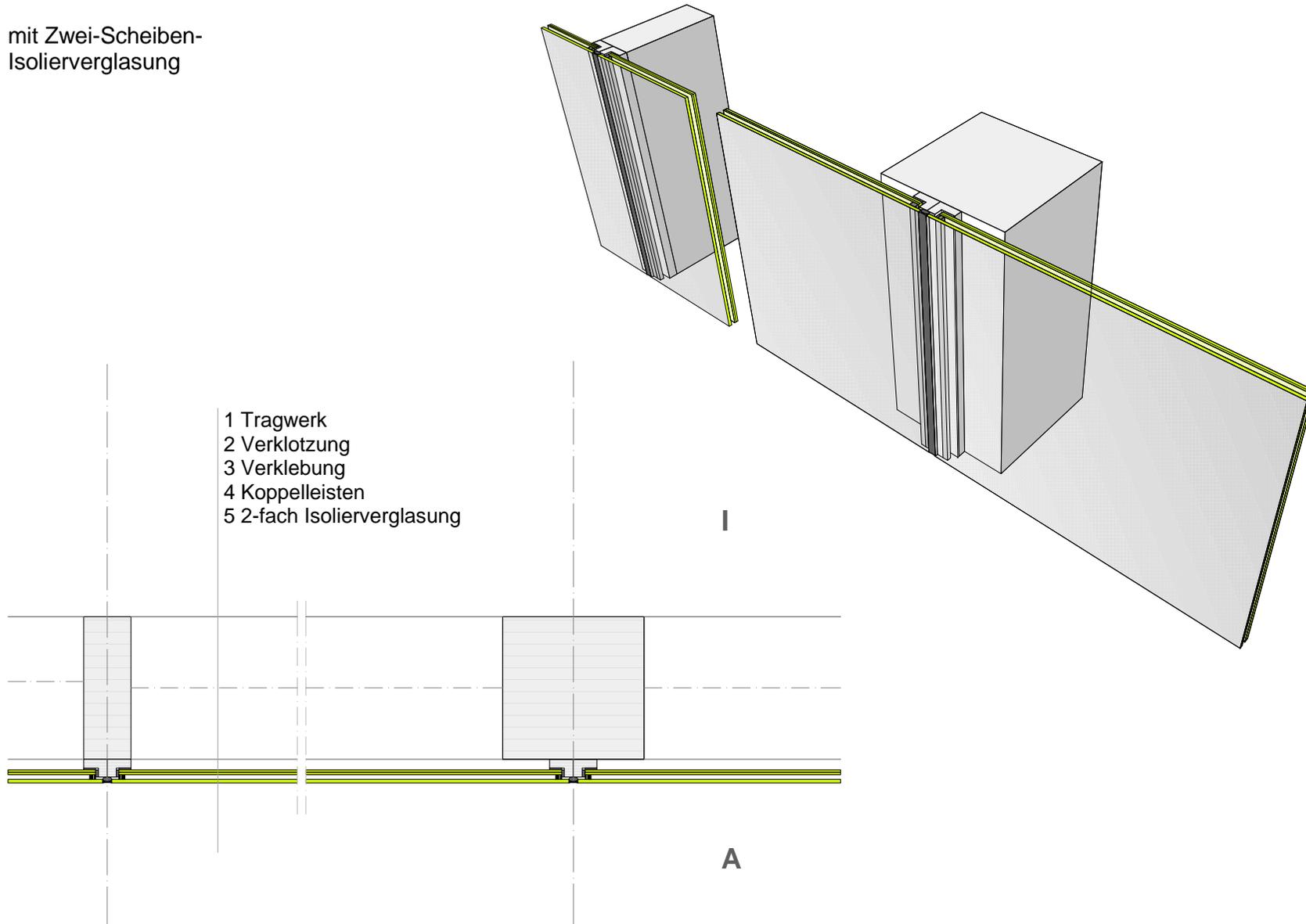
 Fassade F4  
HGV- Fassade  
innen Vakuum-Isolations-Paneel  
außen VSG

 Fassade F5  
Solarfassade  
außen VSG

 Fassade F5  
Sonnenkollektor

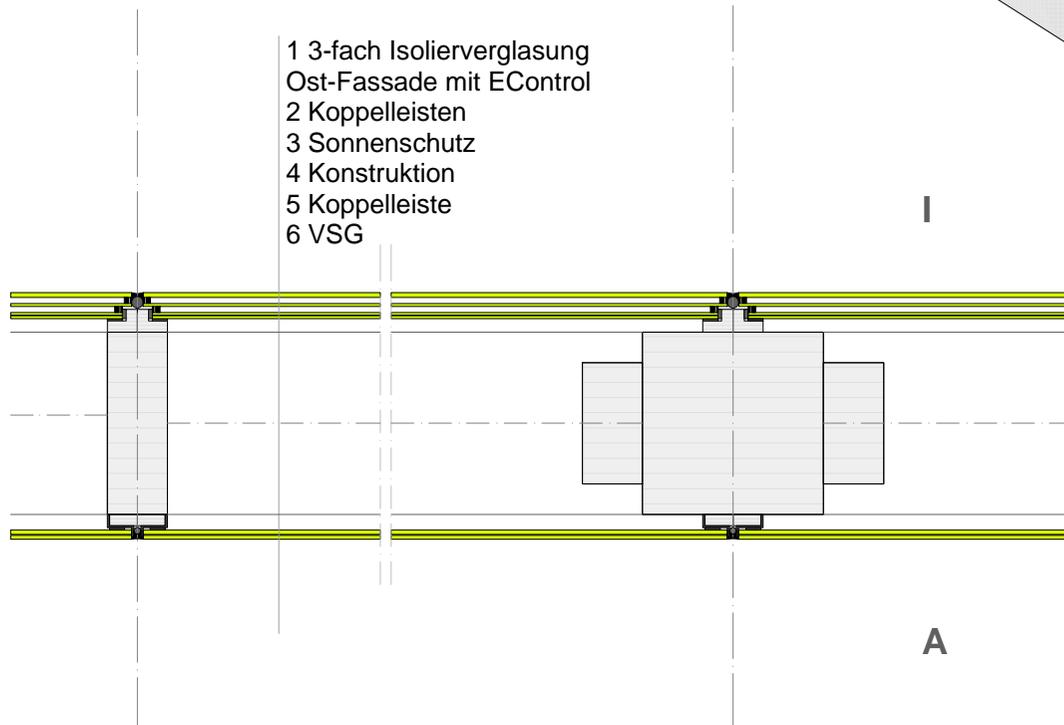
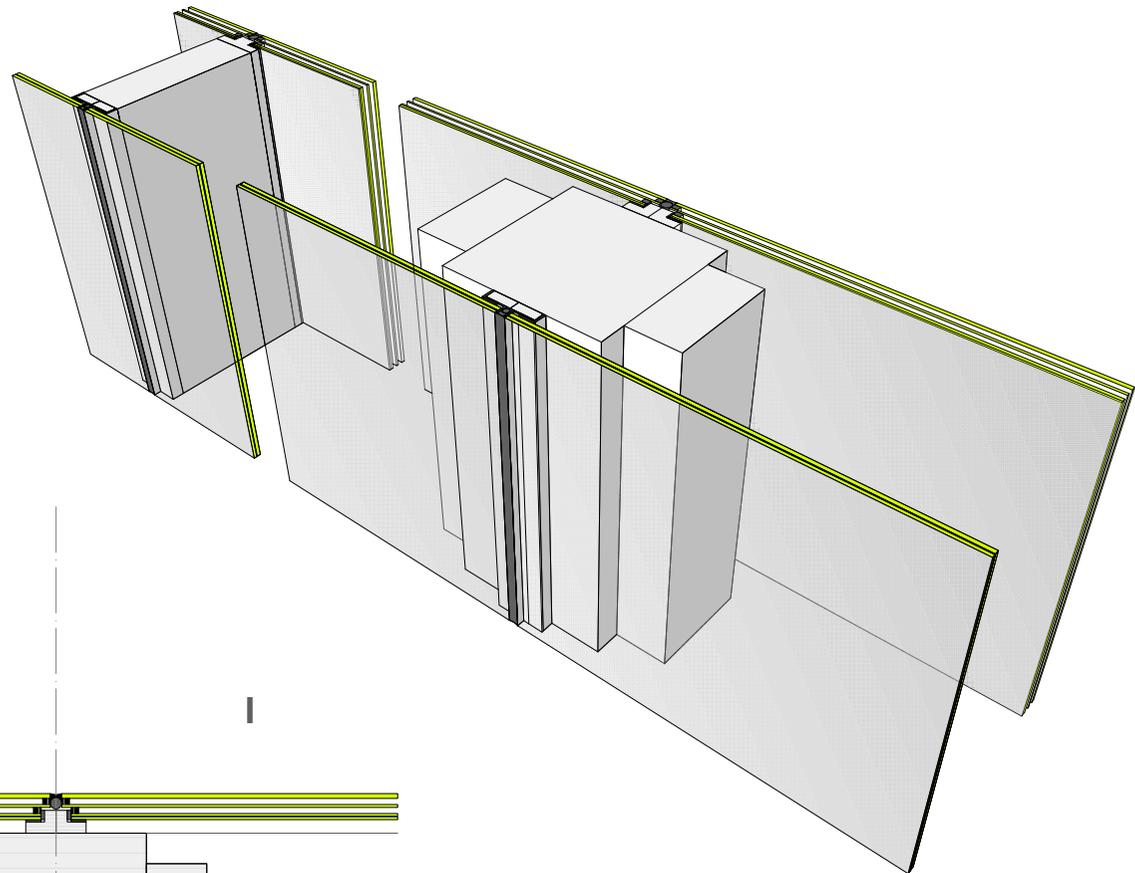
## Holz-Glas-Verbundfassade

mit Zwei-Scheiben-  
Isolierverglasung



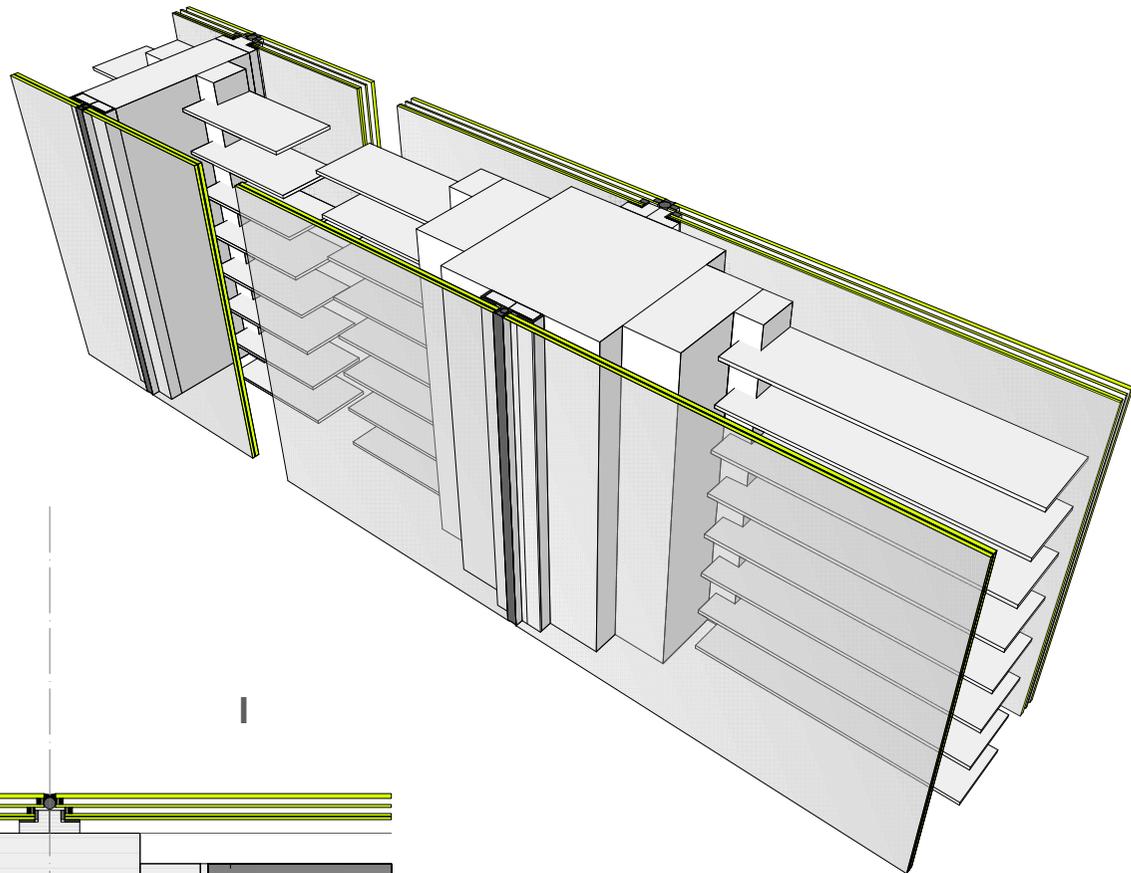
## Holz-Glas-Verbundfassade

Zweischaliges, hinterlüftetes und transparentes Fassadenelement;  
Innenschale bestehend aus  
3-fach Isolierverglasung mit EControl  
Außenschale bestehend aus  
VSG-Scheiben

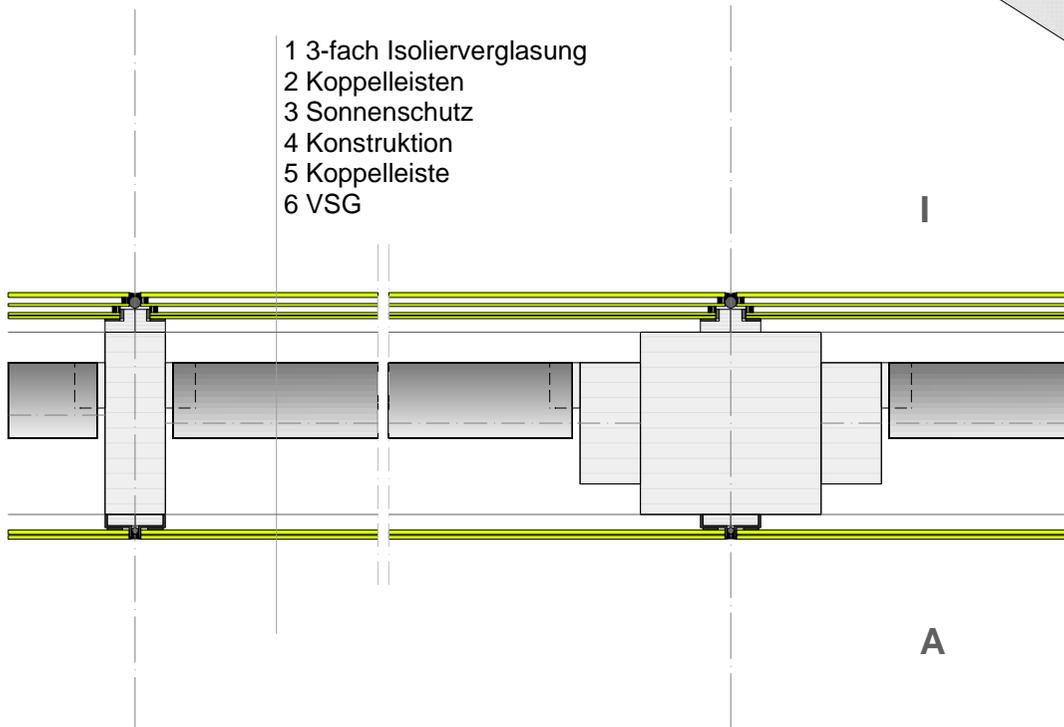


## Holz-Glas-Verbundfassade

Zweischaliges, hinterlüftetes und transparentes Fassadenelement;  
Innenschale bestehend aus  
3-fach Isolierverglasung  
Außenschale bestehend aus  
VSG-Scheiben;  
dazwischenligender Sonnenschutz

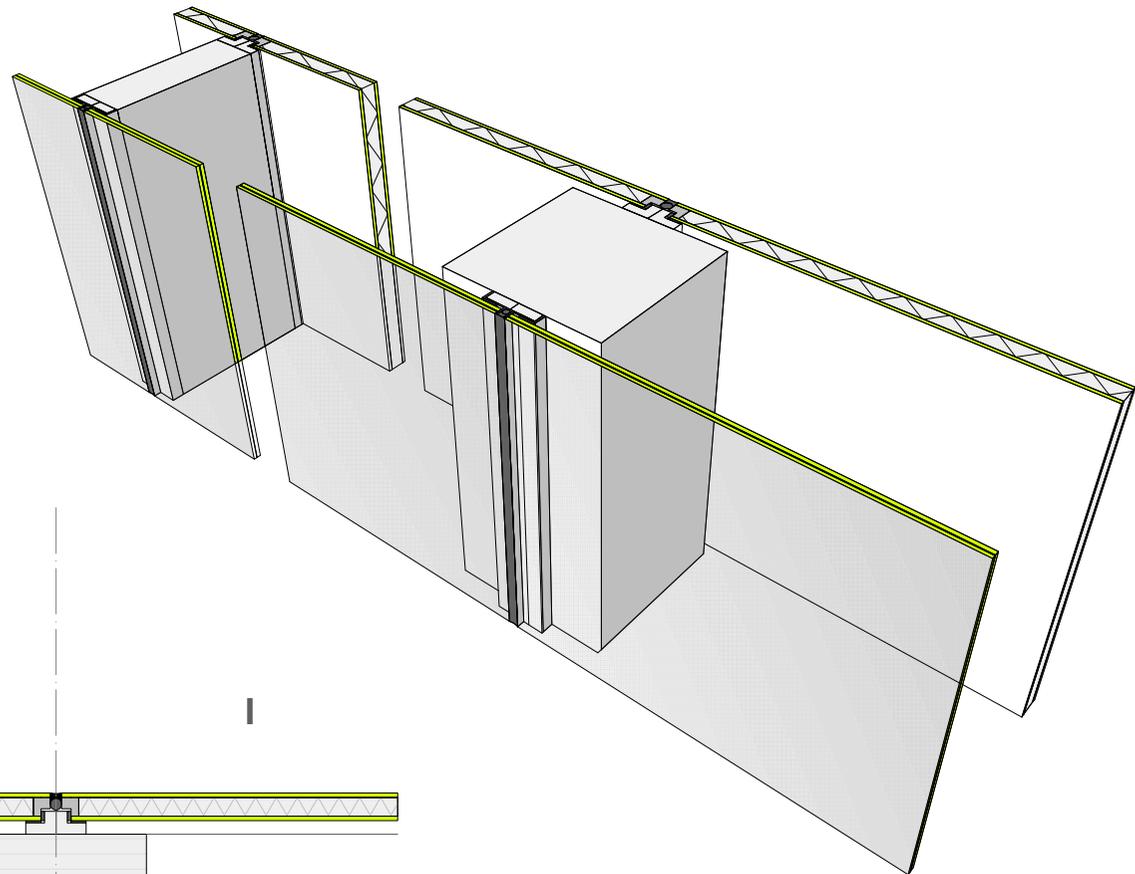


- 1 3-fach Isolierverglasung
- 2 Koppelleisten
- 3 Sonnenschutz
- 4 Konstruktion
- 5 Koppelleiste
- 6 VSG

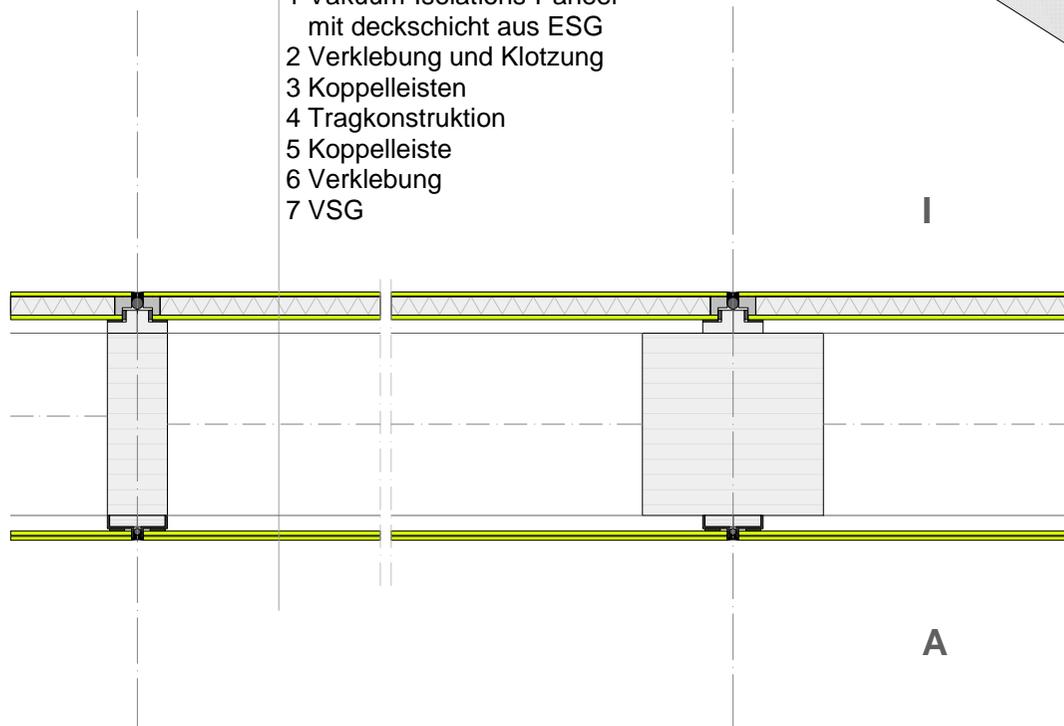


## Holz-Glas-Verbundfassade

Zweischaliges, nicht hinterlüftetes und nicht transparentes Fassadenelement;  
 Innenschale bestehend aus Vakuum-Isolations-Paneelen mit Deckschichten aus ESG  
 Außenschale bestehend aus VSG-Scheiben



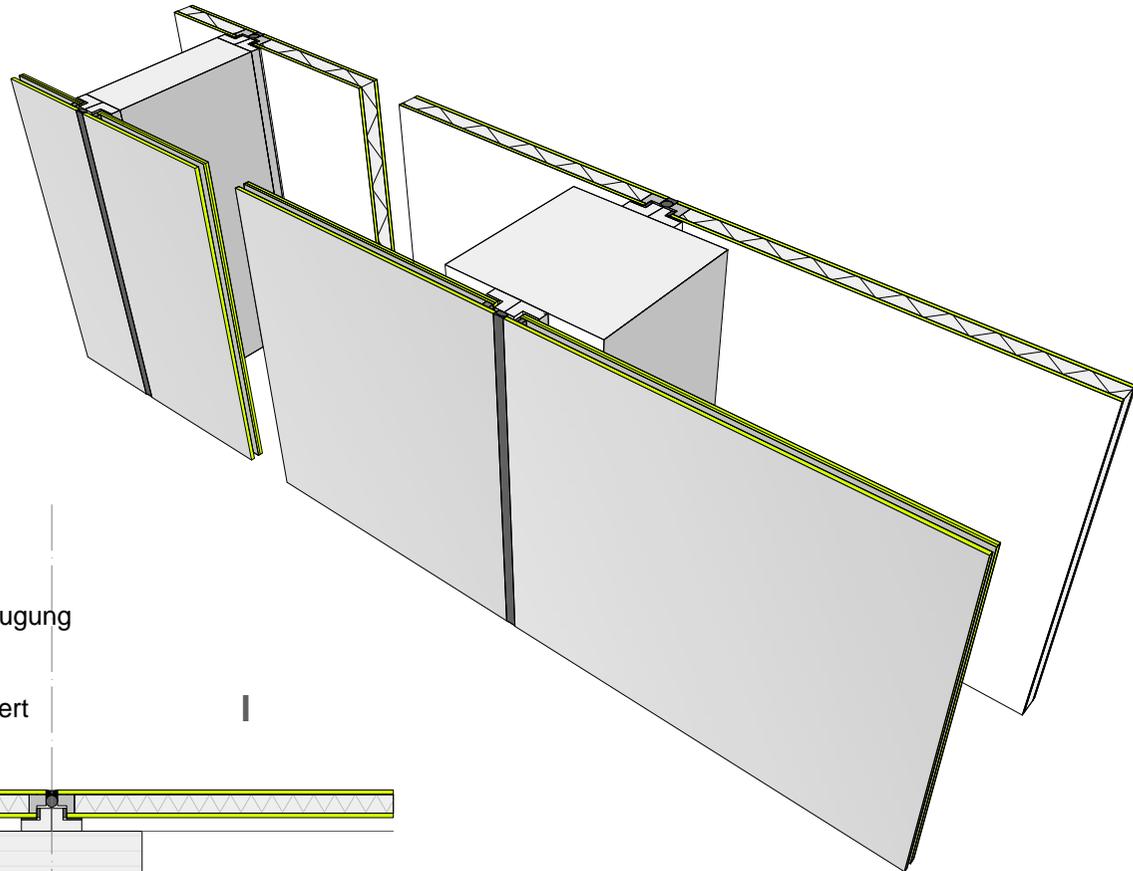
- 1 Vakuum-Isolations-Paneel mit deckschicht aus ESG
- 2 Verklebung und Klotzung
- 3 Koppelleisten
- 4 Tragkonstruktion
- 5 Koppelleiste
- 6 Verklebung
- 7 VSG



## Holz-Glas-Verbundfassade mit integrierter dezentraler Lüftung

Zweischaliges, hinterlüftetes, nicht transparentes Fassadenelement;  
Innenschale bestehend aus Vakuum-Isolations-Paneelen mit Deckschichten aus ESG

Außenschale bestehend aus  
2-Scheiben-Isolierverglasung  
dazwischen dezentrales Lüftungssystem

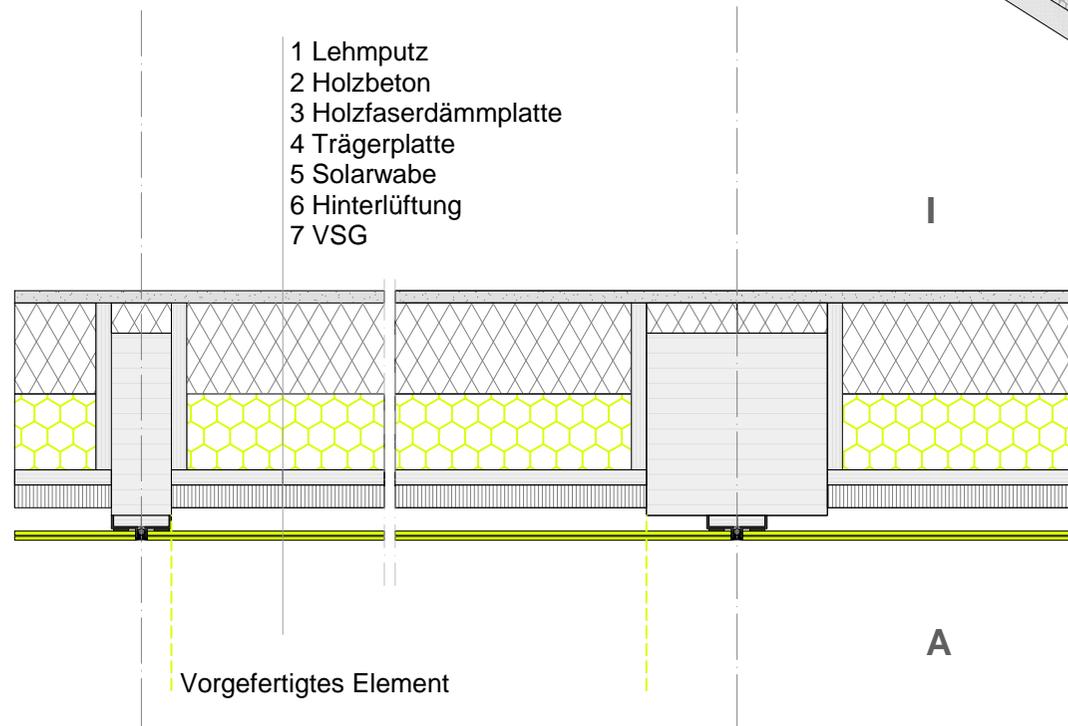
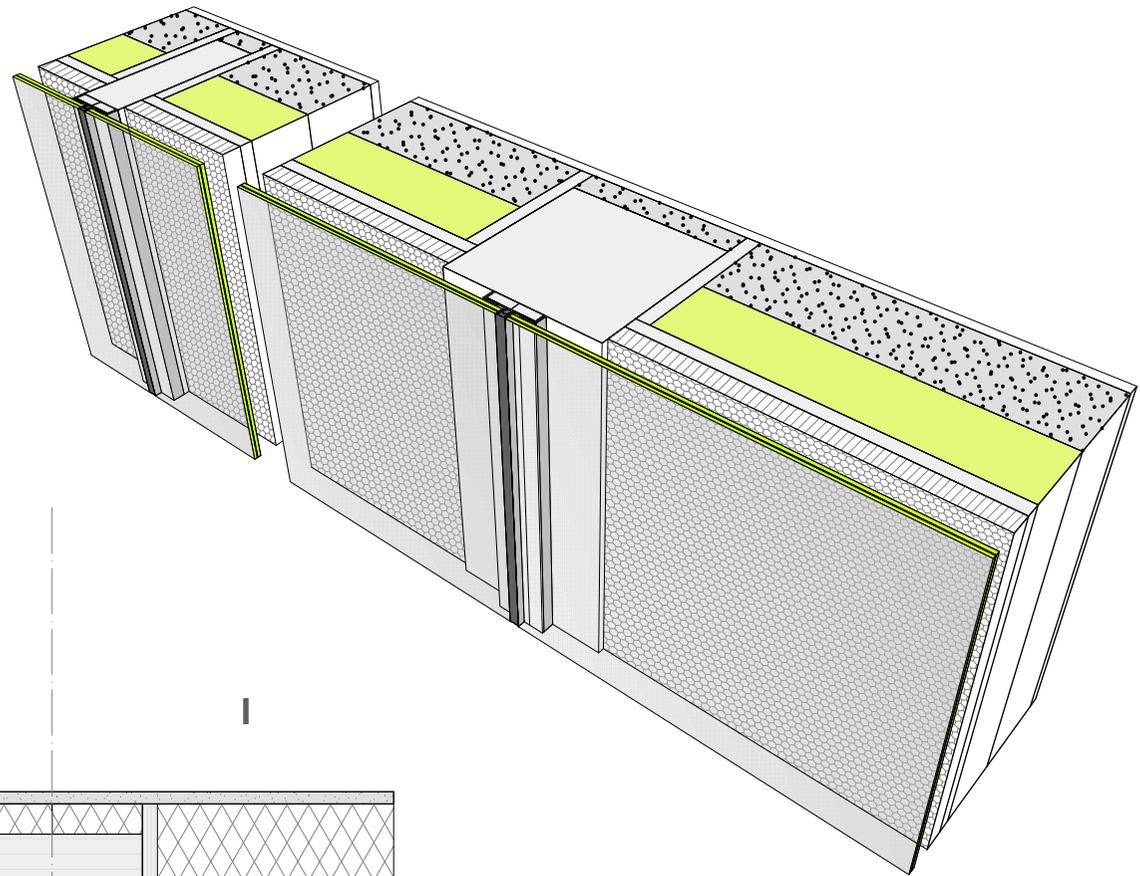


- 1 Vakuum-Isolations-Paneel mit deckschicht aus ESG
- 2 Verklebung und Klotzung
- 3 Koppelleisten
- 4 Tragkonstruktion/ Lüftungsansaugung
- 5 Koppelleiste
- 6 Verklebung
- 7 2-fach Isolierverglasung, emailliert



## Solarfassade

hinterlüftete Solarfassade mit Solarwabe  
 auf Trägerplatte;  
 dahinter Dämmung, Holzbeton und  
 Lehmputz  
 davor Hinterlüftung und VSG-Verglasung in  
 Holz-Glas-Verbundbauweise



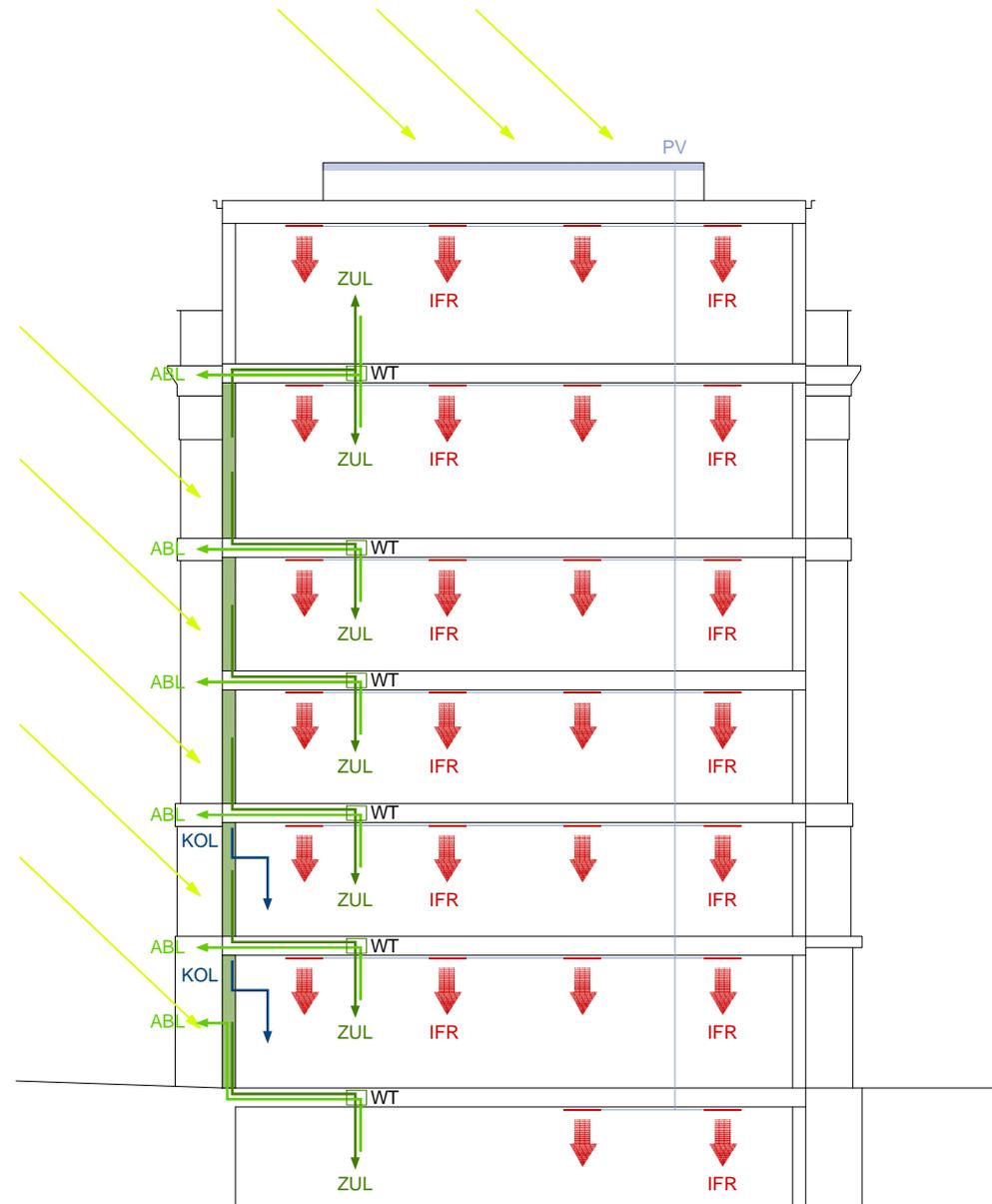
## 4.7 HAUSTECHNIK

Der Ansatz war das Bestandsgebäude auf einen möglichst hohen energetischen Standard zu bringen. Durch die Fassadengestaltung wurde der Heizwärmebedarf auf ein Minimum gesenkt und durch weitere energetische Maßnahmen im Bereich der Lüftung, Heizung und Warmwassererzeugung wurde der Energiebedarf weiter reduziert.

So wird das Gebäude über ein dezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung verfügen. Dabei wird die Zuluft in vorgefertigten Elementen in der Südfassade vorerwärmt und über einen Wärmetauscher geschossweise in den Innenraum transportiert. Durch das System wird die Frischluft auf Zimmertemperatur erwärmt ohne zusätzliche Energie zu verbrauchen.

Beheizt wird das Gebäude durch Infrarotheizpaneel die an den Decken angebracht sind. Die dafür benötigte Energie wird größtenteils durch Photovoltaikzellen, die in das Glasdach integriert sind erzeugt.

Zur Warmwassergewinnung befinden sich in der Südfassade zwei Sonnenkollektoren, die das Brauchwasser vorerwärmen und dadurch den Energieverbrauch stark reduzieren.



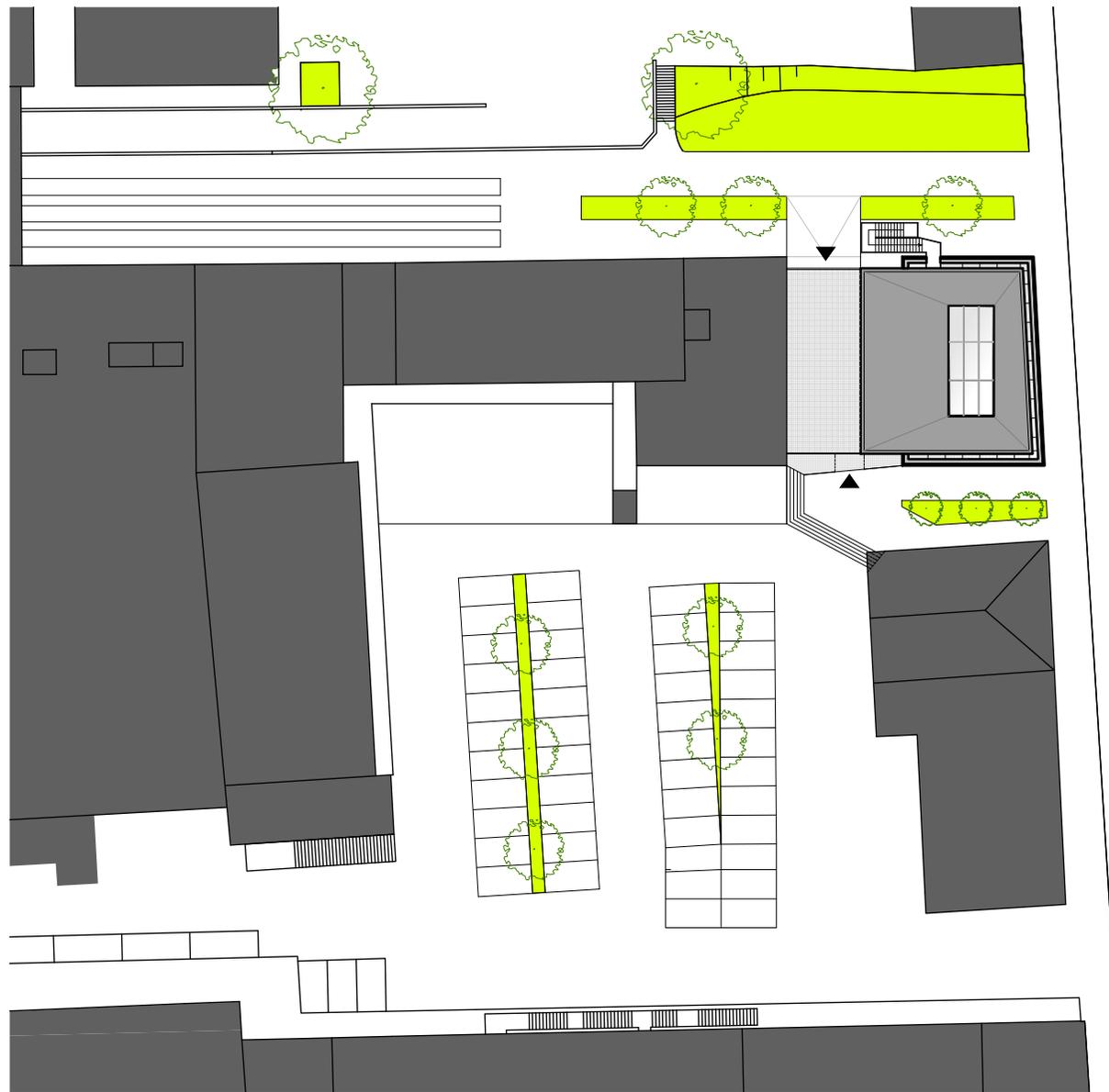
# 5.ENTWURF

LAGEPLAN ÜBERSICHT



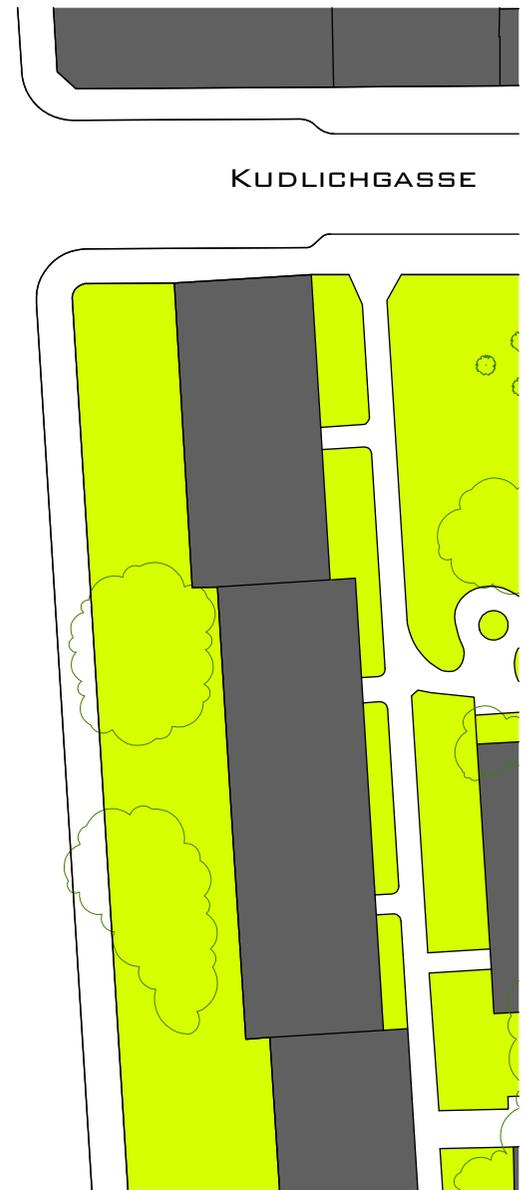
M 1:5000

# LAGEPLAN



ABBERGASSE

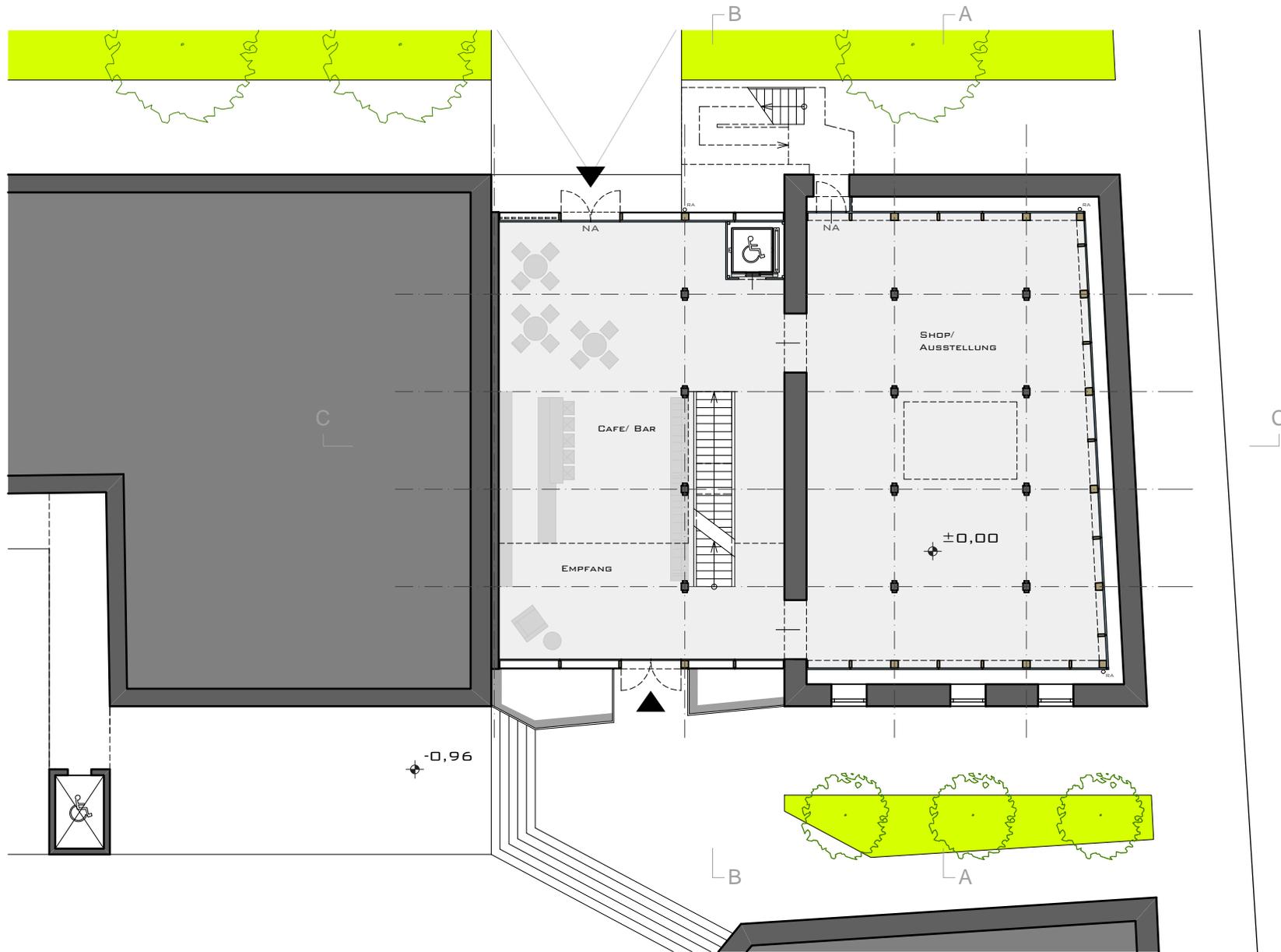
KUDLICHGASSE



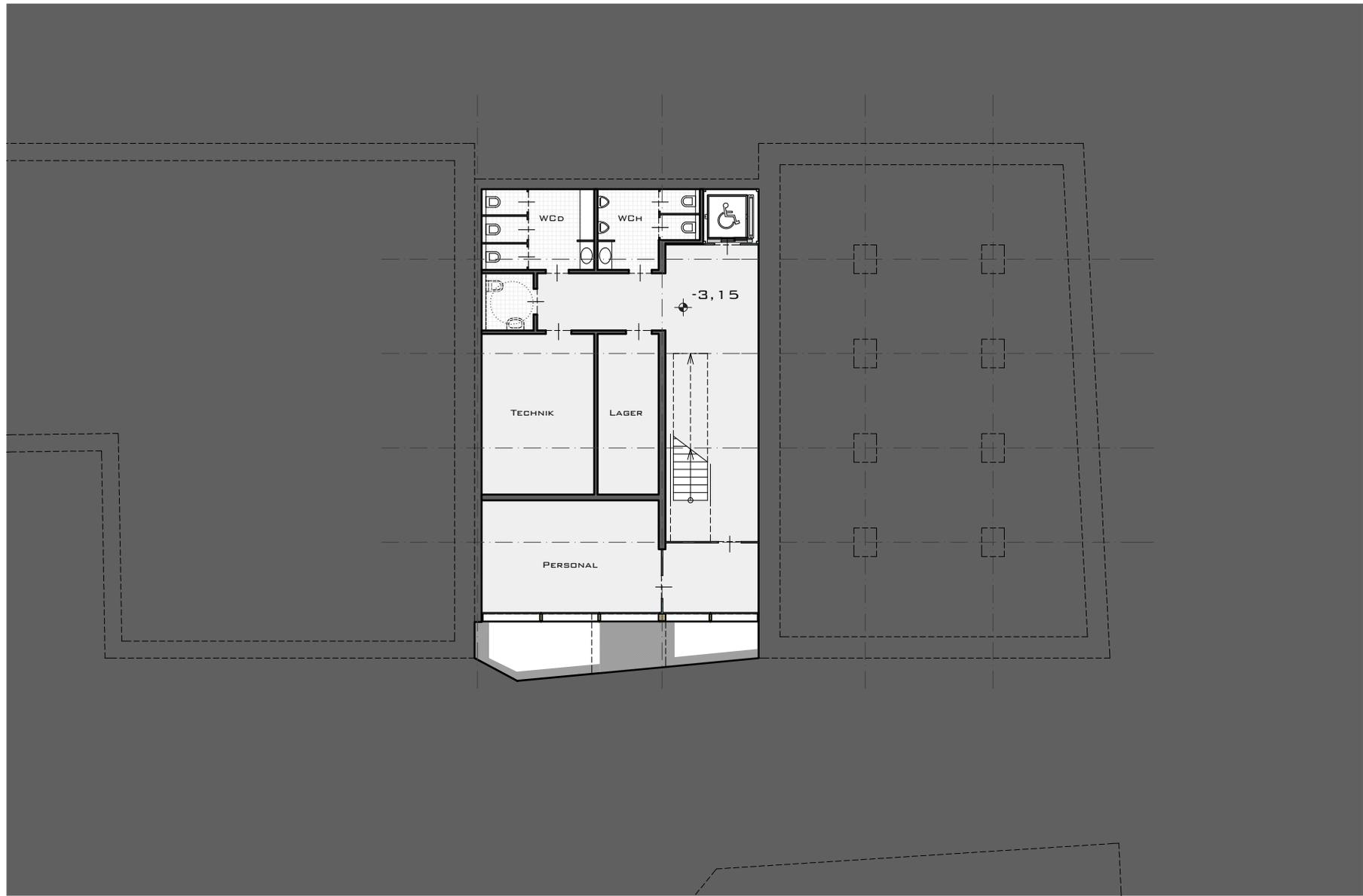
M 1:600



# GRUNDRISS EG

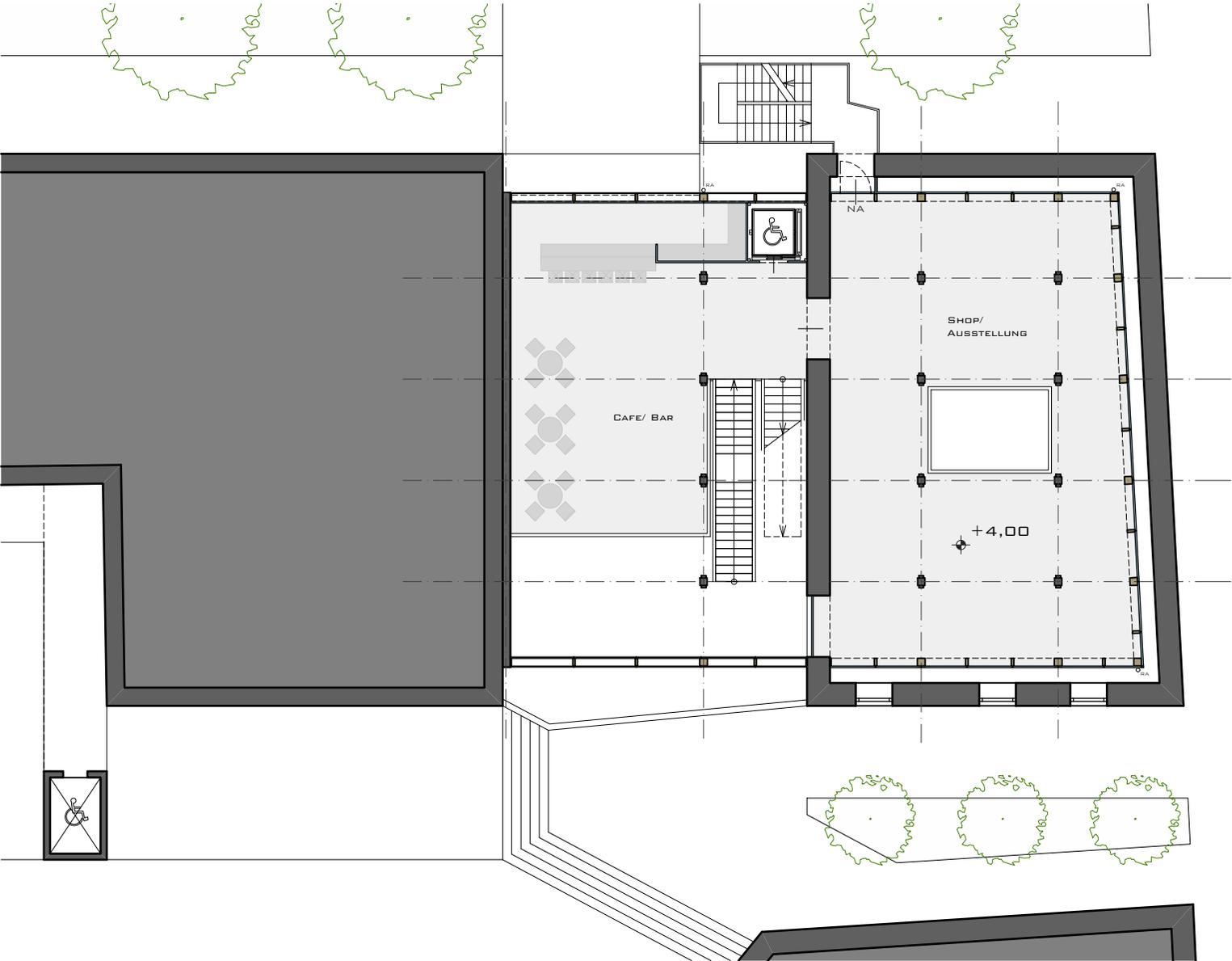


# GRUNDRISS KG

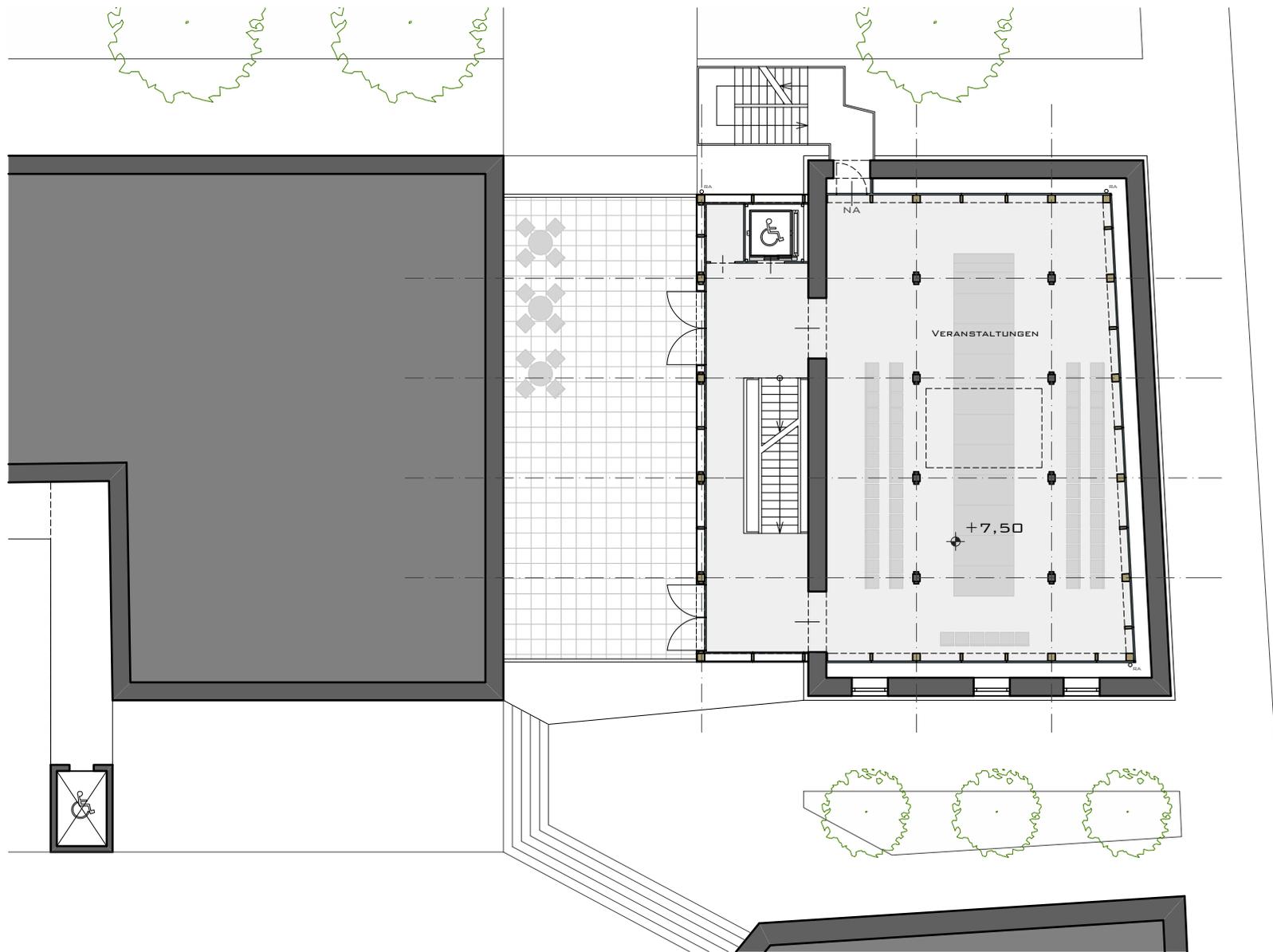


M 1:200

GRUNDRISS 1.OG

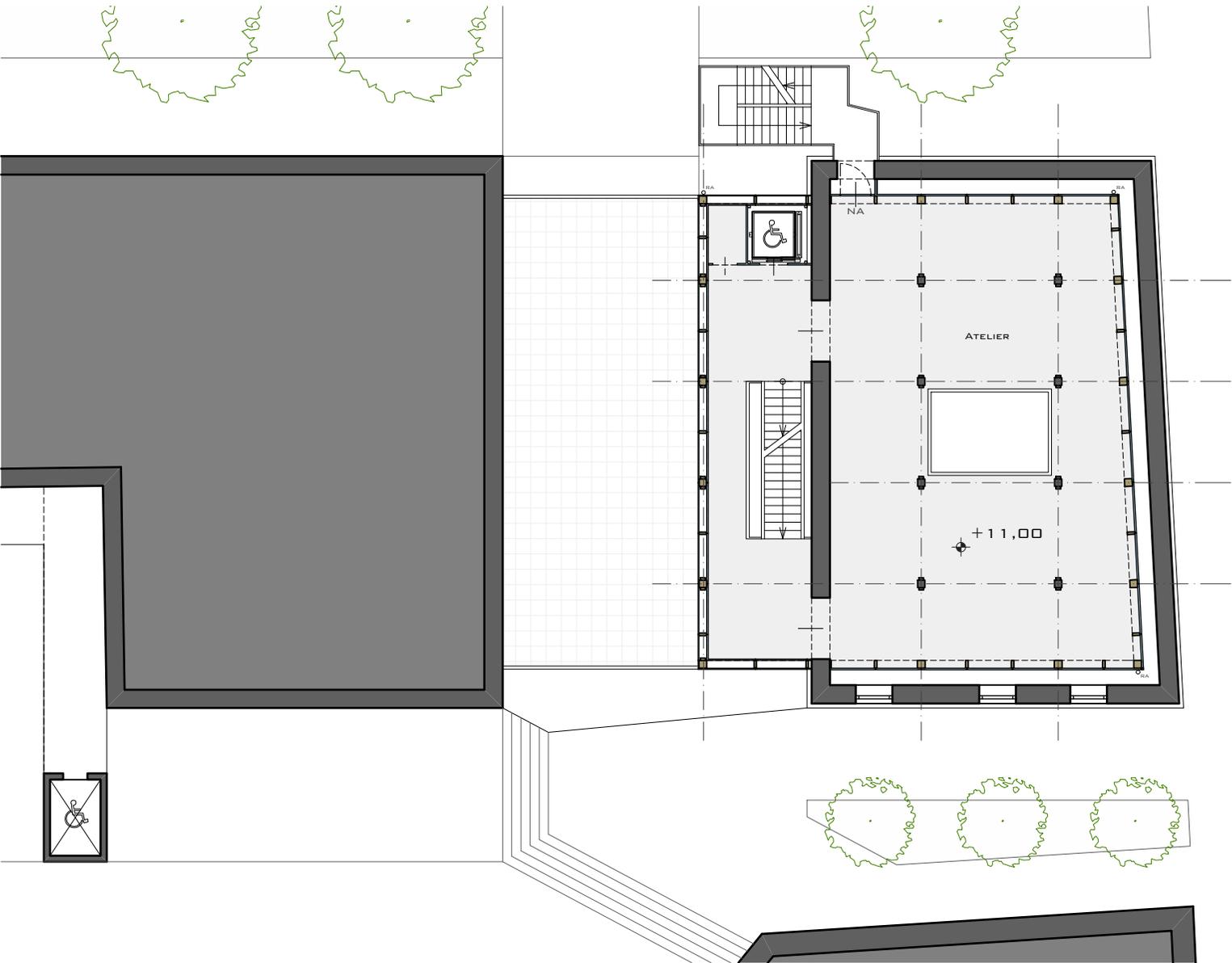


# GRUNDRISS 2.OG

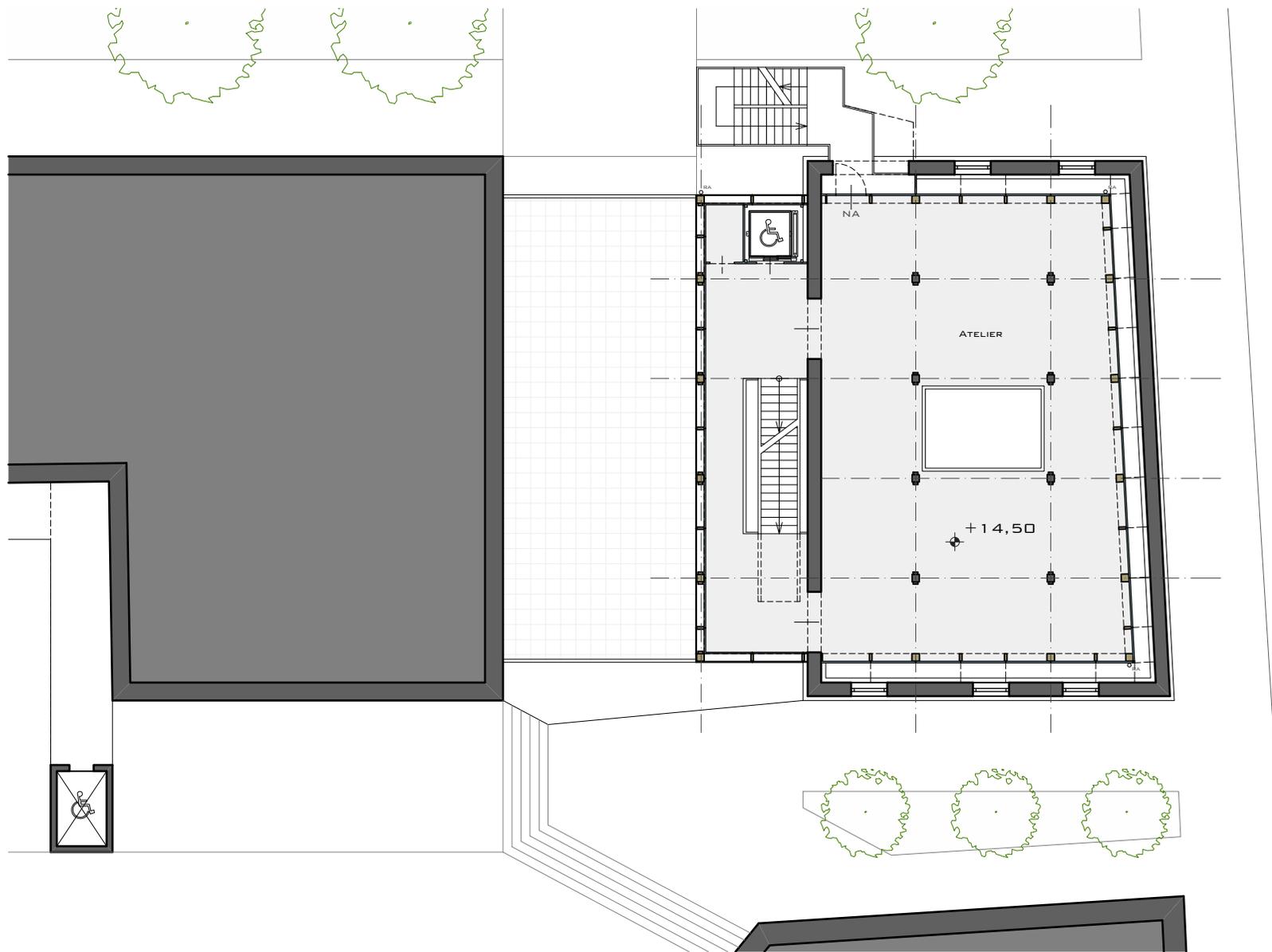


M 1:200

GRUNDRISS 3.OG

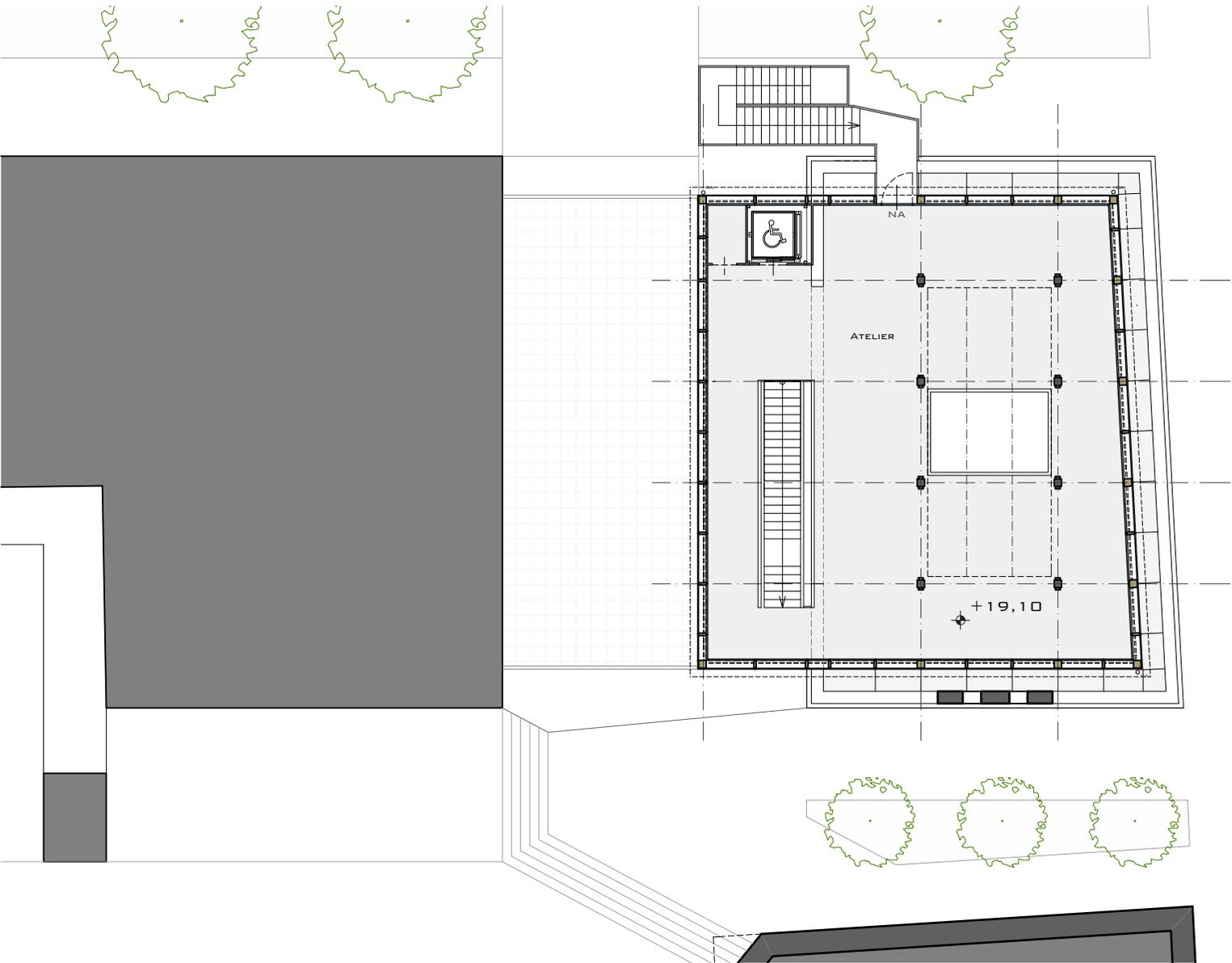


# GRUNDRISS 4.OG



M 1:200

GRUNDRISS 5.OG

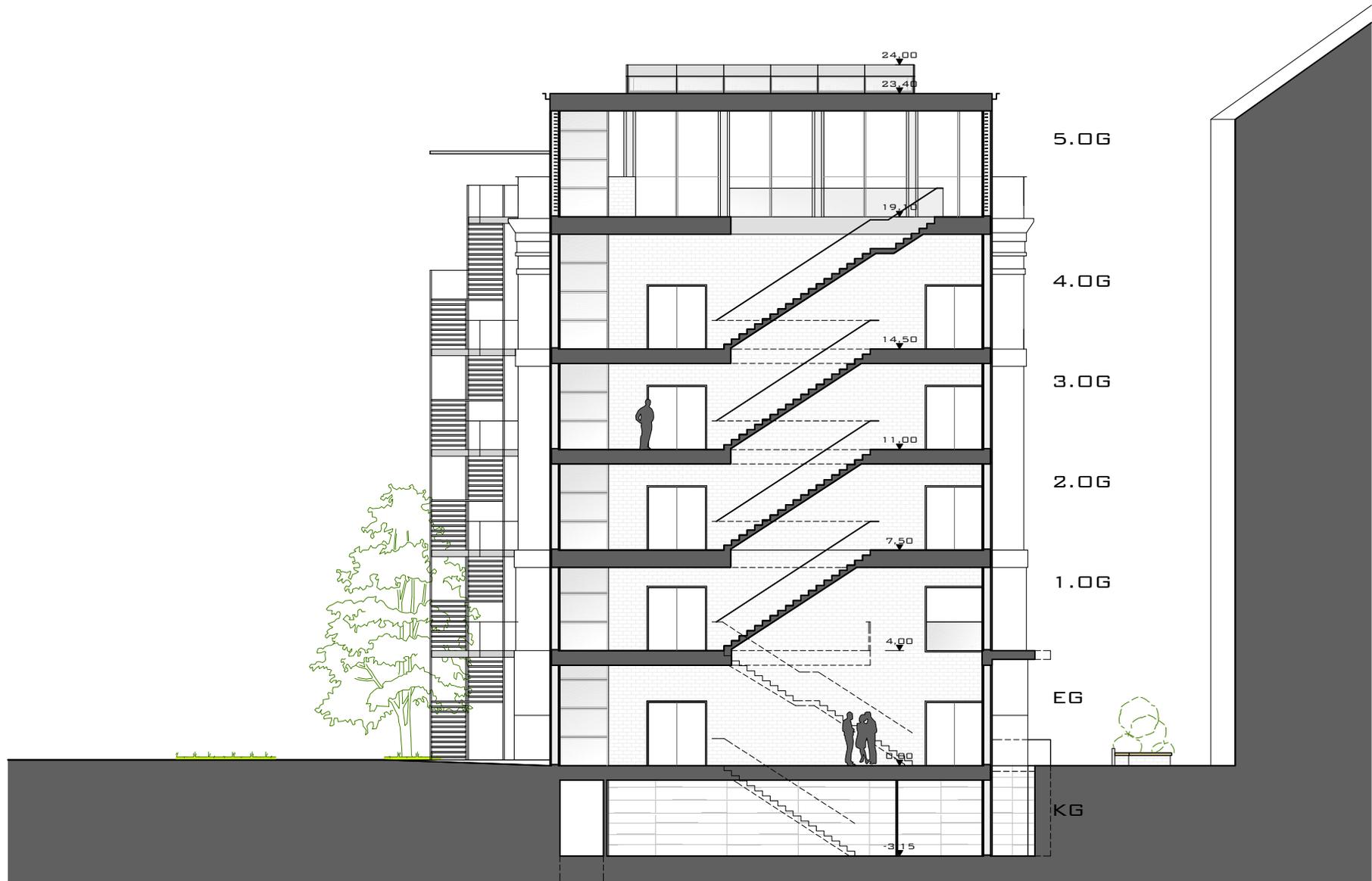


# SCHNITT A-A



M 1:200

# SCHNITT B-B



# SCHNITT C-C

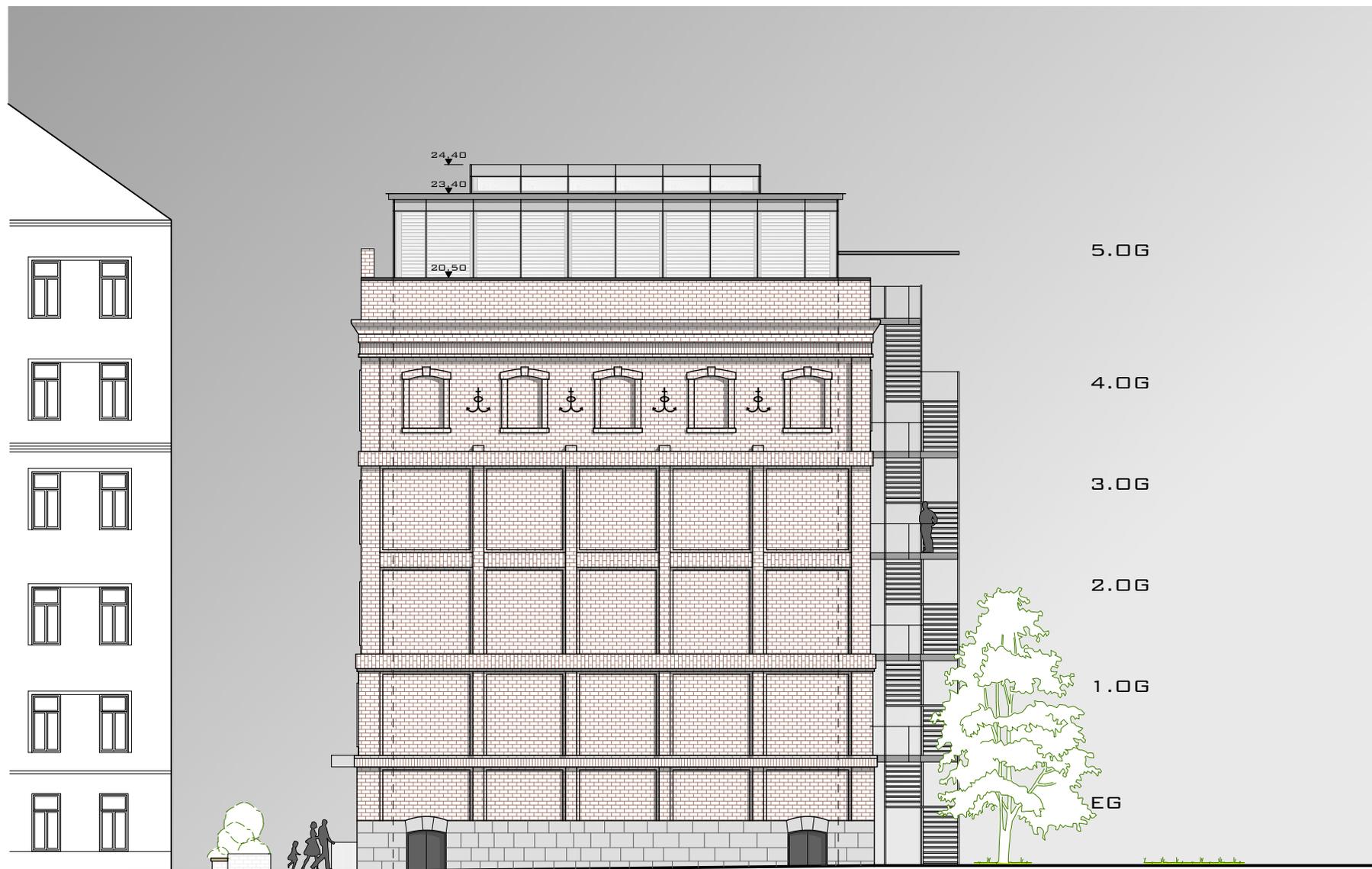


M 1:200

ANSICHT SÜD

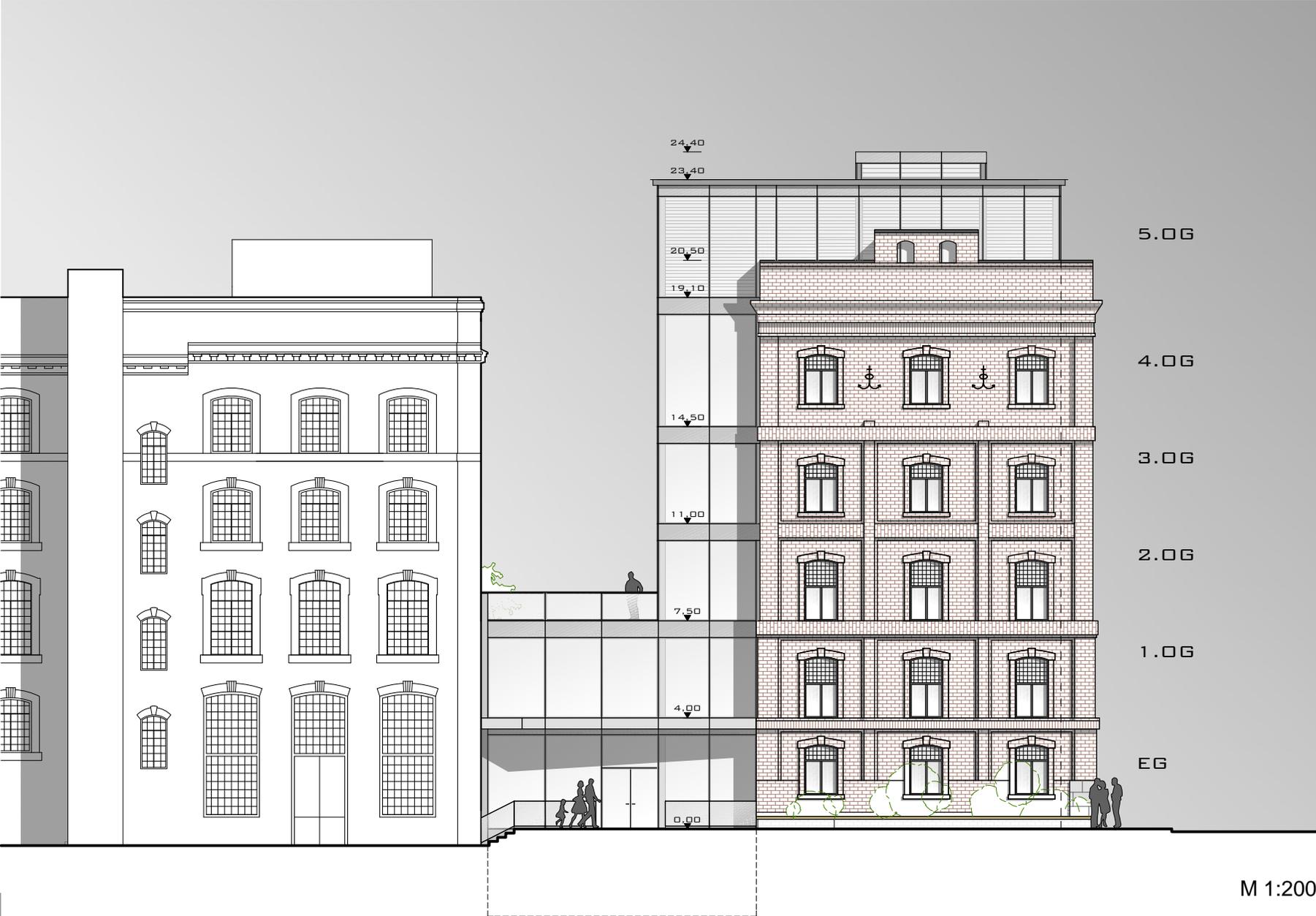


# ANSICHT WEST



M 1:200

ANSICHT NORD



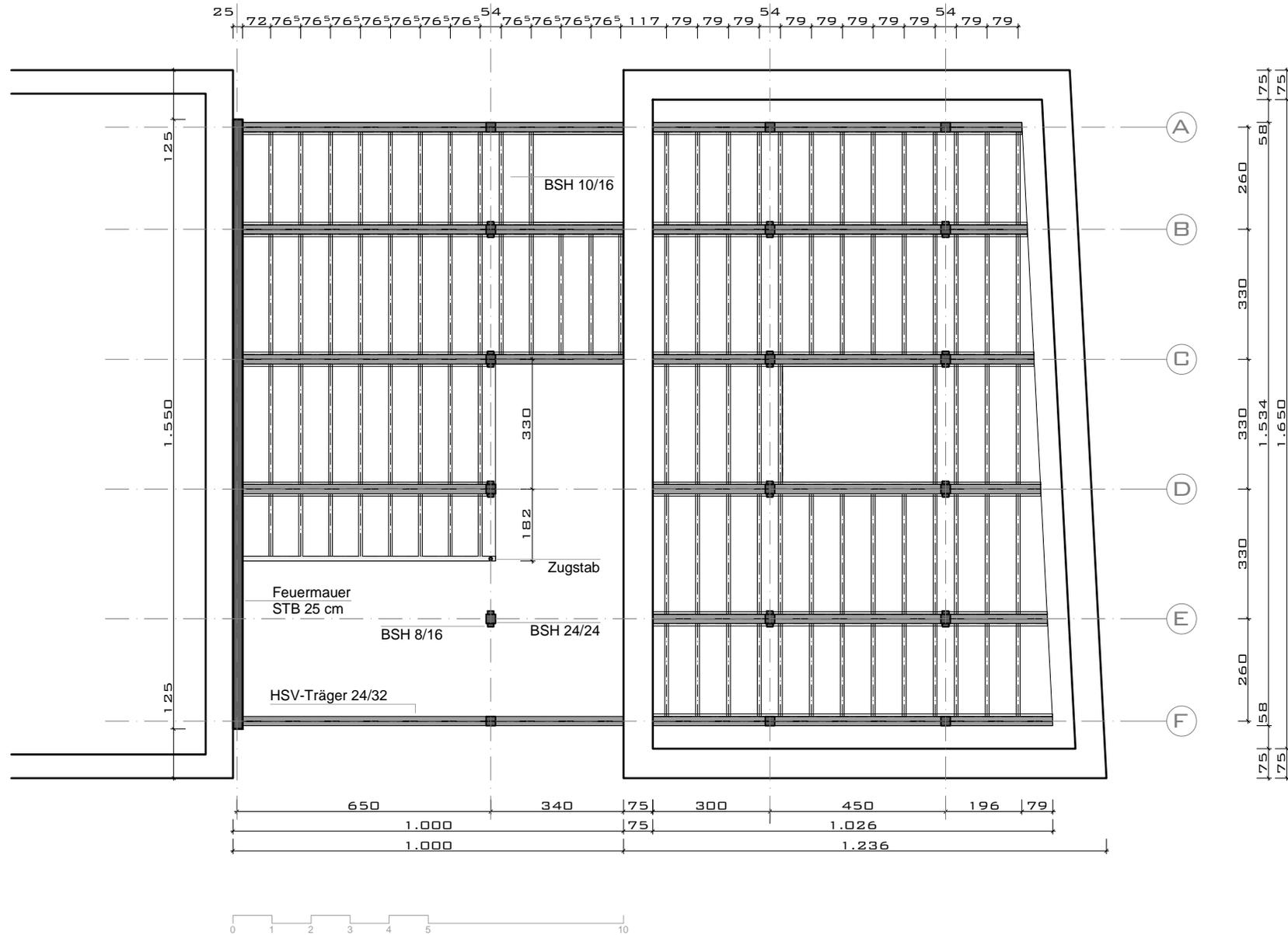


Perspektive Hof

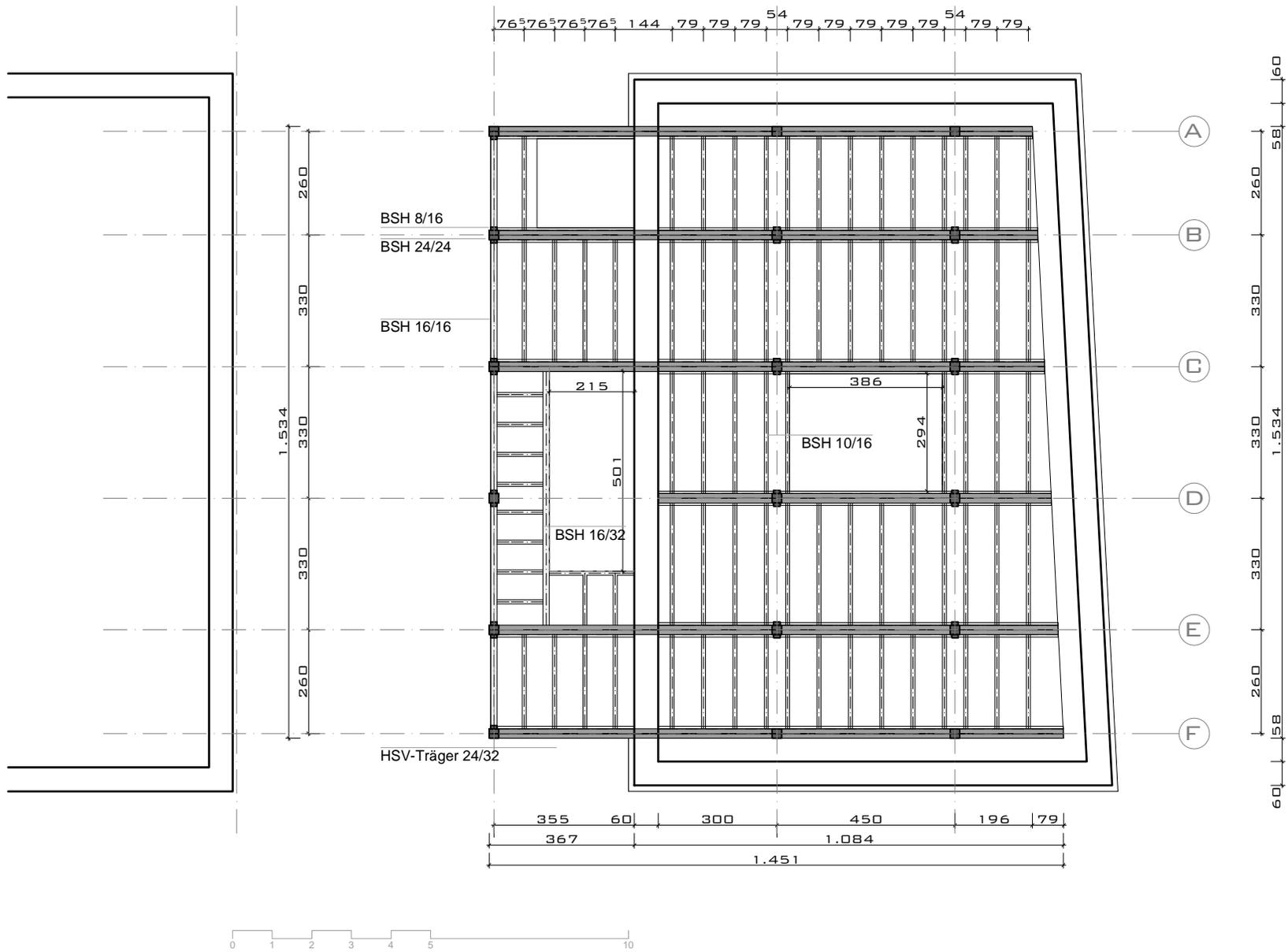


Perspektive Absberggasse

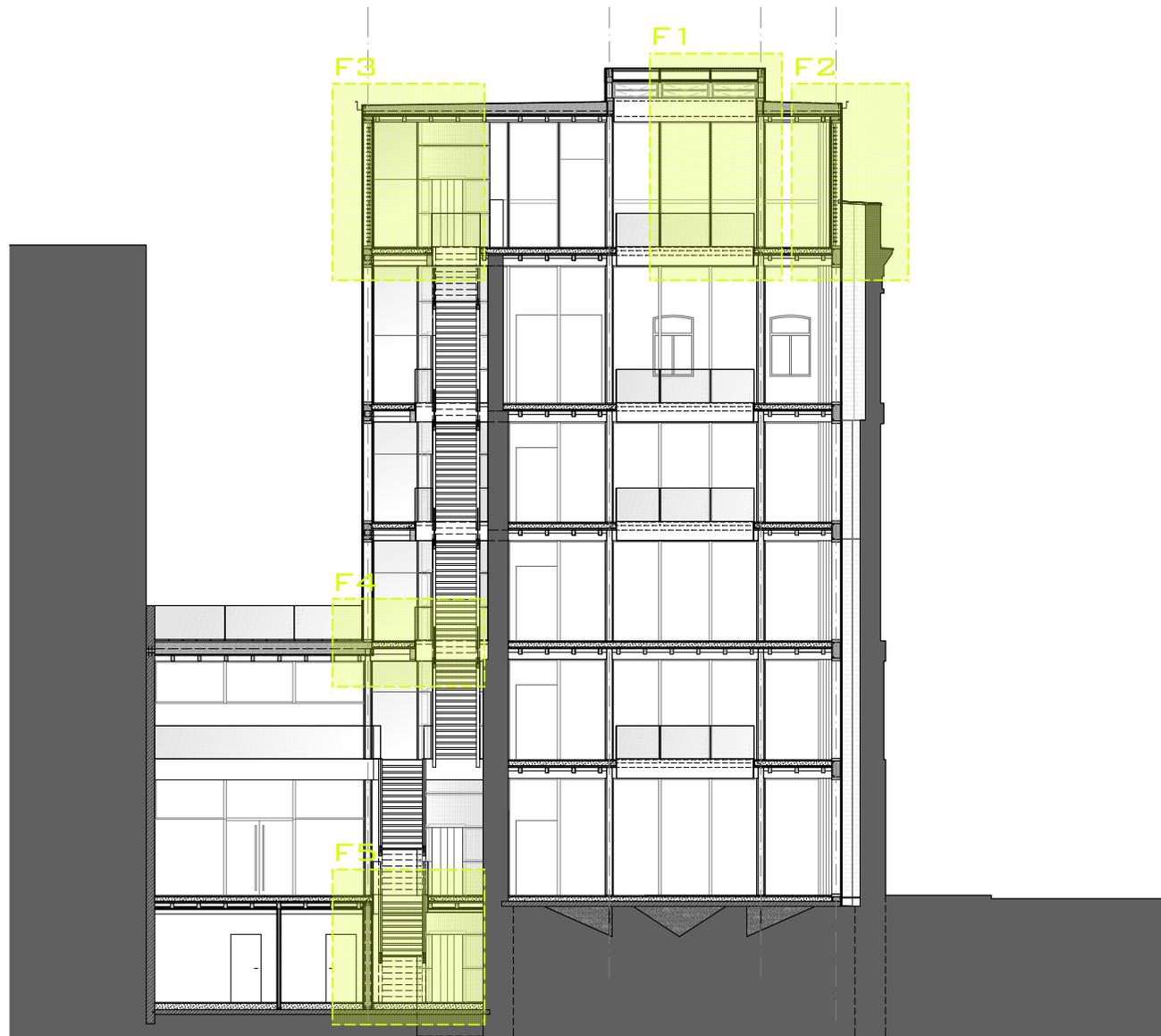
# DECKE ÜBER EG



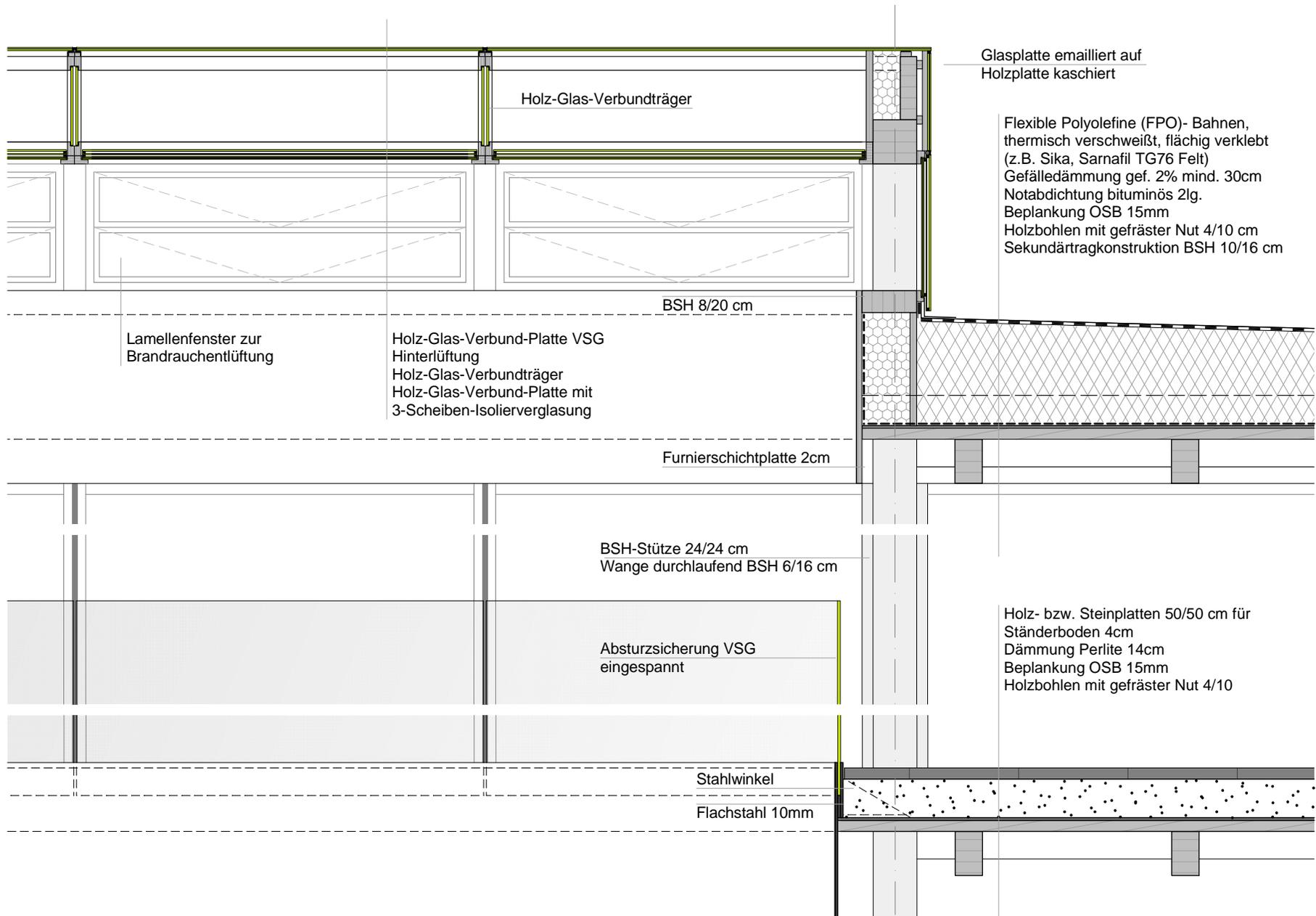
# DECKE ÜBER 2.- 4. OG



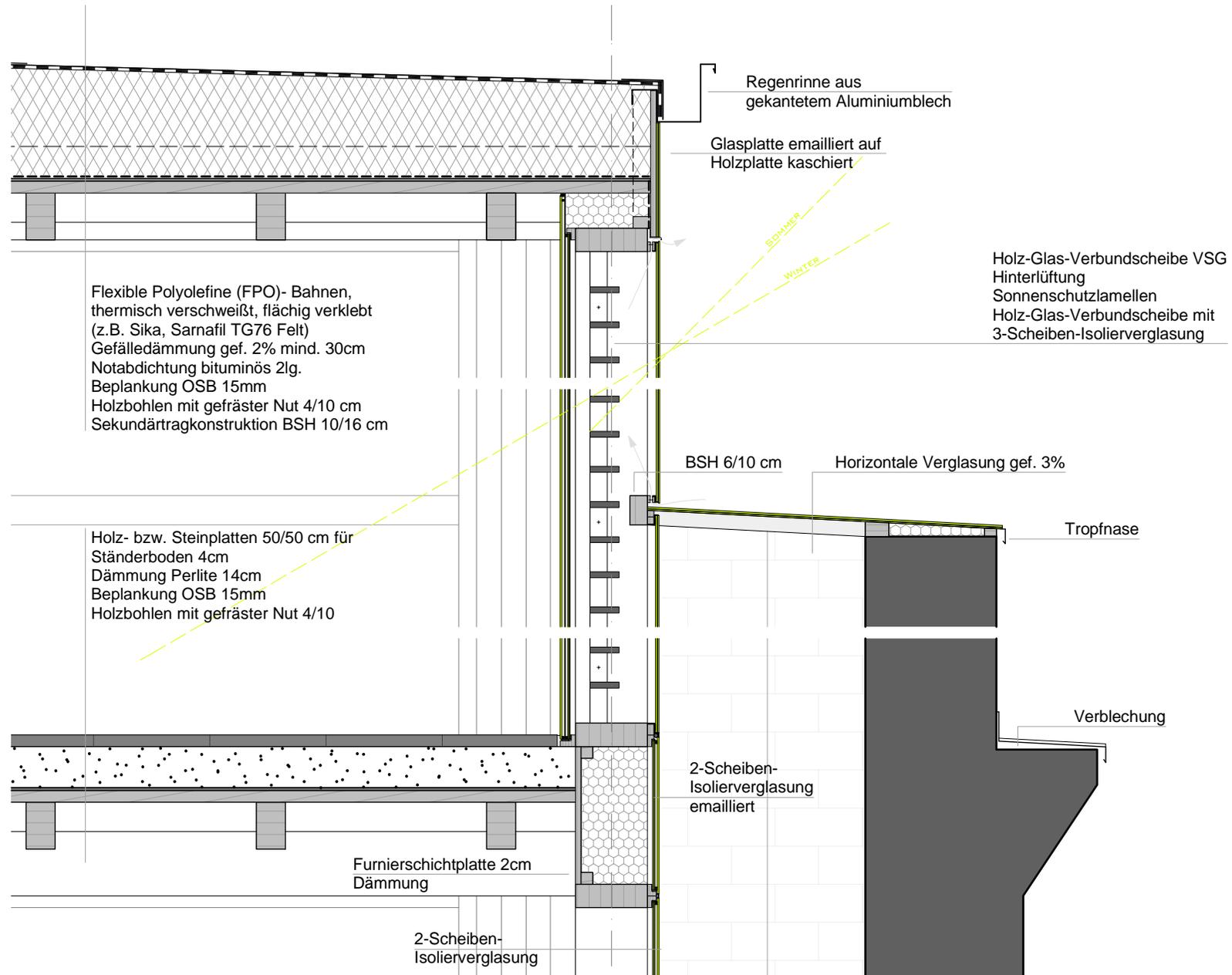
# FASSADENSCHNITT



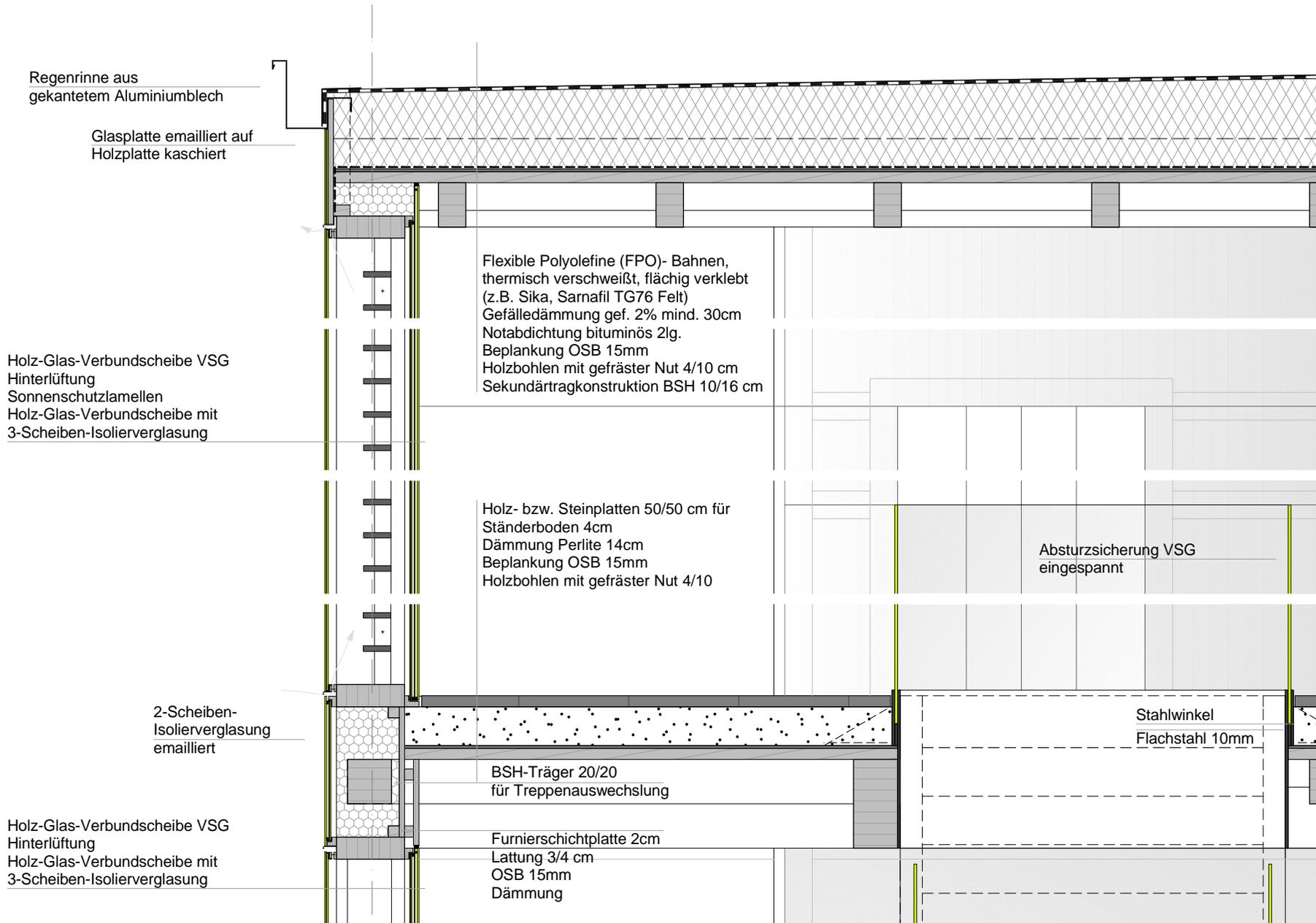
# FASSADENSCHNITT F1



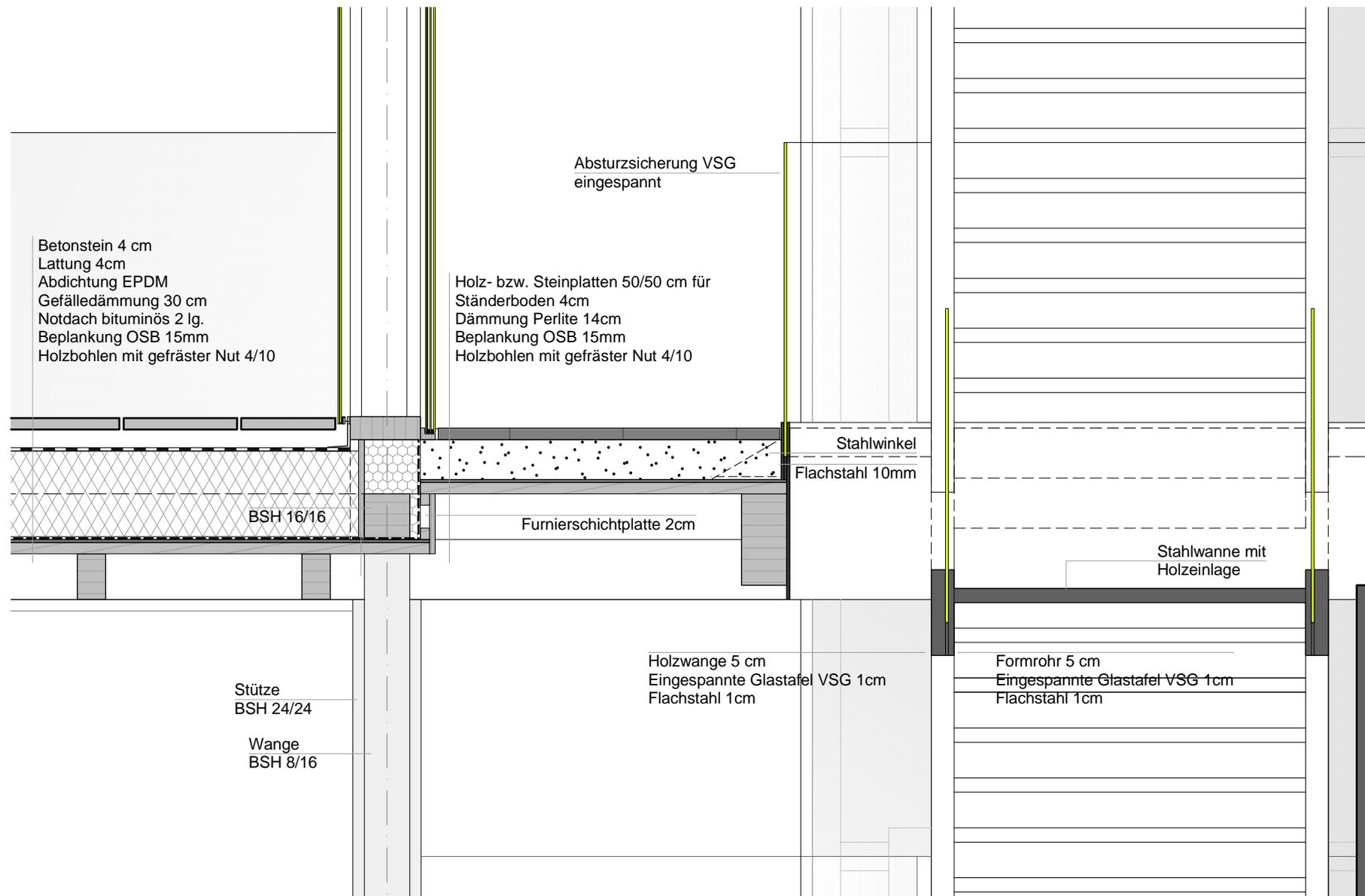
# FASSADENSCHNITT F2



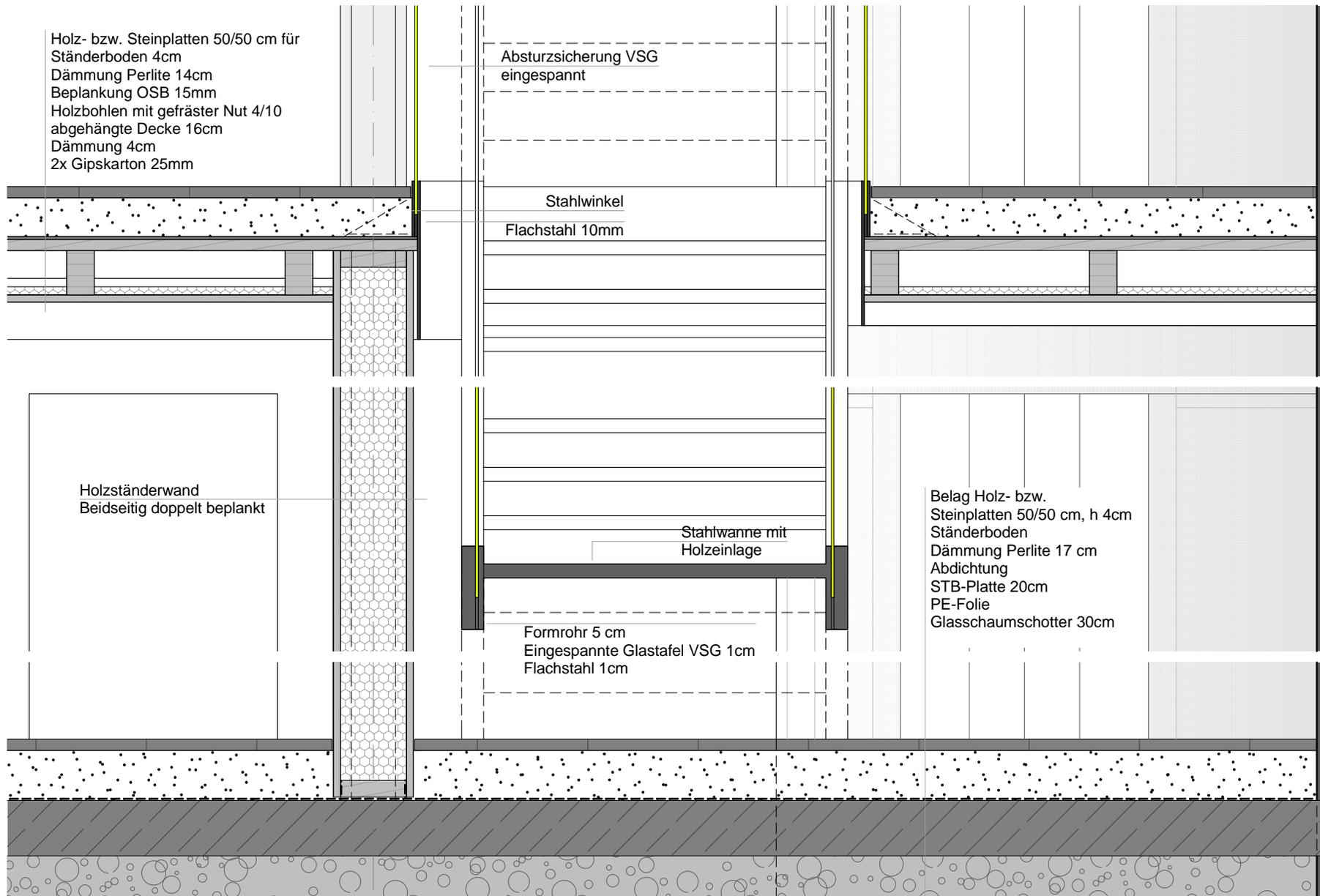
# FASSADENSCHNITT F3



# FASSADENSCHNITT F4



# FASSADENSCHNITT F5



- Abb. 1: Heinrich Mendl (1855-1917), Fritz Mendl (1864-1929)  
 Abb. 2: Die Ankerbrotfabrik in der Anfangszeit  
 Abb. 3: Ankerbrot Werbetafel von 1920  
 Abb. 4: Ankerbrot wird k.u.k Hoflieferant  
 Abb. 5: Schwäre Kriegsschäden nach 1945  
 Abb. 6: Firmenflotte in der großen Verladehalle 1965  
 Abb. 7: Historischer Stadtplan Wien 10. Bezirk  
 Abb. 8: Ansicht des Fabrikeingangs in der Absberggasse  
 Abb. 9: Briefpapier der Brotfabrik von 1897  
 Abb. 10: Straßenansicht des ältesten Teils der Bäckerei  
 Abb. 11: Seitenansicht des Backhauses  
 Abb. 12: Ansicht des Administrationsgebäudes  
 Abb. 13: Grundriss des ältesten Teils der Anlage  
 Abb. 14: Briefpapier der Ankerbrotfabrik von 1908  
 Abb. 15: Aufnahme vom alten Getreidespeicher um 1945  
 Abb. 16: kleine Verladehalle  
 Abb. 17: Aufnahme der großen Verladehalle von 1925  
 Abb. 18: Bau der großen Verladehalle 1923-25  
 Abb. 19: Aufnahme des neuen Kornsilos 2013  
 Abb. 20: Schnittbild von Getreidesilo und Mühle  
 Abb. 21: Visualisierung des neuen Kulturquartiers („Loft City“)  
 Abb. 22: Visualisierung der geplanten Maßnahmen („Loft City“)  
 Abb. 23: Aufnahme während der Sanierung  
 Abb. 24: Aufnahme der sanierten Gebäudeteile  
 Abb. 25: Musiktheateraufführung  
 Abb. 26: Ausstellung "NORMALZEIT"  
 Abb. 27: Deutsche Pop  
 Abb. 28: Friedrich Schön (1857-1941)  
 Abb. 29: Ansicht Süd-West  
 Abb. 30: Ansicht Nord-Ost  
 Abb. 31: Eisenschließen an der Fassade  
 Abb. 32: Anker an der Fassade  
 Abb. 33 : historisches Planmaterial Kornspeicher um 1900, Grundrisse 4.St  
 Abb. 34 : historisches Planmaterial Kornspeicher um 1900, Grundriss OG  
 Abb. 35 : historisches Planmaterial Kornspeicher um 1900, Schnitte  
 Abb. 36: Planmaterial Trafogebäude, Grundriss  
 Abb. 37: „Schattenbox“ in Eichgraben, Architekten Dold und Hasenauer  
 Abb. 38: Jahresringe bei Nadel- und Laubhölzern  
 Abb. 39: Aufbau von Brettschichtholz  
 Abb. 40: Aufbau von Furnierschichtholz  
 Abb. 41: Spannungs-Dehnungs-Diagramm  
 Abb. 42: Bruchbild von Gläsern  
 Abb. 43: Tabelle Materialeigenschaften Glas  
 Abb. 44: Aufbau Fitch-Träger  
 Abb. 45: Vergleich der Bauhöhen in Stahl-, Hybrid- und Holzbauweise  
 Abb. 46: Materialeinsparung durch perforierten Steg  
 Abb. 47: Vergleich der Bauhöhe, Materialkosten und des Gewichtes  
 Abb. 48: Montageprinzip der Holz-Stahl-Verbundträger  
 Abb. 49: Versuchskörper H1-GL, H1-CLT, H2-GL
- Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.23  
[http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\\_Jahre\\_ANKER\\_Firmengeschichte.pdf](http://www.ankerbrot.at/pdfs/120_Jahre_ANKER_Firmengeschichte.pdf)  
 http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\_Jahre\_ANKER\_Firmengeschichte.pdf  
[http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\\_Jahre\\_ANKER\\_Firmengeschichte.pdf](http://www.ankerbrot.at/pdfs/120_Jahre_ANKER_Firmengeschichte.pdf)  
[http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\\_Jahre\\_ANKER\\_Firmengeschichte.pdf](http://www.ankerbrot.at/pdfs/120_Jahre_ANKER_Firmengeschichte.pdf)  
[http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\\_Jahre\\_ANKER\\_Firmengeschichte.pdf](http://www.ankerbrot.at/pdfs/120_Jahre_ANKER_Firmengeschichte.pdf)  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.129  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.143  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.30  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.144  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.144  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.144  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.145  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.30  
<http://www.montelaa.biz/monte-laa-geschichte/ankerbrot/>  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.135  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.138  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.137  
 Pascha, Khaleid  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.32f  
<http://www.loftcity.at/index.php/lofts-loftcity/projektbeschreibung-loftcity>  
<http://www.loftcity.at/index.php/lofts-loftcity/sanierungsumfang-loftcity>  
<http://www.loftcity.at/index.php/lofts-loftcity/sanierungsumfang-loftcity>  
<http://www.loftcity.at/index.php/lofts-loftcity/sanierungsumfang-loftcity>  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.156  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.156  
 Dirlwanger, Nico  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.33  
 Dirlwanger, Nico  
 Dirlwanger, Nico  
 Dirlwanger, Nico  
 Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011; S.155  
 Zu Verfügung gestellt vom Institut für Architekturwissenschaften, TU Wien  
 Zu Verfügung gestellt vom Institut für Architekturwissenschaften, TU Wien  
 Zu Verfügung gestellt vom Institut für Architekturwissenschaften, TU Wien  
 Zu Verfügung gestellt vom Institut für Architekturwissenschaften, TU Wien  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.15  
 Winter, W.; Hollinsky, K.; Weinlinger, T.: Bausysteme Holzbau für Arch., Institut für Architekturwissenschaften, TU Wien, 2007  
 Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Holz, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005; S.22  
 Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Holz, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005; S.27  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Spgs-Dehnungs-Kurve\\_Streckgrenze.svg](http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Spgs-Dehnungs-Kurve_Streckgrenze.svg)  
 Ofner, R.: Leichtbau und Glasbau, Skriptum, TU Graz, 2006  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.480  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012

Abb. 50: Holz-Stahl-Verbundträger im Druckversuch  
 Abb. 51: Kraft-Weg -Diagramm  
 Abb. 52: Konferenzraum im Hotel Palafitte, Monruz  
 Abb. 53: Lasteinleitung ins Glas  
 Abb. 54: Kleinprobenversuch; Verklebung rot, Verklotung blau  
 Abb. 55: Probekörper im Prüfstand  
 Abb. 56: Spannungs-Weg-Diagramm  
 Abb. 57: Punktueller Lasteintrag durch Klottung  
 Abb. 58: Linienförmiger Lasteintrag durch Klebung  
 Abb. 59: Montage der Holz-Glas-Verbundfassade  
 Abb. 60: Kombination von Schubfeld und Druckdiagonale  
 Abb. 61: Koppelrahmen mit Schubverklebung  
 Abb. 62: Koppelrahmen mit Schubverklebung und Verklotung  
 Abb. 63: HGV-Versuchskörper  
 Abb. 64: Holz-Glas-Verbundscheibe  
 Abb. 65: Bruchlasten bei hölzerner (H) und stählerner (St) Unterkonstruktion  
 Abb. 66: Ergebnisse der Großprobenversuche  
 Abb. 67: Aufbau des Versuchskörpers  
 Abb. 68: Holz-Glas-Verbundplatte im Biegeversuch  
 Abb. 69: Kraft-Weg-Diagramm der Prüfkörper  
 Abb. 70: Aufbau des am ITI entwickelten "Wiener-Kastenträgers"  
 Abb. 71: HGV-Träger auf dem Prüfstand  
 Abb. 72: Kraft-Weg-Diagramm  
 Abb. 73: Rissbild der HGV-TRäger im Druckversuch  
 Abb. 74: Rissbild der HGV-TRäger im Druckversuch  
 Abb. 75: Vakuum-Isolations-Paneel  
 Abb. 76: Aufbau eines Vakuum-Isolations-Paneels  
 Abb. 77: Vakuum-Isolations-Paneelen mit Gummigranulat-Matten  
 Abb. 78: Vakuum-Isolations-Paneelen mit Polystyroldeckschicht  
 Abb. 79: Vakuum-Isolations-Paneelen mit Deckschicht (Variotec)  
 Abb. 80: Lasteinleitung ins Glas  
 Abb. 81: Detailansicht Solarwabe  
 Abb. 82: Horizontalschnitt eines GAP-Paneels  
 Abb. 83: Funktionsprinzip der Solarfassade  
 Abb. 84: Realisiertes Projekt  
 Abb. 85: Montage der raumhohen Fassadenelemente im Werk  
 Abb. 86: Anbringen der Fassadenelemente  
 Abb. 87: Versetzen der Fassadenelemente  
 Abb. 88: Aufbau der schaltbaren Verglasung ECONTROL  
 Abb. 89: Horizontale Verglasung mit integrierten Photovoltaikzellen  
 Abb. 90: Dünnschicht-PV integriert in Fassade  
 Abb. 91: Fassadenschnitt mit dezentralem Lüfter  
 Abb. 92: Aufbau des GAP Speicherabsorbers  
 Abb. 93: konventionelle Konvektionsheizung  
 Abb. 94: Infrartheizung  
 Abb. 95: Ansicht Nord-Ost  
 Abb. 96: Ansicht Süd-West

Tapelle 1: Materialeigenschaften Holz

Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.4  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.5  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.5  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.6  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.6  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.482  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.482  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.482  
 Jahn, B.: Artikel: Voller Durchblick, Forum Glastechnik Juni 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.6  
 Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.7  
 Winter, W.; Pascha, K.; Rosliakova, V.: Großes Entwerfen - Ankerbrotfabrik, Favoriten, Institut für Architekturw., TU Wien, 2013  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.8  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.8  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.8  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.9  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.9  
 Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5. Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012; S.9  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.484  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.484  
[http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT\\_2008-07-03/2008-07\\_Walberg.pdf](http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT_2008-07-03/2008-07_Walberg.pdf)  
[http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT\\_2008-07-03/2008-07\\_Walberg.pdf](http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT_2008-07-03/2008-07_Walberg.pdf)  
[http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/hofheim/20061110\\_Vortrag\\_IWUPDrei\\_2.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/hofheim/20061110_Vortrag_IWUPDrei_2.pdf)  
[http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/hofheim/20061110\\_Vortrag\\_IWUPDrei\\_2.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/hofheim/20061110_Vortrag_IWUPDrei_2.pdf)  
[http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/hofheim/20061110\\_Vortrag\\_IWUPDrei\\_2.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/hofheim/20061110_Vortrag_IWUPDrei_2.pdf)  
[http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT\\_2008-07-03/2008-07\\_Walberg.pdf](http://www.klimastiftung-thueringen.de/fileadmin/media/Tagung/FT_2008-07-03/2008-07_Walberg.pdf)  
 Gap Produktbeschreibung; [http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-ISOsolution\\_120127.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-ISOsolution_120127.pdf)  
 Statusbericht Zukunft Holz; [http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf); S.477  
<http://www.ertex-solar.at/media/downloads/VSG.pdf>  
[http://www.glasstec.de/cipp/md\\_glasstec/custom/pub/content.oid,7344/lang,1/ticket,g\\_u\\_e\\_s\\_t/~/](http://www.glasstec.de/cipp/md_glasstec/custom/pub/content.oid,7344/lang,1/ticket,g_u_e_s_t/~/)  
 Solarzellen\_f%C3%BCr\_zukunftsweisende\_Fassaden.html  
 Gap Produktbeschreibung; [http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-AIRsolution\\_120201.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-AIRsolution_120201.pdf)  
 Gap Produktbeschreibung; [http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-WATERsolution\\_120201.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-WATERsolution_120201.pdf)  
<http://www.baumotion.de/detail/11972784/infrartheizung-waermequelle-fuer-spezialfaelle.html>  
<http://www.baumotion.de/detail/11972784/infrartheizung-waermequelle-fuer-spezialfaelle.html>  
 Dirlewanger, Nico  
 Dirlewanger, Nico

Quelle: [http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/ivm/download/FoLue/Dokumente\\_WK/werkstoff\\_holz.pdf](http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/ivm/download/FoLue/Dokumente_WK/werkstoff_holz.pdf)

- Rapp, Christian; Kristan, Markus: Ankerbrot - Die Geschichte einer großen Bäckerei, Wien, Brandstätter Verlag, 2011
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ankerbrot>
- [http://www.ankerbrot.at/pdfs/120\\_Jahre\\_ANKER\\_Firmengeschichte.pdf](http://www.ankerbrot.at/pdfs/120_Jahre_ANKER_Firmengeschichte.pdf)
- Artikel: Stahl und Holz- Die neue Leichtigkeit, Bau & Architektur, Juni 2013  
(<http://www.swissengineering-stz.ch/pdf/bua0220135969.pdf>)
- Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Holz, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005
- Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Stahl, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005
- Schneider Ulrich: Wiener Baustofflehre Blätter - Keramik, Stein und Glas, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, 2005
- Winter, W.: Vortrag: Hybrid Bauweisen - Herausforderungen und Grundlagen, Holzmesse Klagenfurt 2012  
([http://www.kaerntnermessen.at/messe/downloads/Prof.\\_Wolfgang\\_Winter.pdf](http://www.kaerntnermessen.at/messe/downloads/Prof._Wolfgang_Winter.pdf))
- Winter, W., Tavoussi, K., Pixner, T., Parada, F.: Timber-steel-hybrid beams for multi-storey buildings, WCTE 2012  
(<http://www.timberdesign.org.nz/files/00478%20Wolfgang%20Winter.pdf>)
- Hochhauser, W.: Ein Beitrag zur Berechnung und Bemessung von geklebten und geklotzten Holz-Glas-Verbundscheiben, Dissertation: TU Wien 2011
- Jahn, B.: Artikel: Voller Durchblick, Forum Glastechnik Juni 2012
- Winter, W.: Tragende Holz-Glas Klebeverbindungen, 5.Europäischer Kongress für effizientes Bauen mit Holz, 2012  
([http://www.forum-holzbau.ch/pdf/ebh12\\_winter.pdf](http://www.forum-holzbau.ch/pdf/ebh12_winter.pdf))
- Statusbericht Zukunft Holz ([http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft\\_holz/zh\\_k07.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k07.pdf))
- Kleinhempel, A.: Bericht Innovative Dämmstoffe im Bauwesen, 2005  
([http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Aktuelles/Innovative\\_Daemmstoffe\\_Bauwesen.pdf](http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Aktuelles/Innovative_Daemmstoffe_Bauwesen.pdf))
- Gap Produktbeschreibung ([http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-ISOsolution\\_120127.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-ISOsolution_120127.pdf))
- <http://www.econtrol-glas.de/econtrol-glas/econtrol-live/>
- Riccabona, C.: Baukonstruktionslehre 3 - Haustechnik, 6.Auflage, Manz Verlag, Wien, 2001
- [http://www.glasstec.de/cipp/md\\_glasstec/custom/pub/content,oid,7344/lang,1/ticket,g\\_u\\_e\\_s\\_t/~Solarzellen\\_f%C3%BCr\\_zukunftsweisende\\_Fassaden.html](http://www.glasstec.de/cipp/md_glasstec/custom/pub/content,oid,7344/lang,1/ticket,g_u_e_s_t/~Solarzellen_f%C3%BCr_zukunftsweisende_Fassaden.html)
- Gap Produktbeschreibung; [http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-AIRsolution\\_120201.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-AIRsolution_120201.pdf)
- Gap Produktbeschreibung; [http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre\\_gap-WATERsolution\\_120201.pdf](http://www.gap-solution.at/uploads/media/Brosch%C3%BCre_gap-WATERsolution_120201.pdf)
- EasyTherm Katalog ([http://www.easy-therm.com/fileadmin/user\\_upload/Pdfs/Imagefolder\\_Mai13\\_web.pdf](http://www.easy-therm.com/fileadmin/user_upload/Pdfs/Imagefolder_Mai13_web.pdf))
- Charta von Venedig 1964, Erhaltung Artikel 5

## DANKSAGUNG

Mein Dank gilt Prof. Winter, der mir während meiner Entwurfsarbeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ganz besonders möchte ich mich bei meiner Familie und meiner Freundin Anna bedanken, die mich auf dem langen Weg des Studiums begleitet und immerwährend unterstützt haben.