



Diplomarbeit zum Erwerb des akademischen Titel Diplomingenieur der Studienrichtung
Architektur an der Technischen Universität Graz

Stefan Richard Schöttl

Betreuer TU Graz
Ao. Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Univ.-Doz Peter Schreibmayer

Matrikelnummer
0631416

Kontakt
s.schoettl@student.tugraz.at

Mai, 2014





ERKLÄRUNG / DECLARATION

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am

(Stefan Richard Schöttl)



DANKSAGUNG

Zu allererst möchte ich das Wichtigste an dieser Arbeit hervorheben. Die Personen, welche mich in der Zeit meines Studiums, als Familie, Freunde, Kollegen und Professoren begleiteten sowie kritisch und konstruktiv an meiner persönlichen Weiterentwicklung mitgewirkt haben.

Ganz besonders möchte ich dabei meine **Eltern** und meinen **Bruder Andi** erwähnen und Ihnen für ihr immerwährendes Dasein danken. Meiner Lebensgefährtin **Yvonne Leikam**, die mir immer zur Seite stand, möchte ich vor allem für Ihre Toleranz und Unterstützung danken.

Ein großer Dank geht an meinen Freund **Nino Bijelic**, der als Kommilitone und Wegbegleiter mir nicht nur bei dieser Arbeit immer versiert zur Seite stand. Ein großes Dankeschön gilt Herrn Ao. Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Univ.-Doz **Peter Schreibmayer** für seine Betreuung und kompetente Unterstützung, während der Diplomarbeit und die wertvollen Seminare im Studium. Insbesondere ergeht ein Dank an Herrn Architekt Dipl. Ing. **Konrad Frey**, welcher als Initiator und Projektbegleiter eine besondere Rolle in dieser Arbeit eingenommen hat.



KURZFASSUNG

Neue Ansätze in Betracht zu ziehen, intelligente und innovative Lösungsansätze zu finden und diese effizient umzusetzen, sind die Motivationen, welche mich immer bekräftigt haben, in der Zeit meines Studiums an meine Grenzen zu gehen. Es ist mein Bestreben das erworbene Wissen und meine Erfahrung einzusetzen, um etwas für den Menschen und sein Lebensumfeld zu schaffen, ohne dabei auf Kosten von unnötiger Ressourcenverschwendung zu handeln.

Die Diplomarbeit mit dem Titel „loved living“, spiegelt diese Grundhaltung wieder und repräsentiert diese Absichten. Es ist die Bemühung einen Wohnbau zu schaffen, der es jedem ermöglicht, mit geringen finanziellen Belastungen, Raumqualität wahrzunehmen und zu leben – „less cost loft housing“.

ABSTRACT

Considering new approaches and finding new and innovative solutions and their efficient realisation are the motivation, which made me strive during my studies to reach for my personal boundaries. It is my aim to translate my theoretical knowledge as well as my experience into something new, unique and useful for humanity, focusing on cost efficiency and the optimized usage of resources. The thesis titled “loved living” incorporates all the mentioned intentions. It reflects the effort to create housing, which enables anybody to enjoy quality living with minimum financial effort – “less cost loft housing”.



GLEICHHEITSGRUNDSATZ

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Jedoch möchte ich ausdrücklich festhalten, dass die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Inhaltsverzeichnis

0.0 |	EINLEITUNG	.....	15
	0.1	Veranlassung für das Projekt	.....16
	0.2	Projektidee	.....16
	0.3	Ziel und Erwartungen	.....18
	0.4	Zielgruppendefinition	.....19
1.0 |	PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN	.....	21
	1.1	Konzept	.....22
	1.2	Projekt definieren	.....24
	1.3	Anforderungen	.....25
2.0 |	RECHERCHEN	.....	29
	2.1	Ähnliche Konzepte im Einzelhaus	.....30
	2.2	Fertighausmarkt Entwicklung	.....44
	2.3	Fertighausmarkt Analyse	.....50
3.0 |	MARKTVORHANDENE PRODUKTE SUCHEN / AUSWERTUNG	.....	61
	3.1	Raummodule	.....62
	3.2	Hallenkonstruktion	.....70
	3.3	Weitere Elemente	.....78
4.0 |	ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE	.....	81
	4.1	Dach	.....82
	4.2	Wand	.....92
	4.3	Bodenplatte	.....100
5.0 |	SYSTEMENTWICKLUNG	.....	109
	5.1	System	.....110
	5.2	Bauteilkatalog	.....118
	5.3	Variantenbildung	.....134
	5.4	Energiekonzept	.....144
6.0 |	SPEZIFISCHER ENTWURF	.....	151
	6.1	Entwurf	.....152
	6.2	Detailplanung	.....154
	6.3	Energieausweis	.....156
	6.4	Kostenplan	.....158



LOVED LIVING

less cost loft housing

MINDMAP

Zur Fassung der Idee des Loftkonzeptes bringt die Mindmap ein erstes Gedanken-Konstrukt zum Prozess der Arbeit zu Blatt. Inhalte der umfangreichen Arbeit in kurzen Stichworten, von der Idee bis zum fertig geplanten Lofthaus, zu gliedern und in Kapitellen zu teilen. Die vernetzte Struktur soll dabei alle wichtigen Themen systematisch aufbauend visualisieren und als Gedächtnisstütze für die gesamte Arbeit zur Verfügung stehen.

- Beginnend mit der Zielsetzung und Erwartung an die Arbeit
- Gestellte Anforderungen an das Haus und eine Definition von diesem
- Theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema Lofthaus
- Möglichkeiten der Umsetzung untersuchen
- Entwicklung und Planung
- Überprüfung der Zielsetzung und Erwartung

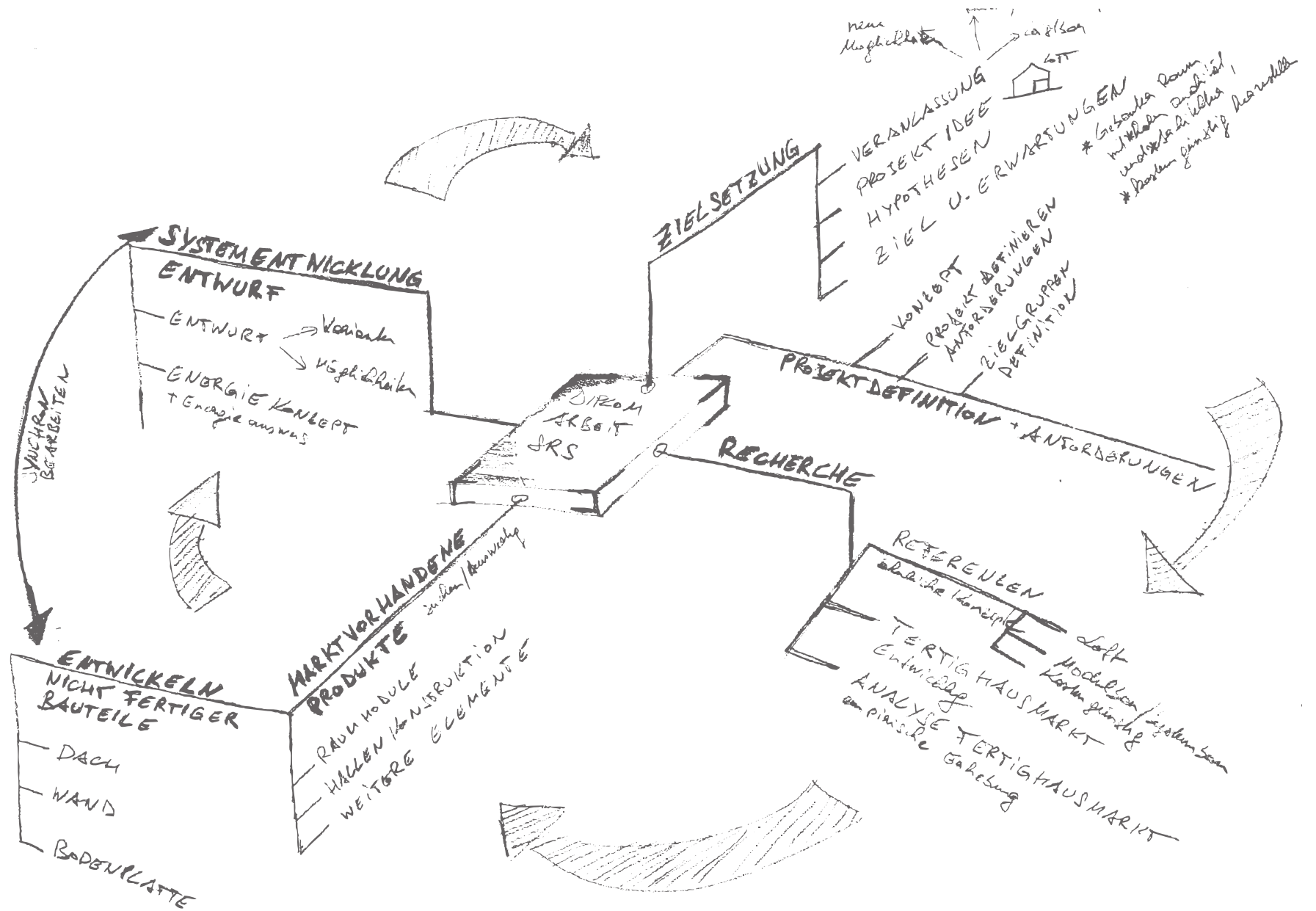


Abb. 01 | Mindmap



0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHEN

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

Der Wohnbau, als ursprünglichste Bauform und Grundbedürfnis des Menschen, stellt dem Architekten, um den Erwartungen der Gesellschaft gerecht zu werden, immer wieder eine neue Herausforderung. Für Personen unterer Einkommenschichten ist gerade in der heutigen Zeit nur schwer möglich, sich den Traum eines eigenen funktionellen und qualitativen hochwertigen Hauses, ohne der lebenslangen finanziellen Gebundenheit einem Gläubiger gegenüber, zu erfüllen. Das Interesse des Autors besteht darin, den konventionellen Wohnbau des Einfamilienhauses zu überdenken und neue Ansätze in Betracht zu ziehen. Der Grundgedanke dieser Arbeit, ist die Absicht ein derartiges „Haus“ zu errichten. Die Diplomarbeit ermöglicht, in einem realistischen Rahmen, den Prozess von der Analyse über die Planung, bis hin zur Umsetzung einen Prototypen in

**„Das schon im Titel erwähnte
,Loft‘ verspricht eine außergewöhnliche Raumqualität.“**

Kooperation mit Herrn Architekten Konrad Frey zu errichten. Die Motivation liegt in der Suche nach nachhaltigen, ressourcenschonenden, effizienten und kostengünstigen Lösungen für die Realisierung, des mit dem Arbeitstitel bezeichneten LOFT_HAUS. Der Verfasser möchte einen Haustyp entwickeln, der den Bauherren mit kleinen Geldbörsen und Interesse an architektonischer Raumqualität ermöglicht, hochwertig und individuell zu wohnen. Das schon im Arbeitstitel erwähnte „Loft“ verspricht eine außergewöhnliche Raumqualität, welche im Standardeinfamilienhaus nur selten zum Einsatz kommt. Dieses Konzept bietet die Möglichkeit, nach Käuferwunsch verschiedene Raumarrangements, auszuführen sowie anzubieten und ermöglicht es, die Bedürfnisse des Nutzers zu berücksichtigen und auf diese individuell einzugehen.

Die Idee ist, mit einfachen zugekauften vorgefertigten Großelementen und Raummodulen attraktive und kostengünstige Wohnorganismen nach den Bedürfnissen des Bewohners zusammenzustellen. Das Haus, in seiner Kubatur mit einer traditionellen Satteldachform, verspricht die Qualitäten eines effizienten, großen Wohnraumes mit freier Nutzung. Die Gebäudehülle, aus flächigen Großraumelementen, soll eine flexible Grundrissgestaltung zur Raumtrennung innen und außen bewerkstelligen. Mit einem organisierten Lofthaus Grundriss bieten, in den Großraum gestellte geschlossene Raummodule, eine Differenzierung zwischen intim und offen. Der Zukauf marktvorhandener Produkte verspricht Effizienz, hinsichtlich Kosten-, Material- und Zeitreduktion.



Abb. 02 | Collage Projektidee

0.3 ZIEL DES PROJEKTES ist

LESS_COST_LOFT_HOUSING



- mit einem „Großraum“ (Loft) ein architektonisch hochwertiges Raumgefühl zu initiieren.
- Flexibilität und Variabilität in für eine freie Grundrissorganisation mit Großraumelementen zu bewerkstelligen.
- dieses Konzept mit geringeren Kosten herzustellen, als vergleichbare Fertighäuser.



- gewisse Nutzungen in einem Gruppenleben nach Bedarf hinsichtlich optischer/akustischer/thermischer Trennung zu differenzieren sind.
- es ein Arrangement von abgeschlossenen Raummodule(n) in einem funktionsoffenen Großraum zu organisieren um architektonische Raumqualität zu steigern.

Erwartungen

Das Projekt soll einen neuartig entwickelten Prototyp eines Fertighaus hervorbringen, welcher bestenfalls in Kooperation mit Architekt Konrad Frey, in Graz Umgebung realisiert werden wird. Der Prototyp soll das Testen der Ziele und Erwartungen ermöglichen und beweisen, dass das Vorgefasste hohe architektonische Qualität und Nutzwert sowie

- Wahl der Raumorganisation durch Käufer
- offener Grundriss und individuelle Nutzungen
- ökologisch nachhaltig,
- schnell bezugsfertig,
- und kostengünstig ist.

0.4 ZIELGRUPPENDEFINITION



Abb. 03 | Zielgruppe

Die Konzeption der Arbeit liegt im Interesse jeder Gruppe das Wohnen im Eigenheim zu ermöglichen, und nicht spezifische Zielgruppen ein- oder auszuschließen. Realistisch gesehen, nachdem sehr viele Faktoren zu einem eigenen Haus führen, ist es nicht möglich dieser Utopie gerecht zu werden. Wenn auch mit größter Konsequenz an der Kostenschraube gedreht und eine Reduktion auf das Nötigste in diesem Projekt angestrebt wird, entsteht schlussendlich ein gebauter Raum, der nur schwer

jeder Nutzeranforderung gerecht werden kann. Analog dazu ist ein ästhetischer Anspruch des Konsumenten zu dem Loft-Haus-Konzept mit Akzeptanz oder Ablehnung zu erwarten. Es ist vielmehr das Arrangement, transparent und kosteneffizient ein Gebäude umzusetzen, welches es dem Konsumenten leichter macht, einen eigenen Raum für sich zu schaffen.

Eine Akzeptanz des Loftkonzeptes, ist Bedingung für die Wohnraumschaffung.

„Das Bestreben liegt darin transparent, flexibel und kosteneffizient ein Gebäude zu realisieren, welches es der Bauherrin ermöglicht zu jeder Zeit der Umsetzung die Übersicht zu bewahren.“

Folge dessen wird eine Gruppe angesprochen, in welcher das Interesse eines neuen Wohnarrangements, in welcher Raum in Form von Volumen, Wertschätzung findet. Es sind Menschen, jung oder alt, welche ein ökonomisches Pflichtbewusstsein in Ihrem Lebensumfeld voraussetzen. Architekturinteressierte, welche eine zeitgemäße, nachhaltige Flexibilität und Variabilität erwarten. In der heutigen Generation der „Häuslbauer“ wird deutlich, dass nachhaltige

Raum- und Wohnorganisationen sehr großen Zuspruch finden, der Fertighausmarkt dieses aber nur bedingt bieten kann. Diese Randgruppe bildet die primäre Zielgruppe.

Jedem dieser ist durchaus bewusst, dass das gebaute Eigenheim jetzt und in Zukunft immer anderen Anforderungen gerecht werden muss. Beginnend bei der Größe, Raumanzahl, Geschosse, Barrierefreiheit bis hin zu Energieeffizienz. Unabhängig von dem zur Verfügung stehenden Kapital, will jeder zu jeder Lebensphase und Zeit, aus ökonomischer Sicht betrachtet, ein Gebäude für seine Bedürfnisse haben.

In den letzten Jahren des 20. Jahrhunderts wurde das Problem eines groß dimensionierten Hauses zur Deckung der zukünftigen Anforderungen des Kinder-, Großeltern- und/oder Hobbyraumbedarfes gelöst. Kapital war vorhanden und wenn nicht, wurde dieses durch niedrige Landesdarlehen gedeckt. Heute, nachdem die Wirtschaft in einer rezessiven Phase steht und Anpassung (des Bewusstseins) der Menschen fordert, bietet ein Wohnhaus mit vielen Räumen nicht die gewünschte Flexibilität.

Das Problem liegt darin, dass der Immobilien- und Fertighausmarkt diese Möglichkeit der Flexibilität und Variabilität im Bau, vor allem für untere Einkommensschichten, nicht zulässt.

Genau dort setzt das Konzept an und erreicht damit eine spekulativ größere Zielgruppe als anzunehmen ist.

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHEN

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

1.1 KONZEPT

Das Konzept basiert auf dem Gedanken, dass eine zur Verfügung gestellte raumbildende Konstruktion (Hülle, Schachtel), in der Größenordnung eines Einfamilienhauses, jegliche Möglichkeiten einer flexiblen und variablen Raumorganisation in einer Ebene erfüllen kann. Basis zur Erfüllung einer differenzierten Nutzung in einem Wohnkomplex sind Großraumelemente, für eine Trennung von innen / außen und intim / offen. Primäre Großraumelemente sind tragende Konstruktionsteile (beispielsweise Hallenträger) und die raumumschließenden Komponenten wie Boden, Wand und Dach.

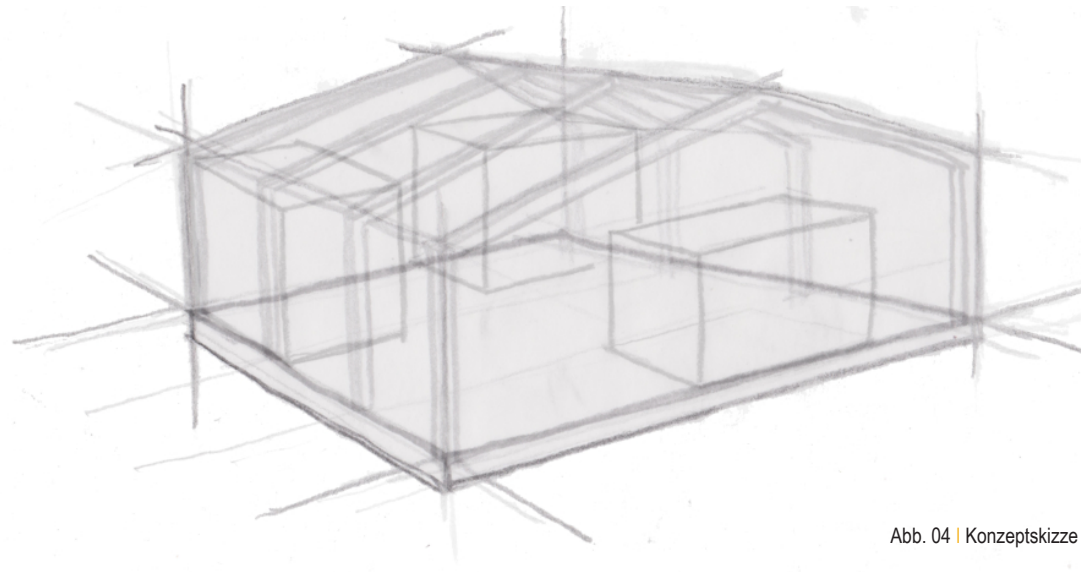


Abb. 04 | Konzeptskizze

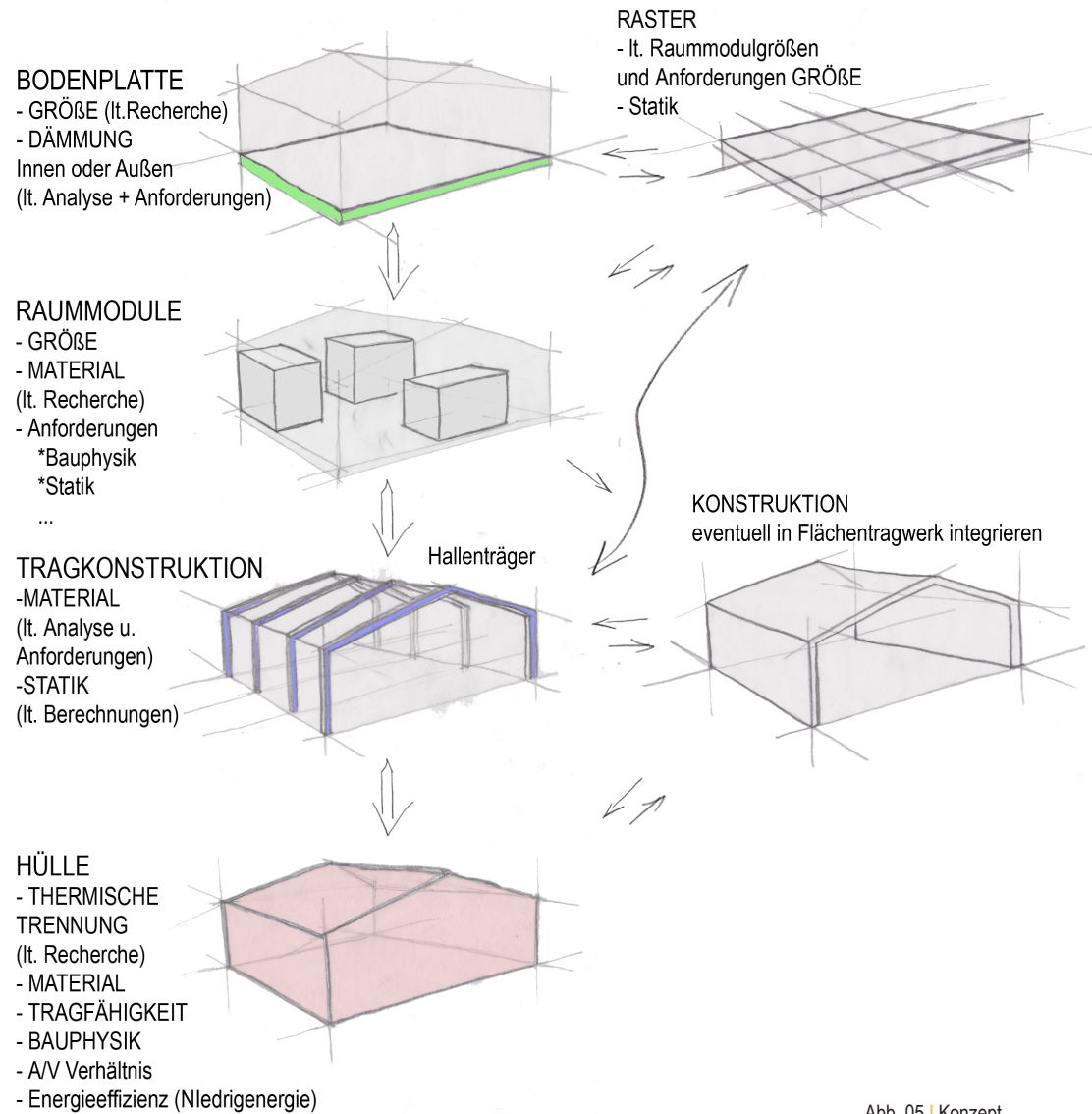


Abb. 05 | Konzept

1.2 PROJEKT DEFINIEREN

Die Projektdurchführung besteht in der Aufarbeitung der in der Einführung genannten Zielsetzung und der Planung eines Loft Hauses. Die Raumorganisation soll für ein, nach Recherche und Analyse fixierten, spezifischen „Einfamilienhausgrundriss“ ausgearbeitet werden. Ein Basismodell, mit möglichen Adaptierungen, soll anhand von Erweiterungen die Flexibilität und Variabilität des Konzeptes präsentieren. Das Hauptaugenmerk für die Planung und Realisierung des Gebäudes, liegt in der Architektur und Qualität, Flexibilität in der Grundrissgestaltung, auf Kosten- und Zeitersparnis.

Weitere Kriterien für die Auswahl der Großraumelemente sind in den Anforderungen und Kapiteln „Recherche – Produkte suchen“ genauer definiert. Für die Großraumkonstruktion des Hauses werden Fertighallen aus Holz oder Stahl, aus dem Produktsortiment der Hersteller, angedacht. Für die Hersteller werden primär Firmen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz gewählt. Grundgedanke dabei ist eine einfache Kommunikation mit potentiellen Partnerfirmen und geringe Transportkosten.

Die Halle wird auf ein Plattenfundament gestellt, sodass das Gebäude nicht unterkellert auf einer Ebene realisiert werden kann. Der Entfall des Kellers soll Kosten reduzieren und das Kosten - Wohnnutzflächenverhältnis optimieren. Hauptaugenmerk der nicht Unterkellerung, liegt in der Bemühung das Loft barrierefrei zu konzipieren.

Für die Raumorganisation werden Raummodule in Beton, Holz oder Stahl (Festlegung nach Recherche) eingesetzt. Mit den Raummodulen differenziert sich der Großraum zwischen geschlossen/intim und offen. Für die Umhausung (thermische Hülle), Dach und Wände, werden Elemente verwendet, welche in die Haupttragstruktur eingesetzt werden können. In dieser kann die Belichtung, in Form von Fensteröffnungen individuell gewählt werden. Hinterfragt wird: Welche qualitative Leistung kann mit dem Zukauf von kostengünstigen Großraumelementen, die gewöhnlich für andere Nutzungen in Verwendung sind, erreicht werden?

Flexibilität des Loft

Es wird angestrebt das Gebäude mit marktvorhanden- und möglichst hoher Vorfertigung hergestellten Produkten umzusetzen. Aus dieser Entscheidung heraus ergibt sich eine bewusst eingeschränkte Flexibilität des Gebäudes.

Ausgehend von der günstigsten angestrebten Lösung des Loftes, (Resultat nach Recherche) erweitert sich das Angebot mit der Entscheidung der im Raster vorgegebenen Größe und mit Adaptierungen in und um das Haus.

- Wahlmöglichkeiten für den Nutzer / Käufer
- Größe nach Maßgabe des Rasters
- Anzahl und Größe der Raummodule, und Raumorganisation individuell
- Periphere Anbauten
- Dachdeckung
- Wandhaut
- Ausmaß Verglasung

Allgemeine an das Haus gestellte Anforderungen

- Zeitgemäße Wohn-Raum-qualität: großzügig, offen, differenzierbar
- Flexibilität in der Grundrissgestaltung
- Niedrigkosten, im Vergleich mit dem Fertighausmarkt
- Spielraum für individuell bestimmte Raumnutzung
- Variabilität und Erweiterbarkeit
- Hochwertig bei Ausführung und Wohnkomfort
- Niedrigenergiestandard, mit maximaler passiver Sonnennutzung
- Nachhaltig, ökologisch bedacht
- Norm- und Förderungsbedingungen entsprechend
- Kurze Lieferzeit bis schlüsselfertige Übernahme: Vorfertigung, Trockenbauweise
- Eignung für den Fertighausmarkt

1.3 ANFORDERUNGEN BAUTEILE

Allgemeine an die Bauteile gestellte Anforderungen:

- **Kosten: (ÖNorm 1801-1)**

Hauptanforderung (an das Haus) ist es, die Kosten bezugnehmend auf die Nett Nutzfläche so gering wie möglich zu halten.

- **Ausführungsqualität:**

Mit effizienter Materialwahl wird angestrebt hohe Qualität zu niedrigen Preisen zu ermöglichen.

- **Zeitbedarf (Bestellung bis Montage):**

Ist die Planung bis in das letzte Detail gelöst, ist es möglich mit vorgefertigten Großraumelementen die Bauzeit auf ein Minimum zu reduzieren.

- **Abmessung:**

Die Abmessung des Gebäudes, wird vor allem bezogen auf die Konstruktion, in einer günstigen Größe gewählt. Primär wird die Größe von den marktvorhandenen Raummodulen vorgegeben. Konstruktionsschnittpunkte, von den gesamten Bestandteilen des Hauses, können somit in ihrer Detaillierung leichter bewältigt werden.

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt	07.06.2013
RAUMMODUL		
- GEFORDERTE LEISTUGEN		
- Abmessungen angepasst an Konstruktion		
- Kosten (nach ÖNorm 1801-1)		
- Ausführungsqualität		
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)		
- Lastabtrag in Unterkonstruktion (Bodenplatte)		
- Leitungsführungen (Elektroinstallationen, Wasser, ...)		
- Belichtung		
- Belüftung		
- Bauphysikalische Leistungen		
- Hitzeschutz		
- Wärmespeicherkapazität (Massenspeicher)		
- Raumfeuchteregulierung		
- Schalldämmung (außen: Luftschall, innen: Luft- und Trittschal)		
- Wärmebrücken vermeiden		
- ANGESTREBTE LEISTUNGEN		
- Wenige Schichten		
- Wärmebrücken		
- Langzeitbeständigkeit		
- Nachträgliche Installation / Veränderung		
- Gesundheitliche Aspekte		

Abb. 06 | Liste Anforderungen Raummodul

- **Langzeitbeständigkeit:**

Schon in der Planung werden Lösungsansätze für Bestandteile und Bauteile so gewählt, dass eine nachhaltige Konstruktion eine Langzeitbeständigkeit gewährt.

- **Gesundheitliche Aspekte:**

Das Eigenheim als Lebensort muss humane Bedingungen schaffen, in welcher ein Wohnraumklima mit geeigneter Temperatur und Luftfeuchtigkeit vorauszusetzen sind. Bauteile, welche diesen Raum definieren und umschließen, müssen frei von gesundheitsschädlichen Stoffen sein. Funktionelle, natürliche und naturbelassene Materialien sind Beschichtungen und Anstrichen vorzuziehen.

- **Belichtung / Beleuchtung:**

Ausreichende Lichtverhältnisse für spezifische Nutzungen sind unter Einhaltung der geltenden Normen (ÖNORM O 1040) zu organisieren. Unter Berücksichtigung des Außenraumbezuges und der Energieeffizienz sind passive Solarnutzung und Reduktion der Transmissionswärmeverluste zu optimieren.

- **Belüftung:**

Die Organisation der Belüftung sollte eine ausreichende Frischluftzufuhr zulassen. Eine Querlüftung des Raumes ist anzustreben. Primär ist die Lüftung in den Sommermonaten für eine Nachtlüftung und Kühlung des Gebäudes auszurichten. Eine Lüftungsmöglichkeit bei Regen und / oder Abwesenheit des Bewohners würde die Be- und Entlüftung optimieren.

- **Nachträgliche Installation/Veränderung:**

Eine nachträgliche Installation / Veränderung soll unter Berücksichtigung einer eventuellen Konstruktionsbeschädigung und Einhaltung der bauphysikalischen Eigenschaften mit geringem Aufwand möglich sein. Änderungen der Wasser Ver- und Entsorgungsleitungen sind aus ökonomischer Sicht zu überprüfen.

- **Lastabtrag in Unterkonstruktion, Statik:**

Die Funktion der Lastübertragung soll primär von der Haupttragstruktur der Hallenträger übernommen werden, sodass andere Bauteile vereinfacht bauphysikalischen Anforderungen gerecht werden können.

- **Leitungsführungen (Elektroinstallationen)**

Eine Variabilität des Konzeptes erfordert eine Elektroinstallation, die eine beginnende Nutzung bei Erstausrüstung als auch bei einer Folgenutzung ermöglicht.

- **Bauphysikalische Leistungen:**

Angeführte bauphysikalische Leistungen sind spezifisch den Bauteilen zuzuordnen. Mehrere Funktionen können dabei von einem Material übernommen werden.

- › Hitzeschutz (Hitzebelastung für Konstruktion limitieren)
- › Hinterlüftung (Mindestdicke der Luftschicht, Abluft bei Schneelage)
- › Wärmespeicherkapazität
- › Raumfeuchteregulierung
- › Schalldämmung (außen: Luftschall, innen: Luft- und Trittschal)
- › Thermische Anforderung (U-Wert min. 0,20; 0,35; 0,40 W/m²K)
- › Wärmebrücken vermeiden

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHEN

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

2.1 | ÄHNLICHE KONZEPTE IM EINZELHAUS



Abb. 07 | Blick von Außen

MEME MEADOWS EXPERIMENTAL HAUS | KENGO KUMA & ASSOCIATES

Standort	| Hokkaido, Japan
Baujahr	| ---
Funktion	| Experiment von thermischen Extremen in der Architektur
Nutzfläche	| ca. 80 m ²
Referenzwert	| Traditionelles Wohnraumgefühl in Form eines Loftexperimentes



Abb. 08 | Blick Innen zu Wohnraum

Dieses transluzente, nahezu 80 m² große Wohnloft sollte als Experiment Grenzen in der Architektur zum Ausdruck bringen. Kengo Kuma und Partner als Planer, in Kooperation mit dem japanischen Institut für Umwelttechnologie, versuchen in kalten Klimaregionen, südlich von Hokkaido, mit dieser prototypischen Studie umweltverträgliche und zukunftsfähige Architektur zu erforschen.

Schwerpunkt der Forschung liegt in der Raffinesse mit einfachen Mitteln und Materialien, effizient den Wohnkomfort in diesem Gebäude zu ermöglichen. Angelehnt haben sich die Entwickler an die traditionellen Bauten der japanischen Ureinwohner, Aniu genannt. Teils extreme Klimabedingungen beanspruchten, damals wie heute, das Knowhow der Erbauer dieser „Chise“ oder auch „Meme“ genannte Wohnhäuser. Dieses Domizil der Japaner wurde direkt

auf den Boden mit einer Holzständerkonstruktion aufgebaut. Zentral im Gebäude befindet sich eine durchgehend beheizte Feuerstelle, welche den Boden des Hauses erwärmt. Strahlungs- und Konvektionswärme führen zu einer angenehmen Raumtemperatur. Erdverbundene Chise-Häuser, ursprünglich mit Ried und Bambus bekleidet, werden in diesem Experiment mit denkbar einfachen Materialien ausgestattet - außen mit einem diffusionsoffenen Kunststoffgewebe und innen mit Glasfasermembran.

Angestrebt im Wand- und Dachaufbau, ist eine Konvektion zwischen den beiden Membranschichten, welche zu einem angenehmen Klima im Loft führen sollen. Zur Vermeidung des Transmissionswärmeverlustes wurde zusätzlich im Aufbau, zwischen den Membranen, eine aus PET-Flaschen recycelte Polyesterfaserdämmung eingebracht. Luftzirkulationen und

dynamische Prozesse in der Umhausung des Gebäudes gehen über die stationäre Betrachtungsweise der Wärmedämmschichten hinaus und machen diese Forschung zu einer Innovation. Messungen, mittels im Loft angebrachten Sensoren, sollen diese Art der Hauswärmeregulierung, der konventionellen Hausdämmung gegenüberstellen, aufnehmen und in Vor- und Nachteilen exponieren.

Weiterer Gedanke der transparenten Materialwahl ist die starke Verbindung zur Umgebung und Umwelt. Der Bewohner lebt in seiner „Hülle“ mit, und nicht gegen die Natur. Natürliche Lichteinflüsse geben den Tagesrhythmus von der Morgen- bis zur Abenddämmerung vor. Es ist eine sinnvolle Integration in die Landschaft, welche dem Nutzer die Natur näher bringt. Die Landschaft, wie auch das Gebäudeinnere des Chise, reflektieren Freizügigkeit.

Der Innenraum, knapp 80m² in seiner Grundfläche groß, wirkt mit seiner Raumhöhe bis zur Unterseite des Daches sehr großzügig. Abnehmbare Membranen lassen es zu, den Wohnraum nach Bedarf zu individualisieren. Wärmedämmte, verschiebbare Türen und Schiebeflügel ermöglichen eine freie Raumgestaltung. Mit Sensoren wird eine Messung von seismischen Belastungen und Wärmedurchgängen in den Bauteilen durchgeführt. Die Konstruktion, flexibel in Ihrer Gestaltung, erlaubt es das Gebäude in kurzer Zeit zu de- und montieren.¹

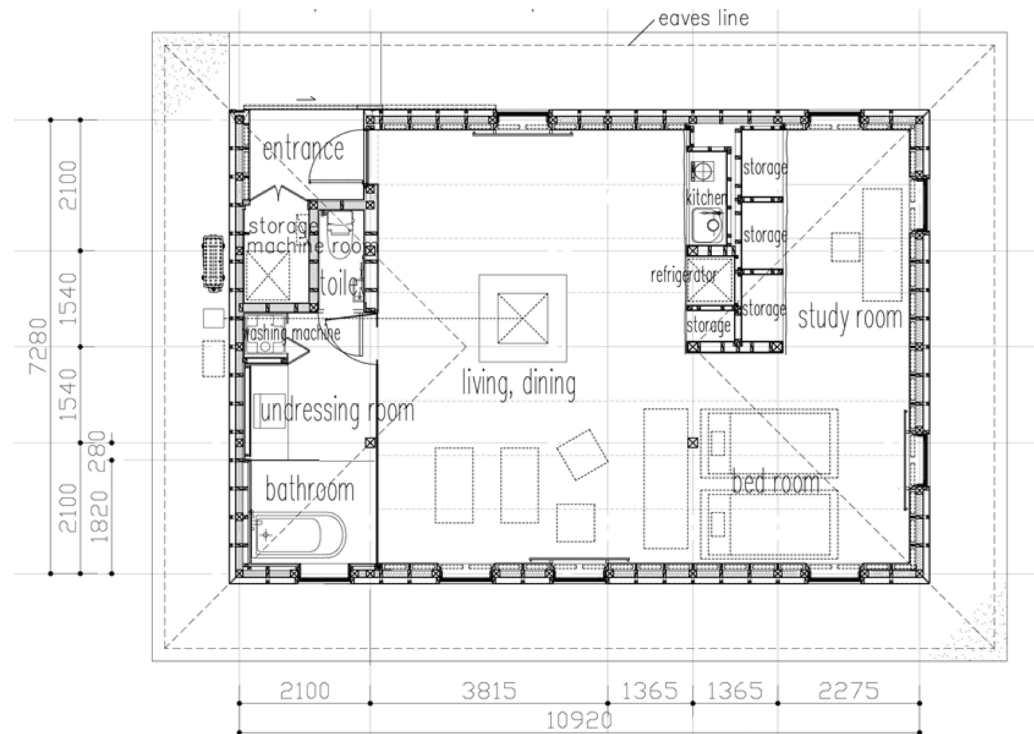


Abb. 09 | Grundriss



Abb. 10 | Blick Innen von Schlafbereich

01 | Vgl. Detail 2013, Nr.1-2,28-31.

HAUS CIPRESA | GISELA PODREKA

Standort	| Umbrien, Italien
Baujahr	| 2004
Fertigstellung	| 2009
Funktion	| Einfamilienhaus
Nutzfläche	| 220 m ²
Referenzwert	| Lofthaus mit funktionsgefüllten Raummodulen geschaffen aus verfallenem Altbau



Abb. 11 | Innenraum

Unscheinbar, mitten in der Natur eine alte Steinmauer und daran ein großes ausladendes Dach, auf den ersten Blick nichts Besonderes. Auf den zweiten Blick ein interessantes Lofthaus, errichtet aus wiederverwendeten Steinen als Stützmauer, einen großem Ziegeldach, unter welchem sich drei moderne Kuben verstecken, die durch eine Glashülle thermisch umschlossen sind.

Das Gebäude, an welchem ursprünglich ein altes steinernes Haus, typisch für die Bebauung in Umbrien stand, verlangte durch seinen baufälligen Zustand einen Neubau. Vorgegeben von den Behörden, erforderte es ein Konzept welches Tradition und zeitgemäße Raumnutzung in einem Gebäude vereinen. Die Entscheidung, altes Mauerwerk zu erhalten und mit moderner Architektur zu assoziieren, war gezwungener Maßen eine Kompromisslösung mit der Gemeinde. Resultat ist ein Lofthaus mit eingesetzten Raummodulen. Die Steinschichtung ist antiquarisch für diese Region und umfasst das Gebäude an der Nordseite. Der südliche Bereich, überdeckt von einer Pultdachkonstruktion, bildet einen Loft mit einer überdurchschnittlichen Raumhöhe, ansteigend zur nördlichen Steinmauer. In diesen, für sich interessanten Raum, werden Raummodule mit unterschiedlichen Funktionen positioniert. Drei dieser, in den Loftraum gestellten Wohnkuben,

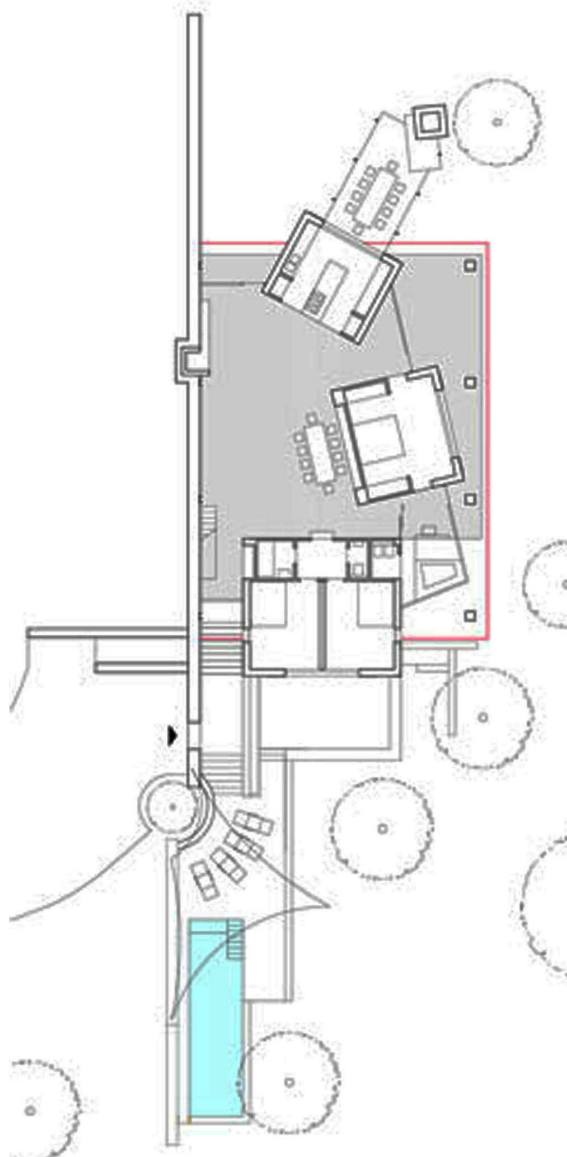


Abb. 12 | Grundriss

beherbergen abgetrennte Schlafräume und eine offene Küche. Die Raummodule bilden mit ihrer Anordnung zu der Nordsteinwand einen inneren privaten und zur Südseite der Glashülle eine aufgeschlossene Atmosphäre mit einem freizügigen Panoramablick in die Hügellandschaft Umbriens. Östlich des Hauses durchbricht das Küchenraummodul die transparente Hülle und bildet ein Portal, welches eine funktionelle Verbindung des „Innen“ mit dem „Außen“ herstellt. Im Gesamten wurde von Podreka Gisela ein Haus geschaffen, in welchem die Funktion und Nutzung des Großraumes individuell vom Benutzer bestimmt werden kann.²



Abb. 13 | Blick von Außen

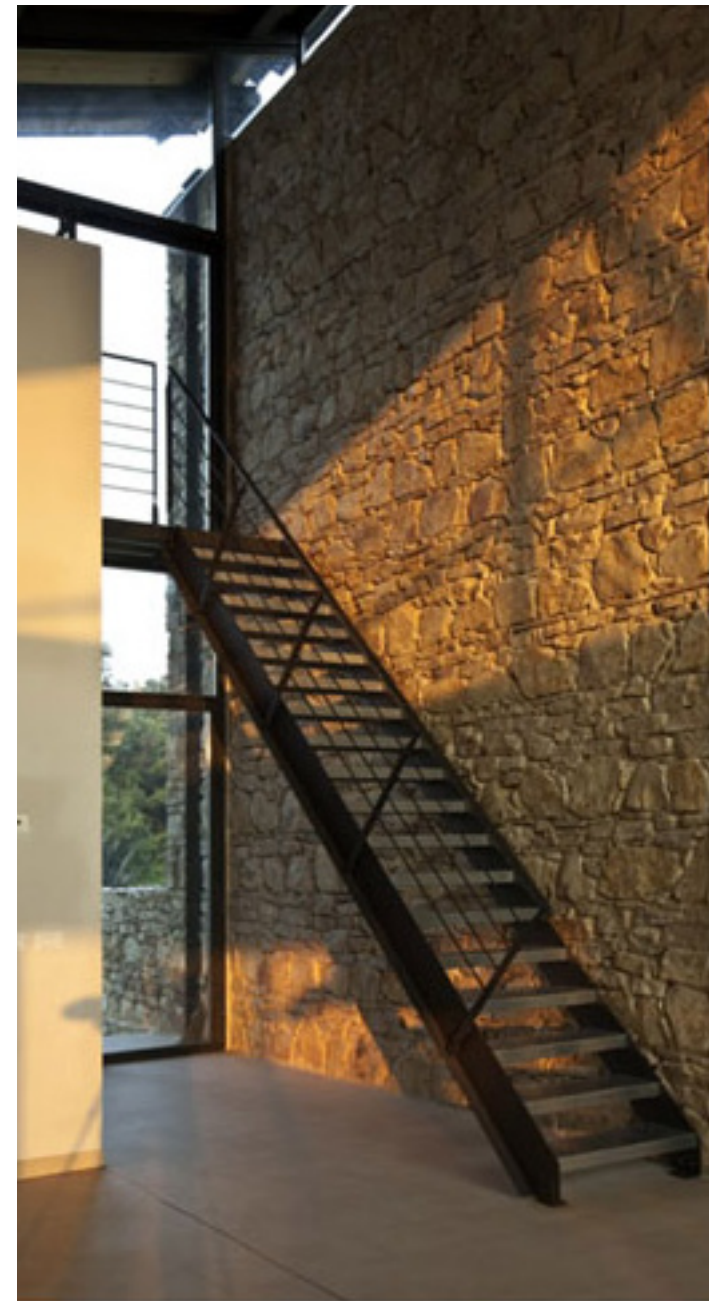


Abb. 14 | Innen Stiegenaufgang

02 | Vgl. http://www.gisela-podreka.com/efh_p3.htm.

BOOTSHAUS IN FUSSACH | MARTE.MARTE ARCHITEKTEN

Standort	| Fussach
Baujahr	| 2000
Funktion	| Wochenendhaus, Bootshaus
Nutzfläche	| 75 m ²
Referenzwert	| Funktionelle Großraumnutzung im Wohnbereich

Südlich des Bodensee nahe Bregenz liegt das Bootshaus eingebettet in einem Sporthafen der in den 1960 Jahren künstlich angelegt wurde. Die zentrale Lage des Gebäudes stellt dem Haus die Anforderung sich an die traditionelle Bauweise der Feriensiedlung anzupassen. Ein Kompromiss, der es zulässt sich in der Umgebung einzugliedern und gleichzeitig von der Masse des gewohnten abzuheben.

Die Ausrichtung, vorgegeben von den benachbarten Bestandsbauten und der Wasserzufahrt des Bodensees, ermöglicht es großzügige Belichtungsflächen im Westen, in Blickrichtung zum Bodensee, zu errichten. Die äußere, 2-geschossige, von einem Satteldach abgedeckte Gebäudehülle, wird von einer aus Aluminiumplatten bestehende Fassade verkleidet. Die Aluminiumplatten, unterschiedlich in ihrer Größe und Perforierung, reflektieren und repräsentieren die seit 50 Jahren gewachsene Siedlung.

Die Fassade, glatt gehalten geht nahtlos ohne Dachüberstände in das Dach über. Die Öffnun-

gen befinden sich östlich und westlich mit großzügigen Fensterfronten, und den nötigsten an Belichtung und Belüftung an Nord- und Südseite. Erschlossen, südwestlich von der Siedlung, wird das Haus im Erdgeschoss. Im gleichen Geschoss, auf dem Niveau der Wasserstraße befindet sich die Bootszufahrt. Verschlossen wird die Bootsgarage mit Hilfe eines Rolltores, welches sich nahezu über die gesamte Fassade des Hauses erstreckt. Vom Erdgeschoss, in welchem sich neben den Zugängen auch ein WC befindet gelangt man über eine Treppe in den Vorraum des Obergeschosses.

In dieser Art von Loggia, thermisch nicht vom Außenraum getrennt öffnet sich der Zugang in den Wohnbereich. Das Obergeschoss, als Hauptaufenthaltsbereich, sehr einfach gehalten präsentiert erst auf den zweiten Blick seinen souveränen Grundriss. Die gesamte Ebene als eine Einheit zu sehen wird nur über Großraumelemente, in Form einer Schrankwand und einem Küchenblock getrennt. Der Raum lässt

sich somit individueller nutzen. Intimere Räume wie Sanitär- und Schlafbereich sind optisch und akustisch vom gesamten Raumgefüge mit Hilfe von stationären Wänden getrennt. Diese denkbar einfache Gestaltung ermöglicht, sofern der Bedarf vorhanden ist, Raumtrennungen (Schrankwand und, oder Küchenblock) einfach den zukünftigen Bedürfnissen anzupassen. Vom Obergeschoss gelangt man von der temporär in der Raummitte positionierten Treppe in das Dachgeschoss. In diesem freigehaltenen Geschoss arrangieren zwei großflächige Dachklappen den Ausblick auf die öst- und westlich gelegene Umgebung. Geöffnet und Geschlossen werden diese Öffnungen über eine in den Klappen und Dach fixierte Hydraulikkonstruktion. Dieses höchst gelegene Geschoss kann als Aussichtsplattform oder einer uneinsichtigen Sonnenterrasse genutzt werden. Einfach in seiner Kubatur setzt sich das Gebäude autoritär in die Landschaft der konventionell gehaltenen Ferienhäuser.³



Abb. 15 | Blick Außen von Nordost



Abb. 16 | Blick Außen von Westen



Abb. 17 | Wohnraum mit Klapptreppe zu Obergeschoss

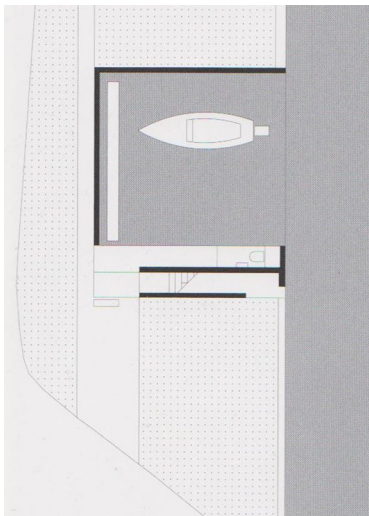


Abb. 18 | Grundriss Untergeschoss

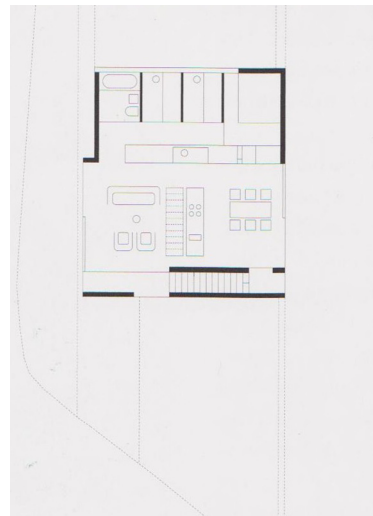


Abb. 19 | Grundriss Erdgeschoss

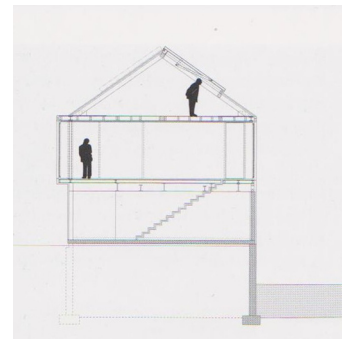


Abb. 20 | Schnitt



Abb. 21 | Lageplan



Abb. 22 | Blick von Südosten



Abb. 23 | Blick von Nordwesten

FERIENHAUS IN FLUMS | EM2N ARCHITEKTEN

Standort	| Flums, Schweiz
Baujahr	| 2002
Funktion	| Ferienhaus
Nutzfläche	| 183 m ²
Referenzwert	| Kosteneffizienter Hausbau mit individueller Nutzung des Raumes

Das Ferienhaus, eingebettet in der gebirgigen Landschaft nahe des Ferienortes Flums in der Schweiz, ist der Exot unter den Häusern. Am Berghang zu Flums, in einer kleinen Siedlung in den typisch, traditionell Chalet-Bauweise gehaltenen Häusern, ist das Gebäude platziert.

An diesem topografisch, charakteristischen Nordhang, durchzogen von Weiden und dem Schigebiet, richtet sich der Blick ins Tal des Sarganserlandes. Das Objekt, in seiner Höhe dominierend, weigert sich dem Chalet zu assimilieren, reagiert in seiner fremden Form vielmehr auf die wunderschöne Umgebung. In seiner Kubatur angepasst an die steinige und gebirgige Landschaft, übernimmt der Monolith nur in seiner dunkel gehaltenen Holzfassade und kleinen Fensteröffnungen Charakterzüge der benachbarten Gebäude. Er passt sich mit einem Knick in der Grundrissform dem Hang an.

Eine spektakuläre Aussicht kann der Hausbewohner durch die großzügigen Panoramafenster in der höchsten Ebene des dreigeschossigen Domizils genießen. Ungestört von Eingrenzun-

gen um das Gebäude, fügt sich das Gras der Landschaft, ohne einem Zaun oder Aufschüttung, an das Haus heran. Einzig die Zufahrt, von Schotter geebnet, markiert den Weg zum Haus.

Das Konzept der Architekten EM2N ist, eine unkonventionelle Art Wohnen zu schaffen, das sich vom Alltag zu „Ferienwohnen“ differenziert. *„Wohnen in den Ferien darf anders sein als Wohnen im Alltag“* [<http://www.architonic.com/de/aisht/ferienhaus-flumserberg-em2n-mathias-mueller-daniel-niggli/5100015>], 06-12-2013]

Der Versuch einen Raum, eine Einheit zu schaffen, welche sich lediglich von horizontalen und vertikalen Zonen trennt. Im Gesamten stellt das Gebäude drei Ebenen zur Verfügung, erschlossen von einfach, in einem Membrangeflecht eingehüllte Wendeltreppen. Eine individuelle Verwendung der Ebenen und Räume wird vom Nutzer vorausgesetzt, beziehungsweise angestrebt. Eine Antithese zum konventionellen Raum schafft kommunikative Zweckmäßigkeiten des gesamten Hausvolumens. Der Architekt gibt nur geringfügig spezifische Raumnutzun-

gen vor und arrangiert sowohl im Sommer als auch im Winter der Bauherrin uneingeschränkte Vielfalt. Unter Berücksichtigung von Material, Oberflächen und Proportionen, stellt es im nicht Herkömmlichen, eine reizvolle und doch angenehme Atmosphäre dar.

Das Kellergeschoss, mit denkbar einfachen Mitteln in der Oberfläche optimiert, verliert den typischen Betoncharakter, in Form einer Oberflächenveredelung mit in der Schalung zuvor eingelegten Noppenbahnen.

Das Mittelgeschoss, in welchem sich Bad und Schlafzimmer befinden, ist mit einer Höhe von 4 Metern überdurchschnittlich drakonisch ausgeprägt. Zoniert, mit der von Boden bis zur Decke röhrenförmigen Treppe und dem im selben Material gehüllten Whirlpool, entsteht das Gefühl eines durchgehend fließenden Raumes.

Im höchsten Geschoß liegend, reflektiert der Einraumwohnbereich die vertraute Form des Chalets. Lediglich riesige Panoramafenster, in alle Himmelsrichtungen eingesetzt, stehen im Spannungsverhältnis zu den Proportionen des Raumes. Südöstlich eingebunden in die Fassade ergibt sich die Möglichkeit in Form einer Loggia den Innenraum zu verlassen. „Das enge Budget zwang uns zu einem strategischen Umgang mit unseren Mitteln.“ *„Der Luxus des Hauses liegt nicht in teuren Details und Produkten, sondern in seiner Lage, seinen Räumen, und der neuartigen Kodierung der verwendeten Materialien.“* [Anne Barth 2004, 21]



Abb. 24 | Wohnraum

Abb. 25 | Wendeltreppe

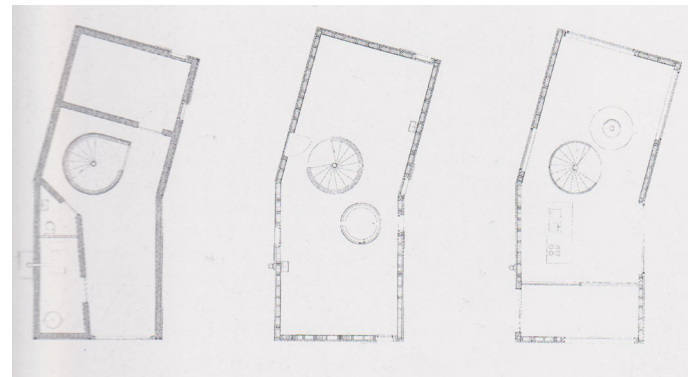


Abb. 26 | Grundrisse Kellergeschoss, Mittelgeschoss und Obergeschoss

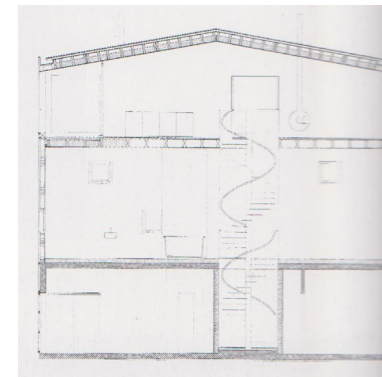


Abb. 27 | Schnitt

SOMMERHAUS SÜDBURGENLAND | JUDITH BENZER

Standort	| Burgenland
Baujahr	| 2011
Funktion	| Sommerhaus
Nutzfläche	| 176 m ² (BGF)
Referenzwert	| Wohnbereich mit Loftcharakter und eingeschobenen Sanitär- und Schlafräum

Das Haus im südburgenländischen Deutsch-Tschantschendorf ist an einer leichten Anhöhe, des dünn besiedelten Ortes gebaut. Gedacht als Sommerhaus ist es auch auf die Witterungseinflüsse dieser Jahreszeit ausgelegt. Der thermischen Hülle, ausgelegt für den Sommer, wird der Anspruch gestellt das Haus kühl zu halten.

Die Architektin Judith Benzer, mit den ihr gestellten Anforderungen zur Erstellung einer neu ausgelegten Architektur eines traditionellen Kellerstöckls, präsentiert ein Gebäude mit natürlichen Materialien und einer prägnanten Form. Die Kubatur, ähnlich der typisch in der Region gehalten Häuser mit ihren Satteldächern und Holzverkleidungen, besticht in der Einfachheit und homogenen Oberfläche. Dach, Fassade und Öffnungen, verschlossen mit Holzläden, bilden eine Einheit und präsentieren dem Betrachter eine authentisch natürlichen Charakter. Der thermischen Hülle, ausgelegt für den Sommer, wird der Anspruch gestellt das Haus in der warmen Jahreszeit kühl zu halten. Eine

Rhombus-Lärchenholzschalung ermöglicht die innere Konstruktion zu hinterlüfteten und von der direkten Sonneneinstrahlung zu schützen. Die Fassade von Eingängen und Fenstern gelöchert kann bündig mit Holzläden beschattet und geschlossen werden. Ohne Heizung, verschlossenem mit seinem „Holzkleid“, wird die im Winter nicht genutzte Häuslichkeit in eine Art Winterschlaf versetzt. Nicht in Verwendung, still am Hang stehend, zeichnet der Schatten des Hauses eine Silhouette in den Boden welche die Terrasse in der Materialität des Gebäudes wiedergibt.

Der Innenraum als „Loft“ ausgebildet, wird lediglich von einem Quader, in welchem sich akustisch und optisch getrennte Intimräume befinden durchzogen. Dieser private Bereich unter ihnen Sanitär- und Schlafräume sind auf das Nötigste an Größe ausgelegt. Der Großraum des Sommerhauses wird als Aufenthaltsbereich verwendet. Eine spezifische Vorgabe der Nutzung von Wohn/Koch/Essbereich lässt trotzdem genug Spielraum für eine Individuellen

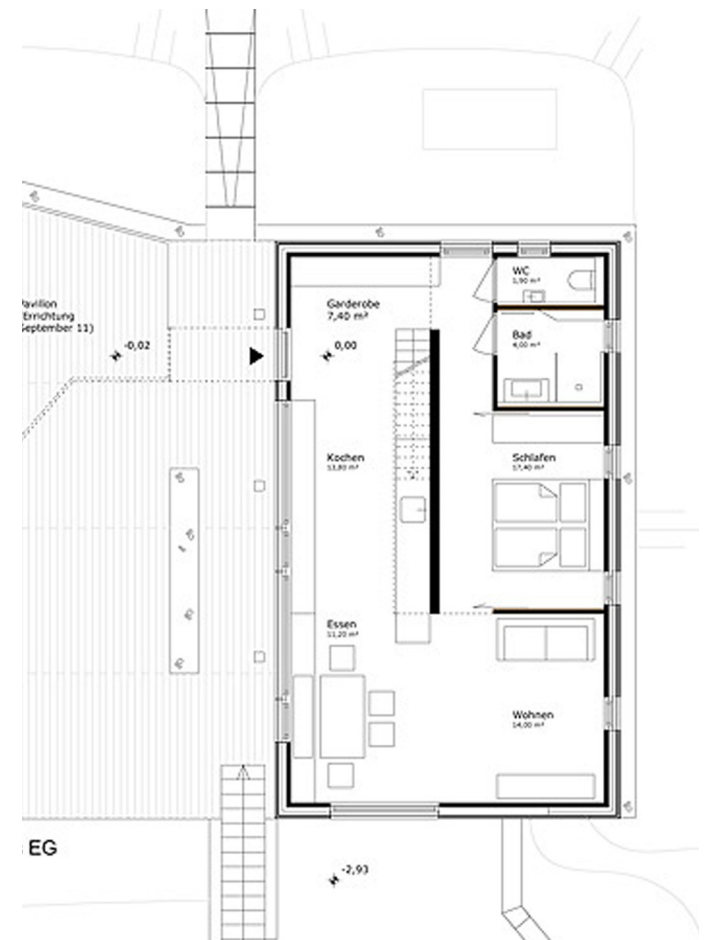
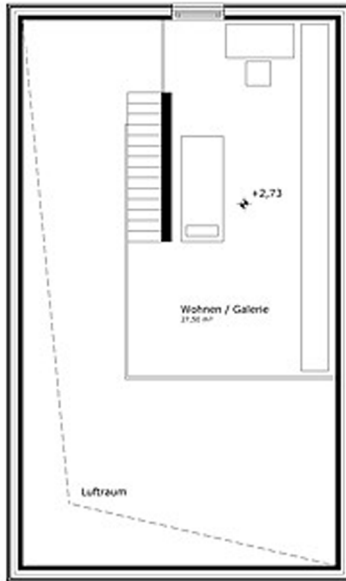


Abb. 28 | Grundrisse Erdgeschoss und Obergeschoss

Gebrauch Raumes offen. Der Deckel des Quaders, erschlossen über eine frei stehende Stahltreppe, präsentiert sich als Galerie von welcher aus man die Qualität des Loftes zu spüren bekommt. Der gesamte Innenraum ist mit natürlich belassenen Materialien wie Holz und unbehandeltem Beton als ein warmer, charakterstarker Raum zu klassifizieren. Unter dem ebenerdigen



Grundriss OG

Loft befindet sich ein aus Stahlbeton gefertigter Weinkeller, der zukünftig als Lagerraum für den am eigenen Grundstück angebauten Wein zu Verfügung steht. Der Keller wird von außen erschlossen. Der Zugang zu dem Untergeschoss wird über die Terrasse eine Ebene höher erreicht und ermöglicht somit dem Wohnbereich seine Autonomie.⁵



Abb. 29 | Blick von Außen am Abend



Abb. 30 | Innenraum



Abb. 31 | Blick von Außen

05 | Vgl. <http://www.detail.de/daily/schlichte-eleganz-sommerhaus-sudburgenland-15611/>



Abb. 32 | Blick von Außen auf Terrasse



Abb. 33 | Blick von Außen auf Giebelseite



Abb. 34 | Blick von Außen auf Zugang

WOCHENENDHAUS IN SHIZUOKA | MORIKO KIRA

Standort	| Shizuoka
Baujahr	| 2002
Funktion	| Wochenendhaus
Nutzfläche	| 100 m ²
Referenzwert	| Lofthaus mit optimierten Lichtverhältnissen und differenzierten Raumhöhen

Die in Amsterdam lebende Architektin Moriko Kira plante das 2002 gebaute Wochenendhaus in Shizuoka. Die Ortschaft, 120 km südwestlich von Tokio gelegen, ist ein Ferienort in den Bergen.

Morikos Intention war es, den Menschen das Leben in der Natur wieder näher zu bringen. Dies wurde durch ungünstige Randbedingungen, wie einer hohen Bebauungsdichte und des strassenseitigen Grundstückes erschwert. Südliche Fensteröffnungen wurden vermieden und der nördliche Bezug zur naturbelassenen Umgebung angestrebt. In der Orientierung des Gebäudes und mit dem nördlich gelegenen Wald lagen die erschwerten Bedingungen ein Haus mit ausreichenden Lichtbedingungen zu errichten.

Moriko entschied sich für eine einfache Satteldachhausform da sich bei diesem die Höhe der Decken mit der Tiefe des Raumes verändert. Indem sie den großen Raum nach Norden

und Süden hin streckten, konnte sie Bereiche schaffen, die in Höhe, Ausblick und Lichteinfall variieren. (Quelle Buch) Um optimale Lichteinflüsse zu erzielen, ist der Wohnraum südlich im oberen Dachabschluss zu finden, eine große Schiebetür entlang dem Balkon heben das Gefühl im Wald zu leben hervor.

Große Räume, auch bedingt durch hohe Decken, lassen das Haus heller und großzügiger wirken und präsentieren das Gebäude in seinem Loftcharakter.⁶



Abb. 35 | Lageplan

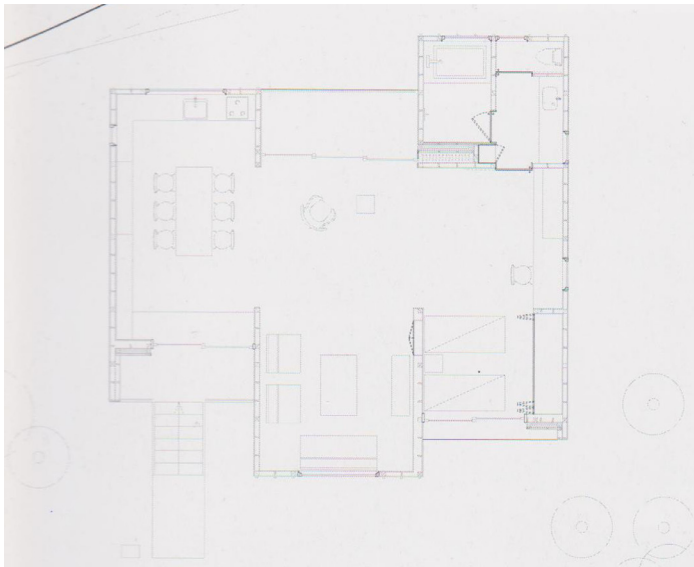


Abb. 36 | Grundriss



Abb. 37 | Innenansicht mit Öffnung auf Terrasse

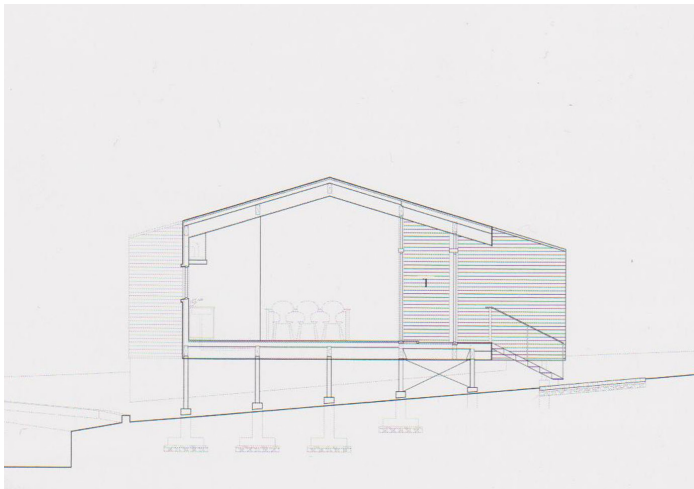


Abb. 38 | Schnitt



Abb. 39 | Wohnraum mit Küche

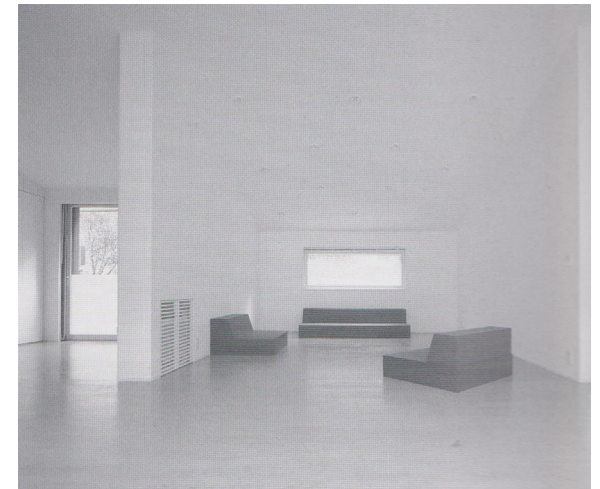


Abb. 40 | Wohnraum

EINFAMILIENHAUS IN DAMSTADT | JOACHIM WENDT

Standort	| Darmstadt, Deutschland
Nutzung	| Einfamilienhaus
Bauwerkskosten brutto	| 208.000 Euro
Kosten pro m ² Nutzfläche	| 1223 Euro
Bruttorauminhalt	| 648 m ³
Nutzfläche	| 170 m ²
Wohnfläche	| 143 m ²
Grundstücksfläche	| 245 m ²
Referenzwert	| Effizienter Fertigteilbau kostengünstig hergestellt

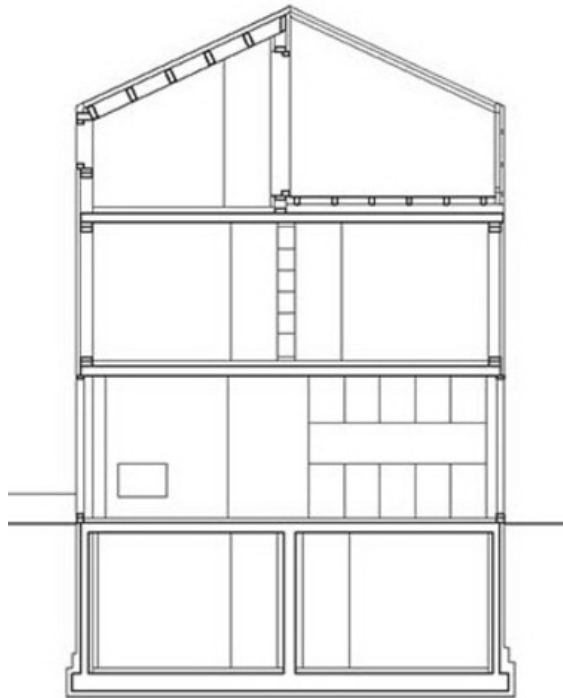


Abb. 41 | Schnitt

Durch die Materialwahl und einfachen, schlichten Details hebt sich dieses von Joachim Wendt geplante dreigeschossige Einfamilienhaus in der Innenstadt von Darmstadt gegenüber der Nachbarhäusern ab. Der Architekt will mit der Errichtung beweisen, dass auch auf kleiner Fläche etwas von großem Nutzen entstehen kann. Er bringt damit zum Ausdruck, dass kosteneffizientes Bauen bereits mit der Wahl des Grundstückes beginnt.

Dieses Einfamilienhaus befindet sich in zentralster Lage Darmstadts, so dass man während der Bauphase mit kurzen Wegen energie- und zeitsparend arbeiten konnte. In Kombination mit der begrenzt zur Verfügung stehenden Fläche und der Energieeinsparung, entsteht ein vorbildhaftes Konzept für kostengünstiges Bauen. Der Architekt Joachim Wendt ging bei der Planung davon aus, dass „... durch Verwendung von vor-

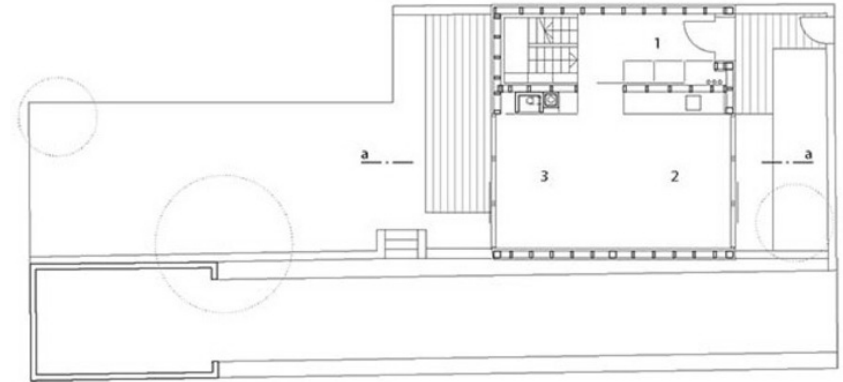


Abb. 42 | Grundriss

gefertigten Holzbau-Elementen die Bauzeit verkürzt und die Kosten minimiert werden“. [<http://www.detail.de/inspiration/einfamilienhaus-in-darmstadt-100105.html> >, 02-12-2013]

Bei diesem Einfamilienhaus, mit nur 57m² Grundfläche, ist eine klare Gebäudeform mit wirtschaftlichem Verhältnis von Oberfläche zu Volumen zu erkennen, welche eine nachhaltige Energiebilanz ermöglicht.

Diese kompakte Form bewerkstelligt konzentrierte Leitungsführungen und daraus resultierend eine Auswahl von optimierter Heiztechnik. Eine konsequente Planung, dennoch flexibel organisiert, bietet dem Nutzer individuelle Gestaltungsfreiheiten. Das Gebäude in seiner klaren Kubatur, stellt die Basis für energieeffiziente Bewirtschaftung dar.

Der Eingangsbereich, inklusive der Erschließung der drei Geschosse befindet sich östlich.

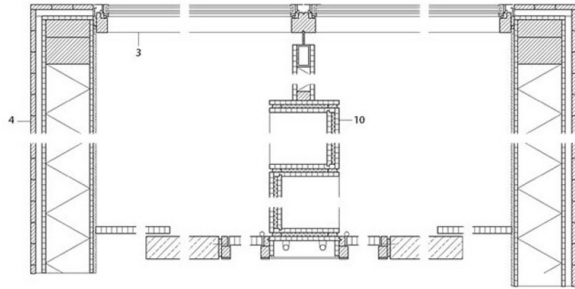


Abb. 43 | Detail Wandaufbau und Fensteranschlüsse

Mittels einer einfach gehaltenen hölzernen Treppe mit inkludierten gebäudehohen Bücherregalen präsentiert es sich in seiner Wirtschaftlichkeit. Westlich, getrennt von den zentral gehaltenen Sanitärbereichen, befinden sich Aufenthalts- und Schlafbereiche.

Eine von Einblicken geschützte Terrasse im obersten Geschoss, südlich ausgerichtet, lädt zum Verweilen ein. Fensteröffnungen, von Geschoss zu Geschoss unterschiedlich orientiert, lösen die Fassade in ihrer sterilen Oberfläche auf und erzeugen rundum einen attraktive Anblick.⁷ „Als Konstruktion wurde eine Holzrahmen-Bauweise gewählt, die eine Verwendung von vorfertigten Elementen für Wände und Decken zuließ und damit half die Bauzeit zu verkürzen und die Kosten so gering wie möglich zu halten.“ [Detail 2007, 332]

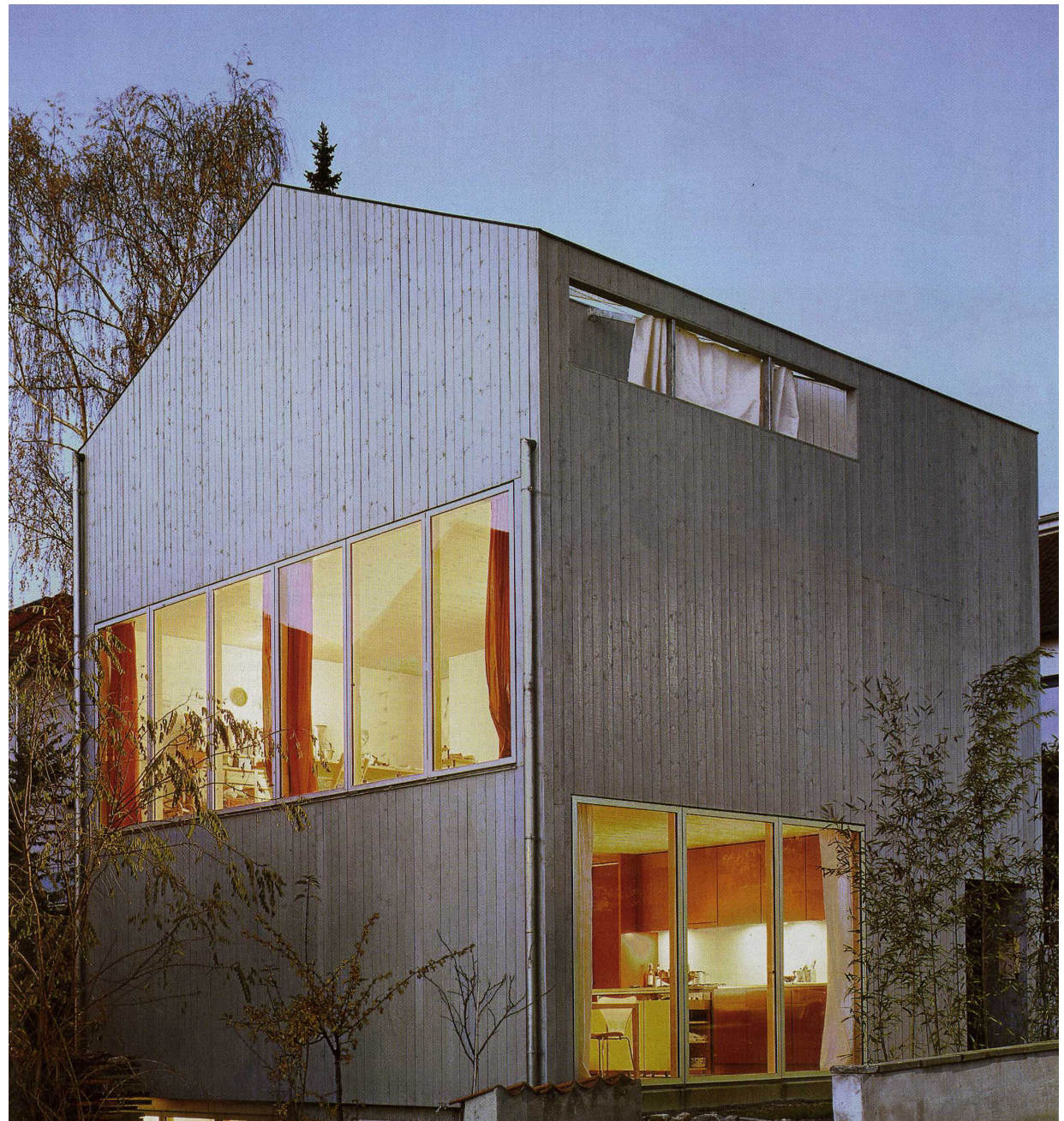


Abb. 44 | Blick von Außen

07 | Vgl. Detail 2007, Nr.4,332-335.

2.2 FERTIGHAUSMARKT ENTWICKLUNG



Abb. 45 | Mongolische Jurte

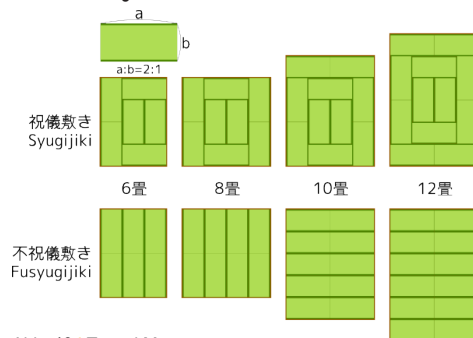


Abb. 46 | Tatami Matte



Abb. 47 | Leonardo da Vinci

Die Inspiration, ein Gebäude vorzufertigen oder zu systematisieren, ist kein Gedanke neuerer Zeit. Die Anfänge für ein „Fertighaus von der Stange“ können bereits in der Industriellen Revolution, vom späten 18. Jahrhundert bis in das beginnende 19. Jahrhundert gesehen werden. Mit dem beginnenden Auftreten von Sägewerken, wurden die traditionelle Holzständerbauweisen standardisiert, systematisiert und zu „Fertighausbauteilen“ rationalisiert.

Ansätze, für eine Vorfertigung und Systematisierung von Bauteilen für temporäre Nutzungen von Gebäuden können weit zurückverfolgt werden. In den unterschiedlichsten Kulturen der Welt entwickelten sich abhängig, von den Bedürfnissen und Ressourcen, eine eigene Art des Bauens.

Nomaden in der Mongolei, ständig auf der Suche nach Weideland, entwickelten eine Behausung, Jurten oder auch Ger genannt, welche es ermöglicht, schnell und einfach, ihr aus Fertigteilen bestehendes, traditionelles Haus aufzubauen. Diese Einzelteile bestanden aus biegsamen Holzscheregittern, Seilen, Wolldecken, Leinen und waren mit Pferden oder Kamelen leicht zu transportieren.

In **Japan** übernahm die Tatami-Bodenmatte (85 x 170 cm) das Standardmaß in der Architektur des Bauens ein. Der Stützenraster der

japanische Häuser basieren auf diesem Modul, bereitete dem Gebäude die Möglichkeit sich in einer immerwährenden Anordnung von gleichen Bauteilen aufzubauen.

In **Europa** beschäftigte sich Leonardo da Vinci mit der Vorfertigung von Häusern und entwickelte im Auftrag der Sforza 1494 die „Casa mutabile“. Ein transportables Gartenhaus aus Fertigteilen aufgestellt am Ufer des Tigris.

Der Bedarf der Vorfertigung von Häusern und der mit sich gebrachten Vorteile einer schnellen Behausung, machten sich die europäischen Plymouth-Kolonisten in **Amerika** zu Gute. Fertig geschnittene und passgenaue Teile wurden mitgeführt und konnten nach Erfordernis im feindlichen Land aufgestellt werden. Die Ausbreitung in südliche Regionen konnte durch endlose Wald- und Holzbestände rasch vorangetrieben werden. In der Zeit bis zum beginnenden 19. Jahrhundert und der Industriellen Revolution entwickelte sich der Fertigbau nur langsam. Mit der Erfindung der Dampfmaschine, bot sich die Opportunität die menschliche Arbeitskraft von der Maschine zu ersetzen. Die Veränderung der technischen, kulturellen und ökonomischen Bedingungen war ein Sprungbrett für die weitere Entwicklung der Vorfertigung. Aus der üblichen Bauweise entwickelte sich ein rationalisiertes

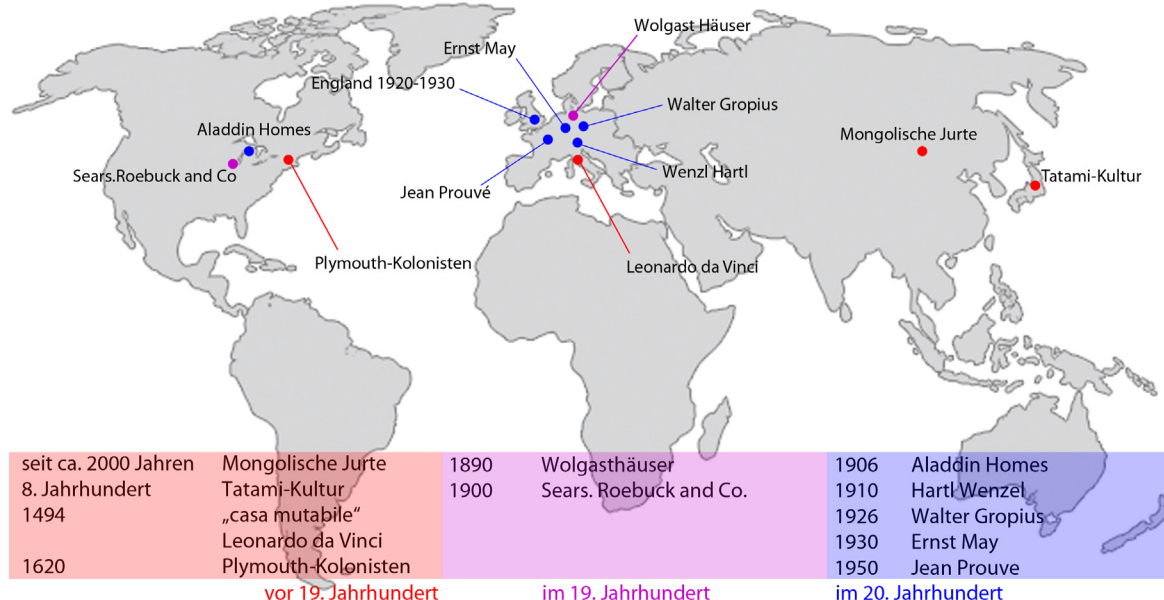


Abb. 48 | Globale Entwicklung

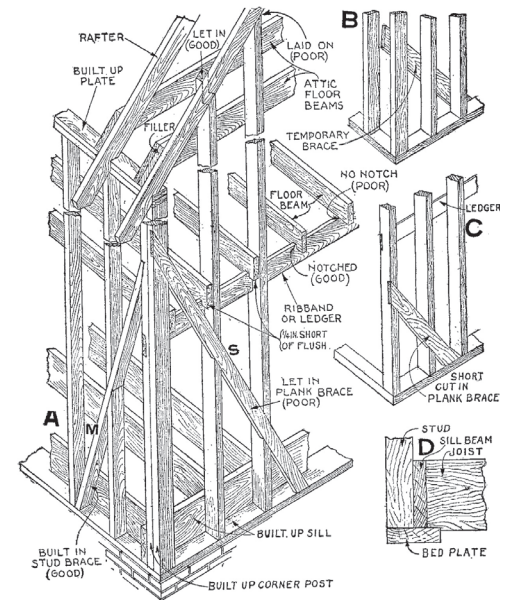


Abb. 49 | Balloon Frame

Fachwerksystem, das „Balloon Frame“. Dieses einfache System war die Grundlage für die Vorfertigung, der zum Hausbau nötigen Konstruktionsteile. In Werkstätten hergestellt und nummeriert auf die Baustelle geliefert, konnte es vom beauftragtem Unternehmen oder dem Bauherrn selbst errichtet werden. Spezialkenntnisse waren nicht nötig. In dieser Zeit entstanden Holzbaufirmen, welche Ihre Häuser in unterschiedlichen Stillarten in Katalogen anboten.

Die Erfindung der Sperrholzplatte machte eine weitere Entwicklung zur Tafelbauweise und somit zum Fertighausbau möglich. Decken, Wän-

de und ganze Bauteile wurden aus Platten gefertigt. Zwei Arten des Holzbaus behaupten sich parallel und werden weiter vorangetrieben. Die Tafel- und Skelett-Bauweise. In genormter Größe, mit bereits enthaltenen bauphysikalischen Eigenschaften, der thermischen Trennung, statischem Vermögen und dem Raumabschluss, ermöglichten bereits leicht transportable, effiziente Fertigteile. Der Umstand der vorhandenen Infrastruktur, endlos vorhandene Holzbestände und die Effizienz der industriellen Fertigung, führten zu einem Immobilienboom und Kataloghäuser wurden zu tausenden verkauft. Die

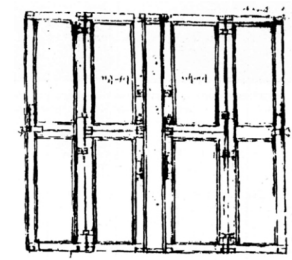


Abb. 50 | Casa mutabile 1494

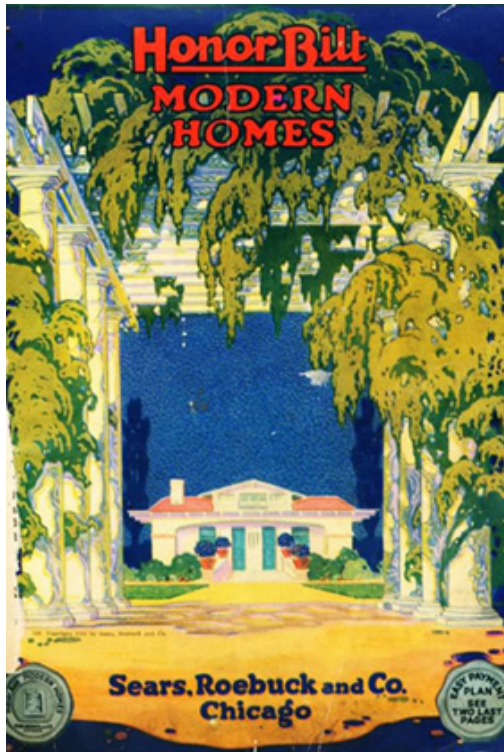


Abb. 51 | Sears, Roebuck and Co

enorme Nachfrage nach Wohnbauten und eine nicht vorhandene staatliche Lenkung, boten den Unternehmen die Möglichkeit, die Bauweise technisch zu optimieren und Kosten zu senken. Die bekanntesten Unternehmen, welche in diesem Segment der Immobilien ein Vermögen erwirtschaftet haben, sind die 1893 entstandenen „Sears.Roebuck and Co“ in Chicago und 1906 „Aladdin Homes“ in Michigan.

Im Norden **Deutschlands** entstanden 1890 die ersten Wolgast-Fertighäuser. „Wolgasthäuser“ waren „zerlegbar“, wie es ein dreisprachiger Prospekt aus dem Jahr 1892 erklärt. Und so konnten die Häuser, in Einzelteile zerlegt, bis nach Deutsch-Ostafrika und Südamerika exportiert werden. 1893 wurde auf der Weltausstellung in Chicago ein Wolgasthaus aufgebaut.

In **Österreich** präsentiert der Firmengründer Wenzl Hartl, Kaiser Franz Josef I, 1910 bei der Jagd Ausstellung als einer der ersten im Land, ein vorgefertigtes Einfamilienhaus.

Parallel zur der Entwicklung von Holzbauten fanden Versuche statt, Häuser in Stahlkonstruktionen und mit Betonfertigteilen zu errichten. Die Betonplattenbauweise, des amerikanischen Ingenieurs Grosvenor Atterbury, erwies sich mit den großen 11 x 4 m zweigeschossigen Platten, welche mit Kränen versetzt werden musste, als nicht wirtschaftlich. In Deutschland entwickelte, Ernst May, Frankfurter Baurat, den Betonplattenbau von Atterbury weiter und baute

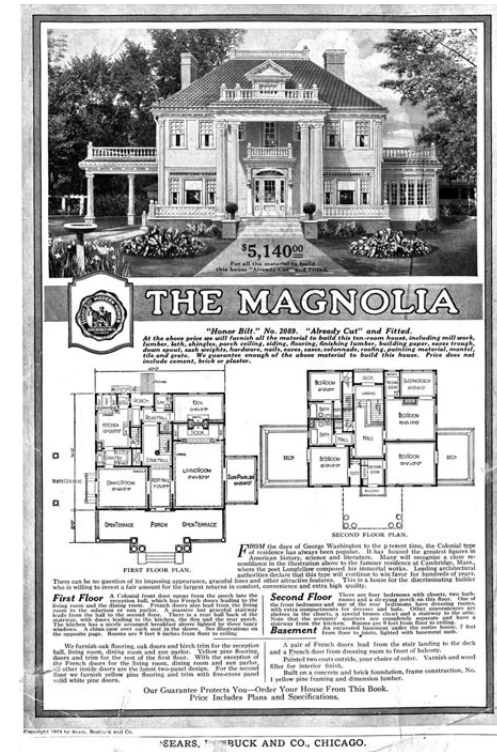


Abb. 53 | Sears, Roebuck and Co 1920



Abb. 52 | Walter Gropius 1919



Abb. 54 | Kaiser vor Hartl Haus 1910

bis 1930 ca. 1000 Häuser mit kleineren (3 x 1,1 m), wirtschaftlicheren Platten. 1926 bis 1928 beschäftigte sich Walter Gropius mit der Vorfabrikation von Bauelementen. Seine Philosophie, ein höchst ökonomisches Haus mittels „Baukastensystems“ zu entwickeln und trotzdem eine Variationenvielfalt nicht auszuschließen. Die Werkbundausstellung im Jahr 1927 mit dem Titel „Die Wohnung“, bildet zu dieser Zeit mit 17 namhaften Architekten u.a. Mies van der Rohe, Gropius, Le Corbusier, Taut, Behrens und Out, einen Höhepunkt in dieser Bewegung. Aus dieser Bewegung heraus, entstand auch die Weißenhofsiedlung in Stuttgart, als mustergültiges Wohnprogramm für den modernen Großstadtmenschen.

Abhängig von den zur Verfügung stehenden Rohstoffen, forcierte man in **England** schon sehr früh den Wohnungsbau, begünstigt durch die führende Maschinenrevolution im Bereich des Stahl- und Stahlbetonbaus. Holz musste importiert werden und zwang zur effizienteren Wohnungsschaffung, neue Möglichkeiten von Bauweisen im Stahl- und Stahlbetonbau gewissenhaft an den Markt zu bringen. Intension der Engländer war es, dass Mauerwerk in Bau zu reduzieren und die Arbeitsleistung mit dem Einsatz von Großraumelementen zu verkürzen. In den Jahren 1920-1930 wurden mehrere tausend Häuser in Beton- und Stahlbauweisen errichtet.

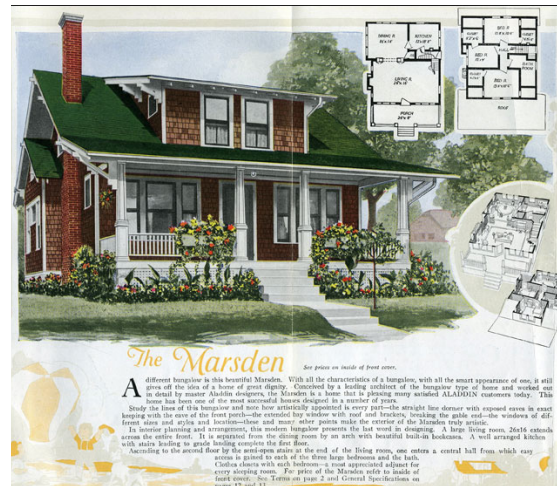


Abb. 55 | Aladdin Homes 1920



Abb. 56 | Werkbundausstellung 1927

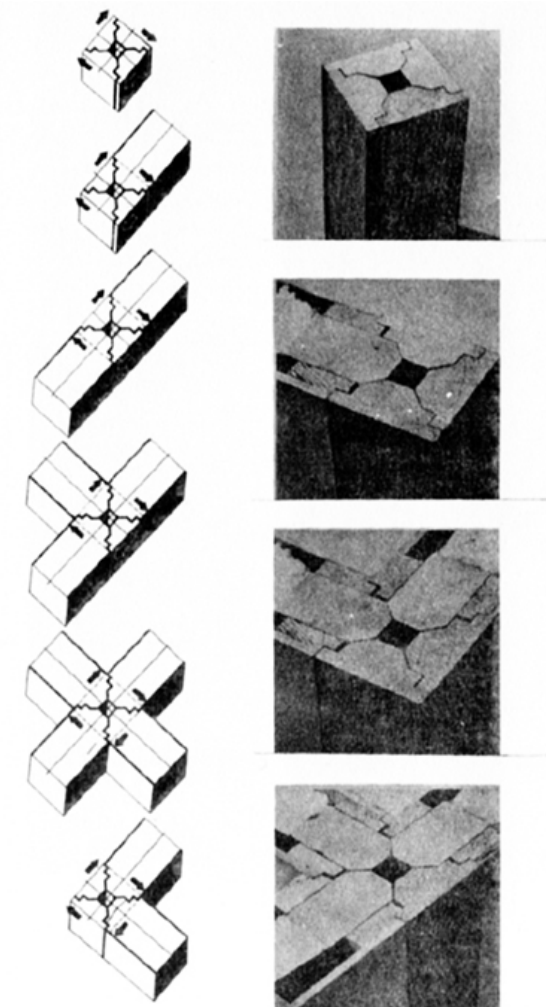


Abb. 57 | Packaged House System Knoten

Der Franzose Jean Prouvé, als einer der Pioniere der Vorfertigung, konzipiert in seinem Atelier das Maison Tropicale (1949-51) Das, aus einer tragenden Stahlkonstruktion bestehende Haus, wird mit Fertigaluminiumteilen im Modularsystem von 1m aufgebaut.

In Zusammenarbeit von Wachsmann Konrad und Gropius Walter entstand um 1942 das Packaged House. Das System, aufgebaut mit einem Einheitsmaß (Modul = 1,016 m) verspricht in seinem modularen Aufbau eine effiziente Lösung zur Vorfertigung einheitlicher Bauteile. Trotz finanzieller Unterstützung der Regierung und guter Vermarktung wurde kein Haus verkauft.

Im Zweiten Weltkrieg brachte der große Bedarf an Ressourcen, den Markt nahezu zum Erliegen. Der Bedarf an kostengünstigen und schnellen Wohnungen stieg nach dem Zweiten Weltkrieg stätig an.^{8,9}



Abb. 58 | MaisonTropicale



Abb. 59 | Weißenhofsiedlung 1927

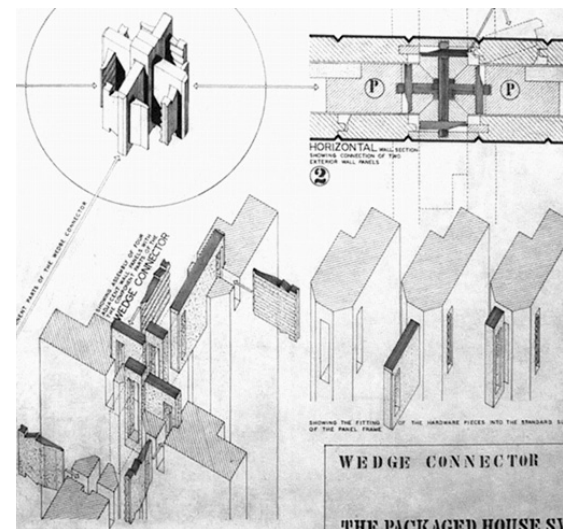


Abb. 60 | Packaged House System

08 | Vgl. Kistenmacher 1950,15-20.

09 | Vgl. Knaack / Chung-Klatte / Hasselbach 2012, 13-28.

2.3 FERTIGHAUSMARKT EMPIRISCHE ERHEBUNG

Im Bereich des Einfamilienhausbaus und dessen Nutzung über mehrere Jahrzehnte, werden an das Gebäude eine Menge Anforderungen gestellt. Dem Fertighausmarkt ist es nicht möglich auf diese Problematik einzugehen. Dieser produziert das Haus auf aktuelle Bedürfnisse des Kunden ohne oder mit nur geringer Voraussicht. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es dem Fertighausproduzenten kaum möglich allen Kriterien gerecht zu werden geschweige dem auch kosteneffizient zu realisieren. Speziell in dieser Analyse wurden auf diese Thematik eingegangen und ein spezifischer Fragenkatalog für Hersteller in Österreich erstellt.

Basis dieser Erhebung ist das vorhandene Konzept, um Aufschluss über Marktpotenziale des Lofthauses zu erlangen. Ziel dabei ist eine tabellarische Auflistung der Antworten, um ein Resultat und Feststellung der vorhandenen Zielgruppen für dieses Konzept in Österreich zu erhalten.

Im Rahmen dieser umfassenden Recherche, wurden vier Fertighaus-Hersteller mit österreichischem Firmensitz, im Zeitraum von

März bis Mai 2013 einer Befragung unterzogen. Mit Einsatz eines detaillierten, konzentrierten Fragebogens konnte umfangreiches Datenmaterial gewonnen werden. Wesentliche Ergebnisse dieser Erhebung wurden geordnet und nach dem strukturellen Gebäudeanforderungsprofil gegenübergestellt und ausgewertet.

Diese Auswertung dient als Basis für einen Ansatz dessen, welche Anforderungen einem Gebäude von den „Fertighausinteressenten“ gestellt und gefordert werden.

Fragenkatalog / zu erwartende Erkenntnis aus Fragestellung

- Was sind die meist verkauften Typen

- Größe in m²
- Ebenen (Geschoße)
- Dachform

Die Anforderung der Käufer, hinsichtlich der Erscheinung in Form und Größe. Mit der Größe wird auch hinterfragt, wieviel abgeschlossene Räume (Zimmer) gefordert werden.

- Nachfrage nach offenem Grundriss

- Schrägdach mit offener Untersicht (Loft)

Raumorganisation und zur Verfügung stehender Raumvolumina (Loft)

- Bauherren die vom Architekten oder Baumeister planen lassen?

Eruieren, welche Zielgruppe sich in diesem Markt finden lässt und ob der Fertighausmarkt die Ansprüche der Kunden, auch hinsichtlich individueller Planung, gerecht werden kann.

- Wohin geht die aktuelle Anfrage an Fertighäusern?

- Größe in m²
- Grundriss
- Ebenen
- Dachform

Aktuelle und zukünftige Nachfrage der Kunden nach Kriterien. Aus dieser Frage lässt sich auch die (kommende) zukünftige Marktausrichtung des Herstellers feststellen.

- Heizungssystem und Wärmeverteilung?

Hier wird der von den Kunden gewünschte Energieträger (Heizsystem) und die Wärmeverteilung im Raum hinterfragt. Es lässt sich mitunter auch das Energiebewusstsein der „Häuslbauer“ herausfinden.

- Anfrage nach Schlüsselfertig?

- Bauzeit relevant?
- Zeitbedarf (Bestellung – Übergabe)

Das zur Verfügung stehende Kapital hinsichtlich der meist finanzierten Grundstücke, Häuser und laufende Mietkosten. Mitunter lässt sich die technische Kompetenz, und die Möglichkeit der baulichen Eigenleistung (Fertigstellung), annähernd herausfinden.

- Hersteller im Fertighausverband warum nicht?

Eruieren welche Vorteile sich für den Hersteller durch eine Mitgliedschaft ergeben.

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	FERTIGHAUSMARKT	08.05.2013

Befragung Firmen im Park Graz / Gesamtgespräche

	ELK	HANLO Herr Gianesin Hannes	HARTL Herr Bisail Franz	MALLI Herr Maier Gerhard	ZENKER Herr Jausner Franz
Was sind die meist verkauften Typen? Größe	128-154m ² Größte Nachfrage nach 128 u. 154 Haus	Die größte Nachfrage beschränkt sich auf 120-150m ²	120-150m ² werden gebaut.	130-140m ² die Große beim ersten Bau	100-140m ²
Ebenen	Zimmer von 3 - 4 Ja, im Werk Anfrage per mail geschickt 2 Geschosse weil der m ² -Preis im gesamten günstiger ist.	Anfrage per mail geschickt zweigeschossiger Haustyp überwiegt in der Nachfrage wegen der kompakten Form => Energieeffizienter Im Schnitt ca. 2 - 3 Zimmer	2 - 4 Räume abhängig von Käufer Abhängig von Grundstück (Flach oder Hang) Junge Käufer meist 2 Vollgeschosse und Keller. Generation 50+ baut auf einer Ebene	Durchschnittlich 3 Zimmer, 2 Geschosse bei Jungen, 1 Geschoss bei 50+	Die Aufteilung der Ebenen hängt mit der Nutzfläche zusammen. bei 2 Geschossen 140m ² Nutzfläche bei 1 Geschoss 100m ² Nutzfläche. Meist mit 3 Räumen
Dachform	Walmdach wenn (behördlich) nicht möglich dann Satteldach	Abhängig vom Ortsbild vorrangig Walm oder Flachdach	Häufigste Anfrage für Walmdach. Satteldach eher selten. Flachdach selten	Walmdach und Satteldach	Häufigste Anfrage für Walmdach
Gibt es Statistiken	Ja, im Werk. Anfrage per mail geschickt.	Ja, Betriebsintern. Anfrage per mail geschickt.	im Hauptsitz von Hartl. Werden nicht bekannt gegeben.		im Werk von Zenker. nicht zugänglich.
Nachfrage nach offenen Grundriss? Schrägd. m. offener Untersicht (Loft)	Nein, Nachfrage sehr gering	Nachfrage gering, auch die Nachfrage nach einer Galerie lässt nach. Kompakte Formen sind gefragt mit besserer Energieeffizienz.	Von 30 Nachfragen eine (die diese Bauart haben wollen lassen es vom Architekten planen). Statisch ist diese Variante schwer zu lösen im Fertighausbau (weil meist Holzriegelbau).	Kaum Nachfrage, wenn da ältere Generation gut situiert. Älter 50 und älter mit 2 Personenhaushalt	Ja, die Nachfrage ist vorhanden wird aber nach Kalkulation wieder verworfen, weil zu teuer. Der Raum wird meist genutzt für ein weiteres Zimmer.
Bauherrn die vom Architekten oder Baumeister planen lassen? Warum nicht ein Fertighaus	Erster Weg ist der Fertighausmarkt	Wenn Kapital vorhanden ist wird ein Arch. Engagiert, wenn nicht dann wird ein Fertighaus gebaut	Umfeld abhängig. Wenn im Freundeskreis ein Architekt anzufinden ist wird meist dieser für die Planung herangezogen.	wenn im Bekanntenkreis jemand das Knowhow hat Pläne zu erstellen, dann wird dies genutzt.	zuerst wird der Architekt beauftragt und dann von Zenker individuell angefertigt. Individuelle Planungen können von vielen Fertighausherstellern realisiert werden.

Abb. 61 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 1

	Fertighausparks um sich näher mit dem Thema Haus zu beschäftigen. Besichtigungen der Häuser außen und innen. Raumgefühl für Größen zu entwickeln. Die meisten bleiben dann beim Fertighaus.	Die Aufklärung fehlt bei den Konsumenten keine Angabe	Mit der Planung kommen diese Kunden zum Fertighaus. Erst wenn die Planung nicht umsetzbar ist gehen diese zum Architekten oder Baumeister. z.B. bei großen Glasflächen ist statisch eine Sonderlösung erforderlich.		
Wie groß ist diese Gruppe	wenige gehen dann zum Architekten oder Baumeister weil den Bauherren die Kosten bewusst werden.	keine Angabe	ca. 10 % bauen mit dem Architekten	wenige	ca. 10 %
Wohin geht die aktuelle Anfrage an Fertighäusern?	128-154m² Passivhaus	in der zwanzigjährigen Erfahrung des Herren ändert sich an den Größenwünschen nur wenig.	eher kleiner 100-120m² Weil bewusst das Kinder später ausziehen	130-140m² Familien mit ca. 3 Zimmern	140 m²
Grundriss	je nach Altersgruppe	Kompakt mit großzügigem Wohnbereich	70% offener Aufenthaltsbereich Wohnen/Essen/Kochen	die größte Nachfrage nach offenen Grundriss, teilweise auch geschlossene	Kompakt mit großzügigem Wohnbereich
Ebenen	1 Geschoss. Aber meist zu teuer dann wird meist auf 2 Geschosse ausgewichen (Ausschlaggebend ist der Preis und oft auch der Grund)	zwei Ebenen Eine Ebene nur bei älteren Leuten ca. 10-15% (wenn Grundstück groß genug ist)	1-2 Ebenen	1 Ebene wird derzeit stärker angefragt	zwei Vollgeschosse
Dachform	Walmdach 40% Satteldach 30% (z.B. Hausmannstätten ist nur Satteldach erlaubt) Elk hat das erste Passivhaus-Bungalow	Traditionelle Dachformen Walm	Walmdach 50% der Fertighäuser werden individuell geplant (Planung immer vom Grundstück abhängig). 90 % der Häuser werden umgeplant weil diese auf das Grundstück angepasst werden müssen. Der Trend beim Fertighaus geht in Richtung „klein, energieeffizient und schnell“ vor allem bei der älteren Generation die das zweite Mal bauen. (Trend Super Niedrigenergie)	Walmdach und Satteldach Meist verhindert die Bebauungsrichtlinie den Bau. Wenn die Möglichkeit vorhanden ist, wird auch mehr auf einer Ebene gebaut	Walmdach Der Trend geht in Richtung niedrigen Heizwärmebedarf um die 36 kWh
Heizungssystem und Wärmeverteilung?	Für Erdwärme kommt die meiste Nachfrage. 10 Kunden Fußbodenheizung 3 Kunden Radiatoren	Fast ausschließlich Wärmepumpe. Wenn vorhanden Fernwärmeanschluss Pelletheizung kaum Ölheizung keine Nachfrage	Abhängig von Grundstücksgröße 50 % wenn es die Größe zulässt Erdwärmepumpe (flächig) mit Fußbodenheizung. (HWB 25,6 ; 6KW) 50% Luftwärmepumpe, die Kosten sind ziemlich gleich zu Erdwärme (Unterschied ca. 2000 Euro) Die Junge Generation möchte möglichst Autonom sein und dementsprechend auch ihr Haus bauen.	Nach Niedrigenergie ist die größte Nachfrage. Passivhaus wird kaum angefragt. Erdwärme und Luftwärmepumpe als Energieträger am häufigsten in Verwendung. Von den Kosten sind Erdwärme und Luftwärme ziemlich gleich. Wenn vorhanden wird auch Gas eingesetzt	Erdwärmepumpe mit Fußbodenheizung

Abb. 62 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 2

Anfrage nach Schlüsselfertig?					
Bauzeit relevant?	50 / 50 Jung / Alt	Ja, 90 % der Kunden wollen Schlüsselfertig bauen	Ja, möglichst kurz	Nein, der Bau kann auch durchaus länger dauern	Ja, der Kunde ist mit den 6-9 Monaten der Fertighaushersteller zufrieden
Zeitbedarf (Bestellung - Übergabe)	6 Monate Standard Terminalschiene Schnellste 4 Monate	schnell als möglich einziehen 6-9 Monate	nach Unterschrift 1 Jahr bis zum Einzug	Am Land ca. 7 Monate der Stadt ca. 9 Monate (Wegen Bürokratie)	In 6-9 Monate
Hersteller im Fertighausverband warum nicht?	Elk ist im Fertighausverband Gebühren und genaue Kontrollen Elk, Baumax und Zenker sind eine Gruppe	Hanlo ist im Fertighausverband Kosten und Richtlinien ermöglicht nicht allen ein Mitglied zu sein	Hartl ist im Fertighausverband Chef von Hartl ist auch im Fertighausverband im Vorstand Zu schwache Bonität der Hersteller verwehrt ihnen eine Mitgliedschaft.	Nein weil Ziegelmassivhaus und dadurch nicht 100% Fertighaus.	Zenker ist im Fertighausverband Auflagen des Fertighausverbandes

Abb. 63 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 3

Parallel zu der Feldforschung wurde eine Marktanalyse der aktuellen Entwicklung im Markt erhoben. Quellen der Entwicklung reichen vom Fertighausverband und Statistik Austria, bis hin zu Zeitungsartikel und Webrecherche. Für eine wissenschaftliche Arbeit nicht sehr fundierte Quellen, bedingt durch meist finanzierter Angaben von Profiteuren, aber für die Analyse eine akzeptable Möglichkeit eine schnelle, aktuelle Standpunktanalyse in dem Immobiliensektor Fertighausmarkt zu erhalten.

Bezugnehmend auf die Listen

FERTIGHAUSMARKT, Analyse und Trends

FERTIGHAUSMARKT, Analyse und Trends - weitere Quellen

FERTIGHAUSMARKT, Analyse und Trends - weitere Quellen - Gegenüberstellung

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	FERTIGHAUSMARKT	12.06.2013
Analyse und Trends - statistik österr. FH-Verband 2010 u. 2011		

Statistik österreichischer Fertighaus Verband		
Fertigbau-Entwicklung 2010 -2011 in %	+3,85 (v. 2598-2697)	
FH Entw. : Export - ÖFV Mitglieder 2010 - 11 in %	+18 (von 462 - 546)	
Ausbaustufen (ÖFV) 2010 - 2011 in %		
Ausbau-Haus	18,98 - 19,59	
Belagsfertig-Haus	54,62 - 48,26	
Schlüsselfertig-Haus	26,4 - 32,15	
Energiestandards (ÖFV) 2010 - 2011 in %		
Konventionell	5,0 - 8,0	
Niedrigenergiehaus	89,0 - 89,0	
Passivhaus	6,0 - 3,0	
Erwirtschafteter Umsatzanstieg in % 2010 - 2011	+6,27	
in Euro	484 - 514 Mio	
Verteilung auf die Bundesländer in %		
	2010	2011
Salzburg	4	4
Tirol	2	3
Vorarlberg	4	1
Wien	18	20
Niederösterreich	37	34
Burgenland	5	4
Steiermark	7	8
Kärnten	5	13
Oberösterreich	18	13

Abb. 64 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	FERTIKHAUSMARKT	12.06.2013
Analyse und Trends – weitere Quellen		

QUELLE 1

Artikel: Krone „Das sind die neuen Trends beim Hausbauen“ 2012

Vorrausschauende Planung für das Alter, individuell, energiesparend, wohngesund, durchkonzipierten Ausbau am besten Schlüsselfertig.

Trend 1: Vorausschauende Planung

Interesse an baulichen Lösungen die bereits ein Wohnen in Alter berücksichtigen. Barrierefreie Planung ist einer der wichtigsten Trends 2012.

Trend 2: Bungalows

In der Fertighausbranche ist eine verstärkte Nachfrage nach dem Wohnen in einer Ebene zu verzeichnen. Übersichtlichkeit des ebenerdigen Hauses wird nicht nur von Generation plus 50 geschätzt. Bungalow-Angebot steigt bei Anbietern und steht teilweise im Mittelpunkt der Hauspalette.

Trend 3: Energiesparend

Energiesparende Lösungen in Kombination mit alternativen Energien.

Trend 4: Planung mit Architekten

Wohnindividualitäten. Zunehmender Einbezug eines Architekten im Fertighausbau.

Trend 5: Nachhaltiger Energieträger

Solar und Wärmepumpe als Heizungsträger in Kombination mit „Energiesparwänden“.

Trend 6: Wohngesundheit

Schadstoffarmer Einsatz von Materialien für Wand, Decke, ...

Trend 7: Schlüsselfertig

Im gehobenen Segment wird auf Schlüsselfertig gesetzt. Transparenz der zu erbringenden Leistungen. Zusammengestellte Ausbau-Packages

QUELLE 2

Artikel: Interconnection „Ring frei für Runde zwei“ 2012.04.26

-FH-Branche wächst im Jahr 2011 mit 5,9%. Fertighausquote auf 32,2% womit jedes dritte Ein-Zweifamilienhaus von der Stange ist.

-2011 wurden 5.733 industriell gefertigte Häuser verkauft. Anstieg von 2,1%

-2011 bis 2015 Wachstum von 6,1%

-Potenzial stärker bei mehrgeschossigen 7,1% und Reihenhäuser 6,6% und Wohnsiedlungen gesehen.

-Schlüsselfertige Häuser bei Marktanteil von 23,7% und stetig Steigend.

-Holzfertighäuser sind aufgrund der industriellen und ökologischen Fertigungsweise Vorreiter beim Thema Energieeffizienz.

-Anteil der Niedrigenergie- und Passivhäuser nimmt stetig zu. 2011 Niedrigenergiehäuser bei 83,5%

-Die 3 Top Unternehmen halten Marktanteil von 18,6%

-Zukünftige Marktchancen liegen bei sofort beziehbarem Wohnraum, Wohnsiedlungen für Pensionisten und junge Familien.

Zur Feststellung der Akzeptanz und Nachfrage des Konzepts vom Lofthaus, wurden ähnliche Konzepte von Fertighausherstellern in Österreich mit gleichen Bedingungen und Anforderungen untersucht und gegenübergestellt.

Bezugnehmend auf die Listen

Fertighausparks Österreich, Musterhausparks mit FH-Hersteller

FERTIGHAUSMARKT, Vergleichshäuser / Bungalows / 120-140 m²

Resultat aus Analyse

Mit Hilfe dieser Recherche konnten die divergenten Anforderungen der Bauherrin an das Wohngebäude annähernd aufgezeigt werden. Herstellerübergreifend ist sichtbar das in spezifischen Bereichen, trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen, die Anforderungen des Nutzers nicht vollkommen identisch aber annähernd gleich sind. Hierbei wird auch deutlich, dass gewisse Maßnahmen nicht direkt auf die Entscheidung der Bauherrin zurückzuführen sind, sondern behördliche Vorgaben oder Grundstücksspezifische Gegebenheiten. Aus dieser Analyse heraus wird es als sinnvoll erachtet, sich auf die Bereiche der starken

Abb. 65 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen Seite 1

Konformität zu konzentrieren. Analog dazu sollte eine Dimensionierung angedacht werden, welche auch den zukünftigen Anforderungen gerecht wird.

Bestreben der Analyse liegt darin, einen aus der Recherche heraus entwickelten spezifischen Entwurf, der annähernd allen Anforderungen hinsichtlich der Größe und Raumorganisation gerecht wird.

Lösungsansatz

Um möglichst vielen Anforderungen gerecht zu werden, ist es zweckmäßig nur die Basis des Gebäudes (Konzeptes) zu stellen und es der Möglichkeit des Nutzers zu überlassen, welche individuellen Bedingungen erfüllt werden können oder müssen.

Eine Flexibilität und Variabilität in der Organisation des Gebäudes, stellt eine Grundvoraussetzung für den Erfolg des Lofthauses dar.

Bedingt durch die, aus der bereits im Konzept bewusst ausgeschlossenen Möglichkeiten des Geschossbaus, beschränkt sich die Zielgruppe. Zur Befriedigung dieser kleineren Gruppierung muss die Planung für diese arrangiert werden. Eine Variabilität der Konstruktion ist anzustreben und aus Sicht der Ökonomie genauer zu betrachten.

QUELLE 3

Artikel: Wirtschaftsblatt „ Bis 2014 FH-Markt bei 33%, Markt insgesamt schrumpft“

- Vor der Krise wurden 6000 Häuser im Jahr gebaut. Trendwende 2015.
- vier von fünf Häusern kosten (exkl. Keller) weniger als 250.000 €, Hälfte davon 125.000€
- Wachstum wird im Ausland gesehen.

QUELLE 4

Artikel: wohnnet „schwache private Nachfrage nach Architekturdienstleistung“

- Jährlich rund 14.000 Architektur-Projekte in privaten Haushalten. 95% Prozent davon Gebäudeplanung.
- Bedeutung des Fertighauses trägt zur negativen Entwicklung der sinkenden Nachfrage in der Gebäudegestaltung mit Architekten bei.
- Marktanteil des FH wächst Jährlich um 1-2%.
- Bauherr hat konkrete Vorstellungen und benötigt keinen kreativen Input (Architekten)
- Architektenplanungen liegen bei Bauten bei über 500.000€

QUELLE 5

Artikel: Standard „Fertighausmarkt wächst gegen den Trend“ Mai 2011

- 31 % der EFH bestehen aus Fertigteilen und sind 760 Mio. schwer
- EFH boomen dank Energieeffizienz und schneller Bauzeit
- FHM bei 31% und steigend, derzeit 5600 von 18200 Neubauten sind FH.
- Markt zwischen 2008 und 2010 bis voraussichtlich 2013 leicht rückläufig.
- 90% der energieeffizienten Bauten sind FH.
- Fertighausverband will in den nächsten Jahren Plusenergiehäuser auf den Markt bringen.
- weiterer Trend des FH-Hersteller sind größere Projekte im Wohnbau, Hotels u. Schulen.

Abb. 66 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen Seite 2

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	FERTIGHAUSMARKT	12.06.2013
Analyse und Trends - weitere Quellen		

Analyse und Trends - weitere Quellen	Statistik östr. FHV	
Quelle 1 (Krone)		
	keine Zahlen	
Quelle 2 (Interconnection)		
Branche wächst 2011 bis	5,9%	3,85%
Fertighausquote auf	32,30%	
industriell gefertigte Häuser 2011	5.733	2.697
Zwischen 2011 bis 2015 Wachstum von	6,1%	
Schlüsselfertige Häuser 2011	23,7%	32,15%
Durchschnittliche Kosten Haus Schlüsselfertig 2011	140.000 Euro	
Niedrigenergiehäuser 2011	83,5%	89%
Quelle 3 (Wirtschaftsblatt)		
Kosten Häuser	250.000 Euro	
Hälfte davon nur	125.000 Euro	
Quelle 4 (Wohnnet)		
Anzahl der Architektur Projekte in privaten HH	jährlich ca 14.000	
davon Gebäudeplanung	95%	
Marktanteil des FH wächst jährlich um	1-2%	3,85%
Architektenplanungen liegen bei Bauten über	500.000 Euro	
Quelle 5 (Standard)		
Prozentanteil der Fertigteilhäuser in EFH 2011	31%	
in Euro	760 Mio Euro	514 Mio Euro
FHM liegt bei	31% und ↑	
energieeffiziente Bauten sind FH	90%	

Abb. 67 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen - Gegenüberstellung

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	Fertighausparks Österreich	14.03.2013
Musterhauspark mit FH-Aussteller (Mitglieder Fertighausverband)		

BLAUE LAGUNE	EUGENDORF	HAID	GRAZ
Blaue Lagune 2351 Wr. Neudorf 43/22 36/641 99	Musterhauspark 1 5301 Eugendorf 43/6225/280288	Ikeaplatz 9 4053 Linz-Haid 43/7229/78940	Weblinger Gürtel 33 8054 Graz 43/316/293593
Adam Fertighaus Augsberger Aust Bau Austro Haus Bau mein Haus Baumax Dan Wood House Elk Fertighaus Freisgeist Haus Genböck Haus Glorit Bausysteme Haas Fertigbau Hanlo Hanse Haus Hartl Haus Huf Haus Köberl Haus LOGO Ziegelfertighaus Lux Haus Maba Fertighaus Magnum Vollholzdesign Marles Fertighaus php Passivhaus Pro Naturhaus Redbloc Ziegelfertighaus Singer Romberger Liapor Haus Rubner Haus RW Modul Projektbau Schachnerhaus Town & Country Haus Vario Bau Weber Haus Wigo Haus Wolf Systembau Wunschhaus X Homes Projekt Zenker Hausbau	Austro Haus Bauer Baumax Elk Fertighaus Genböck Haas Fertigbau Hanlo Hanse Haus Hartl Haus Lux Haus Obwegger Haus Scherer Veritas Wigo Wolf Systembau Zenker Hausbau	Bau mein Haus Baumax Elk Genböck Haas Hanlo Hartl Haus Maba Marles Obwegger Haus Rubner Haus Vario Veritas Wigo Wolf Systembau	Bau mein Haus Baumax Elk Fertighaus Haas Fertigbau Hanlo Hartl Haus Maba Fertighaus Malli Haus Marles Rubner Haus Schachnerhaus Strobl Vario Bau Wolf Systembau Zenker Hausbau
ALLGEMEINE FH-HERSTELLER			
ohne Musterhäuser im Fertighauspark			
Gruber Haus Heifert Haus Holzhaus Sonnleitner Holzhaus Pichler Haus			

Abb. 68 | Liste Fertighausparks Österreich, Musterhausparks mit FH-Hersteller

Zeitplan 2.3	Thema FERTIGHAUSMARKT	Fassung 08.05.2013
Vergleichshäuser / Bungalows / 120-140m ² (Mitglieder im Fertighausverband)		

Hersteller Modelle NNF Dachform	offenes Dach (Lofcharakter)	offener Grundriss KÜ/Essen/Wohnen	Zimmeranzahl ohne Wohnraum	Flurflächen	Behindertengerecht	vorgefertigt alle Teile trocken auf die Baustelle	Schlüsselfertig	Musterhaus	Dachkonstruktion	E-Kennzahl HWB in kW/h	Flächenmaße in %	Brutto-Preis Haus *	Preis m ² /NNF
	ganz / teilw.			groß / klein				Ja / Wo			geschl. offen	Schlüssel- Fertig	m ² / NNF
elk Bungalow 135 pult	teilw.	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Sparrendach	ca. 44	62 38	202.000	1.497
hanlo Top Star 130 walm	teilw.	ja	3	groß	nein	ja	ja	nein	Brettbinder	ca. 40	48 52	197.000	1.515
hartlhaus Elegance 122w walm	teilw.	ja	3	klein	nein	ja	ja	ja, Bl. Lagune	Sparrendach	ca. 38	63 37	232.000	1.901
luxhaus eben 123 pult	teilw.	ja	2	klein	nein	ja	ja	nein	Binderdach	40-45	55 45	230.000	1.870
malli-haus walm 121 walm	ja	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Sparrendach	ca. 48	64 36	174.000	1.440
zenker-hausbau On Top 127 pult	teilw.	ja	2	klein	nein	ja	ja	nein	Leimholz binder	ca. 50	54 46	213.655	1.682
Lofthaus spez. Entwurf	ja	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Leimholz binder	< 36	Plan	lt. Kostenpl.	

* laut ÖNORM 1801-1 "Bauwerkskosten", ohne Bodenplatte, inkl. Honorare, inkl. Nebenkosten, ohne Reserven

Abb. 69 | Liste Fertighausmarkt, Vergleichshäuser / Bungalows / 120-140 m²

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHEN

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

3.1 RAUMMODULE

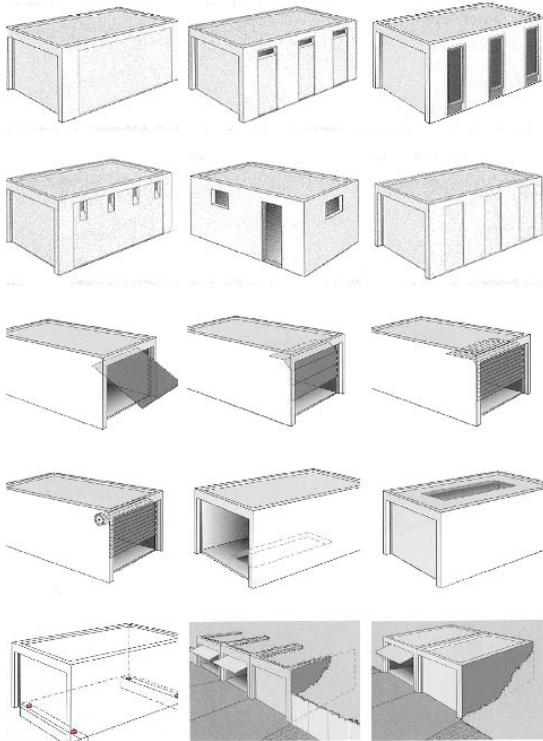


Abb. 70 | Beton Raummodule und Fertiggaragen

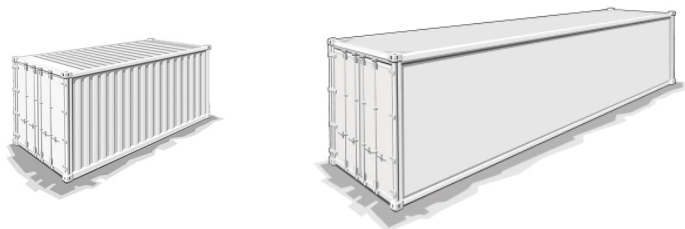


Abb. 71 | Stahlcontainer

Eines der Hauptbestandteile ist das Raummodul und kann als ein Produkt betrachtet werden. Im Vergleich zu anderen Bestandteilen des Hauses können diese, als ein homogenes Bauteil, bereits in Ihrer Endfunktion geliefert werden. Der Markt stellt industriell vorgefertigte Produkte, zum Beispiel im Bereich des Garagenbaus oder Transportcontainer, in geforderten bewohnbaren Größen zur Verfügung. Zur Selektion werden Raummodule in der Materialität Beton, Metall und Holz betrachtet.

ANFORDERUNGEN

Anforderungen (kurzgefasst in der Liste „ANFORDERUNGEN spez. an ein Element / Produkt – RAUMMODUL“)

Großer Vorteil in der Auswahl des Produktes bringt der Umstand, dass es bauphysikalisch keine Anforderungen hinsichtlich des Witterungsschutzes und dem Transmissionswärmeverlust gestellt werden müssen, da diese Funktionen von den raumumschließenden Bauteilen übernommen wird.

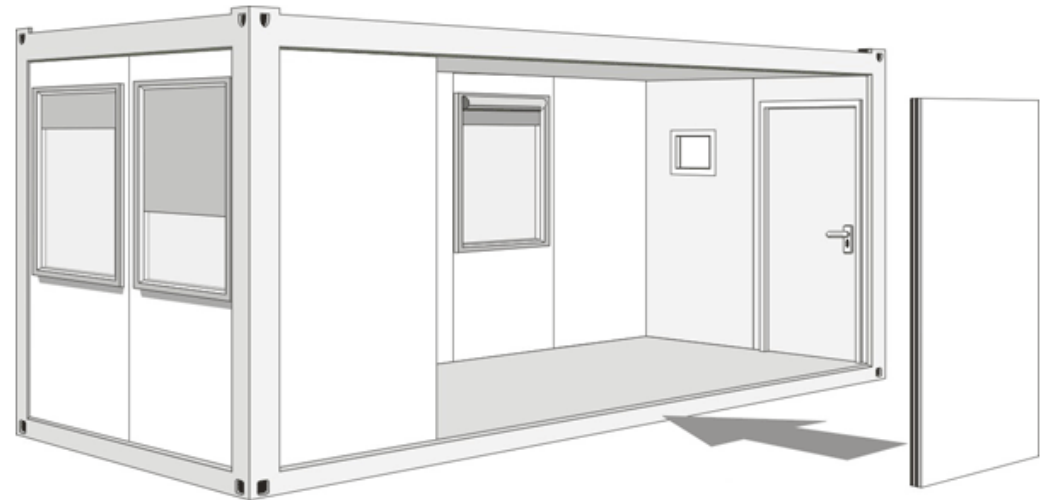


Abb. 72 | Stahlcontainer Wohnmodul

- **Abmessungen:**

Abmessungen werden unter Berücksichtigung der geforderten Normen, Ö-Norm Raumhöhe mindestens 2.4 Meter und, einer angemessenen Raumgröße von mindestens einer Lichtbreite von 2,90 Meter, angepasst an den Gebäuderaster (unter anderem der Hallenkonstruktion) ausgewählt.

- **Kosten:**

Als eines der Hauptkriterien in der Auswahl stehen die Kosten des Raummodules, in welchen die Aufwendungen des Produktes, Montage und der Transport enthalten sind.

- **Ausführungsqualität:**

Nachdem die zur Auswahl stehenden Erzeugnisse nicht für den Wohnungsbau gedacht und ausgelegt sind, ist auf die Qualität des Artikels Rücksicht zu nehmen und entsprechend anzupassen.

- **Zeitbedarf:**

In der Projektierung des Hauses ist der gesamte Zeitbedarf von der Planung über die Bestellung bis hin zur Lieferung zu berücksichtigen.

- **Lastabtrag:**

Ausgehend vom Gewicht des Raumobjektes ist die Last in den Boden abzuleiten und somit auch eine Entscheidung zur Dimensionierung

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt	07.06.2013
RAUMMODUL		
- GEFORDERTE LEISTUGEN		
- Abmessungen angepasst an Konstruktion		
- Kosten (nach ÖNorm 1801-1)		
- Ausführungsqualität		
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)		
- Lastabtrag in Unterkonstruktion (Bodenplatte)		
- Leitungsführungen (Elektroinstallationen, Wasser, ...)		
- Belichtung		
- Belüftung		
- Bauphysikalische Leistungen		
- Hitzeschutz		
- Wärmespeicherkapazität (Massenspeicher)		
- Raumfeuchteregulierung		
- Schalldämmung (außen: Luftschall, innen: Luft- und Trittschal)		
- Wärmebrücken vermeiden		
- ANGESTREBTE LEISTUNGEN		
- Wenige Schichten		
- Wärmebrücken		
- Langzeitbeständigkeit		
- Nachträgliche Installation / Veränderung		
- Gesundheitliche Aspekte		

Abb. 73 | Liste Anforderungen Raummodul

der Fundamentplatte. Eine eventuelle zusätzliche Belastung der Konstruktion ist in Erwägung zu ziehen und in der Statik des Modules zu berücksichtigen.

- **Leitungsführung:**

Installationen wie Wasser und Elektro können, wenn es das Material zulässt und der Hersteller anbietet, direkt im Raummodul integriert werden. Andere Möglichkeit ist eine vor Ort Installation, welche dem Bestreben der größtmöglichen Vorfertigung widerspricht.

- **Belichtung:**

Öffnungen für eine Belichtung in den Modulen sind abhängig von der Nutzung, nicht zwingend nötig aber anzustreben (z.B. Bad).

- **Belüftung:**

Öffnungen für eine Belüftung korreliert meist mit der Belichtung (Fenster). Abhängig von der Nutzung kann nur eine Belüftung nötig sein (WC, Technik,...).

- **Hitzeschutz:**

Ausgehend von einer angestrebten passiven Sonnennutzung ist bei direkter Bestrahlung eine „Überhitzung“ des Materials zu vermeiden (z.B. Stahl)

- **Wärmespeicherkapazität:**

Ein im Großraum befindliches Raummodul soll

eine möglichst große Wärmespeicherkapazität aufweisen, sodass die „Hülle“ diese Funktion nicht zwingend übernehmen muss.

- **Raumfeuchteregulierend:**

Ähnlich der Speicherkapazität ist ein feuchteregulierendes Material von Vorteil. Diese bauphysikalische Eigenschaft muss nicht zwingend von den Raummodulen übernommen werden. In Bereichen stärkeren Feuchtigkeitsaufkommens, zur Reduktion der Kondensatbildung, ist es kaum umgänglich.

- **Schalldämmung:**

Zur Trennung des Großraumes mit den intimeren Räumen ist eine Mindestanforderung zur Schalldämmung laut ÖNORM B8115-2 gefordert.

- **Wärmebrücken:**

Sollte eine Positionierung des Raummodules an der Außenwand zustande kommen, und eine Wärmedämmung nötig sein, sind Wärmebrücken zu vermeiden.

- **Wenige Schichten:**

Nicht zwingend gefordert, aber bedingt durch die Anfälligkeit mehrerer Schichten sind wenige anzustreben.

- **Langzeitbeständigkeit:**

Das gesamte Bestreben liegt darin nachhaltige

Materialien zu verwenden, welche auch eine Langzeitbeständigkeit aufweisen können.

- **Nachträgliche Installation / Veränderung:**

Eine Variabilität im Produkt sollte gewährleistet sein, wenn diese nicht vom gesamten System arrangiert werden kann.

- **Gesundheitliche Aspekte:**

Zu beachten sind Bestandteile, Materialien oder Produkte, welche eine gesundheitliche Schädigung beim Bewohner hervorrufen könnten (z.B. faradayscher Käfig bei Stahlbetonmodul, Klebstoffe bei Brettschichtholzmodul, Lacke bei Container etc.).

MARKTPRODUKTE

Im Rahmen der umfassenden Recherche wurden marktvorhandene Fertigteilmodule in den den Anforderungen entsprechenden nutzbaren Größe ausgewählt. Zur Materialwahl wurden Module aus Beton, Stahl und Holz analysiert und bewertet. Für eine nähere Betrachtung dieses Datenmaterials wurde die Konzentration auf die den Anforderungen entsprechenden Raummodulen reduziert, Fakten erhoben und ausgewertet.

BETON

Spezifische Eigenschaften des Materials:

Beton ist sehr druckfest und nicht brennbar. Der Baustoff kann mit seiner Masse gut Wärme speichern und als Trennwand Schallübertragung unterbinden.

Druckfestigkeit 20-58 N/mm²

Dichte 2,0 - 2,4 t/m³

Wärmeleitfähigkeit ca. 2,1 W/mK

spezifische Wärmekapazität 0,88 kJ/(kg•K)



Abb. 74 | Raummodul Beton



Abb. 75 | Raummodul Beton

Stahlbeton Module sind dünnwandige, in einem Guss hergestellte, Betonfertigteile. Diese sind in sich biegesteif, selbsttragend und können bei stärkerer Auslegung auch Belastungen von mehreren Raummodulen tragen. Infolge ausgereifter Schalungstechnik sind unterschiedliche Größen in der Herstellung realisierbar.

Innenabmessungen:

Längen von 5,5 - 9,0 m

Breiten von 2,7 - 4,0 m

Höhen von 2,5 - 3,5 m

Wandstärken von 6 - 14 cm

Deckenstärken von 8 - 15 cm

Anwendung finden die Fertigteile in Garagen, Trafostationen, Fertiggellern, Gewerbebauten sowie Büro- und Hotelbauten.



Abb. 76 | Raummodul Beton



Abb. 77 | Raummodul Beton



Abb. 78 | Raummodul Beton



Abb. 79 | Raummodul Beton

METALL

Spezifische Eigenschaften des Materials:

Stahl ist auch bei geringem Materialeinsatz sehr Formstabil. Ohne eine zusätzlichen Beschichtung ist Stahl bei erhöhter Feuchtigkeitseinwirkung korrosionsanfällig. Das Material leitet gut Wärme und ist als Wärmespeicher bedingt geeignet.

Dichte von Stahl bzw. Eisen beträgt 7850–7870 kg/m³

Zugfestigkeit 290 – 830 N/mm²

Wärmeleitfähigkeit 42 – 80 W/mK

spezifische Wärmekapazität 0,477 kJ/(kg•K)

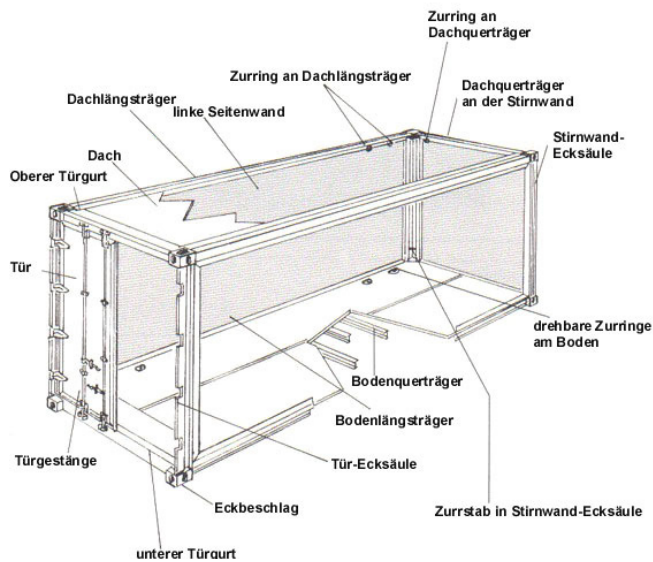


Abb. 80 | Stahlcontainer

Stahl Container bestehen aus einem Stahlrahmengerüst mit eingesetzten Trapezblechen oder Wandpaneelen und Ladeklappen. Diese sind in sehr formstabil und können bis zu vier Reihen hoch gestapelt werden. Primär in Verwendung für den Transport und Lagerung finden die Container auch Einsatz in Bürobauten und Wohncontainern.

Die nach ISO Norm hergestellten Container sind in folgenden Abmessungen erhältlich.

Innenabmessungen:

Längen von 1,71 – 12,03 m

Breiten von 1,64 - 2,35 m

Höhen von 1,68 - 2,39 m



Abb. 81 | Stahlcontainer



Abb. 82 | Stahlcontainer



Abb. 83 | Stahlcontainer



Abb. 84 | Stahlcontainer

HOLZ

Spezifische Eigenschaften des Materials:

Das Material ist bei geringem Eigengewicht sehr belastbar. Bei Einwirkung von Feuchtigkeit ändert es seine Größe um bis zu 7%. Im Verbund als Brettschichtholz ist es formstabiler. Holz ist ein schlechter Wärmeleiter und kann nur bedingt Wärme speichern. Im Vergleich zu Beton kann Holz (Bauholz Fichte) ca. 40% an Energie beim gleichem Gewicht speichern.

Dichte Fichte - Eiche 470 – 670 kg/m³

Druckfestigkeit 40 - 52 N/mm²

Wärmeleitfähigkeit 0,09 - 0,19 W/mK

spezifische Wärmekapazität 1,7 kJ/(kg•K)

Raummodule aus Holz werden speziell an den Bedarf angepasst und stehen nicht in Standardgrößen zur Verfügung. Der Kostenvorteil ist bei einer speziellen Anfertigung genauer zu betrachten. Raummodule werden aus BSH zu formstabilen Zellen hergestellt.

Innenabmessungen:

nach Bedarf



Abb. 85 | Raummodule Holz Hotel Post Anbau



Abb. 86 | Raummodule Holz Hotel Post Anbau



Abb. 87 | Raummodule Holz Hotel in Turin



Abb. 88 | Raummodule Holz

3.1 RAUMMODULE AUSWERTUNG UND AUSWAHL

Zeitplan 3.1	Thema SPEZ. PRODUKT: Beschreibung+Funktion+Eigenschaften+Kosten	Fassung 17.04.2013
RAUMMODULE		

Firma name	Preis			Zusatzinformation												
	Module	Transport	Montage	Gesamt netto	€ brutto	m ² Oberfl.	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	innen B*L*H	laut Vorgabe	ohne Bodenpl.	Decke horizo m./o. Attika	Leitungsf. vorgesehen	Öffnungen Standard	"Tisch" möglich
Schnauer (Garage Facto)	7.674,00	3.420,00	3.515,00	14.609,00	17.530,80	190,04	92,25	49,40	354,87	2,81*5,86*2,37	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	nur Tor	nein
Schnauer (Garage Norma)	9.870,00	3.591,00	3.693,00	17.154,00	20.584,80	168,00	122,53	45,01	457,34	2,81*5,34*2,37	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	nur Tor	nein
Schnauer (Garage Norma)	10.290,00	4.851,00	3.693,00	18.834,00	22.600,80	185,41	121,90	49,02	461,05	3,06*5,34*2,37	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	nur Tor	nein
Gmundner (Öffn. lt.Skizze)	10.481,00	2.477,00	2.678,00	15.636,00	18.763,20	172,41	108,83	48,84	384,18	3,06*5,32*2,37	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	nein, individuell	nein
Gmundner (Raumm. Trafo)	11.199,00	2.477,00	2.678,00	16.354,00	19.624,80	206,62	94,98	50,62	387,69	2,60*6,49*2,59	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	Öffnungen, lt Produkt	nein
Rauter	15.992,34	inkl.	4.188,18	20.180,52	24.216,62	174,90	138,46	48,84	495,84	1,06*5,32*2,37	ja	ja	horizontal o. Attika	ja, mit Aufpreis	nein, individuell	
Weissenböck (Öffn. lt.Skizze)	12.041,00	2.010,00	1.600,00	15.651,00	18.781,20	221,07	84,96	48,68	385,81	2,83*5,18*2,12	nein	nein	geneigt mit Attika	wandstärke zu gering	nur Tor	ja, Carport
Weissenböck (Garage)	9.099,00	2.010,00	1.600,00	12.709,00	15.250,80	172,40	88,46	43,98	346,77	2,83*5,18*2,12	ja	nein	Attika	wandstärke zu gering	nur Tor	ja, Carport

Firma name	Preis			Zusatzinformation												
	Module	Transport	Montage	Gesamt netto	€ brutto	m ² Oberfl.	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	innen B*L*H	laut Vorgabe	ohne Bodenpl.	Decke horizo m./o. Attika	Leitungsf. vorgesehen	Öffnungen Standard	"Tisch" möglich
Containex	12.025,00	inkl.	1.000,00	13.025,00	15.630,00	226,01	69,16	41,34	378,08	2,32*5,94*2,54	nein	zusätze	horizontal o. Attika	ja, inkl.	nein, individuell	ja
Stugeba	10.875,00	1.020,00	1.200,00	13.095,00	15.714,00	226,01	69,53	40,23	390,60	2,28*5,90*2,30	ja	nein	horizontal o. Attika	ja	ja	ja
Stugeba (Raummodule)	18.821,00	1.374,00	1.200,00	21.395,00	25.674,00	231,58	110,86	48,84	525,68	3,06*5,32*2,37	ja	nein	horizontal o. Attika	ja	nein, individuell	ja

Firma name	Preis			Zusatzinformation												
	Module	Transport	Montage	Gesamt netto	€ brutto	m ² Oberfl.	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	innen B*L*H	laut Vorgabe	ohne Bodenpl.	Decke horizo m./o. Attika	Leitungsf. vorgesehen	Öffnungen Standard	"Tisch" möglich
HDT	14.444,00	660,00	3.600,00	18.704,00	22.444,80	205,83	109,05	40,12	559,44	2,29*5,84*2,4	ja	nein	horizontal o. Attika	nein	nein, individuell	ja
HDT	11.649,50	660,00	3.600,00	15.909,50	19.091,40	205,83	92,75	40,12	475,86	2,29*5,84*2,4	ja	ja	horizontal o. Attika	nein	nein, individuell	ja

Firma name	Preis			Zusatzinformation											
	Module	Transport	Montage	Gesamt netto	€ brutto	m ² Oberfl.	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	innen B*L*H	laut Vorgabe	ohne Bodenpl.	Decke horizo m./o. Attika	Leitungsf. vorgesehen	Öffnungen Standard	"Tisch" möglich

Abb. 89 | Liste Raummodul Auswertung

Aus einem Guss, mit einem Stahlgeflecht und Beton hergestellt, bildet das Raummodul eine solide Fertigmaßkonstruktion. Bereits in der Produktion werden Elektroinstallationsleitungen in die Schalung eingelegt, die Größe aus einer großen Auswahl fixiert, und mit schalreiner Sichtbetonoberfläche fabriziert. Als fertiges Produkt kann das Raummodul in seiner Endfunktion am Fundament des Lofthauses positioniert werden.

Primäre Entscheidung für das massive Raumkonstrukt ist die Speicherwirkung des

ca. zehn Tonnen schweren Raummodules. Die Wirksamkeit für die Energiebilanz dessen, wird im Energiekonzept näher betrachtet. Die Masse des Bauteils bringt energetische Vorteile, schränkt aber analog dazu eine ökonomische Variabilität des Grundrisses ein.

Dieser Nachteil wird kompensiert, wenn das Betonmodul als fixierter, zentraler Nasszellenbereich, inklusive der Technikinstallation im Loft, integriert wird. Vorteil aus dieser Situation ist eine Konzentration der Sanitärleitungen auf einen Punkt in

der Gesamtkonstruktion, welcher auch bei Erweiterungen des Gebäudes keiner zwingenden Änderung bedarf. Wird auf diesen Umstand schon in der Erstplanung bedacht eingegangen, können Kosten effizient reduziert werden. Konkrete Betrachtung einer Positionierung im Großraum wird bei der Variantenbildung in der Systementwicklung dargestellt.

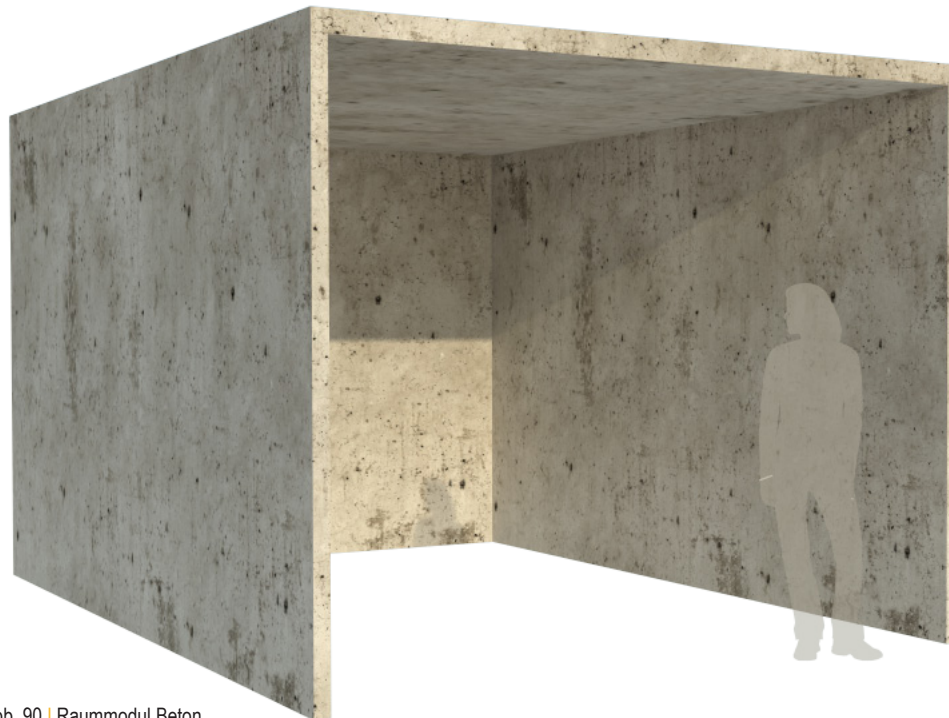


Abb. 90 | Raummodul Beton

BEDINGUNGEN

Abmessung	+
geringe Kosten	+
Ausführungsqualität	+
Zeitbedarf	+
Lastabtrag	+
Leitungsführungen	+
Belichtung	+
Belüftung	+
Hitzeschutz	+
Wärmespeicherkapazität	+
Raumfeuchteregulierung	-
Schalldämmung	+
Wärmebrücken	+

ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

Wenige Schichten	+
Langzeitbeständigkeit	+
Nachträgliche Installation	-
Gesundheitliche Aspekte	+

Bewertung: sehr gut +, befriedigend o, ausreichend -

3.2 HALLENKONSTRUKTION

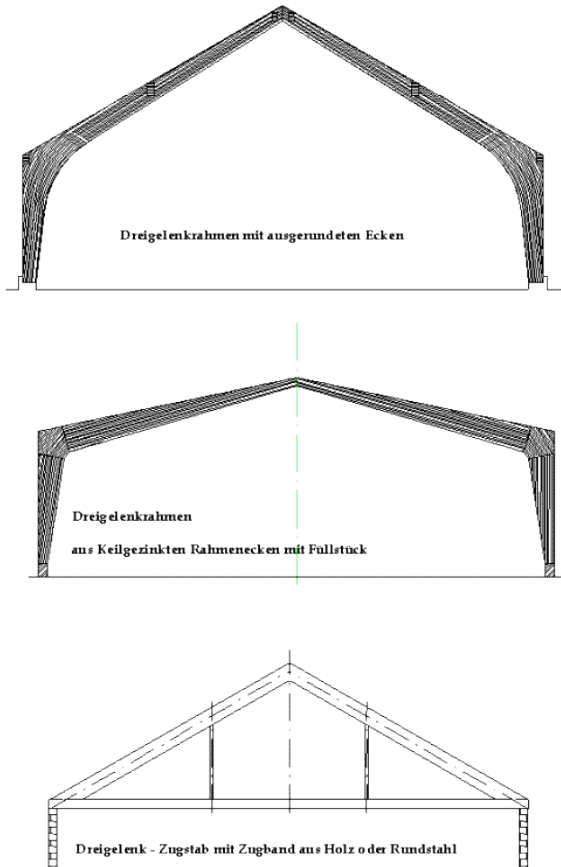


Abb. 91 | Hallenträger

Die Hallenträger, das statische Grundgerüst des Loft, bilden die Struktur des Gebäudes, gibt die Kubatur und somit die Erscheinung vor. Die Auswahl dieses Produktes ist entscheidend und trägt hauptsächlich für eine Akzeptanz des Konzeptes bei. Ähnlich dem Raummodul, sind die Träger als ein Produkt anzusehen, weil diese vom Hersteller meist als ein homogenes System angeboten werden. Nicht auszuschließen sind hybride Konstruktionen und Materialwechsel im System, wenn diese Vorteile mit sich bringen. Vorgefertigte Systeme werden in Stahl, Holz und Beton angeboten. Die Industrie bietet dem Konsumenten ökonomische Produkte im Hallenbau, vor allem für eine industrielle oder wirtschaftliche Nutzung an. Nachdem der Markt in diesem Bereich hart umkämpft und auf das nötigste reduziert wird, können sich aus dieser Tatsache heraus Vorteile hinsichtlich der Effizienz, Kosten, kurze Produktions- und Montagezeiten ergeben.

ANFORDERUNGEN

(kurzgefasst in der Liste „ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt – HALLE“):

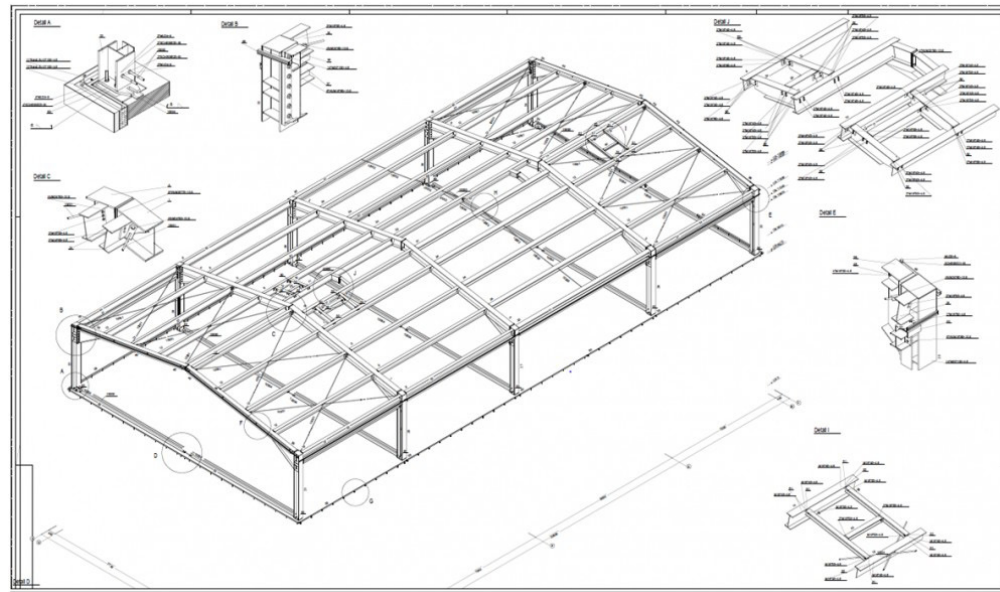


Abb. 92 | Hallenkonstruktion

- **Abmessungen:**

Die Dimensionierung der Konstruktion muss analog mit den Komponenten des Raummodules und der Gebäudehülle betrachtet werden.

Zu berücksichtigen ist, dass die Konstruktion in Ihrer Basis eine Größe ermöglicht, welche sich aus der Recherche herauskristallisiert haben. Simultan dazu soll ein Raster entstehen, der eine Vielfalt an Größen realisierbar macht, um möglichst vielen Nutzerbedürfnissen gerecht zu werden.

- **Zusammenhänge:**

- Konstruktion und Raummodul sollten aufeinander abgestimmt werden, sodass eine Vervielfältigung der Modulanordnung nicht ausgeschlossen werden muss.
- Ein Lastabtrag der Hallenträger in das Modul ist nicht auszuschließen.
- Abhängig von der Gebäudehülle mit Ihrem nach den Anforderungen bestimmten Gewicht, muss die Statik auf diese angepasst werden.

- **Dachneigung:**

Die ÖNORM B4119 erfordert bei einer Dachneigung von unter 15 Grad eine erhöhte Regensicherheit. Aus optischen- und kosten- gründen, sowie der passiven Energienutzung wird eine Dachneigung von mindestens 15 Grad bei diesem Konzept gefordert.

Zeitplan	Thema	Fassung
2.3	ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt	07.06.2013
HALLE		
- GEFORDERTE LEISTUGEN		
- Abmessungen angepasst an Konstruktion		
- Dachneigung mind. 15 Grad		
- Kosten (nach ÖNorm 1801-1)		
- Ausführungsqualität		
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)		
- Lastabtrag in Unterkonstruktion (Bodenplatte)		
- Bauphysikalische Leistungen		
- Schalldämmung (außen: Luftschall)		
- Wärmebrücken vermeiden		
- ANGESTREBTE LEISTUNGEN		
- Langzeitbeständigkeit		
- Gesundheitliche Aspekte		

Abb. 93 | Liste Anforderungen Hallenträger

- **Kosten:**

Das Grundgerüst sollte optimiert, kostengünstig realisierbar sein. Zu beachten ist, dass der Träger nicht immer die Funktion der gesamten Statik erfüllen muss (z.B. erweiterbarer Träger wird vorzeitig nur als Terrassendach Unterkonstruktion genutzt) und deswegen eine statische Wirksamkeit auf die Dach und Wandelemente abzugeben wäre.

- **Ausführungsqualität:**

Industriell genutzte Erzeugnisse erfüllen meist nicht die im Wohnbau geforderten Ansprüche. Rücksicht darauf ist nur zu nehmen, wenn der Bauteil auch sichtbar im Wohnraum Einsatz findet.

- **Zeitbedarf:**

In der Projektierung des Loft ist der gesamte Zeitbedarf, von der Planung über die Bestellung bis hin zur Lieferung, zu berücksichtigen.

- **Lastabtrag:**

Statisch ist eine Konstruktion zu wählen, welche primär die Lasten des Gesamtsystems seitlich in die Fundamentplatte leitet, ohne Unterstützungen im Raum zu benötigen. Die Krafteinleitung muss der Anforderung einer einfachen Lösung gerecht werden, sodass die Fundamentplatte nicht eine unnötig stärkere Dimensionierung erfahren muss.

- **Schalldämmung:**

Eine Schalltrennung ist bei einer Durchdringung der Gebäudehülle relevant und zu berücksichtigen.

- **Wärmebrücken:**

Abhängig von der Materialität und einer eventuellen Durchdringung der Hülle, ist hierbei besonders Acht zu nehmen, da ansonsten unvorhersehbare Folgeschäden entstehen können.

Holz: Schimmelbildung und in weiterer Folge, Versagen der Tragkonstruktion.

Stahl unbehandelt: Kann korrodieren und in weiterer Folge zum Versagen der Tragkonstruktion führen.

- **Langzeitbeständigkeit:**

Das gesamte Bestreben liegt darin, nachhaltige Materialien zu verwenden, welche auch eine Langzeitbeständigkeit aufweisen können. Vor allem das „Grundgerüst“ muss dieser Anforderung am stärksten gerecht werden.

- **Gesundheitliche Aspekte:**

Ähnlich dem Raummodul sind Bestandteile, Materialien oder Produkte zu vermeiden, welche eine gesundheitliche Schädigung beim Bewohner hervorrufen könnten (z.B. Klebstoffe bei Brettschichtholz, Lacke bei Stahlträger, ...).

MARKTPRODUKTE

In der Recherche wurden marktvorhandene Fertighallen, den gestellten Anforderungen entsprechend, begutachtet. Zur Materialwahl wurden Hallen aus Stahl und Holz analysiert und bewertet. Für eine nähere Betrachtung wurde die Konzentration auf die den Anforderungen entsprechenden Hallen reduziert, Fakten erhoben und ausgewertet.

METALL

Spezifische Eigenschaften des Materials:

Bei geringem Querschnitt bietet Stahl gute Belastungseigenschaften. Ohne einer zusätzlichen Beschichtung verliert Stahl bei erhöhter Temperatureinwirkung seine Leistungsfähigkeit. Das Material leitet gut Wärme und muss in Konstruktionen bedacht verwendet werden, um Wärmebrücken zu vermeiden.

Dichte von Stahl bzw. Eisen beträgt 7850–7870 kg/m³

Zugfestigkeit 290 – 830 N/mm²

Wärmeleitfähigkeit 42 – 80 W/mK

spezifische Wärmekapazität 0,477 kJ/(kg·K)



Abb. 96 | Stahlhallenkonstruktion



Abb. 94 | Stahlhallenkonstruktion



Abb. 95 | Stahlhallenkonstruktion



Abb. 97 | Stahlhallenkonstruktion

HOLZ

Spezifische Eigenschaften des Materials:

Holz im Verbund als Leimbinder, weist ein gutes Verhältnis von Eigengewicht und Tragfähigkeit auf. Als schlechter Wärmeleiter kann es auch geringfügig für eine dämmende Funktion eingesetzt werden.

Dichte Fichte - Eiche 470 – 670 kg/m³

Druckfestigkeit 40 - 52 N/mm²

Wärmeleitfähigkeit 0,09 - 0,19 W/mK

spezifische Wärmekapazität 1,7 kJ/(kg·K)



Abb. 100 | Holzhallenkonstruktion



Abb. 98 | Holzhallenkonstruktion



Abb. 99 | Holzhallenkonstruktion



Abb. 101 | Holzhallenkonstruktion

3.2 HALLENKONSTRUKTION AUSWERTUNG UND AUSWAHL

Zeitplan	Thema																		Fassung				
3.2	SPEZ. PRODUKT: Beschreibung+Funktion+Eigenschaften+Kosten																		17.04.2013				
HALLE / DACH																							
DACH/HALLE		Holz										Zusatzinformation											
Firma name	Modul	Transport	Montage	Preis					Zusatzinformation					Höhe Traufe	laut Vorgabe	Fertigh. im Prog.	Dachneig. Grad	mit/ohne Dachhaut	Material	m/o WS Wand	Material	mit/ohne Zugband	zusatz info
				Gesamt netto	€ brutto	m ² Wand	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	m ² Dach	€ brutto												
HolzbaWeiz	18.796,00	inkl.	7.867,87	26.663,87	31.996,64	-	-	180,00	177,76	-	-	2,70	ja	nein, zu klein	23	-	-	-	-	-	-	mit Zugband	
HolzbaWeiz (Halle+Hülle)	40.363,23	inkl.	12.838,39	53.201,62	63.841,94	195,00	61,45	180,00	354,68	200	112,80	2,70	ja	nein, zu klein	23	mit	Holz Sandw.	mit	Holz Sandw.	mit	mit Zugband		
Kulmer	18.807,19	inkl.	inkl.	18.807,19	22.568,63	-	-	180,00	125,38	-	-		ja	nein, individuell	20	-	-	-	-	-	mit Zugband	Sützen Bauseits	
Kulmer (Halle+Hülle)	66.434,48	inkl.	inkl.	66.434,48	79.721,38	280,00	77,65	180,00	442,90	250	71,88		nein	nein, individuell	20	mit	Alu sandw.	mit	Alu Sandw.	mit	mit Zugband	mit Spengler	
Kulmer (Halle+Hülle)	47.859,00	inkl.	inkl.	47.859,00	57.430,80	200,00	77,65	180,00	319,06	200	71,88		nein	nein, individuell	20	mit	Alu sandw.	mit	Alu Sandw.	mit	mit Zugband		
Wolf System (Stahl-Holz)	27.700,13	inkl.	4.415,97	32.116,10	38.539,32	siehe Hülle	-	180,00	214,11	siehe Hülle	-	3,60	ja	nein	15	-	-	-	-	-	ohne Zugband		
Wolf System (Stahl-Leim)	27.139,20	inkl.	5.215,97	32.355,17	38.826,20	siehe Hülle	-	180,00	215,70	siehe Hülle	-	3,60	ja	nein	15	-	-	-	-	-	ohne Zugband		
Wolf System (Halle+Hülle)	54.401,39	inkl.	11.458,61	65.860,00	79.032,00	186,70	131,11	180,00	439,07	186,35	179,85	3,60	ja	nein	15	mit	Alu sandw.	mit	Alu Sandw.	ohne	ohne Zugband		
Wolf System (Halle+Hülle)	54.390,00	inkl.	inkl.	54.390,00	65.268,00	138,10	136,67	180,00	362,60	186,35	170,02	2,70	ja	nein	15	mit	Alu sandw.	mit	Alu Sandw.	mit	mit Zugband		
DACH/HALLE		Metall										Zusatzinformation											
Firma name	Modul	Transport	Montage	Preis					Zusatzinformation					Höhe Traufe	laut Vorgabe	Fertigh. im Prog.	Dachneig. Grad	mit/ohne Dachhaut	Material	m/o WS Wand	Material	mit/ohne Zugband	zusatz info
				Gesamt netto	€ brutto	m ² Wand	€ brutto	m ² NNF	€ brutto	m ² Dach	€ brutto												
Haltec (Halle+Hülle)	45.400,00	inkl.	9.720,00	55.120,00	66.144,00	195,22	39,95	180,00	367,47	inkl.	inkl.	3,20	ja	fertighalle	10	-	-	-	-	-	mit Zugband		
Pordeshalle	19.616,00	inkl.	inkl.	19.616,00	23.539,20	-	-	180,00	130,77	-	-	2,70	ja	nach maß	15	-	-	-	-	-	ohne Zugband		
Pordeshalle (Halle+Hülle)	44.016,00	inkl.	inkl.	44.016,00	52.819,20	-	-	180,00	293,44	-	-	2,70	ja	nach maß	15	mit	Alu Sandw.	mit	Alu Sandw.	ohne	ohne Zugband		
Concreta	14.800,00	700,00	2.000,00	17.500,00	21.000,00	-	-	180,00	116,67	-	-	2,70	ja	nach maß	15	-	-	-	-	-	ohne Zugband		
Concreta (Halle+Hülle)	34.300,00	700,00	2.000,00	37.000,00	44.400,00	169,60	-	180,00	246,67	191,7	-	2,70	ja	nach maß	15	mit	Alu Sandw.	mit	Alu Sandw.	ohne	ohne Zugband		
Wolf System (Stahl-Stahl)	25.485,75	inkl.	4.186,54	29.672,29	35.606,75	siehe Hülle	-	180,00	197,82	siehe Hülle	179,85	3,60	ja	nach maß	15	-	-	-	-	-	ohne Zugband		

Abb. 102 | Liste Halle Auswertung

Geformt wird das Loft aus leistungsstarken Holz-Dreigelenkträgern, welche üblicherweise ihren spezifischen Einsatz im Wirtschaftshallenbau findet. Mit dieser Hallenkonstruktion erhält das Gebäude seine prägnante äußere Form und stellt, je nach gebauter Variante, eine immerwährende Identifikation des Lofthauses dar. Die Symmetrie des Konzeptes ermöglicht eine statisch simple Lastverteilung und Ableitung in das Fundament. Analog dazu einen effizienten Einsatz von nur einem Träger der Spiegelgleich produziert werden kann.

Primäre Entscheidung für einen Holzträger ist eine mögliche Einbindung des Trägerquerschnittes in die thermische Außenhülle. Ökonomischer Vorteil daraus ist die Verfügbarkeit beider Produkte von einem Lieferanten.

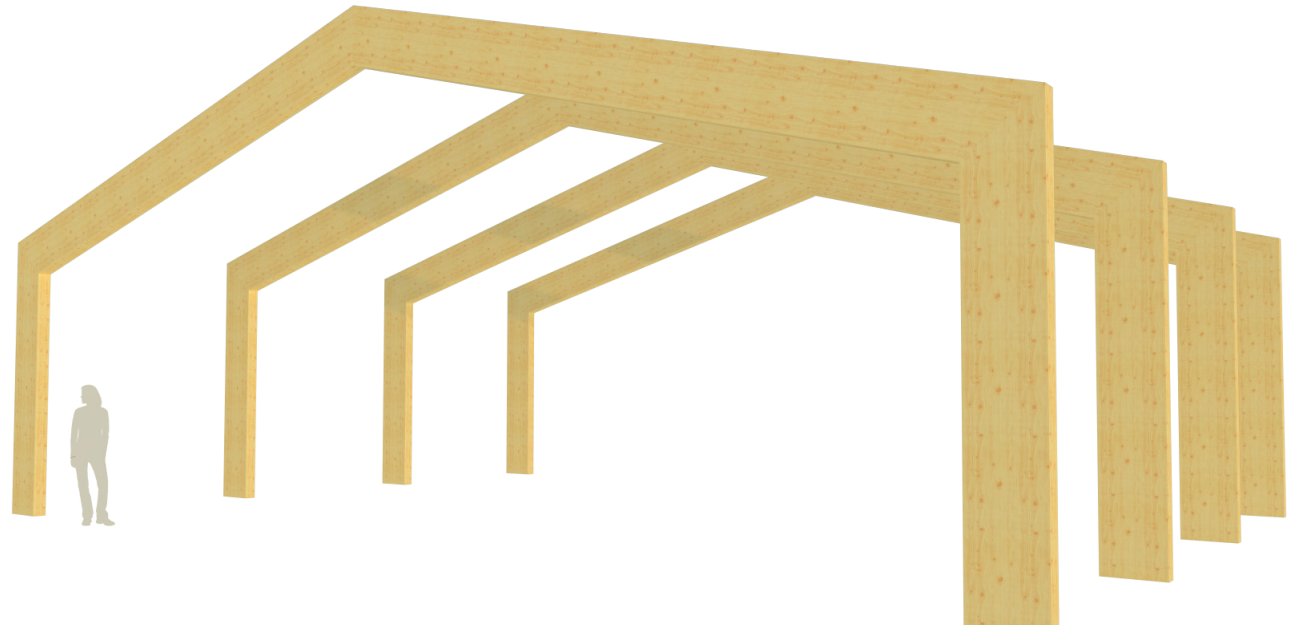


Abb. 104 | Hallenkonstruktion Holz

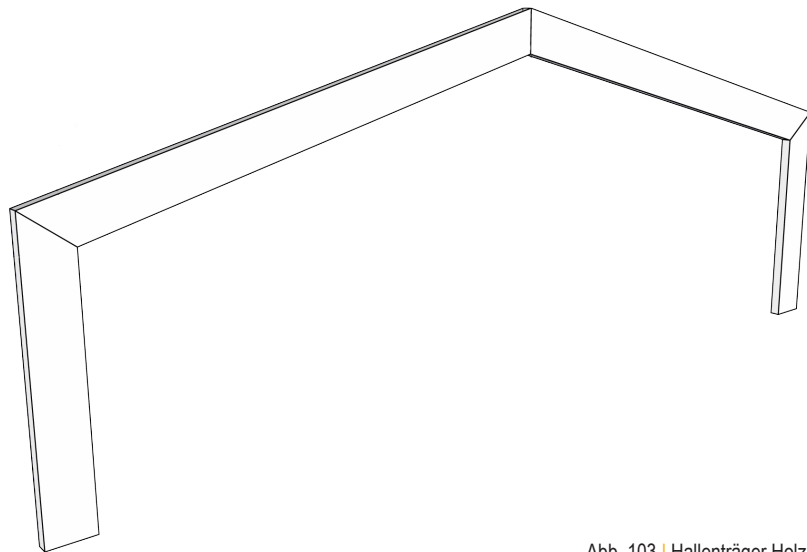


Abb. 103 | Hallenträger Holz

BEDINGUNGEN

- Abmessung +
- Dachneigung +
- geringe Kosten +
- Ausführungsqualität +
- Zeitbedarf +
- Lastabtrag +
- Schalldämmung +
- Wärmebrücken ○

ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

- Langzeitbeständigkeit +
- Gesundheitliche Aspekte +

Bewertung: sehr gut +, befriedigend o, ausreichend -

3.3 WEITERE ELEMENTE

Zur konsequenten Umsetzung des Konzeptes und Einhaltung der Anforderungen hinsichtlich Kosteneffizienz und der Variabilität, ist es erforderlich auch im Segment der „Kleinteile“ zweckmäßige Lösungen zu erarbeiten. Weitere Bestandteile des Gebäudes sind in primäre erforderliche und sekundäre nach Variante abhängige Elemente zu unterteilen. Zusätzlich ist eine technische Ausstattung für das Loft erforderlich.

PRIMÄR ERFORDERLICH:

- **Dachhaut (Kunststoffmembran):**

Die wasserführende Dachoberfläche des Hauses besteht aus einer Kunststoffmembran und bildet über dem Dach / Wandelement mit der Hinterlüftung einen Witterungsschutz. Die PVC-Plane, in der Systemgröße hergestellt, wird auf den Hallenträgern eingespannt und mit einer Deckleiste fixiert (siehe Detailplanung).

- **Fenster:**

Fix oder offenbar in der thermischen Hülle eingesetzt. Vorzugsweise kostengünstige Kunststofffenster offenbar oder Fixverglasung eingeklebt in Wandelement je nach Bedarf unter Einhaltung der erforderlichen Belichtung von 10% der Wohnnutzfläche. Im spezifischen Entwurf und der Detailplanung sind Kunststofffenster angedacht und detailliert dargestellt.

- **Innentüren:**

Standard Innentüren,

lackiert mit Röhrenspaneinlage und einem Schalldämmmaß von 32 dB

- **Bodenbeläge:**

Der Bodenbelag soll künftige Änderungen zulassen und muss entsprechend fließend auf den Trockenestrichelementen verlegt werden. Standard „Klick-Parkettböden“ entsprechen den gestellten Anforderungen. Im Bereich der Sanitäreinheit ist der Bodenaufbau zusätzlich mit den relevanten Abdichtungen auszuführen.

- **Trockenbau:**

Im Inneren des Raummoduls werden die Trennungen zum WC und Technikraum mit Trockenbauwänden hergestellt. Installationen für Wasserleitungen, im Bad und der außen angegliederten Küchenzeile, wird eine Vorsatzschale für die Unterbringung eingesetzt. Die Eingliederung der Gipswände entlastet die 7 cm starke Raummodulwand und bringt raumfeuchteregulierendes Material in den Nassraum.

SEKUNDÄR NACH BEDARF:

- **Galerietreppe:**

Für die Nutzung der Raummoduloberseite kann eine Raumspartreppe diese Ebene im Loft erschließen.

- **Brüstung:**

Wird die Ebene auf dem Raummodul genutzt, muss als Absturzsicherung ein Edelstahlgittergeflecht eingespannt werden. Opake oder transparente Standardbrüstungen können, unter Berücksichtigung einer eventuellen ungünstigen „Loftraumtrennung“ auf dem Raummodul montiert werden.

TECHNISCHE AUSSTATTUNG:

Die technische Ausstattung für Wohnhäuser besteht aus mehreren Komponenten und ist meist aufwendig im Gebäude installiert. Abhängig vom Heizsystem, der Wärmeverteilung und Wasserbereitung sind Leitungen und Räume für die Unterbringung bereitzustellen.

Die Idee des Lofthauses liegt in der effizient einfachen Detaillierung zur Bewerkstelligung der technischen Anforderungen.

- **Heizung:**

Eine Reduktion der technischen Bestandteile und des Platzbedarfes auf ein Minimum wird angestrebt, und mit

einer Infrarot-Strahlungsheizung realisiert. Leitungswärmeverluste können vernachlässigt werden und reduzieren in Folge dessen den Energiebedarf. Parallel ist die IR-Strahlungsheizung eine optimale Lösung für eine in Kooperation mit der passiven Sonnenenergienutzung fungierende Wohnraumheizung. Der Massenspeicher (siehe Energiekonzept und Energieausweis) im Loft arrangiert in Analogie mit der südlichen Verglasung, ein enormes Energieeinsparungspotenzial. Die gegebene Variabilität des Hauses wird mit diesem Heizsystem nicht eingeschränkt und kann ohne großen technischen Aufwand erweitert oder rückgebaut werden.

- **Licht und Strom:**
Integriert wird die Leitungsführung für die



Abb. 105 | Kunststoffmembran aus PVC

Heizung in einem Elektrokabelkanalschacht, der eben mit der Deckenuntersicht montiert wird (detailliert bei Systementwicklung, Energiekonzept). Der Kabelkanalschacht, verschraubt an der Hallenträgerunterseite, verdeckt die Montage der Wand / Dachkonstruktion, fungiert im Loft als „Energiearterie“ und repräsentiert die Elektro- und Lichtinstallation des Raumes. Resultat ist eine Versorgung des gesamten Energiebedarfes mit nur einem Medium über eine integrierte Aufputzinstallation.

- **Warmwasser:**
Warmwasser wird direkt am Verbrauchsort von einem Durchlauferhitzer bereitgestellt. Der Platzbedarf für einen Warmwasserboiler entfällt, und zusätzlich werden Wärmeverluste im Boiler und der Leitungsführung vermieden.



Abb. 106 | IR-Heizstrahler



Abb. 107 | Trockenestrichelement



Abb. 108 | Edelstahlgeflecht

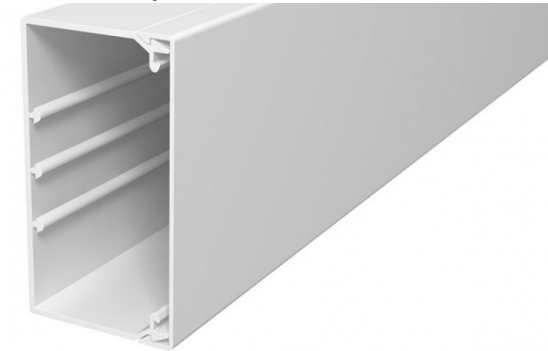


Abb. 109 | Kabelkanal

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHEN

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

4.1 DACH

Das Dach als raumabschließendes Element muss in seiner Konstruktion mehreren Anforderungen gerecht werden und kann somit nur schwer von einem homogenen Bauteil übernommen werden, wie es bei den Produkten Raummodul und Hallenträger der Fall ist. Dieser Bestandteil des Gebäudes ist nicht vorgefertigt in einem Produkt am Markt vorhanden und muss, angepasst an das System, entwickelt werden. Der Markt stellt Dachfertigbauteile für den Wohnbau, bestehend aus mehreren Einzelkomponenten zusammengestellt, zur Verfügung. Nachdem diese Bauteile für den Wohnbau entwickelt werden, ergibt sich kein oder ein zu vernachlässigender Vorteil hinsichtlich der Kosten. In Frage zu stellen ist der geringe Kostenvorteil, wenn man den Kompromiss der Anpassung des gesamten Systems an die Abmessungen der marktvorhandenen Fertigteile eingehen muss. Folglich dessen muss ein effizientes Bauteil entwickelt werden, welches den gestellten Anforderungen gerecht wird und mit dem System korrespondiert.

ANFORDERUNGEN

(kurzgefasst in der Liste „ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt – DACH“):

Ein konventioneller Aufbau ist hinsichtlich seiner vieler Schichten und Trennung der Funktionen zu überdenken. Im besten Fall ist ein effizientes Fertigteil mit „Mehrwert“ anzustreben.

- **Abmessungen:**

Die Bauteile werden abhängig vom System des Gebäuderasters und unter der Berücksichtigung der Statik an die Hallenträger angepasst.

- **Geeignet für Neigung > 15°:**

Als Bauteil, der primär die Funktion der Ableitung von Niederschlagswasser übernimmt, wird eine Dachneigung über 15 Grad vorausgesetzt, um eine schnelle Wasserableitung zu gewährleisten. Schon im Kapitel „Hallenkonstruktion“ angesprochen fordert die ÖNORM B4119 eine erhöhte Regensicherheit bei einer Dachneigung unter 15 Grad und erhöhter Schneelast größer 3,25 kN/m². Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass ein traditionelles Satteldach größeren Zuspruch findet und eine höhere Akzeptanz in der Bebauung im ländlichen Bereich zu erwarten ist.

- **Kosten:**

Das Element, bestehend aus mehreren Produkten, ist, abhängig vom ausgewählten Material und Schichtanzahl, komplexer im Kostengeflecht. Um Kosten zu reduzieren wird angestrebt, Produkte zu wählen, welche in größeren Elementen zur Verfügung stehen und in sich schon mehrere Funktionen übernehmen (z.B Brettschichtholz kann statische Wirksamkeit, Sichtoberfläche und geringe Dämmanforderungen übernehmen).

Zeitplan	Thema	Fassung
4.1	ENTWICKLUNG nicht fertige BAUTEILE	
	ANFORDERUNGEN	
	DACH (Aufbau gesamt)	22.07.2013

- BEDINGUNGEN
- Abmessungen angepasst an Konstruktion
- geeignet für Neigung > 15°
- geringe Kosten (nach ÖNorm 1801-1)
- Ausführungsqualität befriedigend
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)
- Lastabtrag in Dachträger / steife Scheibe oder zus. Aussteifung erforderlich
- Leitungsführungen (Elektroinstallationen,...) integrierbar, UP, auch bei Veränderung
- Belichtung und Ausblick
- Belüftung
- Baubiologisch unbedenklich
- Ökologisch Nachhaltig
- Bauphysikalische Leistungen
- Hitzeschutz (Hitzebelastung für Holzsandwich limitieren)
- Hinterlüftung (Mindestdicke der Luftschichte, Abluft bei Schneelage)
- Wärmespeicherkapazität
- Raumfeuchteregulierung
- Schalldämmung (Luftschall von außen und innen)
- Thermische Anforderung (U-Wert min. 0,20 W/m ² K lt. Norm / 0,13 für Niedrigenergie)
- Wärmebrücken ausschließen

- ZUSÄTZLICH ANGESTREBT
- Wenige Schichten
- Langzeitbeständigkeit
- Ebene Deckenuntersicht
- Akustikabsorption bei der Innenoberfläche

Abb. 110 | Liste Anforderungen Dach

- **Ausführungsqualität befriedigend:**

Eine befriedigende Ausführung bezieht sich in erster Linie auf Sichtoberflächen und nicht auf Funktionalität des Bauteiles. Sie optimiert die Kosten und ermöglicht, abhängig vom Nutzer, jederzeit eine Aufwertung oder Veredelung der Sichtoberfläche.

- **Zeitbedarf:**

Analog der Produkte, ist der gesamte Zeitbedarf, von der Planung über die Bestellung, bis hin zur Lieferung zu berücksichtigen und kurz zu halten.

- **Lastabtrag in Dachträger:**

Im Rahmen des Möglichen sollte das Gewicht auf ein Minimum reduziert werden, um den Querschnitt des Dachträgers bei einer Lastvermittlung geringer zu belasten. Das Dachelement übermittle das Gewicht der Eigenkonstruktion und der Nutzlasten auf oder in die Konstruktion der Hallenträger. Synchron kann das Bauteil die Funktion der Windverbände übernehmen.

- **Leitungsführung:**

Installationen im Element beschränken sich auf Elektroleitungen und können im besten Fall vermieden werden, wenn diese in anderen Bauteilen enthalten sind. In Bezug auf Sanitärleitungen wäre eine eventuelle Entlüftung über die Dachelemente erforderlich

(Bauteildurchdringung).

- **Belichtung und Ausblick:**

Belichtungsöffnungen müssen, unter Berücksichtigung der Statik (eventuelle Trägersauswechslung), in den Dachelementen integrierbar sein.

- **Belüftung:**

Belüftungsöffnungen sind nur in Zusammenhang mit Belichtungsöffnungen sinnvoll. Nur auszuführen, wenn sich keine Möglichkeit der Belüftung in vertikalen Bauteilen arrangieren lassen.

- **Baubiologisch unbedenklich:**

Der Verfasser hat großes Interesse daran, das Projekt umweltfreundlich und schadstoffarm umzusetzen. Die Baubiologie, in der Konstruktion, wird mit allen anderen Anforderungen gleich betrachtet und muss mit eingehenden Kompromissen zu einem Bauteil reifen, welcher jedem dieser auf das Beste gerecht wird. Gesellschaftlich gesehen finden biologische Bauweisen zunehmend Zuspruch. Jede Bauherrin identifiziert sich ihrem Eigenheim und repräsentiert mit dem Gebauten gesellschaftliche Verantwortung.

- **Ökologisch Nachhaltig:**

Primär wird angestrebt baubiologischen Interessen nachzugehen, ohne dabei

ökologische Gesichtspunkte zu vernachlässigen. Es wird angestrebt Materialien zu verwenden, welche einen geringen Eingriff in die Naturkreisläufe mit sich bringen. Es ist in weiterer Folge zu überprüfen, wie sich „low budget“ und Ökologie ein- oder ausschließen.

- **Hitzeschutz:**

In der warmen Jahreszeit ist das Dachelement der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt und muss dementsprechend den Energieeintrag kompensieren oder nach Möglichkeit abführen. Materialien, die eine hohe Wärmespeicherkapazität aufweisen, sind vorrangig zu integrieren, andernfalls ist ein Wärmedurchgang in das Gebäude zu unterbinden.

- **Hinterlüftung:**

Eine Hinterlüftung in der Dachhaut ist bauphysikalisch betrachtet anzustreben, um vorhandene Feuchtigkeit abzuführen und analog dazu eine Hitzeschutzfunktion mit zu übernehmen.

- **Wärmespeicherkapazität:**

Als eines der Bauteile in der Hülle des Gebäudes, muss das Dach eine Funktion der Wärmespeicherkapazität aufweisen können, um den Temperaturunterschied, primär in der kalten Jahreszeit im Gebäude, zu puffern. Die im Raum meist über Konvektion nach oben transportierte Luft, kann vom Bauteil konstant

aufgenommen werden und bei Abkühlung wieder abgeben. Ist dieser Umstand der Speicherung nicht gegeben, müssen andere Bestandteile des Gebäudes ein angenehmes Raumklima gewähren z.B. wärmespeicherfähige Raumbestandteile, kontrollierte Raumlüftung, Raumheizung über Strahlung und Reduktion der Konfektion,...

- **Raumfeuchteregulierend:**

Raumfeuchteregulierung ist nicht zwingend für diesen Bauteil erforderlich. Das Feuchtigkeitsaufkommen im Großraum ist, im Vergleich zu sanitären Bereichen, verhältnismäßig gering und kann aus Kostengründen anderen Bestandteilen zugeordnet oder über die Lüftung effizient manuell reguliert werden.

- **Schalldämmung:**

Dieses Außenbauteil ist die einzige Trennung vom Privaten zur Umwelt. Die Erwartungen werden nach den Mindestanforderungen der geltenden Ö-Norm gestellt. (ÖNORM B8115-2)

- **Thermische Anforderung:**

Die Gebäudehülle soll, unter Berücksichtigung der Ökologie, eine Effizienz erreichen, in welcher es möglich ist, mit wenig Energie ein Wohlfühlklima im Gebäude zu erreichen. Es steht aus Sicht des Verfassers nicht dafür, die Hülle thermisch so hochwertig auszuführen,

dass der Energiebedarf in der Nutzung des Gebäudes auf ein Minimum reduziert wird, die eingesetzte Energie in der Produktion des Bauteiles einem Regelenergiebedarf übersteigt und der Energieeinsatz in der Lebensdauer des Gebäudes nicht kompensiert werden kann. Dementsprechend werden die Anforderungen unter Einhaltung zweier Kriterien angestrebt:

- U-Wert min. 0,20 W/m²K lt. Ö-Norm
- Niedrigenergiestandard 36 kWh/m²a lt. Stmk. Förderungsgesetz

- **Wärmebrücken:**

Das Bauteil „Dach“ mit der Einbindung in, auf oder unter den Hallenträgern, sollte in sich und dem Anschluss an die Träger möglichst keine Wärmebrücken aufweisen. Speziell im Bereich des Dach / Trägerdetails sollte eine Wärmebrücke mit eventueller Kondensatbildung vermieden werden.

- **Wenige Schichten:**

Zur Kostenreduktion kann ein reduzierter Aufbau mit wenigen Schichten beitragen. Ein weiterer Vorteil aus dieser Entscheidung ist die Materialreduktion und somit auch geringere Fehleranfälligkeit in der Produktion und auch Funktion des Bauteils.

- **Langzeitbeständigkeit:**

Die Beständigkeit wird im konventionellen Maße angestrebt. Der Umstand der Variabilität des Gebäudes bringt mit sich, dass diese Bauteile eventuell ausgewechselt oder ausgetauscht werden können z.B. durch Zukauf neuer Teile aus Glas und Verwendung der alten Teile an Gebäudeerweiterungen.

- **Ebene Deckenuntersicht:**

Abhängig von der Detaillösung der Übergänge Träger / Dach / Wand wird eine Ebene Deckenuntersicht angestrebt aber nicht zwingend gefordert.

- **Akustikabsorption bei der Innenoberfläche:**

Der Großraum ohne jegliche weitere Rauminhalte würde akustisch eine Hallenatmosphäre erzeugen, welche nicht gewünscht ist. Lösungen dafür sind absorbierende Oberflächen oder eine entsprechende Raumgestaltung.

4.1 DACH AUSWAHL

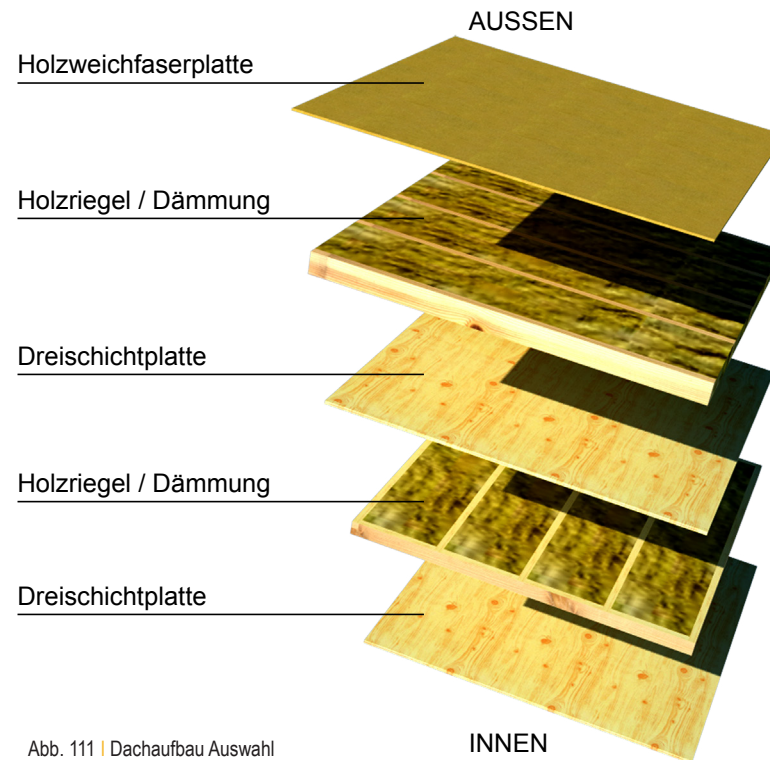


Abb. 111 | Dachaufbau Auswahl

Das Dachelement bietet mit lediglich drei unterschiedlichen Materialien ein effizientes Bauteil, welches nahezu allen Anforderungen gerecht wird. Das Dach benötigt, im Vergleich zu konventionellen Lösungen, keine Dampfsperre, ist diffusionsoffen und ist funktionell ohne den Einsatz von „Plastik“. Getrennt wird das Dach mit der Hinterlüftung von der wasserführenden Oberfläche. Der Aufbau ermöglicht einen Einsatz im Dach- als auch im Wandbereich und erhöht den Vorfertigungsgrad der Gesamtkonstruktion um ein vielfaches => Kostenreduktion mit nur einem modularen Bauteil für die gesamte Querachsenverkleidung.

In seiner Ausführung übernehmen die Dreischichtplatten aus Holz eine aussteifende Funktion und die fertige Sichtoberfläche im Inneren. Unterteilt wird das Element in zwei Schichten aus Holzriegelkonstruktionen, die in ihrer 90 Grad Drehung Wärmebrücken

reduzieren und die Lastverteilung in die Konstruktion optimieren. Ein weiteres Kriterium für die „Doppel-Sandwich“ Entscheidung ist, dass Holzriegelquerschnitte mit Höhen über 26 cm im Verhältnis kostenintensiver sind und bei einer geforderten Bauteildämmstärke von ca. 30 cm zusätzliche Kosten erzeugen würden und somit ausgeschlossen werden.

Aufbau von innen nach außen:

Die **Fichteholzdreischichtplatte** an der Innenseite der Konstruktion bildet eine vollflächige Sichtoberfläche und analog dazu eine aussteifende Funktion für den Bauteil. Von der Innenseite des Bauteils werden **Holzriegel mit dazwischenliegender Dämmung** in der Stärke von 12 cm an die Dreischichtplatte verschraubt. Die **zweite Dreischichtplatte** im Kern des Elementes, bildet die Unterkonstruktion für die weitere Holzriegelschicht / Dämmung (16 cm) und übernimmt, neben der Lastübermittlung an die Hallenträger, auch eine Scheibenwirkung für die Statik des Gebäudes. An der Außenseite bildet eine Holzweichfaserplatte eine dampfdiffusionsoffene Deckschicht für die Konstruktion. Abgedeckt wird die Konstruktion von der hinterlüfteten wasserführenden Schicht. Der gesamte

Aufbau erfüllt nahezu 100 % der geforderten Leistungen.

Besondere Eigenschaften:

Trocken verlegte Fertigelemente.
Sehr leichte Konstruktion.
Fertigteil inklusive Innenoberfläche.
Diffusionsoffener Bauteil ohne „Plastik“.
Drei Materialien bilden ganze Konstruktion.

Wichtige Fakten:

U-Wert: 0,132 W/m²K
Gewicht: 41 kg/m²

BEDINGUNGEN

Abmessung	+
Dachneigung	+
geringe Kosten	+
Ausführungsqualität	+
Zeitbedarf	+
Lastabtrag	+
Leitungsführungen	+
Belichtung	+
Belüftung	+
Baubiologisch	+
Ökologisch	+
Hitzeschutz	+
Hinterlüftung	+
Wärmespeicherkapazität	o
Raumfeuchteregulierung	-
Schalldämmung	+
Thermische Anforderung	+
Wärmebrücken	+

ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

Wenige Schichten	+
Langzeitbeständigkeit	+
Ebene Deckenuntersicht	+
Akustik	-

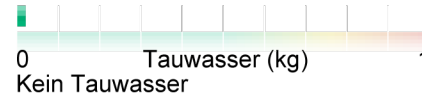
Bewertung: sehr gut +, befriedigend o, ausreichend -

U = 0,132 W/m²K
(Wärmedämmung)



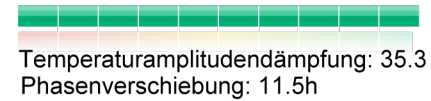
Raumluft: 20°C / 50%
Außenluft: -10°C / 80%

Kein Tauwasser
(Feuchteschutz)



Tauwasser: 0.00 kg/m²
sd-Wert: 7.1 m

TA-Dämpfung: 35.3
(Hitzeschutz)



Gewicht: 40 kg/m²
Dicke: 34.5 cm

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	19,3	20,0		
1	2,5 cm Dreischichtplatte Fichte	0,130	0,192	17,7	19,7	11,8	0,0
2	12 cm Mineralwolle WLG035 (63 cm)	0,035	3,429	6,4	19,0	2,2	0,0
	12 cm Fichte (6 cm)	0,130	0,923	7,8	18,1	4,7	0,0
3	2 cm Dreischichtplatte Fichte	0,130	0,154	5,4	8,5	9,4	0,0
4	16 cm Mineralwolle WLG035 (67 cm)	0,035	4,571	-8,4	7,6	2,9	0,0
	16 cm Fichte (7 cm)	0,130	1,231	-6,8	6,6	6,8	0,0
5	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	0,444	-9,9	-6,3	3,2	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,7		
	34,5 cm Gesamtes Bauteil		7,599			40,9	

Temperaturverlauf / Tauwasserzone

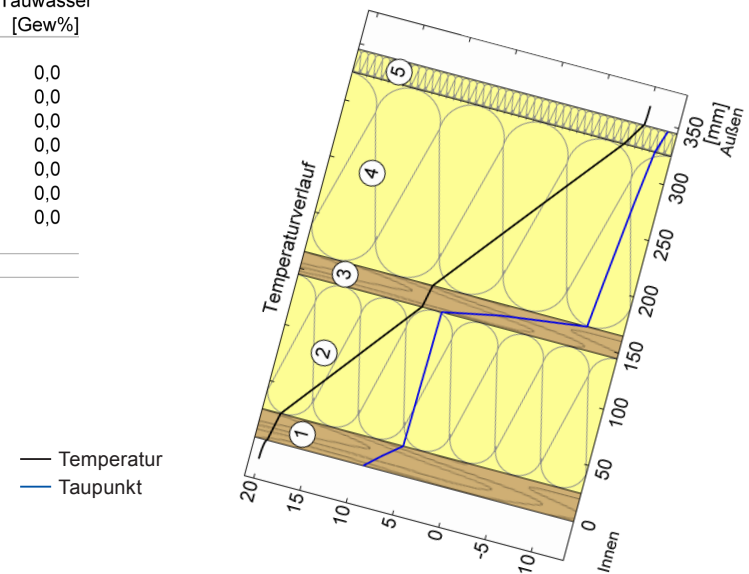


Abb. 112 | Dachaufbau Temperaturverlauf

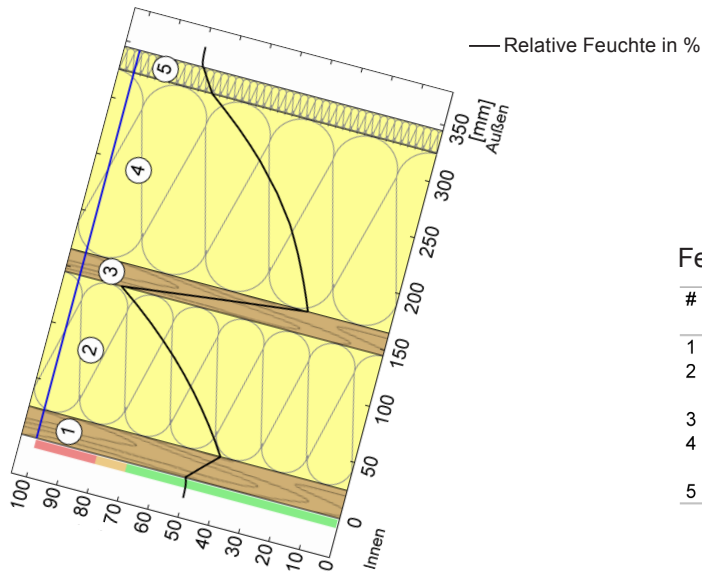


Abb. 113 | Dachaufbau Relative Feuchte

Feuchteschutz

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] %	Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m ²]
1	2,5 cm Dreischichtplatte Fichte	1,75	- 0,0		11,8
2	12 cm Mineralwolle WLG035 (63 cm) 12 cm Fichte (6 cm)	0,12 2,40	- 0,0 0,0		2,2 4,7
3	2 cm Dreischichtplatte Fichte	4,40	- 0,0		9,4
4	16 cm Mineralwolle WLG035 (67 cm) 16 cm Fichte (7 cm)	0,32 8,00	- 0,0 0,0		2,9 6,8
5	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,10	- 0,0		3,2
	34,5 cm Gesamtes Bauteil	7,11	0,000	0	40,9

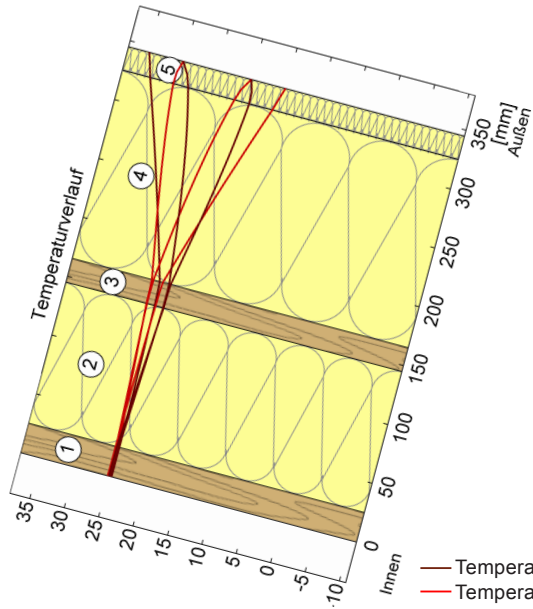


Abb. 114 | Dachaufbau Hitzeschutz

Hitzeschutz

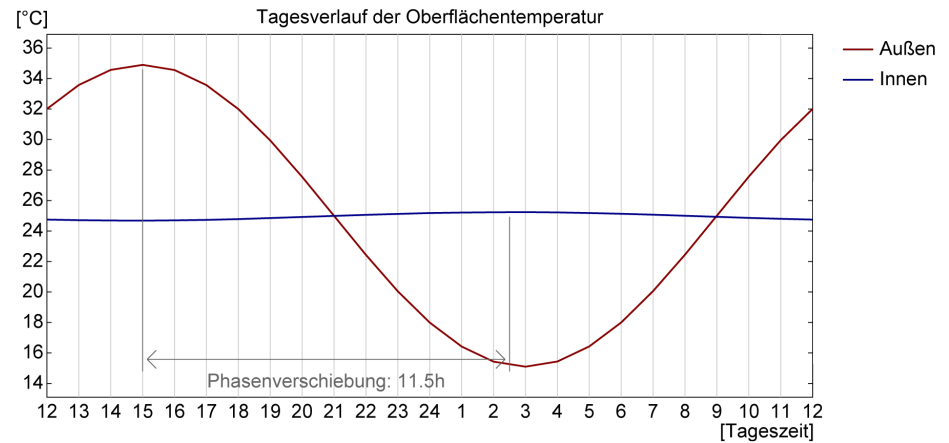


Abb. 115 | Dachaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf

Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung

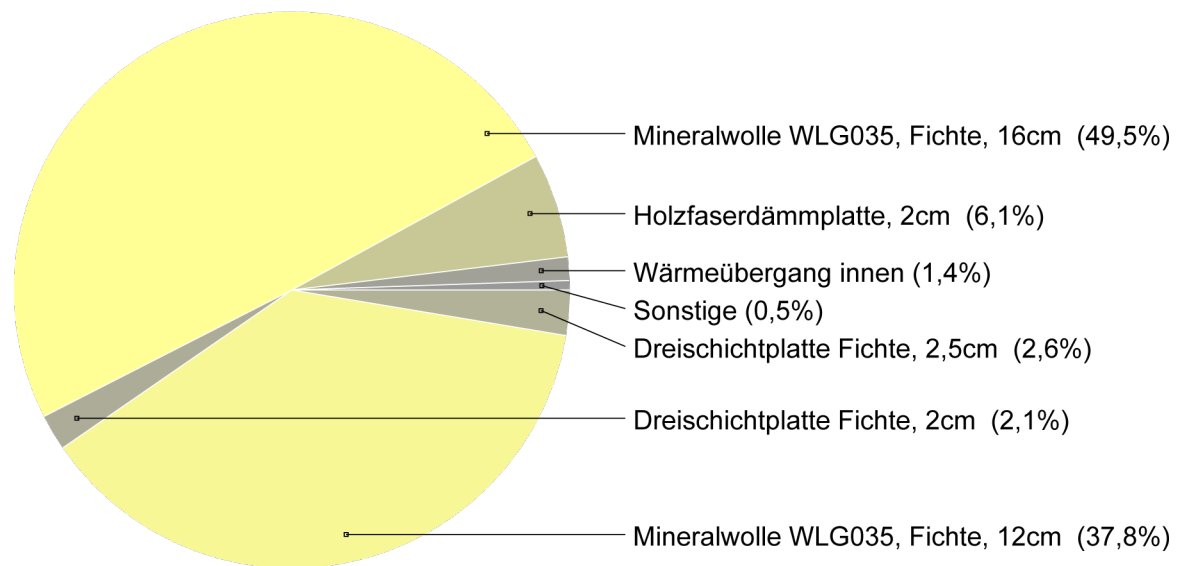


Abb. 116 | Dachaufbau Funktionen

4.2 WAND

Die Wand des Loft kann, als ebenso raumabschließendes Bauteil, ähnlich dem Dachelement, gesehen werden. Die Anforderungen werden im Falle einer nicht Übereinstimmung mit dem Dach genauer betrachtet. Im Optimalfall wäre es möglich ein Wandelement zu entwickeln, welches gleichzeitig auch als Dachelement Verwendung findet. Hierbei muss beachtet werden, dass jedes Bauteil die Anforderungen des anderen, auf ein Minimum erfüllen kann und konträr. Somit würden Mindestanforderungen für dieses Wand / Dach-Element gelten. In Frage zu stellen ist, ob eine eventuelle Überproportionierung der Bestandteile Mehrkosten produziert, die in der Gesamtbetrachtung nicht ökonomisch sind.

Analog der Dachfertigbauteile für den Wohnbau, stellt der Markt auch Wandfertigbauteile in einer erstaunlichen Vielfalt her. Auch hier sind Abmessungen und Kostenvorteile genauer zu analysieren. Folge dessen muss ein effizientes Bauteil entwickelt werden, welches den gestellten Anforderungen gerecht wird und mit dem System korrespondiert.

ANFORDERUNGEN

(kurzgefasst in der Liste „ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt – DACH“):

- **Abmessungen:**

Analog Dachelement

- **Kosten:**

Analog Dachelement

- **Ausführungsqualität befriedigend:**

Analog Dachelement

- **Zeitbedarf:**

Analog Dachelement

- **Lastabtrag in Konstruktion:**

Analog Dachelement

- **Leitungsführung:**

Installationen im Element wären im Regelfall nötig, können aber im besten Fall, analog dem Dachelement vermieden werden, wenn diese in anderen Bauteilen enthalten sind (z.B. Vorsatzschalen für Sanitärinstallation, Aufputzinstallation für Elektroinstallation). Um Installationsleitungen aus der thermischen Hülle ganz zu entfernen, ist eine Sanitärzelle mit allen erforderlichen an Ver- und Entsorgungsleitungen, im Großraum zu überdenken.

- **Belichtung:**

Belichtungsöffnungen müssen unter Berücksichtigung der Statik (eventuelle Trägerauswechslung) in den Wandelementen

Zeitplan	Thema	Fassung
4.2	ENTWICKLUNG nicht fertige BAUTEILE	
	ANFORDERUNGEN	
	AUSSENWAND (Aufbau gesamt)	22.07.2013

- BEDINGUNGEN

- geringe Kosten (nach ÖNorm 1801-1)
- Ausführungsqualität befriedigend
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)
- Lastabtrag in Unterkonstruktion / steife Scheibe oder zus. Aussteifung erforderlich
- Leitungsführungen (Elektroinstallationen,...) integrierbar, UP
- Belichtung (helle Räume)
- Belüftung, durch offenbare Fenster / Türen
- Baubiologisch unbedenklich
- Ökologisch Nachhaltig
- Bauphysikalische Leistungen
 - Hitzeschutz (Hitzebelastung für Holzsandwich limitieren)
 - Hinterlüftung (Mindestdicke der Luftschichte, Abluft bei Schneelage)
 - Wärmespeicherkapazität
 - Raumfeuchteregulierung
 - Schalldämmung (Luftschall von außen und innen)
 - Thermische Anforderung (U-Wert min. 0,35 W/m²K lt. Norm / 0,13 für Niedrigenergie)
 - Wärmebrücken ausschließen

- ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

- Wenige Schichten
- Langzeitbeständigkeit
- Akustikabsorption bei der Innenoberfläche

Abb. 117 | Liste Anforderungen Wand

integrierbar sein. Speziell in der Wand sind Belichtungsflächen kostengünstiger zu realisieren, als im Dachelement und somit anzustreben. Die Mindestanforderung richtet sich nach der ÖNORM O 1040.

- **Belüftung:**

Lüftungsöffnungen sind in Zusammenhang mit Belichtungsöffnungen sinnvoll. Eine Lüftungsöffnung ohne Belichtung in opaker Ausführung ist nicht auszuschließen.

- **Baubiologisch unbedenklich:**

Analog Dachelement

- **Ökologisch nachhaltig:**

Analog Dachelement

- **Hitzeschutz:**

Das Wandelement ist im Regelfall bei hochstehender Sonne nicht sehr großer Strahlung ausgesetzt und muss dementsprechend nicht so viel Energieeintrag kompensieren wie das Dachelement. Trotzdem nicht zu vernachlässigen, sind Materialien, die eine hohe Wärmespeicherkapazität aufweisen. Um einen Wärmedurchgang in das Gebäude zu unterbinden sind diese vorrangig zu integrieren.

- **Hinterlüftung:**

Analog Dachelement

- **Wärmespeicherkapazität:**

Eine Wärmespeicherung ist von Vorteil, muss aber nicht zwingend vorhanden sein. Diese kann auch von anderen Bestandteilen übernommen werden.

- **Raumfeuchteregulierend:**

Analog Dachelement

- **Schalldämmung:**

Analog Dachelement, geltende Ö-Norm (ÖNORM B8115-2)

- **Thermische Anforderung:**

Analog Dachelement, Anforderungen unter Einhaltung zweier Kriterien:

- U-Wert min. 0,35 W/m²K lt. Ö-Norm
- Niedrigenergiestandard 36 kWh/m²a lt. Stmk. Förderungsgesetz

- **Wärmebrücken:**

Analog Dachelement

- **Wenige Schichten:**

Analog Dachelement

- **Langzeitbeständigkeit:**

Analog Dachelement

- **Akustikabsorption bei der Innenoberfläche:**

Analog Dachelement

4.2 WAND AUSWAHL

Der Wandaufbau des Lofthauses wird konvergent zum Dachelement hergestellt und bildet in der gesamten Konstruktion einen homogenen Aufbau. Folge dessen bietet sich, mit einer bewusst reduzierten Materialauswahl, ein Kostenvorteil in der Herstellung und Vervielfältigung einiger weniger Baustoffe. Mit einer Systematisierung des Elementes Dach / Wand (Kapitel Systementwicklung) ist es möglich, die gesamte Querachse (Ebene zwischen den Trägern) ausschließlich mit nur einem Großraumbauteil einen Raumabschluss zu arrangieren. Parallel zur thermischen Trennung bildet dieser Bauteil eine steife Scheibe und trägt den gesamten Windverband in der Längsachse in sich.

Aufbau von innen nach außen:

Der Aufbau des Bauteiles kann analog mit dem Dachelement ausgeführt werden.

Wichtige Fakten:

U-Wert: 0,131 W/m²K
Gewicht: 41 kg/m²

Besondere Eigenschaften:

Verwendung als Dach- und Wandelement
Trocken verlegte Fertigelemente.
Sehr leichte Konstruktion.
Fertigteil inklusive Innenoberfläche.
Diffusionsoffener Bauteil ohne „Plastik“.
Drei Materialien bilden ganze Konstruktion.

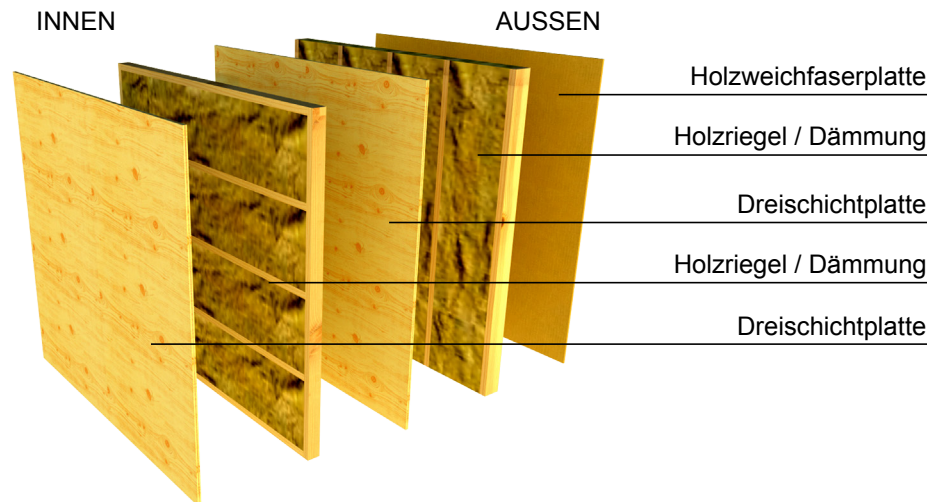


Abb. 118 | Wandaufbau Auswahl

BEDINGUNGEN

geringe Kosten	+
Ausführungsqualität	+
Zeitbedarf	+
Lastabtrag	+
Leitungsführungen	+
Belichtung	+
Belüftung	+
Baubiologisch	+
Ökologisch	+
Hitzeschutz	+
Hinterlüftung	+
Wärmespeicherkapazität	o
Raumfeuchteregulierung	-
Schalldämmung	+
Thermische Anforderung	+
Wärmebrücken	+

ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

Wenige Schichten	+
Langzeitbeständigkeit	+
Akustik	-

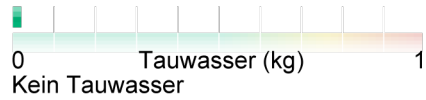
Bewertung: sehr gut +, befriedigend o, ausreichend -

U = 0,131 W/m²K
(Wärmedämmung)



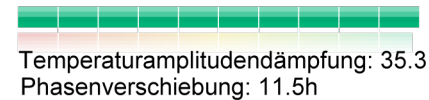
Raumluft: 20°C / 50%
Außenluft: -10°C / 80%

Kein Tauwasser
(Feuchteschutz)



Tauwasser: 0.00 kg/m²
sd-Wert: 7.1 m

TA-Dämpfung: 35.3
(Hitzeschutz)



Phasenverschiebung: 11.5h
Gewicht: 40 kg/m²
Dicke: 34.5 cm

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	19,1	20,0		
1	2,5 cm Dreischichtplatte Fichte	0,130	0,192	17,5	19,6	11,8	0,0
2	12 cm Mineralwolle WLG035 (63 cm)	0,035	3,429	6,3	18,9	2,2	0,0
	12 cm Fichte (6 cm)	0,130	0,923	7,7	17,9	4,7	0,0
3	2 cm Dreischichtplatte Fichte	0,130	0,154	5,4	8,4	9,4	0,0
4	16 cm Mineralwolle WLG035 (67 cm)	0,035	4,571	-8,4	7,5	2,9	0,0
	16 cm Fichte (7 cm)	0,130	1,231	-6,8	6,6	6,8	0,0
5	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	0,444	-9,9	-6,3	3,2	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,7		
	34,5 cm Gesamtes Bauteil		7,634			40,9	

Temperaturverlauf / Tauwasserzone

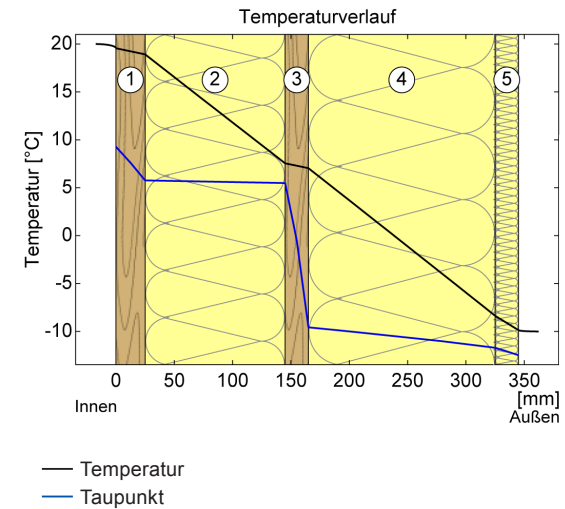
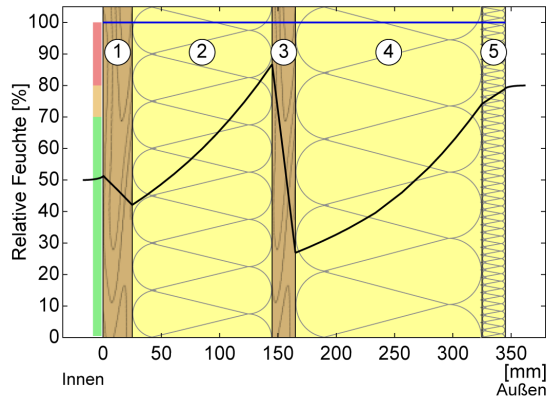


Abb. 119 | Wandaufbau Temperaturverlauf



— Relative Feuchte in %

Abb. 120 | Wandaufbau Relative Feuchte

Feuchteschutz

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m ²]
			[kg/m ²]	%		
1	2,5 cm Dreischichtplatte Fichte	1,75	-	0,0		11,8
2	12 cm Mineralwolle WLG035 (63 cm)	0,12	-	0,0		2,2
	12 cm Fichte (6 cm)	2,40	-	0,0		4,7
3	2 cm Dreischichtplatte Fichte	4,40	-	0,0		9,4
4	16 cm Mineralwolle WLG035 (67 cm)	0,32	-	0,0		2,9
	16 cm Fichte (7 cm)	8,00	-	0,0		6,8
5	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,10	-	0,0		3,2
	34,5 cm Gesamtes Bauteil	7,11	0,000		0	40,9

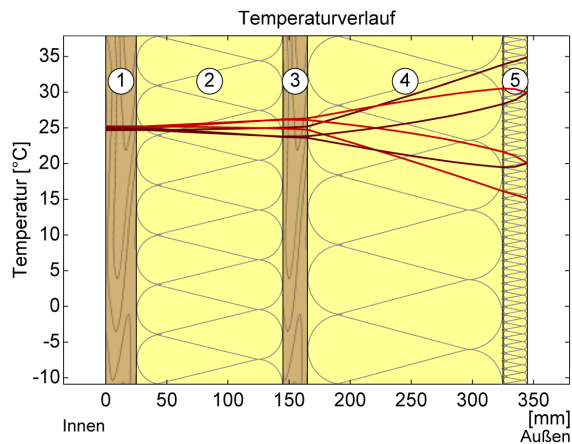


Abb. 121 | Wandaufbau Hitzeschutz

— Temperatur um 15, 11 und 7 Uhr
 — Temperatur um 19, 23 und 3 Uhr

Hitzeschutz

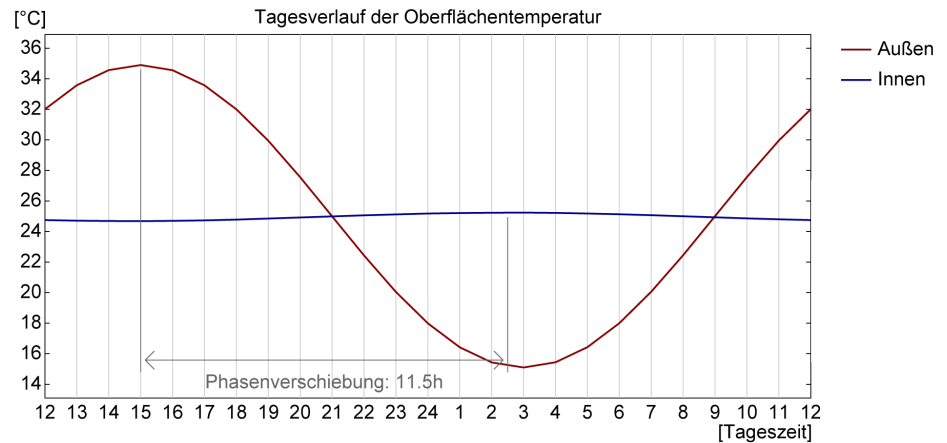


Abb. 122 | Wandaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf

Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung

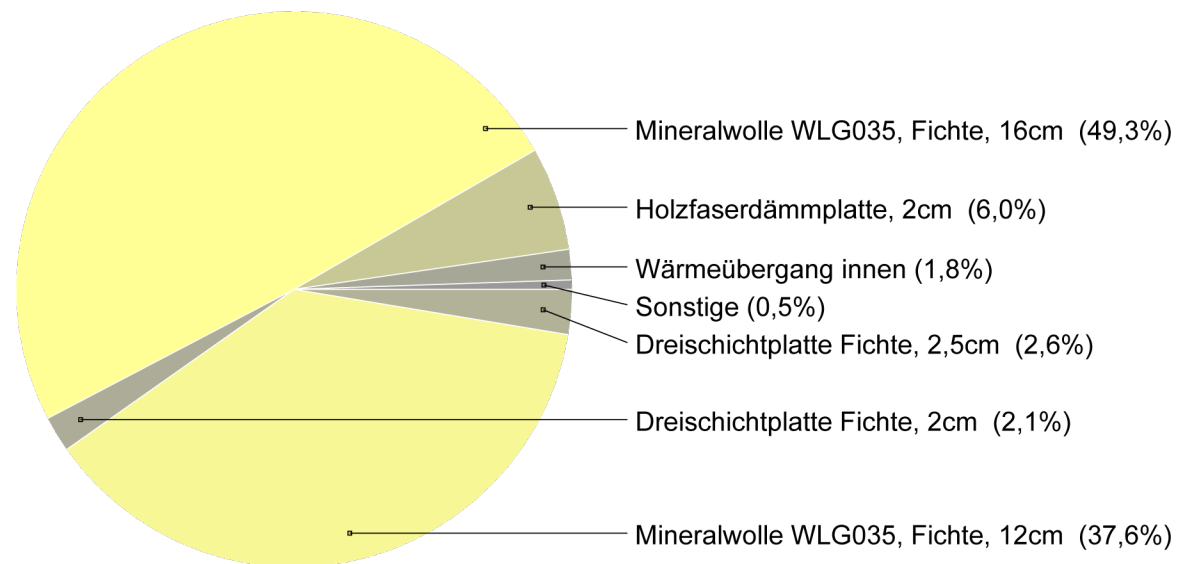


Abb. 123 | Wandaufbau Funktionen

4.3 BODENPLATTE

Das Fundament des Lofthauses stellt die Basis des Gebäudes dar und trägt den Systemraster in sich. Das Konzept basiert auf einem ebenerdigen Gebäude, mit der Aussicht eine Barrierefreiheit des Gebäudes zu erreichen. Eine Unterkellerung wird nicht ausgeschlossen, aber im Rahmen dieser Arbeit nicht näher betrachtet. Die Bodenplatte bedarf, ähnlich der Wand- und Dachelemente, einer speziellen Entwicklung, um auf System der Hallenträger und Raummodule einzugehen. Fertig-Bodenplattenelemente werden nach Planungswünschen gefertigt und versprechen somit nur den Vorteil einer Vorfertigung. Folge dessen ist ein Bauteil zu überdenken, welches die Trennung zum Erdreich übernimmt und die Lasten der Konstruktion in den Boden ableiten kann.

KONVENTIONELL

11 SCHICHTEN

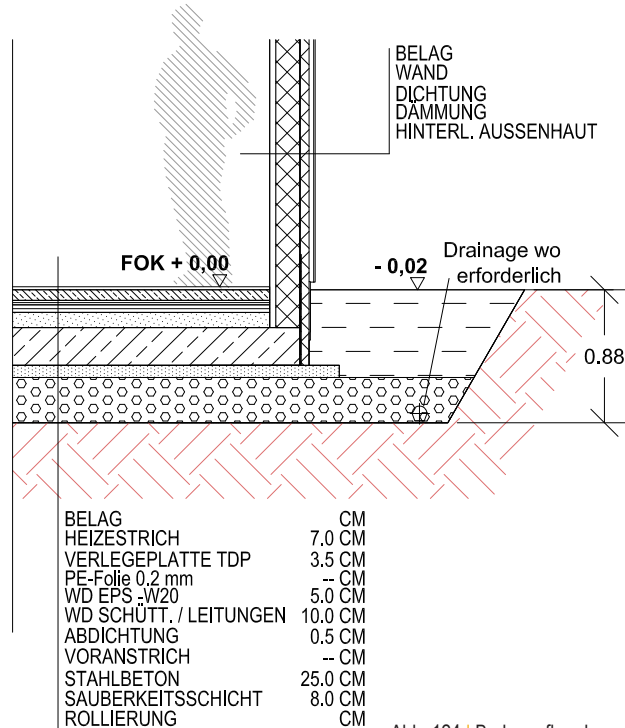


Abb. 124 | Bodenaufbau konventionell

ANFORDERUNGEN

(kurzgefasst in der Liste „ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt – BODEN“):

Ein konventioneller Aufbau ist hinsichtlich seiner vielen Schichten und Trennungen der Funktionen zu überdenken. Im besten Fall ist ein effizientes Fertigteil mit „Mehrwert“ anzustreben.

- **Kosten:**

Primär übernimmt dieser Bauteil die Lasteinleitung der gesamten Konstruktion in das Erdreich und muss hinsichtlich dieser einseitigen Funktion mit einem geringen Kostenaufwand bewerkstelligt werden. Ökonomisch betrachtet ist anzustreben, dem Bauteil mehr Funktionen zuzuteilen um eventuell andere Bauteile zu „entlasten“ z.B. Massenspeicherung

- **Ausführungsqualität:**

Die Ausführungsqualität der gesamten Konstruktion ist primär im Bereich der statischen Ausführung sehr professionell zu erarbeiten, sodass Setzungen bei der Bodenplatte auszuschließen sind. Die Sichtoberfläche muss den für den Wohnbau üblichen, Ansprüchen gerecht werden. Eine eventuelle Nutzung der Betonmasse muss analog mit dem Bodenaufbau ausgeführt werden. Hierbei ist der Trittschal zu beachten.

- **Zeitbedarf:**

Analog Dach und Wandelement

- **Lastabtrag in Unterkonstruktion:**

Die Bodenplatte übernimmt, abhängig von der Trägerlasteinleitung, horizontale und vertikale Belastungen und muss statisch darauf ausgelegt sein. Kostenerhöhende Konstruktionen sind möglichst zu vermeiden

Zeitplan	Thema	Fassung
4.3	ANFORDERUNGEN spez. an ein Element/Produkt	04.02.2013
BODEN		
- GEFORDERTE LEISTUNGEN		
- Kosten (nach ÖNorm 1801-1)		
- Ausführungsqualität		
- Zeitbedarf (Bestellung bis Montage)		
- Lastabtrag in Unterkonstruktion (Dachträger)		
- Leitungsführungen (Elektroinstallationen, Wasser, Abfluss, ...)		
- Bauphysikalische Leistungen		
- Wärmespeicherkapazität		
- Schalldämmung (innen: Trittschal)		
- Thermische Anforderung (U-Wert min. 0,40 W/m²K)		
- Wärmebrücken bei Übergang Boden Wand vermeiden		
- ANGESTREBTE LEISTUNGEN		
- Wenige Schichten		
- Langzeitbeständigkeit		
- Nachträgliche Installation / Veränderung		
- Gesundheitliche Aspekte		

Abb. 125 | Liste Anforderungen Boden

z.B. Einspannungen von Träger

- **Leitungsführung:**

In diesem raumgreifenden Bauteil ist es unumgänglich die Funktion der Leitungsführung zu entnehmen. Installationsleitungen, wie Abwasserentsorgung, ist zumindest die Durchdringung des Bauteiles mit Leitungen zu gewährleisten. Nachdem das Konzept von einer minimalen „Großraumfüllung“ ausgehen muss, müssen Versorgungs-, Entsorgungs- und Elektroleitungen in diesem Bauteil untergebracht werden. Konzentriert man in der Planungsphase den sanitären Bereich auf einen Punkt (z.B. Sanitärraummodul) im Gebäude würde lediglich die Verteilung der Elektroinstallation Relevanz erhalten.

- **Wärmespeicherkapazität:**

Der Bauteil übernimmt primär die Funktion der Lastableitung der Kräfte in das Erdreich und wird Folge dessen eine massive Ausführung erhalten. Aus ökonomischer Sicht ist es anzustreben die Masse des Bauteils zu nutzen, in die Gebäudestruktur thermisch einzuschließen und als Massenspeicher zu verwenden.

- **Schalldämmung:**

Schallschutztechnisch wird dem Bauteil lediglich die Unterbindung von Trittschall zugeeilt. In der Basis „Großraumausführung“ ist der Trittschall zu vernachlässigen. Bei einer angestrebten Variabilität ist eine nachträgliche

Trittschalunterbindung von Raum zu Raum zu überdenken. Geltende ÖNORM B 8115-2

- **Thermische Anforderung:**

Anforderungen unter Einhaltung zweier Kriterien:

- U-Wert min. 0,40 W/m²K lt. Ö-Norm
- Niedrigenergiestandard 36 kW/m²a lt. Stmk. Förderungsgesetz

- **Wärmebrücken im Eckbereich Boden-Wand vermeiden:**

Der Eckbereich Boden Wand ist meist mit unterschiedlichen Materialien und Dämmanforderungen auszuführen. Wärmebrücken sind in diesem Segment möglichst zu vermeiden.

- **Wenige Schichten:**

Wie in allen anderen zu entwickelnden Bauteilen sind wenige Schichten mit „Mehrfunktion“ vorzuziehen, um die Fehleranfälligkeit und den Arbeitsaufwand zu reduzieren. Materialien wie Schaumglas kann dämmen, ist druckfest und übernimmt bei ausreichender Höhe, eine kapillarbrechende Funktion.

- **Langzeitbeständigkeit:**

Die Fundamentplatte ist ein Bestandteil des Konzeptes, welches in seiner Ausformung die längste Beständigkeit aufweisen muss. Das

Fundament des Gebäudes bleibt bestehen und wird im besten Fall, den Anforderungen entsprechend, erweitert.

- **Nachträgliche Installationen / Veränderungen:**

Ausgehend von der Basisvariante mit einem Großraum, ist eine Grundinstallation für Elektroleitungen vorzusehen. Eine nachträgliche Änderung im Boden für sanitäre Installationen ist, mit den erforderlichen Gefällen der Leitungen, nur schwer umsetzbar. Durchdringungen für Entsorgungsleitungen können kaum nachträglich ohne hohen Aufwand bewerkstelligt werden. Folge dessen ist eine Fixpositionierung der Sanitärinstallation zu überdenken.

- **Gesundheitliche Aspekte:**

Analog Raummodul

SCHAUMGLASGRANULAT + ESTRICH

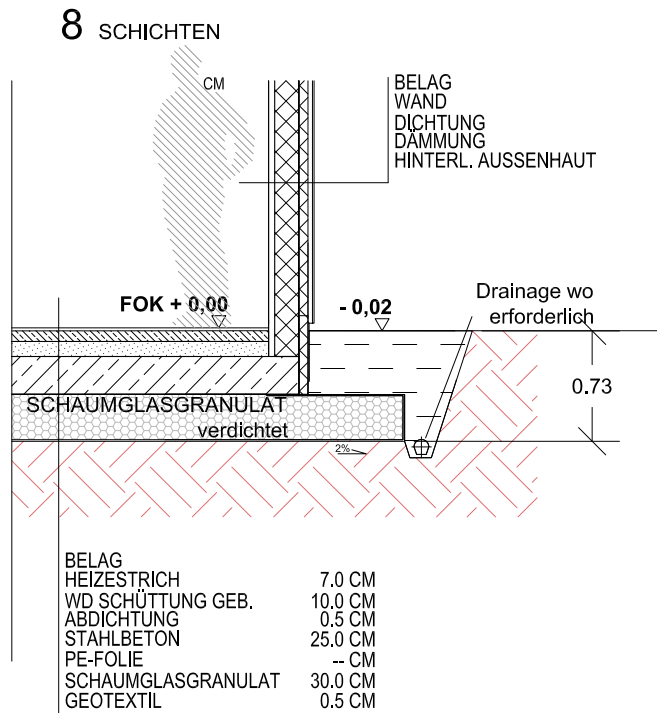


Abb. 126 | Lösungsmöglichkeit für Dämmung mit Schaumglas

XPS mit ESTRICH

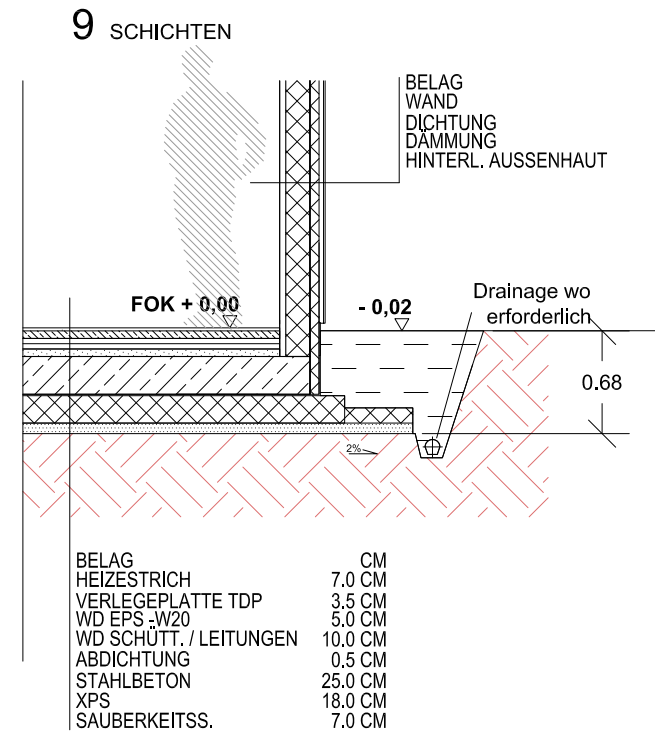


Abb. 127 | Lösungsmöglichkeit für Dämmung mit XPS

4.3 BODENPLATTE AUSWAHL

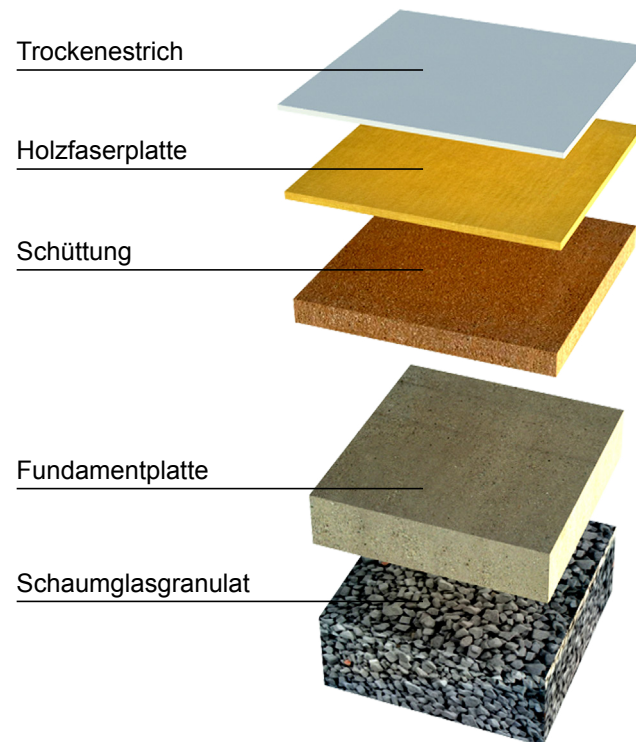


Abb. 128 | Bodenaufbau Auswahl

Die Bodenplatte trennt das Innere vom Erdreich und stellt die Basis für die tragende Konstruktion, die Hallenträger. Der funktionale Aufbau bietet mit sehr wenigen Schichten die besten Voraussetzungen zur Erfüllung der Anforderungen und Bedingungen.

Aufbau von unten nach oben:

Die **Dämmschicht** aus Schaumglasgranulat, bietet zuzüglich eine kapillarbrechende Wirkung und gewährt einen druckfesten Untergrund für die Fundamentplatte. Kosten- und Zeitersparnis stehen im Verhältnis zum konventionellen Aufbau mit 1:3 Schichten gegenüber. Mit der Verlegung der Dämmschicht unter die Betonplatte, erhält der Innenraum einen sehr wertvollen Wärmespeicher, der in Analogie mit der passiven Energienutzung das Energiekonzept optimiert.

Die **Fertigfundamentplatte**, sektionsweise in der Längsachse (ist Firstachse) erweiterbar, spannt sich in der Querachse um die Lasten der Hallenträger, aufzunehmen. Die Fertigteile werden mit Spannschlössern verbunden und bewerkstelligen eine nachträgliche Erweiterung

oder einen Rückbau. Die **Schüttung** arrangiert einen Ausgleich im Boden, lässt Leitungsführungen zu und bietet die Basis für den Trockenestrich. **Trockenestrichelemente** werden auf die Schütten gelegt und dienen als Untergrund für den Bodenbelag. Der gesamte Aufbau erfüllt zu 100 % die geforderten Leistungen.

Besondere Eigenschaften:

Der gesamte Aufbau wird trocken verlegt.
Zeitersparnis mit Fertigteilen.
Wenige Schichten reduzieren Fehleranfälligkeit.
Enorme Wärmespeicherwirkung.

Wichtige Fakten:

U-Wert: 0,146 W/m²K
Wärmespeicherfähigkeit: 0,17 kWh/m²K

BEDINGUNGEN

geringe Kosten	+
Ausführungsqualität	+
Zeitbedarf	+
Lastabtrag	+
Leitungsführungen	+
Wärmespeicherkapazität	+
Schalldämmung	+
Thermische Anforderung	+
Wärmebrücken	+

ZUSÄTZLICH ANGESTREBT

Wenige Schichten	+
Langzeitbeständigkeit	+
Nachträgliche Installation	+
Gesundheitliche Aspekte	+

Bewertung: sehr gut +, befriedigend o, ausreichend -

U = 0,146 W/m²K
(Wärmedämmung)



Raumluft: 20°C / 50%
Außenluft: 0°C / 100%

Kein Tauwasser
(Feuchteschutz)



Tauwasser: 0.00 kg/m²
sd-Wert: 21.4 m

TA-Dämpfung: 2500.0
(Hitzeschutz)



Gewicht: 842 kg/m²
Dicke: 80 cm

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,170	19,5	20,0		
1	2 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm	0,320	0,062	19,3	19,5	23,0	0,0
2	3 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	0,667	17,4	19,3	4,8	0,0
3	10 cm Schüttung	0,700	0,143	17,0	17,4	135,0	0,0
4	25 cm Beton armiert (2%)	2,500	0,100	16,7	17,0	600,0	0,0
5	40 cm ecoglas Schaumglasgranulat	0,070	5,714	0,0	16,7	80,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,000	0,0	0,0		
6	8 cm Erdreich			0,0	0,0	0,0	
	80 cm Gesamtes Bauteil		6,859			842,8	

Temperaturverlauf / Tauwasserzone

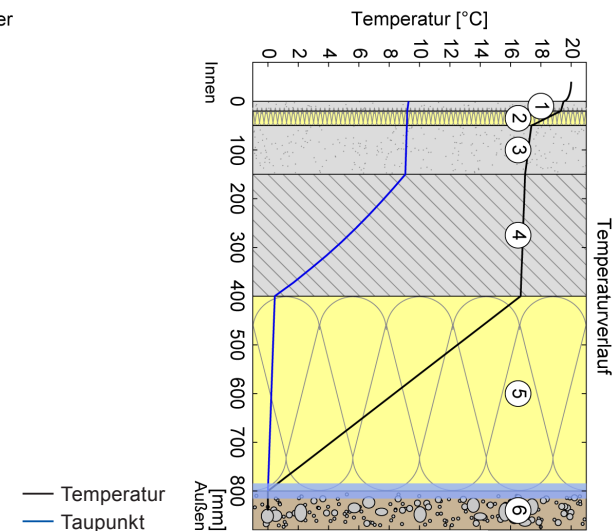


Abb. 129 | Bodenaufbau Temperaturverlauf

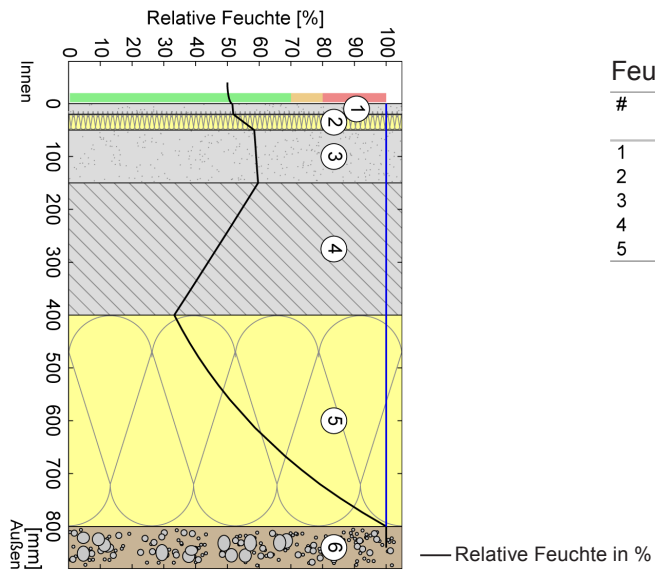


Abb. 130 | Bodenaufbau Relative Feuchte

Feuchteschutz

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m ²]
1	2 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm	0,26	-	0,0	23,0
2	3 cm Holzfaserdämmplatte	0,09	-	0,0	4,8
3	10 cm Schüttung	0,30	-	0,0	135,0
4	25 cm Beton armiert (2%)	20,00	-	0,0	600,0
5	40 cm ecoglas Schaumglasgranulat	0,80	-	0,0	80,0
	80 cm Gesamtes Bauteil	21,45	0,000	0	842,8

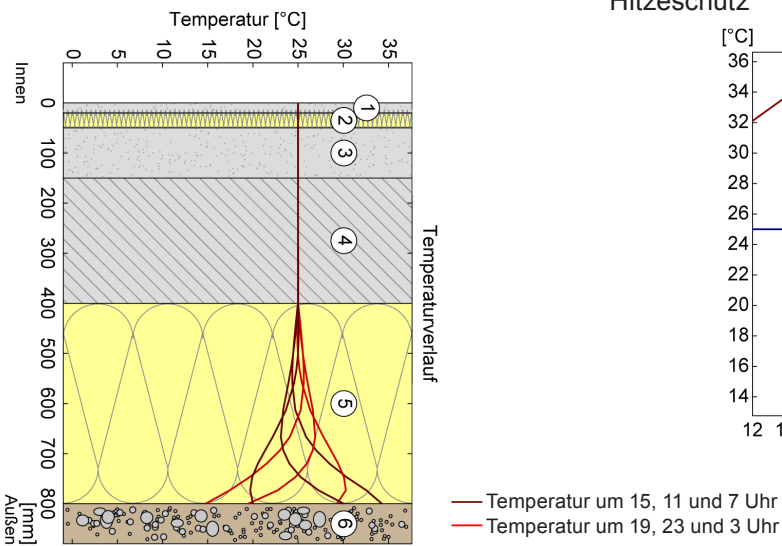


Abb. 131 | Bodenaufbau Hitzeschutz

Hitzeschutz

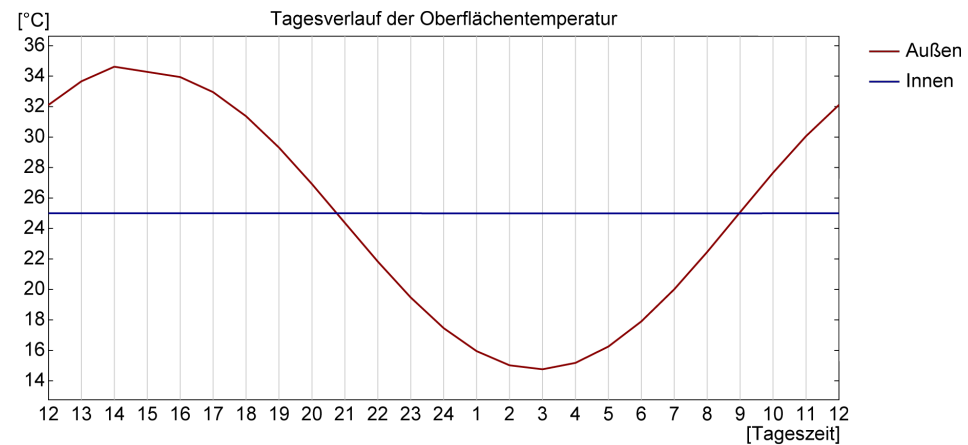


Abb. 132 | Bodenaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf

Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung

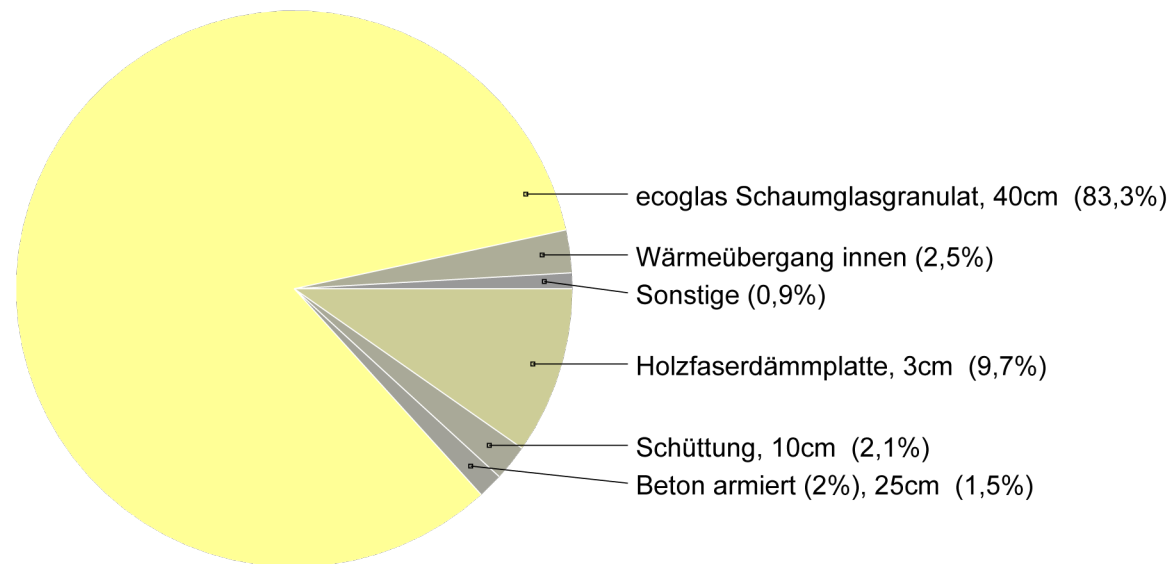


Abb. 133 | Bodenaufbau Funktionen

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

2.0 | RECHERCHE

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF

5.1 DACH / WANDELEMENTE

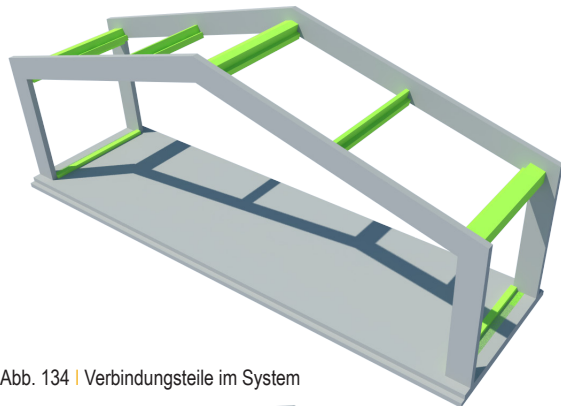


Abb. 134 | Verbindungsteile im System

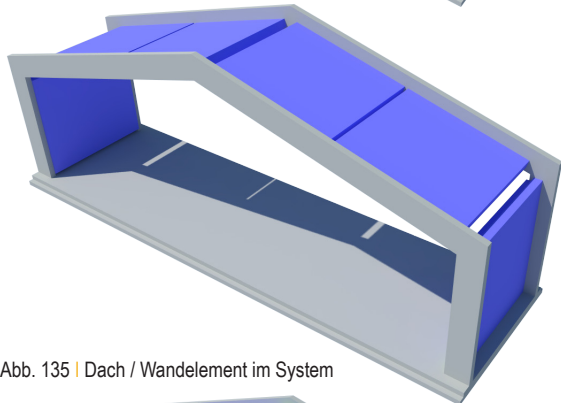


Abb. 135 | Dach / Wandelement im System

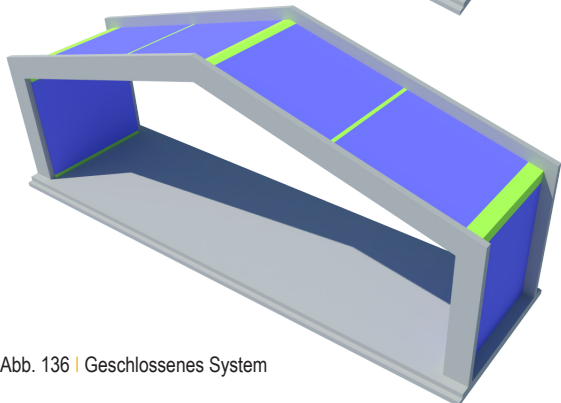


Abb. 136 | Geschlossenes System

Das Konzept des Lofthauses besteht in der Realisierung eines Wohnbaus mit marktverhandenen Produkten und entwickelten Groraumbauteilen. Marktprodukte (Raummodul/Hallenträger) und die thermische Hülle (Wand/Dach/Boden) wurden bereits analysiert und fixiert.

Aus dieser Entscheidung heraus beginnt der analytische Vorgang ein System, unter Einhaltung der gestellten Anforderungen, zu entwickeln. Die Initiative beginnt bei der kleinst möglichen, systembedingten Raumbildung. Für die Durchführung werden mindestens zwei Hallenträger auf einer Fundamentplatte, statisch stabil, gefordert. Unter Beruckichtigung der Bauteilervielfaltigung,

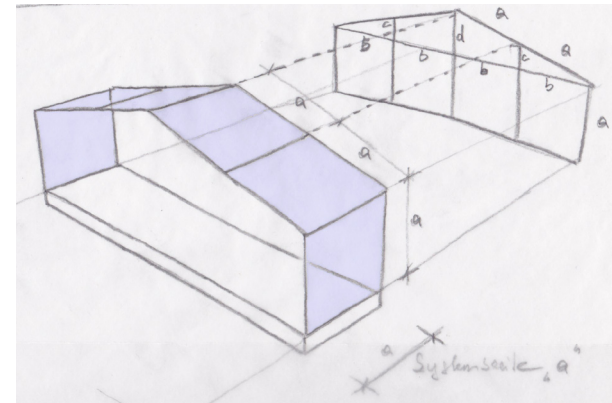


Abb. 138 | Systemgröße

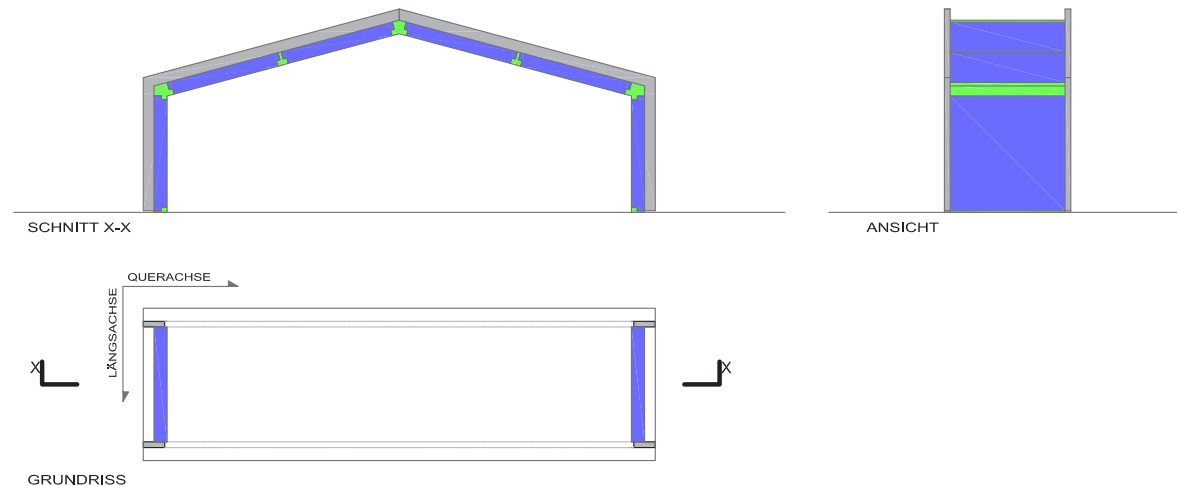


Abb. 137 | Systemgrundriss, Schnitt und Ansicht

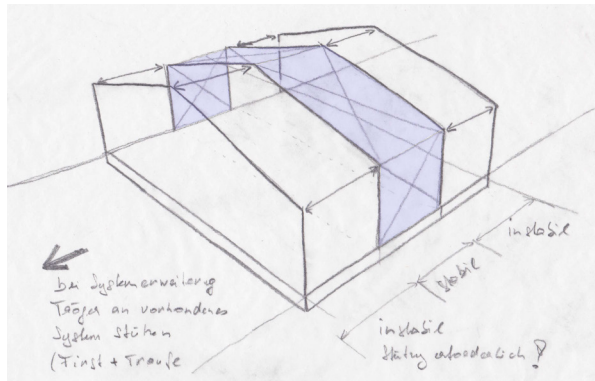


Abb. 139 | Systemerweiterung

Produktion, Anschlussfugen und vor allem der Transportgrößen und zur Verfügung stehenden Systembauteile (Raummodul,...) ist eine Systemgröße zu wählen, welche sich günstig auf alle Kriterien auswirkt (Abbildung Systemgröße). Die Idee ist es, mit einem Bauteil die Dach- und Wandkonstruktion aufzubauen.

Infolgedessen ist mit nur einem Element die gesamte Längsachse des Gebäudes zu realisieren. Werden diese Dach- Wandelemente zwischen die Hallenträger mit Verbindungsstücken (Abbildung 134-136) eingesetzt, schließt sich das System zu einem stabilen Ganzen. Für eine Erweiterung können an diese Anordnung weitere Hallenträger gestützt werden. Die Stabilität eines variabel gebauten Loft, wird mit Hilfe

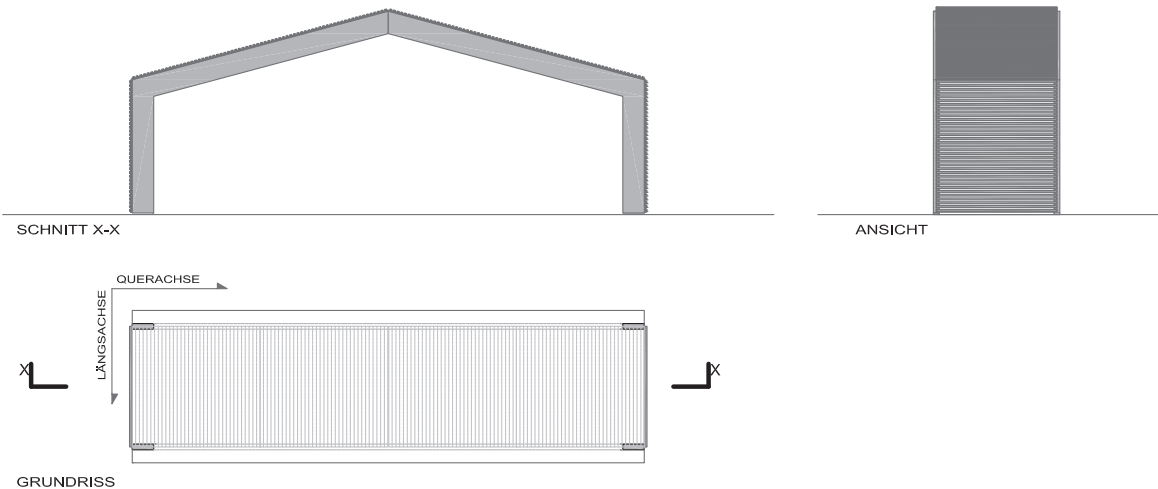


Abb. 140 | Systemgrundriss mit Fassadenelement, Schnitt und Ansicht

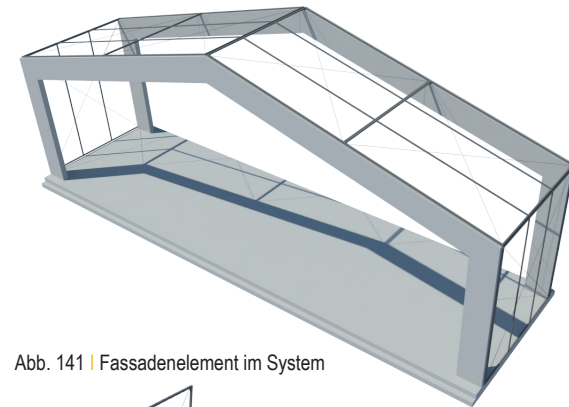


Abb. 141 | Fassadenelement im System

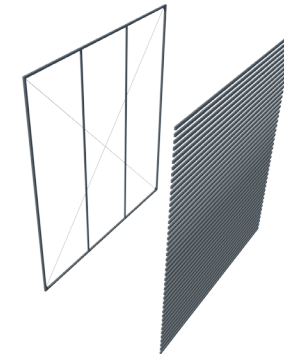


Abb. 142 | Fassadenelement mit Lattung

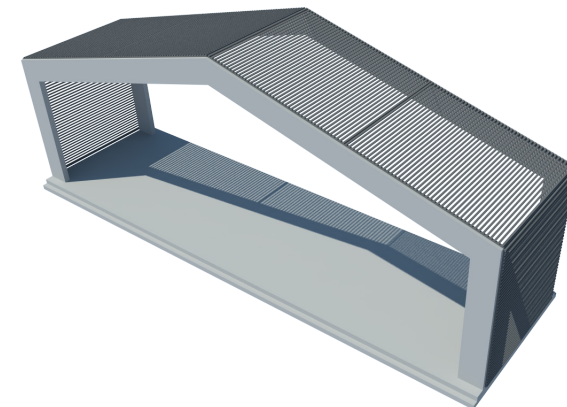


Abb. 143 | Fassadenelement im System

WANDVERSATZ

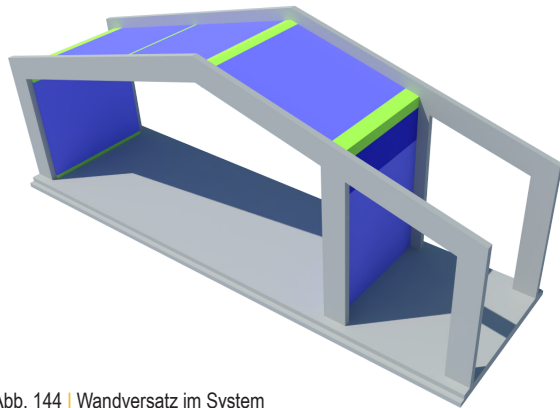


Abb. 144 | Wandversatz im System

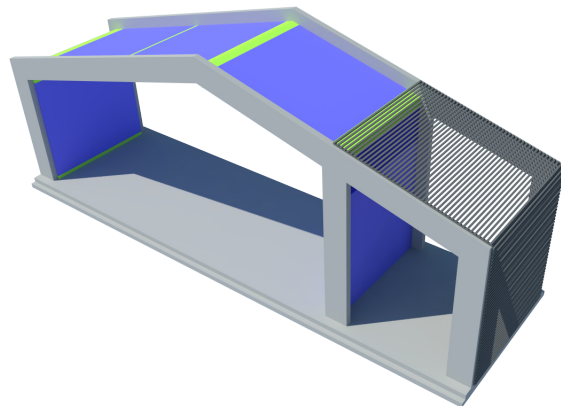


Abb. 145 | Wandversatz mit stabilisierenden Fassadenelement

eines durchgehenden Hallenträgersegments gewährleistet (Abbildung 136). Wird ein Wohnarrangement geplant, in welchem kein durchgehendes Hallenträgersegment vorhanden ist, fordert es eine Konstruktion, welche eine Schließung des Segmentes ermöglicht.

Das Fassadenelement (Abbildung 142), hergestellt aus einem Stahlrahmen mit Windverband an Außenseite der Träger montiert, vervollständigt das Segment zur Stabilisierung. Die Grafik 4 illustriert eine durchgehende Montage des Fassadenelementes auf den Hallenträgern.

Verkleidet mit einem Fassadenmaterial, in der Systementwicklung mit einer Lattung demonstriert (Grafik), verspricht die frei wählbare Bestückung (Oberfläche), Individualität in der Gestaltung, kosteneffiziente Sonnen- und Blickschutzmöglichkeiten an der Gebäudeaußenseite.

Zur Gewährleistung einer Variantenbildung können in der Querachse erforderliche Veränderungen durchgeführt werden. Wandrücksprünge können mit Wandergänzungsstücken in zwei

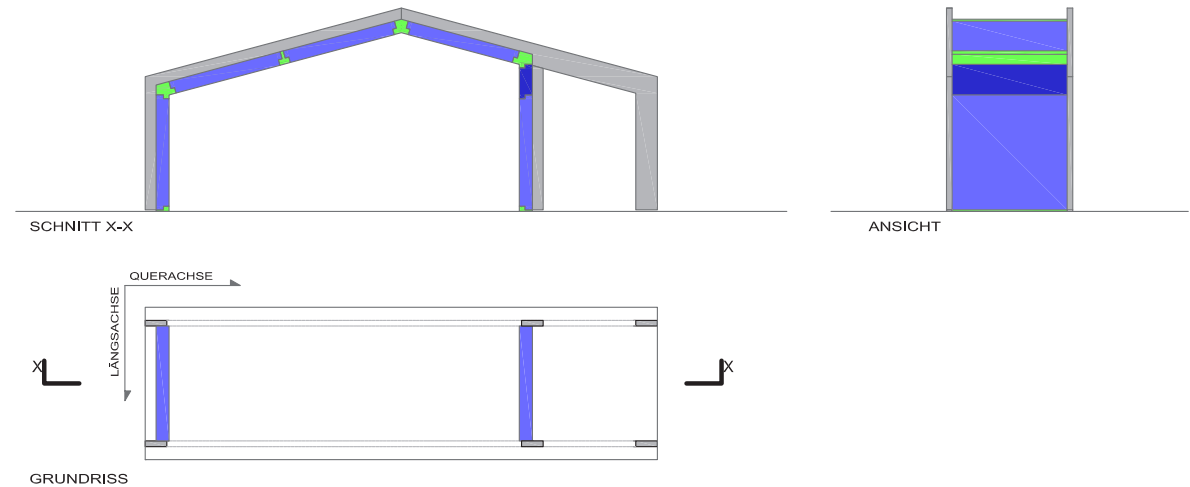


Abb. 146 | Systemgrundriss mit Wandversatz, Schnitt und Ansicht

unterschiedlichen Größen (Abbildung 144 und 148) und dem Dach /Wandelement bewerkstelligt werden.

Zwei Positionen des Wandversatzes sind in der Querachse realisierbar. Infolge der Spiegelgleichheit des Systems sind Wandrücksprünge, analog an der gegenüberliegenden Seite, zu arrangieren. Bei einer durchgehend gleichen Anordnung des Systems in der Längsachse, muss zumindest ein Hallenträgersegment zur Gänze, in der Trägerachse, mit Wand/Dachelement und/

oder Fassadenelement geschlossen sein um Stabilität zu gewähren (Abbildung 145 und 149). Die Giebelseite des Loftes wird mit drei unterschiedlichen modularen „Giebel-elementen“ unter Berücksichtigung eines geplanten Wandversatzes hergestellt. Bei einer möglichen Systemerweiterung in der Längsachse, mit unterschiedlichen Positionen der Querachsenwände (Dach/Wandelement), muss die Giebelwand den Raumabschluss der thermischen Hülle des Gebäudes, bei jeder Innen- und Außenecke, umsetzen. (Abbildung 156 - 159).

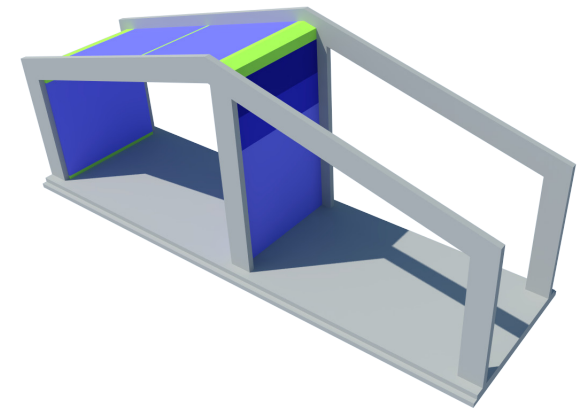


Abb. 148 | Wandversatz im System (First)

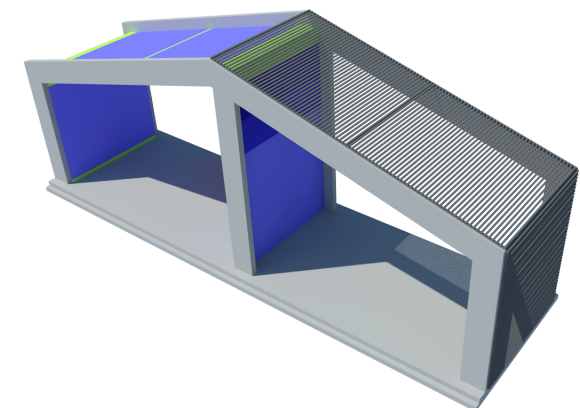


Abb. 149 | Wandversatz (First) mit stabilisierenden Fassadenelement

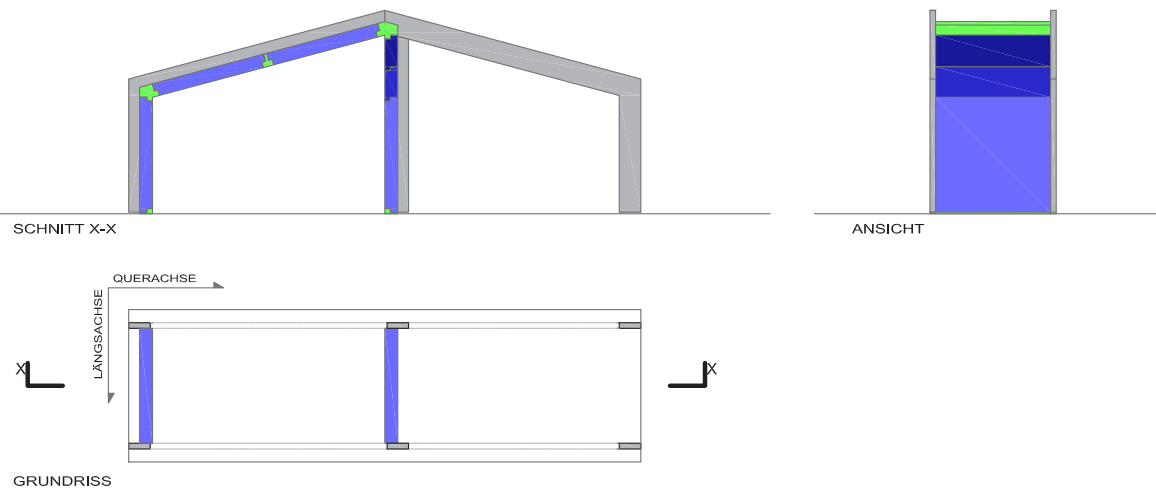


Abb. 147 | Systemgrundriss mit Wandversatz (First), Schnitt und Ansicht

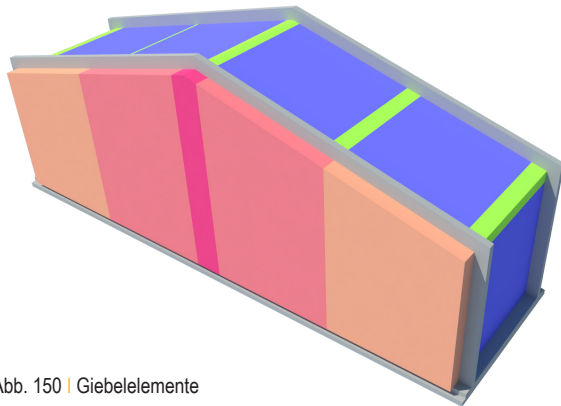


Abb. 150 | Giebelelemente

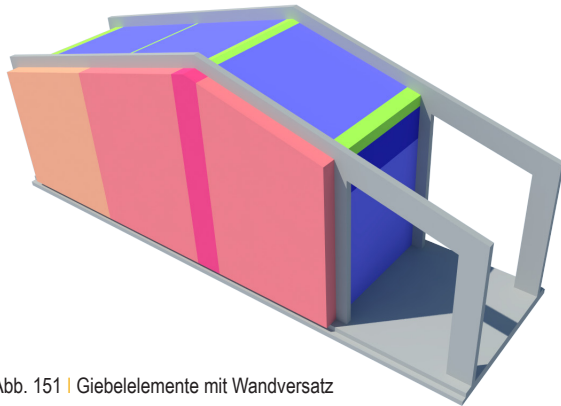


Abb. 151 | Giebelelemente mit Wandversatz

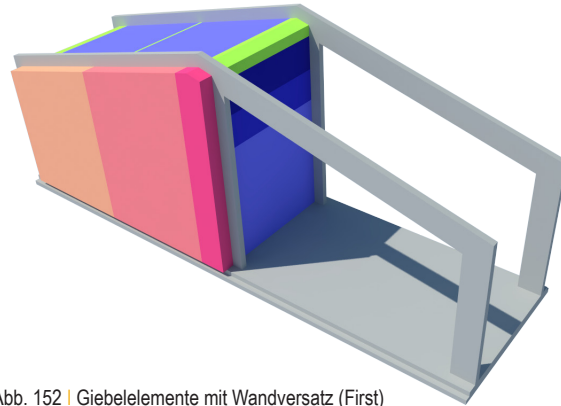


Abb. 152 | Giebelelemente mit Wandversatz (First)

GIEBELEMENTE

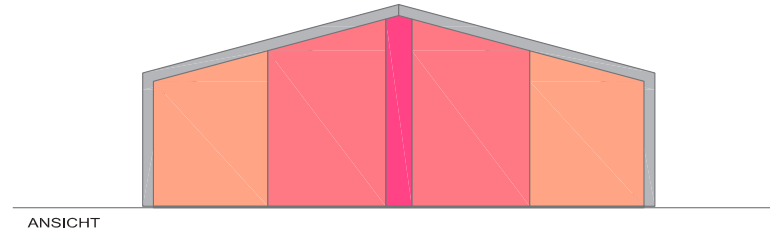


Abb. 153 | Ansicht Giebelelemente

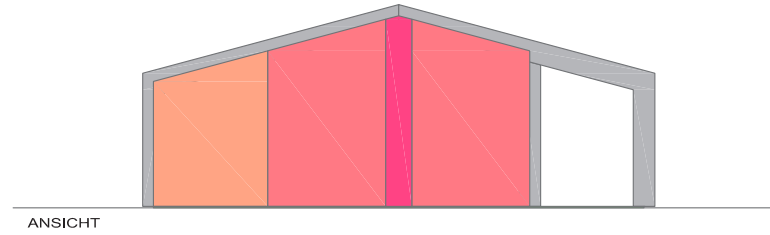
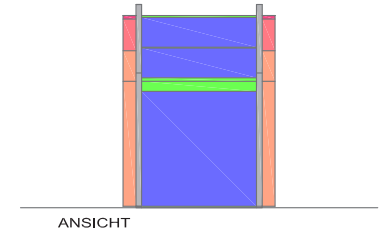


Abb. 154 | Ansicht Giebelelemente mit Wandversatz

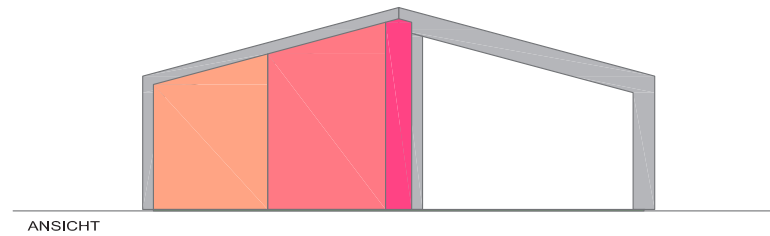
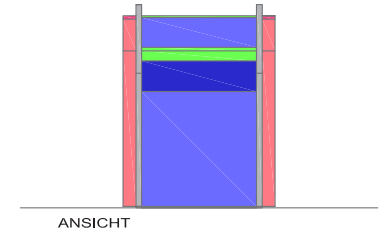
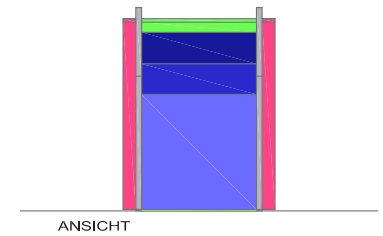


Abb. 155 | Ansicht Giebelelemente mit Wandversatz (First)



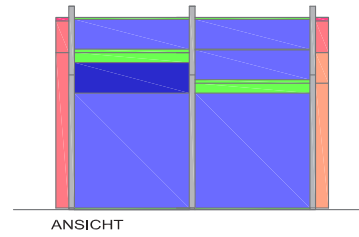
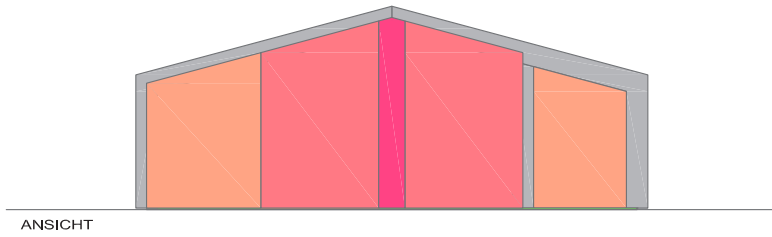


Abb. 156 | Systeminneneck Grundriss und Ansichten

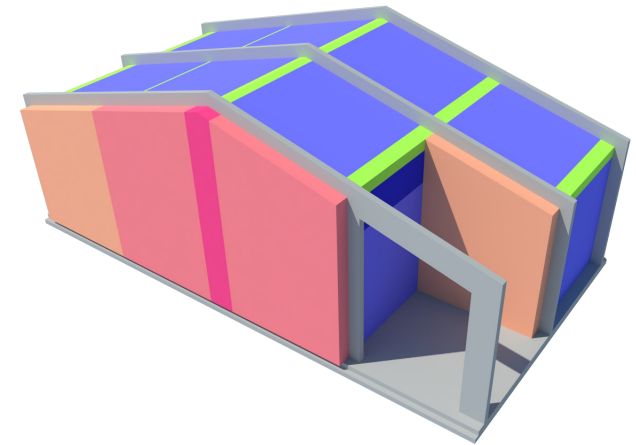


Abb. 158 | Systeminneneck

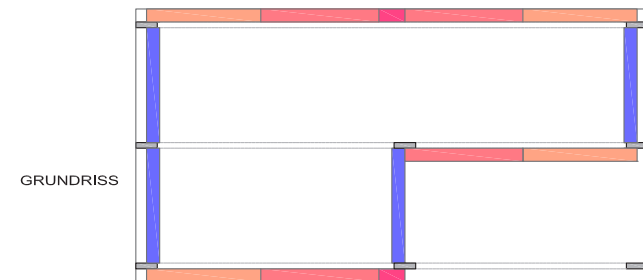
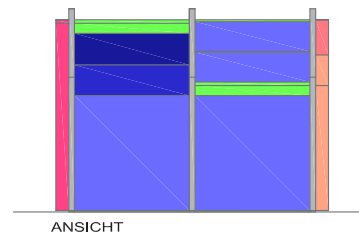
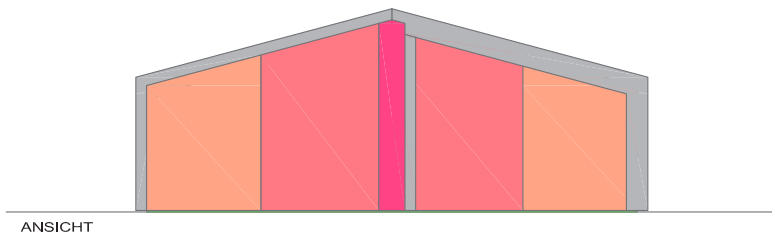


Abb. 157 | Systeminneneck Grundriss und Ansichten (mit Firststellung)

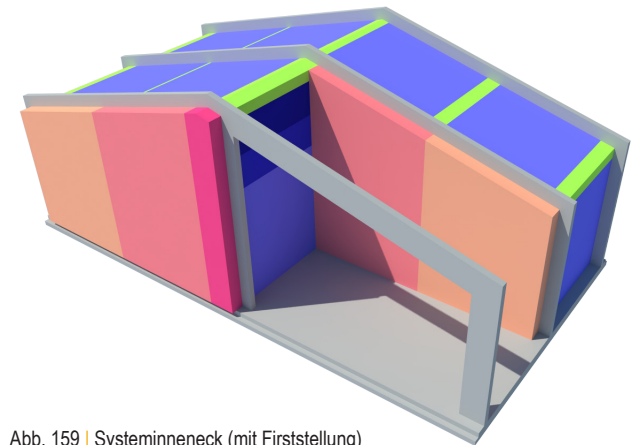


Abb. 159 | Systeminneneck (mit Firststellung)

TERRASSENELEMENTE

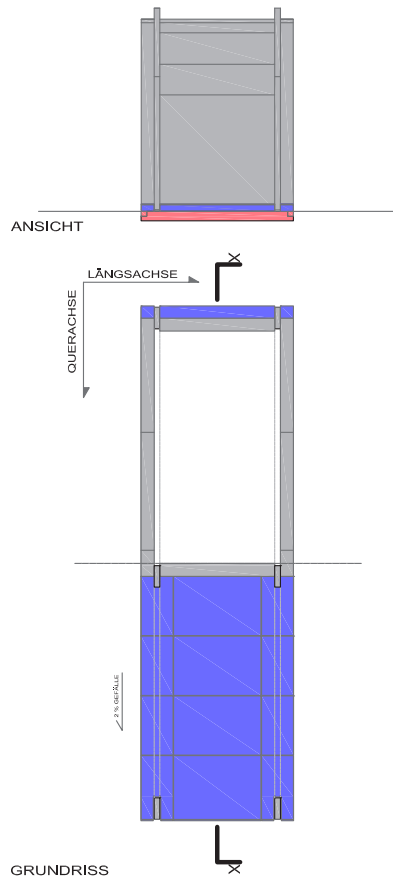
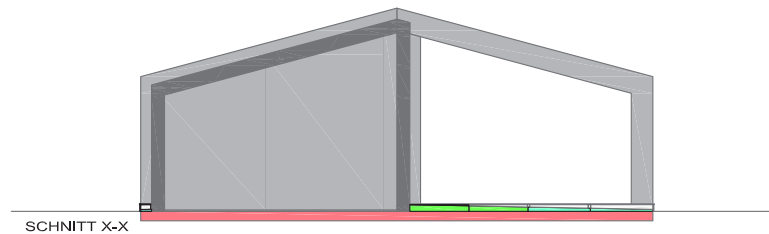


Abb. 160 | Terrassenelemente Grundriss, Ansicht und Schnitt



Das System basiert mindestens auf einem ganzen Segment, bestehend aus wenigstens zwei Hallenträgern und einer Fundamentplatte. Abhängig von der Position der Querwände (Dach / Wandelemente), befindet sich die Bodenplatte innerhalb oder außerhalb des thermischen Wohnbereiches. Nachdem die Bodenplatte Relevanz für die Speichermaße des Wohnraumes beinhaltet, muss bei einem Wandversatz nach innen die Fundamentplatte mit modularen Terrassenelementen thermisch geschützt werden. Die modularen Bauteile beinhalten eine Gefälledämmung mit einer wasserführenden Abdeckung und eine Unterkonstruktion für den Terrassenbelag. Die Wasserableitung erfolgt stets von der Mitte der Querachse mit einem 2 prozentigem Gefälle nach außen um eine uneingeschränkte Erweiterung in Längsachse durchzuführen.

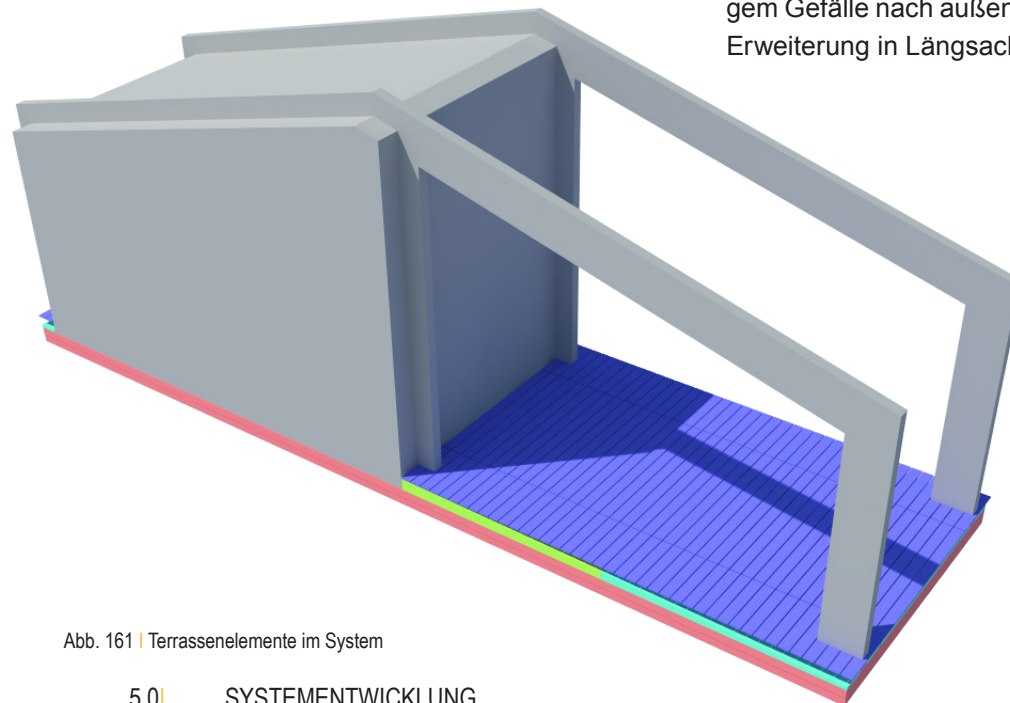


Abb. 161 | Terrassenelemente im System

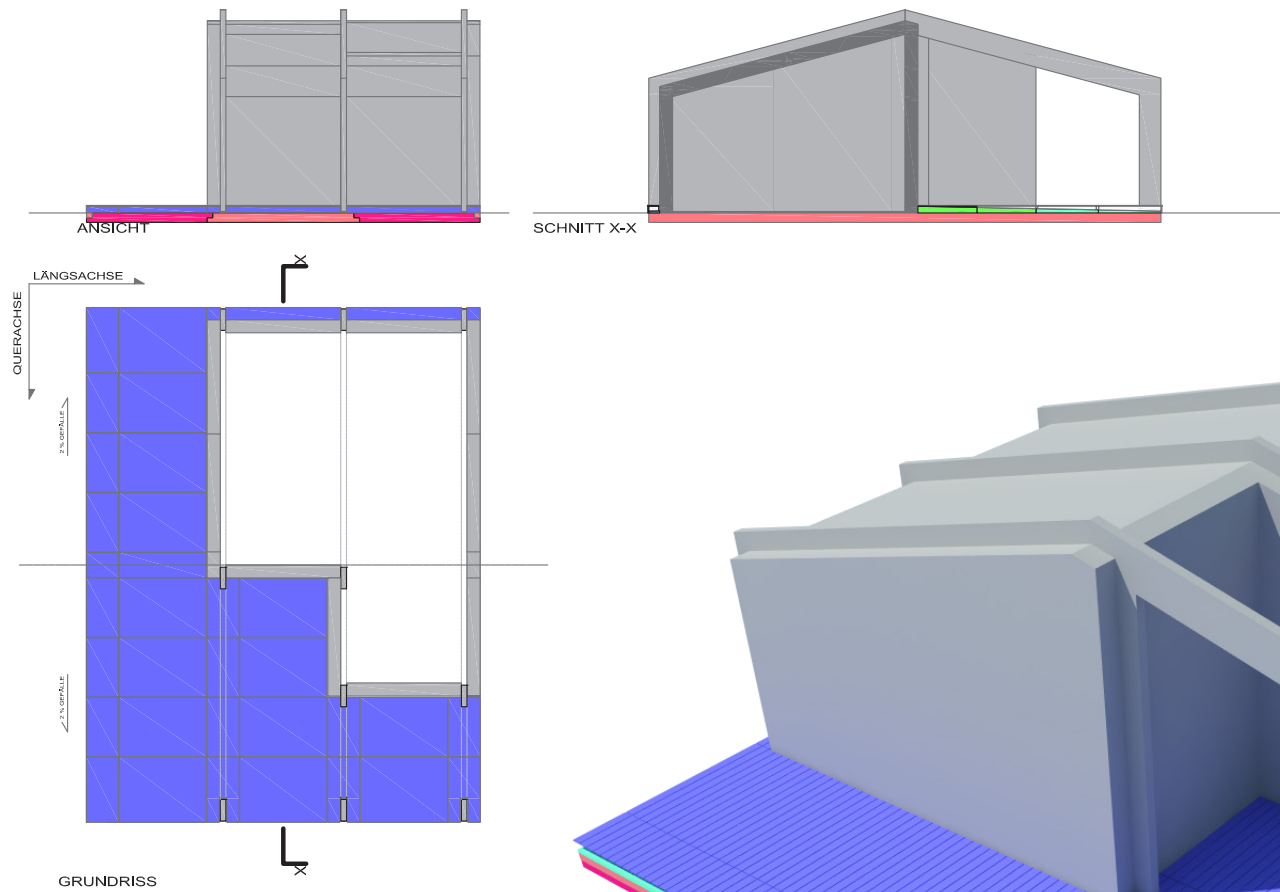


Abb. 162 | Terrassenelemente mit Wandversatz
Grundriss, Ansicht und Schnitt

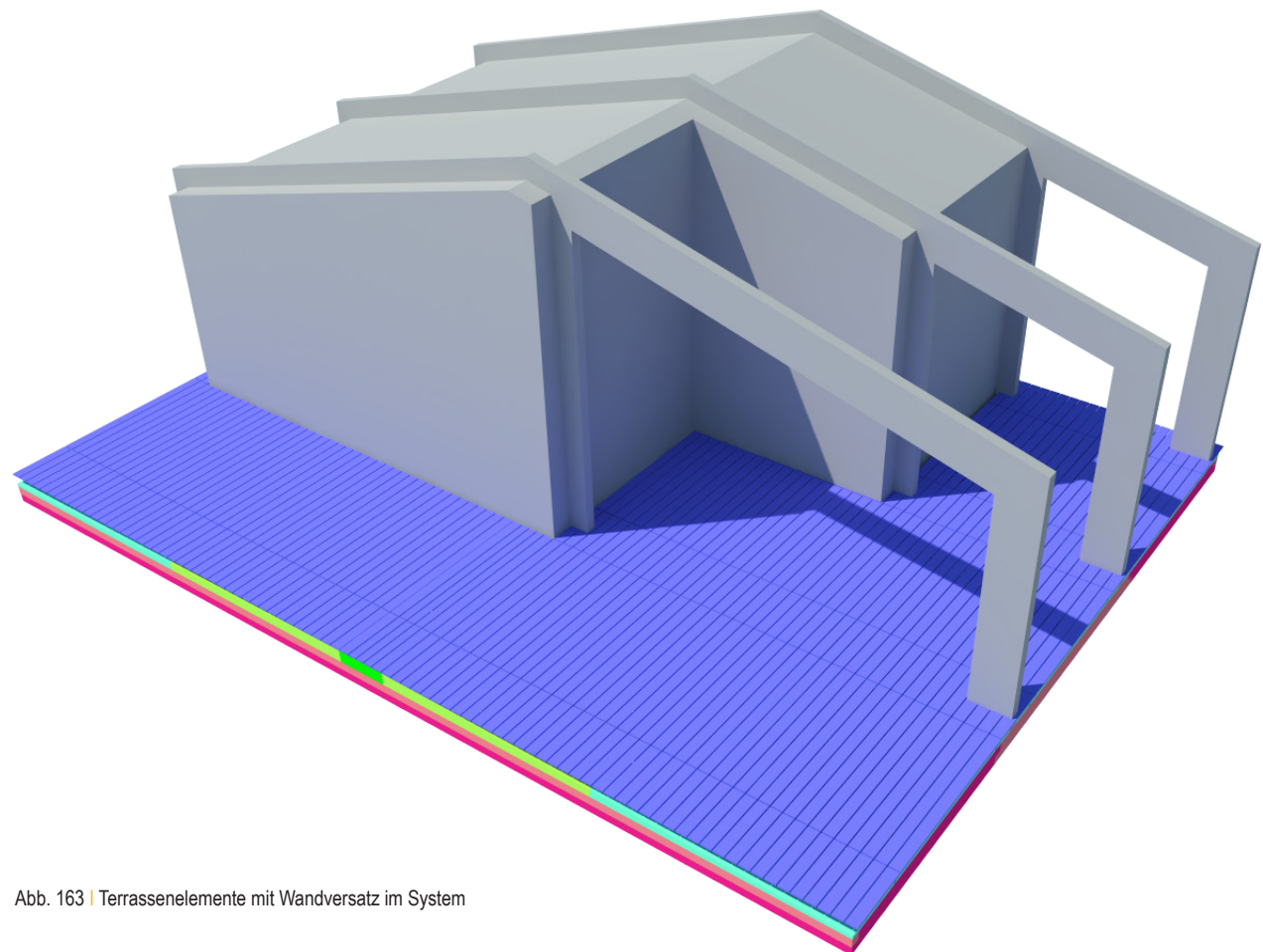


Abb. 163 | Terrassenelemente mit Wandversatz im System

5.2 SYSTEM - BAUTEILKATALOG

Der Bauteilkatalog exponiert anhand einer Variante, arrangiert mit allen möglichen systemrelevanten Wandpositionen einen Überblick des komplexen Aufbaus. Die Illustration schafft es, mit Hilfe einer Explosionskizze, das Gebäude in seine Bestandteile zu zerlegen und die Menge der benötigten Bauteile zu fassen.

Schlussfolgerung dessen, ist ein Bauteilkatalog der den Rahmen des Spektrums aller möglichen Modifikationen des Lofthauses schafft. Im Anschluss werden in einer kurzen Betrachtung die Systembauteile erläutert und detailliert dargestellt.

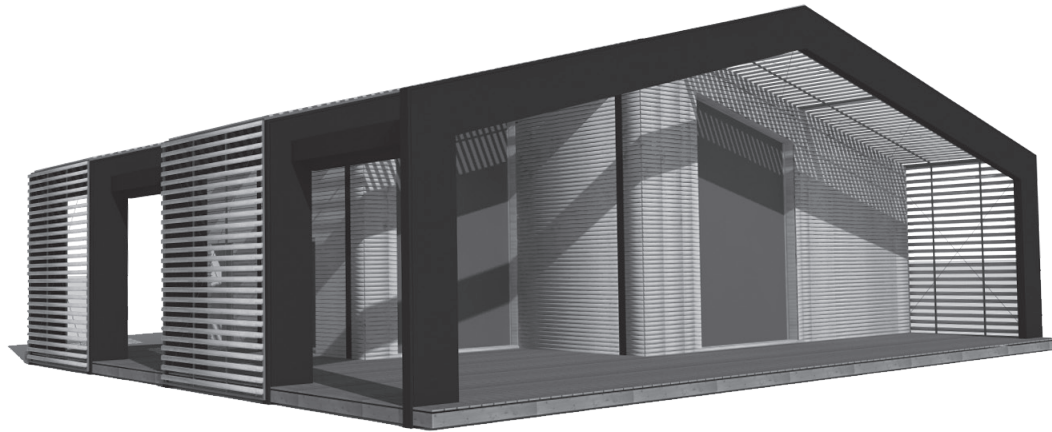


Abb. 164 | Loft-Variante für Bauteilkatalog Südwestansicht
monochromatische Darstellung

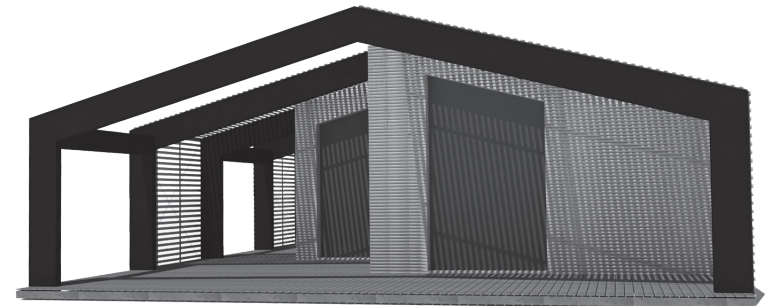


Abb. 165 | Loft-Variante für Bauteilkatalog Südansicht
monochromatische Darstellung

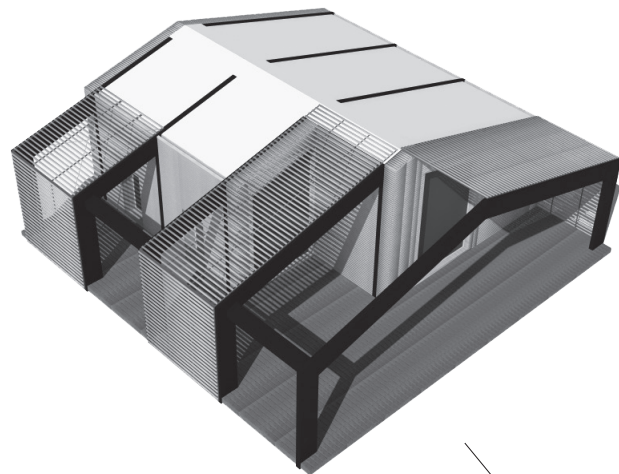
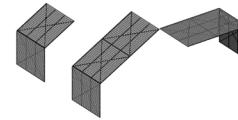


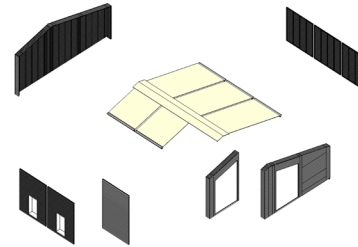
Abb. 166 | Loft-Variante für Bauteilkatalog
monochromatische Darstellung

FASSADEN
ELEMENT



1 Fassadenteil
Belegung in Längsrichtung

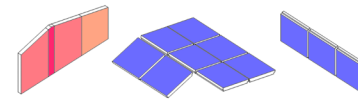
HINTERLÜFTETE
FASSADE



1 Hauptteil (Querrichtung)
1 Dachhaut mit
First und Traufteil

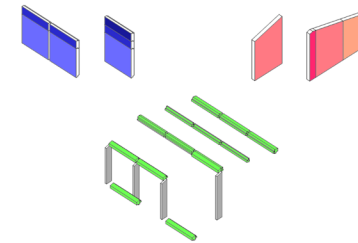
3 Giebelteile (Längsrichtung)
2 Ergänzungsteile
3 Eckteile

THERMISCHE
HÜLLE



1 Dach-Wandelement in Querrichtung
2 Ergänzungsteile

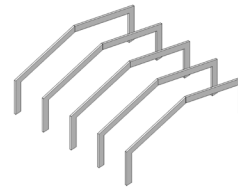
SEKUNDÄRTRÄGER
VERBINDUNGSTEILE



3 Giebelelemente in Längsrichtung

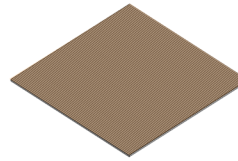
2 Sekundärstützen
5 Verbindungsteile

HALLETRÄGER



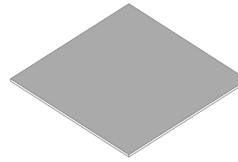
1 Träger
Erweiterung in Längsrichtung

TERRASSENBELAG



5 Hauptteile
7 Randteile

BODENPLATTE



1 Grundplatte
1 Erweiterungsplatte
Erweiterung in Längsrichtung

Abb. 167 | Übersicht Bauteile

RAUMMODUL

Aufbau:

Raummodul aus Stahlbeton C30/37, B4, Baustahl BST 55 und M550.
 Schalreine Oberfläche mit max. 5mm Luftporeneinschlüssen und einer
 Abmessung von Außen: 320 x 482 x 272 cm.
 Wandstärke beträgt 7 cm und die Decke 10 cm.

Besondere Eigenschaften:

Hohe Speicherwirksamkeit
 Trocken verlegtes Fertigelement
 Fertigteil inklusive Innenoberfläche
 Ein Material bildet gesamten Raum



Abb. 168 | Raummodul Beton

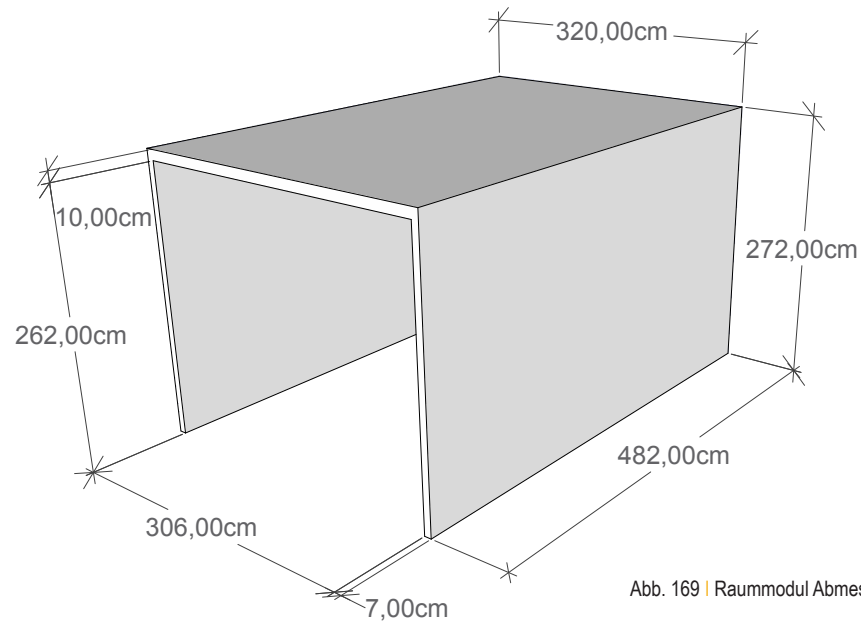
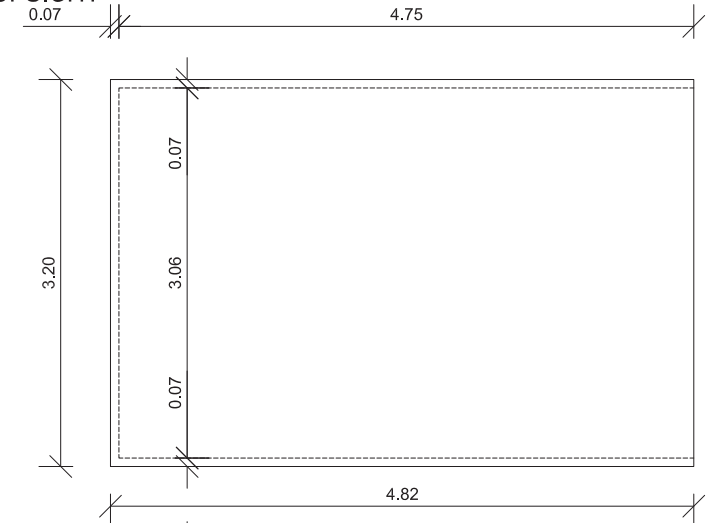


Abb. 169 | Raummodul Abmessung

RAUMMODUL DRAUFSICHT



ANSICHT

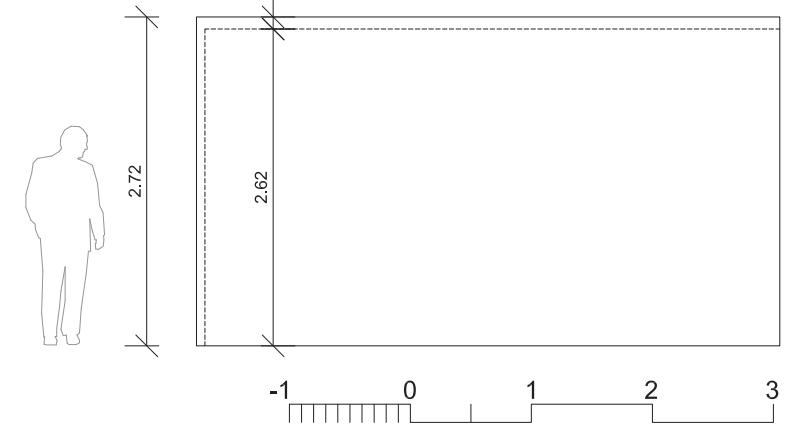


Abb. 170 | Raummodul Draufsicht und Ansicht

HALLENTRÄGER

Aufbau:

Dreigelenkrahen aus Leimbinder.

Oberfläche mit witterungsbeständiger Beschichtung.

Spannweite von 12,98 m, Traufhöhe 3,52 m und Firsthöhe von 5,34 m.

Querschnittsbreite von 15 cm.

Besondere Eigenschaften:

Große Spannweiten bei geringem Gewicht.

Trocken versetzte Fertigelemente.

Integration in Konstruktion möglich (in Bezug auf Wärmebrücken)

Ein Bauteil für primäre statische Lastableitung.

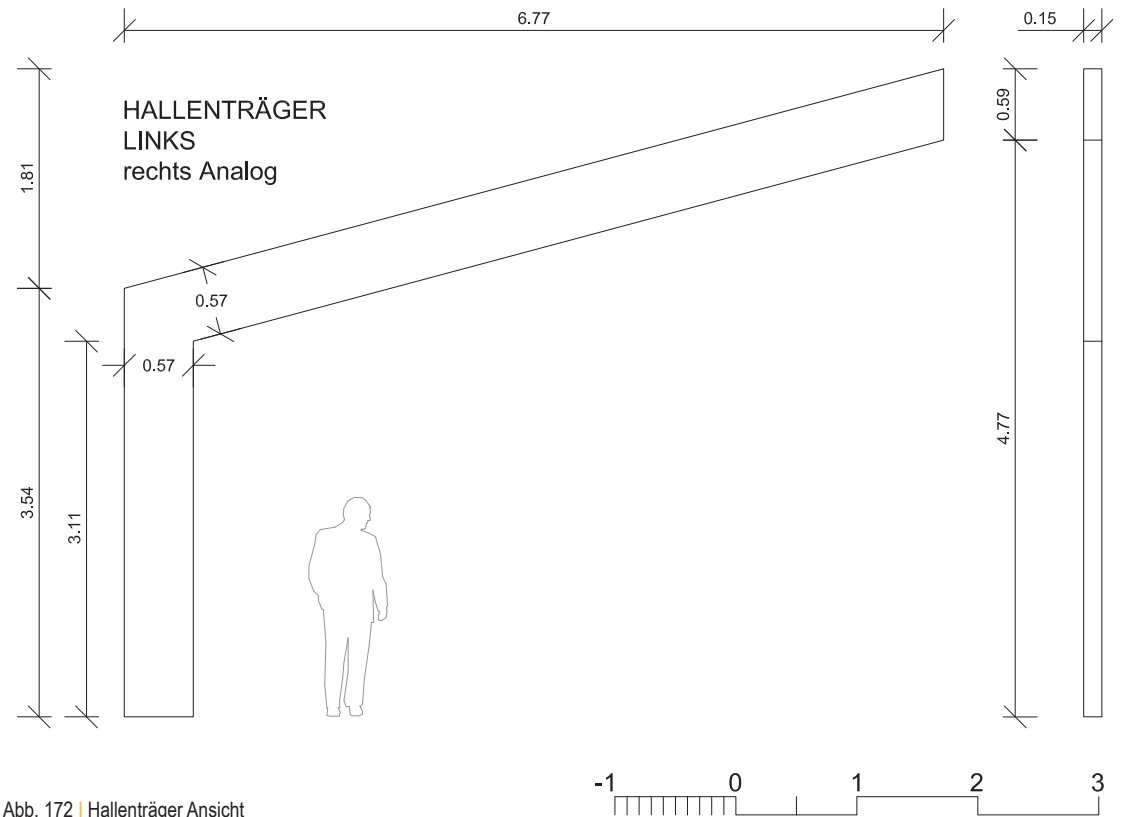


Abb. 172 | Hallenträger Ansicht

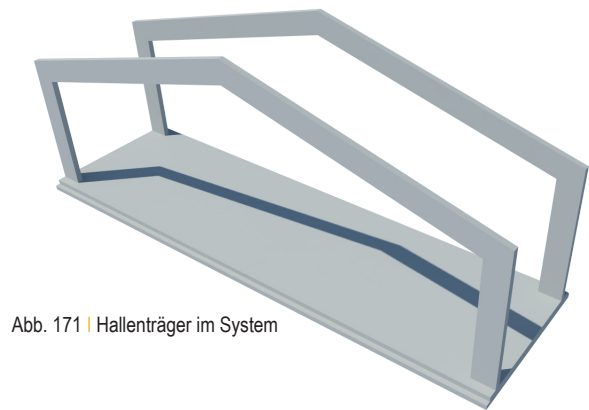


Abb. 171 | Hallenträger im System

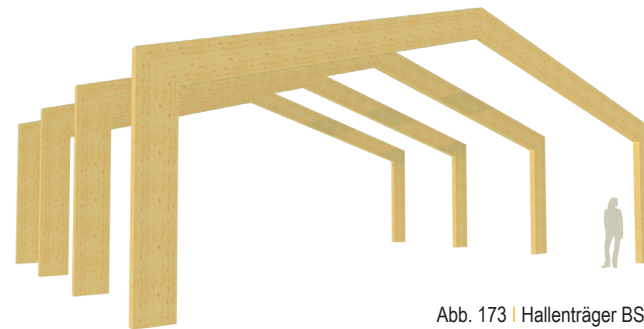


Abb. 173 | Hallenträger BSH

BODENPLATTE

Die Fundamentplatte als Fertigteil, primär für die Lastableitung und Speichermasse zuständig, wird in eine Grundplatte sowie eine Erweiterungsplatte unterteilt. Die Grundplatte ist das Basisstück, findet im Gebäude nur einmal Verwendung, und kann je nach Grundrissmodifikation mit der Erweiterungsplatte an beiden Seiten das Fundament vergrößern. Verbunden werden die Platten mit Spannschlössern, in der Produktion eingelegten Verschraubungen und Dichtungsleisten im Stoßbereich. Die zerstörungsfreie Verbindung ermöglicht eine nachträgliche Erweiterung oder Rückbau.

Aufbau:

Fundament aus WU-Beton C25/30, Bewehrungskörbe seitlich und flächige Stahlmatten.

Schalreine Oberfläche mit einer Abmessung von Außen: 13,25 x 0,25 x 4,03m und 13,25 x 0,25 x 3,33m
Stärke beträgt durchgehend 25 cm.

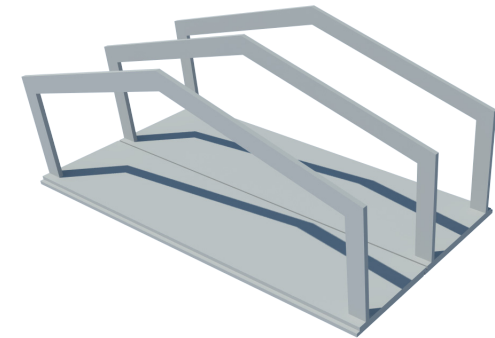
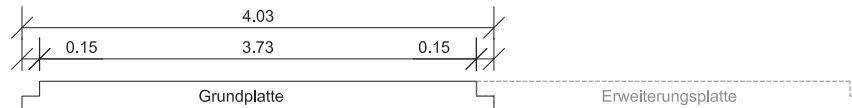
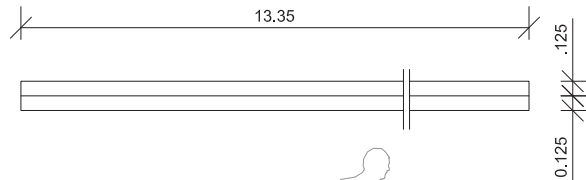


Abb. 175 | Bodenplatte im System

BODENPLATTE

ELEMENT 1 (Grundplatte)



BODENPLATTE

ELEMENT 2 (Erweiterungsplatte)

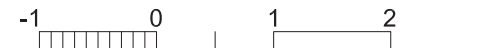
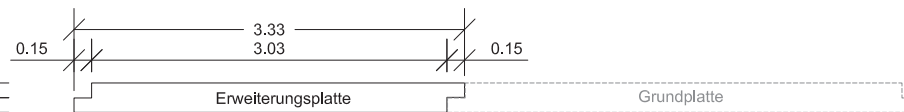
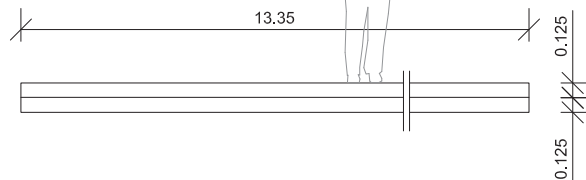


Abb. 174 | Bodenplatte Ansicht

WAND / DACHELEMENT

Das Wand / Dachelement für den Einsatz in der Querachse, wird aus einer Holzriegelsandwichkonstruktion, als Großraumelement an den Verbindungsstücken und den Hallenträgern, fixiert (siehe Detailplanung). Die äußere Holzriegelkonstruktion vermittelt die Lastenleitung in die Verbindungselemente und die innere Holzriegelstruktur seitlich in die Hallenträger. Das Element bildet mit seinem Aufbau eine statische „Scheibenwirkung“ für das Gebäude. In der inneren Holzriegelkonstruktion befindet sich an der Dreischichtplatte eine aufgeschraubte Elektroleerverrohrung, die im Bedarf für eine Installation von IR-Strahlern oder anderen Verbrauchern genutzt werden kann.

Aufbau:

Holzriegelsandwich

Oberfläche innen mit Fichtenholz und außen mit einer Holzfaserverplatte

Abmessung außen: 3,03 x 3,04 m

Bauteilstärke: 35 cm

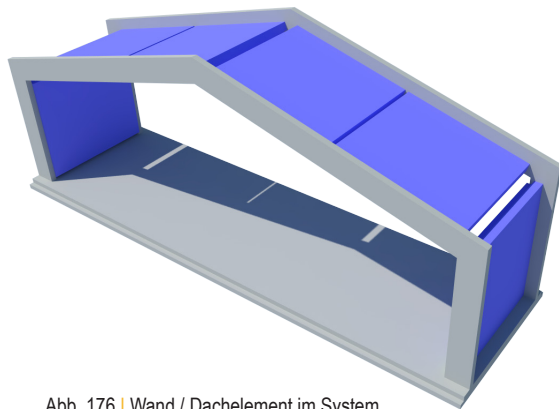


Abb. 176 | Wand / Dachelement im System

WAND / DACH ELEMENT

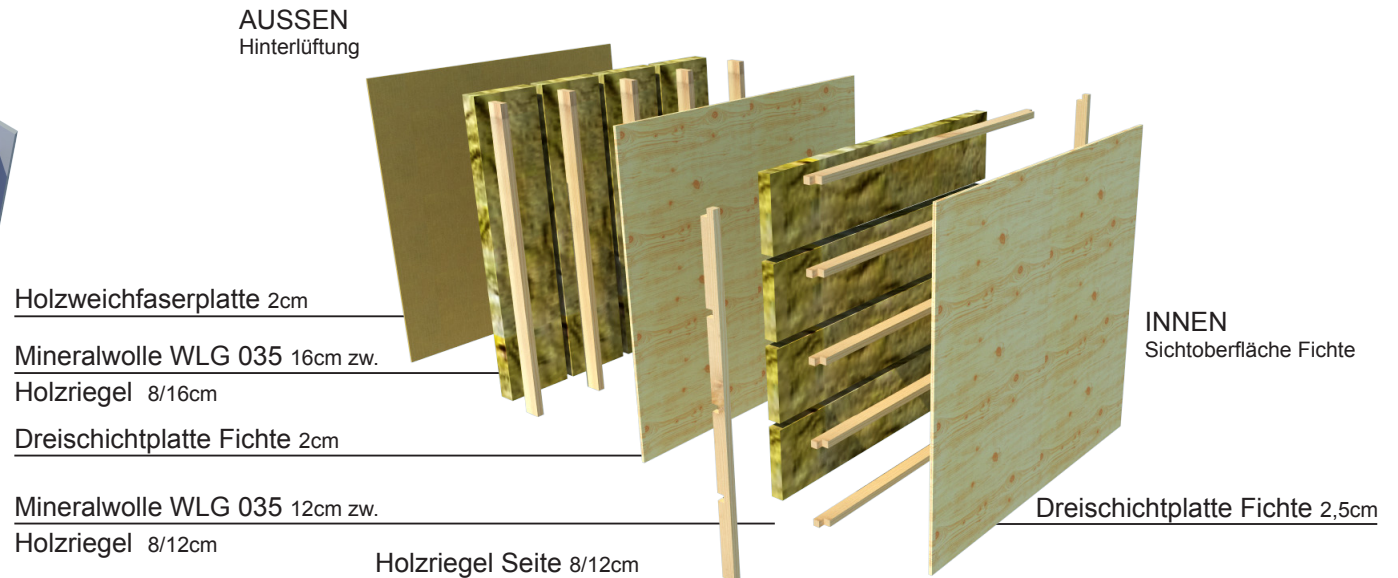
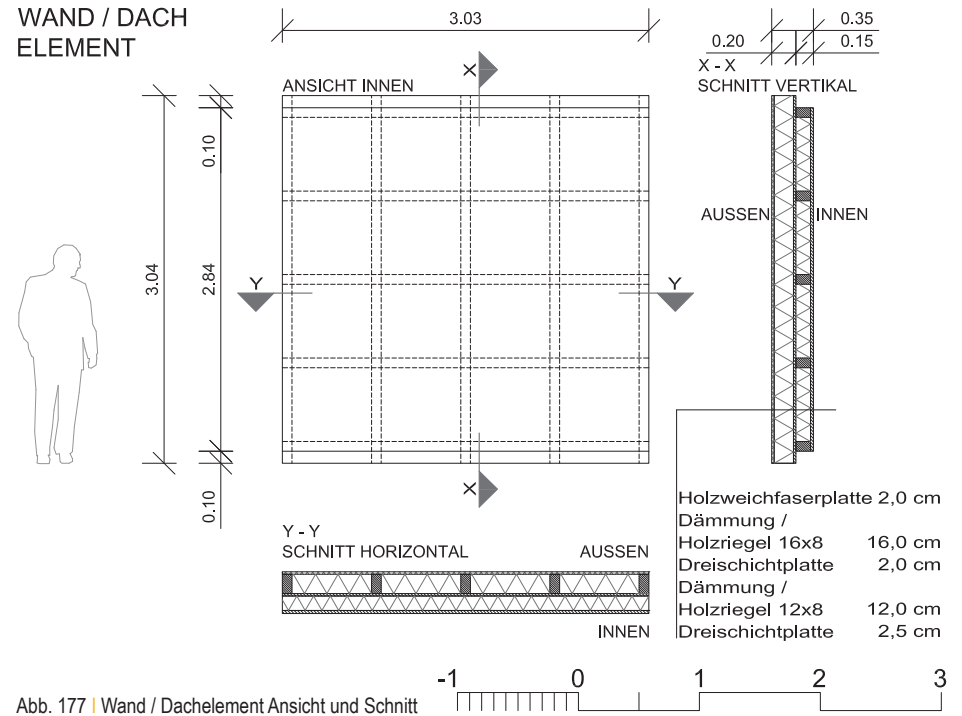


Abb. 178 | Wand / Dachelement Explosionsgrafik

ERGÄNZUNGSELEMENTE

Die Ergänzungsteile für den Wandversatz stehen in zwei unterschiedlichen Größen zu Verfügung. Das Ergänzungsteil 1 findet in zwei Positionen Einsatz. Grundgedanke dabei ist, dass der Einbau des Elementes 1 bei einem Umbau weitere Verwendung finden kann und somit ökonomischer ist. Der Aufbau und die Montage passiert analog dem Wand / Dachelement.

Aufbau:

Holzriegelsandwich

Oberfläche innen mit Fichtenholz und außen mit einer Holzfaserverplatte
Abmessung außen: 3,03 x 0,91 m und 3,03 x 0,94 m

Bauteilstärke: 35 cm

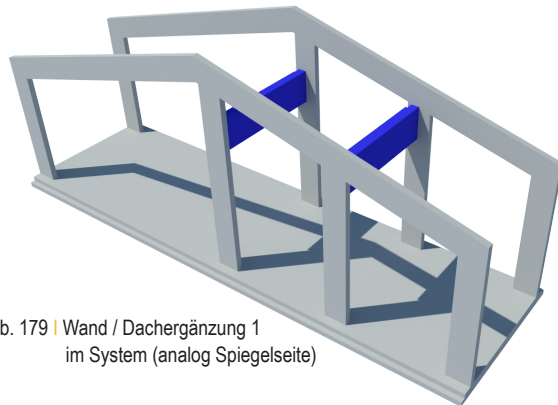


Abb. 179 | Wand / Dachergänzung 1 im System (analog Spiegelseite)

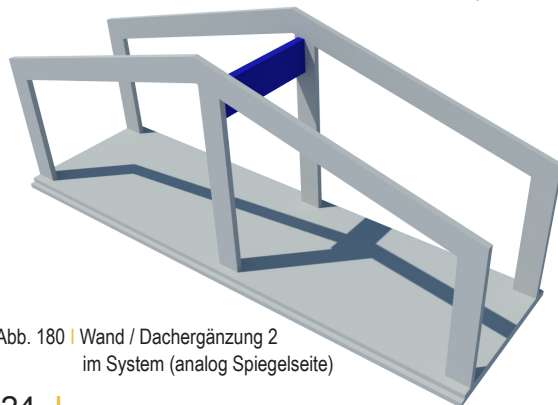


Abb. 180 | Wand / Dachergänzung 2 im System (analog Spiegelseite)

WAND / DACH ERGÄNZUNGSELEMENTE

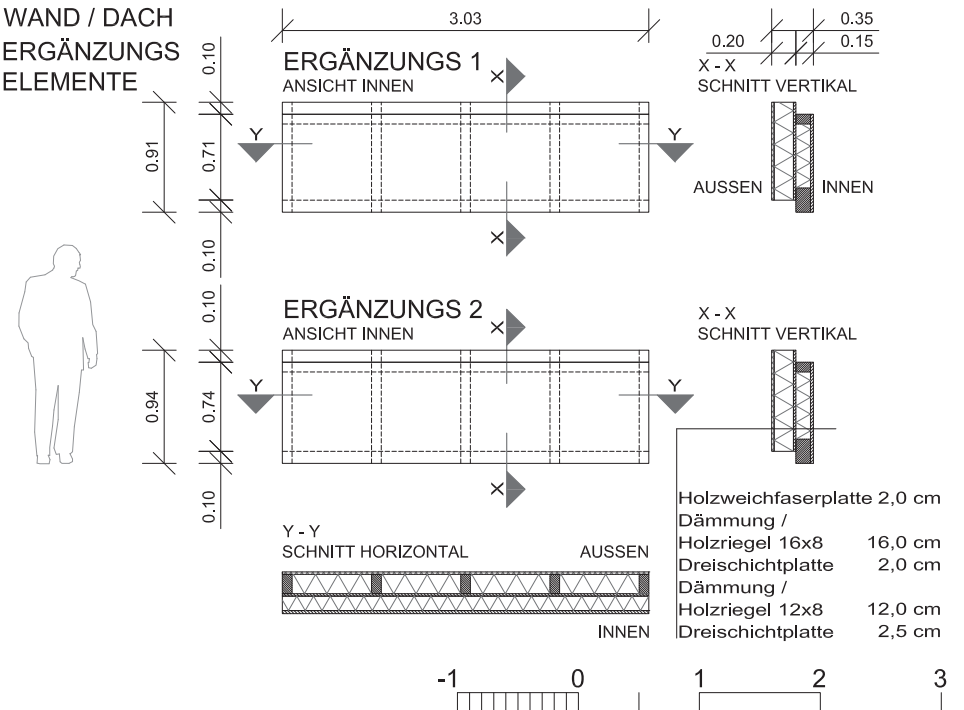


Abb. 181 | Wand / Dachergänzung Ansicht und Schnitt

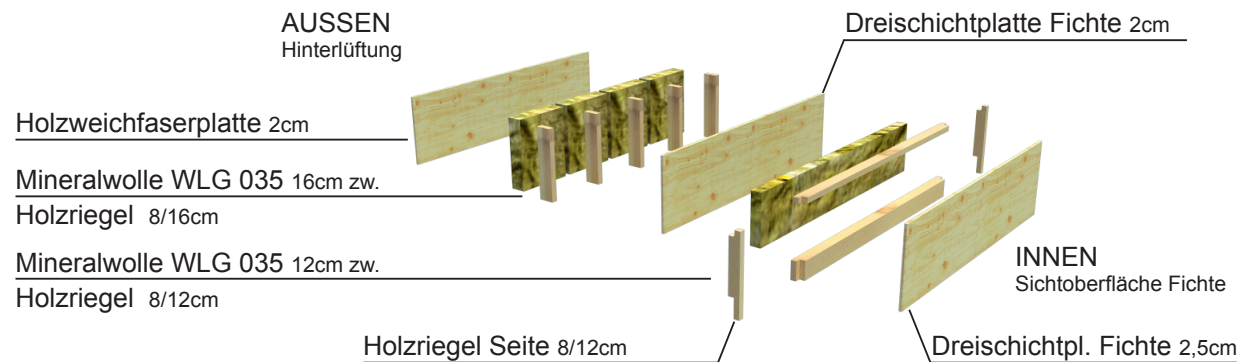


Abb. 182 | Wand / Dachergänzung Explosionsgrafik

GIEBELEMENT 1

Die Giebelelemente in drei unterschiedlichen Größen schließen die Längsachse des Lofthauses. Der Aufbau der Elemente ist identisch der Wand / Dachbauteile in einer Holzriegelsandwichkonstruktion hergestellt. Die Großraumelemente werden am Fußverbindungsstück und

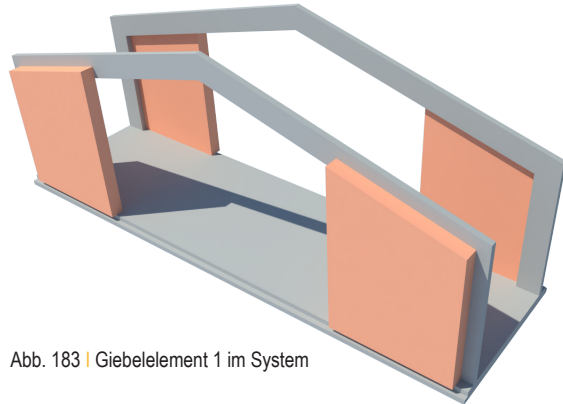


Abb. 183 | Giebelelement 1 im System

GIEBEL ELEMENT 1

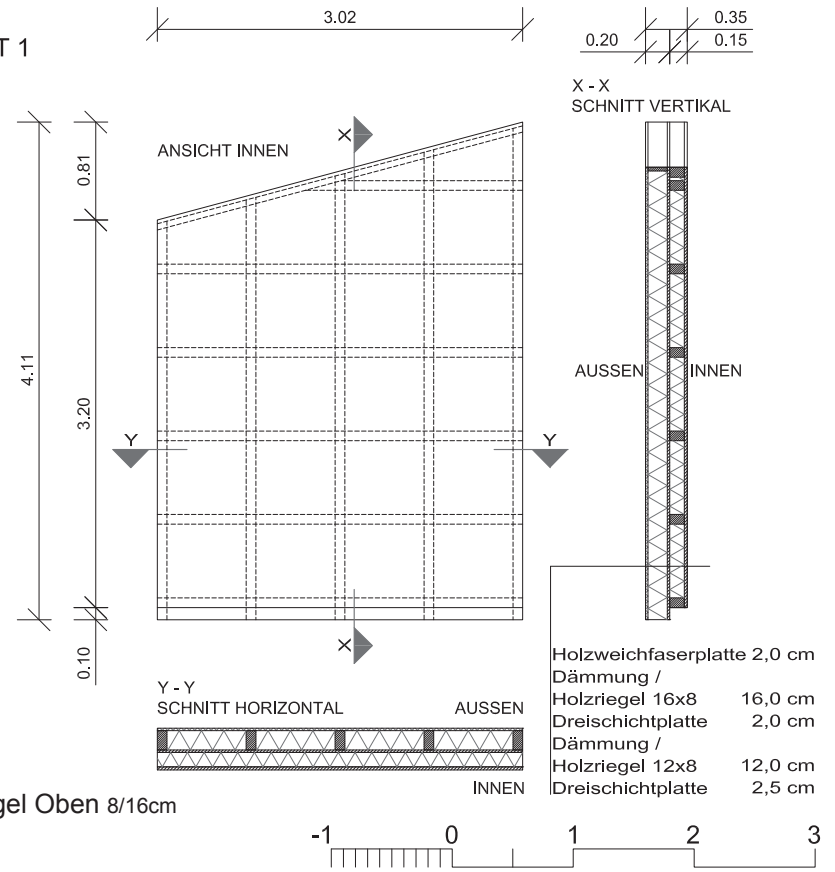


Abb. 185 | Giebelelement 1 Ansicht und Schnitt

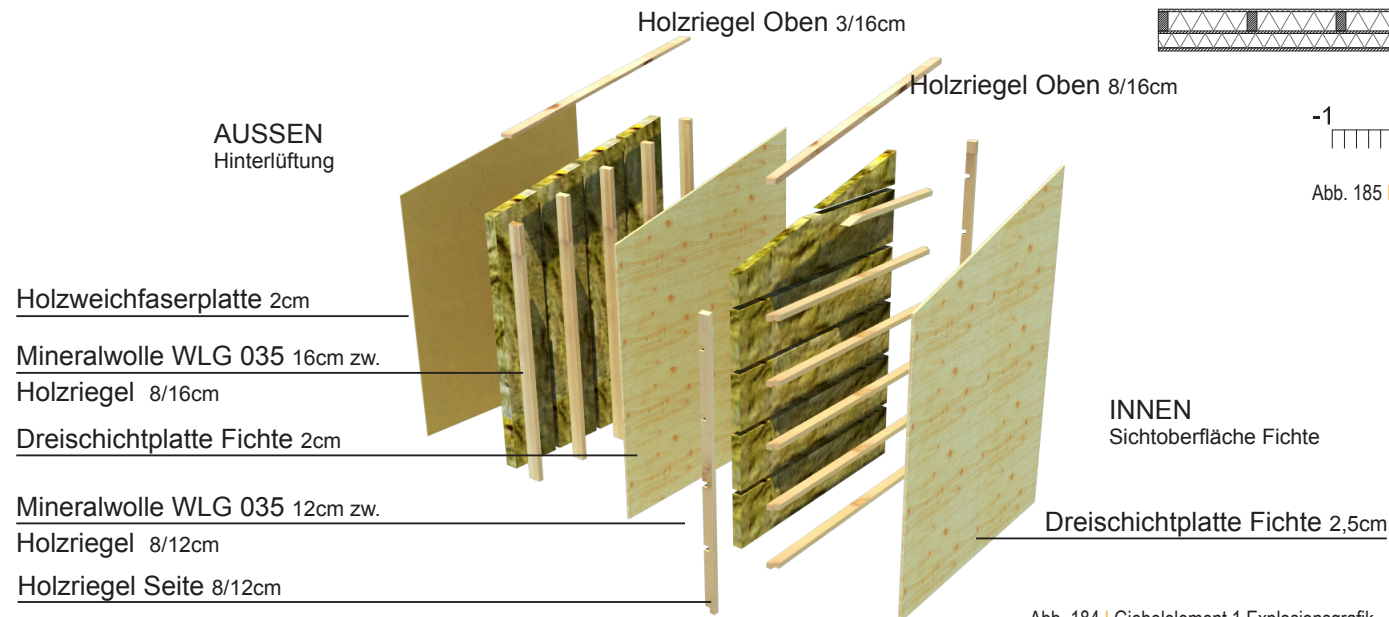


Abb. 184 | Giebelelement 1 Explosionsgrafik

GIEBELEMENT 2

den Hallenträgern fixiert. Für die Montage an den Hallenträger befindet sich Oben zusätzlich ein Holzriegel.

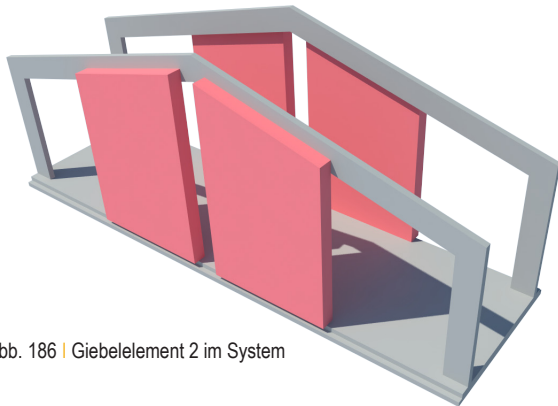


Abb. 186 | Giebelelement 2 im System

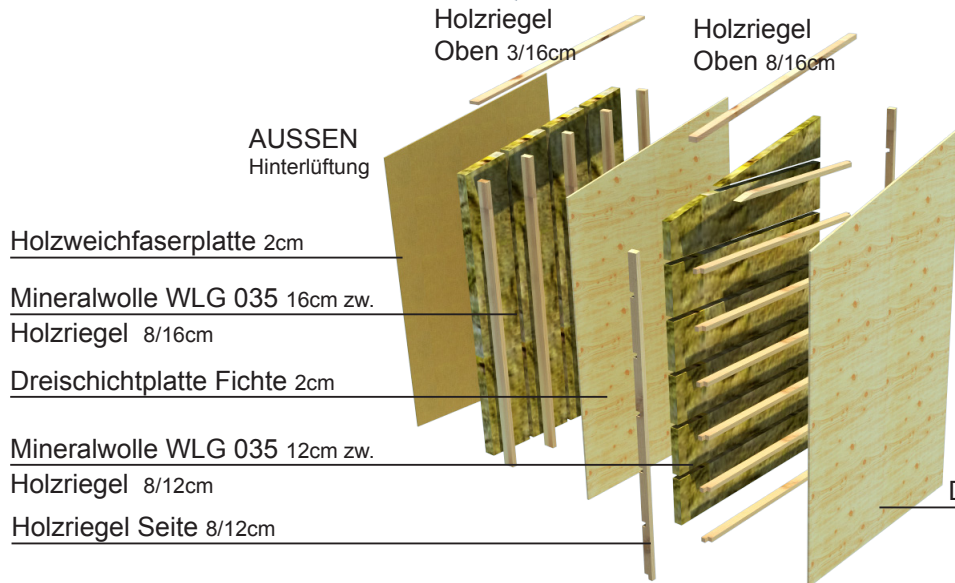


Abb. 187 | Giebelelement 2 Explosionsgrafik

GIEBEL ELEMENT 2

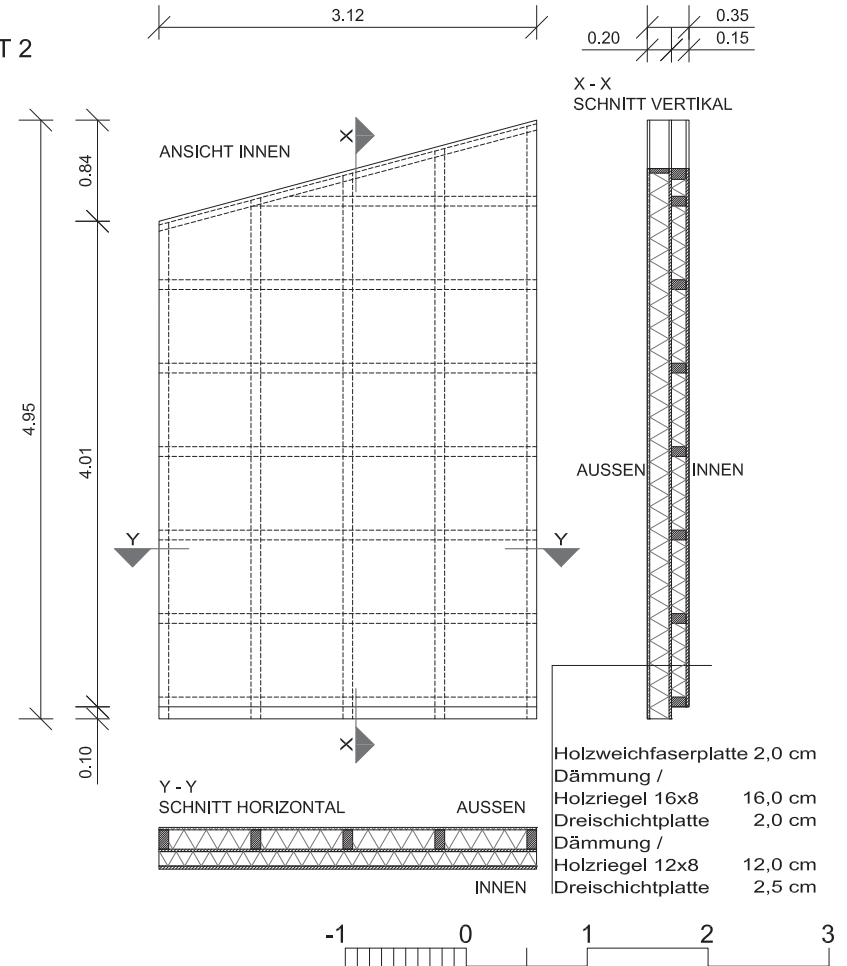


Abb. 188 | Giebelelement 2 Ansicht und Schnitt

GIEBELEMENT 3

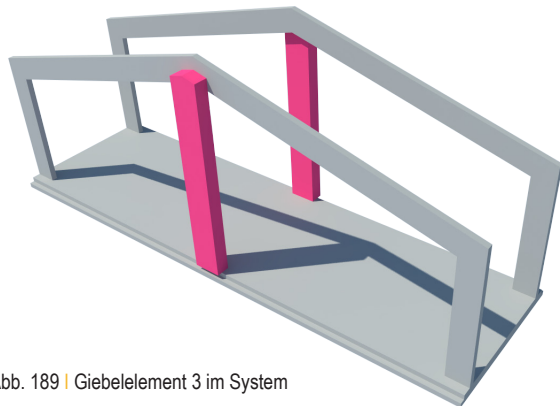


Abb. 189 | Giebelelement 3 im System

Aufbau:

Holzriegelsandwich
 Oberfläche innen mit Fichtenholz und außen mit einer Holzfaserplatte
 Abmessung außen: 3,02 x 4,11 m , 3,12 x 4,95 m und 0,69 x 5,04 m
 Bauteilstärke: 35 cm

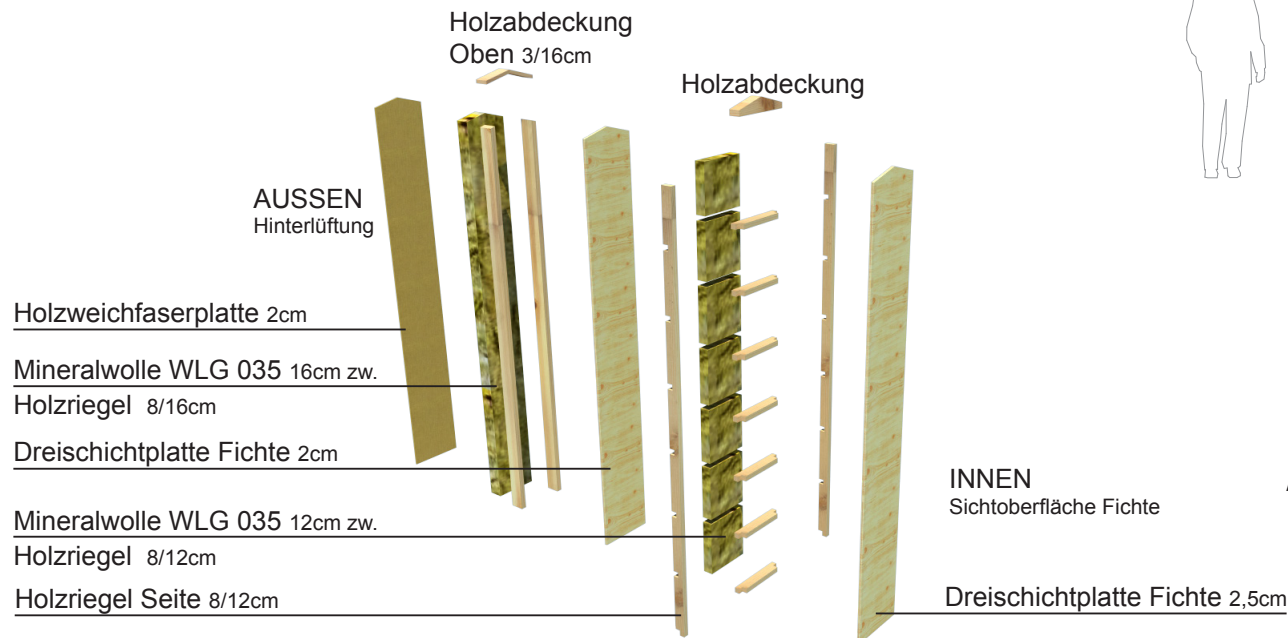


Abb. 190 | Giebelelement 3 Explosionsgrafik

GIEBEL ELEMENT 3

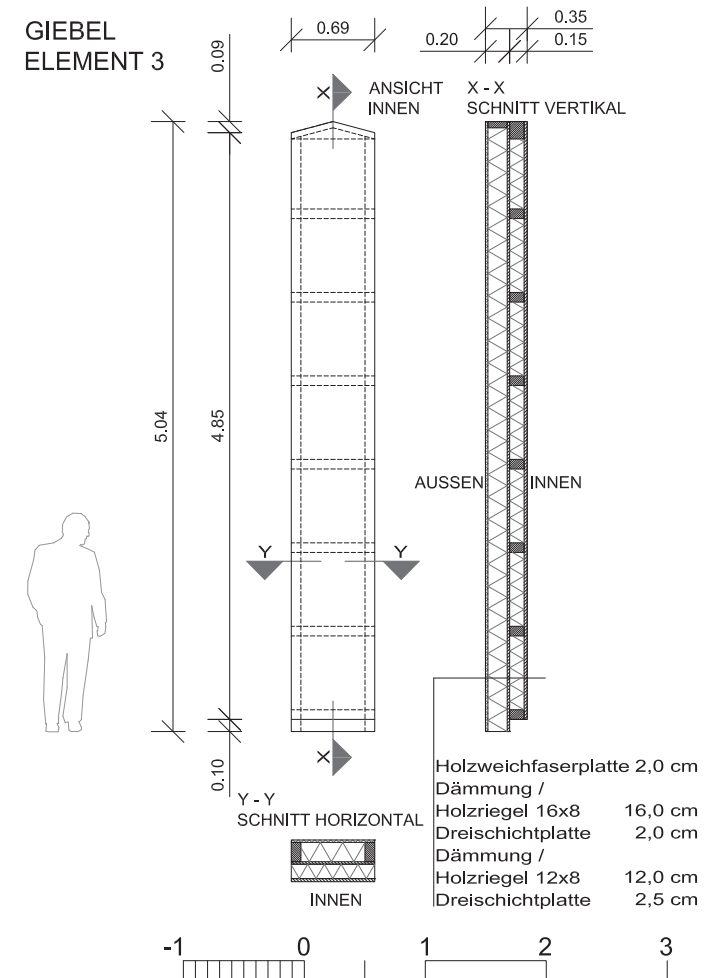


Abb. 191 | Giebelelement 3 Ansicht und Schnitt

FASSADENELEMENT

Das Fassadenelement als funktionaler Windverband oder als Beschattungs-komponente an der äußersten Gebäudeoberfläche fixiert, verspricht Individualisierungsmöglichkeiten. Die Montage wird an der Trägeraußenseite mit Klammern umgesetzt und kann, unabhängig von der thermischen Hülle, Verwendung finden. Der Stahlrahmen mit Formrohren von 3 x 3 cm und 3 x 2 cm in der Mitte, werden im Bedarf eines Windverbandes mit einem Stahlseil ausgekreuzt. Der Rahmen bietet die Gelegenheit als Unterkonstruktion für unterschiedliche Materialien zum Beispiel einer Stoffbespannung, Holz Lattung, Faserzementtafeln oder Photovoltaik zu dienen. Letzteres ist eine effiziente Lösung zur synchronen Beschattung und Energiegewinnung.

Aufbau:

Formrohrrahmen 30 x 30 x 3 mm

Mittelstäbe 30 x 20 x 2 mm (an der Rückseite werden die Stahlseile vorbeigeführt)

Oberfläche mit witterungsbeständigem Rostschutzanstrich

Abmessung außen: 3,18 x 3,50 m

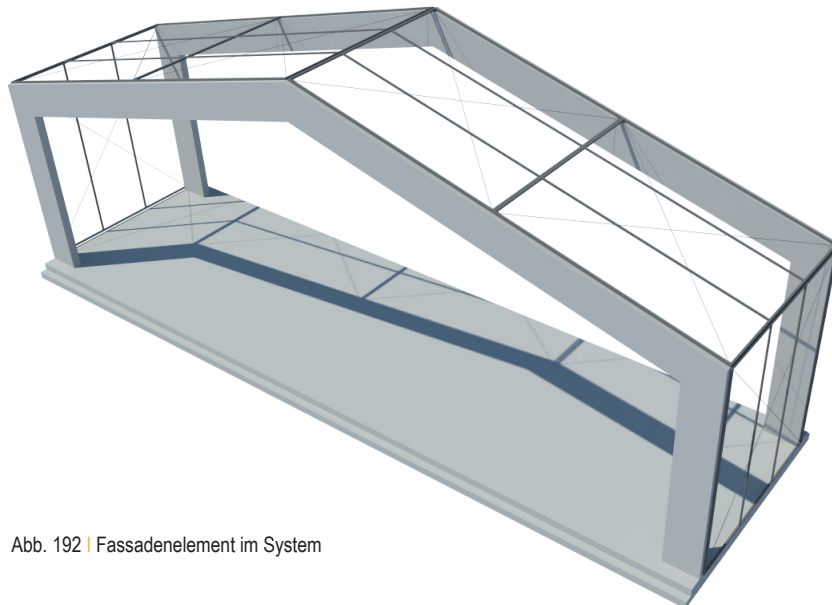


Abb. 192 | Fassadenelement im System

FASSADEN ELEMENT

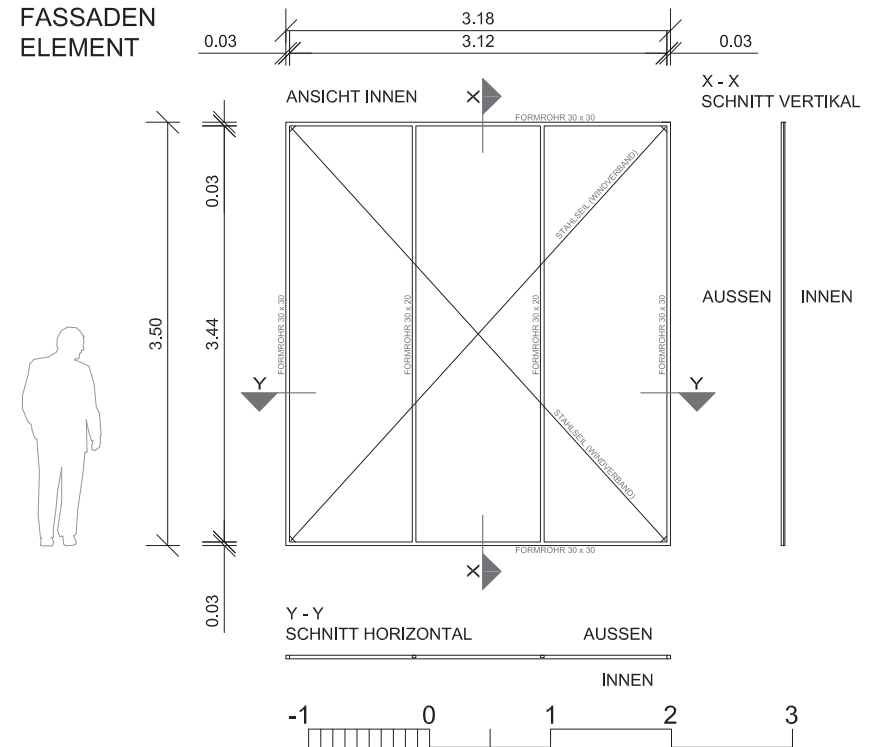


Abb. 194 | Fassadenelement Ansicht und Schnitt

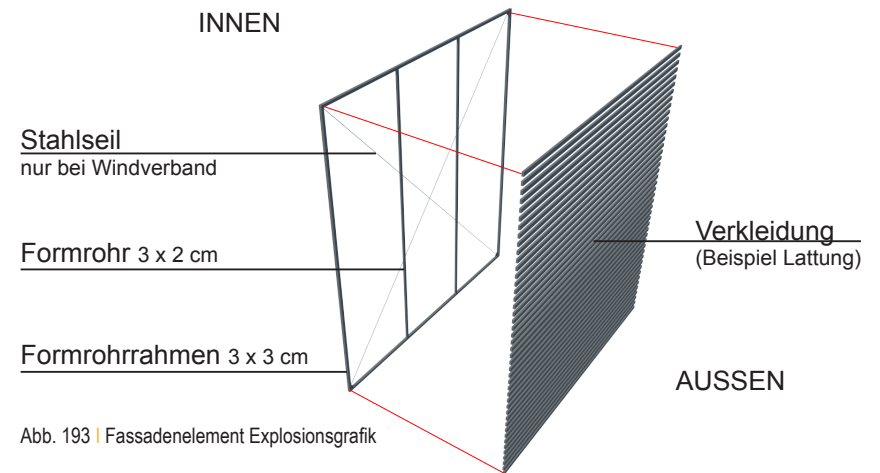


Abb. 193 | Fassadenelement Explosionsgrafik

SEKUNDÄRTRÄGER

Würde ein Wohnraumarrangement einen Wandversatz erfordern, bieten die Sekundärträger das Verbindungsstück zu der primären Trägerstrukturen Fundament und Hallenträger. Die Stützen, in derselben Querschnittsgröße der Hallenträger, bilden die gleichen Montagevoraussetzungen für die Wand / Dach- und Ergänzungselemente. Parallel dazu übernehmen die Stützen, bei einer nicht mehr vorhandenen Symmetrie, eine Entlastung der Träger.

Aufbau:

Leimbinderholzstützen
 Oberfläche mit witterungsbeständiger Beschichtung
 Außenabmessung von 3,92 m und 4,75 m
 Querschnittsbreite von 15 cm

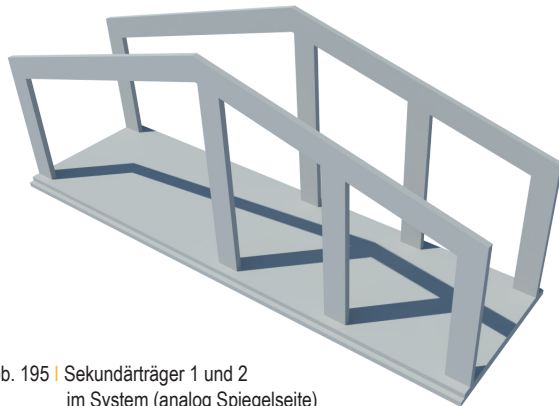


Abb. 195 | Sekundärträger 1 und 2 im System (analog Spiegelseite)

SEKUNDÄRTRÄGER bei Wandversatz

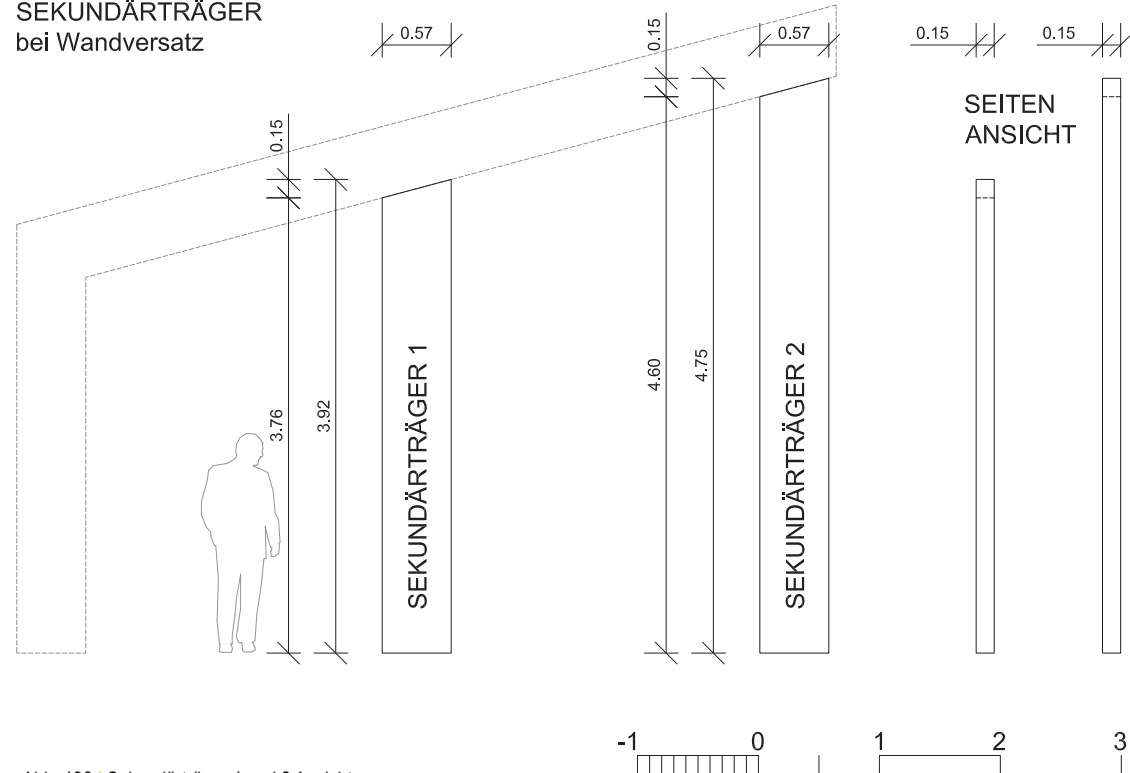


Abb. 196 | Sekundärträger 1 und 2 Ansicht

VERBINDUNGS
TEILE
Dach / Wand-
element

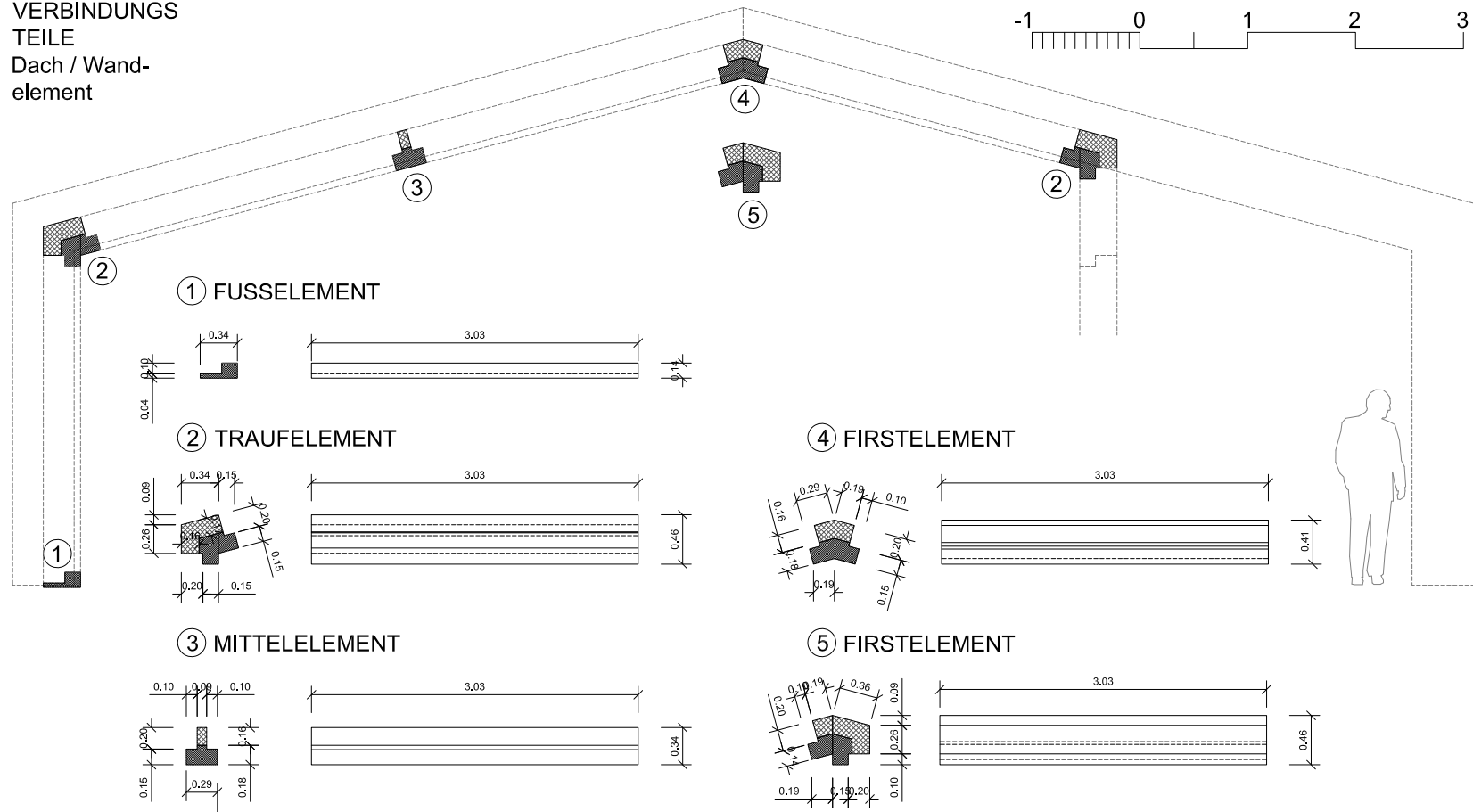


Abb. 197 | Verbindungsteile

VERBINDUNGSTEILE

Die Verbindungsteile, oder auch Gelenke des Lofthauses schaffen Voraussetzung für die Modularität des Systems. Ergänzend zu den in der Größe fixiertem Wand / Dachelement, erzeugen diese eine homogene Oberfläche und den Verbund zu den Trägern. Simultan übernehmen diese die Lastvermittlung der äußeren Holzriegel vom Wand / Dachelement in die Hallenträger.

Aufbau:

Brettschichtholz in Form gefräst
 Innenoberfläche Fichte Natur
 Außenseite Holzfaser
 Länge jeweils 3,03 m



Abb. 198 | Verbindungsteil 1 - 5

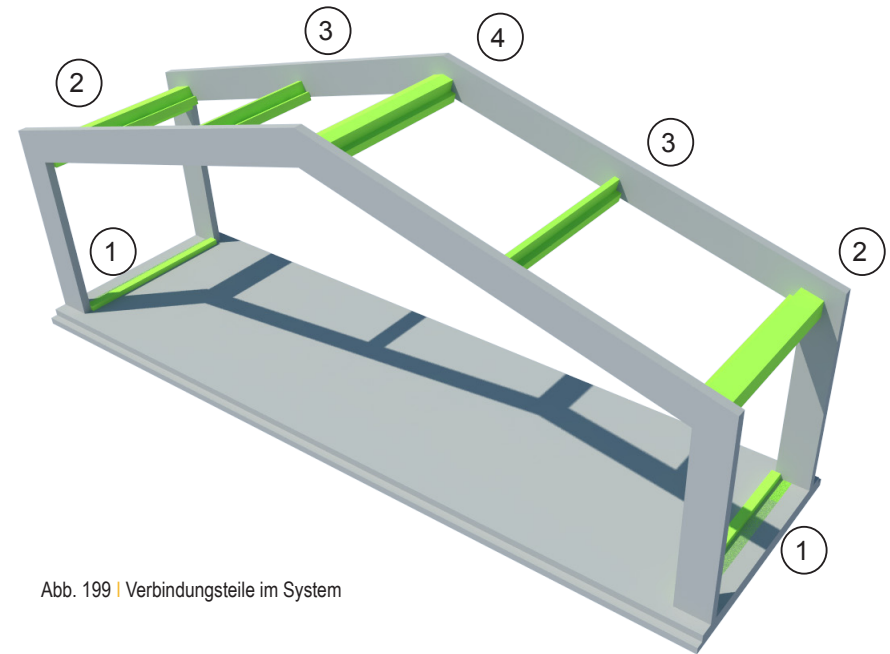
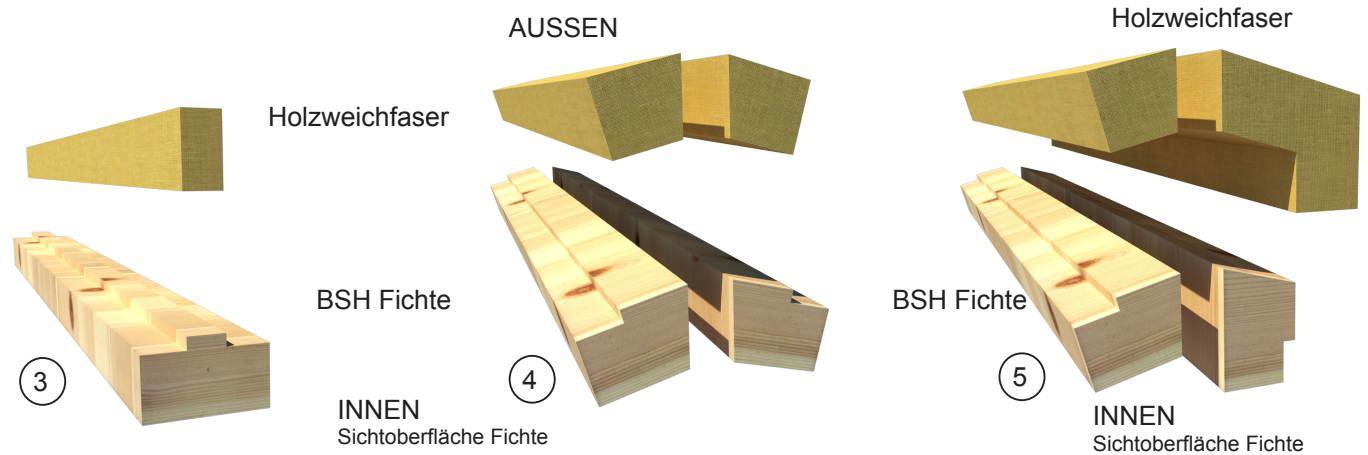


Abb. 199 | Verbindungsteile im System

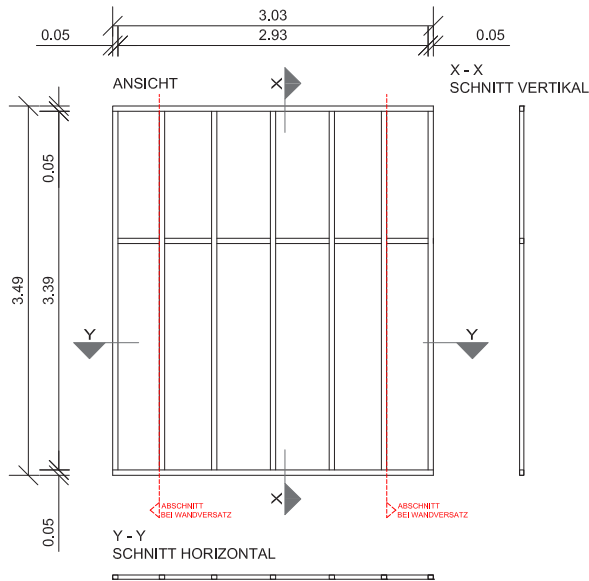


Abb. 200 | Hinterlüftete Fassade Unterkonstruktion

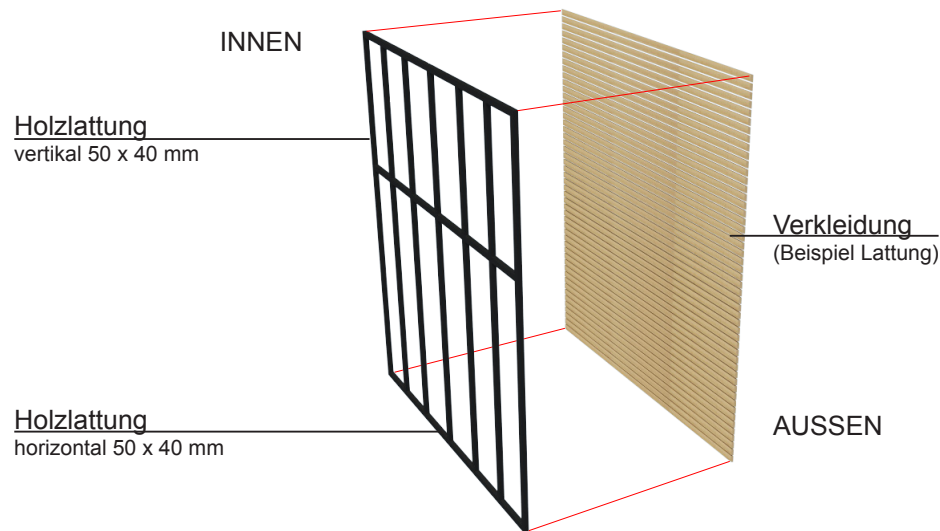


Abb. 201 | Hinterlüftete Fassade Explosionsgrafik

HINTERLÜFTETE FASSADE UNTERKONSTRUKTION

Die Fassadenunterkonstruktion, in der Arbeit mit einer Holzlattung ausgestattet, ist die letzte äußere Funktionsschicht des Lofthauses. Im Gegensatz zu dem „Fassadenelement“ ist dieser Bauteil für die Funktionalität der Außenhülle am Gebäude erforderlich. Das „Fassadenelement“ hingegen nur in bestimmten Fällen. Die Elemente bilden die Hinterlüftungsebene zu der thermischen Hülle des Hauses. Geteilt werden diese in ein Hinterlüftungsbauteil für die Querachse und den Giebelbauteilen mit Eck, und Zwischenteilen zur Gewährleistung einer Modularität. Zur Reduktion der Menge an produzierten Bauteilen, können die Elemente, abhängig der Montageposition, an den angeführten Schnittlinien abgetrennt werden. Die Bauteilmenge reduziert sich mit dieser Entscheidung von zwölf auf sechs Elemente.

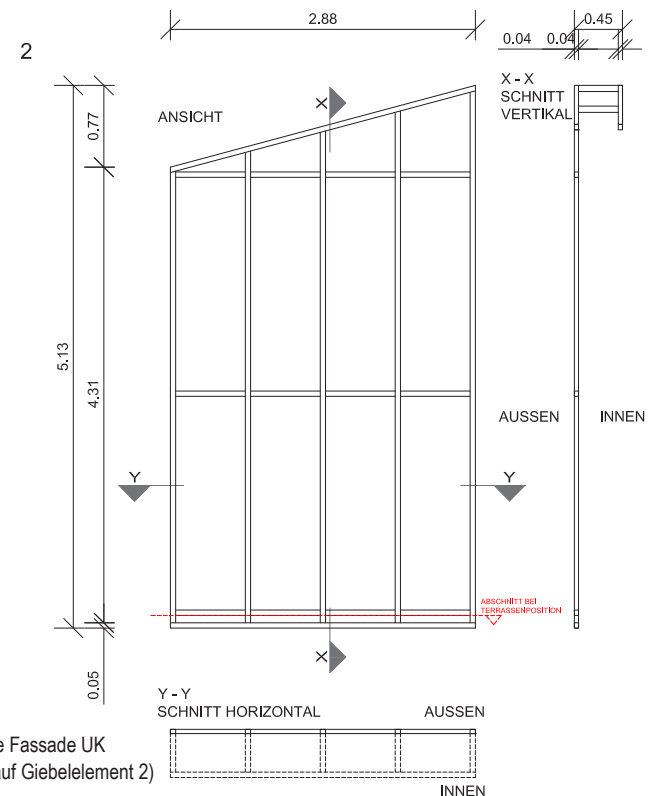
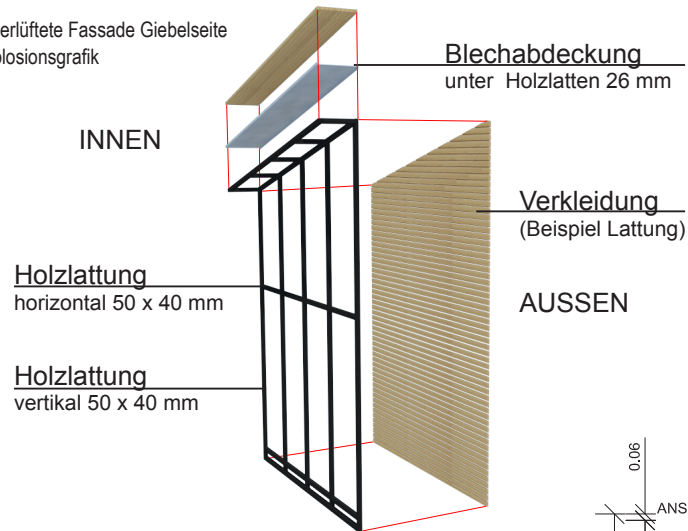


Abb. 202 | Hinterlüftete Fassade UK (Montage auf Giebelelement 2)

Abb. 203 | Hinterlüftete Fassade Giebelseite
Explosionsgrafik



Aufbau:
Lärchenholzlattung 50 x 40 mm
schwarz lasiert

Abb. 204 | Hinterlüftete Fassade UK
(Montage auf Giebelelement 1)

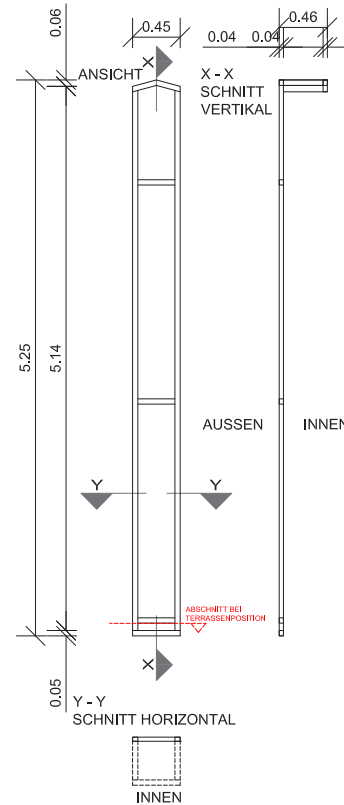
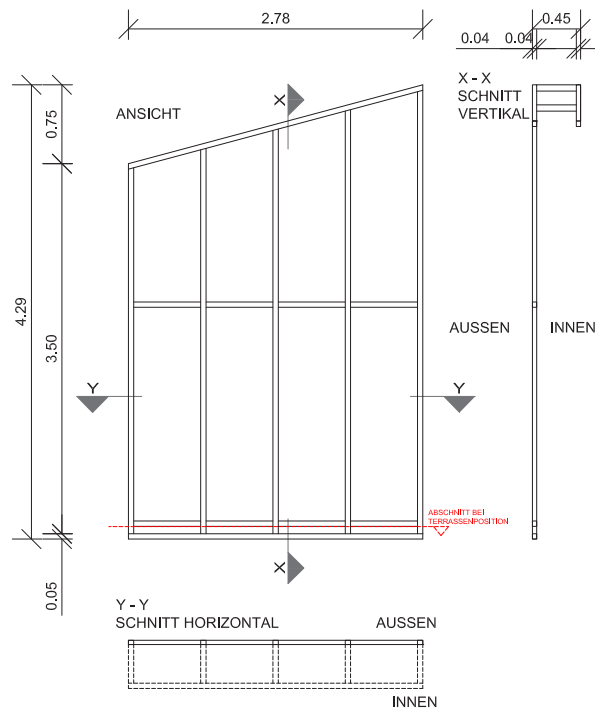


Abb. 205 | Hinterlüftete Fassade UK
(Montage auf Giebelelement 3)

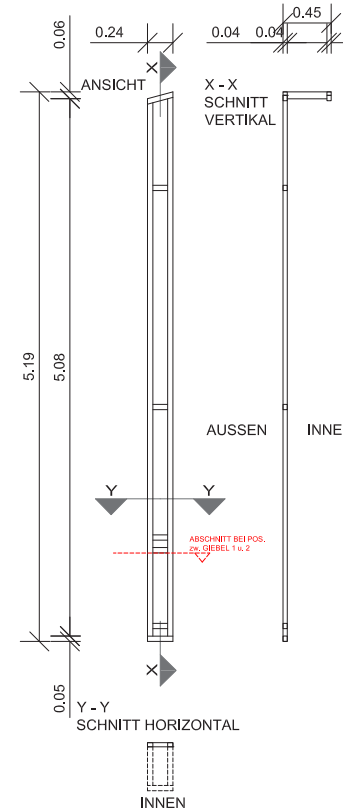


Abb. 206 | Hinterlüftete Fassade UK
(Montage zwischen Giebelel. 1-2 u. 2-3)

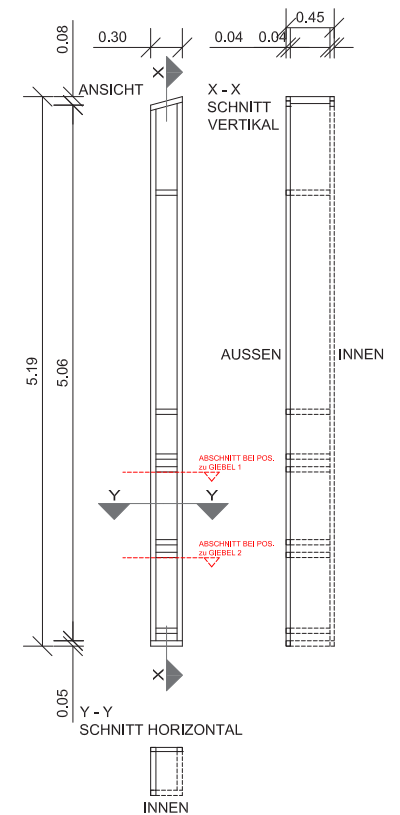


Abb. 207 | Hinterlüftete Fassade UK Eckteil

Die Entscheidung für ein eigenes Haus stellt dem Bauherren vor die Herausforderung mit seiner gegenwärtigen finanziellen Möglichkeit ein Gebäude zu errichten, welches für die nächsten Jahrzehnte, nicht nur hinsichtlich der Architektur und Energieeffizienz, die Erwartungen und Anforderungen an ein Eigenheim gerecht werden soll.

Der Entschluss der Wohnraumorganisation wird meist vom finanziellen nach oben und vom Kinderwunsch, an eine Mindestgröße, nach unten eingegrenzt. Die empirische Erhebung (Kapitel Recherchen 2.3) hat ergeben, dass die Entscheidung für eine Wohnraumgröße in den meisten Fällen sich bei ca. 130m² in einem zweigeschossigen Haus einpendelt. Folge dessen ist, dass das Haus für die beginnende Nutzung (z.B. ein Paar ohne Kinder) zu groß dimensioniert und mit einer ineffektiven Investition verbunden ist.

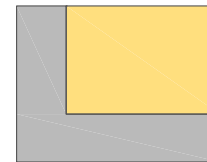
Die Entscheidung des Raumbedarfes, wird mit der Familiengröße bestimmt und erhält nur am Zenit des Gebäudebestandes seine volle Auslastung. Mit beginnender Neuorientierung

und Selbstständigkeit der Kinder, (Jugend) ist meist ein Auszug aus dem Elternhaus die Folge. Dem Eigenheim wird ein neues Raumarrangement zugrunde gelegt, welches nur kurzfristig auf die neuen Bedürfnisse eingehen kann. Mit steigendem Alter, beginnenden Gebrechlichkeiten, werden Stiegen zu einer Herausforderung und ungenutzter Raum zu einer finanziellen Belastung. In vielen Fällen stehen die Besitzer vor der Entscheidung das Haus zu verkaufen und eine kleinere, dem Alter entsprechenden barrierefreien, Wohnraum zu erwerben.

Kompromiss ist ein Gebäude oder System, welches eine Flexibilität und Variabilität schafft und somit die Voraussetzung für unterschiedliche Wohnraumarrangements ermöglicht. Im Nächsten wird ein Szenario präsentiert, welches anhand von Grundrissvarianten eine Möglichkeit darbietet, um auf unterschiedliche Wohnbedürfnisse in einem Gebäudezyklus einzugehen. Ausgehend vom beginnenden Wunsch eines Eigenheimes bis zur Nutzung im hohen Alter.

Junges Paar ohne Kinder

Loft mit individueller Nutzung
Raummodul Sanitärzelle
Raummoduloberseite ist Schlafnische
Befestigter Freiraum (Terrasse)

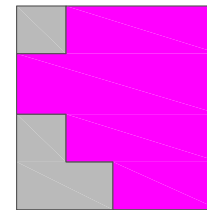


RAUM ca. 60 m²
TERRASSE ca. 67 m²



Familie mit zwei Kindern

Loft mit spezifischer Nutzung,
Sanitärmodul
und abgetrennten Zimmern
Befestigter Freiraum (Terrasse, Eingang)

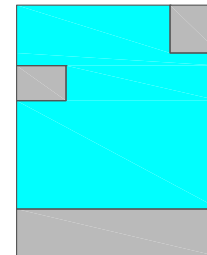


RAUM ca. 117 m²
TERRASSE ca. 42 m²



Paar mittleres Alters

Loft mit individueller Nutzung,
zwei Sanitärmodule
und abgetrennten Zimmern
Befestigter Freiraum (Terrassen, Eingang)

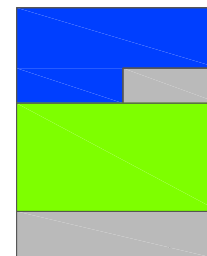


RAUM ca. 140 m²
TERRASSE ca. 61 m²



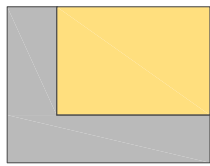
Senioren / Singlewohnung (Wohnraumsplit)

Loft mit spezifischer Nutzung,
Sanitärmodul
und abgetrenntem Zimmer
Befestigter Freiraum (Terrasse)



RAUM ca. 59 m²
TERRASSE ca. 15 m²
RAUM ca. 81 m²
TERRASSE ca. 43 m²





RAUM ca. 60 m²
TERRASSE ca. 67 m²

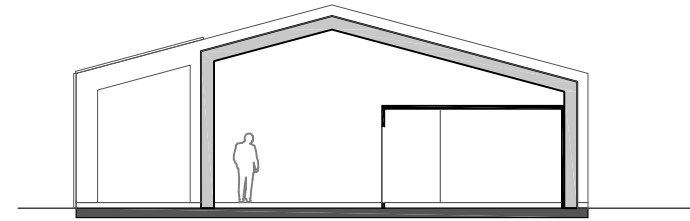


VORRAUM	8,40 m ²
AR	5,80 m ²
WOHNEN	14,90 m ²
ESSEN	8,10 m ²
KOCHEN	8,00 m ²
BAD	11,70 m ²
WC	1,30 m ²
TECHNIK	1,30 m ²
NNF	59,50 m²

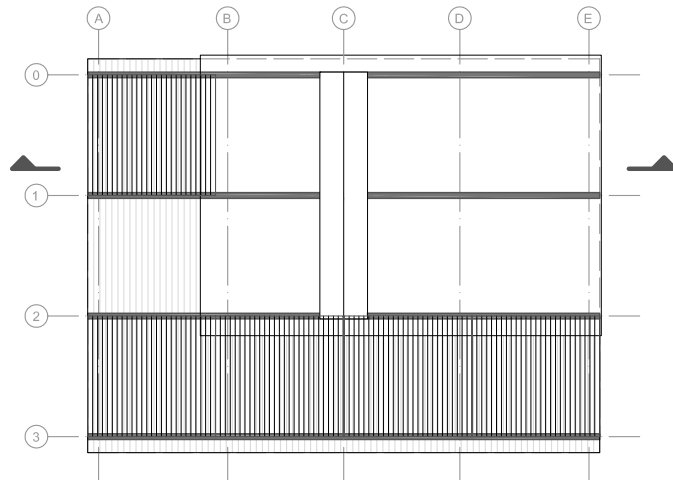
ELEMENTE

FUNDAMENT	3 stk.
TRÄGER	4 stk.
WAND/DACH	10 stk.
WAND ERGÄNZUNG	4 stk.
GIEBEL	6 stk.
GIEBEL ERGÄNZUNG	2 stk.
FASSADEN	7 stk.
TERRASSE	41 stk.

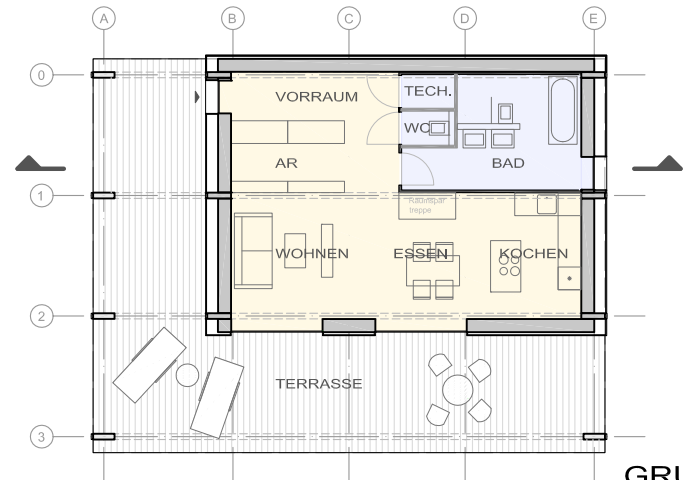
TEILE 80 stk.



SCHNITT



DACH



GRUNRISS

Abb. 209 | Variante 1: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt

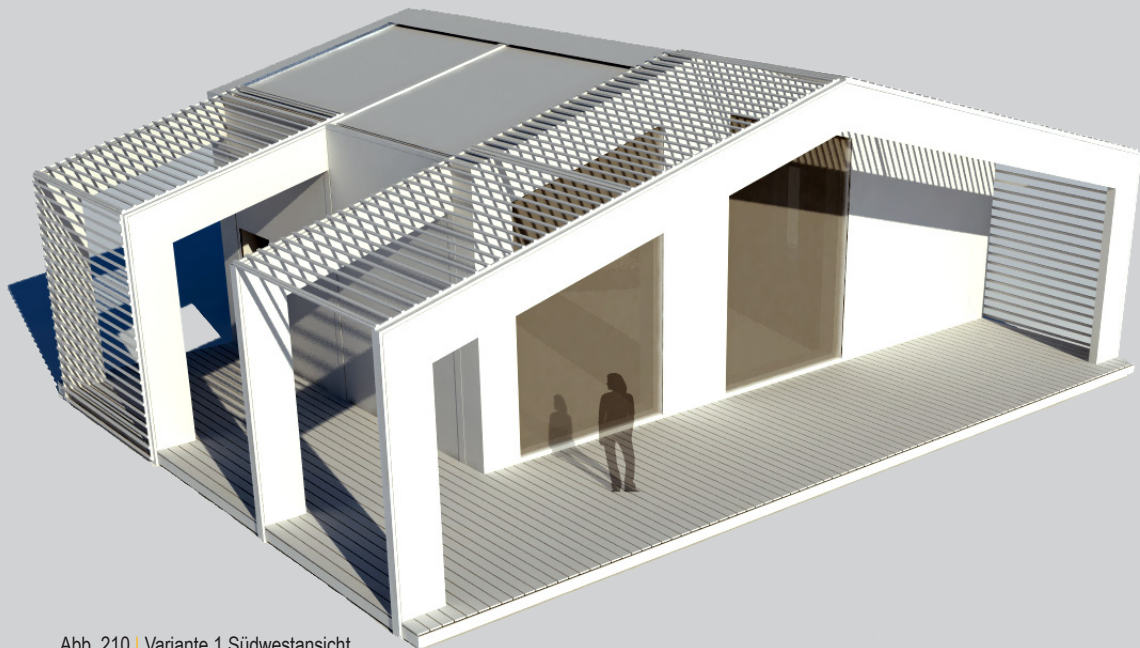


Abb. 210 | Variante 1 Südwestansicht

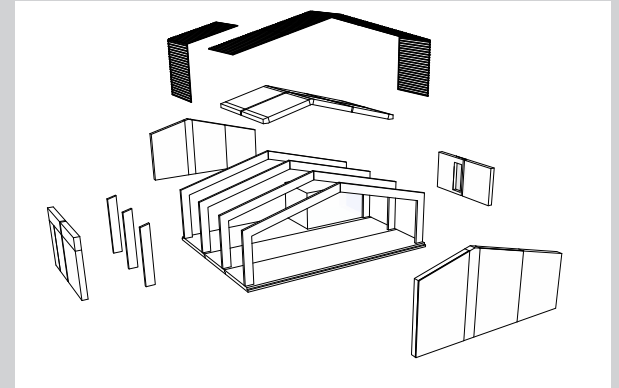


Abb. 211 | Variante 1 Explosionsgrafik

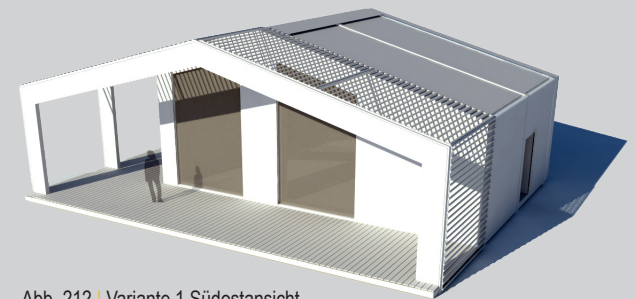
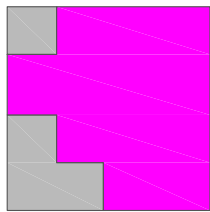


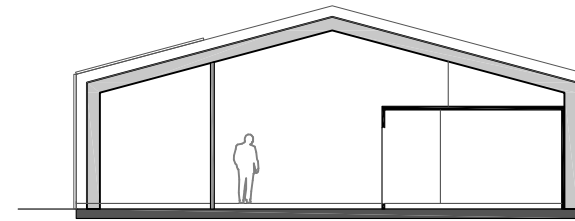
Abb. 212 | Variante 1 Südostansicht



RAUM ca. 117 m²
TERRASSE ca. 42 m²



VORRAUM / AR	33,90 m ²
ZIMMER	9,60 m ²
ZIMMER	9,50 m ²
SCHLAFEN	19,40 m ²
ESS / KOCH / WOHNEN	30,40 m ²
BAD	11,70 m ²
WC	1,30 m ²
TECHNIK	1,30 m ²
NNF	117,10 m²

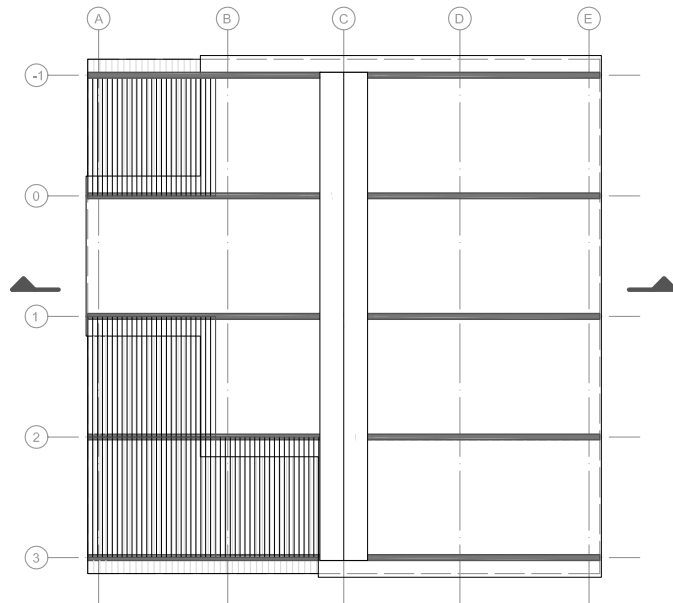
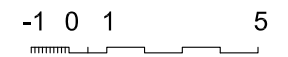


SCHNITT

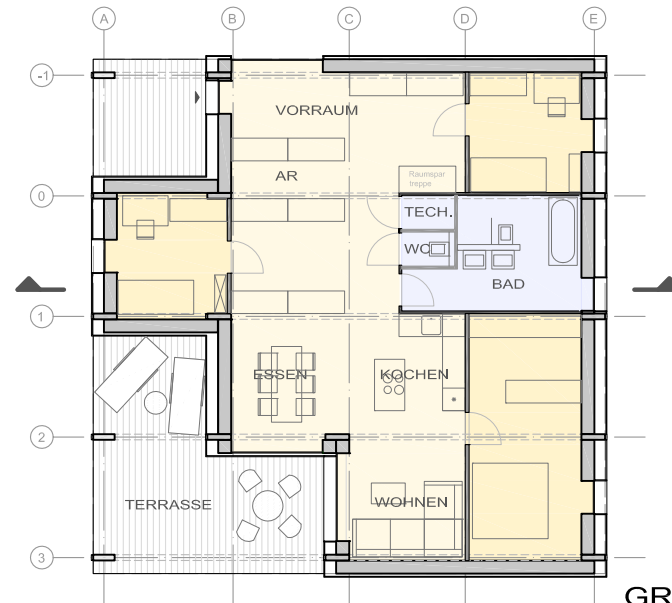
ELEMENTE

FUNDAMENT	1 stk.
TRÄGER	1 stk.
WAND/DACH	10 stk.
WAND ERGÄNZUNG	2 stk.
GIEBEL	5 stk.

TEILE 19 stk.



DACH



GRUNRISS

Abb. 213 | Variante 2: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt

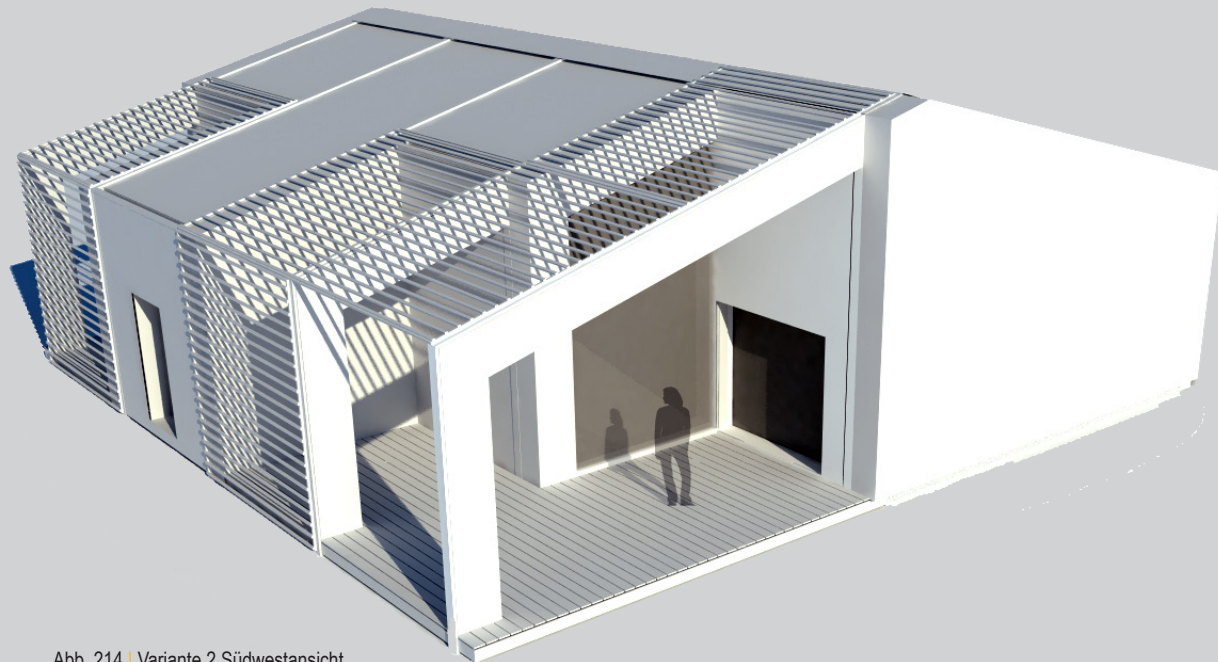


Abb. 214 | Variante 2 Südwestansicht

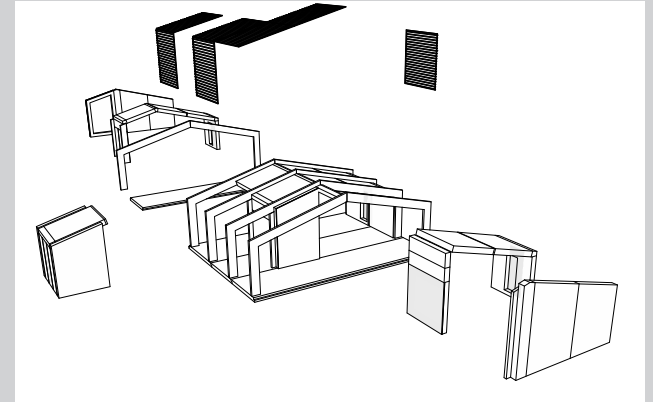


Abb. 215 | Variante 2 Explosionsgrafik

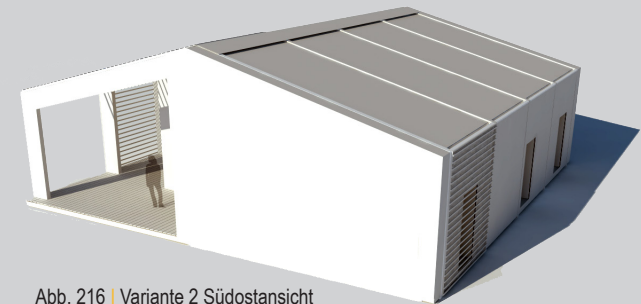
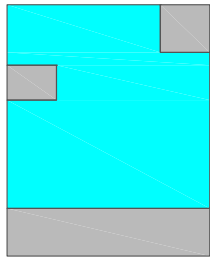


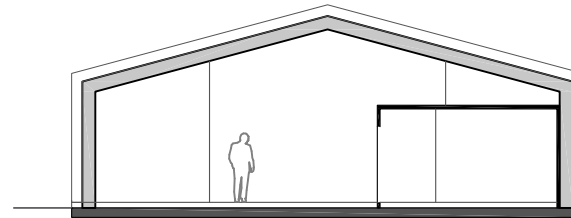
Abb. 216 | Variante 2 Südostansicht



RAUM ca. 140 m²
TERRASSE ca. 61 m²



VORRAUM / AR	28,10 m ²
WELLNESS / FITNESS	45,10 m ²
SCHLAFEN	10,20 m ²
ESS / KOCH / WOHNEN	42,20 m ²
BAD	11,70 m ²
WC	1,30 m ²
TECHNIK	1,30 m ²
NNF	139,90 m²

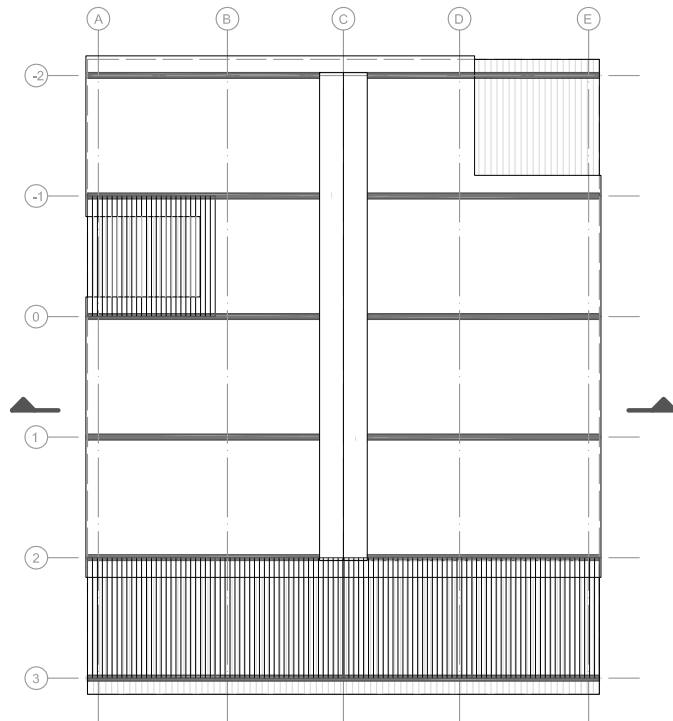


SCHNITT

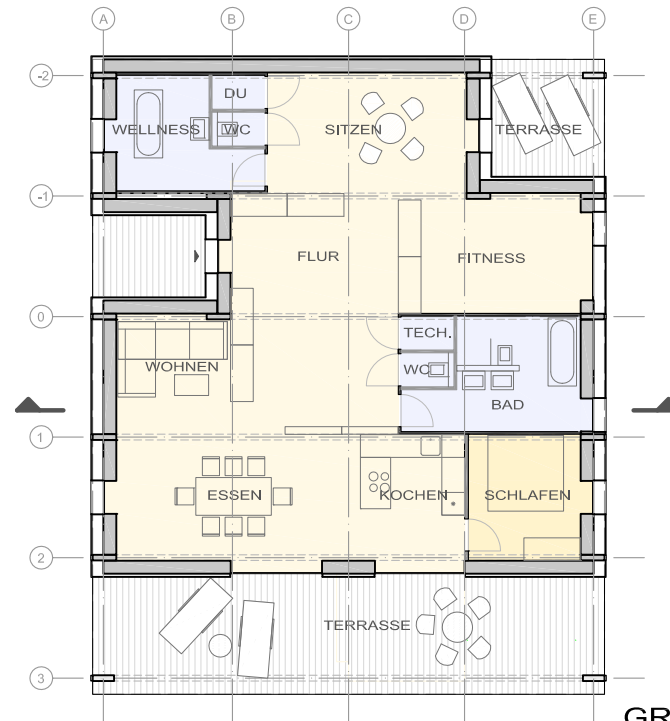
ELEMENTE

FUNDAMENT	1 stk.
TRÄGER	1 stk.
WAND/DACH	2 stk.
WAND ERGÄNZUNG	1 stk.
GIEBEL	2 stk.
TERRASSE	6 stk.

TEILE 16 stk.



DACH



GRUNRISS

Abb. 217 | Variante 3: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt

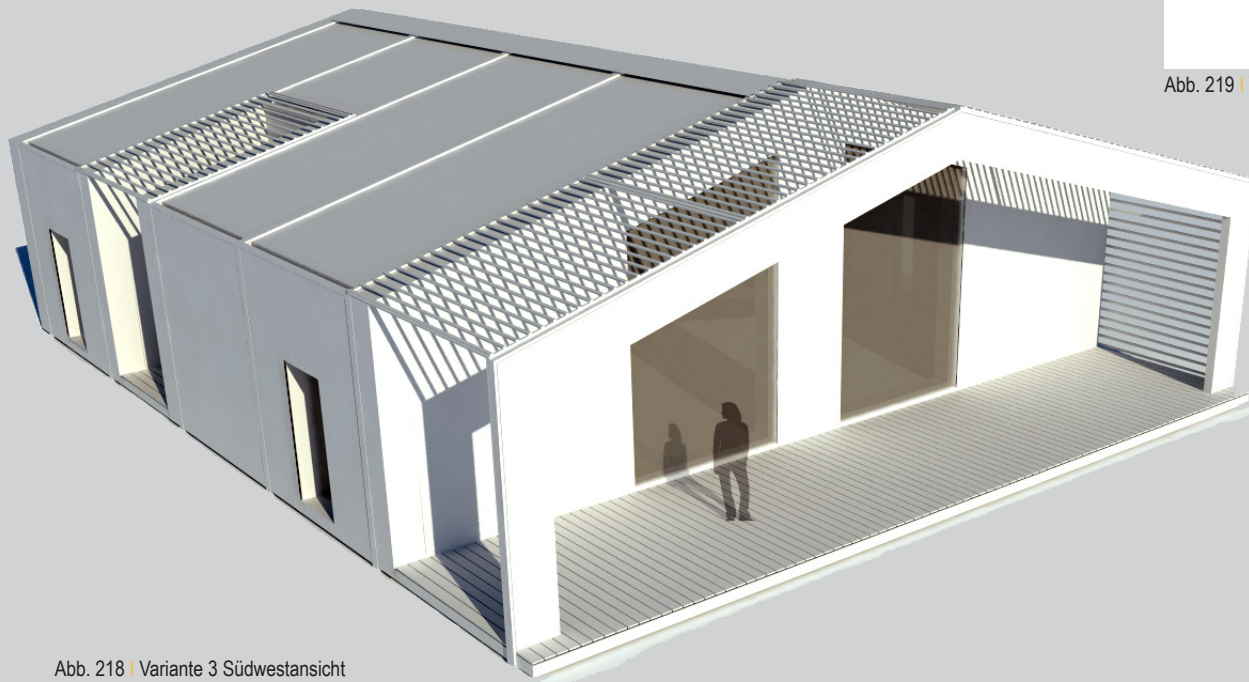


Abb. 218 | Variante 3 Südwestansicht

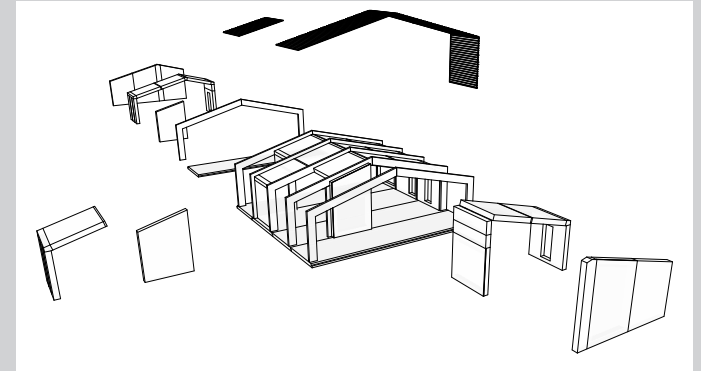


Abb. 219 | Variante 3 Explosionsgrafik

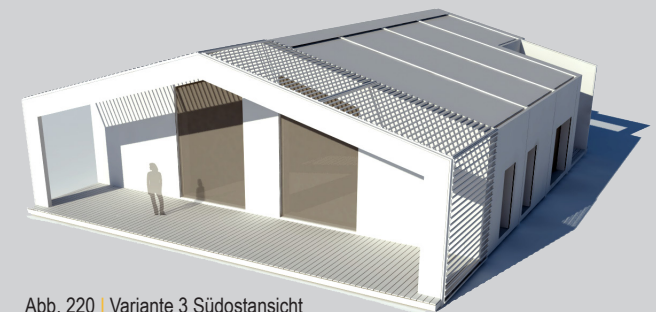
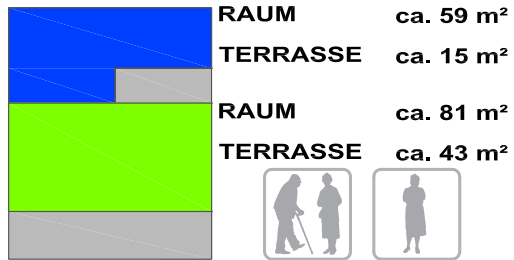


Abb. 220 | Variante 3 Südostansicht



ELEMENTE

WAND ERGÄNZUNG	1 stk.
GIEBEL	2 stk.
FASSADE	23 stk.

TEILE 26 stk.

FLUR / AR	17,80 m ²
SCHLAFEN	10,20 m ²
ESS / KOCH / WOHNEN	18,70 m ²
BAD	9,40 m ²
WC	1,30 m ²
TECHNIK	1,30 m ²

NNF 58,70 m²

FLUR	23,90 m ²
ESS / KOCH / WOHNEN	32,60 m ²
SCHLAFEN	10,20 m ²
BAD	11,70 m ²
WC	1,30 m ²
TECHNIK	1,30 m ²

NNF 81,00 m²

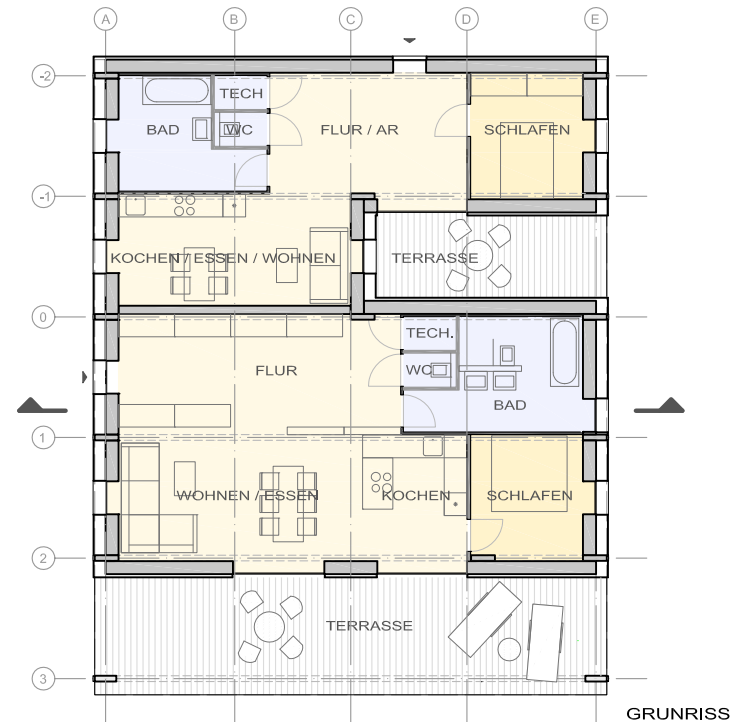
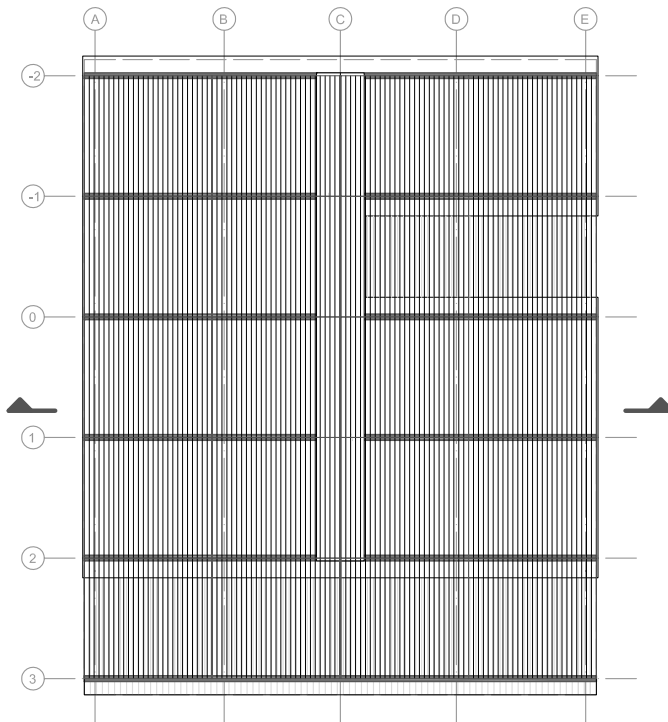
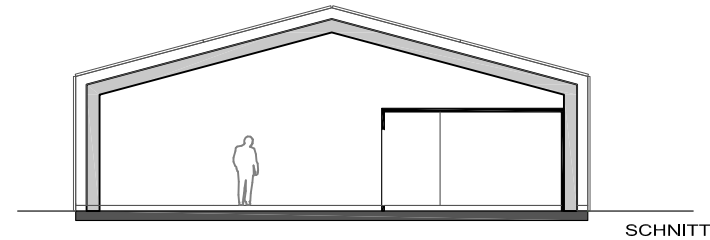


Abb. 221 | Variante 4: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt

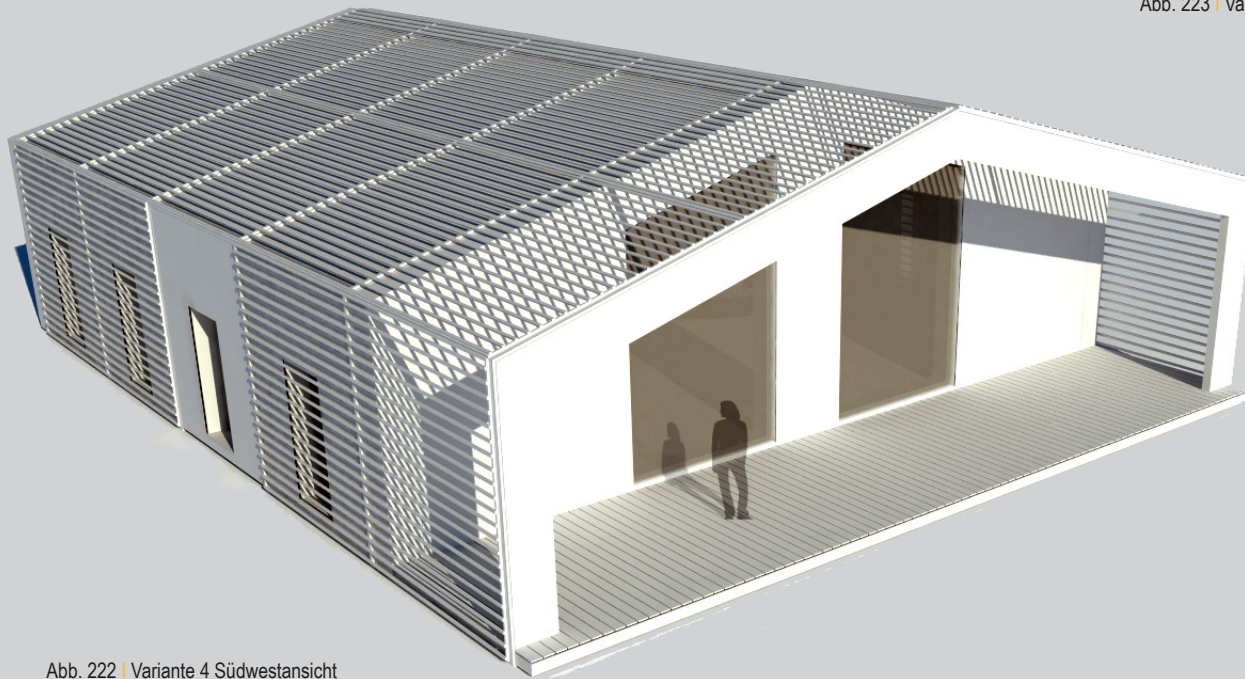


Abb. 222 | Variante 4 Südwestansicht

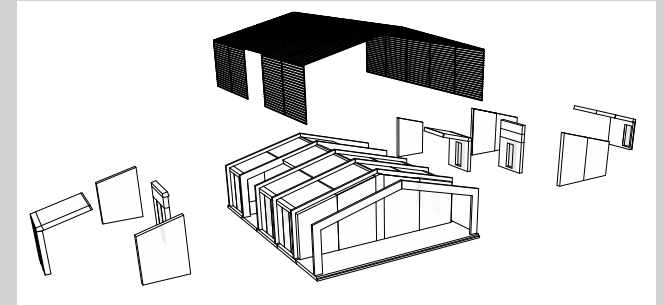


Abb. 223 | Variante 1 Explosionsgrafik

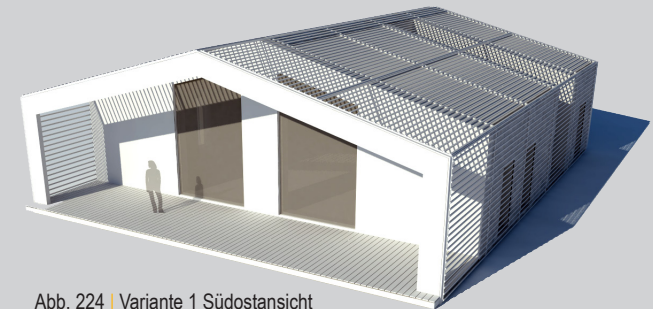


Abb. 224 | Variante 1 Südostansicht

5.4 ENERGIEKONZEPT

Unter Betrachtung eines ökologischen und ökonomischen Gebäudes ist es erforderlich, sich schon in der frühen Konzeptphase mit dem Thema Energie zu beschäftigen. Dem Gebäude wird die Anforderung gestellt, mit passiver Energienutzung einen großen Teil der benötigten Energie aufzubringen. Die Einbindung der Sonne in den Tageszyklus ist eine unumgängliche Voraussetzung für naturbezogenes Wohnen, ökologisches Bewusstsein und zur Optimierung des Energiehaushaltes des

Gebäudes. Lässt sich die Gebäudeorientierung und die Verglasung des Lofthauses effektiv arrangieren, ermöglicht die Strahlungswärme in Analogie mit den Außenbauteilen nahezu einen Ausgleich von Wärmegewinne und Transmissionswärmeverluste. (siehe Energieausweis). Zur optimalen Nutzung der eingebrachten Wärme ist es erforderlich, die Energie mit vorhandener Speichermasse (Bodenaufbau und Raummodul) aufzunehmen.

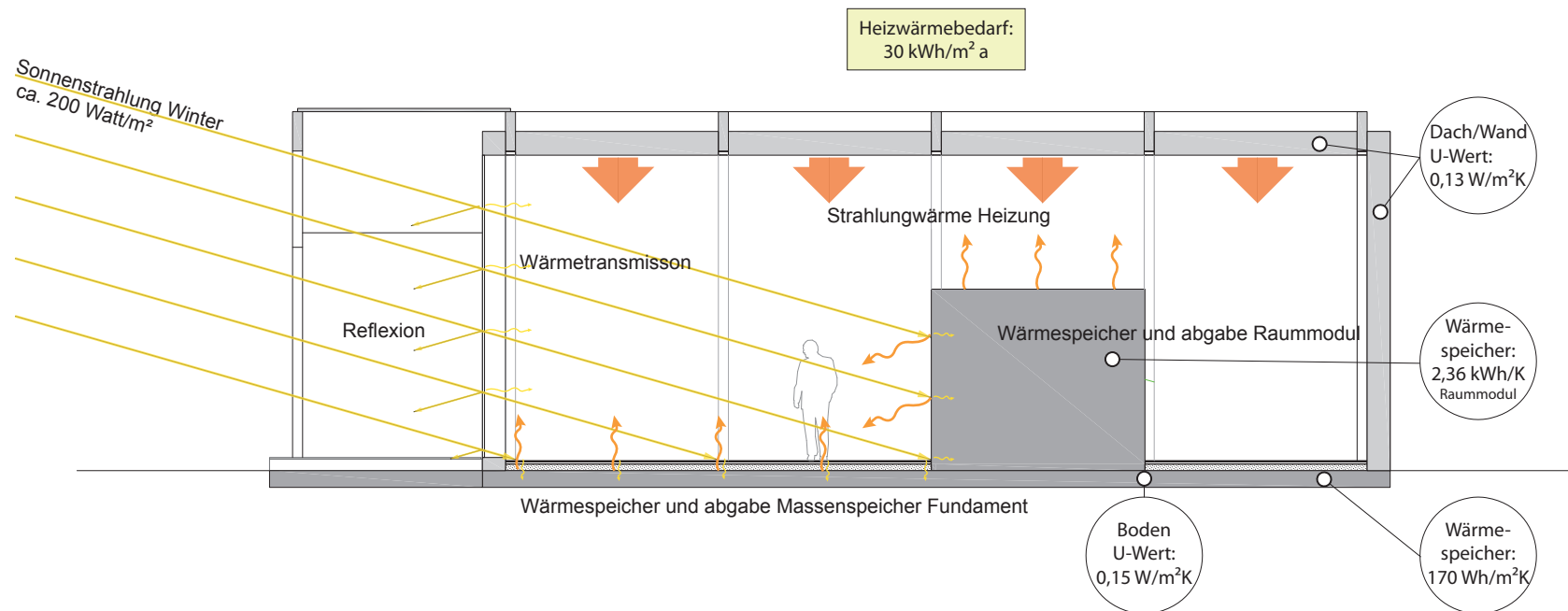


Abb. 225 | Energiekonzept Winter

Heizungssystem Infrarot Strahlungsheizung

In Kooperation mit der Strahlungswärme der Sonne, ist ein Heizsystem mit analoger Wirkungsweise zur Optimierung der Energieeinträge im Gebäude von Vorteil. Die Ausrichtung und die südlichen Verglasungsflächen ermöglichen bei flacher Wintereinstrahlung eine Erwärmung des Inneren und ergänzen

die Infrarotstrahlungsheizungspaneelle, welche an der Deckenunterseite angebracht sind (Konzeptgrafik). Bei maximaler Sonnenstrahlung im Winter kann der überschüssige Energieeintrag von dem massiven Raummodul und dem Boden gepuffert werden. Das Heizsystem schafft die Voraussetzung, in Wechselwirkung mit der Strahlungswärme

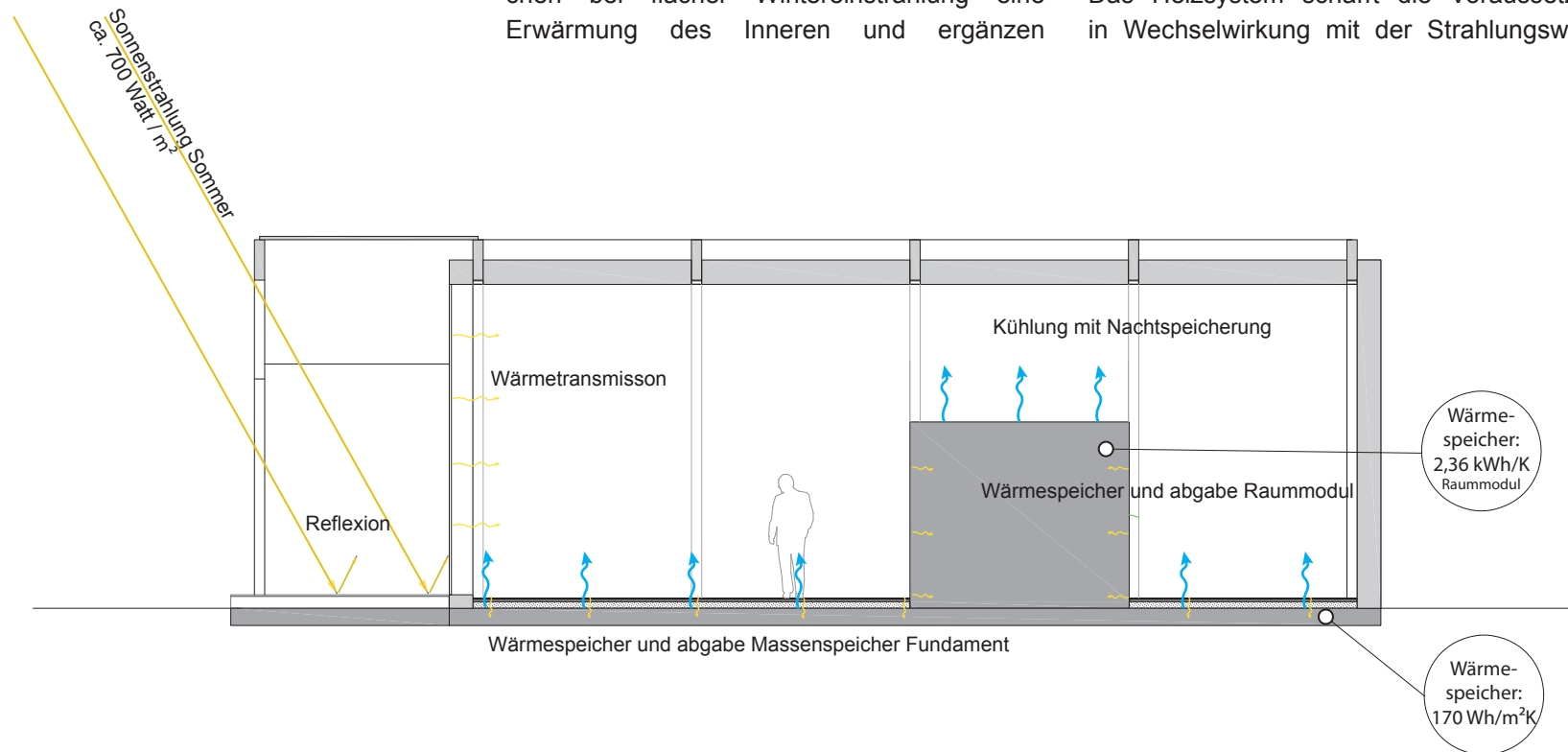


Abb. 226 | Energiekonzept Sommer

Berechnungsbeispiel:

Daten des Lofthauses:

- g-Wert bei Fenster 0,5
- Verglasungsfläche südlich ca. 20 m²
- Im Winter liegt die Bestrahlungsstärke bei ca. 250 Watt pro m² (Daten der Wärmeverluste laut Energieausweis)

Bei einer bestrahlten Bodenfläche von ca. 40 m² im Innenraum und einem g-wert des Glases von 0,5 erhält der Raum einen Energieeintrag von ca. 5 kWh.

Der Transmissionswärmeverlust beträgt in den Wintermonaten pro Stunde ca. 1,45 kWh.

3,55 kWh Energieüberschuss würde den Raum um 0,21 Grad erwärmen und könnte bei wegfallender Sonnenstrahlung die gespeicherte Energie dem Raum, innerhalb von ca. 2 Stunden wieder zurückführen, um auf die gleiche Raumtemperatur zu gelangen.

Sonniger Tag im Winter:

Raumtemperatur des Loft liegt bei 22 Grad. Von 12-15 Uhr strahlt die Sonne in den Raum und bringt ca. 15 kWh an Energieeintrag. Der Transmissionswärmeverlust zur gleichen Zeit liegt bei 4,35 kWh. Der Überschuss von 10,65 kWh an Energie würde den Raum auf 22,64 Grad erwärmen.

Innerhalb von ca. 7 Std würde die gespeicherte Energie wieder in den Raum abgegeben werden.

Speicherfähigkeit

Vergleich eines konventionellen Bodenaufbaus zu Lofthaus

Konventionell (Estrich als Speichermasse)
Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:
147 kJ/m²K = 0.0408 kWh
bei 100m² Bodenfläche:
4,08 kWh

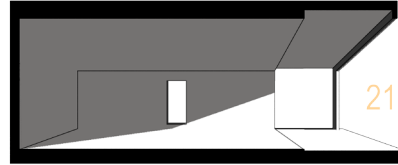
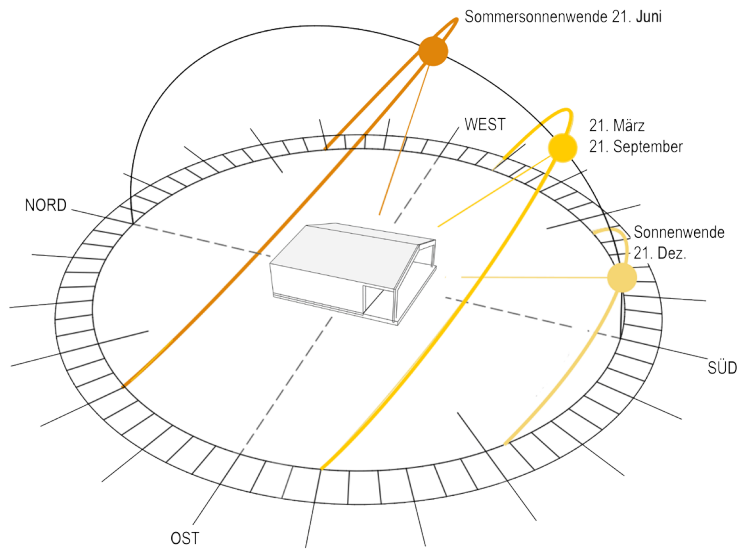
Lofthaus (gesamte Fundamentplatte als Speicher)
Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:
518 kJ/m²K = 0.1438 kWh
bei 100m² Bodenfläche:
14,38 kWh

der Sonne, ein Optimum an passiver Energienutzung zur Raumtemperierung zu erreichen (Beispiel). Im Vergleich zu einer konventionellen Warmwasser-Fußbodenheizung wäre ein Energieeintrag, auf den von der Heizung schon erwärmten Boden, nur gering zu nutzen, nachdem die Fußbodenheizung als sehr träges System nur sehr langsam darauf reagieren könnte.

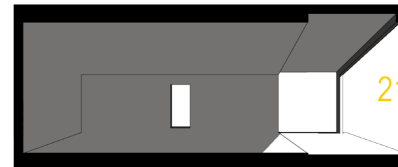
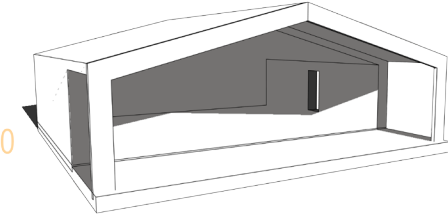
Installation, Platzbedarf und Wartung

Die Strahlungsheizung versorgt mit Strom, bringt den Vorteil einer synchronen Montage mit der Elektroinstallation und lässt die Wasserleitungsinstallation auf ein

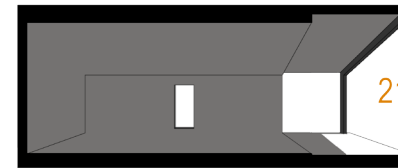
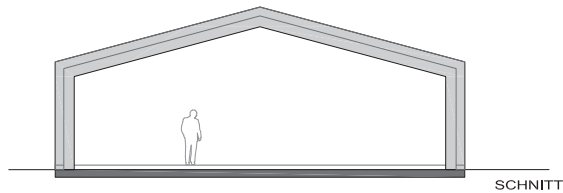
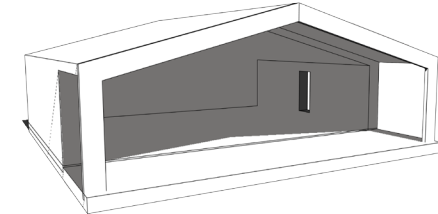
nötiges Minimum im Sanitärbereich reduzieren. Die Befestigung der IR-Paneele an der Deckenunterseite verhindert Raumverlust, im Vergleich zu Heizkörperstellflächen, und optimiert die Wärmeverteilung im Loft. Der Umstand eines nicht vorhandenen Heizkessels oder Wärmepumpe reduziert den Raumbedarf für die Technik des Heizsystems auf ein Mindestmaß des Elektroinstallationskastens. Die Fehleranfälligkeit der Heizung beschränkt sich auf die IR-Strahler und Wartungsintervalle für die Systemerhaltung sind nicht erforderlich. Die Verteilung der Energie im Haus mit Elektrokabelkanälen bewerkstelligt eine unkomplizierte Montage, Erweiterung und Reduktion der Installation. Das Lofthaus erhält mit dieser intelligent simplen Installation seine effiziente Flexibilität und Variabilität.



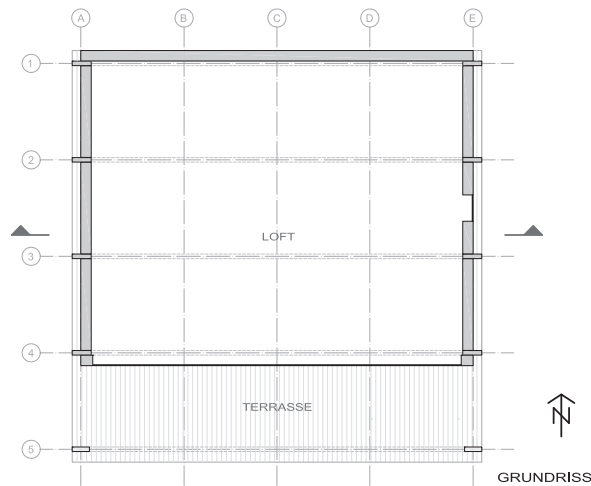
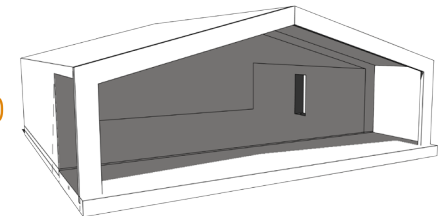
21 DEZ 12:00



21 SEP 12:00



21 JUNI 12:00



Sonnenpenetration eines Lofthauses ohne Innenraumbestandteile zur vereinfachten Illustration der Sonneneinstrahlung. Das Gebäude mit Südausrichtung präsentiert, jeweils an den Jahres Sonnenhöchstständen zur Mittagszeit, ein Gefühl für die Intensität der Bestrahlung im Großraum des Gebäudes.

Optimiert wird eine effektive passive Energienutzung mit der in der Grafik dargestellte bauliche Beschattung Das Vordach kann mit der regulären Dachhaut (Kunststoffmembran) zwischen den Trägern eingespannt oder mit dem Fassadenelement und einer opaken Materialität bestückt ausgeführt werden.

Abb. 227 | Energiekonzept Sonnenpenetration

ENERGIEVERTEILUNG

Das Konzept, mit der Idee einer simplen Umsetzung von qualitativem Wohnraum, mit einfachen Elementen zu realisieren, sollte auch konsequent an der Technik und Energieverteilung weitergeführt werden.

Hochtechnisierte Gebäudebestandteile zur Bedarfsdeckung an Heizung-, und Stromversorgung wurden vermieden und das nötigste an Erfordernis analysiert. Die Entscheidung eine Parität des Stromnetzes mit Heizungsverteilung herzustellen, ermöglicht eine Wasser- und Heizleitungsfreiheit im gesamten Loft und wird der gestellten Anforderung der Vereinfachung gerecht. Realisiert wird die Verteilung des gesamten Energiebedarfes in einem systemimmanenten Geflecht aus Aufputzinstallationen (Grafik), integriert an der Innenseite der Wände und Decken.

In diesen „Adern“, an der Innenseite der Hallenträger montiert, sind alle relevanten Stromleitungen, Schuko-Steckdosen und Lichtschalter inkludiert. Der Verschlussdeckel der viereckigen Aufputzinstallation wird von einer transparenten Abdeckung ersetzt und

übernimmt, mit einer an der Innenseite verlegten LED-Leiste, die Funktion der Raumbelichtung.

Die in dem RGB-Farbspektrum änderbare Belichtung ist zudem in der Helligkeit regulierbar (dimmbar). Aufgeteilt wird das Geflecht in die Systemimmanente primäre Verteilung, in Form von Kabelkanalschächten mit der

Lichtinstallation an Wand, Decken und einem verdeckten Schacht im Boden, integriert. Die sekundäre Verteilung befindet sich im Wand/Dachelement und kann nach Erfordernis Verwendung finden. Im Gegensatz dazu kann auf die Sekundärleitung im Boden verzichtet werden.

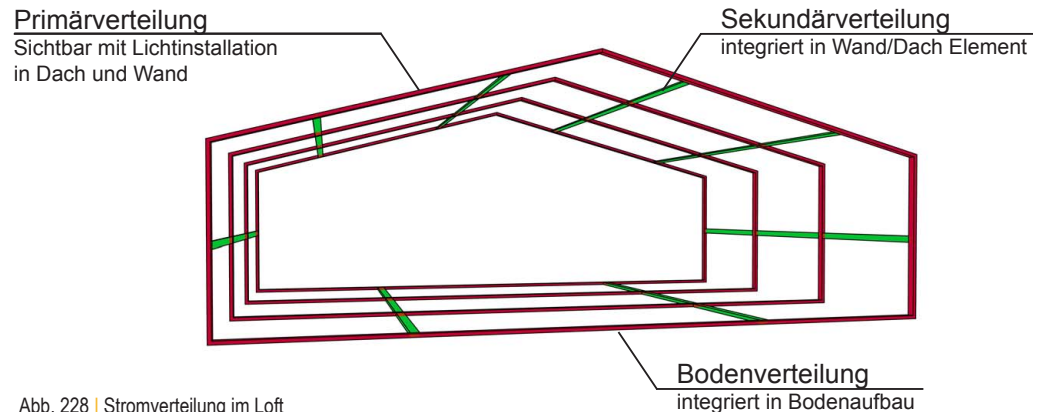


Abb. 228 | Stromverteilung im Loft

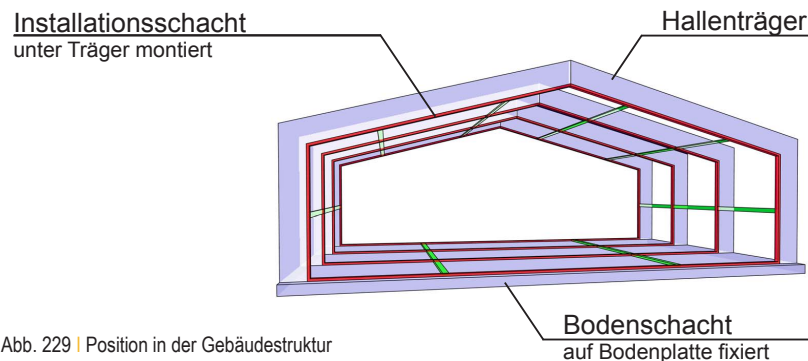


Abb. 229 | Position in der Gebäudestruktur

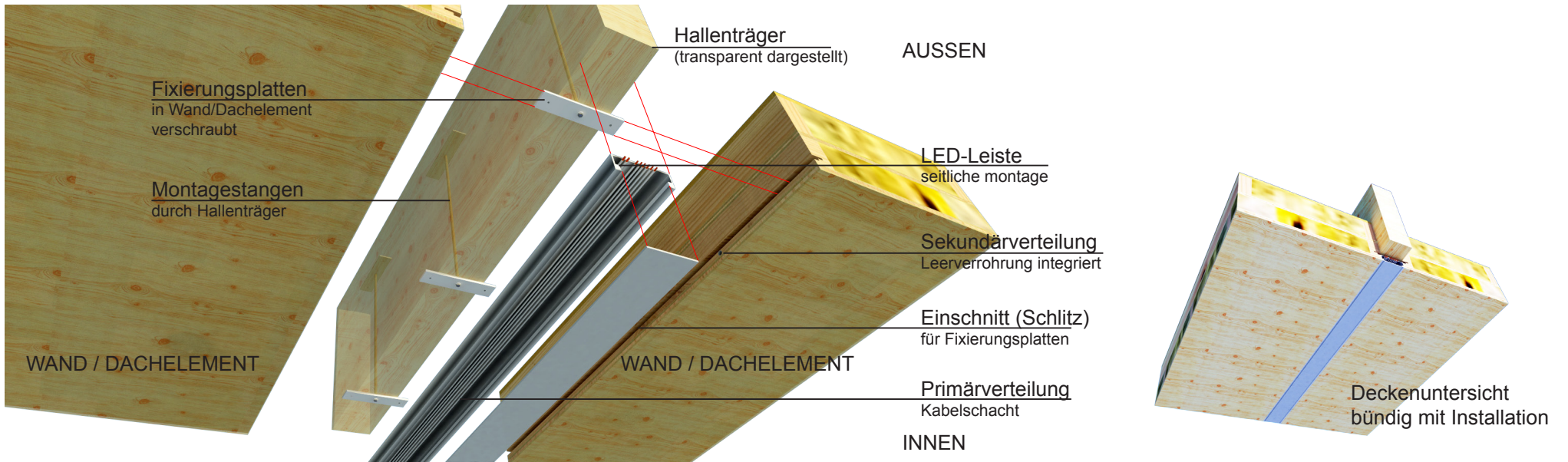


Abb. 230 | Ausschnitt Deckenuntersicht Explosionsskizze

Abb. 233 | Ausschnitt Deckenuntersicht



Abb. 231 | Installationsschacht in Wand mit Lichtschalter und Schuko-Steckdose

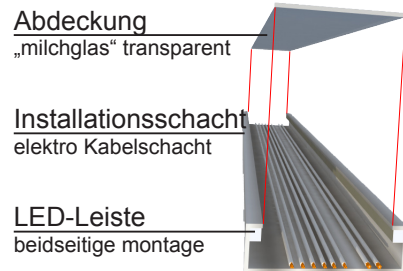


Abb. 232 | Installationsschacht mit Elektroleitungen



Abb. 234 | Lichtinstallation im Loft

0.0 | EINLEITUNG

1.0 | PROJEKTDEFINITION + ANFORDERUNGEN

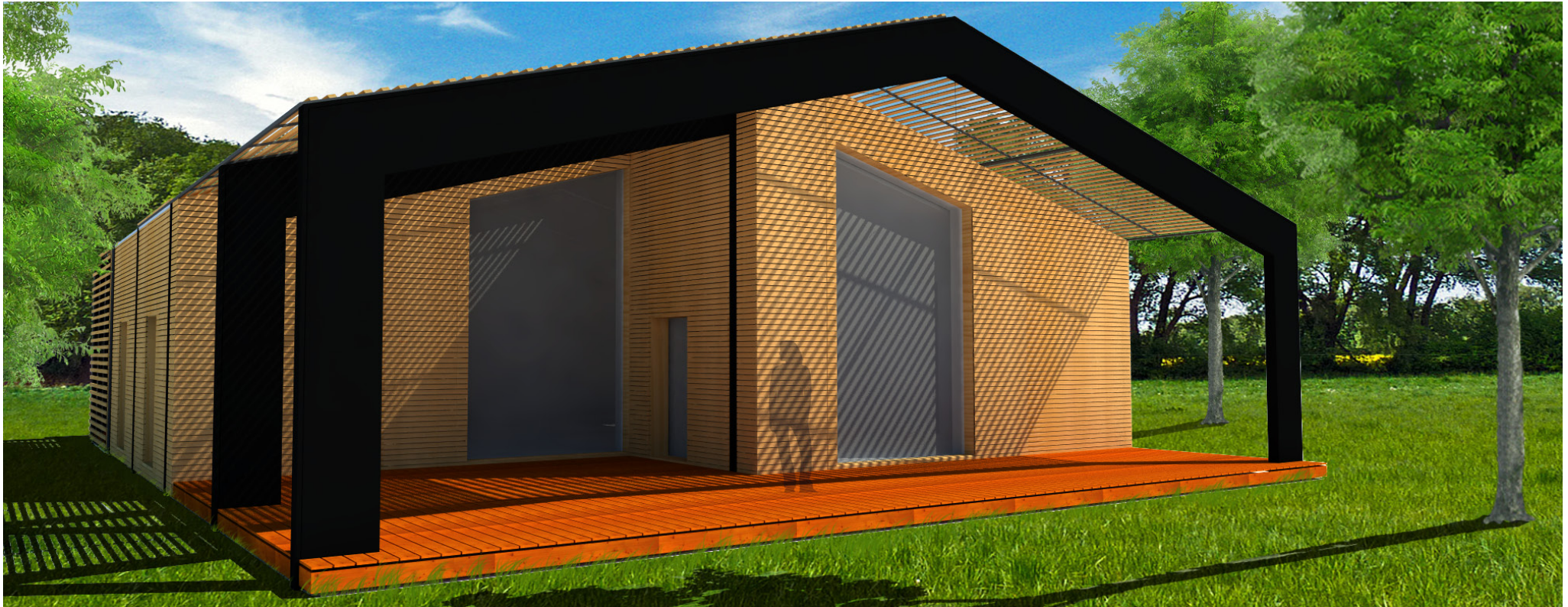
2.0 | RECHERCHE

3.0 | MARKTVORHANDENE PRODUKTE

4.0 | ENTWICKELN NICHT FERTIGER BAUTEILE

5.0 | SYSTEMENTWICKLUNG

6.0 | SPEZIFISCHER ENTWURF



Der Grundriss des spezifischen Entwurfes soll primär die Anordnungsmöglichkeiten der Systembauteile in allen Positionen inszenieren und analog auf die Größe des Raumbedarfes (Ergebnis aus der Marktanalyse mit ca. 130m² NNF) eingehen.

> Dieser Entwurf stellt, hinsichtlich der Kosten und Energieeffizienz, nicht die optimalste Lösung dar!

Eine Änderung auf eine einfachere Form mit weniger Vor- und Rücksprüngen würde das Verhältnis der Außenfläche zu Volumen optimieren, die Energieeffizienz verbessern und die Kosten reduzieren. Das A/V

Verhältnis (Außenfläche zu Volumen) ist im Energieausweis detaillierter dargestellt. Eine optimale Grundrissorganisation, würde eine Bauteilanordnung im Primärsystem zwischen den Hallenträgern mit ebenen Giebelwänden ergeben. Das Großraumloft spiegelt somit die wirtschaftlichste Anordnung der Bauteile wieder.

6.2 DETAILPLANUNG

Die Detailplanung bezieht sich auf den Grundriss des spezifischen Entwurfes. Komplexe Bereiche, relevante Übergänge und Eckpunkte werden im Maßstab von 1:20 bis 1:50 dargestellt. Details wurden in jedem Eckpunkt parallel für mindestens zwei unterschiedliche Ausführungen entwickelt, um der Idee mit möglichst wenigen Elementen viele Lösungen zu erreichen gerecht zu werden. Die Detailentwicklung ist das Fundament für eine ökonomische Umsetzung von Flexibilität und Variabilität in diesem Konzept. Als Beispiel ist das Firstdetail im Plan in zwei unterschiedlichen Bauteilstellungen demonstriert.

6.3 ENERGIEAUSWEIS

Gebäudedaten im Überblick:

Heizwärmebedarf:	3.905 kWh/a (28 kWh/m ² a)
Wärmegewinne:	7.758 kWh/a
Wärmeverluste:	7.750 kWh/a
Lüftungsverluste:	3.975 kWh/a

Der Energieausweis bezieht sich auf den spezifischen Entwurf. Wie schon im diesem erläutert, stellt diese Planung nicht die energieeffizienteste Gebäudekubatur dar.

Der Energieausweis bietet die Möglichkeit das Konzept des Lofthauses hinsichtlich der gestellten Anforderungen zu überprüfen. Hohe Erwartungen werden, bezüglich des Niedrigenergiestandards (HWB unter 36 kWh/m²a) und der effizienten passiven Energienutzung, gestellt.

Im Energieausweis sind alle relevanten Gebäudedaten und Ergebnisse detailliert ausgewertet. Die an das Gebäude gestellten Anforderungen werden erfüllt und sogar in einigen Bereichen übertroffen.

Das Dargestellte (Energieausweis Druck) beinhaltet lediglich relevante Seiten zur Illustration der wichtigsten Daten des spezifischen Entwurfes.

Seiten: 1-4, 6,14,18,22-23,28-29 und 42-45

Jänner			
Heizenergiebedarf - HEB			
Heizenergiebedarf	Q_{HEB,n}	=	1.387,45 kWh/M
Heizwärmebedarf - HWB			
Transmissionswärmeverluste	Q _T	=	1.295,74 kWh/M
Lüftungswärmeverluste	Q _V	=	664,61 kWh/M
Wärmeverluste	Q _l	=	1.960,35 kWh/M
Solare Wärmegewinne	Q _s	=	463,56 kWh/M
Innere Wärmegewinne	Q _i	=	313,16 kWh/M
Wärmegewinne	Q _g	=	776,72 kWh/M
Heizwärmebedarf	Q_h	=	1.183,83 kWh/M
			Ausnutzungsgrad η _h = 1,00

Abb. 235 | Auflistung Jänner „Worst-Case-Szenario“

6.4 KOSTENPLAN

Der Kostenplan bezieht sich auf den spezifischen Entwurf. Wie schon im spezifischen Entwurf erwähnt stellt diese Planung nicht die kostengünstigste Wohnraumorganisation dar. In der Liste werden ähnliche Fertighäuser mit dem spez. Entwurf gegenübergestellt.

Die Kosten in der Liste legen das gesamte Gebäude von der Oberkante Fundamentplatte inklusive der gesamten Gebäudetechnik bis zu den fertigen Fußböden und Wandoberflächen (schlüsselfertig) dar. Der Kostenplan gliedert, gemäß ÖNORM 1800, den gesamten Aufwand

für das Gebäude, inklusive der Fundamentplatte und den befestigten Außenbereichen (Terrassen).

Zeitplan	Thema													Fassung
6.4	FERTIGHAUSMARKT													30.03.2014
Vergleichshäuser / Bungalows / 120-140m ² (Mitglieder im Fertighausverband)														
Hersteller	offenes Dach (Loftharakter)	offener Grundriss KÜ/Essen/Wohnen	Zimmeranzahl ohne Wohnraum	Flurflächen	Behindertengerecht	vorgefertigt alle Teile trocken auf die Baustelle	Schlüsselfertig	Musterhaus	Dachkonstruktion	E-Kennzahl HWB in kW/h	Flächenmaße in %	Brutto-Preis Haus *	Preis m ² /NNF	
Modelle	ganz / teilw.			groß / klein				Ja / Wo			geschl. / offen	Schlüssel-Fertig	m ² / NNF	
NNF														
Dachform														
eik														
Bungalow 135 pult	teilw.	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Sparrendach	ca. 44	62 38	202.000	1.497	
hanlo														
Top Star 130 walm	teilw.	ja	3	groß	nein	ja	ja	nein	Brettbinder	ca. 40	48 52	197.000	1.515	
hartlhaus														
Elegance 122w walm	teilw.	ja	3	klein	nein	ja	ja	ja, Bl. Lagune	Sparrendach	ca. 38	63 37	232.000	1.901	
luxhaus														
eben 123 pult	teilw.	ja	2	klein	nein	ja	ja	nein	Binderdach	40-45	55 45	230.000	1.870	
malli-haus														
walm 121 walm	ja	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Sparrendach	ca. 48	64 36	174.000	1.440	
zenker-hausbau														
On Top 127 pult	teilw.	ja	2	klein	nein	ja	ja	nein	Leimholz binder	ca. 50	54 46	213.655	1.682	
Lofthaus														
spez. Entwurf 117	ja	ja	3	klein	nein	ja	ja	nein	Leimholz binder	ca. 28	48 69	145.943	1.246	

* laut ÖNORM 1801-1 "Bauwerkskosten", ohne Bodenplatte, inkl. Honorare, inkl. Nebenkosten, ohne Reserven

Abb. 236 | Liste Vergleichshäuser mit Kosten ohne Bodenplatte

ANHANG

LITERATURVERZEICHNIS

BÜCHER

Bachmann, Wolfgang und Dederich, Ludger: DIE BESTEN EINFAMILIENHÄUSER AUS HOLZ, München 2013

Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004

Baumann, Reiner M: Variantenbildung nach dem Baukastenprinzip bei der industriellen Produktion von Wohngebäuden, Grundlagen und Möglichkeiten – Dargestellt an Beispielen aus Hausprogrammen der Fertighaus-Industrie, Heilbronn, 1984

Boeck, Rudolf J.: DAS ÖSTERREICHISCHE EINFAMILIEN-REIHENHAUS IN EBENERDIGER AUSFÜHRUNG, Wien 1964

Drexler, Thomas: Das individuelle Fertighaus, Attraktiv, kostengünstig und schnell gebaut, Stuttgart München 2003

Galindo, Michelle: BUNGALOW, ARCHTECTURE * DESIGN, Berlin 2013

Graf, Anton: Vorgefertigte Einfamilien- und Reihenhäuser, Individuelle Gestaltung mit Raumzellen, Platten- und Skelettkonstruktionen, München 2003

Gruber, Edelgard: 48 Solarhäuser - Modell Landstuhl, Karlsruhe 1982

Gunßer, Christoph: Energiesparhäuser; Neue Konzepte aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, München 2005

Gutdeutsch, Götz: Das Detail in der Holzarchitektur, Konstruktion und Gestaltung, Basel; Berlin; Boston 1996

Kappler, Hans Peter: Die Elementverbindung im erdgeschossigen Baukastenhaus, 1976 Wiesbaden und Berlin

Kistenmacher, Gustav: Fertighäuser Montagebauweisen, industriemäßiges Bauen, Heilbronn 1950

Knaack, Ulrich, Chung-Klatte, Sharon und Hasselbach, Reinhard: Systembau, Prinzipien der Konstruktion, Birkhäuser 2012

Krämer, Karl: Einfamilienhäuser in der Gruppe, Eine Beispielsammlung von Karl Krämer, Stuttgart 1966

Kunz, Martin Nicholas und Galindo, Michelle: modular houses, Stuttgart 2005

Mergl, Oliver: Schriftenreihe Bauwirtschaft I Forschung, Flexibilisierung von Baustrukturen durch Modularisierung zur Verbesserung des Nutzungspotenziales am Beispiel industrieller Produktionsstätten des Automobilbaus, Kassel 2007

DIPLOMARBEITEN

Dengg, Ernst Alexander: Space by Motion, Graz 2012

Eckl, Judith: HAMARA GHAR unser Zuhause, Ein Kinderheim für die Ashraya Initiative for Children in Pune, Graz 2011

Frank, Jörg Hartwig Roland: Schloss Spielfeld, Revitalisierung Schloss Spielfeld, von der Schadensanalyse bis zur Neunutzung; Graz 2013

Kain, Thomas: Gestaltung und Errichtung eines sozial und ökologisch zukunftsfähigen, Infrastrukturschaffenden, räumlichen Gefüges im ländlichen Umfeld von Mzamba Mouth, Eastern Cape, Südafrika., Graz 2011

Klappacher,Christina: MURMONOLITH Monolithisch Bauen mit Beton, Graz 2011

Moosgassner, Wolfgang Andreas: „Einsatzzentrale Feuerwehr / Polizei“ , Graz 2012

Präsoll, Rene Philip: socialmachine, JUGEND:WOHNEN:ARBEITEN:FREIZEIT, Graz 2011

Rössler, Josef Johannes: ZUKUNFT BAHNHOF BOZEN, ARBO Ideenwettbewerb Bahnhofsareal Bozen, Graz 2013

Seehauser, Jörg: Entwurfs- und Planungsgrundlagen für Hallentragwerke aus Holz, Graz 2008

Sommerbichler, Verena: Metamorphose, Remise als Kultur- und Sportzentrum, Graz 2010

Stabauer, Karoline Maria: BiKuM, Bilderne Kunst und Medien, Ein neues KunstUniGebäude, Graz 2010

FORSCHUNGSARBEITEN

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Fertighauscity5+ - Typologische und technische Untersuchung zu mehrgeschossigen Holzbauweisen in innerstädtischen Bereichen unter dem Gesichtspunkt der Vorfabrikation und Partizipation der Nutzer (Kundenindividuelle Fertigung), Fraunhofer IRB Verlag 2007

SONDERHEFTE

25 EINFAMILIEN-HÄUSER von 12000 Mark bis 25000 Mark, 9. Auflage Bauwelt Verlag

ZEITSCHRIFTEN

Detail 2013, Nr.1-2

Detail 2007, Nr.4

SPEZIELL VERWENDETE SOFTWARE

GEQ Version 2013, Zehentmayer Software GmbH, (Energieausweis Berechnung)

u-wert.net, (Bauphysikalische Berechnungen)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

0.0 EINLEITUNG

Abb. 01 | Mindmap: < eigene Skizze >, 01-2014

0.2 PROJEKTIDEE

Abb. 02 | Collage Projektidee: < eigene Grafik >, 29-04-2014

1.1 KONZEPT

Abb. 03 | Zielgruppe: < eigene Grafik >, 04-03-2014

Abb. 04 | Konzeptskizze: < eigene Skizze >, 15-12-2013

Abb. 05 | Konzept: < eigene Grafik >, 15-12-2013

1.3 ANFORDERUNGEN BAUTEILE

Abb. 06 | Liste Anforderungen Raummodul: < eigene Grafik >, 07-06-2013

2.1 ÄHNLICHE KONZEPTE IM EINZELHAUS

Abb. 07 | Blick von Außen: < Detail 2013, Nr.1-2 >

Abb. 08 | Blick Innen zu Wohnraum: < Detail 2013, Nr.1-2 >

Abb. 09 | Grundriss: < Detail 2013, Nr.1-2 >

Abb. 10 | Blick Innen von Schlafbereich: < Detail 2013, Nr.1-2 >

Abb. 11 | Innenraum: < http://www.gisela-podreka.com/efh_p3.htm >, 26-11-2013

Abb. 12 | Grundriss: < http://www.gisela-podreka.com/efh_p3.htm >, 26-11-2013

Abb. 13 | Blick von Außen: < http://www.gisela-podreka.com/efh_p3.htm >, 26-11-2013

Abb. 14 | Innen Stiegenaufgang: < http://www.gisela-podreka.com/efh_p3.htm >, 26-11-2013

Abb. 15 | Blick Außen von Nordost: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 16 | Blick Außen von Westen: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 17 | Wohnraum mit Klapptreppe zu Obergeschoss: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 18 | Grundriss Untergeschoss: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 19 | Grundriss Erdgeschoss: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 20 | Schnitt: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 21 | Lageplan: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 22 | Blick von Südosten: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

Abb. 23 | Blick von Nordwesten: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >

- Abb. 24 | Wohnraum: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 25 | Wendeltreppe: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 26 | Grundrisse Kellergeschoss, Mittelgeschoss und Obergeschoss: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 27 | Schnitt: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 28 | Grundrisse Erdgeschoss und Obergeschoss : <<http://www.detail.de/daily/schlichte-eleganz-sommerhaus-sudburgenland-15611/>>, 09-01-2013
 Abb. 29 | Blick von Außen am Abend: < <http://www.detail.de/daily/schlichte-eleganz-sommerhaus-sudburgenland-15611/> >, 09-01-2013
 Abb. 30 | Innenraum: < <http://www.detail.de/daily/schlichte-eleganz-sommerhaus-sudburgenland-15611/> >, 09-01-2013
 Abb. 31 | Blick von Außen: < <http://www.detail.de/daily/schlichte-eleganz-sommerhaus-sudburgenland-15611/> >, 09-01-2013
 Abb. 32 | Blick von Außen auf Terrasse : < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 33 | Blick von Außen auf Giebelseite: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 34 | Blick von Außen auf Zugang: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 35 | Lageplan: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 36 | Grundriss: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 37 | Innenansicht mit Öffnung auf Terrasse: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 38 | Schnitt: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 39 | Wohnraum mit Küche: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 40 | Wohnraum: < Barth, Anne: Ferienhäuser, Holiday homes, Stuttgart 2004 >
 Abb. 41 | Schnitt EH Darmstadt: < Detail 2007, Nr.4 >
 Abb. 42 | Grundriss: < Detail 2007, Nr.4 >
 Abb. 43 | Detail Wandaufbau und Fensteranschlüsse: < Detail 2007, Nr.4 >
 Abb. 44 | Blick von Außen: < Detail 2007, Nr.4 >

2.2 FERTIGHAUSMARKT ENTWICKLUNG

- Abb. 45 | Mongolische Jurte: < <http://mongolische-jurten.com/wp-content/uploads/2013/09/Ger.jpg> >, 18-01-2014
 Abb. 46 | Tatami Matte: < <http://de.wikipedia.org/wiki/Tatami> >, 03-03-2014
 Abb. 47 | Leonardo da Vinci: < <http://www.leonardo.net/p17.jpg> >, 18-01-2014
 Abb. 48 | Globale Entwicklung: < eigene Grafik >, 04-03-2014
 Abb. 49 | Ballon Frame: <Systembau 2012, 17.>
 Abb. 50 | Casa mutabile 1494: < Der Holzrahmenbau – Der Holztafelbau>
 Abb. 51 | Sears, Roebuck and Co: < <http://www.westernheritagefurniture.com/announcements/sears-roebuck-modern-mail-order-homes-recycled> >, 20-01-2014
 Abb. 52 | Walter Gropius 1919: <Aladdin Homes 1920 http://de.wikipedia.org/wiki/Walter_Gropius>, 20-01-2014
 Abb. 53 | Sears, Roebuck and Co: 1920 < <http://typennington.com/wp-content/uploads/2013/07/catalog2-edit.jpg> >, 20-01-2014
 Abb. 54 | Kaiser vor Hartl Haus 1910: < <http://www.wohnn.net.at/geschichte-des-fertighauses.htm> >, 18-01-2014
 Abb. 55 | Aladdin Homes 1920: < <http://www.antiquehomestyle.com/plans/aladdin/1920-aladdin/20aladdin-marsden.htm>>, 20-01-2014

- Abb. 56 | Werkbundausststellung 1927: < http://www.stuttgarter-gesellschaft-kunst-denkmalpflege.de/03_Publ/03_Leppo.htm>, 20-01-2014
- Abb. 57 | Packaged House System Knoten: < http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-69962013000200006&script=sci_arttext&lng=en >, 20-01-2014
- Abb. 58 | MaisonTropicale: < <http://www.dezeen.com/2008/01/28/jean-prouves-maison-tropicale-in-london/> >, 20-01-2014
- Abb. 59 | Weißenhofsiedlung 1927: < http://www.woch2wei.at/WAGNER_WERK/pressebilder/weissenhofsiedlung.jpg>, 20-01-2014
- Abb. 60 | Packaged House System: < <http://proyectos4etsa.wordpress.com/2011/12/26/the-packaged-house-system-konrad-wachsmann-y-walter-gropius-general-panel-corporation-new-york-1942/>>, 20-01-2014

2.3 FERTIGHAUSMARKT EMPIRISCHE ERHEBUNG

- Abb. 61 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 1: < eigene Auflistung >, 08-05-2013
- Abb. 62 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 2: < eigene Auflistung >, 08-05-2013
- Abb. 63 | Liste Fertighausmarkt, Befragung Firmen Seite 3: < eigene Auflistung >, 08-05-2013
- Abb. 64 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends: < eigene Auflistung >, 12-06-2013
- Abb. 65 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen Seite 1: < eigene Auflistung >, 12-06-2013
- Abb. 66 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen Seite 2: < eigene Auflistung >, 12-06-2013
- Abb. 67 | Liste Fertighausmarkt, Analyse und Trends - weitere Quellen - Gegenüberstellung: < eigene Auflistung >, 12-06-2013
- Abb. 68 | Liste Fertighausparks Österreich, Musterhausparks mit FH-Hersteller: < eigene Auflistung >, 14-03-2013
- Abb. 69 | Liste Fertighausmarkt, Vergleichshäuser / Bungalows / 120-140 m²: < eigene Auflistung >, 08-05-2013

3.1 RAUMMODULE

- Abb. 70 | Beton Raummodule und Fertiggaragen: < http://www.wohnbeton.at/Material/bilder_gross/05_raumzellen/zeichnung_3_5_3_2.jpg >, 28-01-2014
- Abb. 71 | Stahlcontainer: < <http://www.conzept.at/> >, 29-01-2014
- Abb. 72 | Stahlcontainer Wohnmodul: < <http://www.conzept.at/> >, 29-01-2014
- Abb. 73 | Liste Anforderungen Raummodul: < eigene Auflistung >, 07-06-2013
- Abb. 74 | Raummodul Beton: < <http://www.dahmit.de/produktgruppen/wohnraummodule/> >, 28-01-2014
- Abb. 75 | Raummodul Beton: < http://www.wohnbeton.at/Seiten/wohnbauelemente/05_raumzellen/05_1_allgemeines.asp >, 28-01-2014
- Abb. 76 | Raummodul Beton: < http://www.wohnbeton.at/Seiten/wohnbauelemente/05_raumzellen/05_1_allgemeines.asp >, 28-01-2014
- Abb. 77 | Raummodul Beton: < <http://www.dahmit.de/produktgruppen/wohnraummodule/> >, 28-01-2014
- Abb. 78 | Raummodul Beton: < http://www.wohnbeton.at/Seiten/wohnbauelemente/05_raumzellen/05_1_allgemeines.asp >, 28-01-2014
- Abb. 79 | Raummodul Beton: < http://www.wohnbeton.at/Seiten/wohnbauelemente/05_raumzellen/05_1_allgemeines.asp >, 28-01-2014
- Abb. 80 | Stahlcontainer: < <http://rainbow-containers.de/container/seecontainer-stahlcontainer/allegemeines-seecontainer.html> >, 29-01-2014
- Abb. 81 | Stahlcontainer: < <http://www.logismarket.de/renz/40-fuss-see-container/1323171779-49163235-p.html> >, 29-01-2014
- Abb. 82 | Stahlcontainer: < http://www.deutschlandfunk.de/eine-art-beipackzettel-der-globalisierung.1310.de.html?dram:article_id=193957# >, 29-01-2014
- Abb. 83 | Stahlcontainer: < http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Studentenboot_Zwolle.jpg >, 29-01-2014
- Abb. 84 | Stahlcontainer: < <http://www.baulinks.de/webplugin/2009/1115.php4> >, 29-01-2014

- Abb. 85 | Raummodule Holz Hotel Post Anbau: < <http://www.proholz.at/zuschnitt/06/anbau-hotel-post/> >, 29-01-2014
Abb. 86 | Raummodule Holz Hotel Post Anbau: < <http://www.proholz.at/zuschnitt/06/anbau-hotel-post/> >, 29-01-2014
Abb. 87 | Raummodule Holz Hotel in Turin: < http://www.aba-holz.de/ref_pics/04_03turin.htm >, 29-01-2014
Abb. 88 | Raummodule Holz: < <http://www.woodproducts.fi/de/content/die-verbretetsten-konstruktionssysteme> >, 29-01-2014
Abb. 89 | Liste Raummodul Auswertung: < eigene Auflistung >, 17-04-2013
Abb. 90 | Raummodul Beton: < eigene Grafik >, 02-2014

3.2 HALLENKONSTRUKTION

- Abb. 91 | Hallenträger: < <http://www.zang-und-bahmer.de/bauteile.htm> >, 29-01-2014
Abb. 92 | Hallenkonstruktion: < http://tragwerk-und-statik.de/bild/Stahlhalle_mit_Kranbahn_6352_original.jpg >, 29-01-2014
Abb. 93 | Liste Anforderungen Hallenträger: < eigene Auflistung >, 07-06-2013
Abb. 94 | Stahlhallenkonstruktion: < <http://www.ekodynamic.de/referenzen-stahlhallen-37.html> >, 29-01-2014
Abb. 95 | Stahlhallenkonstruktion: < <http://www.haltec.at/at/produkte/hallen/stahlhallen/werkstatthalle-mit-ausstellungsflaeche-fuer-oldtimer.html> >, 29-01-2014
Abb. 96 | Stahlhallenkonstruktion: < <http://www.wolfsystem.de/Agrarbau/Hallen/Maschinen-und-Bergehallen> >, 29-01-2014
Abb. 97 | Stahlhallenkonstruktion: < <http://www.hilker.com/stahlhallen.htm> >, 29-01-2014
Abb. 98 | Holzhallenkonstruktion: < <http://www.holz-hallen.biz/> >, 29-01-2014
Abb. 99 | Holzhallenkonstruktion: < <http://www.ligna-systems.com/nl/referenzen/einzelansicht/article/reithalle/> >, 29-01-2014
Abb. 100 | Holzhallenkonstruktion: < <http://www.fh-finnholz.com/holzhalle-fulda.html> >, 29-01-2014
Abb. 101 | Holzhallenkonstruktion: < <http://www.holzundlehm.de/031e189b1d0ecae03/000000962a1456a02/index.html> >, 29-01-2014
Abb. 102 | Liste Halle Auswertung: < eigene Auflistung >, 17-04-2013
Abb. 103 | Hallenträger Holz: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 104 | Hallenkonstruktion Holz: < eigene Grafik >, 02-2014

3.3 WEITERE ELEMENTE

- Abb. 105 | Kunststoffmembran aus PVC: < <http://www.gekaho.de/html/balkonverkleidungen.html> >, 25-04-2014
Abb. 106 | IR-Heizstrahler: < <http://infrarot-heizung24.de/Infrarot-Keramikheizung-poliert-50x100.html> >, 25-04-2014
Abb. 107 | Trockenestrichelement: < http://www.lindner-norit.com/de_DE/norit-produkte/trockenestrich.html >, 25-04-2014
Abb. 108 | Edelstahlgeflecht: < <http://www.decorable.com/Xtend.aspx> >, 25-04-2014
Abb. 109 | Kabelkanal: < <http://www.elektromaterial.eu/kabelkanal/obo-bettermann/379/2m-obo-bettermann-kabelkanal-60x110mm-reinweiss> >, 25-04-2014

4.1 DACH

- Abb. 110 | Liste Anforderungen Dach: < eigene Auflistung >, 22-07-2013
Abb. 111 | Dachaufbau Auswahl: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 112 | Dachaufbau Temperaturverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 113 | Dachaufbau Relative Feuchte: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014

- Abb. 114 | Dachaufbau Hitzeschutz: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 115 | Dachaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 116 | Dachaufbau Funktionen: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014

4.2 WAND

- Abb. 117 | Liste Anforderungen Wand: < eigene Auflistung >, 22-07-2013
Abb. 118 | Wandaufbau Auswahl: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 119 | Wandaufbau Temperaturverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 120 | Wandaufbau Relative Feuchte: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 121 | Wandaufbau Hitzeschutz: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 122 | Wandaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 123 | Wandaufbau Funktionen: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014

4.3 BODENPLATTE

- Abb. 124 | Bodenaufbau konventionell: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 125 | Liste Anforderungen Boden: < eigene Auflistung > 04-02-2013
Abb. 126 | Lösungsmöglichkeit für Dämmung mit Schaumglas: < eigene Grafik >, 01-2013
Abb. 127 | Lösungsmöglichkeit für Dämmung mit XPS: < eigene Grafik >, 01-2013
Abb. 128 | Bodenaufbau Auswahl: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 129 | Bodenaufbau Temperaturverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 130 | Bodenaufbau Relative Feuchte: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 131 | Bodenaufbau Hitzeschutz: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 132 | Bodenaufbau Hitzeschutz Tagesverlauf: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014
Abb. 133 | Bodenaufbau Funktionen: < eigene Berechnung mit u-wert.net >, 03-2014

5.1 DACH / WANDELEMENTE

- Abb. 134 | Verbindungsteile im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 135 | Dach / Wandelement im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 136 | Geschlossenes System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 137 | Systemgrundriss, Schnitt und Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 138 | Systemgröße: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 139 | Systemerweiterung: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 140 | Systemgrundriss mit Fassadenelement, Schnitt und Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 141 | Fassadenelement im System: < eigene Grafik >, 03-2014

Abb. 142 | Fassadenelement mit Lattung: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 143 | Fassadenelement im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 144 | Wandversatz im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 145 | Wandversatz mit stabilisierenden Fassadenelement: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 146 | Systemgrundriss mit Wandversatz, Schnitt und Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 147 | Systemgrundriss mit Wandversatz (First), Schnitt und Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 148 | Wandversatz im System (First) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 149 | Wandversatz (First) mit stabilisierenden Fassadenelement: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 150 | Giebelelemente: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 151 | Giebelelemente mit Wandversatz: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 152 | Giebelelemente mit Wandversatz (First) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 153 | Ansicht Giebelelemente: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 154 | Ansicht Giebelelemente mit Wandversatz: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 155 | Ansicht Giebelelemente mit Wandversatz (First) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 156 | Systeminneneck Grundriss und Ansichten: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 157 | Systeminneneck Grundriss und Ansichten (mit Firststellung) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 158 | Systeminneneck: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 159 | Systeminneneck (mit Firststellung) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 160 | Terrassenelemente Grundriss, Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 161 | Terrassenelemente im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 162 | Terrassenelemente mit Wandversatz Grundriss, Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 163 | Terrassenelemente mit Wandversatz im System: < eigene Grafik >, 03-2014

5.2 SYSTEM - BAUTEILKATALOG

Abb. 164 | Loft-Variante für Bauteilkatalog Südwestansicht monochromatische Darstellung: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 165 | Loft-Variante für Bauteilkatalog Südansicht monochromatische Darstellung: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 166 | Loft-Variante für Bauteilkatalog monochromatische Darstellung: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 167 | Übersicht Bauteile: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 168 | Raummodul Beton: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 169 | Raummodul Abmessung: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 170 | Raummodul Draufsicht und Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 171 | Hallenträger im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 172 | Hallenträger Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 173 | Hallenträger BSH: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 174 | Bodenplatte Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014

Abb. 175 | Bodenplatte im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 176 | Wand / Dachelement im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 177 | Wand / Dachelement Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 178 | Wand / Dachelement Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 179 | Wand / Dachergänzung 1 im System (analog Spiegelseite) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 180 | Wand / Dachergänzung 2 im System (analog Spiegelseite) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 181 | Wand / Dachergänzung Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 182 | Wand / Dachergänzung Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 183 | Giebelelement 1 im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 184 | Giebelelement 1 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 185 | Giebelelement 1 Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 186 | Giebelelement 2 im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 187 | Giebelelement 2 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 188 | Giebelelement 2 Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 189 | Giebelelement 3 im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 190 | Giebelelement 3 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 191 | Giebelelement 3 Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 192 | Fassadenelement im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 193 | Fassadenelement Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 194 | Fassadenelement Ansicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 195 | Sekundärträger 1 und 2 im System (analog Spiegelseite) : < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 196 | Sekundärträger 1 und 2 Ansicht: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 197 | Verbindungsteile: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 198 | Verbindungsteil 1 - 5: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 199 | Verbindungsteile im System: < eigene Grafik >, 03-2014
Abb. 200 | Hinterlüftete Fassade Unterkonstruktion: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 201 | Hinterlüftete Fassade Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 203 | Hinterlüftete Fassade Giebelseite Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 204 | Hinterlüftete Fassade UK (Montage auf Giebelelement 1) : < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 205 | Hinterlüftete Fassade UK (Montage auf Giebelelement 3) : < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 206 | Hinterlüftete Fassade UK (Montage zwischen Giebelel. 1-2 u. 2-3) : < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 207 | Hinterlüftete Fassade UK Eckteil: < eigene Grafik >, 04-2014

5.3 VARIANTEN

Abb. 208 | Variantendarstellung: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 209 | Variante 1: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 210 | Variante 1 Südwestansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 211 | Variante 1 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 212 | Variante 1 Südostansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 213 | Variante 2: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 214 | Variante 2 Südwestansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 215 | Variante 2 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 216 | Variante 2 Südostansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 217 | Variante 3: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 218 | Variante 3 Südwestansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 219 | Variante 3 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 220 | Variante 3 Südostansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 221 | Variante 4: Flächenaufstellung, Bedarf Elemente, Grundriss, Draufsicht und Schnitt: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 222 | Variante 4 Südwestansicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 223 | Variante 1 Explosionsgrafik: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 224 | Variante 1 Südostansicht: < eigene Grafik >, 04-2014

5.4 ENERGIEKONZEPT

Abb. 225 | Energiekonzept Winter: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 226 | Energiekonzept Sommer: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 227 | Energiekonzept Sonnenpenetration: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 228 | Stromverteilung im Loft: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 229 | Position in der Gebäudestruktur: < eigene Grafik >, 02-2014
Abb. 230 | Ausschnitt Deckenuntersicht Explosionsskizze: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 231 | Installationsschacht in Wand mit Lichtschalter und Schuko-Steckdose: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 232 | Installationsschacht mit Elektroleitungen: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 233 | Ausschnitt Deckenuntersicht: < eigene Grafik >, 04-2014
Abb. 234 | Lichtinstallation im Loft: < eigene Grafik >, 02-2014

6.3 ENERGIEAUSWEIS

Abb. 235 | Auflistung Jänner „Worst-Case-Szenario“ : < eigene Grafik >, 04-2014

6.4 KOSTENPLAN

Abb. 236 | Liste Vergleichshäuser mit Kosten ohne Bodenplatte: < eigene Grafik >, 04-2014